

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Katja LASNIK

**MORFOLOŠKA RAZNOLIKOST JAMSKEGA
VODNEGA OSLIČKA V PLANINSKI JAMI**

Diplomsko delo
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Katja LASNIK

**MORFOLOŠKA RAZNOLIKOST JAMSKEGA VODNEGA OSLIČKA
V PLANINSKI JAMI**

Diplomsko delo
Univerzitetni študij

**MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF THE CAVE-DWELLING
WATER LOUSE IN THE PLANINA CAVE**

Graduation Thesis
University Studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija Biologije. Delo je bilo opravljeno v laboratoriju Katedre za zoologijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Simono Prevorčnik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Rudi Verovnik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Boris Sket, recenzent

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Članica: doc. dr. Simona Prevorčnik, mentorica

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 6. 9. 2012

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Katja Lasnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Dn
DK	591.5 (497.4 Planinska j.) (043.2)=163.6
KG	<i>Asellus aquaticus cavernicolus</i> /morfometrija/populacijska raznolikost/spolni dimorfizem/fluktuacijska asimetrija
AV	LASNIK, Katja
SA	PREVORČNIK, Simona (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2012
IN	MORFOLOŠKA RAZNOLIKOST JAMSKEGA VODNEGA OSLIČKA V PLANINSKI JAMI
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	x, 44 str., 14 pregl., 7 sl., 4 pril., 51 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Pretekle morfometrične raziskave, omejene le na odrasle samce jamskih vodnih osličkov, <i>Asellus aquaticus cavernicolus</i> Racovitza, 1925, so razkrile nepričakovane razlike med populacijama iz Rakovega in Pivškega rokava v Planinski jami. V naši raziskavi smo želeli preveriti prisotnost telesne asimetrije in uspešnost razlikovanja jamskih vodnih osličkih ne le po lokaciji, temveč tudi po spolu. Za vse osebkke so nam bili na voljo podatki o njihovi uvrstitvi na osnovi genotipizacije s pomočjo mikrosatelitov. Morfometrično smo obdelali: 28 osebkov iz Pivškega rokava, 32 iz Rakovega rokava in 45 osebkov s sotočja obeh ponikalnic. V univariatno in multivariatno statistično analizo smo vključili znake, ki so se izkazali za najučinkovitejše v preteklih raziskavah: 2 številski šteta znaka in 8 razmerij, izračunanih iz številskih merjenih znakov. Ugotovili smo, da je pri osličkih obeh spolov iz obeh rokavov prisotna minimalna fluktuacijska asimetrija vseh analiziranih struktur. Samci iz Rakovega in Pivškega rokava se morfološko jasno ločijo: prvi imajo krajši pereopod VII, s krajšim subdistalnim členom (propodum) ter izrazito večjim številom ščetin na njem. Pereopod IV, ki služi držanju samice v času prekopule, se razlikuje le po oščetinjenosti. Samice iz Rakovega in Pivškega rokava se medsebojno razlikujejo po znakih, vezanih na oba pereopoda. Samci in samice se med seboj ne ločijo le po izrazito spolno dimorfnem pereopodu IV, temveč tudi po pereopodu VII. Samci iz Pivškega rokava se za razliko od Rakovih po dveh znakih razlikujejo od tistih iz pretekle raziskave (Prevorčnik, 2002), kar kaže na visoko stopnjo morfološke variabilnosti v tem rokavu. Uvrščanje jamskih vodnih osličkov iz obeh rokavov in s sotočja z diskriminantno analizo na osnovi izbranih morfoloških znakov je zanesljivo in enakovredno genotipskemu uvrščanju. Kljub fizičnemu stiku in redkim opaženim prehodom osličkov iz enega v drug rokav sta tudi na sotočju obe populaciji jasno morfološko ločeni.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

- ND Dn
- DC 591.5 (497.4 Planinska j.) (043.2)=163.6
- CX *Asellus aquaticus cavernicolus*/morphometry/population variability/sexual dimorphism/fluctuating asymmetry
- AU LASNIK, Katja
- AA PREVORČNIK, Simona (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
- PY 2012
- TI MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF THE CAVE-DWELLING WATER
 LOUSE IN THE PLANINA CAVE
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO x, 44 p., 14 tab., 7 fig., 4 ann., 51 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Previous morphometric studies limited to adult males of the troglotrophic water louse, *A. a. cavernicolus* Racovitza, 1925, revealed unexpected differences between populations from the Pivka and Rak channels in the Planina Cave. In our research we wanted to test left-right (LR) asymmetry in *A. a. cavernicolus*, as well as the morphological identification efficiency not only according to location but also according to sex. For all analyzed specimens, a molecular classification based on microsatellite analysis was available. Our morphometric analysis included 28 specimens from the Pivka channel, 32 from the Rak channel, and 45 from the confluence of both sinking rivers. In Univariate and Multivariate Discriminant Function Analysis the most discriminative characters from the previous research were used: 2 numerical counted characters and 8 ratios (calculated from the metric characters). We confirmed a low level of fluctuating asymmetry (FA) in all studied structures in both sexes and both river channels. Males from the Rak and Pivka channels are morphologically clearly separated, the former having shorter pereopod VII with shorter distal article (propodus) and significantly increased number of spiniform setae. Pereopods IV, however, which are used for carrying female in praecopula differ only in the number of setae in males from both channels. Females from both channels are different from one another in all pereopod characters. Differences between males and females are not bound only to sexually dimorphic pereopod IV, but are also present in pereopod VII. In contrast to males from Rak, males from Pivka are proved to be different from males analyzed previously (Prevorčnik, 2002) in two characters. This indicates higher level of morphological variability in the latter channel. Classification of the troglotrophic water louse from both channels and the confluence based on the chosen morphological characters has proven to be reliable and equivalent to molecular classification. Despite their physical contact and the observed sporadic transitions of specimens from one channel to another, both populations stay morphologically clearly separated also at the confluence.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI).....	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD).....	IV
	KAZALO VSEBINE.....	V
	KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
	KAZALO SLIK.....	IX
	KAZALO PRILOG.....	X
1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	VODNI OSLIČEK, TAKSONOMSKA PROBLEMATIKA.....	2
2.2	SPOLNI DIMORFIZEM.....	4
2.3	TELESNA ASIMETRIJA.....	5
2.4	PODZEMELJSKO OKOLJE.....	6
2.4.1	Značilnosti, prilagoditve in pomen podzemeljskih živali za evolucijske raziskave	7
2.4.2	Planinska jama	7
3	MATERIAL IN METODE	9
3.1	MATERIAL.....	9
3.2	PRIPRAVA IN MERJENJE ŽIVALI.....	9
3.3	STATISTIČNA ANALIZA.....	12
4	REZULTATI	14
4.1	UNIVARIATNA STATISTIČNA ANALIZA.....	14
4.2	TELESNA ASIMETRIJA.....	15
4.3	PRIMERJAVA VZORCEV PO LOKACIJI IN SPOLU.....	18
4.3.1	Primerjava jamskih vodnih osličkov iz Rakovega in Pivškega rokava	18
4.3.2	Primerjava samcev in samic jamskih vodnih osličkov	20
4.3.3	Gostota trnastih ščetin na prereopodih IV in VII	20
4.3.4	Analiza jamskih vodnih osličkov s sotočja	21
4.4	DRUGA ANTENA (ANTENA II).....	25
5	RAZPRAVA	27
6	SKLEPI	34
7	POVZETEK	36
8	VIRI	39

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

- Preglednica 1:** Število morfometrično obdelanih jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame, glede na lokacijo, spol in genotipizacijo. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebk, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebk, g– – ni genotipizacije, P – mesto dotoka Pivke v sotočje, R – mesto dotoka Raka v sotočje, P2002 – rezultati povzeti po Prevorčnik (2002).str. 9
- Preglednica 2:** Seznam vseh meritev pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. L-D – meritve ločeno na levi in desni strani telesa. .str. 10
- Preglednica 3:** Seznam dveh številskih štetih znakov in osem razmerij za statistične analize jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: št – številski šteti znak, r – razmerje izračunano iz številskih merjenih znakov, L-D – meritve ločeno na levi in desni strani telesa.str. 12
- Preglednica 4:** Seznam znakov, uporabljenih za preverjanje telesne asimetrije pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame.str. 13
- Preglednica 5:** Analiza razlik med strukturami z leve in desne strani telesa pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, KA – koeficient asimetrije, SE_{KA} – standardna napaka koeficienta asimetrije, Δ – razlika.str. 15
- Preglednica 6:** Primerjava znakov z leve in desne strani telesa pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, Pe7BL – relativna dolžina pereopoda VII glede na dolžino telesa, Pe4BL – relativna dolžina pereopoda IV glede na dolžino telesa, Pe4tšč – število ščetin na pereopodu IV, Pe7tšč – število ščetin na pereopodu VII.str. 16
- Preglednica 7:** Primerjava jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Rakovega in Pivškega rokava Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_P – število osebkov iz Pivškega rokava, N_R – število osebkov iz Rakovega rokava, ♂ – samci, ♀ – samice, š – širina, d - dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).str. 18
- Preglednica 8:** Primerjava sedanjih in preteklih (Prevorčnik, 2002) morfometričnih meritev pri samcih jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_S – število samcev iz sedanje raziskave, N₀₂ – število samcev iz pretekle raziskave, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).str. 19

Preglednica 9: Primerjava samcev in samic jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).str. 20

Preglednica 10: Primerjava gostote ščetin na pereopodih IV in VII pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, Pe4gost – gostota ščetin na pereopodu IV, Pe7gost – gostota ščetin na pereopodu VII. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).str. 21

Preglednica 11: Rezultati uvrstitve 28 genotipsko 100-% uvrščenih samcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami v dve skupini, Rakovo (R) in Pivško (P). Simboli: O.o. – oznaka osebka, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df – stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.....str. 22

Preglednica 12: Rezultati uvrstitve devet genotipsko vprašljivo uvrščenih samcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami v dve skupini, Rakovo (R) in Pivško (P). Simboli: O.o. – oznaka osebka, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df - stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.....str. 23

Preglednica 13: Rezultati uvrstitve pet genotipsko 100-% uvrščenih in pet genotipsko vprašljivo uvrščenih samic jamskega vodne oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami. Simboli: O.o. – oznaka osebka, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df - stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.str. 24

Preglednica 14: Primerjava sedanjih in preteklih (Prevorčnik, 2002) morfometričnih meritev anten II pri samcih jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_S – število samcev iz sedanje raziskave, N₀₂ – število samcev iz pretekle raziskave, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).str. 26

KAZALO SLIK

- Slika 1:** Geografski položaj Planinske jame (prirejeno po Geopedia.si).str. 8
- Slika 2:** Meritvene točke in področja štetja ščetin pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Ob analiziranih strukturah so naštetih številski šteti znaki, številski merjeni znaki in razmerja, izračunana iz slednjih. (prirejeno po skici Prevorčnik, 2002)str. 11
- Slika 3:** Box-plot diagrami za dva številka šteta znaka in štiri razmerja za genotipsko obdelane jamske vodne osličke (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.str. 17
- Slika 4:** Box-plot diagrami za število trnastih ščetin na pereopodu IV in relativni dolžini pereopoda VII ter člena 5 pereopoda VII za samce jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz sedanje in pretekle (Prevorčnik, 2002) raziskave iz Pivškega rokava Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.str. 19
- Slika 5:** Primerjava absolutnega števila ščetin z gostoto ščetin na pereopodih IV in VII pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Analiziranih je 15 samcev in 15 samic iz Rakovega ter 15 samcev in 13 samic iz Pivškega rokava. str. 21
- Slika 6:** Box-plot diagrami za znake, izmerjene na anteni II pri genotipsko obdelanih jamskih vodnih osličkih (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.str. 25
- Slika 7:** Box-plot diagrami za relativno dolžino antene II in relativno število členov biča antene II za samce jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz sedanje in pretekle (Prevorčnik, 2002) raziskave iz Pivškega rokava Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.str. 26

KAZALO PRILOG

Priloga A: Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

Priloga B: Osnovni statistični opis vzorcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, MIN – minimum, MAX – maksimum. Oznake vzorcev: P – Pivka, R – Rak, S_P – dotok Pivke v sotočje, S_R – dotok Raka v sotočje, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebki, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebki, * – oslički iz pretekle raziskave, ♂ – samci, ♀ – samice, r. – relativno, d. – dolžina.

Priloga C: Rezultati Shapiro-Wilksovega testa normalnosti pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, N – število osebkov, df – stopinje prostosti, Sig.– statistična značilnost, r. – relativno, d. – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne vrednosti podatkov, ki niso normalno porazdeljeni ($p < 0,05$).

Priloga D: Rezultati Leveneovega testa homogenosti varianc pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Sig. – statistična značilnost, df – stopinje prostosti, r. – relativno, d. – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne vrednosti podatkov, katerih variance niso homogene ($p < 0,05$).

1 UVOD

Vodni osliček, *Asellus aquaticus* (L.) Rac. 1919, je eden najpogostejših in vsesplošno razširjenih sladkovodnih makroinvertebratov (Henry in sod., 1996; Turk-Prevorčnik in Blejec, 1998; Prevorčnik in sod., 2004; Verovnik in sod., 2009). Uvrščamo ga med rake enakonožce (Crustacea: Isopoda), v družino Asellidae. Ne pojavlja se le v površinskih vodah, ampak poseljuje tudi ponikalnice (Henry in sod., 1996; Sket 1994). Kljub dejstvu, da je ena od najbolj proučevanih vrst, so nekatera vprašanja o njegovi taksonomiji še odprta (Verovnik in sod., 2009).

Prvotne raziskave rasne diferenciacije vodnega oslička so temeljile predvsem na majhnem naboru morfoloških znakov pri majhnem številu osebkov (Racovitza, 1925; Sket, 1965; Sket, 1994), prvo obsežnejšo raziskavo s pomočjo multivariatnih statističnih metod pa so izvedli Prevorčnik in sod. (2004). V raziskavi so na osnovi obsežnega nabora morfoloških znakov pri velikem številu spolno zrelih samcev potrdili visoko stopnjo rasne diferenciacije vodnega oslička predvsem na območju Slovenije. Poleg bistvenih razlik med slovenskimi površinskimi in podzemeljskimi populacijami so rezultati raziskave razkrili tudi nepričakovano razliko med dvema populacijama jamskega vodnega oslička, *Asellus aquaticus cavernicolus* Racovitza, 1925, iz Planinske jame.

Jamski vodni osliček je najbolj specializiran slovenski troglomorfen predstavnik vodnih osličkov. Poseljuje podzemeljske tokove reke Pivke in Ljubljanice, morfološko različni populaciji v Planinski jami pa dve ponikalnici, Rak in Pivko, ter njuno sotočje v jami. Različnost so potrdile molekulske raziskave, v katerih so uporabili genske markerje RAPD (Verovnik in sod., 2003), nekoliko slabša je bila podpora v raziskavi z uporabo fragmentov mitohondrijske DNA (Verovnik in sod., 2004). Za še zanesljivejše ločevanje populacij trenutno poteka genotipizacija osebkov iz Planinske jame z mikrosateliti (Konec, v pripravi). Ob tem se pojavlja vprašanje skladnosti rezultatov najnovejših molekulskih analiz z morfometričnimi analizami ter o ustreznosti in zanesljivosti uporabe morfoloških znakov pri prepoznavanju jamskega vodnega oslička iz obeh rokavov.

Vodni oslički so spolno dimorfni, a ovrednotenje razlik je bilo do zdaj opravljeno le za površinske predstavnike tipske podvrste (Bertin in sod., 2002). Obstoj in stopnja razlik

med podzemeljskimi samci in samicami ter med podzemeljskimi samicami iz obeh rokavov Planinske jame je še neznanka. Prav tako obstajajo študije o fluktuacijski telesni asimetriji površinskih predstavnikov (Savage in Hogarth, 1999), podatkov za podzemeljske vodne osličke pa še ni.

Glede na opisano smo preverili naslednje delovne hipoteze:

- morfometrične meritve genotipsko obdelanih samcev jamskih vodnih osličkov se ujemajo z rezultati analiz Prevorčnikove (2002),
- večina morfoloških znakov, uporabnih za ločevanje samcev, omogoča tudi ločevanje samic iz obeh rokavov Planinske jame,
- pri osličkih iz Planinske jame je prisotna fluktuacijska telesna asimetrija,
- na sotočju obeh ponikalnic pričakujemo predstavnike iz obeh rokavov, izjemoma tudi njihove križance,
- rezultati morfometričnih analiz samcev in samic se ujemajo z rezultati genotipizacije, zato izbrani morfološki znaki omogočajo zanesljivo določanje osebkov iz obeh rokavov Planinske jame.

Navedene hipoteze bomo skušali preveriti:

- z analizo razlik v morfoloških znakih, pri čemer se bomo omejili le na tiste znake, ki so se v preteklosti izkazali za najpomembnejše pri ločevanju odraslih samcev iz obeh rokavov, ter znake, za katere pričakujemo najizrazitejše razlike med spoloma.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VODNI OSLIČEK, TAKSONOMSKA PROBLEMATIKA

Rod osličkov *Asellus* E.L. Geoffroy, 1762 (*sensu* Henry in Magniez, 1970), ki izvira iz vzhodne Azije, spada med rake enakonožce (Crustacea: Isopoda). Z vzhoda je ena od najbolj razširjenih vrst družine Asellidae, vodni osliček *Asellus aquaticus* (L.) Rac., 1919, uspešno poselil večji del Evrope (Gruner, 1965; Sket, 1994; Henry in Magniez, 1995), razen Pirenejskega polotoka in nekaterih manjših mediteranskih regij (Henry in Magniez, 1983). *A. aquaticus* je evritopa, evritermna in ekspanzivna vrsta, prisotna v vseh tipih

površinskih sladkih do nekoliko somornih voda ter v podzemeljskih sladkih vodah (Turk-Prevorčnik in Blejec, 1998; Prevorčnik in sod., 2004). Prehranjuje se predvsem z rastlinskim detritom in glivicami, ki ga obraščajo, redkeje z drugimi mikroorganizmi in vodnimi makrofiti. Vodni osliček je pomemben dekompozitor v celinskih vodah (Willoughby in Marcus, 1979; Prevorčnik, 2002), Liebmann (1962) pa je poudaril njegovo indikatorsko vlogo pri oceni stopnje onesnaženosti voda.

Čeprav je vodni osliček eden izmed najbolj proučevanih sladkovodnih makroinvertebratov v Evropi, je njegova taksonomija še vedno nepopolna (Verovnik in sod., 2009). Po vsej Evropi najdemo populacije z bolj ali manj pigmentiranimi osebki. Večinoma pripadajo tipski podvrsti *A. aquaticus aquaticus*, opisanih pa je še osem površinskih podvrst (Sket, 1965), pri čemer je rasna diferenciacija najvišja prav v Sloveniji (Prevorčnik, 2002; Prevorčnik in sod., 2004). Popolnoma depigmentirane in slepe populacije so redke (Sket, 1994), le v nekaterih jamah je izolacija trajala dovolj dolgo, da so se pri osebkih razvile troglomorfoze. Takšne visoko specializirane podzemeljske (t.j. troglobiotske) populacije so znane le iz kraškega območja jugozahodne Slovenije, skrajnega severovzhoda Italije ter iz območja Mangalije v vzhodni Romuniji (Sket, 1994; Verovnik in sod., 2003). V dosedanjih raziskavah (Turk in sod., 1996; Turk-Prevorčnik in Blejec, 1998; Prevorčnik in sod., 2004; Verovnik in sod., 2009) se je izkazalo, da se populacije iz omenjenih treh regij medsebojno morfološko in genetsko razlikujejo: iz Romunije je bil opisan *Asellus aquaticus infernus*, Turk-Prevorčnik et Blejec, 1998; iz Italije *Asellus kosswigi*, Verovnik, Prevorčnik et Jugovic, 2009; v podzemlju kraške Ljubljanice pa živi *Asellus aquaticus cavernicolus*, Racovitza, 1925.

Jamski vodni osliček *A. a. cavernicolus* je izjemno troglomorfen vodni osliček, ki poseljuje podzemeljske tokove reke Pivke in Ljubljanice v vseh jamah od Postojne in Rakeka do Verda. Opisal ga je Racovitza (1925) po materialu iz Črne jame pri Postojni. Opozoril je predvsem na močno podaljšane druge antene (antene II) s 100-členskim bičem, sicer pa je njegov opis temeljil na majhnem naboru morfoloških znakov pri majhnem številu osebkov. Ob reviziji vrste je Sket (1965) na tipski lokaliteti našel le še populacijo s po pigmentu raznolikimi osebki, zato je za izpopolnjen opis podvrste raje izbral popolnoma depigmentire osličke iz Planinske jame. Pri opisu je uporabil izsledke enostavne statistične

analize, v katero je vključil 19 morfometričnih znakov, dodatno pa še izrazite kvalitativne posebnosti osebkov iz ostalih populacij. V obsežni raziskavi rasne diferenciacije vodnega oslička, ki je vključevala multivariatno statistično obdelavo 93 morfometričnih znakov (Prevorčnik, 2002; Prevorčnik in sod., 2004), se je izkazalo, da se odrasli samci iz Rakovega rokava Planinske jame statistično značilno razlikujejo od tistih iz Pivškega rokava. Čeprav razlike niso bile posebej predstavljene, je iz grafov in tabel razvidno, da se samci najbolj razlikujejo po: številu členov v biču antene II, relativni širini propoda pereopoda I, relativni dolžini ventralnega kardinalnega trna na propodu pereopoda VII, številu distalnih trnov in ščetin karpusa pereopoda IV in propoda pereopoda VII ter po trnavosti dorzalne strani propoda pereopoda IV in VII.

Opaženo razliko med populacijama iz obeh rokavov so podprle tudi ugotovitve molekularskih raziskav, v katerih so uporabili genske markerje RAPD (Verovnik in sod., 2003), podpora pa je bila nekoliko nižja v raziskavi z uporabo fragmentov mitohondrijske DNA (Verovnik in sod., 2004). Trenutno poteka genotipizacija jamskih osličkov iz Planinske jame z mikrosateliti (Austin in sod., 2011; Konec, v pripravi), ki omogočajo zanesljivejše ločevanje populacij znotraj vrste. S pomočjo 13 mikrosatelitov so dokazali, da se kljub hidrološki povezavi populaciji iz Rakovega in Pivškega rokava genetsko razlikujeta. Med njima naj bi bil zanemarljivo majhen genski pretok ali naj ga celo ne bi bilo.

2.2 SPOLNI DIMORFIZEM

Spolni dimorfizem je v živalskem svetu vsesplošno razširjen pojav, ki zajema razlike v morfoloških, fizioloških in vedenjskih značilnostih med osebki obeh spolov iste vrste. Medtem ko so nekateri sekundarni spolni znaki, kot je na primer izstopajoč rep pri pavjem samcu, zelo očitni, so drugi dokaj prikriti in jih je možno dokazati le z natančnimi meritvami, ki jim sledijo ustrezne analize (Bertin in sod., 2002).

Za večino spolno dimorfnih rakov velja, da so samci večji od samic (Veuille, 1980; Hume in sod., 2005). Spola se večinoma razlikujeta tudi po razmnoževalnih organih (Brook in sod., 1994), feromonih in čutilih za njihovo sprejemanje na antenah (Zhu in sod., 2012) ter

po obliki in vlogi nekaterih okončin na trupu (Hume in sod., 2005), ki so lahko prilagojene za grabljenje oz. držanje samic ali pa za prenos spolnih celic pri kopulaciji (t. i. gonopodi).

Pri vodnih osličkih sta spolno dimorfna prvi in četrti pereopod, s katerima samec zagrabi in drži samico med kopulacijo. Samčevi prvi pereopodi so kleščasti in imajo na propodu izrazito izboklino (apofizo), četrti pereopodi pa so, glede na preostale pereopode, skrajšani in zakrivljeni (Bertin in sod., 2002). Po slednji lastnosti se samce in samice enostavno loči že pod lupo. Samci so v povprečju večji od samic, da jih med kopulacijo lažje prenašajo in ščitijo pred drugimi samci, in imajo daljše antene. Samci z daljšimi antenami lažje najdejo samico (Bertin in Cezilly, 2003). Spolno dimorfna sta tudi prva para pleopodov; samica ima razvit le enovejnat listast drugi par, pri samcih pa je prvi par enovejnat listast, drugi pa so za kopulacijo prirejani dvovejnati gonopodi.

2.3 TELESNA ASIMETRIJA

Telesno asimetrijo izrazimo kot razliko med levimi in desnimi strukturami dvobočno simetričnih osebkov znotraj neke populacije. Ponavadi je rezultat različnega razvoja telesnih strani posameznega osebkov zaradi okoljskega ali genetskega stresa. Na podlagi zastopanosti frekvenc izmerjenih morfoloških značilnosti ločimo tri tipe asimetrije: usmerjeno asimetrijo, antisimetrijo in fluktuacijsko asimetrijo (Savage in Hogarth, 1999; Ottaviano in Scapini, 2010).

Pri usmerjeni asimetriji so razlike med strukturami na levi in desni strani normalno porazdeljene okoli povprečja, ki je značilno različno od nič. Ena stran telesa je vedno bolj razvita od druge. Pri tem je možno predvidevati, katera stran se bo bolj razvila (Ottaviano in Scapini, 2010).

Pri antisimetriji so razlike med levo in desno telesno stranjo bimodalno, platikurtno (z negativno sploščenostjo glede na normalno porazdelitev) ali leptokurtno (s pozitivno sploščenostjo glede na normalno porazdelitev) razporejene okoli povprečja, ki je 0 (Bonada in sod., 2005). Tudi pri tej asimetriji je ena stran bolj razvita, a ne moremo že vnaprej predvideti, katera (Ottaviano in Scapini, 2010).

Za fluktuacijsko asimetrijo velja, da so vrednosti razlik leva-desna normalno porazdeljene okoli povprečja, ki je 0. Torej ima polovica osebkov znak bolj razvit na eni, polovica pa na drugi strani telesa (Ottaviano in Scapini, 2010). Fluktuacijsko asimetrijo se pogosto uporablja za merjenje razvojne stabilnosti osebkov. V zadnjem času se je povečalo tudi število raziskav, ki prav to vrsto asimetrije uporabljajo za oceno stopnje onesnaženosti v vodnih okoljih (Bonada in sod., 2005). Primera tovrstnih raziskav sta merjenje fluktuacijske asimetrije pri postranici *Talitrus saltator* (Montagu, 1808), ki sta jo izvedla Ottaviano in Scapini (2010), ter merjenje fluktuacijske asimetrije pri muhi *Hydropsyche exocellata* (Dufour, 1841), ki jo je izvedla Bonada s sodelavci (2005).

Savage in Hogart (1999) sta v svoji raziskavi potrdila fluktuacijsko asimetrijo pri vodnem osličku, nabranem v ribniku v mestu York (Velika Britanija). Analizirala sta dolžino antene II in število členov v njenem biču. Z analizo fluktuacijske asimetrije sta skušala preveriti vpliv temperaturnega stresa na osličke.

2.4 PODZEMELJSKO OKOLJE

Podzemeljski habitati so sorazmerno zaprti prostori, ki so zato tudi temni, dostop živali vanje je otežkočen (Sket, 1996b). Poleg stalne teme in s tem odsotnosti primarnih producentov so zanje značilni: majhen dotok organskih snovi, stalna temperatura, visoka relativna vlažnost in pogosto tudi nizek zračni tok. Je pa v jamah manjši pritisk predatorjev in skoraj zanemarljivo pojavljanje naravnih nesreč. Opisane razmere zahtevajo visoko raven adaptacije živali za preživetje (Biswag in Shrotriya, 2011). Če upoštevamo številčnost stigobiotskih taksonov (specializiranih na podzemeljske vode) glede na površino ozemlja, lahko Slovenijo uvrstimo na čelo seznama najbogatejših območij (Sket in sod., 1991).

Ponikalnice so reke, ki nekaj časa tečejo po površju, nato pa ob stiku s prepustno podlago poniknejo v podzemeljski rečni sistem. Če je voda na površju presihajoča, je rastlinstva in živalstva tam malo, če pa je vodotok stalen, sta rastlinstvo in živalstvo na površju bogata, temu primeren je tudi vnos hrane v podzemlje. Razkroj organskih snovi v podzemlju poteka le do nitratov, kar povečuje njihovo koncentracijo v podzemeljskem delu ponikalnice. Količina kisika v ponikalnici je odvisna od onesnaženosti vode, temperatura

pa niha z amplitudo, ki je odvisna od oddaljenosti od ponora; blizu ponora je amplituda največja, sčasoma pa se temperatura ustali (Sket in Velkovrh, 1981; Gottstein-Matočec s sod., 2002; Prevorčnik osebno).

2.4.1 Značilnosti, prilagoditve in pomen podzemeljskih živali za evolucijske raziskave

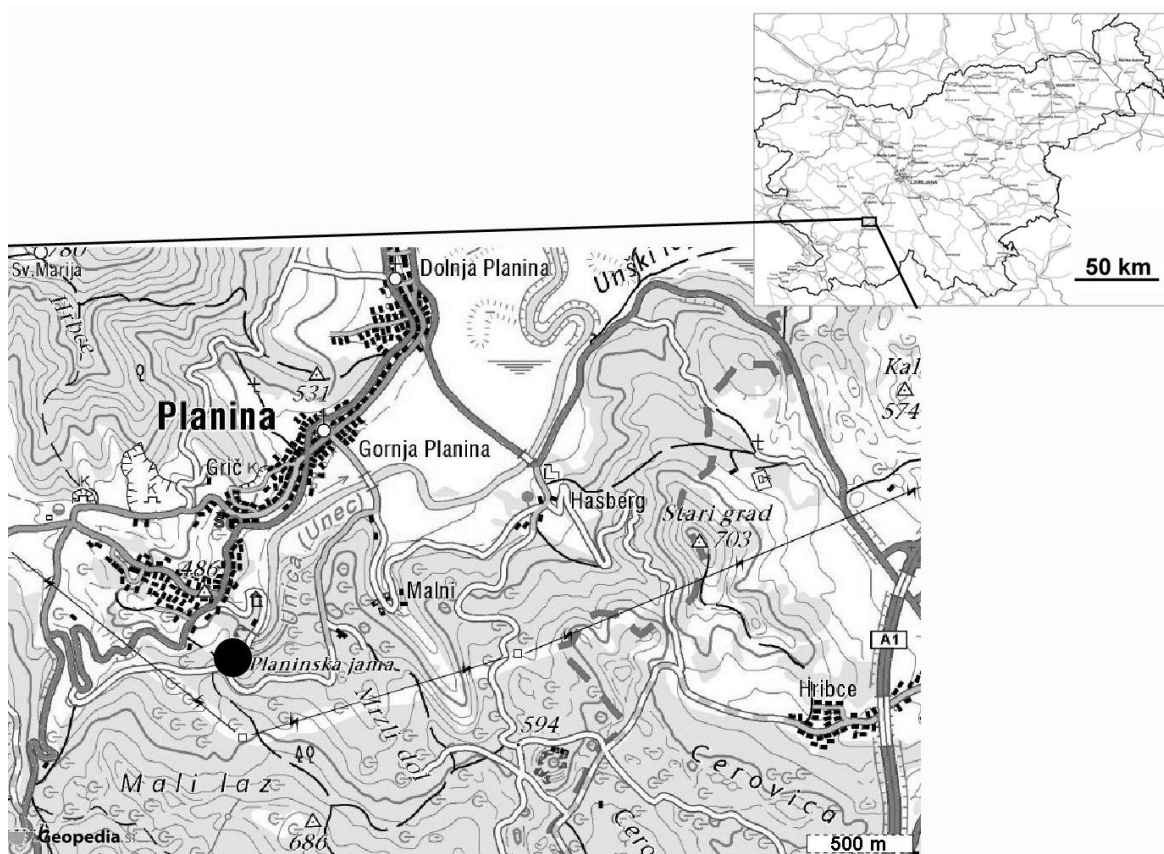
Ekološke lastnosti podzemeljskih habitatov so razlog za razvoj morfoloških in bioloških (etoloških, fizioloških in biokemijskih) prilagoditev njihovih prebivalcev. Troglomorfoze večinoma zajemajo različne stopnje depigmentacije telesa, depigmentacijo in progresivno pokrnavanje oči, redukcijo hitinjače in struktur na njej, spremembe v zgradbi tkiv, značilno pa je tudi podaljševanje telesa in okončin (Sket, 1994; Verovnik in sod., 2003). Živali v podzemeljskih habitatih imajo upočasnen metabolizem, posledica česar je upočasnitev vitalnih procesov, kot so rast, spolna zrelost, embrionalni in postembrionalni razvoj. Podaljšan je tudi čas med levitvami. Lattinger-Penko (1979) je ugotovila, da je jamski vodni osliček glede na trajanje embrionalnega razvoja in časa med levitvami podoben površinski podvrsti *A. a. aquaticus*. To nakazuje, da je podzemlje poselil šele pred kratkim.

Zaradi manjše kompleksnosti podzemlja v primerjavi s površinskim življenjskim okoljem se poveča možnost prepoznave selekcijskih pritiskov. Jame in jamski organizmi so zato dragocen model pri snovanju evolucijske teorije. Zaradi večkratne vselitve v podzemlje in obstoja površinskih predniških populacij, je za to vrstne teorije vodni osliček izvrsten model. (Verovnik in sod., 2004; Protas in Jeffery, 2012).

2.4.2 Planinska jama

Planinska jama se nahaja v južnem kotu Planinskega polja. Je ena izmed največjih vodnih jam v Sloveniji. V njej se nahaja večje število podzemeljskih dvoran, številna jezera in največje sotočje dveh podzemeljskih rek v Evropi. Iz nje priteka ponikalnica Unica, ki zbira vodo iz Postojnske kotline, iz Javornikov in Rakove doline ter s Cerknškega in Loškega polja. Ob suši teče iz jame le majhen potok, pretežni del Unice tedaj izvira v bližnjih Malnih. Petsto metrov gorvodno od vhoda se enotni vodni rov razdeli v dva rokava. Po zahodnem, Pivškem rokavu, priteka ponikalnica Pivka, ki ponika pri Postojni. Po vzhodnem ali Rakovem rokavu se v ponikalnici Raku pretakajo vode iz Rakove doline in Javornikov. Na začetku obeh rokavov sta globoka sifona, do katerih je dostop mogoč le

ob nizki vodi. Ob visoki vodi ovira vožnjo s čolnom, zlasti po Pivškem rokavu, močan tok. Rakov rokav je ob visoki vodi na več mestih do stropa zalit. Poleg vodnih rogov je v Planinski jami nekaj suhih stranskih rogov, ki pripadajo starejšim razvojnim fazam jamskega sistema na pritočni strani Planinskega polja (vse povzeto po Petkovšek, 2006).



Slika 1: Geografski položaj Planinske jame (prirejeno po Geopedia.si).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

V analizo je bilo vključenih 105 genotipsko obdelanih osebkov *A. a. cavernicolus* iz treh lokacij v Planinski jami: 28 osebkov iz Pivškega rokava, 32 iz Rakovega rokava in 45 s sotočja obeh ponikalnic. Osebkovi iz obeh rokavov so bili nabrani vsaj 100 m gorvodno od sotočja. Pritoka na sotočju tvorita manjše jezerce, v katerega pritekata vsak s svoje strani. V vzorcu, nabranem na sotočju, je bilo 22 osebkov nabranih na mestu dotoka Pivke in 23 na mestu dotoka Raka v sotočje. Število osebkov po spolu je navedeno v preglednici 1. Vsi preparati in ostanki živali so shranjeni v zbirki Katedre za zoologijo Oddelka za biologijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Za preverjanje skladnosti naših morfometričnih meritev z meritvami osebkov, ki niso bili genotipsko obdelani (Prevorčnik, 2002), smo iz njene raziskave (naprej v besedilu uporabljamo izraz pretekla raziskava) povzeli meritve za 22 odraslih samcev iz Rakovega in 24 odraslih samcev iz Pivškega rokava.

Preglednica 1: Število morfometrično obdelanih jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame, glede na lokacijo, spol in genotipizacijo. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, g+ – genotipsko 100% uvrščeni osebkovi, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebkovi, g– – ni genotipizacije, P – mesto dotoka Pivke v sotočje, R – mesto dotoka Raka v sotočje, P2002 – rezultati povzeti po Prevorčnik (2002).

Lokacija	♂ (g+)	♀ (g+)	♂ (g?)	♀ (g?)	♂ (g–)	Skupaj osebkov
Pivški rokav	15	13	-	-	-	28
Rakov rokav	15	15	2	-	-	32
Sotočje P	14	2	4	2	-	22
Sotočje R	14	3	3	3	-	23
Pivški rokav P2002	-	-	-	-	24	24
Rakov rokav P2002	-	-	-	-	22	22

3.2 PRIPRAVA IN MERJENJE ŽIVALI

Iz vzorcev smo pod stereomikroskopom (Olympus SZX 9) najprej odbrali nepoškodovane osebkove in jih ločili po spolu. Izbranim osebkom smo nato odlomili četrta (pereopod IV naprej v besedilu) ter sedma pereopoda (pereopod VII naprej v besedilu) in drugo anteno (antena II naprej v besedilu). Pereopode smo približno 1 uro kuhali v raztopini kalijevega hidroksida, jih nato za okoli 5 minut prestavili v 10-% raztopino očetne kisline in na koncu

obarvali s klorazol črnim v glicerolu. Anteno in obarvane pereopode smo vklopili v glicerol-želatinske preparate.

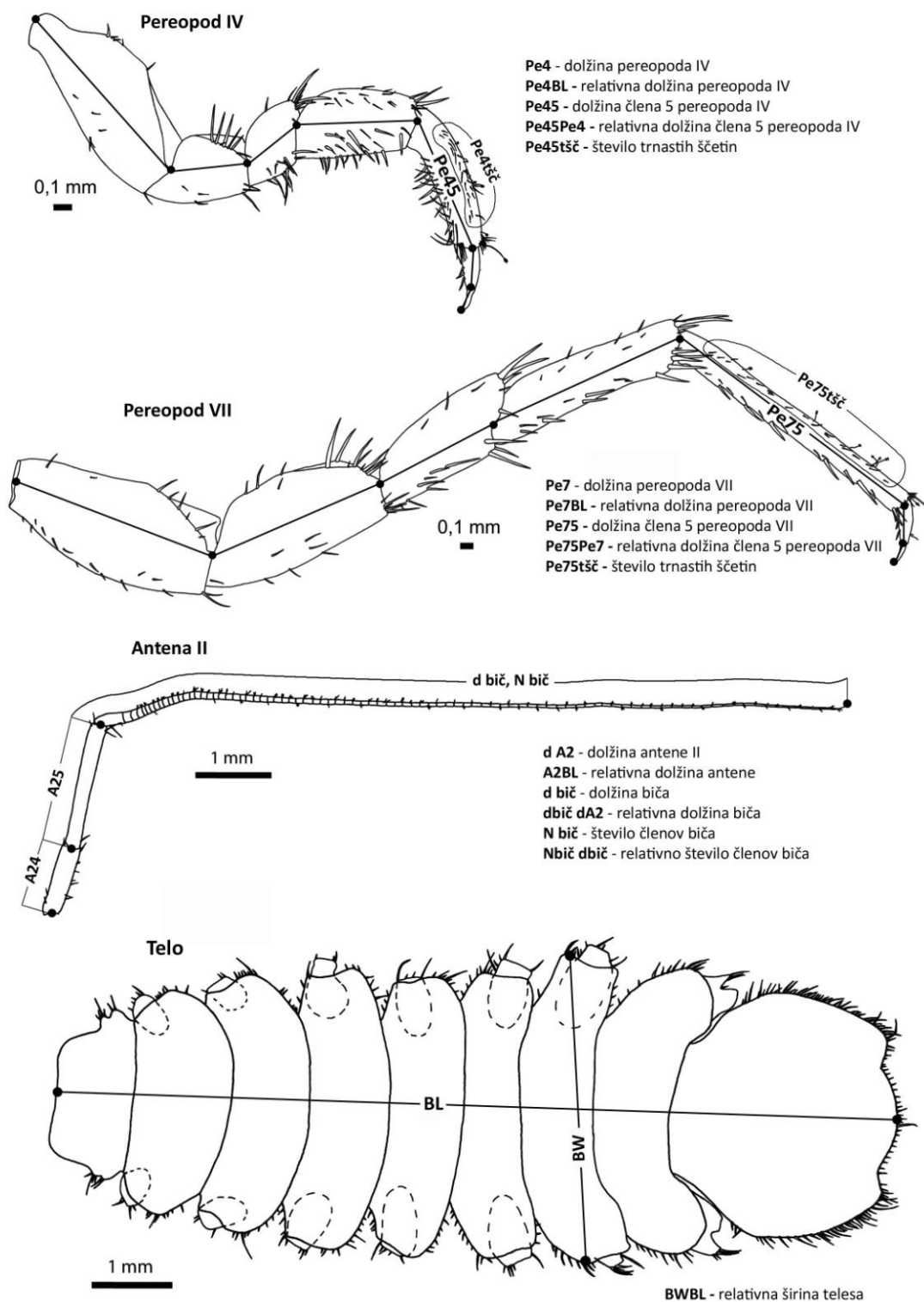
Izmerili smo le znake, ki so se v pretekli raziskavi izkazali za najbolj razlikovalne med odraslimi samci iz obeh rokavov, ter znake, za katere smo pričakovali najizrazitejše razlike med spoloma (preglednica 2). Merjenje dolžine, širine telesa in prepariranih okončin je potekalo na stereomikroskopu s kamero (Sony DXC-390P), s pomočjo merilnega računalniškega programa Cell[^]B 2.8. Meritvene točke in področja štetja ščetin so prikazani na sliki 2.

Preglednica 2: Seznam vseh meritev pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. L-D – meritve ločeno na levi in desni strani telesa.

Znak	Pomen
BL	– dolžina telesa
BW	– širina telesa
dbič	– dolžina biča antene II
dA2	– dolžina biča ter člena 4 in 5 osnove antene II
Nbič	– število členov biča antene II
Pe45 (L-D)	– dolžina člena 5 (propoda) pereopoda IV
Pe4 (L-D)	– dolžina pereopoda IV
Pe45tšč (L-D)	– število trnastih ščetin na zunanjem robu člena 5 (propoda) pereopoda IV
Pe75 (L-D)	– dolžina člena 5 (propoda) pereopoda VII
Pe7 (L-D)	– dolžina pereopoda VII
Pe75tšč (L-D)	– število trnastih ščetin na zunanjem robu člena 5 (propoda) pereopoda VII

Dolžino in širino telesa smo pri vsakem osebkju izmerili po 3-krat, za nadaljnje analize pa smo uporabili povprečje teh meritev, da bi se izognili naključnim (od nas odvisnim) merskim napakam. Širino telesa smo merili na najširšem delu telesa, zato meritvene točke niso bile fiksne (standardizirane).

Preparirali smo le anteno II, ki je bila daljša (levo ali desno), izmerili smo dolžino biča, v dolžini celotne antene pa upoštevali še dolžini dveh distalnih členov osnove (člena 4 in 5). Pri pereopodih smo opravili meritve ločeno za tiste z leve in desne strani telesa. V dolžini pereopodov IV in VII nismo upoštevali dolžine kolčka (*coxa*), kot prvi člen nog smo pri merjenju obravnavali bazo (*basis*). Člene v biču antene in ščetine na zunanji strani propoda (*propodus*, člen 5) izbranih pereopodov smo prešteli pod svetlobnim mikroskopom (Opton). Šteli smo le trnom podobne ščetine (trnaste ščetine ali ščetine naprej v besedilu), ne pa tudi precej tanjših, peresastih ščetin. V nadaljnjem besedilu (z izjemo preglednice 3) uporabljamo kar izraz ščetine na pereopodu IV oz. VII.



Slika 2: Meritvene točke in področja štetja ščetin pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Ob analiziranih strukturah so naštetih številski šteti znaki, številski merjeni znaki in razmerja, izračunana iz slednjih (prirejeno po skici Prevorčnik, 2002).

3.3 STATISTIČNA ANALIZA

Za 105 genotipsko obdelanih osebkov jamskega vodnega oslička iz Planinske jame smo pripravili osnovni statistični opis za 10 morfoloških znakov; za dva številka šteta znaka in osem razmerij, izračunanih iz številskih merjenih znakov (v preglednici 3). Uporabili smo programski paket SPSS 13.0. Posamezni vzorec (OTU) so predstavljali osebkovi istega spola (samci/samice) z iste lokacije (Raka/Pivke/sotočja).

Preglednica 3: Seznam dveh številskih štetih znakov in osem razmerij za statistične analize jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: št – številski šteti znak, r – razmerje izračunano iz številskih merjenih znakov, L-D – meritve ločeno na levi in desni strani telesa.

Znak	Tip znaka	Pomen
Pe45tšč (L-D)	– št	število trnastih ščetin na zunanjem robu člena 5 (propoda) pereopoda IV
Pe75tšč (L-D)	– št	število trnastih ščetin na zunanjem robu člena 5 (propoda) pereopoda VII
BWBL	– r	relativna širina telesa glede na dolžino telesa
A2BL	– r	relativna dolžina antene II glede na dolžino telesa
dbičdA2	– r	relativna dolžina biča antene II glede na dolžino antene II
Ndbič	– r	relativno število členov biča glede na dolžino biča antene II
Pe4BL (L-D)	– r	relativna dolžina pereopoda IV glede na dolžino telesa
Pe45Pe4 (L-D)	– r	relativna dolžina člena 5 (propoda) pereopoda IV glede na dolžino pereopoda IV
Pe7BL (L-D)	– r	relativna dolžina pereopoda VII glede na dolžino telesa
Pe75Pe7 (L-D)	– r	relativna dolžina člena 5 (propoda) pereopoda VII glede na dolžino pereopoda VII

Izračunali smo aritmetično sredino (AVG), standardni odklon (SD) in podali najmanjšo (MIN) in najvišjo vrednost (MAX) za vsak znak.

S Shapiro-Wilkovim testom, ki je uporaben za majhne vzorce (do 50 osebkov), smo preverjali normalnost porazdelitve vzorcev. Porazdelitev je bila pri 5-% stopnji tveganja normalna, če je bila vrednost p večja od 0,05 ($p > 0,05$).

Z Leveneovim testom smo preverili homogenost varianc vzorcev. Variance vzorcev so bile pri 5-% stopnji tveganja enake (homogene), če je bila vrednost p večja od 0,05 ($p > 0,05$).

Telesno asimetrijo smo na osnovi razlik med strukturami z leve in desne strani telesa (razlike L-D naprej v besedilu) preverjali le pri osebkih iz Pivškega in Rakovega rokava, ki so bili genotipsko 100-% uvrščeni v eno od obeh skupin. Za razlike L-D za dva številka šteta znaka in dve razmerji (preglednica 4) smo izračunali povprečje (AVG), standardno deviacijo (SD) in koeficient asimetrije (KA, Skewness). Slednji je mera asimetrije spremenljivke in je pri simetrični porazdelitvi enak 0 oz. blizu 0. Če je koeficient izrazito

manjši od 0, so podatki asimetrični v levo, če je izrazito večji od 0, so asimetrični v desno. Koeficient asimetrije je statistično značilno različen od 0, če njegova vrednost ni v intervalu dvakratnika njegove standardne napake ($\pm 2SE_{KA}$). S Shapiro-Wilksovim testom smo preverili normalnost porazdelitve razlik L-D za vsak vzorec.

Preglednica 4: Seznam znakov, uporabljenih za preverjanje telesne asimetrije pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame.

Znak	Pomen
raz4DL	– razlika dolžin desnega in levega pereopoda IV
raztšč4	– razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu IV
raz7DL	– razlika dolžin desnega in levega pereopoda VII
raztšč7	– razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu VII

Za znake, pri katerih je bila potrjena fluktuacijska asimetrija (t.j. vrednosti razlik leva-desna so bile normalno porazdeljene okoli povprečja, ki je bilo blizu 0), smo v nadaljnjih analizah pri vsakem osebku uporabili kar povprečno vrednost znakov z obeh strani telesa (preglednica 3).

Za omenjene znake in relativno širino telesa smo preverili normalnost porazdelitve (test Shapiro-Wilks) in statistično različnost povprečij med vzorci (Student t-test). Medsebojno smo primerjali: a) samce iz Pivškega in Rakovega rokava oz. samice iz obeh rokavov (primerjava po lokaciji), b) samce oz. samice na vsaki lokaciji (primerjava po spolu) in c) samce iz vsakega rokava s samci iz pretekle raziskave (primerjava s preteklo raziskavo). V nadaljnjo statistično analizo, v kateri smo analizirali osebkke s sotočja (opisana spodaj), smo vključili le znake, po katerih so se vzorci medsebojno statistično značilno razlikovali pri 5-% stopnji tveganja ($p < 0,05$).

Za uvrščanje osebkov, katerih pripadnost v eno od vnaprej določenih skupin (skupino iz Rakovega ali skupino iz Pivškega rokava) še ni bila določena, smo uporabili eno od funkcij multivariatne diskriminantne analize (DA). Ustreznost uvrstitve po morfometričnih znakih smo najprej preverili pri osebkih s sotočja (Konec, v pripravi), ki so bili genotipsko 100-% uvrščeni s programom Structure 2.3.3. (Pritchard in sod., 2000). Nato smo po istem postopku preverili še predvideno uvrstitev osebkov s sotočja in dveh osebkov iz Rakovega rokava, katerih genotipska uvrstitev je bila vprašljiva. Na ta način smo preverili ujemanje

molekulskih in morfometričnih podatkov ter ustreznost uporabe slednjih za identifikacijo osebkov.

4 REZULTATI

4.1 UNIVARIATNA STATISTIČNA ANALIZA

Vse meritve 105 genotipsko obdelanih samcev in samic jamskega vodnega oslička iz Rakovega rokava, Pivškega rokava in sotočja so v prilogi A.

Osnovni statistični opis za dva številska šteta znaka in osem razmerij, izračunanih iz številskih merjenih znakov (preglednica 3) za samce in samice, je v prilogi B. Za znake, ki smo jih obravnavali ločeno glede na stran telesa, so podani ločeni opisi za levo in desno stran. V prilogo so dodani tudi podatki za samce iz pretekle analize.

Rezultati preverjanja normalnosti porazdelitve omenjenih 16 znakov (od teh 12 L-D znakov) pri genotipsko 100-% uvrščenih osličkih so v prilogi C. Analiza vključuje 15 samcev in 13 samic iz Pivškega rokava ter 15 samcev in 15 samic iz Rakovega rokava. Večina morfometričnih znakov je normalno porazdeljena. Odstopanje smo zasledili le pri številu trnastih ščetin na desnem pereopodu IV (Pe45Dtšč) pri samcih iz Pivškega rokava ($p = 0,00$) in samicah iz Rakovega rokava ($p = 0,02$), pri relativni dolžini člena 5 levega pereopoda IV pri samcih iz Rakovega rokava ($p = 0,00$) ter pri relativni dolžini levega pereopoda VII (Pe7LBL) pri samcih iz Pivškega rokava ($p = 0,04$). Ker omenjeni znaki niso odstopali od ranga variabilnosti v preostalih vzorcih, smo jih vseeno vključili v nadaljnje analize. Poleg tega smo test normalnosti uporabili tudi za preverjanje morebitnih odstopajočih vrednosti (angl. outliers) v vzorcih.

Za večino morfometričnih znakov v omenjenih vzorcih smo dokazali homogenost varianc (pril. D). Odstopanje smo zasledili le pri številu ščetin na desnem pereopodu IV (Pe45Dtšč), kjer je bila vrednost $p = 0,01$. Zelo verjetno bi tudi za ta znak ob povečanju števila osebkov v vzorcih veljala homogenost varianc.

Čeprav so bili znaki, ki so se navezovali na druge antene: relativna dolžina antene glede na telesno dolžino (A2BL), relativna dolžina biča glede na dolžino antene (dbičdA2) in relativno število členov biča glede na dolžino biča (Ndbič), normalno porazdeljeni (pril.

C), smo jih zaradi velikega števila manjkajočih podatkov odstranili iz nadaljnjih statističnih analiz. Obravnavamo jih ločeno, v poglavju 4.4.

4.2 TELESNA ASIMETRIJA

Osnovni statistični opis L-D razlik za štiri morfometrične znake (iz preglednice 4), pri katerih smo preverjali prisotnost fluktuacijske asimetrije pri genotipsko 100-% uvrščenih samcih in samicah iz obeh rokavov Planinske jame, je v preglednici 5.

Večina povprečij razlik L-D je blizu 0. Vrednost je višja (AVG = 1,31) le za razliko v številu ščetin na pereopodu VII (raztšč7) pri samcih iz Rakovega rokava.

Vsi indeksi asimetrije (KA, Skewness) za razlike L-D so blizu 0.

Preglednica 5: Analiza razlik med strukturami z leve in desne strani telesa pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, KA – koeficient asimetrije, SE_{KA} – standardna napaka koeficienta asimetrije, Δ – razlika.

Znak		Pivka ♂	Pivka ♀	Rak ♂	Rak ♀
raz4DL (Δ v relativni dolžini pereopodov IV)	N	15	12	15	14
	AVG	0,00	0,00	0,00	-0,01
	SD	0,01	0,01	0,01	0,01
	KA	-0,17	-0,63	0,44	-0,59
	±2SE _{KA}	1,16	1,28	1,16	1,20
raz7DL (Δ v relativni dolžini pereopodov VII)	N	14	13	13	14
	AVG	0,01	0,00	-0,02	0,01
	SD	0,02	0,01	0,01	0,01
	KA	0,79	0,84	-0,19	-0,72
	±2SE _{KA}	1,20	1,24	1,24	1,20
raztšč4 (Δ v številu ščetin na pereopoda IV)	N	15	12	15	13
	AVG	0,57	0,00	0,38	0,92
	SD	2,31	2,92	2,36	1,83
	KA	-0,91	-0,73	-0,01	0,57
	±2SE _{KA}	1,19	1,27	1,23	1,27
raztšč7 (Δ v številu ščetin na pereopoda VII)	N	14	13	13	14
	AVG	0,29	0,67	1,31	-0,08
	SD	1,82	2,81	2,95	2,68
	KA	0,31	-0,48	0,72	-0,10
	±2SE _{KA}	1,19	1,27	1,23	1,27

Rezultati preverjanja normalnosti porazdelitve omenjenih razlik so v prilogi C, v večini vzorcev so razlike normalno porazdeljene. Odstopanje smo zasledili le pri razliki v dolžini desnega in levega pereopoda IV (raz4DL) pri samicah iz Pivškega rokava ter pri razliki v številu ščetin na pereopodih VII (raztšč7) pri samcih iz Rakovega rokava. Ker omenjena

znaka ne odstopata od ranga variabilnosti v preostalih vzorcih, smo ju vseeno vključili v nadaljnje analize.

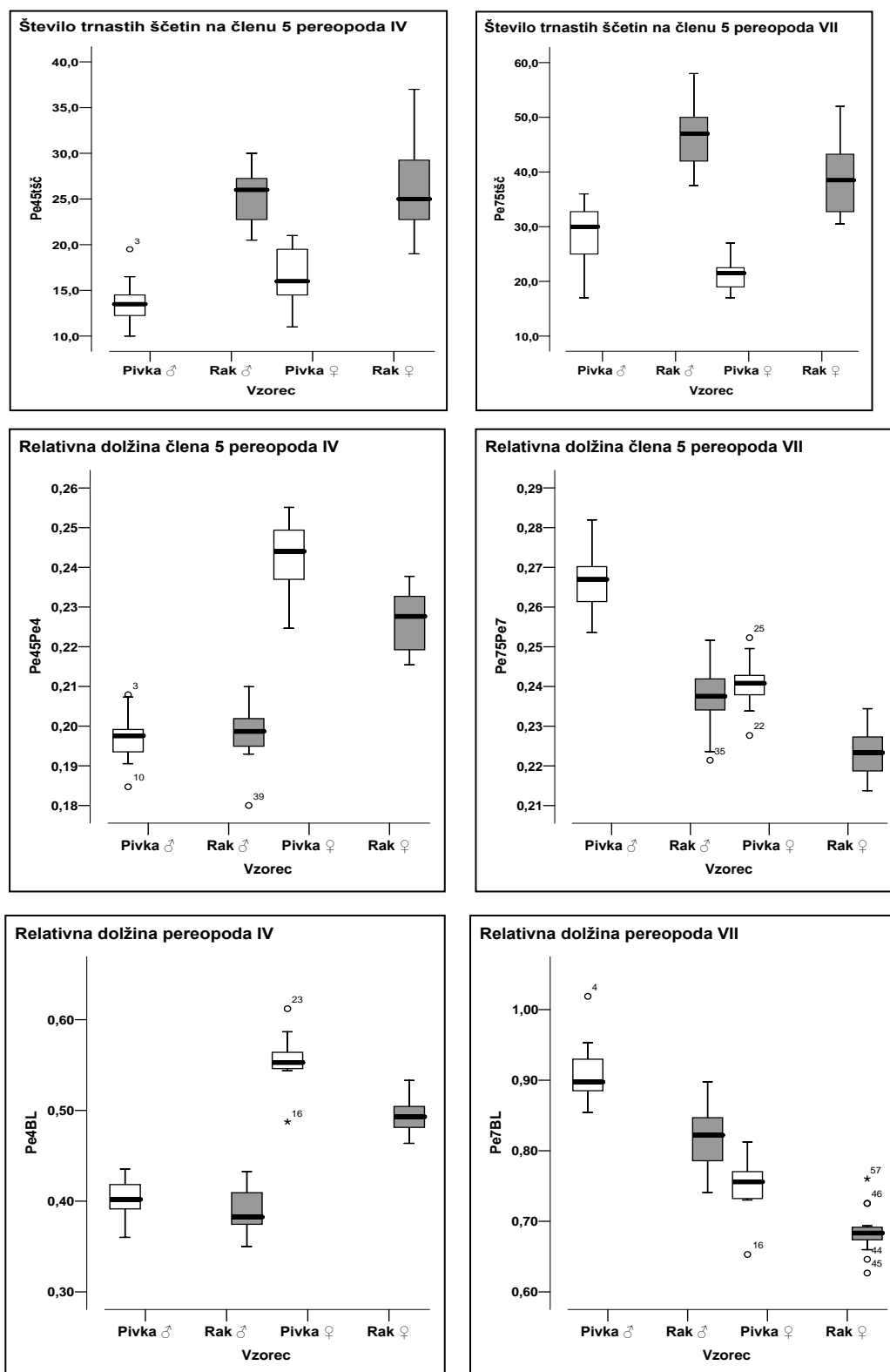
Za vse razlike smo dokazali homogenost varianc med vzorci (priloga D).

S Student t-testom (preglednica 6) smo preverili, ali se v vzorcih povprečja vrednosti znakov z leve strani in desne strani razlikujejo. V nobenem vzorcu med povprečji pri nobenem znaku ni bilo statistično značilnih razlik ($p > 0,05$).

Preglednica 6: Primerjava znakov z leve in desne strani telesa pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, Pe7BL – relativna dolžina pereopoda VII glede na dolžino telesa, Pe4BL – relativna dolžina pereopoda IV glede na dolžino telesa, Pe4tšč – število ščetin na pereopodu IV, Pe7tšč – število ščetin na pereopodu VII.

Znak	Pivški rokav						Rakov rokav					
	♂ (N=14)			♀ (N=12)			♂ (N=13)			♀ (N=13)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.	t	df	Sig.	t	df	Sig.
Pe7BL	,772	27	,447	,229	24	,821	-,821	26	,419	,451	27	,656
Pe4BL	-,186	28	,854	,013	23	,990	,018	28	,986	-,970	27	,340
Pe4tšč	-,623	28	,538	,222	23	,827	-,351	28	,728	-,506	26	,617
Pe7tšč	-,095	27	,925	-,399	24	,694	-,551	26	,586	,160	27	,874

Pri vsakem osebkju smo zato za nadaljnje statistične analize uporabili povprečje znakov z leve in desne strani telesa. Osnovni statistični opis omenjenih povprečij je v prilogi B, grafično pa so znaki prikazani z box-plot diagrami na sliki 3. Iz diagramov je razvidno, da imajo oslički (tako samice kot samci) iz Rakovega rokava večje število ščetin na analiziranih pereopodih in krajšo relativno dolžino pereopoda VII in njegovega člena 5 kot oslički iz Pivškega rokava. Razlika v relativni dolžini pereopoda IV in njegovega člena 5 je opazna tudi pri samicah med rokavoma, pri samcih pa so relativne dolžine približno izenačene.



Slika 3: Box-plot diagrami za dva številska šteta znaka in štiri razmerja za genotipsko obdelane jamske vodne osličke (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.

4.3 PRIMERJAVA VZORCEV PO LOKACIJI IN SPOLU

4.3.1 Primerjava jamskih vodnih osličkov iz Rakovega in Pivškega rokava

Primerjali smo 15 samcev oz. 15 samic iz Rakovega rokava s 15 samci oz. 13 samicami iz Pivškega rokava. Pri tem smo upoštevali dva številska šteta znaka in pet razmerij (preglednica 7). Samci iz obeh rokavov se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$) po 4 znakih: relativni dolžini pereopoda VII (Pe7BL) in relativni dolžini člena 5 na tem pereopodu (Pe75Pe7) ter po številu ščetin na obeh analiziranih pereopodih (Pe4tšč, Pe7tšč). Samice iz obeh rokavov se medsebojno razlikujejo po vseh znakih (Pe75Pe5, Pe45Pe4, Pe7BL, Pe4BL, Pe4tšč, Pe7tšč), razen po relativni širini telesa (BWBL).

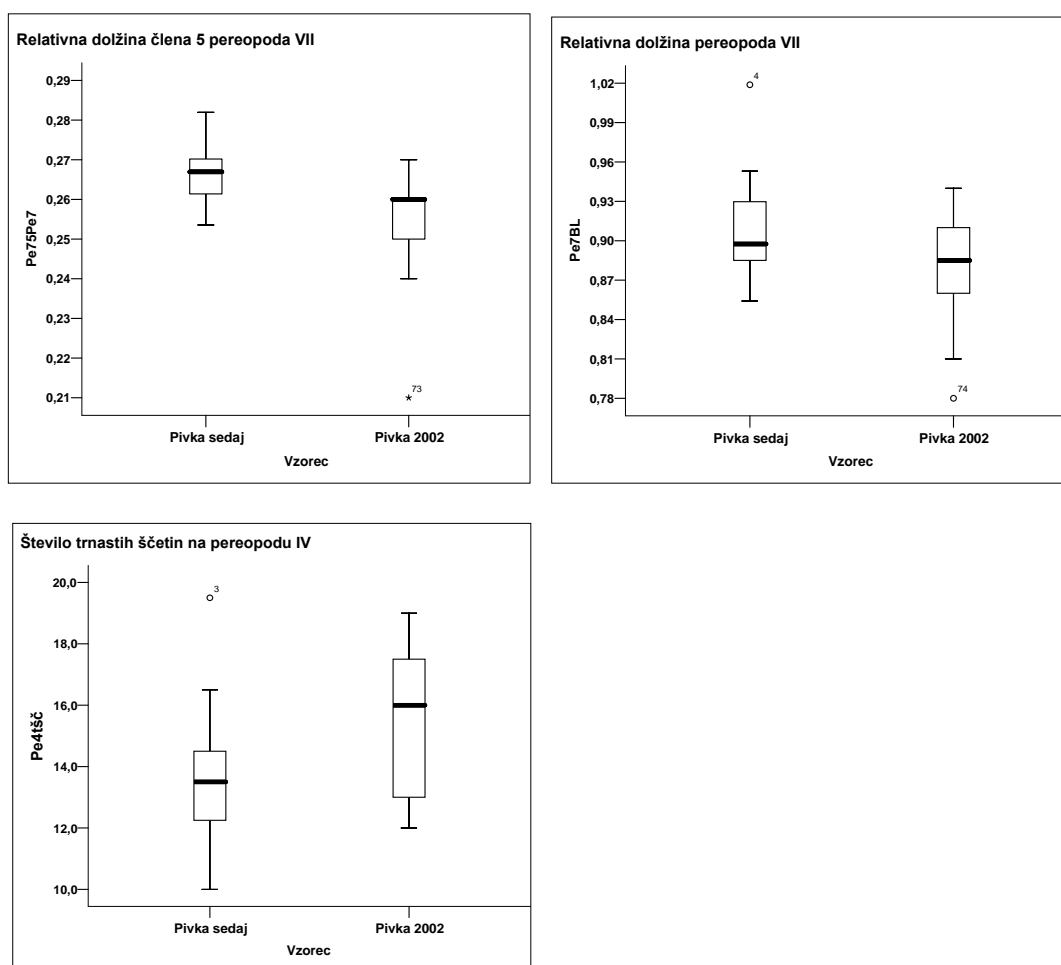
Preglednica 7: Primerjava jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Rakovega in Pivškega rokava Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_P – število osebkov iz Pivškega rokava, N_R – število osebkov iz Rakovega rokava, ♂ – samci, ♀ – samice, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).

	♂ ($N_P=15, N_R=15$)			♀ ($N_P=13, N_R=15$)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.
BWBL (š telesa /d telesa)	,397	28	,694	2,067	26	,049
Pe75Pe7 (d člena 5 pereopoda VII / d pereopoda VII)	9,219	28	,000	7,349	26	,000
Pe45Pe4 (d člena 5 pereopoda IV / d pereopoda IV)	-,493	28	,626	5,476	26	,000
Pe7BL (d pereopoda VII / d telesa)	6,011	28	,000	4,843	26	,000
Pe4BL (d pereopoda IV / d telesa)	1,603	28	,120	3,824	26	,001
Pe4tšč (število ščetin na pereopodu IV)	-12,105	28	,000	-5,936	26	,000
Pe7tšč (število ščetin na pereopodu VII)	-8,554	28	,000	-8,501	26	,000

Primerjali smo tudi 15 samcev iz Pivškega rokava iz sedanje s 24 samci iz pretekle raziskave ter 15 samcev iz Rakovega rokava iz sedanje z 22 samci iz pretekle raziskave. Pri tem smo upoštevali dva številska znaka in tri razmerja (preglednica 8). Relativne dolžine pereopoda IV in relativne dolžine člena 5 (propoda) pereopoda IV nismo primerjali, saj v pretekli raziskavi teh meritev ni bilo. Samci iz Pivškega rokava se medsebojno statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$) po vseh primerjanih znakih, z izjemo števila ščetin na pereopodu VII (Pe7tšč). Ravno obratno se samci iz Rakovega rokava medsebojno statistično značilno razlikujejo le po relativni širini telesa (BWBL). Za vse znake, po katerih se razlikujejo genotipsko obdelani in v preteklosti analizirani samci iz Pivškega rokava, smo narisali box-plot diagrame (slika 4).

Preglednica 8: Primerjava sedanjih in preteklih (Prevorčnik, 2002) morfometričnih meritev pri samcih jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_S – število samcev iz sedanje raziskave, N₀₂ – število samcev iz pretekle raziskave, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).

	Pivški rokav (N ₀₂ =24, N _S =15)			Rakov rokav (N ₀₂ =22, N _S =15)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.
BWBL (š telesa / d telesa)	-10,52	37	0,00	-9,73	35	0,00
Pe75Pe7 (d člana 5 pereopoda VII / d pereopoda VII)	2,89	37	0,01	0,47	35	0,64
Pe7BL (d pereopoda VII / d telesa)	2,09	37	0,04	0,15	35	0,88
Pe4tšč (število ščetin na pereopodu IV)	-2,56	37	0,01	1,41	35	0,17
Pe7tšč (število ščetin na pereopodu VII)	-0,45	37	0,66	1,39	35	0,17



Slika 4: Box-plot diagrami za število trnastih ščetin na pereopodu IV in relativni dolžini pereopoda VII ter člana 5 pereopoda VII za samce jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz sedanje in pretekle (Prevorčnik, 2002) raziskave iz Pivškega rokava Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.

4.3.2 Primerjava samcev in samic jamskih vodnih osličkov

Primerjali smo 15 samcev s 15 samicami iz Rakovega rokava ter 15 samcev s 13 samicami iz Pivškega rokava. Pri tem smo upoštevali dva številska šteta znaka in pet razmerij (preglednica 9). Iz preglednice je razvidno, da se spola iz Pivškega rokava med seboj statistično značilno razlikujeta po vseh znakih ($p < 0,05$), razen po relativni širini telesa (BWBL). V Rakovem rokavu se spola med seboj ne razlikujeta še po oščetinjenosti pereopoda IV (Pe4tšč).

Preglednica 9: Primerjava samcev in samic jamskih vodnih osličkov (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).

	Pivški rokav (N♂=15, N♀=13)			Rakov rokav (N♂=15, N♀=15)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.
BWBL (š telesa / d telesa)	-1,573	26	,128	,343	28	,734
Pe75Pe7 (d člana 5 pereopoda VII / d pereopoda VII)	8,775	26	,000	5,290	28	,000
Pe45Pe4 (d člana 5 pereopoda IV / d pereopoda IV)	-16,243	26	,000	-10,559	28	,000
Pe7BL (d pereopoda VII / d telesa)	10,177	26	,000	9,227	28	,000
Pe4BL (d pereopoda IV / d telesa)	-16,174	26	,000	-4,998	28	,000
Pe4tšč (število ščetin na pereopodu IV)	-2,656	26	,013	-,625	28	,537
Pe7tšč (število ščetin na pereopodu VII)	4,373	26	,000	3,739	28	,001

4.3.3 Gostota trnastih ščetin na pereopodih IV in VII

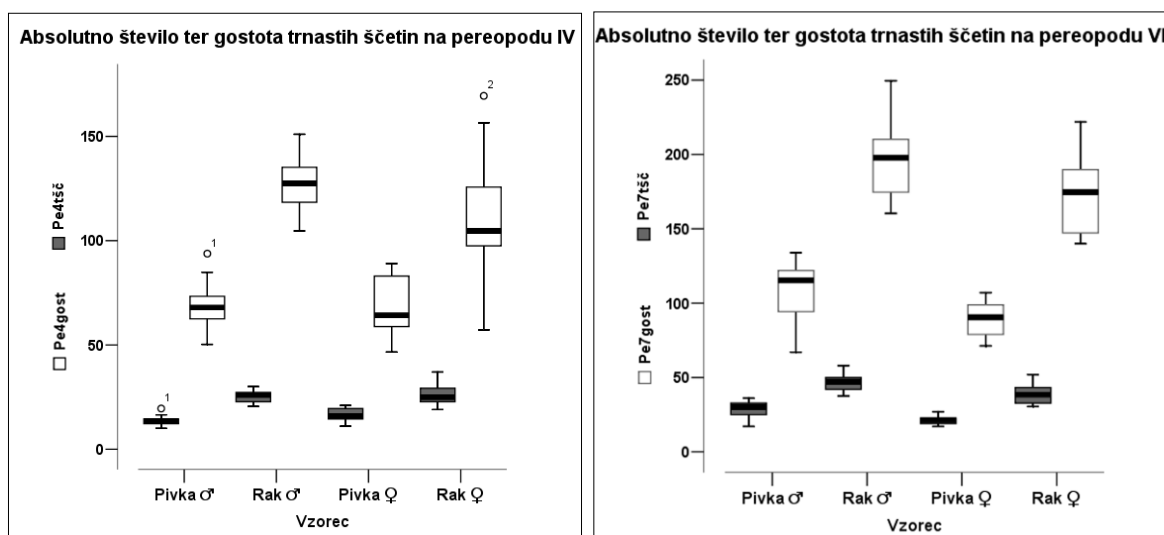
Ker smo opazili, da sta število trnastih ščetin na zgornjem robu člana 5 na analiziranih pereopodih in relativna dolžina tega člana večinoma v obratnem sorazmerju (slika 3), smo izračunali še gostoto trnastih ščetin na omenjenem členu (Pe4gost, Pe7gost, naprej v besedilu: gostota ščetin na pereopodu IV oz. VII). Želeli smo preveriti, ali bi uspeli z uporabo gostote ščetin ločiti tudi tiste osličke, ki jih le z enim od obeh znakov nismo uspeli.

Iz rezultatov primerjave osličkov po lokaciji in spolu (preglednica 10) je razvidno, da se oslički (tako samci kot samice) med rokavoma razlikujejo tako po gostoti ščetin na pereopodu IV (Pe4gost) kot tudi po gostoti na pereopodu VII (Pe7gost). Spola v obeh rokavih se med seboj razlikujeta le po gostoti ščetin na pereopodu VII (Pe7gost).

Primerjavo absolutnega števila ščetin z gostoto ščetin na pereopodih IV in VII smo grafično prikazali za oba spola z obeh lokacij (slika 5). Iz diagramov je razvidno, da je standardna deviacija pri gostoti ščetin veliko višja od tiste pri absolutnem številu ščetin.

Preglednica 10: Primerjava gostote ščetin na pereopodih IV in VII pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N – število osebkov, ♂ – samci, ♀ – samice, P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, Pe4gost – gostota ščetin na pereopodu IV, Pe7gost – gostota ščetin na pereopodu VII. Krepko so napisane statistično značilne razlike ($p < 0,05$).

	Lokacija						Spol					
	♂ (N _P =15, N _R =15)			♀ (N _P =13, N _R =15)			Pivški rokav (N _♂ =15, N _♀ =13)			Rakov rokav (N _♂ =15, N _♀ =15)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.	t	df	Sig.	t	df	Sig.
Pe4gost	-13,155	28	,000	-5,936	26	,000	,217	26	,830	1,854	28	,074
Pe7gost	-10,573	28	,000	-10,276	26	,000	3,075	26	,005	2,782	28	,010



Slika 5: Primerjava absolutnega števila ščetin (Petšč) z gostoto ščetin (Pegost) na pereopodih IV in VII pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Analiziranih je 15 samcev in 15 samic iz Rakovega ter 15 samcev in 13 samic iz Pivškega rokava.

4.3.4 Analiza jamskih vodnih osličkov s sotočja

V začetno diskriminantno analizo smo vključili 15 samcev iz Pivškega rokava, 15 samcev iz Rakovega rokava ter 28 samcev s sotočja. Čeprav so tudi vsi samci s sotočja genotipsko 100-% uvrščeni v eno izmed obeh skupin (ali iz Pivškega rokava ali Rakovega rokava), smo le samcem iz obeh rokavov vnaprej določili pripadnost. Vzorec s sotočja smo obravnavali kot enoto, brez vnaprej določene pripadnosti skupinama.

Na osnovi relativne dolžine člena 5 v pereopodu VII, relativne dolžine tega pereopoda ter števila ščetin na pereopodih IV in VII (v preglednici 7 krepko napisani znaki), se le dva samca (SM35, SM46) ne razvrstita v skladu z rezultati genotipizacije (Preglednica 11). Pri štirih samcih s skladno genotipsko in morfometrično uvrstitvijo opazimo odstopanje mesta nabiranja in uvrstitve (SM15, SM38, SM55, SM56).

Preglednica 11: Rezultati uvrstitve 28 genotipsko 100-% uvrščenih samcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami v dve skupini, Rakovo (R) in Pivško (P). Simboli: O.o. – oznaka osebk, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df – stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.

O.o.	Št.m.p.	lokacija	Gt skupina	Df skupina	Pr skupina	p	df	P*
PM3		P	P	P	P	1,00	1	1,00
PM5		P	P	P	P	0,98	1	1,00
PM8		P	P	P	P	0,24	1	1,00
PM10		P	P	P	P	0,03	1	1,00
PM11		P	P	P	P	0,79	1	1,00
PM13		P	P	P	P	0,31	1	1,00
PM14		P	P	P	P	0,88	1	1,00
PM15		P	P	P	P	0,87	1	1,00
PM16		P	P	P	P	0,64	1	1,00
PM17		P	P	P	P	0,68	1	1,00
PM18		P	P	P	P	0,80	1	1,00
PM19		P	P	P	P	0,87	1	1,00
PM21		P	P	P	P	0,75	1	1,00
PM22		P	P	P	P	0,95	1	1,00
PM23		P	P	P	P	0,27	1	1,00
RM1		R	R	R	R	0,56	1	1,00
RM2		R	R	R	R	0,26	1	1,00
RM4		R	R	R	R	0,11	1	1,00
RM5		R	R	R	R	0,20	1	1,00
RM6		R	R	R	R	0,55	1	1,00
RM7		R	R	R	R	0,86	1	1,00
RM8		R	R	R	R	0,25	1	1,00
RM9		R	R	R	R	0,46	1	1,00
RM11		R	R	R	R	0,11	1	1,00
RM12		R	R	R	R	0,11	1	1,00
RM13		R	R	R	R	0,19	1	1,00
RM15		R	R	R	R	0,39	1	1,00
RM16		R	R	R	R	0,27	1	1,00
RM17		R	R	R	R	0,80	1	1,00
RM18		R	R	R	R	0,14	1	1,00
SM4		S _P	P	?	P	0,91	1	1,00
SM6		S _P	P	?	P	0,47	1	1,00
SM11		S _P	P	?	P	0,47	1	1,00
SM16		S _P	P	?	P	0,51	1	1,00
SM18		S _P	P	?	P	1,00	1	1,00
SM20		S _P	P	?	P	0,19	1	1,00
SM22		S _P	P	?	P	0,96	1	1,00
SM24		S _P	P	?	P	0,85	1	1,00
SM25		S _P	P	?	P	0,88	1	1,00
SM53		S _P	P	?	P	0,99	1	1,00
SM55		S _P	R	?	R	0,05	1	1,00
SM56		S _P	R	?	R	0,20	1	1,00

(se nadaljuje)

nadaljevanje preglednice 11

O.o.	Št.m.p.	lokacija	Gt skupina	Df skupina	Pr skupina	p	df	P*
SM12		S _P	P	?	P	0,04	1	1,00
SM15		S _P	R	?	R	0,83	1	1,00
SM40		S _R	R	?	R	0,05	1	1,00
SM41		S _R	R	?	R	0,72	1	1,00
SM42		S _R	R	?	R	0,02	1	0,99
SM43		S _R	R	?	R	0,96	1	1,00
SM44		S _R	R	?	R	0,22	1	1,00
SM45		S _R	R	?	R	0,06	1	1,00
SM46		S _R	R	?	P	0,00	1	1,00
SM47		S _R	R	?	R	0,90	1	1,00
SM34		S _R	R	?	R	0,93	1	1,00
SM35	1	S _R	P	?	R	0,60	1	1,00
SM36		S _R	R	?	R	0,36	1	1,00
SM37		S _R	R	?	R	0,34	1	1,00
SM38		S _R	P	?	P	0,89	1	1,00
SM39		S _R	R	?	R	0,38	1	1,00

V ponovljeni diskriminantni analizi smo prej negrupirane osličke s sotočja (SM iz preglednice 11) razvrstili v skupino (Pivško ali Rakovo) v skladu z rezultati genotipizacije. Kot negrupirane smo dodali devet genotipsko vprašljivih samcev. Do odstopanja med uvrstitvijo na osnovi morfometričnih podatkov in genotipizacije (preglednica 12) pride le pri enem od devetih samcev (SM9). Pri dveh (SM28, SM29) se sicer uvrstitev sklada, vendar sta bila najdena na drugi lokaciji.

Preglednica 12: Rezultati uvrstitve devetih genotipsko vprašljivo uvrščenih samcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami v dve skupini, Rakovo (R) in Pivško (P). Simboli: O.o. – oznaka osebk, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df – stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.

O.o.	Št.m.p.	Lokacija	Gt skupina	Df skupina	Pr skupina	p	df	P*
SM1		S _P	0,92 P	?	P	0,60	1	1,00
SM2	4	S _P	0,93 R	?	R	0,13	1	1,00
SM9	2	S _P	0,59 P	?	R	0,03	1	1,00
SM28		S _P	0,80 R	?	R	0,00	1	0,73
SM29		S _R	0,99 P	?	P	0,26	1	1,00
SM30		S _R	0,87 R	?	R	0,23	1	1,00
SM31		S _R	0,95 R	?	R	0,94	1	1,00
SM32		R	0,89 R	?	R	0,50	1	1,00
SM33		R	0,98 R	?	R	0,02	1	1,00

Ker je bilo s sotočja le pet genotipsko 100-% uvrščenih in pet genotipsko nepopolno uvrščenih samic, smo diskriminantno analizo za samice opravili v enem koraku. Vanjo smo poleg omenjenih vključili 13 samic iz Pivškega in 15 samic iz Rakovega rokava. Uporabili smo 6 morfometričnih znakov, poleg uporabljenih pri samcih še relativno

dolžino člena 5 pereopoda IV (Pe45Pe4) in relativno dolžino pereopoda IV (Pe4BL) (v preglednici 7 krepko napisani znaki). Do odstopanja med molekulskimi rezultati in diskriminantno analizo (preglednica 13) pride pri dveh samicah (SF3, SF5). SF3 je bila nabrana na drugi lokaciji kot pa v katero jo je uvrstila genotipizacija.

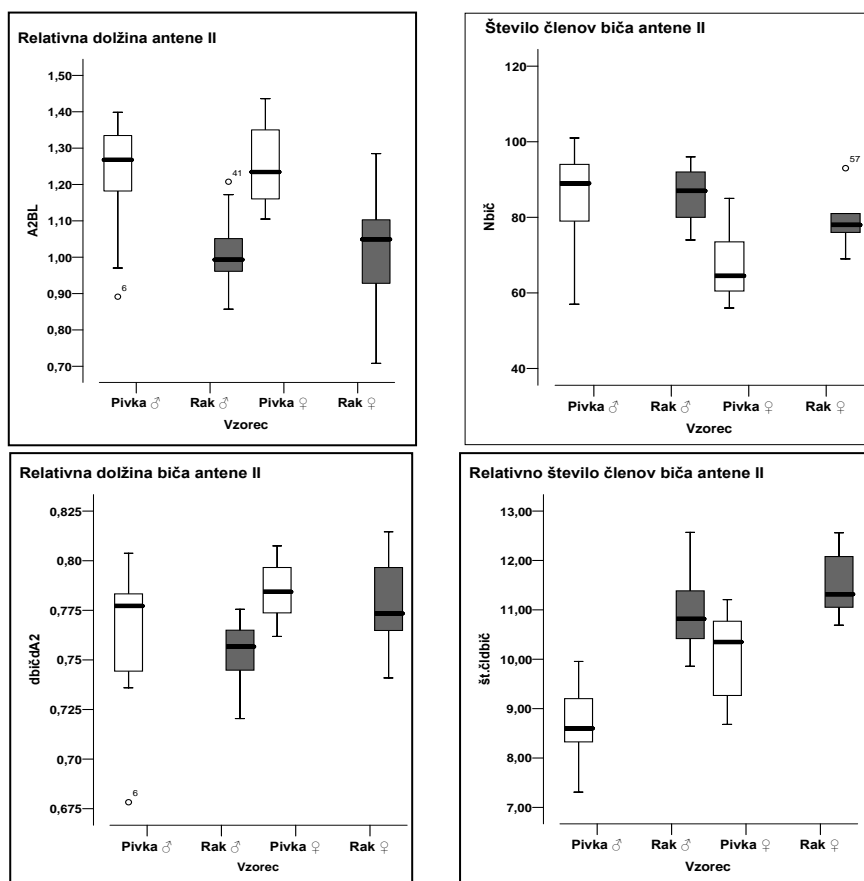
Preglednica 13: Rezultati uvrstitve pet genotipsko 100-% uvrščenih in pet genotipsko vprašljivo uvrščenih samic jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) s sotočja v Planinski jami. Simboli: O.o. – oznaka osebk, Št.m.p. – število manjkajočih podatkov, Gt skupina – uvrstitev z genotipizacijo (Konec, v pripravi), Df skupina – vnaprej določena skupina, Pr skupina – uvrstitev z diskriminantno analizo, p – p-vrednost, df – stopinje prostosti, P* – verjetnost pripadnosti skupini, ? – ni določeno, S_R – dotok Raka v sotočje, S_P – dotok Pivke v sotočje. Krepko so zapisani neujemajoči se podatki.

O.o.	Št.m.p.	Lokacija	Gt skupina	Df skupina	Pr skupina	p	df	P*
PF1		P	P	P	P	0,38	1	1,00
PF2		P	P	P	P	0,55	1	1,00
PF3		P	P	P	P	0,85	1	1,00
PF4		P	P	P	P	0,40	1	1,00
PF5		P	P	P	P	0,55	1	1,00
PF6		P	P	P	P	0,78	1	1,00
PF7		P	P	P	P	0,12	1	1,00
PF8		P	P	P	P	0,24	1	1,00
PF9		P	P	P	P	0,23	1	1,00
PF10		P	P	P	P	0,91	1	1,00
PF11		P	P	P	P	0,39	1	1,00
PF12		P	P	P	P	0,32	1	1,00
PF14		P	P	P	P	0,33	1	1,00
RF1		R	R	R	R	0,37	1	1,00
RF2		R	R	R	R	0,21	1	1,00
RF3		R	R	R	R	1,00	1	1,00
RF4		R	R	R	R	0,44	1	1,00
RF5		R	R	R	R	0,70	1	1,00
RF6		R	R	R	R	0,63	1	1,00
RF7		R	R	R	R	0,46	1	1,00
RF8		R	R	R	R	0,18	1	1,00
RF9		R	R	R	R	0,30	1	1,00
RF10		R	R	R	R	0,04	1	1,00
RF11		R	R	R	R	0,87	1	1,00
RF12		R	R	R	R	0,08	1	1,00
RF13		R	R	R	R	0,10	1	1,00
RF14		R	R	R	R	0,91	1	1,00
RF15		R	R	R	R	0,26	1	1,00
SF1	3	S _P	P	P	P	0,04	1	1,00
SF10		S _P	P	P	P	0,39	1	1,00
SF7	1	S _R	R	R	R	0,00	1	0,91
SF8		S _R	R	R	R	0,94	1	1,00
SF9		S _R	R	R	R	0,80	1	1,00
SF2		S _P	0,64P	?	P	0,47	1	1,00
SF3	3	S _P	0,54R	?	P	0,28	1	1,00
SF4	3	S _R	0,99R	?	R	0,46	1	1,00
SF5	3	S _R	0,97R	?	P	0,01	1	1,00
SF6	3	S _R	0,90R	?	R	0,11	1	1,00

4.4 DRUGA ANTENA (ANTENA II)

Meritve smo opravili pri vseh genotipsko obdelanih osličkih, ki so imeli antene II na videz nepoškodovane. Zaradi precejšnjega števila manjkajočih podatkov (na voljo le antena z ene strani ali poškodovani obe anteni) in velikega števila odstopajočih vrednosti (angl. outliers) smo se odločili, da izmerjene znake obravnavamo ločeno.

Naredili smo osnovni statistični opis (priloga B) znakov, vezanih na anteno II: relativne dolžine antene II glede na dolžino telesa (A2BL), števila členov biča antene II (Nbič), relativne dolžine biča antene II glede na dolžino antene (dbičdA2) in relativnega števila členov biča antene II glede na dolžino biča (Ndbič). Lastnosti so grafično prikazane z box-plot diagrami (slika 6) na osnovi analize 13 samcev in 8 samic iz Pivškega rokava ter 15 samcev in 8 samic iz Rakovega rokava.



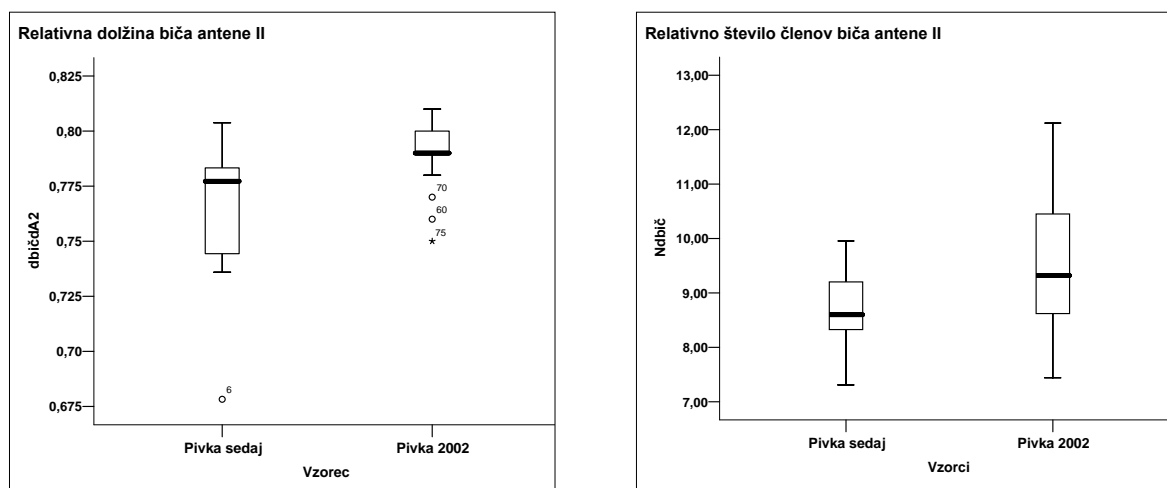
Slika 6: Box-plot diagrami za znake, izmerjene na anteni II pri genotipsko obdelanih jamskih vodnih osličkih (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.

Oslički iz Pivškega rokava (tako samci kot samice) imajo daljšo anteno in bič antene od osličkov iz Rakovega rokava. Hkrati imajo manjše relativno število členov v biču.

Po omenjenih znakih (A2BL, dbičdA2, Ndbič) smo primerjali tudi samce iz sedanje in pretekle raziskave (preglednica 14). Genotipsko obdelani samci iz Pivškega kot tudi iz Rakovega rokava se le po relativni dolžini antene II ne razlikujejo od v preteklosti analiziranih samcev. Za preostala znaka smo izdelali box-plot diagrama (slika 7) za samce iz Pivškega rokava (diagrama za Rakov rokav bi bila podobna).

Preglednica 14: Primerjava sedanjih in preteklih (Prevorčnik, 2002) morfometričnih meritev anten II pri samcih jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: t – t-vrednost, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, N_S – število samcev iz sedanje raziskave, N₀₂ – število samcev iz pretekle raziskave, š – širina, d – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne razlike (p < 0,05).

	Pivški rokav (N ₀₂ =24, N _S =15)			Rakov rokav (N ₀₂ =22, N _S =15)		
	t	df	Sig.	t	df	Sig.
A2BL (d antene II / d telesa)	0,98	28	0,33	1,07	33	0,29
dbičdA2 (d biča antene II / d antene II)	-3,00	28	0,01	-2,30	33	0,03
Ndbič (število členov biča antene II / d biča antene II)	-1,85	28	0,07	-2,49	33	0,02



Slika 7: Box-plot diagrami za relativno dolžino antene II in relativno število členov biča antene II za samce jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz sedanje in pretekle (Prevorčnik, 2002) raziskave iz Pivškega rokava Planinske jame. Razlaga znakov je v preglednici 3.

5 RAZPRAVA

Telo dvobočno somernih živalih naj bi bili sposobni le z eno ravnino vzdolžno predeliti na dve zrcalni polovici, levo in desno. V naravi pa je večinoma prisotna le približna dvobočna somernost, saj pri večini prihaja do manjših odstopanj od idealne oblike. Tovrstna odstopanja lahko izrazito vplivajo na rezultate analiz, ki temeljijo na morfometriji, še posebej, če so usmerjena. Če nam uspe prepoznati tip (a)simetrije, lahko temu prilagodimo izbor merjenih struktur, tehniko merjenja in metode obdelave podatkov (Palmer in Strobeck, 1986). Zelo pogost tip odstopanja od idealne dvobočne somernosti predstavlja fluktuacijska asimetrija (naprej v besedilu FA). V novejših raziskavah jo sicer v glavnem uporabljajo za preverjanje oz. dokaz stresa (npr. onesnaženja) v okolju, kar naj bi nakazovala povišana stopnja FA pri živalih (Savage in Hogarth, 1999; Hosken, 2001; Bonada in sod., 2005, Ottaviano in Scapini, 2010), a dokaz nizke stopnje fluktuacijske asimetrije pri živali predstavlja pomembno izhodišče za enakovredno uporabo struktur iz obeh strani telesa v morfometričnih analizah.

Do zdaj sta prisotnost asimetrije pri določenih populacijah vodnih osličkov raziskovala le Savage in Hogarth (1999), in sicer pri površinski tipski podvrsti *Asellus aquaticus aquaticus* iz ribnika v mestu York v Veliki Britaniji. Prisotnost fluktuacijske asimetrije sta dokazala za dolžino antene II in število členov v njenem biču. V naši raziskavi jamskih vodnih osličkov so vrednosti povprečij razlik L-D, njihovih indeksov asimetrije (KA) in normalnost njihove porazdelitve potrdile nizko stopnjo fluktuacijske asimetrije tudi za vse znake, merjene na osličkovih pereopodih IV in VII, in to v vseh vzorcih, ne glede na spol ali lokacijo nabiranja. Podobne rezultate so za pereopode III–V in število členov v biču antene II dobili tudi pri analizi postranice *Talitrus saltator* Montagu, 1808 (Ottaviano in Scapini, 2010). Preverjanje znakov na pereopodih je pri jamskem vodnem osličku pomembno predvsem zato, ker so se v preteklih raziskavah izkazali za izjemno pomembne pri ločevanju podzemeljskih populacij in bi morebitna usmerjena odstopanja od simetrije zahtevala dodatno pozornost pri izboru strani telesa v nadaljnjih morfometričnih analizah. Nekoliko višje povprečje L-D razlik pri številu trnastih ščetin na pereopodu VII, ki smo ga zabeležili le pri samcih iz Rakovega rokava, pomeni, da je njihovo število na levem pereopodu stalno nekoliko višje od števila na desnem. Ker pa je porazdelitev tega številskega štetega znaka simetrična, pri samcih iz Raka pa sicer zajema interval od 37 do

61, lahko vrednost povprečja razlik (1,31) smatramo za zanemarljiv odmik od idealne vrednosti 0. Upoštevati moramo tudi dejstvo, da so se pri preverjanju enakosti povprečij znakov na levi in desni strani telesa prav vsi znaki izkazali za statistično značilno nerazlične. Torej pri jamskih vodnih osličkih analizirane strukture na eni strani telesa niso konstantno drugače (bolj/manj) razvite od tistih na drugi strani, kar nam pri morfometričnih analizah omogoča poljubno izbiro strukture, ne glede na stran telesa. To močno olajša oz. sploh omogoči analizo tudi takrat, ko struktura na eni strani telesa manjka ali je poškodovana.

Rezultate morfometričnih analiz, tako v rastlinskem kot v živalskem svetu, v zadnjem času največkrat primerjajo in vrednotijo glede na rezultate molekulskih analiz. Kar nekaj avtorjev (npr. Montesanto in sod., 2007; da Silva in sod., 2011; Young in sod., 2012) je dokazalo skladnost obeh tipov raziskav pri rakih. Pri jamskem vodnem osličku so tri raziskave, t.j. dve molekulski (Verovnik in sod. 2003, 2004) in obsežna morfometrična raziskava (Prevorčnik, 2002; Prevorčnik in sod., 2004), nakazale, da se oslički v dveh rokavih v Planinski jami medsebojno razlikujejo. Glavne pomanjkljivosti, ki so onemogočale optimalno primerjavo rezultatov, so bile: a) rezultati molekulskih analiz, ki sta sicer vključevali osebke obeh spolov, niso bili medsebojno skladni, b) v morfometrične analize so bili vključeni le samci, sočasno pa c) so se vzorci, analizirani v obeh tipih raziskav, med seboj razlikovali po lokaciji in datumu nabiranja. V naši raziskavi smo z namenom verodostojnejše primerjave rezultatov genetike in morfometrije prvič analizirali vsakega vodnega oslička z obema tehnikama.

Morfometrična analiza je pokazala, da se samci in samice iz obeh rokavov medsebojno razlikujejo po vseh znakih, ki so vezani na pereopod VII, torej na hodilko. V literaturi prevladujejo objave o močno podaljšanih okončinah pri jamskih živalih (Goloboff, 1994; Sket, 1994; Culver in sod., 1995; Biswag in Shrotriya, 2011). Te naj bi povečale čutilno sposobnost jamskih živali (zlasti antene), podaljšane noge pa naj bi predstavljale adaptacijo na hojo po negladkem terenu v popolni temi. Pri tem pa so zelo redke študije (npr. Culver, 1982), kjer bi poročali oz. proučevali različne načine podaljševanja okončin pri jamskih taksonih v primerjavi z njihovimi površinskimi sorodniki. V našem primeru predvidene površinske prednike predstavlja *A. a. carniolicus* Sket, 1965 (Sket, 1965; Sket, 1994;

Verovnik in sod., 2003; Verovnik in sod., 2004) s kraških polj v Planinsko-Postojnskem jamskem sistemu (PPJS).

Jamski oslički iz Pivškega rokava s povprečno relativno dolžino pereopoda VII 91% še bolj kot od samcev iz Rakovega rokava (povprečje $Pe7BL = 82\%$) odstopajo od samcev s Planinskega polja (povprečje $Pe7BL = 78\%$; Prevorčnik, 2002). Podobne vrednosti (okrog 80%) je Sket (1965) navajal tudi za samce s Cerkniskega polja, trideset let pozneje nabrani samci pa so imeli zadnjo hodilko dolgo za približno 88% telesa (Prevorčnik, 2002). Neskladje med podzemeljskima populacijama postane še izrazitejše pri dolžini subdistalnega člena (propoda) hodilke; pri pivških samcih iz Pivškega rokava njegova relativna dolžina (povprečje = 27%) močno presega dolžino pri samcih iz Rakovega rokava (povprečje = 24%) in samcih iz Cerkniskega jezera (povprečje = 23,4%), zlasti pa tisto pri samcih s Planinskega polja (povprečje = 20%). Če upoštevamo rezultate filogeografskih raziskav (Verovnik in sod., 2004), torej najpogostejšo prisotnost bazalnih haplotipov ravno pri osličkih s Planinskega polja, je pri zadnjih hodilkah samcev iz Rakovega rokava prišlo do manjšega, pri pivških pa do izrazitega podaljšanja. Pri slednjih očitno predvsem na račun izrazitega podaljšanja subdistalnega člena (propoda). Precej homonomnejši pereopodi samcev iz Rakovega rokava imajo sorazmerno dolge funkcionalno manj pomembne proksimalne člene, kar Sket (1994) obravnava kot pleziomorfen znak. Zanimivo je, da imajo sočasno oslički iz Rakovega rokava na precej krajšem propodu bistveno večje število ščetin kot pivški (cca 1,6-krat), ti pa bistveno več kot planinski *A. a. carniolicus* (cca 2,6-krat). Pri obeh podzemeljskih populacijah je torej prišlo do pomnoževanja trnastih ščetin, vendar v različnem obsegu. Funkcija teh ščetin pri vodnem osličku še ni raziskana, a pri rakah imajo običajno obrambno in/ali čutilno vlogo (Prevorčnik osebno). Možno bi torej bilo, da so oslički iz Rakovega rokava manjšo funkcionalnost krajših distalnih členov nog kompenzirali z večjim številom ščetin. Opažene razlike v morfoloških prilagoditvah na življenje v podzemlju pri obeh populacijah se skladajo tudi s predpostavkami o večkratni vselitvi površinskih vodnih osličkov v Planinsko-Postojnski jamski sistem (Verovnik in sod., 2004).

Samice iz obeh rokavov se, enako kot je opisano za pereopod VII, medsebojno razlikujejo tudi po vseh znakih, ki so vezani na pereopod IV, pri samcih pa je razlika le v

oščetinjenosti te okončine. Neskladje lahko pojasnimo s funkcijo pereopoda IV, ki ga samci vodnih osličkov uporabljajo za držanje samice v obdobju prekopule, pri samicah pa služi kot hodilka. Očitno prehod v podzemlje na obliko te izrazito spolno dimorfne okončine ne vpliva (ostaja konzervirana), pač pa se njena oščetinjenost spreminja skladno z zgoraj opisanimi hodilkami. Oščetinjenosti preostalih struktur pereopodov nismo analizirali, a sklepamo, da velja tudi zanje enako.

Razlike med spoloma pri površinskem vodnem osličku so z uporabo geometrične morfometrije dokazali Bertin in sodelavci (2002). Za vse primerjane strukture, pleotelzon in člen 4 (carpus) na pereopodih IV in V, so potrdili izrazit spolni dimorfizem. Naša raziskava prva obravnava spolni dimorfizem pri jamskem vodnem osličku. Opazili smo, da se samci od samic ločijo po vseh analiziranih znakih, razen po relativni širini telesa, čeprav smo razliko v telesnih proporcijah opazili. Ugotovili smo, da z uporabljenim razmerjem oblike telesa ne moremo primerno izraziti, pokaže nam namreč le vitkost oz. čokatost osebka. Po naših opažanjih bi razlike lahko ustrezno zajeli z geometrično metodo, ki prepreči izgubo bistvenih informacij pri kompleksnejših oblikah (Bertin in sod., 2002). Samice imajo namreč telo najširše spredaj (v nivoju pereomer III–IV), samci pa zadaj (v nivoju pereomer V–VI). Nepričakovana je bila ugotovitev, da se samci in samice med seboj statistično značilno razlikujejo tudi po relativni dolžini pereopoda VII, torej hodilke. Zanj namreč nismo predvideli spolnega dimorfizma. Ker tovrstnih raziskav na populacijah *A. a. cavernicolus* še ni bilo, ne moremo presoditi, ali sploh in v kakšnem obsegu je do podaljšanja zadnjih hodilk pri samicah prišlo. Krajše zadnje hodilke pri samicah morebiti nakazujejo, da je njihovo podaljševanje v podzemlju omejeno na račun prekopule, saj bi od samca prenos samice z dolgimi (štrlečimi) pereopodi zahteval večjo porabo energije.

Čeprav smo pričakovali, da se genotipsko obdelani samci ne bodo razlikovali od samcev iz pretekle raziskave (t.j. iz Prevorčnik, 2002), so bili naši samci iz Rakovega rokava ožji od nabranih pred dvema desetletjema. Razlike lahko najverjetneje pripišemo različnemu načinu meritve telesne širine v obeh raziskavah; v pretekli raziskavi sta bili merilni točki fiksirani na pereomero V, mi pa smo izmerili največjo širino telesa, ki je lahko pomaknjena tudi na pereomero VI. Zelo težko pa bi na enak način razložili razlike v številu ščetin na

pereopodu IV in relativni dolžini pereopoda VII pri osličkih iz Pivškega rokava. Za številski merjeni znak smo namreč uporabljali merilne točke, standardizirane v pretekli raziskavi, naključna (subjektivna) merska napaka bi bila verjetnejša pri štetju. A ker tovrstnih razlik pri samcih iz Rakovega rokava ni bilo, lahko omenjeni tip napake verjetno izključimo. Možen razlog za odstopanje med vzorcema bi lahko bile razlike v času in lokaciji nabiranja osličkov v Pivškem rokavu. Znano je namreč, da je v Pivškem rokavu prisotna velika raznolikost med subpopulacijami in njihova spremenljivost (Verovnik in sod., 2004; Prevorčnik in sod., 2010; Prevorčnik osebno). V Pivški rokav priteka voda iz Postojnske jame tudi skozi Črno in Pivko jamo, v katerih je prisotna po telesnem pigmentu in prisotnosti oči mešana populacija osličkov, pigmentirane osebkke pa občasno odplavlja tudi v Planinsko jamo (Prevorčnik osebno). V Pivškem rokavu so tudi drugačne okoljske razmere kot v Rakovem: veliko je organskega drobirja (hrane), pogosto je zaslediti vplive onesnaženja (smrad, pene na vodi), drugačen je vodni režim. Kljub opaženim razlikam med sedanjimi in preteklimi raziskavami na račun večje raznolikosti subpopulacij v Pivškem rokavu je pomembno poudariti, da izbrani znaki omogočajo jasno ločitev osličkov iz Pivškega od osličkov iz Rakovega rokava.

Čeprav sta se v raziskavi Prevorčnikove (2002) kot ustrezen znak za razlikovanje površinskih in podzemeljskih populacij izkazala tudi relativna dolžina antene II in število členov v njenem biču, je antena, še posebej njen bič, izrazito podvržena poškodbam. Zlasti pri samcih, ki se borijo za samice in jih varujejo v času prekopule (Benesh in sod., 2007). Njeno regenerativno sposobnost je proučeval Maruzzo s sodelavci (2008), ki je ugotovil, da se po poškodbi antene začne apikalizacija, posledično pa je včasih nemogoče presoditi, ali je antena regenerirana ali intaktna. Rezultate smo zato obravnavali le kot spremljevalne h glavni analizi. Pri samcih iz obeh rokavov, ki so imeli na videz nepoškodovane antene II, smo ugotovili, da imajo izrazito daljšo anteno II (pivški povprečno 122%, rakovi pa 100% telesne dolžine) in povečano število členov v biču (pivški in rakovi 86 členov) v primerjavi s planinskim *A. a. carniolicus* (povprečna relativna dolžina antene 78%, število členov 63). Meritve so v skladu z raziskavami Prevorčnikove (2002) in tudi Sketa (1965), ki je za podzemeljske osličke navedel podaljševanje antene II s povečanjem števila členov v biču kot prilagoditev na življenje v podzemlju. Za osličke iz Pivškega rokava velja, da se antene II podaljšujejo na račun podaljševanja členov in ne števila členov v biču.

Z izračunom gostote ščetin na členu 5 pereopodov IV in VII (Pe4gost, Pe7gost) bi sicer lahko jamske osličke ločili tako po lokaciji kot spolu, toda ob uporabi razmerja namesto številskega štetega znaka (števila trnastih ščetin) se zelo poveča standardna deviacija izračunanega znaka. Razvrščanje osebkov, katerih znaki dosegajo mejne vrednosti (pri nas nekateri s sotočja), ob upoštevanju gostote ščetin bi bilo zato celo manj natančno od razvrščanja s primarnimi znaki (ne izračunanimi).

Na podlagi opisanih razlik smo utemeljeno pričakovali ustrezno razvrstitev osebkov s sotočja ob predpostavki, da so tudi pri njih morfološke razlike še prisotne. Od genotipsko 100-% uvrščenih osličkov s sotočja se je kar 26 samcev in vseh 5 samic tudi po morfologiji razvrstilo v skladu z molekulskimi rezultati. Pri enem samcu (SM46), kjer rezultati obeh analiz niso bili skladni, je diskriminantna analiza dopuščala tudi uvrstitev v drugo skupino, pri drugem samcu (SM35) pa te možnosti ni bilo. Predvidevamo, da je do neskladja prišlo na račun odsotnega podatka o številu ščetin na pereopodu VII, ki je zelo pomemben za razlikovanje med populacijama. Zanimiva je ugotovitev, da smo tri samce, ki sta jih obe analizi prepoznali kot samce iz Rakovega rokava, nabrali na mestu pritoka Pivke v sotočje, obratno pa je bilo v primeru dveh pivških samcev iz pritoka Raka v sotočje.

Tudi oslički, ki genotipsko niso bili 100-% uvrščeni (9 samcev in 5 samic), so se po morfologiji večinoma uvrstili v skupino, ki je imela po molekularni metodi izračuna s programom Structure 2.3.3. višjo podporo. Pri tem ni zanemarljiv podatek, da je bila pripadnost skupini pri 12 osebkih po tej metodi ocenjena z 80% ali več. Osebkje s takimi vrednostmi sicer v taksonomskih raziskavah z uporabo mikrosatelitov običajno obravnavajo kot 100-% genotipsko uvrščene (Pritchard in sod., 2000). Le pri enem samcu (SM9) in eni samici (SF3) s sotočja je bila pripadnost k skupini ocenjena nižje, 59% oz. 54%. Pri obeh je prišlo do neskladja med uvrstitvijo na podlagi morfološke in molekulske raziskave. Možna razlaga bi bila, da sta omenjena oslička hibrida, saj smo na sotočju našli tudi parček s samcem iz Pivškega in samico iz Rakovega rokava. To sicer dokazuje, da so oslički iz obeh populacij sposobni tvoriti prekopulo, ne omogoča pa trditve o uspešni oploditvi in pa, v primeru uspešne oploditve, o viabilnosti potomcev. Pri ostalih 6 parih s sotočja sta samec in samica pripadala isti populaciji. Do razhajanja med obema analizama je prišlo tudi pri samici (SF5) z visoko ocenjeno (97%) pripadnostjo skupini. Neskladje

lahko pripišemo velikemu deležu manjkajočih morfometričnih podatkov, manjkala jih je namreč kar polovica. Pri osličkih s sotočja smo namreč za razliko od osličkov iz obeh rokavov, kjer smo izbrali le nepoškodovane, morfometrično obdelali vse genotipsko obdelane osebkke. Pri razvrščanju na podlagi majhnega števila morfometričnih znakov moramo upoštevati, da lahko vsak manjkajoči znak močno vpliva na rezultat uvrstitve.

Tudi pri osličkih, ki genotipsko niso bili 100-% uvrščeni, smo zasledili primere prehoda iz območja enega pritoka v drugega; en samec in samica iz Rakovega rokava sta bila nabrana na območju pritoka Pivke, en pivški samec pa obratno, na območju pritoka Raka. Na sotočju so torej tovrstni prehodi prisotni, če upoštevamo vse zabeležene v naši raziskavi, bi lahko sodili o malenkostni prevladi prehodov iz Rakovega rokava v Pivškega. Poudariti pa je treba, da je število tovrstnih prehodov, glede na celotno število analiziranih osebkov s sotočja, izjemno majhno. Očitno na sotočju kljub fizično omogočenemu stiku med obema populacijama obstajajo še neraziskani omejujoči dejavniki, ki pogostost stika izjemno zmanjšajo.

Naša raziskava je potrdila, da sta populaciji iz Pivškega in Rakovega rokava tako morfološko kot molekularno razpoznavni. Skoraj popolno izoliranost genskih skladov obeh populacij dodatno podpira tudi njuna sintopost oz. odsotnost hibridov na mestu, kjer prihajata v stik. Na podlagi filogenetske in morfološke koncepcije vrste bi torej populaciji iz obeh rokavov lahko obravnavali kot ločeni vrsti. Da bi zanju veljal tak status tudi po biološki koncepciji (Sket, 2011), bi morali dokazati, da sta intersterilni. Kljub na sotočju najdenemu mešanemu paru v prekopuli in dvema osličkoma z nekoliko nižjim odstotkom uvrstitve na podlagi mikrosatelitov izjemna prevlada morfološko in molekularno jasno ločenih osličkov na sotočju podpira domnevo o obstoju reproduktivne bariere. Mogoče prihaja med osebki iz obeh populacij do podobnega pojava, kot so ga opazili pri površinski tipski podvrsti iz norveških jezer (Eroukhmanoff in sod., 2011), le da v izrazitejši obliki. Ob preverjanju zmožnosti oz. interesa za parjenje med dvema različnima ekotipoma osličkov iz istega jezera so Norvežani namreč ugotovili, da si oslički bistveno pogosteje izbirajo partnerje istega ekotipa. Naše domneve bi lahko preverili s križanjem osebkov iz obeh rokavov v Planinski jami.

6 SKLEPI

- Pri osličkih obeh spolov iz Rakovega in Pivškega rokava v Planinski jami je prisotna nizka stopnja fluktuacijske asimetrije vseh struktur analiziranih na pereopodih IV in VII. Ker razlike med strukturami na levi in desni strani niso statistično značilne, smemo omenjene strukture v morfometričnih analizah enakovredno obravnavati.
- Oslički iz Planinske jame se morfološko medsebojno jasno ločijo, tako med rokavoma, kot med spoloma.
- Samci iz Rakovega rokava imajo, glede na dolžino telesa, krajše pereopode VII, s krajšim subdistalnim členom (propodom), ter izrazito višje število ščetin na omenjenem členu pereopoda IV in VII. Po dolžini in proporcih pereopoda IV se medsebojno ne razlikujejo.
- Za ločevanje samic, sta dodatno uporabna znaka še relativna dolžina pereopoda IV in dolžina njegovega subdistalnega člena (propoda). Samice iz Rakovega rokava imajo krajša oba analizirana pereopoda ter distalna člena na njiju, nekoliko višje pa je tudi število ščetin na omenjenih členih.
- Znaki izmerjeni na anteni II sicer omogočajo razlikovanje med populacijama iz obeh rokavov, a le pod pogojem, da antena ni poškodovana. Ker so poškodbe anten zelo pogoste, sočasno pa je težavna prepoznavna regeneriranih anten, se pri omenjenih znakih močno povišata prisotnost manjkajočih podatkov ter možnost za sistemske napake pri meritvi.
- Pri samcih iz obeh rokavov je, glede na njunega domnevnega prednika, prišlo do različnih prilagoditev na življenje v podzemlju. Pri samcih iz Rakovega rokava so hodičke sicer podaljšane, a ostanejo precej izomerne, izjemno pa je povečana njihova oščetinjenost. Pri pivških samcih je prisotno dodatno podaljšanje hodičk na račun podaljševanja subdistalnega člena (propoda), povečanje oščetinjenosti pa je zmernejše.
- Samci in samice iz istega rokava se med seboj ne ločijo le po dolžini noge, ki sodeluje pri parjenju (pereopoda IV) temveč tudi po dolžini hodičke (pereopoda VII). Za dokaz razlik v obliki telesa, ki smo jih sicer opazili, bi bila ustrežnejša uporaba geometrične morfometrije. Z linearno morfometrijo nam razlik ni uspelo dokazati.
- Samci iz Pivškega rokava se po dveh znakih razlikujejo od tistih iz pretekle raziskave (Prevorčnik, 2002), pri samcih iz Rakovega rokava pa razlik ni. To kaže na visoko

stopnjo morfološke variabilnosti jamskih osličkov v Pivškem rokavu, kar je predvidoma posledica okoljskih razmer in občasnega vdora površinskih osličkov v ta rokav.

- Uvrščanje jamskih osličkov iz Planinske jame z diskriminantno analizo je zanesljivo in enakovredno genotipskemu uvrščanju tudi z majhnim številom izbranih morfoloških znakov, a le, če je podatkovna matrika popolna. V primeru manjkajočih podatkov se verjetnost pravilne uvrstitve precej zmanjša.
- Tudi na območju sotočja ostaneta obe populaciji morfološko ločeni. Opaženih je bilo le par prehodov osebkov iz ene populacije na področje z drugo populacijo, vključno s prekopulo, v kateri sta bila samec iz Pivškega in samica iz Rakovega rokava. Ti rezultati kažejo na visoko stopnjo izolacije populacij iz obeh rokavov.
- Na osnovi filogenetske in morfološke koncepcije vrste bi populaciji iz obeh rokavov že lahko obravnavali kot ločeni vrsti. Za preverjanje tovrstne obravnave tudi po biološki koncepciji, bi morali dokazati njuno intersterilnost.

7 POVZETEK

Vodni osliček, *Asellus aquaticus* (L.) Rac. 1919, je eden najpogostejših in vsesplošno razširjenih sladkovodnih makroinvertebratov (Sket, 1994; Henry in sod., 1996; Turk-Prevorčnik in Blejec, 1998; Prevorčnik in sod., 2004). Kljub dejstvu, da je ena od najbolj proučevanih vrst, so nekatera vprašanja o njegovi taksonomiji še odprta (Verovnik in sod., 2009). Dosedanje raziskave so potrdile visoko stopnjo rasne diferenciacije vodnega oslička na območju Slovenije (Sket, 1965; Verovnik in sod., 2003, 2004; Prevorčnik in sod., 2004). Poleg bistvenih razlik med površinskimi ter med površinskimi in podzemeljskimi populacijami so rezultati raziskav razkrili tudi nepričakovane razlike med dvema populacijama jamskega vodnega oslička, *Asellus aquaticus cavernicolus* Racovitza, 1925, iz Planinske jame. Z nalogo smo želeli preveriti: a) ali lahko za ločevanje samcev in samic iz obeh populacij uporabimo iste morfološke znake, b) ali je pomembno, na kateri strani telesa je analizirana okončina, c) ali se rezultati morfometričnih analiz samcev in samic skladajo z rezultati genotipizacije na osnovi mikrosatelitov.

V analizo je bilo vključenih 105 genotipsko obdelanih osebkov *A. a. cavernicolus* s treh lokacij v Planinski jami: 28 osebkov iz Pivškega rokava, 32 iz Rakovega rokava in 45 s sotočja obeh ponikalnic. Osebkovi iz obeh rokavov so bili nabrani vsaj 100 m gorvodno od sotočja. V vzorcu, nabranem na sotočju, je bila približno polovica osebkov nabranih na mestih dotoka Pivke oz. Raka v sotočje. Osebkovi iz vzorcev smo ločili glede na spol, jim odlomili četrta ter sedma pereopoda in drugo (daljšo) anteno. Pereopode smo približno 1 uro kuhali v raztopini kalijevega hidroksida, jih nato za okoli 5 minut prestavili v 10-% raztopino očetne kisline in na koncu obarvali s klorazol črnim v glicerolu. Anteno in obarvane pereopode smo vklopili v glicerol-želatinske preparate. Izmerili smo znake, ki so se v pretekli raziskavi (Prevorčnik, 2002) izkazali za najbolj razlikovalne med odraslimi samci iz obeh rokavov, ter znake, za katere smo pričakovali najizrazitejše razlike med spoloma. Dva številski šteta znaka in osem razmerij, izračunanih iz številskih merjenih znakov, smo vključili v univariatno in multivariatno statistično analizo.

Za znake na pereopodih smo izračunali razlike med strukturami na levi in desni strani telesa (L-D razlike). Vrednosti povprečij omenjenih razlik, njihovih indeksov asimetrije (KA) in normalnost njihove porazdelitve potrjujejo prisotnost nizke stopnje fluktuacijske

asimetrije za vse znake v vseh vzorcih jamskih vodnih osličkov, ne glede na spol ali lokacijo nabitja. Vsi znaki z leve in desne strani telesa so statistično značilno nerazlični. Pri jamskih osličkih torej lahko za morfometrične analize izberemo strukture poljubno, ne glede na stran telesa.

Samci in samice iz obeh rokavov se medsebojno razlikujejo po vseh znakih, ki so vezani na pereopod VII, katerega glavna funkcija je hoja. Samci in samice iz Rakovega rokava imajo krajše pereopode VII (Pe7BL), s krajšim subdistalnim členom (propodom; Pe75Pe7) ter močno pomnoženimi ščetinami (Pe7tšč) na njem. Pomnožene so tudi ščetine na pereopodu IV (Pe45tšč), po obliki pa se ti pereopodi med samci ne razlikujejo. Služijo namreč za držanje samice v fazi prekopule. Samice iz obeh rokavov se medsebojno (enako kot samci po pereopodu VII) razlikujejo tudi po vseh znakih, vezanih na pereopod IV, saj pri njih služi kot hodilka.

Ob primerjavi značilnosti genotipsko obdelanih samcev s tistimi iz preteklih raziskav se izkaže, da je za neskladje med rezultati v Pivškem rokavu najverjetneje kriva raznolikost subpopulacij v tem rokavu. Opažene razlike bi namreč težko pripisali naključnim (subjektivnim) merskim napakam. Pač pa se s preteklimi raziskavami ujemajo rezultati meritev znakov na anteni II, ki smo jih iz statističnih analiz izključili. Za izključitev smo se odločili, ker so antene izrazito podvržene poškodbam. Zlasti se poškodujejo pri samcih, ki se borijo za samice in jih varujejo v času prekopule (Benesh in sod., 2007).

Rezultati morfometrične analize se skladajo z molekulskimi (Verovnik in sod., 2004), ki predvideva večkratno vselitev površinskih prednikov v podzemlje na območju Planinsko-Postojnskega jamskega sistema (PPJS). Ob primerjavi obeh podzemeljskih populacij s predvidoma predniškim *A. a. carniolicus* Sket, 1965 s Planinskega polja lahko opazimo, da so se jima razvile različne troglomorfije. Ob podaljšanju zadnjih hodilk je pri samcih iz Pivškega rokava prišlo do izrazitega podaljšanja subdistalnega člena (propoda), z zmerno povišanim številom trnastih ščetin, ki je prisotno tudi na pereopodu IV. Pri samcih iz Raka je noga ostala izomerna, na kratkem subdistalnem členu pa se je izrazito povečalo število ščetin. Oščetinjenosti preostalih struktur nismo analizirali, a sklepamo, da velja tudi za te. Pri samcih iz obeh populacij pa pride do podaljšanja drugih anten in pomnoževanja členov v njih.

Z diskriminantno analizo se 26 (od 28) samcev in vseh pet samic, ki so bili genotipsko 100-% uvrščeni, uvrsti v populacijo iz Pivškega ali Rakovega rokava skladno z genotipsko uvrstitvijo. Pri enem neskladno uvrščenem samcu diskriminantna analiza dopušča tudi uvrstitev k drugi skupini, pri drugem samcu pa je za neskladje verjetno kriv manjkajoč znak, ki je sicer zelo pomemben za razlikovanje med populacijama. Pri genotipsko vprašljivo uvrščenih osličkih pride do neskladja med molekulskimi in morfološkimi uvrstitvami pri dveh samicah in enem samcu. En samec in samica imata nižjo vrednost uvrstitve tudi pri genotipskem uvrščanju, kar nakazuje, da bi lahko šlo za hibrida. Pri drugi samici manjka kar polovica morfometričnih znakov, ki so pogoj za ustrezno uvrstitev. Primerjava uvrstitev pa pokaže tudi obstoj migracij med populacijama, saj se pri osmih osličkih s sotočja (sedmih samcih in eni samici) mesto nabiranja ne ujema s pripadnostjo populaciji. Na sotočju sicer potrdimo tudi tvorbo prekopule samca in samice iz različne populacije (en najden par), a na osnovi tega ne moremo trditi, da do uspešnega križanja med populacijama še prihaja. Po filogenetski koncepciji vrste imamo že opravka z dvema ločenima vrstama. Četudi bi za potrditev statusa ločenih vrst po biološki koncepciji morali izvesti križanje osebkov iz obeh populacij, glede na njune morfološke razlike ob sočasni sintoposti sklepamo, da med njima že obstaja tudi reproduktivna bariera.

8 VIRI

- Austin, J.D., Bertin, A., Bórquez, J.P., Cárdenas, L., Cardoza, T.B., Chapman, F., De Sousa, A.C.B., De Souza, A.P., Douglas, K.C., Ellwood, S.R., Ferriol, M., Garmendia, A., Gouin, N., Hargrove, J., Jasti, M., Keränen, I., Knott, K.E., Konec, M., Kuitunen, K., Lima, M.P., Linde, C.C., Merle, H., Oliva, M.E., Pérez, M., Saarinen, E., Samollow, P.B., Scarpassa, V.M., Segura, I., Smith, L., Trontelj, P., Valdivia, I.M., Wallwork, H., Wellenreuther, M. 2011. Permanent genetic resources added to Molecular Ecology Resources database 1 February 2011–31 March 2011. *Molecular Ecology Resources*, 11: 757–758
- Benesh, D.P., Valtonen, E.T., Jormalainen, V. 2007. Reduced survival associated with precopulatory mate guarding in male *Asellus aquaticus* (Isopoda). *Annales Zoologici Fennici*, 44: 425–434
- Bertin, A., David, B., Cézilly, F., Alibert, P. 2002. Quantification of sexual dimorphism in *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda) Using outline approaches. *Biological Journal of the Linnean Society*, 77: 523–533
- Bertin, A. in Cézilly, F. 2003. Sexual selection, antennae length and the mating advantage of large males in *Asellus aquaticus*. *Journal of Evolutionary Biology*, 16: 698–707
- Biswag, J. in Shrotriya, S. 2011. Dandak: The mammalian dominated cave ecosystem of India. *Subterranean Biology*, 8: 1–8
- Bonada, N., Vives, S., Rieradevall, M., Prat, N. 2005. Relationship between pollution and fluctuating asymmetry in the pollution-tolerant caddisfly *Hydropsyche exocellata* (Trichoptera, Insecta). *Archives of Hydrobiology*, 162: 167–185
- Brook, H.J., Rawlings, T.A., Davies, R.W. 1994. Protogynous sex change in the intertidal isopod *Gnorimosphaeroma oregonense* (Crustacea: Isopoda). *Biological Bulletin*, 187: 99–111
- Culver, D.C. 1982. *Cave life-Evolution and ecology*: Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press: 189 str.

Culver, D.C., Kane, T.C., Fong, D.W. 1995. Adaptation and natural selection in caves: The evolution of *Gammarus minus*: Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press: 223 str.

da Silva, J.M., dos Santos, A., Cunha, M.R., Costa, F.O., Creer, S., Carvalho, G.R. 2011. Multigene molecular systematics confirm species status of morphologically convergent pagurus hermit crabs. PLoS ONE, 6 (12): 1–10

Eroukhmanoff, F., Hargeby, A., Svensson, E.I. 2011. The rol of different reproductive barriers during phenotypic divergence of isopod ecotypes. Journal of Evolutionary Biology, 24 (9): 1887–1896

Geopedia

<http://www.geopedia.si> (26. 4. 2012)

Goloboff, P.A. 1994. *Linothele cavicola*, a new diplurine spider (Araneae, Dipluridae) from caves in Ecuador. The Journal of Arachnology, 22: 70–72

Gottstein Matočec, S., Ozimec, R., Jalžić, B., Kerovec, M., Bakran-Petricioli, T. 2002. Raznolikost i ugroženost podzemne faune hrvatske. Zagreb, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske: 82 str.

Gruner, H.E. 1965. Krebstiere oder Crustacea. Isopoda. V zbirki *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile*, Dahl F. (ured.). Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 51, 148 str.

Henry, J.P. in Magniez, G. 1983. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales francaises, 4. Crustacés Isopodes (Principalement Asellotes). Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, 52: 319–367

Henry, J.P. in Magniez, G. 1995. Nouvelles données sur les Asellidae épigés d'Extreme - Orient (Crustacea, Isopoda, Asellota). Contributions to Zoology, 65 (2): 101–122

Henry J.P., Magniez G. in Notenboom J. 1996. Isopoda Asellota de Turquie recoltés en 1987. Contribution to Zoology, 66 (1): 55–62

- Hosken, D.J. 2001. Size and fluctuating asymmetry in sexually selected traits. *Animal behaviour*, 62: 603–605
- Hume, K.D., Elwood, R.W., Dick, J.T.A., Morrison, J. 2005. Sexual dimorphism in amphipods: the role of male posterior gnathopods revealed in *Gammarus pulex*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58: 264–269
- Lattinger-Penko, R. 1979. Data on the biology of an underground crustacean, *Asellus aquaticus cavernicolus* Racovizta (Crustacea, Isopoda). *Ekologija*, 14 (1): 83–95
- Liebmann, H. 1962. *Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie*. Auflage R. Oldenburg, Muenchen: 588 str.
- Maruzzo, D., Egredzija, M., Minelli, A., Fusco, G. 2008. Segmental pattern formation following amputation in the flagellum of the second antennae of *Asellus aquaticus* (Crustacea, Isopoda). *Italian Journal of Zoology*, 75: 225–231
- Montesanto, G., Caruso, D., Lombardo, B.M. 2007. Taxonomic status of the Mediterranean terrestrial isopod, *Porcellio lamellatus* Budde-Lund, 1885 as inferred from genetic and morphological differentiation (Isopoda, Oniscidea). *Crustaceana*, 80 (8): 917–938
- Møller, A.P., Swaddle, J.P. 1997. *Asymmetry, developmental stability and evolution*. Oxford, Oxford University Press: 291 str.
- Ottaviano, O., Scapini, F. 2010. Can fluctuating asymmetry in *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) (Crustacea, Amphipoda) populations be used as a bioindicator of stress on sandy beach ecosystems? *Oceanologia*, 52: 259–280
- Palmer, A.R., Strobeck, C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 391–421
- Petkovšek, B. *Planinska jama: Uvod*. 2006. (12. 3. 2006)
<http://www.planina.si/modules/vsebina/item.php?itemid=5> (21. 4. 2012)

- Prevorčnik, S. 2002. Rasna diferenciacija vodnega oslička, *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae): doktorska disertacija, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana). Ljubljana: 2002
- Prevorčnik, S., Blejec, A., Sket, B. 2004. Racial differentiation in *Asellus aquaticus* (L.) (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Archives of Hydrobiology*, 160, 2: 193–214
- Prevorčnik, S., Trontelj, P., Sket, B. 2010. Rapid re-invasion and evolution following the mysterious disappearance of Racovitza's *Asellus aquaticus cavernicolus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae). V: Abstracts of the 20th International Conference on Subterranean Biology; Aug 29-Sep 3 2010; Postojna. Moškrič, A. (ur.), Trontelj, P. (ur.). Abstract book. Postojna: Société Internationale de Biospéologie, 172 str.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P. 2000.. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155 (2): 945–59
- Protas, M., Jeffery, W.R. 2012. Evolution and development in cave animals: from fish to crustaceans. *WIREs Development Biology*, doi: 10.1002/wdev.61
- Savage, A., Hogarth, P.J. 1999. An analysis of temperature-induced Fluctuating Asymmetry in *Asellus aquaticus* (Linn.). *Hydrobiologia*, 411: 139–143
- Sket, B. 1965. Taxonomische Problematik der Art *Asellus aquaticus* (L.) Rac. etc. *Razprave-Dissertationes SAZU*, Cl. IV, 8: 177–221
- Sket, B., 1994. Distribution of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae) and its hypogean populations at different geographic scales, with a note on *Proasellus istrianus**. *Hydrobiologia*, 287: 39–47
- Sket, B. 1996. Podzemeljski habitati v Sloveniji – ogroženost in varstvo (Hypogean habitats in Slovenia – their endangerment and conservation). *Narava Slovenije, stanje in perspektive*: 19–28
- Sket, B. 2011. Ali je soška postrv (posebna) vrsta? Razmišljanja in nekaj možnih odgovorov na bolj ali manj pomembno vprašanje - kaj je vrsta. *Proteus*, 73 (5): 198–237

- Sket B., Bole J., Benović A., Brancelj A., Brglez J., Čuček M., Čurčić B., Jaklin A., Karaman G., Katavić I., Kerovec M., Kos I., Legac M., Mršić N., Malej A., Novak T., Petkovski S., Petkovski T., Polenec A., Potočnik F., Pujin V., Radujković B., Števcic Z., Tarman K., Travizi A., Velikonja M., Velkovrh F., Vidaković J. in Zavodnik D. 1991. Bogastvo in raziskanost jugoslovanske favne: nižji nevretenčarji (Metazoa Invertebrata, ex. Insecta) (Richness and state of knowledge of the fauna of Yugoslavia: lower invertebrates (Metazoa: Invertebrata, ex. Insecta)). *Biološki Vestnik*, 39 (1-2): 37–52
- Sket, B., Velkovrh, F. 1981. Postojnsko-Planinski jamski sistem kot model za preučevanje onesnaženja podzemeljskih voda. *Naše jame*, 22: 27–44
- Turk, S., Sket, B., Sarbu, S. 1996. Comparison between some epigeal and hypogean populations of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Hydrobiologia*, 337: 161–170
- Turk-Prevorčnik, S., Blejec, A. 1998. *Asellus aquaticus infernus*, new subspecies (Isopoda: Asellota: Asellidae), from Romanian Hypogean waters. *Journal of Crustacean Biology*, 18: 763–773
- Verovnik, R., Prevorčnik, S., Jugovic, J. 2009. Description of a neotype for *Asellus aquaticus* Linné, 1758 (Crustacea: Isopoda: Asellidae), with description of a new subterranean *Asellus* species from Europe. *Zoologischer Anzeiger*, 248: 101–118
- Verovnik, R., Sket, B., Prevorčnik, S., Trontelj, P. 2003. Random amplified polymorphic DNA diversity among surface and subterranean populations of *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda). *Genetica*, 119: 155–165
- Verovnik, R., Sket, B., Trontelj, P. 2004. Phylogeography of subterranean and surface populations of water lice *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda). *Molecular Ecology*, 13: 1519–1532
- Verovnik, R., Sket, B., Trontelj, P. 2005. The colonization of Europe by the freshwater crustacean *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda) proceeded from ancient refugia and was directed by habitat connectivity. *Molecular Ecology*, 14: 4355–4369

- Veuille, M. 1980. Sexual behaviour and evolution of sexual dimorphism in body size in *Jaera* (Isopoda Asellota). *Biological journal of the Linnean society*, 13: 89–100
- Willoughby, L.G. in Marcus, J.H. 1979. Feeding and growth of the isopod *Asellus aquaticus* on actinomycetes, considered as model filamentous bacteria. *Freshwater biology*, 9: 441–449
- Young, S.S., Ni, M.H., Liu, M.Y. 2012. Systematic study of the *Simocephalus* sensu stricto species group (Cladocera: Daphniidae) from Taiwan by morphometric and molecular analyses. *Zoological Studies*, 51 (2): 222–231
- Zhu, J., Zhang, D., Lin, J., Grace, M.S. 2012. Aesthetascs in *Lysmata* spp. shrimp: sexual dimorphism and relationship with social environments. *Marine Biology*, 159: 501–517

ZAHVALA

Za prijazno pomoč, strokovne nasvete, vodenje in temeljit pregled diplomskega dela se najlepše zahvaljujem mentorici, doc. dr. Simoni Prevorčnik.

Hvala tudi Meti Konec za rezultate genotipizacije in njihovo razlago.

In hvala vsem, ki so osličke nabirali ter jih prinesli v laboratorij.

9 PRILOGE

Priloga A: Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

oznaka osebka	lok	spol	genotip	BL	BW	dbič	dA2	Nbič	Pe75D	Pe7D	Pe75L	Pe7L	Pe45D	Pe4D	Pe45L	Pe4L	Pe4Ltšč	Pe4Dtšč	Pe7Ltšč	Pe7Dtšč
PM3	P	m	P	10,28	3,52	.	.	.	2,31	9,28	2,37	9,17	0,89	4,26	0,85	4,14	15	14	17	17
PM5	P	m	P	12,46	4,19	.	.	.	3,25	12,04	3,08	11,73	0,86	4,38	0,87	4,60	11	13	36	36
PM8	P	m	P	10,23	3,63	9,03	12,27	66	2,58	9,77	2,63	9,73	0,85	3,99	0,86	4,23	19	20	32	32
PM10	P	m	P	9,98	3,49	9,25	12,43	89	2,86	10,20	2,88	10,13	0,81	4,04	0,79	4,02	13	12	25	22
PM11	P	m	P	9,91	3,22	8,47	11,29	79	2,43	8,96	2,47	9,02	0,79	4,02	0,79	3,90	15	13	29	31
PM13	P	m	P	11,34	4,08	6,85	10,10	57	2,9	10,83	2,79	10,66	0,93	4,92	0,94	4,71	14	19	34	36
PM14	P	m	P	8,60	2,94	9,14	11,56	91	2,00	7,33	1,93	7,37	0,74	3,74	0,74	3,75	16	13	24	23
PM15	P	m	P	12,37	4,25	8,86	12,01	75	2,94	11,03	2,82	10,78	0,87	4,44	0,86	4,61	12	13	27	26
PM16	P	m	P	10,77	3,71	9,77	12,73	87	2,60	9,47	2,56	9,56	0,85	4,20	0,82	4,23	17	13	35	32
PM17	P	m	P	11,16	4,14	11,75	15,01	101	2,46	9,70	2,46	9,70	0,89	4,77	0,87	4,73	15	12	22	23
PM18	P	m	P	10,73	3,84	10,65	13,60	98	2,55	9,80	.	.	0,85	4,42	0,83	4,42	13	12	.	30
PM19	P	m	P	10,60	3,79	11,01	13,98	94	2,53	9,64	2,41	9,16	0,80	4,18	0,84	4,18	11	10	33	35
PM21	P	m	P	10,18	3,67	10,92	13,59	89	2,33	9,18	2,28	8,95	0,89	4,36	0,86	4,39	10	10	31	30
PM22	P	m	P	11,3	3,96	11,17	14,37	93	2,69	10,11	2,72	9,98	0,85	4,37	0,90	4,43	14	13	31	32
PM23	P	m	P	10,05	3,75	10,95	14,06	100	2,58	9,18	2,44	9,03	0,76	3,84	0,77	3,90	12	11	29	26
PF1	P	f	P	6,81	2,30	.	.	.	1,06	4,42	1,06	4,47	0,83	3,35	0,79	3,29	15	14	24	20
PF2	P	f	P	7,76	2,56	6,77	8,79	62	1,49	5,94	1,47	5,93	1,02	4,36	1,03	4,32	17	17	26	24
PF3	P	f	P	7,63	2,60	7,11	9,07	77	1,31	5,6	1,34	5,54	0,99	4,2	0,99	4,14	13	16	19	24
PF4	P	f	P	7,26	2,57	6,11	8,03	62	1,34	5,52	1,29	5,52	0,96	4,04	0,98	4,15	11	11	18	16
PF5	P	f	P	6,30	2,39	6,45	8,31	56	1,24	5,12	1,22	5,10	0,92	3,71	0,93	3,68	16	16	17	18

(se nadaljuje)

Priloga A (nadaljevanje): Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

oznaka osebka	lok	spol	genotip	BL	BW	dbič	dA2	Nbič	Pe75D	Pe7D	Pe75L	Pe7L	Pe45D	Pe4D	Pe45L	Pe4L	Pe4Ltšč	Pe4Dtšč	Pe7Ltšč	Pe7Dtšč
PF6	P	f	P	6,99	2,52	.	.	.	1,27	5,26	1,28	5,26	0,90	3,79	0,92	3,81	23	19	20	20
PF7	P	f	P	6,07	2,14	.	.	.	1,03	4,43	0,99	4,45	0,75	3,35	.	.	.	20	22	23
PF8	P	f	P	5,61	2,20	6,35	8,06	67	1,06	4,51	1,11	4,53	0,88	3,46	0,85	3,41	12	17	18	20
PF9	P	f	P	6,42	2,43	.	.	.	1,21	4,99	1,23	4,91	0,91	3,60	0,94	3,68	13	11	20	19
PF10	P	f	P	7,12	2,59	7,93	9,83	85	1,40	5,61	1,39	5,46	0,88	3,90	0,94	3,84	21	18	26	28
PF11	P	f	P	6,23	2,21	6,25	7,75	70	1,12	4,57	1,09	4,53	0,87	3,41	0,88	3,45	16	14	20	18
PF12	P	f	P	9,05	3,25	.	.	.	1,66	6,82	1,66	6,86	1,24	4,89	1,20	4,99	18	23	27	25
PF14	P	f	P	6,55	2,50	6,29	8,02	59	1,14	4,89	1,12	4,81	0,91	3,68	0,89	3,62	17	16	25	20
RM1	R	m	R	11,08	3,65	8,48	11,15	94	2,07	8,81	2,10	8,89	0,79	3,88	0,82	3,88	27	26	48	49
RM2	R	m	R	10,42	3,63	7,56	10,14	79	1,91	7,91	2,02	8,31	0,79	3,88	0,79	4,02	23	22	42	41
RM4	R	m	R	11,97	3,68	8,73	11,36	90	2,09	8,64	2,27	9,10	0,85	4,43	0,85	4,13	30	30	60	54
RM5	R	m	R	10,06	3,12	7,99	10,41	83	1,71	7,56	1,67	7,56	0,80	3,87	0,77	3,87	28	26	47	41
RM6	R	m	R	11,89	4,08	8,91	11,80	90	2,34	9,85	.	.	0,86	4,46	0,86	4,48	28	29	.	47
RM7	R	m	R	11,04	3,70	7,55	10,15	79	2,02	8,62	2,06	8,80	0,86	4,07	0,87	4,17	30	27	38	37
RM8	R	m	R	10,23	3,66	8,42	10,92	96	.	.	1,99	8,41	0,86	4,26	0,83	4,21	26	24	49	.
RM9	R	m	R	10,00	3,51	6,39	8,87	78	1,85	7,94	1,91	8,13	0,78	3,83	0,76	3,81	29	25	48	49
RM11	R	m	R	9,47	3,12	5,89	8,12	74	1,76	7,38	1,82	7,45	0,68	3,41	0,67	3,47	22	19	40	40
RM12	R	m	R	10,27	3,64	8,78	11,57	95	2,04	8,79	2,02	8,69	0,80	4,13	0,81	4,18	26	29	61	55
RM13	R	m	R	10,16	3,67	7,31	9,97	84	2,17	8,51	2,17	8,72	0,73	3,88	0,57	3,82	21	23	52	50
RM15	R	m	R	10,7	4,25	7,97	10,63	87	2,24	9,57	2,29	9,64	0,85	4,54	0,86	4,35	22	24	45	44
RM16	R	m	R	9,75	3,65	9,13	11,77	90	1,98	8,37	2,07	8,56	0,83	4,25	0,82	4,18	22	24	42	43
RM17	R	m	R	9,78	3,53	8,74	11,46	94	2,06	8,14	2,10	8,42	0,86	4,15	0,83	4,17	25	27	52	55
RM18	R	m	R	9,46	3,44	7,12	9,41	81	1,91	7,85	1,91	7,96	0,72	3,53	0,71	3,73	23	21	41	41
RF1	R	f	R	6,61	2,07	.	.	.	0,96	4,32	0,94	4,22	0,73	2,95	0,71	3,18	26	21	34	30
RF2	R	f	R	6,44	2,07	.	.	.	0,88	4,02	0,88	4,05	0,64	3,01	0,67	3,05	20	21	30	31

(se nadaljuje)

Priloga A (nadaljevanje): Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

oznaka osebka	lok	spol	genotip	BL	BW	dbič	dA2	Nbič	Pe75D	Pe7D	Pe75L	Pe7L	Pe45D	Pe4D	Pe45L	Pe4L	Pe4Ltšč	Pe4Dtšč	Pe7Ltšč	Pe7Dtšč
RF3	R	f	R	6,79	2,3	.	.	.	1,05	4,99	1,05	4,86	0,72	3,46	0,79	3,55	18	20	29	34
RF4	R	f	R	7,13	2,41	.	.	.	1,08	4,95	.	.	0,78	3,60	0,77	3,53	26	24	.	40
RF5	R	f	R	9,22	3,15	6,10	8,24	69	1,43	6,41	1,42	6,19	1,04	4,40	1,03	4,44	22	23	41	38
RF6	R	f	R	8,74	3,11	6,7	8,83	81	1,40	6,01	1,40	5,93	0,97	4,45	0,96	4,40	38	36	52	52
RF7	R	f	R	8,24	2,96	.	.	.	1,19	5,40	1,23	5,60	0,89	4,04	0,91	4,08	31	31	33	35
RF8	R	f	R	8,61	3,22	.	.	.	1,40	6,23	1,39	6,25	1,02	4,44	1,03	4,62	36	35	46	47
RF9	R	f	R	7,83	2,66	.	.	.	1,22	5,4	1,21	5,30	0,88	3,69	0,88	3,87	31	30	45	43
RF10	R	f	R	8,34	2,87	7,20	9,13	77	1,32	5,68	1,30	5,72	0,92	4,08	0,95	4,15	26	25	33	33
RF11	R	f	R	7,39	2,74	6,21	8,04	75	1,09	5,13	1,10	5,05	0,79	3,70	0,84	3,72	24	22	32	33
RF12	R	f	R	6,80	2,22	.	.	.	1,05	4,54	1,00	4,43	0,73	3,24	0,77	3,36	23	22	35	32
RF13	R	f	R	8,29	2,83	7,50	9,21	81	1,24	5,71	1,25	5,72	.	.	0,94	3,97	26	.	38	39
RF14	R	f	R	7,95	3,03	8,22	10,22	93	1,44	6,09	1,37	6,01	0,97	4,22	0,97	4,26	25	23	42	45
RF15	R	f	R	8,37	2,83	6,21	8,05	78	1,30	5,66	1,24	5,72	0,97	4,09	0,93	4,09	28	.	42	44
SM4	Sp	m	P	9,76	3,32	10,37	13,09	102	2,28	9,01	2,29	8,91	0,83	4,26	0,85	4,19	14	11	29	28
SM6	Sp	m	P	8,63	3,11	7,63	10,15	74	2,07	7,68	2,01	7,69			0,73	3,63	12		26	
SM11	Sp	m	P	10,81	3,63	6,42	9,39	66	2,42	9,29	2,44	9,61	0,83	4,34	0,81	4,24	13	16	29	29
SM16	Sp	m	P	8,49	2,72	8,28	10,57	82			1,98	7,39	0,70	3,38	0,68	3,53	17		30	
SM18	Sp	m	P	8,40	2,85	8,39	10,66	78			1,97	7,31	0,75	3,60	0,76	3,54	15	13	29	
SM20	Sp	m	P	9,28	3,09	8,46	11,06	67	2,32	8,46	2,35	8,33	0,76	3,89	0,73	3,77	8	11		33
SM22	Sp	m	P	6,80	2,36	5,87	7,72	62	1,69	6,27	1,55	6,06	0,67	3,08				13		25
SM24	Sp	m	P	8,88	2,53	5,36	7,49	61			1,95	7,34	0,71	3,60	0,73	3,48	15	14	28	
SM25	Sp	m	P	9,00	3,00	6,93	9,69	67	2,16	8,23	2,11	8,37	0,82	4,01	0,86	3,87	11	15	28	28
SM53	Sp	m	P	8,72	3,11	9,84	12,53	87	1,99	7,13	1,95	7,23	0,82	4,07	0,79	4,03	14	14	27	26
SF1	Sp	f	P	7,28	2,46						1,13	4,98							25	
SF10	Sp	f	P	9,27	3,15	9,30	11,87	86	1,06	4,82	1,08	4,79	0,73	3,54	0,76	4,06	6	10	12	12

(se nadaljuje)

Priloga A (nadaljevanje): Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

oznaka osebka	lok	spol	genotip	BL	BW	dbič	dA2	Nbič	Pe75D	Pe7D	Pe75L	Pe7L	Pe45D	Pe4D	Pe45L	Pe4L	Pe4Ltšč	Pe4Dtšč	Pe7Ltšč	Pe7Dtšč
SM40	S _R	m	R	9,63	3,27				1,81	7,44	1,88	7,55	0,63	3,44	0,76	3,65	21		39	42
SM41	S _R	m	R	7,51	2,46				1,30	5,47	1,26	5,43	0,73	3,17	0,66	3,21	20	22	42	42
SM42	S _R	m	R	7,35	2,43	6,40	8,35	77	1,32	5,68	1,20	5,21	0,74	3,51	0,75	3,55	17	17	28	30
SM43	S _R	m	R	8,58	3,12						1,62	7,08	0,72	3,49	0,69	3,51	24	22	46	
SM44	S _R	m	R	6,49	2,19				1,02	4,51	1,03	4,56	0,65	3,28	0,65	3,25	19	23	31	30
SM45	S _R	m	R	6,86	2,23				1,06	4,54	1,08	4,44	0,63	2,94				18	34	36
SM46	S _R	m	R	5,76	1,79				0,85	3,83			0,59	2,66	0,58	2,63	16	18		28
SM47	S _R	m	R	8,72	2,94	5,48	7,79	73			1,67	7,23	0,71	3,56	0,72	3,54	25	23	46	
SM55	S _P	m	R	10,14	3,74	5,73	8,33	65	2,13	8,66	1,97	8,57	0,73	3,70	0,76	4,01	18			44
SM56	S _P	m	R	8,62	2,83	7,29	9,35	85	1,44	6,24	1,44	6,22	0,77	3,80	0,80	3,74	20	19	34	35
SF7	S _R	f	R	7,90	2,96	6,08	8,01	76	1,33	6,05			1,12	4,73				33		
SF8	S _R	f	R	7,25	2,41				1,17	5,07	1,19	4,96	0,87	3,63	0,83	3,60	29		40	44
SF9	S _R	f	R	8,24	2,83				1,19	5,55	1,21	5,36	0,91	4,07	0,83	3,81	24	22	35	39
SM1	S _P	m	?	9,51	3,09	9,44	12,17	90	2,12	8,21	2,12	8,14	0,79	3,81	0,75	3,75	12	10	24	22
SM2	S _P	m	?	9,94	3,70	9,58	12,34	99					0,87	4,24	0,88	4,38	27	27		
SM9	S _P	m	?	6,19	2,03				1,16	4,87	1,16	4,83							36	31
SM12	S _P	m	P	9,55	3,49	8,96	11,74	85	2,18	8,60	2,25	8,73	0,85	4,08	0,82	4,12	20	20	34	33
SM28	S _P	m	?	8,26	2,72						1,36	5,93			0,73	3,46	15		29	
SM29	S _R	m	?	10,05	3,66	8,65	11,70	76	2,62	9,50	2,65	9,49	0,80	3,91	0,76	3,78		13	32	31
SM30	S _R	m	?	9,69	3,46				1,63	6,94	1,64	7,05	0,76	3,79	0,74	3,57	21	21	39	37
SM31	S _R	m	?	9,75	3,30	6,86	9,10	84	1,67	7,57	1,67	7,26	0,77	3,73	0,75	3,77	24	22	42	43
SM32	R	m	?	10,45	3,53	6,01	8,70	65	2,15	9,03			0,88	4,33	0,80	4,02	21	27		47
SM33	R	m	?	6,54	2,18				0,96	4,35	0,96	4,06	0,61	2,89	0,64	2,83	18	17	30	30
SM34	S _R	m	R	11,75	3,80	5,90	8,57	61	2,15	8,87	2,14	8,69	1,11	4,16	0,96	4,22	24	24	48	46
SM35	S _R	m	P	8,69	2,89	8,28	10,72	85	1,27	6,70			0,73	3,68	0,73	3,42	16	14		

(se nadaljuje)

Priloga A (nadaljevanje): Seznam meritev 17 morfometričnih znakov pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: lok – lokacija nabiranja: P – Pivški rokav, R – Rakov rokav, SP – pritok Pivke v sotočje, SR – pritok Raka v sotočje; m – samec, f – samica; genotip – uvrstitev glede na genotipizacijo: ? – vprašljiva uvrstitev; BL – dolžina telesa, BW – širina telesa, dbič – dolžina biča antene II, dA2 – dolžina antene II, Nbič – število ščenov v biču antene II, Pe75D – dolžina člena 5 desnega pereopoda VII, Pe7D – dolžina desnega pereopoda VII, Pe75L – dolžina člena 5 levega pereopoda VII, Pe7L – dolžina levega pereopoda VII, Pe45D – dolžina člena 5 desnega pereopoda IV, Pe4D – dolžina desnega pereopoda IV, Pe45L – dolžina člena 5 levega pereopoda IV, Pe4L – dolžina levega pereopoda IV, Pe4Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda IV, Pe4Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda IV, Pe7Ltšč – število ščetin na členu 5 levega pereopoda VII, Pe7Dtšč – število ščetin na členu 5 desnega pereopoda VII.

oznaka osebka	lok	spol	genotip	BL	BW	dbič	dA2	Nbič	Pe75D	Pe7D	Pe75L	Pe7L	Pe45D	Pe4D	Pe45L	Pe4L	Pe4Ltšč	Pe4Dtšč	Pe7Ltšč	Pe7Dtšč
SM36	S _R	m	R	12,93	4,45				2,47	10,42	2,37	9,89	0,92	4,84	0,84	4,67	26	26	55	57
SM37	S _R	m	R	11,93	4,34	7,36	10,10	84			2,11	9,01	0,89	4,63	0,86	4,38	19	20	40	
SM38	S _R	m	P	11,17	4,46	8,64	11,79	73	2,84	10,61	2,74	10,31	0,92	4,79	0,87	4,63	14	15	32	27
SM39	S _R	m	R	10,67	3,44	5,23	7,67	67			1,81	7,77	0,82	4,12	0,83	3,90	21	22	35	
SM15	S _P	m	R	9,01	3,23	7,70	10,25	85	1,97	8,04	1,86	7,94	0,80	4,06	0,81	3,87	23	24	53	54
SF2	S _P	f	?	7,21	2,65	6,28	8,22	61	1,30	5,38	1,30	5,22	0,96	3,79	0,95	3,83	16	17	22	21
SF3	S _P	f	?	4,40	1,94								0,67	2,88				15		
SF4	S _R	f	?	6,45	2,14										0,68	2,92	18			
SF5	S _R	f	?	7,26	2,52				1,43	5,38										26
SF6	S _R	f	?	5,48	1,89										0,66	2,67	20			

Priloga B: Osnovni statistični opis vzorcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, MIN – minimum, MAX – maksimum. Oznake vzorcev: P – Pivka, R – Rak, S_P – dotok Pivke v sotočje, S_R – dotok Raka v sotočje, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebki, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebki, * – oslički iz pretekle raziskave, ♂ – samci, ♀ – samice, r. – relativno, d. – dolžina.

	vzorec	P♂ g+	P♀ g+	R♂ g+	R♀ g+	R♂ g?	S _P ♂ g+	S _P ♀ g+	S _P ♂ g?	S _P ♀ g?	S _R ♂ g+	S _R ♀ g+	S _R ♂ g?	S _R ♀ g?	P♂*	R♂*
znak																
Pe45Ltšč	N	15	12	15	15	2	12	1	3	1	14	2	2	2		
število ščetin	AVG	13,8	16	25,47	26,67	19,50	14,08		18		20,93	26,50	22,50	19		
na levem	SD	2,46	3,57	3,14	5,49	2,12	3,03		7,94		3,08	3,54	2,12	1,41		
pereopodu IV	MIN	10	11	21	18	18	8		12		16	24	21	18		
	MAX	19	23	30	38	21	20		27		26	29	24	20		
Pe45Dtšč	N	15	13	15	13	2	11	1	2	2	13	2	3	0		
število ščetin	AVG	13,20	16,31	25,07	25,62	22	14,18		18,50	16	21,38	27,50	18,67			
na desnem	SD	2,81	3,38	3,10	5,49	7,07	2,48		12,02	1,41	2,75	7,78	4,93			
pereopodu IV	MIN	10	11	19	20	17	11		10	15	17	22	13			
	MAX	20	23	30	36	27	20		27	17	26	33	22			
Pe4tšč	N	15	13	15	15	2	13	1	3	2	15	3	3	2	24	22
število ščetin	AVG	13,50	16,31	25,27	26,23	20,75	14,12		17,67	15,75	20,93	28,33	19	19	15,42	24,09
na	SD	2,39	3,19	2,91	5,24	4,60	2,50		8,33	1,06	2,78	5,03	5,29	1,41	2,21	2,18
pereopodu IV	MIN	10	11	20,50	19	17,50	9,50		11	15	17	23	13	18	12	20
	MAX	19,50	21	30	37	24	20		27	16,50	26	33	23	20	19	27
Pe75Ltšč	N	14	13	14	14	1	10	2	3	1	13	2	3	0		
število ščetin	AVG	28,93	21,69	47,50	38		29,20	18,50	29,67		40,85	37,50	37,67			
na levem	SD	5,41	3,50	7,00	6,83		2,35	9,19	6,03		8,40	3,54	5,13			
pereopodu VII	MIN	17	17	38	29		26	12	24		28	35	32			
	MAX	36	27	61	52		34	25	36		55	40	42			
Pe75Dtšč	N	15	13	14	15	2	8	1	2	1	11	2	3	1		
število ščetin	AVG	28,73	21,15	46,14	38,40	38,50	28,63		26,50		40,36	41,50	37			
na desnem	SD	5,66	3,39	5,99	6,62	12,02	2,97		6,36		9,64	3,54	6,00			
pereopodu VII	MIN	17	16	37	30	30	25		22		28	39	31			
	MAX	36	28	55	52	47	33		31		57	44	43			
Pe7tšč	N	15	13	15	15	2	12	2	3	1	15	2	3	1	24	22
število ščetin	AVG	28,87	21,42	46,90	38,27	38,50	28,83	18,50	28,50		40,47	39,50	37,33		29,92	44,27
na	SD	5,38	3,16	6,14	6,50	12,02	2,53	9,19	5,27		8,50	3,54	5,53		8,03	5,26
pereopodu VII	MIN	17,00	17,00	37,50	30,50	30,00	25,00	12,00	23,00		28,00	37,00	31,50		21	33
	MAX	36,00	27,00	58,00	52,00	47,00	33,50	25,00	33,50		56,00	42,00	42,50		49	56

(se nadaljuje)

Priloga B (nadaljevanje): Osnovni statistični opis vzorcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, MIN – minimum, MAX – maksimum. Oznake vzorcev: P – Pivka, R – Rak, S_P – dotok Pivke v sotočje, S_R – dotok Raka v sotočje, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebki, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebki, * – oslički iz pretekle raziskave, ♂ – samci, ♀ – samice, r. – relativno, d. – dolžina.

	vzorec	P♂ g+	P♀ g+	R♂ g+	R♀ g+	R♂ g?	S _{P♂} g+	S _{P♀} g+	S _{P♂} g?	S _{P♀} g?	S _{R♂} g+	S _{R♀} g+	S _{R♂} g?	S _{R♀} g?	P♂*	R♂*
znak																
BWBL	N	15	13	15	15	2	13	2	4	2	15	3	3	3	24	22
r. širina telesa	AVG	0,35	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34		0,34	0,41	0,34	0,35	0,35	0,34	0,49	0,55
	SD	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03		0,02	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,08
	MIN	0,32	0,33	0,31	0,31	0,33	0,29		0,32	0,37	0,31	0,33	0,34	0,33	0,41	0,39
	MAX	0,37	0,39	0,40	0,38	0,34	0,40		0,37	0,44	0,37	0,37	0,36	0,35	0,61	0,70
A2BL	N	13	8	15	7	1	13	1	2	1	8	1	2	0	17	20
r. d. antene II	AVG	1,22	1,25	1,01	1,02		1,16		1,26		0,92		1,05		1,18	0,98
	SD	0,15	0,12	0,10	0,17		0,17		0,03		0,17		0,16		0,11	0,07
	MIN	0,89	1,10	0,86	0,71		0,84		1,24		0,72		0,93		0,99	0,82
	MAX	1,40	1,44	1,21	1,28		1,44		1,28		1,14		1,16		1,34	1,06
dbičdA2	N	13	8	15	7	1	13	1	2	1	8	1	2	0	17	20
r. d. biča	AVG	0,76	0,78	0,75	0,78		0,75		0,72		0,72		0,75		0,79	0,77
antene II	SD	0,03	0,02	0,02	0,03		0,03		0,03		0,04		0,01		0,02	0,02
	MIN	0,68	0,76	0,72	0,74		0,68		0,68		0,68		0,74		0,75	0,74
	MAX	0,80	0,81	0,78	0,81		0,79		0,79		0,78		0,75		0,81	0,81
Nbič	N	13	8	15	7	1	13	1	2	1	8	1	2	0	17	20
število členov	AVG	86,08	67	86,27	79,14		76,08		94,50		74,63		80,00		94,76	92,45
biča antene II	SD	13,33	9,77	7,08	7,36		11,89		6,36		9,62		5,66		8,09	8,43
	MIN	57	56	74	69		61		90		61		76		84	74
	MAX	101	85	96	93		102		99		85		84		108	106
Ndbič	N	13	8	15	7	1	13	1	2	1	8	1	2	0	17	20
r. število	AVG	8,76	10,08	10,94	11,55		9,66		9,94		11,74		10,52		9,54	11,56
členov biča	SD	0,70	0,91	0,76	0,71		0,91		0,56		0,96		2,44		1,39	0,70
antene II	MIN	7,31	8,68	9,86	10,69		7,92		9,54		10,33		8,79		7,44	10,56
	MAX	9,95	11,21	12,57	12,56		11,38		10,33		13,31		12,24		12,12	13,52
Pe4DBL	N	15	13	15	14	2	12	1	2	2	15	3	3	0		
r. d. desnega	AVG	0,40	0,56	0,39	0,49	0,43	0,43		0,41	0,59	0,42	0,53	0,39			
pereopoda IV	SD	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02		0,02	0,09	0,05	0,06	0,00			
	MIN	0,35	0,49	0,35	0,45	0,41	0,40		0,40	0,53	0,35	0,49	0,38			
	MAX	0,43	0,62	0,44	0,53	0,44	0,47		0,43	0,65	0,51	0,60	0,39			

(se nadaljuje)

Priloga B (nadaljevanje): Osnovni statistični opis vzorcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, MIN – minimum, MAX – maksimum. Oznake vzorcev: P – Pivka, R – Rak, S_p – dotok Pivke v sotočje, S_R – dotok Raka v sotočje, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebki, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebki, * – oslički iz pretekle raziskave, ♂ – samci, ♀ – samice, r. – relativno, d. – dolžina.

	vzorec	P♂ g+	P♀ g+	R♂ g+	R♀ g+	R♂ g?	SP♂ g+	SP♀ g+	SP♂ g?	SP♀ g?	SR♂ g+	SR♀ g+	SR♂ g?	SR♀ g?	P♂*	R♂*
znak																
Pe4LBL	N	15	12	15	15	2	12	1	3	1	14	2	3	2		
r. d. levega	AVG	0,40	0,56	0,39	0,50	0,41	0,42		0,42		0,41	0,48	0,38	0,47		
pereopoda IV	SD	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02		0,02		0,05	0,02	0,01	0,02		
	MIN	0,37	0,48	0,34	0,47	0,38	0,39		0,39		0,36	0,46	0,37	0,45		
	MAX	0,44	0,61	0,43	0,54	0,43	0,46		0,44		0,50	0,50	0,39	0,49		
Pe4BL	N	15	13	15	15	2	13	1	3	2	15	3	3	2		
r. d.	AVG	0,40	0,56	0,39	0,49	0,42	0,42		0,42	0,59	0,41	0,53	0,38	0,47		
pereopoda IV	SD	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02		0,02	0,09	0,04	0,06	0,00	0,02		
	MIN	0,36	0,49	0,35	0,46	0,40	0,40		0,40	0,53	0,36	0,48	0,38	0,45		
	MAX	0,44	0,61	0,43	0,53	0,44	0,46		0,43	0,65	0,50	0,60	0,38	0,49		
Pe7DBL	N	15	13	14	15	2	10	1	2	1	11	3	3	1		
r. d. desnega	AVG	0,92	0,75	0,81	0,69	0,76	0,89		0,82		0,76	0,71	0,81			
pereopoda VII	SD	0,04	0,04	0,05	0,03	0,14	0,06		0,05		0,07	0,05	0,12			
	MIN	0,85	0,65	0,72	0,62	0,66	0,77		0,79		0,66	0,67	0,72			
	MAX	1,02	0,81	0,89	0,77	0,86	0,95		0,86		0,89	0,77	0,94			
Pe7LBL	N	14	13	14	14	1	12	2	3	1	14	2	3	0		
r. d. levega	AVG	0,90	0,75	0,82	0,68		0,89	0,60	0,78		0,71	0,67	0,81			
pereopoda VII	SD	0,04	0,04	0,04	0,03		0,03	0,12	0,07		0,20	0,02	0,12			
	MIN	0,86	0,66	0,75	0,63		0,83	0,52	0,72		0,01	0,65	0,73			
	MAX	1,02	0,81	0,90	0,76		0,93	0,68	0,86		0,88	0,68	0,94			
Pe7BL	N	15	13	15	15	2	13	2	3	1	15	3	3	1	24	22
r. d.	AVG	0,91	0,75	0,82	0,69	0,75	0,88	0,60	0,79		0,76	0,71	0,81		0,88	0,81
pereopoda VII	SD	0,04	0,04	0,04	0,03	0,16	0,05	0,12	0,07		0,07	0,05	0,12		0,04	0,04
	MIN	0,85	0,65	0,74	0,63	0,64	0,77	0,52	0,72		0,65	0,66	0,72		0,78	0,75
	MAX	1,02	0,81	0,90	0,76	0,86	0,94	0,68	0,86		0,89	0,77	0,94		0,94	0,89
Pe45DPe4D	N	15	13	15	14	2	12	1	2	2	15	3	3	0		
r. d. člana 5	AVG	0,20	0,24	0,20	0,23	0,21	0,20		0,21	0,24	0,21	0,23	0,20			
desnega	SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,00	0,01	0,02	0,01	0,00			
pereopoda IV	MIN	0,19	0,22	0,19	0,21	0,20	0,19		0,21	0,23	0,18	0,22	0,20			
	MAX	0,21	0,25	0,21	0,25	0,21	0,22		0,21	0,25	0,27	0,24	0,21			

(se nadaljuje)

Priloga B (nadaljevanje): Osnovni statistični opis vzorcev jamskega vodnega oslička (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: N – število osebkov, AVG – aritmetična sredina, SD – standardna deviacija, MIN – minimum, MAX – maksimum. Oznake vzorcev: P – Pivka, R – Rak, S_p – dotok Pivke v sotočje, S_R – dotok Raka v sotočje, g+ – genotipsko 100-% uvrščeni osebki, g? – genotipsko vprašljivo uvrščeni osebki, * – oslički iz pretekle raziskave, ♂ – samci, ♀ – samice, r. – relativno, d. – dolžina.

	vzorec	P♂ g+	P♀ g+	R♂ g+	R♀ g+	R♂ g?	SP♂ g+	SP♀ g+	SP♂ g?	SP♀ g?	SR♂ g+	SR♀ g+	SR♂ g?	SR♀ g?	P♂*	R♂*
znak																
Pe45LPe4L	N	15	12	15	15	2	12	1	3	1	14	2	3	2		
r. d. člena 5	AVG	0,20	0,24	0,20	0,23	0,21	0,20		0,20		0,21	0,22	0,20	0,24		
levega	SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01		0,01		0,01	0,01	0,00	0,01		
pereopoda IV	MIN	0,18	0,24	0,15	0,22	0,20	0,19		0,20		0,18	0,22	0,20	0,23		
	MAX	0,21	0,26	0,21	0,24	0,23	0,22		0,21		0,23	0,23	0,21	0,25		
Pe45Pe4	N	15	13	15	15	2	13	1	3	2	15	3	3	2		
r. d. člena 5	AVG	0,20	0,24	0,20	0,23	0,21	0,20		0,20	0,24	0,20	0,23		0,24		
pereopoda IV	SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01	0,01		0,01		
	MIN	0,18	0,22	0,18	0,22	0,20	0,19		0,20	0,23	0,18	0,22		0,23		
	MAX	0,21	0,26	0,21	0,24	0,22	0,22		0,21	0,25	0,22	0,24		0,25		
Pe75DPe7D	N	15	13	14	15	2	10	1	2	1	11	3	3	1		
r. d. člena 5	AVG	0,27	0,24	0,24	0,22	0,23	0,26		0,25		0,24	0,22	0,24			
desnega	SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03		0,01		0,01	0,01	0,03			
pereopoda VII	MIN	0,25	0,23	0,23	0,21	0,22	0,19		0,24		0,22	0,21	0,22			
	MAX	0,28	0,25	0,25	0,24	0,24	0,28		0,26		0,25	0,23	0,28			
Pe75LPe7L	N	14	13	14	14	1	12	2	3	1	14	2	3	0		
r. d. člena 5	AVG	0,27	0,24	0,24	0,22		0,26	0,23	0,24		0,23	0,23	0,25			
levega	SD	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	0,00	0,02		0,01	0,01	0,03			
pereopoda VII	MIN	0,25	0,22	0,22	0,22		0,25	0,23	0,23		0,23	0,23	0,23			
	MAX	0,28	0,25	0,25	0,24		0,28	0,23	0,26		0,25	0,24	0,28			
Pe75Pe7	N	15	13	15	15	2	13	2	3	1	15	5	3	1	24	22
r. d. člena 5	AVG	0,27	0,24	0,24	0,22	0,24	0,26	0,23	0,24		0,25	0,22	0,25		0,26	0,24
pereopoda VII	SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02		0,05	0,01	0,03		0,01	0,01
	MIN	0,25	0,23	0,22	0,21	0,23	0,19	0,22	0,23		0,23	0,22	0,23		0,21	0,22
	MAX	0,28	0,25	0,25	0,23	0,24	0,28	0,23	0,26		0,44	0,23	0,28		0,27	0,26

Priloga C: Rezultati Shapiro-Wilksovega testa normalnosti pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, N – število osebkov, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, r. – relativno, d. – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne vrednosti podatkov, ki niso normalno porazdeljeni ($p < 0,05$).

znak	vzorec	Pivka ♂	Pivka ♀	Rak ♂	Rak ♀
BWBL – r. širina telesa	N	15	13	15	15
	Statistic	0,97	0,96	0,97	0,94
	df	15	13	15	15
	Sig.	0,92	0,78	0,87	0,45
A2BL – r. d. antene II	N	13	8	15	7
	Statistic	0,88	0,96	0,95	0,97
	df	13	8	15	8
	Sig.	0,06	0,79	0,48	0,87
dbičdA2 – r. d. biča antene II	N	13	8	15	7
	Statistic	0,88	0,94	0,94	0,98
	df	13	8	15	7
	Sig.	0,06	0,62	0,36	0,95
Ndbič – r. število členov biča antene II	N	13	8	15	7
	Statistic	0,98	0,93	0,95	0,92
	df	13	8	15	7
	Sig.	0,95	0,51	0,48	0,49
Pe4DBL – r. d. desnega pereopoda IV	N	15	13	15	14
	Statistic	0,94	0,88	0,92	0,98
	df	15	13	15	14
	Sig.	0,44	0,06	0,16	0,99
Pe4LBL – r. d. levega pereopoda IV	N	15	12	15	15
	Statistic	0,97	0,91	0,96	0,89
	df	15	12	15	15
	Sig.	0,83	0,19	0,75	0,06
Pe45DPe4D – r. d. člena 5 desnega pereopoda IV	N	15	13	15	14
	Statistic	0,96	0,89	0,95	0,97
	df	15	13	15	14
	Sig.	0,77	0,09	0,58	0,91
Pe45LPe4L – r. d. člena 5 levega pereopoda IV	N	15	12	15	15
	Statistic	0,95	0,91	0,71	0,97
	df	15	12	15	15
	Sig.	0,58	0,22	0,00	0,88
Pe7DBL – r. d. desnega pereopoda VII	N	15	13	14	15
	Statistic	0,91	0,91	0,98	0,95
	df	15	13	14	15
	Sig.	0,15	0,16	0,97	0,57
Pe7LBL – r. d. levega pereopoda VII	N	14	13	14	14
	Statistic	0,87	0,90	0,98	0,94
	df	14	13	14	14
	Sig.	0,04	0,15	0,96	0,43
Pe75DPe7D – r. d. člena 5 desnega pereopoda VII	N	15	13	14	15
	Statistic	0,96	0,93	0,91	0,98
	df	15	13	14	15
	Sig.	0,78	0,37	0,17	0,94
Pe75LPe7L – r. d. člena 5 levega pereopoda VII	N	14	13	14	14
	Statistic	0,95	0,98	0,93	0,91
	df	14	13	14	14
	Sig.	0,51	0,98	0,36	0,16
Pe45LtšČ – število ščetin na levem pereopodu IV	N	15	12	15	15
	Statistic	0,97	0,95	0,91	0,95
	df	15	12	15	15
	Sig.	0,88	0,69	0,16	0,47

(se nadaljuje)

Priloga C (nadaljevanje): Rezultati Shapiro-Wilksovega testa normalnosti pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Simboli: ♂ – samci, ♀ – samice, N – število osebkov, df – stopinje prostosti, Sig. – statistična značilnost, r. – relativno, d. – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne vrednosti podatkov, ki niso normalno porazdeljeni ($p < 0,05$).

znak	vzorec	Pivka ♂	Pivka ♀	Rak ♂	Rak ♀
Pe45Dtšč – število ščetin na desnem pereopodu IV	N	15	13	15	13
	Statistic	0,78	0,96	0,98	0,84
	df	15	13	15	13
	Sig.	0,00	0,80	0,94	0,02
Pe75Ltšč – število ščetin na levem pereopodu VII	N	14	13	14	14
	Statistic	0,95	0,90	0,93	0,94
	df	14	13	14	14
	Sig.	0,53	0,15	0,29	0,46
Pe75Dtšč – število ščetin na desnem pereopodu VII	N	15	13	14	15
	Statistic	0,93	0,94	0,92	0,94
	df	15	13	14	15
	Sig.	0,32	0,48	0,25	0,35
raz4DL – razlika r. d. levega in desnega pereopoda IV	N	15	12	15	14
	Statistic	0,96	0,83	0,97	0,97
	df	15	12	15	14
	Sig.	0,70	0,02	0,86	0,83
raz7DL – razlika r. d. levega in desnega pereopoda VII	N	14	13	13	14
	Statistic	0,93	0,94	0,96	0,94
	df	14	13	13	14
	Sig.	0,31	0,49	0,77	0,44
raztšč4 – razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu IV	N	15	12	15	13
	Statistic	0,92	0,90	0,92	0,92
	df	15	12	15	13
	Sig.	0,17	0,16	0,18	0,28
raztšč7 – razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu VII	N	14	13	13	14
	Statistic	0,90	0,96	0,86	0,95
	df	14	13	13	14
	Sig.	0,10	0,79	0,04	0,53

Priloga D: Rezultati Leveneovega testa homogenosti varianc pri jamskem vodnem osličku (*Asellus aquaticus cavernicolus*) iz Planinske jame. Sig. – statistična značilnost, df – stopinje prostosti, r. – relativno, d. – dolžina. Krepko so napisane statistično značilne vrednosti podatkov, katerih variance niso homogene ($p < 0,05$).

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
BWBL – r. širina telesa	1,17	3	54	0,33
A2BL – r. d. antene II	0,90	3	40	0,45
dbičdA2 – r. d. biča antene II	2,57	3	39	0,07
Ndbič – r. število členov biča antene II	0,46	3	39	0,71
Pe4DBL – r. d. desnega pereopoda IV	0,25	3	53	0,86
Pe4LBL – r. d. levega pereopoda IV	0,44	3	53	0,72
Pe45DPe4D – r. d. člena 5 desnega pereopoda IV	2,45	3	53	0,07
Pe45LPe4L – r. d. člena 5 levega pereopoda IV	0,65	3	53	0,59
Pe7DBL – r. d. desnega pereopoda VII	0,96	3	53	0,42
Pe7LBL – r. d. levega pereopoda VII	0,76	3	51	0,52
Pe75DPe7D – r. d. člena 5 desnega pereopoda VII	0,64	3	53	0,59
Pe75LPe7L – r. d. člena 5 levega pereopoda VII	0,32	3	51	0,81
Pe45Ltšč – število ščetin na levem pereopodu IV	2,26	3	53	0,09
Pe45Dtšč – število ščetin na desnem pereopodu IV	3,93	3	52	0,01
Pe75Ltšč – število ščetin na levem pereopodu VII	1,84	3	51	0,15
Pe75Dtšč – število ščetin na desnem pereopodu VII	2,53	3	53	0,07
raz4DL – razlika r. d. levega in desnega pereopoda IV	0,12	3	52	0,95
raz7DL – razlika r. d. levega in desnega pereopoda VII	1,47	3	50	0,23
raztšč4 – razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu IV	1,13	3	51	0,35
raztšč7 – razlika števila ščetin na levem in desnem pereopodu VII	0,83	3	50	0,48