

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Jure JUGOVIC

**VRSTNA IN RASNA MORFOLOŠKA DIFERENCIACIJA
JAMSKIH KOZIC *Troglocaris aggr. anophthalmus* (Crustacea:
Decapoda: Atyidae) NA DINARSKEM KRASU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI – UNIVERSITY OF LJUBLJANA
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA – BIOTECHNICAL FACULTY
ODDELEK ZA BIOLOGIJO – DEPARTMENT OF BIOLOGY

Jure JUGOVIC

**VRSTNA IN RASNA MORFOLOŠKA DIFERENCIACIJA
JAMSKIH KOZIC *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (Crustacea:
Decapoda: Atyidae) NA DINARSKEM KRASU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**CAVE SHRIMPS *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (Crustacea:
Decapoda: Atyidae), SPECIES AND RACIAL MORPHOLOGICAL
DIFFERENTIATION IN THE DINARIC KARST**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2010

Doktorska disertacija je zaključek podiplomskega študija Bioloških in biotehniških znanosti (področje: biologija) na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Raziskave so bile opravljene na Katedri za zoologijo Oddelka za biologijo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani in v Jamskem laboratoriju Tular v Kranju.

Po sklepu Komisije za doktorski študij Univerze v Ljubljani je bila tema disertacije sprejeta 10. julija 2008.

Za mentorja disertacije je bil imenovan prof. dr. Boris Sket, za somentorja pa prof. dr. Andrej Blejec.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Rudi Verovnik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Boris Sket
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Andrej Blejec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Franc Janžekovič
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko,
Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 30. junij 2010

Podpisani se strinjam z objavo disertacije v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je disertacija, ki jo oddajam v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Jure Jugovic

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	591.9:591.4:595.3(043.3)=163.6
KG	<i>Troglocaris</i> / morfološka diferenciacija / morfometrija / taksonomija / <i>Proteus</i> / mladostni razvoj / multivariatna statistika / biogeografija / interakcija plen-plenilec
AV	JUGOVIC, Jure, univ. dipl. biol., prof. biol.
SA	SKET, Boris (mentor) / BLEJEC, Andrej (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2010
IN	VRSTNA IN RASNA MORFOLOŠKA DIFERENCIACIJA JAMSKIH KOZIC <i>Troglocaris</i> aggr. <i>anophthalmus</i> (Crustacea: Decapoda: Atyidae) NA DINARSKEM KRASU
TD	Doktorska disertacija
OP	XIII, 127 str., 18 pregl., 25 sl., 2 k., 4 pril., 123 vir.
IJ	sl
JI	sl / en

AI Preučevali smo morfološke značilnosti jamskih kozic rodu *Troglocaris* (Dormitzer 1853) na Dinarskem krasu, od koder so znani trije podrodovi: *Troglocaris* s. str. (*sensu* Sket in Zakšek 2009), *Spelaeocaris* (Matjašič 1956) in *Troglocaridella* (Babić 1922). Namen raziskave je bilo ugotavljanje medvrstne in znotrajvrstne morfološke raznolikosti. Poseben poudarek je bil namenjen raziskavi *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (Kollar 1848), agregatu domnevno kriptičnih taksonov, ki do sedaj še niso bili morfološko prepoznani in taksonomsko opisani. Po analizi razvoja spolnih znakov smo lahko ločili odrasle živali od mladih. Glavni razlikovalni znaki med mladimi in odraslimi samci so diferenciacija pereopodov in razvitost moškega priveska na endopoditu pleopoda II, mlade samice pa se od odraslih ločijo po oblikovanosti endopodita na pleopodu I, ki se pri odraslih distalno podaljša. Z izključitvijo mladih živali iz nadaljnjih statističnih analiz smo nekoliko zmanjšali morfološko raznolikost znotraj vzorcev molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin, in tako olajšali njihovo medsebojno ločevanje. Ugotovili smo, da se število znakov, potrebnih za ločevanje skupin, povečuje z višjo stopnjo medsebojne sorodnosti (t.j. z manjšanjem genetske razdalje), rezultati pa kažejo tudi na hkratno spreminjanje večjega števila znakov. Zaradi izrazitosti spolnega dimorfizma je ločevanje filogenetskih skupin spolno mešanih vzorcev oteženo. Na podlagi analize razvoja spolnih znakov ter podrobne morfometrije z uporabo univariatne in multivariatne statistične analize, smo ocenili taksonomske znake na novi osnovi, za podrod *Troglocaris* s. str. pa pripravili določevalni ključ. Morfometrična analiza znakov na kljuncu jamskih kozic *Troglocaris* je pokazala na visoko stopnjo povezanosti s prisotnostjo močerila *Proteus anguinus* Laurenti 1768, ki se prehranjuje tudi z jamskimi kozicami. Podaljšan kljunec, povečano število zobcev in ukrivljenost kljunca pri kozicah na lokalitetah, kjer je prisoten plenilec, kažejo na obrambno vlogo kljunca, ki bi lahko zmanjševal uspešnost plenilca. Tak zaključek delno potrjuje tudi opazovanje prehranjevalnega vedenja močerila v laboratorijskem poskusu.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
 DC 591.9:591.4:595.3(043.3)=163.6
 CX *Troglocaris* / morfological differentiation / morphometrics / taxonomy / *Proteus* / juvenile development / multivariate statistics / biogeography / predator-prey interaction
 AU JUGOVIC, Jure
 AA SKET, Boris (supervisor) / BLEJEC, Andrej (co-advisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
 PY 2010
 TI CAVE SHRIMPS *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Atyidae), SPECIES AND RACIAL MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION IN THE DINARIC KARST
 DT Doctoral Dissertation
 NO XIII, 127 p., 18 tabl., 25 fig., 2 maps, 4 ann., 123 ref.
 LA sl
 AL sl / en

AB The present dissertation deals with morphological characterization of cave dwelling shrimps of the genus *Troglocaris* (Dormitzer 1853) in the Dinaric karst, where three subgenera are present: *Troglocaris* s. str. (*sensu* Sket et Zakšek 2009), *Spelaeocaris* (Matjašič 1956) and *Troglocaridella* (Babić 1922). The intention was to evaluate of their inter- and intraspecific morphological variability, with special stress upon *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (Kollar 1848), the aggregate of supposedly cryptic taxa belonging to the *Troglocaris* s. str., which had not been previously morphologically identified and described. The analysis of the juvenile development of sexual characters enable the distinction between the juveniles and the adults. In comparison to juvenile males, adult males have differentiated pereopods and well developed *appendix masculina* on pleopod II endopodite. In females, adult and juvenile females have differently shaped pleopod I endopodite (elongated in adult females distally). With the exclusion of juvenile specimens from further statistical analyses we were able to decrease overall high morphological variability within the samples and alleviate morphological distinction among phylogenetic groups. We have ascertained that the number of morphological characters required for the separation of phylogenetic groups is raising inversely proportioned with the genetic distance among them. Because of the well expressed sexual dimorphism, the separation of phylogenetic groups of males and females combined was difficult. Results of the analysis of juvenile development of sexual characters, and of the detailed morphometry with use of univariate and multivariate statistic analyses enable us to evaluate taxonomic characters of the Dinaric taxa of cave shrimps. For *Troglocaris* s. str., we have prepared a determination key to the phylogenetic groups. Morphometric analysis of characters of shrimp's rostrum showed high correlation with the presence of cave salamander *Proteus anguinus* Laurenti 1768, one of the shrimps' major predator. Elongated rostrum, increased number of teeth and upwards curvature of the rostrum in shrimps living in presence of *Proteus anguinus* show that these structures might represent a defence mechanism against cave salamanders. The same conclusion was partly supported also by the observation of *Proteus*' feeding behaviour in a laboratory experiment.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO KART	XII
KAZALO PRILOG	XII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 PREGLED SISTEMATIKE IN RAZŠIRJENOSTI JAMSKIH KOZIC RODU <i>Troglocaris</i>	3
2.2 POMEN RAZISKAV MLADOSTNEGA RAZVOJA IN SPOLNEGA DIMORFIZMA V SISTEMATIKI	7
2.3 OBRAMBA PRED PREDACIJO IN POSLEDICE VISOKE ZNOTRAJVRSTNE RAZNOLIKOSTI ZA TAKSONOMIJO	9
2.4 ANALIZA MORFOLOŠKE DIFERENCIACIJE	10
2.4.1 Filogenetska analiza kot osnova za študij morfološke diferenciacije	10
2.4.2 Tehnike analize morfološke diferenciacije	10
3 MATERIAL IN METODE DE LA	11
3.1 IZBOR VZORCEV IN MORFOLOŠKIH ZNAKOV	11
3.1.1 Izbor vzorcev	11
3.1.2 Izbor morfometričnih znakov	16
3.2 PRIPRAVA ŽIVALI IN MERITVE	16
3.3 PRIPRAVA RISB IN ZEMLJEVIDOV	21
3.4 STATISTIČNA ANALIZA	21
3.4.1 Univariatne statistične metode	22
3.4.2 Multivariatne statistične metode	23
3.5 UČINKOVITOST PREHRANJEVANJA MOČERILA <i>Proteus anguinus</i> Z JAMSKIMI KOZICAMI <i>Troglocaris</i>	25
3.6 MORFOLOŠKI OPIS MOLEKULSKO UGOTOVLJENIH FILOGENETSKIH SKUPIN PODRODU <i>Troglocaris</i> s.str.	27
3.6.1 Priprava določevalnega ključa	27
4 REZULTATI	28
4.1 MLADOSTNI RAZVOJ SPOLNIH ZNAKOV PRI RODU <i>Troglocaris</i>	28
4.1.1 Razvoj spolnih znakov pri samcih <i>Troglocaris</i> s. str.	28
4.1.2 Razvoj spolnih znakov pri samicah <i>Troglocaris</i> s. str.	35
4.1.3 Razvoj spolnih znakov pri podrodovih <i>Spelaecaris</i> in <i>Troglocaridella</i>	37
4.2 VZOREC RAZŠIRJENOSTI JAMSKIH KOZIC <i>Troglocaris</i> S KRATKIM IN DOLGIM KLJUNCEM	39
4.2.1 Morfometrična analiza dolžine kljunca pri <i>Troglocaris</i> s. str. ob upoštevanju prisotnosti močerila (<i>Proteus anguinus</i>)	39
4.2.2 Učinkovitost prehranjevanja močerila (<i>Proteus anguinus</i>) z jamskimi kozicami <i>Troglocaris</i> s. str.	47

4.2.3	Analiza raznolikosti kljunca znotraj molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin <i>Troglocaris</i> s. str.	48
4.3	ŠTUDIJA MORFOLOŠKIH RAZLIK MED MOLEKULSKO UGOTOVLJENIMI FILOGENETSKIMI SKUPINAMI IN MOŽNIMI TAKSONI RODU <i>Troglocaris</i>	50
4.3.1	Morfološka primerjava molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin iz vseh treh dinarskih podrodov jamskih kozic <i>Troglocaris</i>	50
4.3.1.1	Identifikacija štirih vrst v podrodu <i>Spelaeocaris</i>	50
4.3.1.2	Priprava matrik za diskriminacijske analize	51
4.3.1.3	Diskriminacijska analiza samcev (DFA 1)	52
4.3.1.4	Diskriminacijska analiza samic (DFA 2)	55
4.3.1.5	Diskriminacijska analiza samcev in samic (DFA 3)	57
4.3.1.6	Znaki, ki smo jih izključili iz diskriminacijskih analiz DFA 1–3	62
4.3.1.7	Analiza kopičenja	62
4.3.2	Morfološka primerjava filogenetskih skupin znotraj podrodu <i>Troglocaris</i> s. str.	63
4.3.2.1	Diskriminacijska analiza samcev (DFA 4)	63
4.3.2.2	Diskriminacijska analiza samic (DFA 5, DFA 6)	66
4.3.2.3	Diskriminacijska analiza samcev in samic (DFA 7)	70
4.3.2.4	Znaki, ki smo jih izključili iz diskriminacijskih analiz DFA 4–7	75
4.3.3	Morfološki opis filogenetskih skupin v podrodu <i>Troglocaris</i> s. str.	75
4.3.4	Določevalni ključ do filogenetskih skupin in taksonov podrodu <i>Troglocaris</i> s. str.	92
4.3.4.1	Določevalni ključ	95
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	96
5.1	RAZPRAVA	96
5.1.1	Razvoj spolnih znakov	96
5.1.2	Vzorec razširjenosti jamskih kozic <i>Troglocaris</i> s kratkim in dolgim kljuncem	99
5.1.2.1	Možni vzroki za visoko pozitivno korelacijo med dolžinama kljunca in koša pri <i>Troglocaris</i> s. str. ter prisotnostjo močerila (<i>Proteus anguinus</i>)	100
5.1.2.2	Učinkovitost prehranjevanja močerila <i>Proteus anguinus</i> z jamskimi kozicami <i>Troglocaris</i>	102
5.1.2.3	Uporabnost kljunca v sistematiki rodu <i>Troglocaris</i>	103
5.1.3	Študija morfoloških razlik med molekulsko ugotovljenimi filogenetskimi skupinami dinarskih jamskih kozic <i>Troglocaris</i>	104
5.1.3.1	Identifikacija vrst podrodu <i>Spelaeocaris</i> ter raznolikost in razlike med analiziranimi taksoni in filogenetskimi skupinami rodu <i>Troglocaris</i>	104
5.1.3.2	Uporabnost rezultatov v sistematiki in taksonomiji	108
5.2	SKLEPI	113
6	POVZETEK (SUMMARY)	114
6.1	POVZETEK	114
6.2	SUMMARY	116
7	VIRI	118
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1A. Seznam vzorcev jamskih kozic podrodu <i>Troglocaris</i> s. str. V – zaporedna številka vzorca; Sp/Ph – vrsta/molekulska ugotovljena filogenetska skupina; OP – očesni pigment (“+”, kadar večina živali v vzorcu z OP); OV – oznaka vzorca; samci/samice – število pregledanih samcev/samic.	14
Preglednica 1B. Seznam vzorcev jamskih kozic podrodov <i>Troglocaridella</i> in <i>Spelaecaris</i> . V – zaporedna številka vzorca; P – prisotnost moččila <i>Proteus anguinus</i> (“+” – prisoten; “-” – odsoten; “#” – prisotnost možna, a neznana); OV – oznaka vzorca; samci/samice – število pregledanih samcev/samic.	15
Preglednica 2. Seznam 120 morfometričnih znakov (MC), 17 številskih štetih (velike tiskane črke, pisane v poševnem formatu) in 103 razmerja (male tiskane črke, pisane v krepkem in poševnem formatu), analiziranih pri jamskih kozicah <i>Troglocaris</i> . Formule razmerij vsebujejo osnovne znake, katerih način meritev je prikazan na slikah 1A in 1B. Pri številskih štetih znakih je dodan kratek opis znaka. “*” – znak, analiziran le pri samcih.	17
Preglednica 3. Pearsonove korelacije med dolžino koša (CL) in šestimi razmerji, uporabljenimi v DFA 2, pri 169 samcih in 6 živalih nedoločenega spola jamskih kozic podrodu <i>Troglocaris</i> s. str. iz šestih molekulska ugotovljenih filogenetskih skupin. Seznam razmerij je v Prilogi A.	30
Preglednica 4. Korelacije znakov (MC) z obema diskriminacijskima funkcijama v DFA 1 in DFA 2 pri samcih jamskih kozic podrodu <i>Troglocaris</i> s. str. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina; Am – moški privesek; Ai – notranji privesek; pp – pereopod; plp – pleopod. Seznam znakov je v Prilogi A3.	32
Preglednica 5. Analiza spolnega dimorfizma in razlik med skupinama kozic <i>Troglocaris</i> s. str. glede na prisotnost/odsotnost moččila. Rezultati so prikazani za pet filogenetskih skupin podrodu skupaj (manjka le <i>T. (T.) bosnica</i> , gl. “Vse filog. skupine”) in ločeno za tri filogenetske skupine (W-Slo, E-Slo, Adriatic). Za analizo smo šest osnovnih znakov in štiri razmerja testirali z dvosmernim Kolmogorov–Smirnov testom za dva neodvisna vzorca. MC – morfometrični znak, Z – vrednost Kolmogorov–Smirnov testa, nadpisano so dodana števila živali v vsaki od obeh primerjanih skupin: za spolni dimorfizem, število samcev/samic; za testiranje razlik glede na prisotnost moččila, število živali z lokalitet, kjer živijo kozice sintopo ali alopatrično z moččilom). Krepko so označene statistično značilne razlike ($p < 0.05$), poševno z velikimi tiskanimi črkami so pisani številski šteti znaki, krepko in poševno z malimi tiskanimi črkami so pisana razmerja. Seznam znakov in prikaz načina meritev je v Prilogah B1 in B2.	40
Preglednica 6. Seznam lokalitet jamskih kozic <i>T. aggr. anophthalmus</i> in <i>T. (T.) bosnica</i> s podatki o prisotnosti moččila <i>Proteus anguinus</i> z istih lokalitet. V – številka vzorca (podatki v oklepajih in vzorci 80–92 povzeti po Fabjan 2001); Ph – molekulska ugotovljena filogenetska skupina (Zakšek in sod 2009): W – W-Slo, S – Soča, E – E-Slo, A – Adriatic, I – Istra, B – <i>T. (T.) bosnica</i> (označena z “*”). Določitev skupin je narejena na podlagi molekulskih in/ali geografskih podatkih, kjer je negotova, smo dodali piko (“●”). P – prisotnost ali verjetna odsotnost (+/-) moččila <i>Proteus anguinus</i> ; M – število analiziranih samcev (odraslih/juvenilnih); F – število analiziranih samic (odraslih/juvenilnih); N_{rel} – število živali vključenih v analizo relativne dolžine kljunca; rel_{AVG} – povprečna vrednost rel v vzorcu; G/O – skupina določena glede na rel_{AVG} (gl. Sliko 10), s številom živali uvrščenih izven skupine, kjer S in L označujeta kratek in dolg kljunec (meja med skupinama: $S < 43 \% \leq L$); “+”, “-” in “#” označujejo moččilovo prisotnost, verjetno odsotnost in negotovo prisotnost.	43
Preglednica 7. Meritve časa (v sekundah) od trenutka moččilovega stika s kozico do trenutka, ko je moččil kozico pogoltnil. Rezultati so prikazani za dva osebka moččila ločeno za dolgokljune in kratkokljune kozice. $\mu \pm SD$: povprečna vrednost $\pm$ standardna deviacija; N: število kozic.	47
Preglednica 8. Rezultati diskriminacijske analize 1; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami.	53

- Preglednica 9.** Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 1 (DFA 1). V DFA 1 je bilo vključenih 154 v osem filogenetskih skupin rodu *Troglocaris* vključenih samcev skupaj s šestimi neuvrščenimi samci. Uporabljenih je bilo 46 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 53
- Preglednica 10.** Rezultati diskriminacijske analize 2; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami. 55
- Preglednica 11.** Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 2 (DFA 2). V DFA 2 je bilo vključenih 261 v enajst filogenetskih skupin rodu *Troglocaris* vključenih samic. Uporabljenih je bilo 46 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 57
- Preglednica 12.** Rezultati diskriminacijske analize 3; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami. 58
- Preglednica 13.** Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 3 (DFA 3). V DFA 3 je bilo vključenih 154 samcev in 261 samic, vključenih v enajst filogenetskih skupin rodu *Troglocaris*. Uporabljenih je bilo 38 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 58
- Preglednica 14.** Rezultati diskriminacijske analize 160 samcev jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih filogenetskih skupin z upoštevanimi 34 (osnovna DFA) in 15 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani *poševno*. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 65
- Preglednica 15.** Rezultati diskriminacijske analize 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih filogenetskih skupin z upoštevanimi 38 (osnovna DFA) in 20 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) s prvimi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani *poševno*. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 67
- Preglednica 16.** Rezultati diskriminacijske analize 275 samic jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih filogenetskih skupin z upoštevanimi 33 (osnovna DFA) in 11 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani *poševno*. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 69
- Preglednica 17.** Rezultati diskriminacijske analize 160 samcev in 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih filogenetskih skupin z upoštevanimi 22 (osnovna DFA) in 17 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi petimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani *poševno*. Seznam znakov s pojasnilom okrajšav je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina. 72
- Preglednica 18.** Izbor najbolj diskriminativnih številskih štetih, opisnih in dihotomnih morfoloških znakov in njihovih razmerij pri ločevanju štirih filogenetskih skupin *T. aggr. anophthalmus* in *T. bosnica*. Okrajšave, simboli: “+”: prisoten; “-”: odsoten; “*”: podatki samo za samce; M: samci; F: samice. Števila za dvopičji predstavljajo velikost vzorca. Pojasnilo vrednosti, uporabljenih pri razmerjih (R): zgornja vrstica, povprečna vrednost $\pm$ standardni odklon (število živali); spodnja vrstica, [minimum, 12. centil, 88. centil, maksimum]. 93

KAZALO SLIK

- Slika 1A.** Sheme telesnih regij in struktur jamskih kozic *Troglocaris* s prikazom načina meritve (meritvene točke označene s pikami). Regije in strukture: B1 – koš s pleonom; B2 – dorzalni del koša; AN1 – antena I; AN2 – antena II; TEL – telzon; U – uropod; MX1 – maksila I; MXP3 – maksilipedij III. Vrednost znaka ROZ je pozitivna (kot na B1) ali negativna (kot na B2). Oznake osnovnih znakov so enake kot v Preglednici 2. Dolžina meril: 1 mm. 19
- Slika 1B.** Sheme telesnih regij in struktur jamskih kozic *Troglocaris* s prikazom načina meritve (meritvene točke označene s pikami). Regije in strukture: PR1 – pereopod I (meritvene točke enake za pereopod II); PR3 – pereopod III; PR5 – pereopod V; PL1 – pleopod I; PL2 – pleopod II. Kadar so strukture spolno dimorfne, je način merjenja prikazan tudi za samice (f). Oznake osnovnih znakov so enake kot v Preglednici 2. Dolžina meril: 1 mm. 20
- Slika 2.** Postavitev poskusa, v katerem smo opazovali prehranjevanje močerila z jamskimi kozicami. Vsakemu od obeh plenilcev smo ponudili po eno kratko– in eno dolgokljuno kozico (obkrožene z elipso). Požrte kozice smo enkrat dnevno nadomeščali. Dno levega akvarija je označeno s pravokotnikom. 26
- Slika 3.** Projekcija simbolov za 49 živali (43 različno starih samcev in 6 živali nedoločenega spola) jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz Kačne jame na prvi dve glavni komponenti (PC 1, PC 2), z upoštevanjem 13 znakov. U – juvenilne živali nedoločenega spola (t.j. brez *Am*); A – juvenilni samci s šibko razvitim *Am*; B – odrasli samci (dobro razvit *Am*). Seznam uporabljenih znakov je v Prilogi A3. 29
- Slika 4.** Projekciji diskriminacijskih analiz (DFA) vzdolž prvih dveh diskriminacijskih funkcij (DF 1, DF 2), (a) v DFA 1 pri v starostne skupine vnaprej uvrščenih 49 živalih jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. iz Kačne jame, skupaj s 141 nevrščenimi samci iz drugih vzorcev, z upoštevanimi 4 znaki (pr3tp, p3d, pl1enex, pl2amen); in (b) v ponovitvi DFA 2, kjer je vseh 190 živali vnaprej uvrščenih v eno od starostnih skupin, z upoštevanjem 6 znakov (pr3p, pr3tp, p3d, pl2amen, pl2aien, pl2amai). U – juvenilne živali nedoločenega spola (t.j. brez *Am*); A – juvenilni samci s šibko razvitim *Am*; B – odrasli samci (dobro razvit *Am*). Pojasnilo h kraticam znakov je v Prilogi A3. 31
- Slika 5.** Razseвна grafa, ki prikazujeta vrednosti osnovnih znakov iz dveh razmerij (pr3tp, pl2amen) za živali (samce in juvenilne živali nedoločenega spola) jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str., ki zadoščata za ločevanje treh starostnih skupin. Pojasnilo h kraticam znakov je v Preglednici A. 32
- Slika 6.** Razvoj členov 6 (propodi) in 7 (daktili) na pereopodih III in V (ppIII, ppV), endopoditov na pleopodih I (plpI) in moškega priveska (*appendix masculina*, *Am*) ter notranjega priveska (*appendix interna*, *Ai*) na pleopodih II (plpII), pri samcih in živalih nedoločenega spola jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz Kačne jame. Razvoj je prikazan po zaporednih starostnih skupinah, s prikazom raznolikosti znotraj starostnih skupin A in B (A₁–A₃; B₁–B₂). V starostni skupini U so najmanjše živali nedoločenega spola (verjetnost, da so samci, je približno 1:3). Dolžine koša (v mm): U, 5.1; A₁, 5.7; A₂, 6.3; A₃, 6.6; B₁, 7.5; B₂, 7.8. Uporabljeni sta dve povečavi, označeni z “*” in “+”. 34
- Slika 7.** Endopodit prvega pleopoda pri (a) juvenilnih (dolžina koša, CL: 5.1 mm), (b) odraslih neovigerih (CL: 7.4 mm) in (c) ovigerih (CL: 7.3 mm) samicah jamskih kozic *Troglocaris* s. str. Pri ovigerih samicah se število in dolžina set na endo– in eksopoditu močno povečata. *Ai*: glede na namestitev distalni podaljšek na endopoditu verjetno predstavlja notranji privesek (*appendix interna*, *Ai*?), ki je lahko (c) le podaljšan, ali (b) podaljšan in zavrt. 36

- Slika 8.** Distalna člena (propod, 6. člen, in daktil, 7. člen) pereopodov III (ppIII) in moški privesek (*appendix masculina*) na pleopodih II (plpII) pri samcih jamskih kozic *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) *prasence* (Spr), *T. (S.) kapelana* (Ska), in juvenilnim (jSne) ter verjetno odraslim (Sne) *T. (S.) neglecta*. Medtem ko smo gotovi v odraslost prikazanega *T. (S.) prasence*, za *T. (S.) neglecta* (Sne) in *T. (S.) kapelana* (Ska) (popolna) odraslost ni gotova zaradi majhnega vzorca. Dolžine koša, CL (v mm): jSne – 5.7; Sne – 6.3; Ska – 8.5; Spr – 7.7. 38
- Slika 9.** Skladnost relativne dolžine kljunca (*rcl*) v šestih molekulsko ugotovljenih filogenetkih skupinah jamskih kozic *Troglocaris* s. str. s prisotnostjo močerila *Proteus*. Osamelci (posamezne živali) so označeni s praznimi krogi. Velikost skupin (število živali) glede na prisotnost/verjetno odsotnost močerila: W-Slo 115/46; E-Slo 66/76; Adriatic 49/34; Soča 20/7; Istra 4/–; *T. bosnica* 13/–. 42
- Slika 10.** Geografsko ujemanje relativne dolžine kljunca pri jamskih kozicah *Troglocaris* s. str. s prisotnostjo močerila *Proteus anguinus*. Zaporedne številke vzorcev so enake kot v Preglednici 1A, sivi krogi (“●”) prikazujejo prisotnost močerila, znaka “+” in “◆” pa vzorce jamskih kozic s povprečji relativne dolžine kljunca (*rcl* = RO/CL) nad in pod 43 %. Zvezdica (“*”) označuje vzorca *T. (T.) bosnica*. SLO – Slovenija; I – Italija; CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina. 46
- Slika 11.** Primeri kljuncev iz nekaterih populacij jamskih kozic *Troglocaris* s. str. ob verjetni odsotnosti (levi stolpec) ali prisotnosti (desni stolpec) močerila *Proteus anguinus* na istih lokalitetah. Primeri so izbrani tako, da bi najbolje predstavili razpon raznolikosti oblike in dolžine kljunca v vseh filogenetskih skupinah. Živali so označeni z okrajšavami vzorcev (Preglednica 1A) in okrajšavo za spol (m – samci; f – samice). Čeprav je verjetna, prisotnost močerila na lokalitetah SI-ČR in HR-FU ni potrjena. 49
- Slika 12.** Raznolikost relativne dolžine kljunca (*rcl*) pri štirih vrstah jamskih kozic iz podrodu *Spelaeocaris*. RO – dolžina kljunca, CL – dolžina koša. Število pregledanih samic/samcev: *T. (S.) neglecta* – 8/2; *T. (S.) pretneri* – 25/7; *T. (S.) prasence* – 15/6; *T. (S.) kapelana* – 4/1. 51
- Slika 13. (a)** Projekcija diskriminacijske analize 154 samcev jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v osem molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 46 znakov. Naknadno smo mapirali še simbole za šest samcev (polno obarvani znaki; gl. besedilo); centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso. 54
- Slika 14. (a)** Projekcija diskriminacijske analize 261 samic jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v enajst molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 46 znakov; centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso. 56
- Slika 15. (a)** Projekcija diskriminacijske analize 156 samcev in 261 samic jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v enajst molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 38 znakov; centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso. 59
- Slika 16.** Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja znakov za filogenetske skupine treh podrodov *Troglocaris*, ki najbolj korelirajo s prvima dvema diskriminantnima funkcijama (DF 1, DF 2) v DFA 3. Oznake razmerij so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1. 60
- Slika 17.** Dendrogram podobnosti (Evklidska razdalja, Wardova metoda) 11 filogenetskih skupin (156 samcev in 261 samic) iz treh podrodov jamskih kozic *Troglocaris* s. l. Uporabljenih je 38 spolno nedimorfni znakov. 63

- Slika 18.** Projekcija diskriminacijske analize 160 samcev jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na vse štiri DF. Uporabljenih je bilo 34 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali. 64
- Slika 19.** Projekcija diskriminacijske analize 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prve štiri DF. Uporabljeno je bilo 38 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali. 66
- Slika 20.** Projekcija diskriminacijske analize 275 samic jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih (brez *T. (T.) bosnica*) molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prve štiri DF. Uporabljeno je bilo 33 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali. 68
- Slika 21. (a)** Projekcija diskriminacijske analize 160 samcev in 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prvi dve diskriminacijski funkciji. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na DF 1, DF 2 in DF 3 ter **(c)** DF 3, DF 4 in DF 5. Uporabljenih je bilo 22 morfometričnih znakov. Centroidi skupin so označeni črno. 71
- Slika 22.** Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja za izbor znakov, ki najboljše ločujejo šest filogenetskih skupin samcev in samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. Oznake razmerij so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1. 73
- Slika 23.** *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: B, telo, okončine (razen anten I–II in uropodov) odstranjene, lateralno; Tel, telzon, dorzalno; Plp I, levi pleopod I; Plp II, levi pleopod II; A I, leva antena I; A II, leva antena II. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Plp I (f), levi pleopod I, Plp II (f), levi pleopod II. *Ai*, *appendix interna*; *Am*, *appendix masculina*. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice. 78
- Slika 24.** *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: Mxp II, levi maksilipedij II; Mxp III, levi maksilipedij III. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Md, leva mandibula: fro – frontalno, lat – lateralno; Mx I, leva maksila I, Mx II, leva maksila II, Mxp I, levi maksilipedij I. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice. 80
- Slika 25.** *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: Pp I, levi pereopod I; Pp II, levi pereopod II; Pp III, levi pereopod III; Pp V, levi pereopod V; U, levi uropod. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Pp III (f), distalni del (člena 6 in 7) levega pereopoda III; Pp I fin, namestitev set (lateralni pogled) na premičnrm (m) in nepremičnem (i) prstu pereopoda I (velja za pereopod I in II) (povečava dorzalno). 3 – člen 3. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice. 82

KAZALO KART

- Karta 1.** Geografski položaj mest, s katerih smo morfološko analizirali vzorce jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. iz šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na področju Dinarskega krasa (I – Italija; SLO – Slovenija; CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina). *T. a. i.: Troglocaris anophthalmus intermedia*. Seznam vzorcev 1–79 je v Preglednici 1A in Prilogi C1.1; za vzorce 80–92 gl. Preglednico 6. 12
- Karta 2.** Geografski položaj mest, s katerih smo morfološko analizirali vzorce jamskih kozic podrodov *Spelaecaris* (večja karta) in *Troglocaridella* (v izseku) na področju Dinarskega krasa (CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina; MTE – Črna Gora). Seznam vzorcev je v Preglednici 1B in Prilogi C1.2. 13

KAZALO PRILOG

- Priloga A.** Dozorevanje spolnih znakov.
- Priloga B.** Vzorec razširjenosti jamskih kozic *Troglocaris* s kratkim in dolgim kljuncem.
- Priloga C.** Morfološka primerjava molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin.
- Priloga D.** Seznam lokalitet in živali z vavčerskimi številkami, analiziranimi v disertaciji.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Seznam imen taksonov/molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin s pojasnilom:

Troglocaris s. l. g. *Troglocaris*
Troglocaris s. str. *Troglocaris* sg. *Troglocaris*
Troglocaris aggr. *anophthalmus* *Troglocaris* sg. *Troglocaris* excl. *T. (T.) bosnica* Sket in Zakšek 2009:

- Vzhodna Slovenija = East (E) Slovenia = E-Slo:
 - Dolenjska = E-Slo1 = *T. (T.) anophthalmus anophthalmus* (Kollar 1848)
 - Bela Krajina = E-Slo2
 - Mikašiničeva pečina = *Troglocaris (T.) anophthalmus intermedia* Babič 1922
- Zahodna Slovenija = West (W) Slovenia = W-Slo = *T. (T.) anophthalmus planinensis* Birštejn 1948 = *T. (T.) planinensis* Birštejn 1948 *sensu* Sket in Zakšek 2009
- Adriatic
- Soča
- Istra

Za taksonne iz podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* smo uporabljali veljavna imena.

Okrajšave telesnih struktur:

CL dolžina koša (carapace length)

Ai *appendix interna* (notranji privesek na endopoditu pleopodov I–V)

Am *appendix masculina* (moški privesek na endopoditu pleopoda II, značilen za samce)

Somiti in okončine označeni z rimskimi številkami.

Členi okončin označeni z arabskimi številkami: člen 1 – koks; člen 2 – baza; člen 3 – ishium; člen 4 – merus; člen 5 – karpus; člen 6 – propod; člen 7 – daktil.

Imena setalnih tipov (gl. **4.3.3 Morfološki opis filogenetskih skupin v podrodu *Troglocaris* s. str.**) povzeta po Felgenhauer, 1992 (str. 23: Figure 11), gl. tudi Anastasiadou in sod. (2006).

Pojasnilo formule za število zobcev na kljuncu:

$X+Y/Z$ število zobcev na kljuncu dorzalno pred očmi + število zobcev na košu
za očmi/število zobcev na kljuncu ventralno

Simboli morfometričnih znakov (gl. Preglednico 2 in Prilogi A3 ter B2):

-številski merjeni (metrični) znaki pisani z velikim tiskanim besedilom;

-številski šteti znaki pisani z velikim tiskanim besedilom, poševno;

-razmerja pisana z malim tiskanim besedilom, poševno in krepko.

Statistična analiza:

CA hierarhična metoda razvrščanja v skupine; analiza kopičenja (Cluster Analysis)

DFA diskriminacijska analiza (Discriminant Function Analysis)

max maksimum

min minimum

MST drevo najmanjšega razvejanja (Minimum Spanning Tree)

N število

OTU operativna taksonomska enota (Operational Taxonomic Unit)

PCA metoda glavnih komponent (Principal Component Analysis)

SD standardna deviacija

1 UVOD

Taksonomija jamskih kozic znotraj rodu *Troglocaris* (Crustacea: Decapoda: Atyidae), kot jo poznamo danes (Sket in Zakšek 2009) je bila dolgo časa uganka za mnoge raziskovalce (Kollar 1848; Babić 1922; Bouvier 1925; Sadovsky 1930; Fage 1937; Birštejn 1939, 1948; Matjašič 1956a, b; Gottstein Matočec 2003). Sket in Zakšek (2009) sta na podlagi molekulskih filogenetskih raziskav na novo diagnosticirala rod *Troglocaris* in ga razdelila na štiri podrodove (Priloga B5). Danes znani taksoni oziroma molekulske podprte skupine (v nadaljevanju filogenetske skupine) jamskih kozic *Troglocaris* s področja Dinarskega krasa pripadajo trem podrodovom:

(1) *Troglocaris* sg. *Troglocaris* Dormitzer 1853

- T. (T.) anophthalmus anophthalmus* (Kollar 1848) (= E-Slo1 Zakšek in sod. 2009),
- T. (T.) anophthalmus intermedia* Babić 1922,
- T. (T.) planinensis* Birštejn 1948 *sensu* Sket in Zakšek 2009,
- T. (T.) bosnica* Sket in Zakšek 2009.

Poleg teh so rezultati molekulskih filogenetskih raziskav pokazali na obstoj dodatnih skupin, ki so bile poimenovane po svoji razširjenosti:

- T. (T.) anophthalmus* – Adriatic Zakšek in sod. 2007,
- T. (T.) anophthalmus* – Soča Zakšek in sod. 2009,
- T. (T.) anophthalmus* – Istra Zakšek in sod. 2009,
- T. (T.) anophthalmus* – Bela Krajina Zakšek in sod. 2007 (= E-Slo2 Zakšek in sod. 2009).

Z izjemo *T. (T.) bosnica*, zgoraj omenjene skupine sestavljajo *T. aggr. anophthalmus*.

(2) *Troglocaris* sg. *Spelaeocaris* Matjašič 1956

- T. (S.) pretneri* (Matjašič 1956),
- T. (S.) prasence* Sket in Zakšek 2009,
- T. (S.) neglecta* Sket in Zakšek 2009,
- T. (S.) kapelana* Sket in Zakšek 2009.

Poleg teh je bila ugotovljena še ena, za zdaj nepoimenovana in neopisana vrsta (*T. n. sp. 3_Suvaja3*, gl. Zakšek in sod., 2007) iz Suvaje pečine (Bosna in Hercegovina).

(3) *Troglocaris* sg. *Troglocaridella* (Babić 1922), z edino znano vrsto

- T. (T.) hercegovinensis* (Babić 1922).

Poleg teh, na Dinarskem krasu razširjenih podrodov, poznamo še podrod *Xiphocaridinella* Sadovskij 1930, razširjen na kavkaškem krasu v Gruziji in kavkaškem delu Rusije (Sadovskij, 1930; Birštejn, 1939; Mugev in sod., 2001). V jamah južne Francije je razširjen monotipski rod *Gallocaris* Sket in Zakšek 2009, z vrsto *G. inermis* (Fage 1937), ki so ga pred revizijo (Sket in Zakšek 2009) ravno tako vključevali v rod *Troglocaris*.

Rezultati molekulskih filogenetskih raziskav so bili za dinarske taksone že potrjeni tudi morfološko, na nivoju podrodov, kot tudi za samce na nivoju vrst v podrodovih *Spelaeocaris* (razen ene, še nepoimenovane vrste: *T. n. sp. 3_Suvaja3*, gl. Zakšek in sod., 2007) in *Troglocaridella*. Znotraj podrodu *Troglocaris* je bila po reviziji opisana le ena

vrsta, *T. (T.) bosnica*, ostale filogenetske skupine pa morfološko še niso bile prepoznane. Razlog za to gre najbrž iskati v veliki morfološki podobnosti skupin, kot tudi visoki stopnji raznolikosti znotraj njih.

Ker so o visoki stopnji morfološke raznolikosti rodu *Troglocaris* že poročali (npr. Bouvier, 1925), smo za analizo raziskav izbrali multivariatne statistične metode, ki so primerne za raziskave ozko sorodnih, morfološko podobnih taksonov (gl. npr. Schlick Steiner in sod., 2006; Derycke in sod., 2008; gl. tudi Garcia Muñoz in sod., 2009). Kot osnovno metodo raziskovanja smo izbrali diskriminacijsko analizo, ki do sedaj za ločevanje filogenetskih skupin v rodu *Troglocaris* še ni bila uporabljena. Najprej smo skušali zmanjšati morfološko raznolikost vzorcev, tako da smo poiskali morfološke znake, ki ločujejo juvenilne živali od odraslih in le odrasle živali vključili v diskriminacijske analize. Za ločevanje starostnih skupin so se izkazali za uporabne predvsem sekundarni spolni znaki. Pred diskriminacijskimi analizami smo se na podlagi rezultatov raziskave spolnega dimorfizma tudi odločili, kdaj in za katere znake je mogoče združiti oba spola.

Preverili smo tudi stopnjo ujemanja rezultatov naših morfometričnih raziskav z rezultati molekularnih filogenetskih študij (Zakšek in sod., 2007; Sket in Zakšek, 2009; Zakšek in sod., 2009). Pri tem smo ugotovili, da stanja nekaterih znakov niso skladna s filogenetskimi podatki, a vseeno kažejo jasne vzorce geografske razširjenosti, za katere smo našli možno razlago.

Na osnovi rezultatov molekularnih analiz jamskih kozic (Zakšek in sod., 2007, 2009; Sket in Zakšek, 2009) je treba na novo vzpostaviti taksonomijo rodu *Troglocaris* tudi na morfološki osnovi. Glede na dosedanje raziskave jamskih kozic smo postavili naslednje delovne hipoteze:

- Gensko različnost skupin populacij običajno spremljajo tudi morfološke razlike med njimi. Čeprav neopredeljeni, so vsaj nekateri morfološki znaki vsaj malo razlikujejo med molekularno ugotovljenimi filogenetskimi linijami kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus*.
- Morfološko ločevanje molekularno ugotovljenih filogenetskih linij – možnih taksonov bo olajšano, če bomo upoštevali definirane razvojne stadije, saj je del intrapopulacijske raznolikosti posledica razlik v razvitosti (starosti) živali.
- Nekateri morfološki znaki niso vezani na molekularno ugotovljene skupine populacij, a vseeno kažejo izrazite vzorce geografske razširjenosti (na primer glede na prisotnost močerila *Proteus anguinus*).
- Za ločevanje nekaterih skupin populacij bo zadoščala šele kombinacija večjega števila znakov; pri tem bo treba upoštevati višje število znakov pri ločevanju med tesno sorodnimi skupinami kot pri ločevanju ohlapneje sorodnih skupin.
- Morfometrična razmerja ugotovljena pri nekaterih drugih taksonih dinarskih jamskih kozic so uporabna tudi pri razlagi morfometričnih razmerij znotraj *T. aggr. anophthalmus*.

Hipoteze smo preverjali:

- s študijo morfološke vrstne in rasne raznolikosti dinarskih jamskih kozic *Troglocaris* na osnovi velikega števila morfometričnih znakov,
- z opazovanjem prehranjevanja močerila (*Proteus anguinus* Laurenti 1768) z jamskimi kozicami *Troglocaris*, kjer smo želeli ugotoviti, ali je močerilova uspešnost pri plenjenju povezana z dolžino kljunca pri kozicah.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREGLED SISTEMATIKE IN RAZŠIRJENOSTI JAMSKIH KOZIC RODU *Troglocaris*

Zgodovina odkritij in poimenovanj taksonov evropskih jamskih kozic (gl. Sket in Zakšek, 2009) se je začela z opisom jamskih kozic iz Kompoljske jame (Slovenija) (Kollar 1848). Zaradi taksonomske težavnosti skupine in različnih predlogov avtorjev so bili kasneje opisi taksonov jamskih kozic pogosto napačni (npr. Birštejn, 1948), ali pa so bili glede na današnje znanje taksoni napačno uvrščeni v sistem (npr. Matjašič, 1956a, b). Jamske kozice so bile zato tudi pogosto predmet taksonomskih razprav. Vseeno pa so novejši molekulske filogenetske raziskave pokazale, da je večino imen, ki so kot sinonimi že bili na voljo, mogoče uporabiti za molekulsko ločene skupine – taksone.

Vse znane evropske jamske kozice (Crustacea: Decapoda) pripadajo družini Atyidae. Sistematiko družine, uvrstitev rodu *Troglocaris* in njegovo nadaljno delitev z glavnimi značilnostmi (diagnozami) povzemamo po Sket in Zakšek (2009; gl. tudi Prilogo B5):

družina **Atyidae De Haan 1849**

poddružina **Paratyinae Holthuis 1986**

Eksopoditi prisotni na nekaterih ali vseh pereopodih, s samo enim do dvema lateralnima trnoma v diarezi uropoda.

Rod ***Atyaephyra* F. De Britto Capello 1866**

Razvita sta supra- in suborbitalni trn, brez pterigostomialnega trna; samo pereopoda I–II z razvitimi eksopoditi; pereopodi III–IV pri odraslih samcih distalno nerazširjeni, daktil (člen 7) ni glavničast; daktil pereopodov V glavničast, endopodit pleopoda I pri samcih neizrazito krpat ter distalno podaljšan v dolg in zvit notranji privesek (*appendix interna*, *Ai*), moški privesek (*appendix masculina*, *Am*) na drugem pleopodu podolgovat, z dolgimi trni; telzon z več kot dvema paroma dorzomarginalnih trnov. Znana vrsta je površinska, z normalno razvitimi očmi.

Nedavno (Garcia Muñoz in sod., 2009) so bili objavljeni rezultati molekulskih filogenetskih raziskav, ki kažejo na obstoj vsaj treh samostojnih vrst na območju razširjenosti edine do sedaj priznane vrste *A. desmarestii* (Millet 1831).

Rod ***Typhlatya* Creaser 1936**

Brez supra-, suborbitalnih ali pterigostomialnih trnov na košu, kljunec kratek, brez zobcev; distalni bič na eksopoditu maksilipedija I krajši od širine eksopodita, pereopodi I–V z razvitimi eksopoditi (na pereopodu V eksopodit lahko le rudimentaren); endopodit pleopoda I pri samcih majhen, listast, podaljšan v kratek *Ai*, *Am* daljši kot *Ai*, apikalno z dolgimi vitkimi trni. Poleg tipske vrste *T. pearsei* Creaser 1936, je v isti rod uvrščenih vsaj še pet drugih vrst z območja Karibov in Mediterana (gl. Zakšek in sod., 2007), vseh skupaj pa je trenutno znanih 18 vrst (Sket in Zakšek, 2009).

Razširjenost: Karibi (tipska vrsta *T. persaei* Creaser 1936), Zahodni Mediteran (Maroko, Španija) (gl. tudi Sket in Zakšek, 2009: 791 za razširjenost drugih vrst). Semkaj uvrščajo tudi *T. galapagensis* Monod in Cals 1970 z otočja Galapagos.

Rod *Dugastella* Bouvier 1912

Supra- in suborbitalni trn prisotna, pterigostomialni del koša izbočen v trn; zobci na kljuncu zgoraj se ne nadaljujejo na košu za oči; lobus eksopodita na maksilipediju I se distalno polagoma oži, njegov terminalni flagelum (bič) dolg kot širina lobusa; vsaj prvi trije pari pereopodov z eksopoditi; pereopodi III–IV pri odraslih samcih distalno nerazširjeni, daktil (člen 7) ni glavničast; daktil pereopodov V glavničast; endopodit pleopoda I pri samcih kratek, trakast, z vzporednima stranskima robovoma, del endopodita distalno podaljšan v razmeroma širok *Ai*, ki je približno dvakrat daljši kot širok; *Am* podolgovat, na distalni polovici z dolgimi ravnimi trni (presega premer *Am*); *Am* daljši od *Ai*. Znane vrste so površinske, z normalno razvitimi očmi.

Razširjenost: Maroko (tipska lokaliteta), Španija (Valencia).

Rod *Gallocaris* Sket in Zakšek 2009

Supra- in suborbitalni trn prisotna, pterigostomialni rob koša zaobljen; lobus eksopodita na maksilipediju I se distalno zlagoma oži, flagelum (bič) kratek (krajši od širine lobusa); vsaj pereopodi I–III z eksopoditi; daktil (člen 7) pereopoda V ni glavničast; pleopodi pri samcih oblikovani kot pri rodu *Dugastella* (ampak verjetno *Am* krajši kot *Ai*). Znana vrsta brez oči, z zelo kratkim kljuncem brez zobcev.

Razširjenost: kras JZ Francije.

Rod *Troglocaris* Dormitzer 1853

Supra- in suborbitalni trni prisotni ali odsotni, pterigostomialni rob koša zaobljen; vsaj pereopodi I–III z eksopoditi; pri odraslih samcih pereopodi III–V distalno lahko razširjeni; endopodit pleopoda I pri samcih v obliki števila 9 (»9-shaped«, gl. Sket in Zakšek, 2009) ali v obliki odprtega žleba s skrajšanim *Ai* (»0-shaped«, gl. Sket in Zakšek, 2009); *Am* pleopoda II presega dolžino *Ai*, s trni ali setami, ki so mnogo krajši od premera *Am*. Vse znane vrste imajo oči povsem pokrnele, so podzemeljske.

Podrod *Troglocaris* (*Troglocaris*) Dormitzer 1853

Supra- in suborbitalni trn jasno razvita; širok kljunec, enakomerno in gosto ozobčena kljunec in glavina regija koša; endopodit pleopoda I pri samcih krožnikast, z upognjenim zunanjim robom, tako da tvori odprt žleb, *Ai* kratek do nerazločen in distalno komaj presega lamino endopodita; na pleopodu II *Am* ščitast, mnogo širši in vsaj dvakrat daljši kot *Ai* istega pleopoda, s številnimi majhnimi trni (spiniiformnimi setami) na konveksni površini, lobus eksopodita na maksilipediju I distalno poševno do pravokotno odrezan, z dolgim ozkim flagelumom (bičem); pri odraslih samcih pereopodi III in IV jasno diferencirani, eksopoditi na pereopodih I–IV razviti (na pereopodu V prisotni ali odsotni); daktil (člen 7) pereopoda V glavničast.

Taksoni znotraj podrodu *Troglocaris* (*Troglocaris*):

T. (T.) anophthalmus anophthalmus (Kollar 1848) (= E–Slo1 Zakšek in sod. 2009)

Tipska lokaliteta: Kompoljska jama, Kompolje, Videm-Dobrepolje, Slovenija.

Razširjenost: Dolenjska (Slovenija).

T. (T.) anophthalmus intermedia Babić 1922

Tipska in edina znana lokaliteta: Mikašinovića pećina, Tounj-Slunj, Hrvaška. Razširjenost: zaenkrat poznan le iz tipske lokalitete, morfološko podobnih je več populacij iz okolice.

T. (T.) planinensis Birštejn 1948 *sensu* Sket in Zakšek 2009

Tipska lokaliteta: Planinska jama, Planina, Slovenija. Razširjenost: JZ Slovenija, italijanski Kras/Carso, v hrvaški Istri raztreseno.

T. (T.) bosnica Sket in Zakšek 2009

Kljunec dolžine 60 % koša ali daljši, običajno s 15 zobci ventralno; palp maksile I z več kot tremi zmerno dolgimi setami, pri samcih notranji rob endopodita na pleopodu I z več kot 30 dolgimi, delno v skupine nameščenimi setami.

Tipska lokaliteta in razširjenost: Suvaja pećina, Lušci Palanka, Sanski Most, Bosna in Hercegovina. Vrsta poznana še iz bližnje Dabarske pećine.

Poleg teh so rezultati molekulskih filogenetskih raziskav pokazali na obstoj dodatnih skupin, ki pa so bile le geografsko označene:

T. (T.) anophthalmus – Adriatic Zakšek in sod. 2007

Razširjenost: Vzдолж jadranske obale in na posameznih otokih in polotokih (Brač, Pelješac), vsaj od Otočca (Hrvaška) na severozahodu do Popovega polja (Bosna in Hercegovina) na jugovzhodu.

T. (T.) anophthalmus – Soča Zakšek in sod. 2009

Razširjenost: poznan iz Vipavske jame (Vipava) in jame Vogršček (Most na Soči), severno do severozahodno od areala *T. (T.) planinensis*.

T. (T.) anophthalmus – Istra Zakšek in sod. 2009

Razširjenost: le dve lokaliteti molekulsko podprti: Vrsar in Kršan (Hrvaška). Na slednji živi sintopo s *T. (T.) planinensis*.

T. (T.) anophthalmus – Bela Krajina Zakšek in sod. 2007 (= E-Slo2 Zakšek in sod. 2009)

Razširjenost: Bela Krajina in disjunktno v Kukuruzovića pećini (Hrvaška). Edino v tej skupini so populacije, v katerih imajo živali praviloma ohranjen pigment v pokrnelih očeh.

Z izjemo *T. (T.) bosnica*, zgoraj omenjene skupine sestavljajo *T. aggr. anophthalmus*. Znotraj podrođu *Troglocaris* s. str. je bila zaenkrat morfološko prepoznana le vrsta *T. (T.) bosnica*, ostali taksoni/filogenetske skupine pa še niso bili opisani ali pa so bili opisi napačni (npr. *T. anophthalmus planinensis* Birštejn 1948, na podlagi nedoraslega samca) ali nepopolni (npr. opis posameznih populacij, gl. Fabjan, 2001).

Podrod *Troglocaris (Xiphocaridinella)* Sadovskij 1930

Kljunec kratek do srednje dolg, z 0–11 zobci dorzalno; suborbitalni trn odsoten (Birštejn, 1948: 7); endopodit pleopoda I pri samcih ploščat, jajčast, podaljšan v prstast *Ai*, zunanji stranski rob endopodita z neprekinjeno vrsto dolgih set, dokler rob ne doseže distalnega dela lamine ali distalnega lobusa na endopoditu (če je razvit); na pleopodu II *Am* daljši kot

Ai, paličasto do ščitasto oblikovan; (pereopodi pri odraslih samcih lahko diferencirani ali ne).

Podrod je razširjen na Kavkaškem krasu (Gruzija, ruski Tatarstan) in obsega več vrst (gl. Sadovsky, 1930; Birštejn, 1939, 1948; Juzbaš'jan, 1940a, b; Mugue in sod., 2001), ki so bile morfološko najprej opisane kot podvrste vrste *T. schmidt*i Dormitzer 1853 (= sinonim za *T. anophthalmus*), kasneje pa za podvrste vrste *T. kutaissiana* (gl. Sadovskij, 1930, gl. tudi Birštejn, 1939). Za zanesljivo morfološko identifikacijo teh vrst in njihovo ločitev od podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* bo najverjetneje potrebna temeljitejša morfološka študija kavkaških vrst. Molekulski in biogeografski podatki kažejo filogenetsko posebnost omenjenega podrodu.

Podrod *Troglocaris (Troglocaridella)* Babić 1922

Supraorbitalni trn prisoten (suborbitalni lahko razvit ali ne); distalni trn na prvem členu antene I koničast, a kratek in ne usmerjen navzven; lobus na eksopoditu maksilipedija I ozek in se zlagoma zožuje v distalni flagelum (bič); klešče in daktili ozki; pri odraslih samcih pereopodi III–IV distalno razširjeni; endopodit pleopoda I pri samcih z ovalno in lobato lamino, podaljšano v prstast *Ai*, z neprekinjeno robno vrsto set, vendar (če je razvit) ne ob robu distalnega lobusa; na pleopodu II *Am* vretenast, na distalnem delu s številnimi majhnimi trni, daljši in širši kot *Ai* istega pleopoda.

Razširjenost: edina znana vrsta *T. (T.) hercegovinensis* (Babić 1922) ima tipsko lokaliteto v jami Vjetrenica, Zavala, Popovo polje, Bosna in Hercegovina. Vrsta je razširjena jugovzhodno merodinarsko (*sensu* Sket 1994), v JV Hercegovini (Bosna in Hercegovina) in J delu Črne Gore.

Podrod *Troglocaris (Spelaeocaris)* Matjašič 1956

Supra- in suborbitalni trni odsotni; kljunec lahko zelo kratek in brez zobcev, če je dolg, ozek in neenakomerno ozobčen; trn na prvem členu antene I top, kratek; lobus na eksopoditu maksilipedija I širok, distalno pravokotno odrezan ali zaobljen, z dolgim flagelumom (bičem); endopodit pleopoda I pri samcih ovalen, podaljšan v prstast *Ai*, lamina lobata ali ne, z neprekinjeno robno vrsto set, vendar (če je lobus razvit) ne ob robu distalnega lobusa; pleopod II pri samcih kot pri *Troglocaridella*; daktili (členi 7) pri samicah in juvenilnih samcih kratki in široki; klešče pereopodov I–II močne, prsti klešč krajši ali enako dolgi kot njihov bazalni del.

Troglocaris (Spelaeocaris) pretneri (Matjašič 1956)

Kljunec zelo kratek in brez zobcev; endopodit pleopoda I pri samcih distalno podaljšan v *Ai*, lamina endopodita ploska ali upognjena, apikalno poševno odrezana in ne (ali šibko) lobata. Eksopoditi na pereopodih pri samicah kratki; zadnji pari pereopodov (III–V) pri odraslih samcih diferencirani, rahlo razširjeni vzdolž distalne četrtine propodov (členov 6); daktil (člen 7) pereopodov V vedno glavničast.

Razširjenost: z gotovostjo JV Hercegovina (Bosna in Hercegovina), ampak areal vrste najverjetneje seže globoko v Dalmacijo (Hrvaška, morfološki podatki).

Troglocaris (Spelaeocaris) prasence Sket in Zakšek 2009

Kljunec dolg ali kratek, vedno z nekaj dorzalnimi zobci; endopodit pleopoda I ima pri samcih trikotno oblikovan lobus, ki štrli iz lamine, nameščen vzporedno z *Ai*, približno pol tako dolg kot *Ai*; propodi (členi 6) pereopodov III–IV pri odraslih samcih razširjeni v

distalnih dveh tretjinah dolžine propodov; daktil (člen 7) pereopoda V zmerno širok, glavničast.

Razširjenost: z gotovostjo edino v JV Hercegovini (Bosna in Hercegovina) in J delu Črne Gore.

Troglocaris (Spelaeocaris) kapelana Sket in Zakšek 2009

Kljunec dolg in dorzalno ozobčen; endopodit pleopoda I ima razvit ozek lobus, ki štrli iz lamine, nameščen vzporedno z *Ai*, približno pol tako dolg kot *Ai*; *Am* komaj daljši od *Ai*; pri odraslih samcih propodi (členi 6) pereopodov III–IV rahlo diferencirani; daktil (člen 7) pereopoda V zmerno širok, glavničast.

Razširjenost: predvidoma v širšem območju gorskega masiva Velike in Male Kapele (tipsko nahajališče Obajdinova pečina), od Ogulina do Jezeran (Hrvaška). Vrsta znana tudi iz jam Rokina bezdana in Špilja na izvoru Rupečica (Gottstein Matočec, 2003).

Troglocaris (Spelaeocaris) neglecta Sket in Zakšek 2009

Kljunec zelo kratek in brez zobcev; endopodit pleopoda I pri samcih z jasno oblikovanim lobusom pri bazi *Ai*; pereopodi III–IV podobno oblikovani, pri odraslih samcih nediferencirani; daktili (členi 7) na pereopodih III–V niso glavničasti.

Razširjenost: poznan iz dveh dalmatinskih jam, tipskega nahajališča jame Karišnica in Gospodske pečine (Hrvaška).

Poleg teh štirih vrst iz podrodu *Spelaeocaris*, je bil molekulsko ugotovljen tudi obstoj pete vrste (Zakšek in sod., 2007) iz Bosanske Krajine (Suvaja pečina, Bosna in Hercegovina). Vrsta je podobna *T. (S.) kapelana*, z ozobčenim kljuncem, ampak opis ni narejen, ker je bila na voljo le ena samica (Sket in Zakšek, 2009).

2.2 POMEN RAZISKAV MLADOSTNEGA RAZVOJA IN SPOLNEGA DIMORFIZMA V SISTEMATIKI

Visoka stopnja morfološke raznolikosti pogosto predstavlja oviro pri ugotavljanju novih vrst na podlagi morfoloških podatkov. O visoki raznolikosti znotraj rodu *Troglocaris* Dormitzer 1853 so še pred revizijo rodu poročali številni avtorji (npr. Bouvier, 1925; Juzbašjan, 1940c, 1951; Matjašič, 1960; Fabjan, 2001; Gottstein Matočec, 2003). Poleg raznolikosti pa je za morfološko težavnost skupine deloma vzrok tudi v medsebojni podobnosti danes znanih taksonov. Tako je revizija rodu (Sket in Zakšek, 2009) na podlagi molekulskih podatkov deloma omogočila naknadno morfološko prepoznavnost nekaterih taksonov, medtem ko drugi še vedno ostajajo morfološko neprepoznani.

Med glavnimi vzroki za visoko morfološko raznolikost razpoložljivih vzorcev izstopata dva: različna starost živali in spolni dimorfizem. Tudi študije nekaterih drugih račjih (npr. *Niphargus* Schiödte 1849) taksonov so pokazali, da se mlade živali pogosto močno razlikujejo od odraslih in so posledično celo bolj podobne drugim sorodnim vrstam, kot pa odraslim živalim lastne vrste (Jersche, 1963; Sket, 1974; gl. tudi Ginet, 1960a, b; Morand, 1974; Fišer in sod., 2008). Zaradi take raznolikosti so se v preteklosti dogajale številne napačne taksonomske odločitve. Znanih je več primerov, ko so bile mlade živali opisane kot novi taksoni, ali pa celo vključene v napačne rodove (npr. Opiliones: Hadži, 1931;

Novak in Gruber, 2000). Podobno se je zgodilo tudi pri opisu *T. anophthalmus planinensis* Birštejn 1948, iz Planinske jame, ki je bil ločen od tipske podvrste na podlagi enega samega nedoraslega samca, kot takson, pri katerem samci nimajo diferenciranih pereopodov III–IV in le šibko razvit *Am* (gl. poglavje 2.1 za diagnozo podrodu *Troglocaris*). Pozneje se je izkazalo, da je to slučajno res samostojen takson, vendar z drugačnimi morfološkimi značilnostmi (Sket in Zakšek, 2009).

Visoko morfološko raznolikost vrst v rodovih *Troglocaris* in *Gallocaris* sta opazila tudi Matjašič (1958a) in Jubertie Jupeau (1974, 1975). Matjašič (1958a) je opisal pet zaporednih morfoloških stadijev v zgodnji ontogenezi troglokarisa (na primeru gojitve živali iz Krške jame). Kasneje je Fabjan (2001) prva podala kratek opis kasnejših stadijev troglokarisa od juvenilnih do subadultnih samcev, s čimer je znotraj rodu *Troglocaris* potrdila visoko morfološko raznolikost v vzorcih zaradi različne dozorelosti živali.

Tudi Birštejn (1939) in Juzbaš'jan (1940c, 1947, gl. tudi 1951) poročata o veliki različnosti različno starih kozic iz podrodu *Xiphocaridinella*, predvsem zaradi velikih razlik v razvitosti eksopoditov na pereopodih. Birštejn (1939) navaja, da razvoj eksopoditov v larvalnem stanju poteka od spredaj nazaj, začne se z razvojem eksopoditov na prvih treh, nazadnje pa se razvijajo na petih pereopodih. Kasneje v larvalnem razvoju eksopoditi na pereopodih V in IV v razvoju zaostanejo, a se z nadaljno rastjo pri mladih, že izoblikovanih kozicah eksopoditi zopet razvijajo v antero-posteriornem zaporedju. Tudi Juzbaš'jan (1940c) je opazil, da se razvitost eksopoditov ujema s starostjo živali. Pri tem se v ontogenetskem razvoju eksopoditi na pereopodih I–III razvijajo normalno, eksopoditi na pereopodih IV–V pa retardirano ter pri odraslih živalih pogosto manjkajo.

Poleg starostnega polimorfizma je pomemben dejavnik zvišanja morfološke raznolikosti tudi spolni dimorfizem. Prav tako kot starostni polimorfizem, je tudi spolni dimorfizem v preteklosti botroval napačnim sistematskim določitvam. Veliko primerov, ko so avtorji samca in samico ločili v dve vrsti, je v ornitologiji (npr. *Anas platyrhynchos* Linnaeus 1758 (Aves: Anatini); gl. Mayr in Ashlock, 1991). Šele kasneje (npr. z opazovanjem vedenja in ploditve) so ugotovili, da so takšne živali pogosto istovrstne. Pri kozicah iz družine Atyidae, kamor spada tudi *Troglocaris*, so jasno izražene spolne razlike predvsem v strukturah (npr. Juzbaš'jan, 1947), ki so predvidoma udeležene pri reprodukciji (gl. Bauer, 1976; Felgenhauer in Abele, 1982) (npr. pleopodi I–II in pereopodi III–V pri samcih ter pleopodi I pri samicah). Te strukture so že bile uporabljene v taksonomiji družine Atyidae (znotraj poddružine Atyinae), ne pa tudi (izjema Sket in Zakšek, 2009) v poddružini Paratyinae, kamor spada *Troglocaris*. Ker glede na razvitost spolnih znakov lahko sklepamo tudi na starost živali, smo jih v rodu *Troglocaris* uporabili tudi pri analizi mladostnega razvoja.

Analiza mladostnega razvoja in spolnega dimorfizma lahko prispeva k prepoznavi odraslih živali in morebitnih morfoloških razlik med spoloma. Na tak način lahko z izključitvijo juvenilnih živali znatno zmanjšamo raznolikost vzorcev znotraj skupin in olajšamo iskanje razlik med skupinami, lahko pa že sam potek mladostnega razvoja pokaže na razlike med skupinami (Fišer in sod., 2008; gl. tudi Garcia Muñoz in sod., 2009: str. 40). Raziskava spolnega dimorfizma pa omogoča iskanje spolno neraznolikih znakov (gl. npr. Fabjan,

2001: str. 24), in pokaže na upravičenost združevanja podatkov za samce in samice pri iskanju razlik med skupinami.

2.3 OBRAMBA PRED PREDACIJO IN POSLEDICE VISOKE ZNOTRAJVRSTNE RAZNOLIKOSTI ZA TAKSONOMIJO

Obrambni mehanizmi so za organizme ključnega pomena in so lahko različne narave. Eden od najvidnejših je razvoj struktur (npr. telesnih izrastkov, trnov, povečanje telesa), ki nastanejo kot odgovor na prisotnost plenilca. Ti obrambni mehanizmi zmanjšujejo uspešnost plenilca pri plenjenju. Zelo dobro raziskani so predvsem pri kačjih pastirjih (Odonata) (Arnquist in Johansson, 1998; Johansson in Wahlström, 2002; Mikolajewski in Johansson, 2004; Mikolajewski in sod., 2006; Brooks, 2008) in vodnih bolhah (Cladocera) ter kotačnikih (Rotatoria) (Adler in Harvell, 1990; Harvell, 1990). Ličinke vrste kačjega pastirja *Leucorrhinia dubia* (Vander Linden 1825) v lentičnih sistemih, kjer živijo ob prisotnosti plenilskih rib, izkazujejo statistično značilno daljše trne na abdomnu, vendar tudi manjšo gostoto populacij v primerjavi s sistemi, kjer plenilskih rib ni (Johansson in Samuelsson, 1994).

Razlike v morfologiji kljunca pri kozicah družine Atyidae sta opazila tudi Smith in Williams (1980), vendar visoke raznolikosti nista znala pojasniti. Pri rodu jamskih kozic *Troglocaris* pa smo prvi opazili možno povezavo med dolžino kljunca pri kozicah in močerilom *Proteus anguinus* Laurenti 1768 (Jugovic in Sket, 2008), ki verjetno predstavlja glavnega plenilca teh kozic (npr. Matjašič, 1958b; Bressi, 2004). V polnaravnih habitatih jamskih laboratorijev so prehranjevanje močerila z jamskimi kozicami že opazovali (Brieglieb, 1962; G. Aljančič, os. spor., 2009), potrjeno pa je tudi z nekaj opazovanji v naravi (Brieglieb, 1963), torej jamske kozice verjetno predstavljajo pomemben del prehrane močerila (Matjašič, 1958b).

Tako kozice rodu *Troglocaris* kot tudi *Proteus anguinus* sta splošno razširjena na Dinarskem krasu. Oba sta depigmentirana in slepa. Močeril je plenilec, ki je dobro prilagojen na širok izbor hrane, medtem ko se jamske kozice hranijo z detritom in mikroorganizmi, ki jih pobirajo s podlage s pomočjo metličastih klešč. Laboratorijski poskusi so pokazali, da sta oba dobro prilagojena na dolga obdobja stradanja. *Troglocaris* lahko brez hrane preživi do dve leti (Vogt in Štrus, 1999), *Proteus* pa 18–96 mesecev, ne da bi se pokazala bolezenska stanja (Vandel, 1965; Hervant in sod., 2001; Brieglieb, 1962; Bulog in sod., 2000).

Nedavno so Covich in sod. (2009) pojasnili visoko stopnjo morfološke raznolikosti kljunca pri kozici *Xiphocaris elongata* (Guerrin Méneville 1855). Vzorec raznolikosti omenjene strukture je bil v skladu s prisotnostjo plenilskih rib, zato so avtorji označili podaljšano obliko kljunca za obrambni mehanizem proti plenjenju.

Zaradi visoke raznolikosti v dolžini kljunca pri kozicah, predvsem pa zaradi razlik v dolžini in ozobčenosti kljunca med posameznimi populacijami, je v preteklosti že prišlo do verjetno napačnih taksonomskih odločitev, šele kasneje pa so nekatere raziskave pokazale, da v mnogih primerih ločitev molekulsko enotne skupine glede na dolžino in obliko

kljunca ni bila upravičena; tako je Bouvier (1925) samo na podlagi dolžin kljunca ločil tri vrste rodu *Xiphocaris* v. Martens 1872: *X. elongata* Guerrin Méneville 1855, *X. gladiator* Pocock 1889, in *X. brevis* Pocock 1889. Covich in sod. (2009) pa so vrsto *X. elongata sensu* Guerrin Méneville 1855 na podlagi molekulskih podatkov vrsto poenotili in Bouvierjeve 'vrste' označili le kot fenotipsko pogojene 'forme'.

2.4 ANALIZA MORFOLOŠKE DIFERENCIACIJE

2.4.1 Filogenetska analiza kot osnova za študij morfološke diferenciacije

Molekulska filogenetska analiza jamskih kozic *Troglocaris* (Zakšek in sod., 2007; Sket in Zakšek, 2009; Zakšek in sod., 2009) je pokazala na obstoj večjega števila filogenetskih linij – možnih taksonov znotraj rodu, kot je bilo znano pred tem. Medtem ko je posledična morfološka analiza (Sket in Zakšek, 2009) pokazala na obstoj morfoloških razlik med vsemi tremi dinarskimi podrodovi jamskih kozic rodu *Troglocaris*, kot tudi med samci vrst znotraj podrodu *Spelaeocaris*, pa je bilo v podrodu *Troglocaris* s. str. od *T. aggr. anophthalmus* mogoče ločiti le *T. (T.) bosnica*.

Za študij geografske diferenciacije med vnaprej določenimi skupinami lahko uporabljamo različne tipe znakov. Poleg molekulskih, biogeografskih in morfometričnih, se lahko uporabljajo še biokemijski, fiziološki, vedenjski (Sneath in Sokal, 1973) ter citotaksonomski in imunotaksonomski podatki (Quicke, 1993).

2.4.2 Tehnike analize morfološke diferenciacije

Thorpe (1987) opisuje tri glavne tehnike za analizo morfološke diferenciacije, poleg klasične (intuitivne) in filogenetske, še multivariatno statistično analizo, ki omogoča opis vzorcev geografske raznolikosti in prikaže stopnjo podobnosti med populacijami. Z multivariatnimi statističnimi analizami avtorji opišejo razmerje med raznolikostjo znotraj (skupin) populacij in med populacijami (oz. skupinami populacij) opazovanega taksona (Thorpe, 1979), odkrivajo populacijsko strukturo in prikazujejo omejitve genetskih in razvojnih mehanizmov (Sokal, 1983, gl. tudi Gendron, 2000). Namen teh metod ni ločevanje taksonov (npr. podvrst), omogočajo pa pridobivanje fenetskih kriterijev, ki nato lahko služijo v taksonomske namene. Multivariatna statistična analiza ni primerna za izoblikovanje hipotez o razvoju vrst. Thorpe (1976) pri analizi morfološke diferenciacije našteje številne težave praktične in teoretične narave, za katere predlaga rešitve, ki bi jih odpravile v celoti ali v kar največji meri. Z upoštevanjem teh predlogov se lahko izognemo nekaterim najpogostejšim hibam morfometričnih analiz:

- preobilici podatkov kot posledici relativne enostavnosti meritev,
- uporabi znakov le enega tipa ter
- neselektivnosti pri izbiri metod in napačno ali neselektivno izbranim rezultatom.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 IZBOR VZORCEV IN MORFOLOŠKIH ZNAKOV

Z izborom vzorcev smo skušali zbrati kar največ reprezentativnih vzorcev, ki so predstavljali dinarske taksone (podrodove, vrste) in/ali molekulsko ugotovljene filogenetske skupine (v nadaljevanju filogenetske skupine) jamskih kozic *Troglocaris*. Od v uvodu omenjenih filogenetskih skupin je manjkala le še neopisana vrsta *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) sp. iz jame Suvaja, skušali pa smo pregledati čim več kozic iz podrodu *Troglocaris* s. str., ki razen *T. (T.) bosnica* morfološko še niso bili ovrednoteni in opisani.

3.1.1 Izbor vzorcev

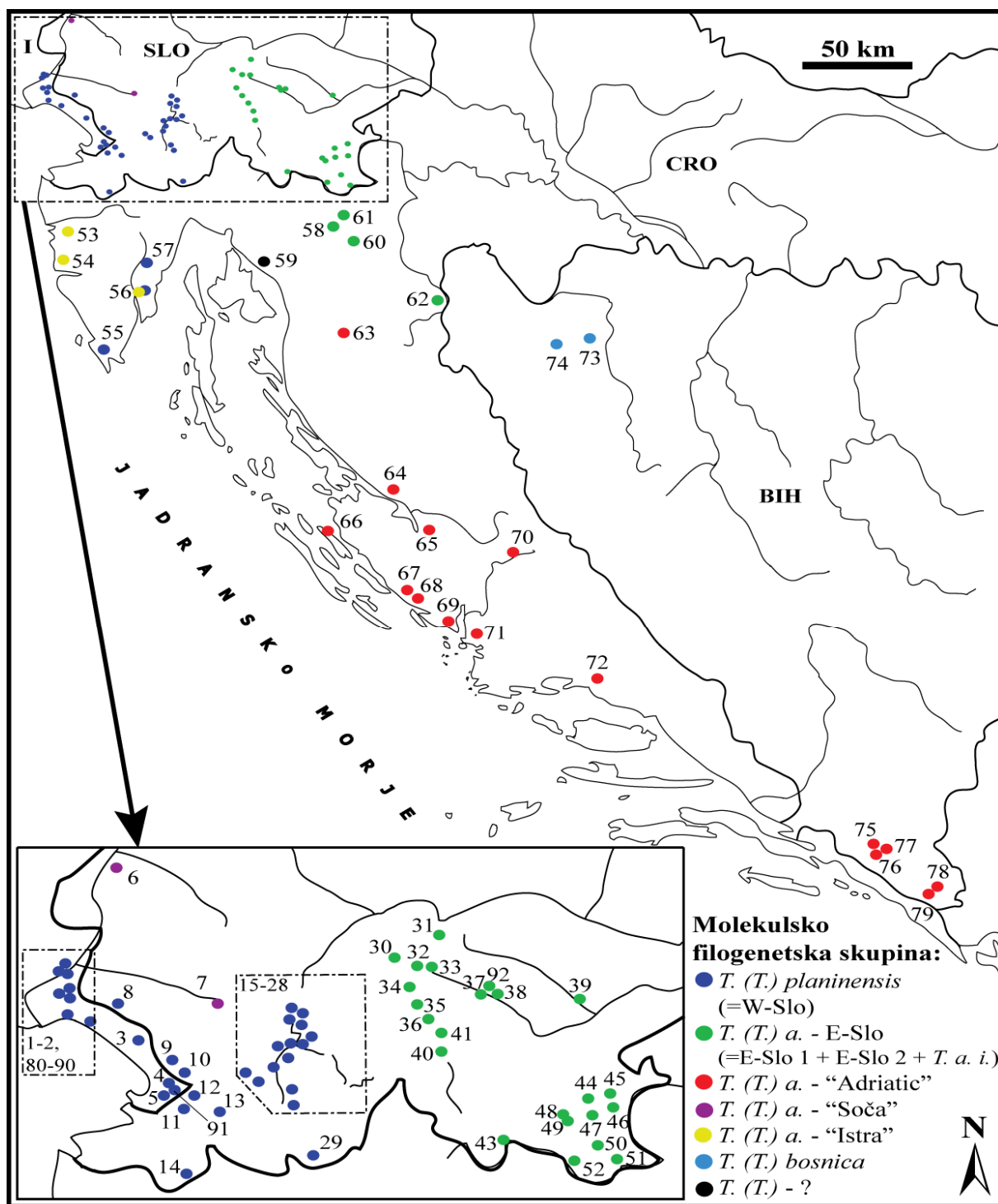
Vzorci smo zbrali iz celotnega areala jamskih kozic na območju Dinarskega krasa, od Italije do Črne Gore (Preglednice 1A, 1B, 6; Karti 1, 2). Vzorce smo združevali v operacijske taksonomske enote (OTU; enota, ki v raziskavi nastopa kot nedeljivi objekt s svojimi parametri: lahko jo predstavljajo posamezne živali, populacije ali višje taksonomske kategorije) in smo jih določili na podlagi molekulsko filogenetskih raziskav (Priloga B5). Tako smo zbrali vzorce iz vseh treh dinarskih podrodov.

Pri združevanju vzorcev v OTU-je smo si pomagali s številnimi molekulskimi podatki (Zakšek in sod., 2007; Sket in Zakšek, 2009; Zakšek in sod., 2009; Zakšek, os. spor., 2009), podatki o razširjenosti taksonov in filogenetskih skupin ali z morfološkimi podatki. Ti podatki so zadoščali za večino naših vzorcev. Znotraj podrodu *Troglocaris* s. str. je tako ostal neuvrščen le en vzorec iz hrvaškega Novega Vinodolskega (59, Preglednica 1A), ki je približno enako oddaljen od štirih filogenetskih skupin (gl. Karto 1). V omenjenem podrodu smo tako (sledječ ugotovitvam v Zakšek in sod., 2009) definirali pet filogenetskih skupin, ki jih poimenujemo po njihovi geografski razširjenosti (gl. uvod):

- (1) Zahodna Slovenija (= *T. (T.) planinensis* Birštejn 1948 *sensu* Sket in Zakšek 2009; W-Slo),
- (2) Vzhodna Slovenija (= E-Slo; *T. (T.) anophthalmus* – E-Slo Zakšek in sod. 2007),
- (3) Jadranska skupina (= *T. (T.) anophthalmus* – Adriatic Zakšek in sod. 2009; Adriatic),
- (4) Soča (= *T. (T.) anophthalmus* – Soča Zakšek in sod. 2009),
- (5) Istra (= *T. (T.) anophthalmus* – Istra Zakšek in sod. 2009).

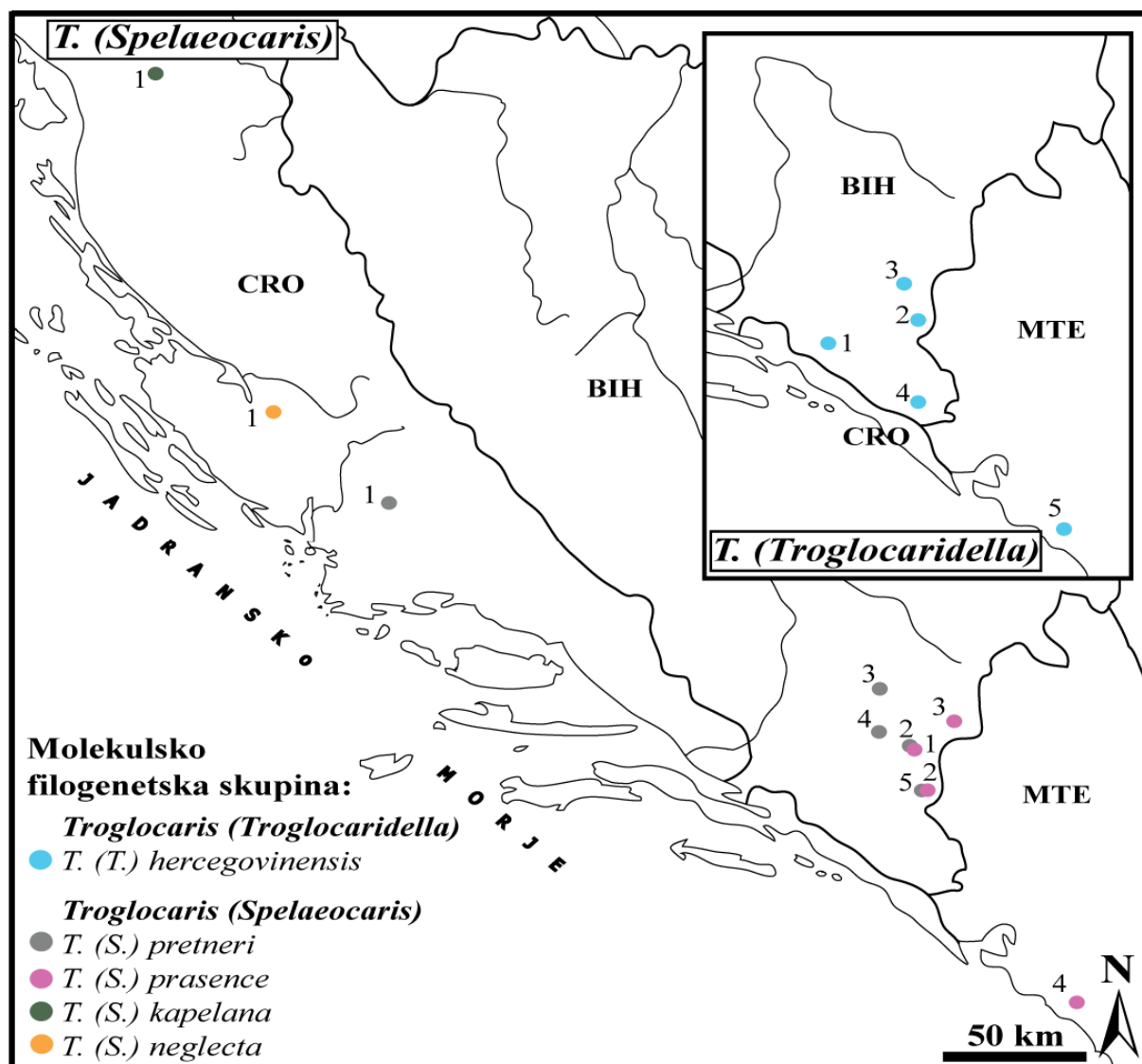
Razen istrske skupine, ki je molekulsko podprta le z jedrnim genom (ITS), so vse preostale skupine podprte tudi z mitohondrijskimi (COI, 16S) geni (Zakšek in sod. 2009). Simpatrično in sintopo pojavljanje istrske skupine skupaj z zahodnoslovensko pa podpira hipotezo o obstoju ločenih bioloških vrst (Mayr in Ashlock, 1991). Vzhodnoslovenska skupina se nadalje loči na tri podskupine: E-Slo1 (njej pripada tipska populacija rodu), E-Slo2 (= *T. (T.) anophthalmus* – Bela Krajina Zakšek in sod., 2007; E-Slo2 Zakšek in sod., 2009), in *T. a. intermedia* Babič 1922 (gl. uvod), vendar nam pomanjkanje molekulskih podatkov in podatkov o njihovi razširjenosti ni omogočala jasne nadaljne ločitve.

Skupine iz podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* so enake kot v uvodu naštet, in ustrezajo ločenim biološkim vrstam.



Karta 1. Geografski položaj mest, s katerih smo morfološko analizirali vzorce jamskih kozic podrođu *Troglocaris* s. str. iz šestih molekularno ugotovljenih filogenetskih skupin na področju Dinarskega krasa (I – Italija; SLO – Slovenija; CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina). *T. a. i.*: *Troglocaris anophthalmus intermedia*. Seznam vzorcev 1–79 je v Preglednici 1A in Prilogi C1.1; za vzorce 80–92 gl. Preglednico 6.

Map 1. Geographic position of localities for *Troglocaris* s. str. samples from six molecularly identified phylogroups (I – Italy; SLO – Slovenia; CRO – Croatia; BIH – Bosnia and Herzegovina). *T. a. i.*: *Troglocaris anophthalmus intermedia*. List of samples 1–79 is in Table 1A and in Appendix C1.1; see Table 6 for samples 80–92.



Karta 2. Geografski položaj mest, s katerih smo morfološko analizirali vzorce jamskih kozic podrodov *Spelaecaris* (večja karta) in *Troglocaridella* (v izseku) na področju Dinarskega krasa (CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina; MTE – Črna Gora). Seznam vzorcev je v Preglednici 1B.

Map 2. Geographic position of localities for *Troglocaris* sg. *Spelaecaris* and *Troglocaris* sg. *Troglocaridella* (see insert) samples. (I – Italy; SLO – Slovenia; CRO – Croatia; BIH – Bosnia and Herzegovina; MTE – Montenegro). List of samples is in Table 1B and in Appendix C1.2.

Za analize smo izbrali živali obeh spolov različnih starosti, da bi najprej analizirali razvoj spolnih znakov in poleg očitnih spolnih razlik (na pereopodih, pleopodih) poiskali še druge spolno dimorfne znake. Tako bi iz nadaljnjih analiz morfološke vrstne in rasne diferenciacije izločili juvenilne osebkke in preverili, za katere znake lahko upravičeno analiziramo spolno mešane vzorce. S čim večjim številom živali v posameznih OTU-jih smo želeli izključiti vpliv genetsko nadzorovane raznolikosti (Thorpe, 1987). Iste živali smo uporabili tudi za raziskavo vzorca razširjenosti jamskih kozic z različnimi oblikami kljunca.

Jugovic, J. Vrstna in rasna morfološka diferenciacija jamskih kozic *Troglocaris* ... na Dinarskem krasu.
Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2010

Preglednica 1A. Seznam vzorcev jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. V – zaporedna številka vzorca; Sp/Ph – vrsta/molekularsko ugotovljena filogenetska skupina; OP – očesni pigment (“+”, kadar večina živali v vzorcu z OP); OV – oznaka vzorca; samci/samice – število pregledanih samcev/samic.

Table 1A. A list of *Troglocaris* s. str. samples. V – sample number; Sp/Ph – species/molecularly identified phylogroup; OP – eye pigment (“+” denotes samples comprising specimens with OP); OV – sample abbreviation; samci/samice – number of males/females analysed.

V	Sp/Ph	OP	OV	Država/Lokaliteta	Samci	Samice
Italija						
1	W-Slo		IT-CO	Iamiano/Jamlje, Comarie/Komarje, jama pri Komarjih (cavernetta Presso Comarie)	1	7
2	W-Slo		IT-DU	Duino/Devin, brezno pri Devinu (pozzo presso S. Giovanni di Duino)	5	3
3	W-Slo		IT-LA	Trieste/Trst, Trebiciano/Trebče, Grotta di Trebiciano / Labodnica	7	6
4	W-Slo		IT-GL	Rosandra / Glinščica, izviri Fonte Oppia	1	4
5	W-Slo		IT-SN	Rosandra/Glinščica, jama Antro delle Ninfe / Velika jama	1	2
Slovenija						
6	Soča		SI-VO	Most na Soči, jama Vogršček	5	3
7	Soča		SI-VJ	Vipava, Vipavska jama	15	16
8	W-Slo		SI-DO	Komen, Brestovica, Dolenca jama	2	10
9	W-Slo		SI-KA	Divača, Kačna jama (Ogabno jezero)	47 ¹	6
10	W-Slo		SI-ME	Divača, Kačiče, jama Mejame	2	8
11	W-Slo		SI-OS	Koper, Osp, Osapska jama (= jama Grad)	4	6
12	W-Slo		SI-OC	Kozina, Ocizla, Ocizelska jama	2	2
13	W-Slo		SI-OD	Materija, Odolina, Ponikve v Odolini (jama)	1	4
14	W-Slo		SI-KR	Sočerga, Jama pod Krogom	6	8
15	W-Slo		SI-GR	Logatec, jama Gradišnica	1	
16	W-Slo		SI-PI	Planina, Planinska jama, Pivkin rokav	4	9
17	W-Slo		SI-RA	Planina, Planinska jama, Rakov rokav	2	3
18	W-Slo		SI-ŠK	Planina, jama Škratovka	1	2
19	W-Slo		SI-NA	Planina, Laze, Najdena jama	3	12
20	W-Slo		SI-LO	Planina, Laze, jama Logarček	6	1
21	W-Slo		SI-ER	Planina, Laze, jama Erjavščica		3
22	W-Slo		SI-ČJ	Postojna, Črna jama, reka Pivka		1
23	W-Slo		SI-PJ	Postojna, Pivka jama		1
24	W-Slo		SI-TA	Postojna, Postojnska jama (Tartar)		3
25	W-Slo		SI-MA	Postojna, Sajeveče, jama Markov spodmol	5	6
26	W-Slo		SI-LZ	Postojna, Slavina, Vodna jama v Lozi	4	9
27	W-Slo		SI-ML	Pivka, Parje, Jama v Mlaki	1	4
28	W-Slo		SI-KL	Šembije, Podtabor, jama Kozja luknja		7
29	W-Slo		SI-NO	Ilirska Bistrica, Novokračine, Novokrajska jama	7	5
30	E-Slo		SI-LČ	Grosuplje, Luče, Lučka jama		1
31	E-Slo		SI-ŠI	Stična, Šimenkovo brezno	1	6
32	E-Slo		SI-KK	Krka, Krška jama	5	7
33	E-Slo		SI-PL	Krka, jama Poltarica		1
34	E-Slo		SI-PO	Videm-Dobropolje, Podpeč, Podpeška jama		6
35	E-Slo		SI-KO	Videm-Dobropolje, Kompolje, Kompoljska jama	3	14
36	E-Slo		SI-PT	Videm-Dobropolje, Podtabor, jama Potiskavec		2
37	E-Slo		SI-ČR	Žužemberk, Dvor, Černičkova jama		4
38	E-Slo		SI-BO	Žužemberk, Dvor, Bobnova jama		1
39	E-Slo		SI-LU	Novo mesto, Jama v Luknji	4	5
40	E-Slo		SI-RI	Ribnica, Dolenja vas, jama Mobišah	3	4
41	E-Slo		SI-EB	Kočevje, Polom, jama Ebental	1	1
42	E-Slo		SI-KP	Kočevje, jama blizu reke Kolpa (natančni podatki neznani)	2	
43	E-Slo	+	SI-ŽA	Kostel, Žaga, Jelovička jama	7	2
44	E-Slo		SI-ST	Črnomelj, jama Stobe (= Stolbe)	1	3
45	E-Slo	+	SI-ŠA	Črnomelj, Vranoviči, jama Šuline 1	2	3
46	E-Slo	+	SI-JJ	Črnomelj, Pavičiči, Jelenja jama	1	1
47	E-Slo	+ ²	SI-ŽO	Črnomelj, Žopenca (= Gadina jama)	1	6
48	E-Slo	+	SI-JE	Črnomelj, Jelševnik, Na trati, srednji izvir	3	
49	E-Slo	+	SI-ČN	Črnomelj, Jelševnik, izvir levo od Obrha	1	6
50	E-Slo	+	SI-MN	Dragatuš, Mali Nerajec, jama Djud	5	5
51	E-Slo	+	SI-VI	Vinica, Jama v kamnolomu	10	13
52	E-Slo	+	SI-KB	Špeharji, Breg, jama Kobiljača	2	2
Hrvaška						
53	Istra		HR-PO	Poreč, Pincinova pečina	1	3
54	Istra		HR-FU	Poreč, Funtana, kaptiran izvir	4	
55	W-Slo		HR-GA	Pula, Vodnjan, Galizana		2

(se nadaljuje; *continued*)

Jugovic, J. Vrstna in rasna morfološka diferenciacija jamskih kozic *Troglocaris* ... na Dinarskem krasu.
Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2010

Preglednica 1A. Table 1A. (nadaljevanje; continuation)

V	Sp/Ph	OP	OV	Država/Lokaliteta	Samci	Samice
Hrvaška						
56	Istra		HR-KR	Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić		1
56	W-Slo		HR-KR	Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić	2	11
57	W-Slo		HR-RA	Labin, Raša, izvir pri Raši		1
58	E-Slo		HR-PV	Ogulin, Privis pečina	2	3
59	?		HR-NV	Novi Vinodolski, Sušička jama	3	1
60	E-Slo		HR-RU	Slunj-Tounj, izvir Rudnica (zgornja jama)	2	1
61	E-Slo		HR-MI	Tounj, Mikašinovići, Mikašinovića pečina	10	19
62	E-Slo	+	HR-KU	Rakovica, Vaganac, Kukuruzovića pečina	3	6
63	Adriatic		HR-OT	Otočac, Podum, Pečina Sv. Marko	8	12
64	Adriatic		HR-SE	Seline, Markova jama	2	
65	Adriatic		HR-KA	Obrovac, Karin, jama Karišnica	6	
66	Adriatic		HR-UG	otok Ugljan, Čeprijanda, izvir	1	1
67	Adriatic		HR-BI	Šibenik, Pirovac, jama Bikovica	2	16
68	Adriatic		HR-PI	Pirovac, izvir pri Pirovcu		3
69	Adriatic		HR-KK	Šibenik, Pod hidroelektrarno Manojlovac; izvir-jama, ob reki Krki		3
70	Adriatic		HR-RS	Šibenik, jama Rasline	1	1
71	Adriatic		HR-MA	Šibenik, Mandalina špilja	1	7
72	Adriatic		HR-ĐU	Split, Dugo polje, Đuderina pečina		3
Bosna in Hercegovina						
73*	<i>T. bosnica</i>		BA-DA	Sanski Most, Dabar, jama Dabarska pečina		1
74*	<i>T. bosnica</i>		BA-SU	Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pečina	1	17
75	Adriatic		BA-LU	Popovo polje, Zavala, izvir Lukavac	1	
76	Adriatic		BA-BA	Popovo polje, Čvaljina, Baba pečina		2
77	Adriatic		BA-VJ	Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica	2	8
78	Adriatic		BA-ŠP	Mokro polje, Trebinje, Čičevo, pod Veljo goru, Šumet pečina	8	10
79	Adriatic		BA-VU	Mokro polje, Trebinje, jama Vučonica		2

¹ 43 živali uporabljenih le za analizo razvoja spolnih znakov, kjer smo dodatno uporabili še 6 živali neznanega spola

² le nekatere živali s te lokalitete s pigmentom (cit. po Sket 1985), vendar živali s pigmentom v našem vzorcu ni bilo

Preglednica 1B. Seznam vzorcev jamskih kozic podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris*. V – zaporedna številka vzorca; P – prisotnost močerila *Proteus anguinus* (“+” – prisoten; “-” – odsoten; “#” – prisotnost možna, a neznana); OV – oznaka vzorca; samci/samice – število pregledanih samcev/samic.

Table 1B. A list of *Troglocaris* sg. *Troglocaridella* and *Troglocaris* sg. *Spelaeocaris* samples. V – sample number; P – presence of *Proteus* (“+” – present; “-” – absent; “#” – presence possible, but unknown); OV – sample abbreviation; samci/samice – number of males/females analysed.

V	P	OV	Takson/Država	Lokaliteta	Samci	Samice
<i>T. (Troglocaridella) hercegovinensis</i>						
1	+	BA-VJ	Bosna in Hercegovina	Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica	1	3
2	#	BA-BI	Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	3	9
3	#	BA-OB	Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	3	3
4	+	BA-ŠP	Bosna in Hercegovina	Mokro polje, Trebinje, Bogovina, estavela Šumat		1
5	-	MTE	Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina	4	1
<i>T. (Spelaeocaris) pretneri*</i>						
1	#	HR-ČI	Hrvaška	Mirlović, Čikola, izvir		1
2	#	BA-OB	Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	4	9
3	-	BA-JE	Bosna in Hercegovina	Nevesinje, Zovi Do, jama Jezero	2	4
4	+	BA-LJ	Bosna in Hercegovina	Dabarsko polje, jama Ljelješnica		1
5	-	BA-BI	Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	1	10
<i>T. (Spelaeocaris) prasence*</i>						
1	#	BA-OB	Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	2	5
2	#	BA-BI	Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	5	5
3	-	BA-VI	Bosna in Hercegovina	Ključ, Avtovac, Vilina pečina		3
4	-	MTE	Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina	1	4
<i>T. (Spelaeocaris) kapelana</i>						
1	+	HR-JE	Hrvaška	Lika, Jezerane, Obajdina pečina	1	4
<i>T. (Spelaeocaris) neglecta</i>						
1	-	HR-KA	Hrvaška	Obrovac, Karin, jama Karišnica	2	8

* dodatni trije juvenilni samci *T. (S.) pretneri*/*T. (S.) prasence*

Živali, ki so bile uporabljene samo za morfološko študijo, so shranjene v 70 % etanolu, živali, ki so bile nabrane večinoma po letu 2005, pa so shranjene v 96 % etanolu in shranjene pri -20°C ter so bile večinoma uporabljene tudi za molekulske študije.

Živali so označene z okrajšavo vzorca (OV, gl. Preglednico 1) in zaporedno številko ter vavčerskimi številkami (Priloga D). Shranjene so v zoološki zbirki Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani.

3.1.2 Izbor morfometričnih znakov

Eden glavnih razlogov za sistematsko težavnost skupine jamskih kozic *Troglocaris* sta visok polimorfizem znotraj skupin in majhne razlike med njimi, kar večinoma onemogoča jasno ločevanje taksonov. Da bi našli morebitne razlikovalne znake in pri tem upoštevali tudi raznolikost filogenetskih skupin, smo izbrali veliko število različnih morfoloških znakov (Thorpe, 1976): številske merjene (metrične) znake, številske štete znake, dihotomne znake, opisne znake. Iz metričnih znakov smo izračunali razmerja. Izbrali smo znake, ki so jih v taksonomiji kozic že uporabljali drugi avtorji (De Grave in Diaz, 2001; Fabjan, 2001; Gottstein Matočec, 2003; Sket in Zakšek, 2009), in jih dopolnili z novimi. Z 90 osnovnimi znaki (73 številskih merjenih, 17 številskih štetih, Preglednica 2) smo zajeli dimenzije telesa (trupa, okončin), razvitost kutikularnih struktur (ozobčenost) in čutila (sete). Poleg teh smo preverili tudi nekaj dihotomnih znakov: prisotnost pigmenta v očeh (Preglednica 1A), razvitost eksopoditov na pereopodih ter prisotnost trnov na košu (supraorbitalni, antenalni, pterigostomialni trn), za določanje nekaterih taksonov pa smo uporabili še nekaj dodatnih opisnih znakov (npr. oblika delov obustnih okončin, gl. diagnoze v pregledu objav). Sheme merjenih struktur s prikazom meritvenih točk so na Sliki 1.

Glede na osnovni nabor znakov smo posebej za študijo razvoja spolnih znakov na izbranih strukturah izmerili nekaj dodatnih znakov in v nekaterih primerih izračunali drugačna razmerja kot za študijo vrstne in rasne morfološke raznolikosti (Priloga A3). Za študijo raznolikosti kljunca glede na prisotnost močerila *Proteus anguinus* smo prav tako nekaj znakov preoblikovali (Priloga B2). K našim rezultatom analize raznolikosti kljunca (gl. 4.2) smo dodali tudi podatke iz Fabjan (2001): 11 vzorcev (148 živali) z lokalitet, ki jih sami nismo analizirali, ter 12 vzorcev (62 živali), ki so bili nabrani na istih lokalitetah kot vzorci za našo študijo (gl. Preglednico 6). Ker za teh 23 vzorcev podatkov o starosti in spolni strukturi nismo imeli, smo jih lahko vključili le v nekatere od naših analiz (gl. rezultate).

3.2 PRIPRAVA ŽIVALI IN MERITVE

Živali smo pred merjenjem preložili iz etanola v glicerol, da so se nekoliko zmehčale. Nato smo vsako žival pod lupo (Olympus SZX 9) posneli z digitalno kamero (ColorView IIIu, Olympus). Na fotografijah živali smo z računalniškim programom Cell[^]B (delujočem v okolju Windows) izmerili dolžino koša, dolžino kljunca, dolžino ozobčenega dela na košu za očmi ter dolžini pleonitov V in VI.

Preglednica 2. Seznam 120 morfometričnih znakov (MC), 17 številskih štetih (velike tiskane črke, pisane v poševnem formatu) in 103 razmerja (male tiskane črke, pisane v krepkem in poševnem formatu), analiziranih pri jamskih kozicah *Troglocaris*. Formule razmerij vsebujejo osnovne znake, katerih način meritev je prikazan na slikah 1A in 1B. Pri številskih štetih znakih je dodan kratek opis znaka. “*” – znak, analiziran le pri samcih.

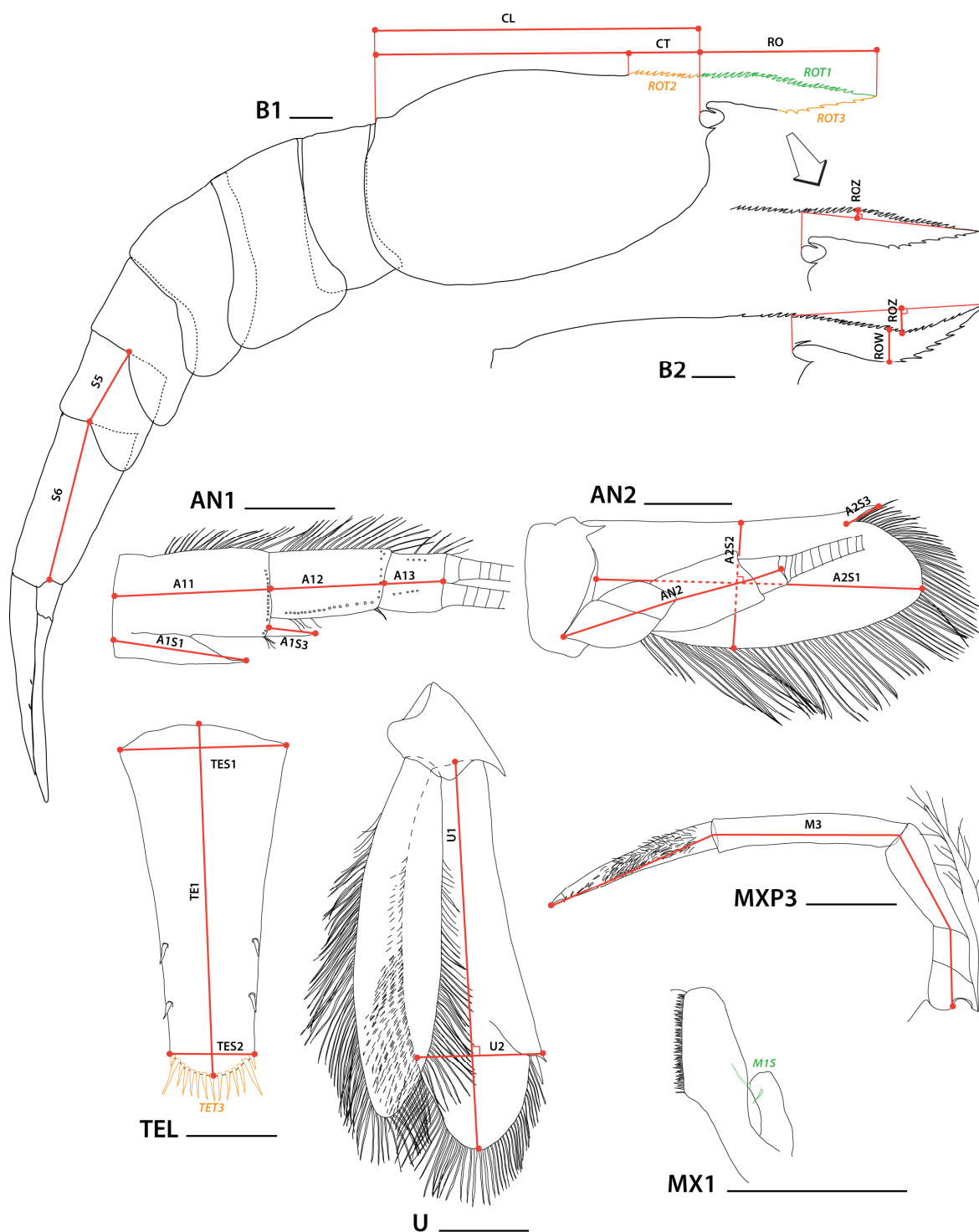
Table 2. A list of 120 morphometric characters (MC), 17 numerical counted (capitalized, italic) and 103 ratios (small caps, bold and italic), analysed in cave shrimps *Troglocaris*. For untransformed characters, see formulas (under Formula) and Figures 1A and 1B for schematic representation. Character description added for numerical counted characters. »*« – MC, analysed in males only.

Regija, struktura	MC	Formula (pomožna formula) / Kratek opis
Kljunec	<i>rcI</i>	RO / CL
	<i>rowro</i>	ROW / RO
	<i>rozw</i>	ROZ / ROW
	<i>rowk</i>	ROW / CL
	<i>ctcl</i>	CT / CL
	<i>ROT1</i>	št. zobcev na kljuncu pred očmi zgoraj
	<i>ROT2</i>	št. zobcev na košu za očmi
Maksila I	<i>ROT3</i>	št. zobcev na kljuncu pred očmi spodaj
	<i>M1S</i>	št. set
Antena I	<i>an1cl</i>	AN1 / CL; (AN1 = A11+A12+A13)
	<i>a11an</i>	A11 / AN1
	<i>a12an</i>	A12 / AN1
	<i>a13an</i>	A13 / AN1
	<i>a1s1an</i>	A1S1 / AN1
	<i>a1s3an</i>	A1S3 / AN1
	<i>a13a12</i>	A13 / A12
Antena II	<i>an2cl</i>	AN2 / CL
	<i>a2s1an</i>	A2S1 / AN2
	<i>a2s2an</i>	A2S2 / AN
	<i>a2s1cl</i>	A2S1 / CL
	<i>a2s2cl</i>	A2S2 / CL
	<i>a2s2s1</i>	A2S2 / A2S1
	<i>a2s3s1</i>	A2S3 / A2S1
	<i>a2s3s2</i>	A2S3 / A2S2
	<i>an2an1</i>	AN2 / AN1
	<i>m3cl</i>	M3 / CL
Maksilipedij III Pereopod I	<i>pr1iccl</i>	PR1IC / CL; (PR1IC = PR1I+PR1M+PR1C)
	<i>pr1cl</i>	PR1 / CL; (PR1 = PR1I+PR1M+PR1C+PR1P)
	<i>pr1ia</i>	PR1I / PR1
	<i>pr1ma</i>	PR1M / PR1
	<i>pr1ca</i>	PR1C / PR1
	<i>pr1pa</i>	PR1P / PR1
	<i>pr1plma</i>	PR1PLM / PR1
	<i>pr1da</i>	PR1D / PR1
	<i>pr1dplm</i>	PR1D / PR1PLM
	<i>pr1plmcarp</i>	PR1PLM / PR1C
	<i>pr1plmpr1ic</i>	PR1PLM / PR1IC
	<i>pr1pplm</i>	PR1P / PR1PLM
	<i>pr1pwl</i>	PR1PWM / PR1PLM
	<i>pr1pwcl</i>	PR1PWM / CL
	<i>pr1che</i>	PR1PLM / CL
	<i>pr1ccl</i>	PR1C / CL
	<i>pr1im</i>	PR1N / PR1D
Pereopod II	<i>pr2iccl</i>	PR2IC / CL; (PR2IC = PR2I+PR2M+PR2C)
	<i>pr2cl</i>	PR2 / CL; (PR2 = PR2I+PR2M+PR2C+PR2P)
	<i>pr2ia</i>	PR2I / PR2
	<i>pr2ma</i>	PR2M / PR2
	<i>pr2ca</i>	PR2K / PR2
	<i>pr2pa</i>	PR2P / PR2
	<i>pr2plma</i>	PR2PLM / PR2
	<i>pr2da</i>	PR2D / PR2
	<i>pr2dplm</i>	PR2D / PR2PLM
	<i>pr2plmcarp</i>	PR2PLM / PR2C
	<i>pr2plmpr2ic</i>	PR2PLM / PR2IC
	<i>pr2pplm</i>	PR2P / PR2PLM
	<i>pr2pwl</i>	PR2PWM / PR2PLM
	<i>pr2pwcl</i>	PR2PWM / CL

(se nadaljuje; *continued*)

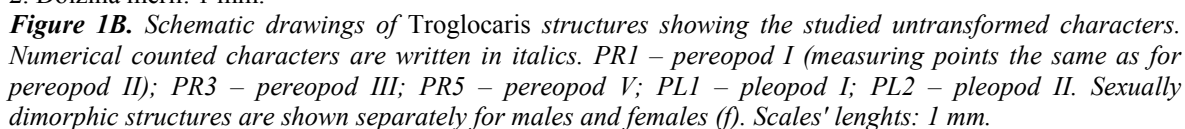
Preglednica 2. Table 2. (nadaljevanje; continuation)

Regija, struktura	MC	Formula (pomožna formula) / Kratek opis
Pereopod II	<i>pr2che</i> <i>pr2ccl</i> <i>pr2im</i> <i>pr1pr2</i>	PR2PLM / CL PR2C / CL PR2N / PR2D PR1 / PR2
Pereopod III	<i>pr3cl</i> <i>pr3ia</i> <i>pr3ma</i> <i>pr3ca</i> <i>pr3pa</i> <i>pr3da</i> <i>pr3imcpd</i> <i>pr3tp</i> *	PR3 / CL; (PR3 = PR3I+PR3M+PR3C+PR3P+PR3D) PR3I / PR3 PR3M / PR3 PR3K / PR3 PR3P / PR3 PR3D / PR3 PR3IM / PR3CPD; (PR3IM = PR3I+PR3M; PR3CPD = PR3C+PR3P+PR3D) PR3T / PR3P
	<i>P3I</i> <i>P3M</i> <i>P3C</i> <i>P3PS</i> <i>P3D</i>	št. spiniformnih set na členu 3 št. spiniformnih set na členu 4 št. spiniformnih set na členu 5 št. spiniformnih set na členu 6 št. spiniformnih set na členu 7
Pereopod V	<i>pr5cl</i> <i>pr5ia</i> <i>pr5ma</i> <i>pr5ca</i> <i>pr5pa</i> <i>pr5da</i> <i>p5dp</i> <i>pr5imcpd</i> <i>pr3pr5</i> <i>P5I</i> <i>P5M</i> <i>P5C</i> <i>P5D</i>	PR5 / CL; (PR5 = PR5I+PR5M+PR5C+PR5P+PR5D) PR5I / PR5 PR5M / PR5 PR5C / PR5 PR5P / PR5 PR5D / PR5 PR5D / PR5P PR5IM / PR5CPD; (PR5IM = PR5I+PR5M; PR5CPD = PR5C+PR5P+PR5D) PR3 / PR5 št. spiniformnih set na členu 3 št. spiniformnih set na členu 4 št. spiniformnih set na členu 5 št. spiniformnih set na členu 7
Pleopod I	<i>pl1encl</i> <i>pl1excl</i> <i>pl1enex</i> <i>PP1AIN</i> <i>PP1ENS</i> *	PL1EN / CL PL1EX / CL PL1EN / PL1EX št. kaveljčkov v retinaku na notranjem privesku (<i>appendix interna</i>) št. spiniformnih set na notranjem robu endopodita
Pleopod II	<i>pl2encl</i> <i>pl2excl</i> <i>pl2amcl</i> * <i>pl2aicl</i> <i>pl2amen</i> * <i>pl2amai</i> * <i>pl2aien</i> <i>pl2enex</i> <i>PP2AIN</i>	PL2EN / CL PL2EX / CL PL2AM / CL PL2AI / CL PL2AM / PL2EN PL2AI / PL2AM PL2AI / PL2EN PL2EN / PL2EX št. kaveljčkov v retinaku na notranjem privesku (<i>appendix interna</i>)
Uropod	<i>u1cl</i> <i>u2cl</i> <i>u21</i> <i>u1s56</i> <i>u1s6</i> <i>u1te1</i>	U1 / CL U2 / CL U2 / U1 U1 / S56; (S56 = S5+S6) U1S6 U1 / TE1
Pleoniti V–VI	<i>s56cl</i> <i>s5cl</i> <i>s6cl</i> <i>s5s6</i>	S56 / CL S5 / CL S6 / CL S5 / S6
Telzon	<i>te1cl</i> <i>tes1cl</i> <i>tes2cl</i> <i>tes1te1</i> <i>tes2te1</i> <i>tes2tes1</i> <i>te1s56</i> <i>te1s6</i> <i>TET3</i>	TE1 / CL TES1 / CL TES2 / CL TES1 / TE1 TES2 / TE1 TES2 / TES1 TE1 / S56 TE1 / S6 št. spiniformnih set na distalnem robu (vključno z distalnim parom lateralnih set)



Slika 1A. Sheme telesnih regij in struktur jamskih kozic *Troglocaris* s prikazom načina meritve (meritvene točke označene s pikami). Regije in strukture: B1 – koš s pleonom; B2 – dorzalni del koša; AN1 – antena I; AN2 – antena II; TEL – telzon; U – uropod; MX1 – maksila I; MXP3 – maksilipedij III. Vrednost znaka ROZ je pozitivna (kot na B1) ali negativna (kot na B2). Oznake osnovnih znakov so enake kot v Preglednici 2. Dolžina meril: 1 mm.

Figure 1A. Schematic drawings of *Troglocaris* structures showing the studied untransformed characters. Numerical counted characters are written in *italics*. B – body; AN1 – antenna I; AN2 – antenna II; MX1 – maxilla I; MXP3 – maxilliped III; U – uropod; TEL – telson. Values of ROZ are positive (when as in B1) or negative (when as in B2). Scales' lengths: 1 mm.



Živali smo nato razčlenili: z leve strani telesa smo odlomili obe anteni, maksilipedij III, pereopode I, II, III in V ter pleopode I, II in VI (uropod). Nadalje smo odlomili telzon in izpreparili preostale obustne okončine: mandibuli, maksili I in II ter maksilipedija I in II. Odlomljene strukture vsake živali smo vključili v poltrajni glicerol želatinski preparat.

Pri manjši seriji živali smo pred pripravo preparata pereopode približno eno uro kuhali v raztopini kalijevega hidroksida (ena 0.1 g tabletko v 10 ml vode), ki smo ji dodali nekaj kapljic barvila Trypan Blue. Obarvane strukture smo pred vklapljanjem v glicerol želatinske preparate sprali z destilirano vodo. Tako smo lahko pregledali tudi drobnejše strukture na površini okončin (npr. število set na površini pereopodov).

Preparate smo dali pod lupo in strukture posneli z digitalno kamero ter izmerili s pomočjo računalniškega programa Cell[^]B (Microsoft Windows NT 5.1, Build 2600, Service Pack 3). Številске štete znake smo glede na velikost struktur prešteli bodisi pod lupo (Olympus SZX 9), bodisi pod mikroskopom (Opton).

3.3 PRIPRAVA RISB IN ZEMLJEVIDOV

Za izris živali ali njihovih struktur smo večinoma uporabili prekuhane in obarvane živali (gl. 3.2), da smo lahko izrisali tudi manjše strukture na površini okončin. Iz fotografije (gl. 3.2) smo s pomočjo risalne tablice (Wacom) in računalniškega svinčnika (Wacom) izrisali telesni del ali okončino. Podrobnosti smo naknadno preverili pod lupo ali mikroskopom. Delo in nadaljna obdelava skic sta potekala v programu Adobe Illustrator CS3 13.0.1.

Za pripravo zemljevidov mest vzorčenj in geografske prikaze smo namesto fotografije uporabili zemljevid, ki smo ga odprli v programu Adobe Illustrator CS3 13.0.1 ter grafično obdelali na enak način kot pri pripravi risb.

3.4 STATISTIČNA ANALIZA

OTU (Operational Taxonomic Unit) je predstavljal vzorec filogenetske skupine, bodisi samcev, samic ali samcev in samic (spolno mešanih vzorcev).

Za analize smo uporabljali univariatno in multivariatno statistiko. Da bi izločili vpliv velikosti, smo številске merjene znake preoblikovali v razmerja (Preglednica 2). Zaradi manjkajočih struktur pri posameznih živalih matrika zbranih podatkov ni bila popolna. Zato smo iz multivariatnih statističnih analiz bodisi izločili živali z manjkajočimi strukturami, bodisi znake z manjkajočimi vrednostmi. Alternativno smo manjkajoče podatke dopolnili z uporabo multiple regresije (gl. 3.4.2).

3.4.1 Univariatne statistične metode

Za univariatno statistično analizo smo uporabili programski paket SPSS 14.0 za Windows (2005).

- Osnovni statistični opis

Za znake, ki so se izkazali za najpomembnejše razlikovalne znake (gl. rezultate), smo izračunali aritmetično sredino, standardno deviacijo in variacijsko širino (minimum, maksimum) (Priloga C5).

- Testiranje normalnosti porazdelitve znakov

Za testiranje normalne porazdelitve znakov smo uporabili One sample Kolmogorov-Smirnov test. Test primerja opaženo kumulativno razporeditev znaka s teoretično razporeditvijo (v našem primeru normalno porazdelitvijo). S testom izračunamo Z vrednost iz največje absolutne razlike med funkcijama opažene in teoretične kumulativne razporeditve, kar nam pove, ali opažena razporeditev znaka lahko prihaja iz teoretične, ali pa hipotezo o teoretični razporeditvi zavrne. Normalnost porazdelitve znakov smo testirali za vsako filogenetsko skupino posebej (ločeno za samce in samice).

Alternativno smo za preverjanje normalne razporeditve znakov uporabili prikaz s pomočjo Q-Q (quartile-quartile) grafov. Q-Q graf prikaže razporeditev kvantilov znaka in jih primerja s kvantili testne razporeditve. Če se razporeditev znaka ujema s testno razporeditvijo, so njegove vrednosti na grafu razporejene blizu premice.

- T-test, enosmerna analiza variance (ANOVA) in neparametrični testi za iskanje razlik med OTU

Za vsak znak smo s testom ANOVA (oz. t-testom, če sta bili skupini le dve) testirali, ali se povprečja med izbranimi skupinami statistično značilno razlikujejo. Na tak način smo ocenili taksonomsko vrednost posameznega znaka (Thorpe, 1975, 1985). V nadaljne analize smo vključili le znake, po katerih so se skupine medsebojno statistično značilno razlikovale ($p < 0.001$). Predpogoj za enosmerno analizo variance je normalna razporeditev podatkov.

Kadar je test razporeditve zavrnil normalno razporeditev podatkov, smo uporabili enega od neparametričnih alternativ. Za testiranje razlik med dvema neodvisnima skupinama smo v primeru odstopanj od normalne porazdelitve uporabili Two independent samples Kolmogorov-Smirnov Z test. Z njim smo testirali, ali med neodvisnima skupinama obstajajo statistično značilne razlike v mestu in obliki razporeditve. Test izračuna razliko med skupinama na podlagi največje absolutne razlike med opaženima kumulativnima razporeditvama primerjanih skupin. Če je razlika statistično značilna, smatramo, da sta razporeditvi različni (SPSS 14.0, 2005).

3.4.2 Multivariatne statistične metode

Za izračun Mahalanobisove razdalje in izris drevesa najmanjšega razvejanja (MST) smo uporabili program R 2.8.1 (prosto dostopen na <http://www.r-project.org/>), za analizo primarnih komponent in analizo kopičenja (Wardova metoda) PAST 1.82 (Palaentological Statistics, prosto dostopen na <http://folk.uio.no/ohammer/past/>), za diskriminacijsko analizo, izračun korelacij med znaki in dopolnjevanje manjkajočih vrednosti z multiplo regresijo SPSS 14.0 (2005). Slikovne prikaze rezultatov smo grafično obdelali v programu Adobe Illustrator CS3 13.0.1.

- Korelacijska analiza

Za analizo korelacij med znaki smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient, katerega vrednosti r se nahajajo med -1 (močna negativna soodvisnost) in 1 (močna pozitivna soodvisnost). Kjer je bilo le mogoče, smo za nadaljne analize izbrali le en znak iz para ali skupine znakov z visoko soodvisnostjo ($|r| > 0.7$), saj vključitev večjega števila visoko soodvisnih znakov ne prispeva k oceni razlik med skupinami (Thorpe, 1975). Izračun Pearsonovega korelacijskega koeficienta je upravičen le v primeru normalne razporeditve znakov. V primeru odstopanj od normalne porazdelitve smo korelacije med znaki ocenili s Spearmanovim korelacijskim koeficientom, ki je neparametrična alternativa Pearsonovemu korelacijskemu koeficientu.

- Multipla regresija

Z multiplo regresijo izrazimo odvisnost med več neodvisnimi spremenljivkami in odvisno spremenljivko. Ta odnos izraža regresijska premica, na podlagi katere lahko ocenimo tudi manjkajoče podatke za odvisno spremenljivko (StatSoft, Inc. 2010).

- Analiza glavnih komponent (PCA, Principal Component Analysis)

Analiza glavnih komponent (PCA) izračuna hipotetične spremenljivke (komponente), ki razlagajo največji možni delež variabilnosti podatkov (Jolliffe, 2002) in prikaže orientacijo vnaprej nezdruženih OTU-jev (v našem primeru posameznih živali) v večdimenzionalnem prostoru. Komponente so linearne kombinacije vhodnih spremenljivk. Metoda pri tem kar najbolj zmanjša število komponent, ki pojasnjujejo celokupno variabilnost podatkov. Prva glavna komponenta opisuje največji del celokupne variabilnosti (t.j. razloži največji delež skupne variance), vsaka naslednja pa naslednji najvišji možni delež skupne variance. Če že nekaj prvih (2–3) glavnih komponent pojasni večino skupne variance, je interpretacija rezultatov močno olajšana, brez velike izgube informacije. Rezultate analize, torej njene glavne komponentne, lahko smatramo kot odsev morfoloških znakov z biološkim pomenom. Analiza ni namenjena razvrščanju živali v skupine, vendar v primeru, da take skupine obstajajo, rezultat analize lahko prikaže njihov obstoj.

PCA je dobra metoda za študij starostne raznolikosti fenotipa (npr. rasti) znotraj populacije, saj prepozna multivariatno naravo večine ontogenetske raznolikosti (Thorpe, 1983). Obenem je metoda uporabna tudi za preverjanje obstoja predvidenih naravnih enot, definiranih na podlagi drugih hipotez (na primer na osnovi filogenetskih analiz). Vendar pa se pogosto zgodi, da največji del raznolikosti prikazujejo znaki, ki so za želeno

interpretacijo nepomembni, in zakrijejo znake, ki so s filogenetskimi hipotezami skladni. Zato je pri interpretaciji rezultatov potrebna previdnost.

- Diskriminacijska analiza (DFA, Discriminant Function Analysis)

DFA je najbolj pogosto uporabljena metoda pri raziskovanju multivariatnih vzorcev rasne raznolikosti, zlasti v evolucijski biologiji in sistematiki (Campbell in Atchley, 1981; Neff in Marcus, 1980). Zlasti v primeru ozko sorodnih skupin (npr. kriptičnih vrst, populacij) je metoda zelo uporabna, ker maksimizira razlike med skupinami glede na razlike znotraj skupin (Morisson, 1976; Chatfield in Collins, 1980).

V splošnem populacije ali vrste, ki jih analiziramo s pomočjo DFA, uvrstimo v skupine vnaprej (*a priori*). Diskriminacijska analiza skuša najti takšne linearne kombinacije spremenljivk (diskriminacijske funkcije), da je možnost ločevanja skupin vzdolž njih kar največja možna (Sneath in Sokal, 1973; Thorpe, 1976). Pri tem prva diskriminacijska os pojasni največji delež celokupne variabilnosti (variance) podatkov, in vsaka naslednja naslednjo najvišjo možno vrednost. Število osi (n_{DF}) je odvisno od števila znakov (n_{MC}) in števila skupin (n_G): $n_{DF} = \min(n_{MC}, n_G - 1)$. Pogosto je interpretacija rezultatov otežkočena, kadar je število znakov, potrebnih za ločevanje skupin, veliko, njihovi prispevki k ločevanju skupin pa majhni.

Da bi zmanjšali število znakov tako, da bi izločili manj pomembne znake in s tem olajšali interpretacijo rezultatov, lahko uporabimo različne postopne (»stepwise«) tehnike, kjer program po vnaprej določenem algoritmu korak za korakom izbira znake, ki zadoščajo postavljenim pogojem za vstop v diskriminacijsko analizo. Program najprej izbere znak, ki najbolj ustreza izbranim pogojem, in po enakem postopku nadaljuje z naslednjimi. Vsi znaki, ki pogojem ne ustrezajo, so izločeni iz nadaljne analize. Uporabili smo nastavljeno metodo v programu SPSS (Wilks' lambda; F vrednost za vstop spremenljivke v analizo = 3.84, F vrednost za izločitev spremenljivke iz analize = 2.71).

Poleg iskanja razlik med skupinami diskriminacijsko analizo lahko uporabljamo še za uvrščanje novih, še neuvrščenih živali, v že definirane skupine. Četudi diskriminacijska analiza omogoča ločevanje vnaprej določenih skupin, pa še ne pomeni, da je njihova raznolikost kategorijska, ali obratno, četudi analiza skupin ne loči, še ne pomeni, da ne obstajajo neki drugi znaki (ne nujno morfološki), po katerih bi skupine lahko jasno ločili.

Pomembno je, da znamo vire raznolikosti znotraj skupin kontrolirati, saj v nasprotnem primeru lahko rezultate napačno interpretiramo. Tako moramo vpliv spolnega dimorfizma, starostnega polimorfizma ali nekončne rasti upoštevati še preden podatke vključimo v diskriminacijsko analizo geografske raznolikosti (Thorpe, 1983, 1987; gl. tudi dos Reis in sod., 1990).

- Drevo najmanjšega razvejanja (MST, Minimum Spanning Tree)

Drevo najmanjšega razvejanja (Gower in Ross, 1969) iz diagonalno simetrične matrike podobnosti/različnosti (v našem primeru matrike Mahalanobisovih razdalj med centriidi filogenetskih skupin) poišče pare najbližjih enot. MST je niz daljic, ki vse enote povezujejo tako, da je vsota dolžin daljic (dolžina drevesa) najmanjša. MST ne oblikuje zank, zato sta dve poljubni enoti povezani le na en možen način.

S pomočjo projekcij MST na ordinacijske grafe (grafi primarnih komponent, primarnih koordinat, diskriminacijskih funkcij) lahko odkrijemo pare točk, ki se na dvo- ali trodimenzionalnih ordinacijskih grafih zdijo blizu, a so ob upoštevanju dodatnih dimenzij dejansko precej oddaljene. Metoda MST omogoča kontrolo rezultatov drugih multivariatnih metod, saj pričakujemo, da bodo rezultati različnih metod z isto množico podatkov podobni. Vsako odstopanje zahteva dodatne analize in previdnost pri razlagi rezultatov.

- Analiza kopičenja (CA, Cluster Analysis)

Analiza kopičenja deluje na osnovi algoritma, ki najprej najde par dveh enot, ki sta si glede na druge enote najbolj podobna, in ju združi v novo enoto. Za to novo enoto zopet najde enoto, ki je le-tej najbolj podobna in tak postopek nadaljuje, dokler ne porabi vseh enot. Rezultat analize je dendrogram, iz katerega pogosto lahko razberemo več skupin – klastrov, za katere najdemo primerno interpretacijo.

Na razpolago je več algoritmov za analizo kopičenja (gl. npr. Sneath in Sokal, 1973), vendar za morfometrične analize Hammer (2002) priporoča uporabo UPGMA ali Wardovega algoritma. Wardov algoritem, ki smo ga uporabili sami, deluje najbolje, kadar za mero razdalj med enotami izberemo Evklidsko razdaljo (Hammer, 2002), to je enostavno geometrijsko oddaljenost med dvema enotama v prostoru. Priporočljivo je uporabiti različne algoritme in primerjati rezultate (Hammer, 2002).

Metoda se uporablja zlasti za ločevanje vrst in višjih taksonomskih enot, vendar ni primerna za prikaz postopnih razlik med skupinami (populacijami). Prednost metode kopičenja je v tem, da lahko prikaže podobnost geografsko oddaljenih skupin (na primer podobnosti kot posledice življenja v podobnih razmerah).

3.5 UČINKOVITOST PREHRANJEVANJA MOČERILA *Proteus anguinus* Z JAMSKIMI KOZICAMI *Troglocaris*

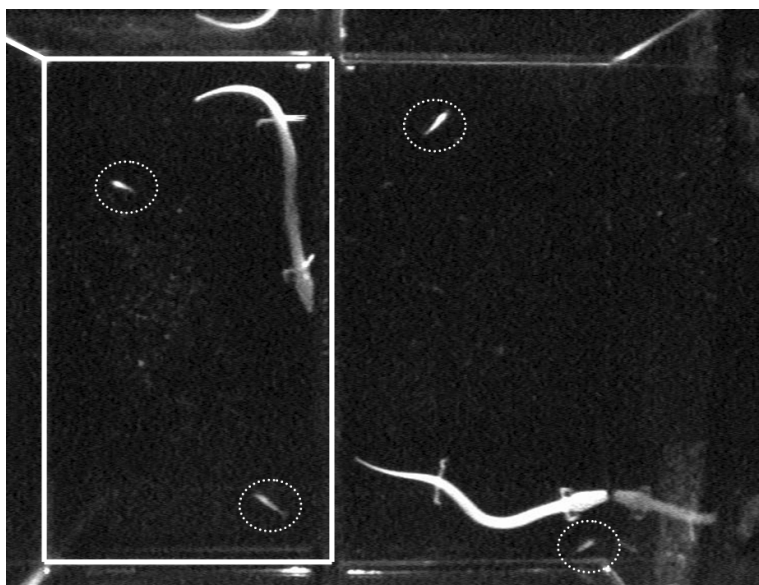
Učinkovitosti prehranjevanja močerila *Proteus anguinus* z jamskimi kozicami *Troglocaris* smo ugotavljali v Jamskem laboratoriju Tular v Kranju (Aljančič, 2008; začetno postavitev poskusa kaže Slika 2). S poskusom smo testirali hipotezo, da je kljunec pri jamskih kozicah učinkovita obramba proti predaciji. Zbrali smo odrasle živali jamskih kozic iz Planinske jame (Planina, Slovenija), kjer kozice z dolgimi, močno ozobčenimi kljunci živijo sintopo z močerilom, in Jame v kamnolomu (Vinica, Slovenija). V Vinici močeril še ni bil najden, kozice iz te jame pa imajo večinoma kratek kljunec z manjšim številom zobcev. Vsem živalim iz Vinice smo dodatno odlomili vrh kljunca, zato da bi izločili možen vpliv morfološke raznolikosti znotraj vzorca. Živali z odlomljenim kljuncem smo pustili dva tedna v jamskem laboratoriju, da so si opomogle od šoka.

Poskus smo izvedli v dveh paralelkah. Za vsako od teh smo uporabili steklen akvarij (37 X 20 X 28 cm³), ki smo ga napolnili s petimi litri vode iz jame Tular. Dva dni pred začetkom poskusa smo v vsakega od akvarijev dali enega odraslega močerila, oba približno enake velikosti (ca. 30 cm dolžine, od tega približno 1/3 repa). Oba močerila sta bila pred tem več

kot dvajset let vzgajana v pol naravnih razmerah jamskega laboratorija Tular in nista bila hranjena dva meseca pred začetkom poskusa.

Poskus se je začel takoj, ko smo v vsak akvarij dodali še dve jamski kozici, eno iz Planinske jame (z dolgim nepoškodovanim kljuncem) in eno iz Vinice (z odlomljenim vrhom kljunca). Enkrat dnevno smo preverili število in izvor požrtih kozic, ter jih zamenjali z novimi. Potek poskusa je bil posnet v popolni temi z videokamero z nočnim vidom (Panasonic RS7), nameščeno nad akvarijema, le ob infrardeči osvetlitvi akvarijev.

Premiki jamskih kozic ali močerila so bili zabeleženi s serijo posnetkov, z največ petimi posnetki na sekundo. Posnetki so omogočili naknadno analizo interakcije plen-plenilec in določitev časa prehranjevanja močerila. Čas, potreben da močeril pogoltne plen, smo merili od trenutka napada (stika z kozico) do trenutka, ko je močeril kozico pogoltnil. Čas smo merili na 1 sekundo natančno.



Slika 2. Postavitev poskusa, v katerem smo opazovali prehranjevanje močerila z jamskimi kozicami. Vsakemu od obeh plenilcev smo ponudili po eno kratko– in eno dolgokljuno kozico (obkrožene z elipso). Požrte kozice smo enkrat dnevno nadomeščali. Dno levega akvarija je označeno s pravokotnikom.

Figure 3. The beginning of the *Proteus* feeding efficiency experiment. A shrimp of *Troglocaris* s. str. (in ellipses) with long undamaged and a shrimp with rostrum cut off were offered to each of the two *Proteus* specimens at the time. Eaten shrimps were replaced once a day. The bottom of the left aquarium denoted by a rectangle.

3.6 MORFOLOŠKI OPIS MOLEKULSKO UGOTOVLJENIH FILOGENETSKIH SKUPIN PODRODU *Troglocaris* s.str.

Zaradi majhnih morfoloških razlik med filogenetskimi skupinami smo pripravili posodobljen podroben opis le za skupino, ki vključuje topotipsko populacijo tipske vrste rodu *Troglocaris*: Vzhodna Slovenija 1 (E-Slo1 ; gl. »Opis neotipa in raznolikost samcev«, str. 73). Opisu samcev sledi še opis spolno dimorfnih znakov pri samicah. Za vse skupine, kjer je bilo mogoče (znotraj E-Slo multivariatna statistična analiza podskupin ni bila mogoča zaradi pomanjkanja molekulskih podatkov) smo na osnovi rezultatov diskriminacijskih analiz pripravili tudi krajše opise, v katerih smo obravnavali le znake, ki so najboljše razlikovali filogenetske skupine, posebej za samce in samice. Diagnoze so zgoščen povzetek le teh, in prikazujejo najpomembnejše razlikovalne znake za ločevanje filogenetskih skupin.

Vrednosti za znake, ki smo jih uporabili v kratkih opisih in opisu samic iz skupine E-Slo1, so naslednje: povprečna vrednost, njen standardni odklon ter razpon vrednosti (slednji v oklepaju). Pri istrski filogenetski skupini smo podatke za samce in samice zaradi majhnega vzorca združili. Pri posodobljenem podrobnem opisu samcev tipske filogenetske skupine pa smo uporabili naslednje vrednosti: vrednost izmerjeno na neotipu, v oklepaju pa je dodan razpon vrednosti samcev iz podvzorca E-Slo1.

3.6.1 Priprava določevalnega ključa

V določevalnem ključu smo uporabili razpone vrednosti (minimum, maksimum), če pa je med najboljšimi razlikovalnimi znaki med skupinami prišlo do prekrivanja vrednosti, smo po potrebi uporabili tudi vrednosti za 12. in 88. centil, ki omejujeta več kot 75 % vseh izmerjenih vrednosti.

4 REZULTATI

4.1 MLADOSTNI RAZVOJ SPOLNIH ZNAKOV PRI RODU *Troglocaris*

4.1.1 Razvoj spolnih znakov pri samcih *Troglocaris* s. str.

Izmed izbranih 20 razmerij (izračunanih iz 21 številskih merjenih in 2 številskih štetih znakov, Priloga A3) smo iz statističnih analiz zaradi manjkajočih podatkov izločili 7 razmerij (Priloga A3). Seznam analiziranih živali je v Prilogi A3, prikaz meritev pa v Prilogi A4.

Da bi izločili vpliv geografske raznolikosti, smo najprej analizirali bogat vzorec 43 samcev in 6 živali nedoločenega spola (vsi so bili manjši od najmanjšega samca v bogatem vzorcu) jamskih kozic *Troglocaris* (*Troglocaris*) *planinensis* iz Kačne jame. Rezultat analize glavnih komponent (PCA) je bila razporeditev živali v dve večji skupini vzdolž primarne osi 1 (PC 1), ki smo ju označili kot »juvenilna« in »odrasla« starostna skupina (Slika 3). Pri poimenovanju smo upoštevali razvoj moškega priveska (*appendix masculina*) na endopoditu pleopoda II, kar se ne ujema nujno z razvojem gonad. PC 1 pojasni 51.8 % skupne variance celotnega vzorca, PC 2 in PC 3 pa nadaljnih 16.3 % in 10.6 % variance. Znotraj »juvenilne« starostne skupine smo nadalje ločili še dve skupini, glede na odsotnost (U) oziroma prisotnost moškega priveska (A).

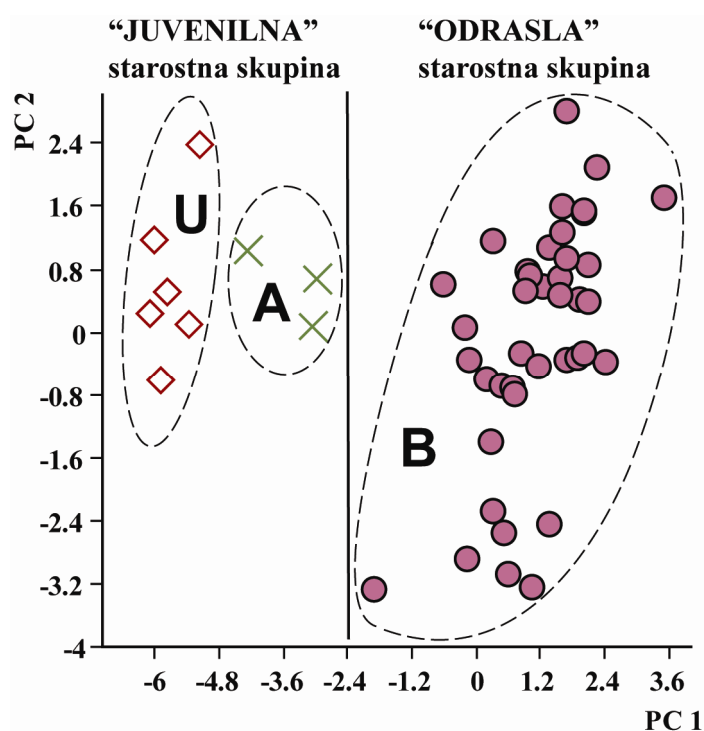
Znotraj vsake od treh skupin, normalnost porazdelitve ni bila zavrnjena za nobeno uporabljeno razmerje (One sample Kolmogorov–Smirnov test, $p > 0.1$).

S postopno (»stepwise«) diskriminacijsko analizo 1 (DFA 1, Slika 4a) smo analizirali 49 živali iz Kačne jame, ki smo jim določili eno od treh starostnih skupin (gl. PCA), skupaj s še 141 živalmi iz šestih filogenetskih skupin jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. (*T. aggr. anophthalmus* in *T. (T.) bosnica*), ki jih nismo predhodno uvrstili v nobeno od teh treh skupin. Glavni rezultat DFA 1 ob upoštevanju 13 znakov (gl. PCA) je bil enak kot v analizi glavnih komponent, to je ločitev v skupine vnaprej uvrščenih živali iz Kačne jame. Preostalih 141 neuvrščenih živali se je uvrstilo v eno od treh skupin, ne da bi se skupine med seboj prekrivale. V analizi so bila razen štirih razmerij, ki opisujejo diferenciacijo (dokončno izoblikovanje) propoda (člena 6; *pr3tp*) in gostoto spiniformnih set na daktilu (člen 7; *p3d*) pereopoda III, razmerje med dolžinama endo- in eksopodita na pleopodu I (*pl1enex*) ter razmerje med dolžinama moškega priveska in endopodita na pleopodu II (*pl2amen*), preostala razmerja s postopno metodo izločena iz analize. Vsa štiri razmerja so se med skupinami statistično značilno razlikovala (ANOVA, $p < 0.001$). Kljub postopni metodi pa so bili nekateri pari znakov medsebojno še vedno visoko korelirani (Pearsonov korelacijski koeficient, $|r| > 0.7$): *pr3tp–p3d*: 0.700, *pr3tp–pl1enex*: 0.845, *pr3tp–pl2amen*: 0.861, in *pl1enex–pl2amen*: 0.897.

Po tem, ko smo vse v DFA 1 neuvrščene živali uvrstili v eno od treh starostnih skupin, smo diskriminacijsko analizo ponovili, tako da je bilo vseh 190 živali predhodno uvrščenih v skupine. V postopni tehniki diskriminacijske analize 2 (DFA 2), z upoštevanjem 13 znakov (kot v DFA 1), je 6 razmerij pojasnilo celotno varianco: relativna dolžina propoda (*pr3p*),

diferenciacija propodov (*pr3tp*) in gostota spiniformnih set na daktilu (*p3d*) pereopodov III, razmerje med dolžinami moškega priveska in endopodita (*pl2amen*), notranjega priveska in endopodita (*pl2aien*) ter moškega priveska in notranjega priveska (*pl2amai*) na pleopodih II; vsa ta razmerja so se med skupinami statistično značilno razlikovala (ANOVA, $p < 0.001$). Najvišje medsebojne Pearsonove korelacije ($|r| > 0.7$) med razmerji so bile med naslednjimi pari: *pr3tp-pl2amen*: 0.737, *pr3tp-pl2amai*: 0.736; *pl2amen-pl2amai*: 0.854, in *pl2aien-pl2amai*: -0.761.

Na modelnem vzorcu samcev iz Kačne jame ($N = 20$) smo ugotovili, da je dolžina koša (CL) dober pokazatelj celotne telesne dolžine (velikosti živali), saj sta obe meritvi močno pozitivno korelirani (Pearsonov korelacijski koeficient, $r > 0.8$, $p < 0.001$). Vendar so bile Pearsonove korelacije med dolžino koša z vsakim od šestih razmerij iz DFA 2, vse nizke ($|r| < 0.35$, Preglednica 3).



Slika 3. Projekcija simbolov za 49 živali (43 različno starih samcev in 6 živali nedoločenega spola) jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz Kačne jame na prvi dve glavni komponenti (PC 1, PC 2), z upoštevanjem 13 znakov. U – juvenilne živali nedoločenega spola (t.j. brez Am); A – juvenilni samci s šibko razvitim Am; B – odrasli samci (dobro razvit Am). Seznam uporabljenih znakov je v Prilogi A3.

Figure 3. Two-dimensional plot generated from Principal Component Analysis (PCA) run on 49 specimens of *Troglocaris* s. str. from Kačna jama sample. In 43 males of different size (age) and 6 specimens of uncertain sex, 13 ratios are considered. Explanation of group abbreviations: U – juveniles of uncertain sex (i.e. without appendix masculina, sex is not identifiable); A – juvenile males with weakly developed appendix masculina; B – adult males (appendix masculina well developed, see also Figure 4). List of ratios is in Appendix C (under P).

V diskriminacijskih analizah 1 in 2 je prva diskriminacijska os pojasnila 95.2 % in 89.1 % skupne variance, druga os pa preostanek celotne variance. Glede na pregledana razmerja so

bile razlike med starostnimi skupinami mnogo večje kot so bile razlike med filogenetskimi skupinami. V obeh diskriminacijskih analizah (DFA 1, DFA 2) nobena žival ni bila uvrščena izven predvidene starostne skupine.

Prispevki posameznih razmerij k ločevanju starostnih skupin vzdolž obeh diskriminacijskih osi so za diskriminacijski analizi 1 in 2 podani v Preglednici 4.

Preglednica 3. Pearsonove korelacije med dolžino koša (CL) in šestimi razmerji, uporabljenimi v DFA 2, pri 169 samcih in 6 živalih nedoločenega spola jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. iz šestih filogenetskih skupin. Seznam razmerij je v Prilogi A3.

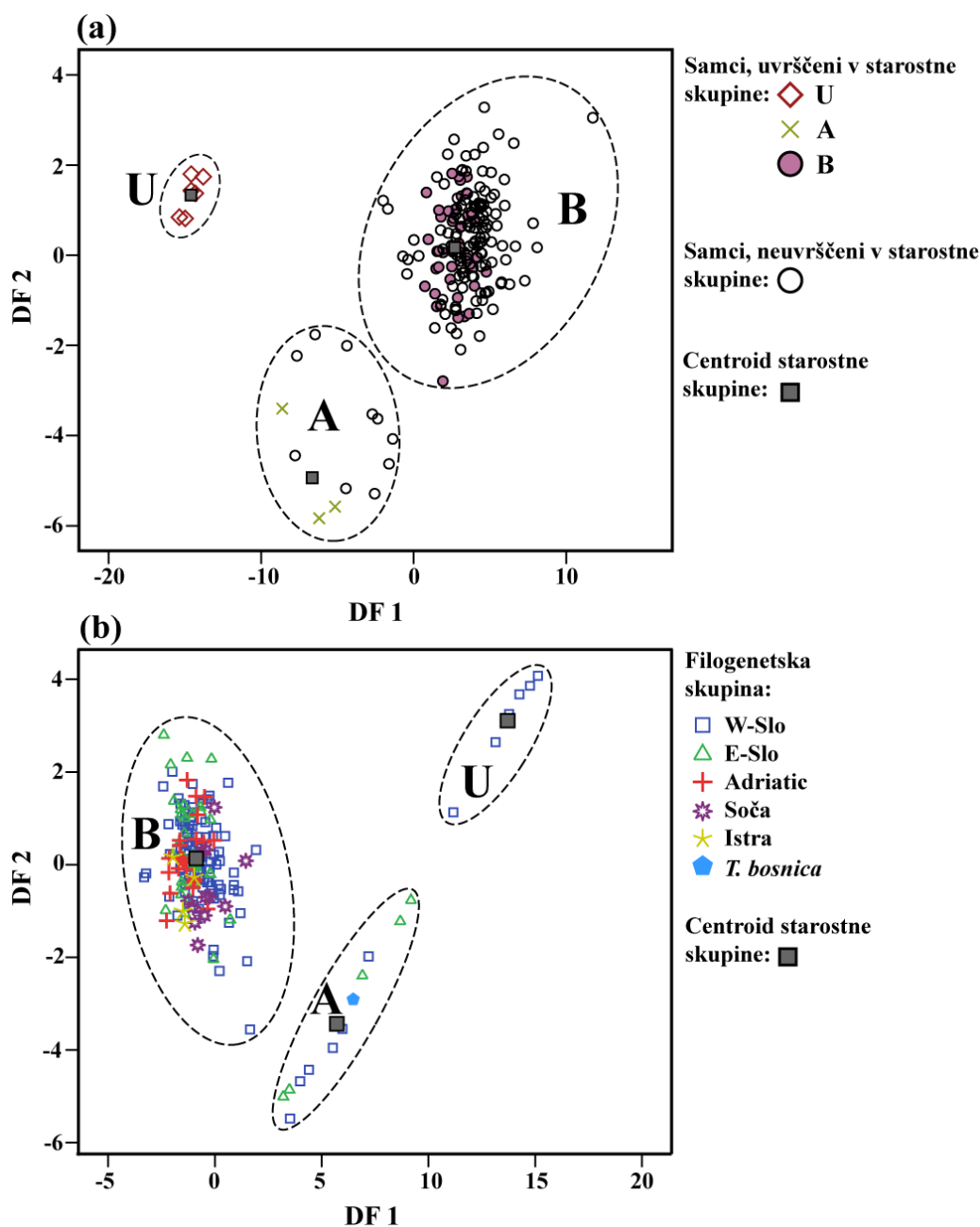
Table 3. Pearson's correlation coefficients among carapace length (CL) and six ratios used in DFA 2 (175 *Troglocaris* s. str. specimens: 169 males and 6 specimens of unknown sex). For a list of ratios, see Appendix A3.

	<i>pr3p</i>	<i>pr3tp</i>	<i>p3d</i>	<i>pl2amen</i>	<i>pl2aien</i>	<i>pl2amai</i>
CL	-0.312	0.151	0.069	0.261	-0.179	0.252

V nobeni od diskriminacijskih analiz, One sample Kolmogorov–Smirnov test normalnosti razporeditev razmerij znotraj treh starostnih skupin, upoštevajoč le vnaprej uvrščene živali, ni mogel zavrniti ($p > 0.05$); edina izjema, za katero smo dvignili nivo tveganja, je bila gostota spiniformnih set na daktilu (členu 7) pereopoda III v DFA 2 (*p3d*; $p = 0.003$).

V nadaljevanju smo v diskriminacijski analizi 2 postopno izločevali najmanj pomembna razmerja, in po vsaki izločitvi diskriminacijsko analizo ponovili. Postopek smo ponavljali, dokler so se vse živali uvrščale v predvideno starostno skupino. Tako je za ločevanje treh starostnih skupin zadoščalo upoštevanje le dveh razmerij: (1) med dolžinama moškega priveska in endopodita na pleopodu II (*pl2amen*), in (2) relativna dolžina skupine spiniformnih set na propodu (členu 6) pereopoda III (*pr3tp*). Prvo razmerje loči živali nedoločenega spola (skupina U) od skupine mladih in skupine odraslih samcev (skupini A in B), drugo razmerje pa loči »juvenilno« starostno skupino, to je živali nedoločenega spola in mlade samce (skupini U in A) od odraslih samcev (skupina B). Živali nedoločenega spola so brez moškega priveska, niti nimajo razvite skupine spiniformnih set na propodu pereopoda III (in IV, ki pa v analizo ni bil vključen). Skupina mladih samcev že ima razvit moški privesek, ki pa je še kratek (krajši kot notranji privesek istega pleopoda) in ozek (približno tako širok kot notranji privesek). Skupine spiniformnih set na propodu (členu 6) pereopodov III (in IV) še nimajo razvitih. Odrasli samci imajo dobro razvit, širok moški privesek, ki vsaj 1.5 krat presega dolžino notranjega priveska, z odebeljenim distalnim delom propoda pereopoda III, ki nosi skupino spiniformnih set. Vrednosti osnovnih znakov, ki opisujejo ta dva razmerja, so prikazana na Sliki 5.

One sample Kolmogorov–Smirnov test ni mogel zavrniti normalnosti porazdelitve znotraj nobene od starostnih skupin z vnaprej uvrščenimi 190 živalmi iz šestih filogenetskih skupin ($p > 0.05$).



Slika 4. Projekciji diskriminacijskih analiz (DFA) vzdolž prvih dveh diskriminacijskih funkcij (DF 1, DF 2), **(a)** v DFA 1 pri v starostne skupine vnaprej uvrščenih 49 živalih jamskih kozic podrođu *Troglocaris* s. str. iz Kačne jame, skupaj s 141 neuvrščenimi samci iz drugih vzorcev, z upoštevanimi 4 znaki (*pr3tp*, *p3d*, *pl1enex*, *pl2amen*); in **(b)** v DFA 2, kjer je vseh 190 živali vnaprej uvrščenih v eno od starostnih skupin, z upoštevanjem 6 znakov (*pr3p*, *pr3tp*, *p3d*, *pl2amen*, *pl2aien*, *pl2amai*). U – juvenilne živali nedoločenega spola (t.j. brez Am); A – juvenilni samci s šibko razvitim Am; B – odrasli samci (dobro razvit Am). Pojasnilo h kraticam znakov je v Prilogi A3.

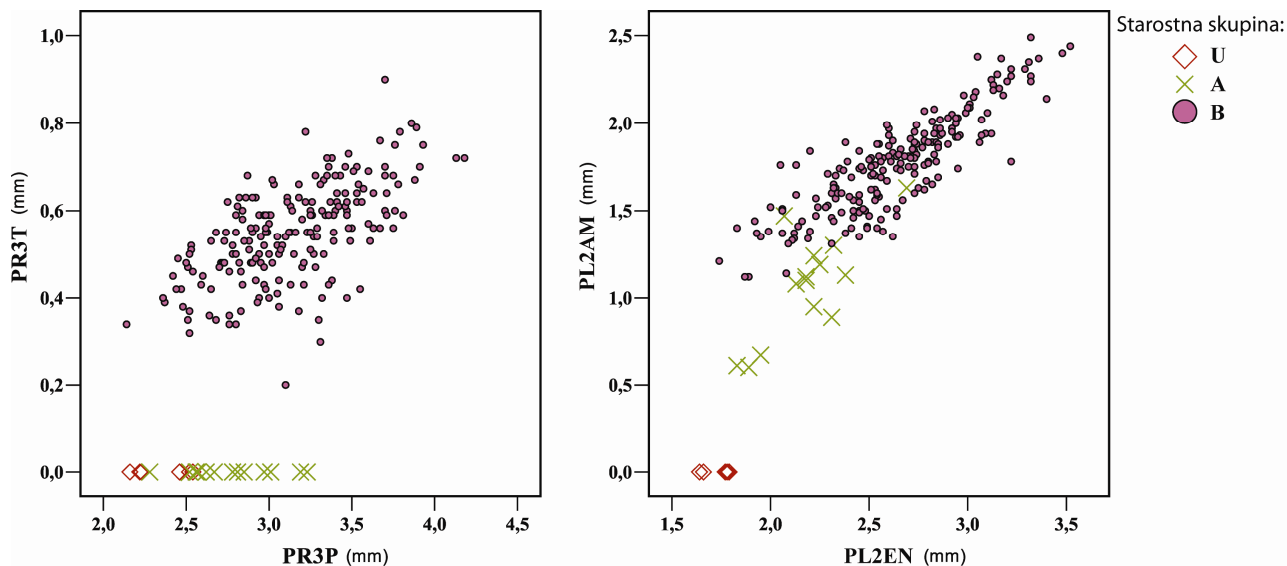
Figure 4. Two-dimensional plots generated from **(a)** DFA 1 run on 49 age-grouped specimens from the Kačna sample with 141 age-ungrouped *Troglocaris* s. str. males from 6 phylogroups, considering 4 ratios (*pr3tp*, *p3d*, *pl1enex*, *pl2amen*); **(b)** DFA 2 run on 190 age-grouped *Troglocaris* s. str. specimens, considering 6 ratios (*pr3p*, *pr3tp*, *p3d*, *pl2amen*, *pl2aien*, *pl2amai*). In DFA 2, all specimens are graphically denoted by phylogroups. Explanation for characters' abbreviations is in Appendix A3. U – juveniles of uncertain sex (i.e. without appendix masculina, sex is not identifiable); A – juvenile males with weakly developed appendix masculina; B – adult males (appendix masculina well developed).

Preglednica 4. Korelacije znakov (MC) z obema diskriminacijskima funkcijama v DFA 1 in DFA 2 pri samcih jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina; Am – moški privesek; Ai – notranji privesek; pp – pereopod; plp – pleopod. Seznam znakov je v Prilogi A3.

Table 4. Correlations coefficients among morphological characters and Discriminant Functions in DFA 1 and DFA 2 in males of *Troglocaris* s. str. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width; Am – appendix masculina; Ai – appendix interna; pp – pereopod; plp – pleopod. For a list of characters, see Appendix A3.

MC	Simbol	DFA 1		DFA 2	
		DF 1	DF 2	DF 1	DF 2
razmerje med d Am in d endopodita na plp II	<i>pl2amen</i>	0.641	-0.437	-0.697	-0.318
razmerje med d Am in d Ai na plp II	<i>pl2amai</i>	–	–	-0.538	-0.041
razmerje med d endo- in eksopodita na plp I	<i>pl1enex</i>	0.281	0.079	–	–
razmerje med d skupine spinif. set in d člena 6	<i>pr3tp</i>	0.441	0.559	-0.591	0.723
gostota spin. set na členu 6 pp III	<i>p3d</i>	0.195	0.241	-0.214	0.213
razmerje med d Ai in endopodita na plp II	<i>pl2aien</i>	–	–	0.199	-0.116
razmerje med d člena 6 in d členov 4–6 na pp III	<i>pr3p</i>	–	–	0.192	-0.165

Morfometrična analiza spolnih znakov je nakazala na možno prepoznavo dveh starostnih skupin samcev jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str., »juvenilne« in »odrasle« (skupina B) starostne skupine, pri tem da prvo lahko razdelimo v dve nadaljni skupini (fazi): skupino U (živali nedoločenega spola) in skupino A (mladi samci). V nadaljevanju sledi opis nekaterih znakov (to je razvoja pereopodov III–V in pleopodov I–II) iz vseh treh starostnih faz.



Slika 5. Razsevnata grafa, ki prikazujeta vrednosti osnovnih znakov iz dveh razmerij (*pr3tp*, *pl2amen*) za živali (samce in juvenilne živali nedoločenega spola) jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str., ki zadoščata za ločevanje treh starostnih skupin. Pojasnilo h kraticam znakov je v Preglednici A.

Figure 5. Scatter dot plots of the untransformed characters from the two ratios (*pr3tp* – length of group of spiniform setae on widened distal part of pereopod III article 6 vs. length of article 6; and *pl2amen* – appendix masculina length vs. endopodite length, both on pleopod II), recognized as the most important for the separation of three age groups in *Troglocaris* s. str.

Juvenilna starostna skupina (fazi U in A)

Faza U (juvenilne živali nedoločenega spola, Slika 6U):

- Pereopodi III–IV: členi 6 (v nadaljevanju besedila propodi) enakomerno široki od proksimalnega do distalnega dela, ravni, brez skupine spiniformnih set distalno na notranjem robu. Distalni deli (členi 5–7) pereopodov so glede na dolžino koša relativno krajši kot v naslednjih fazah. Člen 7 (v nadaljnjem tekstu daktil) na pereopodu III s 4 (pri najmanjši živali) do 7 (pri največji živali) spiniformnimi setami na notranjem robu.
- Pereopod V: notranji rob daktila z razvitim »glavnikom«, to je z gosto v vrsto razporejenimi 28–37 spiniformnimi setami.
- Pleopod I: distalni konec endopodita enoten, po obliki podoben kot pri juvenilnih samicah (primerjaj s Sliko 7a), vendar manjši.
- Pleopod II: po obliki kot pri odraslih samicah, a manjši; notranji privesek razvit, a brez moškega priveska.

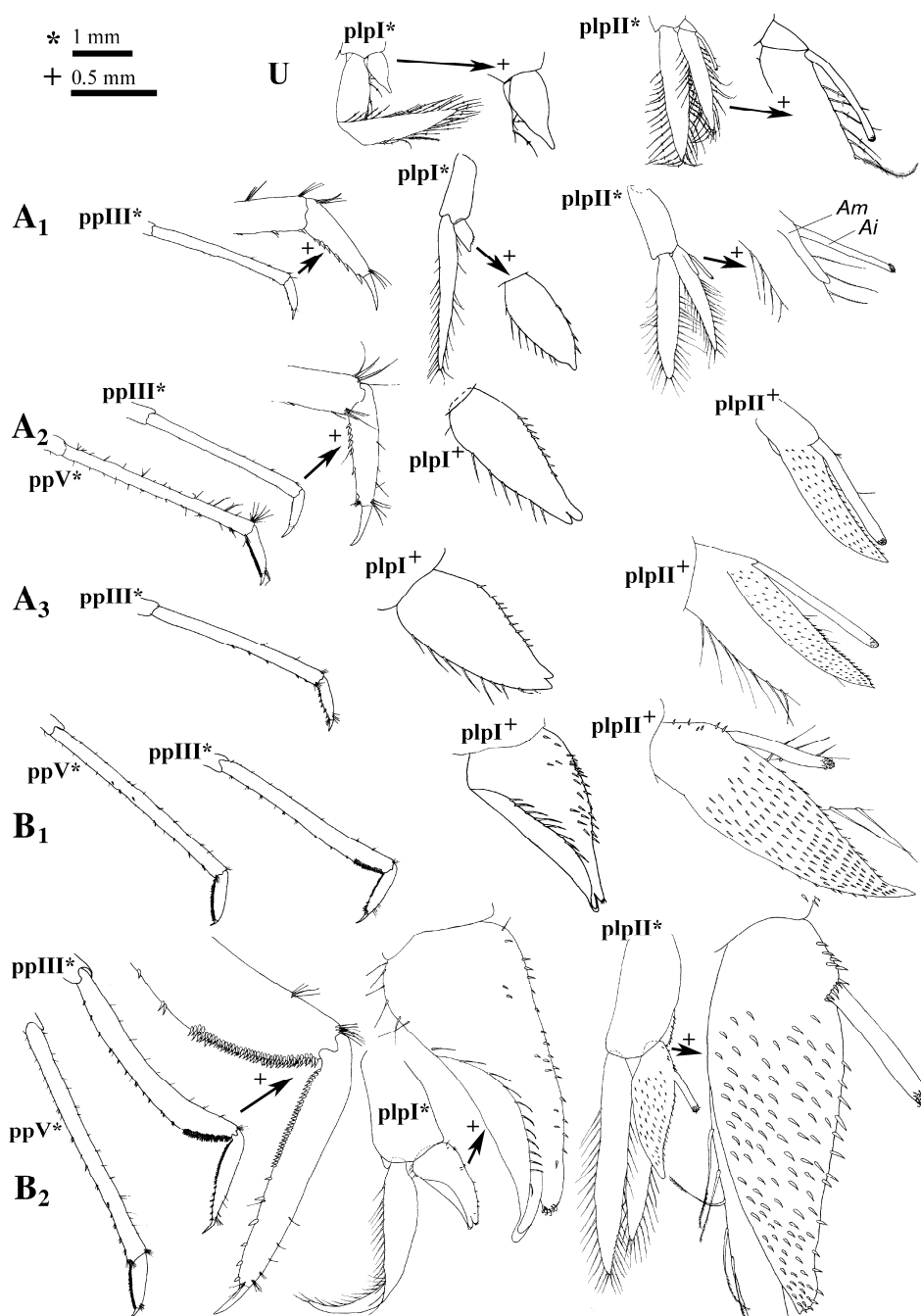
Faza A (juvenilni samci, Slika 6A₁, 6A₂, 6A₃):

- Pereopodi III–IV: propodi enakomerno široki po vsej dolžini, ravni, brez skupine spiniformnih set distalno na notranjem robu. Daktil pereopoda III s 5–10 spiniformnimi setami na notranjem robu.
- Pereopod V: notranji rob daktila z glavnikom iz 30–47 spiniformnih set.
- Pleopod I: endopodit kratek in ozek, s sploščeno lamino. Najmanjši samec iz te skupine ima endopodit distalno enoten (Slika 6A₁), večji samci pa imajo distalni del plitvo razcepljen (kratek notranji privesek se distalno loči od lamine; Sliki 6A₂ in 6A₃). Pri najmanjšem samcu notranji privesek distalno presega lamino endopodita, kasneje pa zaradi hitrejše rasti lamine notranji privesek ne dosega več distalnega konca lamine. Širina in dolžina endopodita se z rastjo približno enakomerno povečujeta.
- Pleopod II: najmanjši samci iz te skupine na moškem privesku (ki raste iz baze notranjega priveska) še brez razvitih spiniformnih set, moški privesek je sprva ozek (približno tako širok kot notranji privesek istega pleopoda) in kratek (doseže do približno polovico dolžine notranjega priveska). Pri večjih juvenilnih samcih moški privesek že z mnogimi spiniformnimi setami na površini in malenkostno presega dolžino notranjega priveska). Medtem ko v rasti v dolžino notranji privesek za moškim priveskom zaostaja, se slednji tudi razširi (konec faze A približno trikrat širši kot notranji privesek).

Odrasla starostna skupina

Faza B (odrasli samci, Slika 6B₁, 6B₂):

- Pereopodi III–IV: trije distalni členi pereopodov III–IV glede na dolžino koša relativno daljši kot pri juvenilnih živalih. Sprva propodi subapikalno razširjeni in ravni (Slika 6B₁), kasneje se še nekoliko razširijo in ukrivijo (Slika 6B₂), pri čemer se razvija skupina kratkih spiniformnih set na notranjem robu razširjenega distalnega dela propoda. Daktil pereopoda III s 6–43 (večinoma z več kot 10) spiniformnimi setami na svojem notranjem robu, v prvi



Slika 6. Razvoj členov 6 (propodi) in 7 (daktili) na pereopodih III in V (ppIII, ppV), endopoditov na pleopodih I (plpI) in moškega priveska (*appendix masculina*, *Am*) ter notranjega priveska (*appendix interna*, *Ai*) na pleopodih II (plpII), pri samcih in živalih nedoločenega spola jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz Kačne jame. Razvoj je prikazan po zaporednih starostnih skupinah, s prikazom raznolikosti znotraj starostnih skupin A in B (A₁–A₃; B₁–B₂). V starostni skupini U so najmanjše živali nedoločenega spola (verjetnost, da so samci, je približno 1:3). Dolžine koša (v mm): U, 5.1; A₁, 5.7; A₂, 6.3; A₃, 6.6; B₁, 7.5; B₂, 7.8. Uporabljeni sta dve povečavi, označeni z “*” in “+”.

Figure 6. Ontogenetic development of propodi and dactyli on pereopods III and V (pp III, V), endopodites on pleopod I (plp I) and appendix masculina (*Am*) and appendix interna (*Ai*) on pleopod II (plp II) in *Troglocaris* s. str. Variability within groups A and B is also presented (A₁–A₃; B₁–B₂). Stage U represents the smallest specimens of sex not identifiable (probability of being male is approximately 1:3). Carapace lengths of specimens (in mm): U, 5.1; A₁, 5.7; A₂, 6.3; A₃, 6.6; B₁, 7.5; B₂, 7.8. Two magnifications (designated by * and +) are used.

(proksimalni) polovici z gosto (glavničasto) nameščenimi in drugi polovici z redko nameščenimi spiniformnimi setami.

- Pereopod V: notranji rob daktila z glavničasto nameščenimi 31–60 spiniformnimi setami.
- Pleopod I: glede na prejšnje faze se širina in dolžina endopodita povečata, endopodit se vzdolžno rahlo ukrivi, tako da stranska robova oblikujeta plitev žleb; v veliko primerih notranji privesek distalno z nekaj retinakularnimi kaveljčki, a ne dosega konca lamine endopodita. Pri največjih samcih se notranja robova endopodita močno ukrivita.
- Pleopod II: najmanjši odrasli samci že s povišanim številom in gostoto spiniformnih set na površini moškega priveska glede na predhodne faze, moški privesek sprva okoli trikrat daljši in več kot šestkrat širši od notranjega priveska, medtem ko notranji privesek le malo daljši kot v fazi A. Pri največjih samcih moški privesek še nekoliko pridobi na dolžini in širini, tako da dolžina notranjega priveska ne presega polovice dolžine moškega priveska.

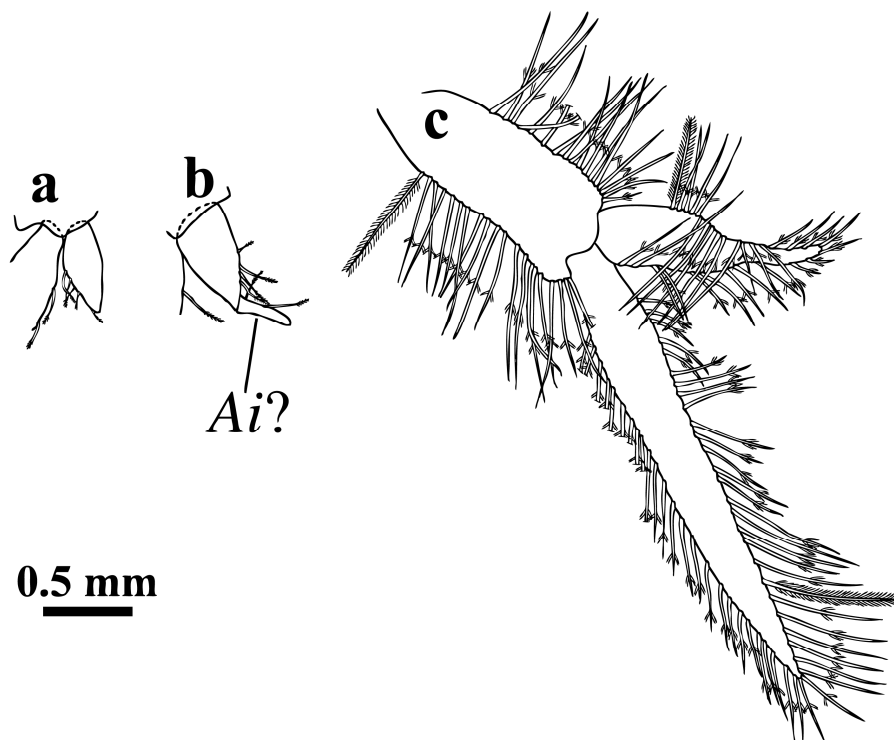
4.1.2 Razvoj spolnih znakov pri samicah *Troglocaris* s. str.

Pri samicah smo naredili analizo glavnih komponent na skupno 252 samicah iz petih filogenetskih skupin (razen *T. (T.) bosnica*), pri čemer smo upoštevali 11 razmerij (Priloga A3, vsi znaki razen CL pod A). Rezultat je pokazal postopno porazdelitev samic, zato ločitev skupin ni bila mogoča. Ponovitev analize, v katero smo dodali še deset samic *T. (T.) bosnica*, rezultata ni spremenila.

Smo pa med samicami opazili razlike v oblikovanosti endopodita na pleopodu I, na podlagi katerih smo lahko oblikovali tri skupine:

- (1) manjše (in mlajše) samice imajo ozko jajčasto oblikovan endopodit (Slika 7a).
- (2) pri odraslih neovigerih samicah je endopodit izvlečen v ožji distalni del. Glede na njegovo lego na endopoditu, bi ta distalni podaljšek lahko predstavljal notranji privesek, čeprav v nasprotju s samci na njem ni nikoli razvitih retinakularnih kaveljčkov. Distalni podaljšek endopodita se lahko ukrivi in sete, ki izražajo iz roba endopodita, se podaljšajo (Slika 7b). Vendar se distalni del endopodita ne ukrivi pri vseh samicah (Slika 7c). Edina gotova morfološka razlika med manjšimi in mlajšimi (1) ter odraslimi (2) samicami je torej oblika endopodita (to je jajčasta pri manjših proti podaljšani obliki pri starejših, a ne nujno popolnoma odraslih samicah). Relativna dolžina endopodita (glede na dolžino eksopodita) se podaljša v sorazmerju z dolžino koša: endopodit je krajši pri juvenilnih in daljši pri odraslih samicah (primerjaj Sliki 7a in 7b).
- (3) Ovigere samice: število in dolžina set se na vseh delih pleopoda močno povečata (Slika 7c). Čeprav je razmerje med dolžinama endo- in eksopodita pri ovigerih samicah zelo raznoliko, njegove vrednosti večinoma presegajo vrednosti pri neovigerih odraslih samicah (Slika 7b). O podaljšanju set (*soies ovigeres*), posebej na pleopodih I–III, o spremembah oblike pleona in epimer (od prve do četrte) in o podaljšanju set na drugem členu pereopodov III–V pri ovigerih samicah je že poročala Juberthie Jupeau (1974).

Ko smo na podlagi oblike endopodita določili tri skupine pri samicah, smo z enosmerno analizo variance za 11 razmerij in dolžino koša preverili, ali se med skupinami statistično značilno razlikujejo. Med vsemi znaki sta se statistično značilno ($p < 0.001$) razlikovala le dva: dolžina koša (CL) in razmerje med dolžinama endo- in eksopodita na pleopodu I (*pllenex*). Vrednosti obeh znakov so se postopoma zviševale glede na starost (skupine 1–3), obenem pa je bila raznolikost obeh znakov znotraj vsake od skupin zelo velika.



Slika 7. Endopodit prvega pleopoda pri (a) juvenilnih (dolžina koša, CL: 5.1 mm), (b) odraslih neovigerih (CL: 7.4 mm) in (c) ovigerih (CL: 7.3 mm) samicah jamskih kozic *Troglocaris* s. str. Pri ovigerih samicah se število in dolžina set na endo- in eksopoditu močno povečata. Ai: glede na namestitev distalni podaljšek na endopoditu verjetno predstavlja notranji privesek (*appendix interna*, Ai?), ki je lahko (c) le podaljšan, ali (b) podaljšan in zavrt.

Figure 7. Endopodite of first pleopod in (a) juvenile (carapace length: 5.1 mm), (b) adult non-ovigerous (carapace length: 7.4 mm) and (c) ovigerous females (carapace length: 7.3 mm) in *Troglocaris* s. str. In ovigerous females, number and length of setae on protopodite, as well as on endo- and exopodite, are highly increased. Ai: to infer from its position, the distal extension should be appendix interna, which could be only elongated (c) or curved (b).

4.1.3 Razvoj spolnih znakov pri podrodovih *Spelaeocaris* in *Troglocaridella*

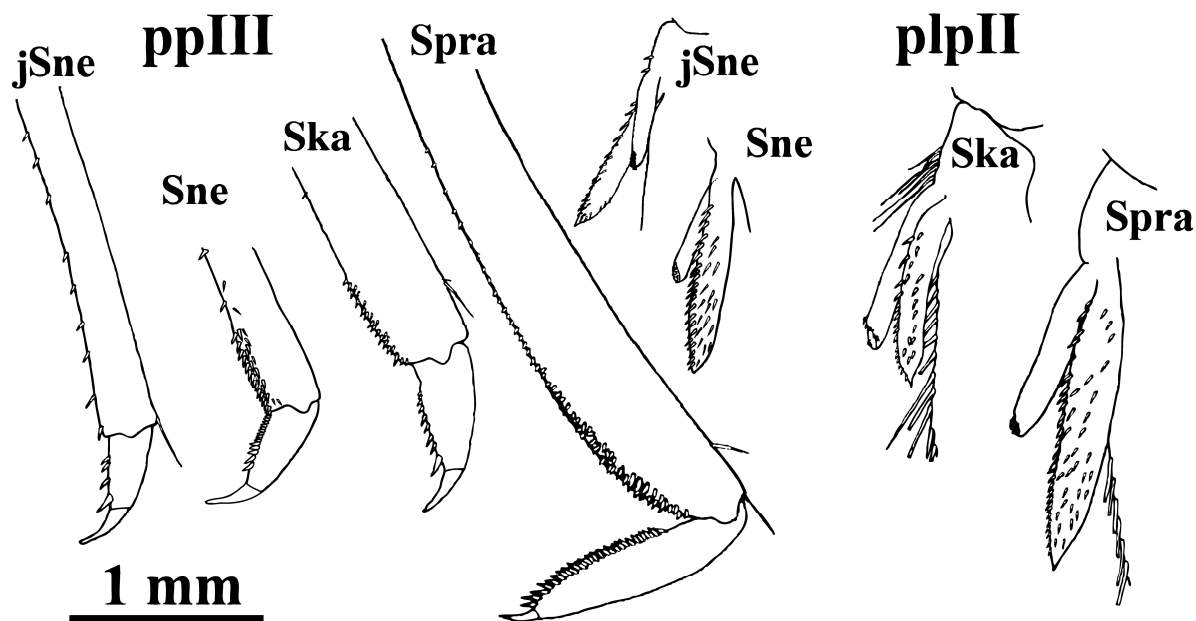
Odrasli samci vrst *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) *pretneri*, *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) *prasence* in *Troglocaris* (*Troglocaridella*) *hercegovinensis* imajo vsi distalni del propodov (členov 6) na pereopodih III–IV razširjen, obenem pa se tekom razvoja propodi omenjenih pereopodov tudi ukrivijo. Pri *T. (S.) pretneri* se diferencirajo tudi propodi na pereopodih V. Na razširjenih distalnih delih se razvije skupina spiniformnih set. V naših vzorcih vrst *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) *kapelana* in *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) *neglecta* samcev z ukrivljenimi propodi na pereopodih III–IV nismo našli. Pri (predvidoma) najbolj razvitem samcu vrste *T. (S.) kapelana* so bili propodi omenjenih pereopodov le malo razširjeni, s slabo razvito skupino spiniformnih set. Dva samca s šibko diferenciranimi hodilnimi pereopodi (to je III–V), sta bila molekulsko prepoznana kot *T. (S.) neglecta* (V. Zakšek, os. spor., 2009), čeprav Sket in Zakšek (2009) v diagnozi vrste in priloženem določevalnem ključu za *T. (S.) neglecta* nista ugotovila prisotnosti »trnov« (spiniformnih set) in razširitve (diferenciacije) na nobenem od hodilnih pereopodov.

Pri vrstah iz podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* notranji privesek na endopoditu pleopoda I pri samcih distalno jasno presega dolžino lamine in je opremljen s številnimi retinakularnimi kaveljčki. Pri podrodu *Troglocaridella* je pri manjših samcih notranji privesek relativno (glede na dolžino lamine) daljši kot pri večjih. Pri obeh podrodovih so številni kaveljčki na endopoditu razviti vedno vsaj pri večjih samcih (gl. tudi Sket in Zakšek, 2009: Sliki 2 in 11).

Pri podrodu *Troglocaridella* je moški privesek pri manjših samcih na pleopodu II veliko krajši od notranjega priveska, z dozorevanjem pa se daljša (in širi) hitreje kot se razvija notranji privesek. V naših vzorcih samcev podrodu *Spelaeocaris* ni bilo nobenega samca, pri katerem bi bil moški privesek krajši od notranjega priveska. Pri odraslih samcih pa je moški privesek tako pri troglocarideli kot pri speleokarisu približno dvakrat širši kot notranji privesek, pri čemer komaj (pri *T. (T.) hercegovinensis* in *T. (S.) kapelana*) ali znatno (pri *T. (S.) prasence*, *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) neglecta*) presega distalni konec notranjega priveska (gl. tudi Sket in Zakšek, 2009: Sliki 4 in 11).

Pri samicah podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* se notranji privesek na pleopodu I z dozorevanjem podaljša. Kljub temu pa je to podaljšanje pogosto manj izraženo kot pri podrodu *Troglocaris* s. str., čeprav so samice speleokarisa lahko znatno večje od samic podrodu *Troglocaris* s. str.

Diferenciacijo pereopodov in pleopodov pri samcih nekaterih vrst iz podrodu *Spelaeocaris* prikazuje Slika 8.



Slika 8. Distalna člena (propod, 6.člen, in daktil, 7. člen) pereopodov III (ppIII) in moški privesek (*appendix masculina*) na pleopodih II (plpII) pri samcih jamskih kozic *Troglocaris* (*Spelaecaris*) *prasence* (Spra), *T. (S.) kapelana* (Ska), in juvenilnim (jSne) ter verjetno odraslim (Sne) *T. (S.) neglecta*. Medtem ko smo gotovi v odraslost prikazanega *T. (S.) prasence*, za *T. (S.) neglecta* (Sne) in *T. (S.) kapelana* (Ska) (popolna) odraslost ni gotova zaradi majhnega vzorca. Dolžine koša, CL (v mm): jSne – 5.7; Sne – 6.3; Ska – 8.5; Spra – 7.7.

Figure 8. Male pleopod II (plpII) appendices and pereopod III (ppIII) distal articles in *T. (S.) prasence* (Spra), *T. (S.) kapelana* (Ska), juvenile (jSne) and presumably adult (Sne) *T. (S.) neglecta*. While the maturity of *T. (S.) prasence* male is ascertained, for the males of *T. (S.) neglecta* and *T. (S.) kapelana* (full) maturity cannot be ascertained due to deficient number of specimens. Carapace length (in mm): jSne, 5.7; Sne, 6.3; Ska, 8.5; Spra, 7.7.

4.2 VZOREC RAZŠIRJENOSTI JAMSKIH KOZIC *Troglocaris* S KRATKIM IN DOLGIM KLJUNCEM

Že meritve morfometričnih znakov na košu (gl. Prilogo B1, B2) so pokazale na visoko raznolikost analiziranih znakov. Med njimi je izstopala dolžina kljunca, ki se je med vzorci močno razlikovala. Dolžina kljunca se ne ujema s filogenetskim položajem molekulsko ugotovljenih skupin podrodu *Troglocaris* s. str., saj smo znotraj večine filogenetskih skupin našli živali z različno dolgimi kljunci. Že preliminarne morfometrične študije (Jugovic in Sket, 2008) so nakazale, da so stanja omenjenega znaka morda posledica adaptacij na prisotnost močerila (gl. poglavja 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3).

4.2.1 Morfometrična analiza dolžine kljunca pri *Troglocaris* s. str. ob upoštevanju prisotnosti močerila (*Proteus anguinus*)

Vzorci kozic podrodu *Troglocaris* s. str. smo razporedili v skupine po položaju v filogenetskem drevesu, spolu in prisotnosti oz. odsotnosti močerila na lokaliteti, od koder smo zbrali vzorce kozic. Uporabili smo le vzorce z lokalitet, za katere je močerilova prisotnost znana, ali pa odsotnost dovolj gotova; vzorce, pri katerih je bila močerilova prisotnost (odsotnost) vprašljiva, pa smo iz statističnih analiz izključili (vzorci, označeni z »#« v Preglednici 5). Prav tako smo iz statističnih analiz izločili podatke iz Fabjan (2001; 80–92), ki smo jih sicer uporabili kot dopolnitev našim meritvam za geografski prikaz relativne dolžine kljunca (Slika 10), saj zanje podatkov o spolni strukturi in starosti živali nismo imeli. Znotraj tako oblikovanih skupin velikega odstopanja od normalne porazdelitve za vse pregledane znake nismo mogli potrditi (neparametričen One sample Kolmogorov–Smirnov test, $p > 0.01$). Zaradi posameznih primerov, ko so podatki odstopali od normalne porazdelitve (One sample Kolmogorov–Smirnov test, $0.01 < p < 0.05$), pa smo uporabili neparametrične statistične metode (Two samples Kolmogorov–Smirnov test) namesto parametričnih (t-test), čeprav se rezultati t-testa le malo razlikujejo od rezultatov Two samples Kolmogorov–Smirnov testa (ni prikazano).

Rezultat analize starostnih razlik na podlagi neparametričnega Two samples Kolmogorov–Smirnov testa, ki smo jo izvedli na združenem setu podatkov za vse filogenetske skupine kozic podrodu *Troglocaris* s. str., je pokazal, da se večina znakov starostno razlikuje (Priloga B3). Zato smo obstoj spolnih razlik z istim testom testirali le pri odraslih živalih. Dolžina koša (CL) je najbolj spolno dimorfen znak, koš je statistično značilno vedno večji pri samicah (Preglednica 5). Ozobčenost kljunca (*ROT1*, *ROT2*, *ROT3*) se večinoma ni izkazala za spolno dimorfno, z edino izjemo za znak *ROT2* pri populacijah vzhodnoslovenske filogenetske skupine, ki živijo v prisotnosti močerila (samci imajo več zobcev). Samice imajo vedno vsaj nekoliko daljši kljunec (RO), vendar statistično značilnih razlik med spoloma ponekod ni. Ker statistično značilnih razlik v absolutni dolžini kljunca in njegovi ozobčenosti med spoloma večinoma ni, so tudi razlike v gostoti ozobčenosti (*r3r*, *r12rct*) med spoloma zanemarljive.

Preglednica 5. Analiza spolnega dimorfizma in razlik med skupinama kozic *Troglocaris* s. str. glede na prisotnost/odsotnost močerila. Rezultati so prikazani za pet filogenetskih skupin podrodo skupaj (manjka le *T. (T.) bosnica*, gl. "Vse filog. skupine") in ločeno za tri filogenetske skupine (W-Slo, E-Slo, Adriatic). Za analizo smo šest osnovnih znakov in štiri razmerja testirali z dvosmernim Kolmogorov–Smirnov testom za dva neodvisna vzorca. MC – morfometrični znak, Z – vrednost Kolmogorov–Smirnov testa, nadpisano so dodana števila živali v vsaki od obeh primerjanih skupin: za spolni dimorfizem, število samcev/samic; za testiranje razlik glede na prisotnost močerila, število živali z lokalitet, kjer živijo kozice sintopo ali alopatrično z močerilom). Krepro so označene statistično značilne razlike ($p < 0.05$), poševno z velikimi tiskanimi črkami so pisani številski šteti znaki, krepro in poševno z malimi tiskanimi črkami so pisana razmerja. Seznam znakov in prikaz načina meritev je v Prilogah B1 in B2.

Table 5. Analyses of sexual differences and differences due to presence of *Proteus* in adult specimens of three major *Troglocaris* s. str. phylogroups (W-Slo; E-Slo; Adriatic) and in joined phylogroups (Vse filog. skupine). Six untransformed characters and four ratios are tested by a nonparametric Two Independent Samples Kolmogorov–Smirnov test (two-tailed). MC – morphological character; Z – Kolmogorov–Smirnov Z value; for each MC and condition, number of specimens in both compared groups is added (in superscript; for sexual dimorphism, number of males/females; for presence of *Proteus*, number of specimens co-occurring with/or living without *Proteus*); bold printing designates statistically significant differences at $p < 0.05$ (under Sig.); italic printing designates numerical counted characters. A list of MCs and shematic representation of untransformed characters are in Apeendices B1 and B2, respectively.

Filogenetska skupina / MC	Spolni dimorfizem (samci/samice)				Prisotnost močerila (prisoten/odsoten)							
	<i>Proteus</i> DA		<i>Proteus</i> NE		Samci		Samice					
	Z	Sig.	Z	Sig.	Z	Sig.	Z	Sig.				
Vse filog. skupine												
CL	4.297	0.000	^{83/161}	2.688	0.000	^{67/88}	1.521	0.020	^{83/67}	2.552	0.000	^{161/88}
CT	2.389	0.000	^{83/161}	1.434	0.033	^{67/88}	2.454	0.000	^{83/67}	3.075	0.000	^{161/88}
RO	1.659	0.008	^{74/151}	1.581	0.014	^{59/78}	3.497	0.000	^{74/59}	4.074	0.000	^{151/78}
<i>ROT1</i>	0.720	0.678	^{74/149}	0.895	0.399	^{59/79}	3.190	0.000	^{74/59}	3.568	0.000	^{149/79}
<i>ROT2</i>	1.460	0.028	^{83/159}	1.117	0.165	^{65/88}	2.370	0.000	^{83/65}	3.258	0.000	^{159/88}
<i>ROT3</i>	0.662	0.774	^{74/151}	0.752	0.625	^{60/79}	2.839	0.000	^{74/60}	3.293	0.000	^{151/79}
<i>rcl</i>	0.835	0.488	^{74/151}	0.900	0.392	^{59/78}	4.101	0.000	^{74/59}	4.202	0.000	^{151/78}
<i>ctcl</i>	1.070	0.202	^{83/161}	1.364	0.048	^{67/88}	2.454	0.000	^{83/67}	3.231	0.000	^{161/88}
<i>r12rct</i>	1.548	0.017	^{74/149}	1.787	0.003	^{59/78}	1.478	0.025	^{74/59}	1.614	0.011	^{149/78}
<i>r3r</i>	1.731	0.005	^{74/149}	0.929	0.353	^{59/78}	1.151	0.141	^{74/59}	0.600	0.865	^{149/78}
(1) W-Slo												
CL	3.115	0.000	^{34/70}	1.648	0.009	^{21/26}	1.938	0.001	^{34/21}	1.742	0.005	^{70/26}
CT	1.873	0.002	^{34/70}	0.868	0.439	^{21/26}	2.230	0.000	^{34/21}	2.703	0.000	^{70/26}
RO	0.642	0.805	^{31/63}	1.346	0.053	^{19/21}	3.321	0.000	^{31/19}	3.591	0.000	^{63/21}
<i>ROT1</i>	1.141	0.148	^{31/61}	0.744	0.637	^{19/21}	2.337	0.000	^{31/19}	2.188	0.000	^{61/21}
<i>ROT2</i>	1.190	0.118	^{34/68}	0.868	0.439	^{21/26}	2.362	0.000	^{34/21}	2.605	0.000	^{68/26}
<i>ROT3</i>	1.356	0.051	^{31/63}	0.412	0.996	^{19/21}	2.546	0.000	^{31/19}	2.268	0.000	^{63/21}
<i>rcl</i>	1.636	0.009	^{31/63}	0.910	0.379	^{19/21}	3.211	0.000	^{31/19}	3.780	0.000	^{63/21}
<i>ctcl</i>	1.242	0.091	^{34/70}	0.868	0.439	^{21/26}	2.230	0.000	^{34/21}	2.703	0.000	^{70/26}
<i>r12rct</i>	1.868	0.002	^{31/61}	1.393	0.041	^{19/21}	3.030	0.000	^{31/19}	3.116	0.000	^{61/21}
<i>r3r</i>	1.793	0.003	^{31/61}	0.863	0.446	^{19/21}	0.711	0.693	^{31/19}	0.386	0.998	^{61/21}
(2) E-Slo												
CL	2.611	0.000	^{22/44}	1.783	0.003	^{31/37}	0.684	0.738	^{22/31}	1.239	0.093	^{44/37}
CT	1.219	0.103	^{22/44}	0.970	0.303	^{31/37}	1.099	0.178	^{22/31}	1.991	0.001	^{44/37}
RO	1.718	0.005	^{20/42}	0.951	0.326	^{27/34}	1.632	0.010	^{20/27}	2.768	0.000	^{42/34}
<i>ROT1</i>	0.473	0.979	^{20/42}	0.289	1.000	^{27/35}	2.341	0.000	^{22/31}	2.913	0.000	^{42/35}
<i>ROT2</i>	1.480	0.025	^{22/44}	0.543	0.930	^{30/37}	1.641	0.009	^{22/30}	2.635	0.000	^{44/37}
<i>ROT3</i>	0.421	0.994	^{20/42}	0.648	0.795	^{28/35}	1.854	0.002	^{20/28}	2.434	0.000	^{42/35}
<i>rcl</i>	1.104	0.174	^{20/42}	0.520	0.950	^{27/34}	2.210	0.000	^{20/27}	3.382	0.000	^{42/34}
<i>ctcl</i>	0.783	0.571	^{22/44}	0.859	0.451	^{31/37}	1.010	0.260	^{22/31}	2.074	0.000	^{44/37}
<i>r12rct</i>	2.033	0.001	^{20/42}	0.778	0.581	^{27/34}	1.255	0.086	^{20/27}	0.789	0.562	^{42/34}
<i>r3r</i>	0.885	0.414	^{20/42}	0.807	0.533	^{27/34}	1.124	0.160	^{20/27}	0.698	0.714	^{42/34}

(se nadaljuje; *continued*)

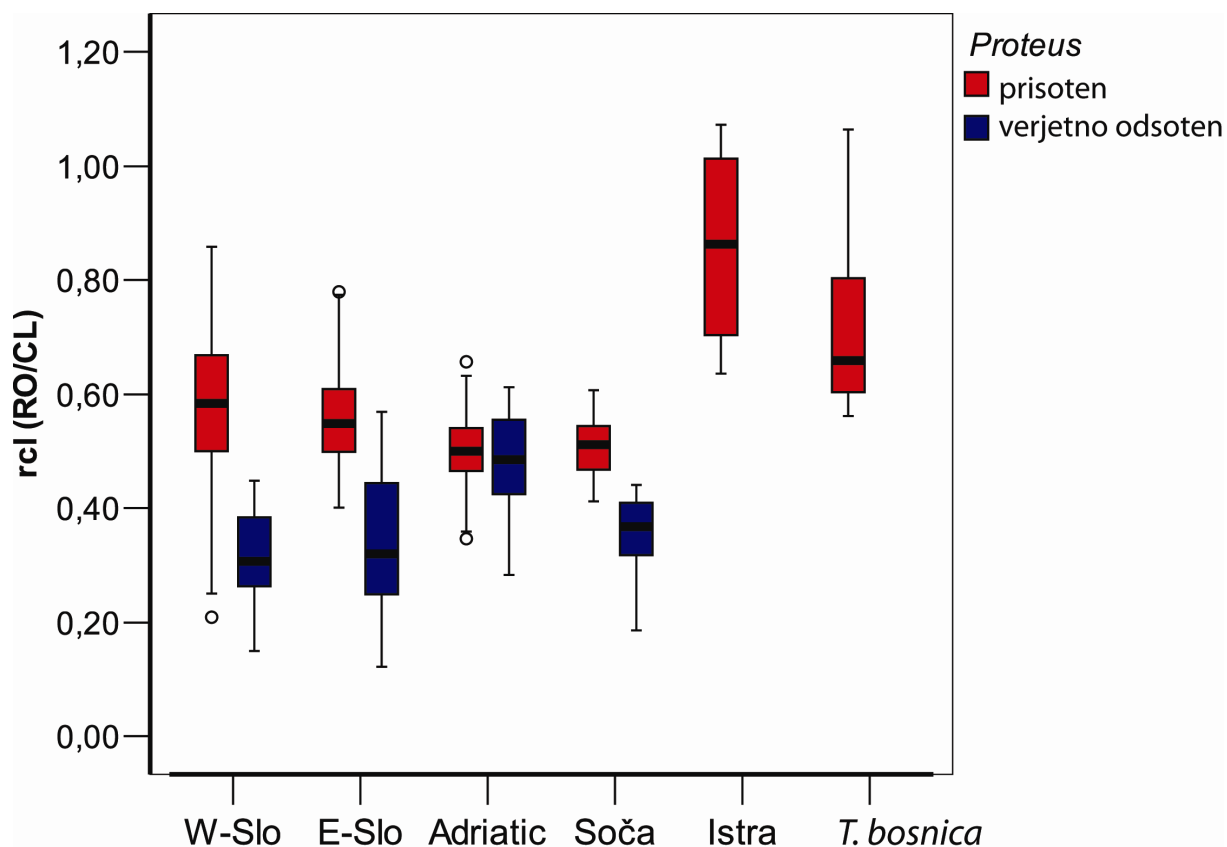
Preglednica 5. Table 5. (nadaljevanje; continuation)

Filogenetska skupina / MC	Spolni dimorfizem (samci/samice)				Prisotnost močerila (prisoten/odsoten)							
	Proteus DA		Proteus NE		Samci		Samice					
	Z	Sig.	Z	Sig.	Z	Sig.	Z	Sig.				
(3) Adriatic												
CL	2.349	0.000	17/36	1.997	0.001	10/23	1.712	0.006	17/10	1.344	0.054	36/23
CT	1.122	0.161	17/36	1.113	0.168	10/23	1.816	0.003	17/10	0.814	0.521	36/23
RO	1.083	0.192	13/35	1.873	0.002	9/21	1.439	0.032	13/9	0.759	0.612	35/21
ROT1	0.535	0.937	13/35	0.478	0.976	9/21	0.808	0.531	13/9	0.794	0.555	35/21
ROT2	0.933	0.349	17/36	0.976	0.297	10/23	1.816	0.003	17/10	1.430	0.034	36/23
ROT3	0.670	0.761	13/35	0.837	0.486	9/21	0.414	0.995	13/9	0.552	0.921	35/21
rcl	0.548	0.925	13/35	1.355	0.051	9/21	1.261	0.083	13/9	0.897	0.397	35/21
ctcl	0.911	0.378	17/36	0.999	0.271	10/23	1.712	0.006	17/10	0.710	0.694	36/23
r12rct	0.839	0.482	13/35	1.633	0.010	9/21	1.360	0.049	13/9	1.518	0.020	35/21
r3r	0.697	0.716	13/35	0.757	0.615	9/21	0.926	0.357	13/9	0.966	0.308	35/21

Rezultati analiz morfoloških razlik med živalmi jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str. (Two samples Kolmogorov–Smirnov test) petih filogenetskih skupin (brez *T. (T.) bosnica*) glede na prisotnost oziroma odsotnost močerila, so prikazani v Preglednici 5, posebej za samce in samice. V primerih, ko smo vseh pet filogenetskih skupin pred analizo združili, ali pa smo zahodnoslovensko, vzhodnoslovensko in jadransko skupino analizirali posebej, so se pokazale statistično pomembne razlike med primerjanima skupinama kozic glede na prisotnost oziroma odsotnost močerila. Na primeru podatkov združenih filogenetskih skupin se je tako pri samcih kot pri samicah kar devet od desetih znakov statistično razlikovalo med skupinama glede na prisotnost močerila ($p < 0.05$). Pri ponovitvi analiz za ločene filogenetske skupine, to je zahodnoslovensko, vzhodnoslovensko in jadransko, je bil rezultat podoben le v prvi skupini. V vzhodnoslovenski filogenetski skupini se je glede na prisotnost močerila statistično značilno razlikovalo pri samcih pet in pri samicah sedem znakov, v jadranski pa pri samcih šest in pri samicah le dva znaka.

Pod vsemi testnimi pogoji je bila edino relativna dolžina kljunca razmeroma starostno neodvisno in spolno nedimorfno razmerje, z vrednostjo p vsaj 0.009 (Two samples Kolmogorov–Smirnov test, gl. Preglednico 5 in Prilogo B3). Zato smo relativno dolžino kljunca izbrali kot znak, za katerega bomo najlažje ocenili predviden vpliv plenilca (Slika 9), saj lahko združimo podatke različno starih živali obeh spolov in tako znatno povečamo skupen nabor podatkov.

Za vsakega od vzorcev, analiziranih za to delo, smo izračunali povprečno vrednost relativne dolžine kljunca (Preglednica 6). Geografsko ujemanje relativne dolžine kljunca pri jamskih kozicah podrodu *Troglocaris* s. str. s prisotnostjo močerila *Proteus anguinus* je prikazano na Sliki 10. Višje povprečne vrednosti za omenjen znak prevladujejo pri populacijah kozic, ki živijo sintopo z močerilom. Razlike so statistično značilne pri vseh filogenetskih skupinah razen pri jadranski, čeprav smo v nekaterih vzorcih iz te skupine tudi našli ujemanje z rezultati iz drugih filogenetskih skupin. Poleg tega je tudi število zobcev na kljuncu v visoki pozitivni korelaciji z njegovo dolžino (Spearmanov korelacijski koeficient, $0.33 < r < 0.70$; Priloga B4).



Slika 9. Skladnost relativne dolžine kljunca (*rcl*) v šestih molekulsko ugotovljenih filogenetkih skupinah jamskih kozic *Troglocaris* s. str. s prisotnostjo močerila *Proteus*. Osamelci (posamezne živali) so označeni s praznimi krogi. Velikost skupin (število živali) glede na prisotnost/verjetno odsotnost močerila: W-Slo 115/46; E-Slo 66/76; Adriatic 49/34; Soča 20/7; Istra 4/–; *T. bosnica* 13/–.

Figure 9. Coincidence of the relative rostral length (*rcl*) in six phylogroups of *Troglocaris* s. str. and occurrence of *Proteus*. Outliers (i. e. single specimens) denoted with open circles. Groups' sizes, when *Proteus* present/presumably absent: W-Slo 115/46; E-Slo 66/76; Adriatic 49/34; Soča 20/7; Istra 4/–; *T. bosnica* 13/–.

Vsakega od vzorcev smo uvrstili v eno od dveh skupin glede na dolžino kljunca, tako da sta se na tak način oblikovani skupini kar najbolj ujemali s skupinama vzorcev ob upoštevanju prisotnosti oziroma odsotnosti močerila. Ker so bile razlike med skupinama glede na prisotnost močerila najbolj izražene pri zahodnoslovenski skupini, smo mejo v dolžini kljunca postavili glede na omenjeno skupino (Slika 10). Pri tem smo upoštevali le vzorce z lokalitet, za katere smo zanesljivo poznali močerilovo prisotnost oziroma odsotnost. Tako smo na podlagi omenjenih vzorcev določili dva razreda, v katere smo razvrstili vzorce, katerih povprečna vrednost relativne dolžine kljunca je bila (1) pod 43 % (»kratek kljunec«) in (2) nad 43 % (»dolga kljunec«) dolžine koša (Slika 10). Od naših vzorcev, ki smo jih vključili v statistično analizo, je tako prva skupina vsebovala le vzorce populacij, ki živijo brez prisotnosti močerila, druga skupina pa vzorce populacij, ki večinoma živijo sintopo z močerilom. Izjeme iz druge skupine so štirje jadranski (63, 65, 66, 69, gl. Preglednico 6) in en vzorec iz vzhodne Slovenije (42, gl. Preglednico 6) z lokalitet, kjer močerila verjetno ni. Vzorce z lokalitet, za katere nismo bili gotovi o

Preglednica 6. Seznam lokalitet jamskih kozic *T. aggr. anophthalmus* in *T. (T.) bosnica* s podatki o prisotnosti močerila *Proteus anguinus* z istih lokalitet. V – številka vzorca (podatki v oklepajih in vzorci 80–92 povzeti po Fabjan 2001); Ph – molekulska ugotovljena filogenetska skupina (Zakšek in sod. 2009): W – W-Slo, S – Soča, E – E-Slo, A – Adriatic, I – Istra, B – *T. (T.) bosnica* (označena z “*”). Določitev skupin je narejena na podlagi molekulskih in/ali geografskih podatkih, kjer je negotova, smo dodali piko (“●”). P – prisotnost ali verjetna odsotnost (+/-) močerila *Proteus anguinus*; M – število analiziranih samcev (odraslih/juvenilnih); F – število analiziranih samic (odraslih/juvenilnih); N_{rcl} – število živali vključenih v analizo relativne dolžine kljunca; **rcl**_{AVG} – povprečna vrednost **rcl** v vzorcu; G/O – skupina določena glede na **rcl**_{AVG} (gl. Sliko 10), s številom živali uvrščenih izven skupine, kjer S in L označujeta kratek in dolg kljunec (meja med skupinama: $S < 43\% \leq L$); “+”, “-“ in “#” označujejo močerilovo prisotnost, verjetno odsotnost in negotovo prisotnost.

Table 6. List of *Troglocaris* s. str. and *T. bosnica* samples with data on *Proteus* sp. presence. V – sample number (data in parentheses and data for samples 80–92 after Fabjan 2001); Ph – phylogenetic group (from Zakšek et al. 2009): W – West Slovenia, S – Soča, E – East Slovenia, A – Adriatic, I – Istra, B – *T. bosnica* (marked with “*”). The samples not analyzed molecularly were attributed to the group according to geography; where the attribution is uncertain, dot “●” is added; P – presence or supposed absence (+/-) of *Proteus* sp.; OV – sample abbreviation; M – number of measured males (adults/juveniles); F – number of measured females (adults/juveniles); Nrcl – number of specimens for the analysis of a relative rostral length; **rcl**_{AVG} – sample average of the relative rostral lengths; G/O – group determined by **rcl**_{AVG} (see Figure 10), with number of specimens in outgroup, where S and L denote short and long rostrum respectively with border of the interval set at $S < 43\% \leq L$; “+”, “-“ and “#” designate *Proteus* sp. presence, presumable absence and uncertain presence of *Proteus* sp., respectively.

V	Ph	Država/lokaliteta	P	M	F	N _{rcl}	G/O	rcl _{AVG}
Italija								
80	W/S●	Gradisca d'Isonzo/Gradišče, Pozzo dei Farri o de Campiello	+ ^d			2	L / ?	0.606
81	W/S●	Gradisca d' Isonzo/Gradišče, Fogliano, Pozzo della Fornace di Polazzo	+ ^d			1	S	0.373
82	W/S●	Gradisca d'Isonzo, Sagrado d'Isonzo, Grotta presso Sagrado	+ ^d			12	L/?	0.591
83	W/S●	Sagrado d'Isonzo, Pozzo del Castelvecchio	+ ^d			1	L	0.627
1	W	Iamiano/Jamlje, Comarie/Komarje, jama pri Komarjih (cavernetta Presso Comarie)	+	1/0	4/3	6 (32)	L (L/?)	0.678 (0.585)
84	W	Iamiano/Jamlje, Grotta Andrea	# ^d			10	S/?	0.419
85	W	Iamiano, Pozzo presso Iamiano	# ^d			3	L/?	0.580
86	W	Monfalcone/Tržič, Sablici/Sabliči, brezno pri Sabličih	# ^d			22	L/?	0.668
87	W	Monfalcone/Tržič, Stazione ferroviaria di Monfalcone, Pozzo dei Protei	+ ^d			1	L	0.452
2	W	Duino/Devin, pozzo presso S. Giovanni di Duino/ brezno pri Štivanu	+	5/0	1/2	7 (12)	L (L/?)	0.576 (0.618)
88	W	Duino/Devin, Grotta Nuova del Villagio del Pescatore	# ^d			5	L/?	0.493
89	W	Duino/Devin, S. Giovanni di Duino, Grotta del Timavo o Grotta del Lago	+ ^d			3	L/?	0.497
90	W	Duino/Devin, Villagio del Pescatore/Ribiško naselje, Grotta presso la Peschiera del Timavo	# ^d			1	S	0.399
3	W	Trieste/Trst, Trebiciano/Trebče, cave Grotta di Trebiciano/Labodnica	+	6/1	5/1	10	L	0.535
4	W	Rosandra/Glinščica, springs near Fonte Oppia	-	1/0	2/2	3	S	0.198
5	W	Rosandra/Glinščica, cave Antro delle Ninfe/Velika jama	-	1/0	1/1	3	S	0.279
91	W	Rosandra/Glinščica, Cisterna a Bagnoli delle Rosandra	- ^d			1	S	0.266

(se nadaljuje; *continued*)

Jugovic, J. Vrstna in rasna morfološka diferenciacija jamskih kozic *Troglocaris* ... na Dinarskem krasu.
Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2010

Preglednica 6. Table 6. (nadaljevanje; continuation)

V	Ph	Država/lokaliteta	P	M	F	N _{rcl}	G/O	rcl _{AVG}
Slovenija								
6	S	Most na Soči, jama Vogršček	-	5/0	2/1	7	S/2L	0.350
7	S	Vipava, Vipavska jama	+	9/0	8/3	20	L/2S	0.511
8	W	Komen, Brestovica, Dolenca jama	+	2/0	9/1	12	L	0.627
9	W	Divača, Kačna jama, Ogabno jezero	+	5/0	6/0	8	L	0.588
						(34)	(L/?)	(0.553)
10	W	Divača, Kačiče, jama Mejame	+	2/0	6/2	9	L	0.702
11	W	Koper, Osp, Osapska jama (= jama Grad)	-	4/0	5/1	7	S	0.344
						(4)	(S/?)	(0.350)
12	W	Kozina, Ocizla, Ocizelska jama	-	2/0	2/0	4	S	0.243
13	W	Materija, Odolina, Ponikve v Odolini	-	1/0	4/0	4	S	0.277
14	W	Sočerga, Jama pod Krogom	-	5/1	7/1	13	S/1L	0.345
15	W	Logatec, jama Gradišnica	+	1/0	0/0	1	L	0.741
16	W	Planina, Planinska jama, Pivkin rokav	+	1/0	5/1	5	L	0.519
						(19)	(L/?)	(0.530)
17	W	Planina, Planinska jama, Rakov rokav	+	2/0	3/0	4	L	0.578
18	W	Planina, Škratovka	+	0/1	2/0	3	L/1S	0.467
19	W	Planina, Laze, Najdena jama	+	2/1	12/0	15	L	0.618
20	W	Planina, Laze, Logarček	+	6/0	1/0	7	L	0.712
21	W	Planina, Laze, Erjavščica	+	0/0	3/0	3	L	0.664
22	W	Postojna, Črna jama	+	0/0	1/0	1	L	0.523
23	W	Postojna, Pivka jama	+	0/0	1/0	1	L	0.501
24	W	Postojna, Postojnska jama, Tartar	+	0/0	3/0	3	L/2S	0.435
25	W	Postojna, Sajevče, Markov spodmol	# ^{a, d}	5/0	6/0	11	S/3L	0.381
26	W	Postojna, Slavina, Vodna jama v Lozi	# ^{b, d}	3/1	8/1	13	L/5S	0.435
27	W	Pivka, Parje, Jama v Mlaki	# ^d	1/0	3/1	5	L	0.477
28	W	Šembije, Podtabor, jama Kozja luknja	+	0/0	4/3	7	L/1S	0.517
29	W	Ilirska Bistrica, Novokračine, Novokrajska jama	-	7/0	5/0	12	S	0.333
30	E	Grosuplje, Luče, Lučka jama	+	0/0	1/0	1	L	0.645
31	E	Stična, cave Šimenkovo brezno	-	1/0	5/1	7	S/4L	0.413
32	E	Krka, Krška jama	+	5/0	7/0	12	L	0.554
						(5)	(L/?)	(0.591)
33	E	Krka, Poltarica	+	0/0	1/0	1	L	X
34	E	Videm-Dobropolje, Podpeč, Podpeška jama	+	0/0	6/0	6	L/1S	0.531
35	E	Videm-Dobropolje, Kompolje, Kompoljska jama	+	0/0	6/0	6	L	0.626
36	E	Videm-Dobropolje, Podtabor, Potiskavec	+	0/0	2/0	2	L	0.699
37	E	Žužemberk, Dvor, Černičkova jama	# ^d	0/0	3/1	2	L	0.505
38	E	Žužemberk, Dvor, Bobnova jama	+	0/0	1/0	1	L	0.594
92	E	Žužemberk, Dvor, Tominčev studenec	# ^d			5		0.589
39	E	Novo mesto, Jama v Luknji	+	4/0	4/1	7	L	0.524
						(3)	(L/?)	(0.465)
40	E	Ribnica, Dolenja vas, Mobišaht	+	3/0	4/0	7	L	0.616
41	E	Kočevje, Polom, Ebental	# ^d	1/0	0/1	2	L	0.564
42	E	Kočevje, jama blizu reke Kolpa (natančni podatki neznani)	# ^d	2/0	0/0	2	L	0.521
43	E	Kostel, Žaga, Jelovička jama	-	7/0	2/0	7	L/1S	0.488
44	E	Črnomelj, Stobe (= Stolbe)	+	1/0	2/1	4	L/1S	0.618
45	E	Črnomelj, Vranoviči, Šuline 1	# ^d	1/1	3/0	5	L	0.674
46	E	Črnomelj, Pavičiči, Jelenja jama	# ^d	0/1	1/0	2	S	0.399
47	E	Črnomelj, Žopenca (=Gadina jama)	# ^{c, d}	1/0	6/0	7	L	0.609
48	E	Črnomelj, Jelševnik, Na trati, srednji izvir	+	3/0	0/0	3	L	0.438
49	E	Črnomelj, Jelševnik, izvir levo od Obrha	+	1/0	5/1	7	L	0.513
50	E	Dragatuš, Mali Nerajec, Djud	+	5/0	5/0	9	L/1S	0.507
51	E	Vinica, Jama v kamnolomu	-	10/0	12/1	22	S/14L	0.429
52	E	Špeharji, Breg, Kobiljača	-	2/0	2/0	4	S	0.274

(se nadaljuje; continued)

Preglednica 6. Table 6. (nadaljevanje; *continued*)

V	Ph	Država/lokaliteta	P	M	F	N _{rcl}	G/O	rcl _{AVG}
Hrvaška								
53	I	Poreč, Pincinova pečina	+	1/0	3/0	4	L	0.859
54	I●	Poreč, Funtana, kaptiran izvir	# ^d	4/0	0/0	4	L	0.563
55	W	Pula, Vodnjan, Galižana	# ^d	0/0	1/1	1	L	0.433
56	W	Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić	+	1/1	3/8	12	L/3S	0.431
57	W	Labin, izvir Raša pri Raši	+	0/0	1/0	1	L	0.472
58	E	Ogulin, Privis pečina	#	2/0	3/0	4	S	0.287
59	●	Novi Vinodolski, Sušička jama	#	3/0	1/0	1	S	0.349
60	E	Slunj-Tounj, spring Rudnica (zgornja jama)	-	1/1	1/0	2	S	0.224
61	E	Tounj, Mikašinovići, Mikašinovića pečina	-	8/2	11/8	26	S	0.256
62	E	Rakovica, Vaganac, Kukuruzovića pečina	-	3/0	4/2	8	S	0.243
63	A	Otočac, Podum, Pečina Sv. Marko	+	8/0	12/0	16	L/2S	0.459
64	A	Seline, Markova jama	#	2/0	0/0	2	S/1L	0.392
65	A	Obrovac, Karin, Karišnica	-	6/0	0/0	6	L/3S	0.441
66	A	Island Ugljan, Čeprižanda, izvir	-	1/0	1/0	2	S	0.390
67	A	Šibenik, Pirovac, Bikovica	-	2/0	13/3	16	L/2S	0.505
68	A	Pirovac, izvir pri Pirovcu	-	0/0	2/1	3	L/2S	0.435
69	A	Šibenik, pod hidroelektrarno Manojlovac; izvir-jama, Krka	#	0/0	3/0	3	L	0.582
70	A	Šibenik, reka Krka, jama Rasline	#	1/0	1/0	2	L	0.448
71	A	Šibenik, Mandalina špilja	-	1/0	7/0	7	L/2S	0.472
72	A	Split, Đuderina pečina	+	0/0	3/0	3	L	0.604
Bosna in Hercegovina								
73*	B	Dabar, Dabarska pečina	+	0/0	1/0	1	L	0.563
74*	B	Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pečina	+	0/1	13/5	12	L	0.739
75	A	Popovo polje, Zavala, izvir Lukavac	+	1/0	0/0	1	L	0.497
76	A	Popovo polje, Čvaljina, Baba pečina	+	0/0	2/0	2	L/1S	0.463
77	A	Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica	+	0/0	7/1	7	L/1S	0.497
78	A	Mokro polje, Trebinje, Čičevo, pod Velja goro, Šumet pečina	+	8/0	10/0	18	L/1S	0.525
79	A	Mokro polje, Trebinje, jama Vučonica	+	0/0	2/0	2	L	0.489

X – odlomljen vrh kljunca, zato natančna vrednost manjka

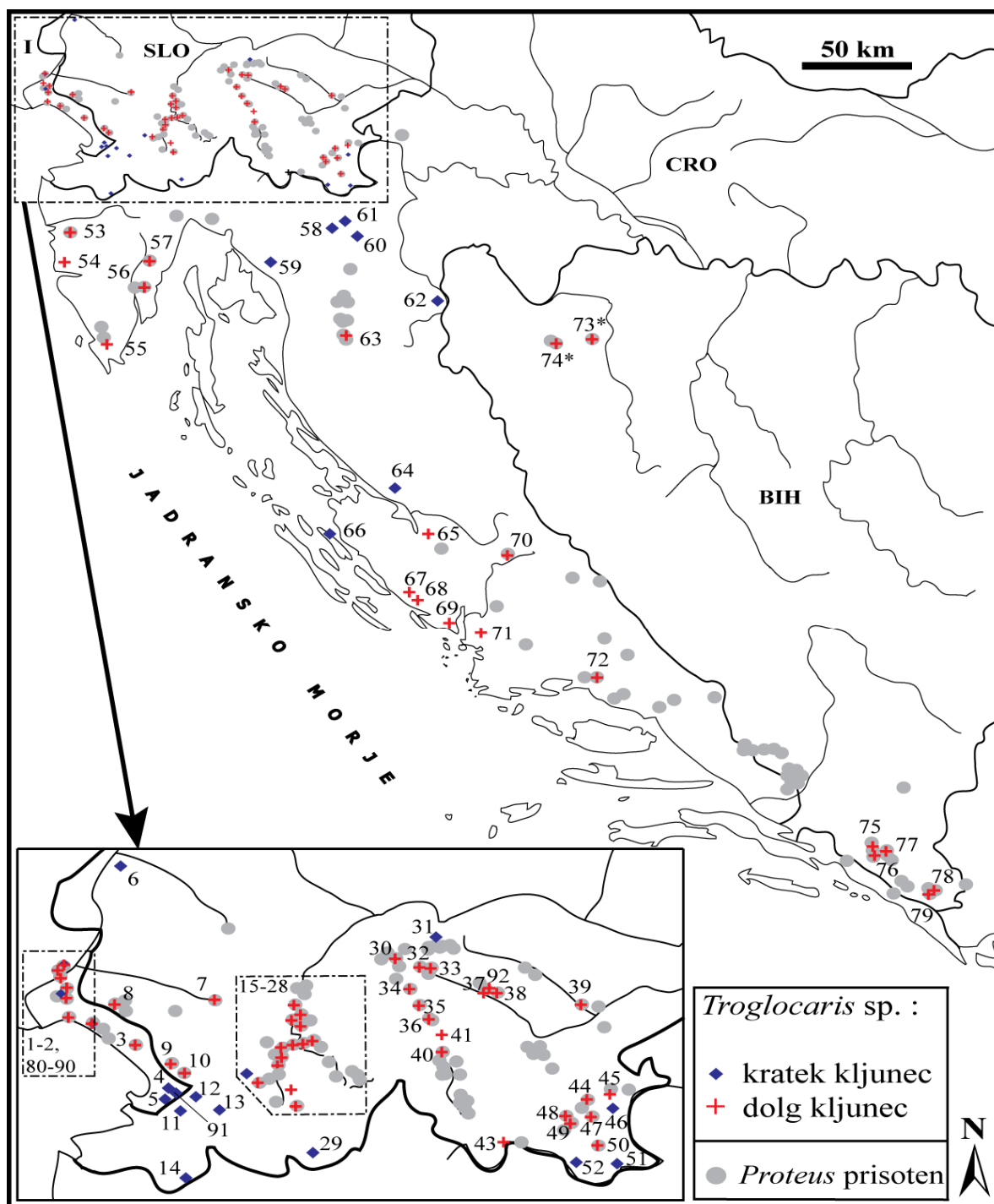
a, b – močiril naj bi bil viden v Vodni jami v Lozi, ki je del jamskega sistema Markov spodmol, a brez natančnih podatkov

c – v neposredni bližini je bil močiril že najden; sedaj je ponikalnica onesnažena in na terenskem delu iz zadnjih let (npr. Zakšek, 2005; Jugovic, 2008) niti *Proteus* niti *Troglocaris* tukaj nista bila najdena.

d – vzorci, ki smo jih zaradi pomanjkljivih podatkov izključili iz statistične analize (Two samples Kolmogorov-Smirnov test).

močirilovi prisotnosti oziroma odsotnosti, so vsebovali bodisi vzorce z dolgimi bodisi s kratkimi kljunci (gl. vzorce označene z »#« v Preglednici 6). Vzorci iz Fabjan (2001) z razpoložljivimi podatki o prisotnosti oziroma odsotnosti močirila na teh lokalitetah, se ujemajo z obema razredoma dolžin kljuncev pri naših vzorcih; edina izjema je vzorec 81, kjer ima edina žival v vzorcu kratek kljunec, čeprav je za to lokaliteto prisotnost močirila ugotovljena. *T. (T.) bosnica*, ki smo jo iz statističnih analiz izključili, ima vedno dolg kljunec in na obeh znanih lokalitetah sobiva z močirilom (Slika 10, vzorca označena z »*«).

Sovpadanje dolžine kljunca od prisotnosti močirila je najbolj vidno v SZ delu areala jamskih kozic *Troglocaris* s. str., to je v Sloveniji in sosednji Italiji (4–6, 12–14, 31, 45, 50, 51 60, 91), v Kordunu na Hrvaškem (56, 58–60) in zahodno od njega (57), kjer so populacije s kratkimi kljunci jasno oddaljene od njim najbližjih znanih nahajališč močirila (Slika 10). V južnem delu Dinarskega krasa (območje jadranske filogenetske skupine) smo



Slika 10. Geografsko ujemanje relativne dolžine kljunca pri jamskih kozicah *Troglocaris* s. str. s prisotnostjo močerila *Proteus anguinus*. Zaporedne številke vzorcev so enake kot v Preglednici 1A, sivi krogi ("●") prikazujejo prisotnost močerila, znaka "+" in "◆" pa vzorce jamskih kozic s povprečni relativne dolžine kljunca ($rcl = RO/CL$) nad in pod 43 %. Zvezdica ("*") označuje vzorca *T. (T.) bosnica*. SLO – Slovenija; I – Italija; CRO – Hrvaška; BIH – Bosna in Hercegovina.

Figure 10. Coincidence between the relative rostral length in *Troglocaris* s. str. and co-occurrence of *Proteus* sp. Sample numbers are as in Table 1; diamonds (◆) and pluses (+) denote samples with relative rostrum average <43% and >43%, respectively; asterisks (*) denote samples of *T. bosnica*. SLO – Slovenia; I – Italy; CRO – Croatia; BIH – Bosnia and Herzegovina.

našli le dva vzorca s kratkim kljuncem, ki sta močno oddaljena od najbližjih znanih nahajališč močerila, to je ob jadranski obali (62) in na otoku Ugljanu (64). Znotraj velikega območja, kjer močeril (še) ni bil najden (pokrivajo ga vzorci 65–66, 68–69), pa so kozice obdržale ali razvile dolg kljunec. Čeprav je ujemanje med dolžino kljunca in prisotnostjo močerila v jadranski skupini manjše, pa so tako kot v zahodno- in vzhodnoslovenski skupini tudi v jadranski skupini opazne razlike v velikosti živali: čeprav razlike niso vedno statistično značilne (Two samples Kolmogorov–Smirnov test; Preglednica 6), je dolžina koša vedno večja pri živalih iz populacij, ki živijo sintopo z močerilom. Kljub temu pa obstaja tudi razlika v velikosti med jadranskimi in zahodno- ter vzhodnoslovenskimi; v povprečju so predstavniki omenjenih slovenskih skupin vedno večji od jadranskih, ne glede na to, ali primerjamo skupine vzorcev, kjer močeril je, ali pa ni prisoten (gl. tudi Prilogo C5 za statistični opis, pod CL).

4.2.2 Učinkovitost prehranjevanja močerila (*Proteus anguinus*) z jamskimi kozicami *Troglocaris* s. str.

V 21 dni trajajočem poskusu sta dva močerila pojedla 26 jamskih kozic. Od teh jih je 12 kozic imelo dolg nepoškodovan kljunec (v nadaljnjem besedilu kozice z dolgim kljuncem), in 14 kozic je imelo kratek kljunec z dodatno odlomljenim vrhom (v nadaljnjem besedilu kozice s kratkim kljuncem). Časovno učinkovitost prehranjevanja (od trenutka stika s plenom do trenutka, ko plenilec plen pogoltne) smo s posnetkov nepristransko lahko izmerili v 23 primerih, saj v primerih, ko je močeril med dvema zaporednima preverjanjema požrl obe kozici, ni bilo vedno mogoče zanesljivo ugotoviti, ali je prej požrl kratko- ali dolgokljuno kozico (oziroma obratno). Čeprav zaradi le dveh živali močerila razlik v učinkovitosti prehranjevanja statistično nismo testirali, sta oba močerila potrebovala daljši čas za prehranjevanje s kozicami, ki so imele dolge, nepoškodovane kljunce (Preglednica 7). Medtem ko je bila razlika pri prvem osebku močerila znatna, pa je bila pri drugem komajda opazna. Vendar pa je drugi osebek pojedel nekaj več kozic s kratkim kot dolgim kljuncem, pri prvem osebku pa razlike ni bilo (Preglednica 5). Pri tem naj poudarimo, da je rezultat o številu požrtih kozic zaradi majhnega vzorca verjetno pristranski.

Preglednica 7. Meritve časa (v sekundah) od trenutka močerilovega stika s kozico do trenutka, ko je močeril kozico pogoltnil. Rezultati so prikazani za dva osebka močerila ločeno za dolgokljune in kratkokljune kozice. $\mu \pm SD$: povprečna vrednost $\pm$ standardna deviacija; N: število kozic.

Table 7. Swallowing time efficiency (in seconds) for two specimens of *Proteus*, while feeding on *Troglocaris* without and with long undamaged rostra. $\mu \pm SD$: average $\pm$ standard deviation; N: number of eaten shrimps.

	Časovna učinkovitost: $\mu \pm SD$ (N)	
	Kozice z dolgimi nepoškodovanimi kljunci	Kozice s kratkimi kljunci
<i>Proteus</i> 1	38.5 $\pm$ 12.8 (N = 6)	14.3 $\pm$ 12.6 (N = 6)
<i>Proteus</i> 2	10.3 $\pm$ 8.5 (N = 4)	9.3 $\pm$ 6.8 (N = 7)

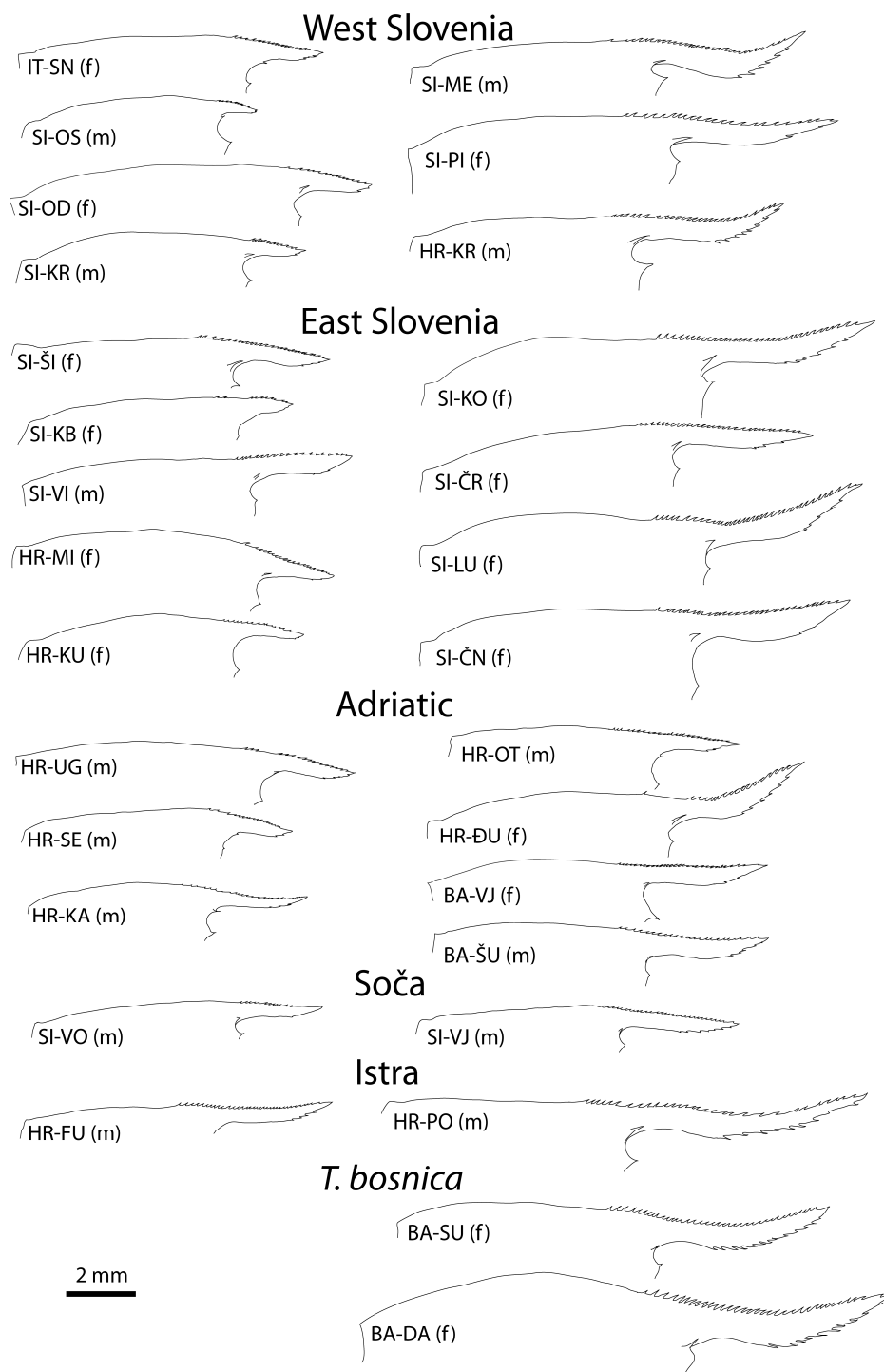
Fotografije (do 5/sekundo), posnete s kamero v temi pri infrardeči svetlobi, smo sestavili v kratke filme in analizirali prehranjevalno vedenje močerila in odziv jamskih kozic. Močeril plena ne preganja. Napade le, ko se mu kozica dovolj približa, da jo zgrabi s hitrim napadom. Vsi močerilovi uspešni napadi so se zgodili, ko je kozico zgrabil od zadaj ali od strani, in nikoli od spredaj. V enem primeru smo tudi opazili napad močerila na kozico od spredaj, vendar je v tem primeru močeril kozico takoj izpljunil. Ta kozica je napad preživela nepoškodovana. Nekaj dni kasneje je bila uspešno napadena.

Čeprav smo prepričani, da smo posneli številne neuspele napade močerila, v katerih so bile kozice izpljuvane, statistične analize uspešnosti plenjenja nismo naredili. Pogosto iz posnetkov namreč ni bilo jasno razvidno, ali oziroma do kakšne mere kontakta med kozico in močerilom pri napadu je sploh prišlo.

4.2.3 Analiza raznolikosti kljunca znotraj molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin *Troglocaris* s. str.

Pri vseh živalih iz naših vzorcev smo pregledali tudi obliko kljunca, da bi lahko potrdili ali ovrgli uporabnost tega znaka v taksonomiji pri podrodu *Troglocaris* s. str. Na Sliki 11 je prikazan izbor oblik kljuncev, ki smo ga naredili tako, da bi kar najbolj ponazoril celotno raznolikost oblik kljuncev znotraj vsake od filogenetskih skupin. Čeprav je prisotnost močerila v slovenski Črničkovih jami (SI-ČR) in hrvaški Funtani (HR-FU) verjetna, ta še ni bila potrjena, saj bi bilo preverjanje te domneve v obeh primerih težavno (Slika 11).

Oblika in relativna (tudi absolutna) dolžina kljunca sta pri zahodno- in vzhodnoslovenskih filogenetskih skupinah najbolj raznoliki. V zahodnoslovenski skupini imajo kozice večinoma ne le podaljšan kljunec, ampak je njegov vrh tudi ukrivljen navzgor. *T. (T.) bosnica*, dve istrski populaciji in večina populacij iz zahodno- in vzhodnoslovenskih filogenetskih skupin, ki živijo sintopo z močerilom, imajo vsi podaljšane in ukrivljene kljunce. Populacije jadranske filogenetske skupine imajo različno dolg, a raven in le izjemoma ukrivljen kljunec: edina izjema je populacija iz dalmatinske Đuderine jame (72). Edina znana populacija kozic iz soške filogenetske skupine, ki živi ob prisotnosti močerila, ima ozek in dolg kljunec, z bolj ali manj neukrivljenim vrhom. Populacija iste skupine, ki živi ločeno od močerila, pa ima vedno kratek kljunec, bodisi z ravnim ali celo rahlo izbočenim dorzalnim robom.



Slika 11. Primeri kljuncev iz nekaterih populacij jamskih kozic *Troglocaris* s. str. ob verjetni odsotnosti (levi stolpec) ali prisotnosti (desni stolpec) močerila *Proteus anguinus* na istih lokalitetah. Primeri so izbrani tako, da bi najbolje predstavili razpon raznolikosti oblike in dolžine kljunca v vseh filogenetskih skupinah. Živali so označene z okrajšavami vzorcev (Preglednica 1A) in okrajšavo za spol (m – samci; f – samice). Čeprav je verjetna, prisotnost močerila na lokalitetah SI-ČR in HR-FU ni potrjena.

Figure 11. Examples of rostra in some populations of *Troglocaris* s. str. phylogroups according to presumable absence (specimens on left) and presence (specimens on right) of *Proteus* sp. appropriately chosen to represent adequately the whole variability in shape and length of the rostrum. Sample abbreviations as in Table 1A (sex: m–male, f–female added). Although probable, the presence of *Proteus* in SI-ČR and HR-FU could not be verified.

4.3 ŠTUDIJA MORFOLOŠKIH RAZLIK MED MOLEKULSKO UGOTOVLJENIMI FILOGENETSKIMI SKUPINAMI IN MOŽNIMI TAKSONI RODU *TROGLOCARIS*

4.3.1 Morfološka primerjava filogenetskih skupin iz vseh treh dinarskih podrodov jamskih kozic *Troglocaris*

4.3.1.1 Identifikacija štirih vrst v podrodu *Spelaeocaris*

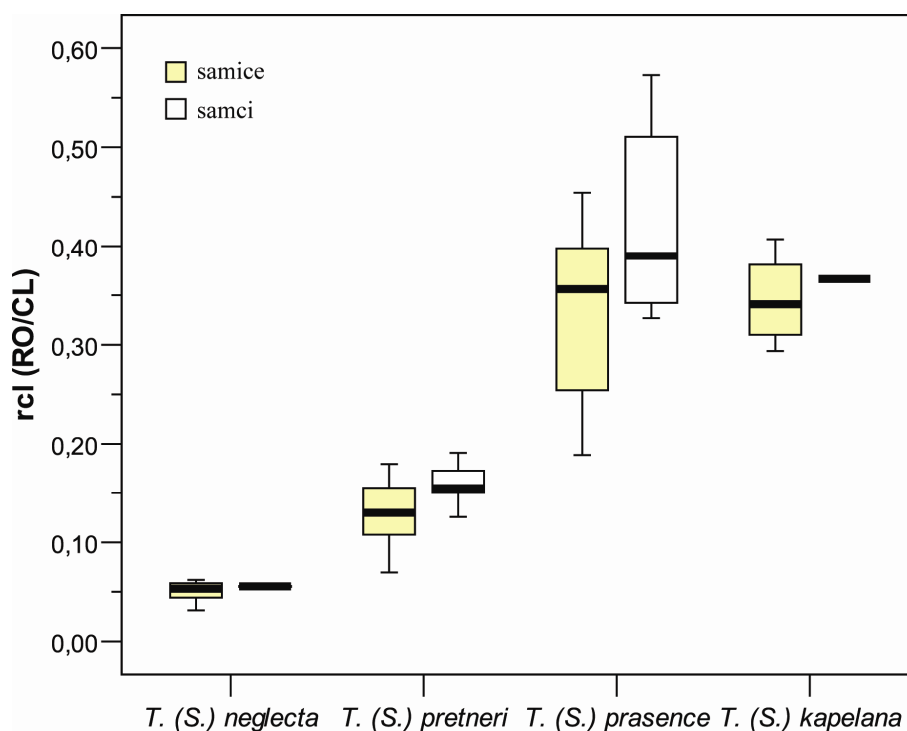
Odsotnost trnov na košu smo sicer potrdili pri večini pregledanih živali podrodu *Spelaeocaris* (gl. Sket in Zakšek, 2009), vendar ima majhen odstotek živali (< 5%) na košu vsaj en (supraorbitalni, vendar v tem primeru običajno tudi antenalni), običajno šibko razvit trn. Čeprav šibka, sta bila oba trna razvita pri vseh pregledanih osebkih *T. (S.) kapelana*. Zato razvitost trnov na košu nima velike filogenetske teže (gl. Sket in Zakšek, 2009). Ker imajo vsaj nekateri predstavniki podrodu *Spelaeocaris* razvite trne na košu, je nujna tudi manjša sprememba v diagnozi omenjenega podrodu, ki predpostavlja odsotnost trnov na košu (Sket in Zakšek, 2009; gl. tudi diagnozo podrodu v uvodu).

Ugotovili smo, da je specifična oblika kljunca (kljunec je upognjen distalno navzgor) z redko nameščenimi trni (gl. tudi Gottstein Matočec, 2003: str. 101, Slika 62) vrstno značilna za *T. (S.) kapelana*, ne glede na spol ali starost živali. Za *T. (S.) neglecta* je značilen zelo kratek kljunec (t.j. enako dolg ali krajši kot so očesni rudimenti), z relativno dolžino kljunca (*rcl*) 3–6 %. Kot pri *T. (S.) neglecta*, smo kot edini zanesljivi diagnostični znak prepoznali *rcl* tudi pri razlikovanju *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) prasence* (Slika 12). Pri *T. (S.) pretneri* je vrednost znaka *rcl* 7–19 %, pri *T. (S.) prasence* pa 19–57 %.

Izkazalo se je, da nekateri znaki, ki so bili uporabljeni v diagnozah vrst speleokarisa, niso povsem zanesljivi, kljub temu pa lahko znatno pomagajo pri prepoznavi vrst. *T. (S.) prasence* naj bi po diagnozi vedno imel razvitih vsaj nekaj zobcev na kljuncu (Sket in Zakšek, 2009), a smo našli tudi izjeme (N = 3) iz najjužnejše znane lokalitete dinarskih jamskih kozic, Obodske pečine (Črna Gora). Te izjeme iz omenjene lokalitete so bile brez zobcev na kljuncu, a je bila njihova prava identiteta molekulsko potrjena (Zakšek, neobjavljeno). Nekaj izjem smo našli tudi pri *T. (S.) pretneri*, ki naj po diagnozi ne bi imela zobcev na kljuncu. Dve živali sta imeli razvit bodisi en bodisi dva šibka zobca na kljuncu.

Nekaj domnevno diagnostičnih znakov pa je po naših podatkih popolnoma neuporabnih za determinacijo nekaterih vrst speleokarisa. Med njimi so eksopoditi na pereopodih pri *T. (S.) pretneri* in diferenciacija pereopodov pri samcih *T. (S.) neglecta*. Eksopoditi pri samicah *T. (S.) pretneri* so zelo raznoliki v dolžini in so skrajšani samo pri nekaterih živalih (gl. tudi komentar v Sket in Zakšek, 2009). Zavrnili smo domnevno odsotnost diferenciacije pereopodov pri samcih *T. (S.) neglecta*: pri odraslih samcih omenjene vrste imajo namreč vsi pereopodi III–V diferencirane propode (člene 6); njihovi distalni deli so odebeljeni, na njih pa nosijo skupine gosto postavljenih spiniformnih set. Poleg tega, spiniformne sete na daktilu (členu 7) pereopoda V po diferenciaciji oblikujejo glavnik (nasprotno od izsledkov v Sket in Zakšek, 2009).

Ker za ločitev večine vrst podrodu *Spelaecaris* zadostuje že relativna dolžina kljunca, smo ta znak prikazali na Sliki 12, ločeno za samice in samce. Ker v tem znaku med juvenilnimi in odraslimi živalmi nismo našli razlik, smo podatke za različno stare živali združili.



Slika 12. Raznolikost relativne dolžine kljunca (*rcl*) pri štirih vrstah jamskih kozic iz podrodu *Spelaecaris*. RO – dolžina kljunca, CL – dolžina koša. Število pregledanih samic/samcev: *T. (S.) neglecta* – 8/2; *T. (S.) pretneri* – 25/7; *T. (S.) prasence* – 15/6; *T. (S.) kapelana* – 4/1.

Figure 12. Variability in relative rostral length (*rcl*) in four species of the subgenus *Troglocaris* (*Spelaecaris*). RO – rostral length, CL – carapace length. Number of measured females/males: *T. (S.) neglecta* – 8/2; *T. (S.) pretneri* – 25/7; *T. (S.) prasence* – 15/6; *T. (S.) kapelana* – 4/1.

4.3.1.2 Priprava matrik za diskriminacijske analize

Nekatere znake (t.j. razmerja in številske štete znake), ki so odstopali od postavljenih statističnih predpostavk, v diskriminacijsko analizo nismo vključili. Poleg znakov, ki smo jih zaradi odstopanj od normalne porazdelitve (One sample Kolmogorov-Smirnov test, $p < 0.1$) ali manjkajočih podatkov znotraj posameznih OTU-jev (filogenetskih skupin; $> 10\%$ manjkajočih vrednosti, izjeme našete v nadaljevanju) izločili iz DFA (Priloga C2), smo iz DFA iz skupine (ali para) visoko medsebojno soodvisnih znakov izključili vse razen enega ($|r| > 0.7$; soodvisnost znakov smo ocenili ločeno za posamezne OTU-je; gl. Priloga C3).

Diskriminacijsko analizo smo najprej opravili na matrikah za samce in nato še za samice brez manjkajočih vrednosti. Nato smo diskriminacijsko analizo ponovili na matrikah, v katerih so bila posamezna stanja znakov ocenjena s pomočjo multiple statistične regresije znotraj vsakega OTU ob upoštevanju vseh znakov, ki so zadoščali zgoraj naštetim

statističnim pogojem. S tem smo povečali število živali v analizi. Rezultat analize na večjem podatkovnem setu smo prikazali le, če se je ujemal z rezultati manjšega podatkovnega seta. Analize smo na vsakem od podatkovnih setov ponovili tudi s postopno (»stepwise«) diskriminacijsko analizo, da bi olajšali interpretacijo rezultatov in zmanjšali nabor znakov za razlikovanje OTU-jev.

Za diskriminacijsko analizo spolno mešanih vzorcev smo morali preveriti, kateri znaki se med spoloma statistično značilno ne razlikujejo (t-test, $p > 0.05$), pri čemur smo upoštevali le znake, ki so zadostovali postavljenim statističnim pogojem tako pri samcih kot samicah.

V prvi sklop diskriminacijskih analiz (DFA 1, DFA 2, DFA 3) smo vključili vzorce iz vseh treh dinarskih podrodov jamskih kozic *Troglocaris* s. 1., v drugi sklop (DFA 4, DFA 5, DFA 6, DFA 7) pa le podrod *Troglocaris* s. str. Razen v nadaljevanju omenjenih izjem, smo v diskriminacijske analize vključili le odrasle živali.

4.3.1.3 Diskriminacijska analiza samcev (DFA 1)

Izmed vseh znakov je bilo za diskriminacijsko analizo 154 samcev iz osmih filogenetskih skupin (DFA 1) uporabljenih 46 znakov (Priloga C2), ki so zadoščali vsem v preliminarni statistični analizi postavljenim pogojem (gl. 4.3.1.2). Čeprav je postavljenim pogojem ustrezala tudi relativna dolžina kljunca, smo jo iz diskriminacijske analize izločili, saj smo jo že uporabili v predhodni identifikaciji vrst iz podrodu *Spelaeocaris* (velja tudi za DFA 2 in 3 ter analizo kopičenja, gl. nadaljevanje). Kot neuvrščene smo v analizo vključili tudi dva, juvenilnega in odraslega samca *T. (S.) neglecta* (deveta filogenetska skupina), enega odraslega samca *T. (S.) kapelana* (deseta filogenetska skupina), ter tri nedoločene juvenilne samce iz podrodu *Spelaeocaris* (bodisi *T. (S.) pretneri* bodisi *T. (S.) prasence*).

V DFA 1 se vzdolž prvih dveh diskriminacijskih osi (DF 1, DF 2) ločijo vsi trije podrodovi (Slika 13a). Podrod *Troglocaris* s. str. se od ostalih dveh podrodov loči vzdolž DF 1, in vsi trije podrodovi se nadalje ločijo vzdolž DF 2. Tudi vrste podrodu *Spelaeocaris* se med seboj vzdolž prvih dveh osi večinoma ločijo. Eden od neidentificiranih juvenilnih samcev se uvrsti znotraj *T. (S.) prasence*, medtem ko se vse ostale neuvrščene živali uvrstijo znotraj *T. (S.) pretneri*. DF 1 pojasni 39.2 % in DF 2 24.8 % celotne variance. DF 3 pojasni nadaljnih 10.3 % (Preglednica 8). Prispevki znakov, ki največ prispevajo k razlagi razlik med filogenetskimi skupinami vzdolž prvih treh diskriminacijskih funkcij, so v Preglednici 9.

Ob upoštevanju vseh sedmih diskriminacijskih funkcij se je 98.7 % vseh samcev uvrstilo v predvideno filogenetsko skupino. Samo dva samca iz podrodu *Troglocaris* s. str., eden iz zahodnoslovenske in drugi iz jadranske filogenetske skupine, sta se uvrstila v napačno skupino, medtem ko se je uvrstitev ostalih samcev ujemala s predvideno. Čeprav v analizi drevesa najmanjšega razvejanja (MST; Slika 13b) niso bili vključeni *T. (Troglocaris) bosnica*, *T. (S.) kapelana* in *T. (S.) neglecta*, pa so vseeno Mahalanobisove razdalje (D) med centroidi taksonov različnih podrodov največje, zato so med omenjenimi taksoni tudi razdalje daljše v MST daljše kot so razdalje med taksoni znotraj posameznih podrodov.

Preglednica 8. Rezultati diskriminacijske analize 1; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami.

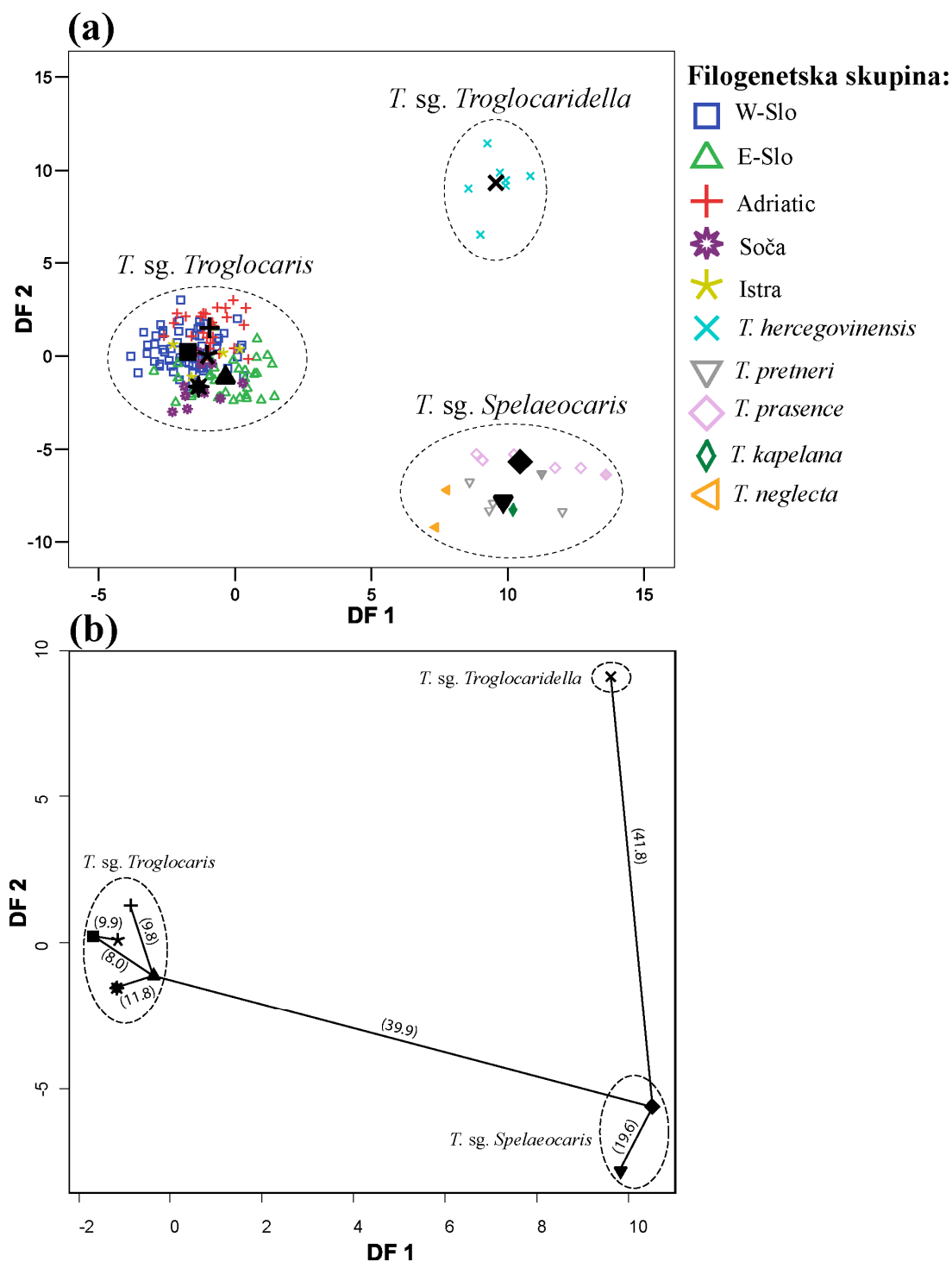
Table 8. The results of Discriminant Function Analysis 1; a list of Discriminant functions (DFs) with eigenvalues (Lastna vrednost), percentages of explained variance (% pojasnjene variance), cumulative percents (Kumulativni %) and canonical correlations (Kanonična korelacija).

DF	Lastna vrednost	% pojasnjene variance	Kumulativni %	Kanonična korelacija
1	12.425	39.2	39.2	0.962
2	7.853	24.8	63.9	0.942
3	3.313	10.4	74.4	0.876
4	2.957	9.3	83.7	0.864
5	2.714	8.6	92.2	0.855
6	1.540	4.9	97.1	0.779
7	0.925	2.9	100.0	0.693

Preglednica 9. Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 1 (DFA 1). V DFA 1 je bilo vključenih 154 v osem filogenetskih skupin rodu *Troglocaris* vključenih samcev skupaj s šestimi neuvrščenimi samci. Uporabljenih je bilo 46 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

Table 9. Characters with the highest standardized discriminant function coefficients for the first three discriminant functions (DFs) in Discriminant function analysis 1. DFA run on 154 males from 8 species/phylogroups of *Troglocaris*, using 46 morphometric characters. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	DF 1	DF 2	DF 3
rel delež d člena 3 v pereopodu V	pr5ia	0.332 *	0.252	-0.169
razmerje med d uropoda in d pleonita VI	u1s6	0.303 *	-0.120	0.077
razmerje med d endopodita na pleopodu I in d koša	pl1encl	-0.205 *	0.123	0.009
rel d druge osti antene I glede na d stebila antene I	a1s3an	-0.194 *	0.152	0.048
razmerje med d pleonitov V in VI	s5s6	0.186 *	-0.087	-0.022
razmerje med d <i>appendix interna</i> in endopodita na pleopodu II	pl2aien	0.175 *	0.055	0.098
razmerje med d proksimalnega in distalnega dela pereopoda V	pr5imcpd	0.171 *	0.140	0.009
razmerje med d člena 5 v pereopodu II in d koša	pr2ccl	-0.122	0.246 *	0.138
rel delež d člena 5 v pereopodu I	pr1ca	-0.044	0.205 *	0.135
razmerje med d in največjo d člena 6 pereopoda II	pr2pplm	-0.014	0.195 *	0.170
rel š člena 6 pereopoda II glede na d koša	pr2pwcl	-0.071	-0.182 *	-0.121
razmerje med d in največjo d člena 6 pereopoda I	pr1pplm	0.024	0.170 *	0.135
rel delež največje d člena 6 v pereopodu I	pr1plma	-0.031	-0.307	-0.330 *
rel delež člena 7 v pereopodu II	pr2da	0.027	-0.126	-0.288 *
razmerje med največjo d člena 6 pereopoda I in d koša	pr1che	-0.092	-0.103	-0.283 *
rel delež člena 7 v pereopodu I	pr1da	-0.049	-0.114	-0.255 *
rel delež člena 3 v pereopodu III	pr3ia	0.135	0.154	-0.227 *
razmerje med d osti na skafoceritu in š skafocerita na anteni II	a2s3s2	-0.142	0.070	0.224 *
rel delež d člena 4 v pereopodu I	pr1ma	0.034	0.067	0.214 *
razmerje med d proksimalnega in distalnega dela pereopoda III	pr3imcpd	0.073	0.046	-0.168 *



Slika 13. (a) Projekcija diskriminacijske analize 154 samcev jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v osem molekularno ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 46 znakov. Naknadno smo mapirali še simbole za šest samcev (polno obarvani znaki; gl. besedilo); centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centriodov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso.

Figure 13. (a) Plot of the DFA species/phylogroups ($N = 8$) centroids of *Troglocaris* males ($N = 154$) on the first two discriminant functions (DF 1, DF 2), using 46 morphometric characters. **(b)** Centroids are linked by the MST of Mahalanobis' $\sqrt{D^2}$ distances (in brackets). Each subgenus is enclosed in ellipse.

4.3.1.4 Diskriminacijska analiza samic (DFA 2)

Izmed vseh znakov je bilo za diskriminacijsko analizo 261 samic iz enajstih filogenetskih skupin (DFA 2) uporabljenih 46 znakov, ki so zadoščali vsem v preliminarni statistični analizi postavljenim pogojem (Priloga C2, gl. tudi pogl. 4.3.1.2).

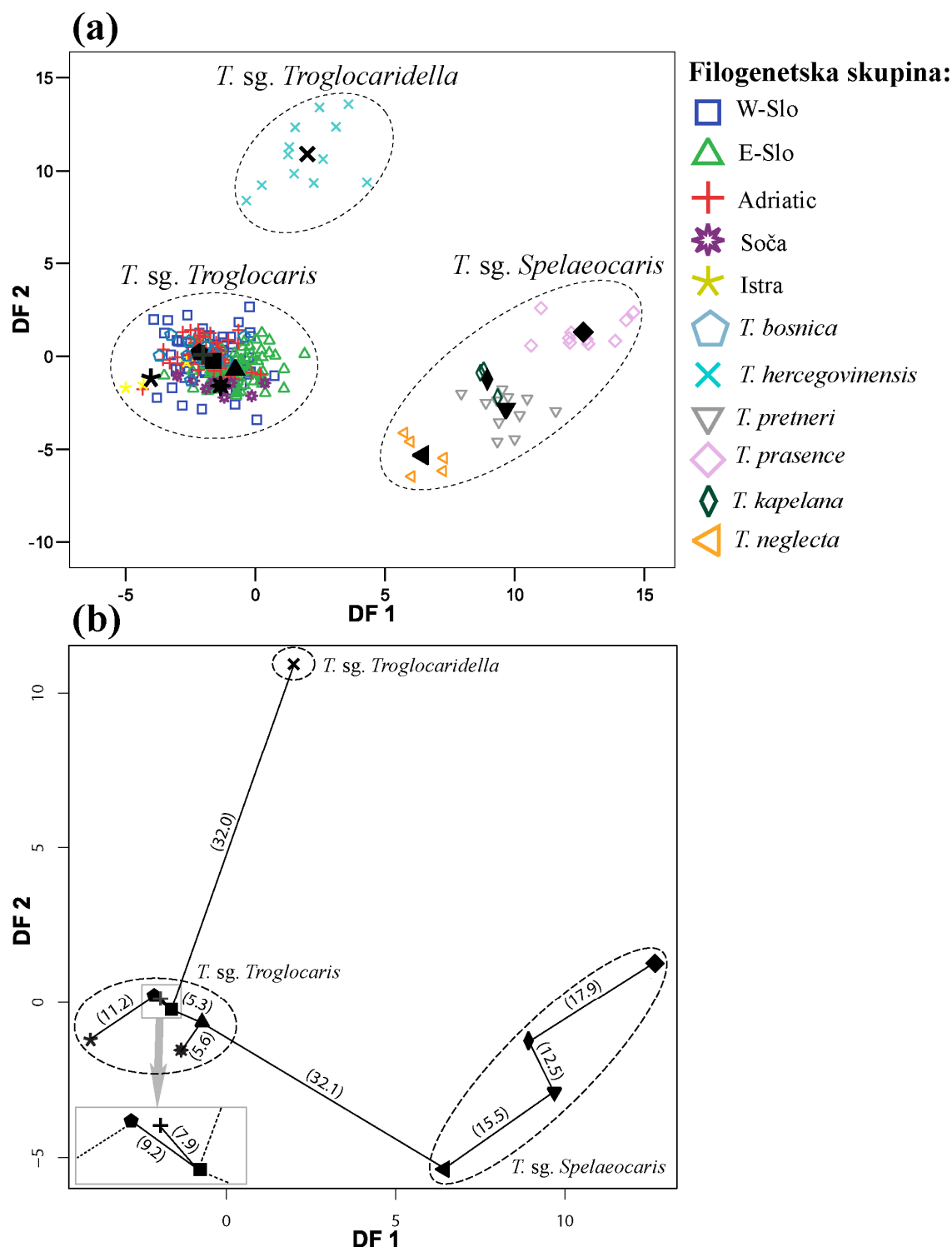
V DFA 2 se vzdolž prvih dveh diskriminacijskih osi (DF 1, DF 2) tako kot pri samcih ločijo vsi trije podrodovi (Slika 14a). Vzdolž DF 1 se ločijo vsi trije podrodovi, čeprav se podrodova *Troglocaris* s. str. in *Troglocaridella* malo prekrivata. Podrod *Troglocaridella* pa se od obeh ostalih podrodov nadalje jasno loči vzdolž DF 2. DF 1 in DF 2 pojasnita 42.4 % in 20.6 % celotne variance, DF 3 pa pojasni nadaljnjih 12.2 % (Preglednica 10). V Preglednici 11 so zbrani prispevki znakov z najvišjo močjo ločevanja vzdolž prvih treh diskriminacijskih funkcij.

Ob upoštevanju vseh desetih diskriminacijskih funkcij se je 97.3 % vseh samic uvrstilo v predvideno filogenetsko skupino. Znotraj podrodu *Troglocaris* s. str., so se le štiri samice iz zahodnoslovenske in tri iz vzhodnoslovenske skupine večinoma medsebojno napačno uvrstile. Medtem ko je ločitev podrodov kot tudi vrst znotraj podrodu *Spelaecaris* zelo dobra že ob upoštevanju prvih dveh DF, pa se tako kot pri samcih filogenetske skupine znotraj podrodu *Troglocaris* s. str. ločijo šele ob upoštevanju vseh naslednjih DF. Dolžine daljic v MST (Slika 14b) med taksoni iz različnih podrodov so bistveno daljše kot so razdalje med taksoni znotraj vsakega od obeh podrodov, ki vsebujeta več taksonov/filogenetskih linij.

Preglednica 10. Rezultati diskriminacijske analize 2; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami.

Table 10. The results of Discriminant Function Analysis 2; a list of Discriminant functions (DFs) with eigenvalues (Lastna vrednost), percentages of explained variance (% pojasnjene variance), cumulative percents (Kumulativni %) and canonical correlations (Kanonična korelacija).

DF	Lastna vrednost	% pojasnjene variance	Kumulativni %	Kanonična korelacija
1	14.607	44.1	44.1	0.967
2	6.978	21.1	65.2	0.935
3	3.354	10.1	75.3	0.878
4	2.924	8.8	84.2	0.863
5	1.828	5.5	89.7	0.804
6	1.285	3.9	93.6	0.750
7	1.000	3.0	96.6	0.707
8	0.521	1.6	98.2	0.585
9	0.444	1.3	99.5	0.555
10	0.158	0.5	100.0	0.369



Slika 14. (a) Projekcija diskriminacijske analize 261 samic jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v enajst molekularno ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 46 znakov; centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso.

Figure 13. (a) Plot of the DFA species/phylogroups ($N = 11$) centroids of *Troglocaris* females ($N = 261$) on the first two discriminant functions (DF 1, DF 2), using 46 morphometric characters. **(b)** Centroids are linked by the MST of Mahalanobis' $\sqrt{D^2}$ distances (in brackets). Each subgenus is enclosed in ellipse.

Preglednica 11. Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 2 (DFA 2). V DFA 2 je bilo vključenih 261 v enajst filogenetskih skupin rodu *Troglocaris* vključenih samic. Uporabljenih je bilo 46 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

Table 11. Characters with the highest standardized discriminant function coefficients for the first three discriminant functions (DFs) in Discriminant function analysis 2. DFA run on 261 females from 11 species/phylogroups of *Troglocaris*, using 46 morphometric characters. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	DF 1	DF 2	DF 3
razmerje med d uropoda in d pleonita VI	u1s6	0.362 *	0.092	-0.070
razmerje med š in d skafoerita na anteni II	a2s2s1	0.298 *	0.030	0.077
rel d druge osti antene I glede na d stebila antene I	a1s3an	-0.238 *	0.039	0.145
razmerje med d člana V v pereopodu II in d koša	pr2ccl	-0.199 *	0.128	-0.136
rel delež d člana 3 v pereopodu V	pr5ia	0.034	0.336 *	0.012
rel delež d člana 5 v pereopodu V	pr5ca	0.151	-0.302 *	-0.141
rel delež d člana 3 v pereopodu III	pr3ia	0.005	0.299 *	0.036
razmerje med š in največjo d člana 6 v pereopodu II	pr2pwl	0.077	-0.236 *	0.000
razmerje med d in največjo d člana 6 pereopoda I	pr1pplm	-0.111	0.233 *	0.020
razmerje med d člana 7 in največjo d člana 6 v pereopodu I	pr1dplm	-0.021	0.219 *	-0.073
rel delež največje d člana 6 v pereopodu I	pr1plma	0.036	-0.256	0.352 *
rel delež d člana 4 v pereopodu II	pr2ma	0.111	-0.138	-0.284 *
rel delež d člana 4 v pereopodu I	pr1ma	0.098	-0.031	-0.275 *
rel delež člana 7 v pereopodu II	pr2da	0.152	0.007	0.244 *

4.3.1.5 Diskriminacijska analiza samcev in samic (DFA 3)

Ker so se rezultati diskriminacijskih analiz samcev (DFA 1) in samic (DFA 2) ujeli, smo analizo ponovili na spolno mešanih vzorcih. V analize smo vključili le odrasle živali, 154 samcev in 261 samic. V analizi smo od znakov, ki smo jih upoštevali v obeh predhodnih diskriminacijskih analizah, upoštevali le 38 spolno nedimorfnih znakov (t-test, $p > 0.05$). Seznam znakov je v Prilogi C2.

Tudi v tem primeru se vsi trije podrodovi vzdolž DF 1 in DF 2 jasno ločijo (Slika 15a). DF 1 in DF 2 pojasnita 43.8 % in 22.3 % celotne variance, DF 3 pa nadaljnih 10.3 % (Preglednica 12). MST (Slika 15b) Mahalanobisovih razdalj je podoben kot pri samicah, le da so vrednosti razdalj med podrodovi in nižjimi taksoni v DFA 3 nekoliko nižje. Prispevki posameznih znakov z najvišjo močjo ločevanja filogenetskih skupin vzdolž prvih treh diskriminacijskih osi so podani v Preglednici 13.

Preglednica 12. Rezultati diskriminacijske analize 3; seznam vseh diskriminacijskih funkcij (DF) z lastnimi vrednostmi, odstotki pojasnjene variance, kumulativnimi odstotki in kanoničnimi korelacijami.

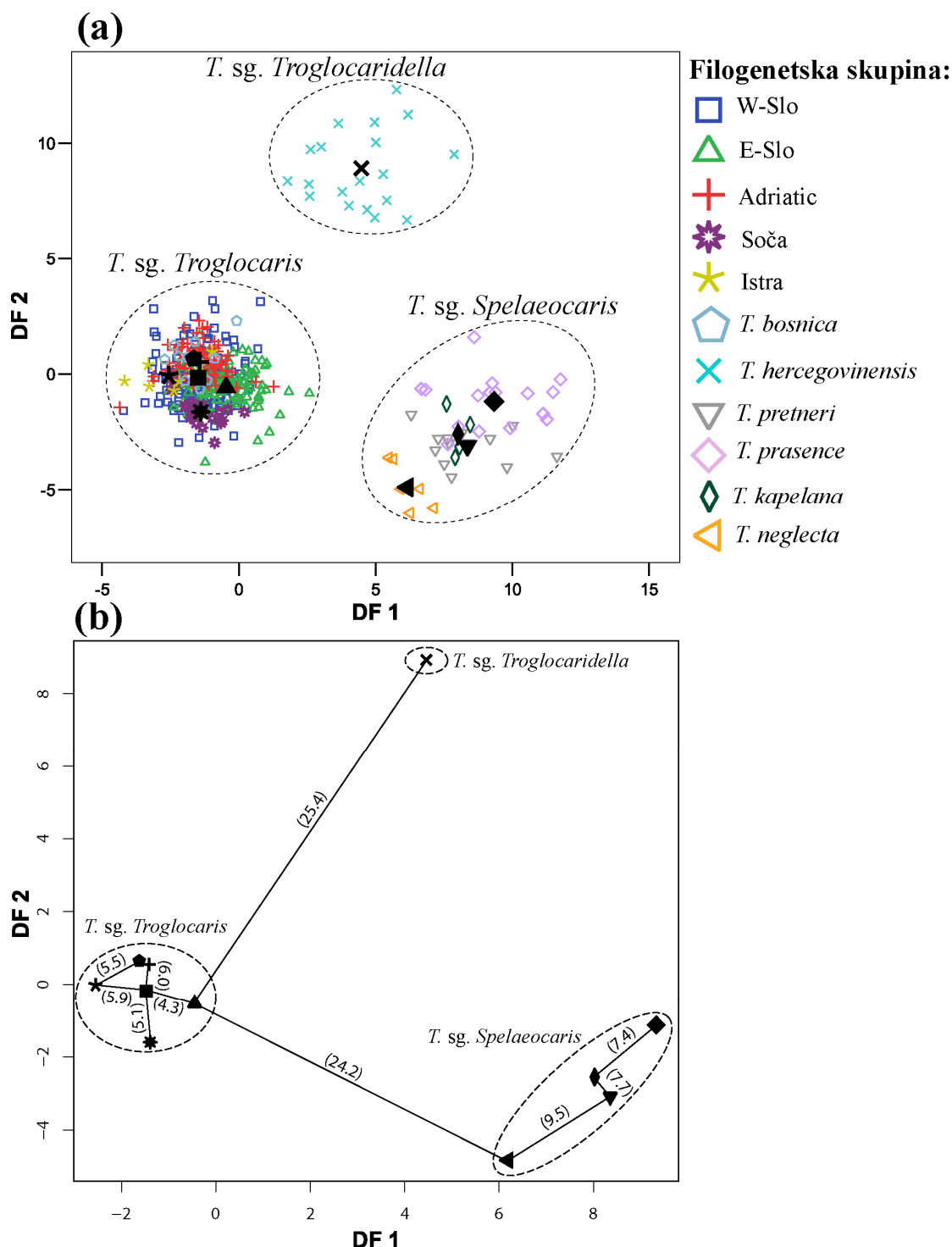
Table 12. The results of Discriminant Function Analysis 3; a list of Discriminant functions (DFs) with eigenvalues (Lastna vrednost), percentages of explained variance (% pojasnjene variance), cumulative percents (Kumulativni %) and canonical correlations (Kanonična korelacija).

DF	Lastna vrednost	% pojasnjene variance	Kumulativni %	Kanonična korelacija
1	9.391	43.8	43.8	0.951
2	4.778	22.3	66.1	0.909
3	2.202	10.3	76.4	0.829
4	1.890	8.8	85.2	0.809
5	1.020	4.8	90.0	0.711
6	0.781	3.6	93.6	0.662
7	0.570	2.7	96.3	0.603
8	0.445	2.1	98.4	0.555
9	0.283	1.3	99.7	0.470
10	0.067	0.3	100.0	0.251

Preglednica 13. Korelacije najpomembnejših razlikovalnih znakov (MC) s prvimi tremi diskriminacijskimi funkcijami (DF) v diskriminacijski analizi 3 (DFA 3). V DFA 3 je bilo vključenih 154 samcev in 261 samic, vključenih v enajst filogenetskih skupin rodu *Troglocaris*. Uporabljenih je bilo 38 znakov. Zvezdice (*) označujejo najvišjo absolutno korelacijo med znakom in DF. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

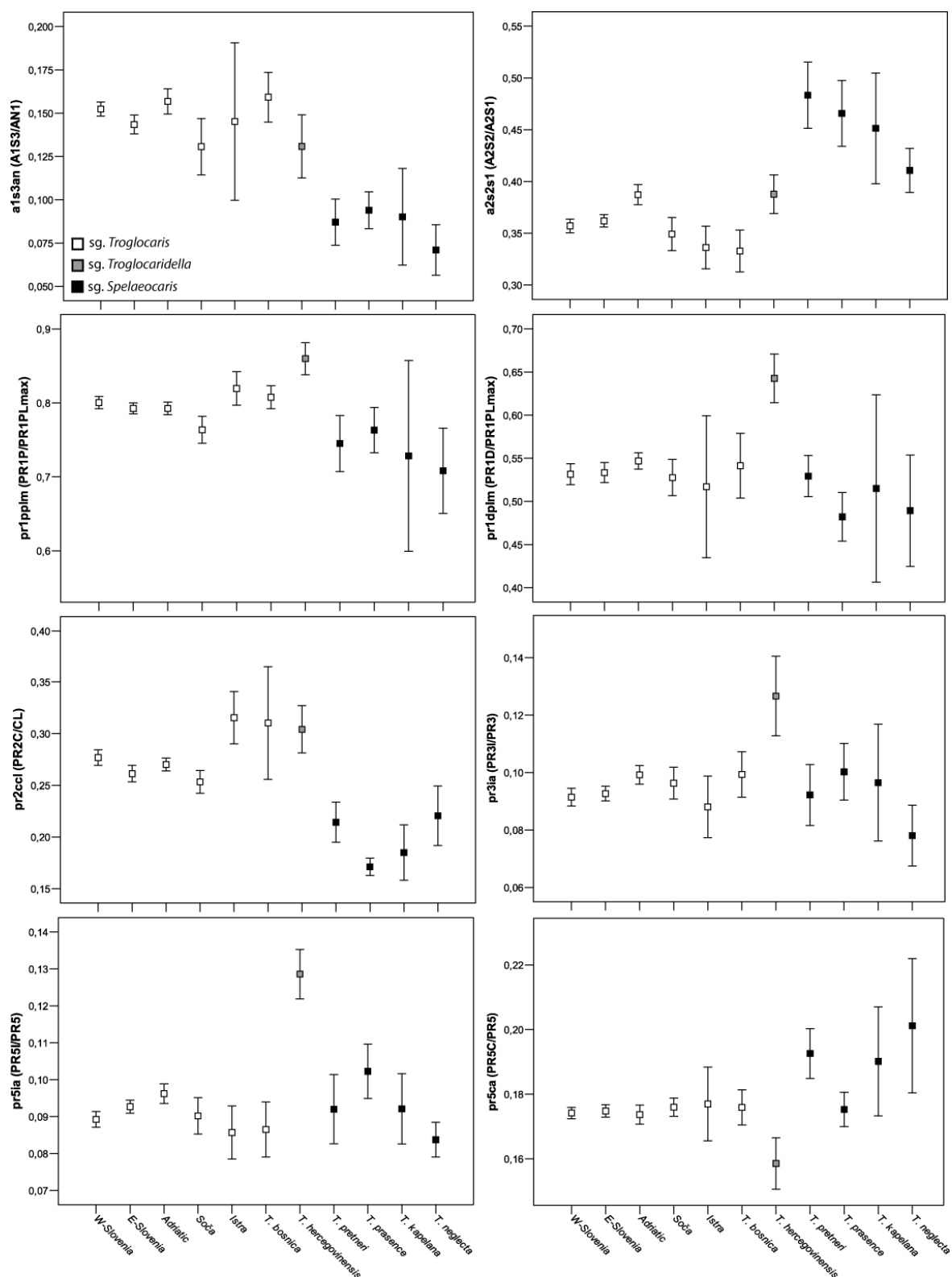
Table 13. Characters with the highest standardized discriminant function coefficients for the first three discriminant functions (DFs) in Discriminant function analysis 3. DFA run on 154 males and 261 females from 11 species/phylogroups of *Troglocaris*, using 38 morphometric characters. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	DF 1	DF 2	DF 3
razmerje med d uropoda in d pleonita VI	u1s6	0.409 *	0.003	0.082
razmerje med š in d skafoerita na anteni II	a2s2s1	0.333 *	-0.069	-0.260
razmerje med d druge osti antene I in d stebila antene I	a1s3an	-0.281 *	0.116	-0.102
rel delež d člena 3 v pereopodu V	pr5ia	0.143	0.385 *	-0.099
rel delež d člena 5 v pereopodu V	pr5ca	0.076	-0.282 *	0.028
razmerje med d in največjo d člena 6 pereopoda I	pr1pplm	-0.087	0.281 *	0.060
rel delež d člena 3 v pereopodu III	pr3ia	0.064	0.263 *	-0.095
razmerje med d člena 7 in največjo d člena 6 pereopoda I	pr1dplm	-0.010	0.248 *	0.006
razmerje med d člena V v pereopodu II in d koša	pr2ccl	-0.217	0.232 *	0.129
razmerje med š in d eksopodita na uropodu	u21	0.069	0.016	-0.339 *
rel delež d člena 7 v pereopodu I	pr1da	-0.026	-0.071	-0.293 *



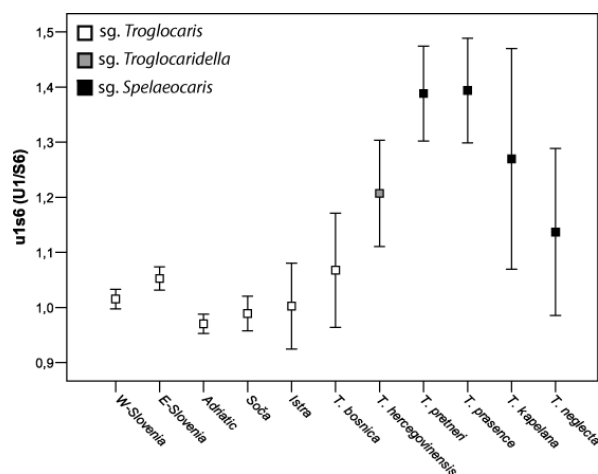
Slika 15. (a) Projekcija diskriminacijske analize 156 samcev in 261 samic jamskih kozic *Troglocaris*, uvrščenih v enajst molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin, na prvi dve diskriminacijski funkciji (DF 1, DF 2), z upoštevanjem 38 znakov; centriodi filogenetskih skupin so označeni s črnimi simboli. **(b)** Projekcija centroidov filogenetskih skupin na prvi dve DF. Nad daljicami MST so vpisane Mahalanobisove razdalje med centriodi skupin (v oklepajih). Vsak od treh podrodov je obkrožen z elipso.

Figure 15. (a) Plot of the DFA species/phylogroups ($N = 11$) centroids of *Troglocaris* males ($N = 156$) and females ($N = 261$) on the first two discriminant functions (DF 1, DF 2), using 38 morphometric characters. **(b)** Centroids are linked by the MST of Mahalanobis' $\sqrt{D^2}$ distances (in brackets). Each subgenus is enclosed in ellipse.



Slika 16. (se nadaljuje) Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja znakov za filogenetske skupine treh podrodov *Troglocaris*, ki najbolj korelirajo s prvima dvema diskriminantnima funkcijama (DF 1, DF 2) v DFA 3. Oznake razmerij so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1.

Figure 16. (continued) Arithmetic average and 99 % confidence interval of most discriminating morphological characters for 11 species/phylogroups of *Troglocaris* s. str. Abbreviations as in Table 2.



Slika 16. (nadaljevanje) Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja znakov za filogenetske skupine treh podrodov *Troglocaris*, ki najbolj korelirajo s prvima dvema diskriminantnima funkcijama (DF 1, DF 2) v DFA 3. Oznake razmerij so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1.

Figure 16. (continuation) Arithmetic average and 99 % confidence interval of most discriminating morphological characters for 11 species/phylogroups of *Troglocaris* s. str. Abbreviations as in Table 2.

Ob upoštevanju vseh desetih DF se je 92.1 % vseh živali uvrstilo v predvidene filogenetske skupine. Delež napačno uvrščenih živali je najvišji znotraj podrodu *Troglocaris* s. str., kjer so se živali medsebojno napačno uvrstile: napačno je bilo uvrščenih 9.6 % živali iz zahodnoslovenske, 13.3 % iz vzhodnoslovenske in 4.2 % iz jadranske filogenetske skupine. V ostalih dveh podrodovih se je samo en samec *T. (S.) pretneri* napačno uvrstil v *T. (S.) prasence*. Aritmetične sredine in 99 % intervali zaupanja znakov, ki k medsebojni ločitvi podrodov kot tudi štirih vrst znotraj podrodu *Spelaeocaris* prispevajo največ (to je znakov vzdolž prvih dveh DF), so prikazani na Sliki 16. Osnovni statistični opis (povprečna vrednost, standardna deviacija, minimum in maksimum) teh znakov je podan v Prilogi C5.1.

4.3.1.6 Znaki, ki smo jih izključili iz diskriminacijskih analiz DFA 1–3

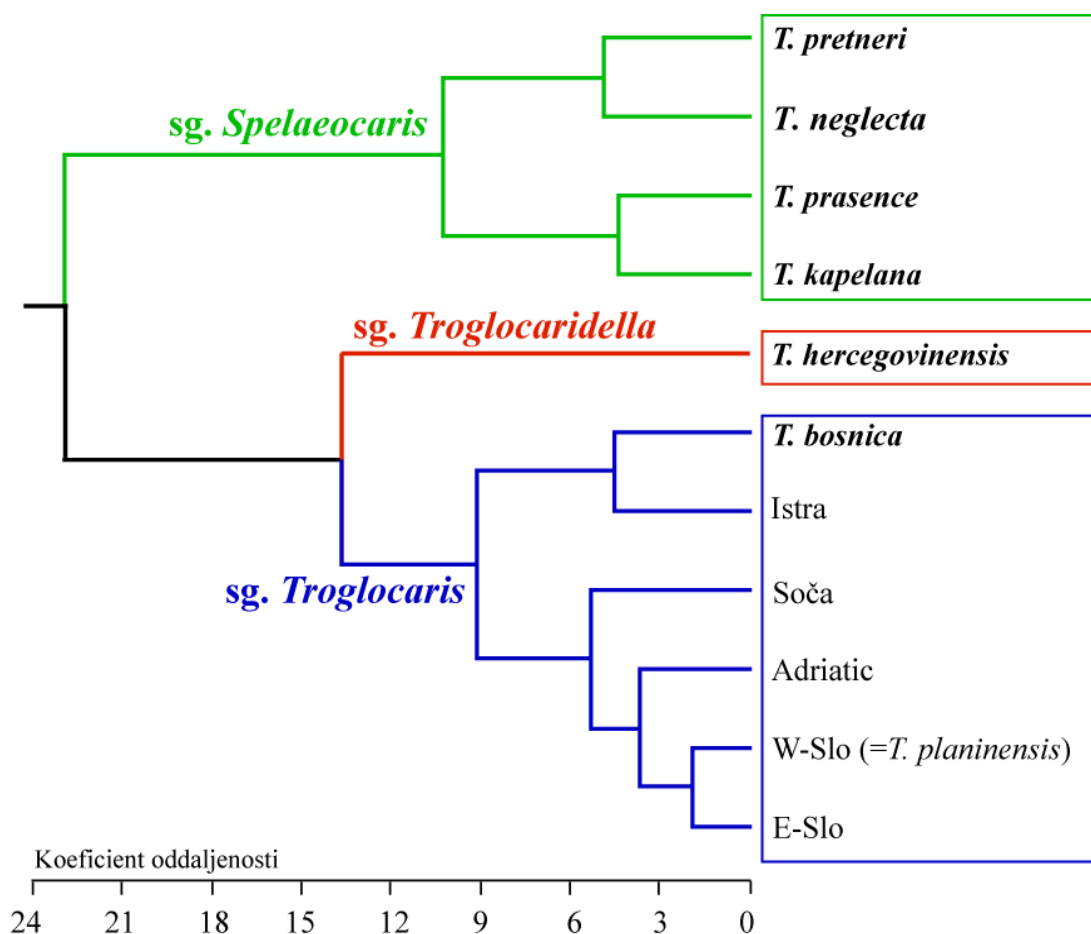
Nekateri znaki, ki so bili iz diskriminacijskih analiz izključeni zaradi manjkajočih podatkov in/ali odstopanja od normalne porazdelitve, so se vseeno izkazali za pomembne pri ločevanju filogenetskih skupin na različnih taksonomskih ravneh.

Medtem ko pri samicah retinakularni kaveljčki na endopoditu prvega pleopoda niso nikoli razviti, so lahko razviti pri odraslih samcih analiziranih jamskih kozic. Pri tem moramo poudariti, da se število kaveljčkov pri mladih in odraslih samcih razlikuje, zato podajamo le rezultate za odrasle samce. Pri podrodu *Troglocaris* s. str. imajo odrasli samci običajno 0–6 (le ena izjema s 7) kaveljčkov, medtem ko je število kaveljčkov pri obeh ostalih podrodovih višje, 5–50 pri podrodu *Spelaeocaris* in 13–25 pri podrodu *Troglocaridella*. Juvenilni in nepopolnoma odrasli samci so v vseh podrodovih lahko brez retinakularnih kaveljčkov.

4.3.1.7 Analiza kopičenja

Filogenetske skupine jamskih kozic smo analizirali z analizo kopičenja (Wardova metoda, Evklidska razdalja) posebej za samce, samice, in pri obeh spolih. Pri spolno mešanih vzorcih smo upoštevali le tiste znake, katerih spolni dimorfizem smo s t-testom zavrgli ($p < 0.05$; gl. DFA 3). Ker pri analizi samcev nismo imeli na razpolago vseh filogenetskih skupin (manjkali so *T. (Troglocaris) bosnica*, *T. (Spelaeocaris) kapelana* in *T. (S.) neglecta*), in ker so se glavni rezultati vseeno ujemali z rezultati iste analize pri samicah in obeh spolih, prikazujemo rezultate le za oba spola skupaj (Slika 17).

Glavni rezultat analize kopičenja je ločitev vseh treh dinarskih podrodov kozic *Troglocaris* s. l.. Najprej se od preostalih dveh loči podrod *Spelaeocaris*, naslednja pa se ločita podrodova *Troglocaridella* in *Troglocaris* s. str. To je v nasprotju z molekulskimi filogenetskimi podatki, kjer se kaže sestrski odnos podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris*. Primerjava oddaljenosti med filogenetskimi skupinami znotraj podrodu *Troglocaris* s. str. pa pokaže, da se od drugih skupin najbolj loči *T. (T.) bosnica* skupaj z istrsko filogenetsko skupino, in sta od preostalih skupin znotraj omenjenega podrodu bolj oddaljena, kot so med seboj oddaljene nekatere že opisane in jasno ločljive vrste iz podrodu *Spelaeocaris*. V slednjem podrodu smo opazili tudi ujemanje z molekulskimi filogenetskimi podatki, in tako potrdili sestrski odnos med *T. (S.) pretneri* – *T. (S.) neglecta* na eni in *T. (S.) prasence* – *T. (S.) kapelana* na drugi strani. Pri samicah (ni prikazano) razporeditev vrst speleokarisa ni v skladu z molekulsko hipotezo.



Slika 17. Dendrogram podobnosti (Evklidska razdalja, Wardova metoda) 11 filogenetskih skupin (156 samcev in 261 samic) iz treh podrodov jamskih kozic *Troglocaris* s. l. Uporabljenih je 38 spolno nedimorfnih znakov.

Figure 17. Similarity dendrogram (Euclidean distance, Ward's method) of 11 phylogroups/species (156 males and 261 females) of three *Troglocaris* s. l. subgenera, with 38 sexually non-dimorphic characters used.

4.3.2 Morfološka primerjava filogenetskih skupin znotraj podrodu *Troglocaris* s. str.

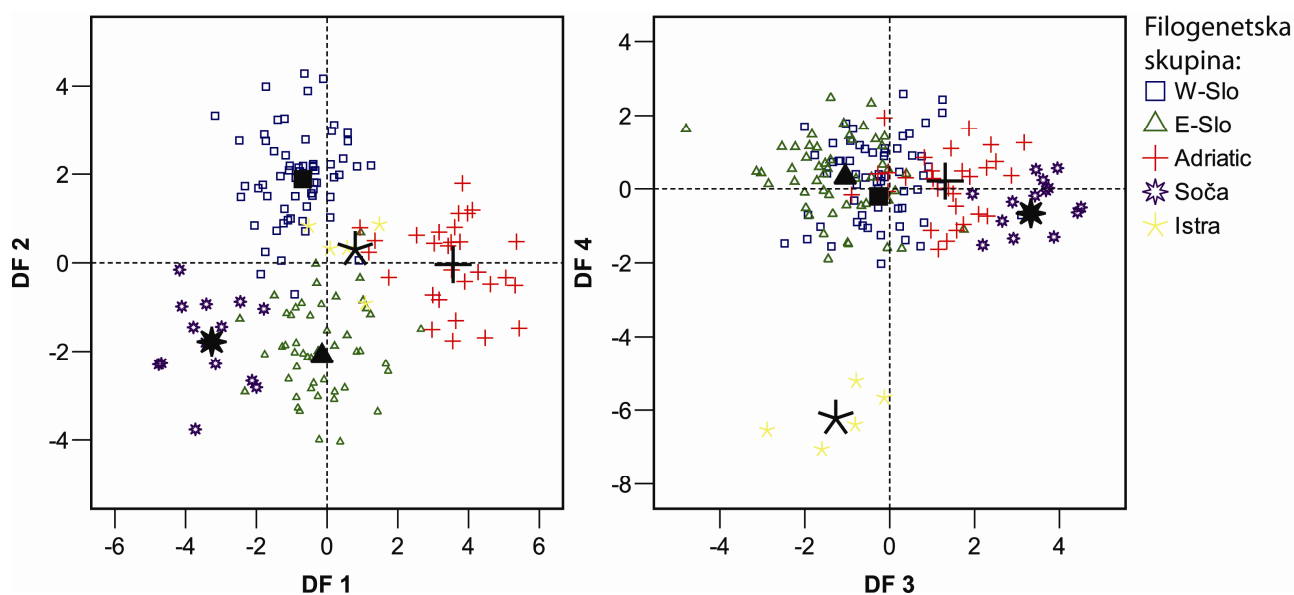
Rezultati diskriminacijskih analiz 4–7 so ostali nespremenjeni ne glede na število manjkajočih vrednosti, zato prikazujemo rezultate na večjem podatkovnem setu, čeprav so manjkajoče vrednosti za nekatere znake izjemoma presegale 10 % (vendar samo v najbolj številčno zastopanih filogenetskih skupinah, kjer smo imeli dovolj podatkov za dopolnjevanje vrednosti z multiplo statistično regresijo).

4.3.2.1 Diskriminacijska analiza samcev (DFA 4)

Glavni rezultat DFA 4, v katerega smo vključili 160 v pet filogenetskih skupin uvrščenih samcev iz podrodu *Troglocaris* s. str. (manjkala je le *T. (T.) bosnica*), je ločitev vseh

skupin vzdolž štirih diskriminacijskih osi (Slika 18). Napaka pravilne klasifikacije ob upoštevanju 34 znakov je samo 2.5 % (9.4 % v prečnem preverjanju) (Priloga C4). V ponovitvi DFA 4 z uporabo postopne metode se napaka pravilne klasifikacije poveča na 7.3 % (oz. 13.1 % v prečnem preverjanju), vendar pa je v tem primeru za še vedno dokaj visoko zanesljivost razlikovanja nabor znakov zmanjšan na 15 (Preglednica 14). Vsaka od diskriminacijskih funkcij statistično značilno razlikuje vsaj dve filogenetski skupini (Wilkova lambda, $p < 0.001$). Diskriminacijske funkcije (DF 1–DF 4) pojasnijo po 36.5 %, 30.5 %, 19.7 % in 13.3 %, v postopni ponovitvi pa 40.2 %, 33.6 %, 16.2 % in 10.0 % celotne variance. Prispevki posameznih znakov k ločevanju molekulskih filogenetskih skupin vzdolž vseh diskriminacijskih osi (ločeno za osnovno in postopno metodo) so podani v Preglednici 14.

Želeli smo preveriti, kateri filogenetski skupini so morfološko najbolj podobne živali iz hrvaškega Novega Vinodolskega, za katere brez velikega tveganja filogenetske skupine nismo znali določiti. V novih ponovitvah diskriminacijskih analiz smo vsakič dodali kot neuvrščen osebek po enega od samcev iz Novega Vinodolskega. Pri tem smo od 34 znakov izločili tiste, ki so pri vsakem od osebkov iz Novega Vinodolskega manjkali (Priloga C4). Kljub temu so se vsi trije osebki iz Novega Vinodolskega uvrstili v zahodnoslovensko filogenetsko skupino, kar se ni spremenilo niti pri uporabi postopne metode.



Slika 18. Projekcija diskriminacijske analize 160 samcev jamskih kozic *Troglocaris aggr. anophthalmus* iz petih molekularno ugotovljenih filogenetskih skupin na vse štiri DF. Uporabljenih je bilo 34 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali.

Figure 18. Plot of the scores of 160 males from five phylogroups of *Troglocaris s. str.* on the discriminant functions (left: DF 1 & DF 2; right: DF 3 & DF 4), using 34 morphometric characters. Centroids are denoted by a black colour.

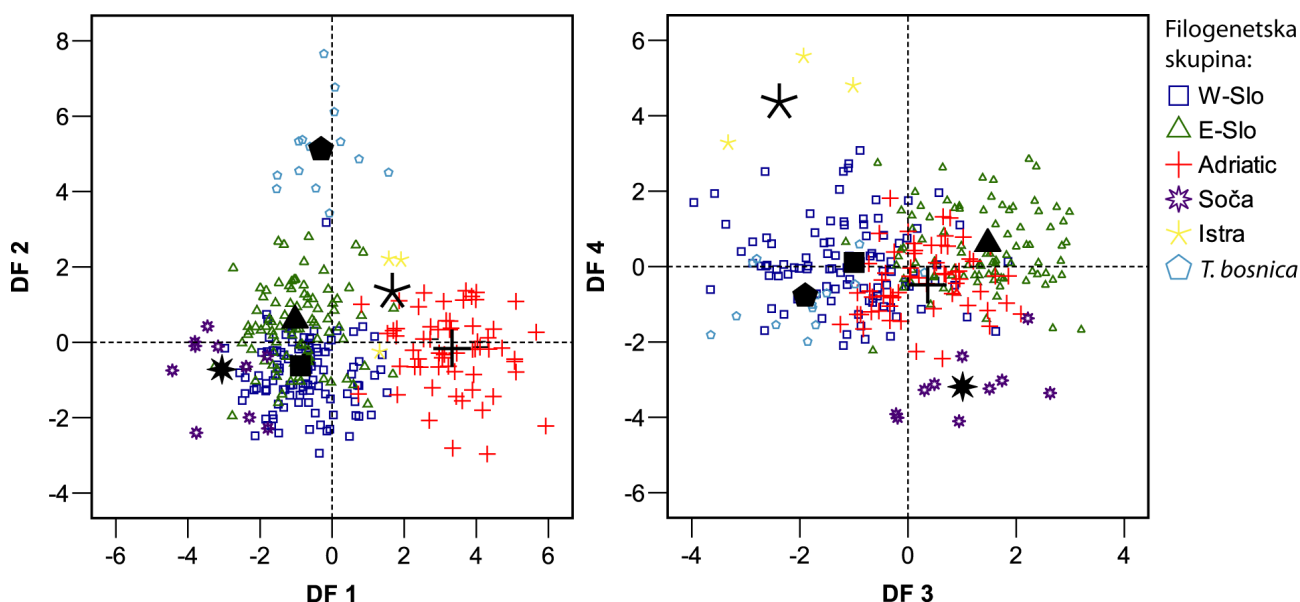
Preglednica 14. Rezultati diskriminacijske analize 160 samcev jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih filogenetskih skupin z upoštevanimi 34 (osnovna DFA) in 15 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani poševno, razmerja poševno in krepko. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

Table 14. Contributions of 34 (non-stepwise DFA) and 15 (stepwise DFA) morphometric characters to discrimination of males from five phylogroups along discriminant functions (DFs) 1–4 in Discriminant function analysis 4; DFA run on 160 males of *Troglocaris* s. str. Symbol of the counted character is written in italics. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	Osnovna DFA				Postopna DFA			
		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4
razmerje med d tretiega in drugega v stebelu antene I	<i>a13a12</i>	0.524 *	-0.402	-0.294	-0.033	0.481 *	0.016	0.036	0.336
razmerje med š in d eksopodita uropoda	<i>u21</i>	0.423 *	0.147	0.014	0.218				
razmerje med d člena 7 in propoda na pereopodu V	<i>p5dp</i>	0.357 *	0.006	0.056	0.015				
razmerje med š eksopodita uropoda in d koša	<i>u2cl</i>	0.308 *	0.030	-0.133	-0.048				
razmerje med š in d skafoerita na anteni II	<i>a2s2s1</i>	0.244 *	-0.165	-0.049	0.179				
rel delež d člena 6 v pereopodu V	<i>pr5pa</i>	-0.227 *	0.035	-0.055	-0.024				
rel delež d člena 3 v pereopodu V	<i>pr5ia</i>	0.194 *	-0.143	0.171	0.048				
razmerje med d telzona in d pleonita VI	<i>te1s6</i>	-0.146	-0.320 *	-0.157	0.156				
rel delež d člena 7 v pereopodu I	<i>pr1da</i>	0.060	-0.303 *	0.053	0.182	0.445	0.597 *	-0.361	-0.158
št zobcev na ventralni strani kljunca	<i>ROT3</i>	-0.033	0.230 *	0.021	-0.050	-0.248	0.303 *	-0.199	0.107
rel delež d člena 7 v pereopodu III	<i>pr3da</i>	0.008	0.220 *	-0.054	-0.112				
razmerje med d klešč (= največja d člena 6) v pereopodu I in d koša	<i>pr1che</i>	0.044	-0.214 *	0.205	0.100	0.206	0.276 *	-0.050	0.184
razmerje med d endo- in eksopodita na pleopodu I	<i>pl1enex</i>	0.083	0.206 *	0.023	-0.028	-0.107	-0.208 *	-0.123	0.187
razmerje med največjo š člena 6 na pereopodu II in d koša	<i>pr2pwcl</i>	-0.034	-0.182 *	-0.040	0.152				
rel delež d člena 4 v pereopodu V	<i>pr5ma</i>	-0.143	0.164 *	-0.095	0.099	0.146	-0.190 *	0.031	0.030
rel delež d člena 3 v pereopodu III	<i>pr3ia</i>	0.154	-0.097	0.347 *	-0.046				
razmerje med d osti na skafoeritu in d skafoerita na anteni II	<i>a2s3s1</i>	0.156	0.192	-0.311 *	0.115	-0.106	0.276	0.453 *	0.387
št spiniformnih set na členu 7 pereopoda V ('glavnik')	<i>P5D</i>	0.063	0.137	-0.271 *	-0.005	0.133	0.146	0.446 *	-0.108
razmerje med d nepremičnega in premičnega (= člen 7) prsta v pereopodu I	<i>pr1im</i>	0.051	0.033	0.253 *	-0.082	0.219	-0.131	-0.390 *	0.229
št spiniformnih set na notranjem robu endopodita na pleopodu I	<i>PP1ENS</i>	0.017	0.169	-0.232 *	0.164	0.063	-0.028	0.322 *	-0.109
rel delež d člena 6 v pereopodu II	<i>pr2pa</i>	-0.055	-0.277	0.197	0.428 *				
razmerje med d stebela antene I in d koša	<i>an1cl</i>	0.171	-0.092	-0.003	-0.424 *	0.063	-0.150	-0.291 *	0.282
razmerje med d pleonita VI in d koša	<i>s6cl</i>	0.159	0.125	0.143	-0.396 *				
razmerje med d stebela antene I in d stebela antene II	<i>an2an1</i>	-0.036	0.075	-0.038	0.386 *	0.162	0.220	0.226 *	0.009
rel delež d člena 7 v pereopodu II	<i>pr2da</i>	-0.023	-0.235	0.346	0.367 *	0.214	-0.122	0.174	-0.485 *
razmerje med d člena 6 V in d koša	<i>pr5cl</i>	-0.027	0.043	-0.244	-0.298 *	-0.152	0.316	0.264	0.462 *
rel delež d člena 4 v pereopodu II	<i>pr2ma</i>	0.062	0.000	0.008	-0.296 *				
razmerje med d pleonita V in d koša	<i>s5cl</i>	0.108	-0.036	0.056	-0.274 *	0.127	-0.148	-0.047	0.354 *
rel delež d člena 4 v pereopodu I	<i>pr1ma</i>	0.029	0.189	-0.209	-0.263 *				
razmerje med d skafoerita in d stebela antene II	<i>a2s1an</i>	-0.103	0.092	-0.070	-0.247 *				
razmerje med proksimalno š telzona in njegovo d	<i>tes1te1</i>	0.185	0.094	-0.030	0.230 *				
razmerje med d prve osti na stebelu antene I in d stebela antene I	<i>a1s1an</i>	0.016	0.140	0.036	0.227 *				
razmerje med d proksimalnega dela pereopoda II (členi 2–5) in d koša	<i>pr2iccl</i>	0.079	0.119	-0.100	-0.221 *				
razmerje med d druge osti antene I in d stebela antene I	<i>a1s3an</i>	0.075	0.191	-0.044	0.220 *				

4.3.2.2 Diskriminacijska analiza samic (DFA 5, DFA 6)

Tudi diskriminacijski analizi samic sta ločili vse filogenetske skupine. V DFA 5 (Slika 19) smo vključili 289 v vseh šest filogenetskih skupin razporejenih samic podrođu *Troglocaris* s. str. in pri tem uporabili 38 znakov. Napaka pravilne klasifikacije je 7.3 % (13.1 % v prečnem preverjanju). V ponovitvi DFA 5 z uporabo postopne metode, je bilo 8.3 % samic (oz. 13.8 % v prečnem preverjanju) uvrščenih v napačno filogenetsko skupino. Pri tem se je število znakov, potrebnih za razlikovanje, zmanjšal na 20 (Preglednica 15). Vsaka od petih diskriminacijskih osi je ločila vsaj en par filogenetskih skupin (Wilkova lambda, $p < 0.001$). DF 1–DF 5 pojasnijo po 43.2 %, 22.3 %, 18.2 %, 9.4 % in 6.9 %, v postopni ponovitvi pa po 43.0 %, 24.1 %, 18.2 %, 8.9 % in 5.8 % celotne variance.



Slika 19. Projekcija diskriminacijske analize 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prve štiri DF. Uporabljeno je bilo 38 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali.

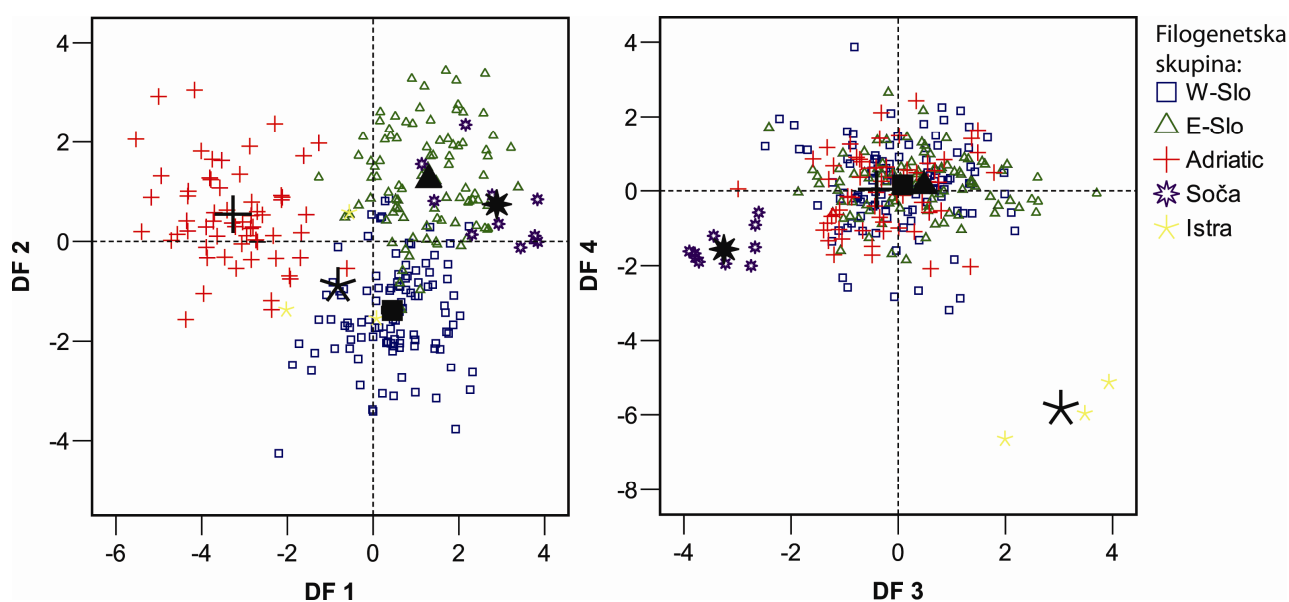
Figure 19. Plot of the scores of 289 females from six phylogroups/species of *Troglocaris* s. str. on the discriminant functions (left: DF 1 & DF 2; right: DF 3 & DF 4), using 38 morphometric characters. Centroids are denoted by a black colour.

Preglednica 15. Rezultati diskriminacijske analize 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih filogenetskih skupin z upoštevanimi 38 (osnovna DFA) in 20 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) s prvimi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani poševno, razmerja poševno in krepko. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

Table 15. Contributions of 38 (non-stepwise DFA) and 20 (stepwise DFA) morphometric characters to discrimination of females from six phylogroups along discriminant functions (DFs) 1–4 in Discriminant function analysis 5; DFA run on 289 females of *Troglocaris* s. str. Symbol of the counted character is written in italics. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	Osnovna DFA					Postopna DFA				
		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5
razmerje med distalno in proksimalno š telzona	<i>tes2tes1</i>	-0.366 *	0.051	0.232	-0.037	-0.061	-0.401 *	0.040	0.286	-0.075	-0.091
rel delež člena 7 v pereopodu V	<i>pr5da</i>	0.336 *	-0.104	-0.142	0.130	-0.130	0.389 *	-0.038	-0.186	-0.325	0.327
rel delež člena 7 v pereopodu III	<i>pr3da</i>	0.291 *	-0.126	0.017	0.050	-0.089	0.370 *	-0.106	-0.178	0.206	-0.101
razmerje med d pleonitov V+VI in d koša	<i>s56cl</i>	0.278 *	0.154	-0.066	-0.026	-0.204	0.328 *	-0.127	-0.003	0.081	-0.091
razmerje med š eksopodita uropoda in d koša	<i>u2cl</i>	0.270 *	0.162	-0.176	-0.019	0.169					
razmerje med d telzona in d pleonitov V+VI	<i>te1s56</i>	-0.241 *	0.126	0.150	0.094	-0.023	0.303 *	0.172	-0.099	0.069	-0.264
razmerje med d prve osti na stebalu antene I in d stebala antene I	<i>a1s1an</i>	0.172 *	-0.142	0.002	0.015	-0.073					
rel delež d člena 1 v stebalu antene I	<i>a11an</i>	-0.155 *	-0.145	0.128	-0.006	-0.148	0.250 *	-0.243	0.062	-0.108	0.050
razmerje med d stebala antene I in d koša	<i>an1cl</i>	0.184	0.473 *	-0.143	-0.039	-0.230					
rel delež d člena 4 v pereopodu V	<i>pr5ma</i>	-0.147	0.407 *	-0.085	-0.038	0.133					
razmerje med d endo- in eksopodita na pleopodu I	<i>pl1enex</i>	0.018	-0.289 *	0.072	0.111	0.122	0.188	0.509 *	-0.177	0.102	-0.307
rel dolžina kljunca glede na d koša	<i>rcl</i>	0.035	0.273 *	-0.180	0.023	-0.234	-0.176	0.434 *	-0.083	-0.028	0.131
razmerje med d telzona in d koša	<i>te1cl</i>	0.017	0.252 *	0.077	0.033	-0.242	0.029	-0.310 *	0.086	0.049	0.195
razmerje med d proksimalnega (členi 3–4) in d distalnega (členi 5–7) dela pereopoda V	<i>pr5imcpd</i>	-0.069	0.244 *	0.042	-0.043	0.138					
razmerje med š in d skafocerita na anteni II	<i>a2s2s1</i>	0.215	-0.239 *	0.077	-0.063	0.062					
razmerje med distalno š telzona in d koša	<i>tes2cl</i>	-0.102	0.228 *	0.063	-0.029	0.044					
št zobcev na dorzalni strani kljunca pred očmi	<i>ROT1</i>	0.042	0.223 *	-0.195	-0.081	0.162	0.036	0.247 *	-0.224	-0.078	0.160
rel delež d člena 6 v pereopodu V	<i>pr5pa</i>	-0.141	-0.190 *	0.032	0.037	-0.028	-0.116	0.242 *	0.077	-0.032	0.028
rel delež d člena 3 v pereopodu V	<i>pr5ia</i>	0.093	-0.181 *	0.144	-0.012	0.006					
razmerje med d tretjega in drugega člena v stebalu antene I	<i>a13a12</i>	0.291	0.300	0.535 *	0.268	0.219	0.114	-0.189 *	0.151	-0.048	-0.001
rel delež največje d člena 6 v pereopodu I	<i>pr1plma</i>	0.027	0.000	0.366 *	-0.135	-0.092					
rel delež d člena 7 v pereopodu I	<i>pr1da</i>	0.142	0.053	0.350 *	-0.338	0.015	0.337	0.329	0.592 *	0.223	0.293
razmerje med d proksimalnega dela pereopoda II (členi 2–5) in d koša	<i>pr1iccl</i>	0.008	0.196	-0.302 *	-0.124	-0.006	-0.006	0.214	-0.345 *	-0.073	-0.044
rel delež d člena 6 v pereopodu II	<i>pr2pa</i>	0.006	0.043	0.297 *	-0.158	-0.011					
razmerje med d člena 6 in njegovo največjo d v pereopodu II	<i>pr2pplm</i>	0.054	0.102	-0.281 *	-0.037	0.017					
razmerje med d eksopodita uropoda in d telzona	<i>u1te1</i>	0.051	0.028	-0.280 *	0.209	0.142					
rel delež d člena 4 v pereopodu I	<i>pr1ma</i>	-0.055	-0.053	-0.247 *	0.120	0.041					
razmerje med d druge osti antene I in d stebala antene I	<i>a1s3an</i>	0.117	0.043	-0.181 *	0.118	0.037	0.146	-0.084	-0.253	0.440 *	0.111
št spiniformnih set na členu 7 pereopoda V ('glavnik')	<i>P5D</i>	0.140	-0.070	-0.240	0.363 *	-0.032	0.174	0.078	0.354	-0.405 *	-0.139
rel delež d člena 7 v pereopodu II	<i>pr2da</i>	0.105	0.059	0.282	-0.356 *	-0.055					
razmerje med d osti na skafoceritu in d skafocerita na anteni II	<i>a2s3s1</i>	0.108	-0.014	-0.123	0.265 *	0.156	-0.214	0.127	-0.035	0.277 *	0.197
razmerje med d eksopodita uropoda in d pleonitov V+VI	<i>u1s56</i>	-0.185	0.134	-0.063	0.261 *	0.082					
razmerje med dolžino <i>appendix interna</i> in d koša	<i>pp2aicl</i>	0.007	0.193	-0.036	0.254 *	0.034					
razmerje med d klešč (= največja d člena 6) v pereopodu I in d koša	<i>pr1che</i>	0.048	0.200	0.083	-0.239 *	-0.097	0.049	0.154	0.004	0.039	-0.429 *
razmerje med d člena 7 in največjo d člena 6 v pereopodu II	<i>pr2dplm</i>	0.113	0.060	-0.091	-0.220 *	-0.017	-0.010	-0.132	-0.144	-0.030	0.321 *
razmerje med š in d eksopodita uropoda	<i>u21</i>	0.346	-0.066	-0.128	-0.242	0.356 *	0.014	0.263	0.086	0.118	-0.292 *
razmerje med d nepremičnega in premičnega (= člen 7) prsta v pereopodu I	<i>pr1im</i>	0.049	0.147	0.013	-0.060	-0.337 *					
razmerje med d skafocerita in d stebala antene II	<i>an2an1</i>	-0.009	-0.128	-0.134	0.030	0.250 *					

Ker smo želeli izključiti vpliv že opisane *T. (T.) bosnica* na ločevanje drugih filogenetskih skupin, smo 14 samic omenjene vrste izločili in preliminarno statistično analizo in diskriminacijsko analizo ponovili (DFA 6; Slika 20). Pri upoštevanju 33 znakov je bilo napačno uvrščenih živali 5.8 % (12.7 % pri prečnem preverjanju). V ponovitvi analize z uporabo postopne metode, je bilo napačno uvrščenih 12.4 % (oz. 15.6 % pri prečnem preverjanju), vendar pa smo s tem postopkom znižali število znakov na samo enajst (Preglednica 16). Vsaka od štirih diskriminacijskih funkcij je statistično značilno ločila vsaj dve filogenetski skupini (Wilkova lambda, $p < 0.001$), ki pojasnijo (od DF 1–DF 4) 57.0 %, 24.8 %, 9.7 % in 8.5 %, v postopni ponovitvi pa 55.5 %, 28.5 %, 9.7 % in 6.3 % celotne variance.



Slika 20. Projekcija diskriminacijske analize 275 samic jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih (brez *T. (T.) bosnica*) molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prve štiri DF. Uporabljeno je bilo 33 znakov. Projekcije centroidov filogenetskih skupin so označene z večjimi in temnejšimi simboli kot projekcije simbolov za posamezne živali.

Figure 20. Plot of the scores of 275 females from five phylogroups of *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (without *T. bosnica*) on the discriminant functions (left: DF 1 & DF 2; right: DF 3 & DF 4), using 33 morphometric characters. Centroids are denoted by a black colour.

Tako kot pri samcih iz Novega Vinodolskega smo tudi za edino samico iz te lokalitete na enak način ponovili diskriminacijsko analizo. Tudi ta se je ne glede na uporabljen metodo (osnovno ali postopno DFA) uvrstila v filogenetsko skupino zahodnoslovenskih jamskih kozic (za manjkajoče vrednosti glej Prilogo C4).

Preglednica 16. Rezultati diskriminacijske analize 275 samic jamskih kozic *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* iz petih filogenetskih skupin z upoštevanimi 33 (osnovna DFA) in 11 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi štirimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani poševno, razmerja poševno in krepko. Seznam znakov je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

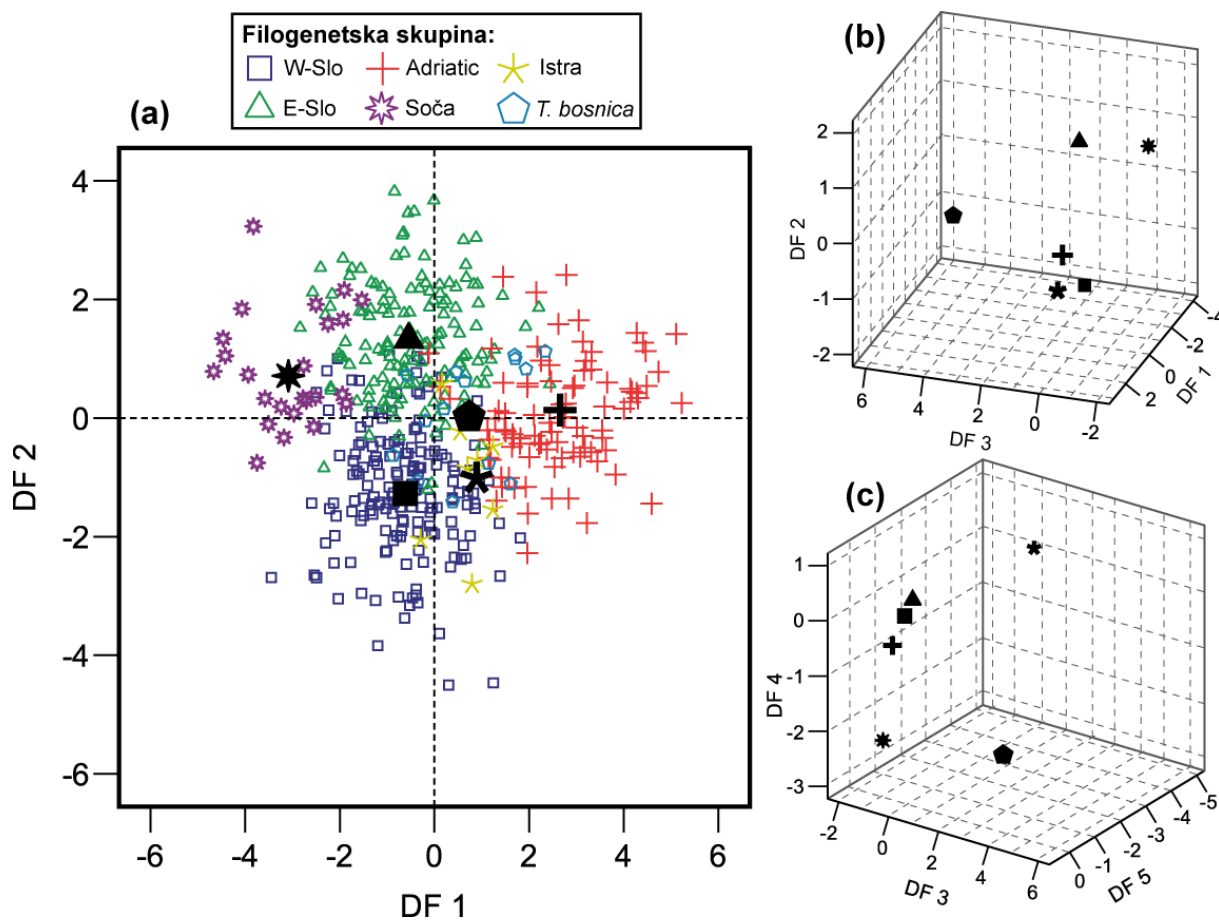
Table 16. Contributions of 33 (non-stepwise DFA) and 11 (stepwise DFA) morphometric characters to discrimination of females of *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* from five phylogroups along discriminant functions 1–4 (DF) in Discriminant function analysis 6; DFA run on 289 females of the subgenus *Troglocaris*. Symbol of the counted character is written in italics. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	Osnovna DFA				Postopna DFA			
		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4
razmerje med distalno in proksimalno š telzona	<i>tes2tes1</i>	0.410 *	0.152	-0.114	0.001	-0.483 *	0.241	-0.081	0.034
razmerje med d člana 7 in d člana 6 v pereopodu V	<i>p5dp</i>	-0.359 *	-0.078	0.148	-0.168	0.439 *	-0.158	-0.418	-0.239
razmerje med š skafoerita na anteni II in d koša	<i>a2s2cl</i>	-0.303 *	-0.048	0.095	-0.126	0.426 *	-0.161	0.224	0.138
rel delež d člana 7 v pereopodu III	<i>pr3da</i>	-0.301 *	0.028	0.036	-0.101				
razmerje med d pleonitov V+VI in d koša	<i>s56k</i>	-0.285 *	0.071	0.043	-0.264				
razmerje med d telzona in dolžino pleonitov V+VI	<i>te1s56</i>	0.279 *	0.159	0.095	-0.025				
razmerje med š in d skafoerita na anteni II	<i>a2s2s1</i>	-0.217 *	0.024	-0.114	0.107				
razmerje med d prve osti na stebelu antene I in d stebela antene I	<i>a1s1an</i>	-0.173 *	-0.019	-0.016	-0.067	0.351	0.723 *	0.320	-0.351
rel delež d člana 1 v stebelu antene I	<i>a11an</i>	0.164 *	0.019	-0.121	-0.093				
rel delež d člana 6 v pereopodu V	<i>pr5pa</i>	0.142 *	-0.093	-0.064	0.010	0.066	-0.181	0.509 *	0.242
rel delež d člana 4 v pereopodu V	<i>pr5ma</i>	0.136 *	0.066	0.104	0.072	0.160	0.379	-0.428 *	0.276
razmerje med d tretjega in drugega člana v stebelu antene I	<i>a13a12</i>	-0.230	0.672 *	0.437	0.215				
rel delež d člana 7 v pereopodu I	<i>pr1da</i>	-0.114	0.365 *	-0.359	0.127				
rel delež največje d člana 6 v pereopodu I	<i>pr1plma</i>	0.002	0.339 *	-0.194	-0.005				
rel delež d člana 4 v pereopodu I	<i>pr1ma</i>	0.036	-0.268 *	0.138	-0.012				
razmerje med d klešč (= največja d člana 6) v pereopodu II in d koša	<i>pr2che</i>	-0.024	0.217 *	-0.159	-0.108				
razmerje med d člana 5 v pereopodu II in d koša	<i>pr2ccl</i>	-0.043	-0.213 *	0.100	-0.155				
razmerje med d člana 6 in njegovo največjo d v pereopodu II	<i>pr2pplm</i>	-0.082	-0.193 *	0.033	-0.046				
št spiniformnih set na členu 7 pereopoda V ('glavnik')	<i>P5D</i>	-0.136	-0.220	0.405 *	-0.142				
rel delež d člana 7 v pereopodu II	<i>pr2da</i>	-0.094	0.320	-0.392 *	0.043				
razmerje med dolžino <i>appendix interna</i> in d koša	<i>pp2aicl</i>	0.006	0.050	0.366 *	-0.051				
razmerje med d osti na skafoeritu in d skafoerita na anteni II	<i>a2s3s1</i>	-0.111	-0.108	0.344 *	0.087				
razmerje med d eksopodita uropoda in d pleonitov V+VI	<i>u1s56</i>	0.200	-0.047	0.337 *	0.018				
razmerje med d eksopodita uropoda in d telzona	<i>u1te1</i>	-0.073	-0.249	0.281 *	0.049	0.049	0.071	0.156	0.495 *
razmerje med d člana 7 in največjo d člana 6 v pereopodu II	<i>pr2dplm</i>	-0.126	-0.024	-0.190 *	-0.011				
razmerje med d druge osti antene I in d stebela antene I	<i>a1s3an</i>	-0.128	-0.119	0.187 *	-0.030	0.342	0.007	0.190	0.356 *
razmerje med d pereopoda V in d koša	<i>pr5cl</i>	-0.066	-0.133	0.263	-0.417 *	0.077	-0.277	0.235	-0.335 *
razmerje med š in d eksopodita uropoda	<i>u21</i>	-0.368	-0.100	-0.158	0.376 *	0.039	0.223	-0.085	0.318 *
razmerje med d stebela antene I in d koša	<i>an1cl</i>	-0.204	0.136	0.147	-0.375 *				
razmerje med d nepremičnega in premičnega prsta v pereopodu I	<i>pr1im</i>	-0.044	0.096	-0.064	-0.356 *				
razmerje med d telzona in d koša	<i>te1cl</i>	-0.004	0.255	0.129	-0.312 *	-0.153	0.106	0.072	-0.181 *
razmerje med d stebela antene I in d stebela antene II	<i>an2an1</i>	-0.006	-0.194	0.045	0.252 *				
razmerje med distalno in proksimalno š telzona	<i>tes2te1</i>	0.136	0.000	-0.013	0.204 *				

4.3.2.3 Diskriminacijska analiza samcev in samic (DFA 7)

V DFA 7 smo preverili ločevanje vseh šestih filogenetskih skupin obeh spolov, katerih podatke smo pred analizo združili (160 samcev, 289 samic), še z uporabo 22 spolno nedimorfnih znakov. Ker je bilo število analiziranih živali veliko, in so bili rezultati skladni z rezultati dobljenimi na 138 samcih in 220 samicah (kjer je bil odstotek manjkajočih vrednosti manjši od 10 % znotraj vsake od filogenetskih skupin) prikazujemo le rezultate analize na večjem podatkovnem setu.

Tudi v tem primeru se filogenetske skupine medsebojno ločijo (Slika 21). Vsaka od petih diskriminacijskih osi statistično značilno loči enega ali več parov skupin (Wilkova lambda, $p < 0.001$). DF 1 in DF 2 pojasnita 44.1 % in 24.7 %, DF 3 pa nadaljnih 13.1 % celotne variance. DF 4 pojasni 10.1 % in DF 5 preostanek celotne variance. Ob upoštevanju vseh petih diskriminacijskih funkcij je bilo napačno uvrščenih 9.8 % živali (Priloga C4), ta odstotek pa se je v prečnem preverjanju povečal na 13.1 %. Na nivoju vsake od filogenetskih skupin, so odstotki pravilno uvrščenih živali ob upoštevanju 22 znakov naslednji: W-Slo 88.7 % (N = 168), E-Slo 89.0 % (N = 145), Adriatic 92.2 % (N = 90), Soča 95.8 % (N = 24), Istra 100 % (N = 8) in *T. bosnica* 92.9 % (N = 14). Napačno se medsebojno razporejajo večinoma le živali iz zahodno-, vzhodnoslovenske in jadranske filogenetske skupine, medtem ko se v soško skupino in v *T. (T.) bosnica* uvrstita le dve živali iz E-Slo (v vsako filogenetsko skupino po ena). Rezultati klasifikacije živali so podani v Prilogi C4, posebej za osnovno in postopno DFA. Prispevki 22 znakov vzdolž vseh petih diskriminacijskih funkcij so v Preglednici 17 (ločeno za osnovno in postopno DFA).



Slika 21. (a) Projekcija diskriminacijske analize 160 samcev in 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin na prvi dve diskriminacijski funkciji. (b) Projekcija centroidov filogenetskih skupin na DF 1, DF 2 in DF 3 ter (c) DF 3, DF 4 in DF 5. Uporabljenih je bilo 22 morfometričnih znakov. Centroidi skupin so označeni črno.

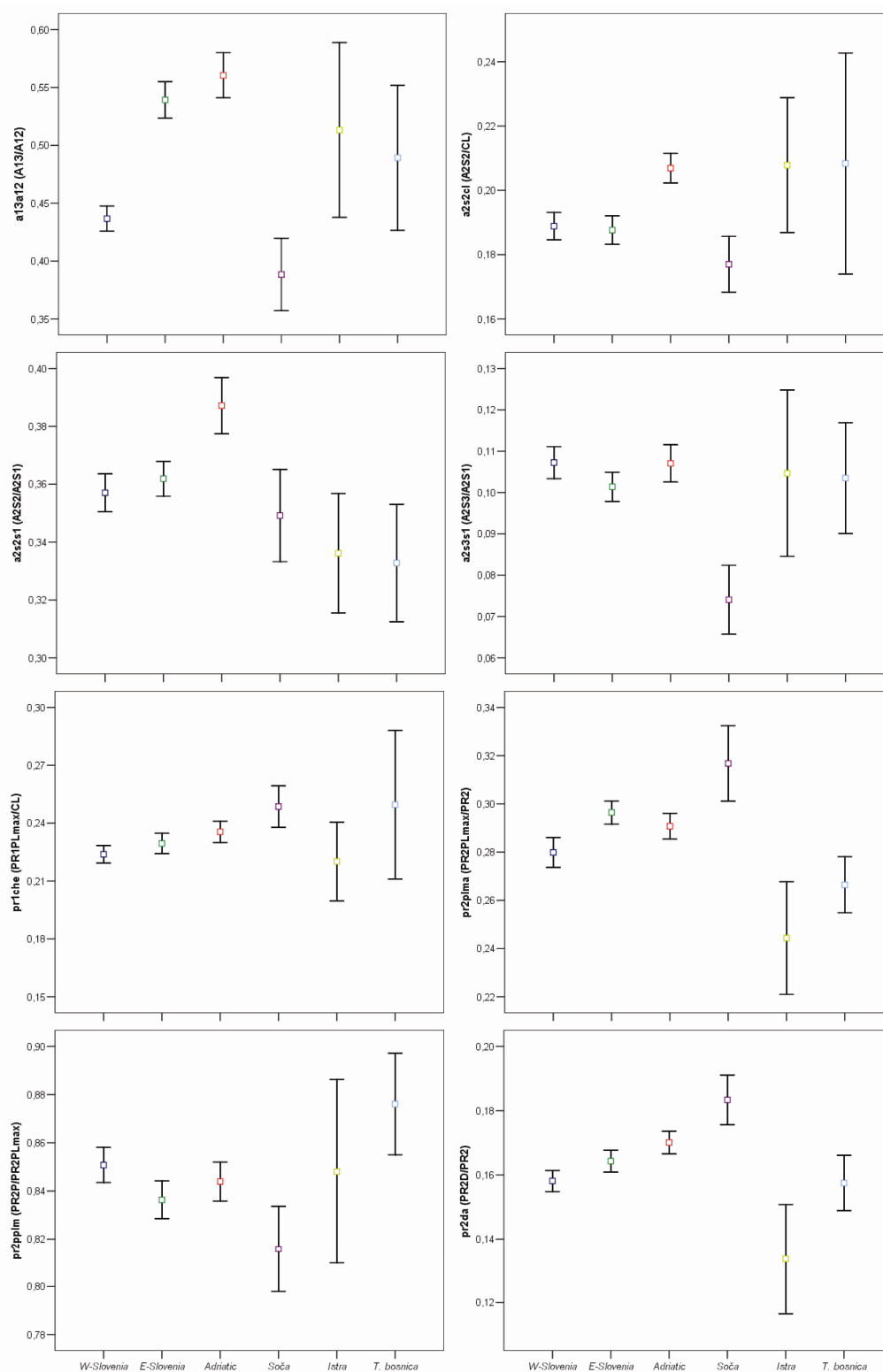
Figure 21. (a) Plot of the scores of 160 males and 289 females from six phylogroups/species of *Troglocaris* s. str. on the first two discriminant functions (DF 1, DF 2), and projection of their centroids along (b) discriminant functions DF 1–DF 3 and (c) DF 3–DF 5, using 22 morphometric characters. Centroids are black.

Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja znakov, ki so se v diskriminacijskih analizah izkazali za najbolj pomembne pri razlikovanju filogenetskih skupin podrođu *Troglocaris* s. str. (gl. rezultate DFA 4–7), so za oba spola skupaj prikazani na Sliki 22. Osnovni statistični opis (povprečna vrednost, standardna deviacija, minimum in maksimum) teh znakov je podan ločeno za samce in samice v Prilogah C5.2 in C5.3.

Preglednica 17. Rezultati diskriminacijske analize 160 samcev in 289 samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. iz šestih filogenetskih skupin z upoštevanimi 22 (osnovna DFA) in 17 (postopna metoda) znaki (MC), s prikazanimi vrednostmi standardiziranih koeficientov za znake z najvišjo absolutno korelacijo (*) z vsemi petimi diskriminacijskimi funkcijami. Številski šteti znaki so pisani poševno, razmerja poševno in krepko. Seznam znakov s pojasnilom okrajšav je v Preglednici 2. Okrajšave: rel – relativno; d – dolžina, š – širina.

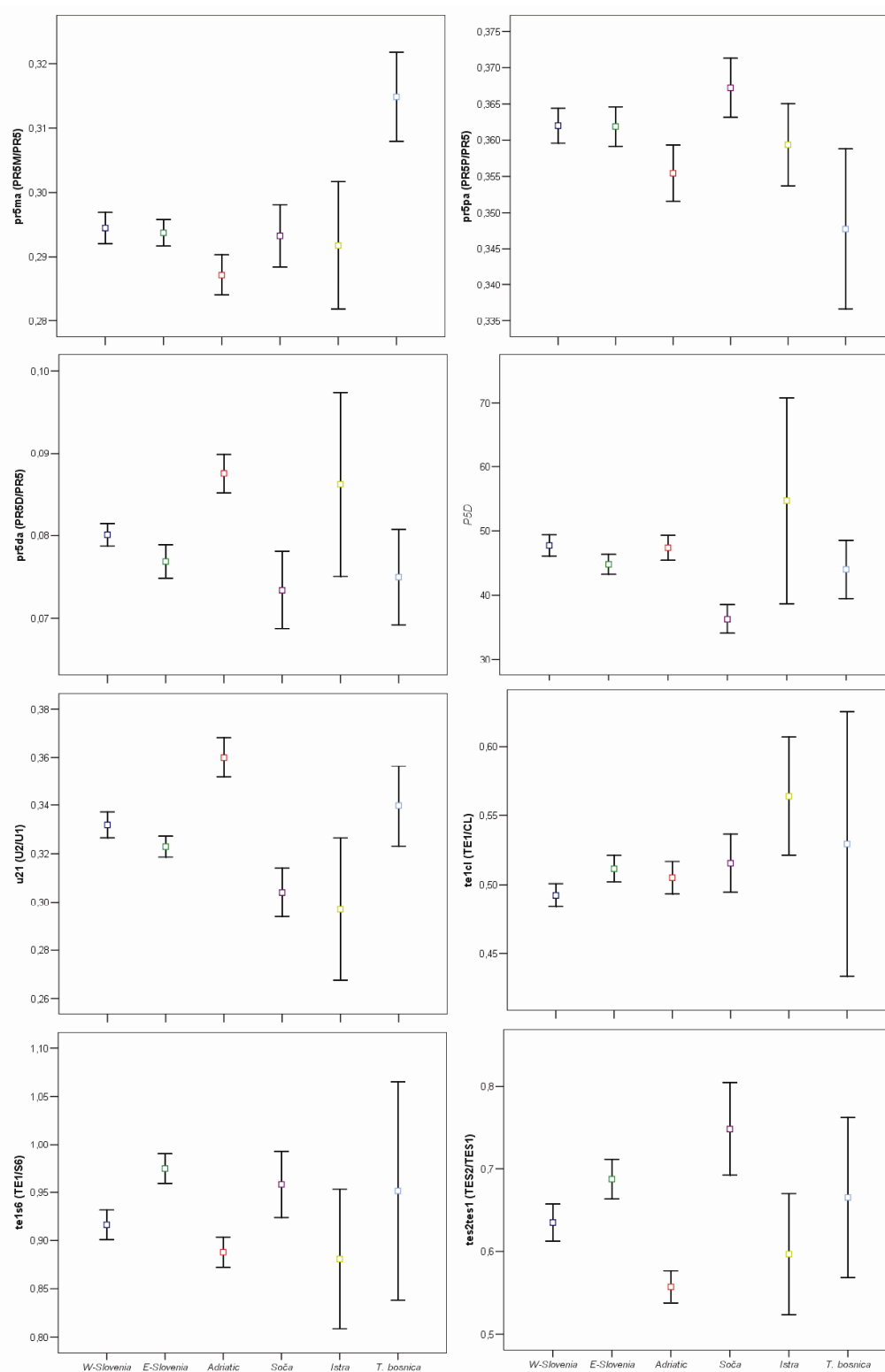
Table 17. Contributions of 22 (non-stepwise DFA) and 17 (stepwise DFA) morphometric characters to discrimination of males and females from six phylogroups along discriminant functions (DFs) 1–4 in Discriminant function analysis 7; DFA run on 289 females of *Troglocaris* s. str. Symbol of the counted character is written in italics. Asterisk (*) denotes the highest absolute correlation between the character and DF. Abbreviations: rel – relative; d – length, š – width.

MC	Simbol	Osnovna DFA					Postopna DFA				
		DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5	DF 1	DF 2	DF 3	DF 4	DF 5
rel delež člena 7 v pereopodu III	<i>pr5da</i>	0.365 *	-0.137	-0.247	-0.009	-0.115					
razmerje med distalno in proksimalno š telzona	<i>tes2tes1</i>	-0.334 *	0.163	0.080	-0.005	-0.024	-0.333 *	0.186	0.081	0.006	-0.001
razmerje med š skafocerita na anteni II in d koša	<i>a2s2cl</i>	0.300 *	-0.013	0.094	-0.079	-0.103					
rel delež d člena 6 v pereopodu V	<i>pr5pa</i>	-0.191 *	-0.051	-0.114	0.132	0.022	-0.195 *	-0.043	-0.120	0.132	0.021
razmerje med d tretjega in drugega člena v stebalu antene I	<i>a13a12</i>	0.455	0.651 *	0.117	0.349	-0.118	0.484	0.630 *	0.109	0.368	-0.116
rel delež največje d člena 6 v pereopodu II	<i>pr2plma</i>	-0.083	0.394 *	-0.268	-0.194	0.275	-0.070	0.404 *	-0.295	-0.202	0.259
rel delež d člena 7 v pereopodu I	<i>pr1da</i>	0.093	0.382 *	-0.216	-0.231	0.225	0.108	0.382 *	-0.237	-0.239	0.203
razmerje med d telzona in dolžino pleonitov V+VI	<i>te1s6</i>	-0.261	0.333 *	0.165	0.138	0.043	-0.252	0.354 *	0.157	0.154	0.085
razmerje med d prve osti na stebalu antene I in d stebala antene I	<i>a1s3an</i>	0.141	-0.185 *	0.135	0.073	0.165	0.138	-0.196 *	0.126	0.067	0.193
rel delež d člena 4 v pereopodu V	<i>pr5ma</i>	-0.145	-0.004	0.540 *	-0.115	0.053	-0.147	0.010	0.547 *	-0.103	0.131
razmerje med š in d skafocerita na anteni II	<i>a2s2s1</i>	0.244	0.080	-0.313 *	0.116	0.214	0.251	0.063	-0.338 *	0.102	0.184
razmerje med d člena 6 in njegovo največjo d v pereopodu II	<i>pr2pplm</i>	0.067	-0.206	0.255 *	0.027	0.054					
rel delež d člena 7 v pereopodu II	<i>pr2da</i>	0.026	0.306	-0.267	-0.433 *	0.347	0.037	0.310	-0.293	-0.450 *	0.324
razmerje med d osti na skafoceritu in d skafocerita na anteni II	<i>a2s3s1</i>	0.178	-0.164	0.161	0.427 *	0.080	0.177	-0.180	0.151	0.429 *	0.115
razmerje med d klešč (= največja d člena 6) v pereopodu I in d koša	<i>pr1che</i>	0.035	0.212	0.018	-0.396 *	0.057					
št spiniformnih set na členu 7 pereopoda V ('glavnik')	<i>P5D</i>	0.147	-0.215	0.098	0.362 *	-0.134					
razmerje med d eksopodita uropoda in d pleonitov V+VI	<i>u1s56</i>	-0.174	0.094	0.287	0.310 *	-0.044	-0.172	0.105	0.287	0.328 *	0.009
razmerje med d stebala antene I in d koša	<i>an1cl</i>	0.200	0.069	0.339	-0.343	-0.518 *	0.201	0.064	0.389	-0.326	-0.534 *
razmerje med š in d eksopodita uropoda	<i>u21</i>	0.442	-0.141	-0.023	-0.023	0.473 *	0.446	-0.170	-0.056	-0.046	0.488 *
razmerje med d pleonitov V+VI in d koša	<i>s56cl</i>	0.267	-0.066	-0.017	-0.288	-0.447 *	0.265	-0.081	0.024	-0.286	-0.505 *
razmerje med d stebala antene I in d stebala antene II	<i>an2an1</i>	-0.043	-0.142	-0.044	0.180	0.444 *	-0.045	-0.144	-0.080	0.167	0.480 *
rel delež d člena 7 v pereopodu III	<i>pr3da</i>	0.046	-0.127	-0.196	0.037	-0.200 *	0.041	-0.133	-0.183	0.035	-0.242 *



Slika 22. (se nadaljuje) Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja za izbor znakov, ki najbolj ločujejo šest filogenetskih skupin samcev in samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. Oznake razmerij so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1.

Figure 22. (continued) Arithmetic average and 99 % confidence interval of most discriminating morphological characters for six phylogroups of *Troglocaris* s. str. Abbreviations as in Table 2 (see also Figure 1 for schematic representation of measurements).



Slika 22. (nadaljevanje) Aritmetična sredina in 99 % interval zaupanja za izbor znakov, ki najbolj ločujejo šest filogenetskih skupin samcev in samic jamskih kozic *Troglocaris* s. str. Oznake razmerij in številskih štetih znakov (pisani poševno) so v Preglednici 2, način meritev osnovnih znakov je prikazan na Sliki 1.

Figure 22. (continuation) Arithmetic average and 99 % confidence interval of most discriminating morphological characters for six phylogroups of *Troglocaris* s. str. Abbreviations as in Table 2 (see also Figure 1 for schematic representation of measurements).

4.3.2.4 Znaki, ki smo jih izključili iz diskriminacijskih analiz DFA 4–7

Tudi na ravni ločevanja filogenetskih skupin podrođu *Troglocaris* s. str. k rezultatom diskriminacijske analize lahko doprinese upoštevanje števila retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I pri odraslih samcih. V soški skupini (N = 20) so vsi samci brez kaveljčkov v retinaklu, večina (77.6 %) takih je tudi v vzhodnoslovenski (N = 58) skupini. V vzhodnoslovenski skupini drugi samci nosijo le en kaveljček na notranjem privesku. Na ravni podskupin, imajo lahko razvit po en kaveljček le v E-Slo1, nikoli pa v E-Slo2 in *T. a. intermedia*. Nasprotno pa v zahodnoslovenski (N = 61) in jadranski (N = 30) skupini večina samcev (W-Slo: 73.8 %; Adriatic: 56.7 %) nosi 2–6 (W-Slo) oziroma 2–7 (Adriatic) kaveljčkov v retinaklu. Drugi samci imajo v retinaklu bodisi le po en (9.8 % v W-Slo in 13.3 % v Adriatic) kaveljček ali pa so brez njih. V istrski skupini (N = 5) je število kaveljčkov različno, od 0–3. Tudi v podrođu *Troglocaris* s. str. je število retinakularnih kaveljčkov odvisno od starosti samcev in mladi samci so večinoma brez njih.

K ločevanju filogenetskih skupin znotraj *T. aggr. anophthalmus* prispeva tudi število spiniformnih set na merusu (členu 4) pereopoda III. Teh imajo živali največkrat 4 ali 5 v zahodnoslovenski (N = 90, 81 %) in soški (N = 23, 73.9 %) skupini, po 3 ali manj pa jih imajo živali iz vzhodnoslovenske (N = 65, 76.9 %) in jadranske (N = 53, 84.9 %) skupine.

Za prepoznavanje skupine E-Slo2 je pomembna prisotnost črnega pigmenta v pokrnelih očeh, saj smo pigment v očeh zasledili samo znotraj omenjene skupine, a ne pri vseh živalih in populacijah. Vendar pa vedno, ko imamo pred seboj žival z razvitim pigmentom v očeh, zagotovo pripada skupini E-Slo2. Populacije z lokalitet, kjer smo našli živali z razvitim očesnim pigmentom, so v seznamu vzorcev (Preglednica 1A, pod »OP«).

Zelo zanesljiv znak za ločevanje *T. (T.) bosnica* od drugih kozic iz tipskega podrođu je prisotnost eksopoditov na pereopodih V. *T. (T.) bosnica* ima te eksopodite vedno razvite (N = 12), ne glede na starost živali, v ostalih skupinah (N = 485) pa se eksopoditi na pereopodih V razvijejo le izjemoma, v manj kot 5 % primerov (vedno le pri izjemno velikih, odraslih živalih, gl. Preglednico 18).

T. (T.) bosnica se od *T. aggr. anophthalmus* loči tudi po tem, da ima na ventralni strani kljunca višje število zobcev (*ROT3*, gl. Preglednico 18). O diagnostičnih znakih za *T. (T.) bosnica* na pleopodih sta poročala že Sket in Zakšek (2009; gl. tudi diagnozo na str. 91).

4.3.3 Morfološki opis filogenetskih skupin v podrođu *Troglocaris* s. str.

Osnovni statistični opis (aritmetična sredina, standardna deviacija, minimum in maksimum) najpomembnejših razlikovalnih znakov za vse filogenetske skupine so podani v Prilogi C5.2 za samce in Prilogi C5.3 za samice (vendar, filogenetska skupina E-Slo ni nadalje razdeljena v podskupine: za vrednosti znakov pri E-Slo1 gl. besedilo v opisu). Diagnoza in natančen opis tipske vrste *T. (T.) anophthalmus* (Kollar 1848) na podlagi topotipskega vzorca, ki vsebuje neotip, in podatkov o raznolikosti filogenetske skupine E-Slo1, sledi v nadaljevanju. Druge filogenetske skupine smo diagnosticirali, a jih zaradi

manjših razlik glede na tipsko skupino nismo opisovali v celoti. Vrednosti, ki smo jih uporabili v diagnozah in opisih, so enake navedenim v metodah.

Uvrstitev v sistem:

družina Atyidae De Haan 1849
poddružina Paratyinae Holthuis 1986
rod *Troglocaris* Dormitzer 1853
podrod *Troglocaris* (*Troglocaris*) Dormitzer 1853

• ***Troglocaris* (*Troglocaris*) *anophthalmus* (Kollar 1848) – filogenetska skupina E-Slo1**

Sinonimi: *Palaemon anophthalmus* Kollar 1848; *Troglocaris schmidtii* Dormitzer 1853; gl. tudi Holthuis (1956).

Tipska lokaliteta: Slovenija, Dobrepolje, Kompoljska jama.

Neotip: odrasel samec (TA965, neotip), CL 7.6 mm, Kompoljska jama, Kompolje, Videm-Dobrepolje, Slovenija, lat: 45°47'58.23" N, long: 14°43'51.39" E, 3. september 2009, leg. J. Jugovic, žival deloma preparirana in shranjena v 70 % etanolu.

Druge živali s tipske lokalitete: **Samci**: odrasel samec (TA966; shranjen v 96 % etanolu, -20°C), 7.5 mm; odrasel samec (TA977; shranjen v 96 % etanolu, -20°C), 6.5 mm, podatki kot pri neotipu. **Samice**: osem odraslih samic, TA975 (CL 8.4 mm); TA976 (CL 7.4 mm); TA978 (CL 8.5 mm); TA979 (CL 7.1 mm); TA980 (CL 7.8 mm); TA981 (CL 7.3 mm); TA982 (6.9 mm) (vse shranjene v 70 % etanolu); TA989 (CL 7.3 mm) (shranjena v 96 % etanolu, -20°C).

Drug material: številne živali, zbrane z območja celotne razširjenosti *T. (T.) anophthalmus* – filogenetska skupina E-Slo1. Samci, CL 4.7–8.3 mm. Samice, CL 5.8–9.0 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke za COI (enako, kot v GenBanku) so v Prilogi D.

Diagnoza: Filogenetska skupina *T. aggr. anophthalmus* brez telesnega in očesnega pigmenta. Kljunec raznolik v dolžini in številu zobcev, kadar dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Kljunec z manj kot 12, običajno z manj kot 7 ventralnimi zobci. Zadnji (tretji) člen stebila prve antene dolg, običajno presega ½ dolžine predhodnega (drugega) člena. Običajno s tremi (ali manj) spiniformnimi setami na mezialni površini merusa (člena 4) pereopoda III, propod (člen 6) na njem je pri odraslih samcih rahlo ali močno ukrivljen. Pereopod V ima samo izjemoma razvit eksopodit. Popolnoma odrasli samci brez ali z enim samim retinakularnim kaveljčkom na endopoditu pleopoda I (gl. *appendix interna*). Notranji rob endopodita na pleopodu I z vrsto kratkih spiniformnih set.

Kratek opis (podane povprečne vrednosti ± SD [min, max]): **Samci**: Velike živali, CL velik: 6.6 ± 0.5 mm [5.3–7.6 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, kadar je dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Distalni člen stebila antene (člen 3) razmeroma dolg (**a13a12**): 56 ± 5 % [48–65 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II razmeroma širok (**a2s2s1**): 36 ± 2 % [31–39 %] dolžine skafocerita. Distalni člen (daktil, člen 7) pereopodov I dolg (**pr1da**): 21 ± 1 % [19–25 %] dolžine pereopoda I, in pereopodov III kratek (**pr3da**): 10 ± 2 % [5–12 %] dolžine pereopoda III. Propod (člen 6)

pereopoda I srednje dolg (**pr1che**): 23 ± 1 % [21–26 %] CL. Eksopodit uropoda srednje širok (**u21** in **u2cl**): 32 ± 1 % [29–34 %] dolžine eksopodita, in: 19 ± 1 % [16–21 %] CL, v povprečju ožji kot pri *T. (T.) planinensis*. Daktil (člen 7) pereopoda V srednje dolg (**p5dp**): 22 ± 2 % [19–25 %] dolžine propoda (člena 6). Telzon relativno dolg (**te1s6**): 99 ± 6 % [85–109 %] dolžine pleonita VI. Odrasli samci običajno brez, lahko pa samo z enim kaveljčkom na notranjem privesku endopodita pleopoda I.

Samice: Velike živali, CL velik: 7.4 ± 0.8 mm [5.8–9.0 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, kadar je dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Distalni člen stebra antene (člen 3) razmeroma dolg (**a13a12**): 52 ± 7 % [41–67 %] dolžine drugega člena. Skafoцит antene II srednje širok (**a2s2s1** in **a2s2cl**): 35 ± 2 % [31–42 %] dolžine skafoцerita, in: 18 ± 2 % [15–23 %] CL. Distalni členi helatnih pereopodov (I in II) dolgi, t.j., člen 7 pereopodov I (**pr1da**): 20 ± 2 % [16–24 %] dolžine pereopoda I, in člen 7 pereopodov II (**pr2da**): 16 ± 1 % [13–18 %] dolžine pereopoda II; največja dolžina propoda (člena 6) pereopoda II srednje velika (**pr2che**): 23 ± 2 % [19–28 %] CL. Proksimalni členi pereopodov I–II razmeroma kratki, t.j. člen 4 pereopoda I (**pr1ma**): 24 ± 2 % [21–28 %] dolžine pereopoda I, in člen 5 pereopoda II (**pr2ccl**): 25 ± 3 % [19–32 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V srednje dolg (**p5dp**): 20 ± 2 % [15–24 %] dolžine propoda (člena 6). Dolžina pleonitov V+VI razmeroma kratka (**s56cl**): 77 ± 5 % [65–91 %] CL. Eksopodit uropoda srednje dolg (**u1te1**): 107 ± 6 % [93–122 %] dolžine telzona. Telzon srednje dolg (**te1cl**): 50 ± 3 % [41–60 %] CL; vendar glede na dolžino pleonitov V+VI, razmeroma dolg (**te1s56**): 64 ± 4 % [53–73 %] dolžine pleonitov V+VI. Telzon v distalnem delu razmeroma malo zožan (**tes2tes1**), njegova distalna širina 67 ± 9 % [47–92 %] proksimalne.

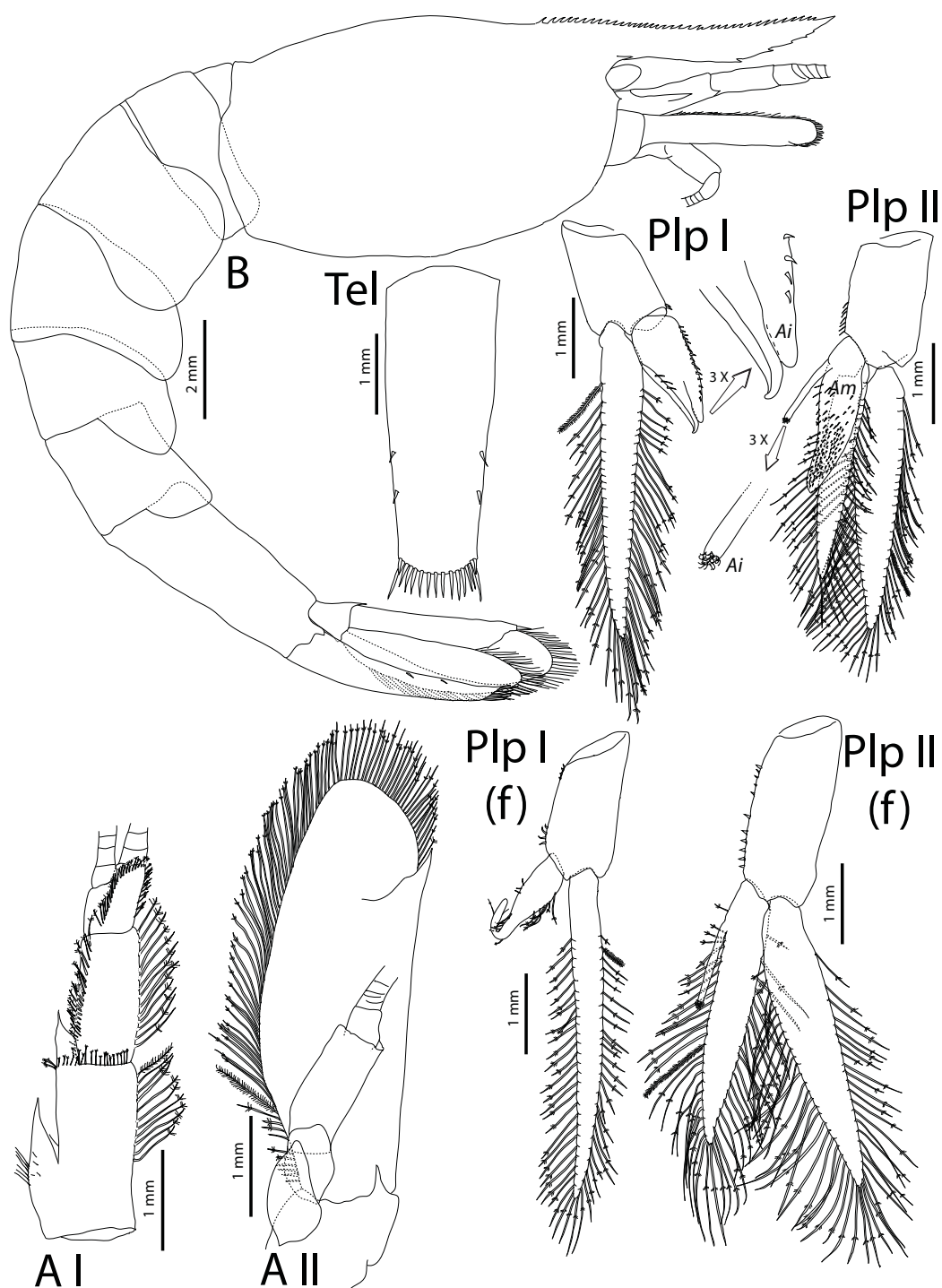
Samci in samice: Število spiniformnih set na členu 4 (**P3M**) pereopoda III je 1–5 (gl. mezialno površino člena), ampak v več kot 85 % tri ali manj.

Opis neotipa in raznolikost [vrednosti v oklepaju, če se razlikujejo od neotipa] samcev (delno povzeto po Fabjan, 2001):

Brez telesnega pigmenta. Oči so brez pigmenta in faset, s peclji vred so močno zmanjšane. CL 7.6 mm [5.3–7.6 mm]. Koš (Slika 23 B) gladek, supraorbitalni in antenalni trn vedno razvita, pterigostomiani kot top in zaobljen. Posteriorno na košu greben.

Kljunec raznolike dolžine in oblik, pri neotipu zavzema 59 % [32–78 %] CL, sigmoidalno oblikovan, s $25+7/2$ zobci [(12–31)+(4–11)/(0–7)]. Zobci na karapksu zasedajo 17 % CL [14–25 %].

Abdominalni somiti gladki. Telzon (Slika 23 Tel) je dolg 47 % [40–64 %] CL in 87 % [85–109 %] pleonita VI, pleonit V pa 56 % [45–60 %] pleonita VI. Telzon se distalno zožuje; proksimalna širina 66 % [48–80 %] distalne, in distalna širina 13 % [10–16 %] CL. Na dorzalni površini sta ob bočnih robovih 2 spiniformni seti [izjemoma 3 na eni strani], konveksni distalni rob nosi 13 [11–16] spiniformnih set. Lateralni dve seti sta najkrajši (in izraščata s površine telzona v njegovih distolateralnih kotih), proti notranjosti jima z vsake strani sledita najdaljši seti, vmes pa so sete srednje dolžine.



Slika 23. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: B, telo, okončine (razen anten I–II in uropodov) odstranjene, lateralno; Tel, telzon, dorzalno; Plp I, levi pleopod I; Plp II, levi pleopod II; A I, leva antena I; A II, leva antena II. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Plp I (f), levi pleopod I, Plp II (f), levi pleopod II. Ai, appendix interna; Am, appendix masculina. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice.

Figure 23. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, male (TA966), CL 7.5 mm: B, body, appendages (except antennae I–II and uropods) omitted, lateral view; Tel, telson, dorsal view; Plp I, left pleopod I; Plp II, left pleopod II; A I, left antenna I; A II, left antenna II. Female (TA975), CL 8.4 mm: Plp I (f), left pleopod I, Plp II (f), left pleopod II. Ai, appendix interna; Am, appendix masculina. Enlarged parts of the structures are indicated by arrows and their magnifications.

Steblo antene I (Slika 23 A I) je dolgo 52 % [46–61 %] CL. Prvi člen 1.5 [1.3–1.7] krat daljši kot drugi, na distalnem delu s plumoznimi setami. Drugi člen stebila 1.7 [1.5–2.0] krat daljši kot tretji. Prvi člen s skoraj ravnim notranjim robom, lateralni stilocerit s široko osnovo in ozkim ter šilasto priostrenim distalnim delom; zavzema 42 % [37–45 %] dolžine stebila, in približno 80 % dolžine prvega člena antene I. Distolateralni (drugi) trn prvega člena je dolg 13 % [13–18 %] stebila antene, trikoten, distalno pa se hitro zoži in konča z ostro konico. Dolžina drugega člena stebila približno 83 % dolžine prvega člena, njuna mezialni in lateralni rob s plumoznimi setami. Tretji člen stebila približno 41 % dolžine prvega člena. Biča antene za več kot dvakrat presežata CL.

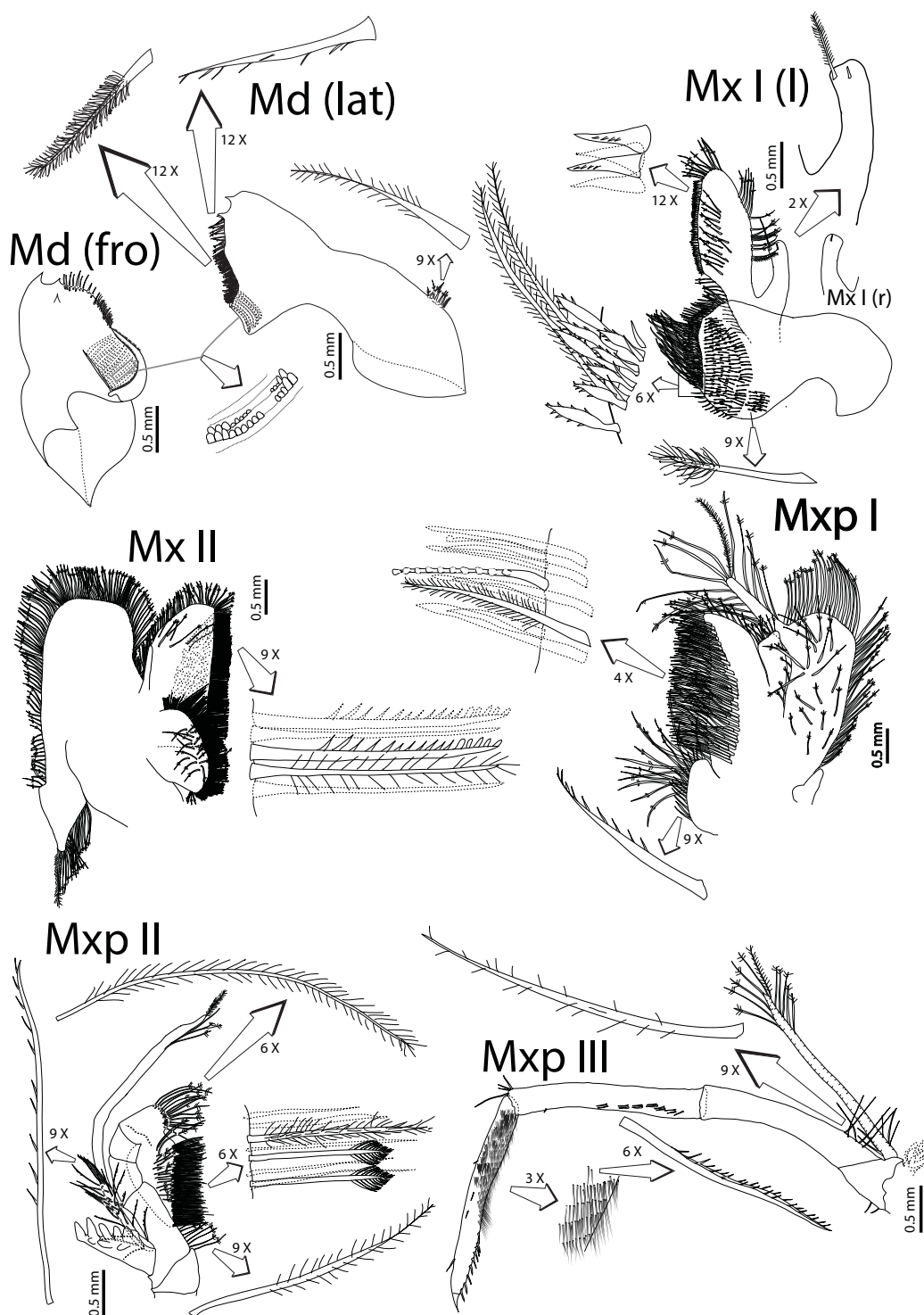
Antena II (Slika 23 A II) ima močan bazicerit. Steblo antene II je dolgo 34 % [32–43 %] CL. Skafocherit 2.7 [2.6–3.2] krat daljši kot širok in približno 1.7 [1.4–1.7] krat daljši kot steblo, dolžina stebila 55 % [51–63 %] CL; lamela skafocherita distalno široka, ovalna, lateralni rob lamele skoraj raven in se konča z distolateralno ostjo. Dolžina osti je 10 % [9–13 %] dolžine skafocherita. Mezialni, distalni in mezolateralni rob skafocherita nosijo vrsto gosto nameščenih plumoznih set. Bič za več kot dvakrat presega CL.

Mandibula (Slika 24 Md) robustna, z majhno skupino papoznih set na lateralnem robu. Brez palpa. Mandibularni *pars incisiva* distalno priostren, njegov distalni rob s 3 [3–6] različno velikimi zobci (število zobcev na levi in desni mandibuli pogosto različno). *Pars molaris* oblikovan v obliki črke U, s številnimi koncentričnimi rebri z nazobčano površino, njegov rob nosi številne kratke enostavne sete. Notranji rob med *pars incisiva* in *pars molaris* nosi v redko vrsto nameščene seradne sete, ki jim sledi gostejši šop papoznih set.

Palp leve maksile I (Slika 24 Mx I (l)) distalno prisekan, z eno daljšo, tanko papozno seto na interodistalnim robu, in eno [1–2] krajšo spiniformno seto, nameščeno subdistalno na palpu. Palp (Slika 24 Mx I (r)) desne maksile I brez dolge subdistalne papozne sete. Premočrten zunanji rob zgornje lacinije (endit bazipodita) s številnimi kratkimi, močnimi kuspdatnimi setami, notranji rob in ventralna površina s plumoznimi setami. Spodnja lacinia (koksalni endit) dobro razvita, polkrožna; zunanji rob z gosto nameščenimi plumoznimi in seradnimi setami, submedialno s petimi vrstami kratkih papoznih in nekaj enostavnimi setami. Zunanji del z skupino redko nameščenih papoznih set.

Maksila II (Slika 24 Mx II) z ozkim, enostavnim priostrenim palpom, ki distalno nosi eno enostavno seto. Endit bazipodita dvokrpat, zgornja krpa (lobus) subromboidna, robovi z gosto nameščenimi plumoznimi in seradnimi setami, ventralna površina s skupino redko nameščenih plumoznih set. Spodnja krpa (lobus) ima skoraj raven zunanji rob, z gosto nameščenimi plumoznimi in seradnimi setami; po celotni površini so redko nameščene enostavne sete. Koksalni endit pahljačast, z gosto nameščenimi plumoznimi setami vzdolž distalnega roba in na subdistalnem delu z redko nameščenimi plumoznimi setami. Skafognatit dobro razvit, širok, na robovih s plumoznimi setami; njegov anteriorni lobus velik, posteriorni lobus ozek, distalno po obliki trikoten, s skupino plumoznih set distalno.

Palp maksilipodija I (Slika 24 Mxp I) kijast, distalni rob s plumoznimi setami. Endopodit slabo razvit, dvokrpat. Endit bazipodita približno 2.5 krat daljši kot koksalni endit, njegova distalni rob in mezialna površina z gostimi vrstami dolgih plumoznih set, skoraj raven zunanji rob z vrsto kratkih papoznih set, ki imajo setule v obliki lusk. Koksalni endit slabo razvit, s kratkimi seradnimi in dolgimi plumoznimi setami, nameščenimi na zunanjem robu. Eksopodit z veliko krpo (lobusom), ki je približno dvakrat daljša kot bič. Robovi lobusa, biča in ventralna površina lobusa s plumoznimi setami.



Slika 24. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: Mxp II, levi maksilipedij II; Mxp III, levi maksilipedij III. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Md, leva mandibula: fro – frontalno, lat – lateralno; Mx I, leva maksila I, Mx II, leva maksila II, Mxp I, levi maksilipedij I. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice.

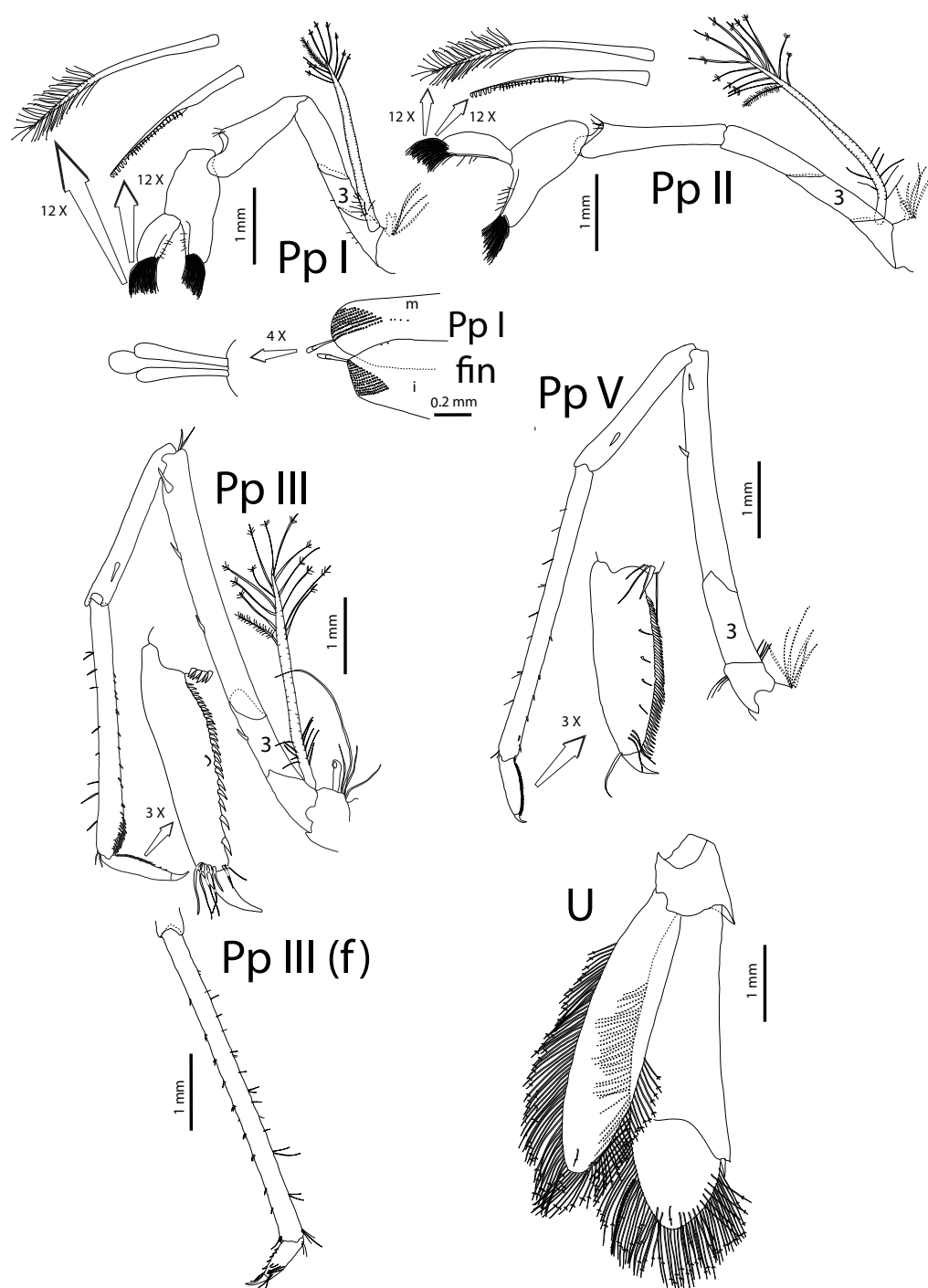
Figure 24. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, male (TA966), CL 7.5 mm: Mxp II, left maxilliped II; Mxp III, left maxilliped III. Female (TA975), CL 8.4 mm: Md, left mandible: fro – frontal view, lat – lateral view; Mx I (l), left maxilla I, Mx I (r), palp of right maxilla I, Mx II, left maxilla II, Mxp I, left maxilliped I. Enlarged parts of the structures are indicated by arrows and their magnifications.

Maksilipedij II (Slika 24 Mxp II) z normalno razvitim endopoditom. Daktilopropod širok, z dolgimi plumoznimi setami na zgornjem robu ter gosto nameščenimi daljšimi papoznimi in krajšimi seratnimi setami na spodnjem robu in nekaj dolgimi submarginalnimi plumoznimi setami. Eksopodit z dobro razvitim bičem, z distalnimi plumoznimi in proksimalnimi seratnimi setami. Dobro razvit glavničasto oblikovan podobranhij z okoli 8 vejami.

Maksilipedij III (Slika 24 Mxp III) z ozkim endopoditom, njegova dolžina 89 % [84–105 %] CL. Ishiomerus dobro ločen od baze, okoli 5.5 krat daljši kot širok, z redko nameščenimi papoznimi setami proksimalno na zgornjem robu. Predzadnji člen ožji, okoli 8.2 kar dolg kot širok in 1.1 krat daljši kot ishiomerus. Na mezialni površini s spiniformnimi submarginalnimi setami in nekaj papoznimi setami v distosuperiornem kotu. Terminalni člen (daktilopropod) okoli 11.5 krat daljši kot širok in 1.3 krat daljši kot ishiomerus; distalno se oži in konča z močnim daktilopropodialnim trnom (krempljem). Distalna 1/3 spodnjega roba z okoli 9 približno enakimi spiniformnimi setami, proksimalni 2/3 mezialne površine z v transversalne vrste nameščenimi seratnimi setami. Eksopodit presega distalni konec ishiomerusa, močan bič s proksimalno nameščenimi seratnimi setami in distalno nameščenimi dolgimi plumoznimi setami. Koksa z dvema artrobranhijama. Artrobranhij, nameščen nižje, je velik in dobro razvit, drugi artrobranhij pa je manjši in šibko razvit (pogosto se ob sekciji poškoduje).

Pereopod I (Slika 25 Pp I) (od začetka tretjega do konca šestega člena) je dolg 57 % [53–67 %] CL. Deleži členov 3–6 (podani v odstotkih dolžine pereopoda I) so: 15 % [11–16 %]: 22 % [22–27 %]: 33 % [27–33 %]: 30 % [29–36 %]. Dlan klešč subcilindrična, bočno rahlo stisnjena, prsti klešč distalno nosijo gost šop daljših papoznih in malo krajših seratnih set, med katerimi so še krajše preobražene sete (Slika 25 Pp I fin), ki so distalno zaobljene. Največja dolžina člena 6 (propoda) je 2.2 [1.9–3.1] krat daljša od lastne širine. Največja dolžina člena 6 je 22 % [21–26 %] CL; bazalna izboklina klešč dobro razvita, in zavzema približno 23 % [13–26 %] največje dolžine člena 6. Člen 7 (daktil, premični prst) je dolg 49 % [49–66 %] največje dolžine člena 6. Eksopodit za malo presega distalni konec člena 4 (merus), in nosi seratne sete na bazi ter plumozne sete na distalnem delu.

Pereopod II (Slika 25 Pp II) (od začetka tretjega do konca šestega člena) je daljši in ožji od pereopoda I, dolg 75 % [69–88 %] CL. Deleži členov 3–6 (podani v odstotkih dolžine pereopoda I) so: 17 % [14–19 %]: 24 % [23–28 %]: 34 % [31–35 %]: 25 % [24–29 %]. Dlan klešč subcilindrična, bočno rahlo stisnjena, prsti klešč distalno nosijo gost šop daljših papoznih in malo krajših seratnih set, med katerimi so še krajše preobražene sete (Slika 25 Pp I fin), ki so distalno zaobljene. Največja dolžina člena 6 (propoda) je 2.4 [2.0–3.6] krat daljša od lastne širine. Največja dolžina člena 6 je 23 % [21–27 %] CL; bazalna izboklina klešč dobro razvita, a manj kot na pereopodu I, in zavzema približno 21 % [11–22 %] največje dolžine člena 6. Člen 7 (daktil, premični prst) je dolg 60 % [48–66 %] največje dolžine člena 6. Eksopodit doseže distalni konec člena 4 (merusa), in nosi seratne sete na bazi ter plumozne sete na distalnem delu.



Slika 25. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, samec (TA966), CL 7.5 mm: Pp I, levi pereopod I; Pp II, levi pereopod II; Pp III, levi pereopod III; Pp V, levi pereopod V; U, levi uropod. Samica (TA975), CL 8.4 mm: Pp III (f), distalni del (člena 6 in 7) levega pereopoda III; Pp I fin, namestitvev set (lateralni pogled) na premičnem (m) in nepremičnem (i) prstu pereopoda I (velja za pereopod I in II). 3 – člen 3. Puščice imajo pripisano povečavo detajla iz osnovne skice.

Figure 25. *Troglocaris anophthalmus*, Kompoljska jama, Kompolje, Videm–Dobropolje, male (TA966), CL 7.5 mm: Pp I, left pereopod I; Pp II, left pereopod II; Pp III, left pereopod III; Pp V, left pereopod V; U, left pleopod VI (uropod). Female (TA975), CL 8.4 mm: Pp III (f), distal part (articles 6 and 7) of the left pereopod III; Pp I fin, placing of the setae on the movable (m) and immovable (i) fingers (equal on left and right side of the pereopods I–II). 3 – pereopod article 3. Enlarged parts of the structures are indicated by arrows and their magnifications.

Pereopod III (Slika 25 Pp III) je dolg (od začetka tretjega do konca sedmega člena) 153 % [148–205 %] CL. Deleži členov 3–7 (podani v odstotkih dolžine pereopoda III) so: 9 % [7–10 %]: 34 % [31–36 %]: 18 % [17–20 %]: 31 % [28–33 %]: 8 % [5–12 %]. Člen 7 (daktil) s 17 [8–40] spiniformnimi setami, pri popolnoma odraslih samcih razporejenimi v dve, proksimalno gosto nameščeno in distalno redko nameščeno skupino. Člen 6 (propod) pri odraslih samcih rahlo ukrivljen in diferenciran na distalnem delu (t.j. razširjen, s skupino gosto nameščenih spiniformnih set). Dolžina skupine spiniformnih set v diferenciranem delu člena 6 zavzema 13 % [12–20 %] dolžine člena 6. Členi 5 (karpus), 4 (merus) in 3 (ishium) nosijo po 1 veliko [1], 3 [1–4] in 1 manjšo [0–1] spiniformno seto na mezialni površini. Eksopodit dobro razvit in doseže distalno polovico člena 4 (merusa), s seratnimi setami na bazi in plumoznimi setami na distalnem delu. Pereopod IV podoben pereopodu III.

Pereopod V (Slika 25 Pp V) je dolg (od začetka tretjega do konca sedmega člena) 157 % [142–171 %] CL. Deleži členov 3–7 (podani v odstotkih dolžine pereopoda III) so: 8.5 % [8–9 %]: 30 % [28–30 %]: 18 % [16–19 %]: 36 % [35–38 %]: 7.5 % [7–9 %]. Člen 7 (daktil) nosi 43 [37–54] enako dolgih spiniformnih set, ki oblikujejo glavnik. Členi 5 (karpus), 4 (merus) in 3 (ishium) nosijo 1 veliko, 2 [1–3] in nič [0 (izjemoma)–1] spiniformnih set na mezialni površini.

Pereopodi I–IV s plevrobranhiji, epipoditi in eksopoditi, pereopod V z plevrobranhijem, brez epipodita ter brez eksopodita [le izjemoma ima razvit kratek eksopodit, ki pa ne ali komajda presega dolžino člena 2]. Vsi pereopodi s setobranhiji.

Endopodit pleopoda I (Slika 25 Plp I) dobro razvit, s široko bazo in zoženim vrhom. Zunanja robova zvita in oblikujeta plitev žleb. Dolžina endopodita 19 % [17–25 %] CL in 38 % [34–46 %] dolžine eksopodita. Notranji rob lamine s 17 [17–33] spiniformnimi setami. *Appendix interna* distalno brez [0–1] retinakularnih kaveljčkov in ne presega dolžine lamine. Robovi eksopodita s plumoznimi setami.

Pleopod II (Slika 25 Plp II) dolg, z dobro razvitim, ploščatim in ščitastim moškim priveskom (*appendix masculina*), ki mediano in subdistalno nosi številne spiniformne sete. Moški privesek je dolg 24 % [24–35 %] CL in 63 % [62–73 %] dolžine endopodita. Notranji privesek (*appendix interna*) 2.1 [2.1–3.3] krat krajši od moškega priveska in nosi 15 [3–23] kaveljčkov. Eksopodit je 1.2 [1.1–1.3] krat daljši od endopodita. Endopodit in eksopodit sta dolga 39 % [37–51 %] in 44 % [43–60 %] CL, njuni robovi s plumoznimi setami.

Eksopodit uropoda (pleopod VI, Slika 25 U) presega dolžino endopodita, njegova širina je 33 % [29–34 %] lastne dolžine, dolžina eksopodita pa 60 % [50–71 %] CL. Lateralni rob eksopodita skoraj raven in proksimalno od distolateralnega zoba brez set; ostali robovi s plumoznimi setami, nekaj jih je tudi na subterminalnem delu uropoda. Diareza eksopodita z 1 [izjemoma 2] spiniformno seto. Dolžina endopodita približno 90 % dolžine eksopodita.

Opis samic (Podane povprečne vrednosti $\pm$ SD [min, max] za spolno dimorfnih strukture; deloma povzeto po Fabjan, 2001): CL 7.3 ± 0.8 mm [5.8–9.0 mm], značilno daljša kot pri samcih (t-test, $p < 0.05$).

Pereopodi III–IV niso diferencirani in so si podobni. Dolžina pereopoda III (Slika 25 Pp III (f); od začetka tretjega do konca sedmega člena) 143 ± 10 % [119–172 %] CL. Deleži členov (od tretjega do konca sedmega člena, v odstotkih dolžine pereopoda III) so: 10 ± 1 % [7–12 %]: 34 ± 1 % [31–36 %]: 18 ± 1 % [16–20 %]: 31 ± 1 % [28–34 %]:

$7 \pm 1 \%$ [5–8 %]. Člen 7 (daktil) nosi 6.5 ± 1.4 [4–10] spiniformnih set. Člen 6 (propod) nosi 5.9 ± 1.5 [4–10] skupin spiniformnih set.

Endopodit pleopoda I (Slika 23 Plp I (f)) $17 \pm 3 \%$ [10–23 %] CL in $38 \pm 7 \%$ [24–51 %] dolžine eksopodita. Endopodit je širok pri bazi in distalno opazno podaljšan in zožan.

Glede na pozicijo, distalni podaljšek najverjetneje predstavlja notranji privesek, a vedno brez retinakularnih kaveljčkov.

Pleopod II (Slika 23 Plp II (f)) brez moškega priveska.

Razširjenost: jugovzhodna Slovenija, v severozahodnem delu Dolenjske: Stična (27 km JV od Ljubljane) – vzdolž zgornjih pritokov Krke do Novega mesta; Dobropolje – Ribnica – Kostelsko ob Kolpi (ob hrvaški meji).

Komentar: Kollar (1848) je tipski vzorec (čeprav ga sam ni označil za tipskega) prinesel v 'k. k. Hof-Naturalien-Cabinet', ki je sedaj del Prirodoslovnega muzeja na Dunaju (Naturhistorisches Museum Wien). Vzorca tam ni več (P. Dworschak, os. spor., 2010). Tako Kollar kot Dormitzer (1853; za njegov *T. schmidtii*) za lokaliteto svojih vzorcev omenjata Kompoljsko jamo (Dormitzer kot 'Grotte von Kumpole'), zato je bila ta jama izbrana za (neo)tipsko lokaliteto rodu (Sket in Zakšek, 2009); je enostavno dostopna, kozice pa je v jami navadno enostavno zbrati.

• ***Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus* – filogenetska skupina Bela Krajina (= E-Slo2)**

Sinonimi: *Troglocaris (Troglocaris)* – E-Slo2 phylogroup Zakšek in sod. 2009; *Troglocaris anophthalmus intermedia* Gottstein Matočec 2003 in Franjević 2006, iz Kukuruzovića špilje (Hrvaška).

Tipska lokaliteta: Slovenija, Vinica, Jama v kamnolomu

Tipski vzorec: **Samci**: odrasel samec (TB046, holotip), CL 7.8 mm, jama v kamnolomu, Vinica, Slovenija, lat: 45°27'15.14" N, long: 15°14'39.17" E, junij 1977, leg. M. Štangelj, žival deloma preparirana, shranjena v 70 % etanolu. Drugi samci iz tipskega vzorca: odrasel samec (TB045; shranjen v 70 % etanolu), 7.5 mm; odrasel samec (TB047; shranjen v 70 % etanolu), 8.2 mm; podatki kot za holotip. **Samice**: 2 odrasli samici, TB049 (CL 8.8 mm); TB050 (CL 8.4 mm, datum nabiranja 27. maj 1974) (obe samici shranjeni v 70 % etanolu); podatki kot za holotip.

Drug material: številne živali zbrani s celotnega območja razširjenosti skupine. Samci, CL 4.7–8.3 mm. Samice, CL 5.0–9.0 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI so v Prilogi D.

Diagnoza: Filogenetska skupina *T. aggr. anophthalmus* brez telesnega, a z očesnim pigmentom (čeprav pri večini [$> 90 \%$], pigment ni prisoten pri vseh živalih; gl. Preglednico 1A in Prilogo D). Vsi odrasli samci brez retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I (gl. *appendix interna*).

Komentar: V slabo zastopanih vzorcih iz Dolenjskih Toplic (jama Sušica, 1 žival) in okolice Črnomlja (jama Stobe, 4 živali) nismo našli živali s pigmentom v očesnih rudimentih. Podrobna morfološka analiza z uporabo diskriminacijske analize ni bila

mogoča zaradi pomanjkanja molekulskih podatkov za nekatere od populacij, ki smo jih znotraj vzhodnoslovenske skupine (E-Slo) analizirali morfološko.

Razširjenost: Bela Krajina (območje JV od območja razširjenosti filogenetske skupine E-Slo1), Kukuruzovića pečina (Hrvaška ob meji z Bosno in Hercegovino).

• *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus intermedia* Babić 1922

Sinonimi: *Troglocaris schmidtii* var. *intermedia* Babić 1922; *Troglocaris intermedia* d'Udekem d'Acoz 1999; nec *Troglocaris anophthalmus intermedia* Gottstein Matočec 2003 in Franjević 2006, iz Kukuruzovića špilje (Hrvaška).

Tipska lokaliteta: Hrvaška, Ogulin, Slunj-Tounj, Mikašinovići, Mikašinovića pečina (= pečina Zala).

Material: le živali, nabrane v tipski Mikašinovića pečini, smo lahko nedvoumno uvrstili v to podvrsto (gl. Prilogo D). Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI so v Prilogi D.

Komentar: Živali te podvrste smo morfološko analizirali skupaj s podskupinama E-Slo1 in E-Slo2, v okviru filogenetske skupine E-Slo. Živali iz tipske lokalitete (analizirane tudi molekulsko) imajo kratek kljunec (< 35 % dolžine CL). Vsi odrasli samci brez retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I (gl. *appendix interna*). Ker rezultati naših morfometričnih raziskav (to delo) kažejo visoko odvisnost med dolžino kljunca pri *Troglocaris* s. str. in prisotnostjo močerila, te podvrste na osnovi originalnega opisa (Babić, 1922), ki sloni predvsem na kratkem kljuncu, nismo mogli zanesljivo prepoznati. Morfološki opis te podvrste bo zanesljiv šele, ko bodo zbrani dodatni vzorci tudi molekulsko analizirani. Odsotnost pigmenta v pokrnelih očeh (in majhne molekulske razlike) sicer ločijo populacijo iz Mikašinovića pečine (in nekaj bližnjih populacij s širšega območja Ogulina, za katere molekulskih podatkov ni) od geografsko bližnje filogenetske skupine E-Slo2.

Razširjenost: Zanesljivo je podvrsta znana le iz Mikašinovića pečine; njim morfološko podobne živali z nekaterih drugih, tipski lokaliteti bližnjih lokalitet s širšega območja Ogulina (npr. jami Privis, Rudnica, gl. Prilogo D) molekulsko niso bile analizirane.

• *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus* – filogenetska skupina Adriatic

Sinonimi: incl. *Troglocaris schmidtii* auct. iz Vjetrenice, p.p.; incl. *Troglocaris schmidtii schmidtii* forma *typica* Fage 1937 p.p.; incl. *Troglocaris anophthalmus* Matjašič 1960.

Tipska lokaliteta: Bosna in Hercegovina, Popovo polje, Zavala, Vjetrenica.

Tipski vzorec: **Samci**: odrasel samec (TA063, holotip), CL 6.0 mm, jezero na koncu Blatnega rova, Gornji Absolonov kanal, Vjetrenica, Popovo polje, Bosna in Hercegovina, lat: 42°50'43.21" N, long: 17°59'09.26" E, 18. avgust 2005, leg. M. Zigmajster, žival deloma preparirana, shranjena v 70 % etanolu. **Samice**: 7 odraslih samic, TA794 (CL 6.9 mm); TA795 (CL 6.0 mm); TA796 (CL 6.2 mm), Donja Vjetrenica, 26. september 1962, leg. J. Matjašič, ostali podatki kot za holotip; TA798 (CL 6.0 mm); TA799 (CL 5.2 mm),

TA800 (CL 7.0 mm), jezero na koncu Blatnega rova, Gornji Absolonov kanal, 18. avgust 2005, leg. M. Zgmajster, ostali podatki kot za holotip; TA801 (CL 6.6 mm), Duguljasto jezero, Gornji Absolonov kanal, ostali podatki kot pri TA798–TA800; ena juvenilna samica, TA797 (CL 6.0 mm), podatki kot za holotip (živali shranjene v 70 % etanolu).

Drug material: 29 odraslih samcev, CL 4.8–7.3 mm, s celotnega območja razširjenosti filogenetske skupine. 53 odraslih samic (osem od njih s tipske lokalitete), CL 5.2–8.7 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI v Prilogi D.

Diagnoza: Filogenetska skupina *T. aggr. anophthalmus* brez telesnega in očesnega pigmenta. Kljunec raznolik v dolžini in številu zobcev, a njegov dorzalni rob bolj ali manj raven. Kljunec z manj kot 9, običajno z manj kot 7 ventralnimi zobci. Zadnji (tretji) člen stebila prve antene dolg, običajno presega $\frac{1}{2}$ dolžine predhodnega (drugega) člena. Običajno s tremi spiniformnimi setami na merusu (člen 4) pereopoda III, propod (člen 6) na njem je pri odraslih samcih rahlo ali močno ukrivljen. Daktil (člen 7) pereopoda V v dolžino običajno presega 21 % (pri samcih) oziroma 17 % (pri samicah) dolžine propoda (člen 6). Pereopod V ima samo izjemoma razvit eksopodit. Eksopodit uropoda širok, običajno njegova širina presega 32 % lastne dolžine. Telzon distalno glede na proksimalno širino običajno jasno zožan. Popolnoma odrasli samci z 2–7 retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I, a izjemoma lahko tudi brez njih (gl. *appendix interna*). Notranji rob endopodita na pleopodu I z vrsto kratkih spiniformnih set.

Kratek opis (podane povprečne vrednosti $\pm$ SD [min, max]): **Samci**: Majhne živali, čokate; CL majhen: 6.0 ± 0.6 mm [4.8, 7.3 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, vendar le izjemoma z vrhom obrnjenim navzgor (le v enem vzorcu!). Distalni člen stebila antene (člen 3) zelo dolg (*a13a12*): 58 ± 6 % [46–73 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II razmeroma širok (*a2s2s1*): 38 ± 2 % [33–42 %] dolžina skafocerita. Distalni člen (daktil, člen 7) pereopodov I dolg (*pr1da*): 21 ± 1 % [18–23 %] dolžine pereopoda I, in pereopodov III srednje dolg (*pr3da*): 10 ± 1 % [8–12 %] dolžine pereopoda III. Propod (člen 6) pereopoda I dolg (*pr1che*): 25 ± 2 % [22–27 %] CL. Eksopodit uropoda zelo širok (*u21* in *u2cl*): 35 ± 2 % [32–39 %] dolžine eksopodita uropoda, in: 20 ± 2 % [17–24 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V dolg (*p5dp*): 25 ± 2 % [21–28 %] dolžine propoda (člena 6). Telzon relativno kratek (*te1s6*): 89 ± 6 % [76–103 %] dolžine pleonita VI. Odrasli samci običajno vsaj z enim (do 5, izjemoma 7) kaveljčkom na notranjem privesku endopodita pleopoda I.

Samice: Majhne živali, čokate; CL majhen: 6.9 ± 0.7 mm [5.2–8.7 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, vendar le izjemoma z vrhom obrnjenim navzgor (le v enem vzorcu!). Distalni člen stebila antene (člen 3) zelo dolg (*a13a12*): 55 ± 6 % [44–69 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II širok (*a2s2s1* in *a2s2cl*): 39 ± 3 % [32–47 %] dolžine skafocerita, in: 21 ± 2 % [17–24 %] CL; distalni trn skafocerita šibek (*a2s3s2*): 28 ± 4 % [20–38 %] širine skafocerita. Distalni členi helatnih pereopodov (I in II) dolgi, t.j. člen 7 pereopodov I (*pr1da*): 21 ± 1 % [19–23 %] dolžine pereopoda I, in člen 7 pereopodov II (*pr2da*): 17 ± 1 % [15–19 %] dolžine pereopoda II; največja dolžina propoda (člena 6) pereopoda II velika (*pr2che*): 23 ± 2 % [19–28 %] CL. Proksimalni členi pereopodov I–II srednje dolgi, t.j. člen 4 pereopoda I (*pr1ma*): 24 ± 2 % [20–26 %] dolžine pereopoda I, in člen 5 pereopoda II (*pr2ccl*): 27 ± 2 % [20–31 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V dolg (*p5dp*): 25 ± 2 % [17–29 %] dolžine propoda (člena 6). Pleoniti V+VI

srednje dolgi do dolgi (**s56cl**): 85 ± 5 % [73–97 %] CL. Eksopodit uropoda širok (**u21** in **u2cl**): 37 ± 2 % [32–43 %] dolžine eksopodita uropoda, in: 20 ± 2 % [16–24 %] CL. Eksopodit uropoda srednje dolg (**u1te1**): 108 ± 6 % [98–121 %] dolžine telzona, telzon kratek (**te1cl** in **te1s56**): 49 ± 3 % [43–55 %] CL, in: 59 ± 3 % [54–63 %] dolžine pleonitov V+VI. Telzon se distalno razmeroma močno zoži (**tes2tes1**), njegova distalna širina 56 ± 7 % [43–70 %] proksimalne.

Samci in samice: število spiniformnih set na členu 4 pereopoda III je 2–5 (gl. mezialno površino člena), vendar v več kot 80 % samo 2 ali 3.

Komentar: Vjetrenica je bila za tipsko lokaliteto izbrana, ker so tamkajšnjo populacijo jamskih kozic *Troglocaris* s. str. večkrat opisovali kot 'tipičen' *T. (T.) anophthalmus* (npr. Matjašič, 1960) ali celo eksplicitno kot *T. (T.) a. anophthalmus* (Fage, 1937; kot *T. s. schmidtii*, Franjević, 2006).

Razširjenost: širok pas vzdolž jadranske obale, vsaj od Otočca na SZ (Lika, Hrvaška) do JV Hercegovine na JV (JV od Trebinja, Bosna in Hercegovina). V osrednjem masivu Velebita skupina ni bila najdena, a je prisotna tudi na geografsko izoliranih polotoku Pelješcu in otokih Brač in Ugljan (za slednjega le morfološki podatki). Populacije severno in severozahodno od Otočca za analize niso bile na voljo.

● *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus* – filogenetska skupina Soča

Sinonimi: *Troglocaris (Troglocaris)* – Soča phylogroup Zakšek in sod. 2009

Tipska lokaliteta: Slovenija, Vipava, Vipavska jama.

Tipski vzorec: **Samci:** odrasel samec (TA985, holotip), CL 7.4 mm, Vipavska jama, Vipava, Slovenija, lat: 45°50'40.91" N, long: 13°57'52.55" E, 6. 9. 2009, leg. J. Jugovic, M. Kolesnikova, žival shranjena v 70 % etanolu. Drugi samci iz tipskega vzorca: odrasel samec (TA983), CL 6.1 mm; odrasel samec (TA984), CL 6.3 mm; odrasel samec (TA986), CL 6.6 mm; odrasel samec (TA987), CL 6.2 mm; odrasel samec (TA988), CL 5.6 mm. **Samice:** pet odraslih samic, TA990 (CL 7.1 mm); TA991 (CL 6.1 mm); TA992 (CL 6.4 mm); TA993 (CL 6.1 mm); TA994 (CL 6.2 mm).

Drug material: številne živali, zbrane z območja (znani le dve lokaliteti) celotne razširjenosti filogenetske skupine. Samci, CL 5.0–6.8 mm. Samice, CL 5.9–7.0 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI v Prilogi D.

Diagnoza: Filogenetska skupina *T. aggr. anophthalmus* brez telesnega in očesnega pigmenta. Kljunec raznolik v dolžini, a vedno ozek in bolj ali manj raven, z manj kot 7 ventralnimi zobci. Brez pigmenta v očeh. Zadnji (tretji) člen stebila prve antene kratek, običajno ne dosega ½ dolžine predhodnega (drugega) člena. Običajno s štirimi spiniformnimi setami na merusu (členu 4) pereopoda III, propod (člen 6) na njem je pri odraslih samcih raven ali le rahlo ukrivljen. Pereopod V vedno brez eksopodita. Eksopodit uropoda ozek, običajno njegova širina ne dosega 32 % lastne dolžine. Odrasli samci vsi brez retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I (gl. *appendix interna*). Notranji rob endopodita na pleopodu I z vrsto kratkih spiniformnih set.

Kratek opis (podane povprečne vrednosti $\pm$ SD [min, max]): **Samci:** Majhne živali, CL majhen: 5.8 ± 0.5 mm [5.0–6.8 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, tudi kadar je dolg (> 45 % CL), je ozek in njegov vrh ni nikoli obrnjen navzgor. Distalni člen stebra antene (člen 3) zelo kratek (*a13a12*): 39 ± 4 % [33–46 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II ozek (*a2s2s1*): 34 ± 2 % [31–38 %] dolžine skafocerita; distalni trn skafocerita kratek in šibek (*a2s3s1*): 7 ± 1 % [5–10 %] dolžine skafocerita. Distalni člen (daktil, člen 7) pereopodov I dolg (*pr1da*): 21 ± 2 % [19–24 %] dolžine pereopoda I, in pereopodov III kratek (*pr3da*): 9 ± 1 % [7–12 %] dolžine pereopoda III. Propod (člen 6) pereopoda I dolg (*pr1che*): 26 ± 2 % [22–29 %] CL. Ishium (člen 3) pereopoda 3 razmeroma dolg (*pr3ia*): 9 ± 1 % [8–11 %] dolžine pereopoda III. Glavnik na daktilu (členu 7) pereopoda V z razmeroma malo spiniformnimi setami (*P5D*): 36.8 ± 4.3 [32–47]. Daktil pereopoda V srednje dolg (*p5dp*): 21 ± 2 % [17–25 %] dolžine propoda (člena 6). Eksopodit uropoda zelo ozek (*u21* in *u2cl*): 29 ± 2 % [27–32 %] dolžine eksopodita uropoda, in: 16 ± 1 % [14–18 %] CL. Telzon relativno glede na dolžino pleonita VI dolg (*te1s6*): 97 ± 5 % [89–103 %] dolžine pleonita VI. V naših vzorcih vsi odrasli samci brez kaveljčkov na notranjem privesku endopodita pleopoda I. Število set na notranjem robu endopodita na pleopodu I nizko (*PPIENS*): 18.9 ± 2.8 [15–24].

Samice: Majhne živali, CL majhen: 6.5 ± 0.4 mm [5.9–7.0 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, tudi kadar je dolg (> 45 % CL), je ozek in njegov vrh ni nikoli obrnjen navzgor. Distalni člen stebra antene (člen 3) zelo kratek (*a13a12*): 38 ± 7 % [31–50 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II ozek (*a2s2s1* in *a2s2cl*): 36 ± 2 % [30–38 %] dolžine skafocerita, in: 17 ± 1 % [16–19 %] CL; distalni trn skafocerita kratek in šibek (*a2s3s1*): 8 ± 1 % [6–9 %] dolžine skafocerita. Distalni členi helatnih pereopodov (I in II) dolgi, t.j. člen 7 pereopodov I (*pr1da*): 21 ± 1 % [20–22 %] dolžine pereopoda I, in člen 7 pereopodov II (*pr2da*): 18 ± 1 % [17–19 %] dolžine pereopoda II; največja dolžina propoda (člena 6) pereopoda II velika (*pr2che*): 24 ± 1 % [23–26 %] CL. Proksimalni členi pereopodov I–II dolgi, t.j. člen 4 pereopoda I relativno glede na dolžino pereopoda (*pr1ma*): 23 ± 1 % [22–25 %] dolžine pereopoda I, in člen 5 pereopoda II (*pr2ccl*): 26 ± 2 % [23–28 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V kratek (*p5dp*): 19 ± 2 % [16–22 %] dolžine propoda (člena 6), z glavnikom iz majhnega števila spiniformnih set (*P5D*): 35.9 ± 3.0 [31–40]. Pleoniti V+VI razmeroma dolgi (*s56cl*): 78 ± 3 % [71–80 %] CL; eksopoditi uropoda razmeroma kratki (*u1s56*): 64 ± 3 % [61–71 %] dolžine pleonitov V+VI. Širina eksopodita uropoda majhna (*u21* in *u2cl*): 31 ± 1 % [29–33 %] dolžine eksopodita uropoda, in: 16 ± 1 % [14–16 %] CL. Notranji privesek na endopoditu pleopoda II razmeroma kratek (*pl2aicl*): 10 ± 1 % [9–12 %] CL. Telzon srednje dolg do dolg (*te1cl* in *te1s56*): 50 ± 3 % [47–55 %] CL, in: 64 ± 3 % [62–71 %] dolžine pleonitov V+VI; distalno se le šibko zoži (*tes2tes1*), njegova distalna širina 79 ± 7 % [69–89 %] proksimalne.

Samci in samice: število spiniformnih set na členu 4 pereopoda III je 3–5 (gl. mezialno površino člena), od teh v več kot 70 % 4 ali 5.

Razširjenost: znan le iz dveh lokalitet (gl. zgoraj) v rečnem sistemu Soča – Vipava, SZ od areala *T. (T.) planinensis*. Kljub več vzorčenjem na področju med obema znanima lokalitetama (Zakšek in Jugovic 2007; Prevorčnik, Fišer, Zgajmajster, Trontelj, 2009) novih lokalitet skupine (še) ni znanih.

• *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus* – filogenetska skupina Istra

Sinonimi: *Troglocaris (Troglocaris)* – Istra phylogroup Zakšek in sod. 2009

Tipska lokaliteta: Hrvaška, Vrsar, Klarića jama.

Material: pet odraslih samcev, CL 5.3–6.6 mm, z lokalitet, ki pokrivajo večino areala filogenetske skupine. Štiri odrasle samice, CL 7.6–8.3 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI v Prilogi D.

Diagnoza: zaradi majhnega števila analiziranih živali ($N = 8$) diagnoze nismo pripravili, glavne značilnosti so prikazane le v kratkem opisu (gl. tudi Sliko 22 in komentar v nadaljevanju).

Kratek opis (podane povprečne vrednosti $\pm$ SD [min, max]): Zaradi nizkega števila živali, smo opis naredili za **samce in samice skupaj**: Dolžina koša raznolika (CL: 6.8 ± 1 mm [5.3–7.7 mm]). Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, kadar je dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor; izjemoma lahko daljši od dolžine koša. Skafoognatit maksile II z nekaj dolgimi in šibkimi plumoznimi setami, ki vsaj dvakrat presegajo dolžino istih set pri drugih skupinah *T. (T.)* aggr. *anophthalmus*. Antena I razmeroma dolga (**an1cl**): 59 ± 5 % [54–68 %] CL, in antena II razmeroma kratka (**an2an1**): 65 ± 5 % [58–70 %] dolžine stebra antene I. Skafoognatit antene II ozek do srednje širok (**a2s2s1**): 34 ± 2 % [31–36 %] dolžine skafofocrita. Pereopodi dolgi in ozki; proksimalni del pereopoda I (členi 2–5) dolg (**pr1iccl**): 65 ± 4 % [62–71 %] CL. Klešče pereopodov I–II zelo kratke, t.j. člen 6 (propod) pereopodov I (**pr1che**): 22 ± 1 % [20–25 %] CL; člen 7 (daktil) pereopodov II (**pr2plma**): 24 ± 2 % [21–27 %] dolžine pereopoda II; člen 7 pereopodov I (**pr1da**): 18 ± 2 % [15–20 %] dolžine pereopoda I, in člen 7 pereopodov II (**pr2da**): 14 ± 1 % [11–15 %] dolžine pereopoda II. Daktil (člen 7) pereopoda V razmeroma dolg (**pr5da**): 8 ± 1 % [8–9 %] dolžine pereopoda V, s številnimi spiniformnimi setami v glavniku (**P5D**): 52 ± 10.8 [40–65]. Pleoniti V+VI zelo dolgi (**s56cl**): 94 ± 9 % [84–111 %] CL; telzon dolg (**telcl**): 57 ± 3 % [54–63 %] CL, ampak glede na dolžino pleonita VI kratek (**telis6**): 89 ± 5 % [83–98 %] dolžine pleonita VI. Eksopodit uropoda zelo ozek (**u2l**): 30 ± 2 % [27–32 %] dolžine eksopodita uropoda. Število kaveljcev na notranjem privesku na endopoditu pleopoda I pri samcih različno, 0–3. Število spiniformnih set na členu 3 pereopoda III različno, od 1–5 (gl. mezialno površino člena), v več kot 50 % 4 ali 5.

Komentar: Klarića jama je bila izbrana za tipsko lokaliteto, ker je od tam molekulsko pregledan vzorec. Vzorci za morfološke analize so bili nabrani v bližnji Funtani (kaptiran izvir) in Poreču (Pincinova pečina) ob Z obali Istre ter iz Kršana na V obali Istre.

V ponovitvi analiz DFA (DFA 4–7), v katerih živalim iz domnevno istrske filogenetske skupine (gl. zgoraj) nismo vnaprej določili OTU (metodo smo uporabili za uvrščanje istrskih osebkov), se je po podobnosti večina osebkov uvrstila v zahodnoslovensko filogenetsko skupino (izjemoma v vzhodnoslovensko), ne glede na to, ali smo uporabili osnovno ali postopno metodo (ni prikazano). Le molekulska analiza vzorcev iz omenjenih lokalitet bo lahko dala odgovor, če naši istrski vzorci res pripadajo istoimenski filogenetski skupini.

Razširjenost: Samo dve populaciji z zahodne in vzhodne obale osrednje Istre (Hrvaška) južno od rek Mirna in Raša, sta bili molekulsko uvrščeni v to filogenetsko skupino. V Kršanu (izvir v tunelu s povezavo iz nekdanjega jezera Čepić) se ta filogenetska skupina pojavlja sintopo s *T. (T.) planinensis*, kjer pa *T. (T.) planinensis* številčno prevladuje (Preglednica 1A, gl. vzorec 56).

• ***Troglocaris (Troglocaris) planinensis* Birštejn 1948 (= W-Slo)**

Sinonimi: *Palaemon schmidtii planinensis* Birštejn 1948; *Troglocaris planinensis* d'Udekem d'Acoz 1999; *T. anophthalmus* W-Slovenian clade Zakšek in sod. 2007; gl. tudi Holthuis (1956).

Tipska lokaliteta: Slovenija, Postojna, Planina, Planinska jama.

Neotip: odrasel samec (TA972, neotip), CL 6.3 mm, Planinska jama, Planina, Postojna, Slovenija, lat: 45°49'11.64" N, long: 14°14'44.4" E, 15.10.2009, leg. J. Jugovic, M. Vittori, žival deloma preparirana in shranjena v 70 % etanolu.

Druge živali s tipske lokalitete: **Samci:** odrasel samec (TA973), 6.6 mm; odrasel samec (TA974), CL 7.0 mm. **Samice:** tri odrasle samice, TA969 (CL 7.7 mm); TA970 (CL 7.4 mm); TA971 (CL 7.4 mm).

Drug material: številne živali, zbrane z območja celotne razširjenosti *T. (T.) planinensis*. Samci, CL 5.1–8.2 mm. Samice, CL 5.5–9.9 mm. Vavčerske številke in identifikacijske številke v GenBanku za COI v Prilogi D.

Diagnoza: Brez telesnega in očesnega pigmenta. Kljunec raznolik v dolžini in številu zobcev, kadar dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Kljunec z manj kot 13, običajno z manj kot 7 ventralnimi zobci. Brez pigmenta v očeh. Zadnji (tretji) člen stebra prve antene kratek, običajno ne dosega ½ dolžine predhodnega (drugega) člena. Običajno s štirimi ali petimi spiniformnimi setami na merusu (člen 4) pereopoda III, propod (člen 6) na njem je pri odraslih samcih rahlo ali močno ukrivljen. Pereopod V ima samo izjemoma razvit eksopodit. Popolnoma odrasli samci z 1–6 retinakularnimi kaveljčki na endopoditu pleopoda I, samo izjemoma brez njih (gl. *appendix interna*). Notranji rob endopodita na pleopodu I z vrsto kratkih spiniformnih set.

Kratek opis (podane povprečne vrednosti ± SD [min, max]): **Samci:** Velike živali, CL velik: 6.6 ± 0.8 mm [5.1–8.2 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, kadar je dolg (> 45 %), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Distalni člen stebra antene (člen 3) srednje dolg (**a13a12**): 44 ± 5 % [33–57 %] dolžine drugega člena. Skafoerit antene II srednje širok (**a2s2s1**): 35 ± 3 % [28–41 %] dolžine skafoerita. Distalni člen (daktil, člen 7) pereopodov I kratek (**pr1da**): 20 ± 2 % [16–24 %] dolžine pereopoda I, in pereopodov III srednje dolg (**pr3da**): 11 ± 2 % [6–14 %] dolžine pereopoda III. Propod (člen 6) pereopoda I kratek (**pr1che**): 23 ± 2 % [19–28 %] CL. Eksopodit uropoda srednje širok (**u21** in **u2cl**): 32 ± 2 % [28–36 %] dolžine eksopodita uropoda, in: 18 ± 2 % [15–23 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V srednje dolg (**p5dp**): 22 ± 2 % [18–26 %] dolžine propoda (člena 6). Telzon kratek (**tel56**): 91 ± 7 % [75–106 %] dolžine pleonita VI. Odrasli samci običajno vsaj z enim (do šest) kaveljčkom na notranjem privesku endopodita pleopoda I.

Samice: Velike živali, CL velik: 7.8 ± 0.9 mm [5.5–9.9 mm]. Kljunec raznolik v dolžini in številu trnov, kadar je dolg (> 45 % CL), običajno z vrhom obrnjenim navzgor. Distalni člen stebra antene (člen 3) srednje dolg (*a13a12*): 43 ± 5 % [31–58 %] dolžine drugega člena. Skafocerit antene II srednje širok (*a2s2s1* in *a2s2cl*): 37 ± 3 % [30–42 %] dolžine skafocerita, in: 19 ± 2 % [14–24] CL. Distalni členi helatnih pereopodov (I in II) srednje dolgi, t.j. člen 7 (daktil) pereopodov I (*pr1da*): 19 ± 2 % [14–25 %] dolžine pereopoda I, in člen 7 pereopodov II (*pr2da*): 15 ± 2 % [12–19 %] dolžine pereopoda II; največja dolžina propoda (člena 6) pereopoda II (*pr2che*): 22 ± 2 % [17–28 %] CL. Proksimalni členi pereopodov I–II razmeroma dolgi, t.j. člen 4 pereopoda I (*pr1ma*): 25 ± 2 % [21–29 %] dolžine pereopoda I, in člen 5 (karpus) pereopoda II (*pr2ccl*): 28 ± 4 % [21–38 %] CL. Daktil (člen 7) pereopoda V srednje dolg (*p5dp*): 22 ± 2 % [16–29 %] dolžine propoda (člena 6). Dolžina pleonitov V+VI razmeroma kratka (*s56cl*): 79 ± 5 % [67–95 %] CL. Eksopodit uropoda razmeroma dolg (*ulte1*): 110 ± 7 % [97–130 %] dolžine telzona; telzon kratek do srednje dolg (*te1cl* in *te1s56*): 48 ± 3 % [40–57 %] CL, in: 62 ± 4 % [51–72 %] dolžine pleonitov V+VI. Telzon v distalnem delu srednje močno zožan (*tes2tes1*), njegova distalna širina 65 ± 9 % [47–90 %] proksimalne.

Samci in samice: število spiniformnih set na merusu (členu 4) pereopoda III 2–5 (gl. mezialno površino člena), a več kot v 80 % 4 ali 5.

Komentar: Birštejnov (1948) tipski material naj bi bil shranjen v njegovi zbirki v ruski Moskvi ('Zoologičeskij institut, Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet'). Avtor taksona (takrat podvrste) ni posebej označil holotipskega osebka. Ker pa njegov edini samec ni odrasel, določitev katere od samic iz istega vzorca za lektotip ne bi imela praktičnega pomena. Zato smo iz topotipskega vzorca izbrali neotip.

Razširjenost: Poleg populacij iz Postojnsko-Planinskega jamskega sistema (PPJS), vrsta naseljuje tudi območje Z in JZ od PPJS, Kras (JZ Slovenija/skrajni SV Italije), S del Istre (JZ-J Slovenija/SZ Hrvaška), S od rek Mirna in Raša. Znan tudi s skrajnega J Istre (Pula, molekuski podatki; Zakšek in Moškrič, neobjavljeno).

• *Troglocaris (Troglocaris) bosnica* Sket in Zakšek 2009

Sinonimi: *Troglocaris* sp. nov. 2 iz 'Bosnian clade', Zakšek in sod. 2007

Analizirane živali: 1 juvenilni samec, CL 6.2 mm, 13 odraslih samic, CL 5.8–7.4 mm, 4 juvenilne samice, CL 5.0–5.5 mm, Suvaja pečina, Sanski Most, Bosna in Hercegovina, 1 odrasla samica, CL 8.8 mm, Dabarska pečina, Sanski Most, Bosna in Hercegovina. Ponovno pregledan holotip (Sket in Zakšek 2009).

Popravljen diagnoza: Brez telesnega in očesnega pigmenta. Kljunec vsaj 55 % CL ali daljši, običajno z vsaj 13 ventralnimi zobci (izjemoma navzdol do 10), palp maksile I z več kot tremi, srednje dolgimi setami; pri samcih notranji rob endopodita na pleopodu I z več kot 30, mestoma v skupine nameščenimi dolgimi setami. Eksopodit na pereopodih V vedno dobro razvit.

Komentar: **Samci:** ponovno smo pregledali holotip, sicer pa v naših vzorcih odraslih samcev *T. (T.) bosnica* nismo imeli. Razen starostno spremenljivih znakov (diferenciacija propoda (člena 6) na pereopodih III–IV), edini juvenilni samec pri ostalih morfoloških znakih ni kazal odstopanj od diagnoze vrste (Sket in Zakšek, 2009). Odrasli samci morda brez retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I (gl. *appendix interna*), vendar bi za potrditev te domneve potrebovali večji vzorec odraslih samcev.

Samice: velikih odstopanj od diagnoze vrste nismo opazili, a je število zobcev na ventralni strani kljunca lahko izjemoma nekoliko manjše kot je predvideno v prvotni diagnozi (Sket in Zakšek, 2009).

Samci in samice: Velja poudariti, da so bili eksopoditi na pereopodu V razviti pri vseh, tako mladih kot odraslih živalih (v *T. aggr. anophthalmus* le izjemoma pri popolnoma odraslih živalih, gl. Preglednico 18).

Razširjenost: Vrsta je znana le iz dveh lokalitet v Bosanski Krajini (SZ del Bosne in Hercegovine). Populacije z območja Bihaća med Lušci poljem (Bosna) in Kukuruzovića pečino (Hrvaška) niso bili analizirani in lahko pripadajo eni od obeh sosedskih filogenetskih linij (E-Slo2; *T. (T.) bosnica*).

4.3.4 Določevalni ključ do filogenetskih skupin in taksonov podrodu *Troglocaris* s. str.

Določevalni ključ je uporabni del rezultatov. Zanj smo uporabili znake, ki kar najbolj razlikujejo med alternativama posamezne točke. Uporabljene numerične vrednosti so bodisi ekstremne vrednosti, bodisi interval vrednosti med 12. in 88. centilom [v oklepaju]. Če so vrednosti drugačne, je to razvidno iz besedila. Vendar pa zaradi taksonomske težavnosti skupine, in ker med razločevalnimi znaki skoraj ni atributivnih znakov, pogosto prihaja do prekrivanja vrednosti posameznega znaka med alternativama. Zato do pravilne določitve lahko pridemo le ob hkratnem upoštevanju večjega števila znakov in večjega števila pregledanih živali s posamezne lokalitete (oz. filogenetske skupine).

Ključ žal ni simetričen. Smo pa pri vrstnem redu izločanja skupin upoštevali kar največje število znakov in pazili, da so pari alternativ med seboj kar je bilo najbolj mogoče izključujoči.

V ključu podskupin filogenetske skupine E-Slo nismo nadalje delili (E-Slo1, E-Slo2, *T. a. intermedia*), in so vključene v opombo v okviru filogenetske skupine E-Slo v Preglednici 18. V ključ tudi nismo uvrstili filogenetske skupine *T. (T.) anophthalmus* – Istra, ki jo lahko po naših podatkih zanesljivo določimo le do *T. aggr. anophthalmus*. Ker nismo gotovi o pravi identiteti naših vzorcev domnevno istrske skupine (gl. tudi komentar pri opisu, str.85), jih prav tako nismo uvrstili v pregled stsnj znakov v Preglednici 18.

Najbolj diskriminativni morfološki znaki za ločevanje filogenetskih skupin jamskih kozic *T. aggr. anophthalmus* in *T. bosnica* so zbrani v Preglednici 18 (za izbor vseh diskriminativnih znakov, gl. Prilogi C5.2 in C5.3).

Preglednica 18. Izbor najbolj diskriminativnih številskih štetih, opisnih in dihotomnih morfoloških znakov in njihovih razmerij pri ločevanju štirih filogenetskih skupin *T. aggr. anophthalmus* in *T. bosnica*. Okrajšave, simboli: “+”: prisoten; “-”: odsoten; “*”: podatki samo za samce; M: samci; F: samice. Števila za dvopičji predstavljajo velikost vzorca. Pojasnilo vrednosti, uporabljenih pri razmerjih (R): zgornja vrstica, povprečna vrednost ± standardni odklon (število živali); spodnja vrstica, [minimum, 12. centil, 88. centil, maksimum]. Dodani so simboli za morfološke znake.

Table 1. Most discriminative numerical counted, descriptive, dichotomous morphological characters and ratios (Morfološki znak) for separation of four molecularly identified phylogroups of *T. aggr. anophthalmus* and *T. bosnica*. Symbols: “+”: present; “-”: absent; “*”: data for males only; M: males; F: females. Number after the colon indicates the sample number for that particular count, interval or character state. Explanation for values, used in ratios (R): upper row, average value ± standard deviation (number of specimens); lower row, [minimum, 12th percentile, 88th percentile, maximum].

Morfološki znak	<i>T. planinensis</i> (W-Slo)	E-Slo1 + E-Slo2 + <i>T. a.</i> <i>intermedia</i> (E-Slo)	Adriatic	Soča	<i>T. bosnica</i>
Pigment v pokrnelih očeh ^d	-	- / + ^x	-	-	-
Oblika kljunca ^d	različno dolg, kadar dolg (rcl > 43 %), pogosto s konico obrnjen navzgor (t.j. s konkavnim dorzalnim robom)	različno dolg, kadar dolg (rcl > 43 %), pogosto s konico obrnjen navzgor (t.j. s konkavnim dorzalnim robom) <i>T. a. i.</i> : rcl < 35 %	različno dolg, tudi kadar dolg (rcl > 43 %), ± raven, le izjemoma s konico obrnjen navzgor	različno dolg, kadar dolg (rcl > 43 %), vedno raven in ozek	dolg (rcl > 55 %) s konico vedno obrnjen navzgor (t.j. s konkavnim dorzalnim robom)
	0–7: 171	0–7: 163	0–7: 88	0–7: 27	0–7: 0
	8: 10	8: 1	8: 1	8: 0	8: 0
	9: 4	9: 2	9: 1	9: 0	9: 0
Število zobcev na ventralni strani kljunca (<i>ROT3</i>)	10: 4	10: 0	10: 0	10: 0	10: 1
	11: 1	11: 0	11: 0	11: 0	11: 0
	12: 0	12: 1	12: 0	12: 0	12: 1
	13: 1	13: 0	13: 0	13: 0	13: 2
	14–17: 0	14–17: 0	14–17: 0	14–17: 0	14–17: 10^a
dolžina 3. člena / dolžina 2. člena v stebelu antene I (R: a13a12)	0.43 ± 0.05 (205) [0.31, 0.38, 0.49, 0.58]	0.54 ± 0.06 (178) [0.41, 0.46, 0.62, 0.70]	0.55 ± 0.06 (95) [0.44, 0.48, 0.64, 0.73]	0.38 ± 0.05 (28) [0.30, 0.33, 0.46, 0.50]	0.50 ± 0.07 (19) [0.39, 0.41, 0.59, 0.61]
dolžina osti na skafoцерitu / širina skafoцерita (R: a2s3a2s2)	0.30 ± 0.05 (201) [0.18, 0.24, 0.36, 0.45]	0.28 ± 0.05 (177) [0.16, 0.22, 0.34, 0.41]	0.28 ± 0.04 (94) [0.20, 0.23, 0.34, 0.38]	0.22 ± 0.05 (28) [0.14, 0.15, 0.28, 0.31]	0.32 ± 0.09 (19) [0.24, 0.26, 0.36, 0.41]
	1: 0	1: 1	1: 0	1: 0	1: 0
	2: 1	2: 4	2: 4	2: 0	2: 11
Število spiniformnih set na merusu pereopoda III (<i>P3M</i>) ^d	3: 16	3: 45	3: 40	3: 6	3: 3
	4: 63	4: 9	4: 6	4: 14	4: 2
	5: 10	5: 6	5: 2	5: 3	5: 0

^a vključno s holotipom: gl. Sket in Zakšek (2009)

^d morfološki znak, ki ga v diskriminacijsko analizo nismo vključili

^x očesni pigment prisoten le pri E-Slo2

(se nadaljuje; *continued*)

Preglednica 18. (nadaljevanje) Izbor najbolj diskriminativnih številskih štetih, opisnih in dihotomnih morfoloških znakov in njihovih razmerij pri ločevanju petih filogenetskih skupin *T. aggr. anophthalmus* in *T. bosnica*. Okrajšave, simboli: “+”: prisoten; “-”: odsoten; “*”: podatki samo za samce; M: samci; F: samice. Števila za dvopičji predstavljajo velikost vzorca. Pojasnilo vrednosti, uporabljenih pri razmerjih (R): zgornja vrstica, povprečna vrednost ± standardni odklon (število živali); spodnja vrstica, [minimum, 12. centil, 88. centil, maksimum].

Table 1. (continuation)

Morfološki znak		<i>T. planinensis</i> (W-Slo)	E-Slo1 + E-Slo2 + <i>T. a.</i> <i>intermedia</i> (E-Slo)	Adriatic	Soča	<i>T. bosnica</i>
Eksopodit na pereopodu V ^{c, d}		-: 189 +: 11	-: 157 +: 8	-: 87 +: 5	-: 28 +: 0	-: 0 +: 16 ^a
dolžina daktila na pereopodu V / dolžina propoda istega pereopoda (R: p5dp)		0.22 ± 0.02 (188) [0.16, 0.20, 0.24, 0.29]	0.21 ± 0.02 (165) [0.14, 0.18, 0.24, 0.27]	0.25 ± 0.02 (87) [0.17, 0.22, 0.27, 0.29]	0.20 ± 0.02 (26) [0.16, 0.17, 0.23, 0.25]	0.22 ± 0.02 (18) [0.18, 0.19, 0.25, 0.25]
Število spiniformnih set na daktilu pereopoda V (P5D)	M F	34–60: 56 25–74: 97	37–56: 43 23–61: 86	31–56: 28 39–62: 52	32–47: 12 31–40: 10	prb. 50: 1 ^a 40–53: 11
Oblika propoda na pereopodu III ^{*, d}		šibko do močno ukrivljen	šibko do močno ukrivljen	šibko do močno ukrivljen	raven ali šibko ukrivljen	šibko do močno ukrivljen
Število retinakularnih kaveljčkov na notranjem privesku na endopoditu pleopoda I (PP1AIN) ^{*, d}		0: 12 1: 6 2–6: 48 7: 0	0: 45 ^y 1: 13 ^y 2–6: 0 7: 0	0: 8 1: 4 2–6: 15 7: 1	0: 20 1: 0 2–6: 0 7: 0	0: 1 ^a 1: 0 2–6: 0 7: 0
Število set na notranjem robu endopodita na pleopodu I (opis dolžine ^z) (PP1ENS) [*]		16–40: 62 (kratke sete)	12–33: 48 (kratke sete)	14–38: 29 (kratke sete)	15–24: 14 (kratke sete)	>30 ^b (dolge sete)
širina eksopodita uropoda / dolžina eksopodita uropoda (R: u21)		0.33 ± 0.02 (197) [0.26, 0.31, 0.36, 0.40]	0.32 ± 0.02 (169) [0.28, 0.30, 0.34, 0.37]	0.36 ± 0.02 (92) [0.31, 0.33, 0.39, 0.43]	0.30 ± 0.02 (27) [0.27, 0.28, 0.32, 0.33]	0.34 ± 0.02 (19) [0.30, 0.31, 0.36, 0.36]
dolžina telzona / dolžina pleonita VI (R: te1s6)		0.91 ± 0.08 (174) [0.59, 0.82, 1.00, 1.12]	0.98 ± 0.06 (151) [0.83, 0.90, 1.04, 1.17]	0.88 ± 0.05 (84) [0.76, 0.82, 0.94, 1.03]	0.97 ± 0.06 (24) [0.89, 0.91, 1.04, 1.15]	0.99 ± 0.12 (17) [0.77, 0.85, 1.18, 1.20]
distalna širina telzona / proksimalna širina telzona (R: tes2tes1)		0.63 ± 0.10 (173) [0.42, 0.52, 0.76, 0.90]	0.68 ± 0.10 (152) [0.47, 0.56, 0.79, 0.94]	0.56 ± 0.07 (84) [0.43, 0.47, 0.64, 0.77]	0.74 ± 0.09 (23) [0.57, 0.63, 0.87, 0.89]	0.63 ± 0.10 (18) [0.49, 0.52, 0.77, 0.87]

^a vključno s holotipom: gl. Sket in Zakšek (2009)

^b cit. po Sket in Zakšek (2009)

^c podatki za juvenilne in odrasle živali združeni; pri *T. (T.) bosnica*, eksopodit na pereopodih V prisoten ne glede na starost, pri *T. aggr. anophthalmus* prisoten izjemoma in vedno le pri odraslih, velikih živalih

^d morfološki znak, ki ga v diskriminacijsko analizo nismo vključili

^y E-Slo2 in *T. a. intermedia*: **PP1AIN** = 0; E-Slo1: **PP1AIN** = 0–1.

^z gl. tudi Sket in Zakšek (2009), str. 801: Slika 8.

4.3.4.1 Določevalni ključ*

1. SZ Bosna in Hercegovina (Bosanska Krajina). Kljunec vedno dolg, $> 55\%$ CL, konica kljunca distalno vedno ukrivljena navzgor. Število zobcev na ventralni strani kljunca (*ROT3*) običajno več kot 14 (izjemoma navzdol do 10). Skafofnatit na maksili II s šopom plumoznih set, ki dosegajo dolžino skafofnatita. Brez pigmenta v očeh. Eksopodit na pereopodu V dobro razvit. Pri samcih z več kot 30 razmeroma dolgimi spiniformnimi setami na notranjem robu endopodita na pleopodu I *T. (T.) bosnica*
- Drugod. Kljunec različno dolg in oblikovan. Število zobcev na ventralni strani kljunca (*ROT3*) običajno 0–9 (izjemoma do 13). Skafofnatit maksile II brez šopa dolgih plumoznih set, ki dosegajo dolžino skafofnatita (izjemoma le posamezne dolge sete). Očesni pigment lahko prisoten. Eksopodit na pleopodu V le izjemoma razvit. Pri samcih, 12–40 kratkih set na notranjem robu endopodita na pleopodu I.....2
2. Z Slovenija, italijanski Kras/Carso, Istra (Hrvaška). Brez očesnega pigmenta. Distalni člen stebila (člen 3) antene I kratek, 31–58 % [37, 49] dolžine predhodnega (2.) člena. Število spiniformnih set na merusu (člen 4) pereopoda III običajno 4 ali 5, izjemoma manj.....3
- Drugod. Očesni pigment lahko prisoten. Distalni člen stebila (člen 3) antene I dolg, 41–73 % [48, 64] dolžine predhodnega (2.) člena. Število spiniformnih set na merusu (člen 4) pereopoda III 1–5, navadno 3 ali manj..... 4
3. Porečje rek Vipava in Soča (Z Slovenija). CL ≤ 7 mm. Kljunec različno dolg, tudi kadar podaljšan ($> 45\%$ CL), vedno raven (neukrivljen) in ozek. Distalna ost skafofocita na anteni II šibka, 14–31 % [15, 27] širine skafofocita. Število spiniformnih set v glavniku na daktilu (člen 7) pereopoda V 31–47 [32, 40]. Eksopodit na pereopodu V ni razvit. Eksopodit uropoda ozek, 27–33 % [28, 32] svoje dolžine. Pri samcih propod (člen 6) na pereopodu III raven ali šibko ukrivljen; brez retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I (gl. notranji priveseček); število kratkih spiniformnih set na notranjem robu endopodita na pleopodu I 15–24 [15, 23]..... *T. (T.) anophthalmus* – Soča
- JZ Slovenija J od porečij Vipave in Soče, italijanski Kras/Carso in raztreseno v Istri (Hrvaška). CL 5.1–9.9 mm. Kljunec različno dolg, kadar podaljšan, s konico distalno pogosto ukrivljeno navzgor. Distalna ost skafofocita na anteni II močna, 18–45 % [23, 37] širine skafofocita. Število spiniformnih set v glavniku na daktilu (člen 7) pereopoda V 25–74 [39, 57]. Eksopodit na pereopodu V izjemoma lahko prisoten. Eksopodit uropoda širši, 26–40 % [31, 36] svoje dolžine. Pri samcih propod (člen 6) na pereopodu III šibko ali močno ukrivljen; z 1–6 retinakularnimi kaveljčki na endopoditu pleopoda I (gl. notranji priveseček), samo izjemoma brez njih; število kratkih spiniformnih set na notranjem robu endopodita na pleopodu I 16–40 [21, 32].....*T. (T.) planinensis*
4. Od Like (Hrvaška) do J Hercegovine (Bosna in Hercegovina), vzdolž jadranske obale, vključno z nekaterimi otoki (Ugljan, Brač). Kljunec različno dolg, a vedno $\pm$ raven (gl. dorzalni rob), samo izjemoma s konico distalno ukrivljeno navzgor (eden od 15 vzorcev). Daktil (člen 7) pereopoda V dolg, 17–29 % [22, 27] dolžine propoda (člena 6). Eksopodit uropoda širok, 31–43 % [33, 39] svoje dolžine. Telzon kratek, 76–103 % [81, 94] dolžine pleonita VI, in distalno močno zožan; njegova distalna širina meri 43–70 % [47, 64] proksimalne širine. Odrasli samci z 2–7 retinakularnimi kaveljčki na endopoditu pleopoda I (gl. notranji priveseček) prevladujejo, izjemoma lahko z enim samim ali brez njih.....*T. (T.) anophthalmus* – Adriatic
- JV Slovenija – SZ Hrvaška (Kordun, SV od Like). Kljunec različno dolg, kadar podaljšan, pogosto s konico distalno ukrivljeno navzgor. Očesni pigment lahko prisoten. Daktil (člen 7) pereopoda V kratek, 14–27 % [18, 24] dolžine propoda (člena 6). Eksopodit uropoda ozek, 28–37 % [30, 35] svoje dolžine. Telzon daljši, 83–117 % [90, 104] dolžine pleonita VI, in le malo zožan distalno; njegova distalna širina meri 47–94 % [56, 80] proksimalne širine. Odrasli samci brez, izjemoma pa z enim retinakularnim kaveljčkom na endopoditu pleopoda I (gl. notranji priveseček)..... *T. (T.) anophthalmus* – E-Slo*

* gl. tudi Preglednico 18

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Razvoj spolnih znakov

Morfometrične in kvalitativne lastnosti pleopodov I–II in pereopodov III–IV so pri jamskih kozicah *Troglocaris* s. str. pomembne pri ločevanju samcev na juvenilne in odrasle. Pri vseh samcih omenjenega podrodu se oblika endopodita na pleopodu I razlikuje tako od oblike pri podrodovih *Spelaeocaris* ali *Troglocaridella* kot od preostalih kozic iz družine Atyidae. Oblika endopodita se spreminja z dozorevanjem samcev. Vendar pri tem dolžina koša kaže na visoko raznolikost znotraj starostnih skupin (tudi znotraj posameznih populacij, gl. Prilogi A1 in A2) in obenem nizko stopnjo korelacije z znaki na pleopodih in pereopodih. Zato dolžine koša ne moremo zanesljivo uporabljati pri določanju starosti samcev. Poleg tega je dolžina koša še močno spolno dimorfna, vedno z višjimi vrednostmi pri samicah (Prilogi A1 in A2).

Oblika in velikost endopodita na pleopodu I sta zelo raznolika tudi pri *Caridina longirostris* H. Milne Edwards 1837, in prav tako nista izrazito soodvisna z dolžino koša. Ta primer je tako še eden znotraj družine Atyidae, kjer zaporedni starostni stadiji niso izrazito povezani z daljšanjem koša. Podatkov o raznolikosti ali razvoju pleopodov pri drugih kozicah družine Atyidae nismo našli.

Za opaženo neskladje med razvojem koša in spolnih znakov pri samcih, v manjši meri pa tudi pri samicah, podajamo dve možni razlagi, bodisi koš (in verjetno vse telo) ne raste enakomerno skozi mladostni razvoj, ali pa je hitrost razvoja spolnih znakov med posameznimi živalmi različna.

Znotraj družine Atyidae so natančni podatki o diferenciaciji pereopodov III–IV (in pri nekaterih vrstah V) znani samo za rodove *Troglocaris* s. l. (to delo), *Paratya* Miers 1882 (Bouvier 1925) in *Lancaris* Cai in Bahir 2005. Če samci te pereopode res uporabljajo pri parjenju, je vedenje vrst pri parjenju verjetno različno. Medtem ko pri nekaterih rakih diferenciacija pereopodov velja za pomemben taksonomski znak, npr. pri razlikovanju vrst znotraj rodu *Monolista* (Sphaeromatidae; Sket, 1965), pa mu do sedaj znotraj rodu *Troglocaris* niso pripisovali visoke filogenetske vrednosti (Sket in Zakšek, 2009). Sket in Zakšek (2009) navajata, ne le da nimajo vsi podrodovi enako diferenciranih pereopodov III–IV, ampak tudi, da diferenciacija propodov (členov 6) na pereopodih V ni skladna s filogenezo znotraj podrodu *Spelaeocaris*. Avtorja sta na podlagi pregledanih samcev morfološko prepoznala dve molekulsko definirani sestrski vrsti, *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) neglecta*, prvo z močno in drugo brez diferenciranih propodov na pereopodu V. Sestrski klad tema omenjenima vrstama skupaj s še neopisano vrsto iz bosenske Suvaja pečine sestavljata tudi *T. (S.) prasence* in *T. (S.) kapelana*, od katerih pa nobena nima diferenciranih propodov na pereopodih V. Naši podatki kažejo, da so bili vsi samci *T. (S.) neglecta* iz omenjene raziskave juvenilni, in je opis vrste zato napačen, kot so bila tudi napačna predvidevanja o filogenetski teži omenjenega znaka. Kot odrasli imajo samci *T. (S.) neglecta* diferencirane propode vseh posteriornih pereopodov (III–V).

Opažena visoka raznolikost razvoja spolnih znakov in dolžine koša v rodu *Troglocaris* s. l. je zato lahko izvor napačnih taksonomskih odločitev. Definiranje in/ali prepoznavanje zrelosti živali v primeru »redkih« vrst, zlasti kjer v vzorcih prevladujejo samice, je lahko zelo težavno. Če raziskovalec ni dovolj seznanjen s potekom dozorevanja vrste ali celo posamezne rase, se bo le težko pravilno odločil o odraslosti živali v vzorcu. Nekaj vprašljivih primerov morfoloških diagnoz taksonov znotraj družine Atyidae, ki podpirajo zadnjo izjavo, podajamo v nadaljevanju.

Podvrsto *Troglocaris anophthalmus planinensis* Birštejn 1948, je avtor diagnosticiral na podlagi nediferenciranih propodov na pereopodih III–IV, in enostavne krožnikaste oblike endopodita na pleopodu I. Kasneje je molekulska analiza potrdila obstoj vrste, ki sedaj nosi ime *T. (T.) planinensis* (Birštejn 1948) (Sket in Zakšek, 2009). Kljub temu pa so večji vzorci s tipske lokalitete in iz številnih okoliških lokalitet (Fabjan, 2001; Sket in Zakšek, 2009; to delo) jasno pokazali, da je Birštejn takson opisal na podlagi mladega samca.

T. (S.) kapelana je bila še pred morfološkim opisom prepoznana na podlagi molekulske filogenetskih raziskav, vendar sta za morfološki opis bila na voljo le dva samca (Sket in Zakšek, 2009). Manjši od obeh samcev je bil zagotovo mlad in pri večjem samcu so pleopodi in pereopodi bili podobni tistim pri subadultnih samcih sorodne *T. (S.) prasence*. Zato sta Sket in Zakšek (2009), avtorja diagnoze za *T. (S.) kapelana*, dvomila o popolni odraslosti holotipa. Ker pa edini samec *T. (S.) kapelana*, analiziran v naši študiji, kaže enaka stanja znakov na pleopodih in pereopodih kot pri holotipu, še vedno ne vemo zagotovo, ali so slabše diferencirane reproduktivne strukture pri tej vrsti posledica pedomorfoze, ali pa noben od pregledanih samcev še ni bil popolnoma odrasel. Večji vzorec bi verjetno lahko odgovoril na to dilemo.

Druge vrste kozic iz poddružine Paratyinae z vprašljivimi diagnozami zaradi neraziskanega mladostnega razvoja so *Gallocaris inermis*, *Palaemonias alabamae* Smalley 1961, in *P. ganteri* Hay 1901 (Hobbs in sod. 1977). Pri vseh notranji privesek na pleopodu II presega dolžino moškega priveska. Čeprav je mogoče, da dozorevanje pri naštetih vrstah ne sovпада z opisanim pri rodu *Troglocaris*, je možno tudi, da so te vrste pedomorfne ali pa njihovi holotipi niso odrasli. Podobno tudi pri opisanem samcu *Lancaris cumariae* (De Silva 1990) (Cai in Bahir, 2005) distalni del lamine ne doseže konca notranjega priveska na endopoditu pleopoda I, in pereopodi III–IV niso diferencirani. Opisana stanja znakov na omenjenih strukturah lahko najdemo tudi pri juvenilnih samcih sorodne (Bossuyt in sod., 2004) *L. singhalensis* (Ortmann 1894) (Cai in Bahir, 2005), medtem ko se pri večini drugih atiidov (vključno s sorodno *Caridina*), pereopodi III–IV s starostjo ne diferencirajo. Poleg že omenjenega velikega vzorca, ki bi pripomogel k pojasnitvi dileme, bi morda lahko k pravilnemu odgovoru pomagale tudi korelacije med znaki.

Pri samicah podrodu *Troglocaris* s. str. je najbolj zanesljiv znak za prepoznavo starosti živali oblika endopodita na pleopodu I. Čeprav na podlagi zbranih morfoloških podatkov ne moremo natančno določiti, kdaj se pri samicah razvijejo gonade (velja tudi za samce), lahko jasno ločimo med »jajčasto« oblikovanim (predvidoma juvenilne samice) in »podaljšanim« (predvidoma odrasle samice) endopoditom na pleopodu I. Zaradi postopnega podaljševanja endopodita med dozorevanjem nadaljna delitev odraslih samic

na zaporedne starostne stadije ni mogoča. Pri odraslih samicah je notranji privesek že dobro razvit in bolj ali manj ukrivljen oziroma zvit, ne glede na dolžino.

Z zaporednimi levitvami se pri samicah oblikujejo tudi sekundarni spolni znaki, značilni za ovigere samice (gl. rezultate in Juberthie Jupeau, 1974). To so predvsem podaljšane sete (*soies ovigeres*) na pleopodih I–III in samica lahko nanje prilepi jajca. Te sete ostanejo razvite celo kasneje, ko se larve že izvalijo, a z naslednjo levitvijo izginejo.

Pri samicah je za oceno starosti pomembna tudi velikost (dolžina koša), čeprav je dokaj raznolika in jasna ločitev med starostnimi skupinami samo na podlagi omenjenega znaka ni mogoča.

Pri obeh spolih podrodu *Troglocaris* s. str. smo tako opisali zaporedne starostne faze, ki so (nekateri) že bile prikazane na manjši seriji živali s pomočjo kvalitativnega (Fabjan, 2001) in kvantitativnega pristopa. Čeprav smo znotraj *T. aggr. anophthalmus* z gotovostjo med mladimi in odraslimi samci ločevali le v filogenetskih skupinah zahodne in vzhodne Slovenije (zaradi pomanjkanja mladih živali iz drugih filogenetskih skupin), je enak vzorec dozorevanja verjetno značilen za samce iz vseh petih filogenetskih skupin *T. aggr. anophthalmus*. To hipotezo podpira tako podobnost odraslih živali vseh petih skupin kot tudi položaj edinega samca *T. (T.) bosnica*, sestrške vrste agregatu *T. (T.) anophthalmus*, znotraj skupine juvenilnih samcev. Njegova neodraslost je bila nedvomno potrjena s primerjavo z opisom omenjene vrste (Sket in Zakšek, 2009), kjer je bil zagotovo uporabljen odrasel holotip. Naš mlad osebek in odrasel holotip kažeta enake morfološke značilnosti pregledanih spolnih znakov kot mlade in odrasle živali iz drugih filogenetskih skupin.

Medtem ko smo različnost juvenilnih in odraslih samcev lahko opazili ne glede na uporabljen multivariatno statistično metodo, ter celo ob izključitvi dveh najpomembnejših znakov (diferenciacija propodov na pereopodu III, *pr3tp*, in razvitost moškega priveska, *pl2amen*) iz analize glavnih komponent (ni prikazano), nadaljnje delitve znotraj odrasle skupine nismo opazili. Kljub temu smo našli nekaj znakov, ki se sicer postopoma spreminjajo, a lahko pripomorejo k nadaljni oceni starosti odraslih samcev. Med njimi sta oblika propodov na pereopodih III–IV in razvoj dveh ločenih vrst (proksimalne goste in distalne redkejše) spiniformnih set na daktilih (členih 7) pereopodov III–IV, ki lahko deloma ločujeta podskupini B₁ in B₂ (gl. Sliko 6). Nekateri številski šteti znaki ravno tako sledijo logičnemu zaporedju razvoja pri odraslih samcih, na primer število set na različnih delih pereopodov III–V z dozorevanjem postopoma narašča. Pri odraslih *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) neglecta*, se poleg propodov na pereopodih III–IV diferencirajo tudi propodi na pereopodih V.

Postopno metodo v diskriminacijski analizi smo uporabili, da bi (1) omogočili enostavnejšo interpretacijo rezultatov, (2) izločili statistično neraznolike znake med skupinami in (3) našli kombinacijo najmanj soodvisnih znakov. Medtem ko smo prva dva cilja uspeli doseči, pa sta tudi zadnja dva preostala znaka (*pr3tp* in *pl2amen*) visoko soodvisna. Ker pa smo pokazali, da sta pomembna pri ločevanju starostnih skupin samcev in je njuna visoka soodvisnost verjetno bila le posledica tega, da osamelci (v našem

primeru majhni skupini U in A glede na številčno skupino B) lahko bistveno povišajo oceno soodvisnosti znakov (Statsoft, Inc. 2010), jih nadalje nismo izključili.

Starostno odvisna raznolikost povzroča večje težave, ko primerjamo ožje sorodne taksoni, kot v primeru podrodu *Troglocaris* s. str. Kadar pa so morfološke razlike med taksoni bolj očitne (npr. pri primerjavi podrodov), visoka raznolikost znotraj vsakega od taksonov ne vpliva mnogo na njihovo medsebojno ločevanje. Pri spolnih znakih kozic *Troglocaris* s. str. smo pokazali, da so razlike med različno starimi živalmi celo bistveno večje kot pa so razlike med filogenetskimi skupinami teh kozic. Zato je za determinacijo vrste (taksona, filogenetske skupine) priporočljivo uporabiti le popolnoma odrasle, spolno zrele živali (Thorpe, 1983). Da bi zanesljivo našli povezavo med spolnim dozorevanjem in razvojem morfoloških spolnih znakov, bi morali proučiti razvoj gonad.

5.1.2 Vzorec razširjenosti jamskih kozic *Troglocaris* s kratkim in dolgim kljuncem

Poleg močerila je le še nekaj potencialnih plenilcev jamskih kozic, npr. nekaj velikih vrst postranic (Crustacea: Amphipoda): *Typhlogammarus mrazeki* Schaferna 1906 (Sket, 2003) in *Niphargus* spp. (Fišer in sod., 2009), morda tudi endemne ribe iz družine ciprinidov (gl. Spandl, 1926; Zupančič in Bogutskaya, 2002). Čeprav je naše znanje o plenilskem in prehranjevalnem vedenju postranic močno omejeno, glede na opazovanje postranic pri prehranjevanju, podaljšan kljunec kozic ne more služiti za obrambo proti tem plenilcem (Sket, os. spor., 2009). Te plenilske živali namreč z uplenjene kozice trgajo kose telesa in je ne morejo pogoltniti cele, saj so približno enako velike kot omenjeni plen.

Pred analizo raznolikosti morfoloških znakov na kljuncu smo analizirali spolni dimorfizem in starostni polimorfizem omenjenih znakov. Tako smo lahko sklepali na upravičenost združevanja podatkov različno starih samcev in samic. Starostne razlike v morfoloških znakih so največkrat posledica alometrične rasti različnih delov telesa (npr. Tzong-der Tzeng in Shen Ya-Yeah, 2002). V našem primeru smo ugotovili, da je od vseh pregledanih znakov relativna dolžina kljunca najmanj spolno in starostno odvisna.

Vzorec raznolikosti relativne dolžine kljunca (dolžine kljunca v nadaljnjem besedilu) pri podrodu *Troglocaris* s. str. je podoben vzorcu raznolikosti dolžine kljunca pri kozici *Xiphocaris* (Covich in sod., 2009): pri živalih, ki živijo ob prisotnosti plenilskih rib, je dolžina kljunca statistično značilno daljša, gostota populacije pa nižja v primerjavi s populacijami, ki živijo brez prisotnosti rib. Avtorji iste raziskave poročajo tudi o nižjih abundancah kozic z dolgim kljuncem, kjer rib ni, kot tudi kozic s kratkim kljuncem, kjer ribe so prisotne.

Tudi pri štirih vrstah kozic rodu *Leptopalaemon* (Kakadukarididae), *L. gagadju* Bruce in Short 1992, in še treh še neopisanih vrstah, se je pokazala pozitivna korelacija med dolžino kljunca, številom zobcev na kljuncu in prisotnostjo plenilskih rib (John Short, os. spor., 2009). Short tudi navaja, da med proučevanimi lokalitetami ni bilo opaznih razlik v abiotičnih dejavnikih (na primer v hidroloških razmerah, fizikalnih, kemijskih parametrih, substratu) in vegetaciji. Do podobnih sklepov so prišli nekateri avtorji, ki so preučevali analogne obrambne strukture (npr. podaljšanje trnov) pri ličinkah nekaterih kačjih pastirjev (Odonata), ki živijo v stoječih vodah skupaj s plenilskimi ribami (Arnquist in Johansson,

1998; Johansson in Wahlström, 2002; Mikolajewski in Johansson, 2004; Mikolajewski in sod., 2006; Brooks, 2008; Johansson in Samuelsson, 1994). Johansson in Samuelsson (1994) sta poročala o nižji celotni gostoti plena v primeru, ko živi ob prisotnosti plenilcev. Vendar pa podobne raziskave in zaključki niso bili narejeni le na makroinvertebratih, ampak so podobni obrambni mehanizmi že zelo dolgo znani tudi pri številnih manjših nevretenčarjih, kot so npr. kotačniki (Rotatoria) in vodne bolhe (Cladocera) (Adler in Harvell, 1990; Harvell, 1990).

5.1.2.1 Možni vzroki za visoko pozitivno korelacijo med dolžinama kljunca in koša pri *Troglocaris* s. str. ter prisotnostjo močerila (*Proteus anguinus*)

Hipoteze o podaljšanem kljuncu pri troglokarisu zaradi prisotnosti močerila nismo mogli zavreči. Potrjevala jo je morfološka analiza, malo manj pa tudi poskus učinkovitosti prehranjevanja močerila z jamskimi kozicami. Takšno ujemanje le stežka pripišemo naključju, zato sklepamo, da dolg kljunec jamskim kozicam pomaga pri obrambi pred predacijo močerila.

Čeprav v študijah kozic *Xiphocaris* in ličink kačjih pastirjev (gl. zgoraj) avtorji niso poskusili razložiti mehanizma adaptacije plena na plenjenje, bi iz njihovih rezultatov lahko sklepali, da je odgovor plena na prisotnost plenilca fenotipski. Enak odgovor na prisotnost plenilcev je že poznan pri vodnih bolhah in kotačnikih (Adler in Harvell, 1990; Harvell, 1990). Iz naših rezultatov lahko predlagamo štiri možne razlage za adaptacijo:

- (1) kozice se fenotipsko odzovejo na prisotnost plenilčevih kairomonov v vodi z bolj intenzivno rastjo kljunca v ontogenezi,
- (2) v polimorfnih populacijah oz. populacijah živali s kratkimi kljunci, ob prisotnosti močerila selekcija favorizira alele, ki kodirajo daljši kljunec,
- (3) v polimorfnih populacijah oz. populacijah živali s dolgimi kljunci, selekcija favorizira alele za krajši kljunec, kjer podaljšana oblika ni koristna, ali
- (4) selekcijskega pritiska ni, redukcija se zgodi kot posledica kopičenja destruktivnih mutacij.

V znanstvenih krogih še vedno tečejo debate o podobni dilemi (razlaga 3 proti razlagi 4) glede redukcije oči pri podzemeljskih živalih (npr. Sket, 1985).

Da bi se izognili pristranskim sklepom zaradi različnih velikosti vzorcev, kot tudi zaradi vpliva visoke raznolikosti relativne dolžine kljunca v nekaterih populacijah, smo za vsak vzorec izračunali povprečne vrednosti tega znaka. Nato smo postavili mejo med dvema razredoma, ki predstavljata kratko- in dolgokljune populacije, pri 43 % dolžine kljunca glede na dolžino koša. Pri tako postavljeni meji smo dobili najboljše ločevanje kratko- in dolgokljunih populacij ob hkratnem upoštevanju odsotnosti oziroma prisotnosti močerila (za število živali, ki so izstopale iz predvidene skupine, gl. Preglednico 6, pod G/O).

Najboljše ujemanje med relativno dolžino kljunca in prisotnostjo močerila smo opazili v severnem delu Dinaridov, kjer je večina populacij kozic s kratkim kljuncem (gl. Sliko 10) izolirana od najbližjih lokalitet močerila. V južnem delu Dinaridov pa ima veliko populacij iz jadranske filogenetske skupine kozic v povprečju dolge kljunce, čeprav verjetno živijo brez predatorskega pritiska. V vzorcih 69, 65, 66 in 63 iz omenjene filogenetske skupine je

raznolikost relativne dolžine kljunca zelo velika (v enakem vrstnem redu): 28–57 %, 36–57 %, 36–56 % in 30–50 % (Preglednica 6). Veliko raznolikost lahko razlagamo bodisi (1) s povišanjem raznolikosti struktur ob odsotnosti selekcijskega pritiska (Darwin, 1859), (2) z nezadostnim poznavanjem razširjenosti močerila na omenjenem področju, ali pa (3) se odziv jadranske filogenetske skupine na plenilca razlikuje od odziva pri drugih filogenetskih skupinah. Ne glede na to, ali gre za fenotipsko ali genotipsko pogojen odgovor, pa je tretja možnost podprta z genetsko razdaljo med jadransko in drugimi filogenetskimi skupinami. Seveda je pri tem treba upoštevati tudi, da prisotnost dolgega kljunca ob odsotnosti močerila za kozice najbrž nima tako negativnih posledic za kozice, kot obratna situacija. Seveda pa je produkcija dolgega kljunca energetsko zagotovo zahtevna, zato krajšanje verjetno ima biološki pomen. Tudi primerjava razširjenosti ciprinidnih rib (gl. Zupančič in Bogutskaya, 2002) in razširjenosti jamskih kozic z dolgim kljuncem (gl. zgoraj) ni doprinesla k pojasnitvi rezultatov.

Že Kletečki in sod. (1996) so ugotovili, da v arealu močerila obstajata dve neposeljeni vrzeli: območje med slovenskimi populacijami na severu in populacijami v hrvaški Istri na jugu, ter med populacijami severozahodne in jugovzhodne Hrvaške (t.j. na območju Velebita in delno v Liki). Zadnje omenjeno območje brez prisotnosti močerila se nadaljuje proti severu čez območje Korduna do slovenskih populacij močerila v Beli Krajini (gl. Sket, 1997). Kot bi lahko pričakovali, je na obeh območjih večina populacij kozic s kratkim kljuncem. Našli smo tudi dve populaciji s kratkim kljuncem znotraj jadranske skupine, na južnem robu Velebita (62) in bližnjem otoku Ugljanu (64), pri čemer lahko sklepamo na odsotnost močerila z omenjenih lokalitet. Vendar smo našli tudi izjeme med severnimi populacijami kozic: populacija iz Jelovičke jame (43) ima dolg kljunec, čeprav močeril na tej lokaliteti še ni bil zabeležen; je pa prisoten v bližnji jami Bilpa, ki je z Jelovičko jamo povezan prek porečja Kolpe. Edina predstavnik dveh italijanskih populacij (81, 90, podatki iz Fabjan, 2001; gl. Preglednico 6) imata kratek kljunec kljub temu, da omenjeni populaciji kozic verjetno živita sintopo z močerilom (prisotnost močerila je potrjena le za lokaliteto 81). Vendar imajo obem omenjenim italijanskim lokalitetam okoliške populacije kozic v povprečju bistveno daljše kljunce. Vzorci vseh drugih populacij, ki jih je pregledala Fabjan (2001, neobjavljeno), vključno z enajstimi vzorci iz istih populacij, od koder smo jih analizirali tudi sami (primerjaj podatke v Preglednici 6), se v dolžini kljuncev ujemajo z našimi rezultati. Poudariti velja, da omenjeni italijanski lokaliteti ležita na robu razširjenosti močerila, zato sta morda njegova gostota in pritisk na kozice zelo nizka v primerjavi z osrednjim območjem razširjenosti plenilca (kjer je tudi osrednje območje razširjenosti kozic).

Glede na dobro ujemanje med dolžino kljunca pri kozicah in prisotnostjo močerila, bi lahko sklepali na prisotnost oziroma odsotnost močerila tudi za lokalitete, ki jih zaradi neraziskanosti glede močerila v statistične analize ni bilo mogoče vključiti (vzorci, označeni z »#« v Preglednici 6).

Medtem ko je pri kozicah *Xiphocaris*, ki živijo v stiku s plenilskimi ribami, dolžina koša navidez večja samo na račun dolžine kljunca (Covich in sod., 2009: Slika 5; v dolžino koša so vključili kljunec), pa smo pri jamskih kozicah *Troglocaris* opazili tudi značilno daljšo postorbitalno dolžino koša (CL) v populacijah, ki so v stiku z močerilom. Dodatno sta pri teh populacijah višja tudi število in/ali moč zobcev na kljuncu (*ROT1* in *ROT3*), prav tako

pa tudi na glavinem delu karapasa (*ROT2*). Tudi pri jadranski filogenetski skupini, kjer so kozice v povprečju sicer na splošno nekoliko manjše kot v vzhodno– in zahodnoslovenskih skupinah, je dolžina koša (ki je za nas pokazatelj telesne dolžine) statistično značilno večja pri živalih iz populacij, ki živijo sintopo z močerilom. O povečanju telesa ali telesnih delov, ki naj bi služili v obrambne namene, so že poročali tudi pri kozicah nesorodnih taksonih, kot je na primer *Scenedesmus* (Algae: Chlorophyta) (Baldwin, 1996); prisotnost vodnih bolh iz rodu *Daphnia* (Crustacea: Phyllopoda) namreč povzroči rast omenjene alge, tako da postane prevelika, da bi jo vodna bolha lahko pojedla.

Poleg podrođu *Troglocaris* s. str. so na področju Dinarskega krasa razširjene še druge vrste jamskih kozic *Troglocaris* s. l. V grobem kažejo podoben odziv na prisotnost močerala kot smo ga pokazali pri *Troglocaris* s. str., vendar rezultatov zaradi pomanjkanja vzorcev za te vrste ni bilo mogoče statistično ovrednotiti (gl. Prilogi B5 in B6). *T. (Spelaeocaris) kapelana* iz Like (Hrvaška) in njena do sedaj še neopisana sestrška vrsta iz Bosanske Krajine (Bosna in Hercegovina) sta obe poznani le z lokalitet, kjer živita ob prisotnosti močerala. Obe imata za podrod *Spelaeocaris* razmeroma dolg, navzgor upognjen kljunec z redkimi, a velikimi zobci. Pri vrsti *T. (S.) prasence* smo našli tako populacije s povprečno dolgimi kot populacije s kratkimi kljunci. Od kratkokljunih z manjšim številom zobcev so nekatere živali iz Obodske pečine (Črna Gora) celo brez zobcev na kljuncu. V nobeni od črnogorskih jam močeryl še ni bil zabeležen. *T. (S.) neglecta*, majhna kozica z izredno kratkim (gl. Slika 12) neozobčenim kljuncem, je bila najdena samo na nekaj lokalitetah v srednji Dalmaciji, kjer močeryl (skoraj zagotovo) ni. Omenjeni primeri iz rodov *Troglocaris*, *Xiphocaris* in *Leptopalaemon* potrjujejo domnevo, da sta pozitivna povezava med predatorji in dolžino kljunca pri kozicah zelo razširjena. Podobno o razširjenosti tega pojava razmišlja Short (os. spor., 2009) tudi za družino *Palaemonidae*. Posledično kljunec kot diagnostični znak v sistematiki zahteva posebno obravnavo.

Pri preostalih dinarskih vrstah troglokarisa, *T. (S.) pretneri*, *T. (Troglocaridella) hercegovinensis* pa jasne povezave med dolžino kljunca in prisotnostjo močeryl nismo opazili. Vendar vsaj pri slednji Sket (os. spor., 2009) navaja, da obstajata tako 'kratko-' kot tudi 'dolgokljuna' forma (gl. tudi Prilogo B6). Za potrditev te domneve bi potrebovali več molekulskih in morfoloških podatkov ter podatkov o tem, kje se omenjena kozica pojavlja skupaj z močerilom.

5.1.2.2 Učinkovitost prehranjevanja močeryl *Proteus anguinus* z jamskimi kozicami *Troglocaris*

Oba močeryl, ki smo ju uporabili v tej študiji, vseh vsaj 20 let življenja v jamskem laboratoriju nista bila hranjena z jamskimi kozicami. Kljub temu pri močerilu to ni imelo zaznavnih vplivov na prepoznavo kozic kot plena. Vedenje močeryl se skozi celoten potek poskusa ni spreminjalo. Akvariji najbrž niso bili premajhni, saj smo opazili enako plenilsko vedenje močeryl kot so ga že opazili drugi v večjih laboratorijskih bazenih (Briegleb, 1962; Aljančič, os. spor., 2009) ali naravi (Briegleb, 1963). Poleg tega telesna oblika in vedenje močeryl nakazujeta, da je dobro prilagojen na ozke špranje v podzemlju. Slepa dvoživka ni bila sposobna pogosteje izbirati lažjega plena, to je kozic s kratkim

kljuncem. Kljub temu je močiril, ko je naletel na dolgokljuno kozico, za obvladanje plena (od trenutka napada do trenutka, ko je plen pogotnil) največkrat potreboval mnogo več časa kot takrat, ko je naletel na kratkokljuno kozico. Vseeno smo opazili tudi individualne razlike med obema osebkoma močirila. Čeprav na podlagi enkratnega opažanja predvidevamo, da močiril kozico občasno izpljune in prekine napad, takega dogodka nismo uspeli posneti.

Ker je interakcija med plenom in plenilcem navadno zelo zapletena, se med obema lahko vzpostavi ravnotežje na različne načine (za pregled gl. Adler in Harvell, 1990). Pričakujemo lahko posledice prisotnosti dolgega, s številnimi zobci oboroženega kljunca pri kozicah, ki verjetno ima vpliv na višjo stopnjo preživetja, vendar si ne znamo predstavljati načina, ki ga takšna obramba ima na selekcijo. Podobno sta z laboratorijskimi testi ugotovila tudi Johansson in Samuelsson (1994): ostriž (*Perca fluviatilis* Linnaeus 1758) uspe ličinke kačjega pastirja *Leucorhina dubia* z odlomljenimi trni pogoltniti lažje in v bistveno krajšem času kot ličinke, katerih trni so bili intaktni.

Naši rezultati tudi nakazujejo, da za močirila kozice niso enostaven plen. Nobeden od močirilovih uspešnih napadov na dolgokljune kozice namreč ni bil izveden od spredaj, smo pa zabeležili številne neuspele napade z vseh strani. Najbolj pogosta reakcija kozic na napad je bila hitro vzvratno plavanje. Hipotetično bi to lahko zvišalo uspešnost preživetja pri kozicah, saj imajo glavno obrambo nameščeno na sprednjem delu telesa.

Tudi Mikolajewski in Johansson (2004) poročata, da je smer napada ostriža na ličinke treh vrst kačjih pastirjev *Leucorhina* pomemben. Če so bile v poskusu napadene od zadaj (to je smer, v katero imajo obrnjene trne), so prvi napad živali vrste z najdaljšimi trni preživeli prvi napad v 100 % primerov, vrsta s srednje dolgimi v več kot 90 % in vrsta z najkrajšimi trni le v dobrih 65 %. Če pa je ostriž ličinko napadel od spredaj, pa se je prvi napad končal neuspešno le v dobrih 20 % pri vrsti z najdaljšimi trni, 5 % pri vrsti srednje dolgimi trni, in 22 % pri vrsti z najkrajšimi trni. Kljub tem razlikam pa so ostriži v kasnejših napadih uspeli pojesti vse ličinke, ne glede na vrsto.

5.1.2.3 Uporabnost kljunca v sistematiki rodu *Troglocaris*

Ker smo opazili visoko raznolikost v dolžini, ozobčenosti in obliki kljunca znotraj večine pregledanih filogenetskih skupin podrodu *Troglocaris* s. str., je uporabnost kljunca v sistematiki omenjenega podrodu močno omejena. V nekaterih drugih rodovih atiidov taksonov z dolgim kljuncem sploh ne poznamo, ali pa je pri različnih vrstah kljunec specifično oblikovan (npr. pri *Caridina typus* H. Milne-Edwards 1837, ki ima kljunec distalno upognjen navzdol).

Čeprav je bil kljunec pogosto uporabljen v sistematiki kozic (gl. tudi De Grave, 1999), se je na podlagi upoštevanja značilnosti kljunca že zgodilo veliko napačnih taksonomskih določitev ali celo odločitev. V rodu *Xiphocaris* je Bouvier (1925) definiral tri vrste samo na osnovi značilnosti kljunca: *X. elongata*, *X. gladiator* in *X. brevirostris*. Zelo verjetno je, da so te 'vrste' identične dolgo- in kratkokljunim formam rodu *Xiphocaris*, o katerih

poročajo Covich in sod. (2009). Avtorji iste študije niso skušali ugotoviti, ali so njihove forme fenotipsko povzročene morfološke oblike ali genetsko različne rase.

Troglocaris schmidt Dormitzer var. *intermedia* Babić 1922 je bila opisana iz hrvaške Mikašinovića pećine (59). Po Babiću naj bi bila ta populacija v primerjavi s tipsko populacijo troglokarisa iz Kompoljske jame (35) (Slovenija) nekoliko manjša in imela krajši kljunec. Kasnejši avtorji (npr. Sket in Zakšek, 2009) so opisano varieteto obravnavali kot podvrsto, *T. anophthalmus intermedia*. Glede na naše rezultate pa kaže, da je trenutna diagnoza podvrste neprimerna. Morfološke značilnosti, ki jih je Babić opisal kot posebne pri *T. a. intermedia*, so značilnost večine populacij jamskih kozic podrodu *Troglocaris* s. str., ki živijo v jamah, kjer močerila ni. Poleg tega je veliko populacij kozic s kratkim kljuncem molekulsko bolj sorodnih s populacijami z dolgim kljuncem kot pa s populacijo *T. a. intermedia* (glej Preglednico 6 in Sliko 10).

Tudi rod *Spelaeocaris* (zdaj podrod, Sket in Zakšek, 2009) je bil definiran kot takson kozic s kratkim kljuncem (Matjašič, 1956a, b). Nedavno pa so bile znotraj podrodu prepoznane in/ali opisane tudi vrste z 'dolgim' kljuncem (Slika 12, gl. tudi Sket in Zakšek, 2009). Za uporabnost kljunca pri identifikaciji vrst podrodu *Spelaeocaris*, gl. poglavje 5.1.3.1.

Visoka raznolikost kljunca znotraj podrodu *Troglocaris* s. str. ne omogoča razlikovanja med filogenetskimi skupinami niti samo po dolžini niti samo po obliki kljunca. Kljub temu sta se oblika in dolžina kljunca izkazala za primernen prepoznavni znak vrste *T. (T.) bosnica*, čeprav je dolžina precej raznolika. *T. (T.) bosnica* ima vedno razvitih vsaj 10, običajno pa 13–16 (ali celo več) zobcev na ventralni strani dolgega kljunca (*ROT3*). Druge filogenetske skupine istega podrodu imajo večinoma od 0–9 zobcev na ventralni strani kljunca. V le približno 1 % primerov, je število omenjenih zobcev 10–13 (gl. tudi Sket in Zakšek, 2009). Kljunec je pri *T. (T.) bosnica* vedno upognjen z vrhom navzgor, podobno kot številne populacije iz zahodno- in vzhodnoslovenske ter izjeme iz jadranske filogenetske skupine (gl. rezultate).

5.1.3 Študija morfoloških razlik med molekulsko ugotovljenimi filogenetskimi skupinami dinarskih jamskih kozic *Troglocaris*

5.1.3.1 Identifikacija vrst podrodu *Spelaeocaris* ter raznolikost in razlike med analiziranimi taksoni in filogenetskimi skupinami rodu *Troglocaris*

Zaradi večje morfološke raznolikosti znakov znotraj podrodu *Spelaeocaris*, kot je bila ocenjena v prejšnjih analizah (Sket in Zakšek, 2009), smo morali za identifikacijo vrst v podrodu uporabiti tudi molekulske in biogeografske podatke. Šele nato smo lahko na novo ocenili primernost različnih morfoloških znakov, ki sta jih Sket in Zakšek (2009) uporabila pri diagnosticiranju vrst. Relativna dolžina kljunca se je izkazala za najbolj učinkovit znak pri razlikovanju vrst znotraj podrodu, in jo je bilo mogoče uporabiti tako pri samcih kot pri samicah vseh starosti. Čeprav sta Sket in Zakšek (2009) izraz »kratek kljunec« uporabila tako za *T. (S.) neglecta* kot *T. (S.) pretneri*, pa se intervala vrednosti relativne dolžine kljunca (*rcl*) med njima ne prekrivata. *T. (S.) neglecta* ima krajši kljunec od *T. (S.) pretneri*. *T. (S.) prasence* naj bi imel bodisi »kratek« bodisi »dolg« kljunec (*sensu* Sket in

Zakšek, 2009), vendar ima *T. (S.) prasence* vedno daljši kljunec kot *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) neglecta*. Zaradi tega in ker sta Sket in Zakšek (2009) v analizah uporabila tudi živali iz podrođu *Troglocaris* s. str., za katere sta ugotovila, da v dolžini kljunca lahko močno presegajo najdaljše kljunce tudi pri *T. (S.) prasence* (gl. tudi rezultate naše analize), bomo za nadaljnjo rabo dolžino kljunca natančneje definirali. Predlagamo uporabo relativne dolžine kljunca, skupaj z navedenimi intervali vrednosti za posamezne vrste. Vrednosti znaka **rcl** so tako: za *T. (S.) neglecta* < 6 %, za *T. (S.) pretneri* 7–19 %, in za *T. (S.) prasence* > 19 %. Manjša odstopanja od diagnoz, smo opazili v ozobčenosti kljuncev (pri *T. (S.) prasence* in *T. (S.) pretneri*), a vzroka zanje ne znamo pojasniti. Čeprav vrste *T. (S.) kapelana* ne moremo ločiti od *T. (S.) prasence* po znaku **rcl**, pa se od vseh drugih opisanih vrst v podrođu loči po značilni obliki kljunca in njegovi ozobčenosti: kljunec ima zavihan navzgor, na njem pa redko nameščene zobce (gl. Gottstein Matočec, 2003: str. 101, Slika 62). Poleg tega so imeli vsi pregledani osebki *T. (S.) kapelana* razvita tudi supra- in suborbitalni trn na košu, ki ju druge vrste podrođu (večinoma) nimajo (gl. tudi opis *Troglocaris* »forma L« v Gottstein Matočec, 2003: str. 99).

Opažena odstopanja morfoloških znakov od diagnoz vrst v podrođu *Spelaecaris* lahko pripišemo (1) neprimerni izbiri holotipa ali (2) premajhnemu vzorcu, uporabljenem za opis:

- (1) Ker je holotip *T. (S.) neglecta* juvenilen samec s še nediferenciranimi propodi (členi 6) na pereopodih III–V, sta avtorja diagnoze predvidevala, da diferenciacija pereopodov pri tej vrsti ni izražena. Kot se je pozneje izkazalo, pri istem osebku (holotipu) tudi pleopodi I–II še niso dokončno razviti.
- (2) Čeprav je bil za holotip pri vrsti *T. (S.) kapelana* iz topotipskega vzorca izbran samec, ki je imel spolne znake najbolj razvite, pa njegova popolna zrelost ostaja vprašljiva. Majhno število živali tako v topotipskem vzorcu kot vzorcu iste vrste, ki smo ga pregledali pozneje, dopušča, da vzorca nista vsebovala popolnoma odraslih živali, oziroma da ocena morfološke raznolikosti te vrste ni mogla biti popolna. Podobno lahko pričakujemo tudi, da smo zaradi majhnega števila živali podcenili obseg celotne morfološke raznolikosti pri istrski filogenetski skupini v podrođu *Troglocaris* s. str.

Ločitev vrst znotraj podrođu *Spelaecaris* je bila dobro podprta tudi z diskriminacijsko analizo, čeprav vanjo nismo vključili niti relativne dolžine kljunca niti mnogo drugih, že znanih diagnostičnih znakov iz literature (npr. diferenciacije pereopodov, nekaj znakov na pleopodih samcev, gl. Sket in Zakšek, 2009). Diskriminacijski analizi, ki smo ju opravili na ločenem setu podatkov za samce (DFA 1) in samice (DFA 2) sta bili pri ločevanju štirih vrst podrođu *Spelaecaris* uspešnejši kot pa je bila diskriminacijska analiza s celotnim setom podatkov obeh spolov (DFA 3). Razlog temu gre iskati (poleg večjega števila živali) tudi v manjšem številu znakov v DFA 3, saj smo v slednjo analizo vključili le spolno nedimorfne znake.

Poleg ločitve vrst v podrođu *Spelaecaris* pa je izstopajoč rezultat diskriminacijske analize (DFA 1–DFA 3) predvsem jasna identifikacija treh dinarskih podrodov jamskih kozic *Troglocaris*, in to že ob upoštevanju prvih dveh diskriminacijskih funkcij. Še več, podrodovi so se ločili, (1) čeprav smo živali uvrstili v skupine glede na pripadnost filogenetskim skupinam (ki smo jih definirali kot operative taksonomske enote in smo

pričakovali njihovo jasno ločitev) znotraj podrodov, in (2) znakov, uporabljenih v diagnozah podrodov (npr. prisotnost trnov na košu, oblika nekaterih obustnih okončin, gl. Sket in Zakšek 2009) v analize nismo vključili. Izmed znakov z najvišjimi standardiziranimi diskriminacijskimi koeficienti s prvima dvema DF, bi kot najbolj uporabne za študij fenetskih odnosov med podrodovi izpostavili: relativno širino skafocerita na anteni II (*a2s2s1*), relativno dolžino druge osti na bazalnem členu antene I (*a1s3an*), razmerje med dolžino karpusa (člena 5) pereopodov II in dolžino koša (*pr2ccl*), relativni delež ishiuma (člena 3) na pereopodih V (*pr5ia*) in III (*pr3ia*) ter razmerje med dolžinama eksopodita uropoda in pleonita VI (*u1s6*) (Preglednica 13, Slika 16).

V primerjavi morfoloških razlik med vsemi dinarskimi filogenetskimi linijami iz treh podrodov jamskih kozic *Troglocaris*, pa je bila študija morfoloških razlik/podobnosti filogenetskih skupin znotraj podrodu *Troglocaris* s. str. precej zahtevna. Zaradi visoke stopnje morfološke raznolikosti v omenjenem podrodu je bila velikost podatkovnega seta zelo pomembna. Da bi prikazali čimveč celotne raznolikosti skupin, smo zbrali in premerili kar največje število živali iz čimveč lokalitet, pri čemer smo upoštevali veliko število morfometričnih znakov.

Mnogi avtorji so že skušali odgovoriti na vprašanje, kolikšno število znakov je za oceno fenoma, kot celotne manifestacije genoma (Sneath in Sokal, 1973), najprimernejše. V študiji morfološke podobnosti med taksoni uporaba velikega števila znakov, izbranih iz primerne nabora sistemov znakov, verjetno izboljša prikaz morfoloških odnosov, poleg tega pa tudi stabilizira rezultate, ki bi bili ob uporabi manjšega števila znakov manj zanesljivi. Kljub temu pa v številnih virih, ki jih navaja Thorpe (1976: poglavje o kanonični analizi, str. 439) avtorji uporabljajo večinoma manjše število znakov, običajno od 6 do okoli 15. Za morfološko primerjavo osmih ozko sorodnih vrst mravelj iz rodu *Tetramorium* (Hymenoptera: Formicidae, Schlick Steiner in sod., 2006) so avtorji uporabili 19 znakov, v podobnih analizah drugih ozko sorodnih skupin mravelj pa ni bilo uporabljenih več kot deset znakov (Seifert, 2003). Po drugi strani pa je Thorpe (1979) v analizi speciacije belouške *Natrix natrix* (Linne 1758) uporabil 50 znakov, Klimov in sod. (2004) so za ločitev devtonimf le dveh vrst pršic iz rodu *Sancassania* (Acari: Acaridae) uporabili kar 56 morfoloških znakov, Wellborn in Cothran (2004) pa sta za kompleks vrst *Hyalalella azteca* (Saussure 1858) (Crustacea: Amphipoda) predstavila samo statistično značilne razlike v povprečjih nekaterih morfoloških znakov, ki bi lahko pripomogli k ločevanju analiziranih skupin (morda kriptičnih vrst).

Ker kljub omejitvam diskriminacijska analiza lahko poda najjasnejši odgovor o morfoloških odnosih številnih znakov med ozko sorodnimi taksoni, nekateri avtorji, ki so s pomočjo molekulskih metod odkrili kriptično diverziteto, diskriminacijsko analizo predlagajo kot najboljšo možno rešitev. Tak je tudi primer kriptične diverzitete kozic *Atyaephira desmarestii* (Decapoda: Atyidae), znotraj katere se skriva več, zaenkrat še morfološko nerazpoznavnih vrst (Garcia Muñoz in sod., 2009).

Čeprav rezultat diskriminacijske analize podrodu *Troglocaris* s. str. ni bila 100 % ločitev filogenetskih skupin, smatramo 9.4 % napačno uvrščenih živali v prečnem preverjanju analize samcev (DFA 4) za dovolj nespremenljiv in robusten rezultat, da lahko z njim zadovoljivo ocenimo odnose med skupinami v podrodu. Izraz »nespremenljiv in robusten«

se v tem primeru nanaša na visoko verjetnost, da bi podobne rezultate dobili tudi ob študiji istih znakov pri novih analiziranih živalih v prihodnosti. Kljub temu pa je treba poudariti, da je za tak rezultat bilo nujno hkratno upoštevanje kar 34 morfometričnih znakov, in ponovitve analiz s postopnimi (»stepwise«) metodami so ob zmanjševanju števila znakov nujno rezultirale v zvišanju napake pravih klasifikacij. Torej je očitno, da je velik nabor znakov za študijo morfoloških odnosov znotraj podrođu *Troglocaris* s. str. nujen. Čeprav zmanjšuje uporabno vrednost rezultatov, specifična kombinacija stanj znakov, ki je značilna za vsako od teh skupin, kaže na hkratno spreminjanje večjega števila znakov pri filogenetskih skupinah jamskih kozic.

V diskriminacijskih analizah samic in spolno mešanih vzorcev so bili rezultati klasifikacije celo nekoliko slabši kot v analizi samcev, a rezultatu, dobljenim pri samcih, vseeno podobni. K ločevanju filogenetskih skupin v vseh analizah so namreč največ prispevali isti znaki. Ker se je izkazalo, da samice v naravi močno prevladujejo, je njihova morfološka prepoznavnost za taksonomijo še toliko pomembnejša.

Rezultate diskriminacijskih analiz pa vsaj delno podpira tudi nekaj znakov, ki so odstopali od normalne porazdelitve, in smo jih zato morali izločiti iz multivariatnih statističnih analiz. Med njimi so prisotnost trnov na košu (v pomoč pri prepoznavi *T. (S.) kapelana*) in število retinakularnih kaveljčkov na notranjem privesku (*appendix interna*) endopodita pleopoda I, primerni za ločevanje različnih skupin samcev rodu *Troglocaris* s. l. (t.j. za ločevanje podrodov, kakor tudi za ločevanje filogenetskih skupin v podrođu *Troglocaris* s. str.), prisotnost eksopoditov na pereopodu V za identifikacijo *T. (T.) bosnica* ter prisotnost pigmenta v očesnih rudimentih, ki se redno pojavlja izključno v skupini E-Slo2. Tudi nekaj drugih znakov, znanih iz literature (npr. oblika nekaterih obustnih okončin ter helipedov za ločevanje podrodov, gl. Sket in Zakšek, 2009), podpira ločitev filogenetskih skupin, ki jo je pokazala že diskriminacijska analiza. Različni avtorji poročajo, da je diskriminacijska analiza dovolj robustna metoda, tudi če so nekatere od predpostavk analize, na primer enovitost varianc in multivariatne normalne porazdelitve podatkov v primerjanih skupinah (Lachenbruch, 1975; gl. tudi Spotte, 1997, 1999; De Grave in Diaz, 2001) kršene. Preverili smo, da bi vključitev znakov, ki v naših analizah odstopajo od predpostavk diskriminacijske analize, izboljšal ločitev skupin (ni prikazano). Klecka (1980) je izpostavil, da celo vključitev dihotomnih znakov (v našem primeru npr. prisotnost/odsotnost trnov na košu) rezultatov ne spremeni močno.

Genetske razdalje med taksoni rodu *Troglocaris* s. l. (Sket in Zakšek, 2009; Zakšek in sod., 2009) se večinoma ujemajo z dolžinami morfoloških razdalj med taksoni. Najvišje razdalje v drevesu najmanjšega razvejanja (MST) ustrezajo povezavam med tremi podrodovi, srednje dolge razdalje povezujejo vrste znotraj podrođu *Spelaeocaris*, najmanj pa so v večdimenzionalnem prostoru med seboj oddaljene filogenetske skupine podrođu *Troglocaris* s. str. Rezultati molekulskih analiz kažejo, da je podrod *Troglocaridella* bolj soroden podrođu *Spelaeocaris* kot podrođu *Troglocaris* s. str. (Zakšek in sod., 2007; Sket in Zakšek, 2009), a morfološko ujemanje z molekulskimi podatki ni popolno. Položaj podrođu *Troglocaridella* v drevesu najmanjšega razvejanja predstavlja primer šibke korelacije med morfološko različnostjo in genetsko divergenco, saj se v analizi samcev, v primerjavi z analizama samic in obeh spolov, spremeni (gl. rezultate).

Podobni so tudi rezultati analize kopičenja (prikazani samo za samce in samice skupaj), kjer se med analizami položaj podrodu *Troglocaridella* spreminja enako kot v MST. Znotraj podrodu *Spelaecaris* molekularni rezultati pokažejo dve sestrski skupini vrst. Prvo sestavljata *T. (S.) pretneri* in *T. (S.) neglecta*. Z našo študijo smo potrdili, da se njuna sorodnost odlikava tudi v stanjih nekaterih morfoloških znakov, ki v analizo niso bili vključeni. Obe vrsti imata namreč kratek kljunec ($rcl < 19\%$) in (pri odraslih samcih) diferencirane pereopode III–V. Drugo skupino sestavljajo *T. (S.) kapelana* in njena še neopisana sestrška vrsta (v naši analizi manjkala), ter *T. (S.) prasence*. Za te vrste je značilen srednje dolg do dolg kljunec ($rcl > 19\%$), pri odraslih samcih pa so diferencirani le pereopodi III–IV. Te znake smo na pregledanih živalih potrdili, in zavrgli hipotezo o nizki filogenetski vrednosti diferenciacije pereopodov (gl. pogl. 5.1.1), do katere je zmotno prišlo zaradi tega, ker je holotip *T. (S.) neglecta* mlad samec (Sket in Zakšek, 2009). V analizah kopičenja (za samce, samice in oba spola) se je položaj omenjenih vrst spreminjal, najbrž zaradi tega, ker omenjenih znakov v analizah nismo uporabili (ker smo jih uporabili za preliminarno identifikacijo omenjenih vrst ali pa zato, ker so spolno in starostno odvisni), poleg tega pa tudi nabor vseh znakov v analizah samcev, samic ter obeh spolov ni bil popolnoma enak.

Pogosto rezultati morfoloških študij ne odlikavajo rezultatov molekularskih analiz. O takem neujemanju poročajo tudi Yoder in sod. (2005: str. 7, Slika 3) na primeru malgaških vrst lemurjev (Primates: *Microcebus*).

Veliko morfološko podobnost filogenetskih skupin podrodu *Troglocaris* s. str. lahko pojasnimo s kratkim časom ločenega razvoja (gl. Zakšek in sod., 2009) in/ali s paralelno oziroma konvergentno evolucijo zaradi podobnega okolja (Wiens in sod., 2003; Bonnet in Chippindale, 2004). Pri tem velja poudariti, da so molekularsko ločljive vrste pogosto morfološko identične (so 'kriptične' vrste). Tako na primer v rodu močerilov, *Proteus* (Amphibia: Urodela: Proteidae) poznamo več molekularsko ugotovljenih filogenetskih skupin, katerih medsebojna genetska oddaljenost dosega ali celo presega oddaljenost med nekaterimi drugimi, njim sorodnimi vrstami repatih dvoživk (Trontelj in Gorički, 2003; Gorički, 2006). Kljub temu pa vse filogenetske skupine močerila niso bile tudi morfološko prepoznane (Gorički, 2006; Boris Sket, os. spor., 2009). Velike morfološke razlike so lahko tudi posledica življenja v različnih razmerah, a primerjane populacije vseeno pripadajo eni biološki vrsti. Tak primer so jamske populacije vodnega oslička, *Asellus aquaticus* (Linnaeus 1758) Racovitza 1919 (Crustacea: Isopoda: Asellidae), ki se od istovrstnih površinskih populacij morfološko ločijo bolj (Prevorčnik in sod. 2004), kot pa se ločijo od nedavno opisane jamske vrste *A. kosswigi* Verovnik, Prevorčnik in Jugovic 2009 (Prevorčnik in sod., 2004; Verovnik in sod., 2009, gl. tudi Prevorčnik in sod., 2009).

5.1.3.2 Uporabnost rezultatov v sistematiki in taksonomiji

Pomembna aplikativna lastnost mitohondrijske DNA (mtDNA) v sistematiki je rekonstrukcija filogeneze, še posebno pa omejitev vrst (Wiens in Penkrot, 2002). Vendar pa za omejevanje vrst mtDNA sama ni nujno dovoljšen dokaz, da je neka monofiletska skupina tudi (reproduktivno) ločena vrsta, razen če najdemo dodatne prepričljive dokaze. Več ločenih monofiletskih skupin namreč lahko obstoja v enem samem genskem bazenu in

filogeografski vzorci lahko ostajajo nespremenljivi kljub obstoječemu genskemu pretoku med takimi skupinami (Thorpe in Richard, 2001; Ogden in Thorpe, 2002). Torej prisotnost več filogenetskih skupin ločenih haplotipov ne predstavlja nujno več kot eno samo vrsto (Puorto in sod., 2001). Med dodatnimi dokazi, ki lahko podkrepijo ali ovržejo domnevno pripadnost takih monofiletskih skupin ločenim vrstam, so lahko (1) neodvisni genetski (npr. jedrni) markerji, (2) sintopo/simpatrično pojavljanje monofiletskih skupin brez medsebojnega genskega pretoka, in/ali (3) primerna morfološka različnost.

Pri odločitvi, katere od naših filogenetskih skupin *T. aggr. anophthalmus* bomo imeli za ločene vrste, smo upoštevali biološki koncept vrste (Mayr 1970) ter filogenezo (gl. Zakšek in sod., 2009). V molekularni filogenetski analizi so avtorji uporabili za zunanjik ('outgroup') *T. (T.) bosnica*, ki je bila prepoznana kot sestrška omenjenemu agregatu že v analizi pred tem (Zakšek in sod., 2007). Poleg tega je bila tudi že morfološko prepoznana (Sket in Zakšek, 2009). Prva delitev znotraj *T. aggr. anophthalmus* razdeli agregat na dva klada, ki ju (pogojno) imenujemo severozahodni in jugovzhodni klad. Delitev je jasno podprta z vsakim od treh genetskih markerjev [COI + 16S rDNA + 28S rDNA] kot tudi s kombinacijo vseh treh. Vendar naj poudarimo, da filogenetski skupini Soča in E-Slo, ki sta razširjeni v SZ delu območja areala omenjenega agregata, filogenetsko pripadata jugovzhodnemu kladu, skupaj s filogenetskima skupinama Istra in Adriatic.

Severozahodni klad (= W-Slo) je bil zaradi sintopega pojavljanja s predstavniki jugovzhodnega klada (t.j. istrske filogenetske skupine) v Kršanu (osrednji del Istre ob vzhodni obali polotoka) prepoznan kot (biološka) vrsta *T. (T.) planinensis* (Sket in Zakšek, 2009). Vzorec iz Pule, ki po molekularnih podatkih (Zakšek, Moškrič, os. spor., 2009) ravno tako spada v severozahodni klad, pa dodatno potrjuje simpatrično pojavljanje *T. (T.) planinensis* z jugovzhodnim kladom, katerega populacije se v Istri pojavljajo še v okolici Vrsarja (Zakšek in sod., 2009; predvidoma naša vzorca iz Funtane in Pincinove pečine, gl. Preglednico 1A). Vendar *T. (T.) planinensis* morfološko do sedaj še ni bil prepoznan, in smo ga lahko opisali šele po podrobni biometrični in multivariatni statistični analizi. Za druge kombinacije filogenetskih skupin dokaza o intersterilnosti nismo našli, saj so med seboj geografsko ločene in neposrednih dokazov o njihovi medsebojni biološki ločitvi nimamo. Mayr (1970) navaja, da 'bolj kot sta dve populaciji med seboj oddaljeni, težje je preveriti njun status vrste v odnosu ene na drugo, vendar se pomembnost tega z oddaljenostjo tudi zmanjša' (gl. tudi Mayr in Ashlock, 1991).

Jugovzhodni klad se nadalje razdeli v nekaj lokalno omejenih ras, vendar njegova domnevna monofilija ni dobro podprta (gl. Zakšek in sod., 2009) in odnosi med nekaterimi filogenetskimi skupinami znotraj njega niso razrešeni. Jasno sta ločena dva klada, vzhodnoslovenska (= E-Slo) in hercegovsko-dalmatinska (= Adriatic) filogenetska skupina. Slednja vključuje tudi populacijo kozic iz hercegovske Vjetrenice, od koder so bile živali pogosto označene kot 'tipični' *T. anophthalmus* (oz. *T. schmidtii*, Franjević, 2006). Od obeh skupin je ločena tudi filogenetska skupina Istra, a položaj te skupine v odnosu do drugih dveh ni jasen. Položaj filogenetske skupine Soča, ki je (verjetno) najbolj severozahodno razširjena rasa rodu *Troglocaris*, je prav tako nejasen: verjetno je najbolj sorodna jadranski (COI) ali vzhodnoslovenski filogenetski skupini (ITS2) (gl. Zakšek in sod., 2009). Alocimske raziskave jamskih kozic na območju italijanskega Krasa (Carso) so pokazale na sintopo pojavljanje več kriptičnih vrst (Cobolli Sbordoni in sod., 1990), zato

morda lahko predvidevamo, da se na omenjenem področju občasno simpatrično ali sintopo pojavljata *T. (T.) planinensis* in geografsko bližnja filogenetska skupina Soča. Vendar pa tudi obsežne raziskave (Zakšek in sod., 2007, 2009) domneve o simpatričnem oziroma sintopem pojavljanju več vrst jamskih kozic na italijanskem Krasu niso potrdile.

Ob upoštevanju genetskega markerja ITS2 lahko vzhodnoslovensko filogenetsko skupino razdelimo v dve, sorazmerno dobro podprti filogenetski skupini (> 90 % podpora »bootstrap« ponovitev, gl. Zakšek in sod., 2009: str 937). Prva od obeh vključuje populacije iz SZ dela Dolenjske, vključno s tipsko populacijo *T. (T.) anophthalmus* (E-Slo1), druga pa populacije iz slovenske Bele Krajine in populacijo iz Kukuruzovića pečine (E-Slo2) na hrvaški meji z Bosno in Hercegovino, poleg tega pa še *T. (T.) a. intermedia* iz okolice hrvaškega Ogulina. Večina živali iz populacij Bele Krajine in populacije iz Kukuruzovića pečine ima črno pigmentiran očesni rudiment (Sket, 1985; Gottstein Matočec, 2003). Vendar je položaj omenjenih skupin v filogenetskem drevesu, konstruiranem na podlagi COI, nekoliko drugačen: prvi razcep loči *T. (T.) a. intermedia* od drugih populacij, v okviru katerih je skupina E-Slo1 vgnezdjena v skupino 'okatih' populacij (E-Slo2). Müller (1931) je sicer nekaj osebkov s prisotnim pigmentom v očesnem rudimentu našel tudi v populacijah iz italijanskega Štivana (San Giovanni; večina živali iz njegovega vzorca je bila brez pigmenta v očesnem rudimentu), torej na območju razširjenosti *T. (T.) planinensis*, a sami v bogatih vzorcih iz iste in okoliških lokalitet nismo našli nobene take živali.

Vse štiri največje filogenetske skupine (*T. (T.) planinensis*, E-Slo, Adriatic in Soča) so nedvomno samostojne evolucijske enote (»evolutionary significant units«; Zakšek in sod., 2009). Z izjemo *T. (T.) planinensis*, je za potrditev ali zavrnitev hipoteze pripadnosti filogenetskih skupin različnim biološkim vrstam treba zbrati dodatne dokaze. Zato predlagamo, da filogenetski skupini Adriatic in Soča prepoznamo kot ločeni podvrsti v okviru vrste *T. (T.) anophthalmus*, katere tipska podvrsta, *T. (T.) a. anophthalmus*, pripada filogenetski skupini E-Slo1. Njihovo ločitev na nivoju podvrst lahko podpremo z medsebojno alopatrijo in majhnimi, a statistično pomembnimi morfološkimi razlikami med omenjenimi skupinami ter med slednjimi in *T. (T.) planinensis*. Nadaljna ločitev skupine E-Slo2 (Bela Krajina) in *T. a. intermedia* od skupine E-Slo1 je vsaj deloma podprta tudi z molekulskimi podatki (gl. zgoraj). Za ločitev skupine E-Slo2, ki smo jo z multivariatno analizo sicer obravnavali le v okviru celotne vzhodnoslovenske filogenetske skupine, smo uporabili morfološko prepoznavnost skupine, ki je po naših podatkih edina, katere živali imajo ohranjen (ali razvit) pigment v očeh. Med *T. (T.) a. intermedia* (ravno tako smo jo obravnavali le v okviru celotne vzhodnoslovenske filogenetske skupine, gl. komentar pri opisu) in drugimi populacijami *T. aggr. anophthalmus* ne znamo zanesljivo ločevati. Sicer lahko zavrremo identifikacijsko vrednost tako prvotnega (Babić, 1922) kot sodobnejšega (Gottstein Matočec, 2003) opisa omenjene podvrste, a njenega domnevnega statusa podvrste ne želimo ovreči, ker je že bila opisana kot ločen takson (*T. schmidtii* var. *intermedia* Babić 1922), poleg tega pa molekulskih podatkov razen za živali s tipske lokalitete nimamo.

Čeprav so morfološke razlike med skupinami majhne, pa so bile statistično značilne in zadostne, da je diskriminacijska analiza skupine ločila. Prva se je od ostalih ločila filogenetska skupina Adriatic, ki ima nekatere telesne dele (okončine oz. dele okončin)

relativno krajše in širše (skafocherit: **a2s2s1**, eksopodit uropoda: **u21**, telzon: **tes2tes1**), nekatere druge pa relativno daljše (člen 3 v stebelu antene I: **a13a12**, člen 7 pereopodov V: **pr5da**). Glede na našete znake je skupina Adriatic morfološko najbolj oddaljena od Soče, skupine W-Slo (= *T. (T.) planinensis*), E-Slo in Istra pa so v DFA nameščeni med obe skupini (gl. Sliko 22). Istra se od vseh filogenetskih skupin loči najkasneje, vendar njene navidez lepe ločitve zaradi tega, ker je število znakov močno presegalo število živali (t.j. kršitev predpostavk DFA), ne moremo nepristransko oceniti. *T. (T.) planinensis* in skupina E-Slo sta si morfološko najbližje, čeprav smo našli močan dokaz, da ne pripadata isti biološki vrsti. Med obema bi izpostavili le dva razlikovalna znaka iz DFA: skupina E-Slo ima relativno daljša člen 3 v stebelu antene I (**a13a12**) in telzon (**te1s6**) (Slika 22). Dodatno podporo morfološki ločitvi dajejo nekateri znaki, ki jih zaradi matematičnih predpostavk (normalna porazdelitev podatkov, visoka soodvisnost znakov, manjkajoči podatki) v analizo DFA nismo mogli vključiti (gl. rezultate in Preglednico 18), a potrjujejo morfološko ločljivost filogenetskih skupin. Ob hkratnem upoštevanju najbolj diskriminatornih znakov iz DFA in dodatnih znakov je ločevanje skupin močno olajšano, morfološka identifikacija pa bolj zanesljiva.

Med najpomembnejšimi razlikovalnimi znaki, ki smo jih morali iz DFA izključiti, je *PPIAIN*, ki opisuje število retinakularnih kaveljčkov na endopoditu pleopoda I, poleg njega pa tudi število spiniformnih set na merusu (členu 4) pereopoda III (*P3M*, Preglednica 18). Medtem ko število retinakularnih kaveljčkov še ni bilo uporabljeno v sistematiki jamskih kozic, pa je znak *P3M* že bil uporabljen na primeru morfološke študije jamskih kozic iz treh slovenskih populacij (Fabjan, 2001), ki pripadajo obem danes znanim vrstam agregata, *T. (T.) anophthalmus* in *T. (T.) planinensis*. Kljub temu pomembnost znaka *P3M* ni bila prepoznana.

Oba zadnje omenjena znaka sta del spolno dimorfnih struktur, pleopodov I in pereopodov III, in se razvijejo le pri popolnoma odraslih živalih. Tudi nedavno opisane vrste kozic *Troglocaris* so bile morfološko diagnosticirane predvsem na podlagi razlik na spolno dimorfnih strukturah (Sket in Zakšek, 2009). Pri mnogih živalskih skupinah (zlasti nevretenčarskih, gl. npr. Mayr in Ashlock, 1991) je pričakovati, da se prve morfološke razlike med skupinami tekom speciacije pojavijo predvsem na spolno dimorfnih strukturah.

Ker pa je identifikacija teh filogenetskih skupin samo na osnovi morfoloških razlik zelo zahtevna, ob takem postopku predlagamo pregled večjega števila živali. Poleg tega predlagamo, da naj bo geografski izvor živali (gl. razširjenost pri opisih skupin) pri identifikaciji filogenetskih skupin večinoma odločilen. Vendar pa geografskega izvora živali ne zagovarjamo kot odločilnega na območju Istre in (italijanskega) Krasa, kjer se obe vrsti agregata zagotovo (hrvaška Istra) ali morda (italijanski Kras) pojavljata simpatrično. Zato kot edino zanesljivo metodo identifikacije predlagamo molekulsko analizo (t.i. 'barcoding', gl. tudi Vittori, 2009).

● Kritično o uporabnosti določevalnega ključa

Določevalni ključi so pripomočki, s katerimi raziskovalec rutinsko pridobi informacijo o biodiverziteti. Zato bi morali biti enostavni, hitri in univerzalni (Fauchald, 2005, neobj.). V našem primeru analizirani znaki pri izdelavi določevalnega ključa žal niso dopuščali popolne izpolnitve vseh treh kriterijev. Zato pomanjkljivosti komentiramo v nadaljevanju (primerjaj z ključem):

- Enostavnost: uporabi lupe in mikroskopa pri določanju se ne moremo izogniti, saj so za določanje pomembne strukture premajhne za določanje s prostim očesom. Smo pa vse izraze, ki jih v ključu uporabljamo, uporabili in pojasnili v prejšnjih poglavjih.

- Hitrost: ker posamezni znaki filogenetske skupine (možne taksone) ločujejo le deloma, smo jih morali hkrati upoštevati veliko. Težavno je bilo najti več antitetičnih znakov (ki bi se med seboj podpirali) predvsem v prvih korakih določanja (gl. drugo točko v ključu), kjer vsaka od antitez še združuje več filogenetskih skupin (v točki 2 filogenetski skupini Soča in *T. (T.) planinensis* proti skupinama Adriatic in E-Slo). Zato smo dodali preglednico (Preglednica 18), v kateri lahko ob upoštevanjem večjega števila znakov hkrati lažje in bolj zanesljivo brez vmesnih korakov pridemo do končne določitve. Dodatna informacija, ki podpira ločevanje, je informacija o razširjenosti filogenetskih skupin, ki smo jo v našem primeru v ključu uporabili (vendar gl. besedilo v prejšnjem poglavju). Tudi uporabi nekaterih znakov, katerih vrednosti ni enostavno izmeriti (npr. razmerja), se nismo mogli popolnoma izogniti.

- Univerzalnost: izbor znakov v ključu bi moral biti tak, da omogoča določitev različno starih živali obeh spolov. Naš ključ je primeren le za odrasle živali, poleg tega nekaj znakov velja le za samce, zato je določitev samic manj zanesljiva.

Upoštevati je treba tudi, da je ključ namenjen le za določanje taksonov, ki so vanj vključeni, uporabljena kombinacija znakov pa ne bi smela ustrezati drugim taksonom. Če temu kriteriju naš ključ ustreza, ne moremo zagotovo trditi, vendar poudarjamo, da je geografsko omejen na področje Dinarskega krasa.

5.2 SKLEPI

Z morfometrično analizo jamskih kozic *Troglocaris* s. l. s področja Dinarskega krasa in ob uporabi univariatnih in multivariatnih statističnih metod smo ugotovili morfološki polimorfizem, tako med kot tudi znotraj molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin jamskih kozic *Troglocaris* s. l.

Velik delež morfološke raznolikosti v vzorcih je posledica razvojnih sprememb, kar smo pokazali z analizo razvoja spolnih znakov.

Pri samcih lahko z analizo glavnih komponent in z diskriminacijsko analizo jasno ločimo skupino juvenilnih živali od skupine odraslih.

Ker velikost samcev (prikazali smo jo kot dolžino koša) ni v visoki pozitivni povezavi z razvojem spolnih znakov, je za oceno starosti (odraslosti) manj primerna.

Razvoj spolnih znakov pri vrstah znotraj in med različnimi podrodovi dinarskih jamskih kozic ne poteka popolnoma enako, zato moramo razvoj spolnih znakov za določitev odraslosti živali poznati za vsak takson posebej.

Živali v populacijah kozic podrođu *Troglocaris* s. str., ki živijo v stiku z močerilom, so večje in imajo daljši kljunec z več zobci. Kozice iz populacij, ki živijo v jamah, kjer močerila ni, pa imajo večinoma krajše kljunce z manj zobci. Izjema je jadranska skupina, kjer ima veliko populacij dolg kljunec, čeprav živi na območju, kjer močerila verjetno ni. Podoben odziv na prisotnost močerila je prisoten tudi pri nekaterih drugih vrstah jamskih kozic.

Sklepamo, da je dolžina kljunca pri kozicah odvisna od prisotnosti močerila. S poskusom smo potrdili, da močeril uspešno pleni kozice.

Diskriminacijska analiza najprej loči vse dinarske podrodove jamskih kozic *Troglocaris* s. l. Pri tem so višje genetske razdalje med taksoni večinoma v skladu z višjo stopnjo morfoloških razlik med taksoni.

Diskriminacijska analiza in analiza relativne dolžine in oblike kljunca ter prisotnosti trnov na košu omogočajo jasno ločitev vrst podrođu *Spelaeocaris*.

Ločitev filogenetskih skupin podrođu *Troglocaris* s. str. ni popolna, a je stopnja napake majhna, tako da lahko ob hkratnem upoštevanju večjega števila znakov v veliki meri pravilno predvidevamo določitev novih živali vsaj ločeno za samce in samice. Pri tem so v dodatno pomoč nekateri znaki, ki smo jih iz diskriminacijskih analiz izločili.

Za opisane skupine populacij smo našli diagnostične znake, in zanje predlagamo naslednje taksonomske nivoje: za W-Slo nivo vrste (*T. (T.) planinensis*), za E-Slo1, E-Slo2, populacijo iz Mikašinovićeve pečine, Adriatic in Sočo pa nivo podvrst v sklopu vrste *T. (T.) anophthalmus*.

Visoko število znakov, ki jih je za ločevanje skupin podrođu *Troglocaris* s. str. v diskriminacijskih analizah treba upoštevati, smo nekoliko zmanjšali z uporabo postopne (»stepwise«) metode.

6 POVZETEK (SUMMARY)

6.1 POVZETEK

V morfometrične analize dinarskih taksonov jamskih kozic *Troglocaris* smo vključili večino danes poznanih taksonov iz treh podrodov:

(1) *Troglocaris* sg. *Troglocaris* Dormitzer 1853

T. (T.) anophthalmus anophthalmus (Kollar 1848) (= E-Slo1 Zakšek in sod. 2009),

T. (T.) anophthalmus intermedia Babić 1922,

T. (T.) planinensis Birštejn 1948,

T. (T.) bosnica Sket in Zakšek 2009.

Poleg teh so rezultati molekulskih filogenetskih raziskav nakazali možnost obstoja dodatnih skupin, ki so bila poimenovana po njihovi razširjenosti:

T. (T.) – Adriatic Zakšek in sod. 2007,

T. (T.) – Soča Zakšek in sod. 2009,

T. (T.) – Istra Zakšek in sod. 2009,

T. (T.) – Bela Krajina Zakšek in sod. 2007 (= E-Slo2 Zakšek in sod. 2009).

Z izjemo *T. (T.) bosnica*, zgoraj omenjene skupine sestavljajo *T. aggr. anophthalmus*.

(2) *Troglocaris* sg. *Spelaeocaris* Matjašič 1956

T. (S.) pretneri (Matjašič 1956),

T. (S.) prasence Sket in Zakšek 2009,

T. (S.) neglecta Sket in Zakšek 2009,

T. (S.) kapelana Sket in Zakšek 2009.

Poleg teh je bila ugotovljena še ena, za zdaj nepoimenovana vrsta, ki jo v analize nismo vključili.

(3) *Troglocaris* sg. *Troglocaridella* (Babić 1922), z edino znano vrsto

T. (T.) hercegovinensis (Babić 1922).

Ker smo želeli v čim večji meri zajeti areal dinarskih podrodov in oceniti stopnjo raznolikosti taksonov, smo zbrali veliko število živali iz 79 vzorcev podrodu *Troglocaris* s. str., petih vzorcev iz monotipskega podrodu *Troglocaridella* in devetih vzorcev podrodu *Spelaeocaris*. Z izborom različnih znakov smo zajeli dimenzije telesa (razmerja, dolžine okončin), razvitost kutikularnih struktur (trnavost, retinakularni kaveljčki) in čutila (sete) ter prisotnost eksopoditov na pereopodih in pigmenta v očeh.

Zaradi majhnega števila molekulskih podatkov, ki ni zadoščal za ločitev skupin E-Slo1, E-Slo2 in *T. a. intermedia*, smo omenjene skupine za multivariatne statistične analize združili v višjo monofiletsko skupino E-Slo (= skupina *T. (T.) anophthalmus*). Ostale skupine smo na podlagi znanih molekulskih, morfoloških podatkov in podatkov o razširjenosti skupin obravnavali ločeno.

Pred taksonomskimi raziskavami smo na podlagi analize razvoja spolnih znakov ločili mlade od odraslih živali in le slednje vključili v nadaljne analize. Odrasli samci so se od juvenilnih razlikovali predvsem po dobro diferenciranih pereopodih in dobro razvitem moškem privesku. Odrasle samice so od juvenilnih v povprečju večje, in imajo drugače oblikovan endopodit na pleopodu I, ki je distalno izvlečen v podaljšek. S tem pristopom

smo ugotovili, da je bila vrsta *T. (S.) neglecta* opisana na podlagi mladega samca, podobno kot nekateri avtorji (npr. Sket in Zakšek, 2009) že navajajo za Birštejnov (1948) opis taksona *T. a. planinensis*. Ugotovili smo, da diferenciacija pereopodov sovпада s filogenetskim položajem taksonov znotraj podrođu *Spelaeocaris*.

Za sistematske analize smo sestavili vhodne matrike, ki so vsebovale podatke za znake, ki so zadoščali postavljenim pogojem (normalna razporeditev, raznolikost med skupinami, nizka soodvisnost znakov, majhno število manjkajočih podatkov). Za tako izbrane znake smo izdelali statistični opis. V nadaljne diskriminacijske analize smo vključili le odrasle živali. Za analize taksonov iz vseh treh podrodov smo morali najprej najti ustrezen diagnostični znak za vrste podrođu *Spelaeocaris* tako za samce kot samice. Kot najboljši se je izkazal znak, ki opisuje relativno dolžino kljunca, in skupaj z upoštevanjem njegove oblike (ukrivljenost, namestitvev in velikost zobcev) in prisotnostjo trnov na karapaksu omogoča ločitev vseh štirih analiziranih vrst tega podrođu. V diskriminacijskih analizah so se jamske kozice najprej ločile na nivoju podrodov, manjše pa so bile razlike med taksoni znotraj njih. Kljub temu je bilo mogoče ločevati tako med že opisanimi vrstami, kot tudi še neopisanimi molekulsko ugotovljenimi filogenetskimi skupinami, za katere pred to raziskavo razlikovalni znaki niso bili poznani. Ločitev še neopisanih skupin je bila mogoča le ob hkratnem upoštevanju velikega števila znakov, kar rezultatom zmanjšuje uporabno vrednost za ločevanje. Za vsako skupino je značilna specifična kombinacija stanj znakov, kar kaže na hkratno spreminjanje večjega števila morfoloških znakov. Ker je bila napaka manjša, če smo samce in samice analizirali ločeno, smo tudi opise skupin podali ločeno po spolu. Izdelali smo tudi določevalni ključ za prepoznavo filogenetskih skupin jamskih kozic *Troglocaris* s. str., a bo njegovo uporabno vrednost pokazala šele uporaba v praksi.

Rezultate diskriminacijskih analiz in popolno ali delno ločitev filogenetskih skupin podpirajo tudi nekateri znaki, ki niso zadoščali pogojem diskriminacijske analize in smo jih zato morali iz multivariatnih statističnih analiz izključiti. Ob upoštevanju teh dodatnih znakov (npr. število retinakularnih kaveljčkov na endopodu pleopoda I) povečamo zanesljivost določitve filogenetskih skupin tudi znotraj najbolj raznolikega *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* petih zelo podobnih filogenetskih skupin.

Drevesa najmanjšega razvejanja in analizo kopičenja smo uporabili kot test rezultatov dobljenih z diskriminacijsko analizo. Tudi ti rezultati so potrdili največje morfološke razlike med podrodovi, najmanjše pa med filogenetskimi skupinami podrođu *Troglocaris* s. str., kar v glavnem ustreza rezultatom molekulskih filogenetskih analiz (Zakšek in sod., 2007; Sket in Zakšek, 2009; Zakšek in sod., 2009).

Nekateri znaki so se izkazali za zelo raznolike tako med filogenetskimi skupinami kot tudi znotraj njih. Izmed njimi so najbolj izstopali znaki, ki opisujejo dolžino in ozobčenost kljunca. Z morfometričnim pristopom smo ugotovili, da v večini teh znakov pri večini filogenetskih skupin jamskih kozic obstaja razlika med populacijami, ki živijo sintopo z močerilom, in populacijami, ki živijo na lokalitetah, kjer močerila ni. Ker je dolžina kljunca in število zobcev na njem v visoki pozitivni korelaciji s prisotnostjo močerila, smo sklepali, da so omenjene strukture del obrambnega mehanizma, ki zmanjšuje uspešnost predacije močerila.

6.2 SUMMARY

The majority of all currently known Dinaric taxa of cave shrimps *Troglocaris* were included in morphometric analyses. They belong to three subgenera:

(1) *Troglocaris* (*Troglocaris*) Dormitzer 1853

- T. (T.) anophthalmus anophthalmus* (Kollar 1848) (= E-Slo1 Zakšek *et al.* 2009),
- T. (T.) anophthalmus intermedia* Babić 1922,
- T. (T.) planinensis* Birštejn 1948,
- T. (T.) bosnica* Sket *et al.* Zakšek 2009.

Beside these nominal taxa, four other phylogenetic groups belong to the type subgenus. They are named according to their geographical distribution:

- T. (T.)* – Adriatic Zakšek *et al.* 2007,
- T. (T.)* – Soča Zakšek *et al.* 2009,
- T. (T.)* – Istra Zakšek *et al.* 2009,
- T. (T.)* – Bela Krajina Zakšek *et al.* 2007 (= E-Slo2 Zakšek *et al.* 2009).

With the exception of *T. (T.) bosnica*, these phylogenetic groups constitute *T. aggr. anophthalmus*.

(2) *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) Matjašič 1956

- T. (S.) pretneri* (Matjašič 1956),
- T. (S.) prasence* Sket *et al.* Zakšek 2009,
- T. (S.) neglecta* Sket *et al.* Zakšek 2009,
- T. (S.) kapelana* Sket *et al.* Zakšek 2009.

Apart from named species an additional undescribed species was revealed by molecular studies. However, this taxon was not included in morphometric analyses.

(3) *Troglocaris* (*Troglocaridella*) Babić 1922, with the only known species

- T. (T.) hercegovinensis* (Babić 1922).

We have collected numerous specimens from as many localities as possible, covering the whole distribution area of the Dinaric species of *Troglocaris* s. l. Hence, we were able to evaluate the morphological variability within as well as among these phylogenetic groups and taxa. Altogether, 79 samples of *Troglocaris* s. str., 5 of the subgenus *Troglocaridella* and 9 of the subgenus *Spelaeocaris* were analysed. With a wide range of morphological characters we succeeded to analyze body dimensions (proportions, extremities' lengths), development of cuticular structures (spinulation, dentition, retinacular hooks on *appendix interna* of pleopods), sensory structures (setae), presence of exopodites on pereopods and eye pigmentation.

Within the East Slovenian phylogenetic group, no further unbiased division into three subgroups, E-Slo1, E-Slo2 and *T. a. intermedia* could be done. In the multivariate statistical analysis, all three subgroups were thus treated together. For all other phylogenetic groups, the available data (molecular, morphological and distribution data) allowed their identification and a posteriori morphological analysis.

First, we have analysed the development of sexual characters. The analysis was a basis for a recognition of adult specimens, which were the only ones included in the further studies. In contrast to the juvenile males, adult males have well differentiated pereopods and clearly developed *appendix masculina* on pleopods II. Adult females are larger than the juvenile ones and have pleopod I endopodite differently shaped than juveniles. In adult

females, pleopod I endopodite is elongated distally and it can also be curved. This analysis revealed that the holotype of *T. (S.) neglecta* was a juvenile male and represented the species inadequately. We have ascertained that the differentiation of the pereopods in all species is concordant with the phylogenetic position of the analysed taxa within the subgenus *Spelaeocaris*.

For taxonomic purposes, we prepared data matrices with data for selected morphological characters. All selected characters met several assumptions, important for the further statistical analysis (normal distribution, variability among groups, low correlations among the characters, low percentage of missing data). For these data, descriptive statistical parameters were calculated (mean, standard deviation, extreme values). In further discriminant function analysis, only adult specimens were included. However, we had to reevaluate some of the supposed diagnostic characters for the taxa within the subgenus *Spelaeocaris*, and only afterwards discriminant function analysis could be done. Relative rostrum length and its shape (curvature, dentition) were shown to be effective diagnostic characters of four *Spelaeocaris* species. In discriminant function analysis, cave shrimps were most clearly separated into three subgenera. The separation among taxa within each of two subgenera, *Spelaeocaris* and *Troglocaris* s. str. is possible but more demanding. Separation of phylogenetic groups within *Troglocaris* s. str. was the most challenging, requiring high number of characters to be considered simultaneously. Hence, the application of the discrimination in practice is very limited. However, the combination of several characters, specific for each of the analysed phylogroups, show that high number of morphological characters are changing together. Since the classification error was smaller when males and females were analysed separately, also descriptions of phylogroups were made separately. Additionally, identification key for the recognition of *Troglocaris* s. str. phylogroups was made. However, only practising its use will show its applicability.

The results of the discrimination function analysis were completely or partly supported also by some characters, which had to be excluded from the analysis as they did not meet all the assumptions of the statistical analysis. When these characters (e.g. number of retinacular hooks on pleopod I endopodite) are considered in addition to the characters revealed as important in the discriminant function analysis, we were able to increase the reliability for the correct identification of the phylogroups also within the most variable *Troglocaris* s. str.

Minimum spanning trees and cluster analysis were used to test the results of the discriminant function analysis. The primary results of the discriminant function analysis, i.e. clear separation of the subgenera, and high rate of similarity within the *Troglocaris* s. str., were confirmed and are in accordance with results of the molecular analysis of the Dinaric cave shrimps (Zakšek *et al.*, 2007; Sket and Zakšek, 2009; Zakšek *et al.*, 2009).

Some of the analysed characters were shown to be very variable within as well as among the analysed phylogroups. Particularly variable were characters measured on rostrum, e.g. its length and dentition. We have ascertained that in the majority of these characters there is a clear distinction between shrimps' population living with and without presence of the predator *Proteus anguinus*. Since the length of the rostrum and number of teeth on it is in high positive correlation with the presence of *Proteus*, we have concluded that these structures are a part of the defence mechanism, which help the shrimps to increase their survival rate.

7 VIRI

Adler F.R., Harwell C.D., 1990. Inducible defenses, phenotypic variability and biotic environments. *Trends in ecology and evolution* 5(12): 407–410.

Aljančič G., 2008. Jamski laboratorij Tular in človeška ribica. *Proteus* 70(6): 246–258.

Arnquist G., Johansson F., 1998. Ontogenetic reaction norms of predator – induced defensive morphology in dragonfly larvae. *Ecology* 79(6): 1847–1858.

Avice J.C., 2000. Phylogeography: the history and formation of species. Harvard University press, Cambridge, Massachusetts.

Babić K., 1922. Über die drei Atyiden aus Jugoslawien. *Glasnik hrvatskog prirodoslovnog društva* 10: 4–10.

Baldwin I.T., 1996. Inducible defenses and population biology. *Trends in ecology and evolution* 11(3): 104–105.

Bauer R.T., 1976. Mating behaviour and spermatophore transfer in the shrimp *Heptacarpus pictus* (Stimpson) (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Journal of Natural History* 10: 415–440.

Bonett R.M., Chippindale, P.T., 2004. Speciation, phylogeography and evolution of life history and morphology in plethodontid salamanders of the *Eurycea multiplicata* complex. *Molecular Ecology* 13: 1189–1203.

Bossuyt F., Meegaskumbura M., Beenaerts N., Gower D.J., Pethiyagoda R., Roelants K., Mannaert A., Wilkinson M., Bahir M.M., Manamendra-Arachchi K., Ng P.K.L., Schneider C.J., Oommen O.V., Milinkovitch M.C., 2004. Local endemism within the Western Ghats – Sri Lanka biodiversity hotspot. *Science* 306(5695): 479–481.

Bouvier E.L., 1925. Recherches sur la morphologie, les variations, la distribution géographique des crevettes de la famille des Atyidés. *Encyclopédie Entomologique, series A*, 4, 370 pp.

Birštejn J.A., 1939. O pešcernyh krevetkah Abhazii. *Zoologičeskij žurnal (Zool. Zhurn.)* 18(6): 960–975.

Birštejn J.A., 1948. Nahoždenie peščernej krevetki v gruntovyh vodah Macesty i svjazannye s etim voprosy. *Bull. Soc. Nat. Moscou* 53(3): 3–10.

Brooks S.J., 2008. Aren't dragonflies great study organisms? *Trends in Ecology and Evolution* 24(1): 6–7.

Bressi N., 2004. Underground and unknown: Updated distribution, ecological notes and conservation guidelines on the olm *Proteus anguinus* in Italy (Amphibia, Proteidae). *Italian Journal of Zoology* 71(1): 55–59.

Briegleb W., 1962. Zur Biologie und Ökologie des Grottenolms (*Proteus anguinus* Laur. 1768). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 51(3): 271–334.

Briegleb W., 1963. Zur Kenntnis eines Ökotyps von *Proteus anguinus* Laur. 1768. *Acta Carsologica* 3: 149–196.

Bulog B., Bizjak Mali L., Kos M., Mihajl K., Prelovšek P.M., Aljančič G., 2000. Biology and functional morphology of *Proteus anguinus* (Amphibia, Caudata). *Acta Biologica Slovenica* 43: 85–102.

Cai Y., Bahir M.M., 2005. *Lancaris*, a new genus of freshwater shrimp from Sri Lanka (Crustacea: Decapoda: Atyidae). *Raffles Bulletin of Zoology* 12: 39–46.

Campbell N.A., Atchley W.R., 1981. The geometry of canonical variate analysis. *Systematic Zoology* 30: 268–280.

Chatfield C., Collins A.J., 1980. Introduction to multivariate analysis. Chapman and Hall, London.

Cobolli Sbordoni M., Mattocia M., La Rosa G., De Matthaeis E., Sbordoni V., 1990. Secondary sympatric occurrence of sibling species of subterranean shrimps in the Karst. *International Journal of Speleology* 19(1/4): 9–27.

Covich A.P., Crowl T.A., Hein C.L., Townsend M.J., McDowell W.H., 2009. Predator-prey interactions in river networks: comparing shrimp spatial refugia in two drainage basins. *Freshwater Biology* 54(3): 450–465.

Darwin C.R., 1859. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London: John Murray. 1st edition, 1st issue.

De Grave S., 1999. Variation in rostral dentition and telson setation in a saltmarsh population of *Palaemonetes varians* (Leach) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Hydrobiologia* 397: 101–108.

De Grave S., Diaz D., 2001. Morphometric comparison between Mediterranean and Atlantic populations of *Pontophilus norvegicus* (Decapoda, Crangonidae). *Hydrobiologia* 449: 179–186.

Derycke S., Fonseca G., Vierstraete A., Vanfleteren J., Vincx M., Moens T., 2008. Dissentangling taxonomy within the *Rhabditis* (*Pellioiditis*) *marina* (Nematoda, Rhabditidae) species complex using molecular and morphological tools. *Zoological Journal of the Linnean Society* 152: 1–15.

Dormitzer M., 1853. *Troglocaris Schmidtii*. *Lotos* 3: 85–88.

Fabjan E., 2001. Prispevek k taksonomiji jamskih kozic *Troglocaris* (Crustacea: Decapoda: Atyidae). Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 84 str.

Fage L., 1937. *Troglocaris schmidtii* subspecies nova: *inermis* Crustacé décapode aveugle des eaux souterraines francaises. *Archives de Zoologie Experimentale et Generale* 78: 215–230.

Fauchald K., 2005. Keys, electronic and otherwise. Ideally a key ought to be a simple device for finding, rapidly and accurately, the scientific name of any specimen. Department of Invertebrate Zoology National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington DC. Predavanje, 4. 10. 2005
www.medobis.org/prope/presentations/Fauchald_Keys.doc (12. 1. 2010)

Felgenhauer B.E., Abele L.G., 1982. Aspects of Mating Behavior in the Tropical Freshwater Shrimp *Atya innocous* (Herbst). *Biotropica* 14(4): 296–300.

Felgenhauer B.E., 1992. External anatomy and integumentary structures. V: Harrison F.W., Humes A.G. (ur.), Microscopic anatomy of invertebrates, Volume 10, Decapod Crustacea, A John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1992, 7–45.

Fišer C., Bininda-Emonds, O.R.P., Blejec A., Sket, B., 2008. Can heterochrony help explain the high morphological diversity within the genus *Niphargus* (Crustacea: Amphipoda)? *Organisms Diversity and Evolution* 8(2): 146–162.

Fišer C., Kovačec Ž., Pustovrh M., Trontelj P., 2009. The role of predation in the diet of *Niphargus* (Amphipoda: Niphargidae). *Speleobiology notes*, sprejeto v tisk.

Franjević D., 2006. Molekularna filogenija dinaridskih vrsta roda *Troglocaris* (Crustacea, Caridea, Atyidae). Sveučilište v Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, doktorska disertacija (Doctoral dissertation), Zagreb, 187 str.

García Muñoz J.E., Rodríguez A., García Raso J.E., Cuesta J.A., 2009. Genetic evidence for cryptic speciation in the freshwater shrimp genus *Atyaephira* de Britto Capello (Crustacea, Decapoda, Atyiidae). *Zootaxa* 2025: 32–42.

Gendron R.P., 2000. The classification and evolution of Caminalcules. *The American biology teacher* 62(8): 570–576.

Ginet R., 1960a. Écologie, éthologie et biologie de *Niphargus*. Sommaire général. *Annales de Spéléologie* 15: 127–237.

Ginet R., 1960b. Écologie, éthologie et biologie de *Niphargus*. Cycle biologique de *Niphargus*. *Annales de Spéléologie* 15: 239–376.

Jugovic, J. Vrstna in rasna morfološka diferenciacija jamskih kozic *Troglocaris* ... na Dinarskem krasu. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 2010

Gorički Š., 2006. Filogeografska in morfološka analiza populacij močerila (*Proteus anguinus*). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, doktorska disertacija, Ljubljana, 76 str.

Gottstein Matočec S., 2003. Intraspecijska i interspecijska varijabilnost podzemnih kozica roda *Troglocaris* (Crustacea, Natantia, Atyidae) u Dinarskom kršu. Sveučilište v Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, doktorska disertacija (Doctoral dissertation), Zagreb, 136 p.

Gower J.C., Ross G.J.S., 1969. Minimum spanning trees and sinkle linkage cluster analysis. *Applied Statistics* 18: 54–64.

Hadži J., 1931. Opilioni Triglavskoga masiva [Die Opilionen des Triglavmassivs]. *Prirodoslovne Razprave (Muzejsko Društvo za Slovenijo)*, Ljubljana 1: 107–154.

Hammer O., 2002. Morphometrics – brief notes. Paläentologisches Institut und Museum, Zürich, 50 str.

Harvell C.D., 1990. The ecology and evolution of inducible defenses. *The quaterly review of biology* 65(3): 323–339.

Hervant F., Mathieu J., Durand J.P., 2001. Behavioural, physiological and metabolic responses to long-term starvation and refeeding in a blind cave-dwelling (*Proteus anguinus*) and a surface-dwelling (*Euproctus asper*) salamander. *Journal of Experimental Biology* 204: 269–281.

Hobbs H.H. Jr., Hobbs H.H. III, Daniel M.A., 1977. A review of the troglobitic decapod crustaceans of the Americas. *Smithsonian Contributions to Zoology* 244, 183 str.

Holthuis L.B., 1956. An enumeration of the Crustacea Decapoda Natantia inhabiting subterranean waters. *Vie et Milieu* 6: 43–76.

Holthuis L.B., 1986. A new genus and species of subterranean shrimp from western Australia (Crustacea: Decapoda: Atyidae). *Zoologische Mededelingen* 60: 103–111.

Jersche G., 1963. Zur Artfrage und Variabilität von *Niphargus tatrensis* Wrzesnowski (Ein Beitrag zur postembryonalen Veränderung taxonomischer Merkmale). *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 1: 240–276.

Johansson F., Samuelsson L., 1994. Fish-induced variation in abdominal spine length of *Leucorrhinia dubia* (Odonata) larvae? *Oecologia* 100: 74–79.

Johansson F., Wahlström E., 2002. Induced morphological defence: evidence from whole-lake manipulation experiments. *Canadian Journal of Zoology* 80(2): 199–208.

Jolliffe I.T., 2002. Principal Component Analysis. Second edition, Springer-Verlag, 487 str.

Juberthie-Jupeau L., 1974. Les caractères liés a l'incubation chez *Troglocaris anophthalmus* et *T. inermis* crustacés decapodés hypogés. *Annales de Spéléologie* 29(3): 389–401.

Juberthie-Jupeau L., 1975. La ponte d'un crustacé decapodé souterrain: cycle saisonnier et influence biologique. *Annales de Spéléologie* 30(1): 167–171.

Jugovic J., Sket B., 2008. Dolžina kljunca pri jamskih kozicah *Troglocaris* (Decapoda: Atyidae) in njena možna odvisnost od prisotnosti močerila (*Proteus anguinus*). Biodan 08. Gunde-Cimerman, N., Drobne, D. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 11. februar 2008, 1 str.

Juzbaš'jan S.M., 1940a. O peščernyh Atyidae. *Akademija nauk SSSR Zakavkazskij Filial. Gruzinskoe Otdelenie. Trudy zooloičeskogo sektora (trav. Zool Acad. Sci. USSR., sect. Georg.)* 3: 153–172.

Juzbaš'jan S.M., 1940b. O šakuranskoj peščernoj krevetke. *Tr. Biol. St. Narkomprosa Gruz. SSR (Arb. Biol. Hochgebirgssta. Komiss. Volksbild. Georg. SSR)* 1: 73–86.

Juzbaš'jan S.M., 1940c. O redukcii nekotoryh organov u peščernyh Atyidae. *Žurnal obščej biologii* 1(2): 309–316. (še ni citiran)

Juzbaš'jan S.M., 1947. K voprosu o tipah redukcii organov v ontogeneze. *Zoologičeskij Žurnal (Zool. Zhurn.)* 26(3): 245–254. (še ni citiran)

Juzbaš'jan S.M., 1951. O regressivnyh javlenijah v peščernyh Atyidae. *Zoologičeskij Žurnal (Zool. Zhurn.)* 30(6): 499–512.

Klecka W.R., 1980. Discriminant analysis. Quantitative Applications in the Social Sciences Series, No. 19. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Kletečki E., Jalžić B., Rađa T. 1996. Distribution of the olm (*Proteus anguinus*, Laur.) in Croatia. *Mémoires de Biospéologie* 23(50): 227–231.

Klimov P.B., Lekveishvili M., Dowling A.P.G., O'Connor B.M., 2004. Multivariate analysis of morphological variation in two cryptic species of *Sancassania* (Acari: Acaridae) from costa Rica. *Annals of the Entomological Society of America* 97: 322–345.

Kollar V., 1848. Über ein neues sehr merkwürdiges Crustaceum aus den unterirdischen Gewässern von Krain, welches Herr Custos H. Freyer an das k.k. Hof-naturalien-Cabinet eingesendet hat. *SAWW* 2: 200–202.

Lachenbruch P.A., 1975. Discriminant analysis. Hafner press, New York, N. Y. 128 str.

Matjašič J., 1956a. Ein neuer Höhlendecapode aus Jugoslawien. *Zoologischer Anzeiger* 157(3/4): 65–68.

Matjašič J., 1956b. Eine neue Höhlengarnele aus Herzegowina. *Bulletin scientifique, Jugoslavie* 3(1): 8.

Matjašič J., 1958a. Postembrionalni razvoj jamske kozice *Troglocaris*. *Biološki vestnik* VI: 76–79.

Matjašič J., 1958b. O vjetreniških troglkarisih. *Inštitut za biologijo, SAZU* 7: 75–80.

Mayr E., 1970. Populations, species and evolution. An abridgement of animal species and evolution. Cambridge, Massachusetts and London, The Belknap Press of Harvard University press, 4th edition, 453 str.

Mayr E., Ashlock P.D., 1991. Principles of Systematic zoology. New York, McGraw-Hill, 2nd Edition, 475 str.

Mikolajewski D.J., Johansson F., Wohlfahrt B., Stoks R., 2006. Invertebrate predation selects for the loss of a morphological antipredator trait. *Evolution* 60(6): 1306–1310.

Mikolajewski D.J., Johansson F., 2004. Morphological and behavioural defenses in dragonfly larvae: trait compensation and cospecialization. *Behavioural Ecology* 15(4): 614–620.

Morand C., 1974. Contribution a l'étude taxonomique de *Niphargus*: note préliminaire a l'étude de la croissance comparée de 2 populations de *Niphargus longicaudatus rhenorhodanensis* (Amphipodes, Gammaridea). *Crustaceana* 27: 249–254.

Morisson D.F., 1976. Multivariate statistical methods. McGraw Hill, New York, 338 str.

Mugue N., Zueva O., Ershov A., 2001. Cave shrimps, genus *Troglocaris* (Decapoda: Atyidae), in West Transcaucasus: genetics of sympatric and allopatric populations. V: Trajano E., Pinto da Rocha R., eds. Abstracts of the XVth International Symposium of Biospeleology. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade, 36–37.

Müller G., 1931. Sopra due crostacei delle nostre acque carsiche (*Troglocaris Schmidt* Dorm. e *Sphaeromides Virei* Brian.). Estratto dagli »Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste« XI, parte II: 206–216.

Neff N.A., Marcus L.F., 1980. A survey of multivariate methods for sytematics. Privately published, New York.

Novak T., Gruber J., 2000. Remarks on published data on harvestmen (Arachnida: Opiliones) from Slovenia. *Annales Series Historia Naturales* 10(2/21): 281–308.

Ogden R., Thorpe R.S., 2002. Molecular evidence for ecological speciation in tropical habitats. *Proocedings of the National academy of Sciences of the USA* 99: 13612–13615.

Prevorčnik S., Blejec A., Sket B., 2004. Racial differentiation in *Asellus aquaticus* (L.) (Crustacea: Isopoda: Asellidae). *Hydrobiologia* 160: 193–214.

Prevorčnik S., Jugovic J., Sket B., 2009. Geography of morphological differentiation in *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellota). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 47(2): 124–131.

Puerto G., Salomão M.G., Theakston R.D.G., Thorpe R.S., Warell D.A., Wüster W., 2001. Combining mitochondrial DNA sequences and morphological data to infer species boundaries: phylogeography of lanceheaded pitvipers in the Brazilian Atlantic forest, and the status of *Bothrops pradoi* (Squamata: Serpentes: Viperidae). *Journal of Evolutionary Biology* 14: 527–538.

dos Reis S.F., Pessoa L.M., Strauss R.E., 1990. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographic variation. *Revista Brasileira de Genetica* 13(3): 509–520.

Sadovsky A.A., 1930. *Xiphocaridinella kutaissiana* nov. gen. et sp. (sem. Atyidae) iz podzemnoj peščery pod Kutaisom. *Zakavkazskij kraevedstvenny sbornik naučno-issledovatel'nogo kraevedstvenogo kabineta Universiteta Tiflis* 1: 93–104.

Schlick Steiner B.C., Steiner F.M., Moder K., Seifert B., Sanetra M., Dyreson E., Stauffer C., Christian E., 2006. A multidisciplinary approach reveals cryptic diversity in Western Palearctic *Tetramorium* ants (Hymenoptera: Formicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 259–273.

Seifert B., 2003. The ant genus *Cardiocandyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) – a taxonomic revision of the *C. elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. schuckardi*, *C. stambuloffi*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi*, and *C. minutior* species groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 104B: 203–338.

Sket B., 1965. Östliche Gruppe der Monolistrini. II. Biologischer Teil. *International Journal of Speleology* 1: 249–267, Tables 60–66.

Sket B., 1974. *Niphargus stygius* (Schiodte) (Amphipoda, Gammaridae) - die Neubeschreibung des Generotypus, Variabilität, Verbreitung und Biologie der Art, I. *Biološki vestnik* 22: 91–103.

Sket B., 1985. Why all cave animals do not look alike – a discussion on adaptive value of reduction processes. *The national speleological society Bulletin* 47(2): 78–85.

Sket B., 1992. Distribution patterns and origins of subterranean Crustacea in (former) Yugoslavia. (Abstract). The Summer Meeting crustac. Soc., Charleston, S. Car.

Sket B., 1994. Distribution patterns of some subterranean Crustacea in the territory of the former Yugoslavia. *Hydrobiologia* 287: 65–75

Sket B., 1997. Distribution of *Proteus* (Amphibia: Urodela: Proteidae) and its possible explanation. *Journal of Biogeography* 24: 263–280.

Sket B., 2003. O podzemnoj fauni, prvenstveno Vjetrenice (Cave fauna, the particular case of Vjetrenica). In: Lučić I., Vjetrenica, pogled u dušu Zemlje (Vjetrenica, insight into the Earth's soul). ArTresor, Zagreb, 149–202.

Sket B., Zakšek, V., 2009. European cave shrimp species (Decapoda: Caridea: Atyidae), redefined after a phylogenetic study; redefinition of some taxa, a new genus and four new *Troglocaris* species. *Zoological Journal of the Linnean Society* 155: 786–818.

Smith M.J., Williams W.D. 1980. Intraspecific variations within the Atyidae: A study of morphological variation within a population of *Paratya australiensis* (Crustacea: Decapoda). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 31(3): 397–407.

Sneath P.H.A., Sokal R.R., 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 573 str.

Sokal R.R., 1983. A phylogenetic analysis of the Caminalcules. II. Estimating the true cladogram. *Systematic Zoology* 32(2): 185–201.

Spandl H., 1926. Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. Verlag Speläologisches Institut, Wien, VIII., Auerspergstr. 1: 195–196.

Spotte S., 1997. Sexual and regional variation in the morphology of the spotted anemone shrimp, *Periclimenes yucatanicus* (Decapoda: Caridea: Palemonidae). *Journal of Crustacean Biology* 17: 389–397.

Spotte S., 1999. Possible synonymy of the western Atlantic anemone shrimp *Periclimenes pedersoni* and *P. anthophilus* based on morphology. *Bulletin of marine science* 65(2): 407–417.

StatSoft, Inc., 2010. Electronic Statistics Textbook. Tulsa, OK: StatSoft. <http://www.statsoft.com/textbook/> (5.1. 2010)

Thorpe R.S., 1975. Quantitative handling of characters useful in snake systematics with particular reference to intraspecific variation in the ringed snake *Natrix natrix* (L.). *Biological Journal of the Linnean Society* 7: 27–43.

Thorpe R.S., 1976. Biometric analysis of geographic variation and racial affinities. *Biological Reviews of the Cambridge philosophical Society* 51: 407–452.

Thorpe R.S., 1979. Multivariate analysis of the population systematics of the ringed snake *Natrix natrix*. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 78B: 1–62.

Thorpe R.S., 1983. A review of the numerical methods for recognising and analysing racial differentiation. In: Felsenstein, J. (ur.), Numerical taxonomy. Springer-Verlag, Berlin & New York, str. 404–423.

Thorpe R.S., 1985. The effect of insignificant characters on the multivariate analysis of simple patterns of geographic variation. *Biological Journal of the Linnean Society* 26: 215–223.

Thorpe R.S., 1987. Geographic variation: a synthesis of cause, data, pattern and congruence in relation to subspecies, multivariate analysis and phylogenesis. *Bollettino de Zoologia* 54: 3–11.

Thorpe R.S., Richard M., 2001. Evidence that ultraviolet markings are associated with patterns of molecular gene flow. *Proceedings of the National academy of Sciences of the USA* 98: 3929–3934.

Trontelj P., Gorički Š., 2003. Monophyly of the family Proteidae (Amphibia: Caudata) tested by phylogenetic analysis of mitochondrial 12S rDNA sequences. *Natura Croatica* 12(3): 113–120.

Tzong-Der Tzeng, Shean Ya-Yeah, 2002. Multivariate allometric comparisons for kuruma shrimp (*Penaeus japonicus*) off Taiwan. *Fisheries Research* 59: 279–288.

Vandel A., 1965. Biospeleology: The biology of cavernicolous animals. 1st ed. Oxford: Pergamon.

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.

Vittori M., 2009. Možnost določanja nekaterih problematičnih skupin slovenskih jamskih rakov na podlagi kratkih zaporedij DNA. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 45 str.

Vogt G., Štrus J., 1999. Hypogean life-style fuelled by oil. *Naturwissenschaften* 86: 43–45.

Wellborn G.A., Cothran R.D., 2004. Phenotypic similarity and differentiation among sympatric cryptic species in a freshwater amphipod species complex. *Freshwater Biology* 49: 1–13.

Wiens J.J., Penkrot T.A., 2002. Delimiting species using DNA and morphological variation and discordant species limits in spiny lizards (*Sceloporus*). *Systematic Biology* 51: 69–91.

Wiens J.J., Chippindale P.T., Hillis D.M., 2003. When are phylogenetic analyses misled by convergence? A case study in Texas cave salamanders. *Systematic Biology* 52: 501–514.

Yoder A.D., Olson L.E., Hanley C., Heckman K.L., Rasoloarison R., Russel A.L., Ranivo J., Soarimalala V., Praveen Karanth K., Raselimanana A.P., Goodman S.M., 2005. A multidimensional approach for detecting species patterns in Malgasy vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(1): 6587–6594.

Zakšek V., Sket B., Trontelj P., 2007. Phylogeny of the cave shrimp *Troglocaris*: Evidence of a young connection between Balkans and Caucasus. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42(1): 223–235.

Zakšek V., Sket B., Gottstein S., Franjević D., Trontelj P., 2009. The limits of cryptic diversity in groundwater: phylogeography of the cave shrimp *Troglocaris anophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Atyidae). *Molecular Ecology* 18: 931–946.

Zupančič P., Bogutskaya, N.G., 2002. Description of two new species, *Phoxinellus krbavensis* and *P. jadovensis*, re-description of *P. fontinalis* Karaman, 1972, and discussion of the distribution of *Phoxinellus* species (Teleostei: Cyprinidae) in Croatia and in Bosnia and Herzegovina. *Natura Croatica* 11(4): 411–437.

ZAHVALA

Ni malo tistih, ki so mi stali ob strani, zato je prav, da jim posvetim nekaj naslednjih vrstic.

Najprej, iskrena hvala mentorju, prof. dr. Borisu Sketu, za vsestranske nasvete, vodenje skozi projekt, ideje in pomoč pri reševanju težav. Predvsem pa hvala, ker sem imel možnost delati s kozicami, ki so se izkazale za zelo zanimiv objekt proučevanja.

Hvala somentorju, prof. dr. Andreju Blejcu za pomoč pri reševanju statističnih zagat, nasvete o učinkovitem prikazu rezultatov, in za pomoč, ko se je najbolj mudilo.

Zahvaljujem se tudi članoma komisije, prof. dr. Francu Janžekoviču in doc. dr. Rudiju Verovniku, za pregled dela in koristne napotke. Rudiju hvala tudi za idejo o Dinarskih ciprinidih, prof. dr. Janžekoviču pa za nasvete o nadaljnjem delu.

Seveda brez pomoči doc. dr. Simone Prevorčnik, ki mi je pomagala s svojimi izkušnjami, ne bi šlo. Hvala za vsestransko pomoč, za zanimive pogovore o kozicah, metodah raziskovanja in analiz in pogovorih o nevretenčarjih, pa vse do dela s študenti,...

Posebna zahvala gre Valeriji Zakšek za odlično izhodišče mojega dela in razkrivanje ozadja filogenetskih raziskav, ki so mi bili v veliko pomoč pri iskanju smisla v mojih rezultatih.

Z nasveti sta mi vedno pomagala tudi prof. dr. Peter Trontelj in doc. dr. Cene Fišer, ki sta razkrivala nove ideje in pogoto predlagala možne rešitve. Hvala tudi dr. Maji Zgmajster za pomoč pri delu z GIS-om in zanimive netopirske zgodbe.

Prof. dr. Jasni Štrus se zahvaljujem za literaturo in zanimive debate o račjem integumentu.

Evelin Fabjan hvala za dragocene podatke. Hvala Martinu Turjaku, ker mi je vsake toliko časa pokazal kakšen računalniški trik, ter Ajdi Moškrič za nesebično pomoč v laboratoriju. Marjeti Konec, Milošu Vittoriju in Sonji Najman Vedenik pa hvala za izkazani podpora in pomoč.

Nadalje se zahvaljujem Gregorju Aljančiču za prostor in pomoč pri poskusu prehranjevanja močerila z jamskimi kozicami, mag. Niki Fon Leben za organizacijo in doc. dr. Janku Božiču za nasvete in pomoč pri postavitvi poskusa. Hvala dr. Lilijani Bizjak Mali za pomoč pri zbiranju literature o močerilu.

Iskreno bi se rad zahvalil spodaj naštetim prijateljem in kolegom, ki so z nabiranjem materiala omogočili pričujočo študijo, ter kolegom jamarjem za podatke o razširjenosti močerila: G. Aljančič, C. Fišer, A. Hudoklin, G. Jaklič, F. Kljun, I. Kos, M. Pezdirc, M. Podgorelec, S. Polak, P. Presetnik, S. Prevorčnik, B. Ravnjak, M. Simonič, B. Sket, B. Šarac, M. Štangelj, P. Trontelj, M. Turjak, F. Velkovrh, R. Verovnik, M. Vittori, M. Zgmajster, V. Zakšek (vsi Slovenija), B. Jalžić in Hrvatski prirodoslovni muzej, R. Lattinger, S. Legović, T. Rađa (vsi Hrvaška), I. Lučić in Speleološka udruga Vjetrenica – Popovo polje (Bosna in Hercegovina), M. Kolesnikova (Ukrajina) in Yael Kisel (ZDA).

Čeprav so nekateri izmed njih zgoraj že omenjeni, bi se posebej rad zahvalil tudi članom Društva za raziskovanje jam Ljubljana, ki so moje začetno zanimanje za jame še okrepili.

Hvala Gregorju Bračku, ker me je prijazno sprejel v kabinet, ko je bil čas meritev, in mi dovolil poslušati »njegovo« radijsko postajo.

Zahvala gre tudi prof. dr. Sammyju de Graveu, prof. dr. Arthurju Ankerju, prof. dr. Rachel Collin in kolegom, s katerimi sem doživel in preživel tečaj iz taksonomije tropskih kozic.

Prof. dr. John Short in prof. dr. Tim Page sta prijazno posredovala podatke o izsledkih o povezavi med plenilskimi ribami in podaljšanim kljuncem pri avstralskih kozicah, za kar se jima najlepše zahvaljujem. Za podatke o dinarskih ciprinidnih ribah se zahvaljujem Anji Palandačič in Primožu Zupančiču.

Hvala tudi študentom, s katerimi sem skupaj ponovno osvajal in poglobljal svoje znanje in zanimanje za svet nevretenčarjev.

Izdelavo disertacije je omogočila finančna podpora Ministrstva za šolstvo, znanost in šport, v okviru programa »Mladi raziskovalci«.

Seveda pa brez domače podpore in podpore prijateljev ne bi šlo. Hvala!

PRILOGE

Priloga A. Dozorevanje spolnih znakov.

Priloga A1. Seznam vzorcev podrodu *Troglocaris* s. str. z označenimi filogenetskimi skupinami. V – vzorec; P – molekularno ugotovljena filogenetska skupina: W – W-Slo; E – E-Slo; A – Adriatic; S – Soča, I – Istra; B – *T. (T.) bosnica*. Živali so razporejene glede na starost; pri analizi samcev: U – juvenilna skupina neznanega spola, A – juvenilni samci, B – odrasli samci; pri samicah: J – juvenilne samice, An – ne ovigere odrasle samice; Ao – ovigere odrasle samice. Razpon vrednosti za dolžino karapksa smo dodali v vsakem vzorcu posebej pri vseh starostnih skupinah (v oklepaju, v mm).

Appendix A1. List of *Troglocaris* s. str. samples with determined age groups. V – sample number; P – phylogroup: W – W-Slo; S – Soča; E – E-Slo; A – Adriatic; I – Istra; B – *T. bosnica*. In males following age groups were used: U – juvenile group of uncertain sex; A – juveniles; B – adults. In females following groups were used: J – juveniles; An – adults, non ovigerous; Ao – adults, ovigerous. CL span in each sample is added separately for each age group (in parentheses; mm scale).

V	P	Država/Lokaliteta	Samci			Samice		
			U	A	B	J	An	Ao
Italija								
1	W	Iamiano/Jamlje, Comarie/Komarje, jama pri Komarjih (cavernetta Presso Comarie)			1 (6.8)	3 (6.7—6.9)	4 (6.3—6.7)	
2	W	Duino/Devin, brezno pri Devinu (pozzo presso S. Giovanni di Duino)			5 (5.8—7.3)	2 (6.4—7.0)	1 (8.2)	
3	W	Trieste/Trst, Trebiciano, Grotta di Trebiciano/Labodnica		1 (6.2)	6 (6.9—8.2)	1 (7.7)	5 (7.2-8.4)	
4	W	Rosandra/Glinščica, izviri priFonte Oppia			1 (5.7)	2 (5.6—5.9)	2 (6.1—6.9)	
5	W	Rosandra/Glinščica, Antro delle Ninfe/Velika jama			1 (5.2)	1 (6.4)	1 (6.4)	
Slovenija								
6	S	Most na Soči, Vogršček			5 (5.0—6.0)	1 (5.5)	2 (6.0—6.4)	
7	S	Vipava, Vipavska jama			9 (5.3—6.8)	3 (5.0—6.2)	8 (5.9—7.0)	
8	W	Komen, Brestovica, Dolenca jama			2 (7.0—7.4)	1 (8.3)	9 (7.5—9.0)	
9	W	Divača, cave Kačna jama, Ogabno jezero	6 (4.9—5.7)	3 (5.7—6.3)	40 (6.4—7.8 ^b) + 5 ^a (6.4—7.0)		6 (8.0—9.4)	
10	W	Divača, Kačiče, jama Mejame			2 (7.0—7.2)	2 (7.2—8.7)	6 (7.9—9.2)	
11	W	Koper, Osp, Osapska jama (= jama Grad)			4 (5.0—6.7)	1 (6.8)	5 (5.6—6.9)	
12	W	Kozina, Ocizla, Ocizelska jama			1 (7.2—7.3)		2 (7.7—8.7)	
13	W	Materija, Odolina, Ponikve v Odolini			1 (7.0)		4 (7.6—8.5)	
14	W	Sočerga, Jama pod Krogom			6 (5.3—6.3)	1 (6.1)	7 (6.4—7.5)	
15	W	Logatec, Gradišnica			1 (5.5)			
16	W	Planina, Planinska jama, Pivkin rokav			1 (7.1)	1 (7.1)	5 (7.1—8.9)	1 (7.3)
17	W	Planina, Planinska jama, Rakov rokav			2 (7.0—7.1)		2 (7.7—8.9)	1 (7.4)
18	W	Planina, Škratovka			1 (6.7)		2 (7.2—7.6)	
19	W	Planina, Laze, Najdena jama		1 (5.7)	2 (5.7—5.8)		12 (7.1—8.1)	
20	W	Planina, Laze, Logarček			6 (6.3-6.9)		1 (8.5)	
21	W	Planina, Laze, Erjavščica					3 (7.1—7.7)	
22	W	Postojna, Črna jama					1 (7.8)	

(se nadaljuje; *continued*)

Priloga A1. Appendix A1. (nadaljevanje; *continuation*)

V	P	Država/Lokaliteta	Samci			Samice		
			U	A	B	J	An	Ao
Slovenija								
23	W	Postojna, Pivka jama					1 (8.0)	
24	W	Postojna, Postojnska jama, Tartar					3 (7.3–8.3)	
25	W	Postojna, Sajevče, Markov spodmol			5 (6.0–6.6)		6 (7.7–8.2)	
26	W	Postojna, Slavina, Vodna jama v Lozi		1 (8.3)	3 (7.1–7.8)	1 (7.9)	8 (8.1–9.1)	
27	W	Pivka, Parje, Jama v Mlaki			1 (6.5)	1 (7.4)	3 (7.0–7.8)	
28	W	Šembije, Podtabor, jama Kozja luknja				3 (6.5–7.9)	4 (7.7–9.2)	
29	W	Ilirska Bistrica, Novokračine, Novokrajška jama			7 (5.9–8.0)		1 (9.1)	4 (8.2–9.7)
30	E	Grosuplje, Luče, Lučka jama					1 (8.0)	
31	E	Stična, Šimenkovo brezno			1 (5.3)	1 (5.1)	5 (6.1–6.3)	
32	E	Krka, Krška jama			5 (5.6–7.1)		6 (7.5–8.4)	1 (8.4)
33	E	Krka, Poltarica					1 (7.7)	
34	E	Videm-Dobrepolje, Podpeč, Podpeška jama					6 (6.7–9.0)	
35	E	Videm-Dobrepolje, Kompolje, Kompoljska jama					6 (7.8–8.7)	
36	E	Videm-Dobrepolje, Potiskavec					2 (5.9–7.6)	
37	E	Žužemberk, Dvor, Černičkova jama				1 (6.5)	3 (6.5–6.8)	
38	E	Žužemberk, Dvor, Bobnova jama					1 (6.8)	
39	E	Novo mesto, Jama v Luknji			4 (6.5–6.8)	1 (7.6)	4 (6.8–7.9)	
40	E	Ribnica, Dolenja vas, Mobišah			3 (6.8–7.1)		4 (7.0–7.6)	
41	E	Kočevje, Polom, Ebental			1 (6.5)	1 (6.9)		
42	E	Kočevje, jama pri Kolpi (natančni podatki neznani)			2 (5.4–6.0)			
43	E	Kostel, Žaga, Jelovička jama			7 (6.4–6.9)		2 (6.8–7.0)	
44	E	Črnomelj, Stobe (= Stolbe)			1 (6.2)	1 (3.9)	2 (6.7)	
45	E	Črnomelj, Vranoviči, Šuline 1		1 (5.7)	1 (5.9)		3 (6.8–7.3)	
46	E	Črnomelj, Pavičiči, Jelenja jama		1 (6.3)			1 (7.9)	
47	E	Črnomelj, Žopenca (Gadina jama)			1 (6.7)		6 (6.8–8.1)	
48	E	Črnomelj, Jelševnik, Na trati, srednji izvir			3 (5.7–6.1)	1 (7.0)	5 (6.8–8.1)	
49	E	Črnomelj, Jelševnik, izvir levo od Obrha			1 (6.1)			
50	E	Dragatuš, Mali Nerajec, Djud			5 (4.7–5.8)		5 (6.0–6.8)	
51	E	Vinica, Jama v kamnolomu			10 (6.0–8.3)		13 (7.5–9.0)	
52	E	Špeharji, Breg, Kobiljača			2 (5.5–5.9)		2 (5.9–7.1)	
Hrvaška								
53	I?	Poreč, Pincinova pečina			1 (6.6)		1 (7.6)	2 (7.7–8.3)
54	I?	Poreč, Funtana, izvir			4 (5.3–5.9)			
56	W	Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić		1 (5.5)	1 (6.6)	8 (4.0–6.1)	3 (5.3–5.7)	
57	W	Labin, Raša, izvir pri Raši					1 (5.5)	

(se nadaljuje)

Priloga A1. Appendix A1. (nadaljevanje; *continuation*)

V	P	Država/Lokaliteta	Samci			Samice		
			U	A	B	J	An	Ao
Hrvaška								
58	E	Ogulin, Privis pećina			2 (5.7–6.6)		3 (6.3–7.7)	
60	E	Tounj, izvir Rudnica (zgornja jama)		1 (5.2)	1 (6.2)			
61	E	Tounj, Mikašinovići, Mikašinovića pećina		2 (5.7–6.2)	8 (4.8–6.9)	8 (5.7–6.3)	11 (6.6–7.4)	
62	E	Rakovica, Vaganac, Kukuruzovića pećina			3 (5.4–6.3)	2 (5.0–5.1)	3 (5.8–8.2)	1 (6.5)
63	A	Otočac, Podum, Pećina Sv. Marko			8 (5.3–6.9)		12 (6.8–7.9)	
64	A	Seline, Markova jama			2 (6.0–6.2)			
65	A	Obrovac, Karin, Karišnica			6 (5.3–6.2)			
66	A	Island Ugljan, Čeprijanda			1 (7.3)		1 (6.6)	
67	A	Šibenik, Pirovac, Bikovica			2 (4.9–5.6)	3 (4.6–5.2)	13 (6.1–7.6)	
68	A	Pirovac, izvir pri Pirovcu				1 (3.6)	2 (5.2–6.0)	
69	A	Šibenik, pod HE postajo Manojlovac; izvir-jama, Krka					3 (7.2–7.6)	
70	A	Šibenik, reka Krka, jama Rasline			1 (5.0)		1 (6.2)	
71	A	Šibenik, Mandalina špilja			1 (4.8)		7 (6.1–7.4)	
72	A	Split, Dugo polje, Đuderina pećina					3 (6.9–7.5)	
Bosna in Hercegovina								
73	B	Dabar, Dabarska pećina					1 (8.8)	
74	B	Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pećina		1 (6.2)		4 (5.0–6.7)	13 (5.1–8.1)	
75	A	Popovo polje, Zavala, izvir Lukavac		1 (6.3)				
76	A	Popovo polje, Čvaljina, Baba pećina					1 (5.9)	1 (7.4)
77	A	Popovo polje, Zavala, Vjetrenica				1 (6.0)	7 (5.2–6.9)	
78	A	Trebinje, Mokro polje, Čičevo, pod Veljo goro, Šumet pećina			8 (6.1–6.7)		10 (6.6–8.7)	
79	A	Trebinje, Mokro polje, Vučonica					2 (6.2)	
Σ =			6	14	214	57	290	11

^a vključeni le v DFA
^b samo 16 samcev vključenih

Priloga A2. Seznam vzorcev podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris* z označenimi vrstami. Dodana sta število pregledanih živali in razpon dolžine koša (v oklepaju, v mm) znotraj vsakega vzorca, ločeno za samce in samice.

Appendix A2. List of *Troglocaris* (*Troglocaridella*) and *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) samples, denoted by species. Number of examined specimens and carapace length span (in parenthesis; mm scale) for each sample are added separately for males and females.

Vrsta/Država	Lokaliteta	Samci	Samice
<i>T. (Troglocaridella) hercegovinensis</i>			
Bosna in Hercegovina	Zavala, Popovo polje, Vjetrenica	1 (5.8)	3 (5.5–6.4)
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	3 (5.1–6.5)	9 (5.6–8.1)
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, Obod	3 (6.5–7.7)	3 (7.5–8.5)
Bosna in Hercegovina	Mokro polje, Trebinje, Bogovina, estavela Šumat		1 (7.1)
Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina	4 (5.5–6.0)	1 (6.7)
<i>T. (Spelaeocaris) pretneri</i>			
Hrvaška	Mirlović, Čikola, izvir		1 (6.8)
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, Obod	3 (7.4–10.6)	
Bosna in Hercegovina	Nevesinje, Zovi Do, jama Jezero	1 (7.0)	
Bosna in Hercegovina	Dabarsko polje, jama Ljelješnica		1 (9.7)
<i>T. (Spelaeocaris) prasence</i>			
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, Obod	2 (7.1–7.6)	
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	5 (5.2–7.3)	
Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina	1 (6.4)	4 (6.0–6.7)
<i>T. (Spelaeocaris) pretneri/prasence</i>			
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, Obod	1 (8.8)	14 (5.9–9.9)
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	1 (6.4)	15 (6.1–7.8)
Bosna in Hercegovina	Nevesinje, Zovi Do, jama Jezero	1 (7.0)	3 (7.4–7.9)
Bosna in Hercegovina	Ključ, Avtovac, Vilina pečina		3 (9.8–10.0)
Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina		2 (6.0–6.7)
<i>T. (Spelaeocaris) kapelana</i>			
Hrvaška	Lika, Jezerane, Obajdina pečina	1 (8.1)	4 (8.0–9.0)
<i>T. (Spelaeocaris) neglecta</i>			
Hrvaška	Obrovac, Karin, Karišnica	2 (6.3–6.7)	8 (4.8–7.3)
Σ =		29	72

Priloga A3. Seznam struktur, netransformiranih morfoloških znakov in razmerij s pojasnilom, merjenih pri samcih (M) in samicah (F) rodu *Troglocaris*. Znaki, uporabljeni v statističnih analizah so označeni s “+”: P – znaki vključeni v PCA; D1/D2 – znaki vključeni v postopno DFA 1/DFA 2 (znaki v oklepajih so bili s postopno metodo izločeni). V preliminarni analizi PCA samcev (ni prikazano) so bili vsi znaki uporabljeni le pri analizi vzorca iz Kačne jame. Številski merjeni znaki in številski šteti znaki so pisani z velikimi črkami (številski šteti znaki poševno) in razmerja z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Okrajšave: d – dolžina; š – širina; št – število; rel – relativno.

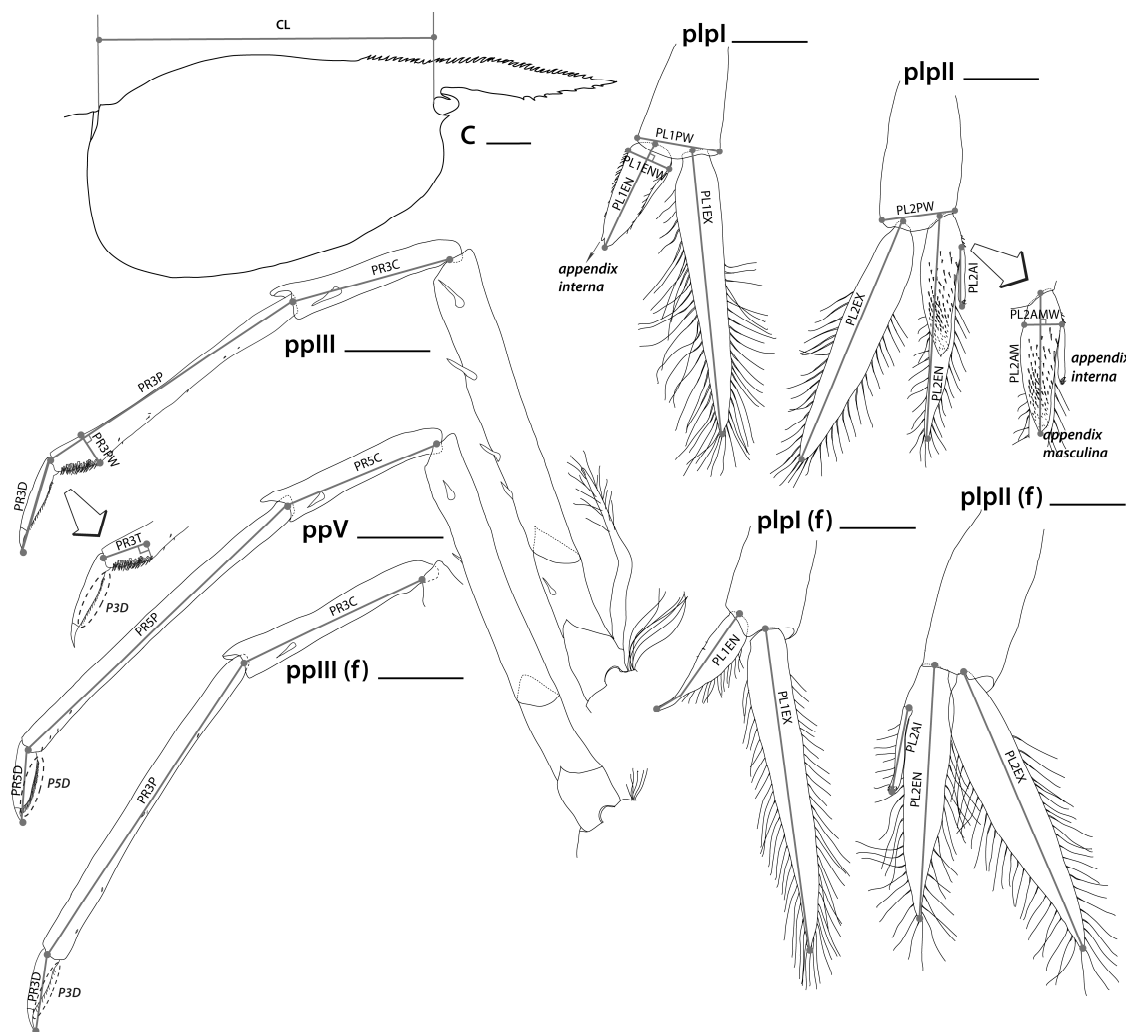
Appendix A3. List of structures, morphological characters and their explanation measured in males (M) and females (F) of *Troglocaris*. Characters, used in statistical analyses are denoted with +: P – characters included in PCA; D1/D2 – characters included in stepwise DFA 1/DFA 2 (characters in parentheses were excluded with stepwise method); A – characters included in one way analysis of variance (ANOVA). The numerical counted and metric characters are written with large (first mentioned in italics) and ratios with little printed letters. Abbreviations: d – length, š – width, št – number, rel – relative.

Regija, struktura	Morfometrični znak / razmerje		Formula	M			F
				P	D1	D2	A
Koš	CL	d koša					+
Pereopod III	PR3dist	skupna d členov 5–7 (distalni del pereopoda)	PR3C+PR3P+PR3D				
	PR3C	d člena 5					
	<i>pr3c</i>	d člena 5 / d distalnega dela pereopoda	PR3C / PR3dist	+	(+)	(+)	+
	PR3P	d člena 6					
	<i>pr3p</i>	d člena 6 / d distalnega dela pereopoda	PR3P / PR3dist	+	(+)	+	+
	PR3D	d člena 7					
	<i>pr3d</i>	d člena 7 / d distalnega dela pereopoda	PR3D / PR3dist	+	(+)	(+)	+
	PR3T	d skupine spiniformnih set na razširjenem distalnem delu člena 6					
	PR3PW	največja š distalnega dela člena 6					
	<i>pr3pwp</i>	največja š distalnega dela člena 6 / d člena 6	PR3PW / PR3P				
Pereopod V	<i>pr3tp</i>	d skupine spiniformnih set na razširjenem distalnem delu člena 6/ d člena 6	PR3T / PR3P	+	+	+	
	<i>pr3tpw</i>	d skupine spiniformnih set na razširjenem distalnem delu člena 6 / največja š distalnega dela člena 6	PR3T / PR3TPW				
	<i>P3D</i>	št spiniformnih set na členu 7					
	<i>p3d</i>	gostota spiniformnih set na členu 7	P3D / PR3D	+	+	+	+
	PR5dist	skupna d členov 5–7 (distalni del pereopoda)	PR5C+PR5P+PR5D				
	PR5C	d člena 5					
	<i>pr5c</i>	d člena 5 / d distalnega dela pereopoda	PR5C / PR5dist	+	(+)	(+)	+
	PR5P	d člena 6					
	<i>pr5p</i>	d člena 6 / d distalnega dela pereopoda	PR5P / PR5dist	+	(+)	(+)	+
	PR5D	d člena 7					
Pleopod I	<i>pr5d</i>	d člena 7 / d distalnega dela pereopoda	PR5D / PR5dist	+	(+)	(+)	+
	<i>P5D</i>	št spiniformnih set na členu 7					
	<i>p5d</i>	gostota spiniformnih set na členu 7	P5D / PR5D				+
	PL1PW	š protopodita distalno					
	PL1EN	d endopodita					
	<i>pl1enpw</i>	d endopodita / š protopodita distalno	PL1EN / PL1PW				
	PL1ENW	največja š endopodita					
Pleopod I	<i>pl1enwen</i>	največja š endopodita / d endopodita	PL1ENW / PL1EN				
	PL1EX	d eksopodita					
	<i>pl1enex</i>	d endopodita / d eksopodita	PL1EN / PL1EX	+	+	(+)	+

(se nadaljuje; *continued*)

Priloga A3. Appendix A3. (nadaljevanje; *continuation*)

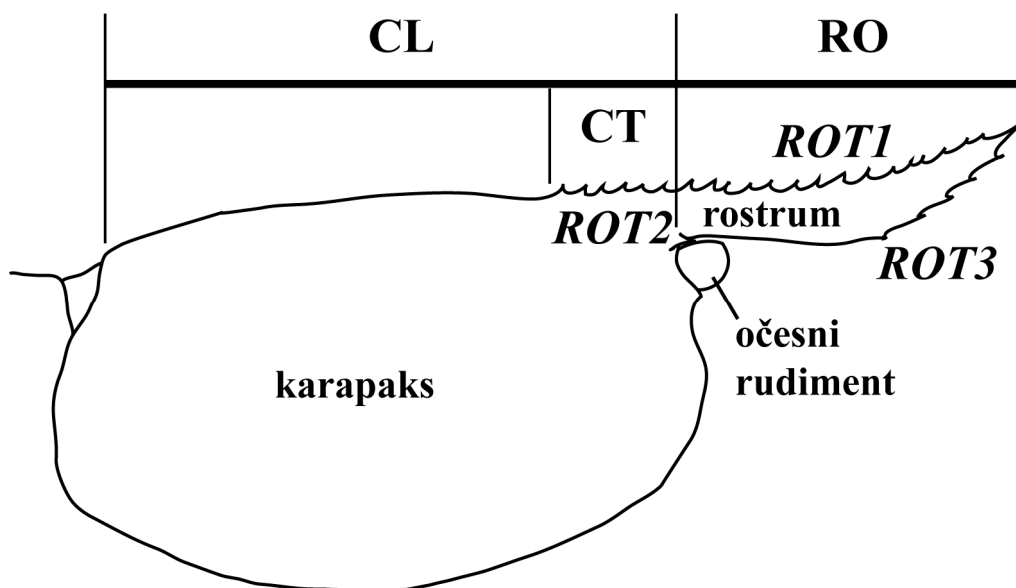
Regija, struktura	Morfometrični znak / razmerje		Formula	M			F
				P	D1	P	D1
Pleopod II	PL2PW	š protopodita distalno					
	PL2EN	d endopodita					
	pl2enpw	d endopodita / š protopodita distalno	PL2EN / PL2PW				
	PL2EX	d eksopodita					
	pl2enex	d endopodita / d eksopodita	PL2EN / PL2EX	+	(+)	(+)	+
	PL2AM	d <i>appendix masculina</i>					
	PL2AMW	š <i>appendix masculina</i>					
	PL2AI	d <i>appendix interna</i>					
	pl2amen	d <i>appendix masculina</i> / d endopodita		+	+	+	
	pl2aien	d <i>appendix interna</i> / d endopodita	PL2AI / PL2EN	+	(+)	+	+
	pl2amai	d <i>appendix masculina</i> / d <i>appendix interna</i>	PL2AM / PL2AI	+	(+)	+	
	pl2amwai	d <i>appendix masculina</i> / d <i>appendix interna</i>	PL2AMW / PL2AI				



Priloga A4. Shematski prikaz merjenih struktur za analizo razvoja spolnih znakov pri rodu *Troglocaris* (C - koš; ppIII/V - pereopod III/V; plpI/II - pleopod I/II). Spolno dimorfne strukture so prikazane posebej za samce in samice (f). Pojasnilo k okrajšavam znakov je v Prilogi A3. Merila: 1 mm.

Appendix A4. Sketches of measured structures (C – carapace; ppIII/V – pereopod III/V; plpl/II – pleopod I/II) with presentation of measurements on carapace and appendages in cave shrimps *Troglocaris*. Sexually dimorphic structures are shown separately for males and females (the later denoted with 'f'). For explanation of characters' abbreviations see Appendix A3. Scale bars: 1 mm.

Priloga B. Vzorec razširjenosti jamskih kozic *Troglocaris* s kratkim in dolgim kljuncem.



Priloga B1. Shematski prikaz merjenih struktur za analizo vzorca razširjenosti kozic *Troglocaris* s kratkim in dolgim kljuncem. Pojasnilo k okrajšavam znakov je v Prilogi B2.

Appendix B1. Diagram of *Troglocaris* carapace with designated morphometric character for the analysis of the Proteus-*Troglocaris* interaction. Characters' abbreviations as in Appendix B2.

Priloga B2. Seznam osnovnih morfometričnih znakov in njihovih razmerij (gl. formulo za razlago) za analizo vzorca razširjenosti kozic *Troglocaris* s. str. s kratkim in dolgim kljuncem. Osnovni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, številski šteti znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno.

Appendix B2. List of morphological characters and their explanation measured *Troglocaris* for the analysis of the Proteus-*Troglocaris* interaction.

Morfometrični znak	Razmerje	Formula
CL postorbitalna dolžina koša		
RO dolžina kljunca	<i>rcl</i> relativna dolžina kljunca	RO / CL
CT dolžina dela koša z zobci	<i>ctcl</i> relativna dolžina dela koša z zobci za oči	CT / CL
ROT1 število zobcev na kljuncu dorzalno pred očmi	<i>r12rct</i> gostota dorzalnih zobcev na kljuncu in delu koša za oči	(ROT1+ROT2) / (RO+CT)
ROT2 število zobcev na košu za oči		
ROT3 število zobcev na kljuncu ventralno pred očmi	<i>r3r</i> gostota ventralnih zobcev na kljuncu	ROT3 / RO

Priloga B3. Neparametričen Kolmogorov–Smirnov test za dva neodvisna vzorca za *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (podrod *Troglocaris* s. str. excl. *T. bosnica*), ki prikazuje starostni dimorfizem (juvenilna skupina proti odrasli skupini) v šestih osnovnih znakih in štirih razmerjih (gl. Prilogo B2 za pojasnilo kratic), ločeno za samce, samice, in oba spola skupaj. Krepko so označene statistično značilne razlike na nivoju tveganja $p < 0.01$. Osnovni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, številski šteti znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. MC – morfometrični znak; Z – Z vrednost Kolmogorov–Smirnov test.

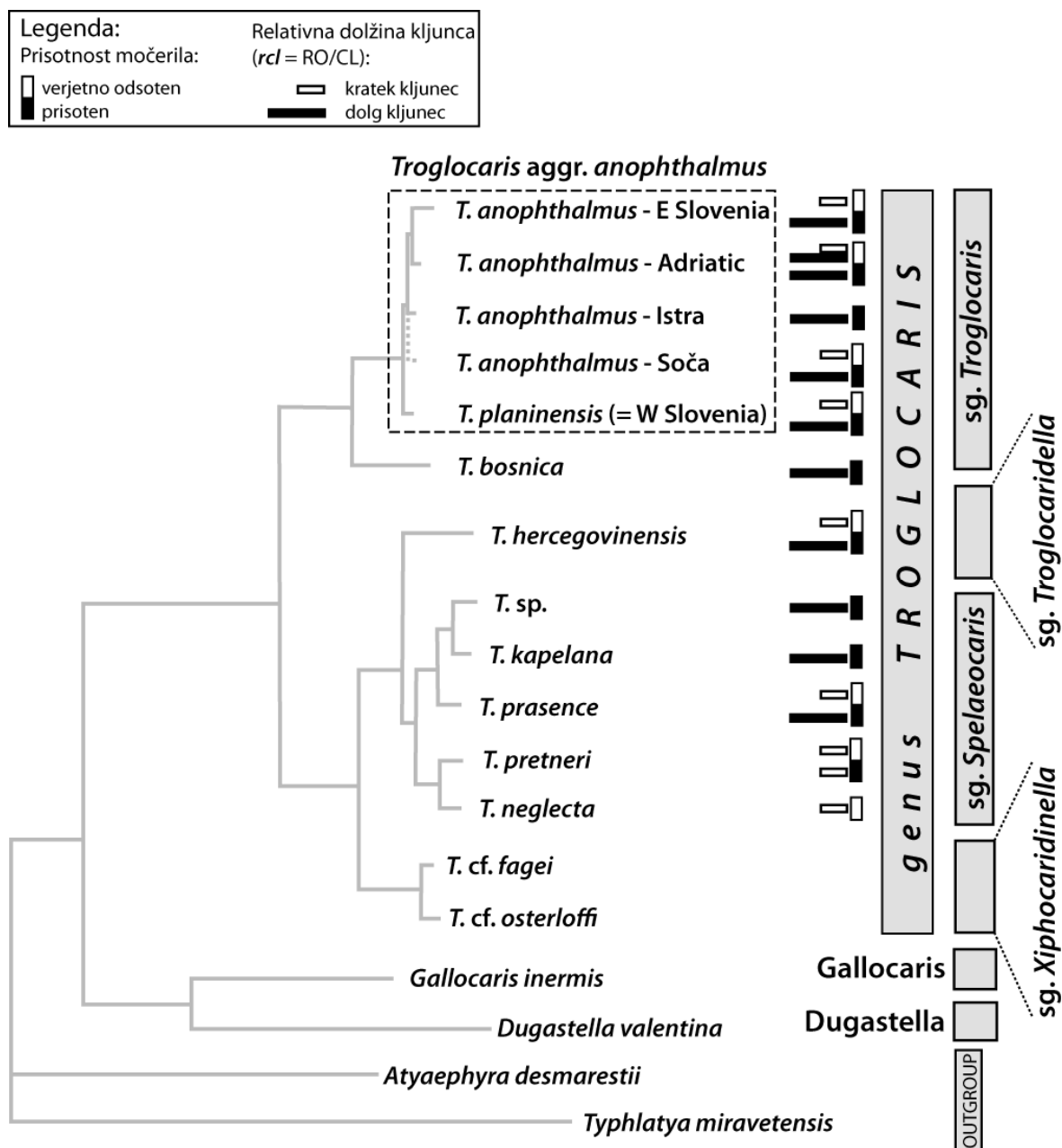
Appendix B3. Non parametric Kolmogorov–Smirnov test of age dimorphism (juveniles vs. adults) in *Troglocaris* aggr. *anophthalmus*. Six untransformed morphometric characters and four ratios (abbreviations as in Appendix B2) were tested. MC – morphometric character; Z – Z value of Kolmogorov–Smirnov test; Sig. – significance (denoted with bold, when $p < 0.01$).

MC	Samci in samice		Samci		Samice	
	Z	Sig.	Z	Sig.	Z	Sig.
CL	3.006	0.000	1.203	0.111	3.454	0.000
CT	2.045	0.000	1.023	0.246	2.346	0.000
RO	2.210	0.000	0.822	0.509	2.485	0.000
ROT1	1.925	0.001	0.766	0.600	1.973	0.001
ROT2	2.110	0.000	0.536	0.936	2.461	0.000
ROT3	1.802	0.003	0.659	0.778	1.757	0.004
rcl	1.541	0.017	0.885	0.413	1.545	0.017
ctcl	1.882	0.002	1.203	0.111	2.146	0.000
r12rct	0.702	0.708	0.729	0.663	1.012	0.257
r3r	1.618	0.011	1.136	0.151	1.583	0.013

Priloga B4. Spearmanove korelacije med pari morfometričnih znakov analiziranih v *Troglocaris* aggr. *anophthalmus*, pri odraslih živalih (desno zgoraj) ter odraslih in juvenilnih živalih (levo spodaj). Korelacije z vrednostmi $|r| \geq 0.7$, so pisane krepko. Številski merjeni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, številski šteti znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Pojasnila k okrajšavam znakov so v Prilogi B2.

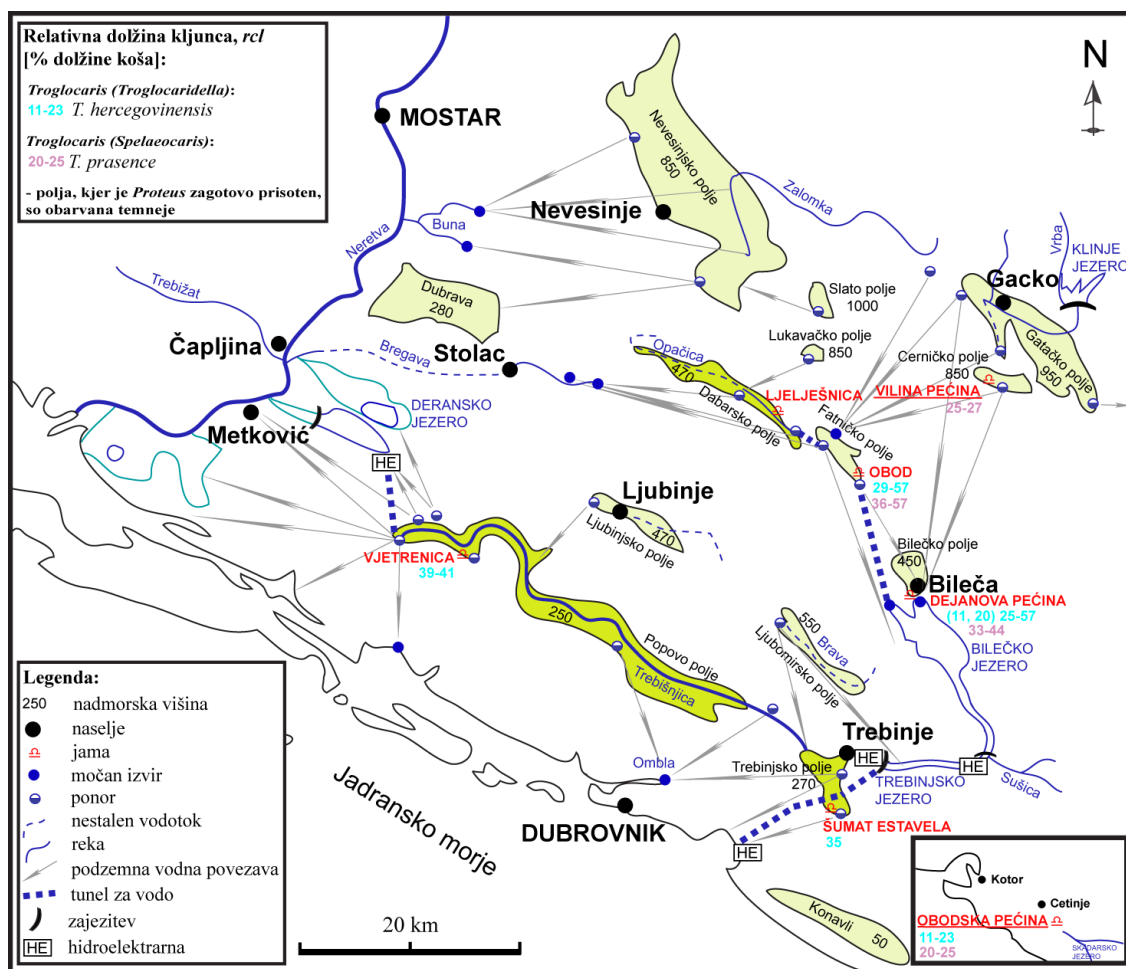
Appendix B4. Spearman correlation matrix for characters analysed in *Troglocaris* aggr. *anophthalmus*, for adults (right above), and juveniles and adults pooled (left below). Characters' abbreviations as in Appendix B2.

	CL	CT	RO	ROT1	ROT2	ROT3	rcl	ctcl	r12rct	r3r
CL		0.608	0.530	0.282	0.401	0.173	0.138	0.389	-0.436	-0.160
CT	0.629		0.556	0.479	0.769	0.369	0.349	0.957	-0.320	0.032
RO	0.576	0.616		0.659	0.449	0.533	0.895	0.474	-0.574	-0.043
ROT1	0.333	0.540	0.694		0.488	0.537	0.642	0.462	0.071	0.175
ROT2	0.453	0.792	0.514	0.543		0.276	0.335	0.775	0.041	0.019
ROT3	0.229	0.426	0.587	0.580	0.332		0.544	0.373	-0.162	0.766
rcl	0.206	0.428	0.901	0.679	0.398	0.599		0.370	-0.436	0.036
ctcl	0.421	0.960	0.541	0.530	0.790	0.432	0.449		-0.216	0.087
r12rct	-0.426	-0.317	-0.539	0.068	0.020	-0.172	-0.406	-0.218		0.230
r3r	-0.096	0.108	0.060	0.247	0.075	0.787	0.137	0.163	0.194	



Priloga B5. Poenostavljeno filogenetsko drevo rodu *Troglocaris* (po Sket in Zakšek, 2009; preurejeno). Filogenetski odnosi znotraj *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* (razen *T. planinensis*, ki je sestrška ostalim skupinam) niso razrešeni, skupino *T. anophthalmus* – Soča smo dodali ročno (črtkano). Pri treh dinarskih podrodovih jamskih kozic smo pregledali relativno dolžino kljunca pri živalih, ki imajo stik z močerilom, ter živalih, ki tega stika verjetno nimajo. Za pojasnilo k izjemam znotraj *Troglocaris* aggr. *anophthalmus*, *T. (Spelaeocaris) prasence* in *T. (Troglocaridella) hercegovinensis*, gl. diskusijo in Prilogo B6.

Appendix B5. A simplified phylogenetic tree of the genus *Troglocaris*, redrawn and adapted from Sket and Zakšek (2009). Phylogenetic relationships among *Troglocaris* aggr. *anophthalmus* phylogroups are weakly supported, and *T. anophthalmus* - Soča has been added manually (dashed line; see also Zakšek et al., 2009). Relative rostral length has been estimated for *Proteus* and *Proteus*-free localities, within each of the three Dinaric subgenera separately. For comments on few exceptions within *Troglocaris* s. str. and situation in *T. (S.) prasence* and *T. (Troglocaridella) hercegovinensis* see discussion and Appendix B6.



Priloga B6. Geografski položaj populacij analiziranih *T. (Spelaecaris) prasence* in *T. (Troglocaridella) hercegovinensis*. Polja, na katerih so vhodi jam, od koder so znani podatki o nahajališčih močerila, so označena temneje; večina kozic obeh vrst iz teh jam (ali iz jam, ki so s temi hidrološko povezane; gl. Fatničko polje in jamo Obod ter Bilečko polje in Dejanovo pečino) ima daljši kljunec kot v jamah, ki so od teh geografsko oddaljene in/ali hidrološko izolirane (v izseku Obodska pečina iz oddaljene Črne gore). Razpon dolžine kljunca glede na dolžino koša (CL): (1) *T. (Spelaecaris) prasence*, kjer na močerilovo prisotnost lahko sklepamo vsaj prek hidroloških povezav: *rcl* = 33–57 % CL (N = 15), in kjer je verjetno odsoten: *rcl* = 19–27 % CL (N = 6); (2) *T. (Troglocaridella) hercegovinensis*, kjer na močerilovo prisotnost lahko sklepamo vsaj prek hidroloških povezav: *rcl* = 25–57 % CL, z izjemama: 11 % in 20 % CL (na sliki v oklepaju; N = 22), in kjer je verjetno odsoten: *rcl* = 11–23 % CL (N = 5) Vir: Načrt zaježitve povirja Bregave in Trebišnjice; www.eft-group.net/documents/EFT%20Final%20Report_2.pdf (str. 32: Figure 11, 20. 4. 2010; preurejeno). Za komentar o drugih vrstah iz podrođu *Spelaecaris* gl. str. 102.

Appendix B6. Geographical position of *T. (Spelaecaris) prasence* and *T. (Troglocaridella) hercegovinensis* populations analysed in our study. Poljes with caves, where *Proteus* is known from are designated darker than poljes with caves, where *Proteus* has never been found. The majority of cave shrimps of both above mentioned species have longer rostra, where co-occurring with *Proteus* (or at least from hidrologically connected caves with caves, inhabited by *Proteus*; e.g. see Fatničko polje and Bilečko polje) than in (presumably) *Proteus*-free caves. Range of relative rostral length values (in percentage of post-orbital carapace length, CL): (1) *T. (Spelaecaris) prasence*, where *Proteus* present at least through hydrological connections: *rcl* = 33–57 % CL (N = 15), and where *Proteus* presumably absent: *rcl* = 19–27 % CL (N = 6); (2) *T. (Troglocaridella) hercegovinensis*, where *Proteus* present at least through hydrological connections: *rcl* = 25–57 % CL, with 11 % and 20 % CL exceptions (N = 22), and where *Proteus* presumably absent: *rcl* = 11–23 % CL (N = 5). Reference: Layout of the catchment areas of Bregava and Trebišnjica springs; www.eft-group.net/documents/EFT%20Final%20Report_2.pdf (p. 32: Figure 11; 20th April 2010; redrawn). For comments on other species of the subgenus *Spelaecaris*, see p. 102.

Priloga C. Morfološka primerjava molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin.

Priloga C1. Seznam vzorcev *Troglocaris* za diskriminacijske analize.

Priloga C1.1. Seznam vzorcev (V) podrodu *Troglocaris* s. str. s številom živali (ločeno za samce in samice), vključenih v diskriminacijske analize za analizo morfološke primerjave molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin (Ph).

Appendix C1.1. List of *Troglocaris* s. str. samples, included in Discriminant Function Analyses; number of males/females per sample added (under Samci/Samice, respectively).

V	Ph	Država/Lokaliteta	Samci	Samice
Italija				
1	W-Slo	Jamlje/Iamiano, Komarji/Comarie, jama pri Komarjih (cavernetta Presso Comarie)	1	3
2	W-Slo	Devin/Duino, cave near Duino (pozzo presso S. Giovanni di Duino)	5	1
3	W-Slo	Trst/Trieste, Trebče/Trebiciano, Grotta di Trebiciano/Labodnica	6	5
4	W-Slo	Rosandra/Glinščica, izviri pri Fonte Oppia	1	2
5	W-Slo	Rosandra/Glinščica, Antro delle Ninfe/Velika jama	1	1
Slovenija				
6	Soča	Most na Soči, Vogršček	5	2
7	Soča	Vipava, Vipavska jama	9	8
8	W-Slo	Komen, Brestovica, Dolenca jama	2	9
9	W-Slo	Divača, Kačna jama, Ogabno jezero	4	6
10	W-Slo	Divača, Kačiče, jama Mejame	2	6
11	W-Slo	Koper, Osp, Osapska jama (= jama Grad)	4	5
12	W-Slo	Kozina, Ocizla, Ocizelska jama	2	2
13	W-Slo	Materija, Odolina, Ponikve v Odolini	1	4
14	W-Slo	Sočerga, Jama pod Krogom	5	6
15	W-Slo	Logatec, Gradišnica	1	
16	W-Slo	Planina, Planinska jama, Pivkin rokav	1	4
17	W-Slo	Planina, Planinska jama, Rakov rokav	1	3
18	W-Slo	Planina, Škratovka		2
19	W-Slo	Planina, Laze, Najdena jama	2	12
20	W-Slo	Planina, Laze, Logarček	6	1
21	W-Slo	Planina, Laze, Erjavščica		3
22	W-Slo	Postojna, Črna jama, Pivka		1
23	W-Slo	Postojna, Pivka jama		1
24	W-Slo	Postojna, Postojnska jama, Tartar		3
25	W-Slo	Postojna, Sajevče, Markov spodmol	5	5
26	W-Slo	Postojna, Slavina, Vodna jama v Lozi	3	8
27	W-Slo	Pivka, Parje, Jama v Mlaki	1	3
28	W-Slo	Šembije, Podtabor, jama Kozja luknja		3
29	W-Slo	Ilirska Bistrica, Novokračine, Novokrajska jama	7	4
30	E-Slo	Grosuplje, Luče, Lučka jama		1
31	E-Slo	Stična, Šimenkovo brezno	1	5
32	E-Slo	Krka, Krška jama	5	7
33	E-Slo	Krka, Poltarica		1
34	E-Slo	Videm-Dobrepolje, Podpeč, Podpeška jama		6
35	E-Slo	Videm-Dobrepolje, Kompolje, Kompoljska jama		6
36	E-Slo	Videm-Dobrepolje, Podtabor, Potiskavec		2
37	E-Slo	Žužemberk, Dvor, Černičkova jama		2
38	E-Slo	Žužemberk, Dvor, Bobnova jama		1
39	E-Slo	Novo mesto, Jama v Luknji	4	3
40	E-Slo	Ribnica, Dolenja vas, Molišaht	3	4
41	E-Slo	Kočevje, Polom, Ebental	1	
42	E-Slo	Kočevje, jama pri Kolpi (natančni podatki neznani)	2	
43	E-Slo	Kostel, Žaga, Jelovička jama	7	2
44	E-Slo	Črnomelj, Stobe (= Stolbe)		2
45	E-Slo	Črnomelj, Vranoviči, Šuline 1	1	3
46	E-Slo	Črnomelj, Pavičiči, Jelenja jama		1
47	E-Slo	Črnomelj, Žopenca (= Gadina jama)	1	6
48	E-Slo	Črnomelj, Jelševnik, Na trati, srednji izvir	3	
49	E-Slo	Črnomelj, Jelševnik, izvir levo od Obrha		5
50	E-Slo	Dragatuš, Mali Nerajec, Djud	4	5

(se nadaljuje; *continued*)

Priloga C1.1. Appendix C1.1. (nadaljevanje; continuation)

V	Ph	Država/Lokaliteta	Samci	Samice
Slovenija				
51	E-Slo	Vinica, cave Jama v kamnolomu	8	13
52	E-Slo	Špeharji, Breg, Kobiljača	2	2
Hrvaška				
53	Istra ^a	Poreč, Pincinova pečina	1	3
54	Istra ^a	Poreč, Funtana, kaptiran izvir	4	
55	Istra ^a	Pula, Vodnjan, Galizana		1
56	W-Slo	Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić	1	2
57	W-Slo	Labin, Raša, izvir pri Raši		1
58	E-Slo	Ogulin, Privis pečina		3
59	? ^b	Novi Vinodolski, Sušička jama	3	1
60	E-Slo	Slunj-Tounj, izvir Rudnica (zgornja jama)	1	1
61	E-Slo	Tounj, Mikašinovići, Mikašinovića pečina	4	11
62	E-Slo	Rakovica, Vaganac, Kukuruzovića pečina	3	3
63	Adriatic	Otočac, Podum, Pečina Sv. Marko	8	11
64	Adriatic	Seline, Markova jama	2	
65	Adriatic	Obrovac, Karin, Karišnica	5	
66	Adriatic	Island Ugljan, Čeprijanda, izvir	1	1
67	Adriatic	Šibenik, Pirovac, Bikovica	2	13
68	Adriatic	Pirovac, izvir pri Pirovcu		2
69	Adriatic	Šibenik, po HE postajo Manojlovac; izvir-jama, Krka		3
70	Adriatic	Šibenik, reka Krka, jama Rasline	1	1
71	Adriatic	Šibenik, Mandalina špilja	1	7
72	Adriatic	Split, Dugo polje, Đuderina pečina		3
Bosna in Hercegovina				
73	<i>T. bosnica</i>	Dabar, Dabarska pečina		1
74	<i>T. bosnica</i>	Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pečina	1	16
75	Adriatic	Popovo polje, Zavala, izvir Lukavac	1	
76	Adriatic	Popovo polje, Čvaljina, Baba pečina		2
77	Adriatic	Popovo polje, Zavala, Vjetrenica		7
78	Adriatic	Mokro polje, Trebinje, Čičevo, pod Veljo goru, Šumat pečina	8	9
79	Adriatic	Mokro polje, Trebinje, Vučonica		2

^a vzorca sta bila vnaprej določena kot istrska zaradi neposredne bližine z lokaliteto, kjer se pojavlja filogenetska skupina Istra (Vrsar, Klarića jama). Vendar smo v ponovitvah diskriminacijskih analiz napovedali uvrstitev tem živalim v filogenetsko skupino W-Slo, v primeru ene živali pa v filogenetsko skupino E-Slo (gl. opis populacij iz Istre).

^b vse živali na podlagi klasifikacije v DFA najbolj podobni W-Slo

Priloga C1.2. Seznam vzorcev podrodov *Troglocaridella* in *Spelaeocaris*, ločenih po vrstah. Dodana so števila analiziranih živali (ločeno za samce in samice).

Appendix A2. List of *Troglocaris* (*Troglocaridella*) and *Troglocaris* (*Spelaeocaris*) samples, denoted by species. Number of examined specimens are added separately for males (Samci) and females (Samice).

Vrsta/Država	Lokaliteta	Samci	Samice
<i>T. (Troglocaridella) hercegovinensis</i>			
Bosna in Hercegovina	Popovo polje, Zavala, Vjetrenica	1	3
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	3	9
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	3	3
Bosna in Hercegovina	Mokro polje, Trebinje, Bogovina, estavela Šumat		1
Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Cave Obodska pečina	4	1
<i>T. (Spelaeocaris) pretneri</i>			
Hrvaška	Mirlović, Čikola, izvir		1
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	4	8
Bosna in Hercegovina	Nevesinje, Zovi Do, jama Jezero	4	3
Bosna in Hercegovina	Dabarsko polje, jama Ljelješnica		1
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	1	9
<i>T. (Spelaeocaris) prasence</i>			
Bosna in Hercegovina	Fatničko polje, jama Obod	2	5
Bosna in Hercegovina	Bileća, Dejanova pečina	5	4
Bosna in Hercegovina	Ključ, Avtovac, Vilina pečina		3
Črna Gora	Rijeka Crnojevića, Obodska pečina	1	4
<i>T. (Spelaeocaris) kapelana</i>			
Hrvaška	Lika, Jezerane, Obajdina pečina	1	4
<i>T. (Spelaeocaris) neglecta</i>			
Hrvaška	Obrovac, Karin, Karišnica	2	8

Priloga C2. Rezultati preliminarnih testov (manjkajoči podatki, normalnost porazdelitve, ANOVA, spolni dimorfizem).

Rezultati preliminarnih testov za morfometrične znake (MC), prikazani ločeno za posamezne analize (DFA 1–DFA 7) pri jamskih kozicah *Troglocaris*. Od znakov, ki so bili statistično značilno različni med filogenetskimi skupinami (ANOVA, $p < 0.001$), smo iz nadaljnjih analiz izločili znake, pri katerih je bilo število manjkajočih znakov veliko ($> 10\%$ v posamezni skupini, oznaka »a«) ali pa je porazdelitev znotraj vsaj ene od primerjanih filogenetskih skupin odstopala od normalne (Kolmogorov-Smirnov test, $p < 0.1$; oziroma odstopanje od premice na Q-Q plotu, oznaka »b«). Iz para oz. skupine statistično značilnih znakov, katerih medsebojne Pearsonove korelacije so bile visoke ($|r| > 0.7$, oznaka »c«), smo obdržali le en znak. V DFA 1–3 znaka *rcl* nismo uporabili, ker je bil osnova za določanje vrst podrodo *Spelaecaris* (oznaka »d«). V skupni analizi samcev in samic smo obdržali le znake, ki so bili statistično pomembni pri vsakem od obeh spolov in hkrati spolno nedimorfni (t-test, $p < 0.05$). Znaki, ki smo jih vključili v diskriminacijske analize, so tiskani krepko (pod Sig.). Tabele korelacij med znaki so v Prilogi C3. Številski šteti znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Pojasnilo okrajšav znakov je v Preglednici 2.

Results of preliminary tests of Discriminant Function analyses 1–7 (missing data, data distribution, ANOVA; sexual dimorphism) for morphometric characters (MC), analysed in Troglocaris.

MC	DFA 1		DFA 2		DFA 3		DFA 4		DFA 5		DFA 6		DFA 7	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
<i>rcl</i>	5.438	0.000 d	25.432	0.000 d	27.342	0.000	2.795	0.028	7.593	0.000	4.183	0.003	8.798	0.000
<i>rowro</i>	9.849	0.000 a	29.821	0.000 a	40.431	0.000	0.900	0.466	3.107	0.010	2.172	0.073	3.665	0.003
<i>rozw</i>	4.873	0.000 a	13.533	0.000 a	15.988	0.000	7.637	0.000 b	23.905	0.000 b	21.010	0.000 b	27.564	0.000
<i>rowcl</i>	3.117	0.004 a	5.545	0.000 a	6.796	0.000	2.071	0.088	2.856	0.016	3.197	0.014	4.011	0.001
<i>ctcl</i>	4.579	0.000 c	21.248	0.000	20.264	0.000	3.843	0.005	6.122	0.000 b	6.961	0.000 b	9.144	0.000
<i>an1cl</i>	15.930	0.000	35.128	0.000	34.825	0.000	13.583	0.000	30.306	0.000	15.812	0.000	28.847	0.000
<i>a11an</i>	4.576	0.000	6.846	0.000	7.737	0.000	1.266	0.286	8.620	0.000	7.092	0.000	5.591	0.000
<i>a12an</i>	31.570	0.000 c	25.421	0.000 c	45.891	0.000	37.079	0.000 c	26.918	0.000 c	32.060	0.000 c	53.019	0.000
<i>a13an</i>	35.287	0.000 c	27.974	0.000 c	43.818	0.000	54.202	0.000 c	45.822	0.000 c	57.400	0.000 c	78.531	0.000
<i>a1s1an</i>	9.884	0.000	7.120	0.000	9.229	0.000	6.665	0.000	7.724	0.000	7.156	0.000	8.735	0.000
<i>a1s3an</i>	16.284	0.000	31.280	0.000	42.686	0.000	9.092	0.000	6.011	0.000	6.538	0.000	11.094	0.000
<i>an2cl</i>	3.300	0.002	14.971	0.000 c	9.390	0.000	3.068	0.018	22.457	0.000 c	10.962	0.000 c	12.590	0.000
<i>a2s1an</i>	3.605	0.001	7.439	0.000	8.665	0.000	5.954	0.000	3.458	0.005	3.991	0.004	6.739	0.000
<i>a2s2an</i>	12.404	0.000 c	25.764	0.000 c	28.275	0.000	4.007	0.004	8.248	0.000 c	5.500	0.000 c	7.530	0.000
<i>a2s3s1</i>	11.516	0.000 c	5.566	0.000 b	9.311	0.000	15.369	0.000	6.998	0.000	8.686	0.000	18.910	0.000
<i>a2s3s2</i>	13.791	0.000	12.137	0.000	19.504	0.000	13.929	0.000 c	5.931	0.000 c	6.072	0.000 c	15.107	0.000
<i>a2s2s1</i>	25.008	0.000	37.817	0.000	50.368	0.000	12.713	0.000	14.674	0.000	11.240	0.000	19.507	0.000
<i>a2s1cl</i>	5.686	0.000 c	17.068	0.000 c	17.656	0.000	3.615	0.007	22.724	0.000 c	9.079	0.000 c	19.089	0.000
<i>a2s2cl</i>	8.161	0.000	17.848	0.000	19.647	0.000	8.759	0.000 c	18.221	0.000 c	22.911	0.000	18.481	0.000
<i>an2an1</i>	8.666	0.000	22.543	0.000	27.845	0.000	8.661	0.000	4.346	0.001	4.970	0.001	10.776	0.000
<i>m3cl</i>	1.677	0.117	7.575	0.000 c	6.514	0.000	1.862	0.120	10.779	0.000 c	1.941	0.104	8.730	0.000
<i>pr1iccl</i>	15.066	0.000 c	19.234	0.000 c	29.188	0.000	3.418	0.010	12.005	0.000	4.354	0.002	12.357	0.000
<i>pr1cl</i>	7.207	0.000 c	15.416	0.000 c	20.337	0.000	0.987	0.416	10.226	0.000 c	2.639	0.034	8.410	0.000
<i>pr1ia</i>	3.378	0.002	2.939	0.001	4.271	0.000	4.010	0.004	2.689	0.022	3.047	0.018	5.543	0.000
<i>pr1ma</i>	10.577	0.000	9.455	0.000	17.799	0.000	9.694	0.000	6.442	0.000	8.062	0.000	12.971	0.000
<i>pr1ca</i>	15.625	0.000	16.560	0.000	26.777	0.000	2.521	0.043	1.130	0.344	1.302	0.270	1.960	0.083
<i>pr1pa</i>	31.685	0.000 c	20.918	0.000 c	42.065	0.000	15.628	0.000 c	9.432	0.000 c	10.793	0.000 c	20.416	0.000
<i>pr1plma</i>	38.761	0.000	25.986	0.000	51.110	0.000	16.513	0.000 c	12.929	0.000	14.212	0.000	24.712	0.000
<i>pr1da</i>	15.426	0.000	10.790	0.000	18.834	0.000	14.323	0.000	18.351	0.000	22.337	0.000	25.773	0.000
<i>pr1dplm</i>	8.332	0.000	14.004	0.000	14.441	0.000	2.288	0.062	3.976	0.002	4.488	0.002	2.034	0.073
<i>pr1plmcarp</i>	34.963	0.000 c	25.068	0.000 c	47.954	0.000	10.914	0.000 c	7.237	0.000 c	7.726	0.000 c	14.872	0.000
<i>pr1plmpr1ic</i>	38.049	0.000 c	23.105	0.000 c	46.852	0.000	17.168	0.000 c	12.074	0.000 c	13.284	0.000 c	24.446	0.000
<i>pr1pplm</i>	8.322	0.000	17.006	0.000	24.128	0.000	4.670	0.001	4.277	0.001	4.495	0.002	6.109	0.000
<i>pr1pwl</i>	11.863	0.000 c	12.960	0.000 c	19.808	0.000	2.118	0.081	3.585	0.004	1.443	0.220	5.366	0.000

(se nadaljuje; *continued*)

(nadaljevanje; *continuation*)

MC	DFA 1		DFA 2		DFA 3		DFA 4		DFA 5		DFA 6		DFA 7	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
<i>pr1pwcl</i>	14.315	0.000 c	9.139	0.000 c	16.965	0.000	4.561	0.002	3.057	0.011	3.565	0.007	6.532	0.000
<i>pr1ccl</i>	15.617	0.000 c	21.707	0.000 c	31.706	0.000	1.354	0.252	8.422	0.000 c	1.651	0.162	7.024	0.000
<i>pr1che</i>	14.103	0.000	10.736	0.000	19.462	0.000	9.083	0.000	7.505	0.000	6.149	0.000 c	12.648	0.000
<i>pr1im</i>	5.802	0.000	3.193	0.001	5.651	0.000	5.783	0.000	5.888	0.000	5.526	0.000	8.189	0.000
<i>pr2iccl</i>	16.209	0.000 c	22.674	0.000 c	34.099	0.000	5.458	0.000	9.953	0.000 c	6.888	0.000 c	12.520	0.000
<i>pr2ccl</i>	10.601	0.000 c	19.745	0.000 c	27.306	0.000	2.416	0.051	9.027	0.000 c	4.653	0.001	9.117	0.000
<i>pr2ia</i>	2.837	0.008	4.869	0.000	6.265	0.000	0.989	0.415	2.787	0.018	2.693	0.031	2.874	0.014
<i>pr2ma</i>	8.103	0.000	14.625	0.000	19.554	0.000	5.099	0.001	1.531	0.180	1.194	0.314	2.224	0.051
<i>pr2ca</i>	14.214	0.000 c	29.831	0.000 c	35.856	0.000	10.887	0.000 c	7.993	0.000 c	9.709	0.000 c	15.873	0.000
<i>pr2pa</i>	43.256	0.000 c	24.297	0.000 c	48.268	0.000	21.282	0.000	9.014	0.000	10.827	0.000 c	21.766	0.000
<i>pr2plma</i>	40.880	0.000 c	27.972	0.000 b	52.061	0.000	19.922	0.000 c	13.881	0.000 b	15.388	0.000 b	27.816	0.000
<i>pr2da</i>	14.641	0.000	18.405	0.000	24.933	0.000	21.099	0.000	14.084	0.000	17.202	0.000	27.380	0.000
<i>pr2dplm</i>	7.868	0.000	10.027	0.000	11.878	0.000	0.841	0.501	5.320	0.000	5.147	0.001	4.540	0.000
<i>pr2plmcar</i>	35.504	0.000 c	36.274	0.000 b	58.466	0.000	19.223	0.000 c	12.236	0.000 b	13.707	0.000 b	25.666	0.000
<i>pr2plmpr2ic</i>	47.127	0.000 c	28.083	0.000 b	54.290	0.000	19.868	0.000 c	12.513	0.000 b	14.055	0.000 b	26.329	0.000
<i>pr2pplm</i>	6.151	0.000	11.807	0.000 b	18.257	0.000	4.286	0.003	8.119	0.000	5.830	0.000	9.517	0.000
<i>pr2pwl</i>	12.119	0.000 c	15.554	0.000	23.305	0.000	3.080	0.018	3.642	0.003	3.099	0.016	5.139	0.000
<i>pr2pwcl</i>	13.690	0.000	10.902	0.000 c	18.446	0.000	4.965	0.001	4.037	0.001	5.061	0.001	7.138	0.000
<i>pr2ccl</i>	14.708	0.000	26.823	0.000	37.280	0.000	5.425	0.000 c	9.714	0.000 c	7.406	0.000	12.496	0.000
<i>pr2che</i>	10.765	0.000 c	6.896	0.000 c	12.209	0.000	7.381	0.000 c	6.109	0.000 c	5.850	0.000	9.859	0.000
<i>pr2im</i>	4.694	0.000	2.317	0.012	4.672	0.000	2.603	0.038	3.706	0.003	4.050	0.003	4.431	0.001
<i>pr1pr2</i>	8.095	0.000	12.424	0.000	17.328	0.000	2.700	0.033	2.731	0.020	3.515	0.008	3.965	0.002
<i>pr3cl</i>	13.015	0.000 c	21.917	0.000 c	18.520	0.000	4.202	0.003	16.303	0.000 c	8.995	0.000 c	8.078	0.000
<i>pr3ia</i>	12.772	0.000	20.948	0.000	21.598	0.000	13.405	0.000	1.135	0.342	1.390	0.238	5.147	0.000
<i>pr3ma</i>	1.297	0.254	0.385	0.953	1.051	0.399	2.861	0.025	2.828	0.017	2.261	0.063	4.368	0.001
<i>pr3ca</i>	6.401	0.000	9.038	0.000	11.003	0.000	4.018	0.004	1.660	0.145	1.994	0.096	1.940	0.087
<i>pr3pa</i>	3.898	0.001	4.521	0.000	4.404	0.000	2.207	0.071	3.435	0.005	3.838	0.005	2.645	0.023
<i>pr3da</i>	7.457	0.000	12.325	0.000	6.377	0.000	6.432	0.000	16.878	0.000	19.006	0.000	6.072	0.000
<i>pr3imcpd</i>	4.743	0.000	7.026	0.000	5.967	0.000	4.681	0.001	1.814	0.110	0.406	0.804	4.496	0.001
<i>pr3tp</i>	7.435	0.000	/	/	8.453	0.000	5.117	0.001	/	/	/	/	5.117	0.001
<i>pr5cl</i>	16.647	0.000 c	26.132	0.000 c	34.748	0.000	8.750	0.000	11.751	0.000 c	11.389	0.000	13.534	0.000
<i>pr5ia</i>	23.546	0.000	14.549	0.000	28.837	0.000	10.055	0.000	5.083	0.000	1.974	0.099	8.215	0.000
<i>pr5ma</i>	1.163	0.327	1.730	0.073	2.318	0.011	6.135	0.000	19.312	0.000	5.202	0.000	18.224	0.000
<i>pr5ca</i>	5.503	0.000	25.576	0.000	22.067	0.000	1.025	0.396	1.554	0.173	1.205	0.309	1.214	0.302
<i>pr5pa</i>	5.671	0.000	4.831	0.000	5.777	0.000	8.007	0.000	6.920	0.000	4.987	0.001	8.793	0.000
<i>pr5da</i>	9.734	0.000	17.495	0.000	21.725	0.000	12.693	0.000 c	23.925	0.000	28.325	0.000 c	30.332	0.000
<i>pr5imcpd</i>	9.302	0.000	6.214	0.000	12.108	0.000	1.064	0.376	6.954	0.000	3.268	0.012	7.650	0.000
<i>pr3pr5</i>	1.546	0.155	12.330	0.000 b	2.974	0.001	2.765	0.030	7.185	0.000 b	2.292	0.060	2.979	0.012
<i>pl1encl</i>	14.109	0.000	7.979	0.000	14.462	0.000	2.627	0.036	5.407	0.000 c	1.095	0.359	7.540	0.000
<i>pl1excl</i>	10.549	0.000 c	24.182	0.000 c	18.279	0.000	2.148	0.077	2.592	0.026	1.643	0.164	1.440	0.209
<i>pl1enex</i>	7.108	0.000 c	4.062	0.000 c	6.791	0.000	8.059	0.000	8.885	0.000	1.635	0.166	13.305	0.000
<i>pl2encl</i>	6.609	0.000 c	7.504	0.000 c	8.743	0.000	0.681	0.606	2.624	0.024	3.154	0.015	0.837	0.524
<i>pl2enex</i>	4.968	0.000 b	2.538	0.006	-	>0.001	5.987	0.000 b	9.416	0.000 b	1.471	0.212	-	>0.001
<i>pl2excl</i>	7.850	0.000 c	10.003	0.000 c	10.502	0.000	1.172	0.325	3.251	0.007	1.558	0.186	0.911	0.474
<i>pl2amcl</i>	15.446	0.000 c	/	/	14.785	0.000	4.052	0.004	/	/	/	/	4.052	0.004
<i>pl2aicl</i>	5.787	0.000 c	12.788	0.000	8.045	0.000	1.814	0.128	6.375	0.000	5.609	0.000	5.933	0.000
<i>pl2amen</i>	15.189	0.000	/	/	14.466	0.000	4.953	0.001	/	/	/	/	4.953	0.001
<i>pl2amai</i>	26.913	0.000 c	/	/	25.593	0.000	4.040	0.004	/	/	/	/	4.040	0.004
<i>pl2aien</i>	13.049	0.000	6.429	0.000	4.403	0.000	2.293	0.062	4.187	0.001	3.450	0.009	3.872	0.002
<i>s56cl</i>	19.234	0.000 c	35.523	0.000 c	44.052	0.000	12.951	0.000 c	17.570	0.000	20.021	0.000	24.171	0.000
<i>s5cl</i>	5.022	0.000	11.279	0.000	11.688	0.000	6.060	0.000	13.652	0.000 c	14.799	0.000 c	14.474	0.000
<i>s6cl</i>	25.045	0.000 c	43.923	0.000 c	58.054	0.000	13.984	0.000	15.109	0.000 c	17.684	0.000 c	23.945	0.000
<i>s5s6</i>	11.108	0.000	33.796	0.000 c	38.866	0.000	3.448	0.010	3.462	0.005	4.147	0.003	5.605	0.000

(se nadaljuje; *continued*)

(nadaljevanje; continuation)

MC	DFA 1		DFA 2		DFA 3		DFA 4		DFA 5		DFA 6		DFA 7	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
<i>te1s6</i>	42.930	0.000 c	63.833	0.000 c	94.095	0.000	17.040	0.000	13.145	0.000 c	17.413	0.000 c	25.699	0.000
<i>te1s56</i>	29.617	0.000 c	46.646	0.000 c	67.076	0.000	12.750	0.000 c	13.492	0.000	18.833	0.000	23.156	0.000
<i>te1cl</i>	4.597	0.000 c	5.279	0.000 c	7.457	0.000	4.323	0.002	7.721	0.000	7.268	0.000	9.820	0.000
<i>tes1cl</i>	3.475	0.002	10.926	0.000	9.499	0.000	4.062	0.004	16.892	0.000 c	18.622	0.000 c	12.520	0.000
<i>tes2cl</i>	6.240	0.000 c	4.575	0.000 c	8.277	0.000	4.254	0.003	6.636	0.000	4.299	0.002	9.413	0.000
<i>tes1te1</i>	5.087	0.000	12.023	0.000 c	13.027	0.000	7.106	0.000	19.867	0.000 c	24.450	0.000 c	20.621	0.000
<i>tes2te1</i>	3.716	0.001	2.988	0.001	5.094	0.000	3.423	0.010	5.708	0.000 c	5.356	0.000	8.251	0.000
<i>tes2tes1</i>	5.587	0.000	13.441	0.000	13.291	0.000	6.842	0.000 c	27.580	0.000	35.785	0.000	25.657	0.000
<i>u1cl</i>	3.401	0.002	6.966	0.000	5.785	0.000	5.615	0.000 c	10.351	0.000 c	7.541	0.000 c	9.682	0.000
<i>u2cl</i>	9.487	0.000 c	13.451	0.000 c	18.267	0.000	12.283	0.000	19.827	0.000	22.540	0.000 c	26.156	0.000
<i>u21</i>	18.055	0.000	16.915	0.000	27.041	0.000	25.484	0.000	29.339	0.000	35.943	0.000	46.762	0.000
<i>u1s56</i>	24.159	0.000 c	39.681	0.000 c	53.667	0.000	11.363	0.000 c	10.811	0.000	12.676	0.000	16.637	0.000
<i>u1s6</i>	31.645	0.000	56.893	0.000	75.503	0.000	12.245	0.000 c	9.714	0.000 c	10.807	0.000 c	16.458	0.000
<i>u1te1</i>	4.334	0.000 c	8.872	0.000	9.810	0.000	3.519	0.009	6.937	0.000	7.576	0.000	8.263	0.000
<i>ROT1</i>	10.566	0.000 a	45.713	0.000 a	49.659	0.000	3.527	0.009	5.619	0.000	1.415	0.229	8.264	0.000
<i>ROT2</i>	5.500	0.000	15.277	0.000 a	18.658	0.000	4.219	0.003	3.672	0.003	4.393	0.002	7.874	0.000
<i>ROT3</i>	5.959	0.000 a	35.102	0.000 a	35.744	0.000	6.720	0.000	44.816	0.000 b	7.007	0.000 b	44.945	0.000
<i>M1S</i>	1.717	0.108	10.493	0.000 a	11.044	0.000	2.861	0.025	18.762	0.000 b	19.425	0.000 b	20.236	0.000
<i>P3D</i>	3.614	0.001	9.603	0.000 b	3.366	0.000	1.552	0.190	5.661	0.000 b	6.746	0.000 b	3.071	0.010
<i>P3PS</i>	3.323	0.002	5.887	0.000 b	6.032	0.000	4.359	0.002	5.767	0.000 b	7.091	0.000 b	6.344	0.000
<i>P5D</i>	7.769	0.000	41.441	0.000 a	47.544	0.000	7.214	0.000	12.313	0.000	14.858	0.000	13.988	0.000
<i>PP1AIN</i>	79.412	0.000 b	/	/	16.653	0.000	24.433	0.000 b	/	/	/	/	8.961	0.000
<i>PP2AIN</i>	20.756	0.000 b	2.402	0.009 a	6.304	0.000	3.114	0.017	3.224	0.008	3.064	0.017	4.732	0.000
<i>TET3</i>	2.990	0.006	7.249	0.000 b	8.608	0.000	4.326	0.003	9.481	0.000 b	10.521	0.000 b	13.154	0.000
<i>PP1ENS</i>	15.449	0.000 a	/	/	15.189	0.000	9.230	0.000	/	/	/	/	9.292	0.000
<i>p5dp</i>	12.127	0.000 c	15.778	0.000 c	21.201	0.000	17.470	0.000	23.328	0.000 c	28.601	0.000	31.655	0.000
<i>a13a12</i>	44.274	0.000	36.319	0.000	60.090	0.000	66.121	0.000	50.324	0.000	63.823	0.000	95.822	0.000
<i>P3I</i>	1.228	0.303	6.211	0.000 a	2.759	0.013	1.201	0.315	0.621	0.684	0.447	0.774	0.757	0.582
<i>P3M</i>	6.066	0.000 a	8.336	0.000 a	13.227	0.000	5.947	0.000 a	9.717	0.000 a	8.164	0.000 a	15.791	0.000
<i>P3K</i>	/	/	1.205	0.310	2.067	0.058	/	/	1.430	0.220	0.891	0.473	2.480	0.033
<i>P5I</i>	0.406	0.804	0.549	0.739 a	0.668	0.648	0.406	0.804	0.549	0.739	0.604	0.660	0.668	0.648
<i>P5M</i>	3.025	0.022	7.039	0.000 a	7.097	0.000	3.025	0.022	7.039	0.000 a	8.360	0.000 a	7.097	0.000
<i>P5K</i>	0.277	0.892	2.906	0.018 a	3.304	0.007	0.277	0.892	2.906	0.018	3.746	0.007	3.304	0.007

Priloga C3. Pari oz. skupine znakov z visokimi Pearsonovimi korelacijami ($|r| > 0.7$).

Priloga C3.1. Visoke korelacije ($|r| > 0.7$) med morfometričnimi znaki (MC), ki so ustrezali postavljenim pogojem (odstotek manjkajočih podatkov znotraj posameznih skupin $< 10\%$; normalnost, Kolmogorov-Smirnov test, $p > 0.1$; ANOVA, $p < 0.001$). Rezultati so prikazani ločeno za posamezne DFA, ki so sledile. Iz para oz. skupine znakov z visokimi korelacijami smo obdržali le po en znak (gl. Prilogo C2 in rezultate). Za DFA 3 in DFA 7, v katerih smo oba spola združili, smo preverili korelacije med izbranimi znaki, a so bile vrednosti $|r| < 0.7$ (ni prikazano). Številski šteti znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Pojasnila k okrajšavam znakov so v Preglednici 2.

Appendix C3.1. Pearson's correlations among characters, which passed some Discriminant Function Analysis assumptions (see Appendix C2); only correlations, where $|r| > 0.7$, are presented (only one character of a group/pair of characters with high correlations was included in the subsequent DFA analysis).

Priloga C3.1.1. DFA 1

Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r
rcl - rowro	-0.74	pr1pa - pr1plmpr1ic	0.93	pr2iccl - pr2pa	-0.74	pr5cl - pl2excl	0.80
- a2s1cl	0.73	- pr2pa	0.76	- pr2plma	-0.81	- pl2amcl	0.78
- ROT1	0.73	- pr2plma	0.77	- pr2plmcarp	-0.82	- s56cl	0.80
rowro - ROT1	-0.71	- pr2plmcarp	0.74	- pr2plmpr2ic	-0.80	- s6cl	0.81
ctcl - ROT2	0.83	- pr2plmpr2ic	0.76	- pr2ccl	0.99	pr5da - p5dp	0.98
an1cl - a2s1cl	0.82	pr1plma - pr1plmcarp	0.96	- pr3cl	0.74	pl1encl - pl1excl	0.85
- pr3cl	0.82	- pr1plmpr1ic	0.99	- pr5cl	0.75	- pl2encl	0.82
- pr5cl	0.84	- pr1ccl	-0.74	pr2cl - pr2ca	0.70	- pl2excl	0.81
- pl1excl	0.74	- pr2iccl	-0.73	- pr2plma	-0.70	- pl2amcl	0.88
- pl2excl	0.73	- pr2ca	-0.78	- pr2plmcarp	-0.71	- s6cl	0.71
- s56cl	0.85	- pr2pa	0.8	- pr2plmpr2ic	-0.67	pl1excl - pl2encl	0.90
- s6cl	0.84	- pr2plma	0.87	- pr2ccl	0.97	- pl2excl	0.89
a12an - a13a12	-0.84	- pr2plmcarp	0.84	- pr3cl	0.75	- pl2amcl	0.8
a13an - a13a12	0.93	- pr2plmpr2ic	0.84	- pr5cl	0.77	- s6cl	0.71
a2s2an - a2s2s1	0.88	- pr2ccl	-0.73	- pl1excl	0.74	pl2encl - pl2excl	0.91
a2s3s1 - a2s3s2	0.80	pr1plmcarp - pr1plmpr1ic	0.96	pr2ca - pr2pn	-0.85	- pl2amcl	0.82
a2s1cl - pr3cl	0.80	- pr1ccl	-0.80	- pr2plmn	-0.85	pl2excl - pl2amcl	0.81
- pr5cl	0.86	- pr2iccl	-0.72	- pr2plmkarp	-0.92	pl2amcl - pl2amen	0.77
- pl2excl	0.71	- pr2ca	-0.80	- pr2plmpr2ic	-0.86	- pl2amai	-0.77
- s56cl	0.77	- pr2pa	0.83	- pr2ccl	0.86	- s56cl	0.71
- s6cl	0.75	- pr2plma	0.88	pr2pa - pr2plma	0.95	- s5cl	0.55
pr1iccl - pr1cl	0.95	- pr2plmcarp	0.86	- pr2plmcarp	0.95	- s6cl	0.71
- pr1plma	-0.74	- pr2plmpr2ic	0.87	- pr2plmpr2ic	0.97	pl2amen - pl2amai	-0.81
- pr1plmcarp	-0.74	- pr2ccl	-0.73	- pr2ccl	-0.72	s56cl - s5cl	0.84
- pr1plmpr1ic	-0.73	pr1plmpr1ic - pr1ccl	-0.72	pr2plma - pr2plmcarp	0.98	- s6cl	0.98
- pr1ccl	0.96	- pr2iccl	-0.71	- pr2plmpr2ic	0.99	- s5s6	-0.58
- pr2iccl	0.89	- pr2ca	-0.78	- pr2ccl	-0.80	- te1s6	-0.73
- pr2cl	0.89	- pr2pa	0.83	pr2plmcarp - pr2plmpr2ic	0.99	- u1s6	-0.71
- pr2ca	0.66	- pr2plma	0.88	- pr2ccl	-0.83	s5cl - s6cl	0.72
- pr2plma	-0.72	- pr2plmcarp	0.85	pr2plmpr2ic - pr2ccl	-0.78	s6cl - s5s6	-0.73
- pr2plmcarp	-0.71	- pr2plmpr2ic	0.86	pr2pwl - pr2pwcl	0.87	- te1s6	-0.79
- pr2ccl	0.88	- pr2ccl	-0.71	pr2ccl - pr3cl	0.72	- te1s56	-0.72
pr1cl - pr1ccl	0.92	pr1pwl - pr1pwcl	0.89	- pr5cl	0.73	- u1s56	-0.7
- pr2iccl	0.85	- pr2pwl	0.84	pr3cl - pr5cl	0.91	- u1s6	-0.77
- pr2cl	0.89	- pr2pwcl	0.81	- pl1encl	0.83	s5s6 - te1s6	0.74
- pr2ccl	0.83	pr1pwcl - pr1kle	0.78	- pl1excl	0.82	- u1s6	0.76
- pr5cl	0.72	- pr2pwl	0.72	- pl2encl	0.80	te1s6 - te1s56	0.98
- pl1excl	0.71	- pr2pwk	0.85	- pl2excl	0.83	- u1s56	0.85
pr1ca - pr1pa	-0.75	pr1ccl - pr2iccl	0.87	- pl2amcl	0.85	- u1s6	0.89
- pr1plma	-0.76	- pr2cl	0.86	- s56cl	0.80	te1s56 - u1s56	0.84
- pr1plmcarp	-0.90	- pr2plma	-0.72	- s5cl	0.58	- u1s6	0.84
- pr1plmpr1ic	-0.78	- pr2plmcarp	-0.71	- s6cl	0.82	tes2cl - tes2tes1	0.70
- pr1ccl	0.75	pr1che - pr2che	0.79	pr5cl - pl1encl	0.76	u1s56 - u1s6	0.98
pr1pa - pr1plma	0.87	pr2iccl - pr2cl	0.98	- pl1excl	0.81		
- pr1plmcarp	0.87	- pr2ca	0.79	- pl2encl	0.75		

Priloga C3.1.2. DFA 2

Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r
<i>an1cl</i> - <i>an2cl</i>	0.76	<i>pr1iccl</i> - <i>pr2cl</i>	0.83	<i>pr2iccl</i> - <i>pr2ccl</i>	0.97	<i>s56cl</i> - <i>s6cl</i>	0.97
- <i>a2s1cl</i>	0.82	- <i>pr2ccl</i>	0.81	- <i>pr3cl</i>	0.75	- <i>te1s6</i>	-0.72
- <i>pr3cl</i>	0.81	<i>pr1cl</i> - <i>pr1ccl</i>	0.92	<i>pr2cl</i> - <i>pr2ccl</i>	0.95	- <i>te1s56</i>	-0.72
- <i>pr5cl</i>	0.78	- <i>pr2iccl</i>	0.82	- <i>pr3cl</i>	0.78	<i>s6cl</i> - <i>te1s6</i>	-0.79
- <i>s56cl</i>	0.76	- <i>pr2cl</i>	0.87	- <i>pr5cl</i>	0.70	- <i>te1s56</i>	-0.74
- <i>s6cl</i>	0.73	- <i>pr2ccl</i>	0.81	<i>pr2ca</i> - <i>pr2pa</i>	-0.72	- <i>u1s6</i>	-0.74
<i>an2cl</i> - <i>a2s1cl</i>	0.82	<i>pr1ca</i> - <i>pr1plmcarp</i>	-0.78	- <i>pr2ccl</i>	0.75	<i>s5s6</i> - <i>u1s6</i>	0.73
- <i>pr3cl</i>	0.70	<i>pr1pa</i> - <i>pr1plma</i>	0.86	<i>pr2ccl</i> - <i>pr3cl</i>	0.72	<i>te1s6</i> - <i>te1s56</i>	0.97
<i>a2s2an</i> - <i>a2s2s1</i>	0.84	- <i>pr1plmcarp</i>	0.85	<i>pr3cl</i> - <i>pr5cl</i>	0.92	- <i>u1s56</i>	0.85
<i>a2s1cl</i> - <i>pr3cl</i>	0.82	- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.92	- <i>pp1excl</i>	0.74	- <i>u1s6</i>	0.88
- <i>pr5cl</i>	0.81	<i>pr1plma</i> - <i>pr1plmcarp</i>	0.94	- <i>s56cl</i>	0.76	<i>te1s56</i> - <i>u1s56</i>	0.83
<i>a2s2cl</i> - <i>u2cl</i>	0.76	- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.99	- <i>s6cl</i>	0.75	- <i>u1s6</i>	0.82
<i>m3cl</i> - <i>pr1iccl</i>	0.76	<i>pr1plmcarp</i> - <i>pr1plmpr1ic</i>	0.95	<i>pr5cl</i> - <i>pl1excl</i>	0.75	<i>te1cl</i> - <i>u1cl</i>	0.71
- <i>pr1cl</i>	0.78	<i>pr1pwl</i> - <i>pr1pwcl</i>	0.83	- <i>s56cl</i>	0.75	<i>tes1cl</i> - <i>tes1te1</i>	0.86
- <i>pr1ccl</i>	0.71	- <i>pr2pwcl</i>	0.73	- <i>s6cl</i>	0.75	- <i>u2cl</i>	0.71
- <i>pr2iccl</i>	0.71	<i>pr1pwcl</i> - <i>pr2pwcl</i>	0.88	<i>pr5da</i> - <i>p5dp</i>	0.97	<i>tes1te1</i> - <i>tes2tes1</i>	-0.71
- <i>pr2cl</i>	0.75	<i>pr1ccl</i> - <i>pr2iccl</i>	0.81	<i>pl1encl</i> - <i>pl1enex</i>	0.82	<i>u1cl</i> - <i>u2cl</i>	0.71
- <i>pr3cl</i>	0.72	- <i>pr2cl</i>	0.81	<i>pl1excl</i> - <i>pl2encl</i>	0.73	<i>u1s56</i> - <i>u1s6</i>	0.98
<i>pr1iccl</i> - <i>pr1cl</i>	0.96	- <i>pr2ccl</i>	0.82	- <i>pl2excl</i>	0.79		
- <i>pr1ccl</i>	0.95	<i>pr1che</i> - <i>pr2che</i>	0.83	<i>pl2encl</i> - <i>pl2excl</i>	0.90		
- <i>pr2iccl</i>	0.83	<i>pr2iccl</i> - <i>pr2cl</i>	0.98	<i>s56cl</i> - <i>s5cl</i>	0.80		

Priloga C3.1.3. DFA 4

Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r
<i>an1cl</i> - <i>pr5cl</i>	0.72	- <i>pr2plmcarp</i>	0.84	<i>pr2ca</i> - <i>pr2ccl</i>	0.76
- <i>s56cl</i>	0.74	- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.83	<i>pr2pa</i> - <i>pr2plma</i>	0.92
- <i>s6cl</i>	0.73	<i>pr1plmcarp</i> - <i>pr1plmpr1ic</i>	0.95	- <i>pr2plmcarp</i>	0.92
<i>a12an</i> - <i>a13a12</i>	-0.82	- <i>pr2pa</i>	0.72	- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.94
<i>a13an</i> - <i>a13a12</i>	0.96	- <i>pr2plma</i>	0.79	<i>pr2plma</i> - <i>pr2plmcarp</i>	0.97
<i>a2s3s1</i> - <i>a2s3s2</i>	0.90	- <i>pr2plmcarp</i>	0.80	- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.996
<i>pr1pa</i> - <i>pr1plma</i>	0.84	- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.78	<i>pr2plmcarp</i> - <i>pr2plmpr2ic</i>	0.97
- <i>pr1plmcarp</i>	0.83	<i>pr1plmpr1ic</i> - <i>pr2pa</i>	0.78	- <i>pr2ccl</i>	-0.73
- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.91	- <i>pr2plma</i>	0.84	<i>pr5cl</i> - <i>u1cl</i>	0.73
- <i>pr2pa</i>	0.72	- <i>pr2plmcarp</i>	0.85	<i>s56cl</i> - <i>s5cl</i>	0.80
- <i>pr2plma</i>	0.73	- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.84	- <i>s6cl</i>	0.96
- <i>pr2plmcarp</i>	0.73	<i>pr1che</i> - <i>pr2che</i>	0.81	<i>te1s6</i> - <i>te1s56</i>	0.94
- <i>pr2plmpr2ic</i>	0.74	<i>pr2iccl</i> - <i>pr2plmcarp</i>	-0.70	- <i>u1s6</i>	0.74
<i>pr1plma</i> - <i>pr1plmcarp</i>	0.95	- <i>pr2ccl</i>	0.97	<i>tes1te1</i> - <i>tes2tes1</i>	-0.75
- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.99	<i>pr2ca</i> - <i>pr2pa</i>	-0.73	<i>u1cl</i> - <i>u2cl</i>	0.74
- <i>pr2pa</i>	0.76	- <i>pr2plmcarp</i>	-0.84	<i>u1s56</i> - <i>u1s6</i>	0.95
- <i>pr2plma</i>	0.84	- <i>pr2plmpr2ic</i>	-0.70		

Priloga C3.1.4. DFA 5 (rezultati korelacij so zelo podobni kot v DFA 6, zato slednji niso prikazani)

Par MC	r	Par MC	r	Par MC	r
<i>an1cl</i> - <i>an2cl</i>	0.79	<i>pr1iccl</i> - <i>pr1cl</i>	0.95	<i>pr1che</i> - <i>pr2che</i>	0.88
- <i>a2s1cl</i>	0.82	- <i>pr1ccl</i>	0.92	<i>pr2iccl</i> - <i>pr2cl</i>	0.97
- <i>pr3cl</i>	0.75	- <i>pr2iccl</i>	0.88	- <i>pr2ccl</i>	0.97
- <i>pr5cl</i>	0.72	- <i>pr2cl</i>	0.89	<i>pr2cl</i> - <i>pr2ccl</i>	0.95
- <i>u1cl</i>	0.78	- <i>pr2ccl</i>	0.86	- <i>pr3cl</i>	0.72
<i>a12an</i> - <i>a13a12</i>	-0.71	<i>pr1cl</i> - <i>pr1ccl</i>	0.91	<i>pr2ca</i> - <i>pr2pa</i>	-0.71
<i>a13an</i> - <i>a13a12</i>	0.94	- <i>pr2iccl</i>	0.82	<i>pr3cl</i> - <i>pr5cl</i>	0.90
<i>an2cl</i> - <i>a2s1cl</i>	0.84	- <i>pr2cl</i>	0.89	- <i>u1cl</i>	0.78
- <i>pr3cl</i>	0.74	- <i>pr2ccl</i>	0.80	<i>pr5cl</i> - <i>u1cl</i>	0.82
- <i>u1cl</i>	0.77	<i>pr1pa</i> - <i>pr1plma</i>	0.83	<i>pr5da</i> - <i>p5dp</i>	0.97
<i>a2s2an</i> - <i>a2s2s1</i>	0.78	- <i>pr1plmcarp</i>	0.82	<i>pp1encl</i> - <i>pp1enex</i>	0.92
<i>a2s3s1</i> - <i>a2s3s2</i>	0.87	- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.91	<i>s5cl</i> - <i>s5cl</i>	0.79
<i>a2s1cl</i> - <i>pr3cl</i>	0.81	- <i>pr2pa</i>	0.71	- <i>s6cl</i>	0.95
- <i>pr5cl</i>	0.82	<i>pr1plma</i> - <i>pr1plmcarp</i>	0.91	<i>te1s6</i> - <i>te1s56</i>	0.94
- <i>u1cl</i>	0.85	- <i>pr1plmpr1ic</i>	0.99	<i>te1cl</i> - <i>u1cl</i>	0.71
<i>a2s2cl</i> - <i>u2cl</i>	0.75	- <i>pr2pa</i>	0.70	<i>tes1cl</i> - <i>tes1te1</i>	0.85
<i>m3cl</i> - <i>pr1iccl</i>	0.73	<i>pr1plmcarp</i> - <i>pr1plmpr1ic</i>	0.92	<i>tes2cl</i> - <i>tes2te1</i>	0.82
- <i>pr1cl</i>	0.77	<i>pr1plmpr1ic</i> - <i>pr2pa</i>	0.73	<i>tes1te1</i> - <i>tes2tes1</i>	-0.73
- <i>pr1ccl</i>	0.71	<i>pr1ccl</i> - <i>pr2iccl</i>	0.80	<i>u1s56</i> - <i>u1s6</i>	0.95
- <i>pr2cl</i>	0.74	- <i>pr2cl</i>	0.85		
- <i>pr3cl</i>	0.76	- <i>pr2ccl</i>	0.81		

Priloga C4. Rezultati klasifikacije diskriminacijskih analiz podroda *Troglocaris* s. str.

Priloga C4.1. Odstotki pravilno in napačno uvrščenih živali iz posameznih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin živali v podrodu *Troglocaris* s. str., analiziranih v diskriminacijskih analizah za morfološko primerjavo skupin. Rezultati so podani za originalno uvrstitev živali in za prečno preverjanje (odstotki v oklepajih; prečna klasifikacija narejena na podlagi vseh razen ene živali, ki ga program nato naknadno klasificira). Analize smo naredili z osnovno in postopno metodo. N – število živali. Odstotki pravilno uvrščenih živali so pisani s krepko. Za štiri v skupine neuvrščene (gl. "neuvrščeni") živali iz Novega Vinodolskega smo analizo vsakič ponovili, vendar izločili znake, za katere vrednosti pri teh živalih nismo imeli: pri samcih (*), samec HR-NV2 (TA960): *te1s6*, *tes1te1*; samec HR-NV3 (TA961): *pr2iccl*, *pr2ma*, *pr2pa*, *pr2da*, *pr2pwcl*, *te1s6*, *tes1te1*, *ROT3*; samec HR-NV4 (TA962): *ROT3*; pri samicah (**), samica HR-NV1 (TA959): *rcl*, *ROT1*.

Appendix C4.1. Discriminant Function Analysis classification results for specimens of six *Troglocaris* s. str. species/phylogroups. Classification results show original grouped cases (Originalno uvrščene živali) and cross-validated cases (Prečno uvrščene živali), separately for non-stepwise (Osnovna DFA) and stepwise (Postopna DFA) Discriminant Function Analysis.

			N	Napovedana skupina						
				W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra	<i>T. bosnica</i>	
O S N O V N A D F A	SAMCI (DFA 4)	Originalno ^a (Prečno ¹)	W-Slo	62	98.4 (93.5)	1.6 (6.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			E-Slo	50	4.0 (6.0)	96.0 (88.0)	0.0 (4.0)	0.0 (2.0)	0.0 (0.0)	–
			Adriatic	29	3.4 (10.3)	0.0 (0.0)	96.6 (89.7)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			Soča	14	0.0 (0.0)	0.0 (7.1)	0.0 (0.0)	100.0 (92.9)	0.0 (0.0)	–
			Istra	5	0.0 (20.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (80.0)	–
			neuvrščeni*	3	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	–
	SAMICE I (DFA 5)	Originalno ^b (Prečno ²)	W-Slo	106	91.5 (85.8)	6.6 (10.4)	0.9 (1.9)	0.0 (0.9)	0.0 (0.0)	0.9 (0.9)
			E-Slo	95	8.4 (13.7)	90.5 (82.1)	1.1 (3.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (1.1)
			Adriatic	61	3.3 (4.9)	1.6 (1.6)	95.1 (93.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Soča	10	0.0 (0.0)	0.0 (10.0)	0.0 (0.0)	100.0 (90.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Istra	3	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (100.0)	0.0 (0.0)
			<i>T. bosnica</i>	14	0.0 (0.0)	0.0 (7.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (92.9)
	neuvrščeni**	1	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)		
	SAMICE II (DFA 6)	Originalno ^c (Prečno ³)	W-Slo	106	92.5 (85.8)	7.5 (12.3)	0.0 (0.9)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			E-Slo	95	7.4 (10.5)	92.6 (88.4)	0.0 (1.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			Adriatic	61	1.6 (8.2)	0.0 (3.3)	98.4 (88.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			Soča	10	0.0 (0.0)	0.0 (20.0)	0.0 (0.0)	100.0 (80.0)	0.0 (0.0)	–
			Istra	3	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (100.0)	–
			neuvrščeni**	1	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	–
	SAMCI & SAMICE (DFA 7)	Originalno ^d (Prečno ⁴)	W-Slo	135	90.4 (88.9)	7.4 (8.9)	1.5 (1.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.7 (0.7)
			E-Slo	113	7.1 (14.2)	90.3 (82.3)	1.8 (1.8)	0.0 (0.9)	0.0 (0.0)	0.9 (0.9)
			Adriatic	71	1.4 (2.8)	2.8 (5.6)	95.8 (91.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Soča	21	0.0 (0.0)	0.0 (9.5)	0.0 (0.0)	100.0 (90.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Istra	7	0.0 (14.3)	0.0 (28.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (57.1)	0.0 (0.0)
			<i>T. bosnica</i>	11	0.0 (0.0)	0.0 (18.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (81.8)

(se nadaljuje; continued)

Priloga C4.1. *Appendix C4.1.* (nadaljevanje; *continuation*)

			N	Napovedana skupina						
				W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra	<i>T. bosnica</i>	
P o s t o p n a D F A	SAMCI (DFA 4)	Originalno ^e (Prečno ^o)	W-Slo	62	95.2 (91.9)	4.8 (4.8)	0.0 (1.6)	0.0 (1.6)	0.0 (0.0)	–
			E-Slo	50	2.0 (6.0)	96.0 (92.0)	0.0 (0.0)	2.0 (2.0)	0.0 (0.0)	–
			Adriatic	29	6.9 (6.9)	0.0 (0.0)	93.1 (93.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			Soča	14	0.0 (7.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (92.9)	0.0 (0.0)	–
			Istra	5	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (100.0)	–
			neuvrščeni*	3	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	–
	SAMICE I (DFA 5)	Originalno ^f (Prečno ^o)	W-Slo	106	90.6 (87.7)	7.5 (9.4)	0.9 (1.9)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.9 (0.9)
			E-Slo	95	10.5 (15.8)	86.3 (78.9)	3.2 (4.2)	0.0 (1.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Adriatic	61	0.0 (1.6)	1.6 (4.9)	98.4 (93.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Soča	10	0.0 (10.0)	0.0 (10.0)	0.0 (0.0)	100.0 (80.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Istra	3	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (100.0)	0.0 (0.0)
			<i>T. bosnica</i>	14	0.0 (0.0)	0.0 (7.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (92.9)
			neuvrščeni**	1	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)
	SAMICE II (DFA 6)	Originalno ^g (Prečno ^o)	W-Slo	106	89.6 (85.8)	9.4 (12.3)	0.0 (0.9)	0.9 (0.9)	0.0 (0.0)	–
			E-Slo	95	12.6 (13.7)	83.2 (81.1)	3.2 (4.2)	1.1 (1.1)	0.0 (0.0)	–
			Adriatic	61	4.9 (4.9)	4.9 (6.6)	90.2 (88.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	–
			Soča	10	0.0 (0.0)	10.0 (30.0)	0.0 (0.0)	90.0 (70.0)	0.0 (0.0)	–
			Istra	3	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (100.0)	–
			neuvrščeni**	1	100.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	0.0 (–)	–
	SAMCI & SAMICE (DFA 7)	Originalno ^h (Prečno ^o)	W-Slo	135	92.6 (90.4)	5.9 (7.4)	0.7 (1.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.7 (0.7)
			E-Slo	113	8.8 (12.4)	88.5 (84.1)	1.8 (2.7)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.9 (0.9)
			Adriatic	71	1.4 (1.4)	4.2 (7.0)	94.4 (91.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Soča	21	4.8 (4.8)	4.8 (4.8)	0.0 (0.0)	90.5 (90.5)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
			Istra	7	0.0 (14.3)	0.0 (14.3)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	100.0 (71.4)	0.0 (0.0)
			<i>T. bosnica</i>	11	0.0 (9.1)	9.1 (18.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	90.9 (72.7)

Originalno uvrščene živali:

- a 97.5% živali pravilno uvrščenih.
- b 92.7% živali pravilno uvrščenih.
- c 94.2% živali pravilno uvrščenih.
- d 92.5 % živali pravilno uvrščenih.
- e 95.6% živali pravilno uvrščenih.
- f 91.7% živali pravilno uvrščenih.
- g 87.6% živali pravilno uvrščenih.
- h 91.6 % živali pravilno uvrščenih.

Prečno uvrščene živali:

- 1 90.6% živali pravilno uvrščenih.
- 2 86.9% živali pravilno uvrščenih.
- 3 87.3% živali pravilno uvrščenih.
- 4 86.6 % živali pravilno uvrščenih.
- 5 92.5% živali pravilno uvrščenih.
- 6 86.2% živali pravilno uvrščenih.
- 7 84.4% živali pravilno uvrščenih.
- 8 87.7 % živali pravilno uvrščenih.

Priloga C5. Morfometrična primerjava jamskih kozic *Troglocaris*.

Priloga C5.1. Primerjava morfometričnih znakov treh podrodov *Troglocaris* s. str. pri samcih in samicah. MC – morfometrični znak, nadpisano je število živali, analiziranih za vsak znak. Poleg znakov, ki največ prispevajo k razliki med skupinami vzdolž prvih dveh diskriminacijskih osi v DFA 3, so prikazane tudi vrednosti za dolžino koša (CL). Zgornja vrstica: aritmetična sredina ± standardna deviacija; spodnja vrstica: [minimum, maksimum]. Številski merjeni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Pojasnila k okrajšavam znakov so v Preglednici 2.

Appendix C5.1. Morphometric comparison of all three Dinaric subgenera of *Troglocaris* adult males and females. MC – morphometric character; number of specimens measured for each MC in superscript. Carapace length (CL) and MCs with major impact on DF 1, DF 2 and DF 3 in DFA 3, are listed. Data for specimens from the subgenus *Troglocaris* are pooled. Upper line: arithmetic mean ± 1 SD; lower line [minimum, maximum]. Abbreviations of MCs as in Table 2.

MC	sg. <i>Troglocaris</i>	sg. <i>Troglocaridella</i>	sg. <i>Spelaecaris</i>			
		<i>T. hercegovinensis</i>	<i>T. pretneri</i>	<i>T. prasence</i>	<i>T. kapelana</i>	<i>T. neglecta</i>
CL	6.97 ± 0.99 ³⁵⁸ [4.73, 9.93]	6.96 ± 0.95 ¹⁹ [5.1, 8.54]	8.03 ± 1.21 ¹⁵ [6.57, 10.64]	8.1 ± 1.23 ¹⁵ [6.37, 10.01]	8.51 ± 0.39 ⁴ [8.13, 9.04]	6.04 ± 1.05 ⁷ [4.81, 7.27]
a1s3an	0.15 ± 0.02 ³⁵⁴ [0.08, 0.21]	0.13 ± 0.03 ¹⁹ [0.08, 0.18]	0.09 ± 0.02 ¹⁵ [0.05, 0.12]	0.1 ± 0.01 ¹⁵ [0.07, 0.12]	0.09 ± 0.01 ⁴ [0.08, 0.1]	0.07 ± 0.01 ⁷ [0.06, 0.08]
a2s2s1	0.36 ± 0.03 ³⁵⁷ [0.28, 0.47]	0.39 ± 0.03 ¹⁸ [0.33, 0.44]	0.48 ± 0.04 ¹⁵ [0.4, 0.55]	0.47 ± 0.04 ¹⁵ [0.4, 0.52]	0.45 ± 0.02 ⁴ [0.43, 0.48]	0.41 ± 0.01 ⁷ [0.4, 0.43]
pr1da	0.2 ± 0.02 ³⁵⁷ [0.15, 0.25]	0.18 ± 0.01 ¹⁹ [0.16, 0.2]	0.19 ± 0.02 ¹⁵ [0.17, 0.23]	0.21 ± 0.02 ¹⁵ [0.18, 0.24]	0.21 ± 0.01 ⁴ [0.2, 0.22]	0.17 ± 0.02 ⁷ [0.14, 0.2]
pr1dplm	0.54 ± 0.05 ³⁵⁷ [0.4, 0.68]	0.64 ± 0.04 ¹⁹ [0.56, 0.72]	0.53 ± 0.03 ¹⁵ [0.46, 0.57]	0.48 ± 0.04 ¹⁵ [0.4, 0.54]	0.52 ± 0.04 ⁴ [0.46, 0.55]	0.49 ± 0.04 ⁷ [0.42, 0.53]
pr1pplm	0.8 ± 0.03 ³⁵⁸ [0.69, 0.92]	0.86 ± 0.03 ¹⁹ [0.8, 0.93]	0.74 ± 0.05 ¹⁵ [0.66, 0.84]	0.77 ± 0.03 ¹⁵ [0.71, 0.83]	0.73 ± 0.04 ⁴ [0.68, 0.78]	0.72 ± 0.04 ⁷ [0.66, 0.75]
pr2ccl	0.27 ± 0.03 ³⁵⁶ [0.19, 0.42]	0.3 ± 0.04 ¹⁹ [0.21, 0.36]	0.21 ± 0.03 ¹⁵ [0.17, 0.26]	0.17 ± 0.01 ¹⁵ [0.16, 0.19]	0.19 ± 0.01 ⁴ [0.17, 0.19]	0.23 ± 0.02 ⁷ [0.21, 0.26]
pr3ia	0.09 ± 0.01 ³⁵⁶ [0.07, 0.13]	0.13 ± 0.02 ¹⁹ [0.08, 0.17]	0.09 ± 0.01 ¹⁵ [0.08, 0.12]	0.1 ± 0.01 ¹⁵ [0.08, 0.13]	0.1 ± 0.01 ⁴ [0.09, 0.11]	0.08 ± 0.01 ⁷ [0.07, 0.11]
pr5ia	0.09 ± 0.01 ³⁵³ [0.06, 0.12]	0.13 ± 0.01 ¹⁹ [0.11, 0.15]	0.09 ± 0.01 ¹⁵ [0.07, 0.12]	0.1 ± 0.01 ¹⁵ [0.09, 0.13]	0.09 ± 0.003 ⁴ [0.09, 0.1]	0.09 ± 0.01 ⁷ [0.08, 0.1]
pr5ca	0.17 ± 0.01 ³⁵³ [0.16, 0.2]	0.16 ± 0.01 ¹⁹ [0.14, 0.18]	0.19 ± 0.01 ¹⁵ [0.18, 0.22]	0.17 ± 0.01 ¹⁵ [0.17, 0.19]	0.19 ± 0.01 ⁴ [0.19, 0.2]	0.2 ± 0.01 ⁷ [0.19, 0.22]
u21	0.33 ± 0.03 ³⁵⁴ [0.26, 0.43]	0.33 ± 0.02 ¹⁸ [0.29, 0.36]	0.36 ± 0.02 ¹⁵ [0.32, 0.41]	0.36 ± 0.02 ¹⁵ [0.32, 0.39]	0.33 ± 0.02 ⁴ [0.32, 0.36]	0.33 ± 0.02 ⁷ [0.31, 0.35]
u1s6	1.02 ± 0.08 ³⁵⁴ [0.79, 1.23]	1.2 ± 0.15 ¹⁸ [0.95, 1.42]	1.38 ± 0.11 ¹⁵ [1.25, 1.57]	1.4 ± 0.13 ¹⁵ [1.2, 1.6]	1.27 ± 0.07 ⁴ [1.19, 1.33]	1.18 ± 0.15 ⁷ [1.02, 1.45]

Priloga C5.2. Primerjava morfometričnih znakov petih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin pri samcih podrodu *Troglocaris* s. str. MC – morfometrični znak, nadpisano je število živali, analiziranih za vsak znak. Poleg znakov, ki največ prispevajo k razliki med skupinami v DFA 4, so prikazane tudi vrednosti za dolžino koša (CL). Zgornja vrstica: aritmetična sredina ± standardna deviacija; spodnja vrstica: [minimum, maksimum]. Številski merjeni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, številski šteti znaki z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Znaki, ki so bili uporabljeni tudi v postopni metodi, so označeni z “*”. Pojasnila k okrajšavam znakov so v Preglednici 2.

Appendix F2. Morphometric comparison of five phylogroups of *Troglocaris* s. str. adult males. MC – morphometric character; number of specimens measured for each MC in superscript. Carapace length (CL) and MCs used in DFA 5, are listed (MCs, used in the stepwise repetition of DFA 5, are denoted with asterisk). Upper line: arithmetic mean ± 1 SD; lower line [minimum, maximum]. Abbreviations of MCs as in Table 2.

MC	W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra
CL	6.61 ± 0.75 ⁶² [5.12, 8.18]	6.3 ± 0.75 ⁵⁰ [4.73, 8.33]	5.96 ± 0.6 ²⁹ [4.75, 7.26]	5.77 ± 0.47 ¹⁴ [5, 6.83]	5.87 ± 0.48 ⁵ [5.25, 6.59]
ROT3 *	4.97 ± 2.49 ⁵⁸ [0, 11]	2.76 ± 2.46 ⁴⁵ [0, 12]	3.71 ± 1.76 ²⁴ [0, 9]	3.36 ± 2.24 ¹⁴ [0, 7]	4.6 ± 2.51 ⁵ [3, 9]
an1cl *	0.49 ± 0.03 ⁶¹ [0.43, 0.57]	0.51 ± 0.04 ⁵⁰ [0.42, 0.6]	0.53 ± 0.04 ²⁹ [0.43, 0.6]	0.5 ± 0.03 ¹⁴ [0.44, 0.54]	0.61 ± 0.06 ⁵ [0.54, 0.68]

(se nadaljuje; *continued*)

Priloga C5.2. Appendix C5.2. (nadaljevanje; continuation)

MC	W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra
a1s1an	0.43 ± 0.03 ⁵⁹ [0.36, 0.49]	0.41 ± 0.03 ⁴⁹ [0.35, 0.45]	0.42 ± 0.03 ²⁹ [0.36, 0.5]	0.41 ± 0.03 ¹⁴ [0.35, 0.45]	0.38 ± 0.02 ⁵ [0.35, 0.4]
a1s3an	0.15 ± 0.02 ⁶⁰ [0.12, 0.2]	0.14 ± 0.02 ⁴⁹ [0.09, 0.18]	0.15 ± 0.02 ²⁹ [0.12, 0.19]	0.13 ± 0.02 ¹⁴ [0.1, 0.17]	0.12 ± 0.02 ⁵ [0.11, 0.16]
a13a12 *	0.44 ± 0.05 ⁶² [0.33, 0.57]	0.56 ± 0.06 ⁵⁰ [0.44, 0.7]	0.58 ± 0.06 ²⁹ [0.46, 0.73]	0.39 ± 0.04 ¹⁴ [0.33, 0.46]	0.54 ± 0.03 ⁵ [0.5, 0.57]
a2s1an	1.5 ± 0.09 ⁶¹ [1.34, 1.7]	1.48 ± 0.07 ⁴⁸ [1.29, 1.6]	1.45 ± 0.05 ²⁸ [1.33, 1.55]	1.49 ± 0.07 ¹⁴ [1.38, 1.6]	1.61 ± 0.07 ⁵ [1.51, 1.68]
a2s3s1 *	0.11 ± 0.02 ⁶⁰ [0.07, 0.14]	0.1 ± 0.02 ⁴⁹ [0.07, 0.13]	0.1 ± 0.01 ²⁸ [0.08, 0.13]	0.07 ± 0.01 ¹⁴ [0.05, 0.1]	0.1 ± 0.01 ⁵ [0.09, 0.11]
a2s2s1	0.35 ± 0.03 ⁶² [0.28, 0.41]	0.37 ± 0.02 ⁴⁹ [0.31, 0.41]	0.38 ± 0.02 ²⁹ [0.33, 0.42]	0.34 ± 0.02 ¹⁴ [0.31, 0.38]	0.33 ± 0.01 ⁵ [0.31, 0.35]
an2an1 *	0.75 ± 0.05 ⁶⁰ [0.64, 0.84]	0.74 ± 0.04 ⁴⁹ [0.65, 0.83]	0.73 ± 0.05 ²⁸ [0.66, 0.88]	0.72 ± 0.04 ¹⁴ [0.66, 0.8]	0.63 ± 0.04 ⁵ [0.58, 0.69]
pr1ma	0.24 ± 0.01 ⁶² [0.22, 0.28]	0.24 ± 0.01 ⁵⁰ [0.2, 0.27]	0.24 ± 0.02 ²⁹ [0.2, 0.26]	0.23 ± 0.02 ¹⁴ [0.2, 0.25]	0.27 ± 0.01 ⁴ [0.25, 0.28]
pr1da *	0.2 ± 0.02 ⁶² [0.16, 0.24]	0.22 ± 0.02 ⁵⁰ [0.18, 0.25]	0.21 ± 0.01 ²⁹ [0.18, 0.23]	0.21 ± 0.02 ¹⁴ [0.19, 0.24]	0.18 ± 0.01 ⁴ [0.18, 0.2]
pr1che *	0.23 ± 0.02 ⁶² [0.19, 0.28]	0.24 ± 0.02 ⁵⁰ [0.19, 0.3]	0.25 ± 0.02 ²⁹ [0.22, 0.27]	0.26 ± 0.02 ¹⁴ [0.22, 0.29]	0.22 ± 0.02 ⁴ [0.2, 0.25]
pr1im *	0.88 ± 0.07 ⁶² [0.73, 1.03]	0.86 ± 0.06 ⁵⁰ [0.69, 0.98]	0.92 ± 0.05 ²⁸ [0.81, 0.99]	0.93 ± 0.05 ¹⁴ [0.81, 1]	0.92 ± 0.1 ⁴ [0.82, 1.02]
pr2iccl	0.63 ± 0.05 ⁶¹ [0.52, 0.77]	0.61 ± 0.07 ⁵⁰ [0.5, 0.8]	0.63 ± 0.05 ²⁸ [0.57, 0.73]	0.58 ± 0.04 ¹³ [0.49, 0.64]	0.71 ± 0.04 ⁵ [0.67, 0.77]
pr2ma	0.25 ± 0.02 ⁶¹ [0.21, 0.29]	0.25 ± 0.02 ⁵⁰ [0.22, 0.28]	0.25 ± 0.01 ²⁸ [0.23, 0.28]	0.25 ± 0.01 ¹³ [0.22, 0.27]	0.28 ± 0.01 ⁵ [0.27, 0.28]
pr2pa	0.24 ± 0.02 ⁶¹ [0.21, 0.29]	0.25 ± 0.01 ⁵⁰ [0.22, 0.29]	0.25 ± 0.01 ²⁸ [0.22, 0.27]	0.26 ± 0.02 ¹³ [0.24, 0.3]	0.2 ± 0.01 ⁵ [0.18, 0.22]
pr2da *	0.16 ± 0.01 ⁶¹ [0.14, 0.2]	0.17 ± 0.01 ⁵⁰ [0.15, 0.21]	0.17 ± 0.01 ²⁸ [0.15, 0.2]	0.19 ± 0.01 ¹³ [0.17, 0.21]	0.13 ± 0.01 ⁵ [0.11, 0.15]
pr2pwcl	0.08 ± 0.02 ⁶² [0.05, 0.13]	0.1 ± 0.02 ⁵⁰ [0.06, 0.14]	0.09 ± 0.01 ²⁸ [0.07, 0.12]	0.09 ± 0.02 ¹³ [0.07, 0.13]	0.07 ± 0.01 ⁵ [0.06, 0.08]
pr3ia	0.08 ± 0.01 ⁶² [0.07, 0.1]	0.08 ± 0.01 ⁴⁴ [0.07, 0.1]	0.1 ± 0.01 ²⁸ [0.08, 0.11]	0.09 ± 0.01 ¹⁴ [0.08, 0.11]	0.09 ± 0.004 ⁵ [0.08, 0.09]
pr3da	0.11 ± 0.02 ⁶² [0.06, 0.14]	0.1 ± 0.02 ⁴⁴ [0.05, 0.13]	0.1 ± 0.01 ²⁸ [0.08, 0.12]	0.09 ± 0.01 ¹⁴ [0.07, 0.12]	0.12 ± 0.01 ⁵ [0.11, 0.12]
pr5cl *	1.61 ± 0.1 ⁵⁸ [1.39, 1.88]	1.61 ± 0.1 ⁴⁴ [1.42, 1.85]	1.55 ± 0.1 ²⁸ [1.36, 1.79]	1.52 ± 0.09 ¹² [1.37, 1.65]	1.82 ± 0.18 ⁵ [1.68, 2.1]
pr5ia	0.09 ± 0.01 ⁵⁸ [0.07, 0.1]	0.09 ± 0.01 ⁴⁴ [0.08, 0.1]	0.09 ± 0.01 ²⁸ [0.08, 0.11]	0.09 ± 0.01 ¹² [0.08, 0.1]	0.09 ± 0.01 ⁵ [0.08, 0.09]
pr5ma *	0.3 ± 0.01 ⁵⁸ [0.28, 0.32]	0.3 ± 0.01 ⁴⁴ [0.28, 0.32]	0.29 ± 0.01 ²⁸ [0.28, 0.31]	0.3 ± 0.01 ¹² [0.28, 0.3]	0.29 ± 0.01 ⁵ [0.28, 0.3]
pr5pa	0.36 ± 0.01 ⁵⁸ [0.34, 0.38]	0.36 ± 0.01 ⁴⁴ [0.34, 0.38]	0.35 ± 0.01 ²⁸ [0.33, 0.37]	0.36 ± 0.01 ¹² [0.34, 0.38]	0.36 ± 0.002 ⁵ [0.35, 0.36]
p5dp	0.22 ± 0.02 ⁵⁸ [0.18, 0.26]	0.23 ± 0.02 ⁴⁴ [0.19, 0.26]	0.25 ± 0.02 ²⁸ [0.21, 0.28]	0.21 ± 0.02 ¹² [0.17, 0.25]	0.23 ± 0.01 ⁵ [0.22, 0.25]
P5D *	46.64 ± 7.04 ⁵⁶ [34, 60]	45.54 ± 5.12 ⁴³ [37, 56]	44.07 ± 5.4 ²⁸ [31, 56]	36.83 ± 4.28 ¹² [32, 47]	47.6 ± 9.45 ⁵ [40, 64]
pl1enex *	0.41 ± 0.04 ⁶¹ [0.32, 0.52]	0.38 ± 0.03 ⁴⁷ [0.33, 0.48]	0.41 ± 0.03 ²⁸ [0.37, 0.46]	0.38 ± 0.02 ¹³ [0.34, 0.41]	0.41 ± 0.03 ⁵ [0.37, 0.434]
PP1ENS *	25.97 ± 4.97 ⁶² [16, 40]	24.1 ± 3.63 ⁴⁸ [12, 33]	23.1 ± 4.98 ²⁹ [14, 38]	18.86 ± 2.83 ¹⁴ [15, 24]	21.2 ± 1.92 ⁵ [18, 23]
s5cl *	0.27 ± 0.02 ⁶² [0.23, 0.31]	0.28 ± 0.02 ⁵⁰ [0.23, 0.35]	0.29 ± 0.02 ²⁹ [0.25, 0.33]	0.28 ± 0.02 ¹⁴ [0.25, 0.3]	0.32 ± 0.05 ⁵ [0.28, 0.39]
s6cl	0.56 ± 0.04 ⁶² [0.46, 0.64]	0.54 ± 0.04 ⁵⁰ [0.44, 0.61]	0.59 ± 0.03 ²⁹ [0.52, 0.67]	0.55 ± 0.02 ¹⁴ [0.53, 0.58]	0.65 ± 0.05 ⁵ [0.6, 0.73]
te1s6	0.91 ± 0.07 ⁵⁶ [0.75, 1.06]	0.99 ± 0.06 ⁴⁴ [0.84, 1.11]	0.89 ± 0.06 ²⁵ [0.76, 1.03]	0.97 ± 0.05 ¹² [0.89, 1.03]	0.88 ± 0.04 ⁵ [0.83, 0.93]
tes1te1	0.43 ± 0.06 ⁵⁶ [0.3, 0.53]	0.42 ± 0.05 ⁴⁴ [0.32, 0.5]	0.45 ± 0.05 ²⁵ [0.37, 0.6]	0.37 ± 0.05 ¹¹ [0.3, 0.4]	0.36 ± 0.04 ⁵ [0.31, 0.41]
u2cl	0.18 ± 0.02 ⁶⁰ [0.15, 0.23]	0.19 ± 0.02 ⁴⁶ [0.15, 0.22]	0.2 ± 0.02 ²⁷ [0.17, 0.24]	0.16 ± 0.01 ¹³ [0.14, 0.18]	0.2 ± 0.02 ⁵ [0.18, 0.22]
u21	0.32 ± 0.02 ⁵⁹ [0.28, 0.36]	0.32 ± 0.01 ⁴⁶ [0.28, 0.35]	0.35 ± 0.02 ²⁷ [0.32, 0.39]	0.29 ± 0.02 ¹³ [0.27, 0.32]	0.3 ± 0.02 ⁵ [0.27, 0.32]

Priloga C5.3. Primerjava morfometričnih znakov šestih molekulsko ugotovljenih filogenetskih skupin pri samicah podrodu *Troglocaris* s. str. MC – morfometrični znak, nadpisano je število živali, analiziranih za vsak znak. Poleg znakov, ki največ prispevajo k razliki med skupinami v DFA 5 in DFA 6, so prikazane tudi vrednosti za dolžino koša (CL). Zgornja vrstica: aritmetična sredina ± standardna deviacija; spodnja vrstica: [minimum, maksimum]. Znaki uporabljeni v DFA 5 in DFA 6 so označena z “+” (oz. “*”, če so bila uporabljena tudi ob uporabi postopni metode). Številski merjeni znaki so pisani z velikimi tiskanimi črkami, številski šteti znaki z velikimi tiskanimi črkami, poševno, razmerja pa z malimi tiskanimi črkami, krepko in poševno. Pojasnila k okrajšavam znakov so v Preglednici 2.

Appendix F3. Morphometric comparison of six (DFA 5) and five (DFA 6) phylogroups of *Troglocaris* s. str. adult females. MC – morphometric character; number of specimens measured for each MC in superscript. Carapace length (CL) and MCs used in DFA 6 and DFA 7, are listed. Characters used in DFA 6 and DFA 7 indicated by pluses listed (MCs, used in the stepwise repetition of DFA 6 and DFA 7 are denoted with asterisks). Upper line: arithmetic mean ± 1 SD; lower line [minimum, maximum]. Abbreviations of MCs as in Table 2.

MC	W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra	<i>T. bosnica</i>	DFA 5	DFA 6
CL	7.79 ± 0.91 ¹⁰⁶ [5.51, 9.93]	7.31 ± 0.84 ⁹⁵ [5.83, 8.99]	6.91 ± 0.73 ⁶¹ [5.2, 8.65]	6.49 ± 0.38 ¹⁰ [5.9, 7.02]	7.86 ± 0.37 ³ [7.61, 8.28]	6.71 ± 1.08 ¹⁴ [5.1, 8.8]		
<i>rcl</i>	0.5 ± 0.14 ⁹⁴ [0.23, 0.86]	0.49 ± 0.14 ⁹⁰ [0.16, 0.8]	0.51 ± 0.07 ⁵⁸ [0.28, 0.66]	0.49 ± 0.08 ¹⁰ [0.35, 0.59]	0.79 ± 0.16 ³ [0.64, 0.95]	0.71 ± 0.15 ⁸ [0.56, 0.96]	+ / *	
<i>ROT1</i>	19.62 ± 3.67 ⁹² [11, 29]	18.77 ± 5.73 ⁹⁰ [5, 30]	19.97 ± 3.77 ⁵⁸ [13, 37]	16.8 ± 8.18 ¹⁰ [0, 22]	17.33 ± 1.53 ³ [16, 19]	27.25 ± 2.38 ⁸ [25, 32]	+ / *	
<i>an1cl</i>	0.45 ± 0.04 ¹⁰⁵ [0.36, 0.55]	0.46 ± 0.03 ⁹⁵ [0.39, 0.57]	0.49 ± 0.03 ⁶¹ [0.4, 0.54]	0.45 ± 0.02 ¹⁰ [0.43, 0.48]	0.55 ± 0.03 ³ [0.53, 0.57]	0.56 ± 0.08 ¹⁴ [0.45, 0.74]	+	+
<i>a11an</i>	0.5 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.45, 0.54]	0.5 ± 0.02 ⁹⁵ [0.46, 0.53]	0.49 ± 0.02 ⁶¹ [0.45, 0.54]	0.52 ± 0.01 ¹⁰ [0.49, 0.54]	0.5 ± 0.02 ³ [0.49, 0.52]	0.48 ± 0.01 ¹⁴ [0.45, 0.5]	+ / *	+
<i>a1s1an</i>	0.44 ± 0.03 ¹⁰⁴ [0.37, 0.5]	0.44 ± 0.03 ⁹⁵ [0.37, 0.52]	0.46 ± 0.03 ⁶¹ [0.4, 0.56]	0.43 ± 0.03 ¹⁰ [0.4, 0.48]	0.46 ± 0.01 ³ [0.46, 0.47]	0.42 ± 0.02 ¹⁴ [0.38, 0.45]	+	+ / *
<i>a1s3an</i>	0.15 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.1, 0.19]	0.15 ± 0.02 ⁹⁵ [0.1, 0.21]	0.16 ± 0.02 ⁶¹ [0.11, 0.21]	0.13 ± 0.03 ¹⁰ [0.08, 0.18]	0.17 ± 0.02 ³ [0.16, 0.19]	0.16 ± 0.01 ¹⁴ [0.13, 0.19]	+ / *	+ / *
<i>a13a12</i>	0.43 ± 0.05 ¹⁰⁶ [0.31, 0.58]	0.53 ± 0.06 ⁹⁵ [0.41, 0.68]	0.55 ± 0.06 ⁶¹ [0.44, 0.69]	0.38 ± 0.07 ¹⁰ [0.31, 0.5]	0.48 ± 0.06 ³ [0.43, 0.54]	0.51 ± 0.07 ¹⁴ [0.39, 0.61]	+ / *	+
<i>a2s3s1</i>	0.11 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.07, 0.15]	0.1 ± 0.01 ⁹⁵ [0.07, 0.13]	0.11 ± 0.02 ⁶¹ [0.07, 0.14]	0.08 ± 0.01 ¹⁰ [0.06, 0.09]	0.12 ± 0.01 ³ [0.11, 0.12]	0.1 ± 0.02 ¹⁴ [0.08, 0.13]	+ / *	+
<i>a2s2s1</i>	0.37 ± 0.03 ¹⁰⁵ [0.3, 0.42]	0.36 ± 0.02 ⁹⁵ [0.29, 0.44]	0.39 ± 0.03 ⁶¹ [0.32, 0.47]	0.36 ± 0.02 ¹⁰ [0.3, 0.38]	0.35 ± 0.01 ³ [0.33, 0.36]	0.33 ± 0.02 ¹⁴ [0.29, 0.37]	+	
<i>a2s2cl</i>	0.19 ± 0.02 ¹⁰⁶ [0.14, 0.24]	0.18 ± 0.02 ⁹⁵ [0.15, 0.23]	0.21 ± 0.02 ⁶¹ [0.17, 0.24]	0.17 ± 0.01 ¹⁰ [0.16, 0.19]	0.21 ± 0.02 ³ [0.2, 0.22]			+ / *
<i>an2an1</i>	0.74 ± 0.04 ¹⁰³ [0.65, 0.84]	0.72 ± 0.04 ⁹⁴ [0.65, 0.83]	0.72 ± 0.05 ⁶⁰ [0.59, 0.86]	0.7 ± 0.04 ¹⁰ [0.63, 0.78]	0.68 ± 0.02 ³ [0.66, 0.7]	0.71 ± 0.04 ¹⁴ [0.62, 0.78]	+	+
<i>pr1iccl</i>	0.43 ± 0.04 ¹⁰⁵ [0.35, 0.56]	0.41 ± 0.04 ⁹⁵ [0.34, 0.49]	0.42 ± 0.03 ⁶¹ [0.37, 0.51]	0.42 ± 0.02 ¹⁰ [0.38, 0.45]	0.44 ± 0.02 ³ [0.41, 0.46]	0.49 ± 0.07 ¹⁴ [0.42, 0.66]	+ / *	+
<i>pr1ma</i>	0.25 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.21, 0.29]	0.24 ± 0.01 ⁹⁵ [0.21, 0.28]	0.24 ± 0.02 ⁶¹ [0.2, 0.26]	0.23 ± 0.01 ¹⁰ [0.22, 0.25]	0.25 ± 0.01 ³ [0.24, 0.26]	0.24 ± 0.02 ¹⁴ [0.22, 0.27]	+	+
<i>pr1plma</i>	0.36 ± 0.04 ¹⁰⁵ [0.31, 0.45]	0.38 ± 0.02 ⁹⁵ [0.34, 0.43]	0.38 ± 0.02 ⁶¹ [0.34, 0.43]	0.4 ± 0.02 ¹⁰ [0.37, 0.43]	0.35 ± 0.004 ³ [0.35, 0.36]	0.36 ± 0.02 ¹⁴ [0.33, 0.38]	+	+
<i>pr1da</i>	0.19 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.14, 0.25]	0.2 ± 0.02 ⁹⁵ [0.17, 0.24]	0.21 ± 0.01 ⁶⁰ [0.19, 0.23]	0.21 ± 0.01 ¹⁰ [0.2, 0.22]	0.17 ± 0.02 ³ [0.15, 0.18]	0.2 ± 0.01 ¹⁴ [0.18, 0.21]	+ / *	+
<i>pr1che</i>	0.22 ± 0.02 ¹⁰⁵ [0.17, 0.28]	0.23 ± 0.02 ⁹⁵ [0.18, 0.28]	0.23 ± 0.02 ⁶¹ [0.21, 0.27]	0.24 ± 0.01 ¹⁰ [0.23, 0.26]	0.22 ± 0.01 ³ [0.21, 0.23]	0.25 ± 0.04 ¹⁴ [0.21, 0.33]	+ / *	
<i>pr1im</i>	0.89 ± 0.07 ¹⁰⁵ [0.69, 1]	0.91 ± 0.06 ⁹⁵ [0.71, 1.06]	0.92 ± 0.06 ⁶⁰ [0.77, 1.07]	0.95 ± 0.05 ¹⁰ [0.85, 1]	1.03 ± 0.14 ³ [0.93, 1.19]	0.96 ± 0.05 ¹⁴ [0.87, 1.05]	+	+
<i>pr2pa</i>	0.23 ± 0.02 ¹⁰⁴ [0.19, 0.31]	0.25 ± 0.02 ⁹² [0.2, 0.29]	0.24 ± 0.01 ⁵⁹ [0.21, 0.29]	0.26 ± 0.01 ¹⁰ [0.23, 0.28]	0.22 ± 0.01 ³ [0.21, 0.22]	0.24 ± 0.01 ¹⁴ [0.21, 0.26]	+	
<i>pr2da</i>	0.15 ± 0.02 ¹⁰⁴ [0.12, 0.19]	0.16 ± 0.02 ⁹² [0.13, 0.19]	0.17 ± 0.01 ⁵⁹ [0.15, 0.19]	0.18 ± 0.01 ¹⁰ [0.17, 0.19]	0.14 ± 0.01 ³ [0.13, 0.14]	0.16 ± 0.01 ¹⁴ [0.14, 0.18]	+	+
<i>pr2dplm</i>	0.56 ± 0.06 ¹⁰⁴ [0.42, 0.69]	0.55 ± 0.05 ⁹³ [0.44, 0.67]	0.59 ± 0.04 ⁵⁹ [0.49, 0.67]	0.58 ± 0.05 ¹⁰ [0.49, 0.64]	0.54 ± 0.03 ³ [0.52, 0.57]	0.59 ± 0.02 ¹⁴ [0.55, 0.63]	+ / *	+
<i>pr2pplm</i>	0.85 ± 0.03 ¹⁰⁴ [0.75, 0.92]	0.83 ± 0.03 ⁹³ [0.76, 0.9]	0.85 ± 0.03 ⁵⁹ [0.79, 0.9]	0.83 ± 0.03 ¹⁰ [0.79, 0.87]	0.86 ± 0.03 ³ [0.84, 0.89]	0.88 ± 0.02 ¹⁴ [0.83, 0.9]	+	+
<i>pr2ccl</i>	0.28 ± 0.04 ¹⁰⁴ [0.21, 0.38]	0.26 ± 0.03 ⁹³ [0.19, 0.32]	0.27 ± 0.02 ⁵⁹ [0.2, 0.31]	0.26 ± 0.02 ¹⁰ [0.23, 0.28]	0.31 ± 0.01 ³ [0.31, 0.33]			+
<i>pr2che</i>	0.22 ± 0.02 ¹⁰⁴ [0.17, 0.28]	0.23 ± 0.02 ⁹³ [0.17, 0.29]	0.23 ± 0.02 ⁵⁹ [0.19, 0.28]	0.24 ± 0.01 ¹⁰ [0.23, 0.26]	0.23 ± 0.01 ³ [0.21, 0.23]			+

(se nadaljuje; *continued*)

Priloga C5.3. Appendix C5.3. (nadaljevanje; continuation)

MC	W-Slo	E-Slo	Adriatic	Soča	Istra	<i>T. bosnica</i>	DFA 5	DFA 6
pr3da	0.07 ± 0.01 ⁹⁹ [0.06, 0.09]	0.07 ± 0.01 ⁹¹ [0.05, 0.09]	0.08 ± 0.01 ⁵⁸ [0.07, 0.09]	0.07 ± 0.01 ¹⁰ [0.06, 0.08]	0.08 ± 0.003 ³ [0.08, 0.08]	0.07 ± 0.01 ¹¹ [0.06, 0.08]	+ / *	+
pr5cl	1.51 ± 0.13 ⁹⁷ [1.18, 1.91]	1.47 ± 0.11 ⁹³ [1.16, 1.75]	1.51 ± 0.1 ⁵⁵ [1.34, 1.81]	1.44 ± 0.06 ¹⁰ [1.28, 1.49]	1.88 ± 0.04 ³ [1.85, 1.92]			+ / *
pr5ia	0.09 ± 0.01 ⁹⁷ [0.06, 0.11]	0.09 ± 0.01 ⁹³ [0.08, 0.11]	0.1 ± 0.01 ⁵⁵ [0.07, 0.12]	0.09 ± 0.01 ¹⁰ [0.08, 0.11]	0.09 ± 0.004 ³ [0.09, 0.09]	0.08 ± 0.01 ¹³ [0.07, 0.1]	+	
pr5ma	0.29 ± 0.01 ⁹⁷ [0.27, 0.35]	0.29 ± 0.01 ⁹³ [0.27, 0.32]	0.29 ± 0.01 ⁵⁵ [0.27, 0.31]	0.29 ± 0.01 ¹⁰ [0.27, 0.3]	0.29 ± 0.01 ³ [0.28, 0.3]	0.31 ± 0.01 ¹³ [0.3, 0.33]	+	+ / *
pr5pa	0.37 ± 0.01 ⁹⁷ [0.31, 0.4]	0.37 ± 0.01 ⁹³ [0.33, 0.39]	0.36 ± 0.01 ⁵⁵ [0.32, 0.38]	0.37 ± 0.004 ¹⁰ [0.36, 0.38]	0.36 ± 0.01 ³ [0.35, 0.37]	0.35 ± 0.01 ¹³ [0.32, 0.37]	+ / *	+ / *
pr5da	0.08 ± 0.01 ⁹⁷ [0.06, 0.1]	0.08 ± 0.01 ⁹³ [0.05, 0.1]	0.09 ± 0.01 ⁵⁵ [0.07, 0.1]	0.07 ± 0.01 ¹⁰ [0.06, 0.08]	0.09 ± 0.002 ³ [0.09, 0.1]	0.08 ± 0.01 ¹³ [0.07, 0.09]	+ / *	
p5dp	0.22 ± 0.02 ⁹⁷ [0.16, 0.29]	0.21 ± 0.03 ⁹³ [0.14, 0.28]	0.25 ± 0.02 ⁵⁵ [0.17, 0.29]	0.19 ± 0.02 ¹⁰ [0.16, 0.22]	0.26 ± 0.004 ³ [0.26, 0.27]			+ / *
pr5imcpd	0.62 ± 0.03 ⁹⁷ [0.53, 0.8]	0.63 ± 0.02 ⁹³ [0.56, 0.73]	0.62 ± 0.02 ⁵⁵ [0.57, 0.67]	0.62 ± 0.02 ¹⁰ [0.6, 0.66]	0.6 ± 0.02 ³ [0.59, 0.63]	0.66 ± 0.04 ¹³ [0.58, 0.72]	+	
P5D	48.74 ± 8.31 ⁹⁷ [25, 74]	45.37 ± 6.25 ⁸⁶ [23, 61]	49.21 ± 5.99 ⁵² [39, 62]	35.9 ± 2.96 ¹⁰ [31, 40]	63.67 ± 2.31 ³ [61, 65]	45.55 ± 4.44 ¹¹ [40, 53]	+ / *	
pl1enex	0.4 ± 0.06 ¹⁰³ [0.24, 0.54]	0.39 ± 0.07 ⁹³ [0.24, 0.56]	0.39 ± 0.08 ⁶⁰ [0.21, 0.53]	0.36 ± 0.07 ⁹ [0.26, 0.45]	0.34 ± 0.07 ³ [0.26, 0.38]	0.28 ± 0.06 ¹³ [0.21, 0.44]	+ / *	
pl2aicl	0.12 ± 0.01 ¹⁰⁴ [0.09, 0.16]	0.12 ± 0.02 ⁹³ [0.1, 0.17]	0.12 ± 0.01 ⁶⁰ [0.09, 0.15]	0.1 ± 0.01 ¹⁰ [0.09, 0.12]	0.14 ± 0.02 ³ [0.12, 0.16]	0.13 ± 0.02 ¹⁴ [0.1, 0.16]	+	+
s56cl	0.79 ± 0.05 ¹⁰⁶ [0.67, 0.95]	0.78 ± 0.05 ⁹⁴ [0.65, 0.91]	0.85 ± 0.05 ⁶¹ [0.73, 0.97]	0.78 ± 0.03 ¹⁰ [0.71, 0.8]	0.9 ± 0.05 ³ [0.84, 0.93]	0.84 ± 0.06 ¹⁴ [0.76, 0.98]	+ / *	+
te1s56	0.62 ± 0.04 ⁹¹ [0.51, 0.72]	0.64 ± 0.04 ⁸⁴ [0.53, 0.78]	0.59 ± 0.03 ⁵⁵ [0.54, 0.63]	0.64 ± 0.03 ⁹ [0.62, 0.71]	0.62 ± 0.04 ³ [0.6, 0.67]	0.64 ± 0.08 ¹² [0.51, 0.74]	+ / *	+
te1cl	0.48 ± 0.03 ⁹¹ [0.4, 0.57]	0.5 ± 0.03 ⁸⁵ [0.41, 0.6]	0.49 ± 0.03 ⁵⁵ [0.43, 0.55]	0.5 ± 0.03 ⁹ [0.47, 0.55]	0.56 ± 0.01 ³ [0.54, 0.57]	0.54 ± 0.1 ¹² [0.4, 0.72]	+ / *	+ / *
tes2cl	0.13 ± 0.02 ⁹² [0.09, 0.18]	0.14 ± 0.02 ⁸⁶ [0.09, 0.18]	0.12 ± 0.01 ⁵⁵ [0.09, 0.16]	0.13 ± 0.01 ⁹ [0.12, 0.14]	0.13 ± 0.01 ³ [0.12, 0.13]	0.15 ± 0.03 ¹³ [0.11, 0.2]	+	
tes2tes1	0.65 ± 0.09 ⁹⁰ [0.47, 0.9]	0.71 ± 0.09 ⁸⁶ [0.47, 0.94]	0.56 ± 0.07 ⁵⁵ [0.43, 0.7]	0.79 ± 0.07 ⁹ [0.69, 0.89]	0.59 ± 0.03 ³ [0.56, 0.62]	0.65 ± 0.11 ¹³ [0.49, 0.87]	+ / *	+ / *
tes2te1	0.27 ± 0.03 ⁹¹ [0.18, 0.35]	0.27 ± 0.03 ⁸⁵ [0.21, 0.34]	0.25 ± 0.02 ⁵⁴ [0.19, 0.32]	0.27 ± 0.02 ⁹ [0.24, 0.29]	0.22 ± 0.02 ³ [0.21, 0.24]			+
u2cl	0.18 ± 0.02 ¹⁰¹ [0.13, 0.24]	0.17 ± 0.02 ⁹² [0.14, 0.22]	0.2 ± 0.02 ⁶¹ [0.16, 0.24]	0.16 ± 0.01 ¹⁰ [0.14, 0.16]	0.18 ± 0.02 ³ [0.17, 0.2]	0.2 ± 0.03 ¹⁴ [0.16, 0.26]	+	
u21	0.34 ± 0.03 ¹⁰¹ [0.26, 0.4]	0.33 ± 0.02 ⁹² [0.28, 0.37]	0.37 ± 0.02 ⁶¹ [0.32, 0.43]	0.31 ± 0.01 ¹⁰ [0.29, 0.33]	0.29 ± 0.02 ³ [0.27, 0.31]	0.34 ± 0.02 ¹⁴ [0.31, 0.36]	+ / *	+ / *
u1s56	0.68 ± 0.05 ¹⁰¹ [0.56, 0.79]	0.68 ± 0.05 ⁹¹ [0.57, 0.8]	0.64 ± 0.03 ⁶¹ [0.56, 0.73]	0.64 ± 0.03 ¹⁰ [0.61, 0.71]	0.71 ± 0.03 ³ [0.67, 0.74]	0.7 ± 0.07 ¹⁴ [0.6, 0.84]	+	+
u1te1	1.1 ± 0.07 ⁸⁷ [0.97, 1.3]	1.07 ± 0.06 ⁸³ [0.93, 1.22]	1.08 ± 0.06 ⁵⁵ [0.98, 1.21]	1 ± 0.05 ⁹ [0.91, 1.07]	1.14 ± 0.04 ³ [1.1, 1.18]	1.12 ± 0.05 ¹² [1.06, 1.19]	+	+ / *

Priloga D. Seznam lokalitet in živali z vavčerskimi številkami, analiziranimi v disertaciji.

Seznam vseh zbranih lokalitet jamskih kozic *Troglocaris* s. l. (manjkajo nekatere znane lokalitete na Hrvaškem in v Bosni in Hercegovini, za katere podatkov nismo dobili) in seznam analiziranih živali. Zaporedne številke vzorcev, opis lokalitete in oznake vzorcev ustrezajo oznakam v Preglednicah 1A in 1B. Vsaki oznaki vzorca (dvočrkovna okrajšava države-dvočrkovna oznaka lokalitete) sledijo zaporedne številke živali, tem pa v enakem zaporedju sledijo vavčerske številke (TA oz. TB + trimestno število). Živali z vavčerskimi številkami TA063, TA220–TA483 in TA967–TA968 so bile analizirane molekularno (živali z identifikacijskimi številkami v GenBanku za COI dodane v oklepajih, poševni tisk; Zakšek in sod. 2007; Sket in Zakšek 2009; Zakšek in sod. 2009; Zakšek, neobjavljeno; Moškrič in Zakšek, neobjavljeno) in morfološko (to delo), živali z vavčerskimi številkami (razen zgoraj omenjenih izjem) TA505–TA988 pa samo morfološko. Le taksonomska uvrstitev molekularno analiziranih osebkov oziroma populacij je povsem zanesljiva. Živali z vavčerskimi številkami TA995–TA999 in TB001–TB044 so bile uporabljene le v analizah razvoja spolnih znakov (gl. Prilogo D1, vzorec 9). Živali z vavčerskimi številkami TA001–TA219 so bile v tem delu uporabljene samo za molekulske študije (Zakšek, gl. zgoraj), in jih morfološko nismo analizirali sami, zato tukaj niso naštet (izjema TA063, ki smo jo morfološko analizirali). Z zvezdico »*« smo označili vzorce z lokalitet, za katere obstajajo molekularni podatki za COI, ITS2 in/ali 16S RNK). Material, nabran in analiziran samo za opise, je pri tipskih lokalitetah (»T«) označen kot »tipski vzorec« (gl. tudi opise, poglavje 4.3.3). Vse živali so shranjene v 70 % etanolu, razen nekaj osebkov iz tipskih lokalitet, ki so shranjeni v 96 % etanolu (posebej označeni v seznamu). Samci so označeni s krepkim tiskom.

A list of cave shrimps Troglocaris s. l., with morphometric and molecular examination, or morphometric examination only. Each sample is denoted by the brief description of the locality, followed by sample designation, composed of a two letters denoting country (SI: Slovenia; HR: Croatia; IT: Italy; BA: Bosnia and Hercegovina; ČG: Montenegro), dash, and two additional letters, denoting sample/locality name, and a serial number of a specimen (as on the original labels). In the same running order, those designations are followed by voucher numbers, composed of letters »TA« or »TB« plus three digit number. All specimens, analyzed molecularly, can be found at GenBank database (Zakšek et al. 2007; Sket and Zakšek 2009; Zakšek et al. 2009). All localities where molecularly analyzed (COI, ITS2 and/or 16S RNA sequences) specimens are from (not necessarily included in the present study), are denoted with asterisk (). After each voucher number, GenBank accession numbers for COI gene are added in parentheses (in italics), where analyzed. Type and neotype material is added to the type localities, which are denoted with »T«. If not noted otherwise, all specimens are preserved in 70 % ethanol. Male specimens are denoted with bold printing, specimens of unknown sex denoted in the text. In toponymes, »grotta«, »cavernetta«, »jama«, »pečina«, »špilja« mean »cave«, and »brezno« means »abyss«.*

Priloga D1. *Troglocaris* s. str.:

Priloga D1.1. E-Slo1

30; Grosuplje, Luče, Lučka jama: SI-LČ 1: TA615.

31*; Stična, Šimenkovo brezno: SI-ŠI 1–7: **TA296** (FJ426022), TA297, TA298 (FJ426023), TA616, TA617, TA618, TA619.

32; Krka, Krška jama: SI-KK 1–12: **TA620, TA621, TA622, TA623, TA624**, TA625, TA626, TA627, TA628, TA629, TA630, TA631.

33*; Krka, jama Poltarica: SI-PL 1: TA744.

34*; Videm-Dobrepolje, Podpeč, Podpeška jama: SI-PO 1–6: TA274 (FJ426016), TA275, TA276, TA632, TA633, TA634.

35*; Videm-Dobrepolje, Kompolje, Kompoljska jama (T): SI-KO 1–6: TA277 (FJ425967), TA375, TA376, TA377 (FJ425968), TA635, TA636. Tipski vzorec: Neotip: **TA965**. Dva paratipa (96 % etanol, -20°C): **TA966, TA977**. Osem samic TA975, TA976, TA978, TA979, TA980, TA981, TA982; TA989 (96 % etanol, -20°C)

36; Videm-Dobrepolje, Podtabor, jama Potiskavec: SI-PT 1–2: TA637, TA638.

37*; Žužemberk, Dvor, Črničkova jama: SI-ČR 1-4: TA290 (FJ425947), TA291, TA292 (FJ425948), TA293.

38; Žužemberk, Dvor, Bobnova jama: SI-BO 1: TA639.

- Žužemberk, Dvor, Tominčev studenec, SI
- Žužemberk, Šmihel pri Žužemberku, Rivčja jama, SI
- 39*; Novo mesto, Jama v Luknji: SI-LU 1–6: **TA310** (FJ425979), **TA378**, **TA379** (FJ425980), **TA380** (FJ425981), **TA640**, **TA641**. SI-LU 10–12: **TA642**, **TA643**, **TA644**.
- Novo mesto, Stranska vas, jama Kotarjeva prepadna, SI
- Novo mesto, Jurka vas, jama Kotel, SI
- 40*; Ribnica, Dolenja vas, jama Mobišah: SI-RI 1–7: **TA231**, **TA232**, **TA233**, **TA234** (FJ425997), **TA235**, **TA645**, **TA646**.
- 43*; Kostel, Žaga, Jelovička jama: SI-ŽA 1–9: **TA249** (FJ425922), **TA250**, **TA251** (FJ425923), **TA252**, **TA253**, **TA651**, **TA652**, **TA653**, **TA654**.

Priloga D1.2. E-Slo2

- *Dolenjske Toplice, Sušica, izvir, SI
- 44*; Črnomelj, jama Stobe (= Stolbe): SI-ST 1–4: **TA300** (FJ426025), **TA655**, **TA656**, **TA657**.
- 45*; Črnomelj, Vranoviči, jama Šuline 1: SI-ŠA 1–5: **TA455**, **TA456**, **TA457**, **TA742**, **TA743**.
- 46*; Črnomelj, Pavičiči, Jelenja jama: SI-JJ 1–2: **TA464**, **TA465**.
- 47; Črnomelj, jama Žopenca/Gadina jama: SI-ŽO 1–7: **TA658**, **TA659**, **TA660**, **TA661**, **TA662**, **TA663**, **TA664**.
- 48*; Črnomelj, Jelševnik, Na trati, srednji izvir: SI-JE 1–3: **TA236** (FJ425955), **TA237** (FJ425956), **TA238**.
- 49; Črnomelj, Jelševnik, izvir levo od Obrha: SI-ČN 1–7: **TA665**, **TA666**, **TA667**, **TA668**, **TA669**, **TA670**, **TA671**.
- 50; Dragatuš, Mali Nerajec, jama Džud: SI-MN 1–10: **TA672**, **TA673**, **TA674**, **TA675**, **TA676**, **TA677**, **TA678**, **TA679**, **TA680**, **TA681**.
- 51*; Vinica, Jama v kamnolomu (T): SI-VI 1–23: **TA244** (FJ426030), **TA245** (FJ426031), **TA246**, **TA247**, **TA248**, **TA682**, **TA683**, **TA684**, **TA685**, **TA686**, **TA687**, **TA688**, **TA689**, **TA690**, **TA691**, **TA692**, **TA693**, **TA694**, **TA695**, **TA696**, **TA697**, **TA698**, **TA699**. Tipski vzorec: Štirje samci: **TB045**, **TB046**, **TB047**, **TB048**. Dve samici: **TB049**, **TB050**.
- 52*; Špeharji, Breg, jama Kobiljača: SI-KB 1–2: **TA700**, **TA701**. SI-KB 5–6: **TA702**, **TA703**.
- 62*; Rakovica, Vaganac, Kukuruzoviča pečina: HR-KU 1–9: **TA278**, **TA279**, **TA280**, **TA281**, **TA282**, **TA332** (FJ425978), **TA739**, **TA740**, **TA741**.

Priloga D1.3. *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus intermedia*

- 61*; Tounj, Mikašinoviči, Mikašinoviča pečina (= Zala) (T): HR-MI 1–29: **TA294** (FJ426041), **TA295** (FJ426042), **TA712**, **TA713**, **TA714**, **TA715**, **TA716**, **TA717**, **TA718**, **TA719**, **TA720**, **TA721**, **TA722**, **TA723**, **TA724**, **TA725**, **TA726**, **TA727**, **TA728**, **TA729**, **TA730**, **TA731**, **TA732**, **TA733**, **TA734**, **TA735**, **TA736**, **TA737**, **TA738**.

Priloga D1.4. E-Slo (brez nadaljne oznake)

- Črnomelj, Krasinec, jama Bezgovka, SI
- Črnomelj, Otovec, Otovski Breg, izvir, SI
- Kočevje, Slovenska vas, Rinža, izvir, SI

• E-Slo1?

- 41; Kočevje, Polom, jama Ebental: SI-EB 1–2: **TA647**, **TA648**.
- 42; Kočevje, jama blizu reke Kolpa (natančni podatki neznani): SI-KP 1–2: **TA649**, **TA650**.

• *Troglocaris (Troglocaris) anophthalmus intermedia*?

- 58; Ogulin, Privis pečina: HR-PV 1–5: **TA704**, **TA705**, **TA706**, **TA707**, **TA708**.
- Ogulin, Gojak, Popovo selo, Špilja na izvoru Gojak, HR
- Ogulin, Generalski Stol, Zvečaj Gornji, izvir ob Mrežnici, HR
- 60; Slunj-Tounj, izvir Rudnica (zgornja jama): HR-RU 1–3: **TA709**, **TA710**, **TA711**.

Priloga D1.5. Adriatic

- 63*; Otočac, Podum, Pečina Sv. Marko: HR-OT 1–20: **TA745**, **TA746**, **TA747**, **TA748**, **TA749**, **TA750**, **TA751**, **TA752**, **TA753**, **TA754**, **TA755**, **TA756**, **TA757**, **TA758**, **TA759**, **TA760**, **TA761**, **TA762**, **TA763**, **TA764**.
- 64; Seline, Markova jama: HR-SE 1–2: **TA765**, **TA766**.
- 65*; Obrovac, Karin, Karišnica HR-KA 1–6: **TA335**, **TA336**, **TA337**, **TA767**, **TA768**, **TA769**.

- 66; otok Ugljan, Čepričljanda, izvir: HR-UG 1–2: TA770, **TA771**.
67*; Šibenik, Pirovac, jama Bikovica: HR-BI 1–18: TA239 (*FJ425918*), TA240 (*FJ425919*), TA241, TA242, TA243 (*FJ425920*), **TA772**, **TA773**, TA774, TA775, TA776, TA777, TA778, TA779, TA780, TA781, TA782, TA783, TA784.
68*; Pirovac, izvir pri Pirovcu: HR-PI 1–3: TA311 (*FJ426006*), TA312 (*FJ426007*), TA313.
69; Šibenik, pod hidroelektrarno Manojlovac; izvir-jama, reka Krka: HR-KK 1–3: TA785, TA786, TA787.
70; Šibenik, reka Krka, jama Rasline;: HR-RS 1–2: TA788, **TA789**.
71*; Šibenik, Mandalina špilja: HR-MA 1–4: TA305 (*FJ425982*), TA306 (*FJ425983*), TA307 (*FJ425984*), TA308 (spol=?). HR-MA 5–9: **TA309** (*FJ425985*), TA790, TA791, TA792, TA793.
72; Split, Dugo polje, Đuderina pečina: HR-ĐU 1–3: TA822, TA823, TA824.
– *otok Brač, Postira, jama na Dučacu, HR
– Sinj, Hrvače, Maljkovo, Dragiča pečina, HR
– Cetina, Velika pečina, HR
– Vrgorac, Butina, Stinjevac, izvir Butina, HR
– Vrgorac reka Matica, Vučija izvir, HR
– Ploče, Komin, Bunar jama, HR
– Metković, Jama v Predolcu, HR
– *Pelješac, Orebić, Jurjević, izvor-špilja, HR
75*; Popovo polje, Zavala, izvir Lukavac: BA-LU 1: **TA299**.
76*; Popovo polje, Čvaljina, Baba pečina: BA-BA 1–2: TA303, TA304.
77*; Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica (T): BA-VJ 1: TA794. BA-VJ 5–7: TA795, TA796, TA797. BA-VJ 11–14: TA798, TA799, TA800, TA801. **TA063** (=Tgc_63-Vjetrenica; Sket in Zakšek 2009).
– Popovo polje, Strujići, jama Meginja, HR
78; Mokro polje, Trebinje, Čičevo, pod Veljo goro, Šumet pečina: BA-ŠP 1–5: TA802, TA804, TA806, **TA808**, TA809. BA-ČI 1–3: TA803, **TA805**, **TA807**. BA-ŠU 1–10: TA810, TA811, TA812, TA813, **TA814**, TA815, **TA816**, **TA817**, **TA818**, **TA819**.
79; Mokro polje, Trebinje, jama Vučonica: BA-VU 1–2: TA820, TA821.

Priloga D1.6. Soča

- 6*; Most na Soči, jama Vogršček: SI-VO 1–3: TA314 (*FJ426035*), **TA315** (*FJ426036*), TA316 (spol=?). SI-VO6–11: TA825, **TA826**, **TA827**, **TA828**, **TA829**, TA830.
7*; Vipava, Vipavska jama (T): SI-IV 1: TA831. SI-VJ 1–4: **TA381** (*FJ426032*), **TA382**, TA383, TA832. SI-VJ 10–24: TA833, TA834, **TA835**, TA836, **TA837**, **TA838**, TA839, **TA840**, **TA841**, TA842, TA843, **TA844**, **TA845**, TA846, TA847. Tipski vzorec: Šest samcev: **TA983**, **TA984**, **TA985**, **TA986**, **TA987**, **TA988**. Pet samic (96 % etanol, -20°C): TA990, TA991, TA992, TA993, TA994.

Priloga D1.7. Istra

- 56*; Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić: TA033 (*DQ641552*)

– *Vrsar, Klarića jama, HR (T)

● Istra?

- 53; Poreč, Pincinova pečina: HR-PO 1–4: TA848, **TA849**, TA850, TA851.
54; Poreč, Funtana, kaptiran izvir: HR-FU 1–4: **TA852**, **TA853**, **TA854**, **TA855**.
– Istra, Rovinj, HR
– Istra, Pula, umetni vodnjak, HR

Priloga D1.8. W-Slo

(živali iz nekaterih italijanskih lokacij, od koder molekulskih podatkov ni na voljo, morda pripadajo filogenetski skupini Soča)

- Gorizia/Gorica, Sagrado/Zagraj, Grotta presso Sagrado (VG 4112), IT
– Gorizia/Gorica, Sagrado/Zagraj, Fogliano, Pozzo della Fornace di Pollazzo (VG 5654), IT
– Gorizia/Gorica, Gradisca d' Isonzo/Gradišče, Sagrado/Zagraj, Pozzo del castelvechio (VG n. c.), IT
– Gorizia/Gorica, Gradisca d' Isonzo/Gradišče, Farra d'Isonzo/Fara, Pozzo dei Farri (VG 4911), IT

- Doberdo/Doberdob, brezno pri Doberdobu, IT
- Iamiano/Jamlje, Grotta Andrea (VG 4804), IT
- Iamiano/Jamlje, Doberdo del lago/Doberdob, Pozzo presso Iamiano (VG 360), IT
- 1*; Iamiano/Jamlje, Comarie/Komarje, jama pri Komarjih (cavernetta Presso Comarie) (VG 4221): IT-CO 1–8: TA220 (FJ425926), TA221 (FJ425927), TA222 (FJ425928), TA223 (FJ425929), TA224 (FJ425930), **TA461**, TA462, TA463.
- 2*; Duino/Devin, brezno pri Štivanu (pozzo presso S. Giovanni di Duino) (VG 226): IT-DU 1–8: **TA225** (FJ425936), **TA226** (FJ425937), TA227 (FJ425938), TA228, **TA229**, **TA458**, **TA459**, TA460.
- Duino/Devin, Villagio del pescatore/Ribiško naselje, Grotta presso la Peschiera del Timavo (VG 3948), IT
- Duino/Devin, Villagio del pescatore/Ribiško naselje, Grotta Nuova del Villagio del pescatore (VG 5842), IT
- 3*; Trieste/Trst, Trebiciano/Trebče, Grotta di Trebiciano/Labodnica: IT-LA 1–13: **TA215**, **TA216**, **TA217**, TA218, TA219, **TA505**, **TA506**, **TA507**, TA508, **TA509**, TA510, TA511, TA512.
- Monfalcone/Tržič, San Giovanni al Timavo/Štivan, Grotta del Timavo o Grotta del Lago (VG 4583), IT
- Monfalcone/Tržič, Pozzo dei Protei (VG 5403), IT
- Monfalcone/Tržič, Sablici/Sabliči, Pozzo presso la 4512 VG (VG 5467), IT
- 4*; Rosandra/Glinščica, izviri pri Fonte Oppia: IT-GL 1–5: **TA283** (FJ425950), TA284 (FJ425951), TA285 (FJ425952), TA286 (FJ425953), TA287 (FJ425954).
- 5*; Rosandra/Glinščica, jama Antro delle Ninfe/Velika jama: IT-SN 1–3: TA288, TA289, **TA513**.
- Rosandra/Glinščica, Cisterna a Bagnoli della Rosandra (CA 31 FVG-TS), IT
- 8*; Komen, Brestovica, Dolencja jama: SI-DO 1–12: TA210, TA211, TA212 (FJ425964), TA213, TA214, **TA514**, **TA515**, TA516, TA517, TA518, TA519, TA520.
- Sežana, Slivje, jama Slivarske ponikve, SI
- 9*; Divača, Kačna jama, Ogabno jezero: SI-KA 1–11: **TA205** (FJ425957), **TA206** (FJ425958), **TA207**, **TA208**, **TA209** (FJ425959), TA521, TA522, TA523, TA524, TA525, TA526. Dodatni osebki za analizo razvoja spolnih znakov: šest osebkov neznanega spola (skupina U), TB038, TB039, TB040, TB041, TB042, TB043. Trije juvenilni samci (skupina A): SI-KA A: **TB036**; SI-KA B: **TB037**; SI-KA C: **TB044**. 31 odraslih samcev (lastni vzorec, skupina B): **TA995**, **TA996**, **TA997**, **TA998**, **TA999**, **TB001**, **TB002**, **TB003**, **TB004**, **TB005**, **TB006**, **TB007**, **TB008**, **TB009**, **TB010**, **TB011**, **TB012**, **TB013**, **TB014**, **TB015**, **TB016**, **TB017**, **TB018**, **TB019**, **TB020**, **TB038**, **TB039**, **TB040**, **TB041**, **TB042**, **TB043**. Petnajst odraslih samcev (vzorec E. Fabjan, 2001; skupina B): **TB021**, **TB022**, **TB023**, **TB024**, **TB025**, **TB026**, **TB027**, **TB028**, **TB029**, **TB030**, **TB031**, **TB032**, **TB033**, **TB034**, **TB035**.
- 10*; Divača, Kačiče, jama Mejame: SI-ME 1–10: **TA259**, TA260 (FJ425990), TA261 (FJ425991), TA262, TA263 (FJ425992), TA527, **TA528**, TA529, TA530, TA531.
- 11*; Koper, Osp, Osapska jama (= jama Grad): SI-OS 1–10: **TA532**, **TA533**, **TA534**, **TA535**, TA536, TA537, TA538, TA539, TA540, TA541.
- 12*; Kozina, Ocizla, Ocizelska jama: SI-OC 1–4: **TA466**, TA467, TA468, **TA614**.
- 13*; Materija, Odolina, jama Ponikve v Odolini: SI-OD 1–5: **TA365**, TA366 (FJ426003), TA367, TA368, TA369.
- 14*; Sočerga, Jama pod Krogom: SI-KR 1–14: TA254, TA255 (FJ426020), TA256, **TA257**, **TA258**, TA542, **TA543**, TA544, **TA545**, TA546, TA547, **TA548**, TA549, **TA550**.
- *Vrhnika, Retovje, Malo Okence, jama-izvir, SI
- 15; Logatec, jama Gradišnica: SI-GR 1: **TA551**.
- *Logatec, Gašpinova jama, SI
- 16*; Planina, Planinska jama (T), Pivkin rokav: SI-PI 1–7: TA200 (FJ426008), TA201 (FJ426009), TA202 (FJ426010), **TA203**, TA204 (FJ426011), TA552, TA553. Tipski vzorec: Trije samci: **TA972**, **TA973**, **TA974**. Tri samice: TA969, TA970, TA971.
- 17*; Planina, Planinska jama (T), Rakov rokav: SI-RA 1–5: **TA195** (FJ426013), **TA196** (FJ426014), TA197 (FJ426015), TA554, TA555.
- 18*; Planina, jama Škratovka: SI-ŠK 1–3: **TA384**, TA385, TA386.
- 19*; Planina, Laze, Najdena jama: SI-NA 1–15: **TA370** (FJ425998), **TA371** (FJ425999), **TA372**, TA373 (FJ426000), TA374, TA556, TA557, TA558, TA559, TA560, TA561, TA562, TA563, TA564, TA565.

20; Planina, Laze, jama Logarček: SI-LO 1–7: **TA566**, **TA567**, **TA568**, **TA569**, **TA570**, TA571, **TA572**.

21; Planina, Laze, jama Erjavščica: SI-ER 1–3: TA573, TA574, TA575.

22; Postojna, Črna jama, reka Pivka: SI-ČJ 1: TA576.

23; Postojna, Pivka jama: SI-PJ 1: TA577.

24; Postojna, Postojnska jama, Tartar: SI-TA 1–3: TA578, TA579, TA580.

25*; Postojna, Sajeve, jama Markov spodmol: SI-MA 1–11: **TA317**, **TA318** (FJ425986), **TA319**, **TA320** (FJ425987), **TA321**, TA581, TA582, TA583, TA584, TA585, TA586.

26*; Postojna, Slavina, Vodna jama v Lozi: SI-LZ 1–13: TA587, TA588, TA589, **TA590**, TA591, TA592, TA593, TA594, TA595, TA596, **TA597**, **TA598**, **TA599**.

27*; Pivka, Parje, Jama v Mlaki: SI-ML 1–5: TA322, TA323, TA324 (FJ425996), **TA325**, TA600.

28*; Šembije, Podtabor, jama Kozja luknja: SI-KL 1–7: TA333 (FJ425969), TA334 (FJ425970), TA601, TA602, TA603, TA604, TA605.

29*; Ilirska Bistrica, Novokračine, Novokrajaska jama: SI-NO 1–12: **TA264**, **TA265**, **TA266**, **TA267**, **TA268**, TA606, TA607, TA608, **TA609**, TA610, TA611, **TA612**.

– *Novigrad, Jama kod Komune, HR

55*; Pula, Vodnjan, Galižana: HR-GA 1–2: TA967, TA968.

56*; Labin, Kršan, izviri v tunelu Čepić: HR-KR 1–13: TA301 (FJ425971), TA302 (FJ425972), TA359, TA360, TA361, TA362, **TA363**, TA364, TA387 (FJ425973), **TA388** (FJ425974), TA389 (FJ425975), TA390, TA391 (FJ425976) (vsi W-Slo).

57*; Labin, Raša, izvir pri Raši: HR-RA 1: TA613.

Priloga D1.9. *Troglocaris aggr. anophthalmus* (brez nadaljne oznake)

59; Novi Vinodolski, Sušička jama: HR-NV 1–4: TA959, **TA960**, **TA961**, **TA962**.

– Lika, Markovac pećina, HR

Priloga D1.10. *Troglocaris (Troglocaris) bosnica*

73*; Sanski Most, Dabar, jama Dabarska pećina: BA-DA 1: TA869.

74*; Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pećina (**T** za *T. bosnica*): BA-SU 1–18: TA269, TA270, TA271, TA272, TA273, TA856, TA857, TA858, TA859, TA860, TA861, TA862, TA863, TA864, **TA865**, TA866, TA867, TA868.

Priloga D2. *Troglocaris (Troglocaridella) hercegovinensis*

1*; Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica (**T**): BA-VJ 2–4: TA870, TA871, **TA872**. BA-VJ 10: TA471.

2; Bileća, Dejanova pećina: BA-BI 1–6: TA884, TA885, **TA886**, TA887, TA888, TA889. BA-BI 9: TA890. BA-BI 14–15: **TA891**, TA892. BA-BI 17: TA893. BA-BI 21: **TA894**. BA-BI 31: TA895.

3; Fatničko polje, jama Obod: BA-OB 4: **TA873**. BA-OB 56: TA874. BA-OB 61: TA875. BA-OB 63: **TA876**. BA-OB 66: TA877. BA-OB 70: **TA878**.

4*; Mokro polje, Trebinje, Bogovina, estavela Šumat: BA-ŠU 50: TA470.

5*; Rijeka Crnojevića, Obodska pećina: ČG-OB 3–7: TA879, **TA880**, **TA881**, **TA882**, **TA883**.

– Dabarsko polje, Bjeljani, jama Ljelješnica, BA

– Trebinje, Grahovo, Nudo, Sušica jama, BA

• *Troglocaris (Troglocaridella) hercegovinensis?*

– Popovo polje, Čvaljina, Baba pećina, BA

Priloga D3. *Troglocaris (Spelaeocaris) pretneri*

1; Mirlović, Čikola, izvir: HR-ČI 1: TA915.

2; Fatničko polje, jama Obod: BA-OB 2: TA896. BA-OB 5: **TA897**. BA-OB 52–53: **TA898**, TA899. BA-OB 55: **TA900**. BA-OB 57–60: TA901, TA902, TA903, TA904. BA-OB 62: TA905. BA-OB 65: TA906. BA-OB 67–68: TA907, **TA908**.

3; Nevesinje, Zovi Do, jama Jezero: BA-JE 1–6: TA909, **TA910**, **TA911**, TA912, TA913, TA914.

4; Dabarsko polje, jama Ljelješnica: BA-LJ 1: TA483.

5; Bileća, Dejanova pečina (T): BA-BI 23–28: TA916, TA917, **TA918**, TA919, TA920, TA921. BA-BI 30: TA922. BA-BI 32–35: TA923, TA924, TA925, TA926.

– Popovo polje, Zavala, jama Vjetrenica, BA

• *Troglocaris (Spelaeocaris) pretneri*?

– Mokro polje, Trebinje, Čičevo, pod Veljo goro, Šumet pečina

Priloga D4. *Troglocaris (Spelaeocaris) neglecta*

1*; Obrovac, Karin, jama Karišnica (T): HR-KA 1–3: TA956, TA957, TA958. HR-KA 50–56: TA951, TA952, **TA477**, TA953, TA954, TA955, **TA476**.

– Vrljika, Cetina, Gospodska (= Cetinska) pečina

– Grab, Sinj, Kotlić, Ruda, Orlovac tunel, HR

Priloga D5. *Troglocaris (Spelaeocaris) prasence*

1*; Fatničko polje, jama Obod (T): BA-OB 1: **TA927**. BA-OB 2: TA928. BA-OB 51: TA929. BA-OB 54: TA930. BA-OB 64: TA931. BA-OB 69: **TA932**. BA-OB200: TA469.

2; Bileća, Dejanova pečina: BA-BI 7: TA936. BA-BI 10–13: TA937, **TA938**, **TA939**, **TA940**. BA-BI 16: TA941. BA-BI 18–20: TA942, TA943, **TA944**. BA-BI 22: **TA945**.

3; Ključ, Avtovac, Vilina pečina: BA-VI 1–3: TA933, TA934, TA935.

4*; Rijeka Crnojevića, Obodska pečina: ČG-OB 1–2: **TA478**, TA479. ČG-OB 8–10: TA480, TA481, TA482.

• *Troglocaris (Spelaeocaris) prasence*?

– Nevesinje, Plužine, Kifino Selo, Šnjetica pečina, BA

Priloga D6. *Troglocaris (Spelaeocaris) kapelana*

1; Lika, Jezerane, Obajdina pečina (T): HR-JE 1–5: **TA946**, TA947, TA948, TA949, TA950.

– Modruš, Drežnica, špilja na izvoru Rupečica, HR

Priloga D7. *Troglocaris (Spelaeocaris)* – *T. n. sp. 3_Suvaja3* (gl. Zakšek in sod. 2007)

– *Sanski Most, Lušci Palanka, Suvaja pečina, BA (T)

Priloga D8. *Troglocaris (Spelaeocaris)* – cf. *para-bosnica* (gl. Zakšek in sod. 2007) (morda *T. (S.) kapelana* / *T. n. sp3_Suvaja3*)

– Drežnica, Stajnica, Jezerane, Markarova pečina, HR

– Drežnica, Jezerane, Rokina bezdana, HR

Priloga D9. *Troglocaris (Spelaeocaris)* – brez nadaljne oznake

– Dabarsko polje, Sušica jama, BA

– Nevesinje, Plužine, Kifino Selo, Šnjetica pečina, BA

– Nevesinje, Zovi Do, Odžak, izvir, BA

• *Troglocaris (Spelaeocaris)*?

– Gatačko polje, Gacko, BA