

Epikraška favna ali favna v prenikli vodi Škocjanskih jam

Tanja Pipan

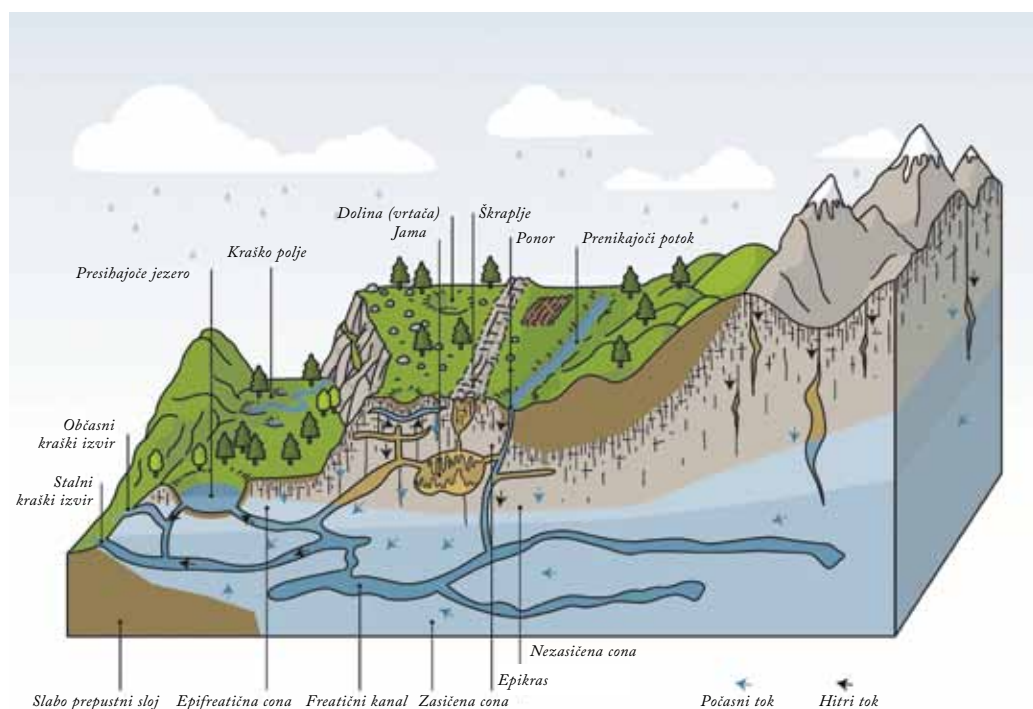
Kraške jame in kraške podzemne vode, mreža razpok in špranj pod površjem, vse to so posebni ekosistemi, polni življenja. Njihovi prebivalci so večinoma majhni in čudovito prilagojeni na skromne prostorske in prehranske razmere ter večno temo. So žive priče stalno potekajoče evolucije z naravnim izborom.

Pogosto si zmotno predstavljamo, da med podzemeljske vode sodijo le ponikalnice, globinske freatične vode in morda še izviri. Vendar je tu še vrsta drugih podzemeljskih vod, kamor sodi prenikla voda, imenovana tudi kapnica v jami. Ta kaplja z jamskega stropa ali mezi po stenah, z bolj ali manj

spremenljivim pretokom, in pogosto s seboj nosi drobne podzemeljske organizme. Ti se zbirajo v lužicah na dnu jamskega sedimenta ali v kotanjicah kapnikov in sten v jamskih rovih, nemalokrat v podzemeljskem vodu, ki ga lahko primarno napaja prenikla voda ali mu je le dodatni vodni vir.

O vzorčenju vodne favne v kotanjicah v fosilnih delih jam je pred več kot petdesetimi leti pisal makedonski raziskovalec Petkovski (1959) in jih poimenoval »kraljestvo parastenokaridov«, saj je tam našel več podzemeljskih vrst ceponožnih rakov iz rodu *Parastenocaris*. Pol stoletja pred njim pa je romun-

Slika 1: Shematski model kraškega vodonosnika z označenim epikrasom. Vir: Ravbar in Šebela, 2015.



ski speleobiolog Racovič (1907) razpravljalo o predelih v jamah, ki so premajhni, preozki in splošno nedostopni za človeka, so pa bogata nahajališča podzemelske favne. Seveda je bil v tistem času hidrogeološki pogled na kraški vodonosnik povsem drugačen od današnjega in v mnogih pogledih neznan, tako kot je bila neznana epikraška cona, ki jo je prvi opisal šele Mangin leta 1973 in za katero smo odkrili, da predstavlja primarni življenjski prostor mnogim epikraškim podzemeljskim organizmom (Pipan, 2003; 2005). Po njegovi osnovni definiciji je epikras viseči vodonosnik v sicer nezasičeni coni (slika 1), razvije se plitvo pod površjem, kjer so neizprosne sile narave še posebej intenzivne. Zaradi bližine površja so večji in močnejši vplivi temperaturnih razlik na kamnino, agresivnost vode in tektonski procesi, ki skupaj z intenzivnimi tektonskimi procesi in raztapljanjem prepredajo karbonatno kompaktno kamnino v mrežo neštetiš špranj in razpok. Če so nekatere od njih zapolnjene s prstjo iz zgoraj ležečega sloja, so druge napolnjene s padavinsko vodo in presenetljivo nudijo ugodno bivališče mnogim organizmom. Morda celo bolj ugodno, kot je spodaj ležeči globoki podzemeljski svet ...

Vloga epikrasa je v kraški pokrajini zelo pomembna s hidrološkega vidika, saj shranjuje infiltrirano padavinsko vodo s površja in jo prevaja globlje v podzemlje. Z biotskoraznovrstnostnega vidika je njegova pomembnost prvič stopila v ospredje z intenzivnimi in sistematičnimi raziskavami prav v slovenskih jamah (Pipan, 2003). In med temi preučevanimi jamami so (bile) tudi Škocjanske jame.

Kot že zapisano, je epikras zaradi svojega položaja človeku neposredno nedostopen, zato moramo živalice, ki so si našle svoje bivališče v razpokah tik pod plastjo prsti, vzorčevati posredno. V odmaknjenih, težje dostopnih okoljih oziroma življenjskih prostorih standardne vzorčevalne tehnike pogosto niso primerne. Raziskovalci v takih primerih prilagajajo že ustaljene, splošno

uporabne metode, nemalokrat pa razvijejo lastne tehnike vzorčenja, ki so uporabniku pogosto prijaznejše ter finančno sprejemljivejše. Avtorica prispevka sem v sklopu raziskav za svojo doktorsko disertacijo skušala ugotoviti, kaj prenikla voda prinaša s seboj v podzemlje, in za to iznašla preprosto, a učinkovito tehniko vzorčenja, prirejeno za zbiranje in filtriranje prenikle vode (slika 2). Metoda, ki je postala standardna metoda tudi v svetu in jo uporabljamo za vzorčenje epikraške favne na terenu, je sledeča. Curke prenikajoče vode prestrežemo v lijak, od koder steče voda v filtrirno plastenko z dvema odprtinama, ki sta prekriti z gosto mrežico, katere odprtine so velike od 100 do 150 mikrometrov. Filtrirno plastenko namestimo v večjo posodo z vgrajeno odtočno cevjo oziroma odprtino (slika 3). Voda iz filtrirne plastenke odteka skozi mrežico v posodo z odtokom, živali pa ostanejo ujetе v plastenki. V zunanji posodi v zbrani vodi lahko izmerimo osnovne fizikalno-kemijske parametre prenikle vode ter odvzamemo vzorce vode za kemijske analize v laboratoriju.

Med najpogostejšimi organizmi, ki jih kapljajoča voda prinese v podzemlje, so ceponožni rakci. Ceponožni raki (Copepoda) so zelo uspešna skupina rakov, ki poseljujejo vse tipe vodnih življenjskih prostorov, tako sladke kot slane, na površju in v podzemlju. Tudi zemljepisna višina jim ne dela težav, saj jih najdemo v visokogorskih in celo polarnih predelih ter oceanih. Vzorčenje katerega koli tipa podzemelske vode: ponikalnice, prenikle, globoke freatične, hidrotermalne, intersticijske ali hiporejične, nas ne razočara ne po številu osebkov ne po številu vrst ceponožnih rakov. Prav dejstvo, da so ceponožni rakci v svoji evoluciji naselili različne podzemelske življenjske prostore in v različnih časovnih intervalih, jim omogoča, da so prilagojeni na raznovrstne, tudi skrajne življenjske razmere, kar se kaže v pestri zgradbi skupine. Čeprav poznamo tako prostoplavajoče kot parazitske vrste ceponožcev, so bili v podzemlju ugotovljeni le



*Slika 2: Avtorica prispevka pri vzorčenju epikraške favne. V desni roki drži filtrirno plastenko z vzorcem.
Foto: Jure Hajna.*



Slika 3: Skica prikazuje filtrirno napravo za monitoring favne v prenikli vodi. Vir: Pipan, 2003; Pipan, 2005.

prostoplavajoči predstavniki štirih redov, v prenikli vodi pa smo našli osebke dveh redov: Cyclopoida in Harpacticoida.

V Škocjanskih jamah je bilo v prenikli vodi ugotovljenih dvajset vrst ceponožcev, ki pripadajo dvanajstim rodovom in trem družinam. Štiri vrste so iz skupine ciklopoidov (slika 4), med harpaktikoidi je šestnajst vrst (tabela 1). Dvanajst vrst, ki naseljujejo epikraški življenjski prostor, je stigobiontskih – to so pravi podzemeljski vodni organizmi, posebej prilagojeni na specifične razmere in v površinskih vodah dlje časa ne bi preživel. Prilagoditve, ki jih strokovno imenujemo troglomorfoze, so sledeče: odsotnost pigmenta, redukcija oči, podaljšanje okončin s prisotnimi različnimi izrastki, zoženje in pomanjšanje telesa, če naštejemo najbolj opazne in najsprejemljive lastnosti, ki si jih večina podzemeljskih živali deli in po katerih se tako ločijo od svojih površinskih sorodnikov. V Škocjanskih jamah smo v monitoringu favne v prenikli vodi med drugim ugotovili pet za znanost novih vrst iz štirih rodov: *Bryocamptus*, *Moraria*, *Parastenocaris* in cf. *Stygepactophanes*. Večino njih bi lahko označili za epikraške specialiste, saj jih najdemo le v prenikli vodi manjšega kraškega območja.

Favna, ki jo prinašajo curki prenikajoče vode iz nezasičene cone v Škocjanske ja-

me, vključuje poleg najštevilčnejše in pestre favne ceponožnih rakov tudi predstavnike drugih vodnih in terestričnih organizmov. V vzorcih smo določili deset takih skupin živali, in sicer vrtnčarje, gliste, polže, maloščetince, pršice, med raki dvoklopnike, enakonožce in postrance, ter med žuželkami skakače in ličinke dvokrilcev (Pipan, 2005). Kot nadgradnja študije o ceponožnih raki v epikraški vodi bi bilo zanimivo v prihodnje natančneje preučiti tudi druge skupine, ki jih težnost in tok vode zaneseta v globino podzemlja. Še posebej je zanimiva stalna navzočnost postranc iz rodu *Niphargus*, ki so pomembno manjše od sorodnih vrst v drugih tipih podzemeljskih voda (Culver s sod., 2010; Trontelj s sod., 2012).

Marsikdo pomisli, da bi podoben biotskora-znovrstnostni izplen lahko pričakovali zgolj z vzorčenjem favne v lužah, ki jih napolni prenikla voda in se zadržijo na nepropustnem jamskem sedimentu ali v kotanjicah sige in na kapnikih. Tudi tovrstne raziskave so bile opravljene v Škocjanskih jamah, saj smo na nekaj mestih vzdolž celotnega jamskega sistema poiskali primerna mesta, kjer smo lahko vzorčili favno v lužah, prav tako pa smo ugotavljali favno v sistemu sigastih ponvic v Dvorani ponvic (slika 5).

Prefiltrirali smo različne količine vode, in sicer tako, da smo vodo precejali skozi fil-

Slika 4: Samček stigobiontskega ceponožnega rakca *Speocyclops infernus* (Cyclopoida) iz prenikle vode v Škocjanskih jamah. Foto: Tanja Pipan.

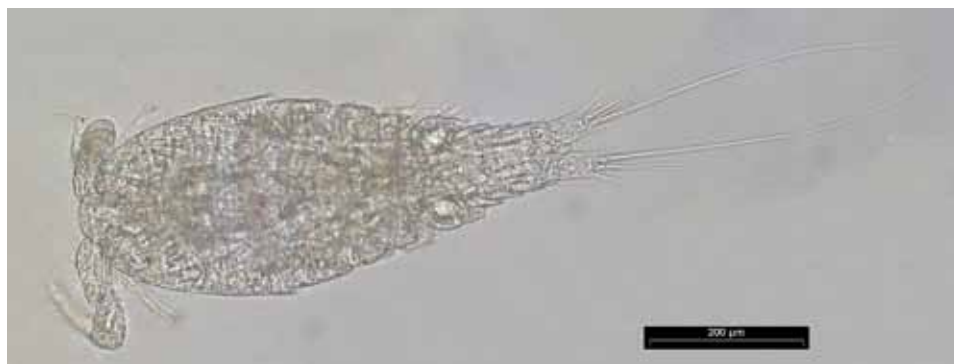


Tabela 1: Seznam vrst ceponožnih rakov (Crustacea: Copepoda) iz prenikajoče vode na izbranih vzorčevalnih mestih v Škocjanskih jamah. Z zvezdico (*) so označene stigobiontske vrste. Intenzivno mesečno vzorčenje je bilo opravljeno v času od leta 2000 do leta 2001, občasni monitoring do leta 2016.

	Curki	Luže
CYCLOPOIDA		
<i>Diacyclops languidus</i> (Sars, 1863)	+	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	+
<i>Speocyclops infernus</i> (Kiefer, 1930)*	+	+
HARPACTICOIDA		
<i>Attheyella crassa</i> (Sars, 1862)	+	+
<i>Bryocamptus pygmaeus</i> (G. O. Sars, 1862)	+	
<i>Bryocamptus typhlops</i> (Mrazek, 1893)*	+	+
<i>Bryocamptus zschokkei</i> (Schmeil, 1893)	+	+
<i>Bryocamptus</i> n. sp.*	+	+
<i>Canthocamptus staphylinus</i> (Jurine, 1820)	+	
<i>Elaphoidella cvetkai</i> Petkovski, 1983*	+	
<i>Elaphoidella slovenica</i> Wells, 2007*	+	+
<i>Moraria poppei</i> (Mrazek, 1893)	+	+
<i>Moraria stankovitchi</i> Chappuis, 1924*	+	
<i>Moraria</i> n. sp.*	+	
<i>Morariopsis scotenophila</i> (Kiefer, 1930)*	+	+
<i>Parastenocaris noli alpina</i> (Kiefer, 1938)*	+	+
<i>Parastenocaris</i> n. sp. 1*	+	
<i>Parastenocaris</i> n. sp. 2*	+	+
cf. <i>Stygeopactophanes</i> n. sp.*	+	

trirno plastenko tam, kjer je bilo dovolj vode in je bila globina luže oziroma kotanje primerna (slika 6a). Drugje pa smo vodo črpali s pomočjo črpalke (slika 6b) in jo zatem prefiltrirali na že opisani način. Ugotovitve in razlike v favni iz curkov in luž so nas presenetile. Navzočnost stigobiontskih vrst je bila v curkih enkrat večja kot v ponvicah (tabela 1), kot tudi prisotnost epikraških specialistov. Število juvenilnih neodraslih osebkov in navplijev (ličink ce-

ponožcev) je bilo običajno večje v vzorcih neposredno iz curkov prenikle vode. Ugotavljamo, da je pomembna razlika v favni med curki in lužami posledica večje umrljivosti neodraslih osebkov v lužah, njihovega plenjenja in tudi zmanjšane reprodukcije, kar vodi do sklepnih ugotovitev, da luže ne predstavljajo izvornih populacij (Pipan s sod., 2010). Epikraške luže so torej pristranski in nereprezentativni vzorec epikra- sa in vir ponornih populacij. Te ugotovitve



Slika 5: Sistem ponvic v Dvorani ponvic. Na ponvicah, ki so obarvane z oranžnorožnatim barvnim odtenkom, se сига še vedno odlaga. Foto: Borut Lozej.

Slika 6a: Precejanje vode iz luže na dnu jamskega rova ob uporabi filtrirne plastenke. Foto: Tanja Pipan.





Slika 6b: Črpanje vode iz luže na dnu jamskega rova. Foto: Tanja Pipan.

potrjujejo vsaj štirje razlogi: prvič, nekatere epikraške vrste ne morejo preživeti ujete v luži, drugič, nekatere epikraške vrste se dobro razmnožujejo v epikraških lužah, tretjič, plenilstvo in tekmovalstvo v lužah sta lahko izraziti interakciji, in četrtič, kolonizacija iz drugih življenjskih prostorov je verjetna, še zlasti ob poplavih. Zaradi prvega razloga je tudi vrstna sestava v lužah, prikazana v tabeli 1, osiromašena glede na rezultate iz curkov, saj je očitno, da luže niso primeren življenjski prostor za vse organizme, ki živijo v epikrasu. Tisti organizmi, ki se v lužah celo razmnožujejo in povečujejo svojo populacijo, zabrišejo pravo sliko in ne predstavljajo razmer v epikraškem življenjskem prostoru. Običajno so taki organizmi tudi zelo konkurenčni in učinkoviti plenilci, navadno manjših vrst in neodraslih osebkov. Tem se

lahko pridružijo tudi organizmi, ki se med lužami aktivno selijo oziroma jih tja pasivno zanese prelivanje vode med lužami ali aktivni jamski tok. Iz vseh navedb torej ugotavljamo, da je vzorčenje v lužah le delno primerno, ko želimo ugotavljati podzemeljsko favno, živečo v epikrasu. Veliko bolj realne in nepristranske rezultate dobimo z rednim vzorčenjem kapnice.

Kljub majhni površini je Slovenija po številu specializiranih prebivalcev podzemeljskih voda eno najbogatejših območij na svetu. V svetu ni veliko jam, ki bi imele opisanih po dvajset ali več troglobiontskih in stigobiontskih vrst ter bi bile uvrščene med jame z bogato podzemeljsko favno (Culver, Pipan, 2013). Pomen Škocjanskih jam se kaže v njihovi legi in položaju, vodni funkciji kot delu vodnega sistema vodonosnika Krasa ter

edinstveni naravni dediščini, kar vključuje pestro podzemeljsko živalstvo. Glede na dejstvo, da je bilo v Škocjanskih jamah samo med ceponožnimi rakci v prenikli vodi najdenih dvajset vrst, od katerih jih je dvanajst stigobiontskih, je zadosten dokaz, da tudi Škocjanske jame sodijo v skupino jam z bogato podzemeljsko favno. Tovrstne raziskave pa so pomembne tudi z vidika preučevanja »zdravja« ekosistema, saj se kakovost upravljanja na površju kraškega sveta neposredno kaže prav v pestrosti in številu na podzemlje specializiranih živalskih vrst. Če kraški ekosistem z onesnaževanjem in grobimi posegi ranimo, mu preprečimo, da bi svojo vsestransko vlogo varovanja in ohranjanja podzemeljskega okolja opravljal še naprej.

Viri:

- Culver, D. C., Holsinger, J. R., Christman, M. C., Pipan, T., 2010: *Morphological differences among eyeless amphipods in the genus Stygobromus dwelling in different subterranean habitats*. *Journal of Crustacean Biology*, 30: 68–74.
- Culver, D. C., Pipan, T., 2013: *Subterranean ecosystems*. V: Levin, S. A. (ur.): *Encyclopedia of Biodiversity*. Second Edition. Massachusetts: Academic Press, Waltham. 49–62.
- Mangin, A., 1973: *Sur la dynamique des transferts en aquifer karstique*. *Proceedings of the Sixth International Congress of Speleology*, Olomouc, 4: 157–162.
- Petkovski, T. K., 1959: *Fauna Copepoda pečine »Dona Duka« kod Raša – Skopje*. *Fragmenta Balcanica*, 2: 107–123.
- Pipan, T., 2003: *Ekologija ceponožnih rakov (Crustacea: Copepoda) v prenikajoči vodi izbranih kraških jam*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, 130 str.
- Pipan, T., 2005: *Epikarst – a promising habitat. Copepod fauna, its diversity and ecology: a case study from Slovenia (Europe)*. Ljubljana: ZRC Publishing, Karst Research Institute at ZRC SAZU, 101 str.
- Pipan, T., Holt, N., Culver, D. C., 2010: *How to protect a diverse, poorly known, inaccessible fauna: identification and protection of source and sink habitats in the epikarst*. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 20: 748–755.
- Racoviță, E. G., 1907: *Essai sur les problèmes biospéologiques*. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 6: 371–488.
- Ravbar, N., Šebela, S., 2015: *The effectiveness of protection policies and legislative framework with special regard to karst landscapes: insights from Slovenia*. *Environmental Science & Policy*, 51: 106–116.
- Trontelj, P., Blejcek, A., Fišer, C., 2012: *Ecomorphological convergence in cave communities*. *Evolution*, 66: 3852–3865.



Tanja Pipan je znanstvena svetnica na Inštitutu za raziskovanje krasa ZRC SAZU ter izredna profesorica na Univerzi v Novi Gorici. Preučuje različne tipe podzemeljskih ekosistemov s posebnim poudarkom na plitvih podzemeljskih življenjskih prostorih, njihovi biologiji, ekologiji in favni. V okviru svojih raziskav je opravila do sedaj najintenzivnejšo ekološko študijo pestre podzemeljske favne v epikrasu v izbranih slovenskih jamah in v tujini. Je nacionalna koordinatorka slovenske mreže dolgoročnih ekoloških raziskav (Long-Term Ecological Research, LTER in evropske raziskovalne infrastrukture *LifeWatch*. Od leta 2011 je področna urednica mednarodne revije *International Journal of Speleology*.