



Projektna naloga

MONITORING TERESTRIČNE TROGLOBIONTSKE FAVNE V TURISTIČNEM DELU ŠKOCJANSKIH JAM (Spremljanje posebnosti določenih vrst kraškega podzemlja) DS2: Monitoring in analiza vplivov podnebnih sprememb na biodiverzitetu

V okviru projekta: »Klimatske spremembe in upravljanje zavarovanih območij«

Akronim projekta: CLIMAPARKS CB005, OP SLO-ITA 2007-2013



Končno poročilo,
Slavko Polak
Notranjski muzej Postojna
november, 2012

Projektna naloga: MONITORING TERESTRIČNE TROGLOBIONTSKE FAVNE V TURISTIČNEM DELU ŠKOCJANSKIH JAM V okviru projekta:
»Klimatske spremembe in upravljanje zavarovanih območij«
Po POGODBI št. 180-1/2011

KONČNO POROČILO

Naročnik:

Javni zavod Park Škocjanske jame, Slovenija, Škocjan 2
6215 DIVAČA, ki ga zastopa dr. Gordana Beltram, direktorica
Nosilec naloge pri naročniku: Samo Šturm (univ. dipl. biolog)

Izvajalec naloge:

Zavod Znanje Postojna, OE Notranjski muzej Postojna
Kolodvorska cesta 3, 6230 POSTOJNA, ki ga zastopa Brigita Kidrič,
direktorica
Nosilec naloge pri izvajalcu: mag. Slavko Polak (univ. dipl. biolog)

Kraj in datum izdelave:

Postojna, november 21.11.2012

UVOD

Škocjanske jame so eden od najsijajnejših kraških podzemeljskih fenomenov Slovenije in tudi ena od najznamenitejših jam na svetu. Še bolj kot sama jama so dih jemajoče impozantne kraške udornice – doline in izjemen podzemeljski kanjon, ki ga je izdolbla ponikalnica Reka. Kljub bogati zgodovini speleoloških raziskav, ki so jim sledili tudi naravoslovci in proučevalci podzemeljskega živalstva, pa celovitega pregleda podzemeljske favne Škocjanskih jam še vedno nimamo. Podatki o ugotovljeni favni so razpršeni po številnih znanstvenih člankih, razpravah in originalnih opisih taksonov ter potrebni sodobne taksonomske revizije.

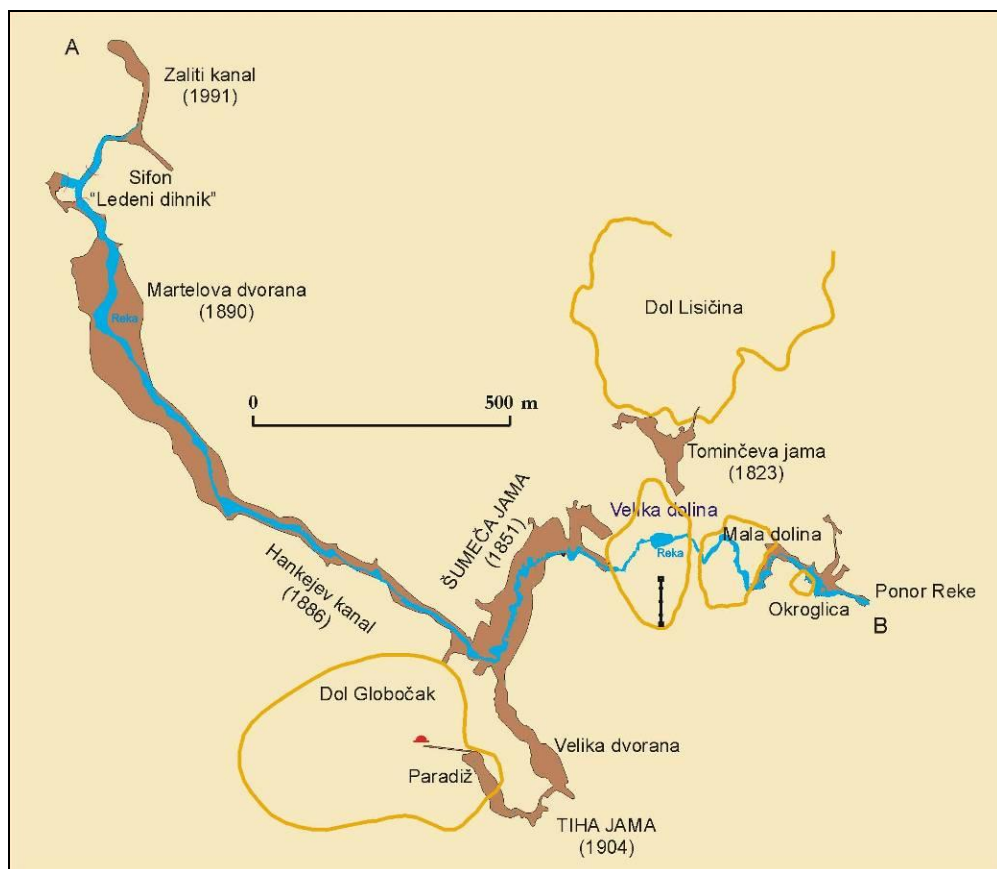
Škocjanske jame so uvrščene na UNESCO-v seznam naravne dediščine, širše območje pa je zavarovano kot Regijski park Škocjanske jame. Izjemna naravna dediščina zahteva tudi odgovorno ravnanje in upravljanje zavarovanega območja. Javni zavod Park Škocjanske jame je zato v okviru projekta **Klimatske spremembe in upravljanje zavarovanih območij pod akronimom projekta: CLIMAPARKS CB005** prišel z akcijo DS2: Monitoring in analiza vplivov podnebnih sprememb na biodiverzitetu. V okviru aktivnosti 2, smo tako zastavili in začeli z izvajanjem vzorčenja ter monitoringa jamskega živalstva v turističnem delu Škocjanskih jam. Ta projektna naloga je del aktivnosti na področju monitoringa terestrične (kopenske) troglobiontske (izključno podzemeljske) favne v turističnem delu Škocjanskih jam.

Jamske živali ali bolje podzemeljske živali v grobem delimo na take, ki živijo v vodnem okolju (akvatične) in take, ki živijo na kopenskem okolju (terestrične), le nekaj je takih, ki jih najdemo v obeh okoljih. V tem delu smo se pri raziskavah omejili le na kopenske oziroma terestrične podzemeljske živali. Podzemeljsko okolje pa niso samo človeku dostopni večji jamski prostori, pač pa tudi sistemi drobnih razpok in majhnih prostorov v pretrti matični kamenini ali sedimentu. V površinskih podzemeljskih okoljih (SSH), ki so lahko občasno zalita z penikalo vodo (epikras) ali pa suha plitvejša podzemeljska okolja oziroma sistem drobnih razpok v pretrti kamnini prekrit z debelejšo plastjo prsti (MSS) so razvite prav posebne združbe podzemeljskih živali. Nadalje podzemeljske živali razvrščamo glede na stopnjo prilagojenosti jamskemu okolju. V uporabi je več načinov ekološkega razvrščanja podzemeljske favne (Schiner, 1856; Camacho, 1992; Sket, 2008). V tem delu uporabljamo eno od najpogostejše uporabljenih razvrščanj podzemeljskih živali med trogloksene, troglofile in troglobionte. Številne **troglofilne** vrste živali najdemo večinoma na vhodnih delih jam. Redkeje, zlasti ob toku rek ponikalnic, najdemo troglofile tudi v globljih delih jam. Večinoma so to površinske vrste, ki pa imajo tu in tam tudi bolj ali manj stalne podzemeljske populacije. Podzemeljske populacije troglofilov na jamsko okolje niso posebno prilagojene in se morfološko od površinskih populacij ne razlikujejo. Tudi **troglokseni** so pretežno površinske živali, ki pa se v jamska okolja redno in aktivno zatekajo le v določenem časovnem obdobju njihovega življenjskega cikla. V jamah obligatorno preživljajo določena obdobja zaradi ustrezne vlage v sušnih obdobjih, zmernih in stalnih temperatur v zimskem obdobju leta ali pa zaradi varnosti (netopirji). Tiste »prave« jamske živali, ki so na podzemeljsko okolje tako prilagojene, da zunaj jam ne morejo preživeti, opredeljujemo kot **troglobionte**. Troglobionti imajo izražene troglomorfizme, to so morfološke prilagoditve na podzemeljsko okolje. Skoraj brez izjeme so to bledikave vrste živali brez zaščitnih kožnih pigmentov in z navadno zakrnelimi očmi ter podaljšanimi okončinami. Te vrste so zaradi svojstvenih prilagoditev na podzemeljsko okolje za biologe najbolj zanimive, s stališča ohranjanja narave pa tudi najbolj ranljive. Zaradi izoliranosti kraških sistemov so troglobionti navadno geografsko ozko razširjeni, nekateri celo endemiti majhnih kraških območij. Večina jamskega troglobiontskega živalstva živečega v Škocjanskih jamah umeščamo med endemite klasičnega (litoralnega) Krasa v okviru dinarske podzemeljske favne.

OPIS OBMOČJA RAZISKAV IN METODE DELA

Pregled literaturnih podatkov in historičnih virov

V okviru raziskovalne naloge Monitoring terestrične troglobionske favne turističnega dela Škocjanskih jam smo zbrali in pregledali nam dostopne obstoječe podatke v literaturi (viri so navedeni v tekstu in poglavju Literaturni viri). Večinoma gre za objavljene podatke, le v primeru podzemeljskih hroščev so povzeti še ne objavljeni podatki, ki jih je zbral Egon Pretner. Številni viri so relativno zgodnji in segajo v začetke speleobioloških raziskav, ki so potekali prav na slovenskem krasu. Zaradi tega so številna navajanja taksonov za Škocjanske jame taksonomsko zastarela, številni taksoni so sinonimizirani, nekatere navedbe celo dvomljive. Danes so Škocjanske jame ali bolje rečeno sistem Škocjanskih jam (slika 1) evidentirane v Katastru jam Slovenije pod katastrsko številko 735. Ime objekta se je v zgodovini spreminjalo. Navedbe favne Škocjanskih jam se tako nahajajo pod različnimi imeni objekta, kot so: Rekahöhlen bei S. Canziano, Grotte von St. Canzian bei Mataun (Divazza), Grotta Lutteroth di S. Canziano presso Mataun (sedaj Tiha jama), Grotte de Sanct Canzian am Karst, pres de Naklo in Grotte di S. Canziano presso Mattauno (Divaccia) (VG No. 112).



Slika 1: Pregledni tloris sistema Škocjanskih jam (Kat. št. 735) s podzemnim tokom reke Reke, poimenovanjem glavnih delov Škocjanskih jam in večjih udornih dolin (Arhiv Parka Škocjanske jame).

Metodologija vzorčenja na izbranem območju turističnega dela PŠJ

Namen raziskave je bil v prvi vrsti izdelati celovit popis (inventar) terestrične jamske favne Škocjanskih jam, ki bi služil za dolgoročno spremljanje stanja in ugotavljanje morebitnih sprememb favnistične sestave v času in prostoru (monitoring). Metodologijo vzorčenja terestrične favne v turističnem delu Škocjanskih jam smo zato v okviru tega projekta zastavili sistematično in metodološko ponovljivo. Med najbolj ustaljenimi metodami proučevanja terestrične favne je uporaba talnih pasti »pit-fall traps« z uporabo vabe (atraktanta) in fiksirne tekočine. Metoda talnih pasti se uporablja zlasti za hrošče (Novak in Kuštor, 1977; Kuštor in Novak, 1980 a, b; Camacho, 1992; Giachino in Vailati, 2010), a je uporabna tudi za druge skupine talnih nevretenčarjev (Ramšak, 2007). Sama izvedba talnih pasti se lahko glede na namen raziskave razlikuje. Talne pasti so brez fiksirne tekočine, če se pasti pregleduje v kratkem časovnem razmaku nekaj dni in se jih uporablja zlasti pri populacijskih raziskavah. Živlovne pasti so podvržene medsebojni plenilski interakciji ujetih živali v pasteh. Pri izvajanju monitoringa jamskega hrošča drobnovratnika (*Leptodirus hochenwartii*) smo tako uporabljali živlovne pasti po metodologiji »10/10/10«, ki predvideva postavitev 10 pasti, v razmiku dveh pasti na približno vsakih 10 metrov in kontroli po približno 10 dneh (± 2 dni) (Polak, 2007; 2009). Iz lastnih izkušenj nam je znano, da vabe lokalno favno privabijo že v nekaj dneh, puščanje živolovk več kot 15 dni pa pogosto privede do interakcij z ostalo plenilsko favno.

Za razliko od populacijskega vzorčenja se za inventarizacijo favne (favnistično vzorčenje) pogosteje uporablja pasti s fiksirno tekočino, kar omogoča dolgotrajnejše vzorčenje (Giachino in Vailati, 2010). Pri naši raziskavi smo zato uporabili talne pasti s fiksirno tekočino (nasičena raztopina kuhinjske soli NaCl). Pasti so bile plastični lončki dimenzij 6 x 8 cm z nastavljeno vabo (atraktantom) gnilih mesom v plastični fioli postavljeni nad pastjo (slika 2). Na vsakem vzorčnem mestu smo postavili po pet talnih pasti v liniji z razmikom vsaj 2 metra eno od druge. Do roba lončka zakopane pasti smo prekrili še z večjimi ploščatimi kamni, da bi jih obvarovali pred morebitnimi malimi sesalci zlasti pa zaradi potencialnega zalitja pasti s kapljajočo vodo ob večjih deževjih. Pasti smo pregledovali v enomesečnem razmiku v treh različnih sezonah leta.



Slika 2: Pri raziskavi so bile uporabljene talne »pit-fall« pasti dimenzij 6 x 8 cm z nastavljeno vabo (atraktantom) gnilih mesom v plastični fioli postavljeni nad pastjo in fiksirno tekočino (foto: Slavko Polak).

Ker so talne pasti selektivne in za nekatere skupine jamskih nevretenčarjev ustrežnejše kot za druge, smo na mestih vzorčenja istočasno izvajali tudi metodo neposrednega pregledovanja jamskega habitata (vizualni pregled kapnikov, jamskih sten, proda, ilovice, vodne površine) ter popisa vseh najdenih nevretenčarjev in ročnega vzorčenja. Časovni vložek je bil pri vsakem vzorčenju in na vsakem vzorčnem mestu približno enak – pol ure intenzivnega vzorčenja. Vsa odkrita jamska favna je bila istočasno tudi »in situ« fotodokumentirana (slika 3). Pogostnost opazovanih taksonov je bila ocenjena subjektivno in sicer kot prisotna, redka, pogosta, množična. Večina jamskih taksonov v naravi ni določljiva do vrstnega nivoja, zato so bili iz okolja odvzeti reprezentančni vzorci favne. Zbran material je bil fiksiran taksonomski skupini primerno, zlasti pa v 10% alkoholnem kislu (hrošči) in 75% alkoholu EtOH (ostale skupine). Jamski skakači (Collembola) in posamezni referenčni primerki za morebitne molekularne raziskave DNK so bili shranjeni v 96% EtOH. Material je shranjen in inventariziran v Biološki zbirki Notranjskega muzeja Postojna. Primerki nekaterih skupin, za katere v Sloveniji ni specializiranih taksonomov, bodo še naknadno poslani na natančnejšo determinacijo v tujino.

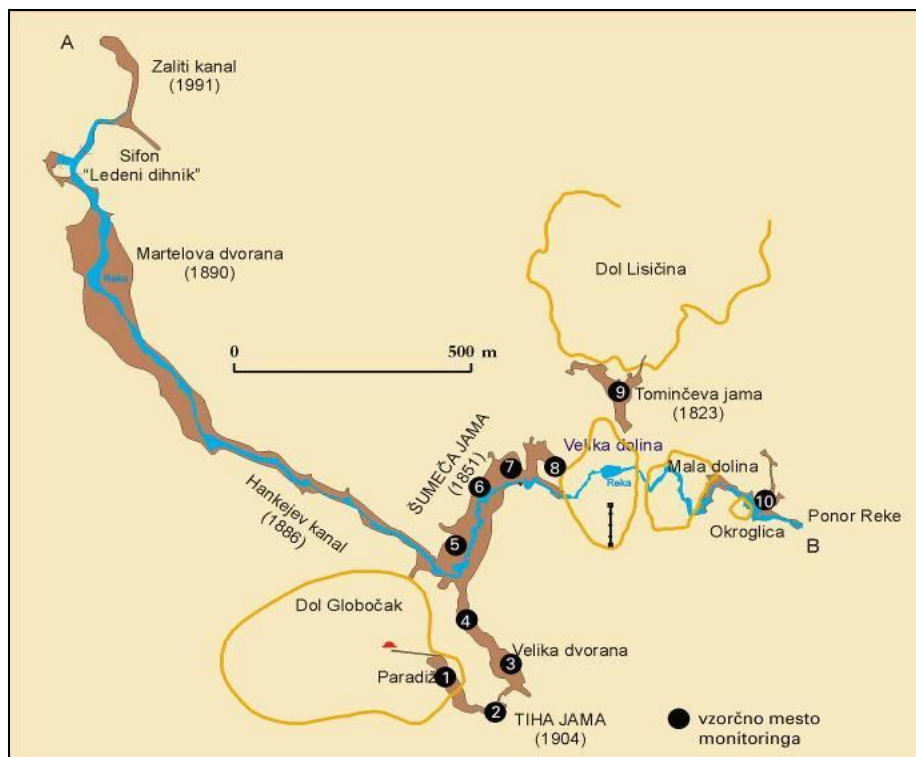


Slika 3: Vsa odkrita jamska favna je bila istočasno tudi »in situ« fotodokumentirana (foto: Marko Lukič).

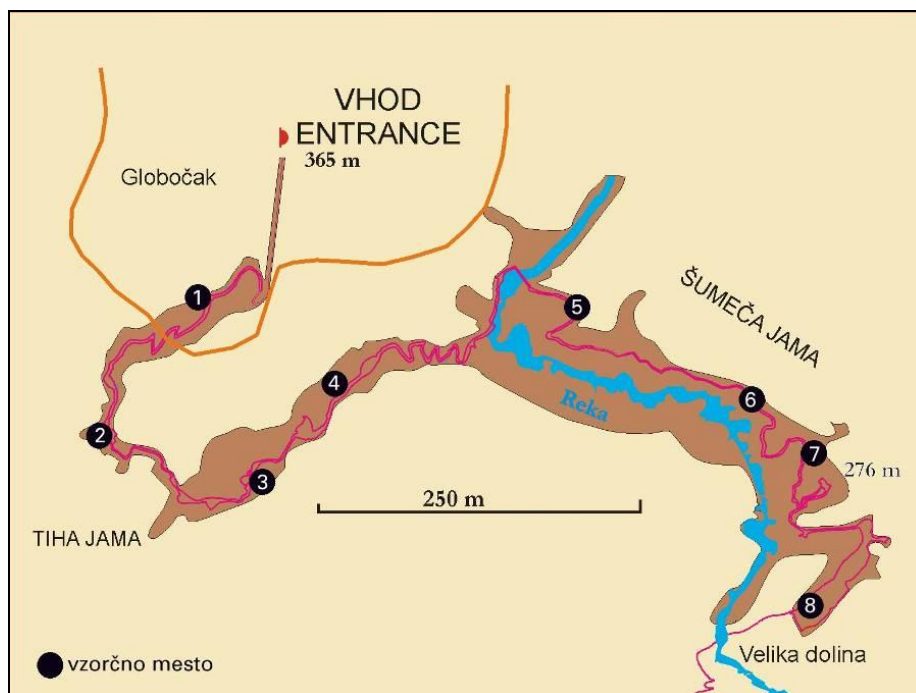
Vzorčna mesta

Ob določitvi vzorčnih mest rednega monitoringa troglobionske favne Škocjanskih jam smo dne 15.7.2011 izvedli tudi prvo vzorčenje favne. V toku projekta smo opravili 8 vzorčenj na izbranih 10 vzorčnih mestih, določenih vzdolž turistične poti Škocjanskih jam. Datumi vzorčenj so bili 15.7.2011, 20.8.2011, 26.3.2012, 11.5.2012, 29.5.2012, 23.8.2012, 14.9.2012 in 15.10.2012. V spodnji freatični etaži jame (spodnji del Šumeče jame ob reki Reki, Hankejev kanal, Martelova dvorana) v predelih, ki niso odprti za javnost, nismo vzorčili. Vzorčna mesta so označena na sliki 4 in deloma na sliki 5. Geomorfološke, klimatske in ekološke karakteristike vzorčnih mest so navedene v nadaljevanju.

Vzorčno mesto 1 se nahaja takoj za umetnim vhodnim tunelom iz smeri doline Globoščak. V samem umetnem tunelu jamske favne nismo zabeležili z izjemo posameznih primerkov trogloksenih jamskih kobilic in jamskih pedicev. Takoj za vrati vhoda v jamsko okolje je večinoma zaznati močnejši prepih. Pasti so bile postavljene ob turistični poti v predelu jame imenovan Paradiž - Kamniti gozd. Ta del jame je močno zasigan in ob deževnem vremenu je tu pristno močnejše kapljanje prenikle vode.

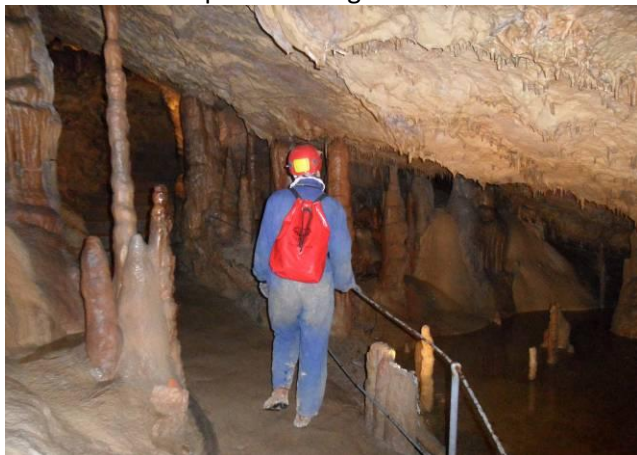


Slika 4: Pregledni tloris sistema Škocjanskih jam z vrisanimi vzorčnimi mesti speleobioloških raziskav (Arhiv Parka Škocjanske jame; povzeto in spremenjeno).



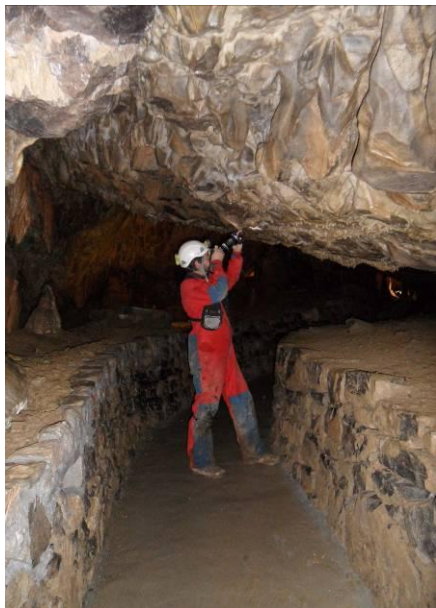
Slika 5: Pregledni tloris sistema Škocjanskih jam z vrisano turistično pešpotjo in označenimi vzorčnimi mesti speleobioloških raziskav (Arhiv Parka Škocjanske jame; povzeto in spremenjeno).

Vzorčno mesto 2 se nahaja na dnu Kalvarije v zoženem delu na vhodu v Veliko dvorano v tako imenovanem rovu Presenečenj (slika 6). Tu so klimatske razmere že bolj ustaljene. Relativna vlaga ozračja je visoka in temperatura jamskega okolja je enaka povprečju temperature osrednjega dela Tihe jame Škocjanskih jam. Ob popisovanju smo favno zabeležili tudi v okolici luči, kjer je razvita tako imenovana »lampenflora« alg in mahov.



Slika 6: Vzorčno mesto 2 se nahaja na dnu Kalvarije v zoženem delu na vhodu v Veliko dvorano v tako imenovanem rovu Presenečenj (Foto: Marko Lukič).

Vzorčno mesto 3 se nahaja v Velik dvorani pri zavesah, kjer vladajo popolnoma jamske razmere. Zaradi globine približno 60 metrov pod površjem in oddaljenosti od vhoda so tu viri hrane izrazito pičli. Prav na take revne razmere in na ustaljene jamske mikroklimatske razmere so prilagojeni pravi troglobionti.



Slika 7: Fotografiranje v prehodu pred Veliko dvorano (Foto: Marko Lukič).



Slika 8: Gvano netopirjev v Tihi jami (Foto: Marko Lukič).

Vzorčno mesto 4 se nahaja v Dvorani orgel (Dvorana kralja Friderika Avgusta) in ob velikem kupu gvana netopirjev (slika 8) ob prehodu iz Velike dvorane v Šumečo jamo. Gvano je fosilno, saj se je kolonija netopirjev od tu odselila že pred več desetletji. Ker je organski material gvana že dodobra preperel in predelan, tu izrazitejše gvanobionske favne nismo zasledili.

Vzorčno mesto 5 se nahaja ob nadelani turistični poti nad reko v Šumeči jami. Tu so rovi Škocjanskih jame freatično obdelani, večinoma nezasigani in močno pretrti. Zračna vlaga je izredno visoka, spodnji deli Šumeče dvorane so bolj ali manj redno poplavljeni, poplave pa v okolje prinašajo znatne količine organskega materiala. Za taka jamska okolja je značilna odsotnost kopenskih troglobiontov, prevladujejo pa živali drifta s površine in troglofili. Z organskim materialom (plavje, vejevje, listje in organski odplaki) vdirajo v to jamsko okolje površinske živali, ki tu lahko ustvarijo permanentne jamske populacije. Troglobionti so v takem okolju nekonkurenčni.



Slika 9: Prehod iz Tihe jame v Šumečo jamo (Foto: Marko Lukić).

Vzorčno mesto 6 je ob turistični poti v Šumeči jami na mestu, kjer s stropa močno pronica voda in je prisoten večji depozit gvana netopirjev. Meteorološke razmere so podobne kot na vzorčnem mestu 5. Sigaste tvorbe so tu slabo izražene, večinoma je stena nad reko močno pretrta, vlažna, ponekod obložena z naplavinami in muljem.



Slika 10: Na vzorčnem mestu 7 je ob turistični poti pred Dvorano ponvic opaziti veliko svežih iztrebkov netopirjev (Foto: Slavko Polak).

Vzorčno mesto 7 je ob turistični poti pred Dvorano ponvic. Ob poti je opaziti veliko svežih iztrebkov netopirjev, ki so razpršeni, mestoma pa akumulirani po večji površini. Tu najdemo izrazito gvanobiontsko združbo jamskih oz. troglofilnih organizmov. Opazno je močno kapljanje prenikle vode s stropa jame. Kapljajoča voda tu tvori tudi sigaste ponvice ujete vode.

Vzorčno mesto 8. Za primerjavo med favno notranjih delov Škocjanskih in ostalih jamskih objektov udornih dolin, smo opredelili tudi vzorčna mesta na vhodu v Schmidlovo dvorano. Klimatsko tu ni več jamskih razmer, pač pa je čutiti večji vpliv zunanje klime. Bližje vhodu v dvorano uspevajo alge in mahovi, na samem vhodu tudi praprotnice in cvetnice. Stene dvorane so mestoma vlažne in temačne, mestoma pa osvetljene in relativno suhe. Tu so klimatsko odlični habitati za troglofilne in trogloksene nevretenčarje.

Vzorčno mesto 9 smo izbrali na vhodnem delu Tominčeve jame. V globljih delih Tominčeve jame sicer najdemo jamske razmere, bližje vhodu pa ima Tominčeva jama močan vpliv zunanje klime (slika 11). Sediment in tla so v Tominčevi dvorani močno antropogeno spremenjena zaradi nekdanjih arheoloških izkopavanj.



Slika 11: V globljih delih Tominčeve jame sicer najdemo jamske razmere, bližje vhodu pa ima Tominčeva jama močan vpliv zunanje klime (Foto: Marko Lukić).

Vzorčno mesto 10 je v Mohorčičevi jami, kjer se levo od toka reke Reke nahaja Czoernigova jama. Ta jama je pod močnim vplivom zunanjih klimatskih dejavnikov in ob visokih vodah redno popravljana. Tu reka odlaga veliko organskega materiala, zlasti vejevje, drevesno listje in drugo plavje. V tovrstnih habitatih najdemo v glavnem trogloksene in troglofilne organizme.

REZULTATI

Rezultati vzorčenja - pregled ugotovljene terestrične favne PŠJ

MEHKUŽCI / MOLUSCA

Polži / Gastropoda

V vhodnih delih slovenskih jam pogosto najdemo razne vrste polžev, ki pa se v vlažne in klimatsko stabilnejše vhodne dele jam zatekalo le občasno, zlasti v poletni suši in pozimi. Nekatere vrste kopenskih troglofilnih polžev so na življenje v podzemlju in v jamah nekoliko bolj prilagojene. V globlji delih Škocjanskih jam je pogosta vrsta *Oxychilus cellarius* iz družine Zonitidae. Povsem troglobiontski so predstavniki rodu jamničarjev *Zospeum* (Ellobiidae). Predstavniki vrstno bogate družina vodnih polžev Hydrobiidae živijo tudi v podzemeljskem toku reke Reke. Vodnih polžev v tem delu ne obravnavamo.

Oxychilus cellarius (O.F. MÜLLER, 1774)

Lit: *Hyalina cellaria austriaca*: Stammer 1932 (521-656).

Kletne polže navadno najdemo v vlažnih kletih in podobnih prostorih pa tudi med meliščnim skalovjem in na vhodnih delih jam. V Škocjanskem zatoku je razvita stalna in močna troglofilna populacija te vrste zlasti v Dvorani ponvic, kjer se akumulirajo številni iztrebki netopirjev. Vrsta je sposobna prebavljati hitin in glede na množično pojavljanje teh polžev pod kolonijami netopirjev predvidevamo, da se hranijo z hitinskimi ostanki gvana.



Slika 12: Kletni polž *Oxychilus cellarius* (O.F. MÜLLER, 1774), levo živa žival, desno hišica mrtvega polža (foto: Slavko Polak).

***Zospeum spelaeum spelaeum* (ROSSMAESLER, 1839)**

Lit: Kuščer 1925 (41); Bole 1974 (271); Velkovrh (in lit).

Rod jamničarjev *Zospeum* sodi med najznačilnejše suhozemske – terestrične podzemeljske polže dinarskega krasa ter vzhodnih Alp in Pirenejev (Bole, 1974). V Sloveniji se nahaja 10 vrst, ki se nadalje delijo v več podvrst. V Škocjanskih jamah je doslej v literaturi opisana le vrsta *Zospeum spelaeum* podvrste *spelaeum* (Kuščer, 1925; Bole, 1974), ki se nahaja tudi v Postojnski jami. Pri naših raziskavah smo to, približno 2 mm veliko vrsto našli zlasti na vlažnih kapnikih v Tihi jami, od Paradiža do Velike dvorane. Poleg številnih praznih, ponekod že zasiganih hišic jamničarjev so najdeni tudi živi primerki (slika 13).



Slika 13: Jamski polžek jamničar *Zospeum spelaeum spelaeum* (ROSSMAESLER, 1839) (foto: Slavko Polak).

KOLOBARNIKI /ANNELIDA

Med kolobarnike štejemo mnogoščetince (Polychaeta) med katerimi kot izrazito jamska oblika izstopa jamski cevkar (*Marifugia cavatica*), ki pa doslej v podzemlju Škocjanskih jam ni bil najden ter sedlarji (Clitellata), med katere uvrščamo pretežno akvatične pijavke (Hirudinea) in mnogoščetince (Oligochaeta). Med mnogoščetinci so v jamah prisotni vodni tubifeksi (Tubificidae) in pretežno terestrični deževniki (Lunbricidae).

Maloščetinci / Oligochaeta

deževniki / Lubricidae

***Eisenia cf. spelaea* (ROSA, 1901).**

Lit: *Eisenia rosea*: Stammer 1932 (509-525); *Heliodrilus latens*: Cognetti 1903; *Heliodrilus pygmaeus*: Cognetti 1903; *Heliodrilus smaragdinus*: Cognetti 1903; *Nais communis*: Stammer 1932 (509-525).

O favni deževnikov v Škocjanskih jamah je malo zapisov v literaturi. Stammer (1932) in Cognetti (1903) navajata več vrst, katerih taksonomski status se je pogosto spreminjal. Ob turistični poti, na mestih pod kolonijami netopirjev, zlasti v okolici dvorane ponvic je v Škocjanskih jamah opaziti številne primerke deževnikov (slika 14). Deževniki vrtajo po vlažni jamski ilovici in se verjetno hranijo z bogatim organskim materialom ostankov netopirskega gvana. Po preliminarnem pregledu primerkov kaže, da osebki

pripadajo vrsti *Eisenia cf. spelaea* (Rosa, 1901) opisani po primerkih iz italijanske jame »Grotta della Guerra« (Benečija), ki pa jo Mršič (1991), v svojem pregledu deževnikov Balkana za Škocjanske jame ne navaja.



Slika 14: Primerki deževnikov iz Dvorane ponvic verjetno pripadajo vrsti *Eisenia cf. spelaea* (ROSA, 1901) (foto: Slavko Polak).

STONOGE / MYRIAPODA

Strige /Chilopoda

Lithobius validus (MEINERT, 1872)

Lit: Stammer 1932 (509-525).

V kraškem podzemlju Istre živi troglomorfna vrsta jamske strige *Eupolybotrus obrovensis*, najdena v jamah Matarskega podolja in Učke. Te vrste doslej v Škocjanskih jamah nismo zasledili. Vrsto velike strige *Lithobius validus*, ki pa ne kaže troglomorfnih znakov (slika 15), za Škocjanske jame navaja že Stammer (1932). Ta vrsta strige je v Sloveniji splošno razširjena zlasti pod večjimi kamni v gozdni stelji (Kos, 1987). V Škocjanskih jamah je ta vrste strige razširjena in pogosta ob večjih depozitih netopirjevega gvana, kjer je kot kaže razvila na jamsko okolje prilagojeno populacijo. Nedvomno je ta vrsta strige v Škocjanskih jamah glavni predator bogate favne gvanobiontov.



Slika 15: V Škocjanskih jamah je striga *Lithobius validus* (MEINERT, 1872) razširjena ob večjih depozitih netopirjevega gvana, kjer je kot kaže razvila na jamsko okolje prilagojeno populacijo (foto: Slavko Polak).

Dvojnonoge / Diplopoda

Po literaturnih podatkih živi v Škocjanskih jamah pet vrst dvojnonog in sicer: *Trachysphaera noduligera* (VERHOEFF, 1906): Mršič 1994 (16); *Polydesmus (Basicentrus) falcifer* (LATZEL, 1884): Strasser 1966b; *Polydesmus (Basicentrus) rangifer* (LATZEL, 1884): Mršič 1994 (23); *Brachydesmus (B) subterraneus* (HELLER, 1857): Verhoeff 1929; *Typhloiulus (Stygoiulus) illiricus* (VERHOEFF, 1929): Strasser 1966b.

***Trachysphaera noduligera* (VERHOEFF, 1906)**

Lit: Mršič 1994 (16).

Življenjsko okolje te vrste kroglaste dvojnonoge praviloma niso globoke velike jame, pač pa jo najpogosteje najdemo v plitvem podzemskem okolju (MSS). Pri naših raziskavah turističnega dela Škocjanskih jam je nismo zasledili. Vrsta je verjetno prisotna v površinskem podzemeljskem okolju razpok in melišč velikih udornih dolin.



Slika 16: *Trachysphaera noduligera* (VERHOEFF, 1906) je verjetno prisotna v površinskem podzemeljskem okolju razpok in melišč velikih udornih dolin (foto: Slavko Polak, Posnetek iz Istre).

Rod *Polydesmus* na jamsko okolje ni prilagojen, čeprav vrste tega rodu najdemo tudi na vhodnih delih jam. V literaturi so za Škocjanske jame navedeni dve vrsti rodu *Polydesmus*: *Polydesmus (Basicentrus) falcifer* (LATZEL, 1884): Strasser 1966b in Mršič 1994 (23) ter *Polydesmus (Basicentrus) rangifer* (LATZEL, 1884): Mršič 1994 (23), ki pa jih pri naših raziskavah turističnega dela Škocjanskih jam globlje v jami nismo zasledili.

***Brachydesmus (B) subterraneus* (HELLER, 1857)**

Lit: Verhoeff 1929.

Bela trakasta dvojnonoga je kot jamska vrsta opisana po primerkih iz Postojnske jame. Vrsta je v dinarskem delu Slovenije splošno razširjena in jo v vlažnem delu leta pogosto najdemo tudi v gozdni stelji. V številnih jamah ta vrsta tvori številčne jamske populacije, tako je pogosta tudi v vhodnem delu Škocjanskih jam. Bele trakaste dvojnonoge so pogoste zlasti v Paradižu v Tihi jami, kjer se najpogosteje zadržujejo in hranijo na »lampenflori« jamske razsvetljave.



Slika 17: Bela trakasta dvojnonoga *Brachydesmus subterraneus* (HELLER, 1857) je pogosta vrsta dvojnonoge v Tihi jami (foto: Slavko Polak).

***Typhloiulus (Stygoiulus) illiricus* (VERHOEFF, 1929)**

Lit: Strasser 1966b; Mršič 1994 (27).

Jamska kačica je troglomorfna vrsta dvojnonog kačic (Julidae), ki jih najdemo v jamah severo-zahodnega dela dinarskega krasa. Vrsti ustrezajo blatni, vlažni, celo občasno poplavljeni predeli jam. Pri naših raziskavah turističnega dela Škocjanskih jam te vrste nismo zasledili, pričakovati pa jo je v nižjih poplavnih etažah Šumeče jame.



Slika 18: Jamsko kačico *Typhloiulus illiricus* (VERHOEFF, 1929) je pričakovati v nižjih poplavnih etažah Šumeče jame (Foto: Slavko Polak, posnetek iz Istre).

PAJKOVCI / ARACHNIDA

Pršice /Acarina

Pršice so raznovrstna skupina pajkovcev, ki zasedajo različna površinska okolja. Vrste, ki zahtevajo vlažna in temačna okolja najdemo tudi v kraških jamah. Nekatere vrste so paraziti, številne pa izraziti gvanobionti. Sellnick (1932; 701-704) za Škocjanske jame navaja naslednje vrste pršic: *Banksia tegeocranus*, *Hypoaspis aculeifer*, *Liacarus coracinus*, *Collohmanna nova*, *Galumna tenuiclavis*,

Punctoribates punctum, *Eugamasus furcatus*, *Oribotritia decumana*, *Phthiriacarus globvosus*, *Phthiriacarus italicus*, *Pseudotritia monodactyla*. Vrsto *Rhagidia mordax*, navajata Stammer (1932; 509-525) in Vitzthum (1932; 682-686). Med našimi raziskavami smo zasledili več vrst pršic tako is skupine oklepni pršič (Oribatidae) kot plenilskih pršic (Gamasidae). Zadržujejo se pretežno na gvanu netopirjev. Vrst, zaradi pomanjkanja strokovnjakov specialistov za to skupino, pri naši raziskavi doslej vrstno še nismo opredeljevali.



Slika 19: Plenilske pršice (Gamasidae) se navadno zadržujejo na gvanu netopirjev (foto: Slavko Polak).

Palpigradi /Palpigradi

Palpigradi so vrstno maloštevilna in starodavna skupina pajkovcev. To so drobci, nežni in pri nas izključno na podzemeljsko okolje vezani pajkovci, ki jih brez načrtnega iskanja težko opazimo. Živali se gibljejo v različnih podzemnih mikrohabitatih z visoko vlažnostjo. Dokazano je bilo, da aktivno plenijo jamske skakače (Collembola) (M. Lukić, ustno). V Sloveniji so bile v jamah predvsem južnega dela države odkrite tri vrste palpigradov *Eukoenenia austriaca* (Hansen, 1926), *E. spelaea* (Peyerimhoff, 1902) in *E. gasparoi* Condé, 1988) (Zgmajster in Kovač, 2006).

***Eukoenenia* sp.**

Dne 29.10.2012 je bil en sam primerek ujet (leg. L. Đud) in fotografiran tudi v Škocjanskih jamah v predelu Tihe jame. Plapigradi doslej v Škocjanskih jamah niso bili najdeni. Najbližja nahajališča palpigradov so Divaška jama, Postojnska jama in Jama pod Predjamskim gradom. Primerki iz teh jam pripadajo vrsti *Eukoenenia austriaca*. Recentno opisana vrsta *Eukoenenia gasparoi* je znana iz Vilenice, nedavno pa je bila najdena tudi v Radota jami v Čičariji (Polak in sod., 2012; Christian in sod., 2012). Določitev vrstne pripadnosti je zamudna in zahteva izdelavo mikroskopskih preparatov. Primerek najden v Škocjanskih jamah je za enkrat še v postopku vrstne opredelitve.



Slika 20: Jamski palpigrad (*Eukoenenia* sp.) je bil med našimi raziskavami prvič najden tudi v Škocjanskih jamah (foto: Slavko Polak).

Pajki / Araneae

Med vrstno veliko skupino pajkov se je v Dinarskem krasu, pa tudi drugod po svetu, razvilo veliko troglobiontskih vrst. V dinarskem delu Slovenije živi več vrst iz družine šesterookcev (*Dysderidae*) (Deeleman-Reinhold, 1971), ki imajo zakrnele oči in so na jamsko okolje popolnoma prilagojene. Iz družine baldahinarjev (*Linyphiide*) je iz jam znanih veliko troglomorfnih vrst rodu *Troglohyphantes* (Deeleman-Reinhold, 1978), ki pa kažejo številne klinalne prehode od površinskih do podzemskih oblik. Jamskih šesterokcev vrste *Stalita taenaria*, *Mezostalita nocturna*, ki so znani tudi iz okoliških jam (Polak in sod., 2012) doslej v Škocjanskih jamah ni še nihče našel. Pri naših raziskavah prav tako nismo našli primerkov rodu *Troglohyphantes*, za katere pa z veliko verjetnostjo lahko trdimo, da tu živi vsaj katera od trogloksenih vrst. V kraških jamah širšega območja so blizu vhodnih delov znane številne troglofilne in trogloksene vrste pajkov. Med takimi v Škocjanskih jamah so najdene vrste *Nesticus eremita* iz družine Nesticidae ter *Meta menardi* in *Metelina meriane* iz družine Metidae.

***Nesticus eremita* (SIMON, 1879)**

Pajek vrste *Nesticus eremita* med vsemi doslej najdenimi pajki v Škocjanskih jamah kaže največjo prilagojenost na jamsko okolje. Vrsta ima sicer še ohranjene oči, vendar jo najdemo tudi v globljih, povsem afotičnih delih jam. Vrsta lovi plen v vertikalno postavljene niti lovilnih mrež. Pogosto je vezana na gvanobiontske populacije jamskih nevretenčarjev. Vrsta je pogosta zlasti v jamah Primorske in Istre (Polak in sod., 2012). Tako mladostne kot odrasle osebkke smo našli razpršeno po celnem turističnem delu Škocjanskih jam, vendar vrsta tu ni pogosta.



Slika 21: Tako mladostne (levo) kot odrasle osebkje (desno) pajka *Nesticus eremita* smo našli razpršeno po celem turističnem delu Škocjanskih jam (foto: Slavko Polak).

***Meta menardi* (LATREILLE, 1804)**

Veliki čeljustar je tipična eutroglofilna vrsta večine vhodov naših jam. Ta velika vrsta pajka, ki spominja na križevca (*Aranea* sp.) plete tudi križevcem podobne krožne mreže, v katere lovi troglofilne nevretenčarje. V Škocjanskih jamah je vrsta pogosta vendar le na predelih jame, do koder še sega medla zunanja svetloba. Vrsta je pogosta v Schmidlovi dvorani in Tominčevi jami.



Slika 22: Veliki čeljustar *Meta menardi* je v Škocjanskih jamah pogosta vrsta pajka, vendar le v predelih jame, do koder še sega medla zunanja svetloba (foto: Slavko Polak).

***Metellina merianae* (SCOPOLI, 1763)**

Lit: Stammer 1932 (509-525). Vrsta pajka *Metelina (Meta) merianae* je pomanjšana oblika vrste *Meta menardi*. Za razliko od prejšnje vrste sega njena prisotnost tudi v globlje, povsem afotične dele jame. V Škocjanskih jamah je ta pajek zelo pogost povsod v Šumeči dvorani, Tominčevi jami in v drugih delih jame z izrazitimi zunanjimi vplivi. V povsem jamskem okolju notranjih delov jame, v Tihi jami, te vrste pajka ni.



Slika 23: V previsih Šumeče jame je ob turistični poti zelo pogost troglofilni pajek *Meta merianae* (foto: Slavko Polak).

Suhe južine / Opiliones

Suhe južine najdemo zlasti na površini tal, v tleh in tudi v podzemlju, vendar je med njimi pravih troglobiontov malo. V slovenskem Primorju troglobiontskih vrst ne poznamo. Številne vrste so troglofili, ki v vhodnih delih jam prezimujejo in troglokseni, ki na vhodnih delih jam najdejo primerne ekološke razmere za življenje, kot so na primer vlažna okolja z razpadajočim rastlinskim materialom.

***Mitostoma chrysomelas* (HERMANN, 1804)**

Navadna nežka *Mitostoma chrysomelas* je vrsta suhe južine, ki živi na vlažnih mestih pod kamni in med razpadajočim lesnim materialom. V Škocjanskih jamah je vrsta pogosta zlasti na mestih, kjer reka naplavlja razpadajoč les in drug organski material. Našli smo jo na vzorčnih mestih 5, 6, 7, 8 in 10.



Slika 24: Suha južina navadna nežka *Mitostoma chrysomelas* (HERMANN, 1804) je pogosta na mestih, kjer reka odlaga razpadajoči les (foto: Slavko Polak).

***Leiobunum rupestre* (HERBST, 1799)**

Rod suhih južin *Leiobunum* se v več vrstah pojavlja širom po Sloveniji. Vrste živijo na vlažnih mestih in se pogosto zatekajo tudi v vhodne dele jam. Vrsto *Leiobunum rupestre* smo popisali med prezimovanjem na steni v Schmidlovi dvorani.



Slika 25: Suha južina *Leiobunum rupestre* (HERBST, 1799) prezimuje v vhodnih delih jame (foto: Slavko Polak).

RAKI / CRUSTACEA

Kopenski enakonožni raki / Isopoda terrestria

Raki so pretežno vodne živali, le skupina kopenskih enakonožnih rakov, pravimo jim kočiči ali prašički, se je prilagodila življenju tudi na kopnem. Več vrst edafskih kočičev najdemo v vhodnem delu Škocjanskih jam, saj tu iščejo vlažno okolje in zmerne ter stalnejše temperature v ekstremno mrzlih in sušnih mesecih leta. Številne vrste družine mokric (Trichoniscide) so se podzemeljskemu okolju najbolj prilagodile in med njimi najdemo tudi povsem troglobiontske vrste. V Škocjanskih jamah smo doslej našli pet, na jamsko okolje prilagojenih vrst. Vrste *Trichoniscus strammeri*, ki jo Verhoeff (1932 (22)) navaja med favno Škocjanski jam, pri naših raziskavah doslej nismo našli.

***Titanethes dahli* (VERHOEFF, 1926)**

Lit: Verhoeff 1926; Bedek in sod. 2011.

Velika jamska mokrica je v razširjena od Pivške doline prek celotne JZ Slovenije do Čičarije, Gorskega Kotarja in severnega Velebita. Sodi med troglobionte, po velikosti tudi med največje, saj dosega do slabih 3 cm v dolžino. V nekaterih jamah na Krasu in Istri je ta vrsta lahko zelo številčna (Polak in sod., 2012). V Škocjanskih jamah je velika jamska mokrica razširjena a ni pogosta. Pri naših raziskavah turističnega dela jame smo jih opazovali zlasti v osrednjem delu Tihe jame, kjer se drži bolj vlažnih krajev. Vrsta je verjetno prisotna tudi v ne-turističnih vlažnih delih spodnje etaže Šumeče jame.



Slika 25: Velika jamska mokrica *Titanethes dahli* (VERHOEFF, 1926) (foto: Slavko Polak).

***Alpioniscus strasseri* (VERHOEFF, 1927)**

Lit: Strouhal 1939; Bedek in sod. 2011.

Ta vrsta mokrice je razširjena v jamah od Tržaškega krasa, prek Divaškega krasa in Matarskega podolja do Istre in Kvarnerja. V Škocjanskih jamah smo jo zabeležili v vlažnem okolju vzorčnih mest 2, 3 in 4, najpogosteje v asociaciji z »lampenfloro«. V Škocjanskih jamah *Alpioniscus strasseri* ni pogosta vrsta.



Slika 27: Mala mokrica *Alpioniscus strasseri* (VERHOEFF, 1927) (foto: Slavko Polak).

***Androniscus stygius tschameri* STROUHAL, 1939**

Lit: Strouhal, 1939, Bedek et al. 2011.

Mala podzemeljska mokrica *Androniscus stygius* ima izražene troglomorfne prilagoditve, vendar to ni vrsta velikih jamskih prostorov, pač pa živi pretežno v razpokah površinskega podzemeljskega okolja. Vrsto zato najdemo zlasti na dnu kraških brezen in na vhodnih delih jam, koder je veliko organskega materiala, lesa in listnega opada. V Škocjanskih jamah je ta vrsta relativno pogosta vendar le na vzorčnih mestih 1, 2 in 3. Tu jih večinoma najdemo pri prehranjevanju z algami in mahovi »lampenflore«.



Slika 28: Podzemeljska mokrica *Androniscus stygius tschamerei* STROUHAL, 1939 (foto: Slavko Polak).

***Androniscus roseus* (C. KOCH, 1838)**

Lit: Bedek in sod. 2011.

Ta mala rožnato obarvana mokrica je troglofilna vrsta mokrice, ki jo najdemo zlasti v vlažni stelji, plitvem podzemeljskem okolju, pa tudi na vhodih jam. Ima široko razširjenost od Francije in južne Nemčije do Balkana. Izstopa po rožnati barvi in nastopa v več podvrstah. V Škocjanskih jamah smo to vrsto mokrice našli v asociaciji z večjimi depoziti gvana netopirjev v Šumeči jami (vzorčno mesto 6), in v Dvorani ponvic (vzorčno mesto 7). Pravih jamskih populacij te vrste je malo. Populacija te vrste v Škocjanskih jamah je ena takih.



Slika 29: Rožnata mokrica *Androniscus roseus* (C. KOCH 1838) (foto: Slavko Polak).

***Moserius percoi* (STROUHAL, 1940)**

Lit: Strouhal 1940.

L.C. Moser je 18. oktobra 1885 v jami Belinca pri Štorjah našel nenavadno grbinasto mokrico. Specialist za enakonožne rake H. Strouhal je šele leta 1940 primerek prepoznal za novo vrsto in opisal tudi nov rod. Vrsto je poimenoval po takratnem direktorju Postojnske jame Andreju Perku - *Mosoreus percoi*. To je bil več kot sto let edini znani primerek te vrste. Leta 2010 smo po dolgem iskanju v tej isti jami (Belinca)

našli drugi primerek in to ne v jamskem okolju globljega dela jame, pač pa pod kamni blizu vhoda. Na naše veliko presenečenje smo dne 15.10.2012 naslednja dva primerka (enega juvenilnega in enega odraslega) našli tudi pri naših raziskavah v Škocjanskih jamah. Oba osebka sta se nahajala na velikih kapnikih imenovanih Orgle v Tihi jami. Velja omeniti, da je po teh kapnikih izdatno mezela pronicajoča voda s površja. Kasneje smo v materialu ujetem v talne pasti nastavljene v obdobju med 23.8. in 15.9.2012 našli še en odrasel osebek in sicer na vzorčnem mestu 3 v Tihi jami. Škocjanske jame tako predstavljajo drugo znano nahajališče te redke vrste enakonožnega raka.



Slika 30: Osebek mokrice *Moserius percoi* (STROUHAL, 1940) na velikih vlažnem kapniku imenovanih Orgle v Tihi jami (foto: Slavko Polak).

PRAŽUŽELKE/APTERYGOTA

Skakači /Collembola

Skakači so po številu zelo obsežna skupina nevretenčarjev, ki živi zlasti v prsti, stelji in podobnih vlažnih habitatih. Znale so številne, na jamsko okolje bolj ali manj vezane vrste. Veliko jamskih vrst je opisanih tudi po primerkih iz slovenskih jam. Med njimi izstopata Postojnska jama in Škocjanske jame. Originalni opisi taksonov pa so stari in navadno zelo pomanjkljivi, zato je potrebno za številne vrste opraviti strokovnejše rediskripcije na osnovi tipskega materiala. V Sloveniji eksperta za to skupino ni, zato smo k sodelovanju povabili strokovnjaka Marka Lukića iz Zagreba. Material nabran tekom naše raziskave je še v postopku taksonomskega opredeljevanja. V literaturi so za Škocjanske jame navedene naslednje vrste. Lit: Joseph 1882 (44) navaja *Anura infernalis*; Stammer 1932 (509-525) *Achorutes muscorum*, *Hypogastrura armata*, *Isotoma violacea*, *Onychiurus fimetarius*, *Tomocerus unidentatu*, *Podura aquatica*; Stach 1934 (125) *Onychiurus armatus*, *Onychiurides (Onychiurus) canzianus*, *Oncopodura cavernorum*, *Heteropodura (Onychiurus) variotuberculatus* in Stach 1945 vrsto *Arrhopalites canzianus*.

Onychiuridae in det.

Taksonomija velike skupine majhnih skakačev rodu *Onychiurus* in *Onychiurides* še ni dodobra razjasnjena. Iz različnih jam je opisanih veliko vrst vendar so opisi pomanjkljivi in skupina se sedaj intenzivno taksonomsko obdeluje. Po primerkih iz Škocjanskih jam je opisana vrsta *Onychiurides (Onychiurus) canzianus*.



Slika 31: Slepi jamski skakač rodu *Onychiurus* /*Onychiuroides* sp. (Foto: Slavko Polak).

***Arrhopalites* cf. *canzianus* (STACH, 1945)**

Po primerkih iz Škocjanskih jam je Stach opisal endemično vrsto *Arrhopalites canzianus*. Drobni skakači tega rodu iz družine Siminthuridae so v Škocjanskih jamah mestoma pogosti. Natančna taksonomska opredelitev zbranih primerkov je še v teku. Številne primerke rodu *Arrhopalites* najdemo zlasti na vodni površini ponvic in jezer pa tudi na vlažnih mestih med kapniki, kjer pa jih je izredno težko opaziti. Verjetno so to troglofilne živali, ki jih ob obilnem dežju pronicajoča voda v jamo izpere iz epikraških plasti nad jamo. Primerke smo dobili v talnih pasteh vzorčnega mesta 2, veliko število osebkov v vzorčnem mestu 3, pogosti pa so tudi na vodni površini ponvic na vzorčnem mestu 7.



Slika 32: Droben jamski skakač *Arrhopalites* sp. na vodni površini (Foto: Slavko Polak).

***Troglopedetes* cf. *pallidus* (ABSOLON, 1907)**

Primerki rodu *Troglopedetes* so v Tihi jami Škocjanskih jam zelo pogosti, vendar natančna vrstna pripadnost še ni določena. Tipsko nahajališče drobne troglobiontske vrste *Troglopedetes pallidus* so Hotinske ponikve pri Hotični. Primerki tega rodu so v Škocjanskih jamah pogosti zlasti na algah in mahovih »lampenflore« v Paradižu in v Veliki dvorani.



Slika 33: Primerki rodu *Troglopedetes* sp. so v Škocjanskih jamah pogosti zlasti na algah in mahovih »lampenflore« v Paradižu in v Veliki dvorani (Foto: Marko Lukić).

***Heteromurus nitidus* (TEMPLETON, 1835)**

To nekoliko večjo vrsto skakača uvrščamo med troglofilne skakače, ki jih pogosto najdemo tudi v jamskem okolju. Oči imajo pomanjšane, a še razvite. V Škocjanskih jamah je ta vrsta pogosta zlasti na vzorčnem mestu 1 in 2, čeprav posamezne primerke najdemo po celem profilu turističnega dela jame. Številne osebkke smo opazovali pri hranjenju na algah in mahovih »lampenflore«, na vzorčenem mestu 7 pa tudi na gvanu netopirjev. Vrsta je pogosta tudi v okoliških jamah.



Slika 34: Jamski skakač *Heteromurus nitidus* (TEMPLETON, 1835) se najpogosteje nahaja na »lampenflori« in na gvanu netopirjev (Foto: Slavko Polak).

Hypogastruridae in det.

Skakači iz te skupine so verjetno troglofilni, ki jih s površja izpere pronicajoča voda. Opazovani so bili na vzorčnem mestu 7 blizu ponvic s pronicajočo vodo in obiljem gvana netopirjev.

***Oncopodura* sp.**

Taksonomsko ta rod skakačev ni obdelan. Večino primerkov smo našli na površini jezerc in ponvic v Tihi jami. Primerki tega rodu so troglobionti in znani iz številnih jam.

Isotomidae in det.

Primerke te skupine skakačev smo našli na površini ujete vode v Tihi jami. Taksonomsko skupina še ni obdelana. Številne vrste te družine živijo pretežno v gozdni stelji in prsti.

ŽUŽELKE / INSECTA

Hrošči / Coleoptera

***Laemostenus cavicola* (SCHAUM, 1858)**

Lit: Joseph 1882 (84); Cerkvénik 1910, 1911, 1953; Pretner in sod. (neobjavljeno).

Veliki predjamski brzec je opisan po primerih iz Pivške doline, razširjen pa je južno od Postojne, po Krasu, in v več podvrstah od Istre do Albanije (Casale, 1988; Pretner neobjavljeno). Vrsta ima pomanjšane oči in ni troglobiont, čeprav jih zelo pogosto najdemo v večini jam na Krasu (Pretner, neobjavljeno). Jamski vodnik Cerkvénik jih je v pasti z vabami septembra 1910 ujel v Tominčevi jami. Egon Pretner jih je našel aprila 1911 v Marinčevi jami, 5.9.1950 v Tihi jami in 1.6.1953 v Glavni jami, a le po en primer. Pri naših raziskavah smo jih v nastavljene talne pasti v turističnem delu Škocjanskih jam ujeli le v pasti postavljene blizu železnih vrat na vhodu v Paradiž. Primerke smo ujeli pri vseh vzorčenjih, zato menimo, da ima vrsta tu razvito ustaljeno populacijo.



Slika 35: Veliki predjamski brzec (*Laemostenus cavicola*) ima v Škocjanskih jamah ustaljeno podzemeljsko populacijo v Tihi jami blizu vhoda (Paradiž) (Foto: Slavko Polak).

***Laemostenus elongatus* (DEJEAN, 1828)**

Lit: Joseph 1882 (58); Müller 1926 (110, 217); Pretner 1949, 1956, 1958, 1969.

Laemostenus elongatus je prejšnji vrsti sorodna vrsta, le da je veliko manj vezana na podzemeljsko okolje. Najdemo jih predvsem v nekoliko toplejših meliščnih udornih dolin redkeje tudi na vseh v jame. Pri naših raziskavah smo to vrsto zabeležili le ob gvanu netopirjev v Dvorani ponvic (vzorčno mesto 7) v Schmidlovi dvorani (vzorčno mesto 8) in Tominčevi jami (vzorčno mesto 9). Vrsta sicer ni številčna.



Slika 36: Brzce vrste *Laemostenus elongatus* najdemo ob depozitih netopirjevega gvana in v bolj suhih vhodnih delih Šmidlove ter Tominčeve dvorane (Foto: Slavko Polak).

***Pterostichus fasciopunctatus* (CREUTZER, 1793)**

Lit: Cognetti 1903 (7); Cerksenik 1910; Müller 1926 (110, 217); Müller 1928.

To vrsto krešiča navajajo za Škocjanske jame številni entomologi. Vrsta živi v globokih razpokah v površinskih habitatih, zlasti blizu voda, potokov in rek. Pri naših raziskavah smo vrsto zabeležili pred jamskim vhodom v Schmidlovi dvorani (vzorčno mesto 8) in med naplavljenim materialom slepega jamskega rova pod Okroglico (vzorčno mesto št. 10). Vrsta mestoma nastopa množično in ima na teh mestih ustaljeno populacijo. Primerke te vrste narasle vode Reke občasno odplavijo v notranje dele Škocjanskih jam, kjer utegne ta vrsta tvoriti izolirane jamske oziroma troglofilne populacije. Vrsta ima tako izrazito veliko populacijo na dnu jame Labodnice pri Trebčah, ki predstavlja del sistema podzemeljske Reke (Timavo).

***Anophthalmus schmidtii trebicianus*: MÜLLER, 1915**

Lit: Cognetti 1903 (9), Müller 1913, 1915, 1930 (82), Pretner 1956, Daffner 1998.

Ta vrsta brezokca pri naših raziskavah turističnega dela Škocjanskih jami nismo zasledili, niti je nismo ujeli v talne pasti, ki se sicer uporabljajo za proučevanje jamskih brzcev. Posamezne primerke te vrste in lokalne podvrste sta ujela Müller leta 1913 in Pretner leta 1956 v Martelovi dvorani. Vrsta je troglobiont in jo najdemo izključno v globokih in vlažnih jamah. Podvrsta je endemit podzemeljskega toka Reke in je poleg Škocjanskih jam znana še iz Kačne jame pri Divači ter Labodnice pri Trebčah (Grotta di Trebiciano), ki je tipsko nahajališče te podvrste.

***Trechus croaticus* (DEJEAN, 1831)**

Lit: Müller 1926 (110); Jeannel 1927 (533).

V rod *Trechus* uvrščamo številne vrste površinskih predstavnikov poddružine brzcev Trechinae. Vrsta *Trechus croaticus* je pogosta v steli in globljih razpokah širšega območja krasa. Primerke občasno narasle vode odnesejo in zanesejo v depozite odpadlega organskega materiala (veje, drevesno listje, mulj), ki se akumulira v zavetnih delih spodnje etaže Škocjanskih jam. Vrsti vlažni in temačni habitatni ustrezajo, zato lahko v takih okoljih tvori troglofilne populacije. Primerke te vrste najdemo zlasti v naplavinah ob Reki izven turističnih delov jame.

***Trechus cardioderus pilisensis* (CSIKI, 1917)**

Lit: Springer 1913; Müller 1930 (82).

Za vrsto *Trechus cardioderus* velja isto kot za predhodno vrsto. Številne primerke najdemo v rečnih naplavinah sodnih etaž Škocjanskih jam, zlasti številčno nastopa v Martelovi dvorani. Vrsta je površinska lahko pa tvori tudi redne ali vsaj občasne troglofilne populacije.

***Platinus scrobiculatum* (FABRICIUS, 1801)**

Ta vrsta krešiča živi ob vodah Reke ter je pogosta tudi v rečnih naplavinah. V velikem številu smo to vrsto našli tudi v naplavinah pred ponornimi deli Škocjanskih jam.

***Carabus creutzeri* (FABRICIUS, 1801)**

Ta velika vrsta krešiča je značilna za gozdna okolja višje ležečih predelov. Pogosta je na Snežniku, ima pa izolirano populacijo tudi na Vremščici. V jamskem okolju vrsta ne preživi, je pa pogosta na zaraščenih in pretrtih vhodnih delih Škocjanskih jam. Kot kaže ima ta vrsta na dnu dolin v Parku škocjanske jame izolirano reliktno populacijo.

***Bryaxis argus* (KRAATZ, 1863)**

V poddružini Pselaphinae velike družine kratkokrilcev (Staphiliniidae) najdemo več troglobiontskih in troglofilnih vrst. V Sloveniji živita troglobiontska rodova *Bithoxenus* in rod *Machaerites*. Doslej v Škocjanskih jamah ni bil najden noben troglobiontski pselafid. Najdbi dveh osebkov vrste *Bryaxis argus* dne 15.10.2012 na vzorčnem mestu 2 in 3 sta tako prvi najdbi te skupine hroščev v Škocjanskih jamah. Oba primerka (samček in samička) pripadata vrsti, ki sicer ni troglobiont in ima še ohranjene sicer pomanjšane oči.



Slika 37: Najdbi dveh osebkov *Bryaxis argus* 15.10.2012 na vzorčnem mestu 2 in 3 sta prvi najdbi te skupine hroščev v Škocjanskih jamah (foto: Slavko Polak).

***Bathyscia montana montana* (SCHIØDTE, 1848)**

Lit: Krekich in Schatzmayr 1907; Müller in Springer 1910, 1911; Müller 1930 (82); Stammer 1932 (521-656); Kiefer 1931 (48).

Podzemljara vrste *Bathyscia montana* je opisan po primerkih iz prsti pred Jamo pod Predjamskim gradom. Vrsta je sicer splošno razširjena skoraj po celotnem ozemlju Slovenije in sega tudi v obmejna območja Italije ter Hrvaške (Gorski Kotar). Nahajališča te drobne vrste hroščka podzemljara so skoraj izključno v gozdni stelji na površini, le izjemoma tudi v stelji pred vhodi v jame. V Škocjanskih jamah je ustaljena nenavadna jamska populacija na kupih gvana v Šumeči jami (vzorčni mesti 7 in 8). Tu ta vrsta hroščka tvori del posebne gvanobiontske združbe. Springer (1910) navaja to vrsto tudi kot masovno na gvanu v Tihi jami, kjer pa je danes ni več.



Slika 38: Z gvanom se prehranjujejo drobni hroščki podzemljari, ki pripadajo vrsti *Bathyscia montana* (foto: Slavko Polak).

***Bathysciotes khevenhuelleri tergestinus* (MÜLLER, 1922)**

Lit: Krekich in Schatzmayr 1907; Müller in Springer 1910; Pretner 1949, 1953; Jeannel 1927 (533); Müller 1930 (82).

Za razliko od predhodne vrste pa je podzemljara *Bathysciotes khevenhuelleri* na območju Krasa izrazito troglobiontska vrsta. Le v višjih gorskih predelih Snežnika, Javornikov in Nanosa jo najdemo tudi v plitvem podzemeljskem okolju. Podvrsta *B. k. tergestinus* v nekaterih jamah na Krasu in Matarskem podolju nastopa množično. Vrsto so v Škocjanskih jamah v talne pasti ujeli številni entomologi, vendar so vsi podatki starejšega datuma. Springer (1910) jo navaja kot masovno v Tihi jami, Pretner (1949 in 1953) pa navaja številne primerke na kosu kruha pri bazenčkih s človeškimi ribicami. Pri naših raziskavah teh istih mest v Škocjanskih jamah v nastavljene talne pasti nismo ujeli niti enega samega primerka. Pri pozornem iskanju jamskih sedimentov smo našli le hitinaste ostanke teh hroščev. Kot kaže, je vrsta v turističnem delu Škocjanskih jam lokalno izginila.



Slika 39: Kot kaže, je vrsta podzemlarja *Bathysciotes khevenhuelleri tergestinus* v turističnem delu Škocjanskih jam lokalno izginila (foto: Slavko Polak, lika iz Matarskega podolja).

***Aphaobius milleri milleri* (MÜLLER, 1914)**

Lit: Joseph 1882 (84).

Josephove navedbe te izrazito hladnoljubne vrste v Škocjanskih jamah so dvomljive in gre verjetno za napačno navedbo, saj so Škocjanske jame izven areala rodu *Aphaobius*.

***Blaps mucronata* (LATREILLE, 1804)**

Lit: Müller 1911; Pretner 1958.

Ta velika vrsta črnilca ni jamska žival, ker pa se rada zateka v vlažne in temačne votline, kleti, jo občasno najdemo tudi na vhodih toplejših jam. Pri naših raziskavah se suhim delom vhodov v Škocjanske jame nismo posebej posvečali in smo zato vrsto verjetno spregledali. Müller in Pretner vrsto navajata za Schmidlovo dvorano. Na vhodu v Tominčevo jamo je bil primerek te redke in zavarovane vrste najden 24.8.1998 (Polak, leg.) ter fotografiran.

Dvokrilci /Diptera

***Speolepta leptogaster* (WINNERTZ, 1863)**

Ta vrsta dvokrilca spominja na manjšega košeninarja, njihove ličinke (slika 40) pa najdemo na stropu in stenah vlažnih delov kraških jam z rečnim tokom. Ličinke predejo mreže v katere lovijo plen – druge podzemeljske nevretenčarje. Ličinke te troglofilne žuželke v vlažnih delih Šumeče jame niso redke. Popisali smo jih na vzorčnih mestih 5 in 6. Vrsta je gotovo zelo pogosta v spodnjih rečni etaži Škocjanskih jam.



Slika 40: V vlažnih previsih smo ugotovili prisotnost ličink jamskega (troglofilnega) dvokrilca vrste *Speolepta leptogaster*, ki je značilen za ponorne dele jamskih objektov (foto: Slavko Polak).

Diptera in det.

V vhodnih delih Škocjanskih jam najdemo obilo troglofilnih in trogloksenih vrst dvokrilcev zlasti iz družin Limonidae, Sciaridae, Mycetophilidae, Sphaeroceridae in Trichoceridae. V tej skupini žuželk ne poznamo troglobiontskih vrst. Zaradi velikega števila opisanih vrst teh družin dvokrilcev in pomanjkanja specialistov taksonomov za te skupine, nabrani primerki iz Škocjanskih jam taksonomsko niso opredeljeni.



Slika 41: V vhodnih delih Škocjanskih jam najdemo obilo troglofilnih in trogloksenih vrst dvokrilcev (foto: Slavko Polak).

Phoridae in det.

Muhe grbavke so zelo pogosta in obsežna, pogosto troglofilna skupina dvokrilcev, ki jih najdemo v naših jamah. Te majhne črne muhice se najpogosteje masovno ulovijo v nastavljene talne pasti pri speleobioloških raziskavah. Tako je bilo tudi pri naših raziskavah Škocjanskih jam. Primerke te družine dvokrilcev smo našli v pasteh na vseh vzorčnih mestih, na vzorčnem mestu 1 in 2 celo masovno.

Ravnokrilci / Orthoptera

Troglophilus neglectus (KRAUSS, 1879)

Lit: Stammer 1932 (509-525).

Jamske kobilice te vrste so v Škocjanskih jamah zelo pogoste in splošno razširjene. To so trogloksene žuželke, ki se v poletnem času v jame zatekajo ponoči, podnevi pa se prehranjujejo zunaj jam. V jamah prav tako tudi masovno prezimujejo. V večjem številu te vrste kobilic najdemo bližje jamskim vodom, čeprav smo jih v talnih pasteh našli na praktično vseh vzorčnih mestih. Sorodno vrsto *Troglophilus cavicola* (Kollar, 1833) v Škocjanskih jamah doslej nismo zabeležili.



Slika 42: Jamska kobilica (*Troglophilus neglectus*) je v vhodnih delih jam splošno razširjena vrsta (foto: Slavko Polak).

Metulji / Lepidoptera

Triphosa dubitata (LINNAEUS, 1758)

Jamski pedici vrste *Triphosa dubitata* so površinske živali, ki pa se v kraške jame zatekajo redno pozimi na prezimovanje in tudi poleti v obdobju estivacije. Vrsta je pogosta v večini naših jam zlasti v vhodnih delih. Prav tako je vrsta pogosta tudi v Škocjanskih jamah. Najdemo jih po stenah globljih delov Šmidlove dvorane ter Tominčeve in Mohorčičeve jame.



Slika 43: Jamske pedice vrste *Triphosa dubitata* najdemo v obdobju hibernacije in estivacije (foto: Slavko Polak).

***Scoliopteryx libatrix* (LINNAEUS, 1758)**

Zobate vrbovčke najdemo podobno kot jamske pedice v jamah zlasti v zimskem obdobju med prezimovanjem. Vrsto smo zabeležili v Schmidlovi dvorani. V Škocjanski jamah je ta vrsta redka.



Slika 44: Zobate vrbovčke (*Scoliopteryx libatrix*) najdemo podobno kot jamske pedice v jamah zlasti v zimskem obdobju med prezimovanjem (foto: Slavko Polak).

Pregled ugotovljene favne po vzorčnih mestih in strokovno ovrednotenje podatkov

Pregled ugotovljene favne turističnega dela Škocjanskih jam je podan v tabeli 1. V tabeli so upoštevani tako podatki dobljeni v talnih pasteh, kot podatki dobljeni z metodo neposrednega pregledovanja jamskega habitata (vizualni pregled kapnikov, jamskih sten, proda, ilovice, vodne površine) ter popisa vseh najdenih nevretenčarjev. V pregled so vključeni tudi taksoni navedeni v strokovni literaturi, vendar so bile pri tem dvomljive najdbe izločene. Prav tako so bile izločene navedbe taksonov iz literature, za katere ni mogoče ugotoviti, ali se navedbe nanašajo na najdbe v jami ali na najdbe v površinskem okolju Škocjanskih jam. Pogostnost oziroma gostote taksonov na vzorčnih mestih so bile ocenjene subjektivno v skladu s standardizirano metodo izvajanja popisa. Pri opredeljevanju statusa prilagojenosti vrst na jamsko okolje (trogloksen, troglofil, troglobiont) smo se opirali na lastne izkušnje in upoštevali razmere na območju klasičnega Krasa. Kljub temu je status nekaterih taksonov težko opredeliti. V takem primeru je status lahko nerazjasnjen – dvojen.

Navkljub bogati in speleološko dolgi zgodovini Škocjanskih jam ter že zgodnjem obiskovanju jam s strani naravoslovcev, pa je Škocjanske jame doslej še niso imele primerne speleobiološkega favističnega pregleda. Večina znanstvenih in strokovnih del se nanaša na posamezne najdbe ali obravnavane taksonomske skupine podzemeljskih živali. Doslej je še najbolj celovit pregled podan v *Animalium cavernarum catalogus* (Wolf, 1934-1938). Številne navedbe iz tega kataloga smo preverjali, nekaterih navedb žal ni mogoče preveriti, dvomljive navedbe pa smo izločili. V tem delu je obravnavana le terestrična kopenska podzemeljska favna in to le turističnega dela Škocjanskih jam. Podrobnejše speleobiološke raziskave tudi spodnjih, ne turističnih freaticčnih etaž (Martelova dvorana), bi bile za izdelavo celovitejšega pregleda jamske favne, v prihodnosti nujno potrebne.

Tabela 1. Pregled ugotovljene favne Turističnega dela Škocjanskih jam po vzorčnih mestih.

X-prisotna, xx - redka, xxx - pogosta, plur – množična, (?) – prisotnost verjetna; Tb – troglobiont, Tf – troglafil, Tx - trogloksen.

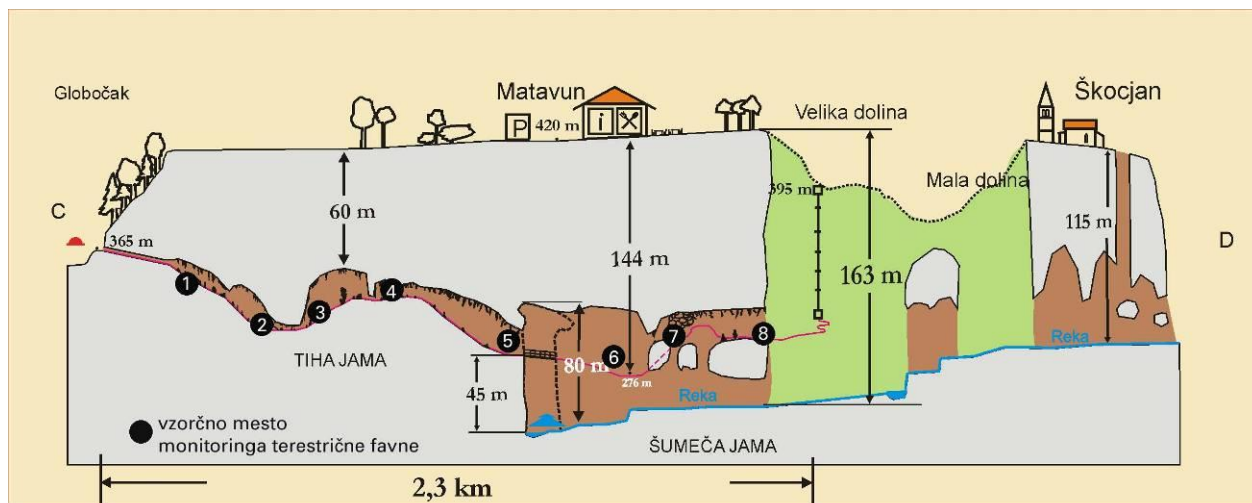
Takson / vzorčno mesto /status	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	status
<i>Oxychilus cellarius</i>						xx	plur	x		x	Tf
<i>Zospeum spelaeum spelaeum</i>		x	xx	xx							Tb
<i>Eisenia cf. spelaea</i>						xx	plur				Tf
<i>Lithobius validus</i>				x	x	xxx	plur	x			Tf
<i>Trachysphaera noduligera</i>										(?)	Tf
<i>Brachydesmus subterraneus</i>	x	xxx	xx	x							Tf/Tb
<i>Typhloiulus illiricus</i>											Tf
<i>Gammasidae</i> in det.				x		x	xx	x			Tf
<i>Eukoenenia</i> sp.			x								Tb
<i>Nesticus eremita</i>			x	x	xx	x	x				Tf/Tb
<i>Meta menardi</i>							x	xxx	xx	x	Tf
<i>Metellina merianae</i>						xx	xxx	xxx	x	xx	Tf
<i>Mitostoma chrysomelas</i>					x	x	xx	x		xx	Tf
<i>Leiobunum rupestre</i>								xx		x	Tf
<i>Titanethes dahli</i>			x	xx	x	x					Tb
<i>Alpioniscus strasserii</i>		x	x	x							Tb/Tf
<i>Androniscus stygius tschamerei</i>	x	xxx	xx								Tb/Tf
<i>Androniscus roseus</i>						x	x				Tf
<i>Moserius percoi</i>			xx								Tb
<i>Onichiuridae</i> in det.		x	xx	x			xxx				Tb
<i>Arrhopalites cf. canzianus</i>		x	xxx	x			xx	x			Tx
<i>Troglopedetes cf. pallidus</i>	x	x	xx	x			x				Tb
<i>Heteromurus nitidus</i>	x	xxx	x	x							Tf
<i>Hypogastruridae</i> in det							xx				Tf
<i>Oncopodura</i> sp.			x	x							Tb
<i>Laemostenus cavicola</i>	xxx	x									Tf
<i>Laemostenus elongatus</i>							x	x	x	x	Tx
<i>Pterostichus fasciopunctatus</i>								x		xx	Tf
<i>Anophthalmus schmidtii</i>											Tb
<i>Trechus croaticus/cardioderus</i>											Tf
<i>Bryaxis argus</i>		x	x								Tx
<i>Bathyscia montana montana</i>							xx	x			Tf
<i>Bathysciotes khevenhuelleri terghestinus</i>				(x)							Tb
<i>Blaps mucronata</i>								(x)	x		Tx
<i>Phoridae</i> in det.	x	plur	xxx	x	x		x	xxx			Tx
<i>Speolepta leptogaster</i>					x	xx					Tx
<i>Troglophilus neglectus</i>	x	x	xx	xx	x	xx	xxx	x	xx	x	Tx
<i>Triphosa dubitata</i>							x	xx	x	x	Tx
<i>Scoliopteryx libatrix</i>								x			Tx

Šele z izvedbo celovite inventarizacije in z vključitvijo tudi vodne (akvatične) jamske favne bi lahko podali celovit pregled jamskega živalstva Škocjanski jam. Kljub temu pa lahko že na osnovi naše raziskave podamo vsaj delno oceno biodiverzitete jamske terestrične favne Škocjanskih jam.

Raziskave v okviru projekta so postregle z vsaj dvema nepričakovanima in presenetljivima najdbama. To je bilo odkritje jamskega pajkovca *Eukoenenia* sp. v Škocjanskih jamah ter najdba jamske mokrice *Moserius percoi* v Škocjanskih jamah. Obe nepričakovani najdbi nakazujeta, da so bile spelobiološke raziskave Škocjanskih jam doslej pomanjkljivo ali vsaj nezadostno opravljene. Z večjim časovnim vložkom zlasti pa z načrtnimi raziskavami nekaterih doslej zanemarjanjih skupin organizmov, kot na primer skakačev (Collembola) in pršic (Acarina), lahko v prihodnosti pričakujemo še več presenetljivih odkritij.

V pregledu podzemeljske favne turističnega dela Škocjanskih jam navajamo 38 taksonov. Od tega je nedvomno troglobiontskih organizmov le 8, pa še od teh moramo začasno jamskega hrošča podzemljarka *Bathysciotes khevenhuelleri* voditi kot lokalno izginulo vrsto iz tega dela jame. Število prepoznanih troglobiontskih vrst bo s podrobnejšo analizo nabranih skakačev (Collembola) verjetno naraslo še za nekaj vrst. Število troglobiontov je glede na razsežnost Škocjanskih jam relativno nizko, vsekakor neprimerno nižje od naših favnistično najbogatejših dinarskih jam, kot so Postojnska jama, Jama pod Predjamskim gradom, Logarček, Križna jama in številne druge (Sket in Culver, 2000). Število troglobiontov v turističnem delu Škocjanskih jam je tudi znatno nižje od številnih jam na območju Krasa, Matarskega podolja in Čičarije. Jame, kot so Polina peč, Račiška pečina, Dimnice, Medvedjak in Radota jama presegajo število 15 troglobiontov (Polak in sod., 2012).

Razloge za nizko število troglobiontskih organizmov v turističnem delu Škocjanskih jam gre iskati zlasti v dejstvu, da Škocjanske jame niso raziskane v celoti, pač pa smo v našem delu obravnavali le turistični del jame. Ta del jame je relativno star fosilni rov, in kar je s stališča živalstva najbolj pomembno, ta rov je globoko pod površjem (slika 45). Plasti sklenjene kamnine nad Tiho in Šumečo jamo so debele od 60 do 100 metrov. Znano je (Culver in Pipan, 2009), da so globoki podzemeljski habitati zelo siromašni z organskim materialom, ki je hrana jamskemu živalstvu. Glavni vir hrane je tu prenikla voda deževnica s površja, ki v podzemlje prinaša raztopljen organski material. Med pronicanjem skozi debele plasti kamnine pa se ta vnos hrane močno zmanjša. Na ta sila skromen vir hrane so prilagojeni le najbolj skromni jamski organizmi, ki so sposobni filtriranja pernikle vode in hranjenja z organskim filmom na kapnikih ter površini kapnice. Taki organizmi, ki jih v Škocjanskih jamah najdemo pretežno v osrednjem delu Tihe jame so, polžek jamničar *Zospeum spelaeum*, velik jamska mokrica *Titanethes dahli*, jamski plapigrad *Eukoenenia* sp., ter za enkrat tri prepoznane troglobiontske vrste jamskih skakačev (Collembola). Med troglobiontske vrste hroščev, najdenih v Škocjanskih jamah, uvrščamo še šmidtovega brezokca *Anophthalmus schmidt*i in podzemljarka vrste *Bathysciotes khevenhuelleri*. Šmidtov brezokec je bil doslej najden le v spodnjih vodnih etažah Škocjanskih jam in ga pri naši raziskavi nismo zasledili. Za podzemljarka *Batysciotes khevenhuelleri* pa zgleda, da je Tiha jama v sedanjem obdobju vendarle preveč siromašna s hrano.



Slika 45: Pregledni shematični stranski prerez sistema Škocjanskih jam z vrisanimi vzorčnimi mesti speleobioloških raziskav (Arhiv Parka Škocjanske jame, povzeto in spremenjeno).

Ostale ugotovljene vrste v turističnem delu Škocjanskih jam so prehransko manj skromne in zahtevajo dodatne vire hranljivih snovi. Vzorčno mesto 1, ki se je nahajalo najbližje vhodnemu tunelu v Dolu Globočak, se je izkazalo s podzemeljskim živalstvom bogatejše. Stene udornih dolin – vrtač navadno niso gladke, pač pa močno pretрте in tvorijo meliščem podobne sklade. Če so ti skladi prekrti s prstjo, so taka melišča tipičen primer površinskega podzemeljskega habitata (SSH), oziroma plitvega površinskega sistema razpok (MSS). Tako okolje, ki je po klimatskih razmerah identično habitatom jam, ima zaradi bližine površja veliko večjo količino razpoložljive hrane. V takih okoljih najdemo številne vrste organizmov, ki kažejo dobro razvite troglomorfne prilagoditve, a jih navadno ne štejemo med troglobionte, ker jih v določenih obdobjih leta najdemo tudi v stelji, prsti in pod globoko zakopanimi kamni ter v drugih vlažnih krajih na površju. V to skupino, označujemo jih s statusom troglofil/troglobiont, sodijo predjamski brzec *Lemostenus cavicola*, bela trakasta dvojnonoga *Brachydesmus subterraneus*, mokrice *Androniscus stygius*, *Alpioniscus strasseri* in *Moserius percoi* ter verjetno še katere od vrst skakačev (Collembola). Zelo verjetno je, da ti organizmi vdirajo v Tiho jamo Škocjanskih jam prek sistema razpok in drobnih prostorov iz površinskega podzemeljskega okolja okolice Dola Globočak. Te, prehransko nekoliko manj skromne vrste od pravih troglobiontov, na vhodnem delu jame najdemo zlasti v asociaciji z bogato razraslo »lampenfloro«, ki je seveda antropogenega izvora.

Naslednji, za podzemeljsko favno Škocjanskih jam zelo pomemben vektor hrane so troglokseni organizmi, ki aktivno v določenem obdobju njihovega življenjskega cikla, zahajajo v jamsko okolje. Tu se taki organizmi iztrebljajo ali pa občasno poginejo, in so njihova trupelca izdaten vir hrane za troglobiontske organizme. Favna nevretenčarskih trogloksenov in troglofilov je v Škocjanskih jamah pestra vendar pa predstavljajo majhno biomaso. Daleč najpomembnejši vektor hrane v podzemlje Škocjanskih jam predstavljajo netopirji. Favna netopirjev Škocjanskih jam je pestra in po številu osebkov netopirjev izjemna (Presetnik in sod., 2009). Nekatere vrste, zlasti dolgokrili netopir (*Miniopterus schreibersi*) in dolgonogi netopir (*Myotis capaccinii*) imajo tu več stoglave kolonije. Pod takimi kolonijami se z leti naberejo celi kupi njihovih iztrebkov, ki ga imenujemo netopirsko gvano. V gvanu je še veliko neprebavljenega organskega materiala, zato se tu naselijo številni troglofilni nevretenčarji. Nekateri nevretenčarji so na prehranjevanje na gvanu tako vezani, da jim pravimo gvanobionti. Škocjanske jame

so tu izjemne, saj smo pri našem delu zasledili nekatere vrste sicer površinskih organizmov, ki pa v Škocjanskih jamah tvorijo ustaljene podzemeljske gvanobiontske populacije. Take vrste so striga *Lithobius validus* in pajek *Nesticus eremita* kot predatorja ter hrošček *Batyscia montana*, mokrica *Androniscus roseus*, deževniki *Eisenia* cf. *spelaea* ter številne vrste skakačev (Collembola) in pršic (Acarina) kot dekompozitorji. Zanimiva je velika številčnost kletnega polža *Oxychilus cellarius* na depozitih gvana, koder se verjetno prehranjuje s hitinastimi ostanki gvana netopirjev, ki je drugim nevretenčarjem nedostopen vir hrane. Nekatere take vrste so vlagoljubne in jih zato najdemo v nekoliko globljih, afotičnih delih jame. Spet druge vrste dekompozitorjev in njihovih plenilcev pa najdemo v bolj suhih in osvetljenih delih jame. Tovrstne združbe troglofilov in trogloksenov v turističnem delu Škocjanskih jam najdemo zlasti na vzorčnih mestih 6, 7, 8, 9, in 10. Ker smo se v našem delu posvetili zlasti troglobiontski favni, je troglofilna favna jamskih vhodov še vedno pomanjkljivo raziskana.

Kot zadnji pomemben vnos hrane v Škocjanske jame ne smemo izpustiti tudi tako imenovanega »drifta« reke ponikalnice. Reka ob poplavah v vhodne, pa tudi globlje dele spodnje etaže jame vnaša izjemne količine organskega materiala. Hranljivih snovi, kot so veje, drevesno listje, mulj in prst je toliko, da tu troglobiontski organizmi niso konkurenčni. Na teh organskih depozitih se redno vzpostavljajo troglofilne populacije površinskih organizmov, ki jih sem zanese ponikalnica in so tudi sicer že prilagojeni na temačna, vlažna in organsko bogata okolja ob rekah in v obrečnemrodu. Tovrstnim troglofilnim živalskim združbam pri našem delu nismo posvečali večje pozornosti. Kot že zapisano, je v vhodnih delih ponornih jam organskega materiala preprosto preveč, da bi bili tu troglobiontski organizmi konkurenčni. Troglobionte, kot na primer jamskega brezokca *Anpophthalmus schmidtii*, nedvomno pa tudi številne mokrice, skakače in tudi vodne troglobiontske organizme zato lahko pričakujemo šele globlje v podzemeljskem toku reke Reke, kjer se vnos organskega materiala že znatno zmanjša. Izjemna onesnaženost reke Reke je v Škocjanskih jamah nedvomno močno prizadela akvatično podzemeljsko favno freatičnega dela jame. Z zmanjšanjem organske onesnaženosti reke v zadnjih desetletjih pa obstaja upanje, da se je v globljih in bolj izoliranih delih podzemeljske Reke jamsko živalstvo ohranilo. Dokaz za tako napoved bi bilo lahko nedavno opazovanje človeške ribice v končnih delih sistema Škocjanskih jam.

Ocena vpliva izvajanja turistične rabe na jamsko favno

Pretežni del kraškega podzemlja je še eno od redkih prvobitnih okolij v Evropi, kamor človek ni neposredno posegel. Izjema so tu obiski jam zaradi raziskovanja in pa turistične ureditve jam za množičen obisk. Škocjanske jame so poleg Postojnske jame ene najstarejših turistično urejenih jam in vpliv turistične dejavnosti na fizično okolje jame je tu pričakovano znaten (Cerkvenik, 2012). Veliko večji vpliv kot sama turistična raba, ima človek na podzemlje posredno, predvsem z onesnaževanjem kraškega površja, brezen in kraških rek ponikalnic (Sket, 1999; Ozimec in sod., 2009; Culver in Pipan, 2009; Polak in Pipan, 2011). Čeprav so nekatere primerjalne raziskave pokazale znatne razlike med favno turističnih in ne-turističnih jam (Ramšak, 2007) pa je težko razlike med favnami posameznih jamskih objektov pripisati izključno turistični izrabi. Dolgotrajno osvetljevanje in množičen obisk predstavljata vsekakor motnjo, izkazuje pa se tudi v mikro-klimatskih spremembah temperature, vlage in zračnih plinov. Razlike med turističnimi jamami so velike, saj so te motnje v prvi vrsti odvisne od geomorfologije jame in morebitnih cirkulacij zraka. Tako se je izkazalo, da kljub izjemno visokemu turističnemu obisku Postojnske jame, zaradi naravne ventilacije jame, podzemeljska favna ni bistveno prizadeta (Polak, 2011).

Med najbolj neposredne vplive turističnega obiska v Škocjanskih jamah, bi lahko omenili prestavitev nekdanjih kolonij netopirjev iz neposredne bližine turistične poti v Tihi jami. Podatka, do kdaj je bila kolonija netopirjev v Tihi jami aktivna nismo dobili, so pa zgodnji raziskovalci še v petdesetih letih na kupu gvana beležili več vrst jamskih hroščev. Velik kup gvana v Tihi jami (slika 8) je sedaj v fazi mineralizacije in skoraj povsem brez gvanobiontske favne. Tega primera pa ne moremo obravnavati kot perečega, saj so se kolonije netopirjev prestavile v nedostopne dele jam izven turistično urejene poti. Gvanobiontske populacije nevretenčarjev v Škocjanskih jamah so dobro ohranjene in celo nadpovprečno bogate.

Eden od najbolj neposrednih vplivov turistične rabe jam je vpliv jamske razsvetljave na jamsko okolje. Problematika razraščanja modrozelenih cepljivk, zelenih alg in mahov, tako imenovane »lampenflore« ob močnejših in stalnejših virih razsvetljevanja turističnih jam (slika 46) je že dolgo znana. Stalna svetloba je v kraškem podzemlju tujek, zato kot tujek jemljemo tudi razvoj »lampenflore« v turističnih jamah (Castello, 2012). Upravljalci turističnih jam se že dolgo trudijo »lampenfloro« odstranjevati, kakor tudi preprečevati njen nastanek (Mulec, 2009; 2012). Večjega pomena in vpliva »lampenflore« na strukturo podzemeljskih živali doslej v literaturi ni bilo zaslediti. Pri naši raziskavi smo prišli do nadvse zanimive ugotovitve. Prav na »lampenflori« v Tihi jami, predvsem v Paradižu in na začetku Tihe jame na vzorčnih mestih 1, 2 in 3, smo opazili veliko podzemeljskih živali. Prevladovala so mokrice (*Androniscus stygius*, *Alpioniscus strasseri*), dvojnonoge (*Brachydesmus subterraqueus*) in skakači (*Heteromurus nitidus*), ki jih sicer ne štejemo med pravo troglobiontsko favno. Na tem mestu smo našli tudi dva primerka troglofilnih pselafidov *Bryaxis argus*, ki se pretežno hranijo s skakači. Za našete vrste, ki sicer kažejo izrazite troglomorfizme težko trdimo, da so troglobionti predvsem zato, ker vse te vrste najdemo tudi v plitvem površinskem okolju, pod globoko zakopanimi kamni, v vlažni stelji in na vhodih v jame. Opaženo je neposredno hranjenje teh živali z rastlinskim materialom »lampenflore« (slika 47). Za našete vrste zato menimo, da so to tipični prebivalci plitvega podzemeljskega okolja (MSS), njihovo masovno pojavljanje na »lampenflori« v predelu jame najbližjemu Dola Globoščak, pa povezujemo s povezanostjo jame s pretrtim robom udorne doline Globoščak. Lahko bi sklepali, da zato novi viri hrane ob turistični razsvetljavi povečujejo pestrost podzemeljskega živalstva. Prebivalci globokih jamskih predelov - troglobionti so prehransko večinoma vezani na precejanje penikalne vode in na hranjenje z pičlimi organskimi ostanki. Zeleni deli rastlin navadno niso na njihovem prehranskem repertoarju. Ob izdatno razrasli »lampenflori« zato prehransko skromnejši organizmi niso konkurenčni in videti je, da jih novi prišleki tako izrinjajo v neturistične dele jame.



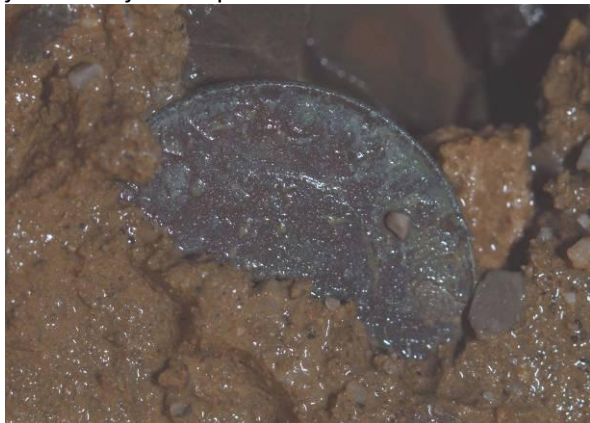
Slika 46: Ob lučeh na turistični poti v Škocjanskih jamah je razvita bogato razrasla »lampenflora« modrozelenih cepljivk, zelenih alg in mahov (Foto: Marko Lukić).



Slika 47: Bela trakasta dvojnoga (*Brachydesmus subterraneus*) je v Škocjanskih jamah najpogostejša ob lučeh razsvetljave v Tihi jami, kjer se hrani z algami in mahovi »lampenflore« (foto: Slavko Polak).

Podoben primer beležimo pri številnih zgodnejših turističnih jamah, kjer so iz lesa gradili lažjo infrastrukturo, kot recimo ograje, stopnice in mostove. Les je v vlažnem okolju podvržen gnitju in preperevanju. Tudi v takih primerih so se na trohneče lesne dele hitro naselili nekateri podzemeljski nevretenčarji in razne glive, a vselej pretežno troglifili in prehransko zahtevnejši organizmi. Sedaj velja pravilo, da se pri gradnji infrastrukture turističnih jam omejuje uporaba lesa in drugih organskih tujkov. V turističnem delu Škocjanskih jam problematike razpadajočega lesa pri naši raziskavi nismo zasledili.

V primeru Postojnske jame se je izkazalo pereče tudi vnašanje ostankov hrane v globoko podzemeljsko okolje, saj je bil v preteklosti v Koncertni dvorani urejen bife, kjer so obiskovalcem stregli s hrano. Ponudbi dodatne hrane je v jamsko okolje Postojnske jame pritegnilo neljube oportuniste, kot so bile miši, rovkje in celo kune belice (Polak, 2011). S popolno prepovedjo vnosa hrane v Postojnsko jamo, se je problematika vdora malih sesalcev v jamo kmalu rešila. V primeru Turističnega dela Škocjanskih jam problematike vnosa hrane nismo zaznali. Pereč in nerešen problem vnašanja tujkov v podzemlje pa je lasten številnim turističnim jamam. Nekoč so namreč jamski vodiči še spodbujali obiskovalce, da so v jezerca in jamske ponvice metali kovance za srečo (slika 48).



Slika 48: Ob turistični poti je v Škocjanskih jamah moč najti veliko odvrženih in oksidiranih kovancev (foto: Slavko Polak).

Danes se tega sicer ne počne več, a številni odvrženi kovanci ostajajo. Tako v Postojnski kot tudi v Škocjanskih jamah je moč najti veliko odvrženih in oksidiranih kovancev. Številni kovanci se nahajajo v vodnih bazenčkih, ponvicah ali pa globoko zariti v jamskih sedimentih. Vpliv oksidiranih kovin in zlitin na jamsko okolje ni raziskan, vsekakor pa v ranljivem podzemlju ohranjanju jamskega živalstva ne koristi. V tem smislu bi bilo potrebno turistični del Škocjanskih jam očistiti odvrženih kovancev in drugih smeti.

Klimatske spremembe in jamska favna

Klimatske spremembe, v veliki meri povzročene s človekovo dejavnostjo, so danes dejstvo. Spremembam klimatskih razmer relativno hitro sledijo tudi spremembe biosfere. Kot posledica segrevanja ozračja se tudi že v Sloveniji opažajo spremembe v razširjenosti nekaterih vrst rastlin in živali. Večinoma širijo svoj areal toploljubne vrste (Polak, 2007). Klimatske razmere v kraškem podzemlju so relativno stabilne in se ne odzivajo bistveno na dnevne (cirkadiane) oziroma letne (cirkaanualne) klimatske spremembe na površju. Sezonske klimatske spremembe (padavine, temperature, zračni tokovi) lahko vplivajo na fenologijo in prostorsko periodiko pojavljanja nekaterih jamskih živali, vendar favnistična sestava ostaja stalna (Polak, 2009). S podrobno opredelitvijo trenutnega (ničelnega) stanja terestrične troglobiontske favne in z vzpostavitvijo dolgoročnega monitoringa po enaki metodologiji, bo mogoče morebitne spremembe v sestavi troglobiontske favne pripisati opaženim dolgoročnejšim klimatskim spremembam. Vzporedno z rednim periodičnim spremljanjem stanja podzemeljske favne pa je potrebno izvajati tudi natančne meteorološke meritve temperature, vlage, zračnih tokov v jami in sestave plinov. Le z dolgoročnim izvajanjem okoljskega monitoringa, ki ga Park Škocjanske jame že izvaja (Debevc in Jovanovič, 2012), bo mogoče v prihodnosti tudi pojasniti in razložiti morebitne favnistične spremembe sestave podzemeljskega živalstva Škocjanskih jam.

Metodološki načrt monitoringa za prihodnja leta

S to nalogo je bilo ugotovljeno trenutno zatečeno stanje sestave in strukture podzemeljskega živalstva v turističnem delu Škocjanskih jam. Trenutno število ugotovljenih podzemeljskih živali gotovo ni dokončno, saj so naše raziskave pokazale, da lahko z intenzivnim in natančnim raziskovanjem pridemo tudi do novih, povsem nepričakovanih odkritij. Poglobljeno bo potrebno vzorčiti in taksonomsko opredeliti nekatere doslej speleobiološko zanemarjene skupine podzemeljskih organizmov. Raziskave bi bilo v bodoče smiselno in potrebno razširiti še na vzorčna mesta izven turističnega dela in sicer zlasti tudi v spodnji vodni etaži jam (Hankejev kanal, Martelova dvorana). Monitoring favne bi bilo smiselno opravljati v intervalih v 5 letnih razmikih. Kadrovska zasedba, časovni vložek in stroški za izvajanje monitoringa bi zadostovali v približnem obsegu, kot je bilo potrebno za izvedbo te projektne naloge in so opredeljeni v pogodbi št. 180-1/2011.

ZAHVALE

Za ponujeno možnost izvedbe raziskave se zahvaljujemo upravi Javnega zavoda Park Škocjanske jame. Posebno se zahvaljujemo biologu Samu Šturmu, ki je s strani Parka Škocjanske jame vodil raziskavo in nas aktivno spremljal pri vseh terenskih raziskavah. Pri terenskih raziskavah sta poleg avtorja dne 15.10.2012 sodelovala še Marko Lukić in Lana Đud iz Zagreba. Zahvaljujemo se nekaterim specialistom taksonomom, ki so sodelovali pri determinaciji določenih živalskih skupin. To so bili Jana Bedek – Isopoda terrestria, dr. Tone Novak – Opiliones, Marko Lukić – Collembola in Tvrtko Dražina – Diplopoda.

LITERATURNI VIRI

- ATTEMS, C. G. 1959: Die Myriapoden der Höhlen der Balkanhalbinseln. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 63, pp. 281-406.
- BEDEK, J. S. TAITI IN S. GOTTSTEIN 2011: Catalogue and atlas of the cave-dwelling terrestrial Isopods (Crustacea: Oniscoidea) of the Croatia. Natura croatica 20, No. 2: 237-354.
- BEIER, M. – 1939: Die Höhlenpseudoscorpione der Balkanhalbinsel. Biosp. Balc., 4, pp. 1-83.
- BOLE, J. 1974: Rod *Zospeum* Bourguignat 1856 (Gastropoda, Ellobiidae) v Jugoslaviji. Razprave SAZU, Cl. IV, 17, 5, pp. 249-291.
- BOLE, J. & F. VELKOVHRH 1987: Nove vrste podzemeljskih polžev Jugoslavije. Razprave (Dissertationes), classis IV, SAZU, 28, 3, pp. 69-83.
- CASALE, A. 1988: Revisione degli Sphodrini (Coleoptera, Carabidae, Sphodrini). Museo regionale di Scienze Naturali, Torino, Monografie V, Pp. 1-1024
- CERKVENIK, R. 2012: Impacts of visitors on cave's physical environment. International congress on »Scientific research in show caves«. Park Škocjanske jame, Grotta Gigante S.A.G /velika jama v Briških, Karst Research Institute ZRC SAZU and Università degli studi di Trieste, Škocjan, Borgo Grotta Gigante, Postojna, September 2012, Guide book and abstracts, p. 18-19.
- CHRISTIAN, E., L. KOVAČ, R. OZIMEC, S. POLAK in M. ZAGMAJSTER 2012: Distribution and morphology of the European Karst paligrade *Eukoeneria gasparoi* (Arachnida: Paligradi). The Journal of Arachnology 40: 265-273.
- CONDE, B. 1985: Acquisitions récentes chez les Paligrades. Mém. Biospéol., 12, pp. 33-35.
- CULVER, D. C. & B. SKET 2000: Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. Journal of Cave and Karst Studies , 62, 1, pp. 11-17.
- ČURČIĆ, B.P.M. 1974: Arachnoidea: Pseudoscorpiones. In: *Catalogus faunae Jugoslaviae* III/4. Academia scientiarum et artium Slovenica, 34 pp.
- DAFFNER, H. 1998: Die Arten und Rassen der *Anophthalmus schmidtii* und *-mariae* Gruppe (Coleoptera: Carabidae: Trechinae). Acta entomologica slovenica. 6, 2, pp. 99-128, Ljubljana.
- DEBEVEC, G. V. in P. JOVANOVIČ 2012: Environment monitoring and radiation protection in Škocjan caves, Slovenia. International congress on »Scientific research in show caves«. Park Škocjanske jame, Grotta Gigante S.A.G /velika jama v Briških, Karst Research Institute ZRC SAZU and Università degli studi di Trieste, Škocjan, Borgo Grotta Gigante, Postojna, September 2012, Guide book and abstracts, p. 22-23.
- DEELEMANN-REINHOLD, C. L. 1971: Beitrag zur Kenntnis höhlenbewohnender Dysderidae (*Araneida*) aus Jugoslawien., Razprave-Dissertationes, SAZU Razred za prirodoslovne vede, cl. IV, 14, 4, pp. 93-120.
- DEELEMANN-REINHOLD, C. L. 1978: Revision of the cave-dwelling and related spiders of the genus *Troglohyphantes* Joseph (Linyphiidae), with special reference to the Yugoslav species. Razprave-Dissertationes, SAZU Razred za prirodoslovne vede, cl. IV, 23, 6, pp. 1-221.
- DROVENIK, B., PEKS, H. 1999: Catalogus Faunae. Carabiden der Balkanländer (Coleoptera, Carabidae). Coleoptera 1, Schwanfelder Coleopterologische Mitteilungen, Schwanfeld, pp. 1-123,
- FAGE, L. 1919: Etudes sur les araignées cavernicoles. III. Sur le genre *Troglohyphantes* Biospéologica XL. Archives de Zool. Exp. et Gén., 55, pp. 55-148.
- FAGE, L. 1931: Araneae, L'Evolution souterraine et son déterminisme. Archives de zoologie expérimentale et générale, Tome 71, pp. 99-291.
- GIACHINO, P.M. in D. VAILATI: 2010. The subterranean environment. Hypogean life, concepts and collecting techniques. WBA Handbooks 3, Verona: 1-132.

- GISIN, H. 1960: *Collembolenfauna Europas*. Museum d'Histoire Naturelle, 312 pp.
- HAMANN, O. 1896: *Europäische Höhlenfauna. Eine Darstellung der in den Höhlen Europas lebenden Tierwelt mit besonderer Berücksichtigung der Höhlenfauna Krains*. Costenoble, Jena
- HRABĚ, S. 1973: On a collection of Oligochaeta from various part of Yugoslavia. *Biol. Vestn.*, 21, 1, pp. 39-50.
- JEANNEL, R. 1924: Monographie des Bathysciinae. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 64, 1. pp. 1-436.
- JEANNEL, R. 1928: Monographie des Trechinae (3); Les Trechini cavernicoles. *L'Abeille*, Paris, 35, pp. 1-1808.
- JEANNEL, R. 1954: Les Psélaphides troglobies de la Slovénie. *Notes Biospéol.*, 9, 1, pp. 7-15.
- JOSEPH, G. 1869: Über die Grotten in der Krainer Gebirge und deren Thierwelt. *Jahresber. Schles. Ges. Fur vaterl. Kultur*, Breslau, 46, pp. 48-52.
- JOSEPH, G. 1882: Erfahrungen im wissenschaftlichen Sammeln und Beobachten der den Krainer Tropfsteingrotten eigenen Arthropoden. Separat-Abdruck aus der Berliner entomo-logischen Zeitschrift 25, 2 (1881) und 26, 1 (1882), pp. 1-104.
- JUBERTHIE-JUPEAU, L. 1963: Description d'une espèce nouvelle de Symphyle récoltée dans la grotte de Postojna (Yougoslavie). *Annales de Speleologie*, 18, 3, pp. 299-304.
- KARAMAN, I. 2005: Taksonomska i zoogeografska analiza faune sironida (Opiliones, Cyphophthalmi) Balkanskog poluostrva. Doctor Dissert., Univ. Novi Sad, Serbia, pp. 1-209.
- 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. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien*, 2, pp. 200-202.
- KOS, I. 1987: Contribution to knowledge of taxonomy and distribution of *Lithobius validus* MEINERT 1872 (Chilopoda, Lithobiidae) in Slovenia (Yugoslavia). *Biološki vestnik* 35: 31-46.
- KRATOCHVIL, J. 1934: Liste générale des araignées cavernicoles en Yougoslavie. *Prirodoslovne razprave*, 2, pp. 165-226.
- KRATOCHVIL, J. 1970: Cavernicole Dysderae. *Prirodovedne Prace Ustavu Československe akademie ved v Brne*, 4, pp. 3-68.
- KUŠTOR, V. in T. NOVAK, 1980a: Individual differences in trapping activity of two underground beetle species. *Mem. Biospeologie*. Moulis.
- KUŠTOR, V. in T. NOVAK, 1980b: Some Factors Influencing the Efficiency of Trapping Two Underground Beetle Species. *Zool. Anz.* 5/6,(323-332), Jena.
- LATZEL, R. 1880: Die Myriopoden der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Erste Hälfte: Die Chilopoden. A. Hölder, Wien, XV + 228 pp. + 10 pls.
- LATZEL, R.. 1884: Die Symphylen, Pauropoden und Diplopoden, Die Myriopoden der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, 2, i-xi+, pp. 1-414.
- MATIC, Z. & C. DARABANTU 1968: Contributions à la connaissance des Chilopodes de Yougoslavie. *Razprave SAZU*, Cl. IV, 11, pp. 201-227.
- MATIC, Z. 1979: Nouveautés sur la faune des Chilopodes de Yougoslavie. *Biol. vestn.*, 27, 2, pp. 147-155.
- MILLER, L. 1855: Beiträge zur Grotten Fauna Krains. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 5, pp. 505-510.
- MRŠIĆ, N. 1987a: Attemsidae (Diplopoda) of Yugoslavia. *Razprave IV. razr. SAZU*, 27, 5, pp. 101-168.
- MRŠIĆ, N. 1987b: Polydesmiida (Diplopoda) of Yugoslavia 1. *Razprave IV. razr. SAZU*, 29, 3, pp. 69-112.
- MRŠIĆ, N. 1991: Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans I/II. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Razred IV, Dela 31. Ljubljana , pp. 1-757.

- MRŠIČ, N. 1994: Dvojnonoge (Diplopoda) Koprskega primorja in sosednjih območij. *Annales* 4 (15-29).
- MULEC, J. 2009: Lampenflora algae and methods of growth control. *Journal of Cave and Karst Studies*, V 71, no. 2, pp. 109-115.
- MULEC, J. 2012: Microbiological parameters assist in evaluating human impact in show caves. International congress on »Scientific research in show caves«. Park Škocjanske jame, Grotta Gigante S.A.G /velika jama v Briških, Karst Research Institute ZRC SAZU and Università degli studi di Trieste, Škocjan, Borgo Grotta Gigante, Postojna, September 2012, Guide book and abstracts, p. 30.
- MÜLLER, J. [G.] 1905: Vier neue Höhlenkäfer aus dem österr. Litorale. *Wien. Entomol. Zeitg.* 24, p. 32..
- MÜLLER, J. [G.] 1913: Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel, 2. Revision der blinden *Trechus*-Arten. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 90, pp. 1-124,.
- MÜLLER, J. [G.] 1926: Nuove osservazione su alcuni coleotteri cavernicoli del Carso triestino e istriano. *Boll. Soc. Adriat. Sci. Natur., Trieste*, 29 (I. Memorie), pp. 143 – 148.
- MÜLLER, J. [G.] 1931: Nuovi Coleotteri cavernicoli e ipogei delle Alpi Meridionali e del Carso Adriatico. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale, Trieste*, 11, 2, pp. 178-205.
- MÜLLER, J. [G.] 1922: Secondo contributo alla conoscenza della fauna cavernicola italiana. *Atti della Accademia scientifica Veneto-Trentino-Istriana*, 12-13, 3, pp. 3-35.
- MÜLLER, J. [G.] 1941: Cinque nuovi silfidi cavernicoli del Carso adriatico e delle Alpi Giulie. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale, Trieste*, 13, 10, pp. 213-218.
- NONVEILLER, G. & D. PAVIČEVIĆ 2001: Description d'une sous-espèce nouvelle et de six espèces nouvelles du genre *Machaerites* Miller, 1855 de Slovénie et de Croatie (Coleoptera, Pselaphinae, Bythinini). *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 18, 4, pp. 317-333.
- NOVAK, T. 1995: A contribution to the knowledge of the harvestmen (Opiliones) from the submediterranean region of Slovenia. *Annales* 7: 181-192.
- NOVAK, T. – 2005: Terrestrial fauna from cavities in northern and central Slovenia, and a review of systematically ecologically investigated cavities. *Acta carsol.*, 34, 1, pp. 169-210.
- NOVAK, T. & V. KUŠTOR 1982a: Contribution à la connaissance de la biomasse et du bilan énergétique de la faune des entrées de grotte en Slovénie (Yougoslavie). *Mém. Biospéol.*, 8, pp. 82-89.
- NOVAK, T. & V. KUŠTOR 1983b: On *Troglophilus* (Raphidophoridae), Saltatoria) from North Slovenia (Yu). *Mém. Biospéol.*, 10, pp. 127-137.
- NOVAK, T. , GRUBER, J. & L. SLANA 1984: Remarks on Opiliones from cavities in Slovenia (Yugoslavia). *Mém. Biospéol.*, 11, pp. 185-197.
- NOVAK, T. in V. KUŠTOR, 1977: Izhodišča in pristop k ekološkim raziskavam podzemeljskih kopenskih biocenoz Slovenije. *Biološki vestnik* 25 (149-164), Ljubljana.
- NOVAK, T., LIPOVŠEK DELAKORDA, S. L. & L. SLANA NOVAK 2006: A review of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Slovenia. *Zootaxa*, 1325, pp. 267-276.
- NOVAK, T., SAMBOL, J. & F. JANŽEKOVIC 2004: Faunal dynamics in the Železna Jama cave (Dinamika favne v Železni jami). *Acta carsologica*, 33, 2, pp. 249-267.
- PERREAU, M. 2003: Contribution à la connaissance des Bathysciina de la »série d'*Aphaobius*« (*sensu* Jeannel, 1924) (Coleoptera : Leiodidae, Cholevinae, Leptodirini). *Annales Soc. Entomol. France*, 39, 3, pp. 211-224.
- PIPAN, T. 2005: Epikarst – a promising habitat: copepod fauna, its diversity and ecology: a case study from Slovenia (Europe). ZRC Publishing, Karst Research Institute at ZRC SAZU, Ljubljana., Ljubljana, 101 pp.

- POLAK, S. 1997: Use of caves by edible dormouse (*Myoxis glis*) in the Slovenian karst. III International Conference on Dormice, Mošćenička Draga, Hrvatska, 9.-12. oktober, 1996. *Natura Croatica*, 6, 3, pp. 303-347,
- POLAK, S. 1999: Stone marten (*Martes foina* ERXLEBEN, 1777) occurrence in the caves. Abstracts XIVth Intern. Symposium Biospeleology, Makarska (Hrvatska), 19 - 26. september 1999, p.103.
- POLAK, S. 2000: Occurrence of tawny owl *Strix aluco* in the karst caves of the Notranjska and Primorska regions. (Pojavljjanje lesne sove *Strix aluco* v notranjskih in primorskih kraških jamah). *Acrocephalus*, 21 (98-99), pp. 55-59.
- POLAK, S. 2006: Long term ecological studies of Notranjska Museum Postojna. Long term ecological studies in Karst. LTER (*Long Term Ecological Research*), International Workshop, IZRK ZRC SAZU, Postojna, 20 – 25 oktober 2006.
- POLAK, S. 2007: Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst hroščev. Končno poročilo. Nosilec: Al Vrezec (NIB), izvajalci: Nacionalni inštitut za biologijo, Notranjski muzej Postojna, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC ZSZU in Center za kartografijo favne in flore. Naročnik: Ministrstvo RS za okolje in prostor, Ljubljana, oktober, 2007
- POLAK, S. 2009: Vertical migration of terrestrial subterranean animals as respond to the superficial climate fluctuations. 17th International karstological school »Classical Karst« - Cave Climate, IZRK ZRC SAZU, Postojna, 15-20. Junij, 2009. Book of abstracts.
- POLAK, S. 2012a: Projektna naloga: Biološki monitoring Postojnskega jamskega sistema in Predjamskega jamskega sistema – vmesno poročilo za 2010 in 2011, Naročnik študije: Postojnska jama d.d., Izvajalec naloge: Zavod Znanje Postojna, OE Notranjski muzej Postojna, Nosilec naloge pri izvajalcu: mag. Slavko Polak, Postojna, februar 2012 , p. 40.
- POLAK, S. 2012b: Terrestrial fauna monitoring in the Postojnska jama, Jama pod Predjamskim gradom and Škocjanske jame – first results. International congress on »Scientific research in show caves«. Park Škocjanske jame, Grotta Gigante S.A.G /velika jama v Briščkih, Karst Research Institute ZRC SAZU and Università degli studi di Trieste, Škocjan, Borgo Grotta Gigante, Postojna, September 2012, Guide book and abstracts, p. 33.
- POLAK, S., J. BEDEK, R. OZIMEC in V. ZAKŠEK 2012: Subterranean fauna of twelve Istrian caves. *Annales. Ser. Hist. Nat.* 1-18.
- PRESETNIK, P., KOSELJ, K.& M. ZAGMAJSTER. 2009: *Atlas netopirjev Slovenije. (Atlas of bats of Slovenia)*. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, pp. 1-128.
- PRETNER, E. 1949: Prispevek k poznavanju anoftalmov (Coleoptera, Carabidae) iz Slovenije. (Contribution (sic) à la connaissance des *Anophthalmus* (Coleoptera, Carabidae) de la Slovénie). *Razprave SAZU*, 4, pp. 121-141.
- PRETNER, E. 1955: Rodovi *Oryotus* L. Miller, *Pretneria* G. Müller, *Astagobius* Reitter in *Leptodirus* Schmidt (Coleoptera). *Acta Carsol.*, 1, pp. 41-71.
- PRETNER, E. 1963: Appunti sugli *Aphaobius* Abeille (Coleoptera, Bathysciinae) della regione Scofja Loka (Carniola superiore). *Actes du 2e congrès international de Spéléologie*, 2 [1958], 3, pp. 56-66.
- PRETNER, E. 1968. Coleoptera. Fam. Catopidae. Subfam. Bathysciinae. In: *Catalogus Faunae Jugoslaviae*, 3, 4, 59 pp.
- RAMŠAK, L. 2007: Tourist impact on terrestiral fauna Postojna and Otok cave. Graduation thesis, University of Ljubljana, Slovenia, pp. 1-59.
- ROSSMÄSSLER, E. A. 1839: *Iconographia* I (2). Dresden-Leipzig.
- SCHINER, J. R. 1854: Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalenen Grotte. In: Schmidl A., Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas, Wien, pp. 231-272.

- SCHIÖDTE, J. C. 1851: Specimen Faunae Subterraneae. (Translated by N. Walich). Trans. Entomological Society London, N.S. 1, 4-5, pp. 1-24.
- SCHMALFUSS, H. 2003: World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A, 654, pp. 1-341.
- SKET, B. 1974: *Niphargus stygius* (Schiödte) (Amphipoda, Gammaridae) – Die Neubeschreibung des renerotypus, variabilität, verbreitung und biologie der art, I. Biol. Vestn., 22, 1, pp. 91-103.
- SKET, B. 1986: Isopoda: Oniscidea. In: Botosaneanu (ed.), Stygofauna Mundi. E. J. Brill, Leyden, pp. 482-485.
- SKET, B. 2008: Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? J. Nat. Hist., 42, 21, pp. 1549-1563.
- SKET, B., HABIČ, P. & C. JUBERTHIE 1994: Slovenia. In: C. Juberthie et V. Decu. (eds). *Encyclopaedia Biospeologica*, Société de Biospéologie, Moulis-Bucarest, I., pp. 803-807.
- SKET, B., TRONTELJ, P. & C. ŽAGAR 2004: Speleobiological characterisation of the epikarst and its hydrological neighborhood: its role in dispersion of biota, its ecology and vulnerability. *Epikarst*. Karst Water Institute, Washington, Special Publication 9, pp. 104-113.
- SOLARI, F. 1955: Quattro nuovi *Trogloorhynchus* ed alcune osservazioni su altre specie del genere (Co. Curc.). Bollettino della Società entomologica italiana, 85, pp. 78-84.
- STRASSER, K. 1935: Neue Acherosomen (Diplopoda AscospERMOPHORA). Prirodoslovne razprave, 2, pp. 231-244.
- STRASSER, K. 1942: Diplopoden aus dem Julischen Karst. Zool. Anz., pp. 213-234.
- STRASSER, K. 1966: Die Diplopoden Sloweniens. Acta Carsologica, 4, pp. 159-220.
- STRASSER, K. 1971: Über Diplopoden Jugoslawiens. Senckenbergiana biol., pp. 313-345.
- STROUHAL, H. 1939: Landasseln aus Balkanhöhlen, gesammelt von Prof. Dr. K. Absolon. 7 Mitteilung. Zool. Anz., 126, 3-4, pp. 68-76.
- STROUHAL, H. 1940a: Bemerkungen zu den neueren Arbeiten über Höhlenlandasseln der Balkanhalbinsel (28. Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Mitt. Höhlen-u. Karstforsch., pp. 88-100.
- STROUHAL, H. 1940b: *Mosoreus percoi* nov. Gen., nov. spec. Eine neue Höhlen-Höckerassel, nebst einer Übersicht über die Haplophthalmen. (27. Beitrag zur Isopodenfauna des Balkans). Mitt. Höhlen-u. Karstforsch., pp. 13-14.
- US, P. 1967: Catalogus faunae Jugoslaviae.. Orthopteroidea. In: *Catalogus faunae Jugoslaviae*, SAZU, III/6. Ljubljana.
- VELKOVHR, F. 1974: Razširjenost gastropodov po drobnih razpokah v Krasu. Naše jame 15, pp. 77-81.
- VERHOEFF, K. W. 1893: Neue Diplopoden aus dem österreichischen Küstenlande. Berliner Entomologische Zeitschriften, 38, pp. 267-278.
- VERHOEFF, K. W. 1910: Über Diplopoden. 18. (38.) Aufsatz: Die nordböhmisches-sächsische Fauna und ihre Bedeutung für die Zoogeographie Mitteleuropas. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft ISIS, pp. 20-66.
- VERHOEFF, K. W. 1933: Arthropoden aus sudostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser. Mitteilungen über Höhlen und Karstforschung, 2, pp. 1-21.
- WAGNER, A. J. 1907: Zur Kenntnis der Molluskenfauna Oesterreichs und Ungarns, sowie der angrenzenden Balkanländer. Nachrbl. Malak. Ges., 39, pp. 101-115.
- WAGNER, A. J. 1927: Studien zur Molluskenfauna der Balkanhalbinsel mit besonderer Berücksichtigung Bulgariens und Thraziens, nebst monographischen Bearbeitung einzelner Grupper. Ann. Zool. Mus. Polon. Hist. Natur., 6, pp. 263-399.
- WILLMANN, C. 1941a: Die Acari der Höhlen der Balkanhalbinsel. Biosp. Balc., 8, pp. 1-80.

WILLMANN, C. 1941b: Die Acari der Höhlen der Balkanhalbinsel. Studien aus dem Gebiete der Allgemeinen Karstforschung, der Wissenschaftlichen Höhlenkunde, der Eiszeitforschung und den Nachbargebieten, Biol. Serie, 8, 1, pp. 5-80.

WOLF, B. 1934-1938. *Animalium cavernarum catalogus*. s'Gravenhage.

ZAGMAJSTER, M. & L. KOVÁČ 2006: Distribution of palpigrades (Arachnida, Palpigradi) in Slovenia with a new record of *Eukoenenia austriaca* (Hansen, 1926). *Natura Sloveniae*, 8, 1, pp. 23-31.

ZAGMAJSTER, M., CULVER, D. C. & B. SKET 2008: Species richness patterns of obligate subterranean beetles in a global biodiversity hotspot-effect of scale and sampling intensity. *Diversity and Distributions*, 14, pp. 95-105.