

TURISTIČKI UREĐENE ŠPILJE I UTJECAJ NA FAUNU primjer iz Manite peći



Pišu: dr. sc. Tvrтко Dražina, Ana Komerički, dipl. ing. biol.
Hrvatsko biospeleološko društvo - Zagreb

Pauk *Parastalita stygia* u čeljustima drži svoj plijen, račiča *Alpioniscus* sp. Foto: Kazimir Miculinić

Manita peć nadaleko je poznati speleološki objekt koji se nalazi i u turističkoj ponudi Nacionalnog parka Paklenica. Nebrojeno sam puta prošao kraj odvojka za Manitu peć, sjeverozapadno od Anića luke, ali nikad nisam bio posebno zainteresiran za posjet. Ali, eto, u ljeto 2012. godine biološkim istraživanjem ponukan, zajedno s kolegama speleolozima konačno sam posjetio špilju. I moram priznati, bio sam potpuno oduševljen. Iako se radi o svega 175 metara dugoj špilji, veličina podzemnih prostora kao i brojni sigasti ukrasi ostavili su me bez daha i smjesta sam se zaljubio u ovu špiljsku ljepoticu.

Morfologija špilje

Volumenom i bogatstvom špiljskih ukrasa Manita peć izrazito je važan speleološki objekt te jedna od najljepših špilja našega krša. Božičević (1995) morfološki dijeli špilju na ulazni dio, prvu dvoranu, središnji dio, drugu dvoranu i završni dio. Špilja ima dva ulaza. Glavni ulaz, koji ujedno služi i kao ulaz za posjetitelje, visok je 2 m i širok oko 1 m. Sjeverno je od njega drugi ulaz širine 2 m i visine 1,3 m. Početni dio špilje nema toliko sigastih ukrasa pa Božičević (1995) smatra ovaj dio najmlađim u formiranju speleološkog objekta. Dug je 25 m, s maksimalnom visinom od 5 m, a završava sa strmim i gotovo vertikalnim skokom. Nakon

skoka ulazi se u morfološki jedinstven podzemni prostor, koji je intenzivnim procesom zasigavanja razdijeljen u više cjelina. Prva je dvorana impresivnih dimenzija, dužine 40 m, maksimalne širine 65 m i maksimalne visine od 32 m. Slijedi središnji dio špilje, gdje se ističu dvije stalne nakupnice koje stvaraju dva mala jezera. Brojne sigaste nakupine formiraju u ovom dijelu labirint manjih prolaza. Dno druge dvorane većinom je prekriveno presušenim kamenicama, a u istočnom se dijelu nalazi impozantan saljev nazvan „Orgulje“. Završni je dio razdijeljen skupinom velikih stalagmita (opsega više od 90 m) u dva kanala. U tom su dijelu prisutni urušeni blokovi i napukle zavjese koji svjedoče o

naknadnim tektonskim pokretima koji su djelovali na genezu ovog prostora.

Kratak pregled dosadašnjih istraživanja i aktivnosti

Prvi pisani dokumenti spominju biologe kao prve posjetitelje i istraživače Manite peći. Tako 1900. godine Manitu peć posjećuje A. Gobanz i sakuplja jedinke kornjaša *Typhlotrechus bilimeki likanensis*. U 1906. godini špilju posjećuju članovi Planinarsko-turističkog društva „Liburnija“, J. Müller i P. Novak (Golf, 1929). Kroz cijelo 20. stoljeće špilju često posjećuju biolozi pa je prikupljena brojna i raznovrsna fauna. Do danas je opisano čak pet svojiti



Jednakožni rak iz roda *Alpioniscus* Foto J. Bedek

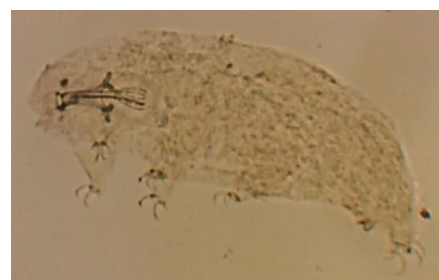


Lažištipavac *Chthonius radjai*, grabežljivac koji se hrani skokunima i ostalim sitnim beskralježnjacima Foto: Ana Komerički

iz Manite peći: pauzi *Histopona egonpretneri* Deeleman - Reinhold 1983. i *Cataleptoneta lingulata* Wang & Li, 2010., lažištipavac *Chthonius radjai* Čurčić, 1988. te rakovi *Proasellus coxalis lucifugus* Deeleman, 1965. i *Bogidiella sketi* Karaman, 1989. Svih pet svojiti endemi su Hrvatske što upućuje na veliku biospeleološki važnost Manite peći.

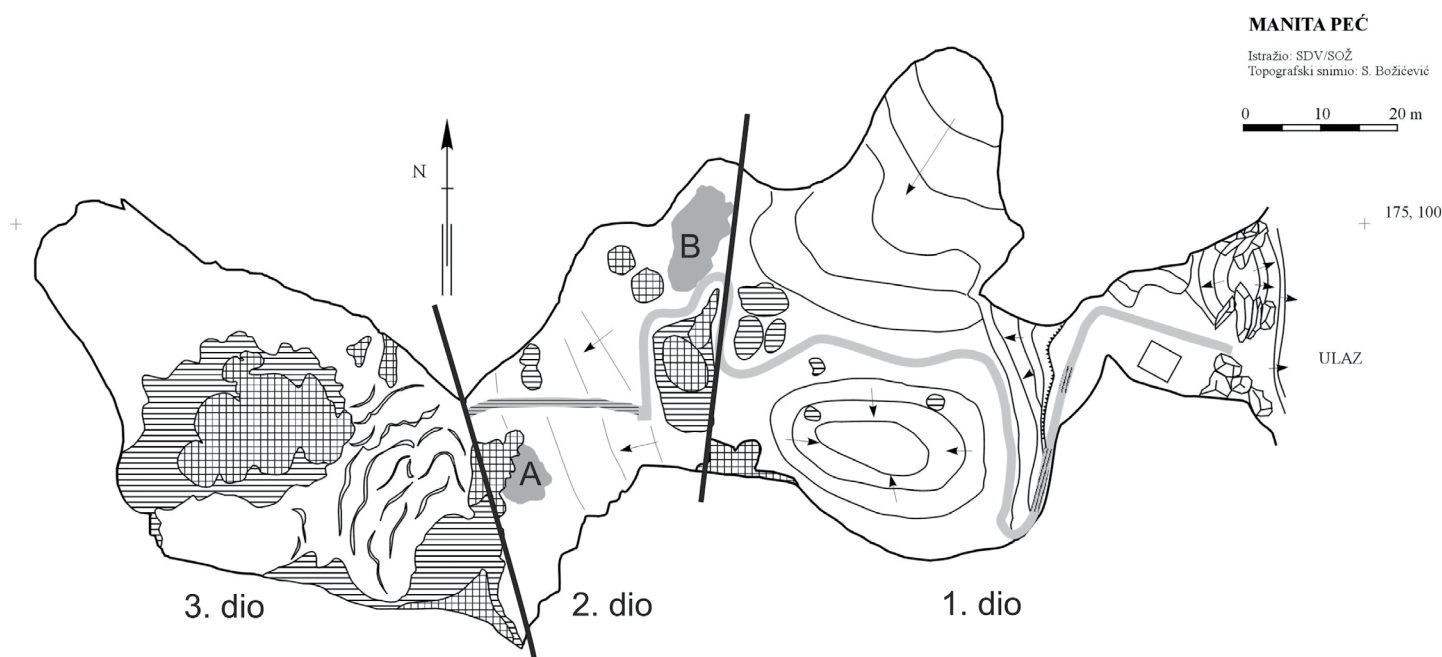
Prvo speleološko istraživanje proveli su 1929. godine Đ. Ružić i G. Parović te procjenjuju dužinu špilje na 300 m (Ružić, 1929). Par mjeseci kasnije J. Poljak topografski snima špilju (Poljak, 1929). Godine 1957. S. Božičević predvodi speleološka istraživanja na području Velike Paklenice pa je tom prilikom snimljen novi nacrt Manite peći, koji je aktualan i danas (Božičević, 1957).

Za početak turističkog korištenja špilje bitne su godine 1935., kada je napravljena pješačka staza do špilje, i 1937., kada su u Manitoj peći izgrađeni stubi i putovi. Te davne 1937. organizirani su i prvi turistički obilasci uz rasvjetu acetilenskim svjetiljkama. Tijekom i neposredno nakon Drugoga svjetskog rata nema pisanih podataka o aktivnostima u špilji. Osnivanjem Nacionalnog parka 1949. godine i Manita peć stavljena je pod zaštitu. Uprava parka 1970. zatvara ulaze u špilji metalnim vratima i rešetkama. Krajem osamdesetih godina 20. stoljeća pokreće se projekt obnove turističkih aktivnosti i osvjetljenja špilje pa su početkom 1991. godine članovi Speleološkog kluba „Željezničar“ iz Zagreba postavili stalnu rasvjetu špilje (Posarić, 1995). Domovinski rat zaustavlja dovršetak navedenih



Dugoživac *Dactylobiotus dispar*, predstavnik izrazito sitne (0,2 mm) faune Manite peći Foto: Tvrtko Dražina

aktivnosti i tek po završetku rata špilja postaje znatnije turistički eksploatirana. Tijekom 2007. godine obnovljena je rasvjeta i električna mreža, a energija za rasvjetu proizvodi se u fotonaponskim panelima postavljenim sjeverno od ulaza u špilju. Danas u prosjeku špilju posjeti oko 11.000 turista godišnje.





Fotografiranje faune u špilji Foto: Dajana Hmura

Iz svega navedenog očito je da je Manita peć izrazito vrijedan speleološki objekt, i to s geomorfološkoga, biološkog i ekonomskog aspekta. Kako bi utvrdili mogući antropogeni utjecaj na faunu Manite peći, tijekom 2012. i 2013. godine članovi Hrvatskog biospeleološkog društva provodili su istraživačke aktivnosti u sklopu projekta „Biospeleološki monitoring Manite peći na području NP Paklenica“, a dio rezultata iznosimo u ovom članku. Glavna je ideja bila uspostaviti temelje za trajno praćenje stanja (monitoring) faune u Manitoj peći, s obzirom na izrazitu biološku važnost ovog objekta, ali također i s obzirom na turističku atraktivnost špilje, kao nezaobilaznog dijela ponude Nacionalnog parka Paklenica.

Zašto praćenje stanja faune u špiljama?

Špilje i jame, s ekološkog su stanovišta vrlo heterogena staništa. Životinje koje obitavaju u njima možemo ugrubo podijeliti u tri kategorije. Prva su skupina organizmi koji povremeno i slučajno zalaze u podzemna staništa te nemaju nikakvih prilagodbi za život u podzemlju (troglokseni u kopnenim, stigokseni u vodenim staništima). Druga skupina organizama jesu oni koji preferiraju tamna vlažna staništa te su poglavito brojni u ulaznim dijelovima špilja i jama gdje se hrane i razmnožavaju (troglifili u kopnenim, stigofili u vodenim staništima). Treća su skupina pravi špiljski organizmi koji su morfološki i fiziološki prilagođeni za

život u podzemlju i jedino tu obitavaju (troglobionti u kopnenim, stigobionti u vodenim staništima).

Troglobiontni i stigobiontni organizmi rezultat su dugotrajnih evolucijskih procesa koji su bili pod velikim utjecajem turbulentne geološke prošlosti na ovim područjima. Pojedine su vrste relikti – ostatci nekadašnje faune i obitavaju na izrazito malom području ili čak u svega jednom objektu. Zbog specijalizacije na podzemna staništa gdje ima malo hrane, male su temperaturne promjene, a velika je vlažnost, bilo kakva promjena u navedenom ekološkim čimbenicima može dovesti do izumiranja organizama.

U turistički uređenim speleološkim objektima troglobionti i stigobionti potencijalno su ugroženi uništavanjem staništa kao rezultatom izgradnje staza za turiste, negativnim utjecajem na mikroklimu objekta zbog prevelikog broja posjetitelja (povećanjem temperature ili promjenama u količini vlage), dodatnim unosom organske tvari koja dovodi do procesa eutrofikacije te nastankom zelenih obraštaja od algi i mahovina uz umjetne izvore svjetlosti (tzv. „lampenflora“). Turistička eksploatacija špilja može imati i negativne posljedice na šišmiše, česte i vrlo bitne stanovnike špilja i jama. Te životinje koriste se špiljama kao mjestima za hibernacije ili kao porodiljne kolonije. U oba slučaja bilo kakvo uznemiravanje može imati negativne posljedice i lokalno izumiranje populacije.

Općenito govoreći, podzemna su staništa primarno ugrožena ljudskim aktivnostima izvan samih objekata: kamenolomi, prevelike sječe drveća, onečišćenje voda i dr. Te vanjske čimbenike također valja uzeti u obzir prilikom monitoringa špiljske faune.

Metodologija

Do danas nije uspostavljen jedinstven obrazac po kojem bi znanstvenici mogli napraviti monitoring faune u špiljama. Razlog tomu jest nejednolika raspodjela faune u podzemnim sustavima, koja ovisi o brojnim čimbenicima: količini hrane, tipu objekta, ali i geološkoj prošlosti u kojoj je objekt formiran. Kako bi obuhvatili sve tipove mikrostaništa i prikupili detaljne podatke o fauni koristili smo više metoda.



Dvojenoga *Haasia likana*, česta troglobiontna vrsta Nacionalnog parka Paklenica Foto: Tvrtko Dražina

Fauna kopnenih špiljskih staništa i plitkih vodenih staništa sakupljana je ručno pincetama. Minimalno je po jednome terenskom izlasku provedeno 200 minuta po osobi u aktivnom pregledavanu špiljskih mikrostanja. Dodatno, u dva stalna ujezerenja ručno smo uzorkovali vodenu i intersticijsku faunu rabeći planktonsku mrežu promjera otvora od 30 cm i veličinom oka od 200 μm . Također, postavljane su zamke s atraktantom za sakupljanje kopnenih i vodenih beskralješnjaka. Prilikom terenskog izlaska u prosincu 2012. godine sakupljen je listinac i sediment iz ulaznog dijela špilje, radi detaljnije analize skupina skokuna (Collembola), koristeći se metodom lijevaka Berlese. Ovisno o skupini životinja, nalazi su konzervirani 70 %, 75 % s glicerolom ili 96 % etanolu i pohranjeni u Zbirku HBSD-a. Ukupno je provedeno osam terenskih dana raspoređeno sezonski u 2012. i 2013. godini.

Kako bismo dobili pregledan uvid u strukturu faune unutar špilje, ovisno o utjecajima vanjskih prilika te samoga turističkog uređenja špilje, prostor Manite peći podijelili smo na tri dijela: i) prvi dio obuhvaća ulazni dio i prvu dvoranu; ii) drugi je središnji dio špilje u kojemu se nalaze i dvije glavne vodene površine, tzv. prvo i drugo jezero; iii) treći dio obuhvaća drugu dvoranu i završni dio. Kroz prva dva dijela prolazi turistički uređena staza, dok je treći dio bez izravnoga ljudskog utjecaja.

Rezultati i rasprava

Ovim smo istraživanjem utvrdili čak pedeset i dvije različite životinjske svojte, neovisno o njihovoj ekološkoj klasifikaciji i prilagodbi na podzemna staništa. Od toga dvadeset organizama čini prave špiljske životinje (19 troglobionata i 1 stigobiont). Do sada je iz literaturnih podataka zabilježeno 14 svojti te je naše istraživanje znatno pridonijelo poznavanju biologije Manite peći.

Od vrsta za koje je Manita peć tipski lokalitet potvrdili smo populacije vrsta *C. lingulata*, *H. egonpretneri*, *Chthonius radjai*, *P. c. lucifugus*, dok vrstu *B. sketi* nismo utvrdili. Skokuni (Collembola) i jednakonožni rakovi (Isopoda) dominiraju u brojnosti. Od ukupnog broja sakupljenih jedinki čak 44 % otpada



Jedan od brojnih skokuna (porodica Onychiuridae) utvrđenih u Manitoj peći Foto: Marko Lukić

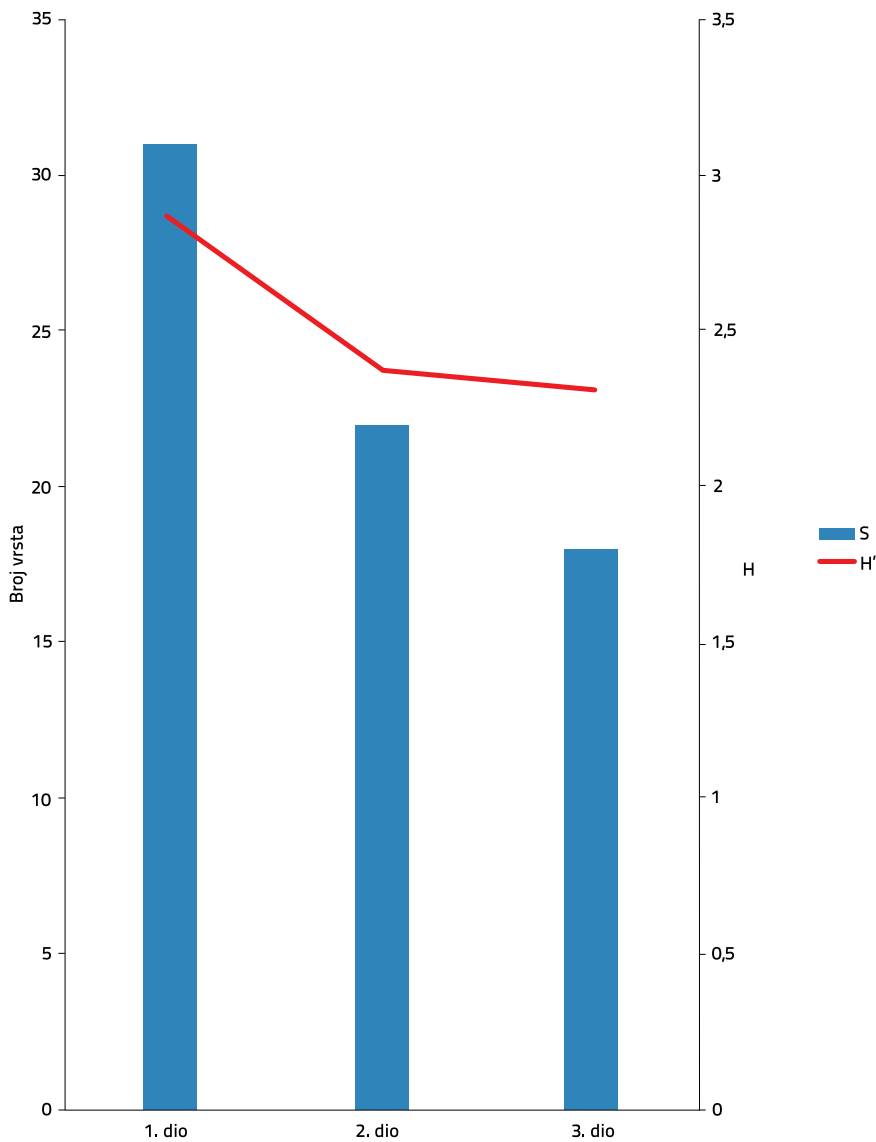
na skokune, a 26 % na jednakonošce. Osim brojnošću, ove su dvije skupine i vrlo raznolike: utvrđeno je ukupno 14 svojti skokuna, od čega je jedna nova svojta za znanost, i 6 svojti jednakonožaca, od čega čak dvije predstavljaju nove svojte za znanost.

U ulaznom dijelu i prvoj dvorani zabilježeno je najviše vrsta kopnene faune. U tom dijelu špilje dolazi do miješanja vanjske trogloksenske i troglofilne faune, koja ovdje nalazi skrovište i zaštitu od nepovoljnih vanjskih utjecaja, i špiljske troglobiontne faune, koja ovdje nalazi veću količinu hrane. Što idemo dalje od početnog dijela špilje, vanjski utjecaji slabe, dolazi do pada broja vrsta i jedinki, a time i opada bioraznolikost.

Drugi dio špilje karakterističan je zbog dvaju trajnih ujezerenja koja su faunistički izrazito zanimljiva. Stalni donos procjedne vode s površine i iz zone epikrša uvjetovao je i donos faune. Uz već poznate dvije vrste rakova, *B. sketi* i *P. c. lucifugus*, u nakapnicama je utvrđena druga vrsta roda *Proasellus*, kao i rakovi iz skupina veslonožaca (Copepoda) i ljuskara (Ostracoda). Ako tomu nadodamo i utvrđenu faunu relativno nepoznatih skupina oblića (Nematoda) i dugoživaca (Tardigrada), dobivamo vrlo raznoliko mikrostanje unutar Manite peći, koje valja detaljno istražiti u budućnosti. Treći je dio s relativno malo vode i organske tvari, što je uvjetovalo pronalazak najmanjeg broja vrsta i jedinki, a prevladavali su troglobionti.



Grabežljivi kornjaš *Typhlotrechus billimecki likanensis* Tijekom istraživanja pronađena je svega jedna jedinka ove vrste Foto: Jana Bedek



Broj vrsta (S) i Shannonov indeks raznolikosti (H) prikazani po pojedinim istraživanim dijelovima špilje

Špiljska staništa i fauna vrlo su osjetljivi pa čak i male promjene u prirodi mogu imati dalekosežne posljedice na podzemlje. Podzemna povezanost vodenih tokova, slabe mogućnosti samopročišćavanja voda na krškim područjima i mali areali špiljskih

životinja razlozi su za njihovu potencijalnu ugroženost. Stoga, bilo kakvi tehnički zahvati unutar objekta mogu imati negativne utjecaje na faunu i nepovratno uništiti pojedine populacije. To se ponajprije odnosi na populacije grabežljivaca iz skupina

lažiškorpiona (Pseudoscorpiones), pauka (Araneae) i kornjaša iz porodice trčaka (Carabidae). U Manitoj peći utvrdili smo vrste iz navedenih skupina, ali njihove su populacije bile male brojnosti. U monitoringu špiljske faune nužno je višegodišnje praćenje brojnosti grabežljivih vrsta jer njihova opstojnost ovisi o stabilnosti cijelog sustava.

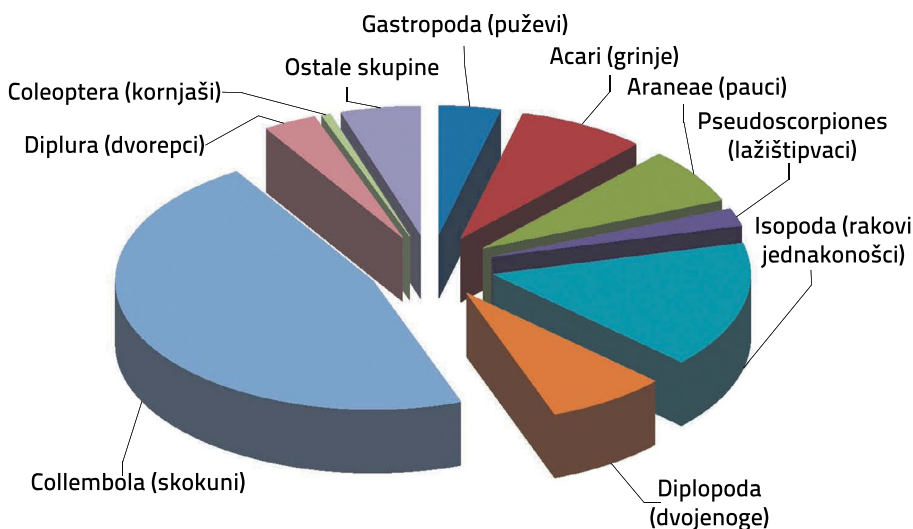
U jednu ruku zvuči paradoksalno, ali blago organsko onečišćenje može čak pozitivno djelovati na populacije špiljskih kopnenih i vodenih organizama. Ono što je presudno za špiljski ekosustav jest je li unosom hrane omogućen i ulaz površinskih vrsta, koje su u konkurenciji s troglobiontim i stigobiontim vrstama. Stoga, upravo promjene u sastavu faune (smanjenje ili nestanak troglobionata, povećanje troglifila i trogloksena u dubljim dijelovima špilje) mogu biti vrlo dobar sustav monitoringa špiljskih sustava.

U Mantoj peći potvrdili smo gotovo sve do sada zabilježene vrste i njihova je raspodjela i brojnost bila očekivana. Odstupanja od iznesenih podataka i promjene u sastavu faune (nestanak troglobionata u prvoj dvorani, povećanje troglifila i trogloksena u dubljim dijelovima špilje) indiciralo bi negativne promjene zbog mogućega turističkog korištenja objekta te bi trebalo poduzeti određene mjere zaštite (smanjenje broja posjetitelja, korištenje alternativnih izvora svjetlosti npr. kaciga s osvjetljenjem i sl.).

Manita peć nam nakon više od stoljeća bioloških istraživanja otkiva nove vrste. Ovaj biospeleološki bogat i zanimljiv objekt potrebno je dalje sustavno istraživati i nadzirati kako bismo uz taksonomiju obuhvatili biologiju i ekologiju vrsta.

Zahvale

Projekt „Biospeleološki monitoring Manite peći na području NP Paklenica“ financirao je Nacionalni park Paklenica. Zahvaljujemo svim zaposlenicima Parka što su nam izišli ususret tijekom istraživačkih aktivnosti. Također, zahvaljujemo svim prijateljima koji su sudjelovali na terenskom radu i/ili laboratorijskoj obradi faune (abecednim redom): Jana Bedek, Tamara Čuković, Anđela Čukušić, Dajana Hmura, Branko Jalžić,



Udio pojedinih skupina beskraljivaca zabilježenih u Manitoj peći

Marko Lukić, Kazimir Miculinić, Roman Ozimec i Martina Pavlek. Iskreno se zahvaljujemo i Srećku Božičeviću, koji nam je ustupio nacrt špilje na korištenje.

Literatura:

BOŽIČEVIĆ S. (1957): Pećine Paklenice. Arhiv konzervatorskog zavoda Hrvatske, Zagreb.

BOŽIČEVIĆ S. (1995): Značenje speleoloških pojava na području Paklenice u Velebitu. Paklenički zbornik 1, 307-311.

CULVER D. C. & SKET B. (2002): Biological Monitoring In Caves. Acta Carsologica 31, 55-64.

ĆURČIĆ, B. P. M. (1988): Cave dwelling pseudoscorpions of the Dinaric karst. Razprave IV razreda SAZU 26, 1-191.

DEELEMEN-REINHOLD C. L. (1983): The genus *Histoipona* Thorell (Araneae, Agelenidae) with description of two new cave-dwelling species. Memoires de biospeleologie 10, 325-337.

DEELEMEN-REINHOLD C. L. (1965): Contribution a la connaissance du genre *Asselus* en Yougoslavie et en Turquie. Zoologische Mededelingen 40, 151-170.

GOLF L. (1929): Razvoj turizma (planinarstva, saobraćaja putnika) u Dalmaciji. Primorsko planinarsko društvo „Dinara“ u Splitu, Split.

KARAMAN G. (1989): *Bogidiella sketi*, new freshwater species of the family Bogidiellidae from Dalmatia (Yugoslavia) with remarks to some other *Bogidiella* species. Poljoprivreda i šumarstvo 35, 49-60.

POLJAK J. (1929): Pećine okolice Ogulina, Velike Paklenice i Zameta. Rasprave Geološkog instituta kraljevine Jugoslavije, svezak V., Beograd.

POSARIĆ J. (1995): Špilja Manita peć, turističko uređenje i zaštitne mjere. Paklenički zbornik 1, 313-319.

RUŽIĆ Đ. (1929): Manita peć. Hrvatski planinar 6.

WANG C. & LI S. (2010): Two new species of the spider genus *Cataleptoneta* from Balkan Peninsula (Araneae, Leptonetidae). Zootaxa 2730, 57-68.

Smjernice za monitoring faune u turistički uređenim špiljama:

- Postavljanje trajnih mjerenih uređaja (eng. data logger) za temperaturu i vlagu koji bi mogli utvrditi eventualne promjene u navedenim čimbenicima uvjetovane turističkim posjetima.
- Tijekom istraživanja potrebno je provesti dovoljnu količinu vremena na pregledavanju špiljskih mikrostaništa i bilježiti sve sakupljene organizme. Cuver i Sket (2002) preporučuju minimalno 100 minuta po istraživaču, čak i za malene speleološke objekte.
- Korištenje metode živolovki i atraktanata korisno je radi utvrđivanja prisutnosti pojedinih svojti, ali treba biti oprezan prilikom kvantifikacije dobivenih rezultata.
- Uz praćenje prisutnosti i brojnost troglobionata i stigobionata, posebnu pažnju valja usmjeriti na pojavu troglofilnih organizama, što potencijalno ukazuje na negativne promjene koje bi mogle dovesti od izumiranja pojedinih špiljskih vrsta.
- Sprečavanje nastanka i uklanjanje lampenflore, koja narušava estetski dojam špilje, ima negativan utjecaj na supstrat i dovodi do povlačenja špiljske faune.



Troglobiontni puž *Zospeum* sp. Foto: Kazimir Miculinić

TOURIST CAVES AND THEIR EFFECT ON FAUNA – AN EXAMPLE FROM MANITA PEĆ IN PAKLENICA NATIONAL PARK

Tourist caves have a great economical importance for the area where they are situated and are often used to promote caving. During exploration of a cave it is important to find the balance between economic gain and protection of natural values. True cave animals are very sensitive to any changes of ecological factors, temperature, moisture, air circulation etc. Human activity in caves can have an extremely negative effect and even cause the extinction of local populations. Due to the complexity of cave systems there is no unique method for monitoring cave fauna so every cave should be approached individually. Despite that, during implementation of monitoring it is necessary to spend enough time to collect fauna and to conduct a detailed analysis of the composition of fauna in regard to the ecological adaptation of animals to the underground conditions. Respective research have determined rich and diverse fauna, as well as new animal taxa inhabiting Manita peć. This highlights the considerable biospeleological importance of the cave and the necessity to continue systematic research and monitoring the cave fauna of Manita peć.