Biospeleologija Dugog otoka

Tvrtko Dražina[1,2], Jana Bedek[2], Kristijan Cindrić[2], Dora Hlebec[1,2], Branko Jalžić[2], Lucija Kauf[2,3], Ana Komerički[2], Marko Lukić[2,4], Martina Pavlek[2,3], Ivana Šantek[2], Nikola Tvrtković[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb
[2]Hrvatsko biospeleološko društvo, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb
[3]Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb
[4]Hrvatski prirodoslovni muzej, Zoološki odjel, Demetrova 1, 10 000 Zagreb

Kratki povijesni pregled biospeleoloških istraživanja

Biospeleološka istraživanja Dugog otoka započinju na istome mjestu i istovremeno kao i speleološka – u Strašnoj peći. Naime, krajem 19. stoljeća, točnije 1899. godine, u Zadru se osniva Planinarsko turističko društvo „Liburnija“, a godinu dana kasnije osnovana je i speleološka sekcija pri PTD „Liburnija“. Prve akcije članova speleološke sekcije bile su usmjerene na istraživanje Strašne peći, a u tome su sudjelovali Josef (Giuseppe) Müller i Petar Novak, mladi entomolozi, koji će u budućnosti postati eminentni znanstvenici. Novak i Müller u rujnu 1900. godine prikupljaju faunu Strašne peći, a na temelju toga materijala već 1901. godine Müller opisuje novi rod i vrstu podzemnog kornjaša iz porodice Leiodidae *Spelaeobates novaki* Müller, 1901. U sljedećih gotovo 100 godina Strašna peć ostaje skoro jedini speleološki objekt kojega posjećuju biolozi u potrazi za faunom. Iako je bilo istraživanja i u drugim špiljama i jamama otoka u tom razdoblju, podatci nisu publicirani, odnosno dostupni. Početkom 21. stoljeća članovi Biospeleološke sekcije Udruge studenata biologije – BIUS te članovi Hrvatskog biospeleološkog društva (HBSD) u više navrata posjećuju i prikupljaju faunu u špiljama i jamama Dugog otoka. Kao rezultat ovih istraživanja proizašao je opis nove vrste jednakonožnog raka *Alpioniscus drazinai* Bedek, Gottstein & Taiti, 2019. iz Strašne peći (Bedek i sur., 2019), kratki pregledni rad s inventarizacijom faune špilja i jama Dugog otoka (Dražina i sur., 2019), te jedan dodiplomski završni rad izrađen na Biološkom odsjeku Prirodoslovno- matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Kauf, 2019).



Slika 1a. Josef (Giuseppe) Müller, 1923. godina. Foto: A. Penko



Slika 1b. Petar Novak (arhiva Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, uz velike zahvale Dariji Ćaleti i Marijani Vuković).

Analiza faune špilja i jama Dugog otoka

U špiljama i jamama nalazimo vrlo raznoliku faunu beskralježnjaka. Ovisno o njihovu stupnju prilagodbe podzemnim staništima, možemo ih podijeliti u tri ekološke skupine:

- troglobionti (Tb): kopneni organizmi koji su potpuno prilagođeni životu u podzemlju i jedino tamo obitavaju
- troglofili (Tf): kopneni organizmi koji mogu uspješno naseljavati podzemna staništa i u njima provesti cijeli ili dio životnog ciklusa, ali nisu obvezni na podzemlje i sposobni su cijeli životni ciklus provesti u nadzemnim staništima
- troglokseni (Tx): kopneni organizmi koji slučajno zalaze u podzemna staništa te nemaju prilagodbe za život u podzemlju.

Također, u podzemlju često nalazimo i tipične predstavnike faune tla (edafska fauna – Ed). Za pojedine svojte nije moguće sa sigurnošću odrediti njihov ekološki status pa su ti nalazi označeni znakom upitnika (?). U podzemnim vodenim staništima, životinje dijelimo na sličan način, pri čemu se prefiks troglo- mijenja sa stigo-, pa tako postoje stigobionti (Sb), stigofili (Sf) i stigokseni (Sx).

Recentnim istraživanjima (od 2017. do 2025. godine), kao i pregledom literature o špiljama i jamama Dugog otoka, utvrdili smo raznoliku faunu iz skupina: Gastropoda (puževi), Araneae (pauci), Pseudoscorpiones (lažištipavci), Scorpiones (štipavci), Palpigradi (paučnjačići), Opiliones (lažipauci), Acariformes (grinje), Isopoda (jednakonožni rakovi), Amphipoda (rakušci), Decapoda (deseteronošci), Chilopoda (strige), Diplopoda (dvojenoge), Collembola (skokuni), Diplura (dvorepci), Archaeognatha, Orthoptera (ravnokrilci), Psocoptera (grizlice), Diptera (dvokrilci) i Coleoptera (kornjaši).

U nastavku je detaljan osvrt na skupine koje su taksonomski određene do nižih sistematskih kategorija.

Puževi (Gastropoda)

Porodica Clausiliidae

1. *Delima* sp. Tx

Porodica Cochlostomatidae

2. *Cochlostoma scalarinum scalarinum* (Villa, 1841) Tx

Porodica Ellobiidae

3. *Zospeum spelaeum* (Rossmässler, 1839) Tb

Porodica Gastrodontidae

4. *Aegopinella nitens* (Michaud, 1831) Tx

U speleološkim objektima Dugog otoka pronađene su ukupno četiri svojte kopnenih puževa (Gastropoda). Najvredniji je nalaz troglobiontnog puža *Zospeum spelaeum*. Riječ je o prvom nalazu ove vrste i roda na otoku. Kućice su pronađene u špilji Veli Badanj. Vrsta *Z. spelaeum* opisana je iz podzemlja Slovenije, a u Hrvatskoj je najbliže zabilježeno nalazište ove vrste u Istri i na otoku Cresu (Slapnik i Ozimec, 2004; Inäbnit i sur., 2019). Potrebno je posjetiti Veli Badanj za vrijeme vlažnijeg doba godine i pokušati pronaći žive jedinke za detaljniju anatomsku i molekularnu analizu te radi potvrde statusa vrste. Od ostalih nalaza na ulaznim dijelovima zabilježene su trogloksenske svojte *Cochlostoma scalarinum scalarinum*, *Aegopinella nitens* i *Delima* sp., koje su otprije zabilježene za Dugi otok (Štamol, 2004).

Pauci (Araneae)

Porodica Agelenidae	
5. *Tegenaria* sp.	Tx?
Porodica Amaurobidae	
6. *Amaurobius erberi* (Keyserling, 1863)	Tx
Porodica Linyphiidae	
7. *Asthenargus bracianus* (Miller, 1938)	Tf
8. *Centromerus* sp.	?
9. Gen. sp.	Tf?
10. *Moebelia* sp.	?
11. *Palliduphantes istrianus* (Kulczyński, 1914)	Tf
Porodica Nesticidae	
12. *Kryptonesticus eremita* (Simon, 1880)	Tf
Porodica Pholcidae	
13. *Holocnemus pluchei* (Scopoli, 1763)	Tf
14. *Pholcus phalangoides* (Fuesslin, 1775)	Tf
15. *Spermophora senoculata* (Dugès, 1836)	Tf
Porodica Salticidae	
16. Gen. sp.	Tx
Porodica Scytodidae	
17. *Scytodes thoracica* (Latreille, 1802)	Tx
Porodica Tetragnathidae	
18. *Metellina merianae* (Scopoli, 1763)	Tf

Ukupno je sakupljeno 14 svojti pauka, od čega je osam troglofila i četiri trogloksena, a za dvije svojte nije moguće jasno odrediti kojoj ekološkoj skupini pripadaju. Niti jedna svojta nije troglobiontna.

Najveći udio među nalazima čine pauci iz porodice Nesticidae. Utvrđena je jedna troglofilna vrsta, *Kryptonesticus eremita*, a juvenilni nalazi te porodice vjerojatno pripadaju istoj vrsti. Tipičan je predstavnik špiljske faune toplijega dijela Hrvatske, tj. prisutna je u velikom broju u većini do sada istraženih špilja. Vrsta je inače rasprostranjena po cijeloj srednjoj i južnoj Europi i Turskoj te je zabilježena na Novom Zelandu gdje je unesena ljudskom aktivnošću.

Iz porodice Tetragnathidae zabilježena je troglofilna vrsta *Metellina merianae.* Odrasle ženke ove vrste mogu biti velike do 12 mm što ju čini jednim do većih pauka koje pronalazimo u podzemlju Dinarida. Pauci iz ovoga roda veći dio života provode u zatamnjenim i zaklonjenim prostorima, a često u ulaznim, ali i dubljim dijelovima speleoloških objekata. Vrsta je rasprostranjena po cijeloj Europi.

U Jami u Čušćici pronađena je jedna jedinka trogloksene vrste *Scytodes thoracica* iz porodice Scytodidae. Vrsta je rasprostranjena po cijelome svijetu, a pripadnici te porodice ne pletu mreže za lov već imaju jedinstvenu sposobnost pljuvanja otrovne, ljepljive mase na svoj plijen čime ga imobiliziraju. Specifičnog su crno-žutog obojenja i veličine do 5 mm.

U istom objektu sakupljen je i jedan troglokseni primjerak iz porodice Salticidae, najbrojnije porodice pauka na svijetu.

Linyphiidae su druga najbrojnija porodica pauka na svijetu s čak 1233 svojte zabilježene u Europi, od kojih se 222 smatra troglofilima ili troglobiontima (Mammola i sur., 2017). U speleološkim objektima Dugog otoka porodica je zastupljena s čak pet svojti. Najzanimljiviji nalaz iz porodice Linyphiidae jest *Asthenargus bracianus*, troglofilna vrsta sakupljena u jami Stržna. Opisana je iz špilje na otoku Braču (Miller, 1938), rasprostranjena je u jugoistočnoj Europi, Austriji i Italiji (Nentwig, 2025), ali se ne nalazi baš često. Druga troglofilna vrsta *Palliduphantes istrianus* opisana je iz Druzi špilje u Italiji, a rasprostranjena je po cijelom jugoistoku Europe. Jedna svojta iz ove porodice nije određena čak ni do razine roda jer vjerojatno pripada nekadašnjem rodu *Lepthyphanes* iz kojeg su izdvojeni brojni novi rodovi čije je određivanje jako problematično te zahtijeva opsežnu analizu. Također, zbog nedostatka kvalitetnih determinacijskih ključeva i nedovoljnoj istraženosti ove porodice na području Hrvatske određivanje ostalih dviju svojti iz porodice Linyphiidae otežano je.

Iz porodice Pholcidae prisutne su tri troglofilne vrste, sve tri rasprostranjene u većini europskih zemalja (Nentwig, 2025). Vrste *Holocnemus pluchei* i *Pholcus phalangoides* relativno su česte na ulazima u speleološke objekte. Odrasli primjerci uglavnom su po zidovima kanala, juvenilne jedinke često rade mreže među kamenjem na podu, a prepoznatljivi su po iznimno dugim i tankim nogama. *Spermophora senoculata* značajno je manja od prethodnih dviju vrsta. Nije nativna za Europu, već je unesena s Bliskoga istoka te se polako širi prema sjeveru (Nentwig, 2025). Utjecaj na lokalnu faunu nije poznat.

Potencijal za pronalazak troglobiontnih pauka svakako postoji. Prije svega, za očekivati je da je nova (neopisana) vrsta iz roda *Mesostalita*, koja je zabilježena unutar NP Kornata, prisutna i na Dugom otoku.



Slika 2. Troglofilni pauk *Kryptonesticus eremita*. Foto: Martina Pavlek

Lažištipavci (Pseudoscorpiones)

Porodica Chthoniidae

19. *Chthonius litoralis* Hadži, 1933	Tf
20. *Ephippiochthonius* sp.	Tb (?)

Porodica Neobisiidae

21. *Roncus* sp.	Tf

U dosadašnjim biospeleološkim istraživanjima Dugog otoka zabilježene su tri svojte lažištipavaca (Pseudoscorpiones). Na lokalitetima Stržna i Špilja na Koženjaku sakupljene su dvije juvenilne jedinke roda *Ephippiochthonius*. Sakupljeni primjerci najvjerojatnije predstavljaju novu vrstu za znanost, no za potvrdu determinacije potrebno je sakupiti dodatan materijal. Primjerci su izuzetno mali, veličine oko 1 mm (što je neuobičajeno za rod) i troglomorfnog karaktera (reduciranih očiju, slabo pigmentirani i produženih tjelesnih nastavaka). U špilji Čelinjak sakupljena je juvenilna jedinka roda *Roncus*.

U Stržni i Jami u Čušćici, sakupljena su dva primjerka vrste *Chthonius litoralis* koja je i opisana s Dugog otoka i to prema nalazima u nadzemnim staništima. Prisutnost u podzemnim staništima ukazuje na troglofilni karakter vrste. Dugi otok također je tipski lokalitet za vrstu *Chthonius dalmatinus* (Hadži, 1933). Sakupljanjem dodatnog materijala, posebno u ulaznim dijelovima špilja i jama, te primjenom molekularnih metoda omogućilo bi se razrješavanje taksonomskih odnosa među spomenutim vrstama i srodne vrste *Chthonius ischnocheles* (Hermann, 1804), koja ima distribuciju na srednjedalmatinskim i južnodalmatinskim otocima (Beier, 1963).



Slika 3. Lažištipavac *Chthonius litoralis*, Jama u Čušćici. Foto Tvrtko Dražina

Štipavci (Scorpiones)

Porodica Euscorpiidae

22. *Euscorpius aquilejensis* (C. L. Koch, 1837) Tf

U Podslotinjaku zabilježena je, i molekularno okarakterizirana, troglofilna vrsta *Euscorpius aquilejensis* (Podnar i sur., 2021), koja odgovara opisu i crtežu štipavca nađenom u Strašnoj peći i jednom edafskom lokalitetu na otoku (Hadži, 1930). Zanimljivo je da je nalaz iz Strane peći prvi dokumentirani troglofilni škorpion iz podzemlja Hrvatske. Na Dugom otoku dosad su pronađene ukupno tri vrste škorpiona: *E. aquilejensis*, *E. italicus* i svojta iz kriptične skupine *E. tergestinus*.

Paučnjačići (Palpigradi)

Porodica Eukoeneniidae

23. *Eukoenenia* sp. Tb

Paučnjačići (Palpigradi) red su jako sitnih paučnjaka koji imaju dugi tanki bič na kraju tijela. Veličine su do 1,5 mm s bičem. U Europi je prisutan samo jedan rod, *Eukoenenia*, a u Hrvatskoj su zabilježeni samo u speleološkim objektima. Na Dugom otoku prikupljena je samo jedna jedinka – u špilji s jamskim ulazom Veli Badanj.



Slika 4. Paučnjačić roda *Eukoenenia*. Foto: Tin Rožman

Jednakonožni rakovi (Isopoda)

Porodica Agnaridae

24. *Orthometopon* sp.	Tx

Porodica Armadillidiidae

25. *Armadillidium* sp.	Tx

Porodica Philoscidae

26. *Chaetophiloscia* sp.	Tx
27. *Philoscia* sp.	Tx

Porodica Trachelipodidae

28. *Trachelipus* sp.	Tx

Porodica Trichoniscidae

29. *Alpioniscus drazinai* Bedek, Gottstein & Taiti, 2019	Tb
30. *Trichoniscus simplicifrons* Verhoeff, 1901	Tf?
31. *Haplophthalmus* sp.	Ed

Porodica Porcellionidae

32. *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833)	Tx

Jednakonožni rakovi sakupljeni su u 15 speleoloških objekata i utvrđeno je devet različitih svojti. Vrsta *Alpioniscus drazinai* jedini je utvrđeni troglobiont, u potpunosti prilagođen na špiljska staništa, te bez pigmenta i očiju. Endem je Hrvatske, a prema dostupnim podatcima rasprostranjen je na Dugom otoku (Bedek i sur., 2019) i otoku Piškeri (Kornatsko otočje, Čuković Malenica i sur., 2020). Ovim istraživanjem vrsta je potvrđena u Ćirovoj jami, Jami na Jamnjaku, Jami u Čušćici, Podslotinjaku i u Velom Badanju. U Jami u Lučici i špilji Čelinjak zabilježene su juvenilne jedinke iz navedenog troglobiontnog roda *Alpioniscus*, ali za potvrdu o kojoj se točno vrsti radi potrebno je prikupiti odrasle, spolno zrele jedinke. Ostale zabilježene svojte jednakonožnih rakova nemaju prilagodbe na podzemna staništa te smo ih kategorizirali kao trogloksene i/ili edafske predstavnike. Izdvojili bismo edafsku vrstu roda *Haplophthalmus* koja je sakupljena u nekoliko špilja i jama Dugog otoka. Do sada je svojta utvrđena na Kornatima te vjerojatno predstavlja novu vrstu za znanost, što je potrebno potvrditi daljnjom taksonomskom analizom. Također, za Dugi otok zabilježena je trogloksena vrsta *Trichoniscus simplicifrons*, koja je u Hrvatskoj utvrđena na Biokovu te na Kornatima, a rasprostranjena je i u Italiji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori te Srbiji. Budući da je česta u speleološkim objektima te ima relativno velike populacije, moguće je da je vrsta troglofilna.

Rakušci (Amphipoda)

Porodica Niphargidae

33. *Niphargus hebereri* Schellenberg, 1933	Sb
34. *Niphargus* sp.	Sb

Stigobiontni rakušci roda *Niphargus* pronađeni su u četiri jame: Bunar jama kod Sakaruna, Jama s vodom kod sela Luka, Jamina i Stržna. Navedene jame ujedno su i anhijalini objekti, tj. jame s podzemnom vodom u kojoj salinitet oscilira od gotovo slatke vode na površini do potpuno morske na dnu. U Jami s vodom kraj sela Luka prisutne su dvije svojte navedenog roda, sitni rakušac *Niphargus hebereri* veličine 8 – 10 mm, i znatno veća vrsta (do 30 mm), koja morfološki i po arealu odgovora svojti *Niphargus pectencoronatae* Sket et Karaman, 1990. Slična fauna rakušaca zabilježena je i u ostalim anhijalinim objektima Dugog otoka, ali je potrebno provesti detaljnije morfološke i molekularne analize kako bi se mogli sa sigurnošću potvrditi statusi vrsta.



Slika 5. Jednakonožni rak *Alpioniscus drazinai*, endem Dugog otoka i kornatskog arhipelaga. Foto: Jana Bedek



Slika 6. Špiljske kozice roda *Troglocaris*. Foto: Vedran Jalžić

Deseteronošci (Decapoda)

Porodica Atyidae

33. *Troglocaris anophthalmus periadriatica* (Jugovic, Jalžić, Prevorčnik & Sket, 2012) Sb

Podzemna kozica *Troglocaris anophthalmus periadriatica* je pronađena u jami Jamina. To je novi nalaz za otok, a najbliži poznat lokalitet ove podvrste na otoku je Ugljanu. Navedena svojta nastanjuje široko područje uz jadransku obalu, od Otočca u Lici na sjeverozapadu do jugoistočno od Trebinja u Bosni i Hercegovini na jugoistoku (Jugović i sur., 2012). Otočni nalazi rijetki su i vrsta je zabilježena do sada jedino na Ugljanu, Braču i Korčuli. Važno je napomenuti da su u boćatom vodenom tijelu na dnu Jame kod sela Luka uočene podzemne kozice, ali do sada nisu prikupljeni uzorci.

Strige (Chilopoda)

Red Lithobiomorpha

Porodica Lithobiidae

34. *Lithobius* sp. Tf

35. *Eupolybothrus* cf. *herzegowinensis* Tf

Red Scutigeromorpha

Porodica Scutigeridae

36. *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) Tx

Tijekom biospeleoloških istraživanja na Dugom otoku zabilježene su tri svojte striga (Chilopoda) u sedam speleoloških objekata. U Zapadnom Tetićevom poratu pronađena je juvenilna jedinka vrste *Scutigera coleoptrata*, poznata kao kućna striga. Ova je vrsta široko rasprostranjena na sjevernoj hemisferi po kojoj se proširila antropogenim utjecajem. Nekada je nalazimo u ulaznim dijelovima špilja, iako je trogloksena i nije prilagođena na život u špiljama.

Druge dvije svojte pripadaju redu Lithobiomorpha, vrstama najbrojnijem redu striga u Hrvatskoj (Komerički, 2008). Svojta *Lithobius* sp. pronađena je u pet od sedam speleoloških objekata: Jama iznad Ponoćne premijere, Jama u Lučici, Čelinjak, Stržna i Jama pod Velim krugom. Radi se o svojti koja pripada nekadašnjem podrodu *Monotarsobius*, koje karakterizira jednodijelni tarsus. Pripadnici ovog nekadašnjeg podroda spadaju među najmanje pripadnike roda *Lithobius*, i svojta zabilježena u speleološkim objektima Dugog otoka ima samo 3 – 4 ocele, te vjerojatno živi u plićim slojevima tla. Da bi se točno utvrdilo o kojoj se vrsti radi, potrebna je daljnja taksonomska obrada.

Najzanimljiviji nalaz u speleološkim objektima Dugog otoka nalaz je *Eupolybothrus* cf. *herzegowinensis*. Radi se o vrsti roda velekamenjarki koja jako sliči vrsti *E. herzegowinensis*, no potrebna je daljnja analiza da bi se to sa sigurnošću tvrdilo. Zabilježena je u Jami iznad Ponoćne premijere, Ćirovoj jami i Jami u Lučici. Navedena je vrsta prvi put opisana 1900. godine iz Hercegovine i Dalmacije (Verhoeff, 1900), tijekom 70-ih godina 20. stoljeća pronađena je i na otocima Hvaru i Braču te na poluotoku Pelješcu, no otada nije zabilježena u Hrvatskoj (Eason, 1983). Rasprostranjena je i u Crnoj Gori i Albaniji, a poput svih ostalih velekamenjarki vršni je grabežljivac koji se hrani sitnijim beskralješnjacima i živi u vlažnim uvjetima. Svojta s Dugog otoka pokazuje morfološki viši stupanj prilagodbe na podzemna staništa, poput većeg broja članaka antena, dužih zadnjih nogu, no tek će molekularne analize potvrditi radi li se o novoj vrsti ili samo o novim lokalitetima za vrstu *E. herzegowinensis*. Ista svojta zabilježena je i nedavnim istraživanjima u speleološkim objektima na području NP Kornati (Čuković Malenica i sur., 2020).

Dvojenoge (Diplopoda)

Red Glomerida
Porodica Glomeridae
37. *Glomeris pulchra* C. L. Koch, 1847 Tx

Red Julida
Porodica Julidae
38. *Cylindroiulus boleti* (C. L. Koch, 1847) Tx
39. *Leptoiulus trilineatus* (C. L. Koch, 1847) Tx

Red Polydesmida
Porodica Paradoxosomatidae
40. *Metonomastus albus* (Verhoeff, 1901) Tf

Porodica Polydesmidae
41. *Brachydesmus* sp. ?

Porodica Trichopolydesmidae
42. Gen. nov. (?) sp. nov. Tb

Od stonoga iz razreda dvojenoga (Diplopoda) zabilježeno je šest svojti. U osam špilja i jama na Dugom otoku prikupljene su edafske, prvenstveno trogloksenske vrste, *Glomeris pulchra*, *Cylindoiulus boleti* i *Leptoiulus trilineatus*. Sve tri vrste u ranijim su prirodoslovnim istraživanjima utvrđene za Dugi otok (Attems, 1930).



Slika 7. Nova svojta troglobiontne dvojenoge iz porodice Trichopolydesmidae, iz špilje Veli Badanj. Foto: Tvrtko Dražina



Slika 8. Guglasta dvojenoga *Glomeris pulchra* u obrambenom položaju, Špilja na Koženjaku. Foto: Tvrtko Dražina

Dvojenoga *G. pulchra* česta je vrsta mediteranskih dijelova Hrvatske, a zabilježena je i u Italiji, Sloveniji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Albaniji (Kime i Enghoff, 2011). Zanimljivo je istaknuti kako *G. pulchra* i *L. trilineatus* imaju transjadransku rasprostranjenost, s tim da *L. trilineatus* ima još veći areal te je zabilježena u južnim Alpama i jugoistočnoj Europi (Kime i Enghoff, 2017). Vrsta *C. boleti* zabilježena je na području središnje i jugoistočne Europe (Kime i Enghoff, 2017), a sve tri vrste u mediteranskim dijelovima areala česte su u speleološkim objektima te time potencijalno imaju troglofilni karakter.

Tijekom istraživanja u 2025. godini u špiljama Petnica i Čelinjak te u Jami iznad Ponoćne premijere utvrđena je vrsta *Metonomastus albus*. To je prvi nalaz ove troglofilne vrste za Dugi otok. Rasprostranjena je u sjeverozapadnoj Italiji, obalnom području Hrvatske te u Hercegovini.

Zanimljiv je nalaz roda *Brachydesmus* u Jami u Lučici i Jami pod Velim krugom. Dosadašnjim istraživanjima prikupljene su samo juvenilne jedinke te je potreban dodatni materijal spolno zrelih dvojenoga kako bi se moglo utvrditi o kojoj se točno vrsti radi. To je prvi podatak za rod *Brachydesmus* za Dugi otok.

Izrazito je značajan nalaz vrpčaste dvojenoge iz porodice Trichopolydesmidae u Velom Badnju i Strašnoj peći. Radi se o potencijalno novom rodu i sigurno novoj vrsti za znanost, a nedavnim istraživanjima pronađena je u nekim speleološkim objektima NP Kornata (Čuković Malenica i sur., 2020). Ova svojta pripada posebnoj filetičkoj liniji unutar porodice Trichopolydesmidae koja nastanjuje podzemna staništa Dinarida (Dražina i Antić, 2025, Strasser, 1959, 1966), a 2014. godine opisana su čak tri monotipska roda koja su srodna ovoj vrsti: *Velebitodesmus* s Velebita, *Solentanodesmus* s otoka Šolte i srednje Dalmacije te *Balkanodesmus* s Biokova (Antić i sur., 2014).

Skokuni (Collembola)

Red Neelipleona
Porodica Neelidae
43. *Neelus* sp. ?

Red Poduromorpha
Porodica Onychiuridae
44. Onychiuridae gen.sp. ?

Porodica Hypogastruridae
45. Hypogastruridae gen. sp. ?

Red Entomobryomorpha
Porodica Oncopoduridae
46. *Oncopodura* sp. ?

Porodica Entomobryidae
47. *Pseudosinella* sp. Tb
48. *Lepidocyrtus* sp. Tx
49. Entomobryidae gen. sp. Tx

Porodica Orchesellidae
50. *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835) Tf

Porodica Paronellidae
51. *Troglopedetes* sp. Tb



Slika 9. Skokuni vrste *Heteromurus nitidus* se hrane guanom šišmiša. Foto: Jana Bedek



Slika 10. Troglobiontni skokun roda *Troglopedetes*. Foto: Marko Lukić

Dosadašnjim istraživanjima na Dugom otoku skokuni su sakupljeni u 12 speleoloških objekata. Utvrđeno je devet različitih svojti od čega se za dvije svojte može sa sigurnošću reći da su troglobionti, jedna troglofil te dvije troglokseni. Za ostale svojte koje je potrebno dodatno taksonomski obraditi trenutno nije moguće odrediti kojoj ekološkoj skupini pripadaju. Ovi nalazi ujedno predstavljaju i prve objavljene podatke za faunu skokuna Dugog otoka.

Najučestalija svojta skokuna je troglobiontna vrsta iz roda *Troglopedetes* koja je pronađena u šest speleoloških objekata. Ovaj rod naseljava speleološke objekte gotovo cijelih Dinarida, međutim, do sada je opisana samo jedna vrsta, *Troglopedetes pallidus* (Absolon, 1907) iz Hotiške ponikve u Sloveniji (Absolon, 1907). Rezultati preliminarne molekularne analize ukazuju da populacija ovoga roda s Dugog otoka najvjerojatnije predstavlja novu vrstu za znanost, međutim, potrebna je daljnja taksonomska obrada za potvrdu. Druga troglobiontna svojta pripada rodu *Pseudosinella*, od koje je utvrđen samo jedan juvenilni primjerak u speleološkom objektu Veli Badanj. Od troglofilnih skokuna utvrđena je vrsta *Heteromurus nitidus* koja je široko rasprostranjena u nadzemnim staništima, ali i u speleološkim objektima Dinarida i ostatka Europe gdje često tvori brojne i stabilne populacije (Lukić i sur., 2020). Od učestalijih nalaza izdvajaju se skokuni iz porodice Onychiuridae utvrđeni u pet speleoloških objekata. Njihova taksonomska obrada, kao i obrada drugih, uglavnom pojedinačnih, nalaza skokuna iz speleoloških objekata Dugog otoka u tijeku je.

Ravnokrilci (Orthoptera)

Porodica Rhaphidophoridae

52. *Troglophilus* sp. Tf

U nekoliko špilja i jama Dugog otoka zabilježene su juvenilne jedinke troglofilnih ravnokrilaca roda *Troglophilus*. Za potvrdu vrste potrebno je prikupiti odrasle, spolno zrele jedinke, a za očekivati je da se radi

o vrsti običnog špiljskog konjica, *Troglophilus cavicola* (Kollar, 1833). To je najšire rasprostranjena noćna vrsta roda *Troglophilus* u Europi. Nastanjuje šumska staništa (danju se sklanja u dupljama i na drugim skrovitim mjestima), ali je čest i u svim vrstama podzemnih skloništa. U Hrvatskoj je rasprostranjen u sjeverozapadnom dijelu (od Ćićarije do planina Hrvatskoga zagorja), u niskom kršu Korduna i Banije, na planinama Dinarida (nađena je i na planinskim vrhovima, npr. na Velikom Zavižanu), ali i na nekim otocima Jadranskoga mora. U sredozemnim staništima dosadašnji nalazi ove vrste isključivo su u špiljama (Karaman i sur., 2011).

Kornjaši (Coleoptera)

Porodica Leiodidae

53. *Phaneropella lesinae* (Reitter, 1881)	Tf
54. *Spelaeobates novaki* Müller, 1901	Tb

Ukupno su zabilježene dvije vrste iz porodice podzemljara (Leiodidae) na Dugom otoku. Troglofilna vrsta *Phaneropella lesinae* zabilježena je u jami Podslotinjak i Jami na Jamnjaku. Ova vrsta ima transjadransko rasprostranjenje (Casale i sur., 1991), dolazi na području Hrvatske (Dalmacija) i Italije (Gargano), a opisana je s Hvara (Reitter, 1881). U jami Podslotinjak zabilježena je troglobiontna vrsta podzemljara, a vrlo vjerojatno radi se o vrsti *Spelaeobates novaki* opisanoj s Dugog otoka, iz Strašne peći (Müller, 1901). Ova je vrsta zabilježena na području Dugog otoka i Iža (Pretner, 1973).



Slika 11. Troglobiontna vrsta podzemljara *Spelaeobates novaki* iz špilje Strašna peć.. Foto: Helena Bilandžija

Zaključak

Biospeleološka istraživanja Dugog otoka potvrđuju iznimnu vrijednost njegova podzemnog svijeta. Posebno je značajna potvrda stabilnih populacija troglobiontnog jednakonožnog raka *Alpioniscus drazinai*, endema Dugog otoka i Piškere. Istraživanja su donijela i niz potencijalno novih svojti za znanost. Među njima se ističe moguća nova vrsta lažištipavca iz roda *Ephippiochthonius*, pronađena na više lokaliteta, potencijalno nova vrsta jednakonožnog raka iz roda *Haplophthalmus*, kao i potencijalno nova vrsta skokuna roda *Troglopedetes*. Zabilježene su i dvije zanimljive svojte striga (*Lithobius* sp. i *Eupolybothrus* cf. *herzegowinensis*), koje po nekim morfološkim karakteristikama odstupaju od dosad poznatih vrsta. Prvi je put za područje Parka prirode Telašćica i za cijeli otok utvrđena i dvojenoga roda *Brachydesmus*. Izrazito je vrijedan nalaz vrpčaste dvojenoge iz porodice Trichopolydesmidae u Velom Badnju i Strašnoj peći, koja vjerojatno predstavlja novi rod i novu vrstu za znanost. U anhijalinim jamama zabilježeni su i podzemni rakovi, među kojima se ističe nalaz podzemne kozice *Troglocaris anophthalmus periadriatica* u jami Jamina. Otočni nalazi ove podvrste iznimno su rijetki. U boćatim vodama anhijalinih jama uočene su i jedinke koje morfološki odgovaraju vrsti *Niphargus pectencoronatae*, no za potvrdu njihova statusa potrebna su dodatna istraživanja. Zabilježen je i rijedak nalaz paučnjačića (rod *Eukoenenia*) u špilji Veli Badanj, što dodatno potvrđuje specifičnost i slabu istraženost otočnog podzemlja. Sveukupno, biospeleološka istraživanja ukazuju da je podzemna fauna Dugog otoka još nedovoljno istražena. Brojni nalazi upućuju na mogućnost otkrića novih vrsta, čime otok zauzima važno mjesto u proučavanju podzemne bioraznolikosti hrvatskoga krša.

Literatura

- Absolon, K. (1907). Zwei neue Collembolen-Gattungen. Weiner Entomologische Zeitung 26, 335–343.
- Antić, D. Ž., Reip, H. S., Dražina, T., Rađa, T., Makarov, S. E. (2014). Three new monotypic genera of Trichopolydesmidae from Croatia, Balkan Peninsula (Diplopoda, Polydesmida). Zootaxa 3884(2), 101–121.
- Attems, C. (1930). Myriapoda. Prirodoslovna istraživanja sjevernodalmatinskog otočja I. Dugi otok i Kornati. Prirodoslovna istraživanja Kraljevine Jugoslavije 16, 40–41.
- Bedek, J., Gottstein, S., Taiti, S. (2019). Taxonomy of *Alpioniscus* (*Illyrionethes*): *A. magnus* and three new species from the Dinaric Karst (Isopoda: Oniscidea: Trichoniscidae). Zootaxa 4657, 483–502.
- Beier, M. (1963). Ordnung Pseudoscorpionidea (Afterskorpione). In: Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, Akademie-Verlag, Berlin, VI, pp. 313
- Casale, A., Giachino, P. M., Vailati, D., Rampini, M. (1991). Note sulla linea filetica di *Phaneropella* Jeannel, 1910 con descrizione di tre nuovi sottogeneri e di una nuova specie di Turchia (Coleoptera, Cholevidae, Bathysciinae*).* Natura bresciana: Annuario del Museo Civico di Storia Naturale di Brescia 26, 197–222.
- Čuković Malenica, T., Bedek, J., Bregović, P., Dražina, T., Komerički, A., Lukić, M., Pavlek, M., Rožman, T., Kutleša, P. (2020). Speleološka i biospeleološka istraživanja speleoloških objekata Nacionalnog parka Kornati 2019. Izvještaj projekta, Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb.
- Dražina, T., Dujmović, L., Bedek, J., Bregović, P., Cindrić, K., Kauf, L., Kutleša, P., Mišerić, I., Novina, P., Ozimec, R., Pavlek, M., Petrović, M., Rožman, T. 2019. Biospeleološka i speleološka istraživanja Dugog otoka. U: Hocenski, K., Mišerić, I. (ur.), Zbornik radova Istraživačko-edukacijskog projekta „Insula Tilagus 2017." Udruge studenata biologije-BIUS, 76–91.
- Dražina, T., Antić, D. (2025). Dinaric Trichopolydesmidae (Diplopoda: Polydesmida): monophyletic group of subterranean millipedes? U: Makarov, S., Antič, D. (ur.), 20th International Congress of Myriapodology. Knjiga sažetaka. Sveučilište u Beogradu, Biološki fakultet, 57.
- Eason, E. H. (1983). The identity of the European and Mediterranean species of Lithobiidae (Chilopoda) described by K. W. Verhoeff and now represented by material preserved in the British Museum (Natural History). Zoological Journal of the Linnean Society 77, 111–144.
- Hadži, J. (1930). Scorpiones. Prirodoslovna istraživanja sjevernodalmatinskog otočja I. Dugi otok i Kornati. Prirodoslovna istraživanja Kraljevine Jugoslavije 16, 53–64.
- Inäbnit ,T., Jochum, A., Kampschulte, M., Martels, G., Ruthensteiner, B., Slapnik, R., Nesselhauf, C., Neubert, E. (2019). An integrative taxonomic study reveals carychiid microsnails of the troglobitic genus *Zospeum* in the Eastern and Dinaric Alps (Gastropoda, Ellobioidea, Carychiinae). Organisms Diversity & Evolution 19 (2), 135–177.
- Jugović, J., Jalžić, B., Prevorčnik, S., Sket, B. (2012). Cave shrimps Troglocaris s. str. (Dormitzer, 1853), taxonomic revision and description of new taxa after phylogenetic and morphometric studies. Zootaxa 3421, 1–31.
- Karaman, I., Hammouti, N., Pavićević, D., Kiefer, A., Horvatović, M., Seitz, A. (2011). The genus *Troglophilus* Krauss, 1879 (Orthoptera: Rhaphidophoridae) in the west Balkans. Zoological Journal of the Linnean Society 163, 1035–1063.
- Kauf, L. (2019). Speleološki objekti i podzemna fauna Dugog otoka. Seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.
- Kime, R. D., Enghoff, H. (2011). Atlas of European Millipedes (Class Diplopoda). Volume 1. Orders Polyxenida, Glomerida, Platydesmida, Siphonocryptida, Polyzoniida, Callipodida, Polydesmida. Pentsoft Publishers, pp. 282.
- Kime, R. D., Enghoff, H. (2017). Atlas of European Millipedes 2: Order Julida (Class Diplopoda). European Journal of Taxonomy 346, 1–299.
- Komerički, A. (2008). Faunističke i biogeografske karakteristike striga (Chilopoda) na području Hrvatske s posebnim osvrtom na rod *Eupolybothrus*. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.
- Lukić, M., Delić, T., Pavlek, M., Deharveng, L., Zagmajster, M. (2020). Distribution pattern and radiation of the European subterranean genus *Verhoeffiella* (Collembola, Entomobryidae). Zoologica Scripta 49, 86–100.
- Mammola, S., Cardoso, P., Ribera, C., Pavlek, M., Isaia, M. (2017). A synthesis on cave-dwelling spiders in Europe. Zoological Systematics and Evolutionary Research, 1–16.
- Miller, F. (1938). Zwei neue Höhlenspinnen aus den Grotten Jugoslaviens. Festschrift Embrik Strand 4, 629–633.
- Müller, J. G. (1901). Beitrag zur Kenntnis der Höhlensilphiden. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 51, 16–33.
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Hänggi, A., Kropf, C. (2025). Spiders of Europe. Version 12.2025. Online at https://www.araneae.nmbe.ch, accessed on 10. 12. 2025. https://doi.org/10.24436/1

- Podnar, M., Grbac, I., Tvrtković, N., Hörweg, C., Haring, E. (2021). Hidden diversity, ancient divergences, and tentative Pleistocene microrefugia of European scorpions (Euscorpiidae: Euscorpiinae) in the eastern Adriatic region. Journal Of Zoological Systematics And Evolutionary Research 59, 1824–1849.
- Pretner, E. (1973). Koleopterološka fauna pećina i jama Hrvatske. Krš Jugoslavije 8, 101–239.
- Reitter, E. (1881). Neue und seltene Coleopteren im Jahre 1880 in Süddalmatien und Montenegro gesammelt und beschrieben. Deutsche entomologische Zeitschrift 25, 177–230.
- Slapnik, R., Ozimec, R. (2004). Distribution of the genus *Zospeum* Bourguignat 1856 (Gastropoda, Pulmonata, Ellobiidae) in Croatia. Natura Croatica 13, 115–135.
- Strasser, K. (1959). *Verhoeffodesmus* n.g., ein Höhlendiplopode aus Istrien (Polydesmoidea), Acta carsologica 2, 99–106.
- Strasser, K. (1966). Neue Diplopoden aus Höhlen Jugoslawiens. Senckenbergiana biologica 47, 379–398.
- Štamol, V. (2004). Terrestrial snails (Mollusca: Gastropoda terrestria) of the Telašćica Nature Park (Dugi otok, Croatia). Natura Croatica 13, 95–113.
- Verhoeff, K. W. (1900). Beiträge zur Kenntniss paläarctischer Myriapoden, XV. Aufsatz: Lithobiiden aus Bosnien, Herzogowina und Dalmatien, 1900. Berliner Entomologischer Zeitschrift 45, 153–179.