



Zbrega. Avtor: Jure Bevc, Merili Klemen Kramar, Matevž Marinko, Peter Mašič, Anže Nared, Behare Rexhepi, Jure Bevc. 2020

kamro, kjer so se raziskave zaenkrat končale. Veter izgine v razpoko, ki ji manjka nekaj udarcev s težkim predmetom, da bi postala prehodna.

O tej jami se splača razmisliti še malce tako, geografsko. Leži 150 metrov jugo-jugozahodno od vhoda v Prašni dol, na pomolu, ki se vije severno od konte Matajurc proti nižjeležeči Jurjevi konti, ki na kartah ni označena. Vhod je tik nad prepadom proti Jurjevi konti in naklonu pobočja sledi tudi strop v brezni. Konta je popolnoma zasuta, moje nestrokovno opažanje je, da je ledeniškega nastanka, pod njo pa mora biti zanimivo. Do tja bo sicer potrebnega še nekaj dela, jama je namreč na koncu zavila proti jugu, torej nazaj proti Matajurcu. Glede na prepah, ki se na Poljani umešča na drugo mesto, takoj za Rajžo, se splača poizkusiti.

Zbrega je trenutno dolga 179 metrov in globoka 88 metrov.

Na dveh akcijah so jo raziskovali: Anže N., Klemen, Pero, Matevž, Beki, Jure.

### Ester Premate

## ZNANSTVENA ČAJANKA V SLOVENSKIH JAMAH

»Tudi letos se nam obeta veliko terenskega dela in ne dvomim, da boste kmalu spet kaj slišali ali brali o udeleževanju društvenih (speleo)biologov.« S to povedjo sem v lanskoletni številki Glasu podzemlja zaključila prispevek o bioloških potepanjih po jamah. Seveda si nisem niti predstavljala, da bodo kmalu vsi načrtovani terenski izleti na Balkan padli v vodo, terensko delo doma pa bo zelo okrnjeno. Kljub omejitvam dela in druženja smo vseeno morali izvesti še dobršen del terenskih aktivnosti, ki so bile del projekta »čajne vrečke«, kakor smo ga ljubkovalno (no, ali pa racionalno) poimenovali. Projekt sem na kratko omenila že v prejšnjem GP-ju, marsikaj pa ste redni udeleženci sestankov lahko slišali tudi iz sprotnih poročil. Ne glede na to si projekt s polnim imenom Global analysis of litter decomposition dynamics

in the underground (ali v enostavnem prevodu: globalna analiza razgradnje organskih snovi v podzemlju) zaradi obsega in zahtevnosti terenskega dela nedvomno zasluži svoj prispevek, ki je pred vami.

K sodelovanju pri projektu so sodelavce iz Skupine za speleobiologijo na Biotehniški fakulteti povabili raziskovalci z Univerze v Kopenhagnu. Njihova zamisel je bila, da bi v več jamah po svetu spremljali stopnjo razgradnje organskih snovi s pomočjo relativno enostavne in enotne metode, o kateri malo več kasneje. Poskus so si sprva želeli postaviti tudi v eni izmed slovenskih jam, a je ta ideja kmalu prerasla skromen okvir. Vodje projekta so namreč poleg jam, razporejenih po svetu, vključili tudi jame, razporejene po višinskem gradientu na Tenerifih.

Ker imamo tudi pri nas primeren višinski gradient, ki ga za povrh še zelo pogosto obiskujemo, so kmalu tudi kaninske jame pristale na seznamu za čajno invazijo. Za Tenerife se bomo pa zmenili kdaj drugič ...

Dekompozicija in podzemlje  
Dekompozicija oziroma razgradnja organskih snovi v enostavnejše organske ali anorganske spojine je ključen proces, ki zagotavlja kroženje energije in hranil v ekosistemih. V razgradnjo odmrle biomase je vključenih ogromno različnih organizmov, ki živijo v prsti – od nevretenčarjev, kot so na primer gliste, pršice in skakači, do mikrobov. Hitrost dekompozicije je odvisna prav od njihovih združb, pa tudi od kemijske sestave snovi za razgradnjo in različnih okoljskih pogojev: temperature, vlažnosti, pH in



Pozorno branje natančnih navodil na prvem terenskem dnevu, posvečenemu čajnim vrečkam. Fotografija je nastala tik predno smo šle babe v P4. Foto: Jaka Flis



Zimski obisk Renejevega brezna. Zame tudi spoznavanje novih metod opremljanja, ker prvega pritrdišča zaradi več metrov snega nisem dosegla. Foto: David Škufca

tako naprej. Poznavanje stopnje dekompozicije je v zadnjem času, v luči podnebni sprememb, še posebej pomembno z vidika poznavanja kroženja ogljika v ekosistemih, saj je dekompozicija eden izmed največjih naravnih virov ogljikovega dioksida.

O dekompoziciji v podzemlju je, v nasprotju s »površinskimi« ekosistemi, znana zelo malo. Biotski in abiotski dejavniki, ki vplivajo na dekompozicijo, se v jamah precej razlikujejo od tistih na površju. Ravno zato je pričakovati, da bodo vplivi posameznih dejavnikov in stopnja dekompozicije v jamah drugačni. V študijah, ki so se do sedaj ukvarjale z dekompozicijo v jamah, so raziskovalci uporabili različne pristope in metode, zato rezultati po svetu med seboj niso

dobro primerljivi. Projekt Kopenhagenske univerze je bil zasnovan tako, da z izbiro metode omogoča ravno širšo primerljivost rezultatov, poleg tega pa bo po vsej verjetnosti poglobil naše poznavanje procesov dekompozicije v podzemlju.

#### Indeks čajnih vrečk

Ideja uporabe čajnih vrečk za študije dekompozicije je nastala pred desetletjem in dobila ime Tea Bag Index. Raziskovalci, ki so metodo razvili, so želeli vpeljati enostaven in poceni način za pridobivanje podatkov o stopnji dekompozicije rastlinskega materiala. Njihov končni cilj je izdelava globalnega zemljevida prsti in stopnje dekompozicije, ki bi potencialno lahko izboljšal klimatske modele, ki tovrstne podatke uporabljajo.

Metoda je v principu enostavna: stehaj čajno vrečko, skoplji luknjo, zakoplji čajno vrečko, označi mesto, čez nekaj mesecev odkoplji in zopet stehaj čajno vrečko. Razlika v masi je posledica delne razgradnje rastlinskega materiala v čajni vrečki, te vrednosti pa se uporabi pri nadaljnjih izračunih stopnje dekompozicije. Seveda pri tem ne gre za katerekoli čajne vrečke. Proizvajalec in tip čaja sta natančno določena, saj edino uporaba enakih vrečk po celem svetu omogoča primerljivost rezultatov. Zakopavali smo torej vrečke zelenega in rooibos čaja proizvajalca Lipton. Projekt je zaradi svoje enostavnosti in dostopnosti zaživel praktično povsod po svetu, vanj pa se ne vključujejo le poklicni raziskovalci, temveč tudi šole in zanesenjaki v okviru skupnostne znanosti.



Površinske vrečke pred Vampirjevo jamo, ko smo jih zakopali. Po enem letu je bilo iskanje površinskih vrečk zaradi obilice novega odmrlega rastlinskega materiala nad njimi izziv. Na nekaterih mestih smo jih iskali tudi več kot pol ure. Foto: Špela Borko

Ni presenetljivo, da so se tudi raziskovalci v sklopu »našega« projekta odločili za uporabo te že preizkušene in standardizirane metode, a je bila izvedba vse prej kot enostavna. Terensko delo na Kaninu v vseh letnih časih in na globinah do 1.000 metrov lahko že samo po sebi brez težav označimo kot zahtevno, poleg tega pa smo se med delom soočili tudi s kakšno nepredvideno težavo.

#### Terensko delo

Projekt »čajne vrečke« smo v Sloveniji izvedli v sedmih jamah; v Planinski jami in šestih na Bovškem. Slednje so si sledile po višinskem gradientu (glede na vhod) od 600 metrov n. v. (Vampirjeva jama) do 2260 metrov n. v. (Renejevo brezno). V vsaki jami smo poskus postavili čim bližje vhodu, a vseeno toliko stran, da smo lokacijo lahko označili za pravo jamsko okolje. Poleg tega smo poskus postavili tudi na površju v neposredni bližini vhoda v jamo. V P4 smo

zadevo dodatno zakomplicirali: poskus smo namreč postavili še po globinskem gradientu jame, od vhoda pa vse do 1.000 metrov globine na približno vsakih 250 vertikalnih metrov. Izvedba poskusa je trajala celo leto. Prvič smo vrečke zakopali v začetku novembra 2019 in jih do naslednjega novembra odkopavali na vsake tri mesece. Po vrečke smo torej hodili v petih sklopih, ki so vsakič vzeli več dni terenskega dela.

Koliko vrečk smo zakopali? Nič manj kot 456! Vendar pa vrečke niso bile edina projektna aktivnost. Poleg njih smo v jamah in na površju zakopali tudi t. i. dataloggerje, ki so celo leto merili temperaturo, nabirali sedimente za analize kemijskih parametrov in mikrobnih združb ter nastavljali pasti, s katerimi smo povzorčili v jamah živeče nevretenčarje. Z izjemo živali, ki so popestrile zbirko pri nas, so vse ostale stvari že uspešno pripotovale na Dansko, kjer čakajo na svoj znanstveni prispevek. No, razen tistih nesrečnih vrečk, ki so ostale zakopane v nam neznanih koncih, in tistih, ki so jih pomalicali nam dobro znani kaninski glodalci.

Tako kot pri vsakršnem terenskem ali podobnem poskusu, kjer imamo opravka z nekontroliranimi pogoji, smo se tudi pri čajnih vrečkah vsake toliko soočili s kakšnim presenečenjem. Eno od takih je bilo na primer to, da so precejšen delež

vrečk rooibos čaja v kaninskih jamah pojedle živali. Sumimo na voluharice, sicer tudi zveste udeleženke našega poletnega tabora. Zanimivo je predvsem to, da so v Novi jami v Paradnem griču najhitreje pojedle prav vse rooibos vrečke, lotile pa so se tudi zelenega čaja in – kdo ve, kako je kofein vplival nanje – plastičnih vrečk, ki sva jih s Špelo puščali v jamah za pobiranje čajnih. To jamo, ki je hkrati najbližja našemu taboru, smo torej kmalu bili primorani odpisati. V drugih ni bilo tako hudo, se je pa povsod pojavil še en problem: delna ali popolna razgradnja vrečk, v katerih je pakiran zeleni čaj.

Filter vrečke, v katere je pakiran čaj, so pri veliko proizvajalcih oziroma pri določenih tipih čajev iz umetnih, ne- ali slabo razgradljivih materialov. Pri Liptonu so, na primer, uporabljali najlon, kasneje pa ga zamenjali s PET plastiko. Največkrat so plastične vrečke tiste, ki so piramidalne oblike, pri »navadnih«, ploščatih, pa se proizvajalci vedno pogosteje poslužujejo naravnih materialov, ki se razgradijo na kompostu. Seveda si v vsakdanjem življenju želimo čim več slednjih – v nasprotju z našim poskusom. Ploščate vrečke zelenega čaja so tako deloma razpadle že do prvega pobiranja in kmalu je bilo jasno, da jih najbrž ne bo možno vključiti v rezultate, saj je bilo nemogoče izkopati vse razsute koščke čaja. Osrednji rezultati poskusa, torej stopnja

dekompozicije v izbranih jamah, bodo zaradi prej omenjenih razlogov bolj okrnjeni, kot je bilo načrtovano. Ne glede na čajne vrečke si upam trditi, da bomo iz drugih spremljajočih aktivnosti in meritev pridobili zanimive podatke o jamah, razporejenih po višinskem (in globinskem) gradientu Kanina.

Terenski del projekta je torej zaključen: skupno je postavljanje in pobiranje čajnih vrečk terjalo najmanj 25 delovnih dni. Če prištejemo še nekaj dodatnih dni, ko smo v jamah pobirali pasti za kopenske nevretenčarje, pridemo do skoraj celega meseca dela. Brez prostovoljne pomoči članov DZRJL, ki so nas spremljali v jame, bi bila številka še višja. Tako ali drugače je bilo v projekt vključenih kar 12 ljudi. Obilico čajnih vrečk je doletela neslutena usoda – namesto vročega namakanja so doživele hladno zakopavanje – in upam, da vam bomo lahko kmalu poročali, kakšne skrivnosti jamskega okolja so nam odkrile.

Viri in dodatno branje

Keuskamp, J. A., Dingemans, B. J., Lehtinen, T., Sarneel, J. M., Hefting, M. M. 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11), 1070–1075.

Ravn, N. R., Michelsen, A., Reboleira, A. S. P. 2020. Decomposition of organic matter in caves. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 348.

Tea Bag Index website. 2016. <http://www.teatime4science.org/>



*Eden od prijetnih poletnih izletov v času projekta čajnih vrečk, ko smo po dolgem in počez prehodile kaninske pode. Foto: Ester Premate*