

ONEČIŠĆENI SPELEOLOŠKI OBJEKTI REPUBLIKE HRVATSKE

STRUČNI ČLANAK

RUĐER NOVAK I VALERIJA BUTORAC

Polovicu teritorija Hrvatske karakterizira krš, izniman prirodni resurs koji se ujedno intenzivno gospodarstveno i turistički iskorištava. Daleko od ljudskih očiju, u krškim špiljama i jamama, krije se većina zaliha pitke vode, ali i jedna od najvećih prijetnji krškom podzemlju Hrvatske. Speleolozima je jedan od ciljeva zaštita krškog podzemlja koje desetljećima revno istražuju, a nedavno su ukazali na problem koji je bio vidljiv samo njima, a to su divlji deponiji otpada u speleološkim objektima. Trenutno ih Hrvatska broji više od 800, a rasprostiru se diljem našeg krškog područja. Kako bi se bolje razumjeli pojedinačni utjecaji onečišćenih lokacija na stanje okoliša, a time i usmjerili napori prilikom čišćenja speleoloških objekata, izrađena je primarna analiza podataka „Katastra onečišćenih speleoloških objekata“ te je razrađen okolišni kontekst onečišćenja.

Ključne riječi: krško podzemlje, onečišćenje, speleološki objekti

UVOD

Okolice polovice teritorija Hrvatske sastavljena je od topivih stijena na kojima je razvijen krški reljef. Temeljna karakteristika površine krša je manjak pitke vode na površini, odnosno cirkulacija vode podzemnim krškim kanalima. Najznačajniji geomorfološki oblici tog reljefa, špilje i jame, često imaju važnu hidrološku funkciju te djeluju kao provodnici podzemnih voda s površine u podzemlje i obrnuto. Dijelom i zbog toga, speleološki objekti oduvijek su sastavni dio povijesti i kulture stanovništva. Brojne špilje i jame bezdanice koristile su se kao izvori pitke vode, zakloni za ljude i životinje, te kao sveta ili zastrašujuća

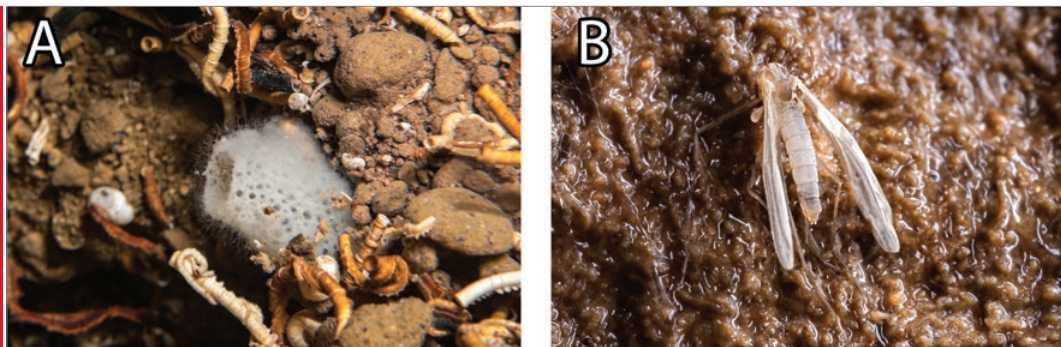
mjesta utkana u narodnu predaju i toponimiju krških područja. No, tek u novije doba javlja se organizirano istraživanje podzemnih kanala. Na našim je prostorima tradicija speleoloških istraživanja duga, a pojedine speleološke organizacije stare su i po 120 godina. Radi se o djelatnosti u kojoj se isprepliću znanstvena i stručna istraživanja koja pritom često imaju izuzetno sportski karakter. Upravo zbog fizičke komponente, kao i čari istraživanja nepoznatog – speleologija oduvijek privlači avanturiste koji se njome bave prvenstveno iz radoznalosti. Upravo zbog toga se većina speleoloških istraživanja provodi amater-

ski, a temeljna istraživanja (topografsko snimanje podzemnih prostora), u skladu s profesijama i afinitetima speleologa, često se nadograđuju sekundarnim istraživanjima iz područja geologije, geomorfologije, biologije, arheologije, fizike i dr. Hrvatska je speleološka djelatnost danas, u smislu kvalitete i raznolikosti speleološkog rada, u samom svjetskom vrhu.

Jedan od izravnih rezultata višedesetljetnog predanog rada speleoloških organizacija je i velik broj dokumentiranih podzemnih fenomena. Republika Hrvatska u suradnji sa speleološkim udrugama vodi katastar speleoloških objekata u kojem je dosad prijavljeno oko 3400 špilja i jama (URL 1), no neslužbeni speleološki podaci govore o čak 10000 istraženih objekata. Iako uglavnom nema svijesti o tome, gradovi i sela u kojima živimo, polja koja obrađujemo, ceste i putovi kojima se vozimo, kao i brda po kojima hodamo ispod sebe kriju spletove podzemnih kanala. Ovaj nevidljivi sustav, za čovjeka je životno važan – naime, u krškom podzemlju nalazi se najveći dio strateških zaliha podzemne pitke vode Republike Hrvatske. Procijenjena količina vode u podzemnim krškim vodonosnicima iznosi oko 78 % od ukupnih obnovljivih zaliha podzemne vode RH, tj. $7.132,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$ (Strategija upravljanja vodama, 2009). Upravo su špilje i jame

prirodne poveznice, neposredni kanali kojima se oborinska voda procjeđuje i prihranjuje podzemne vodonosnike. Naselja na krškom terenu crpe vodu upravo iz tih vodonosnika, a imajući u vidu razmjere turističke djelatnosti – jasno je da je problem kvalitete podzemnih voda, te s njima povezanog krškog nadzemlja i podzemlja, pitanje od nacionalne važnosti.

Uz zalihe podzemne pitke vode, druga ključna odrednica naše zemlje je bogatstvo i raznolikost podzemnog živog svijeta, koja je u svijetu bez premca pa pojedini biolozi nazivaju naše podzemlje i podzemnom Amazonom (Reš, 2007). Do sada su u Hrvatskoj opisane 443 vrste i podvrste životinja iz 255 različitih špilja i jama, a gotovo 70 % opisanih životinja spada u endeme (Jalžić i dr., 2013). Jasno je da su s aspekta bioraznolikosti upravo podzemna staništa neprocjenjivo bogatstvo naše zemlje. Uz poznatu čovječju ribicu (*Proteus anguinus*), u našem podzemlju otkrivene su i ogulinska špiljska spužvica (*Eunapius subterraneus*), špiljska mušica (*Troglocladius hajdi*), jedina prava podzemna leteća životinja na svijetu), pijavica iz dubokih jama Sjevernog Velebita te podzemni slatkovodni školjkaš (Bedek i dr., 2008.; Andersen i dr., 2016). Ovi vrlo egzotični organizmi ne žive nigdje drugdje u svijetu, a izuzetno su osjetljivi na onečišćenje (sl. 1).



Sl. 1. A. *Eunapius subterraneus* - Ogulinska špiljska spužvica je jedini poznati predstavnik slatkovodnih spužvi među stigobiontima na svijetu (foto: Marko Lukić). B. *Troglocladius hajdi* – prvi leteći slijepi kukac na svijetu (foto: Jana Bedek).

Izražena georaznolikost je također važna značajka dinarskog krša. Rasprostranjenost speleoloških objekata, dubina i duljina podzemnih kanala te količina i raznolikost geomorfoloških oblika u speleološkim objektima čine hrvatsko podzemlje prostorom izuzetno velike znanstvene i edukativne vrijednosti (Buzjak i dr., 2017). Uz navedeno, očuvanje krških podzemnih ekosustava ekonomski je korisno za čitavo društvo jer se iz podzemlja crpi pitka voda. No sam prolazak vode krškim podzemljem vrlo je specifičan te vrlo osjetljiv na razne ugroze. Naime, tečenje vode kroz podzemlje karakterizirano je velikim brzinama i protocima stijenskim površinama, čime je onemogućena bilo kakva purifikacija vode (Bakalowicz, 2005). Stoga se svako površinsko onečišćenje vrlo brzo proširi podzemljem te dopijeva na prirodne izvore ili kaptaže koje se koriste za vodoopskrbu. Situacija je dodatno otežana zbog činjenice da čovjeku nisu poznati svi podzemni kanali i putevi kojima se voda kreće, stoga je gotovo nemoguće zaustaviti onečišćenje. Zbog nepoznavanja smjerova pružanja podzemnih vodonosnih kanala, često je nemoguće niti adekvatno procijeniti obuhvate vodozaštitnih područja na krškom terenu.

S obzirom na osjetljivost krških prostora na antropogene utjecaje, adekvatna zaštita okoliša potrebija je nego u bilo kojem drugom okolišu. Prepoznato je nekoliko izvora antropogenih onečišćenja koja prijete očuvanju podzemnog okoliša. Neposredno onečišćenje voda ispuštanjem kanalizacijskih i drugih onečišćenih voda u podzemlje, kao i posredno onečišćenje voda umjetnim gnojivima predstavljaju raširene i vrlo složene probleme koje je vrlo teško riješiti. Raširena upotreba pesticida, koji u špiljski okoliš dolaze putem guana (izmeta) šišmiša, stvara dodatne pritiske na osjetljivi špiljski ekosustav. Jasnije definirani izvori onečišćenja su brojna divlja odlagališta otpada u krškim špiljama i jamama, problem koji je u široj javnosti tek od-

nedavno prepoznat. U špilje i jame ilegalno se deponira komunalni, građevinski i krupni otpad, otpad biološkog podrijetla (uginule životinje, klaonički ostatci), ali i razne vrste opasnog otpada (medicinski i kemijski otpad) te minsko-eksplozivna sredstva. Nažalost, na našim je prostorima također poznat problem korištenja podzemlja kao stratišta pa se u krškim jamama ponekad mogu pronaći i ljudski ostatci. Ilegalni deponiji, odnosno otpad u speleološkim objektima predstavljaju opasnost za čovjeka i ostatak ekosustava, ali i značajno narušavaju vrijednost podzemlja i usluge ekosustava koje ono pruža. S obzirom na to da je oko polovice teritorija Hrvatske prekriveno kršem na kojem je detektirano više stotina speleoloških objekata onečišćenih otpadom, potrebno je pronaći prostorne zakonitosti i odgovoriti na sljedeća pitanja:

- Gdje je najveća koncentracija onečišćenih speleoloških objekata?
- Koji su speleološki objekti prioritetni za sanaciju?

Nakon analize koncentracije i prostorne distribucije onečišćenih speleoloških objekata, te analize njihova smještaja u odnosu na druge karakteristike prostora, biti će moguće odrediti prioritetna područja za sanaciju te ispitati prostornu predisponiranost onečišćenja objekata.

O otpadu u krškom podzemlju

Hrvatska speleološka zajednica oduvijek je svjesna da postoje jame koje se koriste kao ilegalni deponiji otpada, no razmjeri problema do nedavno su bili potpuno nepoznati. Godine 2015. Zagrebački speleološki savez (ZSS) pokrenuo je volontersku inicijativu *Čisto podzemlje* u kojoj sudjeluje 30 speleoloških udruga diljem Hrvatske. Osnovni cilj inicijative jest u javnosti osvijestiti problem divljih deponija otpada u



Sl. 2. Glomazni otpad u jami Pavlovići (foto: Ruđer Novak)

krškom podzemlju te zaustaviti daljnje uništavanje podzemnog okoliša. Odlaganjem otpada u krško podzemlje te ignoriranjem problema ugrožavamo našu georazolikost, jedinstvenu faunu i strateški važne zalihe podzemne pitke vode. U našem je kršu dosad evidentirano preko 800 ilegalnih odlagališta, a svi podaci vidljivi su na internetskoj stranici inicijative (URL 2).

Glavni uzroci zagađivanja podzemlja su nedovoljna svijest stanovnika krša koji odlažu otpad na neprimjeren način, ali i nerazvijen i neučinkovit sustav gospodarenja otpadom (Günay i Ekmekci, 1997). Upravo neučinkovito gospodarenje otpadom odavno je prepoznato kao velik ekološki problem u našoj zemlji (Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, 2005). Organizirani odvoz otpada tek je u novije vrijeme dostupan u većini naselja u Hrvatskoj: prije

petnaest godina, samo polovica našeg teritorija bila je pokrivena organiziranim odvozom komunalnog otpada pa su ljudi često otpad bacali u jame. Uz to, prije 50 godina kućanski otpad uglavnom je bio prirodnog podrijetla i nije sadržavao puno štetnih kemikalija, no danas plastične ambalaže, automobilske gume i ostali kućanski otpad mogu zagađivati okoliš desetljećima (sl. 2, 3). U podzemlju vladaju pretežito konstantni mikroklimatski uvjeti, a mikrobiološka aktivnost je smanjena u odnosu na površinu pa se bačeni otpad mnogo sporije raspada (Mihevc i dr., 2010). Stanovnici krških područja moraju biti posebno osjetljivi na ova pitanja jer se ugrožava kvaliteta njihovih izvora i vodocrpilišta. Iako je danas situacija bolja pa većina kućanstava ima organizirani odvoz otpada, divlji deponiji i dalje su značajan problem u našem društvu. Ipak, od



Sl. 3. Komunalni otpad u vertikali jame (foto: Antonio Ciceran)

nedavno svi možemo prijaviti nadležnim službama divlje deponije putem novog portala *Evidencija lokacija odbačenog otpada* (<https://eloo.haop.hr/>). Ovaj jednostavan alat najavljuje novo razdoblje u kojem se građani konačno mogu aktivno uključiti u rješavanje problema u vlastitim sredinama.

Inicijativa Čisto podzemlje

Posljednjih šest godina ZSS je u okviru inicijative *Čisto podzemlje* (ČP) organizirao trideset i jednu akciju čišćenja u kojima je iz špilja i jama izvađeno ukupno oko 120 m³ otpada. Od samih početaka, speleolozi su na terenu po-

magale institucije i ustanove koje su problem zagađenja podzemlja prepoznale kao vlastiti. Ponajviše se to odnosi na manje gradove, općine i njihova komunalna poduzeća, javne ustanove za zaštitu prirode, a posebno javne vatrogasne postrojbe i protueksplozijska postrojba MUP-a, RH (u jamama se često nalaze minsko-eksplozivna sredstva).

U samim počecima inicijative, bilo je potrebno podići razinu svijesti samih speleologa o zagađenosti špilja i jama, kao i o posljedicama zagađenja. Danas gotovo da nema speleologa u zemlji koji nije svjestan ovog problema pa se novootkriveni onečišćeni objekti redovito prijavljuju u bazu, a speleolozi svojim terenskim radom i educiraju lokalno stanovništvo.

Održano je više desetina predavanja u školama i fakultetima diljem Hrvatske, a zaslugama hrvatskih speleologa i ZSS-a ovaj problem je po prvi puta uvršten u *Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017. – 2022.*, ali i Informativni sustav zaštite prirode (URL 1) te ranije spomenuti portal *Evidencija lokacija odbačenog otpada*. Prijavom i unosom onečišćene lokacije u bazu *Čisto podzemlje*, lokacije se prikazuju i na državnim bazama podataka pa su speleolozi postali važna karika u zaštiti hrvatskog krša. Važno je naglasiti i činjenicu da je portal *Čisto podzemlje* danas uobičajen alat koji se koristi za planiranje zaštite podzemne faune i krških područja u državnim institucijama i brojnim tvrtkama. Speleolozi su iz pasivnih promatrača pretvoreni u pokretače i aktivne sudionike u zaštiti onoga do čega im je stalo. Po prvi puta Država je speleologe uvažila kao ravnopravne partnere, što je dokaz jasne strategije u rješavanju ovog problema.

Iako je okolica jama ponekad čista, podzemlje često skriva ekološku katastrofu koju su dosad vidjeli isključivo speleolozi. Kako bi skriveni problem otpada u speleološkim objektima „iznijeli“ na površinu na stranici inicijative prikazano je 444 galerije fotografija koje zorno poka-

zuju podzemne deponije (sl. 4). To je ključan alat senzibilizacije javnosti, ali i odgovornih institucija kako ne bi ignorirale ovaj problem. Ključna karika u edukaciji širokih masa su mediji. Zbog toga je tijekom godina uspostavljena odlična suradnja s raznim medijskim kućama pa danas novinari koji se bave temama zaštite prirode često surađuju s ČP i prenose vijesti inicijative.

Rad ZSS-a prepoznat je 2016. godine kada mu je Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, dodijelilo državnu nagradu za najbolji projekt u području zaštite okoliša. Samo godinu kasnije, hrvatski ekološki projekt *Čisto podzemlje* stao je uz bok najboljim svjetskim projektima u području zaštite planina. Međunarodna federacija planinarskih saveza (UIAA) proglasila ga je jednim od samo 22 najbolja svjetska inovativna i izvrsna projekta u području zaštite planina. ZSS je 2018. za rad svoje Inicijative dobio i drugu nagradu Europske speleološke federacije. Samo godinu kasnije, Inicijativa je uključena u nacionalni kurikulum te je ovaj problem postao dio nastave u prvim razredima gimnazije na predmetu Biologija. Također, s otpadom u podzemlju su početkom 2020. upoznati i hrvatski srednjoškolski profesori geografije pa će *Čisto podzemlje* i tako naći put do školskih klupa.



Sl. 4. Jama Golubnjača nalazi se u općini Vrlika (Šibensko-kninska županija) kod zaseoka Marčetići. Okolica ulaza u speleološki objekt (A) je čista te ne odaje razmjere onečišćenja na dnu jame (B). (foto: Goran Rnjak)

Zakonska zaštita podzemlja

U skladu sa Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 98/19) za sanaciju lokacija onečišćenih otpadom nadležne su jedinice lokalne samouprave. Za operativnu organizaciju čišćenja zaduženi su komunalni redari koji rješavanjem naređuju vlasniku/posjedniku nekretnine da ukloni otpad koji je na nekoj lokaciji nepropisno odložen. Situacija s onečišćenim špiljama i jamama nešto je složenija u odnosu na površinske deponije, no pravni slijed i ovdje je prilično jasan. Sve špilje i jame od posebnog su interesa za RH i štiti ih Zakon o zaštiti prirode (NN 127/19): „*Zabranjeno je oštećivati, uništavati i odnositi sige, živi svijet speleoloških objekata, fosilne, arheološke i druge nalaze, odlagati otpad ili ispuštati otpadne tvari u speleološke objekte, kao i provoditi druge zahvate i aktivnosti kojima se mijenjaju stanišni uvjeti u objektu.*” Također, u skladu s navedenim zakonom, speleološkim objektima upravljaju javne ustanove za upravljanje zaštićenim područjima (JU). To znači da špiljama i jamama koji se nalaze u primjerice nacionalnom parku ili parku prirode upravljaju pojedine JU (npr. JU NP Krka), dok speleološkim objektima koji nisu unutar pojedinih zaštićenih područja upravlja ju županijske JU. Na ovaj je način zaštićeno cjelokupno krško podzemlje. Logičan slijed događaja u slučaju sanacije onečišćene jame je slijedeći: speleolozi utvrđuju da je određena podzemna lokacija onečišćena te to prijavljuju jedinici lokalne samouprave koja upravlja područjem na kojem se nalazi ulaz u špilju/jamu. Komunalni redar, kao osoba zadužena za organizaciju sanacije, naređuje nadležnoj javnoj ustanovi (županijskim javnim ustanovama, parkovima prirode ili nacionalnim parkovima) koja upravlja tim područjem da sanira speleološki objekt. Zato je važno da su podaci

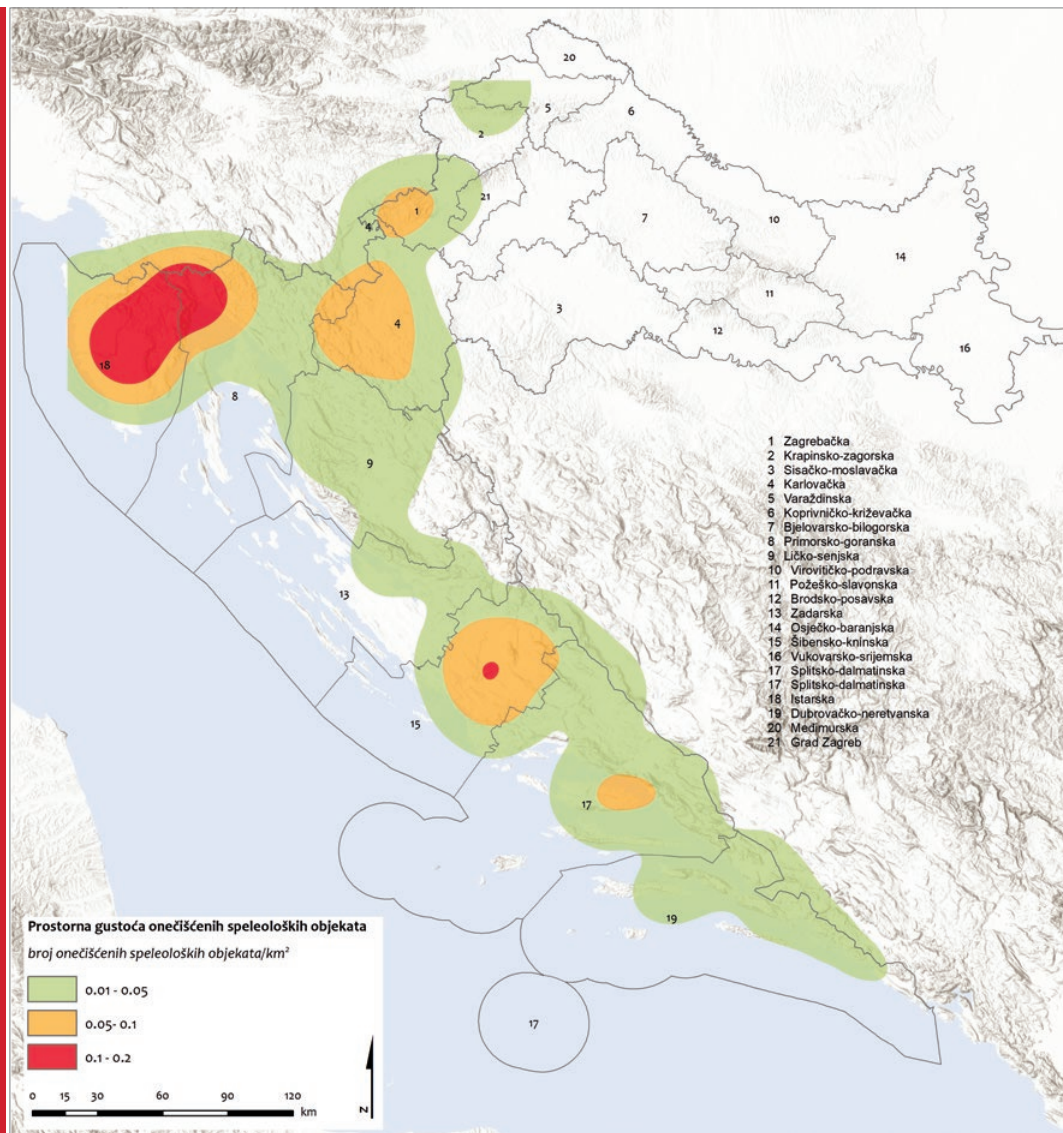
Čistog podzemlja dostupni komunalnim redarima i jedinicama lokalne samouprave kroz državni portal Evidencija lokacija odbačenog otpada (<https://eloo.haop.hr/>). Nažalost, ni komunalne službe, a niti pojedine JU nemaju potrebnih resursa i znanja da provedu zakon pa je jasno da u sanaciji otpada iz špilja i jama moraju sudjelovati i speleološke udruge koje imaju najbolji uvid u stanje u podzemlju i aktivno se brinu za njegovu zaštitu.

Stratifikacija ugroženosti podzemlja

S obzirom na objektivne opasnosti koje otpad u speleološkim objektima predstavlja za život čovjeka i drugih organizama te geoeosustave u kojima se nalazi, a s druge strane logističku, vremensku i financijsku složenost provođenja sanacija otpada iz onečišćenih speleoloških objekata, nameće se potreba prioritizacije onečišćenih područja s obzirom na rizik koji predstavljaju okolišu. Stoga je provedena GIS analiza prostornih podataka inicijative *Čisto podzemlje*. Analizirana je prostorna distribucija onečišćenih speleoloških objekata te je provedena analiza preklapanja strateških i zakonskih vrijednosti prostora na kojem se onečišćeni objekti nalaze. Prioritizacija onečišćenih speleoloških objekata izrađena je korištenjem *overlay* analize u GIS okruženju. Kriteriji prema kojima su prioritizirani objekti su sljedeći:

- objekt se nalazi u zaštićenom području
- objekt se nalazi u području ekološke mreže Natura 2000
- objekt se nalazi na području rijetkog i ugroženog staništa
- objekt se nalazi na području strateških zaliha podzemne vode RH

- objekt se koristi kao vodozahvat za opskrbu pitkom vodom
 - objekt se nalazi unutar 500 m od površinskog vodotoka ili površinskih stajaćih voda
- Prostorni podaci o zaštićenim područjima, područjima Natura 2000 te rijetkim i ugroženim staništima preuzeti su s WFS servisa ENVI portala okoliša. Područja strateških zaliha podzemnih voda RH digitalizirana su iz Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske (NN 106/2017). Podaci o vodozahvatima preuzeti



Sl. 5. Prostorna gustoća onečišćenih speleoloških objekata. Boje označavaju različit broj onečišćenih speleoloških objekata po kvadratnom kilometru.

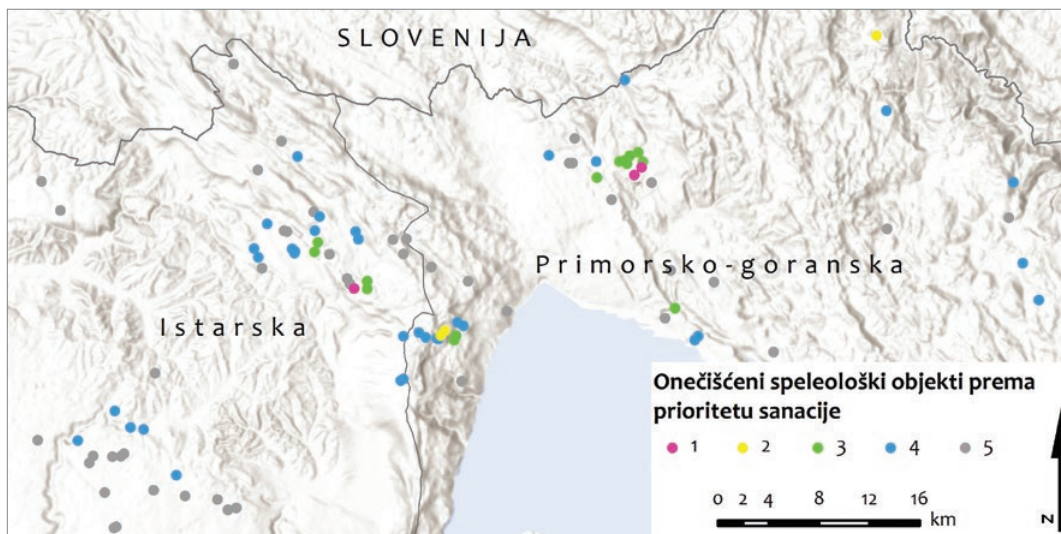
su od Hrvatskih Voda iz Arhive Geografskog odsjeka PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu.

Rezultat prioritizacije su objekti s dodijeljenom vrijednošću obzirom na broj kriterija koji se preklapaju. Objekt koji je zadovoljio svih 5 kriterija je objekt kojemu je najhitnije potrebna sanacija.

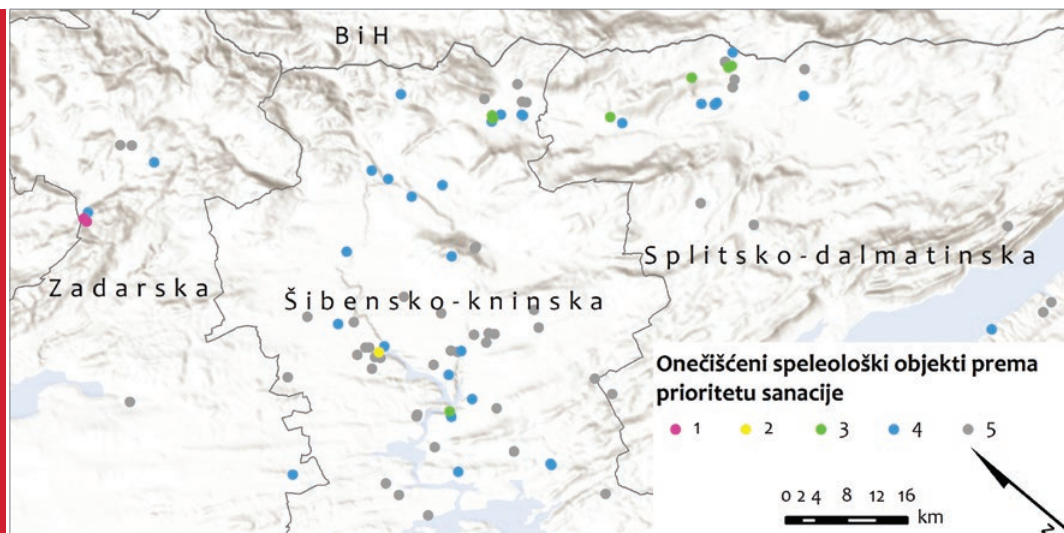
Onečišćeni speleološki objekti prisutni su u svim županijama Hrvatske na čijem se teritoriju nalazi krš. Najviše onečišćenih speleoloških objekata nalazi se u Istarskoj i Šibensko-kninskoj županiji. Najveća gustoća onečišćenih speleoloških objekata je u Istarskoj, Primorsko-goranskoj i Šibensko-kninskoj županiji. Izdvajaju se i sekundarne jezgre velike gustoće, koje se na području Karlovačke, Zagrebačke i Splitsko-dalmatinske županije (sl. 5). Važno je napomenuti kako su prostorna distribucija i gustoća onečišćenih špilja i jama dijelom uvjetovane gustoćom naseljenosti, ali i intenzitetom speleoloških istraživanja na određenom području. Također, intenzifikacijom speleoloških istraživanja kvaliteta podataka i samih

izvedenih relativnih pokazatelja postat će statistički točnija.

Analizom prostorne komponente strateških i zakonodavnih okvira zaštite prostora RH i onečišćenih speleoloških objekata, izvedena su prioritetna područja i objekti kojima je potrebna sanacija. Granično područje Istarske i Primorsko-goranske županije izdvojeno je kao područje visokog prioriteta za sanaciju onečišćenih speleoloških objekata. Na tom području izdvojeni su i speleološki objekti koji su rangirani prema prioritetu sanacije (sl. 6). Drugo prioritetno područje su Šibensko-kninska i Splitsko-dalmatinska županija. Unutar ovog područja također su izdvojeni i rangirani speleološki objekti prema prioritetu sanacije (sl. 7). Primjerice, Golubinka kod sela Marčetići (sl. 4.) koja je dobila ocjenu 3 prema prioritetu sanacije, što proizlazi iz činjenica da se nalazi unutar područja Natura 2000 HR5000028 Dinara, unutar područja strateških zalih podzemnih voda RH te unutar 500 m od površinskog vodotoka.



Sl. 6. Prioritetno područje sanacije onečišćenih speleoloških objekata na području Istarske i Primorsko-goranske županije. Brojevi označavaju stupanj prioriteta pri čemu je 1 najviši, a 5 najniži stupanj prioriteta sanacije speleološkog objekta.



Sl. 7. Prioritetno područje sanacije onečišćenih speleoloških objekata na području Šibensko-kninske i Splitsko-dalmatinske županije. Brojevi označavaju stupanj prioriteta pri čemu je 1 najviši, a 5 najniži stupanj prioriteta sanacije speleološkog objekta.

Financiranje sanacija divljih deponija otpada

Uz neupitne logističke izazove u sanaciji podzemlja, ključan izazov je financiranje aktivnosti čišćenja otpada. U skladu s prije spomenutim zakonima, pojedine JU trebale bi u svojim proračunima planirati sredstva za sanaciju podzemnih lokacija onečišćenih otpadom, no to je teško ostvarivo. Pojedine JU surađuju sa speleološkim udrugama na projektima sanacije divljih deponija, no to je nažalost i dalje iznimka, a ne pravilo. Postoje određena nastojanja u sanaciji krškog podzemlja od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost koji financira uklanjanje nepropisno odloženog otpada. Nadamo se da će u sljedećem razdoblju to biti put prema dugoročno održivom financiranju čišćenja špilja i jama koji će dati konkretnije rezultate.

Spomenuti izazovi su samo dio problema oko sanacije speleoloških objekata, no već ovakvom jednostavnom analizom, može se

iščitati da je, s pravne i financijske strane, čišćenje podzemlja svojevrsan gordijski čvor koji državne institucije moraju rasplesti u suradnji sa speleološkim udrugama. Imajući u vidu da je suradnja s institucijama često dugotrajan proces, u okviru inicijative poduzeti su konkretni koraci u pronalaženju rješenja kojim će se premostiti to razdoblje. Na sreću, u proljeće 2020. iza *Čistog podzemlja* kao donator i promotor stala je multinacionalna maloprodajna kompanija koja je promijenila način na koji inicijativa djeluje. Uz financijsku potporu, suradnjom s afirmiranim partnerom, inicijativa je dobila mogućnost promocije na nacionalnoj razini s ciljem zaustavljanja novog onečišćenja krša. Novčana donacija koju je dobio ZSS (nositelj inicijative) iskorištena je za financiranje čišćenja podzemlja diljem RH: ZSS je donacijama potaknuo brojne speleološke udruge da organiziraju akcije čišćenja podzemlja na svom području. Rezultati ovakvih aktivnosti su vrlo jasni – u nekoliko mjeseci rada tijekom 2020. godine značajno

je povećana količina očišćenog otpada iz hrvatskog podzemlja. U razdoblju od 2015. do 2019. u okviru inicijative *Čisto podzemlje* godišnje je očišćeno prosječno oko 12,5 m³ otpada iz špilja i jama. Ove godine, usprkos ograničenjima globalne pandemije, iz špilja i jama

diljem zemlje očišćeno je oko 60 m³ otpada. Pilot projekt koji se provodi jasno je pokazao da interes speleoloških udruga za čišćenjem otpada iz podzemlja svakako postoji te da je potrebno pronaći adekvatan model kojim će se čišćenje dugoročno financirati.

Zaključak

Odlaganje otpada u podzemlje raširena je praksa koja ugrožava temeljne prirodne resurse Hrvatske kao što su zalihe podzemne pitke vode i svjetski jedinstvenu špiljsku faunu. Brojnost onečišćenih speleoloških objekata, kao i složenost njihove sanacije do nedavno su predstavljale nepremostiv problem državnim institucijama za njegovo sustavno rješavanje. Radom speleoloških udruga, postignut je značajan napredak u prepoznavanju ovog problema kao i u organiziranom pristupu zaštiti krškog podzemlja na svim razinama. Analiza prostorne distribucije onečišćenih speleoloških objekata te iz nje izvedena prioritizacija sanacije, jedan je od preduvjeta za učinkovito upravljanje ovim problemom. Osnovna zamisao ovog istraživanja jest omogućiti nadležnim institucijama, ali i speleološkim udrugama da donesu informiranu odluku o tome koje od onečišćenih lokacija u našem podzemlju zahtijevaju hitnu sanaciju. Na ovaj način, ograničena sredstva se mogu učinkovitije iskoristiti za sanaciju prioritarnih lokacija kako bi se postigao maksimalan učinak uloženi sredstava i ljudskog rada. Važna karika u očuvanju naše podzemne geobaštine je edukacija šire i stručne javnosti o postojećim ugrozama, kao i aktivnostima koje se provode u zaštiti krških špilja i jama.

Literatura

- ANDERSEN, T., BARANOV, V., HAGENLUND, L. K., IVKOVIĆ, M., KVIFTE, G. M., PAVLEK, M., 2016: Blind flight? A new Troglabiotic Orthoclad (*Diptera, Chironomidae*) from the Lukina Jama – Trojama cave in Croatia, *PLoS One* 11 (4), 1-15, doi:10.1371/journal.pone.0152884
- BAKALOWICZ, M., 2005: Karst groundwater: A challenge for new resources, *Hydrogeology journal* 13 (1), 148 – 160.
- BUZJAK, N., BOČIĆ, N., MARKOVIĆ-VUKADIN, I., 2017: Georaznolikost, geobaština i geoturizam Hrvatske – stanje i izazovi, u: *Međunarodni znanstveno-stručni skup "Georaznolikost, geobaština i geoturizam u krškim područjima"*, (ur. BUZJAK, N.; PAAR, D.) Perušić, 18. – 19.02.2017., Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije "Zeleni prsten", Samobor, 5-6.
- BEDEK, J., BILANDŽIJA, H., JALŽIĆ, B., 2008: Ogulinska špiljska spužvica *Eunapius subterraneus* Sket et Velikonja, 1984, rasprostranjenost i ekologija vrste i staništa, *Modruški zbornik* 2 (2), 103-130.
- GÜNAY, G., EKMEKÇI, M., 1997: Importance of Public Awareness in Groundwater Pollution, u: *Karst Waters and Environmental Impacts*, (ur. GÜNAY, G., JOHNSON, A.I.), Balkema, Rotterdam, 3–10.
- JALŽIĆ, B., BEDEK, J., BILANDŽIJA, H., BREGOVIĆ, P., CVITANOVIĆ, H., ČUKOVIĆ, T., ČUKUŠIĆ, A., DRAŽINA, T., ĐUD, L., GOTTSTEIN, S., HMURA, D., KLJAKOVIĆ-GASPIĆ, F., KOMERIČKI, A., KUTLEŠA, P., LUKIĆ, M., MALENICA, M., MICULINIĆ, K., OZIMEC, R., PAVLEK, M., RAGUŽ, N., SLAPNIK, R., ŠTAMOL, V., 2013: *Atlas špiljskih tipskih lokaliteta faune Republike Hrvatske (svezak 2)*, Hrvatsko Biospeleološko Društvo, Zagreb.
- MIHEVC, A., PRELOVŠEK, M., ZPAN HAJNA, N., 2010: *Introduction to Dinaric Karst*, Karst Research Institute at ZRC SAZU, Postojna.
- REŠ, D., 2007: Kako upoznati Kastavskog Maheritesa, *Subterranea Croatica* 5 (9), 47-47.

Izvori

Arhiva Geografskog odsjeka PMF-a, Sveučilišta u Zagreb

Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017. – 2022, NN 3/17

Strategija upravljanja vodama, Hrvatske Vode, Zagreb, 2009.

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, NN 130/2005

Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske, NN 106/17

Zakon o zaštiti prirode, NN 127/19

Zakon o održivom gospodarenju otpadom, NN 98/19

URL 1: *Bioportal*, <http://www.bioportal.hr/gis/> (25.10.2019.)

URL 2: *Inicijativa Čisto podzemlje*, <https://cistopodzemlje.info/hr/> (25.10.2019.)

URL 3: *ENVI portal okoliša*, <http://envi-portal.azo.hr/> (25.10.2019.)



PRIMLJENO: 22. 10. 2020.

PRIHVACENO: 9. 3. 2021.

dr. sc. RUDER NOVAK

Zagrebački speleološki savez, Radićeva 23, 10 000 Zagreb, e-mail: rudjer.novak@gmail.com

VALERIJA BUTORAC, mag. geogr.

Geografski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Trg Marka Marulića 19/II, 10 000 Zagreb, e-mail: vbutorac@geog.pmf.hr