

Antropogeni utjecaji na speleološke objekte u Hrvatskoj i njihove posljedice

Rubić, Darko

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:161691>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DARKO RUBIĆ

ANTROPOGENI UTJECAJI NA SPELEOLOŠKE OBJEKTE U
HRVATSKOJ I NJIHOVE POSLJEDICE

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2022.

Sazivam članove ispitnog povjerenstva
za 19. 09. 2022. u 9 sa
Obranu ovog rada kandidat će vršiti i pred
ispitnim povjerenstvom u Varaždinu
Varaždin, 05. 09. 2022.

Predsjednik
ispitnog povjerenstva:

120. prof. dr. sc. Sanja Kovac

Članovi povjerenstva

- 1) Prof. dr. sc. Ranko Brundić
- 2) Doc. dr. sc. Jelena Lobjec
- 3) 120. prof. dr. sc. Hrvoje Meaštić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

ANTROPOGENI UTJECAJI NA SPELEOLOŠKE OBJEKTE U HRVATSKOJ I NJIHOVE
POSljedICE

KANDIDAT:

DARKO RUBIĆ

D.R.

MENTOR:

DR.SC.RANKO BIONDIĆ

VARAŽDIN, 2022.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

Antropogeni utjecaji na speleološke objekte u Hrvatskoj i njihove posljedice

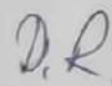
rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **Prof. dr.sc. Ranko Biondić**.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 2022.

Darko Rubić

(Ime i prezime)



(Vlastoručni potpis)

IZJAVA MENTORA O POSTOTKU SLIČNOSTI DIPLOMSKOG RADA S VEĆ OBJAVLJENIM RADOVIMA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom:

Antropogeni utjecaji na speleološke objekte u Hrvatskoj i njihove posljedice

pregledan anti-plagijat programskim paketom PlagScan te da postotak sličnosti cjelovitog diplomskog rada, s već objavljenim radovima, ne prelazi 20%, kao i da pojedinačni postotak sličnosti diplomskog rada sa svakom literaturnom referencom pojedinačno ne prelazi 5%.

U Varaždinu, 2022.

Prof. dr.sc. Ranko Biondić

(Mentor)



(Vlastoručni potpis)

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Ranku Biondiću na pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se članovima komisije izv.prof.dr.sc. Hrvoju Meaškom i doc.dr.sc. Jeleni Loborec na ispravicima i korisnim savjetima.

Zahvaljujem se dipl.ing.mat. Gordani Bušelić i kolegama iz Državnog Hidrometeorološkog zavoda na podršci tijekom studiranja.

Zahvaljujem se nadređenom mag.ing. Nenadu Kovačićeku i kolegama mag.ing.amb. Filipu Đurkanu i Jadranki Mešin na pomoći i razumijevanju tijekom studiranja.

Najviše se zahvaljujem svojoj obitelji na bezuvjetnoj i beskompromisnoj pomoći.

I naposljetku, hvala mojoj Martini, upravo njoj posvećujem svoj diplomski rad.

Sažetak

Autor: Darko Rubić

Naslov rada: Antropogeni utjecaji na speleološke objekte u Hrvatskoj i njihove posljedice

Tema ovog rada je uglavnom negativan utjecaj čovjeka na speleološke objekte u Hrvatskoj koji se manifestiraju kroz onečišćenje komunalnim i industrijskim otpadom i otpadnim vodama. S obzirom da se speleološki objekti u Hrvatskoj nalaze na krškim područjima koja su izrazito osjetljiva na onečišćenja, s pravom se možemo pitati na koji način zaustaviti onečišćenja. U Hrvatskoj je od zasad istraženih speleoloških objekata onečišćeno njih više od 10 %. Postoji više razloga zbog čega se odlagao otpad u speleološke objekte, od neadekvatne organizacije odvoza otpada iz ruralnih dijelova do nebrige za okoliš. Posljedice onečišćenja mogu biti katastrofalne za floru i faunu koja obitava i ovisi o speleološkim objektima, no za ljude daleko je ozbiljniji problem onečišćenje vode na koju otpad u speleološkim objektima direktno utječe. Rješenje ovog problema prvotno se može tražiti u edukaciji stanovništva o važnosti speleoloških objekata, kao i u samoj zabrani pristupa objektima. Potrebno je usklađivanje zakonodavnih okvira sa stanjem na terenu i definiranje važnosti speleoloških objekata kako javnog dobra u vidu bioraznolikosti, georaznolikosti, ali i vodnih resursa. Za potrebe izrade ovog rada korišten je primjer antropogenog utjecaja na špiljski sustav Đula – Medvedica iz aspekta onečišćenja kao i potencijalne sanacije i zaštite.

Ključne riječi: speleološki objekti, otpad, zaštita, Đula – Medvedica

Abstract

Author: Darko Rubić

Title: Anthropogenic influences on speleological objects in Croatia and their consequences

The topic of this master thesis is mostly negative human impact on speleological objects in Croatia, which is manifested through municipal and industrial pollution as well as wastewater. Since speleological objects in Croatia are located in karst areas that are extremely sensitive to pollution, we have every right to ask ourselves how we can stop it. In Croatia, more than 10% of the speleological objects that have been explored so far are polluted. There are several reasons why waste is dumped in speleological facilities, such as inadequate organization of waste collection from rural areas as well as environmental neglect. The consequences of pollution can be catastrophic for the flora and fauna that live and depend on speleological objects, but for humans the problem of water pollution is far more serious, since it is directly affected by waste in speleological objects. One of the solutions to this problem is to educate the population about the importance of speleological objects and to ban the access to these objects. It is necessary to harmonize the legislative framework with the real situation in the field and to define the importance of speleological objects as a public good in because of their importance for biodiversity and geodiversity as well as their influence on water resources. This thesis presents an example of an anthropogenic pollution of Đula - Medvedica cave system as well as potential ways of its remediation and protection.

Key words: speleological objects, waste, protection, Đula – Medvedica

Sadržaj:

1. Uvod.....	1
2. Pregled speleoloških objekata u Hrvatskoj	3
3. Prikaz antropogenih utjecaja na speleološke objekte	7
3.1. Povezanost speleoloških objekata i podzemnih voda	10
4. Primjer antropogenog utjecaja na Špiljski sustav Đula – Medvedica kod Ogulina	11
4.1. Opis špiljskog sustava Đula – Medvedica.....	11
4.2. Prikaz zona onečišćenja	14
4.3. Rezultati pedoloških istraživanja	16
4.4. Primjer čišćenja špiljskog sustava Đula – Medvedica	16
4.5. Primjeri poplavljanja grada Ogulina	17
5. Prijedlog mjera zaštite	19
5.1. Čisto podzemlje.....	21
5.1.1. Čisto podzemlje u Đulinom ponoru	22
5.2. Natura 2000	23
6. Zaključak.....	25
7. Literatura	26

1. Uvod

Speleološki objekti u Hrvatskoj po georaznolikosti i bioraznolikosti predstavljaju prirodne vrijednosti od svjetske važnosti. Samo mali postotak speleoloških objekata dostupan je za razgledavanje i boravak kao turističke atrakcije. Ostatak istraženih speleoloških objekata su istraženi kroz rad profesionalaca zaduženih za istraživanje takvih pojava, koje nazivamo speleolozima. Od pojave prvih ljudi pa sve do danas, traje neprekidna fascinacija i znatiželja za speleološkim objektima. Fosilni nalazi roda *Homo* i njegovih direktnih potomaka koji su se na tlu Afrike javili prije 4 milijuna godina pronađeni su upravo u špiljama (Janković & Barbir, 2016).

Nažalost, pojavom ubrzane industrijalizacije kojima je uvelike stavljen pritisak na okoliš kroz razne tipove onečišćenja, ni speleološki objekti nisu ostali pošteđeni negativnih posljedica ljudskog djelovanja. Onečišćenjem speleoloških objekata, koji predstavljaju vezu između površine i krških vodonosnika, ugrožavamo izvor pitke vode za ljude i staništa brojnim ugroženim vrstama. U krškom dijelu Hrvatske nalazi se 70% zaliha pitke vode i 40% endemskih životinjskih vrsta u Hrvatskoj (<https://cistopodzemlje.info/hr/>).

Speleolozi predstavljaju entuzijaste koji istražuju podzemlje te su iz tog razloga najbolje upoznati sa problematikom zagađivanja (Rnjak i sur., 2019). Oni, uz ostale stručnjake za zaštitu prirode, provode edukacije i radionice čime se pokušava smanjiti zagađivanje i uništavanje. Važno je postići komunikaciju između stanovništva sa stručnjacima za zaštitu prirode, među koje se ubrajaju speleolozi, ali i sa zakonodavnim tijelima. Pošto se bavim speleologijom kao aktivni član osobno sam svjedočio brojnim negativnim utjecajima i onečišćenjima speleoloških objekata.

Razlozi zbog kojih ljudi bacaju otpad u speleološke objekte su manjak odgovornosti te činjenica da ne tako davno u prošlosti nije bio organiziran sustav odvoza smeća iz ruralnih dijelova Hrvatske, kao i nedovoljna educiranost o važnosti speleoloških objekata kao dijela hidrološkog ciklusa. Jedan od primjera onečišćenog speleološkog objekta je speleološki sustav Đula – Medvedica u Ogulinu. To je drugi najduži speleološki objekt u Hrvatskoj i zasigurno jedan od najpoznatijih, prvenstveno zbog impozantnog Đulinog ponora i legende koja se povezuje uz njega.

Svaki primjer antropogenog utjecaja na speleološke objekte nije nužno loš, postoje brojni primjeri fizičke zaštite u obliku vrata ili drugih načina onemogućivanja ulaska. Također, volonteri okupljeni pod inicijativom Čisto Podzemlje primjer su kako se može provesti akcija čišćenja speleološkog objekta (<https://cistopodzemlje.info/hr/>). Svaki pozitivan pomak pokazuje motivaciju i razumijevanje kako jednog dijela javnosti tako i zakonodavstva s ciljem zaštite i očuvanja speleoloških objekata. Kroz primjer speleološkog sustava Đula – Medvedica prikazan je negativan i pozitivan antropogeni utjecaj.

2. Pregled speleoloških objekata u Hrvatskoj

Gotovo pola teritorija Republike Hrvatske izgrađeno je od karbonatnih stijena koje su preduvjet za nastanak krša, kao i speleoloških objekata. Krš je tip reljefa oblikovan od topivih karbonatnih sedimentnih stijena, kalcijevog karbonata ili vapnenca i magnezijevog karbonata ili dolomita. Posljedica lake topivosti stijena su nastanak raznih površinskih krških oblika, kao što su ponikve, škrape, doline, polja. Osim površinskih oblika u kršu su bitni i podzemni u koje uključujemo jame, špilje, kaverne koji se zajedno zovemo speleološki objekti. Karakteristika krša je što voda koja teče kroz podzemlje, a manje na površini, uz laku topivost stijena i sekundarnu poroznost čini bitni faktor za stvaranje speleoloških objekata (Slika 1). Proces kojim nastaju speleološki objekti naziva se speleogeneza. Krško područje ima veliku važnost za Hrvatsku, naime čak 70% zaliha pitke vode se nalazi u tom dijelu Hrvatske (Bačani, 2006).



Slika 1. Proces nastanka speleološkog objekta, speleogeneza

(<https://www.geotech.hr/speleoloski-objekti-u-flisu/>)

Speleomorfologija proučava morfološke značajke speleoloških objekata te uvjete i procese njihovog nastanka. Speleološki objekti definiraju se prema vrsti i morfološkom tipu. Glavna kategorizacija speleoloških objekata prema vrsti je na špilje i jame, pri čemu se promatra nagib glavnog kanala objekta. Tako da speleološki objekti s nagibom glavnog kanala većeg od 45° su jame, a manjeg od 45° špilje (Rnjak i sur., 2019).

S obzirom da u prirodi nije sve tako jednostavno, postoje i kompleksniji primjeri kao što su špilje s jamskim ulazom ili rjeđe jame sa špiljskim ulazom. Postoje i speleološki objekti koji nemaju prirodan izlaz na površinu, a njih nazivamo kaverne. Podjela prema morfološkom tipu proizlazi iz prostornog odnosa i oblika sastavnih dijelova speleološkog objekta, a određuje se iz nacрта. Prema morfološkom tipu speleološki objekti mogu biti jednostavni i složeni. Jednostavni imaju samo jedan kanal, a nerijetko su samo odvojeni fragmenti većih i morfološki složenijih speleoloških objekata. Složeni se dijele na razgranate, etažne, koljenaste i sustave. Razgranati su oni koji imaju više kanala, etažni su oni kod kojih su kanali razvijeni na više etaža, koljenasti su oni kod kojih se smjenjuju horizontalni i vertikalni dijelovi, a sustave čine dva ili više međusobno spojenih speleoloških objekata (Rnjak i sur., 2019).

Osnovni parametri speleoloških objekata su dubina i duljina. U svijetu je zasad istraženo 114 jama dubljih od tisuću metara te 577 špilja dužih od 10 kilometara (Rnjak i sur., 2017). Što se tiče Hrvatske, speleološki potencijal je velik tako da je istraženo više od 10000 speleoloških objekata. U Hrvatskoj su zasad istražene i zabilježene 4 jame dublje od tisuću metara, a 59 ih je dublje od 250 metara. Što se tiče duljine, 3 su špilje dulje od 10 kilometara, a 78 ih je dulje od 1000 metara (<https://www.hps.hr/speleologija/speleoloski-objekti/>). U tablicama 1. i 2. prikazan je popis 15 najdubljih i najduljih speleoloških objekata u Hrvatskoj. Većina jama se nalazi u krškom dijelu, dok su najdublje jame uglavnom na Velebitu i to na njegovom sjevernom dijelu i Biokovu, dok se najdulje nalaze raspršene po većim planinama i gorama u Hrvatskoj.

Tablica 1. Popis 15 najdubljih speleoloških objekata u Hrvatskoj

(<https://www.hps.hr/speleologija/speleoloski-objekti/>):

	NAZIV	LOKACIJA	DUBINA (m)
1.	Jamski sustav Lukina jama - Trojama	Hajdučki kukovi, Sjeverni Velebit	1431
2.	Slovačka jama	Rožanski kukovi, Sjeverni Velebit	1324
3.	Jama Nedam	Hajdučki kukovi, Sjeverni Velebit	1250
4.	Jamski sustav Velebita	Hajdučki kukovi, Sjeverni Velebit	1026
5.	Jama Njemica	Bukovac, Biokovo	934
6.	Mokre Noge	Lađena, Briza, Biokovo	831
7.	Jamski sustav Crnopac	Crnopac, Južni Velebit	828
8.	Amfora	Sv. Jure, Biokovo	788
9.	Meduza	Rožanski kukovi, Sjeverni Velebit	706
10.	Jamski sustav A1 – Vilimova jama	Briza, Biokovo	589
11.	Patkov gušt	Gornji kuk, Sjeverni Velebit	553
12.	Jama Olimp	Begovački kuk, Sjeverni Velebit	537
13.	Ledena jama u Lomskoj dulibi	Lomska duliba, Sjeverni Velebit	536
14.	Ponor na Bunovcu	Bunovac, Južni Velebit	534
15.	Lubuška jama	Hajdučki kukovi, Sjeverni Velebit	529

Tablica 2. Popis 15 najduljih speleoloških objekata u Hrvatskoj

(<https://www.hps.hr/speleologija/speleoloski-objekti/>):

	NAZIV	LOKACIJA	DULJINA (m)
1.	Jamski sustav Crnopac	Crnopac, Južni Velebit	55520
2.	Špiljski sustav Đulin ponor - Medvedica	Ogulin	16396
3.	Špiljski sustav Panjkov ponor	Nova Krklja, Rakovica	13052
4.	Munižaba	Crnopac, Južni Velebit	9911
5.	Špiljski sustav Tounjčica	Tounj, Kordun	9104
6.	Jama kod Rašpora	Rašpor, Ćićarija	6842
7.	Sustav Jopićeve jama – Bent	Brebornica, Kordun	6710
8.	Sustav Zračak nade II – Kaverna u tunelu Učka	Učka	6590
9.	Slovačka jama	Rožanski kukovi	6414
10.	Veternica	Gornji Stenjevec, Zagreb	5996
11.	Špiljski sustav Gospodska špilja – Vrilo Cetine	Milaši, Cviljane, Cetinska krajina	4982
12.	Kotluša	Zrilići, Cviljane, Cetinska krajina	4843
13.	Donja Cerovačka špilja	Kesići, Gračac, Lika	4207
14.	Gornja Cerovačka špilja	Kesići, Gračac, Lika	4035
15.	Jamski sustav Lukina jama – Trojama	Hajdučki kukovi, Sjeverni Velebit	3741

3. Prikaz antropogenih utjecaja na speleološke objekte

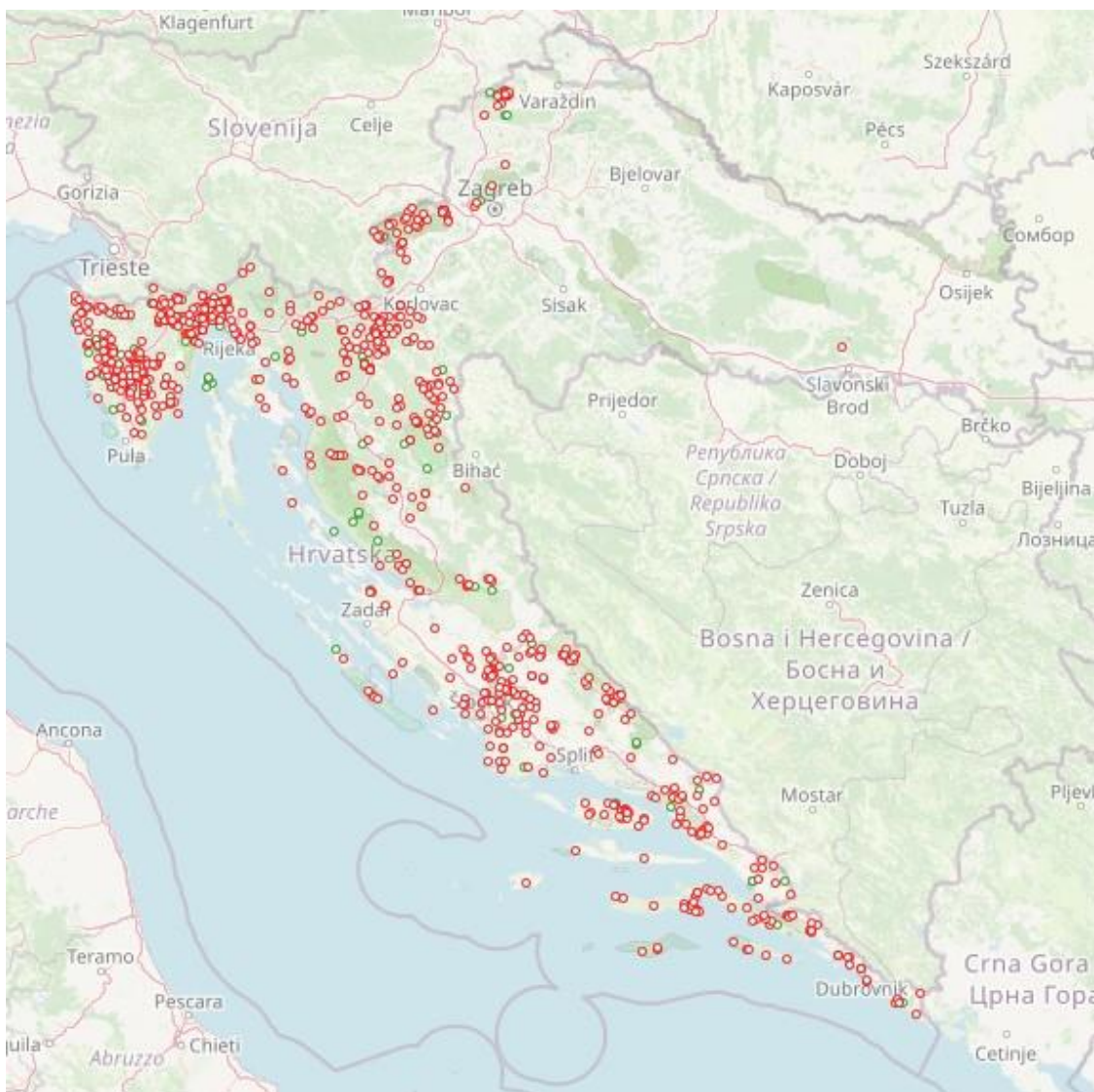
Kroz cijelu ljudsku povijest bitna je simbioza čovjeka i prirode. Prvi ljudi živjeli su u špiljama jer su im pružale zaklon od vanjskih utjecaja (Janković & Barbir, 2016). Pojavom industrijalizacije i brzog načina života dovelo je i do povećanja količine otpada. U Hrvatskoj je oduvijek bila poznata činjenica da se neki speleološki objekti koriste kao deponiji za smeće. Na slici 2. prikazane su lokacije dosad poznatih onečišćenih speleoloških objekata gdje su crvenim kružićem označeni onečišćeni, a zelenim očišćeni speleološki objekti.

Korelacija onečišćenosti speleološkog objekta leži u njegovoj blizini prometnici. Upravo objekti koji su u neposrednoj blizini neke ceste ili šumskog puta su najonečišćeniji jer je pristup samom objektu jednostavan (Rnjak i sur., 2017).

Glavni razlozi onečišćavanja speleoloških objekata su nedovoljna svijest stanovnika tog područja koji ne razumiju važnost krša i nerazvijen sustav odvoza otpada iz ruralnih krajeva. Tek zadnjih 15-tak godina radi se na organizaciji odvoza otpada stoga su ljudi uglavnom koristili speleološke objekte kao deponije otpada.

Važno je napomenuti da se otpad prije 100 godina i danas razlikuje. Prije je kućanski otpad bio prirodnog podrijetla, dok danas sadrži puno štetnih kemikalija, plastike i ostalih opasnih materijala (<https://cistopodzemlje.info/hr/>).

Neadekvatno zbrinjavanje otpada može dovesti do masovne pojave glodavaca i insekata koji mogu kod ljudi izazvati razne bolesti, kao što su gastrointestinalni paraziti, karcinomi itd. Također, zbog neadekvatnog zbrinjavanja otpada dolazi do povećane koncentracije metana pogotovo ako otpad sadrži organske tvari. Na koncentraciju metana nakon sastava otpada najviše utječe sadržaj vlage u zraku, što je vlaga veća to je veća stopa stvaranja plinova (Kurta, 2018). Speleološki objekti su okoliši sa izrazito velikim stopama vlažnosti.



Slika 2. Prikaz lokacije onečišćenih speleoloških objekata

(<https://cistopodzemlje.info/hr/map/?=&lng=15.360046386718745&lat=42.83887380501111&zoom=6>)

Onečišćeni speleološki objekti nalaze se na čitavom području Hrvatske koju pokriva krš. Najviše takvih objekata nalazi se u Istarskoj, Primorsko-goranskoj i Šibensko-kninskoj županiji. Nažalost, s povećanim brojem istraživanja sve više se otkriva onečišćenih speleoloških objekata. Posebno je velika vjerojatnost onečišćenja ako se nalazi uz cestu ili neko naseljeno mjesto (<https://cistopodzemlje.info/hr/>). Glavni uzroci ugroženosti su navedeni u tablici 3.

Tablica 3. Glavni uzroci ugroženosti speleoloških objekata u Hrvatskoj (Rnjak i sur., 2017):

Komunalni i tekući otpad	<ul style="list-style-type: none"> • Bacanje otpada • Ispuštanje otpadnih voda • Vode s prometnica
Opasni otpad i eksplozivna sredstva	<ul style="list-style-type: none"> • Bacanje minsko – eksplozivnih sredstava • Bacanje opasnog otpada
Poljoprivredne djelatnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Upotreba kemijskih sredstava u poljoprivredi, šumarstvu i drugim djelatnostima u kršu
Ekološki incidenti	<ul style="list-style-type: none"> • Izlijevanje opasnih tekućina • Onečišćenje vode, stijena, sedimenta
Geotehnički zahvati	<ul style="list-style-type: none"> • Uništavanje speleoloških objekata u kamenolomima i gradilištima • Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) nalaže da se svako otkriće speleološkog objekta mora prijaviti Ministarstvu gospodarstva i održivoga razvoja te se radovi moraju prekinuti dok se ne obave istraživački radovi i donese rješenje
Špilje otvorene za javnost	<ul style="list-style-type: none"> • Nestručno uređenje • Nepostojanje studije o utjecaju turista • Posjećivanje špilja koje nisu za to prikladne • Dopuštanje posjete u špiljama u kojima se ugrožava živi i neživi svijet
Vandalizam	<ul style="list-style-type: none"> • Namjerno oštećivanje
Povećan interes za posjete ili istraživanje	<ul style="list-style-type: none"> • Posebno osjetljivi potopljeni speleološki objekti • Velik broj lokacija i nedovoljan broj ljudi u sustavu zaštite, slab nadzor

3.1. Povezanost speleoloških objekata i podzemnih voda

Kako je u poglavlju 2 navedeno glavni faktori za nastanak speleoloških objekata su topive stijene i podzemna voda. Speleološki objekti mogu se prikazati kao otvoreni vodonosnici. Glavna značajka krških vodonosnika je postojanje mreže visoko propusnih i dobro povezanih kanala. Zbog stalnih promjena hidroloških uvjeta u prirodi, razina podzemne vode nije stalna već se mijenja. U uvjetima velikih voda, kada su razdoblja bogata oborinama, dio vode koji ulazi u speleološke objekte, a samim time i u krš, kanalima se brzo drenira prema krškim izvorima. Zbog velikih provodljivosti kanala unutar speleoloških objekata uz veliku infiltraciju oborina uzrokuje visoke protoke na krškim izvorima. Nakon prestanka oborina voda se odvodnjava usljed čega dolazi do pada protoka na izvorima (Rnjak i sur. 2019). Usljed bacanja otpada i onečišćenja speleoloških objekata onečišćava se voda koja teče u podzemlju. U Hrvatskoj se 70 % zaliha pitke vode nalazi u krškom podzemlju, kao i većina onečišćenih speleoloških objekata (Bačani, 2006). Iz svega navedenog jasna je opasnost koju predstavlja otpad u speleološkim objektima kao i njihova važnost i potreba za zaštitom.

4. Primjer antropogenog utjecaja na Špiljski sustav Đula – Medvedica kod Ogulina

Špiljski sustav Đula – Medvedica čine Đulin ponor i špilja Medvedica ukupne duljine svih kanala 16396 metara što smješta ovaj špiljski sustav na drugo mjesto najdužih speleoloških objekata u Hrvatskoj (<https://www.hps.hr/speleologija/speleoloski-objekti/>). Nalazi se u gradu Ogulinu u Karlovačkoj županiji. Ogulin se nalazi na tromeđi Like, Gorskog kotara i Korduna na čijem području površine 542 km² živi otprilike 14000 stanovnika (<https://www.tz-gradalogulina.hr/zavicaj-bajke/bajkovita-priroda/ulin-ponor/>). Rijeka Dobra dužine 110 km sastoji se od 3 toka. Od izvora Dobre do Đulinog ponora zove se Gornja Dobra, zatim protječe kroz špiljski sustav Đula – Medvedica te ponovno izvire kraj sela Gojak gdje se koristi za potrebe hidroelektrane Gojak te se naziva Gojačka Dobra. Ime Đulinog ponora veže se uz legendu o djevojci Đuli, koja se bacila u ponor zbog nesretne ljubavi. Sama priroda se nadovezala na legendu. Kamene litice iznad ponora iz određenog kuta promatranja djeluju kao profil muškarca, kapetana Milana koji promatra i traži gdje je njegova Đula (<https://www.tz-gradalogulina.hr/zavicaj-bajke/bajkovita-priroda/ulin-ponor/>).

4.1. Opis špiljskog sustava Đula – Medvedica

Prva istraživanja ovog špiljskog sustava izveli su Josip Poljak 1926. godine i Mirko Malez 1956. godine. Detaljnija istraživanja izveli su Speleološki odsjek PDS Velebit pod vodstvom Marijana Čepelaka u razdoblju od 1984. do 1987. godine (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>). Visinska razlika između najviše i najniže točke iznosi 83 metra.

Sam sustav je podijeljen na 3 glavna dijela. Prvi dio čine kanali između Đulinog ponora i špilje Medvedice koji je tijekom niskih vodostaja suh. Ovaj dio je svojevrsan filter rijeke Dobre i glavni uzrok poplava. Drugi dio naziva Velika Pleternica je glavni dio odnosno glavni kanal u smjeru sjevera. To je najonečišćeniji dio sustava. Treći dio čini nekoliko kanala koji imaju jaki

vodeni tok u smjeru jugozapad – sjeveroistok. Dok je voda visoka, veći dio špiljskog sustava je potopljen. Glavni smjer kanala je u pravcu sjevera, isto kao i Gojačka Dobra (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>).



Slika 3. Đulin ponor, jedan od 3 ulaza u speleološki sustav Đula – Medvedica (<https://www.tz-grad-aogulina.hr/zavicaj-bajke/bajkovita-priroda/ulin-ponor/>)

Ovaj sustav je jedan od reprezentativnijih i poznatijih primjera špiljskog onečišćenja zbog lokacije u samom centru grada Ogulina. U prošlosti glavni onečišćivač je bio grad Ogulin sa bačenim otpadom, otpadnim vodama koje se ispuštaju iz kanalizacije u špiljski sustav te

onečišćenjem koje donosi rijeka Dobra. Za potrebe zaštite vode grada Ogulina i zaštite špiljskog sustava izrađen je uređaj za pročišćavanje otpadnih voda nazvan "Galge" površine 8200 m². Otpadna voda stiže na uređaj djelovanjem vodenih crpki gdje prolazi kroz uređaj za mehaničku obradu. Nakon toga provodi se postupak ultrafiltracije vode kako se osigurala kvaliteta otpadnih voda spremnih za ispuštanje.

Ulazni dio Đulinog ponora je posebno onečišćen, a otpad pomoću vode se odnosi dublje u špilje kroz kanale. Posljedice su takve da se ponor začepi što uzrokuje poplave te je mehanički i bakteriološki kontaminirano čime se ugrožava sav živi svijet koji obitava u špiljskom sustavu i kvaliteta vode iz rijeke Dobre (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>).

Postoji više vrsta otpada u ovom sustavu (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>):

1. Organski materijal sastavljen od granja, trupaca, lišća itd. Problem poplavljanja odnosno začepljenja špilje uzrokovan je ovim materijalom.
2. Odbačeni predmeti umjetnog porijekla kao npr.: metal (štednjak, hladnjak, vozila), staklo, gume, predmeti od plastike i kosti uginulih životinja.
3. Kemikalije i deterdženti
4. Organizmi vezani za otpadne vode kanalizacije, uginule životinje i otpadne vode.

Sav otpad koji dospije u špilju dolazi na tri načina (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>):

1. Putem rijeke Dobre, pogotovo za velikih vodostaja
2. Direktnim bacanjem otpada kroz ulaze u špilju
3. Procjeđivanjem kanalizacije i otpadnih voda

Razlozi zbog kojih špilja još nije potpuno zatrpana otpadom su ti da se otpad raspada iako jako sporo te otpad biva mehanički usitnjen i otplavljen sa snažnim bujicama koje nose šljunak koji usitnjava i razara otpad. Izgradnjom hidroelektrane Gojak poremetila se prirodna ravnoteža, povećao se priliv otpada te njegova akumulacija raste. Kao impregnacija služe nanosi pijeska i šljunka. Također, porastom broja stanovnika povećalo se i zagađivanje špilje kroz bačeni otpad,

ali i kroz onečišćenje raznim kemikalijama koji se koriste u kućanstvu, kao što je deterdžent koji utječe na sastav podzemne vode (<http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>).

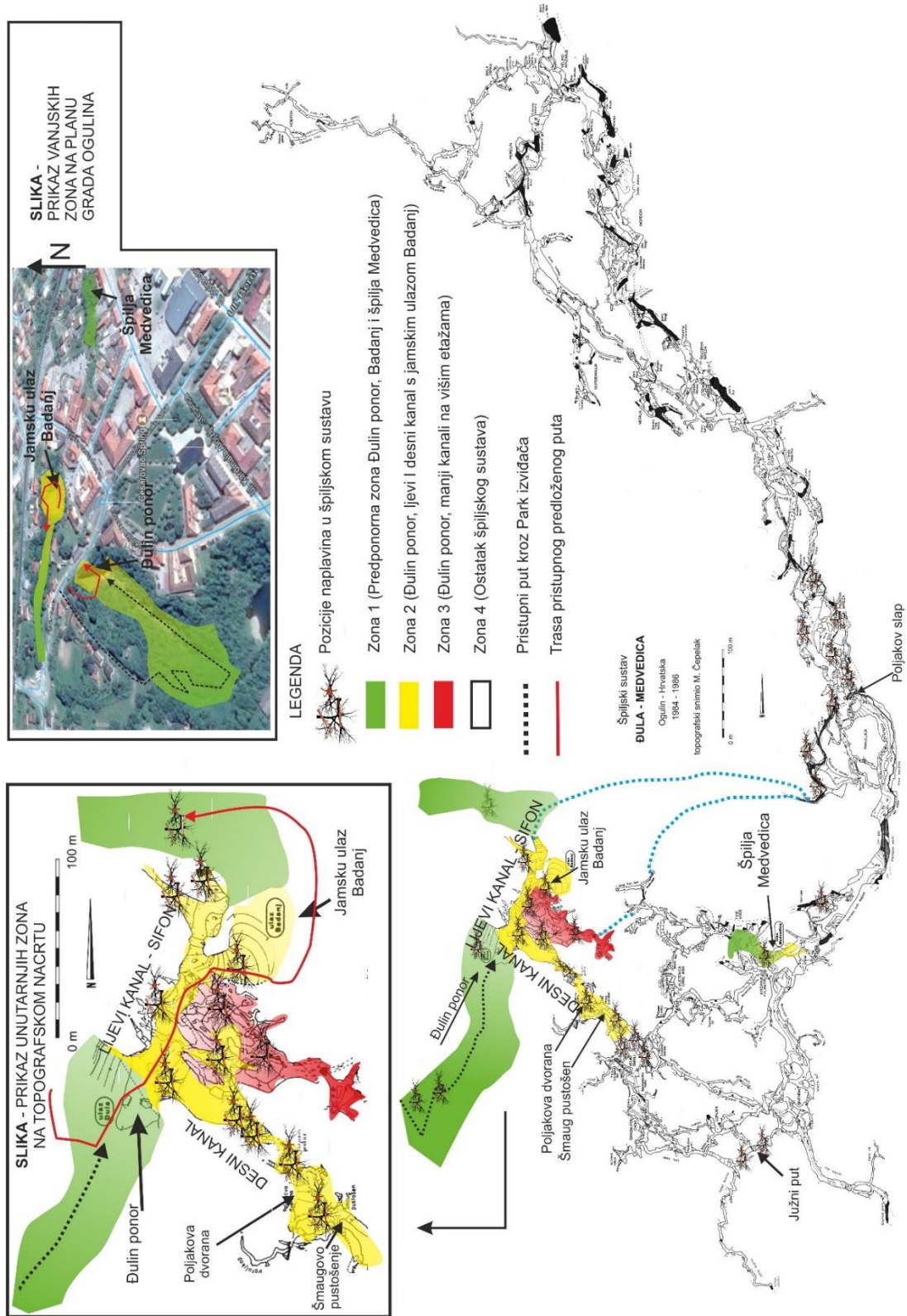
4.2. Prikaz zona onečišćenja

Za potrebe mjera sanacije i zaštite speleološkog sustava Đula – Medvedica izrađen je elaborat "Sanacija i monitoring špiljskog sustava Đulin ponor – Medvedica u Ogulinu" (Paar & Vučić, 2018). Zbog nepraćenja stanja i nepostojanja planova upravljanja zaštitom došlo je ulaska i nakupljanja naplavina i otpada u sustavu što za posljedicu ima smanjenje protoka vode kroz špiljski sustav te povećanja vode u Gornjoj Dobri te poplava u gradu Ogulinu i okolici. Cilj elaborata jest sanacija trenutnog stanja te uvođenje monitoringa kako bi se na terenu detektirali problemi i provele potrebne aktivnosti. Određene su i zone kako bi se dao precizniji pregled stanja uz pomoć topografskog nacrtu (slika 4.). Zone su određene temeljem jednostavnosti pristupa i potrebnih aktivnosti unutar njih (Paar & Vučić, 2018).

Podjela prema zonama je (Paar & Vučić, 2018):

1. Zona (zeleno) – 300 metarska ponorna zona ispred Đulinog ponora, jamskog ulaza Badanj i ulaza Medvedica
2. Zona (žuto) – Đulin ponor, lijevi kanal Đulinog ponora sve do glavnog sifona špiljskog sustava duljine oko 100 metara te desni kanal u duljini oko 250 metara od ulaza u ponor
3. Zona (crveno) – mali kanali u području Đulinog ponora za koje je pristup teži i kompleksniji
4. Zona (crno - bijelo) – ostali kanali špiljskog sustava

Svaka zona iziskuje različite aktivnost i mjere. U zonama 1. i 2. potrebno je, temeljem elaborata, izvršiti projektiranje i izgradnju pristupa i staze kroz ulazni dio špiljskog sustava te postavljanje rešetki za zaustavljanje naplavina. U zonama 3. i 4. potrebne su zahtjevnije mjere osim zaustavljanja naplavina podrazumijevaju uspostavljanje trajnog monitoringa bez kojeg je nemoguće upravljati hidrološkom funkcijom špiljskog sustava Đula – Medvedica (Paar & Vučić, 2018).



Slika 4. Topografski nacrt speleološkog sustava Đula – Medvedica i prikaz zona onečišćenja (Paar & Vučić, 2018)

4.3. Rezultati pedoloških istraživanja

Vrbek je tijekom druge polovice 80-tih godina prošlog stoljeća vršio pedološka istraživanja u špiljskom sustavu Đula – Medvedica (Vrbek, 1986). Uzorci su obrađeni u pedološko – fiziološkom laboratoriju Šumarskog instituta Jastrebarsko. Uzorci su prikupljeni na različitim lokacijama špiljskog sustava, a ukupno ih je analizirano 9. Rezultati su pokazali da nisu svi dijelovi špiljskog sustava jednako onečišćeni. Uzorci koji su pokazali najveće koncentracije fosfora nalazili su se upravo na najviše onečišćenim mjestima, gdje se procjeđuju otpadne i kanalizacijske vode iz Ogulina. Svi uzorci pokazuju pH vrijednost u rasponu od 7,1 – 7,7 te svi pokazuju povećanje koncentracije teških metala. Direktni onečišćivači nisu se mogli definirati. Istraživanje je pokazalo da špiljski sustav Đula – Medvedica predstavlja onečišćeni speleološki objekt. Glavni onečišćivači su grad Ogulin i rijeka Dobra. Za detaljnije istraživanje je, prema autoru, potrebno povećati broj uzoraka, istražiti korito rijeke Dobre i uzimati uzorke u različitim godišnjim dobima (Vrbek, 1986).

4.4. Primjer čišćenja špiljskog sustava Đula – Medvedica

Jedan od pozitivnih primjera briga za ovaj speleološki sustav je akcija čišćenja koju su provele Hrvatske vode u suradnji sa gradom Ogulinom. Zbog najave obustave rada i remonta HE Gojak potrebno je osigurati otjecanje velikih vode rijeke Dobre kroz Đulin ponor. Čišćenje je bilo provedeno u više navrata kroz prvu polovicu 2018. godine. Prve akcije čišćenja obuhvaćale su čišćenje ulaznog dijela koji je lako dostupan, dok je za potrebe čišćenja dubljih dijelova sustava potrebno angažirati speleologe. Zbog velike količine naplavina postoji velika šansa da dođe do začepjivanja špiljskog sustava, što bi direktno dovelo do poplava. Zbog toga su potrebne ovakve akcije čišćenja svake godine kako bi se izbjegle velike štete. Dugotrajnije rješenje ovog problema je i planirana izgradnja retencije (<https://www.voda.hr/hr/novost/ciscenje-dulinog-ponora-davelo-do-znacajnog-speleoloskog-otkriva-nakon-85-godina>).



Slika 5. Akcija čišćenja Đule – Medvedice (<https://www.voda.hr/hr/novost/ciscenje-dulinog-ponora-dovelo-do-znacajnog-speleoloskog-otkrice-nakon-85-godina>)

4.5. Primjeri poplavlivanja grada Ogulina

Za prikaz poplavlivanja grada Ogulina i okolice ne trebamo tražiti primjere daleko u prošlost. Jedna od najvećih dogodila se 29. srpnja 1999. godine kada je materijalna šteta iznosila 35 milijuna kuna. Nadalje, jedna od novijih dogodila se 17. rujna 2017. kada je poplavljeno šire gradsko područje Ogulina kao i sam grad. Te godine zbog poplave je uništeno preko 200 objekata, uglavnom privatnih kuća. (<https://www.poplave-ogulin.hr/>). U planu je izrada Projekta zaštite od poplava grada Ogulina čiji cilj je smanjenje poplavnog rizika, odnosno poboljšanje sustava obrane od poplava. Projekt se provodi zbog poboljšanja postojećeg stanja gdje je samo u zadnjih 15 godina zabilježeno desetak poplavnih pojava sa različitim

stupnjevima materijalne štete. Projekt se planira provesti kroz tri zahvata (<https://www.poplave-ogulin.hr/>):

1. Izgradnjom retencijsko – zahvatne građevine Ogulin s pripadnom zaštitom željezničke pruge Zagreb – Rijeka, zaštitom okolnih ribnjaka te izmještanjem infrastrukture (prometnice, vodoopskrba, elektroenergetske instalacije)
2. Mjerama čišćenja špiljskog sustava Đula – Medvedica, konkretnije Đulinog ponora
3. Pripremom studijske i projektne dokumentacije za projekt Zaštita od poplava grada Ogulina 2



Slika 6. Poplava s naplavinama u Đulinom ponoru (<https://ogulin.hr/old-site/10001-news/2343-poplava-u-ogulinu>)

5. Prijedlog mjera zaštite

Na primjeru špiljskog sustava Đula – Medvedica možemo vidjeti kakvog sve negativnog utjecaja ljudsko djelovanje može imati na speleološke objekte. U Hrvatskoj je stanje vezano za zaštitu speleoloških objekata komplicirano iz razloga što su zakoni napisani s previše propisa koji se teško provode u praksi kao što je prikazano u tablici 4. Osnovni razlozi su manjak kadra koji bi ih provodio, dugotrajnog otezanja u provedbi i manjka operativnih mehanizama (Rnjak i sur., 2017).

Najveći problem u zaštiti predstavlja gospodarenje otpadom, a to se i odražava na onečišćenost krša i podzemlja.

Postojeći sustav zaštite speleoloških objekata nije adekvatan. Zakonska regulativa nedovoljno uvažava situaciju na terenu te ne uvažava speleologe kao partnere u planiranju i provođenju zaštite. Speleolozi najbolje poznaju situaciju na terenu, stoga nema učinkovite zaštite speleoloških objekata bez uvažavanja njihovog mišljenja tijekom donošenja zakona i propisa (Rnjak i sur., 2017).



Slika 7. Primjer ograničavanja pristupa u svrhu zaštite, špilja Provala

Tablica 4. Zakonska regulativa u zaštiti speleoloških objekata u Hrvatskoj (Rnjak i sur., 2017):

	Kategorija zaštite	Regulacija i nadležnosti
1.	Zakon o zaštiti prirode (ZZP) (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)	Prema člancima 99. i 104. ZZP-a speleološki objekti su od posebnog interesa za RH i imaju posebnu zaštitu. Zabranjeno ih je uništavati, odlagati otpad i provoditi aktivnosti kojima se mijenjaju stanišni uvjeti.
2.	Speleološki objekti u zaštićenom području	Temeljem članka 107. ZZP-a brigu vode javne ustanove nacionalnih parkova ili parkova prirode, regionalne ili lokalne samouprave
3.	Speleološki objekti u Natura 2000 području	Temeljem članka 107. ZZP-a brigu vodi nadležna javna ustanova
4.	Speleološki objekti izvan zaštićenih područja	Temeljem članka 131. ZZP-a brigu vode javne ustanove regionalne samouprave
5.	Speleološki objekti koji pripadaju nadležnosti Zakona o vodama (NN 66/19, 84/21)	Nadležna tijela i pravne osobe upravljaju sukladno Zakonu o Vodama i posebnim propisima
6.	Speleološki objekti na pomorskom dobru	Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (NN 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11, 56/16, 98/19) i Pomorski zakonik (NN 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13, 26/15, 17/19) ne poznaju pojam speleoloških objekata, stoga svako postupanje mora biti usklađeno sa ZZP
7.	Speleološki objekti uređeni za posjete turista	Temeljem članka 107. ZZP upravljanje speleološkim objektom radi posjećivanja može se dati pravnoj osobi na temelju odluke o davanju koncesije
8.	Speleološki objekti na zemljištu koje ima vlasnika	Temeljem članka 108. ZZP vlasnik na kojem se nalazi speleološki objekt ne smije ga oštetiti, priječiti njegovo korištenje na dopušten način te je dužan omogućiti pristup objektu samo u dopuštene svrhe

5.1. Čisto podzemlje

Speleološka inicijativa Čisto podzemlje bori se protiv zagađivanja speleoloških objekata na način da se organiziraju edukacije za lokalno stanovništvo te same akcije čišćenja jama i špilja. To je neprofitna organizacija osnovana 2015. godine od strane Zagrebačkog speleološkog saveza. Do danas se u rad inicijative uključilo više od 30 speleoloških udruga iz cijele Hrvatske sa zajedničkim ciljem, a to je prikazati problem divljih deponija otpada u krškom podzemlju. U početku je okosnica djelovanja bilo čišćenje, a kasnije kroz godine rada je okupirala javni prostor kroz portale i ostale medije. U suradnji s državnim institucijama utječe na politiku zaštite hrvatskog podzemlja te je za svoj rad dobitnik nekoliko državnih i međunarodnih priznanja. Bitno je napomenuti činjenicu da je Čisto podzemlje 2019. godine postalo dio nacionalnog srednjoškolskog kurikuluma. Od svog osnutka 2015. godine odrađeno je preko 50 akcija čišćenja speleoloških objekata (<https://cistopodzemlje.info/hr/>).



Slika 8. Otpad u jami kod Male Učke, Istra (<https://www.glasistre.hr/istra/u-akciji-ciscenja-jame-kod-male-ucke-izvuceno-20-kubika-otpada-sto-bacimo-u-nase-ponore-prije-ili-kasnije-cemo-popiti-u-casi-vode-732898>)

U Hrvatskoj je evidentirano više od 900 onečišćenih speleoloških objekata, koji ugrožavaju georaznolikost, jedinstvenu faunu i njihova staništa te zalihe pitke vode. Krška područja se u potpunosti preklapaju sa lokacijama onečišćenih speleoloških objekata. Stoga jedan od najvećih uspjeha inicijative Čisto podzemlje je da su divlji deponiji otpada u podzemlju prvi put prepoznati kao problem od državnih institucija te su uvršteni u Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2016. – 2022. (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_120.html). Nadalje, lokacije onečišćenih speleoloških objekata prikazane su na državnim GIS bazama podataka Bioportal (<https://www.bioportal.hr/gis/>) i ENVI atlas okoliša (<http://envi.azo.hr/?topic=8>). Prijavom i unosom onečišćenog speleološkog objekta u bazu Čistog podzemlja postaju prikazane i na državnim bazama podataka.



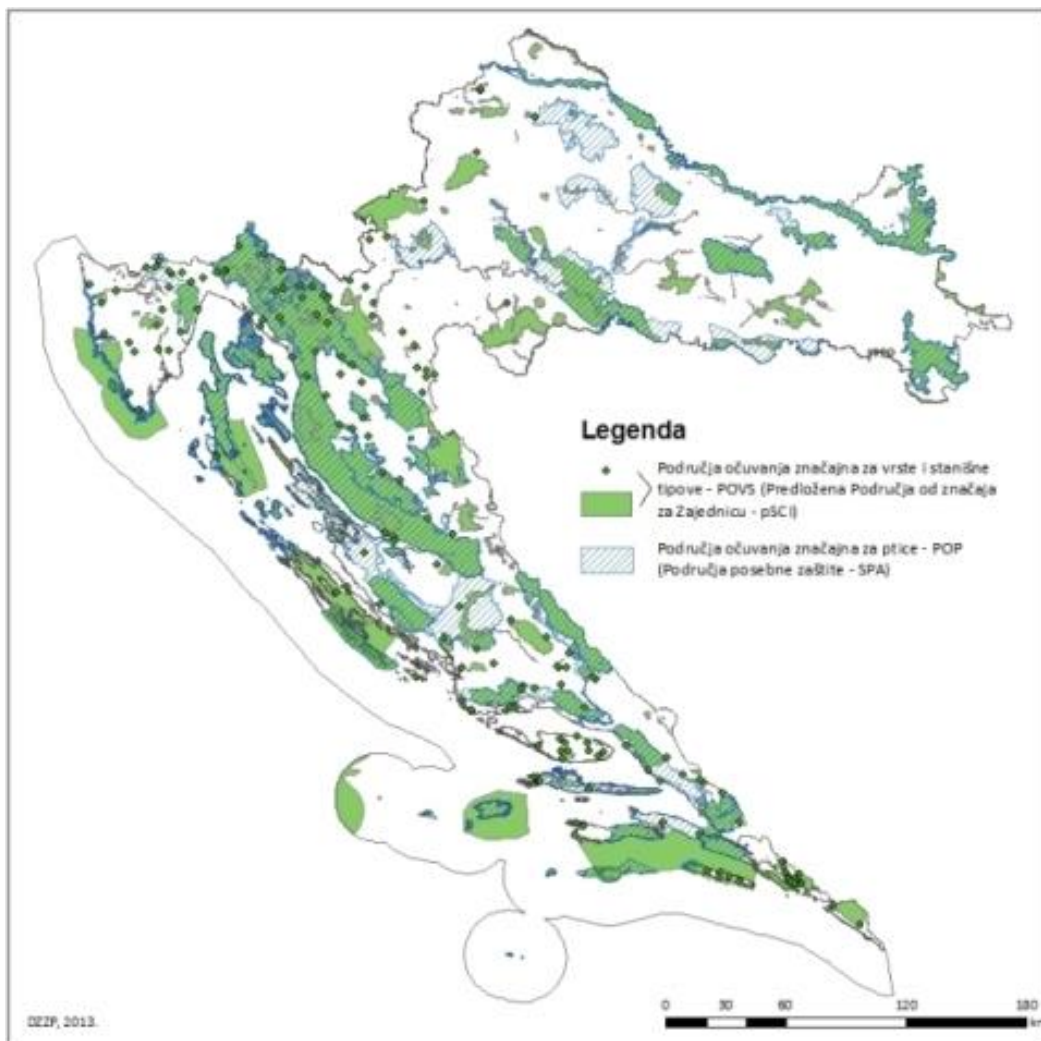
Slika 9. Logo speleološke inicijative Čisto Podzemlje (<https://cistopodzemlje.info/hr/>)

5.1.1. Čisto podzemlje u Đulinom ponoru

U okviru inicijative Čisto podzemlje u Đulinom ponoru je 8.11.2015. organizirana akcija čišćenja ponora i monitoringa postojećeg stanja. U akciji je sudjelovalo 23 speleologa iz raznih udruga uz potporu grada Ogulina, HE Gojak i Hrvatskih voda. Uz to što je izvađeno nekoliko kubika raznog otpada, na temelju monitoringa izradit će se stručne preporuke za potrebe trajne zaštite i sprječavanje novih onečišćenja (<https://cistopodzemlje.info/hr/>).

5.2. Natura 2000

Natura 2000 je ekološka mreža sastavljena od područja važnih za očuvanje staništa. Glavni cilj je očuvanje povoljnog stanja ugroženih i rijetkih vrsta te prirodnih staništa. Dosad je uključeno preko 27000 područja koji obuhvaćaju površinu od oko 20 % površine Europske unije. Temelji se na EU direktivama te se područja biraju znanstvenim metodama. Tijekom posljednjih desetljeća stanje prirode se znatno pogoršalo direktnim utjecajem čovjeka čime se i ugrožava dugoročni opstanak čovječanstva. Natura 2000 se upravo bavi zaustavljanjem tih negativnih utjecaja na prirodu općenito pa tako i na speleološke objekte (<https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/natura-2000>).



Slika 10. Područje pod nadležnosti Nature 2000 (<https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/zasticena-podrucja/zasticena-podrucja>)

Zbog biološke raznolikosti špiljski sustav Đula – Medvedica spada pod zaštitu Natura 2000. *Leptodirus hochenwartii* je prvi opisani troglobiontni beskralježnjak koji je ušao u zakonsku legislativu Europske unije te se nalazi na popisu vrsta pod zaštitom Natura 2000 (Raguž, 2012). Na području Hrvatske ova vrsta obitava u više od 50 speleoloških objekata i to na Žumberku, Gorskom Kotaru, Učki, Čićariji i Velebitu, kao i u Đuli – Medvedici (Dražina i sur. 2015). Također, u Đuli – Medvedici živi Ogulinska špiljska puzavica, endem Ogulinskog područja, čije je jedino poznato nalazište (<https://www.ra-kazup.hr/susret-s-rijekom-projekt-suradnje-i-zajednistva/>).

6. Zaključak

Speleološki objekti su jedinstvena pojava u raznolikoj prirodnoj baštini. Kao takvi imaju izrazit utjecaj na biljni i životinjski svijet koji obitava u njima, no još možda važnije aktivni su dijelovi hidrološkog ciklusa. Čovjek je kroz povijest imao neposrednu i posrednu korist od njih, samim bivanjem u speleološkim objektima koji su mu pružali zaštitu od vremenskih neprilika i životinja. Kroz modernija vremena, pojavom industrijalizacije i širenjem utjecaja ljudi, dovelo je do povećanja izvora i vrsta otpada. Nažalost, zbog nebrige i neadekvatnog zbrinjavanja velik dio tog otpada završio je upravo u speleološkim objektima. Po nekim procjenama, otprilike 10% svih istraženih speleoloških objekata u Hrvatskoj je onečišćeno nekom vrstom otpada. Svijest o potrebi očuvanja prirode stavila je zaštitu speleoloških objekata u prvi plan, posebice zbog zaštite pitke vode i očuvanja staništa podzemnih organizama. Georaznolikost i bioraznolikost krša na području Hrvatske kao takva jedinstvena je u cijelome svijetu te se spoznaje o njima daljnjim istraživanjima proširuju i obogaćuju. Na primjeru špiljskog sustava Đula - Medvedica prikazan je negativan utjecaj čovjeka na jedan speleološki objekt, kao i prijedlozi zaštite odnosno ograničavanja onečišćenja. Sam špiljski sustav primjer je nebrige čovjeka za vlastitu imovinu i zdravlje, jer onečišćenja koja završe u špiljskom sustavu posredno dođu do čaše vode koju pijemo. Nadalje, velik problem predstavlja i začepljenje špiljskog sustava koje dovodi do poplava katastrofalnih razmjera za lokalno stanovništvo, gdje uz uništenje objekata i stambenih prostora dolazi do zaraza i ugibanja što domaćih što divljih životinja. U Hrvatskoj je zaštita speleoloških objekata još neadekvatna, što dovodi do otežane provedbe zaštite i sanacije. Na području Europske unije zaštitu provodi ekološka mreža Natura 2000, dok je nedavno u Hrvatskoj osnovana speleološka inicijativa Čisto podzemlje.

7. Literatura

Bačani, A. (2006): Hidrogeologija I.- Sveučilišni udžbenik, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 198 str., Zagreb.

Bioportal (preuzeto: 4.5. 2022.) <https://www.bioportal.hr/gis/>

Čisto podzemlje (preuzeto: 28.3. 2022.) <https://cistopodzemlje.info/hr/>

Dražina, T., Čuković, T., Bregović, P., Jalžić, B., (2015) Zaštitom tankovratića (Leptodirus hochenvrati) do zaštite podzemlja.

ENVI atlas okoliša (preuzeto: 4.5.2022.) <http://envi.azo.hr/?topic=8>

Geotech d.o.o., Speleološki objekti u flišu, (preuzeto:14.4.2022.)
<https://www.geotech.hr/speleoloski-objekti-u-flisu/>

Glas Istre, U akciji čišćenja jame kod Male Učke izvučeno 20 kubika otpada, (preuzeto: 3.5.2022.) <https://www.glasistre.hr/istra/u-akciji-ciscenja-jame-kod-male-ucke-izvuceno-20-kubika-otpada-sto-bacimo-u-nase-ponore-prije-ili-kasnije-cemo-popiti-u-casi-vode-732898?fbclid=IwAR2I-OOqkqj2gsgIwsES5uX-msPfGszU8GdM1XCMAZiF4W0KvH-i IQJS0>

Hrvatske vode, Čišćenje Đulinog ponora, (preuzeto: 5.5.2022.)
<https://www.voda.hr/hr/novost/ciscenje-dulinog-ponora-dovelo-do-znacajnog-speleoloskog-otkrica-nakon-85-godina>

Hrvatski speleološki poslužitelj, Đula – medvedica, Zagađenje podzemlja (preuzeto: 17.4.2022.) <http://speleologija.eu/DjulaMedvedica/zastita.html>

Janković, I. & Barbir, A. (2016): Špilje i jame kao dokumenti prošlosti.- Velebiten, 51, 86-89.

Hrvatski planinarski savez, Komisija za speleologiju Hrvatskog planinarskog saveza, (preuzeto: 17.4.2022.) <https://www.hps.hr/speleologija/speleoloski-objekti/>

Kurta, L. (2018): Mjerenje odlagališnih plinova. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin. <https://repozitorij.gfv.unizg.hr/islandora/object/gfv:346>

Narodne novine 80/13 (2013): Zakon o zaštiti prirode.

Narodne novine 15/18 (2018): Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti prirode.

Narodne novine 14/19 (2019): Zakon o izmjenama Zakona o zaštiti prirode.

Narodne novine 127/19 (2019): Zakon o izmjenama Zakona o zaštiti prirode.

Narodne novine 66/19 (2019): Zakon o vodama

Narodne novine 84/21 (2021): Zakon o izmjenama Zakona o vodama

Narodne novine 158/03 (2003): Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 100/04 (2004): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 141/06 (2006): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 38/09 (2009): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 123/11 (2011): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 56/16 (2016): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 98/19 (2019): Zakon o izmjenama Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama

Narodne novine 181/04 (2004): Pomorski zakonik

Narodne novine 76/07 (2007): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Narodne novine 146/08 (2008): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Narodne novine 61/11 (2011): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Narodne novine 56/13 (2013): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Narodne novine 26/15 (2015): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Narodne novine 17/19 (2019): Zakon o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika

Natura 2000, Održivo korištenje prirodnih dobara i ekološka mreža, (preuzeto: 18.4.2022.)
<http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/natura-2000>

Paar D. & Vučić V. (2018): Sanacija i monitoring špiljskog sustava Đulin ponor – Medvedica u Ogulinu (tehničko izvješće).- Arhiv PMF Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Plan gospodarenjem otpada u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2017. – 2022. (preuzeto: 5.5. 2022.) (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_120.html)

Projekt zaštite od poplava grada Ogulina (preuzeto: 8.6.2022.) <https://www.poplave-ogulin.hr/>

Raguž, N. (2012): Rasprostranjenost, morfološke i taksonomske značajke vrste *Leptodirus hochenwartli* i Schmidt, 1832 (Insecta, Coleoptera, Leiodidae) u Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Zagreb.
<https://repozitorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf:1058>

Rnjak, G., Bakšić, D., Paar, D., Novak, R., Glušević, M., Božić, V., Buzjak, N., Barišić, T., Aleraj, B., Bočić, N., Malinar, H., Novosel, D., Rnjak, D., Josipović, Č., Surić, M. & Bach, F. (2019): Speleologija.- Hrvatski planinarski savez, Zagreb.

Susret s rijekom – Projekt suradnje i zajedništva (preuzeto: 20.5. 2022.) <https://www.rakazup.hr/susret-s-rijekom-projekt-suradnje-i-zajednistva/>

TZ grada Ogulina (preuzeto: 21.5.2022.) <https://www.tz-grad-aogulina.hr/zavicaj-bajke/bajkovita-priroda/ulin-ponor/>

Vodovod i kanalizacija Ogulin, (preuzeto: 21.5. 2022.), <https://vodovod-ogulin.hr/otpadne-vode/opcenito/>

Vrbek B., Rezultati pedoloških istraživanja u špiljskom sustavu Đula – Medvedica, 1986.
<https://hrcak.srce.hr/clanak/343366>

Popis slika:

Slika 1. Formacija speleološkog objekta

Slika 2. Prikaz lokacije onečišćenih speleoloških objekata

Slika 3. Đulin ponor, jedan od 3 ulaza u speleološki sustav Đula – Medvedica

Slika 4. Topografski nacrt speleološkog sustava Đula – Medvedica i prikaz zona onečišćenja

Slika 5. Akcija čišćenja Đule – Medvedice

Slika 6. Primjer ograničavanja pristupa u svrhu zaštite, špilja Provala

Slika 7. Poplava s naplavinama u Đulinom ponoru

Slika 8. Otpad u jami kod Male Učke, Istra

Slika 9. Logo speleološke inicijative Čisto Podzemlje

Slika 10. Područje pod nadležnosti Nature 2000

Popis tablica:

Tablica 1. Popis 15 najdubljih speleoloških objekata u Hrvatskoj

Tablica 2. Popis 15 najduljih speleoloških objekata u Hrvatskoj

Tablica 3. Glavni uzroci ugroženosti speleoloških objekata u Hrvatskoj

Tablica 4. Zakonska regulativa u zaštiti speleoloških objekata u Hrvatskoj