

Ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima Žumberka i Samoborskog gorja

Babić, Marina

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:186197>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Marina Babić

**ILEGALNA ODLAGALIŠTA OTPADA U SPELEOLOŠKIM OBJEKTIMA
ŽUMBERKA I SAMOBORSKOG GORJA**

Diplomski rad

**Zagreb
2021. godine**

Marina Babić

**ILEGALNA ODLAGALIŠTA OTPADA U SPELEOLOŠKIM OBJEKTIMA
ŽUMBERKA I SAMOBORSKOG GORJA**

Diplomski rad

predan na ocjenu Geografskom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta

u Zagrebu radi stjecanja akademskog zvanja

magistra struke znanosti o okolišu

Zagreb

2021. godine

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Znanosti o okolišu* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom prof. dr. sc. Nenada Buzjaka.

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geografski odsjek

Ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima Žumberka i Samoborskog gorja

Marina Babić

Izvadak: Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje zaštićeno je područje koje velikim dijelom leži na kršu. Unutar Parka smjestila su se 153 naselja, no danas je područje Parka poznatije po „vikend naseljima“. Ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima predstavljaju veliki problem u cijelome svijetu. Najčešći uzrok njihova nastanka su upravo nedovoljna educiranost lokalnog stanovništva o štetnim utjecajima otpada na podzemlje, nepostojeća infrastruktura za odlaganje otpada ili velika udaljenost iste, „prikladnost“ i blizina samog speleološkog objekta naselju te skup odvoz otpada. Zbog svoje ranjivosti, krš je vrlo osjetljiv na polutante te ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima predstavljaju pravu prijetnju. Cilj ovog rada je upravo analiza ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima na području Parka. U programskom paketu QGIS, obrađeni su podaci podijeljeni na dvije skupine: antropogeni faktori nastanka ilegalnih odlagališta otpada te okolišni rizici ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima. Dobiveni rezultati potvrđuju hipotezu kako ilegalna odlagališta otpada nastaju najčešće u blizini naselja i prometnica. Iako je broj onečišćenih speleoloških objekata i dalje manji od ukupnog broja, Park prirode zaprima dojave o novim onečišćenim objektima te se čak speleološki objekti koji su očišćeni od otpada, ponovno zatrpavaju unatoč postavljenim znakovima zabrane.

64 stranice, 17 grafička priloga, 2 tablice, 37 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje, krš, speleološki objekti, ilegalna odlagališta otpada

Voditelj: prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Povjerenstvo: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac
doc. dr. sc. Kristina Pikelj
izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

Tema prihvaćena: 13. 2. 2020.

Rad prihvaćen: 9.9. 2021.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Master Thesis

Faculty of Science

Department of Geography

Illegal waste disposal sites in speleological objects of nature park Žumberak - Samobor highlands

Marina Babić

Abstract: Žumberak-Samoborsko gorje Nature Park is protected area which is situated in karst. There are 153 settlements in the Nature park itself, but today it is mostly known for weekend resort. Illegal landfills inside speleological objects are a major problem world-wide. The most common causes of forming these illegal landfills are lack of education of locals about the potential adverse impact the landfills can have on the karst, non-existent waste disposal infrastructure or great distance of the waste disposal infrastructure, convenience of disposing the waste in the nearest speleological object and the cost of waste removal. Karst is very vulnerable to pollutants and illegal landfills represent a great threat to the karst system. The aim of this paper is the analysis of illegal landfills inside speleological objects in this nature park. The analysis of the vector data was performed in QGIS software package and they are divided into two groups: anthropogenic factors in the formation of illegal landfills and environmental risks of illegal landfills in speleological landfills. The obtained results confirm the hypothesis that illegal landfills occur most often near settlements and roads. Even though number of speleological objects with illegal landfills is still a lot less than the total number of speleological objects, Nature Park receives daily notifications about new illegal landfills and even the ones that have been cleaned, are again covered with garbage despite prohibition signs have been posted.

64 pages, 17 figures, 2 tables, 37 references; original in Croatian

Keywords: Žumberak-Samoborsko gorje Nature Park, karst, speleological objects, illegal landfills

Supervisor: Nenad Buzjak, PhD, Professor

Reviewers: Ivan Čanjevac, PhD Assistant Professor
Kritina Pikelj, PhD Assistant Professor
Jasna Lajtner, PhD Associate Professor

Thesis title accepted: 13/02/2020

Thesis accepted: 09/09/2021

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Cilj i svrha istraživanja	1
1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	5
1.3. Zakonski okvir	9
2. METODE RADA.....	13
3. OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PROSTORA.....	15
3.1. Područje istraživanja.....	15
3.2. Geološka obilježja	17
3.2.1. Geološka struktura	18
3.3. Geomorfološka obilježja	19
3.3.1. Krš Parka.....	20
3.3.1.1. Speleološki objekti Parka	21
3.3.1.2. Onečišćeni speleološki objekti parka	24
3.4. Stanovništvo.....	28
4. REZULTATI	29
5. RASPRAVA	46
6. ZAKLJUČAK.....	50
7. LITERATURA	51
8. INTERNETSKI IZVORI.....	55
Popis slika	vi
Popis tablica	viii

1. UVOD

1.1. Cilj i svrha istraživanja

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19) odlagalište otpada je građevina namijenjena podzemnom ili površinskom odlaganju otpada. Osnovni elementi kod izgradnje uređenog odlagališta otpada su: temeljno tlo, temeljni zaštitni sustav, tijelo odlagališta, završni pokrov te sustav za otplinjavanje. Odlagališta su mjesta gdje se otpad u vremenu neutralizira, razgradi i mineralizira. Tijekom tog vremena odvijaju se kemijski, biološki i mikrobiološki procesi razgradnje te se oslobađaju različiti plinovi, toplina te vodena para. Uz problem onečišćenja zraka, procjedne vode jedan su od glavnih problema odlagališta (Barčić i Ivančić, 2010).

Procjedna voda, još se naziva i eluat, je zagađena voda odlagališta koja se cijedila kroz slojeve odležanog otpada te tako prikupila velike količine suspendiranih i otopljenih tvari uključujući i proizvode biokemijskih reakcija (Barčić, Ivančić, 2010). Količina procjednih voda ovisna je o klimatskim prilikama, količini oborina i evaporacijskom potencijalu, a fizikalno-kemijska svojstva ovise o vrsti otpada. Ukoliko na odlagalištu ima i komunalnog otpada iz kojeg nije izdvojen biorazgradivi dio, opterećenje procjednih voda pokazuje i onečišćenja organskog porijekla poput ukupnog organskog ugljika, KPK, BPK te amonijaka (Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2015.-2021).

Osnovna karakteristika krških područja je cirkulacija vode podzemnim krškim kanalima te manjak vode na površini. Špilje i jame igraju ključnu ulogu provodnika podzemnih voda s površine u podzemlje i obrnuto. Najveća količina podzemne pitke vode nalazi se upravo u krškom podzemlju, a upravo su špilje i jame poveznica između oborina, tj. površine i podzemnih vodonosnika koje prihranjuju. Upravo je zbog toga jedan od glavnih uzročnika zagađenja podzemlja nedovoljna svijest stanovnika koji odlažu otpad na neprimjeren način te sudjeluju u nastanku ilegalnih odlagališta otpada. Kako u podzemnim objektima vladaju pretežito stalni mikroklimatski uvjeti, otpad se razgrađuje i raspada puno sporije zbog smanjene mikrobiološke aktivnosti (Novak i Butorac 2020).

Na području Parka prisutno je više od 40 ponornica koje kao površinski tokovi poniru u podzemlje. Nakon nekog vremena one opet mogu izbiti na površinu u nekom od izvora. To predstavlja problem kod onečišćenja jer krške stijene nemaju mogućnost prirodnog pročišćavanja te onečišćenje brzo prolazi i može se dugo zadržati u okolišu. Kao primjer je navedena Sveta Gera - da na tom mjestu netko izlije 1L nafte, ona bi onečistila oko milijun litara vode koja bi se pojavila na nekom od izvora kod Sošica (<https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/>). U planu upravljanja Parkom (2017-2026) istaknuta je važnost speleoloških objekata ne samo kao čimbenika georaznolikosti, već kao i staništa raznolike i bogate faune. U planu je provedba edukacija, čišćenje onečišćenih objekata, ograničavanje prilaza te istraživanje i praćenje hidroloških i hidrogeoloških procesa.

Ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima prisutna su u svim hrvatskim županijama. Iako prednjače Istarska i Šibensko-kninska županija, izdvajaju se i Zagrebačka, Karlovačka te Splitsko-dalmatinska županija kao sekundarne jezgre velike gustoće. Distribucija i gustoća ilegalnih odlagališta uvjetovani su gustoćom naseljenosti, ali i intenzitetom speleoloških istraživanja (Novak i Butorac 2020).

Otpad je prema Zakonu o otpadu definiran kao svaka tvar ili predmet koju posjednik namjerava ili mora odbaciti (NN, 178/2004). Otpad je određen posebnim kategorijama otpada - biootpad, otpadni tekstil i obuća, otpadna ambalaža, otpadne gume, otpadna ulja, otpadne baterije i akumulatori, otpadna vozila, otpad koji sadrži azbest, medicinski otpad, otpadni električni i elektronički uređaji i oprema, otpadni brodovi, morski otpad, građevni otpad, otpadni mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, otpad iz proizvodnje titan dioksida, otpadni polikloriranibifenili i polikloriraniterfenili (Zakon o otpadu, NN 174/2004).

Ilegalna odlagališta otpada, koja se još nazivaju divlja ili neuređena odlagališta otpada, su manja neuređena područja koja nisu predviđena za odlaganje otpada te najčešće nastaju djelovanjem građana, bez ikakvih mjera djelovanja i zaštite. Takva odlagališta nemaju, u pravilu, nikakvu dokumentaciju vezanu uz njih te su nastala bez znanja tijela lokalne samouprave (Barčić i Ivančić, 2010). U pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada navedeni su svi uvjeti koje odlagalište otpada mora zadovoljiti kako bi se smanjio štetni utjecaj otpada na okoliš, posebice kako bi se

spriječilo onečišćenje površinskih i podzemnih voda, tla i zraka (Zakon o održivom gospodarenju otpadom, 94/13, 73/17, 14/19, 98/19).

Urbanizacija i industrijalizacija dovele su do povećanja proizvodnje otpada i do problema odlaganja i sanacije istog. Upravo ilegalna odlagališta otpada predstavljaju najveću opasnost jer njihovim postojanjem dolazi do zagađenja gotovo čitavog okoliša, posebice podzemnih i površinskih voda, a k tome predstavljaju i opasnost za čovjekovo zdravlje (Barčić i Ivančić, 2010).

U ovom radu odabran je Park prirode Žumberak - Samoborsko gorje kao područje istraživanja. Park prirode je prirodno ili djelomično kultivirano područje kopna i/ili mora koje ima veliku bioraznolikost i/ili georaznolikost. Također se ističe i značajnim ekološkim obilježjima te krajobraznim i kulturno-povijesnim vrijednostima. Samim parkom prirode upravlja Javna ustanova "Park prirode Žumberak - Samoborsko gorje" osnovana Uredbom Vlade Republike Hrvatske 16. rujna 1999. godine (<https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/>). Namjena parka prirode je odgojno-obrazovna, povijesno-kulturna te turističko-rekreacijska. Park prirode vrlo je bitna kategorija zaštite koja pridonosi očuvanju raznolikosti područja (<https://www.haop.hr/>).

Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje obuhvaća brdsko – planinsko područje južne Žumberačke gore te cijelo Samoborsko gorje. Karakterizira ga mješavina šuma, travnjaka te kultiviranog krajolika. Najviši vrh je Sveta Gera – 1178 metara nadmorske visine. Park se prostire kroz dvije županije (Zagrebačka i Karlovačka), tri grada (Samobor, Jastrebarsko i Ozalj) te tri općine (Žumberak, Krašić i Klinča sela). Vrlo bitno obilježje Parka je da se na panonskim predjelima nalazi vrlo velik broj naselja smještenih na nadmorskim visinama 400 - 700 m n. v. (<https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/>). Prema istraživanjima speleološkog kluba "Samobor" na području parka nalazi se 151 speleološki objekt (Buzjak, 2008).

Upravo zbog blizine naselja samom Parku, nerijetko dolazi do nastanka ilegalnih odlagališta otpada koja mogu znatno utjecati na smanjenje raznolikosti te dovesti do zagađenja ovog zaštićenog područja. Iz tog je razloga i odabran upravo ovaj Park prirode kao područje istraživanja. Prije početka analize i istraživanja postavljene su dvije hipoteze:

1. Više onečišćenih speleoloških objekata nalazi se u blizini naselja i/ili prometnica;
2. Više onečišćenih speleoloških objekata nalazi se uz najduže prometnice zbog lakoće pristupa speleološkim objektima.

Cilj istraživanja je analiza ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima. Točkasti lokaliteti obrađeni su u programu QGIS te je napravljena jedinstvena karta geografske raspodjele lokaliteta i obavljena je geoprostorna analiza. Napravljena je i procjena utjecaja otpada na izvore i okoliš s obzirom na to da se radi o području krša.

1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Kučar Dragičević, Butuči i Kufrin (Agencija za zaštitu okoliša, 2006.) radili su pregled stanja zbrinjavanja otpada u Republici Hrvatskoj. Prema tom pregledu, Hrvatska godišnje proizvede 13,2 milijuna tona otpada. Od toga 1,2 milijuna tona otpada na komunalni otpad, dok na opasni otpad otpada 0,1 milijuna tona. Prema Planu gospodarenja otpadom u RH 2016.-2022. rast proizvedenog komunalnog otpada zaustavljen je 2008. godine, a 2010. godine bilježi se smanjenje prijavljenih količina. Od 2011. godine ponovno se bilježi rast proizvedene količine komunalnog otpada. Od 2010. do 2014. godine bilježi se porast odvojeno sakupljenih vrsta otpada iz komunalnog otpada. U tom periodu također se bilježi povećana količina komunalnog otpada izravno upućena na uporabu.

Barčić i Ivančić (2010.) analizirali su utjecaj odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac na onečišćenje okoliša. U radu navode niz preventivnih mjera povezanih sa zaštitom vode od štetnih utjecaja te samim zagađenjem vode. Kao glavni problem odlagališta otpada navode procjedne vode te stvaranje deponijskih plinova. U procjednim vodama nalazi se povećana koncentracija koliformnih i patogenih bakterija te soli teških metala. Navode kako se procjedne vode smiju ispuštati u podzemne vode preko zona *aeracije* (prirodni filteri) ili preko upojnih bunara. Ukoliko se na odlagalištu nalazi i biorazgradivi otpad, dolazi do razgradnje i truljenja koji se odvijaju u četiri faze: aerobna, anaerobna nemetanska, anaerobna nestabilna metanska te anaerobna stabilna metanska faza. U prvoj fazi nastaje plin koji sadrži O_2 i N_2 te najveća količina CO_2 . U anaerobnim fazama nastaje CH_4 te manje količine CO_2 . Kako je CO_2 teži od zraka on pada na tlo te se otapa u vodi i povećava kiselost i korozivnost podzemnih voda.

Barišić (2020.) u svom radu o speleološkim objektima u okolini lokacije budućeg Centra za gospodarenjem otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice navodi, kako je tijekom boravka na terenu primijećena velika količina komunalnog otpada na gotovo svakom mjestu koje je dostupno automobilom.

Buzjak i Trpčić (2005.) su u svom radu određivali tvrdoću vode u četiri špilje na području Parka. Istraživanje je uključivalo špilju Izvor pod pećinom, špilju Drobovnik, špilju Rogovac i špilju Spilja na izvoru. Izvor pod pećinom i Rogovac imali su srednje tvrdu vodu, dok su svi ostali objekti imali dosta tvrdu vodu. Ovim su istraživanjem i rezultatima potvrdili da voda ima značajnu ulogu u korozijskom oblikovanju podzemnih pukotina i šupljina. Također su pomoću određene tvrdoće vode pokazali i da je tvrdoća vode odraz geološkog sastava terena kroz koji i protječe.

Za ovu temu veoma je bitan i zanimljiv rad autorica Kapor i Trpčić (2008.) o kvaliteti vode izvora Vrelić u Donjim Dubravama. Autorice se u radu fokusiraju na izvor zagađenja podzemnih voda koje direktno mogu utjecati na zagađenje izvora Vrelić, a lokalno stanovništvo ga vrlo često koristi kao izvor pitke vode. Prilikom speleoloških istraživanja špilje Vrelić zabilježen je oštar i intenzivan miris nafte, a tijekom ekstremno niskog vodostaja uočene su pukotine, ispunjenje onečišćenim sedimentom te tanki filmovi onečišćenja na stijenci. U razgovoru s lokalnim stanovništvom, zaključeno je da je uzrok zagađenja najvjerojatnije nesreća u kojoj je došlo do prevrtanja vlaka. Vagon-cisterna je tada izletio s tračnica te završio u dolini s druge strane nasipa prilikom čega je došlo do izlivanja nafte u okolnu dolinu koja vodi prema izvoru i špilji Vrelić. Iako je do ove nesreće došlo 1970. godine, u okolišu je još uvijek prisutna vrlo velika koncentracija onečišćivača koji utječu na kvalitetu vode. Osim ovog događaja, autorice su pratile i još nekoliko mogućih izvora onečišćenja: groblje koje se nalazi južno od nasipa, poljoprivredne površine (upotreba pesticida i umjetnih gnojiva) te postojanje nekoliko lokacija ilegalnih odlagališta otpada u neposrednoj blizini. U zaključku autorice navode kako izvor nije opterećen procjednim vodama lokalnog smetlišta niti zagađivačima s poljoprivrednih površina, no pokazatelje onečišćenja trebalo bi pratiti periodički, uzimajući u obzir i sezonske utjecaje kako bi se točno moglo reći imaju li ili nemaju utjecaj. Naglašavaju kako onečišćenje izvora Vrelić vrlo lako može dovesti i do onečišćenja čitave mreže vodotoka. Izvor Vrelić pritoka je Globornice te onečišćenje može vrlo lako dospjeti u rijeku Dobru, a konačno i u rijeku Kupu.

Hrvatski geološki institut izdao je elaborat Ocjena stanja podzemnih voda na područjima koja su u direktnoj vezi s površinskim vodama i kopnenim ekosustavima ovisnim o podzemnim vodama. Unutar CVP Žumberak i Samoborsko gorje izdvojena su dva

ekosustava ovisna o podzemnoj vodi (EOPV kasnije u tekstu): izvori uz koje se taloži sedra i špilje i jame zatvorene za javnost. Vodeni ekosustav vezan je uz hiporeičku zonu potoka Bregana. Ocjena kemijskog i količinskog stanja s gledišta povezanosti s površinskim vodama za hiporeičku zonu potoka Bregana ocijenjen je kao u dobrom stanju. No pouzdanost je vrlo niska jer se kakvoća vode u potocima na području Žumberka i Samoborskog gorja ne prati u okviru nacionalnog monitoringa. Ocjena se temelji na istraživanjima provedenim na jednoj lokaciji unutar područja Žumberak-Samoborsko gorje. Količinsko stanje podzemnih voda za hiporeičku zonu potoka Bregana ocijenjeno je kao dobro te je pouzdanost ocjene visoka. Ocjena stanja kakvoće podzemne vode s gledišta izdvojenih ekosustava ovisnih o podzemnim vodama je dobra. Pouzdanost ove ocjene je visoka zbog slabe opterećenosti CPV ovog područja, iako kemijski sastav EOPV Drobovnik špilja i Izvori uz koje se taloži sedra nije poznat. CPV Žumberak Samoborsko gorje je s gledišta izdvojenih ekosustava ovisnih o podzemnim vodama ocijenjena u dobrom stanju s obzirom na količine podzemne vode. Pouzdanost je niska s obzirom na to da točne lokacije staništa nisu navedena, a zahvaćene količine podzemne vode nisu velike u odnosu na obnovljive zalihe. Zbog toga se može pretpostaviti da utjecaja korištenja podzemnih voda nema. Na Drobovnik špilju utjecaja također nema jer u njenom priljevnom području nema zahvata podzemne vode.

Ocjena rizika CPV Žumberak-Samoborsko gorje, s gledišta povezanosti s površinskim vodama, je niska - samo 5% površine ima povišenu ranjivost. Pouzdanost je niska jer kemijski sastav nije u potpunosti poznat, no prostor je slabo opterećen i gotovo cijelom svojom površinom se nalazi unutar Parka prirode te neprimjereni zahvati nisu mogući. CPV Žumberak-Samoborsko gorje nije u riziku ni od prekomjernog korištenja podzemnih voda i negativnog utjecaja na površinske vode jer nije predviđeno povećanje crpnih količina ni izgradnja novih zahvata podzemne vode te je pouzdanost procjene visoka.

S gledišta izdvojenih ekosustava ovisnih o podzemnim vodama CPV Žumberak-Samoborsko gorje također je ocijenjeno bez rizika od mogućnosti postizanja cilja: sprječavanje pogoršanja stanja cjeline podzemnih voda. Pouzdanost je niska zbog nedostatka podataka o kemijskom stanju podzemnih voda. CPV Žumberak-Samoborsko gorje nije u riziku ni s gledišta količinskog stanja podzemnih voda, a pouzdanost je niska zbog nepoznavanja točnih lokacija ekosustava.

Zagrebački speleološki savez pokrenuo je 2015. godine volontersku inicijativu Čisto podzemlje. Osnovni cilj im je podizanje svijesti javnosti o problemu odlaganja otpada u kršu te spriječiti daljnje uništavanje podzemlja. Do sada je evidentirano više od 800 ilegalnih odlagališta. Aktivirana je i stranica “ELOO” evidencija lokacije odbačenog otpada putem koje građani mogu aktivno sudjelovati u rješavanju problema u svojoj okolini (Novak i Butorac 2020). Ovu inicijativu čini 30 speleoloških udruga diljem Hrvatske. Do danas su u izradi baze onečišćenih speleoloških objekata sudjelovale speleološke organizacije poput Speleološke udruge Estavele, Speleološki klub Samobor, Speleološko društvo Buje, PDS Velebit, Hrvatski geološki institut, Speleološki klub HAD i mnogi drugi (<https://cistopodzemlje.info/hr/>). Inicijativa provodi brojne akcije čišćenja onečišćenih speleoloških objekata, speleolozi educiraju lokalno stanovništvo. Problem onečišćenih speleoloških objekata uvršten je, po prvi put, u Plan gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017.-2022. te u informacijski sustav zaštite prirode. Na ovaj način speleolozi su postali aktivni sudionici rješavanja problema. Uz to, inicijativa održava predavanja u mnogim školama i fakultetima te je uvrštena u nacionalni kurikulum 2019. godine. Zbog problematike sanacije pojedinih odlagališta otpada, određeni su kriteriji prema kojima onečišćeni objekti imaju prednost nad drugima:

1. objekti u zaštićenom području
2. objekt na području ekološke mreže Natura 2000
3. objekt na području rijetkog i ugroženog staništa
4. objekt na području strateških zaliha podzemne vode Republike Hrvatske
5. objekt se koristi kao vodozahvat za opskrbu pitkom vodom
6. objekt je unutar 500 metara od površinskog vodotoka ili površinskih stajaćih voda

Prioritet u sanaciji dobiva onaj onečišćeni speleološki objekt koji zadovoljava veći broj navedenih kriterija (Novak i Butorac, 2020).

Speleološki klub Samobor sudjelovao je u projektu izrade speleološke baze podataka Zagrebačke županije. Projekt se odvijao na Samoborskom gorju bez prostora unutar granica Parka prirode. U sklopu projekta izvršeni su nacrti te prikupljeni podaci od 43 jame i špilje na navedenom području. Tijekom istraživanja primijećeno je kako je veliki broj jama ugrožen

bacanjem otpada ili trajno uništen. Klub je također u svibnju 2019. godine imao akciju čišćenja ponora Vrulje. Spilja je smještena uz samu južnu granicu Parka te se tamo odvija ilegalno odlaganje otpada već duži niz godina od strane mještana, unatoč znaku koji isto zabranjuje. Otpad se zadržava na granju iznad ponora ili čak završi u potoku koji onda ulazi u spilju. Na ovaj način otpad onečišćuje i tlo i vodu. Tijekom čišćenja izdvojeno je 8 kubika otpada iz kućanstva, većinski plastike i ambalaže, kozmetike, auto dijelova, kućanskih aparata i slično (<https://speleo-klub-samobor.hr/>). Speleološki klub Samobor je 2001.-2005. izradio Speleološki katastar Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje. U katastru je spremljena osnovna speleološka dokumentacija (dokumentacijske kartice speleoloških podataka s lokacijom, morfometrijskim, hidrološkim, sedimentološkim i ekološkim podacima i nacrti), slikovni materijali (fotografije, filmovi, prezentacije) te literaturni podaci (Buzjak, 2006).

1.3. Zakonski okvir

Prema planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2015. - 2021. ilegalna odlagališta otpada su lokacije na koje pravna ili fizička osoba odbacuje otpad. Najčešće se pokazalo kako su te lokacije “naučene”, odnosno dolazi do ponovnog odlaganja otpada na istu lokaciju čak i nakon sanacije, odnosno uklanjanja otpada. Na divljim odlagalištima najčešće se odlaže glomazni te građevinski otpad, a rjeđe komunalni otpad. Prema zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/2013), za provedbu mjera s ciljem sprječavanja nepropisnog odlaganja otpada i uklanjanja odbačenog otpada nadležne su službe koje su nadležne za komunalni red jedinice lokalne samouprave. Te mjere uključuju redoviti godišnji nadzor, vođenje evidencije o lokacijama gdje se odlaže otpad, procijenjenoj količini otpada, obvezniku uklanjanja otpada i predaju otpada osobi ovlaštenoj za gospodarenje otpadom.

Kao rješenje, u planu gospodarenja otpadom RH navodi se uspostava reciklažnih dvorišta i njihovo ispravno lociranje kako bi bila svima jednako dostupna.

Prema Zakonu o otpadu (NN 178/2004) ciljevi gospodarenja otpadom su:

1. izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada te smanjenje opasnih svojstava otpada (razvojem čiste tehnologije, razvojem i promoviranjem proizvoda koji ne pridonose onečišćenju i štetnom utjecaju otpada te razvojem metoda zbrinjavanja opasnih tvari koje se nalaze u otpadu namijenjenom za uporabu)
2. uporaba otpada ponovnom upotrebom, recikliranjem ili primjenom nekog drugog postupka koji nam omogućava izdvajanje sekundarne sirovine ili upotreba otpada u energetske svrhe
3. zbrinjavanje otpada na propisan način
4. sanacija okoliša onečišćenog otpadom.

Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) speleološki objekti su od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku i uživaju njezinu osobitu zaštitu. Prema istom zakonu navedeno je kako je zabranjeno bilo kakvo uništavanje ili oštećivanje siga, živog svijeta, arheoloških, fosilnih ili bilo kakvih drugih nalaza. **Zabranjeno je odlaganje otpada ili ispuštanje otpadnih tvari u speleološke objekte** kao i provođenje svih onih zahvata koji mijenjaju trenutno stanje objekta. Svaka osoba koja planira neki zahvat ili istraživanje u speleološkom objektu, dužna je dobiti dopuštenje Ministarstva.

Također, postoji čitav niz prekršajnih odredbi koje se ne odnose direktno na speleološke objekte, kao na primjer zaštita vodotoka, koji se također može primijeniti na speleološke objekte (Buzjak, 2008).

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (94/13, 73/17, 14/19, 98/19) (ZOGO kasnije u tekstu) propisane su mjere za sprječavanje štetnog djelovanja otpada na zdravlje čovjeka i okoliš s ciljem smanjenja količine stvorenog otpada. Gospodarenje otpadom provodi se na način siguran za ljudsko zdravlje i okoliš te se mora osigurati da otpad koji je preostao nakon postupka obrade, ne predstavlja nikakvu prijetnju budućim generacijama. Prema istom zakonu zabranjeno je odbacivanje otpada u okoliš. Jedinice lokalne samouprave dužne su donijeti Plan gospodarenja otpadom za razdoblje od 6 godina. Prijedlog plana gospodarenja otpadom potom mora odobriti upravno tijelo jedinice regionalne samouprave koje je nadležno

za poslovne zaštite prirode. Plan gospodarenje otpadom koje su donijele jedinice lokalne samouprave mora biti usklađen s odredbama ZOGO-a.

ZOGO-om je propisano kako su jedinice lokalne samouprave na svom području dužne osigurati prikupljanje miješanog komunalnog otpada te biorazgradivog komunalnog otpada, odvojeno prikupljanje papira, plastike, metala, stakla, tekstila i krupnog komunalnog otpada. Dužni su provoditi donesen Plan gospodarenja otpadom, spriječiti odbacivanje otpada na bilo koji način koji nije propisan ZOGO-om te ukloniti tako odložen otpad. Moraju provoditi izobrazno-informativne aktivnosti na svom području te osigurati akcije prikupljanja otpada. Akciju prikupljanja otpada može organizirati svaka fizička ili pravna osoba u suradnji s osobom koja ima dozvolu za gospodarenje otpadom. Na kraju akcije prikupljeni otpad mora biti predan osobi s navedenom dozvolom te komunalni redar vrši nadzor nad provedbom akcije.

Prema planu za gospodarenje otpadom Općine Krašić (2018.-2023.) izdvojeni su ciljevi koje je potrebno doseći do 2022. godine. Ciljevi su smanjiti ukupnu količinu komunalnog otpada za 5%, odvojeno prikupiti 60% komunalnog otpada te odložiti manje od 25% komunalnog otpada. Također im je cilj i sanirati lokacije ilegalno odbačenog otpada, unaprijediti nadzor nad gospodarenjem otpadom te izvoditi izobrazno-informativne aktivnosti. Na području ove općine zabilježeno je šest ilegalnih odlagališta otpada. Novonastala ilegalna odlagališta potrebno je što prije sanirati, obaviti detaljan pregled lokacije te onemogućiti ponovni nastanak ilegalnog odlagališta postavljanjem ograde.

Na području Općine Žumberak ne postoje odlagališta otpada. Prema planu gospodarenja otpadom (2014.-2020.) (PGO kasnije u tekstu) Općine Žumberak evidentirano je šest lokacija ilegalnih odlagališta otpada. Kao uzroci nastanka ilegalnih odlagališta otpada, među ostalima, navedeni su i nedostupnost i/ili velika udaljenost legalnih odlagališta i reciklažnih dvorišta, trud koji zahtijeva legalno zbrinjavanje (primjerice građevinski i glomazni otpad) te nedovoljna upućenost lokalnog stanovništva i javnosti o posljedicama ilegalnih odlagališta otpada. Osnovni cilj PGO Općine Žumberak upravo je njihova sanacija. Osnovna zadaća lokalne jedinice samouprave je da se otpad ukloni i sanira na njihov trošak ili trošak pojedinca koji je otpad i odložio na navedenu lokaciju. Planom su propisane mjere kojima se želi smanjiti devastacija prostora otpadom - edukacija svih subjekata o načinima gospodarenja

otpadom, izrada popisa okoliša onečišćenih otpadom i planova sanacije ilegalnih odlagališta otpada, ozelenjavanje saniranih divljih odlagališta, postavljanje natpisa „Zabranjeno odlaganje otpada“ na lokacijama na kojima se opetovano vrši odlaganje otpada, povećati kontrolu, prijaviti pojedince koji odlažu otpad na neprimjerene lokacije te spriječiti miješanje različitih kategorija otpada u sustavu skupljanja.

2. METODE RADA

Istraživanje je provedeno na temelju podataka o onečišćenim objektima i ukupnom broju objekata na području Parka. Obradeni su osnovni uzroci nastanka ilegalnih odlagališta otpada – blizina naselja i prometnica te nedostatak odgovarajuće infrastrukture. Pripremljena je karta geološke strukture i litologije s pomoću podataka preuzetih s Hrvatskog geološkog instituta – OGK 1:300 000 te su prikazani položaji onečišćenih objekata s obzirom na elemente geološke karte. Napravljen prikaz lokacije onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na mrežu površinskih vodotokova. Izdvojene su kategorije Nacionalne klasifikacije staništa i područja zaštite te je prikazana udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od njih.

Prema podacima preuzetima s web stranice Geofabrika, klasificirano je sedam razreda prometnica koje se javljaju na području istraživanja. Opcijom *Extrac tby attribute* odvojeni su razredi prometnica u zasebni sloj. Za svaki razred zatim je napravljen buffer od 100, 500 i 1000 metara kako bi se pokazala udaljenost onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na prometnice. Buffer je opcija kojom se izdvajaju dva područja: jedno područje koje se nalazi unutar postavljenih granica te drugo područje koje je izvan postavljenih granica. U ovom radu odabrani su bufferi od 100, 500 i 1000 metara upravo zbog početne hipoteze da se većina onečišćenih speleoloških objekata nalazi u neposrednoj blizini prometnica na pristupačnom mjestu. Buffer veći od 1000 metara nije potreban jer se onečišćeni speleološki objekti nalaze unutar navedenih buffera u odnosu na naselja i prometnice. Opcijom *Select by location* izdvojeni su onečišćeni objekti unutar svakog od tri buffera za svaki razred prometnica pojedinačno te je napravljen grafički prikaz podataka.

Podaci o poligonima područja naselja na području Parka preuzeti su iz Digitalnog atlasa Republike Hrvatske. Za poligonski prikaz naselja također je napravljen buffer od 100, 500 i 1000 metara te je opcijom *Select by attribute* prikazano koliko se onečišćenih objekata nalazi unutar pojedinog buffera. Ista metodologija korištena je i za vodotokove, prema podacima preuzetima sa stranice Hrvatskih voda, ali je napravljen samo buffer od 500 metara.

Prema podacima preuzetima s Bioportala napravljena je klasifikacija staništa istraživanog područja samo prema prvoj kategoriji. Izdvojeno je 6 kategorija na području Parka te je opcijom *Split vector by layer* izdvojena svaka kategorija u zaseban sloj kako bi se dobila zastupljenost pojedine kategorije na području Parka u grafičkom obliku.

Podaci za područja Natura 2000 i zaštićena područja preuzeti su s portala okoliša ENV. Napravljena je klasifikacija na karti te su preklopljeni s kartom postojećih onečišćenih objekata. Napravljen je grafički prikaz udaljenosti onečišćenih objekata od pojedine kategorije zaštite.

Pomoću Kernelove gustoće uspoređena je prostorna gustoća onečišćenih objekata s prostornom gustoćom ukupnog broja speleoloških objekata na području Parka. Podaci o speleološkim objektima preuzeti su iz katastra speleoloških objekata u Republici Hrvatskoj s Bioportala. Kernelova gustoća je vrlo dobra metoda za vizualni prikaz vjerojatnosti pojavljivanja ili gustoće određene pojave.

3. OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PROSTORA

3.1. Područje istraživanja

Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje smješten je na zapadom dijelu središnje Hrvatske uz samu granicu sa Slovenijom. Nalazi se između rijeke Save i Kupe te je ispresijecan mnogobrojnim riječnim dolinama i brdskim potocima. Ukupna površina Parka je 34.235 hektara. Samo područje proglašeno je parkom prirode 2. svibnja 1999. godine, iako Javna ustanova počinje s radom tek 2001. godine. Unutar parka nalazi se 153 naselja u kojima živi nešto manje od 2000 stanovnika.

Na području Parka prevladavaju prirodne i doprirodne šume i travnjaci. Šume hrasta kitnjaka i običnog graba prevladavaju na nižim nadmorskim visinama, hrast medunac i crni grab dominiraju na strmijim, toplijim obroncima, dok su na najvišim predjelima prisutne bukove šume. Najveći udio travnjaka nastao je krčenjem šuma, dok je veoma mali postotak prirodnog porijekla (Buzjak i dr. 2011).

Unutar samoga parka izdvajaju se tri lokaliteta sa statusom posebno zaštićenih područja:

- Područje kanjona Slapnice kod Krašića - značajni krajobraz
- Stara bukova šuma površine 26.27 ha na Japetiću - posebni rezervat šumske vegetacije
- Termofilna šuma na brežuljku visine oko 100 m na čijem se vrhu nalazi stari grad Okić - park šuma

Uz ova tri lokaliteta, još se dva (cret uz potok Jarak, prašuma Kuta) razmatraju za poseban stupanj zaštite (<https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/>).

Zahvaljujući svom položaju, Žumberak i Samoborsko gorje odlikuju se velikom bioraznolikošću. Samoborsko gorje zapravo predstavlja most između Alpa i Dinarida te je također i granica između zapadne i jugoistočne Europe. Zato ne iznenađuje da prostor parka obiluje velikom raznolikošću vrsta. Samoborsko gorje nalikuje Alpama po tome što se izmjenjuju strme padine s dubokim dolinama, što je uzrokovano dolomitnim slojevima koji, pod utjecajem vanjskih prilika, formiraju različite geomorfološke oblike. Također se i na

Žumberku i Samoborskom gorju mogu pronaći i silikati što je svakako doprinijelo razvoju karakteristične flore ovog područja (Trinajstić, 1994).

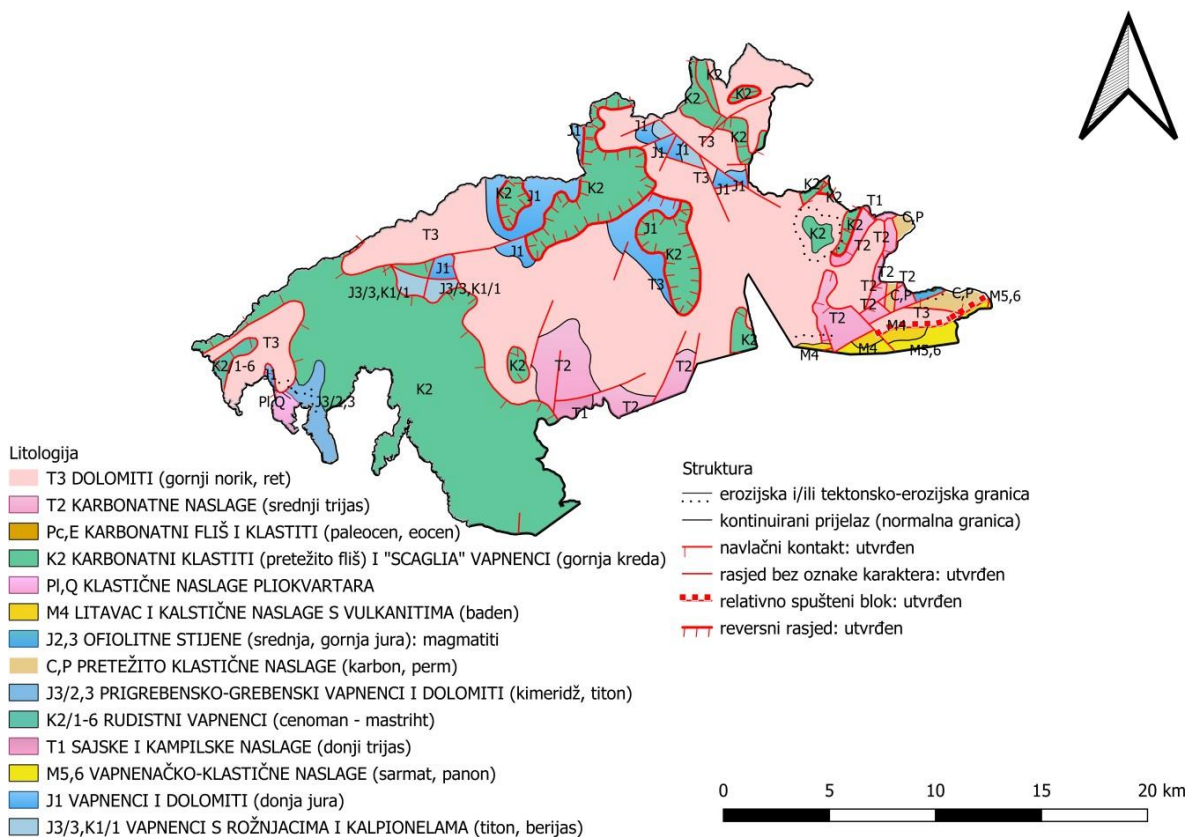
Jedna velika vrijednost hrvatskog podzemlja je vrlo velika raznolikost podzemnih organizama. Od ukupno 443 vrste koje su prisutne u špiljama i jamama, 70% su endemi (Butorac, Novak 2020). Prema Bonacci-ju, bioraznolikost hrvatskog podzemlja dva puta je veća od one svjetske, gledajući prema vrstama. Paučnjaci (arahnidi) su skupina u kojoj pronalazimo najviše endemskih vrsta. Najprisutnija skupina u hrvatskom podzemlju su kornjaši (Coleoptera), zahvaljujući velikom broju speleoloških objekata te geografskim karakteristikama Hrvatske (Gottstein, Matočec 2002). Špilje su također važno stanište i za šišmiše, uključujući i ugroženog južnog potkovnjaka (*Rhinolophus euryale*) te ileglna odlagališta otpada u speleološkim objektima ne predstavljaju ugrozu samo bogatom životinjskom svijetu već su potencijalan i rizik zagađenja bogate mreže vodotokova od kojih su mnogi izvor pitke vode za lokalno stanovništvo (Plan upravljanja Parkom prirode Žumberak-Samoborsko gorje, 2017-2026).

Na području parka, u speleološkim objektima zabilježene su mnoge vrste puževa, paukova, rakova i spiljskih kornjaša te je utvrđeno 16 endemskih vrsta. Jedan od njih je žumberački žmurac (*Machaerites curvistylus*) koji živi samo u četiri špilje zabilježene na području parka te nigdje drugdje. Vodeni račić Žumberačka kuglašica (*Monolitra rakovitzai pseudoberica*) zabilježena je samo u jednoj spilji na Žumberku, a još se može naći na nekoliko lokaliteta u Gorjancima sa slovenske strane. Također treba spomenuti i tankovratog podzemljara (*Leptodirus hochenwartii*), strogo zaštićenu vrstu koja se može pronaći u podzemnim lokalitetima parka (Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje).

Podzemni organizmi vezani su u usko područje rasprostranjenosti te su vrlo često vezani uz samo jedan lokalitet. Također, zbog uvjeta staništa u kojem žive, vrste imaju usporen rast i razvoj. Upravo iz tog razloga pojava, poput ilegalnog odlagališta otpada, može dovesti do uništenja jedne cijele populacije određene vrste, a naša podzemna staništa su pod velikim pritiskom zagađenja voda, izgradnje prometnica, nekontroliranog crpljenja vode i gradnje hidroelektrana. Važnost podzemnih organizama je velika i u istraživanjima nasljednih osobina te bi nam očuvanje istih trebala biti od velike važnosti (Koller Šarić i dr., 2019).

3.2. Geološka obilježja

Područje Parka nalazi se na granici između Dinaridske karbonatne platforme (Dinaricum) i područja Unutrašnjih Dinarida (Supradinaricum) (Buzjak 2002, prema Bukovac i Herak, 1988). Najstarije stijene područja su klastitipaleozojske starosti (breče, pješčenjaci i kvarcni konglomerati) koji zauzimaju veliko područje Samoborskog gorja, a na Žumberku ih pronalazimo samo kod sela Relići (Buzjak 2002, prema Herak, 1968). Najveći dio teritorija parka prekriven je upravo karbonatnim stijenama nastalim u razdoblju trijasa. Na zapadnom i središnjem Žumberku prevladavaju sivi i bijeli srednetrijaski i gornjotrijaski zrnati dolomit, dok na istočnom Žumberku gornjotrijaski dolomiti. Gornjotrijaske dolomite karakterizira slaba okršenst, zbog male količine CaCO₃ (Buzjak, 2002).



Sl. 1. Geološka karta Parka prirode Žumberak-Samoborskog gorje (izvor: Hrvatski geološki institut – OGK 1:300 000)

Naslage jurske starosti protežu se na istočnom Žumberku – karbonatni sediment kojem pripadaju dolomitični vapnenci, vapnenci i sivi dobro uslojeni dolomiti, iza kojih slijede vapnenci i silificirani vapnenci s rožnjacima. Na zapadnom Žumberku nalaze se slojevi svijetlosivog vapnenca koji prelaze u uslojeni dolomit. Naslage gornjeg Malma čine pločasti pelagičkimikrit, biomikrit i rožnjaci s ulošcima kalkarenita i lapora. Gornjokredne naslage čine bazalne breče i konglomerati koji su nastali pretaloživanjem podloge od dolomita, vapnenaca i rožnjaka na kojoj je izvršena transgresija. Nakon njih nalazimo flišoliki sediment s vapnovitim i glinovitim laporima, šejlovima i kalkarenitima s kojima se izmjenjuju rožnjaci, ulošci karbonatnih breča i tankopločasti vapnenci (Buzjak 2002, prema Plenčar i sur., 1976).

3.2.1. Geološka struktura

Na području Parka uočena su tri tipa rasjeda koji se razlikuju prema smjeru pružanja. Na većem području Žumberka pojavljuju se rasjedi smjera pružanja SZ-JI, rasjedi dinarskog smjera pružanja. Na istočnom dijelu Žumberka i na Samoborskom gorju nalaze se rasjedi smjera pružanja SI-JZ. Ovaj skup rasjeda predstavlja vrlo značajnu zonu koja je igrala vrlo bitnu ulogu u tektonskim pokretima ovog područja, dok su rasjedi smjera pružanja S-J njihov nastavak.

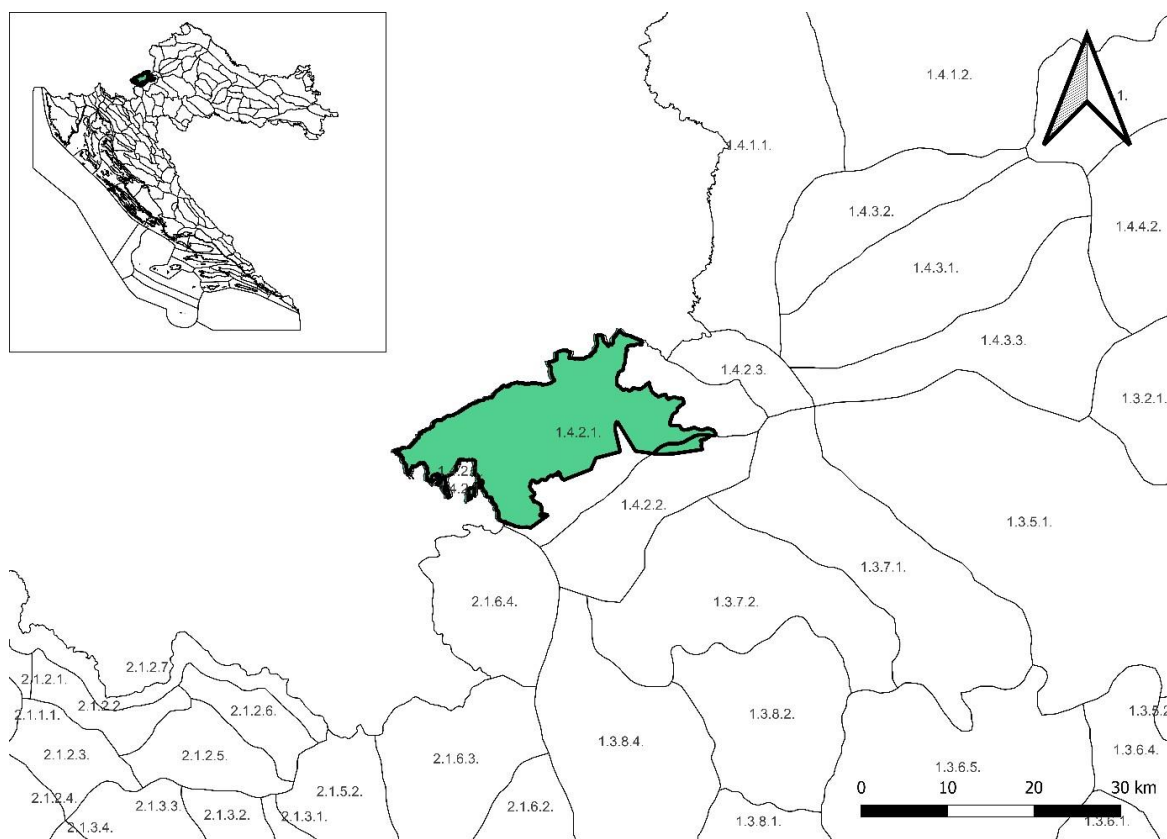
Žumberak ima izražena radijalna kretanja, dijapirizam i magmatizam, dok su na Samoborskom gorju izraženija horizontalna kretanja boranja i reverznog rasjedanja uz potenciranje radijalne tektonike. Križanje i susretanje rasjednih sustava SI-JZ, SSZ-JJI, SZ-JI i Z-I najbitnije je za razvoj reljefa. Rasjedi sa smjerom pružanja SZ-JI i Z-I rezultat su aplskih pokreta (Buzjak, 2002 prema Prelogović, 1970).

Tektonska jedinica Žumberački autohton ističe se svojom važnošću, uz tektonsku jedinicu Žumberačko-medvednička navlaka. Žumberački autohton sadrži naslage gornje krede (vapnenci, breče i konglomerati) koje su izuzetno bitne za razvoj krškog reljefa (Buzjak 2002).

3.3. Geomorfološka obilježja

Geomorfološki položaj Parka određen je prema geomorfološkoj regionalizaciji Hrvatske na temelju općih morfoloških i morfogenetskih obilježja reljefa (Bognar, 1999.)

Područje Žumberka i Samoborskog gorja svrstano je u skupinu rasjedno-boranih gromadnih masiva mezozojskog nabiranja heterogenog tipa (Buzjak, 2002). Područje parka spada u makrogeomorfološku regiju gorsko-zavalsko područje SZ Hrvatske, koja pak pripada megageomorfološkoj regiji Panonskog bazena. Panonski bazen je, uz Dinaride, dio Alpsko-Himalajskog pojasa. Park se nalazi unutar dvije geomorfološke subregije 1.4.2.1. Gorski masiv Žumberačke gore i 1.1.4.2. II predgorska stepenica (Bognar, 1999).



Sl. 2. Geomorfološki položaj Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje (prema Bognar, 2001.)

3.3.1. Krš Parka

Voda, topljive stijene i poroznost čine osnovu nastanka krša. Primjeri topljivih stijena su karbonatne stijene, mramor, evaporiti te karbonatne breče i konglomerati. Pod pojmom poroznosti razlikujemo tri tipa – primarnu, sekundarnu i tercijarnu. Primarna nastaje prilikom nastanka stijene, sekundarna nastaje pod utjecajem tektonskih pokreta, a tercijarna, ujedno i najbitnija, nastaje djelovanjem vode koja širi uže pukotine. Voda otapa kalcit, uz prisutnost otopljenog ugljikovog dioksida u reakciji koju nazivamo okršavanje ili korozija. Korozija je geomorfološki proces otapanja stijene. Svi ovi procesi nastanka krša skupno se nazivaju okršavanje (Bočić, 2017).

Žumberak se nalazi na prijelazu između Panonskog bazena, Dinarida i Alpa te se odlikuje složenom geološkom građom i reljefnom strukturom koja je obilježena tektoniziranim naslagama različitih litostratigrafskih značajki. Također je to područje s velikom raščlanjenošću različitih morfo-genetskih tipova reljefa, među kojima dominiraju fluviokrški i krški reljef (Buzjak i dr. 2011). Krš zauzima 90% površine Parka te u njemu nalazimo brojne krške oblike poput uvala, ponikvi, slijepih dolina, dok na zapadnom području parka često susrećemo ponore i kratke ponornice.

Zapadni i jugozapadni dio Parka te, u manjoj mjeri, središnji dio imaju klasični tip krškog reljefa koji je vezan uz dobro propusne naslage krednog vapnenca i breče. Taj prostor ima svojstva tipičnog krškog reljefa s brojnim krškim reljefnim oblicima, bezvodnom površinom, razgranatom podzemnom cirkulacijom vode i tankim slojem tla. Na ovom području izmjenjuju se stjenovite površine i dijelovi “zelenog” krša. Najintenzivniji procesi okršavanja vezani su uz visoravni - oko Badovinaca i Sošica. Fluviokrški tip reljefa povezan je s naslagama dolomita iz srednjeg/gornjeg trijasa s okršavanjem, ali je uz okršavanje izraženo i egzogeno oblikovanje reljefa. Na području fluviokrša postoje i mreže površinskih tokova s usječenim uskim dolinama, sloj tla je deblji, stjenovita područja su rjeđa te prevladava “zeleni” krš (Buzjak, 2002).

3.3.1.1. Speleološki objekti Parka

Morfološke i morfometrijske značajke

Speleogeneza je proces nastanka i razvoja speleoloških objekata te je dio procesa okršavanja. Ovisno o kretanju vode, speleogeneza može biti epigena i hipogena. Epigena speleogeneza događa se gravitacijskim procjeđivanjem vode u podzemlje. Hipogena speleogeneza karakterizirana je vodama koje se uzlazno kreću iz većih dubina (Bočić, 2017). Na području Parka zabilježeno je i opisano 151 špilja i jama. (Buzjak, 2008).

Većina špilja opisanih na području Parka dužine su do 50 metara. Samo manji broj (njih četiri), duže su od 100 metara, a najduže su Provala, Bedara i Dolača. Prva opisana speleološka pojava na području Žumberka je Pogana jama. Dubine jama su od -5 do -49 metara, no najdublja je Dolača (-155 m). Većina špilja i jama imaju samo jedan glavni kanal, bez dugačkih ogranaka te se može reći da prevladava jednostavni morfološki tip.

Jame su većinski nastale korozijom vode koja se procjeđivala s površine. Uz urušavanje i inverzno okršavanje u špiljama je vrlo bitno i djelovanje podzemnih tokova. Kanali freatskog tipa su najčešće elipsastog presjeka sa strujnicama i stropnim kupolama na zidovima koji su posljedica više razine podzemnih voda, zbog čega su kanali bili potpuno potopljeni tijekom nastanka – primjer Rogovac, Židovska kuća i Provala. Špilja u Gojkovoj Dragi i špilja Drobni primjer su kanala u kojima se, zbog sniženja razine podzemnih voda, erozijsko-korozivno djelovanje najjače usmjerilo na dno kanala te je sam kanal dobio presjek ključanice. Špilja Mikulička primjer je špilje čiji su kanali tijekom poplave bili u potpunosti ispunjeni vodom te je došlo do taloženja velike količine aluvijalnih sedimenata koji ispunjavaju njene kanale (Buzjak, 2002).

Kršje, najčešći klastični sediment, ujedno je i najčešći sediment istraživanih speleoloških objekata te je prisutan i u špiljama i u jamama. Kršje je autohtoni sediment nastao mehaničkim trošenjem matične stijene. Prisutan je na primjer u špilji Dolači te Jami kod starog Mlina. Špilja Drobni primjer je vezanih klastičnih špiljskih sedimenata. Špilja Jamina primjer nam je špilje u kojoj glina i prah, koji su dio vodenih tokova, prekrivaju stropove, blokove, kršje i zidove speleoloških objekata ili se mogu taložiti na dnu. Najveća količina ovog sedimenta zabilježena je u Drobniku. Od sedimenata važan je još i šljunak jer

njegovim taloženjem može doći do oblikovanja nasipa i sprudova, a primjer toga su aktivni kanali Drobovnika i Rakičke (Buzjak, 2006).

Voda u speleološkim objektima

Voda se u speleološkim objektima može pojaviti kao kondenzirana voda, kao prokapnica, cijednica, stajaća voda i kao vodeni tok. Kondenzirana voda nastaje na površini stijena u obliku kapljica prilikom dodira toplog i vlažnog zraka sa stijenom. Prokapnica ili nakapnica nastaje procjeđivanjem vode kroz pukotine stijene i kapa sa stropa na dno kanala. Cijednica nastaje ako se ta voda prilikom izlaska iz pukotine stijene cijedi po površini stijene. Stajaće vode nastaju skupljanjem cijednice, prokapanice ili mlazova vode koji mogu nastati nakon otapanja snijega ili povećane količine padalina pa se posljedično povećava i količina cijednice i prokapanice.

Prema hidrološkim značajkama speleološki objekti dijele se na: povremeno bez vode, s prokapnicom ili cijednicom, s povremenom stajaćom vodom, sa stalnom stajaćom vodom, s povremenim ili stalnim vodenim tijekom te stalno ili povremeno potopljeni speleološki objekti. Speleološki objekti povremeno bez vode mogu imati kondenziranu vodu, ali nemaju vodu u tekućem agregatnom stanju veći dio godine. Tijekom vlažnijeg razdoblja mogu imati prokapnicu ili cijednicu.

Prema hidrogeološkoj ulozi speleološki objekti dijele se na: povremene i stalne izvore, povremene i stalne ponore, estavele, vrulje te povremeno ili stalno protočne speleološke objekte. Kroz protočni speleološki objekt protječe vodeni tok, voda se pojavljuje iz dolaznih kanala te otječe u odlazne kanale, povremeno ili stalno. Vodeni tok iz ovakvih speleoloških objekata niti izvire niti ponire (Buzjak, 2006).

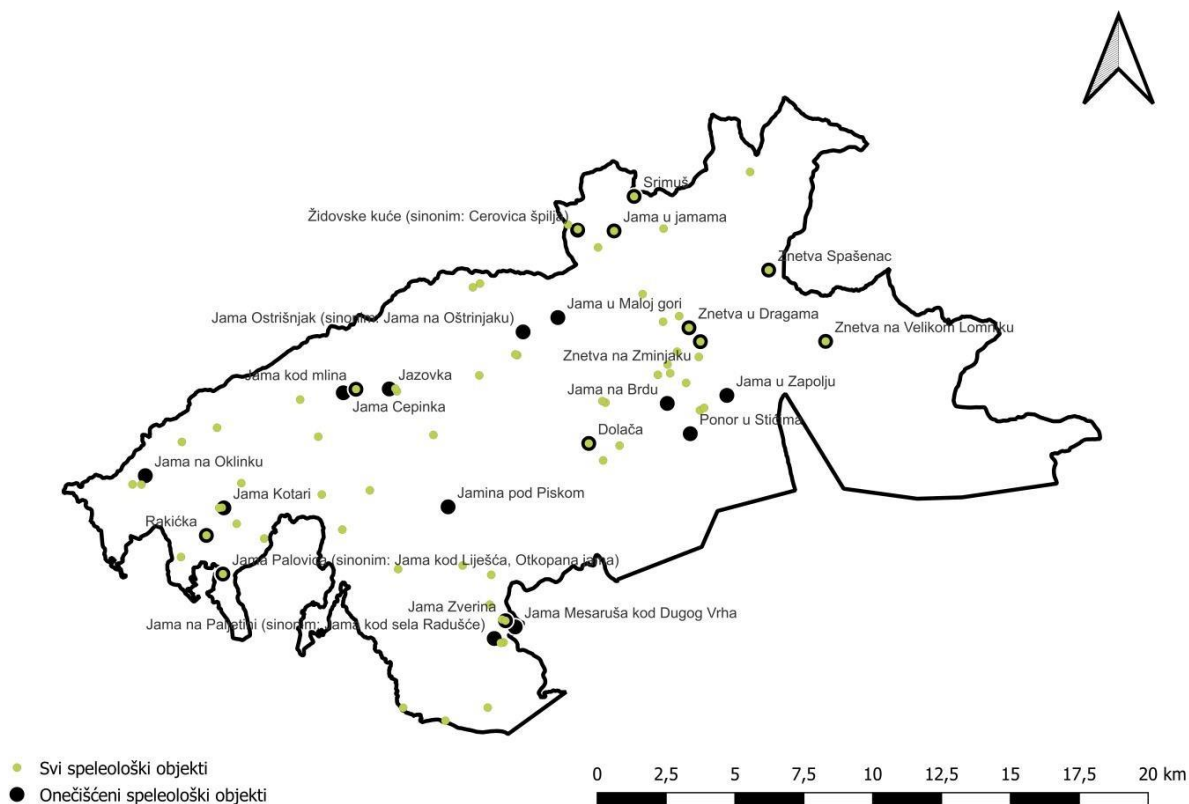
U speleološkim objektima područja istraživanja voda se javlja najčešće kao prokapnica ili cijednica. Veće količine prokapanice i cijednice prisutne su u špiljama Jamina, Dolača, Znetva Spašenac i Dolačina mama. U Dolačinoj mami količina prokapanice je toliko velika da formira vodene tokove malog kapaciteta. Povremeni vodeni tokovi javljaju, kao što je ranije spomenuto, nakon obilnijih padalina ili otapanja snijega. Tada se voda u kanalima može javiti zbog dotjecanja vode s površine u obliku ponornice. Primjer je spilja Dolača. Također se voda

može javiti skupljanjem veće količine cijednice ili prokapnice: spilja Zidane pećine i spilja Mramor. Ili do pojave vode može doći zbog podizanja nivoa podzemne vode: spilja Jamura, Spilja na izvoru. Špilja Mikovička jedina ima stalnu stajaću vodu, a povremenu stajaću vodu, koja nastaje zbog nakupljanja prokapnice i cijednice na nepropusnoj glinovitoj podlozi, imaju špilje Židovska kuća i Dolačina mama. Špilja izvor pećine jedini je speleološki objekt Parka koji je povremeno potopljen. Ta pojava izazvana je izgradnjom zida, kojeg su izgradili mještani sela Tomaševci zbog očuvanja i korištenja vode. Do potapljanja dolazi nakon obilnijih padalina i naglog otapanja snijega (Buzjak, 2002).

Ponor u Stićima primjer je privremenog ponora, a Dolača i Zidane pećine su povremeno protočne (Buzjak, 2006).

3.3.1.2. Onečišćeni speleološki objekti parka

Unutar Parka trenutno se nalaze 24 onečišćena objekta, od ukupno 64 pristupa speleološka objekta. Većina ih je jednostavnog morfološkog tipa.



Sl. 3. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata na području Parka s nazivima (izvor:Bioportal)

Dolača je špilja koja se nalazi istočno od sela Drašći Vrh. U nju ponire voda koja nanosi otpad razasut u okolini špilje. Onečišćenje špilje Dolače prijavljeno je 2001. godine. Jama Cepinka nalazi se u blizini sela Sošice te se u nju odbacuje komunalni otpad. Onečišćenje je prijavljeno 2002. godine. Jama kod mlina nalazi se u selu Boići, u blizini mlina po čemu je i dobila ime. Otpad iz ove jame direktno utječe na onečišćenje potoka Jarak, a jama je i stanište ugroženih šišmiša. Onečišćenje je prijavljeno 2003. godine. Jama Kotari nalazi se sjeverno od zaseoka Ratkovići. Danas se u nju više aktivno ne odbacuje komunalni otpad, a onečišćenje je prijavljeno 2003. godine. Jama Mesaruša kod Dugog Vrha nalazi se ispod ceste koja se odvaja jugoistočno od sela Dugi Vrh. U nju se odlaže otpad iz klaonice, odakle proizlazi i naziv jame. Klaonički otpad predstavlja izravnu prijetnju za zagađenje

izvora vode koji se nalaze sjeverno od jame. Onečišćenje je prijavljeno 2004. godine. Onečišćenje Jame na Brdu prijavljeno je 2004. godine. Jama se nalazi iznad sela Posinak i danas se više u nju aktivno ne odlaže komunalni otpad. Jama na Oklinku nalazi se nedaleko naselja Popovići Žumberački i u nju se aktivno odlaže komunalni otpad. Onečišćenje je prijavljeno 2003. godine. Jama na Paljetini još je poznata i kao Jama kod sela Radušće. Jedna je od tri onečišćene jame kod sela Dugi Vrh te se u nju više aktivno ne odlaže komunalni otpad. Onečišćenje prijavljeno 2004. godine. Onečišćenje Jame Ostrišnjak (sinonim: Jama na Ostrišnjaku) prijavljeno je 2002. godine. Nalazi se sjeverozapadno od sela Grič te se na njenom dnu nalazi komunalni otpad. Jama Palovica, poznata još kao Jama kod Liješća ili Otkopana jama, nalazi se u selu Liješće te ju lokalno stanovništvo koristi kao odlagalište komunalnog otpada i životinjskih ostataka. Odlaganje otpada u jamu nastavljeno je čak i nakon postavljanja kontejnera pored jame. Onečišćenje je prijavljeno 2004. godine, a pored jame nalazi se i metla kojom lokalno stanovništvo pomete razneseni otpad oko jame u nju. Jama u jamama prijavljena je kao onečišćena 2015. godine. Nalazi se zapadno od Novog Sela Žumberačkog, na šumovitom platou iznad ceste. U jami se nalaze životinjske strvine. Jama u Maloj gori je vrlo pristupačna zbog čega je zatrpana komunalnim otpadom. Nalazi se na cesti između Budinjaka i Gornje Vasi. Onečišćenje je prijavljeno 2001. godine. U Jami u Zapolju pronađen je otpad životinjskog porijekla, no u nju se aktivno ne odlaže otpad. Nalazi se u području Kobiljak u blizini mnogih vodenih tokova. Onečišćenje je prijavljeno 2004. godine. Treća onečišćena jama u blizini sela Dugi Vrh je Jama Zverina. Onečišćenje je prijavljeno 2004. godine i u nju se danas više ne odlaže otpad. Jamina pod Piskom zaštićena je kao stanište podzemne faune unutar ekološke mreže Natura 2000. Nalazi se u blizini Oštrca, u boku vrtače te je zatrpana do polovice tlom i otpadom. U nju poniru vode koje su trasirane na izvor Obrv. Onečišćenje je prijavljeno 2013. godine. Jama Jazovka nalazi se u blizini naselja Sopot, u brdu Lisine. Iz nje je ekshumirano čak 250 ljudskih kostura. U jami se nalazi i komunalni otpad koji nije očišćen, a onečišćenje je prijavljeno 1990. godine. Špilja Ponor u Stićima nalazi se u zaseoku Stići. U špilju ponire voda koja u špilju nanosi otpad koji se odlaže u okolini špilje. Onečišćenje je prijavljeno 2004. godine. Špilja Rakićka nalazi se zaseoku Pilatovci kod Radatovića. U nju se aktivno odlaže otpad, a pronađeni su i ulomci keramike pa postoji mogućnost da bi Rakićka mogla biti i arheološki zanimljiva. Kroz špilju prolazi stalni vodeni tok koji onečišćenje raznosi dalje u podzemlje. Onečišćenje je

evidentirano 2002. godine. U blizini granice sa Slovenijom, sjeverno od Novog Sela Žumberačkog nalazi se jama Srimuš. Lako je pristupačna jer se nalazi blizu kolnog puta i zatrpana je komunalnim otpadom. Onečišćenje je prijavljeno 2001. godine. Znetva na Velikom Lomniku prijavljena je kao onečišćena 2016. godine. Nalazi se kod Planinarske kuće Svetog Bernarda na Velikom Lomniku. Nakon malog ulaznog dijela, slijedi dvorana u koju se odlaže komunalni otpad, biološki materijal te balvani. Onečišćenje je prijavljeno 2016. godine, a oko njenog ulaza postavljena je bodljikava žica kako bi se spriječilo nenamjerno upadanje ljudi i životinja. Znetva na Zminjaku nalazi se u blizini zaseoka Delivuk i u nju se odlaže komunalni otpad. Onečišćenje je prijavljeno 2001. godine. U Znetvu Spašenac također se odlaže komunalni otpad, a onečišćenje je prijavljeno 2001. godine. Nalazi se sjeverno od Noršić sela. Znetva u Dragama izuzetno je pristupačna jer se nalazi u blizini puta u zaseoku Delivuk. U nju se odlaže komunalni otpad, a onečišćenje je prijavljeno 2001. godine.

Špilja Židovske kuće, poznata još kao i Cerovica špilja, zaštićena je kao stanište podzemne faune unutar ekološke mreže Natura 2000 te je i arheološko nalazište. Nalazi se u blizini Slovenske granice, zapadno od sela Cerovica. Sadrži sitan otpad kao dokaz današnje civilizacije, a kroz nju prolazi i plastična cijev od početka do kraja. Cijev je služila za upuhivanje zraka tijekom arheoloških istraživanja. Onečišćenje je prijavljeno 2014. godine. (<https://cistopodzemlje.info/hr/>).

Tab. 1. Popis onečišćenih speleoloških objekata na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje (izvor: Hrvatske vode)

Naziv speleološkog objekta	Duljina (m)	Dubina (m)
Dolača	503	155
Jama Cepinka	16	17
Jama kod Mlina	16	18
Jama Kotari	10	20
Jama Mesaruša kod Dugog Vrh	x	x
Jama na Brdu	7	6
Jama na Oklinku	x	10

Jama na Paljetini	13	22
Jama Ostrišnjak	10	29
Jama Palovica	20	52
Jama u jamama	16	7
Jama u Maloj gori	2	11
Jama u Zapolju	6	6
Jama Zverina	6	16
Jamina pod Piskom	6	10
Jazovka	42	56
Ponor u Stićima	20	4
Rakićka	93	11
Srimuš	7	14
Znetva na Velikom Lomniku	15	16
Znetva na Zminjaku	2	9
Znetva Spašenac	9	12
Znetva u Dragama	9	7
Židovske kuće	46	4

3.4. Stanovništvo

Prema Državnom zavodu za statistiku, na području općine Žumberak je popisano 883 stanovnika 2011. godine, dok je 2001. godine zabilježeno 1.185 stanovnika. Skoro polovicu popisanog stanovništva, njih 403 imalo je 60 i više godina te je prosječna starost stanovništva bila 53.8 godina. Dobar pokazatelj depopulacijskog trenda pokazuje i činjenica da je zabilježeno 10 potpuno izumrlih naselja na području Žumberka tijekom popisa stanovništva 2011. godine (Turk, 2016). Prema planu upravljanja Parka, 2017-2026, glavni problem Parka predstavlja upravo depopulacija uz veće količine smeća te nekontroliranu gradnju.

Naseljena područja Žumberka čine male seoske zajednice u kojima se odvija sav gospodarski i društveni život. Naselja su ostala vezana uz poljoprivredu te se, uz stalni pritisak iseljavanja, nisu razvili gradovi već su sela zadržala izrazito tradicionalnu socijalnu strukturu. S povećanjem iseljavanja, povećavala se starost stanovništva te su kao posljedica ostala neobrađena poljoprivredna zemljišta (Štambuk, 1996).

Ilegalno odlaganje otpada učestala je praksa malih, ruralnih zajednica te lokalno stanovništvo ima problema s primjenom novih navika i mijenjanjem starih. Često nisu upoznati s novim informacijama i/ili štetnosti odlaganja otpada na neprimjerena mjesta. Problem nastaje i kada lokalne zajednice imaju ograničen pristup reciklažnim dvorištima i/ili odlagalištima otpada jer su navedena skupa ili veoma daleko. Ilegalna odlagališta otpada u ruralnim područjima najčešće nastaju na izoliranim i udaljenim mjestima do kojih je relativno lako doći. Nadalje, upravo manja ruralna područja nemaju redovit i povoljan sustav odvoza otpada i recikliranja, što je još jedan čimbenik koji doprinosi nastanku ilegalnih odlagališta otpada (PGO Žumberak).

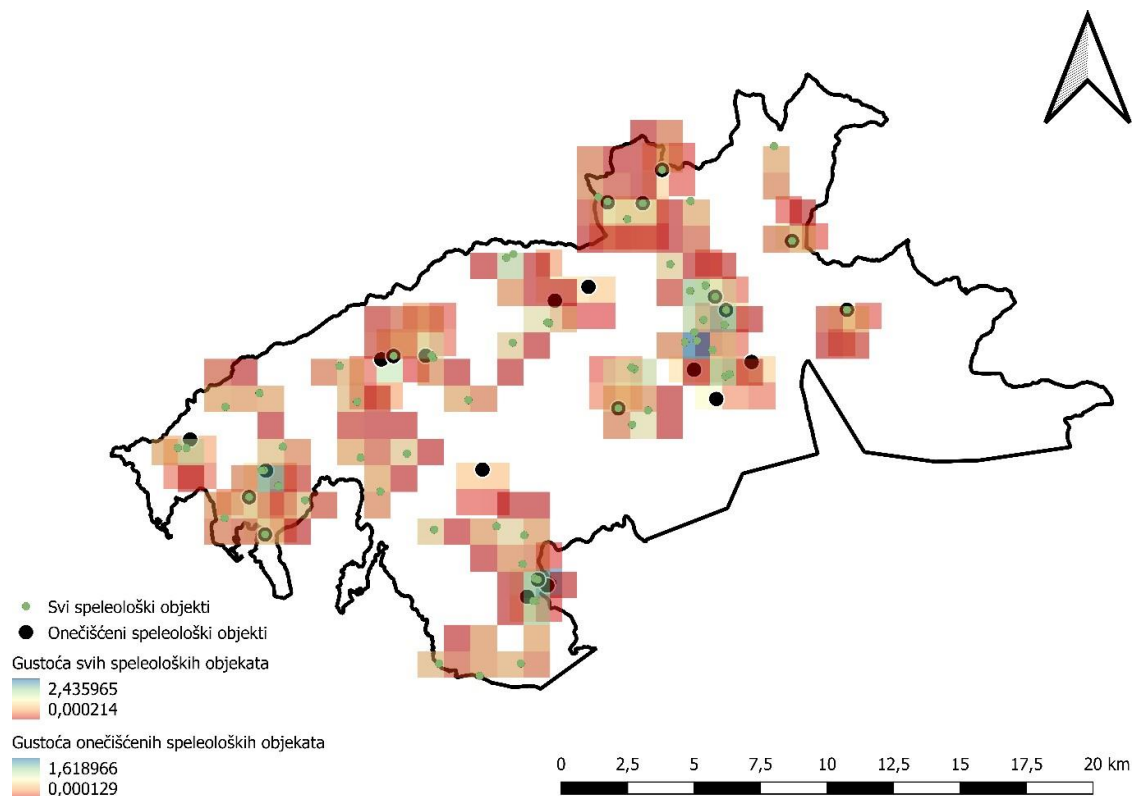
Zanimljivo je kako su stanovnici u anketi, provedenoj u radu Mišljenja domaćeg stanovništva o privlačnim i odbijajućim čimbenicima življenja na Žumberku (Štambuk, 1996.) naveli upravo sprječavanje nastanka ilegalnih odlagališta otpada te organiziranje odvoza otpada kao probleme njihova kraja. Kao glavnu prednost života na Žumberku najviše se stanovnika opredijelilo za čisti zrak te nezagađenu prirodu.

4. REZULTATI

Rezultati provedene analize odvojeni su u dvije kategorije te su kao takvi i zasebno obrađeni:

1. Antropogeni faktori nastanka ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima
2. Okolišni rizici ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima

Prikazana je i usporedba prostorne gustoće svih speleoloških objekata na području Parka te onečišćenih speleoloških objekata na području Parka.

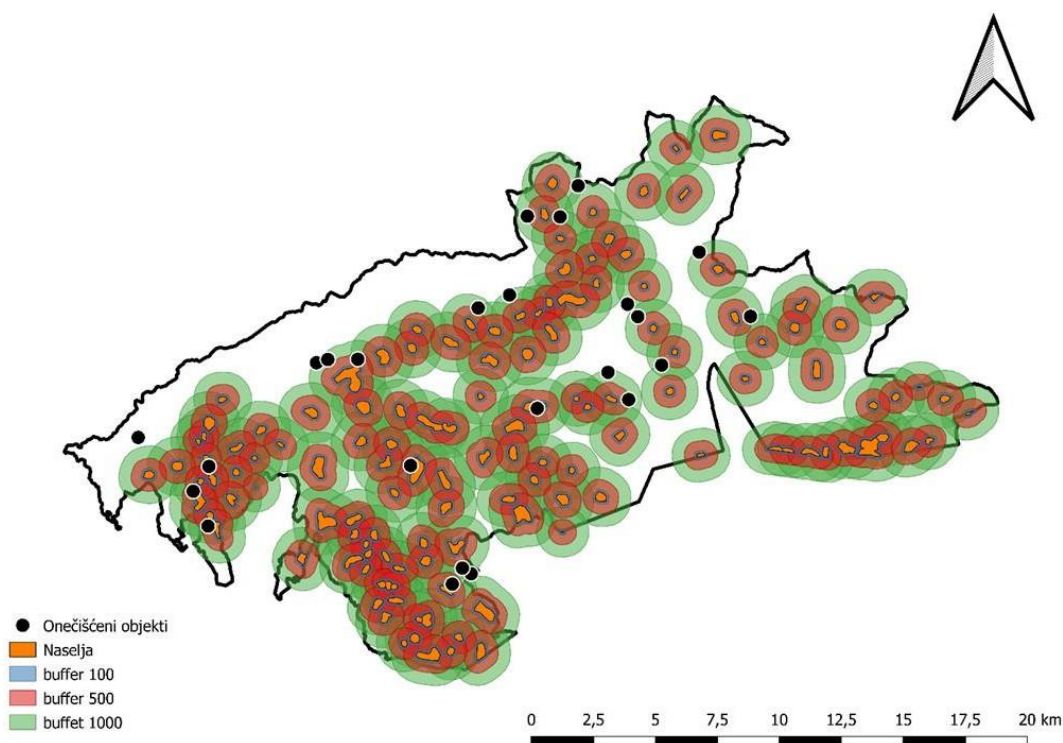


Sl. 4. Prikaz prostorne gustoće svih i onečišćenih speleoloških objekata na području Parka (izvor: Bioportal)

Karta je pripremljena kako bi vizualizirali problematiku onečišćenih speleoloških objekata te kako bi njihova prostorna gustoća dobila više značenja. Prikazana je gustoća svih onečišćenih speleoloških objekata po metru kvadratnom. Prema karti vidimo kako je najveća gustoća onečišćenih speleoloških objekata upravo na područjima gdje se presijecaju naselja te nerazvrstane ceste, uz koje se i nalazi veliki broj onečišćenih speleoloških objekata. Vidljivo je da je prostorna gustoća svih speleoloških objekata veća od gustoće onečišćenih speleoloških objekata što odgovara i brojnosti samih speleoloških objekata. No, uočimo li da je veliki broj čistih speleoloških objekata u neposrednoj blizini prometnica i/ili naselja, možemo samo pretpostaviti da zagađenje prijeti i njima s obzirom na potvrđene hipoteze ovog rada.

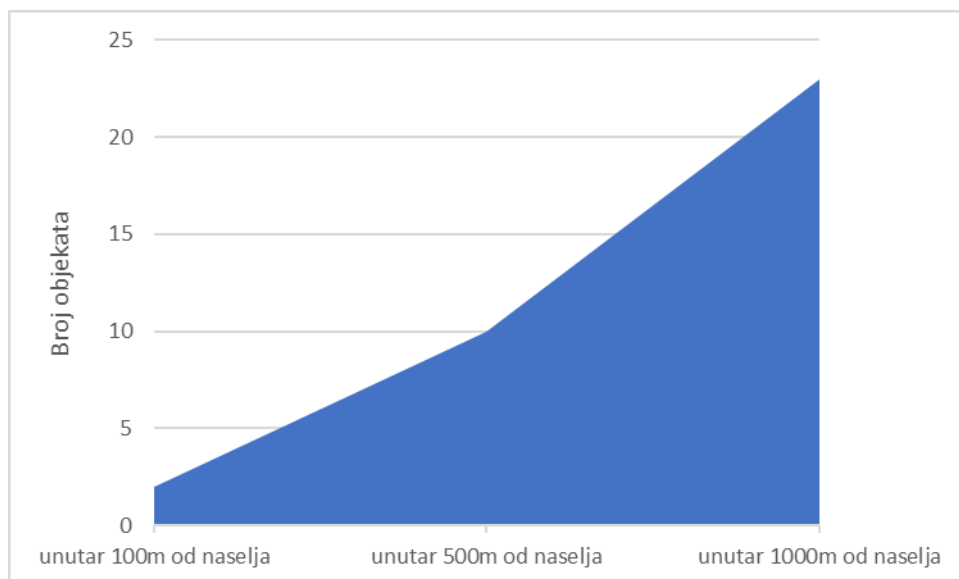
4.1. Antropogeni faktori nastanka ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima

4.1.2. Naselja



Sl. 5. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od poligona naselja (izvor: Digitalni Atlas Republike Hrvatske)

Na karti su prikazana naselja kao poligoni te brojnost onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na udaljenost od 100, 500 i 1000 m. Kao maksimalna udaljenost od naselja uzeto je 1000 m upravo zbog početne hipoteze da ilegalna odlagališta otpada nastaju na pristupačnim mjestima u relativnoj blizini naselja. Unutar buffera 100 metara nalaze se dva onečišćena speleološka objekta: Dolača i Jama na Paljetini. Kada povećamo tu granicu na 500 m, broj onečišćenih speleoloških objekata penje se na devet. Pomicanjem granice buffera na 1000 m od naselja, broj onečišćenih speleoloških objekata penje se na 23. Unutar navedene granice nalaze se svi onečišćeni speleološki objekti osim Jame na Oklinku koja se nalazi otprilike 1500 m od naselja Popovići Žumberački. Graf ispod teksta prikazuje kako brojnost onečišćenih speleoloških objekata raste s povećanjem granice buffera sa 100 na 1000 m.



Sl. 6. Prikaz brojnosti objekata s obzirom na udaljenost od najbližeg naselja.

4.1.2. Prometnice

Klasificirano je sedam razreda prometnica:

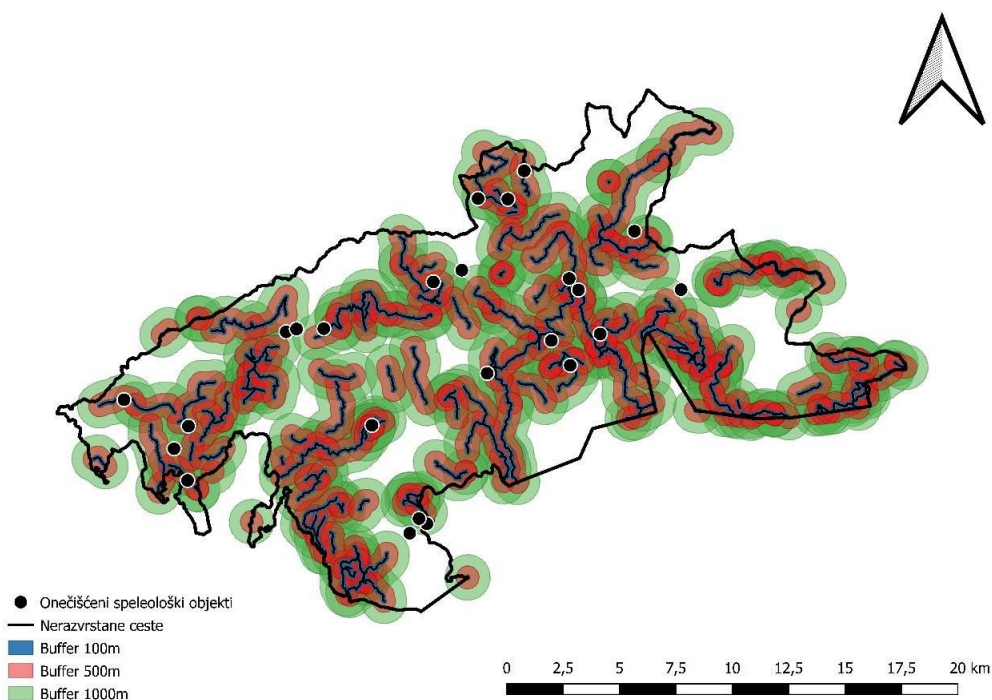
1. Nerazvrstane ceste
2. Lokalne ceste
3. Županijske ceste
4. Šumski i poljoprivredni putevi
5. Pristupne ceste
6. Konstrukcijske ceste
7. Osobne i privatne ceste

Od navedenih sedam razreda prometnica, konstrukcijske ceste veoma su kratke te u granicama buffera ne nalazi se niti jedan onečišćeni objekt. Zbog toga karta konstrukcijskih cesta nije prikazana u ovom radu.

Unutar granica 100 m od prometnica nalazi se najmanji broj onečišćenih speleoloških objekata te uz pristupne i konstrukcijske ceste unutar tih granica ne nalazi se ni jedan onečišćeni speleološki objekt. Najveći broj onečišćenih speleoloških objekata unutar granica od 100 m nalazi se uz šumske i poljoprivredne puteve. Povećanjem granica na 500 m, raste i broj onečišćenih speleoloških objekata te opet prednjače šumski i poljoprivredni putevi. Unutar navedenog buffera za razred konstrukcijskih cesta nema prisutnih onečišćenih speleoloških objekata. Najmanji broj nalazi se unutar granica pristupnih cesta. Postavljanjem maksimalne granice od 1000 m, broj onečišćenih speleoloških objekata raste u svim razredima prometnica te vodstvo po brojnosti onečišćenih speleoloških objekata u svojoj neposrednoj blizini preuzimaju nerazvrstane ceste. Najmanji broj onečišćenih speleoloških objekata nalazi se uz pristupne ceste (svega njih šest) te one pokazuju i najmanji rast brojnosti onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na povećanje granica - s nula na tri te sveukupno šest.

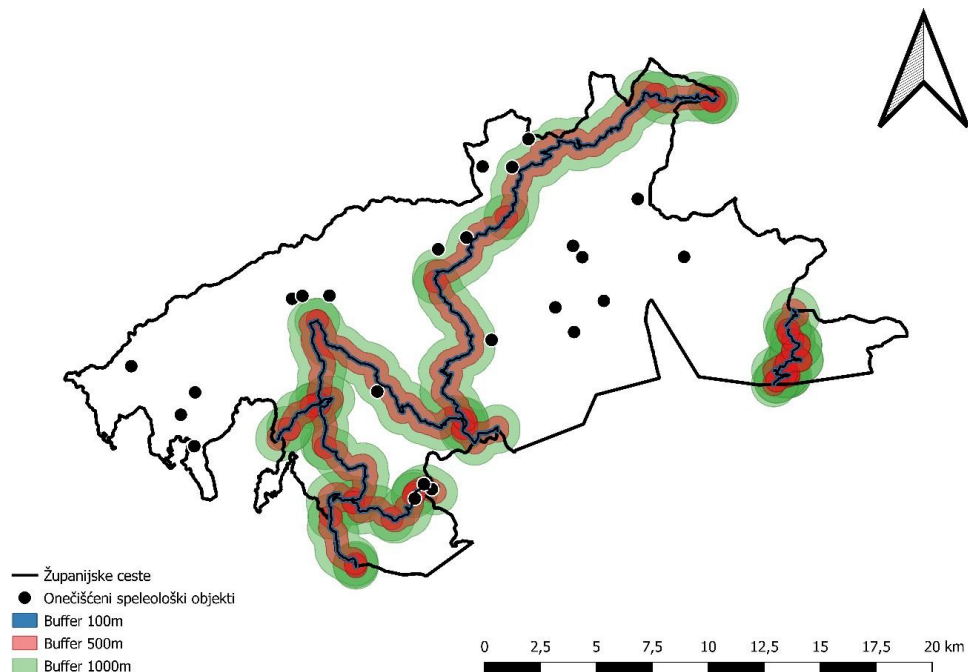
Tab. 2. Brojnost onečišćenih speleoloških objekata unutar buffera 100 m, 500 m i 1000 m od određenog razreda prometnica

	Buffer 100 m	Buffer 500 m	Buffer 1000 m
Nerazvrstane ceste	4	16	22
Šumski i poljoprivredni putevi	5	17	20
Osobne i privatne ceste	1	10	17
Pristupne ceste	0	3	6
Lokalne ceste	3	9	16
Županijske ceste	2	6	9
Konstruktivske ceste	0	0	0



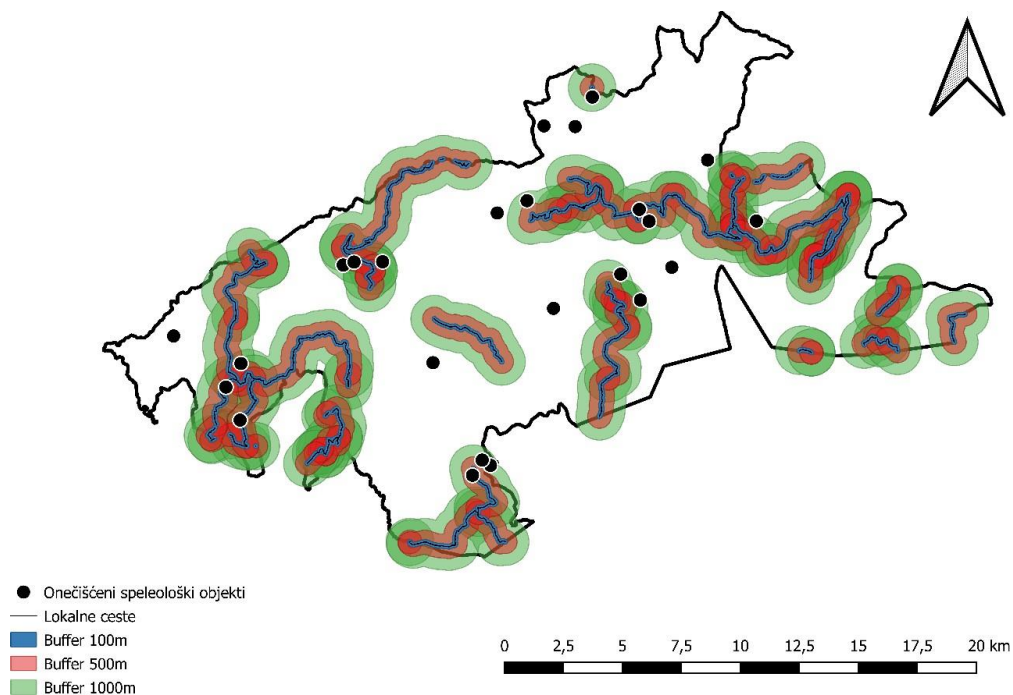
Sl. 7. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od nerazvrstanih cesta (izvor: Geofabrik)

Nerazvrstane ceste prednjače po brojnosti onečišćenih speleoloških objekata koji se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini. Broj objekata raste s prvotnih četiri unutar granica od 100 m, preko šesnaest na 22 unutar granica od 1000 m. Ova činjenica ne iznenađuje uzmemo li u obzir njihovu rasprostranjenost i činjenicu da su druge po redu po svojoj dužini. Lokacije onečišćenih speleoloških objekata postaju vrlo pristupačne lokalnom stanovništvu.



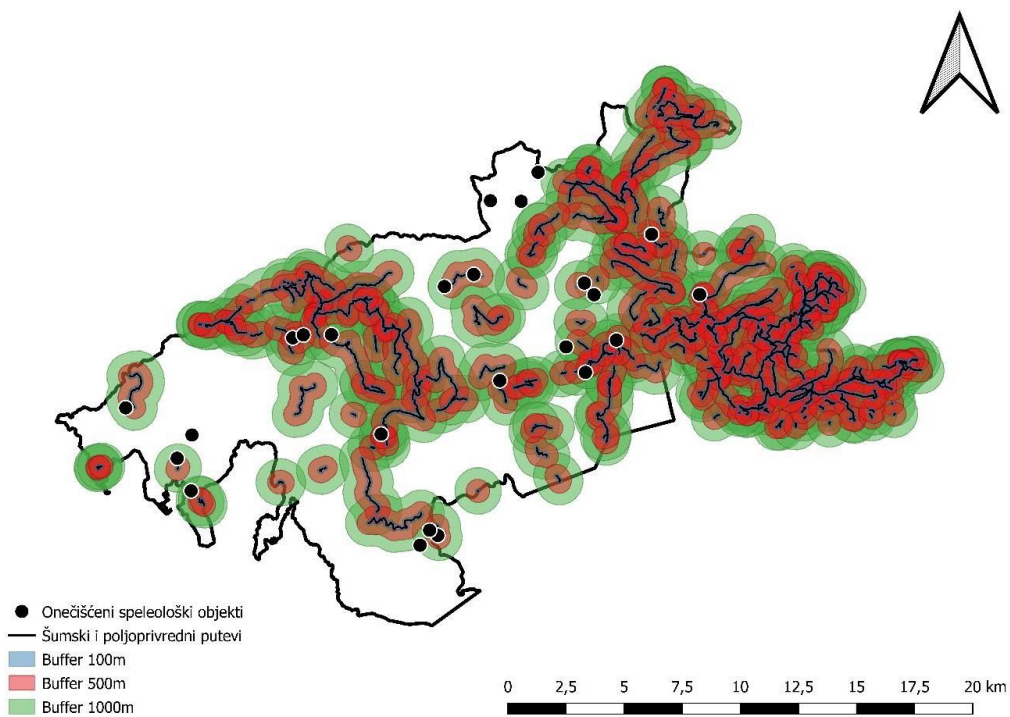
Sl. 8. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od županijskih cesta (izvor: Geofabrik)

Uz županijske ceste nalazi se sveukupno devet onečišćenih speleoloških objekata. Rast im je malen: s početnih dva unutar 100 m, preko šest unutar 500 m do ukupno devet unutar 1000 m. Zbog svoje izrazite izduženosti i nedostatka razgranatosti, ne iznenađuje da je brojnost onečišćenih speleoloških objekata manja. Usporedbom ove karte, s kartom naselja, vidljivo je da županijska cesta prolazi uz mnoga naselja, no lokalno stanovništvo ipak bira šumske puteve i šumska staništa za odlaganje otpada.



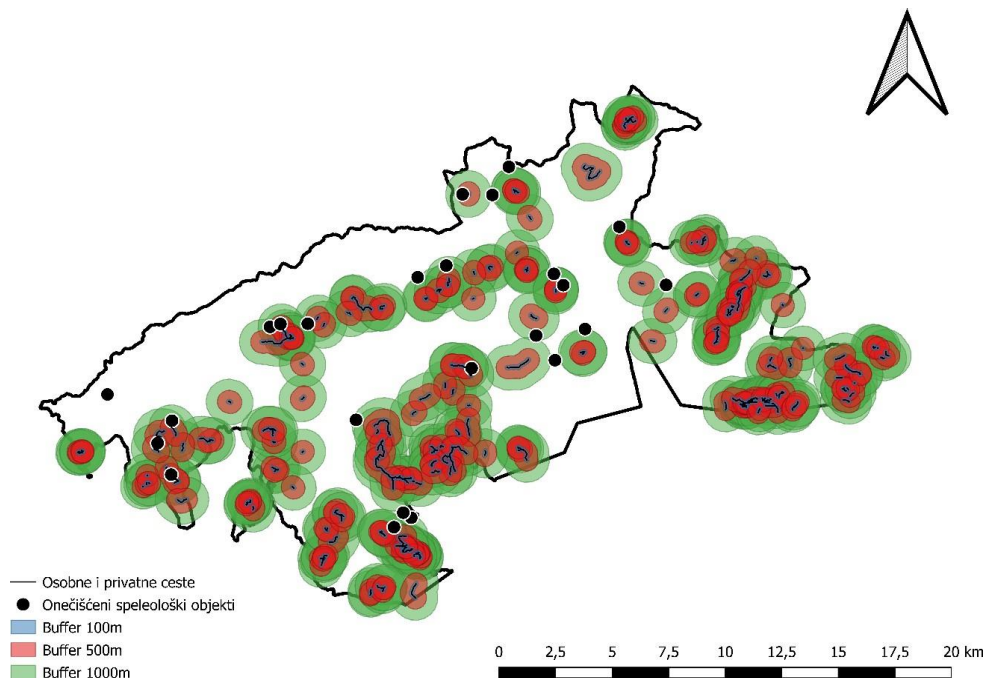
Sl.9. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od lokalnih cesta (izvor: Geofabrik)

Ukupno šesnaest onečišćenih speleoloških objekata nalazi se unutar granica od 1000 m uz lokalne ceste. Ne preduge, lokalne ceste pokazuju rast s početna tri onečišćena speleološka objekta unutar 100 m, na njih devet povećanjem granica na 500 m te skok na ukupnih šesnaest. Uzmemo li u obzir da se radi o lokalnim cestama koje su dio naselja, ne iznenađuje manja brojnost onečišćenih speleoloških objekata.



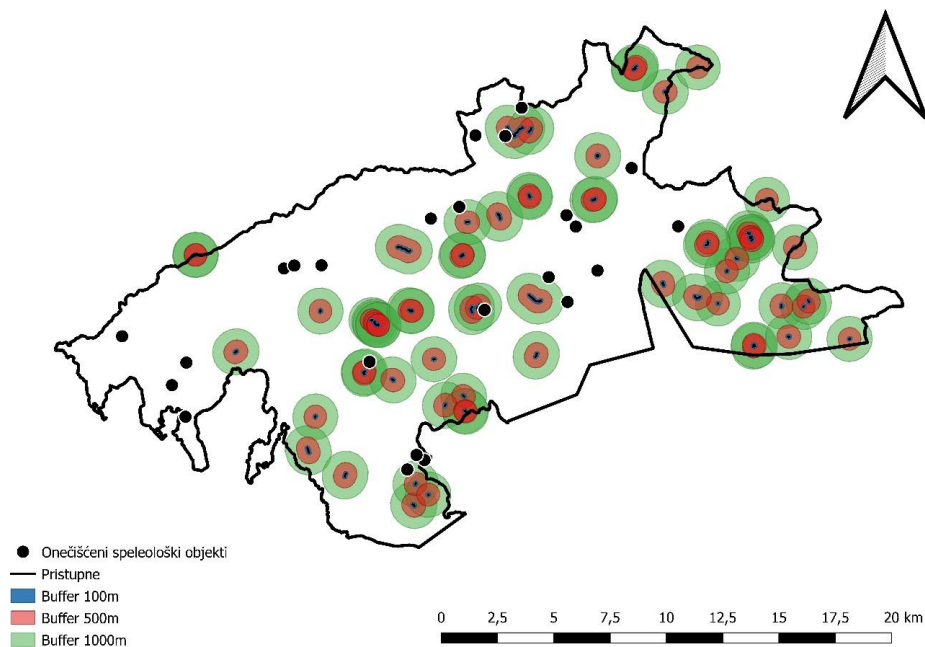
Sl. 10. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od šumskih i poljoprivrednih puteva (izvor: Geofabrik)

Šumski i poljoprivredni putevi najduže su prometnice na području Parka, zbog čega je vrlo velika brojnost onečišćenih speleoloških objekata u njihovoj neposrednoj blizini. Unutar granica od 100 m već se pojavljuje pet onečišćenih objekata. Pomicanjem granice na 500 m, brojnost raste s pet na čak sedamnaest onečišćenih speleoloških objekata. Povećanjem granice na 1000 m, konačna brojnost je dvadeset onečišćenih speleoloških objekata. Uzmemo li u obzir da je područje Parka većinski šumsko stanište, očekivano je da brojnost speleoloških objekata bude najveća upravo uz brzo i lako pristupačne šumske puteve.



Sl. 11. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od osobnih i privatnih cesta (izvor: Geofabrik)

Osobne i privatne ceste su prometnice na kojima se ne odvija javni promet vozila i pješaka, već ih koristi isključivo privatna osoba ili određena gospodarska djelatnost. S obzirom na definiciju, ne iznenađuje činjenica da je uz ovaj razred prometnica prisutan veliki broj onečišćenih speleoloških objekata. Kako su lokalizirane većinski uz naselja, broj onečišćenih speleoloških objekata raste s jednog unutar granica 100 m na deset unutar granica od 500 m te sedamnaest onečišćenih speleoloških objekata unutar granice od 1000 m.



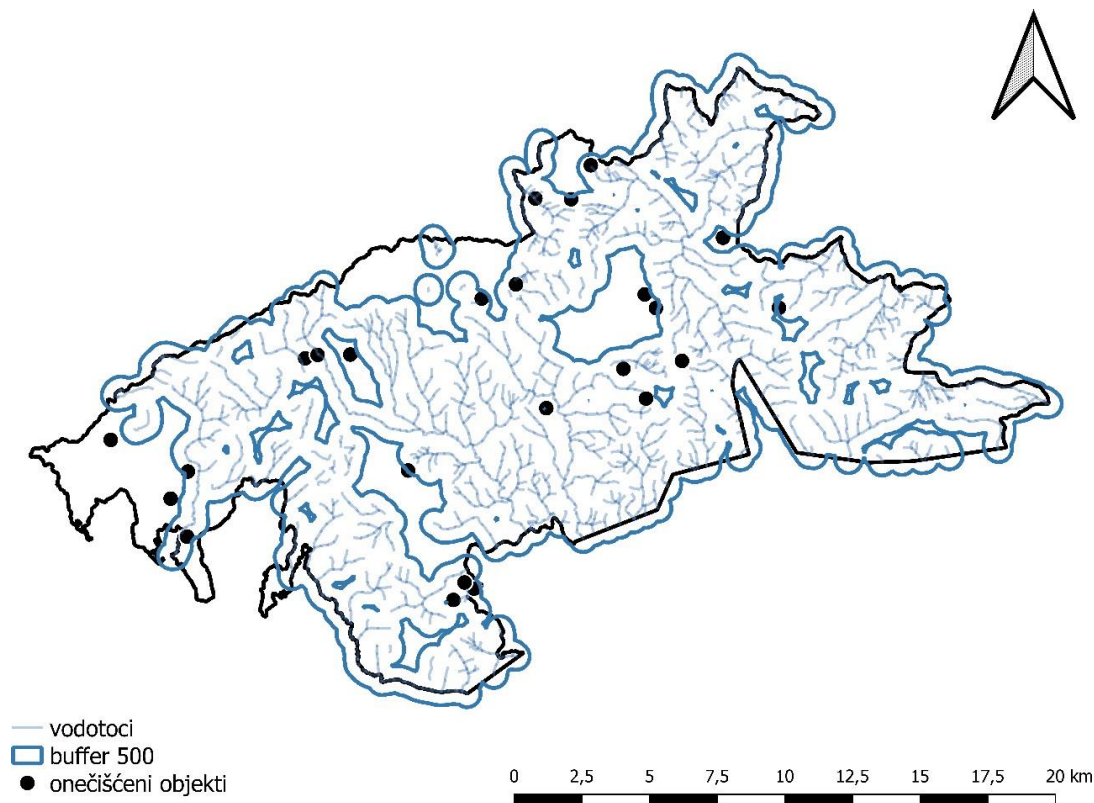
Sl. 12. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od pristupnih cesta (izvor: Geofabrik)

Pristupne ceste razred su prometnica u čijoj se neposrednoj blizini nalazi najmanji broj onečišćenih speleoloških objekata. Imaju najmanji rast s obzirom na povećanje granica. Unutar granica od 100 m ne nalazi se niti jedan onečišćen speleološki objekt. Povećanjem granica na 500 m, broj onečišćenih speleoloških objekata raste na tri. Postavljanjem granice od 1000 m, brojnost objekata raste na šest. Smanjena brojnost je opravdana uzmemo li u obzir njihovu malu ukupnu dužinu i da se radi o pristupnim slijepim cestama prema stambenim, gospodarskim ili drugim građevinama.

4.2. Okolišni rizici ilegalnih odlagališta otpada u speleološkim objektima

4.2.1. Vodotoci

Unutar buffera 500 m od vodotokova nalazi se ukupno 18 onečišćenih speleoloških objekata. Samo 6 objekata nalazi se izvan navedenog buffera: Rakička, ZnetvaSpašenac, Znetva u Dragama, Znetva na Zminjaku, Jazovka i Jama na Oklinku.



Sl. 13. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na udaljenost od mreže površinskih vodotokova (izvor: Hrvatske vode)

Buffer od 500 m uzet je zbog ranije navedenih kriterija prioritizacije, gdje prednost imaju svi onečišćeni speleološki objekti koji se nalaze unutar 500 m od površinskog vodotoka ili površinskih stajaćih voda. Na karti je vidljivo kako je mreža vodotoka vrlo razgranata i pokriva gotovo cijelo područje Parka. Velika brojnost onečišćenih speleoloških objekata uz mrežu površinskih vodotokova predstavlja vrlo veliku opasnost od širenja zagađenja na površinske tokove, ali i na podzemne.

4.2.4. Nacionalna klasifikacija staništa

Izdvojeno je šest kategorija prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa samo na razini prvog razreda. Na području Parka prisutni su:

A – površinske kopnene vode i močvarna staništa

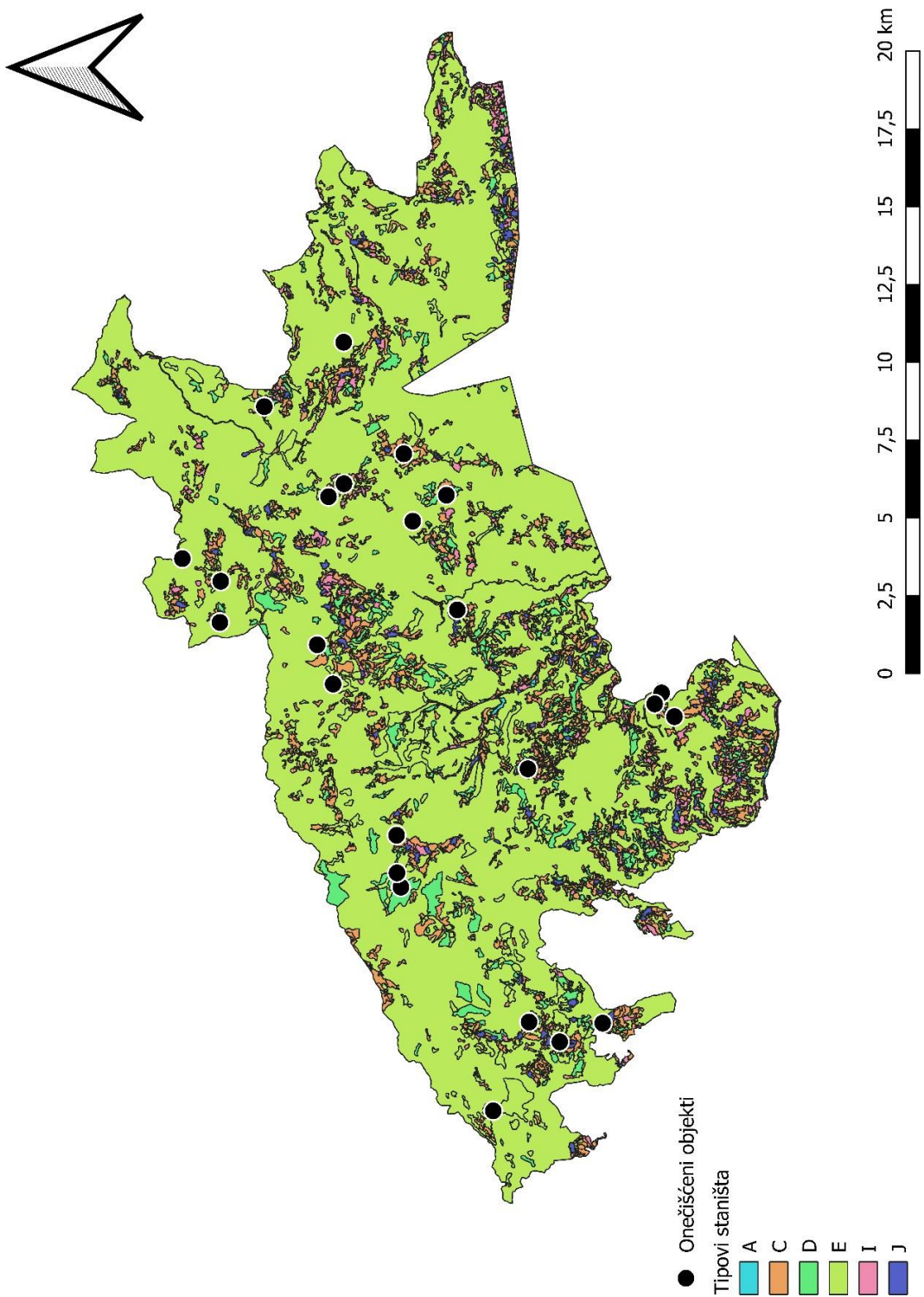
C – travnjaci, cretovi i visoke zeleni

D – šikare

E – šume

I – kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom

J – izgrađena i industrijska staništa



Sl. 14. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na kategorije staništa na području Parka (izvor: Bioportal)

Najveći udio površine Parka zauzima kategorija E - šume, dok najmanji dio zauzima kategorija A - površinske kopnene vode i močvarna staništa. Promatrajući kartu nacionalne klasifikacije staništa, vidljivo je kako površinske kopnene vode i močvarna staništa zauzimaju vrlo malo područje. Usporedimo li njihov položaj s kartom naselja i prometnica vidimo kako se ne nalaze u njihovoj neposrednoj blizini te nas ne iznenađuje činjenica da ne sadrže onečišćene objekte. Kategorija izgrađenih i industrijskih staništa obuhvaća površine na kojima se očituje stalni čovjekov utjecaj i pritisak. U ovom tipu staništa izmjenjuju se različiti tipovi izgrađenih i zelenih kultiviranih zelenih površina. Kako su u radu promatrana ilegalna odlagališta otpada, očekivano je bilo da ova kategorija neće imati onečišćenih speleoloških objekata. Šikare sadrže dva onečišćena speleološka objekta – Srimuš i Jamu Cepinku. Šikare su prvi degradacijski stadij šuma te su često teško pristupačne pa je manji broj onečišćenih speleoloških objekata na ovom tipu staništa i očekivan. Kategorija I i kategorija C sadrže samo jedan onečišćeni objekt. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni sadrže Jamu Palovicu, dok kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom sadrže Jamu u Zapolju. Oba tipa staništa su površinski vrlo mala te se nadovezuju jedan na drugi. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom pojavljuju se u neposrednoj blizini naselja pa bi se mogao očekivati veći broj onečišćenih speleoloških objekata. No, uzmemo li u obzir da daleko najveću površinu Parka zauzima kategorija E – šume, koje okružuju naselja i nadodamo tome podatak da se vrlo veliki broj onečišćenih speleoloških objekata nalazi upravo uz šumske i poljoprivredne puteve, jasno je kako je očekivani najveći broj onečišćenih speleoloških objekata upravo na ovom tipu staništa. Iako je dostupno i pristupačno lokalnom stanovništvu.

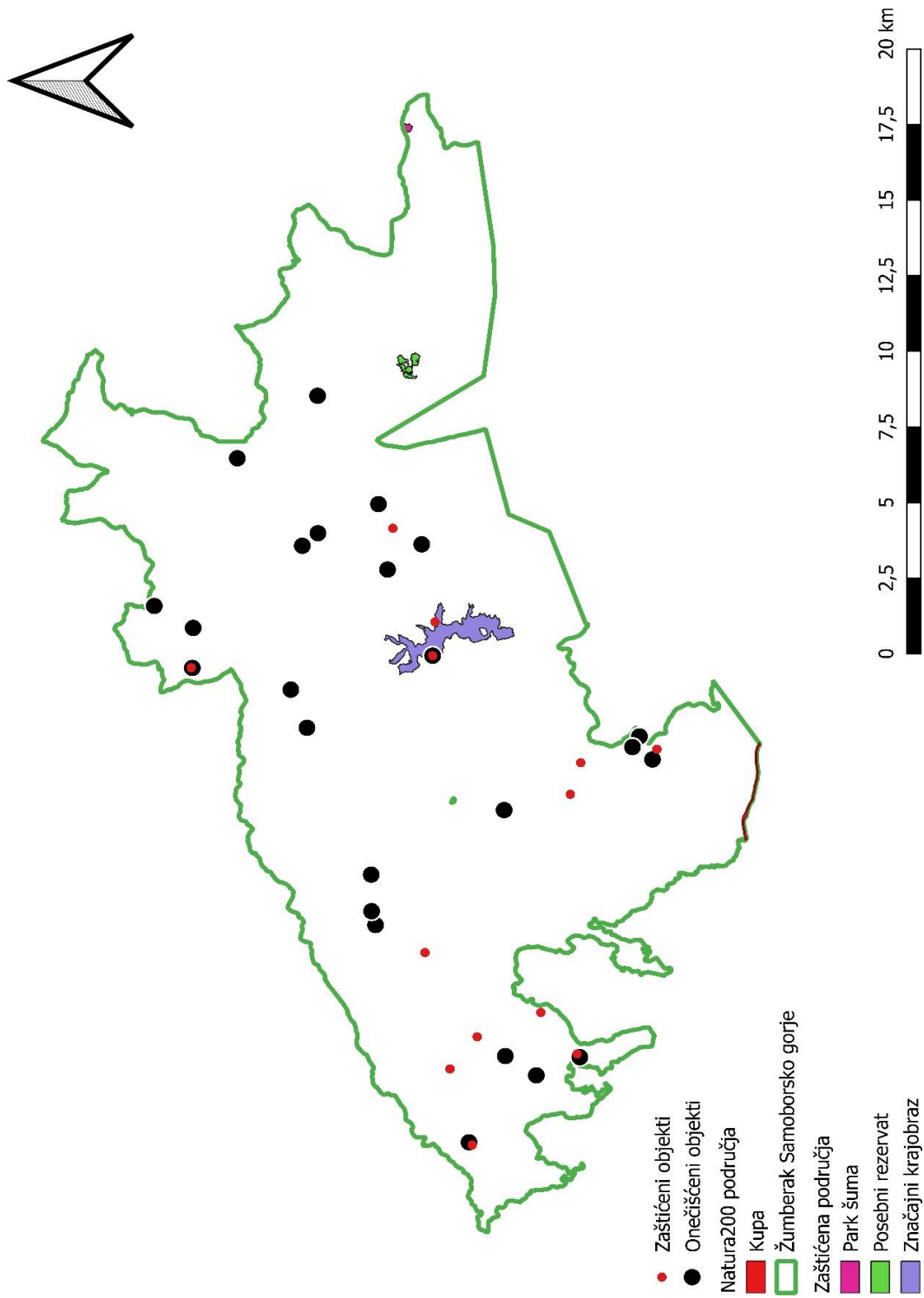
4.2.4. Zaštićena područja

Unutar Parka izdvojene su tri kategorije posebne zaštite: Park šuma Okić – grad, Značajni krajobraz Slapnica te posebni rezervat šumske vegetacije Japetić. Niti jedan onečišćeni objekt ne nalazi se unutar zaštićenih područja, no speleološki objekt Dolača nalazi se najbliže značajnom krajobrazu Slapnica – udaljenost otprilike 169.8 metara od granice

zaštićenog područja, čime predstavlja potencijalnu prijetnju od zagađenja ovog područja posebne zaštite.

4.2.4. Natura2000

Natura 2000 je ekološka mreža Europske unije koju čine staništa divljih vrsta i prirodni stanišni tipovi koji su od interesa za Europsku uniju. Mreža pokriva područja očuvanja značajna za ptice, područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove, vjerojatna područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove i posebna područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove. Područje Parka izdvojeno je kao Natura 2000 područje te svi onečišćeni speleološki objekti unutar granica Parka uživaju dvostruku zaštitu.



Sl. 15. Zaštićena područja i Natura2000 područja u usporedbi s lokacijom svih speleoloških objekata te onečišćenih speleoloških objekata (izvor: ENVI portal)

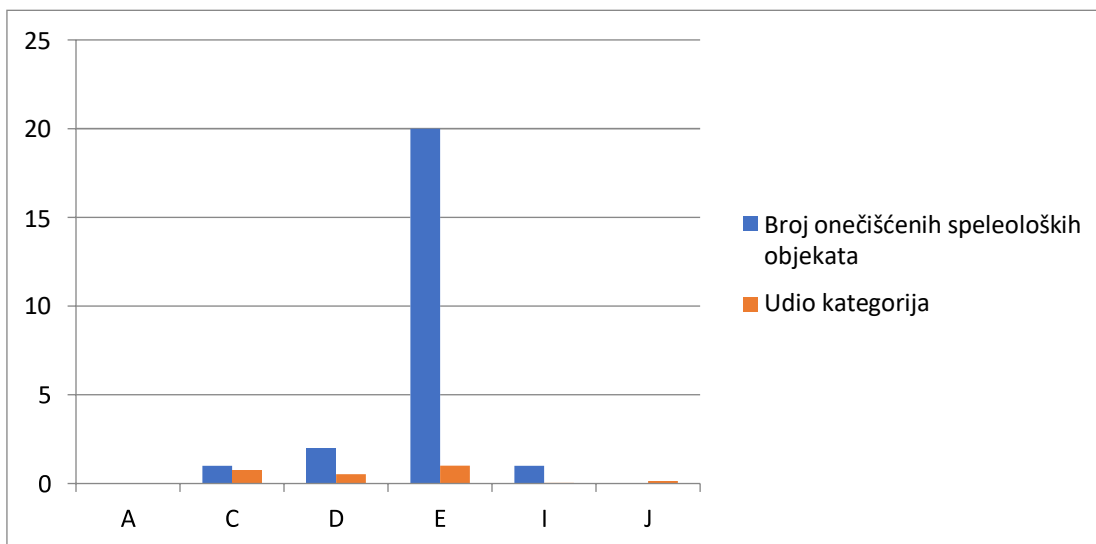
Onečišćeni speleološki objekti Židovske kuće i Dolača zaštićeni su kao staništa podzemne faune unutar ekološke mreže Natura 2000. Jama Pavlovica također je dio ekološke mreže Natura 2000 te danas nosi status očišćenog speleološkog objekta nakon nekoliko akcija čišćenja.

Na karti možemo vidjeti kako se onečišćeni speleološki objekti nalaze u neposrednoj blizini speleoloških objekata koji su zaštićeni kao Natura 2000 područja. Primjer je Jama na Paljetini koja se nalazi u neposrednoj blizini špilje Rogovac, te Jama na Oklinku koja je u neposrednoj blizini Jame u Vrloj strani. Uzmemo li u obzir Jamu Pavlovicu koja uživa dvostruku zaštitu, što nije spriječilo odlaganje otpada u istu, jasna nam je opasnost koja postoji i za druge speleološke objekte.

5. RASPRAVA

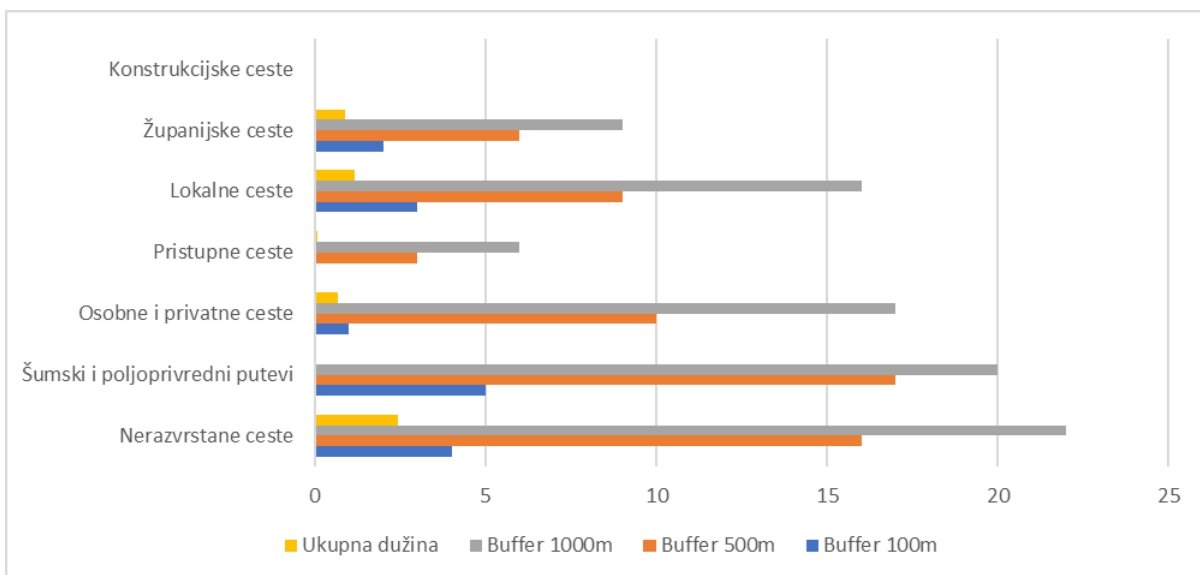
Antropogeni utjecaj na špilje prisutan je od davnina – špilje su upotrebljavane kao skloništa, mjesta za život ili su imala poseban značaj u religiji ljudi. No, ekonomski i socijalni razvoj doveli su do golemog pritiska na špiljski sustav koji je lokalna zajednica prepoznala kao dobru lokaciju za odlaganje, najčešće, kućnog otpada (Ribeiro i Tičar, 2017).

Iz rezultata je vrlo jasno vidljivo da je blizina naselja vrlo bitan faktor u nastanku ilegalnog odlagališta otpada – svi onečišćeni objekti nalaze se unutar 1000 metara od najbližeg naselja osim jednog, Jame na Oklinku. Iste rezultate prikazali su i Ribeiro i Tičar (2017). Oni su primijetili kako je postotak zagađenih špilja veći što su te špilje bliže prometnicama ili naseljima, dok se čišće špilje nalaze na velikoj udaljenosti od istih. Također su primijetili i povezanost samog staništa s onečišćenjem špilja – najveći postotak zagađenih špilja zabilježen je u šumama, dok je najmanji zabilježen na napuštenim poljoprivrednim površinama, travnjacima i urbanim sredinama. Identična situacija zabilježena je i u ovom radu – najveću površinu Parka zauzima upravo kategorija šuma. Unutar tog tipa staništa nalazi se ukupno 20 onečišćenih speleoloških objekata. Unutar kategorije J - Izgrađena i industrijska staništa ne nalazi se niti jedan onečišćeni speleološki objekt, a iduće stanište s najvećim brojem onečišćenih speleoloških objekata je upravo unutar kategorije D – šikare s dva onečišćena speleološka objekta.



Sl. 16. Usporedba ukupnog udjela pojedine kategorije NKS-a s brojnošću onečišćenih speleoloških objekata unutar pojedine kategorije

Najduža kategorija prometnica na području Parka su šumski i poljoprivredni putevi, a najkraće su konstrukcijske ceste koje niti nemaju u svojoj blizini onečišćenih speleoloških objekata. Kao što su pokazali Ribiero i Tičar (2017.), skoro svi onečišćeni speleološki objekti nalaze se unutar 1000 metara od određene kategorije prometnica. Samo se dva onečišćena speleološka objekta ne nalaze u neposrednoj blizini prometnica. Najveći broj onečišćenih speleoloških objekata nalazi se uz nerazvrstane ceste koje su druge po redu najduže prometnice na području Parka, čime smo potvrdili početnu hipotezu kako će se najveći broj onečišćenih speleoloških objekata nalaziti upravo uz najduže prometnice.



Sl. 17. Usporedba brojnosti onečišćenih speleoloških objekata u neposrednoj blizini prometnica s ukupnom dužinom pojedinih kategorija prometnica

Vrijednost krša leži upravo u podzemnim vodonosnicima koji u njemu i nastaju. Voda prolazi kroz karbonatnu podlogu te se mijenja njen kemijski i bakteriološki sastav. Ivanov i Karilov u svom radu iz 2003. godine pokazali su upravo koliko ilegalna odlagališta otpada u kršu mogu utjecati na zagađenje podzemnih voda. Analizom vode iz speleoloških objekata uočena je povećana koncentracija selenija, arsena, nitrita i nitrata te povećana koncentracija mikrobioloških polutanata. Navedeni rezultati dovedeni su u izravnu poveznicu s desecima ilegalnih odlagališta koji su prisutni na području istraživanja. Krš je veoma osjetljiv na onečišćenja koja se zbog podzemnih voda imaju mogućnost vrlo brzo proširiti na šire područje. Ova činjenica je uznemiravajuća, uzmemo li u obzir da se na području istraživanja 18 od ukupno 24 onečišćena objekta nalaze unutar 500 metara od vodotoka. Potencijalni rizik onečišćenja vodotoka i izvora, od kojih neke koristi i lokalno stanovništvo kao izvor pitke vode je vrlo velik. Onečišćenje samo jednog od vodonosnika moglo bi onečistiti cjelokupnu mrežu vodotoka na području Parka. Činjenica da se svi onečišćeni objekti nalaze unutar zaštićenog područja Parka prirode dovoljno je zabrinjavajuća, no uzmemo li u obzir da su neki od tih objekata, poput Dolače i Židovske kuće, dodatno zaštićena kao Natura2000 područja potencijalni rizik od onečišćenja bi nas trebao dodatno zabrinjavati. Kao što je navedeno u elaboratu Hrvatskog geološkog instituta, ocjena za kakvoću podzemnih voda je dobra s

niskom pouzdanosti upravo zato što na području CPV Žumberak-Samoborsko gorje nema monitoringa potoka na nacionalnoj razini. Ocjene se temelje na činjenici da se područje nalazi unutar Parka prirode te da je pritisak na njega slab te da nema postojećeg vodozahvata. No iz podataka je vidljivo kako pritisak postoji, u obliku ilegalnih odlagališta otpada koji predstavljaju izravnu prijetnju zagađenja i podzemnih i površinskih vodotokova.

Samo područje Parka nalazi se pod administrativnom upravom gradova Ozalj, Jastrebarsko i Samobor te pod Općinama Krašić, Klinča Sela i Žumberak. Svaka od navedenih jedinica lokalne samouprave u teoriji je zadužena za ilegalna odlagališta otpada na površini Parka koja se administrativno nalazi pod njihovom upravom. Parku prirode saniranje ilegalnih odlagališta otpada nije primarna djelatnost te se u prosjeku godišnje odradi tek jedna akcija čišćenja ilegalnih odlagališta otpada. Tome u prilog ide i interes lokalne zajednice koji nije velik za navedenu problematiku. Park najčešće prijavljuje ilegalna odlagališta jedinicama lokalne samouprave kojoj pripada područje na kojem se i nalazi ilegalno odlagalište otpada, a onda oni izrađuju u svojim programima, planove za zbrinjavanje navedenog otpada. Glavni alat u borbi protiv nastajanja novih odlagališta otpada upravo je edukacija lokalnog stanovništva i šire javnosti o potencijalnim rizicima.

Prema izrađenoj karti prostorne gustoće vidljivo je kako je prostorna gustoća onečišćenih speleoloških objekata i dalje manja od ukupne prostorne gustoće svih speleoloških objekata. No, na području Parka se aktivno pronalaze novootkrivene lokacije ilegalnih odlagališta. Također, prema Planu gospodarenja otpadom općine Žumberak, vidljivo je kako je jedan od glavnih uzroka nastanka ilegalnih odlagališta postojanje „vikend-naselja“, gdje je pojedincima odvoz otpada ili preskup ili su pak lokacije sakupljanja otpada predaleko.

6. ZAKLJUČAK

Ilegalna odlagališta otpada u speleološkim objektima nisu samo problem Republike Hrvatske već čitavog svijeta. Dostupan je velik broj istraživanja koja su se bavila upravo problematikom otpada u speleološkim objektima te potencijalnim rizicima koje predstavljaju za okoliš. Zajednička karakteristika svim ilegalnim odlagalištima je veoma pogodan položaj u odnosu na blizinu naselja i/ili prometnica, a speleološki objekti lokalnom stanovništvu predstavljaju vrlo prikladnu lokaciju odlaganja jer i izgledom podsjećaju na neki oblik odlagališta otpada te je iste vrlo teško detektirati. S druge strane, špilje kao speleološki objekti uživaju posebnu zaštitu od strane Zakona o zaštiti prirode, dok neki speleološki objekti na području Parka uživaju čak i dvostruku zaštitu.

Analiza podataka podijeljena je na dvije grupe – antropogeni faktori nastanka ilegalnih odlagališta te okolišni rizici istih. Na kartama su prikazane blizine naselja i prometnica, kao glavnih čimbenika nastanka odlagališta, i onečišćenih speleoloških objekata. Rezultati analize potvrdili su prvotnu hipotezu kako se većina ilegalnih odlagališta otpada nalazi upravo u blizini prometnica i naselja. Na području Parka zabilježena su 24 onečišćena objekta, no realnost je takva da svaki dan niče sve više i više novih. Manjak interesa lokalne zajednice za problematiku, a i činjenica da je Žumberak postao idealna lokacija za takozvana „vikendaška naselja“ ne idu u prilog rješavanju ovog problema. Špilje su veoma osjetljive na zagađenja te vrlo lako polutanti s površine, kišnicom mogu biti isprani u podzemlje te dovesti do onečišćenja čitave mreže podzemnih i površinskih vodotokova. Lokalno stanovništvo, a i šira javnost, trebali bi postati svjesniji blaga koje naš krš skriva te aktivno sudjelovati u sprječavanju degradacije istog.

7. LITERATURA

1. Barčić, D. i Ivančić, V., 2010: Utjecaj odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac na onečišćenje okoliša. Šumarski list, vol. 134, 347-358
2. Barišić, T., 2020: Speleološki objekti u okolini lokacije budućeg Centra zagospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice. Subterranea Croatica, vol. 18, 34-45
3. Bočić, N., 2017: Krš – definicija, svojstva, distribucija. PDS Velebit, HPS, HGSS, SD Velebit, 557-570
4. Bočić, N., 2017: Speleogeneza i speleomorfologija. PDS Velebit, HPS, HGSS, SD Velebit, 571-581
5. Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, Acta GeographicaCroatica, vol. 34, 7-29
6. Bonacci, O., 2001: Biološka raznolikost krškog podzemlja, Hrvatska vodoprivreda, vol. 110, 20-25
7. Buzjak, N., 2002: Speleološke pojave u Parku prirode „Žumberak – Samoborskogorje“, Geoadria, Vol. 7, 31-49
8. Buzjak, N., Trpčić, M., 2005: Mjerenje tvrdoće vode u odabranim krškim pojavama Žumberačke gore. Geoadria, Vol. 10, 157-169
9. Buzjak, N., 2006: Geomorfološke i speleomorfološke značajke Žumberačke gore i geokološko vrednovanje endokrškog reljefa. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, geografski odsjek, Sveučilište u Zagrebu
10. Buzjak, N., 2006: Speleološki katastar; Parka prirode „Žumberak-Samoborsko gorje“, SubterraneaCroatica, Vol. 4, 47-52
11. Buzjak, N., 2008: Geokološko vrednovanje speleoloških pojava Žumberačke gore, Hrvatski geografski glasnik, Vol. 70, 73-89
12. Buzjak, N., Buzjak, S. i Orešić, D., 2011: Florističke, mikroklimatske i geomorfološke značajke ponikve Japage na Žumberku (Hrvatska). Šumarski list, vol. 135, 127-136
13. Gospodarenje otpadom u Republici Hrvatskoj u 2018. godini, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. HGK, Zagreb, 2. svibnja 2018. Dostupno na:

<https://www.hgk.hr/documents/pgo-prezentacija-hgk-burza-otpada-2520185aeb13c483058.pdf>

14. Gottstein Matočec, S., 2002: An overview of the cave and interstitial biota of Croatia. *Natura Croatica*, vol. 11, 1-112
15. Hamilton-Smith, E., 2001: Current initiatives in the protection of karst biodiversity, *Natura Croatica*, vol. 10, 229-242
16. Kapor, F. i Trpčić, M., 2008: Kvaliteta vode izvora Vrelić u DonjimDubravama. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, vol. 2, 27-40
17. Kučar Dragičević, S., Butuči, J. i Kufirin, J., 2006: Zbrinjavanje otpada u Republici Hrvatskoj – postojeće stanje, *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, Vol. 57, 263-266
18. Koller Šarić, K., Jelić, D., Kovač Konrad, P., Jalžić, B., Aljančić, G., Sremac, J., Karaica, B., Bedek, J., Lukić, M., Lukač, M., Lewarne, B., Balázs, G., Holtze, S., Legović, S., Božić, V., Bressi, N., Cizelj, I., Sket, B., Budić, M., Herczeg, G., Braude, S., Göritz, F., Hermes, R., Hildebrandt, T. B., Mutschmann, F., Szentiks, C. A., Jalžić, V., Buzjak, N., Basara, D., Cvitanović, H., Čukušić, I., Polić, G., 2019. *PROTEUS*. Udruga HYL A, Zagreb, pp. 253.
19. Novak, R. i Butorac, V., 2020: Onečišćeni speleološki objekti Republike Hrvatske. *Geografski horizont*, vol. 2/2020, 33-44
20. Ocjena stanja podzemnih voda na područjima koja su u direktnoj vezi s površinskim vodama i kopnenim ekosustavima ovisnim o podzemnim vodama. Hrvatski geološki institut. Zagreb, 2016. Dostupno na: https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/ocjena_stanja_podzemnih_voda_na_podrucjima_koja_su_u_direktnoj_vezi_s_povrsinskim_vodama_i_kopnenim_ekosustavima_ovisnim_o_podzemnim_vodama2016.pdf
21. Plan gospodarenja otpadom Općine Krašić za razdoblje od 2018. do 2023. Dostupno na: <https://www.krasic.hr/gospodarenje-otpadom/>
22. Plan za gospodarenje otpadom Općine Žumberak za razdoblje od 2014. do 2020. Dostupno na: http://www.zumberak.hr/wp-content/uploads/PGO-Opcina-Zumberak_prihvaceni-PLAN.pdf

23. Plan upravljanja Parkom prirode Žumberak-Samoborsko gorje za razdoblje 2017-2026. Dostupno na: <https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/wp-content/uploads/2020/09/Plan-upravljanja-PPZSG-2017-2026-1-3.pdf>
24. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2015.-2021., NACRT. Ministarstvo zaštite okoliša I prirode. Dostupno na: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/SPUO/nadlezn_o_mzoe/nacrt_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2015-2021.pdf
25. Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2016.-2022. Dostupno na: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/ARHIVA%20DOKUMENATA/SPUO/nadlezn_o_mzoe/nacrt_prijedloga_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2016-2022_.pdf
26. Popis stanovništva, kućanstava i stanova 31. ožujka 2001: KONTINGENTI STANOVNIŠTVA, PO GRADOVIMA/OPĆINAMA. Dostupno na: <https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2001/Popis/Hdefault.html>
27. Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011: KONTINGENTI STANOVNIŠTVA, PO GRADOVIMA/OPĆINAMA. Dostupno na: <https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2011/results/censustabshtm.htm>
28. Prelogović, M., 1970: Neotektonska kretanja u području između Orlice, Samoborske gore i Medvednice. Geološki vjesnik, vol. 23, 151-161
29. Ribeiro, D., Tičar, J., 2017: The problematic of cave pollution in Bela krajina. Nacionalni inštitut za biologiju. Dostupno na: [320064965_The_problematics_of_cave_pollution_in_Bela_krajina](https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2011/results/censustabshtm.htm)
30. Štambuk, M., 1996: Mišljenja domaćeg stanovništva o privlačnim i odbijajućim čimbenicima življenja na Žumberku. Sociologija i prostor : časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja, No. 131-131, 47-61
31. Trinajstić, I., 1994: Samoborsko Gorje, a refuge of various floral elements between the Alps and the Dinaris mountains, Acta Botanica Croatica, vol. 54, 47-62

32. Turk, I. i Živić, D., 2016: Prometna dostupnost kao čimbenik depopulacije i razvojnoga zaostajanja: primjer Žumberka. Društvena istraživanja : časopis za opća društvena pitanja, Vol. 25, 241-266
33. Zakon o održivom gospodarenju otpadom. Narodne novine br. 94/13, 73/17, 14/19, 98/19
34. Zakon o otpadu. Narodne novine br. 01-081-04-3745/2, 178/2004
35. Zakon o proglašenju Žumberka i Samoborskog gorja parkom prirode. Narodne novine br. 58/99
36. Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine br. 80/13, 15/18, 14/19, 127/19
37. Yordanov Ivanov, I., Kirov, B., 2003: Illegal waste dumps and karst health in Karlukovo, Bulgaria. Dostupno ovdje: https://www.researchgate.net/profile/Ivailo-Ivanov/publication/288839626_ILLEGAL_WASTE_DUMPS_AND_KARST_HEALTH_IN_KARLUKOVO_BULGARIA/links/5686c35a08ae1e63f1f5aae4/ILLEGAL-WASTE-DUMPS-AND-KARST-HEALTH-IN-KARLUKOVO-BULGARIA.pdf

8. INTERNETSKI IZVORI

1. Bioportal: <http://www.bioportal.hr/gis/> (svibanj, 2021.)
2. Čistopodzemlje: <https://cistopodzemlje.info/en/> (svibanj, 2021.)
3. ENVI portal: <http://envi-portal.azo.hr/> (svibanj, 2021.)
3. Geofabrik: <http://download.geofabrik.de/europe.html> (svibanj, 2021.)
4. Geoportal: <https://geoportal.dgu.hr/#/menu/podaci-i-servisi> (svibanj, 2021.)
5. Kategorije zaštićenih područja, HAOP : <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/zasticena-podrucja/zasticena-podrucja/kategorije-zasticenih-podrucja> (svibanj, 2021)
6. Park prirode Žumberak-Samoborsko gorje: <https://www.pp-zumberak-samoborsko-gorje.hr/> (ožujak, 2021.)
7. Parkovi prirode: <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-zastitu-prirode-1180/zasticena-podrucja/parkovi-prirode/1196> (travanj, 2021.)
8. Speleološki klub Samobor: <https://speleo-klub-samobor.hr/edukacija/speleologija/> (travanj, 2021.)

Popis slika

- Sl. 1. Geološka karta Parka prirode Žumberak-Samoborskog gorje (izvor: Hrvatski geološki institut – OGK 1:300 000)
- Sl. 2. Geomorfološki položaj Parka prirode Žumberak-Samobrosko gorje (prema Bognar, 2001.)
- Sl. 3. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata na području Parka s nazivima (izvor: Bioportal)
- Sl. 4. Prikaz prostorne gustoće svih i onečišćenih speleoloških objekata na području Parka (izvor: Biportal)
- Sl. 5. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od poligona naselja (izvor: Digitalni Atlas Republike Hrvatske)
- Sl. 6. Prikaz brojnosti objekata s obzirom na udaljenost od najbližeg naselja
- Sl. 7. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od nerazvrstanih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 8. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od županijskih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 9. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od lokalnih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 10. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od šumskih i poljoprivrednih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 11. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od privatnih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 12. Udaljenost onečišćenih speleoloških objekata od pristupnih cesta (izvor: Geofabrik)
- Sl. 13. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na udaljenost od mreže površinskih vodotokova (izvor: Hrvatske vode)
- Sl. 14. Prikaz onečišćenih speleoloških objekata s obzirom na kategorije staništa na području Parka (izvor: Bioportal)
- Sl. 15. Zaštićena područja i Natura2000 područja u usporedbi s lokacijom svih speleoloških objekata te onečišćenih speleoloških objekata (izvor: ENVI portal)
- Sl. 16. Usporedba ukupnog udjela pojedine kategorije NKS-a s brojnošću onečišćenih speleoloških objekata unutar pojedine kategorije

Sl. 17. Usporedba brojnosti onečišćenih speleoloških objekata u neposrednoj blizini prometnica s ukupnom dužinom pojedinih kategorija prometnica

Popis tablica

Tab. 1. Popis onečišćenih speleoloških objekata na području Parka prirode Žumberak-Samoborsko gorje

Tab. 2. Brojnost onečišćenih speleoloških objekata unutar buffera 100m, 500m i 1000m od određenog razreda prometnica