

# Prostorni raspored i morfološka struktura speleoloških objekata u Nacionalnom parku Sjeverni Velebit

Matea Talaja

Nacionalni park Sjeverni Velebit (dalje: Park) od iznimne je važnosti ne samo zbog vrijednih vanjskih geomorfoloških značajki, već i zbog većeg broja podzemnih objekata imponantnih dimenzija. Prostorna baza podataka Parka sadrži 397 objekata, no valja naglasiti da je velik dio podzemnih prostora Parka i dalje nedovoljno istražen (Bočić i Kuhta 2003). Mnogi su razlozi zbog kojih je prostor Velebita pogodan za nastanak speleoloških objekata. Među njima su: pojave koncentriranih tokova vode koji su ponirali u dnu dubokih vrtača u razdobljima promjene klime i topljenja ledenjaka, tektonika, otpornost, ali i dobra topljivost breča i duboka vadozna zona omogućili su stvaranje dubokih jama, posebice na područjima poput Hajdučkih i Rožanskih kukova (Stroj, 2010).

Znanstvena valorizacija speleoloških objekata, kao i krškog podzemlja Velebita, u cjelini je proizašla iz pokušaja razumijevanja geneze područja te funkcioniranja podzemnih tokova i njihove važnosti za cijeli sustav. Uloga geomorfologije jest istraživanje endogenih i egzogenih čimbenika formiranja reljefa te utvrđivanje njihovog uzročno-posljedičnog odnosa. Upravo pojavnost podzemnih reljefnih oblika, kao što su jame, omogućila je temeljitu rekonstrukciju geomorfologije proučavanog terena.

## Prostorni raspored speleoloških objekata u NP-u Sjeverni Velebit

U Parku je do sada u službenoj bazi evidentirano 397 objekata, od kojih se za samo 151 zna da su jame, a za 13 da su špilje. Ostala 233 objekta u bazi podataka nemaju definiranu vrstu speleološkog objekta. Njihova je ukupna istražena dubina 15.193,8 metara, a tlocrtna

duljina 10.697,7 metara.\* Napravljena je kategorizacija, prema kojoj je područje podijeljeno na Hajdučke kukove (Hajdučki kukovi, Gornji kuk i Jurekovački kuk), Begovački kuk, Rožanske kukove (Rožanski kukovi i Crikvena), Štirovaču, Vratarski kuk (Vratarski kuk i Škrbine drage), Zavižan (Zavižan, Velike Brisnice i Babrovača), Lomsku dulibu, Mali kuk (Mali kuk, Lubenovac i Vučjak) i Borovi vrh (tab.1).\*\* Najveći broj speleoloških objekata smješten je na području Hajdučkih i Rožanskih kukova.

Tab 1. Prostorni razmještaj speleoloških objekata

PODRUČJE	Broj objekata	Udio (%)
Begovački kuk	11	2,8
Rožanski kukovi	75	18,9
Hajdučki kukovi	90	22,7
Štirovača	2	0,5
Vratarski kuk	20	5,0
Zavižan	9	2,3
Lomska duliba	1	0,3
Mali kuk	18	4,5
Borovi vrh	1	0,3
Nepoznato	170	42,8
UKUPNO	397	100

Izvor: Baza speleoloških objekata NPSV

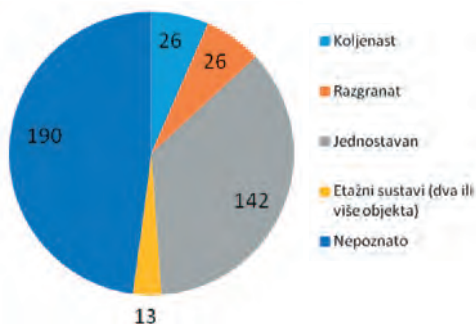
\* Podatci se temelje na objektima koji imaju dodijeljen podatak za pojedinu kategoriju (dubinu, duljinu i nadmorsku visinu ulaza)

\*\* Zbog lakšeg snalaženja i generalizacije prostora napravljena je podjela prema područjima drugačija od izvorne u bazi podataka.



Položaj Lukine jame, Trojame i Ledene jame

Kada se promatra makromorfologija objekata, onda se promatra objekt u cjelini. Topografski nacrt ovdje ima najveću ulogu jer se iz njega određuje vrsta i morfološki tip objekta, generalni smjer pružanja itd. Za određivanje morfološkog tipa postoji usvojena klasifikacija na jednostavne, koljenaste, razgranate, etažne i sustave speleoloških objekata (Bočić, Kuhta 2003).



Sl. 1 Relativan udio speleoloških objekata prema morfološkom tipu

Izvor: Baza speleoloških objekata NPSV

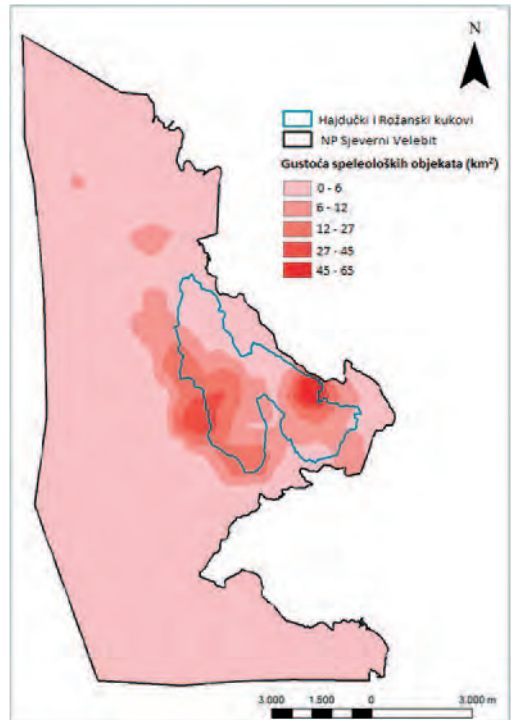
U Parku dominiraju jednostavni tipovi objekata, geološki vrlo mladi, u kojima je proces speleogeneze tek započeo (sl. 1). Koljenasti i razgranati tipovi ukazuju na složeniju morfologiju, a time i veće dubine objekata. Sustava je jako malo, a to su većinom objekti s dva ili više ulaza te dva objekta koji se spajaju u jedan. U klasifikaciji morfološkog tipa, najveći broj objekata je u kategoriji "nepoznato". Razlog tome je što su promatrani svi objekti iz baze, a mnogi od njih nemaju popunjene potrebne podatke za morfološku klasifikaciju. Najveći broj ih se nalazi se području Hajdučkih i Rožanskih kukova. Gustoća objekata na tom području veća je od 45 objekata na km<sup>2</sup> (sl. 2). Razlog tome su litološka podloga i tektonska aktivnost, ali isto tako i velika istraženost – naime, kukovi su bili prva područja istraživanja na području Parka.

Slika 3. prikazuje nadmorske visine ulaza i dna za sve jame u istraživanom području te njihov odnos prema krškim hidrografskim zonama. Može se uočiti prostor između zelene i ljubičaste crte koji predstavlja okršen prostor ili epikrš. Taj prostor označava zonu najpliće

okršenosti ili zonu epikrša koja ne seže dublje od 50-ak m pa se upravo tu nalaze najpliće istražene jame. Drugoj zoni pripadaju jame koje su dosegle drugu zonu do crvene crte, ali je njihov "rast" u dubinu zaustavljen dobro uslojenim vapnencima ili dolomitima. Zadnja linija prikazuje najdublju zonu okršavanja koja seže do dna Lukine jame, Velebite i Slovačke jame. U Lukinoj i Slovačkoj jami speleološkim je istraživanjima dosegnuta freatska zona, tj. vodno lice koje se u Lukinoj jami nalazi na 83 m iznad razine mora (sl. 3).

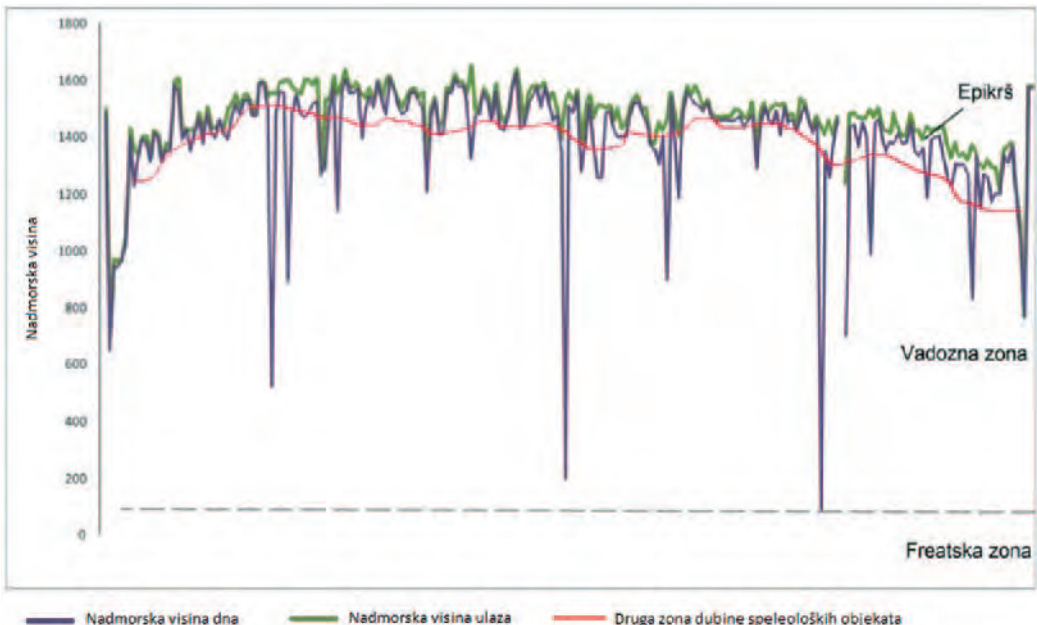
### Odnos prostornog rasporeda speleoloških objekata i morfolometrijskih parametara reljefa

Hipsometrijskom analizom područja Parka uočavamo kako je njegov najveći dio nadmorske visine veće od 1450 m, a gotovo svi speleološki objekti javljaju se iznad 1300 m (u obzir su uzeti podatci o objektima koji imaju poznatu nadmorsku visinu ulaza) (tab. 2). Objekti su također klasificirani temeljem nagiba padine koji se definira kao kut koji zatvara površina terena s horizontalnom ravninom. Najveći dio Sjevernog Velebita nalazi se u razredu nagiba iznad 20°.



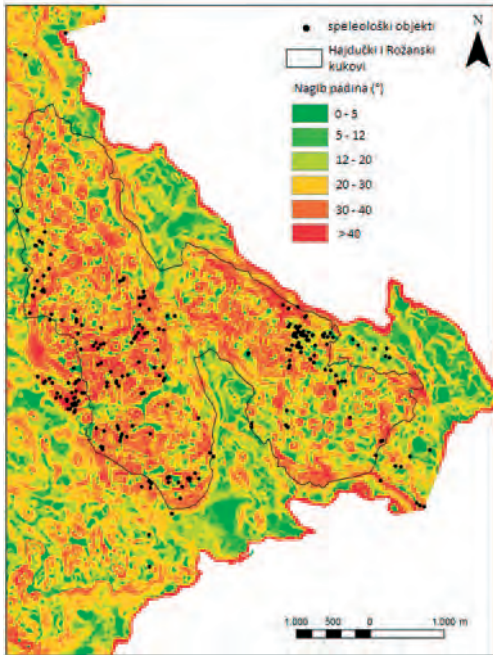
Sl. 2 Gustoća speleoloških objekata Nacionalnog parka Sjeverni Velebit

Izvor: Baza speleoloških objekata NPSV

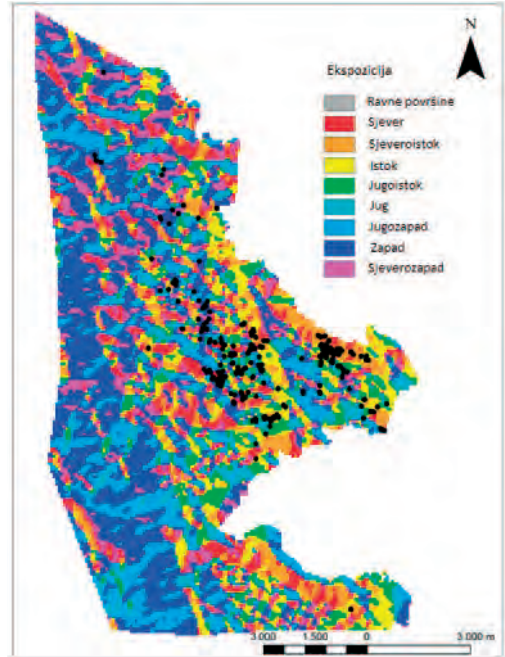


Sl. 3. Nadmorske visine ulaza i dna svih jama u istraženom području u odnosu na krške hidrografske zone





Sl. 4 Nagib padina NP-a Sjeverni Velebit



Sl. 5 Ekspozicija padina NP-a Sjeverni Velebit

Kategorije nagiba su modificirane\* i prilagođene radu kako bi što bolje bio prikazan utjecaj nagiba. Zastupljenost speleoloških objekata najveća je u prostorima nagiba 20°-30°. Za razliku od područja kukova, primorska padina je iznimno velikih nagiba i stoga se voda ne zadržava na površini već brzo otječe i ne potiče stvaranje ponikvi pa je zbog toga smanjena mogućnost stvaranja speleoloških objekata (sl. 4, tab. 3).

Vertikalna raščlanjenost reljefa ili energija reljefa definirana je visinskom razlikom najviše i najniže točke unutar promatrane jedinične površine terena pa visoke vrijednosti vertikalne raščlanjenosti upućuju na velike nagibe na maloj površini. Na području kukova i zapadne primorske padine prevladava najveća vertikalna raščlanjenost u rasponu od 270-380 m/km<sup>2</sup>, a u tom području se nalazi najveći broj speleoloških objekata (tab. 4).

Ekspozicija padina označava okrenutost padine pojedinoj strani svijeta. Važno ju je utvrditi jer orijentacija padine može utjecati preko egzogenih faktora (sunčevih zraka i vjetera) na

trošenje stijene. Najveći broj otvora objekata okrenut je prema sjevernim stranama svijeta, uključujući sjeveroistočnu i sjeverozapadnu stranu. Može se pretpostaviti kako je jedan od razloga za to dulje zadržavanje snijega i leda u prijašnjim glacijalnim razdobljima koji su otapanjem korodirali stijenu. Danas se u mnogim objektima može naći snijeg na ulazu i u ljetnim mjesecima (npr. jama Meduza), dok se u mnogim jamama snijeg zadržava i duboko ispod površine (npr. Ledena jama u Lomskoj dulibi i Lukina jama). Dodatan destruktivni faktor koji utječe na stijenu je i vjetar koji u ovim prostorima pretežito puše sa sjeveroistoka (bura) te se izdizanjem na veće nadmorske visine hladi i nosi veće količine padalina koje djeluju na karbonatnu podlogu (sl. 5, tab. 5).

Tab 2. Objekti prema nadmorskoj visini ulaza

NV	OBJEKTI	UDIO (%)
<1300	8	3,39
1300-1450	62	26,27
>1450	166	70,34
<b>UKUPNO</b>	<b>236</b>	<b>100</b>

\* Standardna kategorizacija nagiba prema Andriji Bognaru: 0°-2°, 2°-5°, 5°-12°, 12°-32°, 32°-55°, >55°.

Tab 3. Površina nagiba i udio objekata u kategorijama

NAGIB	POVRŠINA (km <sup>2</sup> )	OBJEKTI	UDIO OBJEKATA (%)
0-5°	7,25	12	5,08
5-12°	12,32	6	2,54
12-20°	26,21	48	20,34
20-30°	41,84	77	32,63
30-40°	18,74	58	24,58
>40°	5,17	35	14,83
<b>UKUPNO</b>	<b>111,53</b>	<b>236</b>	<b>100%</b>

Tab 4. Relativan udio objekata u pojedinim kategorijama vertikalne raščlanjenosti

VRR (M/KM <sub>v</sub> )	OBJEKTI	UDIO (%)
0-200	14	5,9
200-270	90	38,1
270-380	131	55,6
>380	1	0,4
<b>UKUPNO</b>	<b>236</b>	<b>100</b>

Tab 5. Udio objekata prema ekspoziciji padina (bez uključenih I i Z ekspozicija)

EKSPOZICIJA	OBJEKTI	UDIO (%)
S (SZ, S, SE)	98	41,53
J (JZ, J, JI)	70	29,66
<b>UKUPNO</b>	<b>168</b>	<b>71,19</b>

### Odnos speleoloških objekata i orografije

Promatrajući prostor Parka uvida se da je morfološki\* iznimno složen. Prevladavajuće strukture su uzvisine kojima dominiraju kukovi, humci i glavice, a osim razmjerno izdignutih područja ističu se i razmjerno spuštena područja, koja su u tom kraju nazvane doci, dulibe i dulibice. Prostor Parka kao i cijeli Velebit izdužen je u pravcu SZ-JI te se većina njegovih reljefnih struktura pruža u tom pravcu.

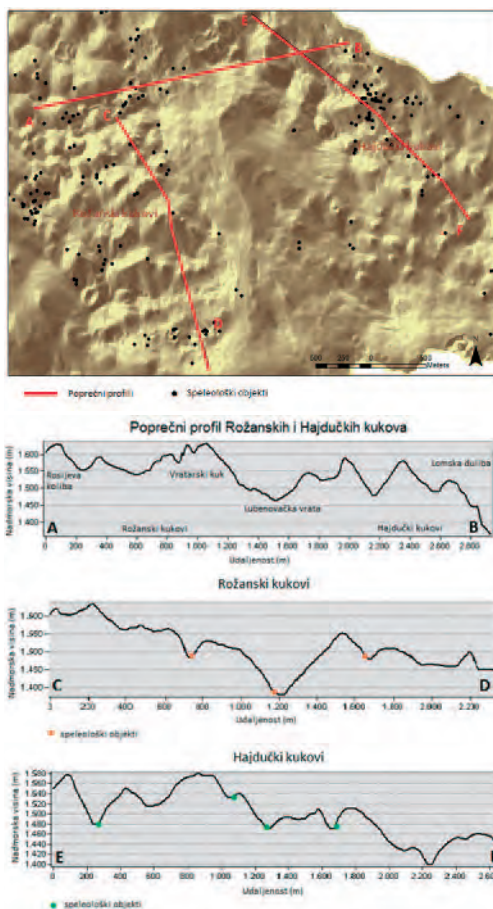
Između Hajdučkih i Rožanskih kukova nalazi se razmjerno niži teren, koji se od Lomskih vrata dalje pruža u smjeru Malog i Velikog Lubenovca. Ti prostori predstavljaju područja spuštena uslijed neotektonske aktivnosti\*\*. Njihova se

\* Geomorfološko istraživanje koje se bavi položajem, dimenzijom i međusobnim odnosom glavnih reljefnih oblika: uzvisina, udolina i ravnina

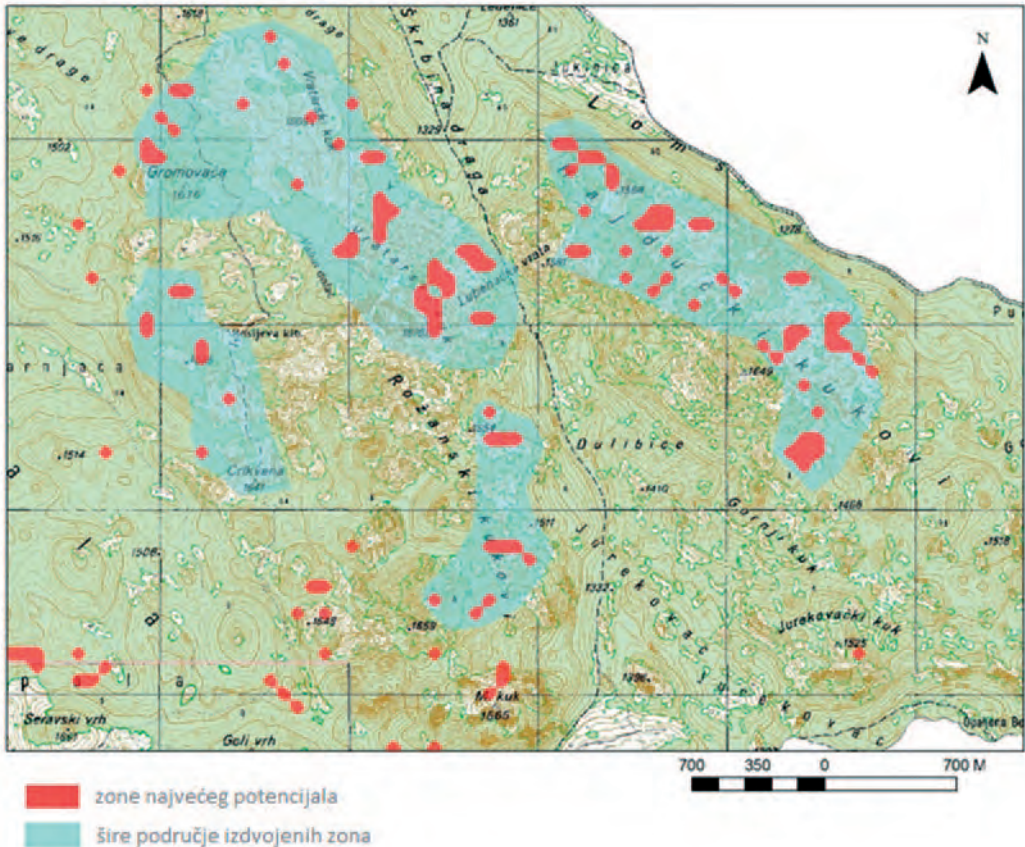
\*\* Neotektoniku karakterizira recentno i aktivno deformiranje Zemljine kore pod utjecajem sila koje uzrokuju stvaranje stresa i promjena u odnosu formacija na Zemlji.

pravilnost najbolje može pratiti prema pružanju glavnih rasjednih zona. To se također može povezati i s malom vertikalnom raščlanjenošću na tom području u odnosu na okolinu.

Promatrajući odabrane profile Hajdučkih i Rožanskih kukova uočava se snižen prostor samo na dijelovima gdje su stvorene ponikve i upravo u njima razvili su se speleološki objekti. Prema profilima se vidi kako je prostor Hajdučkih kukova puno raščlanjeniji te da su ponikve kraj kukova dominantan morfološki oblik, dok se Rožanski kukovi odlikuju malo manjom raščlanjenošću. Na profilu Hajdučkih kukova (E - F) prikazan je poprečan presjek od Rossijeve kolibe prema Lomskoj dulibi, na kojem se dobro primjećuje razlika u morfografiji ovog prostora (sl. 6).



Sl. 6 Prikaz položaja profila i speleoloških objekata u području Hajdučkih i Rožanskih kukova



Sl. 7 Zone s najvećim potencijalom postojanja dubokih jama

### Perspektiva novih područja i problematika speleoloških istraživanja

Usporedbom analiziranih parametara izrađena je karta mogućih područja u kojima se očekuje veća koncentracija speleoloških objekata. S obzirom na to da svi objekti ne zadovoljavaju sve parametre (u bazi podataka speleoloških objekata ne sadrži svaki objekt sve potrebne atribute za analizu, tj. dubinu, dužinu, položaj...), uzet je skup samo potrebnih parametara za analizu (nadmorska visina ulaza i koordinate ulaza) kako bi se povećala točnost. Kao speleološki perspektivna područja označena su ona iznad 1450 m nadmorske visine, s nagibom padine 20°-30°, energije reljefa od 270-380 m/km<sup>2</sup>, a uz to se padine nalaze na sjevernoj strani. Naime, analizom dostupnih podataka, upravo se u prostoru takvih karakteristika pojavljuje najveći broj speleoloških objekata. Prostor koji zadovoljava opisane

kriterije označen je crvenom bojom na karti, a u užem prostoru oko potencijalnih područja također se očekuje veća mogućnost pronalaska speleoloških objekata (sl. 7). Može se uočiti kako su u najvećoj mjeri potencijalni prostori rubovi većih ponikvi ili strme strane kukova na kojima se pojavljuju ponikve (koji zbog generalizacije na karti nisu prikazani). Prostori najveće mogućnosti pronalaska speleoloških objekata stoga su na Malom kuku, u području Vratarskog kuka, ponikve između Rossijeve kolibe i Gromovače te sjeverni dio Hajdučkih kukova. Treba napomenuti i to da baza podataka koja je korištena za izradu ovog rada nije dopunjena recentnim podatcima i ne sadrži podatke svih speleoloških udruga u Hrvatskoj pa se za prostore crvene boje na karti ne može izričito tvrditi da nisu dovoljno ili uopće istraženi. Potrebno je daljnje terensko istraživanje kako bi se dokazalo gore navedeno.



## Zaključak

Intenzitet prvih speleoloških istraživanja počivao je primarno na dostupnosti nekog područja i na kvaliteti i mogućnostima tadašnje speleološke opreme. Danas dostupnost i oprema ne predstavljaju tako velik problem, no i dalje velika područja nisu speleološki istraživana. Karakteristike pojedinih područja upućuju na moguće pronalaskeske ulaza u duboke speleološke objekte jer je dokazano da specifičan nagib padina, hipsometrijski razred, orijentiranost ekspozicije i određen razred vertikalne raščlanjenosti utječu na pojavu speleoloških objekata. U primjeru NP-a Sjeverni Velebit tako se najveći broj objekata pojavljuje na nadmorskoj visini iznad 1450 m (70,34%), nagiba padina od 20°-30° (32,63 %), na sjeverno orijentiranim padinama (41,53 %) i energije reljefa u razredu 270-380 m/km<sup>2</sup> (55,6 %).

Detaljno i sustavno prikupljanje podataka na speleološkim istraživanjima (uključujući podatke potrebne za daljnje morfološke zaključke) omogućuje i jednostavnije istraživanje u budućnosti te bolje poznavanje prostora. Istraživanje poput ovog provedenog u Parku može se implementirati na bilo koje područje koje ima dostatnu bazu podataka o speleološkim objektima,

a objedinjavanje u makroregije poput cijelog Velebita, omogućilo bi bolje razumijevanje i istraživanje krša. Sukladno tome metode rekonosciranja ne moraju nužno prestati nakon dolaska s terena, već se mogu nastaviti u kabinet-skom dijelu istraživanja kako bi se bolje usmjerili budući napori na terenu.

## Popis literature

- Bočić, N., Kuhta, M., 2003: Neki geomorfološki aspekti speleoloških istraživanja u kršu Hrvatske, Zbornik 3. Hrvatskog geografskog kongresa Zadar 2003., Zagreb
- Stroj, A., 2010: Podzemni tokovi u zaleđu krških priobalnih izvora na području Velebitskog kanala, doktorski rad, Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

## Popis izvora

- Baza podataka speleoloških objekata NP-a Sjeverni Velebit, Javna uprava "Nacionalnog parka Sjeverni Velebit", Krasno
- Baza podataka zaštićenih područja NP-a Sjeverni Velebit, Javna uprava "Nacionalnog parka Sjeverni Velebit", Krasno

## Spatial and morphological structure of speleological objects in the Sjeverni Velebit National park region

The region of National park Sjeverni Velebit (Northern Velebit) is one part of the Dinaric expanses, characterized by karst formations and landscape. The aim of this work is overview and linking the lithological, tectonical and geomorphological factors on the abundancy and characteristics of speleological objects in the Park. Considering the karst-underground development, an interdisciplinary and systematic approach is advised, in order to extract new data and add to efforts of the underground protection.