

# Speleološki objekti na području Rovanjske punte

Mladen Kuhta

## Uvod

Područje Rovanjske nalazi se na krajnjem, jugoistočnom dijelu Podvelebitskog kanala i dio je tipičnoga krškog priobalnog pojasa. Prostor obuhvaćen detaljnim speleološkim istraživanjima pretežito je smješten na poluotoku Rovanjskoj punti. Na jugozapadu se naslanja na izgrađeno područje naselja Rovanjske, odakle se pruža prema sjeveru do naselja Modrič, lučno presijecajući pretežito blage padine poluotoka (do kote Pod Paripovac, 120 m n.m.). Dijelom istraživanog područja može se smatrati i uzak priobalni pojas od uvale Modrič do poluotoka Zečice (Tanki rt).

Osnovna podloga ovog prikaza su rezultati novijih detaljnih speleoloških, geoloških, hidrogeoloških i geokemijskih istraživanja Instituta za geološka istraživanja (Kuhta i dr., 1999.), a pri kojima su aktivno sudjelovali i članovi Speleološkog odsjeka HPD "Željezničar": dr. Srećko Božičević, Branko Jalžić, Anđelko Novosel i Mladen Kuhta. S obzirom na činjenicu da su svi speleološki objekti ovog područja već prije istraživani ili bar speleološki posjećivani, nužno je istaknuti da je ovaj rad svojevrsna sinteza svih dosadašnjih aktivnosti na ovom području.

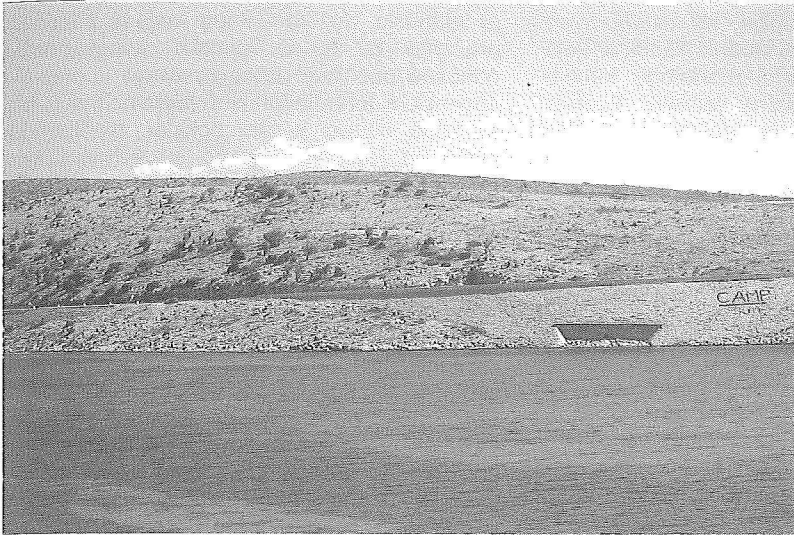
Posljednja istraživanja izvedena su na poticaj Upravnog odjela za prostorno uređenje i komunalne djelatnosti Zadarske županije, a s osnovnim ciljem izrade Studije zaštite i korištenja vrijednih prirodnih cjelina Modrič-špilje i njene okoline. Koristim priliku da se zahvalim gospodi Oliviu Meštrovicu, pročelniku gore spomenutog odjela i Zoranu Šikiću, ravnatelju NP "Paklenica" na suradnji i potpori ovom projektu. Zahvalu svakako zaslužuju i svi dosadašnji istraživači podzemnih pojava na razmatranom području, a posebno Silvio Legović (SD "Proteus") i Marijan Buzov (SO "Liburnija").

Istraživanjima je obuhvaćeno sedam vrlo zanimljivih speleoloških objekata na kopnu, te vrulje Modrič i Zečica. Nakon cjelovite obrade rezultata istraživanja, postalo je jasno da razmatrano područje predstavlja izuzetno vrijedan dio priobalja. Pored estetskih, paleontoloških, arheoloških i ekoloških vrijednosti, istraženi speleološki objekti iznimni su primjeri razvoja podzemne krške hidrografije i geomorfologije, ali i priobalnog krškog područja općenito, posebno u odnosu na kvartarne paleoklimatske promjene.

Za vrijeme Domovinskog rata ovo je područje bilo u zoni razgraničenja Hrvatske vojske i neprijateljskih postrojbi, koje su od 1991. do 1993. godine okupirale Rovanjsku. Nažalost, pored opustošenih stambenih objekata, za četnicima su ostala i minirana područja. Premda sigurnost nigdje nije potpuna, posebno opasnim smatra se prostor borove šume iznad Jadranske magistrale, na potezu od zadnjih kuća Rovanjske do ulaza u istoimenu špilju.

## Pregled dosadašnjih istraživanja

Svakako je najvažniji speleološki objekt na području Rovanjske Modrič-špilje. Njen ulazni dio odavno je poznat lokalnom stanovništvu, koje ga je koristilo kao sklonište od kiše ili velike vrućine tijekom napasanja stoke. Kako je riječ o svega desetak metara dugoj podzemnoj dvorani, o špilji se nije pronio širi glas sve do 1985. godine, kada ju je posjetila skupina speleologa iz Speleološkog društva "Proteus" iz Poreča (SDP). Tom je prilikom opaženo vrlo jako strujanje zraka iz uske pukotine na kraju ulazne dvorane. Iskusni speleolozi znali su da to može značiti veći podzemni prostor iza suženja, što se i pokazalo točnim. Otklesavanjem pojedinih stijena i proširivanjem nekoliko suženja, otvoren je put u splet danas poznatih podzemnih kanala Modrič-špilje (Legović, 1988).



Krško područje Rovanjske punte

foto: M. Kuhta

Tijekom istraživanja i topografskog snimanja iste godine, pronađeni su ostaci keramike, te ljudskih i životinjskih kostiju. O nalazima su obaviješteni Arheološki muzej u Zadru, Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara HAZU u Zagrebu i Geološko-paleontološki odjel Hrvatskog prirodoslovnog muzeja. Njihovi stručnjaci pregledali su lokacije i nalaze, a rezultate su objavili u nekoliko stručnih radova (Malez, 1987, 1988; Jurić, 1988).

Zbog morfoloških karakteristika špilje, velikog broja najrazličitijih oblika špiljskog nakita (speleotema), te spomenutih arheoloških i paleontoloških nalaza, tijekom 1986. godine SDP je izradilo elaborat o turističkoj valorizaciji, na temelju kojeg Skupština općine Obrovac iste godine donosi odluku o proglašenju Modrič-špilje geomorfološkim spomenikom prirode. Važnu je ulogu u postupku zakonske zaštite imalo i stručno mišljenje o vrijednostima lokaliteta, koje je za potrebe Zavoda za zaštitu prirode SR Hrvatske izradio dr. Srećko Božičević 1985. godine. O turističkoj budućnosti Modrič-špilje pisao je Posarić (1995).

Najveći dio speleoloških istraživanja SDP je obavio do konca 1987. godine. O otkriću špilje, a posebno spomenutih nalaza, više je puta, a ponekad i vrlo polemično, pisalo u tisku, što je pridonijelo njenoj popularizaciji.

Nakon toga špilju su počeli posjećivati i speleolozi iz drugih speleoloških udruga, kao i ostali zainteresirani. S obzirom na to da su na ulazu još 1985. godine postavljena privremena vrata, broj nekontroliranih ulazaka bitno je smanjen, pa su špiljski ukrasi dobro sačuvani. Brza provedba pravne i fizičke zaštite pokazala se vrlo korisnom. Poslije su na prvom suženju ulazne dvorane

postavljena čvršća vrata, osigurana lokotom (ključ se nalazi u Zadru i Upravi N.P. Paklenica). U ratnom razdoblju ulazni dio špilje su kao sklonište povremeno koristile četničke postrojbe. Na sreću, vjerojatno zbog straha, nisu često ulazili dublje u njenu unutrašnjost.

Na terenu oko Modrič-špilje prisutno je još nekoliko speleoloških objekata, a svakako je najpoznatija Rovanjska špilja. Prema prikupljenim informacijama špilja je bila provizorno uređena za povremene turističke obilaske još 1960. godine, kada je o njoj bilo riječi i u nekoliko turističkih prospekata tog područja. Ulaz je bio osiguran natkrivanjem i danas djelomice sačuvanom, čeličnom rešetkom.

Manje špilje neposredno uz Jadransku magistralu (Vela i Mala špilja u zavoju), istražili su i topografski snimili 1980. godine članovi Speleološkog odsjeka Hrvatskog planinarskog društva "Željezničar" iz Zagreba, a obilazili su ih i članovi SO "Liburnija" - HPD "Paklenica" iz Zadra. Članovi Liburnije su se po otkriću Modrič-špilje aktivno uključili u istraživanje okolnog terena. Najvažniji rezultat bio je pronalaženje i istraživanje špilje Mali Modrič (Puzara), čiji se ulaz nalazi svega 90 m zapadno od ulaza u Modrič-špilju, uz staru kamenu stazu. Objekt je detaljno istražen, utvrđena je njegova povezanost s Rovanjskom špiljom, a navodno je i djelomično topografski snimljen, ali se nacrt zagubio.

Pored spomenutih špilja, na okolnom su području locirane i vrulje Modrič i Zečica, koje se prema zasad poznatoj morfologiji kanala mogu svrstati u potopljene jamske objekte. Istraživalo ih je ili posjećivalo nekoliko speleoronilačkih timova, ali nam njihova dokumentacija najvećim dijelom nije poznata. Najcjelovitiji njihov prikaz može se naći u radovima Donata Petriciolija i suradnika (Petricioli i dr., 1995; Bakran-Petricioli & Petricioli, 1999) koji su vrulje istraživali nekoliko puta, pored ostalog i tijekom snimanja za potrebe obrazovnog programa HTV-a.

## Geološka građa

Pored podataka prikupljenih izravnim terenskim radovima, odnosno geološkim kartiranjem na topografskoj podlozi mjerila 1:1000, ovaj dio prikaza nadopunjen je podacima Osnovne geološke karte, list Obrovac (Ivanović i dr., 1967), na osnovi koje je izrađena i priložena skica geološke građe šireg razmatranog područja. Skica je nadopunjena terenskim podacima i usklađena s novijim poimanjima strukturno-tektonske građe Dinarida (Herak, 1986, 1991).

Većina obrađenih speleoloških objekata formirana je na terenu koji izgrađuju vapnenci gornje krede (cenoman-turon,  $K_2^{1,2}$ ). Pretežit dio ovih naslaga sačinjavaju dobro uslojeni, bijeli, svjetlosmeđi i ružičasti vapnenci, bogati fosilima školjkaša iz skupine honrodonta i rudista. Nastali su biokemijskim procesima u plitkoj, nemirnoj marinskoj sredini. Karakterizira ih visok sadržaj  $CaCO_3$ , bioklastična struktura s nesortiranim fragmentima. Vezivo se sastoji od gustog mikrokristalastog vapnenca. Cenoman-turonska starost potvrđena je nalazima mikrofosila *Nummuloculina heimi*, *Ovalveolina ovum* i *Discyclina schlumbergeri*. Unutar ovih naslaga mjestimice se javljaju leće pločastih vapnenaca, građenih od svjetlosmeđih, mikrokristalastih vapnenaca s mikrofor-aminiferskom faunom i rijetkim fragmentima makrofosila. Leće su nastale u mirnijim, zaklonjenim područjima iste priobalne marinske sredine.

Južno od Rovanske teren izgrađuju naslage gornjeg eocena i oligocena (E,OI), koje se svrstavaju u najmlađu jedinicu Prominskih naslaga. Fosilni ostaci u njima vrlo su oskudni, a u litološkom smislu zastupljeni su konglomerati i kalkareniti. Kontakt s prethodno opisanom litostratigrafskom jedinicom izrazio

je tektonski, duž reverznog rasjeda približnog pružanja SZ-JI. U podlozi konglomerata, odnosno duž linije transgresivnog kontakta s eocenskim foraminiferskim vapnencima, pruža se zona pojava ležišta boksita. Neposredno južno od Rovanske jasno su vidljivi tragovi njegove nedavne eksploatacije.

Neposredno sjeverno od naselja Modriča zastupljene su na površini terena najstarije naslage razmatranog područja, odnosno vapnene breče s lećama i ulošcima vapnenaca, stratigrafski svrstane u prelazno razdoblje između donje i gornje krede ( $K_{1,2}$ ). Breče su sivosmeđe, neuslojene, a izgrađuju ih fragmenti jurskih i donjokrednih vapnenaca. Po sastavu vezivo odgovara mikrokristalastim do fino-zrnim kalcitima, koji su često prekrystalizirani, a sadrže sitna zrna kvarca, te primjese gline ili limonita. Vapnenci dolaze u nepravilnoj horizontalnoj i vertikalnoj izmjeni s brečama. Obično su to sivosmeđi, gusti, često raspucani i brečoliki vapnenci, visokog sadržaja  $CaCO_3$ .

Područje naselja Modriča i sjeverni dio uvale, te priobalno područje prema zapadu, izgrađuju vapnenačke breče, poznate pod nazivom Jelar naslage (Pg,Ng). Nastale su koncem paleogena i tijekom neogena, a geneza ovih naslaga veže se uz značajne strukturno tektonske promjene, koje su zahvatile područje Dinarida i u konačnici rezultirale izdizanjem Velebita. Redovito su u transgresivnom ili tektonskom kontaktu sa starijim naslagama.

U litološkom pogledu, to su vapnenačke, nesortirane, neuslojene breče, sastavljene od ulomaka vapnenaca iz jurskih, donjokrednih, gornjokrednih i paleogenskih sedimenata, rjeđe od ulomaka eocenskih pješčenjaka i konglomerata mlađeg paleogena. Fragmenti su oštrobriđni i različitih dimenzija (od nekoliko mm do 20 cm), a vezani su mikrokristalastim do sitnozrnim, često prekrystaliziranim kalcitom, u kojem ima primjesa gline i limonita.

Najmlađe, kvartarne naslage, zastupljene su plitkim slojem crvenice (terra rossa) i špiljskim sedimentima. Crvenica izgrađuje tanak površinski pokrivač akumuliran u udubljenjima reljefa ili zapunjava prostor između blokova osnovnih stijena. Špiljski sedimenti prisutni su u istraženim speleološkim objektima. S obzirom na to da u njima čine važan dio podzemnog sustava, tijekom

istraživanja su uzorkovani i detaljno geokemijski obrađeni. Rezultati provedenih ispitivanja prikazani su u radovima Kuhta i dr. (1999) i Miko, Kapelj & Kuhta (2001).

U tektonskom smislu, razmatrano područje nalazi se u zoni kontakta strukturnog kompleksa Jadranske karbonatne platforme (Adriatik) i Dinarske karbonatne platforme (Dinarik). Površinski ocrt zone sučeljavanja navedenih strukturnih cjelina na razmatranom području predstavlja oko 2,5 km široka zona tzv. Velebitskog rasjeda (Herak, 1986). Ovaj tektonski diskontinuitet regionalnog je karaktera, a sastoji se od niza paralelnih reverznih rasjeda, generalnog pružanja SZ-JI, vidljivih na priloženoj geološkoj skici. Kao posljedica položaja u zoni sučeljavanja navedenih strukturnih kompleksa, cijelo istraživano područje je intenzivno tektonski razlomljeno. Najveći broj rasjeda i pratećih tektonskih pukotina ima pružanje ZSZ-IJI, dakle paralelno je pružanju zone Velebitskog rasjeda. Međutim, tijekom mlađih faza orogenetskog modeliranja razmatranog prostora, a posebno u neotektonskom razdoblju, lokalno su generirani rasjedi i sustavi tektonskih pukotina različite orijentacije.

Pored spomenutih tektonskih diskontinuiteta, na genezu i morfologiju istraženih speleoloških objekata bitno je utjecala i slojevitost naslaga. Na osnovi provedenih mjerenja može se utvrditi da se slojevi naslaga generalno pružaju pravcem SZ-JI s nagibom od 20 do 40° prema JZ.

### **Hidrogeološke prilike**

Razmatrano područje nalazi se na izrazito krškom terenu. Današnja dinamika podzemnih voda uvjetovana je neposrednom blizinom regionalne erozijske baze, odnosno mora. Jednako važnu ulogu ima i blizina velebitskog karbonatnog masiva u čijem je podzemlju formiran regionalni krški vodonosnik, koji osigurava trajno priličanje znatnih količina podzemnih voda. Osnovna mjesta istjecanja podzemnih voda na razmatranom području su vrulje Modrič i Zečica, te stalan priobalni izvor, u novije vrijeme prozvan "Vrilo Velebit".

**Vrilo Velebit** je tipičan priobalni izvor. Voda istječe na širem području, ali je glavno i stalno mjesto istjecanja jasno uočljivo i prije nekoliko godina primitivno kaptirano. Nalazi se u razini mora, na sjeveroistočnom rubu zaljeva, a izdašnost izvorišta je prema našim procjenama

tijekom ljetnih mjeseci između 5 i 10 L/s. U tom razdoblju voda je blago zaslanjena - brakična. U kišnom se razdoblju zona istjecanja proširuje na cijelu sjevernu obalu zaljeva, a izdašnost povremeno prelazi i 1 m<sup>3</sup>/s.

**Vrulja Modrič** nalazi se uz samu obalu, oko 140 m južno od izvorišne zone, i vjerojatno je dio istog drenažnog sustava. Kao i kod Vrila, izdašnost vrulje ovisna je o hidrološkim prilikama. U sušnim razdobljima istjecanje gotovo da nije primjetno, ali u kišnim razdobljima godine iz vrulje izbijaju velike količine podzemne vode. Prema slobodnim procjenama one povremeno prelaze i nekoliko m<sup>3</sup>/s.

**Vrulja Zečica** nalazi se oko 900 m sjeverozapadno od Modriča, odnosno s istočne strane Tankog rta (naziv rta prema top. karti 1: 25000). Kao i u slučaju vrulje Modrič, istjecanje podzemnih voda posebno je izraženo u kišnim razdobljima, dok u sušnim razdobljima nije primjetno. Vrulja vrlo brzo reagira na veće hidrološke promjene. Ova pojava jasno je dokumentirana 2.5.1998. god. kada je na Zečici, za svega nekoliko sati nakon obilnih kiša na širem području Velebita i Gračaca, zabilježeno istjecanje velikih količina izrazito mutne podzemne vode. Prethodnog dana, na površini mora istjecanje nije bilo primjetno.

Navedene hidrogeološke pojave predstavljaju mjesta koncentriranog istjecanja podzemnih voda iz širega karbonatnog zaleđa. Tijekom dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja, na području od Sv. Roka do Gračaca u Lici je trasirano i nekoliko ponora uz rub polja i utvrđena vrlo brza podzemna vodna veza Vrkljanskog ponora, u koji poniru vode Obsenice, s vruljom Zečicom (13,43 cm/s) i izvorištima u uvali Modrič (8,96 cm/s). Nadalje, trasiranje Jelar ponora, u koji ponire rijeka Ričica, potvrdilo je njegovu povezanost s izvorima u uvali Modrič. Prividna brzina toka podzemnih voda ovdje je malo manja i iznosi 5,91 cm/s.

S obzirom na to da navedeni geološki i hidrogeološki uvjeti na ovom području traju daleko u geološku prošlost ili, bolje rečeno, traju dovoljno dugo da se mogu smatrati relevantnim čimbenicima geneze razmatranih speleoloških objekata, može se zaključiti da su oni na području Rovanjске i Modriča formirani kao posljedica djelovanja podzemnih voda koje su, kao i danas, tekle iz sjevernoga, planinskog

područja prema nižim dijelovima terena, odnosno morfološkoj udolini današnjeg Podvelebitskog kanala. Iz položaja speleoloških objekata može se razlikovati nekoliko faza, odnosno razina njihova postanka, pri čemu su najmlađi objekti i danas aktivne vrulje Modrič i Zečica. Stariji objekti, odnosno špilje na području Rovanijske punte, premda su rezultat djelovanja istih hidrogeoloških čimbenika, danas se nalaze iznad razine podzemnih voda i spadaju u skupinu suhih speleoloških objekata. S obzirom na to da se u objektima javljaju samo lokalne procjedne vode, područje mogućeg negativnog utjecaja, odnosno unosa štetnih supstancija u podzemlje, ograničeno je samo na uže područje iznad objekata.

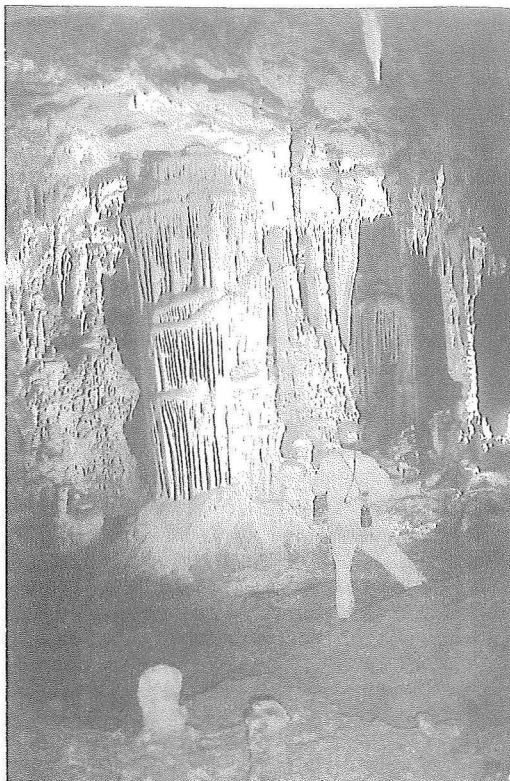
## Geomorfologija istraženih objekata

### Modrič-špilja

Modrič-špilja svakako je najvažniji speleološki objekt na razmatranom području. Tijekom posljednjih istraživanja izrađen je njezin novi topografski nacrt (u mjerilu 1:200) koji se najvećim dijelom temelji na geodetskom premjeru, izvedenom tahimetrijskom metodom instrumentom "Delta 020". Sporedni i teže dostupni dijelovi špilje topografski su snimljeni mjernim vrpčama, te optičkim kompasima i padomjerom tvrtke Suunto. Na osnovi ovog premjera ukupna dužina špilje je 829 m.

Ulaz u špilju visine 1,8 i širine 1,3 m nalazi se na južnoj strani plitkog urušnog udubljenja tlocrtnih dimenzija 15 x 9 m. Srednja kota ulaza je 30 m.n.m. Osnovno morfološko obilježje špilje su prostrani, blago položeni do horizontalni podzemni kanali, generalnog pružanja u smjeru istoka. Visinska razlika između najniže točke u središnjem dijelu Glavnog kanala (22.05 m.n.m.) i najviše točke u Kosom kanalu (strop, oko 51 m n.m.) iznosi 29 m. U najvećem dijelu špilje širina prolaza uglavnom varira od 2 do 8 m, a ponegdje doseže i 14 m. Samo mjestimice se nailazi na kraće uske prolaze, koji su nastali kao posljedica obilnog taloženja kalcitnih siga i saljeva.

U prvom dijelu Glavnog kanala nalaze se brojne, uglavnom starije sige. Idući dublje u podzemlje, kalcitne su forme sve većih dimenzija, a prevladavaju mlađe i još uvijek

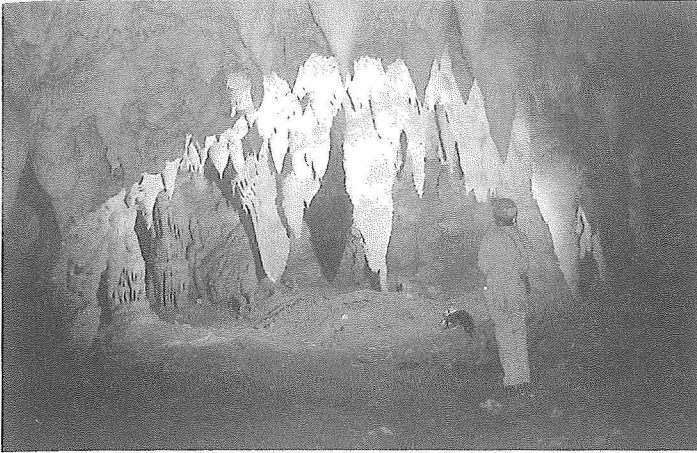


*Veliki kalcitni stup u najljepšem dijelu Modrič-špilje*  
foto: M. Kuhta

rastuće sige. Premda je cijeli podzemni prostor izuzetno zanimljiv, estetski se posebno ističu Dvorana Poreč i Crvena dvorana. Dužina Glavnog kanala je 346 m, a završava brojnim kalcitnim nakupinama, koje su potpuno zatvorile mogućnost daljnjeg napredovanja.

Približno 70 m od ulaza odvaja se iz Glavnog kanala 249 m dug Desni kanal. Premda prosječno malo niži od Glavnog kanala, karakteriziraju ga prostranost i brojni zanimljivi kalcitni ukrasi. Posebno su zanimljive "zdepaste" sige u njegovu završnom dijelu. Po dnu kanala istaložene su veće količine glinovitih naslaga u kojima je pronađen najveći dio spomenutog arheološkog i paleontološkog materijala. U kanalu je izrazito slaba cirkulacija zraka.

Naredni odvojci iz Glavnog kanala nalaze se u njegovom završnom dijelu. Prvo se odvaja Drugi desni kanal, dužine 72 m. Gotovo cijelom dužinom lako je prohodan (širina oko 4 m), a samo na ulazu u njegovu završnu dvoranu nailazi se na kraće suženje.



*Zdepaste sige u desnom kraku Modrič špilje*

*foto: M. Kuhta*

Približno 15 m dalje, od Glavnog kanala odvaja se sljedeći sporedni kanal. Zbog ulaza koji se nalazi iznad vertikalnog skoka visokog oko 2,5 m, kanal je prozvan Etaža. Ukupna mu je dužina 78 m. Nakon početnog suženog i oko 1 m visokog dijela, slijedi prostrani dio, sve do ulaska u završno proširenje, koje se također nalazi iza uskog prolaza između stijene i sigastih nakupina.

U završnom dijelu Glavnog kanala odvaja se tzv. Kosi kanal. Nakon 5 m dugog, uskog i na jednom mjestu svega 0,5 m visokog ulaznog dijela, ulazi se u približno 15 m visok, proširen dio kanala, u kojem se sa stropa spušta velik i estetski vrlo zanimljiv kalcitni saljev. Daljnji, uzlazni nastavak ovog kanala teško je prolazan. Prema našim mjerenjima dužina je Kosog kanala 58 m, a njegovi najviši dijelovi dosežu kotu od 51 m. Prema topografskoj podlozi, kota terena iznad završnog dijela ovog kanala je oko 52 m, što znači da je debljina nadsloja svega 1 m.

### **Mali Modrič (Puzara)**

Ulaz u špilju ima dimenzije 1 x 1,2 m i nalazi se na koti od 19 m.n.m. U prvih 50-ak metara špilja je vrlo niska, s nekoliko izuzetno uskih prolaza, proširenih klesanjem. Nakon tog dijela podzemni se prostor postupno širi i sve je lakše prohodan. Širina kanala je u najvećem dijelu špilje između 2 i 4 m, dok mu visina varira od 1 do 5 m. U špilji nema većih bočnih odvojaka, a kanali istraženi u predjelu nazvanom Labirint vrlo su kratki i na nekoliko mjesta povezani s glavnim kanalom.

Špilja se pruža u smjeru jugoistoka, a ukupna dužina istraženih kanala je 332 m. Kanal je gotovo horizontalan, i vrlo blago se uzdiže od 17,5 m.n.m. neposredno iza ulaza do 21 m.n.m., koliko iznosi visina točke na spoju s Rovanjskom špiljom. Mjesto spoja nije moguće fizički svladati jer je riječ o prolazima od desetak centimetara širine, ali je moguć vizualni kontakt iz jednoga u drugi objekt. Suženi prostor dug je svega 1-2 m, a zatvaranje prolaza posljedica je zasigavanja. Članovi SO "Liburnija", koji

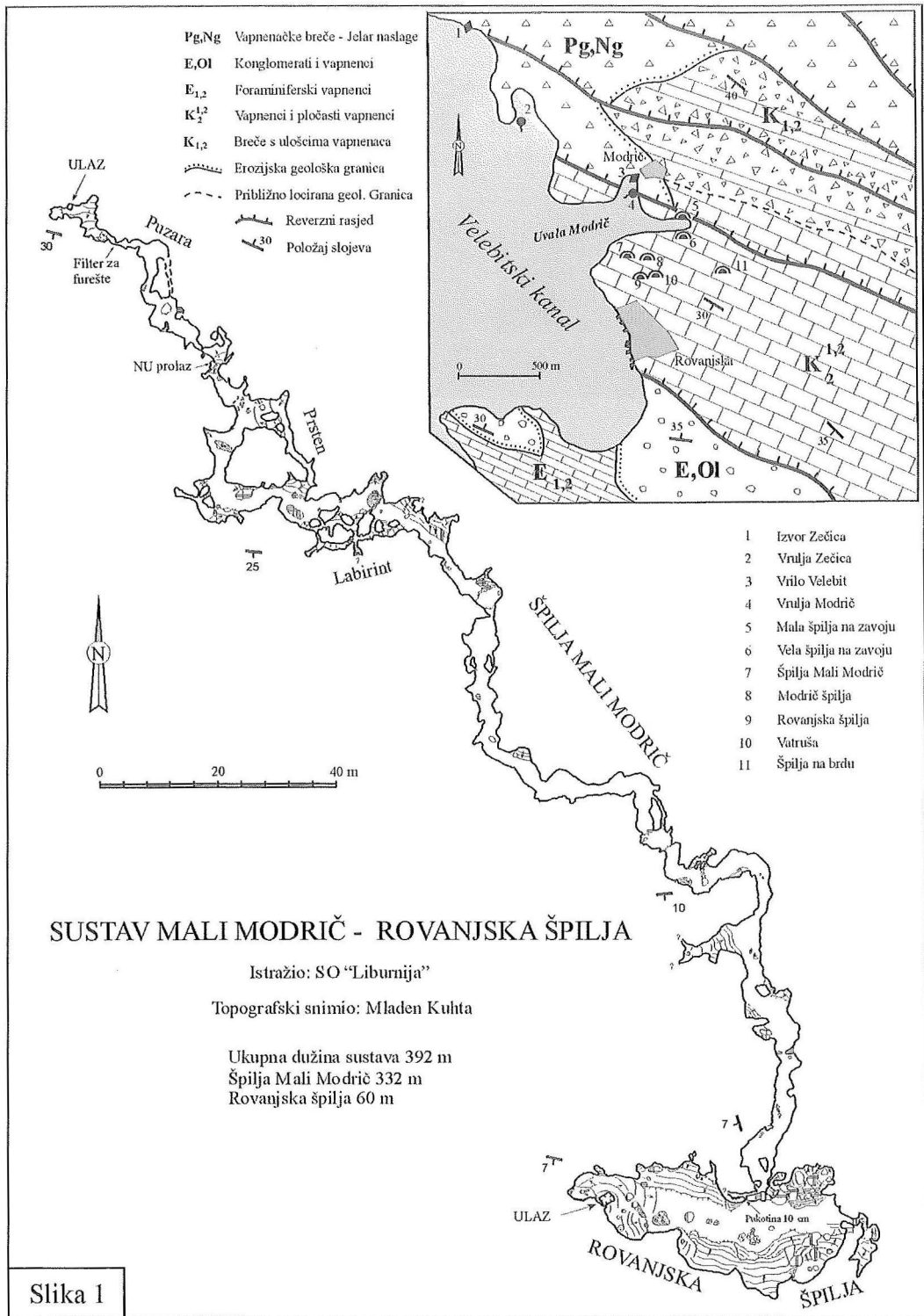
su otkrili i istražili špilju, prolaz su namjerno ostavili u prirodnom stanju, premda njegovo proširenje vjerojatno ne bi bio bitno veći zahvat od onoga koji su morali izvesti na nekoliko mjesta na ulaznom dijelu špilje. Jednostavno, nisu htjeli olakšati pristup neodgovornim posjetiteljima u lako prohodne dijelove špilje, a samim tim su onemogućili njeno pustošenje i nestručna paleontološka iskapanja.

### **Rovanjaska špilja**

U morfološkom smislu špilju karakterizira izdužena podzemna dvorana dužine 48 i maksimalne širine 25 m. Na njenom istočnom dijelu iz dvorane se odvaja nizak špiljski kanal dužine 12 m. Današnji ulaz dimenzija 3 x 2,5 m nastao je urušavanjem stropa na zapadnom dijelu dvorane, te se u špilju ulazi niz vertikalni skok malo viši od 2 m. Na tlu špilje, ispod samog ulaza, izrasla je smokva, koja ulazu daje posebnu draž. Unutrašnjost špilje izuzetno je bogato ukrašena vrlo lijepim kalcitnim nakupinama.

### **Mala špilja u zavoju ceste**

Ulaz u ovu špilju nalazi se uz samu Jadransku magistralu, na sjevernoj strani istočnog kraka uvale Modriča. Ulaz je dimenzija 1,3 x 1 m, a nastao je usijecanjem ceste. Cijela špilja danas je duga jedva 6 m. U njezinu unutrašnjost ubačeno je mnogo smeća kojim su potpuno zatrpali njeni najniži dijelovi i eventualni daljnji prolazi.



# MODRIČ ŠPILJA

Istražio: SD "Proteus" (1985)

Geodetski premjer: Stanislav Jureša, Miljenko Marinac  
Topografski snimili: Srećko Božičević, Mladen Kuhta

Ukupna dužina: 829 m

Visinska razlika: 29 m



✕ Mjesto nalaza ljudskih kostiju

☛ Mjesto nalaza lubanje špiljskog medvjeda

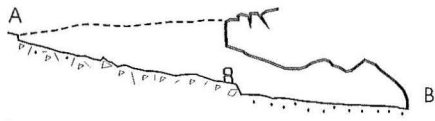
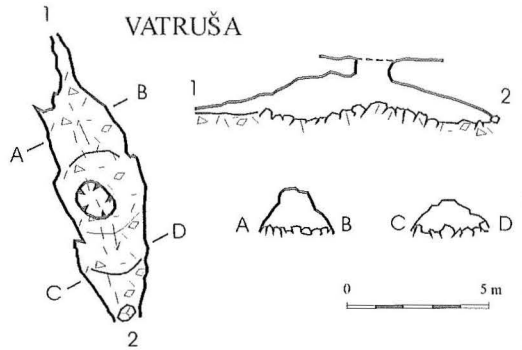
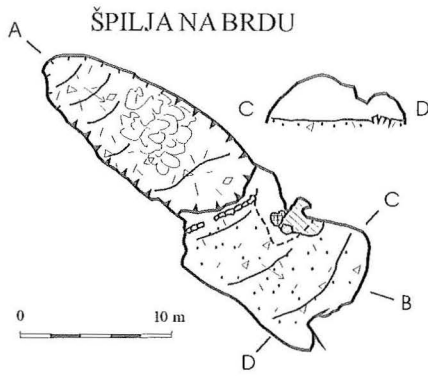
▣ Područje nalaza keramike

\* Mjesto uzorkovanja siga - datiranjem uzorka kalcita iz baze srušenog stalagmita utvrđena starost veća od 38 000 godina BP, odnosno prelazi mogućnosti metode radioaktivnog ugljika  $^{14}\text{C}$

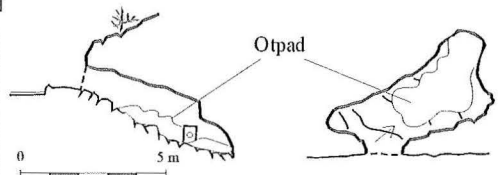
● Mjesta uzorkovanja tla na površini terena i sedimenata u špilji

▲ Mjesta uzorkovanja procjednih voda

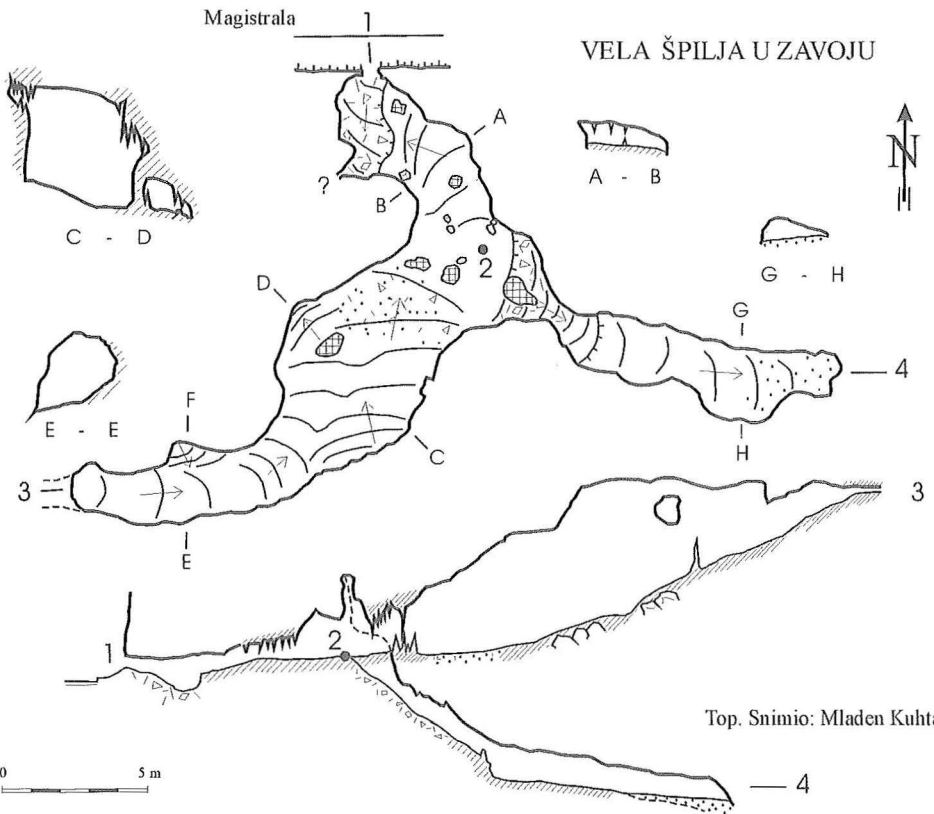




MALA ŠPILJA U ZAVOJU



Magistrala

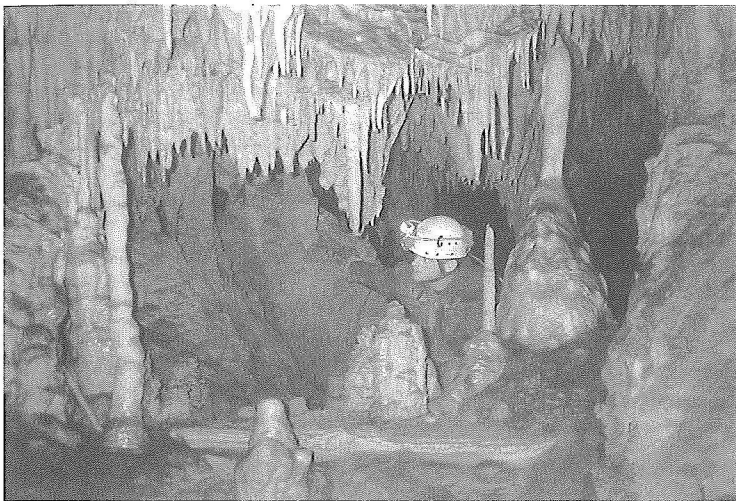


Top. Snimio: Mladen Kuhta

## Vela špilja u zavoju ceste

Vela špilja također se nalazi uz samu Jadransku magistralu, ali na južnoj strani uvale. Iza vrlo malog ulaza, dimenzija 0,5 x 0,7 m, slijedi oko 7 m dug, izrazito nizak kanal, kojim se dolazi u prošireni dio gdje se špilja dijeli u dva kraka. Prostraniji je uzlazni odvojak u smjeru jugozapada, dug oko 17 m. U njegovom središnjem dijelu širina i visina kanala je oko 5 m. Odvojak u smjeru istoka, strmo je položen silazni kanal, dužine oko 13 m. Budući da se njegovi najniži dijelovi nalaze vrlo blizu razine mora, jasno su vidljivi tragovi povremenog plavljenja najnižih dijelova, možda već i za više razine plime. Ukupna dužina špilje je 37 m.

Da bi spriječili ubacivanje smeća, zadarski speleolozi su kamenjem djelomično zatvorili ulaz, što se pokazalo korisnim.



*Bogato ukrašen dio kanala u Malom Modriču*

*foto: M. Kuhta*

## Špilja na brdu

Špilja na brdu locirana je na najvećoj nadmorskoj visini od svih istraženih objekata. Ulaz je nastao urušavanjem stropa nekada veće podzemne prostorije, a nalazi se na koti od 54 m.n.m. Urušenje na površini terena ima dimenzije 15 x 6 m. Na jugoistočnoj strani nastavlja se 11 m dugom i 9 m širokom podzemnom prostorijom. Ulazni dio dijelom je pregrađen suhozidom kako bi se prostor prilagodio čuvanju koza i ovaca, za što se špilja i danas povremeno koristi.

## Vatruša

Špilja se nalazi 50-ak metara istočno od ulaza u Rovanjsku špilju. Ulaz dimenzija 1,5 x 1 m i cijela unutrašnjost špilje, odnosno 10 m duga i do 3 m široka podzemna prostorija, nastali su urušavanjem neke druge, niže položene, podzemne šupljine. U špilji nema siga niti tragova erozijskog djelovanja vode, što također znači da je riječ o vrlo mladoj, sekundarno nastaloj podzemnoj šupljini.

Pojava ove špilje, te niza manjih i većih urušnih udubljenja na površini terena, upozorava na mogućnost da u podzemlju razmatranog područja postoji veći broj još uvijek neistraženih šupljina i podzemnih kanala. Neki od njih zasigurno su nekada bili povezani s istraženim špiljama, ali su prolazi danas zatvoreni urušavanjem ili intenzivnim zasigavanjem.

## Vrulje

Izrazita okršenost razmatranog područja i njegov hidrogeološki značaj kroz duže vremensko razdoblje, očituje se i prisutnošću vrulja Modriča i Zečice. Te su vrulje istraživane nekoliko puta, a objavljeni podaci (Petricioli & dr. 1995, Bakran-Petricioli & Petricioli 1999) korišteni su pri izradi prikaza koji slijedi. Ronjenja u sklopu ovog projekta bila su usmjerena na prikupljanje uzoraka vode (Vrulja Modrič) i siga (Zečica). Budući da smo tijekom urona primijetili neka

morfološka odstupanja potopljenih kanala u usporedbi s prikazanim u spomenutim radovima, opisi su malo korigirani. Tijekom narednih istraživanja preporuča se izrada novih topografskih nacrti.

**Vrulja Modrič** nalazi se neposredno uz obalu, ispod Jadranske magistrale, u sjeverostočnom dijelu uvale Modrič. Ulaz je okrugao, promjera oko 6 m. Bočne stijene se u prvih nekoliko metara ljevasto sužavaju, pa se promjer smanjuje na 4 m. Na dubini od oko 23 m do tada potpuno vertikalni kanal još se više



Uski prolaz na ulaznom dijelu špilje Mali Modrič *foto: M. Kuhta*

sužava i postupno prelazi u horizontalu, koja se pruža u smjeru istoka. Na dubini od oko 31 m kanal se ponovo širi, a visina mu iznosi 3-5 m. Prema neprovjerenoj obavijesti, francuski speleoronilac, koji je tijekom 1998. godine zaronio u vrulju, postigao je dubinu od 41 m, a blago položeni kanal se i dalje nastavlja.

**Vrulja Zečica** nalazi se na dubini od 8 m, približno 20 m istočno od obale, pri kraju Tankog rta. Taj se naziv rta (poluotoka), nalazi na topografskoj karti M 1: 25 000, na kojoj je pod nazivom Zečica označen manji priobalni izvor zapadno od rta, a iznad njega prema obali se spušta jaruga Zečička draga. Prema tome bi pravilniji naziv vrulje bio Vrulja kod Tankog rta. Zbog nesigurnosti u pravilnost toponima s topografske karte, te s obzirom na to da je vrulja već opisana pod tim nazivom, ovdje je nazivamo Zečica.

Ulaz u vrulju je izdužen smjerom sjever-jug i ima dimenzije 10 x 3 m. Nakon desetak metara promjer vertikalnog kanala se postupno smanjuje na približno 3 do 4 m. Na dubini od oko 30 m kanal postaje položeniji i spušta se do dubine od 46 m. Vrulja nije dalje istraživana, premda se širok podzemni prostor i dalje nastavlja.

Tijekom našeg obilaska, u vrulju je zaronjeno do dubine od 41 m i tu je s dna kanala izvađen stalagmit visine 35 i promjera 12 cm. Analizom izotopa ugljika  $^{14}\text{C}$  u kalcitu iz vanjskog sloja ovog stalagmita utvrđena je apsolutna starost od  $11100 \pm 165$  godina. Datirala ga je dr. Nada Horvatinčić na Institutu

"Ruđer Bošković". Ovaj podatak vrlo dobro korespondira s podacima o dinamici porasta razine mora, koje u svojim radovima iznosi Šegota (1963, 1982).

### Osnovni geokemijski nalazi

Na osnovi geokemijskih istraživanja tla, podzemnih i procjednih voda, u zatečenom stanju, može se konstatirati ekološka sačuvanost razmatranog područja, a jedini je evidentan antropogen utjecaj povišen sadržaj olova u površinskom tlu, što je vjerojatno posljedica depozicije

produkata sagorijevanja goriva u automobilima s obližnje prometnice. Ovaj utjecaj nije registriran kao povišenje sadržaja olova u špiljskim sedimentima. Povišen sadržaj Cu, Zn, Cd, U i, donekle, Hg u uzorcima spiljskog sedimenta neposredna je posljedica znatnih količina šišmišjeg guana što se može smatrati svojevrsnim "prirodnim onečišćenjem". Na osnovi provedenih analiza može se zaključiti da je zasićenost procjednih voda kalcitom u području niskih vrijednosti, što znači da se u podzemlju Modrič-špilje i danas stvaraju sige, ali je taj proces vrlo spor. Izmjerene vrijednosti stabilnog izotopa ugljika  $^{13}\text{C}$  pokazuju u hidrokarbonatima procjednih voda veći udio  $\text{CO}_2$  biogenog porijekla, što je povoljna situacija s obzirom na njegovu veću mogućnost otapanja vapnenca i stoga veće koncentracije otopljenih hidrokarbonata u procjednim vodama. Ovdje je važno istaknuti da su uzorci procjednih voda skupljeni u aktivnim dijelovima Modrič-špilje (po jedno mjesto u Glavnom i Desnom kanalu), ali da u objektu postoje veliki dijelovi kanala u kojima je procjeđivanje vrlo slabo ili ga nema. Na tim mjestima prestao je i aktivan rast sige. Vrijednosti sadržaja stabilnih izotopa kisika i vodika u procjednoj vodi prikupljenoj u Modrič-špilji karakteristične su za infiltrirane oborinske vode užeg područja, što potvrđuje lokalni karakter utjecajnog područja. Ova ocjena primjenljiva je i na ostale objekte.

Uzorke tla, špiljskih sedimenata te podzemnih i procjednih voda geokemijski su obradili dr. Sanja Kapelj i mr. Slobodan Miko iz Instituta za geološka istraživanja. Analiziran je mnogo veći broj parametara od ovdje

navedenih, a rezultati su detaljno elaborirani u izvješću Kuhta & dr. (1999) kao i u radu Miko, Kapelj & Kuhta (2001).

### Valorizacija i zaštita

Istraživano područje između naselja Rovanijske i Modriča dio je široko rasprostranjenog krškog priobalnog pojasa, a prema karakteristikama površinskog reljefa i vizurama bitno se ne izdvaja iz okolnog prostora. Posebnost ovog područja skrivena je od pogleda i krije se u njegovu podzemlju, odnosno u do sada otkrivenim i istraženim speleološkim objektima, špiljama na kopnu i vruljama u podmorju.

Na vrlo malom području ovdje su formirane dvije vrulje i sedam špilja. S obzirom na njihov položaj i morfološke karakteristike, predstavljaju izuzetan primjer razvoja podzemne morfologije i djelovanja podzemnih voda u krškim terenima.

Dimenzijama najveći speleološki objekti, Modrič-špilja, Mali Modrič i Rovanijska špilja, izuzetno su lijepo i bogato ukrašeni istaloženim kalcitnim formama: sigama, stupovima, zavjesama saljevima i sl. Ovi ukrasi, razvijeni u nekoliko generacija rasta, te u velikom rasponu boja i oblika, daju izuzetnu estetsku vrijednost podzemnom ambijentu. S obzirom na to da je najvećim dijelom riječ o prostranim i horizontalnim kanalima, odnosno lako prolaznim objektima, razumljiv je njihov izrazito velik turistički potencijal. U tom smislu je važan i globalni geografski položaj uz samu obalu i izuzetno frekventnu prometnicu, te u blizini turističkih destinacija i Nacionalnog parka Paklenica. Svakako je važna i činjenica da Modrič-špilja, s ukupnom dužinom istraženih kanala od 829 m, predstavlja najveći poznati speleološki objekt uz morsku obalu na području Hrvatske.

Rezultati preliminarnih istraživanja, provedenih samo u dijelu Modrič-špilje, upućuju da se radi o novom kvartarnogeološkom, paleontološkom i arheološkom lokalitetu na području Dinarskog krša (Malez, 1987). Nadalje, istraživanja vrulja pokazala su da njihova unutrašnjost, pored zanimljive morfologije, krije niz drugih nalaza, pa su tako sige u Vrulji Zečici dosad najdublji nalaz špiljskog nakita ispod površine Jadranskog mora, a svojevrsan raritet su i

staništa dagnji čak do dubine od 46 m (Bakran-Petricioli & Petricioli 1999).

Geokemijska istraživanja tla, podzemnih i procjednih voda, pokazala su vrlo dobru očuvanost prirodnog sustava, koju svakako treba zadržati na postojećoj razini, kako na površini tako i u podzemlju. Visok sadržaj bakra i cinka u špiljskom sedimentu u usporedbi s onima izmjerenim u drugim špiljskim sedimentima s područja Hrvatske, može se smatrati prirodnim "onečišćenjem", a posljedica je akumulacije šišmišjeg guana. Povišen sadržaj olova u tlu iznad špilje, koji je posljedica prometa na Jadranskoj magistrali, nije se odrazio na sastav recentnih sedimenata i taloga u podzemlju.

U najkraćim crtama, opisane značajke razmatranog područja nedvojbeno pokazuju da je riječ o lokalitetu izuzetnih prirodnih vrijednosti i turističkog potencijala, koji je potrebno adekvatno zaštititi od daljnjeg pustošenja, a njegovu budućnost vezati uz osnivanje svojevrsnog "Parka krških podzemnih fenomena".

Ovdje je važno posebno istaknuti da je osnovni preduvjet za planiranje i izvođenje bilo kakvih zahvata na razmatranom području osigurati da ne ugrožavaju bitna obilježja i vrijednost prirodnih fenomena. U tu je svrhu potrebno najprije odrediti kriptoklimatske karakteristike objekata i izmjeriti elemente zatečenog stanja, te izračunati ekološko-zaštitne tolerancije, odnosno kapacitet i podnošljivost objekta. Iz tih podataka će se vidjeti što pojedini objekti dozvoljavaju, a prvenstveno koliko ih posjetitelja i pod kojim uvjetima može obilaziti. Nadalje, temeljem tih podataka i ostalih zaštitnih mjera, moći će se odlučiti o načinu njihovog korištenja, te projektirati dozvoljene zahvate i izgradnju nužne turističke infrastrukture, u skladu s postavkama ekološkog inženjerstva (Posarić, 1995).

Pored toga, na razmatranom području potrebno je nastaviti sa speleoroničkim istraživanjima vrulja, te biospeleološkom, arheološkom i paleontološkom obradom lokaliteta. Bez obzira na krajnju namjenu objekata, ova će istraživanja pridonijeti boljem poznavanju, a samim tim i zaštiti ovoga vrijednog prostora.

Djelotvorna zaštita podzemnih krških fenomena zahtijeva zaštitu šireg područja, odnosno poželjno je njome obuhvatiti prostor cijelog ekosustava osnovnog fenomena. Provedena geološka, hidrogeološka i geokemijska istraživanja pokazuju da se špiljski objekti prihranjuju iz lokalnog područja, te su u tom smislu predložene i granice zaštitnog područja. Prema našoj ocjeni, područja postojećeg geomorfološkog spomenika prirode, odnosno Modrič-špilje, i uvjete koje donosi ova kategorija zaštite, potrebno je proširiti na cijeli prostor Rovanske punte iznad Jadranske magistrale, u pojasu širokom najmanje 100 m oko konture tlocrta najvažnijih speleoloških objekata: Rovanske špilje, Malog Modriča i Modrič-špilje.

## LITERATURA

- BAKRAN-PETRICIOLI, T. & PETRICIOLI, D. (1999): Život u moru - Podvelebitske vrulje. Ekološki glasnik, 4/99, 17-23, Zagreb.
- HERAK, M., (1986): A new concept of geotectonics of the Dinarides. Acta Geol. JAZU, 16/1, 1-42, Zagreb.
- HERAK, M. (1991): Dinaridi i mobilistički osvrt na genezu i strukturu. Acta geologica, 21/2, 35-117, Zagreb.
- IVANOVIĆ, A. i dr.(1973): Osnovna geološka karta SFRJ, M 1: 100 000, list Obrovac. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- JURIĆ, R. (1988): Prapovijesni nalazi u Modrič pećini kod Rovanske. Bilten Speleološkog društva Proteus, br. 6. Poreč.
- KUHTA, M., BOŽIČEVIĆ, S., KAPELJ, S. & MIKO, S. (1999): Studija zaštite i korištenja vrijednih prirodnih cjelina Modrič špilje i njene okoline. Speleološka, geološka i hidrogeološka istraživanja. Fond str. dok. Instituta za geološka istraživanja, br. 128/99. Zagreb.
- LEGOVIĆ, S. (1988): Modrič pećina. 10. Kongres speleologa Jugoslavije, tiskano u Speleobih, br. 1, 79-85, Sarajevo.
- MALEZ, M. (1987): Kvarturna fauna vertebrata iz Modriča pećine kod Rovanske. Rad Jug. akad. znan. umjet., 431, 141-154, Zagreb
- MALEZ, M. (1988): Špiljski medvjed (*Ursus spelaeus*) iz Modrič pećine kod Rovanske. Bilten Speleološkog društva Proteus, br. 6. Poreč.
- MIKO, S., KUHTA, M. & KAPELJ, S. (2001): Bat Guano Influence on the Geochemistry of Cave Sediments from Modrič Cave; Croatia. Proceedings - CD-ROM, 13. svjetski speleološki kongres, Brazilija
- PETRICIOLI, D. i dr. (1995): Osnovne biološke karakteristike vrulja u uvalama Modrič i Zečica. Paklenički zbornik, 1, 195-198, Starigrad-Paklenica.
- POSARIĆ, J. (1995): Turistička budućnost Modrič špilje kod Rovanske. Paklenički zbornik, 1, 321-323, Starigrad Paklenica.
- ŠEGOTA, T. (1963): Geografske osnove glacijacije. Radovi Geografskog instituta, 4, 1-119, Zagreb.
- ŠEGOTA, T. (1982): Razina mora i vertikalnog gibanja dna Jadranskog mora od ris-virmskog interglacijala do danas. Geološki vjesnik, 35, 93-109, Zagreb.

## ABSTRACT

### Speleological features in region of the Rovanska bay

The investigated area is located between the settlements Rovanska and Modrič, beneath the Velebit massive and represents a typical coastal karst region. Due to favourable geological and hydrogeological conditions within the rather limited area, several very

attractive and esthetically valuable sub terrain karst phenomena formed. Since the area has been extensively explored before the intention of this work is to give a review of these findings and activities. The basis of this review are the results of more recent detailed speleological,

geological, hydrogeological and geochemical investigations, which were performed by the Institute of Geology, from Zagreb (Kuhta et al., 1999), and in which members of the SO HPD Željezničar dr. Srećko Božičević, Branko Jalžić, Anđelko Novosel and Mladen Kuhta took active part.

With the aid of geological and hydrogeological mapping the surrounding terrain was investigated in great detail, and during the speleological investigations geodetic and/or topographic maps of seven caves were made. Also sampling was performed in the intermittent submarine springs Modrič and Zečica. The geochemical studies were performed to determine the baseline geochemical conditions of cave sediments as well as groundwater and percolating waters.

The terrain within which the caves have formed consists of Upper Cretaceous well bedded to platy limestones (Cenomanian-Turonian). The northern part of the Modrič bay is built of limestone breccias, also termed the Jelar deposits. Within these deposits the submarine springs Modrič and Zečica formed. Tectonically the region is situated in the zone of contact between the complex of the Adriatic carbonate platform and the Dinaric carbonate platform. The surface manifestation of the contact of these two platforms is a 2.5 km wide zone termed the Velebit Fault. Although the investigated caves are above the groundwater table, their genesis should be viewed in the context of the regional drainage system of the mountain regions of Velebit and parts of Lika. The submarine springs Modrič and Zečica and the coastal spring Velebit are active parts of this system. Paleoclimatic conditions played a very important role in the formation of these caves, especially the rise of the sea levels and the changes of the erosion base caused by these events. The radiocarbon dating of a

speleotheme from the submarine spring Zečica revealed an age of 11,100 +/- 165 years indicating that the sea level at that time was at least 41 m lower than today.

The principal cave investigated in the region is the Modrič cave, with a total length of 829 m of galleries. It was found that the less acknowledged cave Mali Modrič is quite unique and has a total length of 332 m. In view of the fact that the link with the Rovanjaska cave (60m long) has been proven the whole length of this system is 392 m. The interior of these caves is very rich in all types of cave ornaments and due to the favourable morphology of horizontal spacious galleries and channels the possibilities for their exploitation as tourist features is high. The other caves investigated were; Mala špilja (6m) located along the road bend, Vela špilja (37m) located also along a road bend, the cave Špilja na brdu (11 m) and the cave Vatraša (10 m).

Geochemical investigations of cave soil, groundwater and percolating water indicates to an environmental preservation of the studied area, and the only observed anthropogenic influence from the nearby regional road was the occurrence of elevated lead concentrations in topsoil above the cave. The cave soils were found not to contain any observable increases of Pb concentrations. Elevated concentrations of Cu, Zn, Cd, U and Hg in cave soil were found to be a consequence of "natural pollution" by bat guano deposited in the cave. The analysis of percolating waters indicates a low saturation in the respect to calcite which is an indication of slow but persistent speleotheme formation in the cave. A similar conclusion is true for the other caves in the area. The stable isotope ratios for oxygen and hydrogen show the characteristics of infiltrated precipitation of local origin.