

Speleološka istraživanja na području Nacionalnog parka "Krka"

OZREN LUKIĆ

Uvod

Angažiranjem Nacionalnog parka »Krka«, a u sklopu Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, 1989. godine članovi SO PD "Željezničar" speleološki su istraživali na području NP »Krka«.

Provodeći na terenu 41 dan, sakupljajući geološke podatke u speleološkim objektima i u njihovoj neposrednoj blizini i topografski snimajući u samim objektima, uspjeli smo prikupiti velik broj podataka vezanih uz ovo područje, koje je speleološki dosad bilo gotovo potpuno nepoznato.

Prilikom boravka na terenu (B. Jalžić, O. Lukić, povremeno i V. Jalžić iz SO PD "Željezničar", M. Stanošević iz SO PD "Kamenjar"-Šibenik, E. Štrkljević iz SO PD "Mosor"-Split te D. Kovačić s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu) istraženo je i obrađeno ukupno 85 speleoloških objekata, uglavnom manjih dimenzija i jednostavnije morfologije. Njihova dubina ne prelazi 100 m (uglavnom 10-40 m), a dužina im se kreće također do 100 m (samo su tri objekta duža od 100 m).

Objekti su uglavnom suhi, s mjestimičnim prokaplivanjem vode cijednice, a vodu tekućicu nalazimo samo u pet objekata.

Većina ih je po prvi put istraživana.

Rezultati istraživanja prezentirani su u izvještaju Hrvatskog prirodoslovnog muzeja (Lukić, O. i Jalžić, B., 1990) te u Diplomskom radu O. Lukića (Lukić, O. 1990).

Karakteristike terena

Područje Nacionalnog parka »Krka«, odnosno područje obuhvaćeno radom, nalazi se na Sjevernodalmatinskoj zaravni, blago nagnutoj od sjevera k jugu. Stječe se dojam »nepregledne« krške ravnice, čiju morfološku monotoniju razbijaju kanjoni rijeke Krke, Čikole i Guduče te, u središnjem dijelu flišolike sinklinalne forme podložnije eroziji i sklonije formiranju manjih ili većih depresija.

Gotovo svi izvori nalaze se u ova tri kanjona, uzevši u obzir da je rijeka Guduča postojana samo u završnom dijelu, dok je rijeka Krka pod utjecajem mora sve do Skradinskog buka.

Površinsko otjecanje s naslaga flišolikog sastava događa se u kišnom razdoblju, dok je otjecanje s karbonatnih stijena samo mjestimično, ovis-

no o povećanju laporovite komponente unutar vapnovitih stijena.

Granice Parka do danas nisu točno određene, pa su istraživanja izvedena unutar granica ucrtanih na turističkom prospektu NP »Krka«, što znači da je obrađivano područje otprilike 2-3 km od rijeke Krke i Čikole, odnosno do izvorišta Miljacke na Krki i malo uzvodnije od turske kule Ključice na Čikoli. Krajnja južna granica bio je Šibenski most na rijeci Krki.

Prema hidrogeološkoj rajonizaciji Dinarskog krša (Herak, M., Bahun, S. i Magdalenić, A. 1966), ovo područje nalazi se u jadranskom krškom pojasu.

Prema geografskoj terminologiji, istraživano bi područje zahvaćalo dio Ravnih Kotara (desna obala Krke nizvodno od Skradina), Bukovicu (desna obala Krke uzvodno od Skradina) te dio Šibenske zagore (lijeva obala Krke i Čikola).

Morfološki kao i geostrukturni oblici na terenu imaju dinarski pravac pružanja, odnosno SZ-JI, a odlikuju se uglavnom krškom morfologijom.

Klima je mediteranska, a prosječne godišnje oborine iznose između 730 i 1200 mm, s tim da količina oborina raste od juga prema sjeveru. Najviše oborina padne u listopadu, studenom i ožujku (Fritz, F. 1976).

Pregled dosadašnjih speleoloških istraživanja

Ovdje navedeni podaci zasnovani su na informacijama iz literature i razgovorima sa speleolozima čiji radovi nisu publicirani. Nisu navedeni podaci koji se odnose na istraživanja za potrebe arheologa, biologa itd.

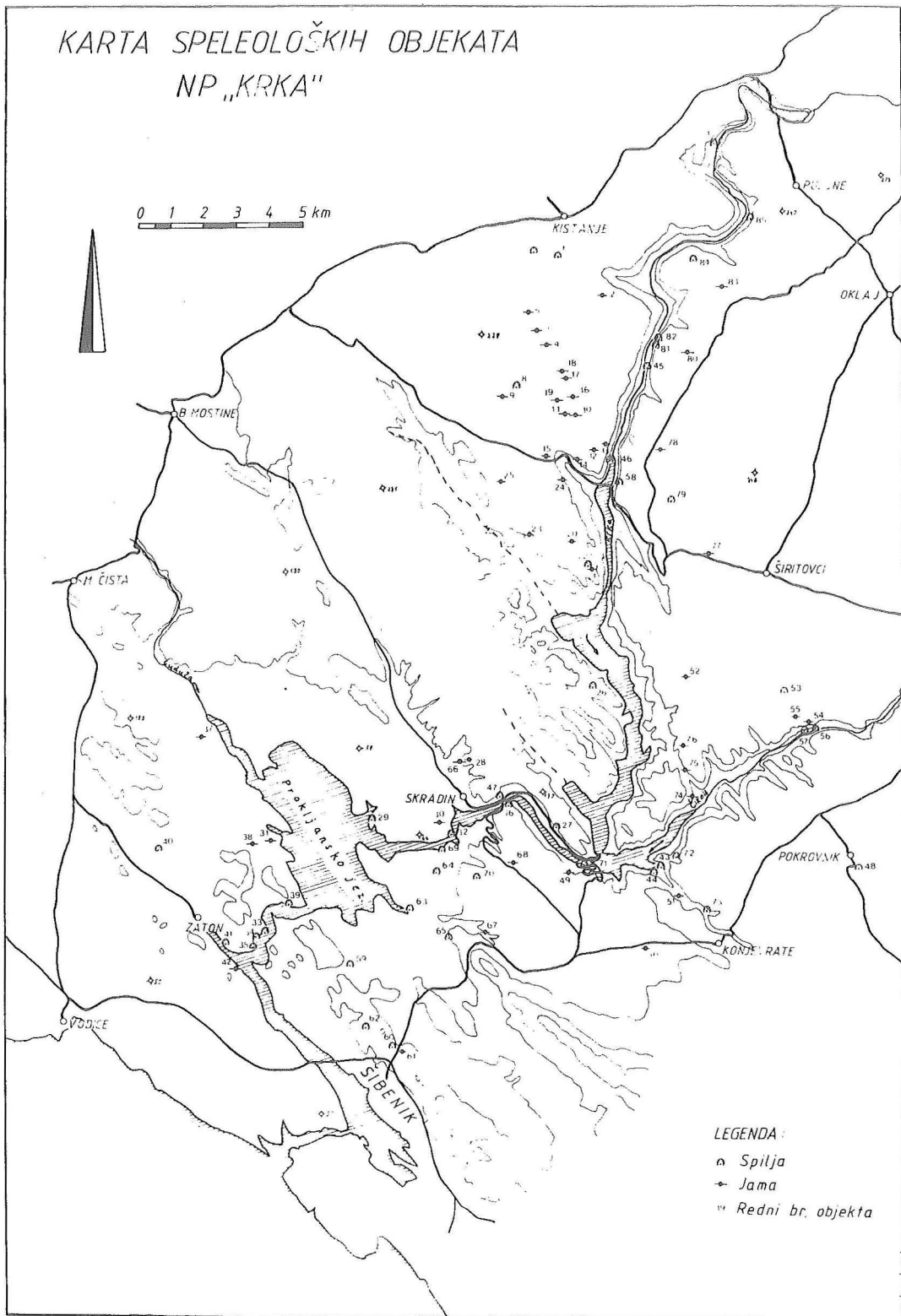
Početak speleoloških istraživanja na području NP »Krka« možemo smatrati radove akademika M. Maleza iz 1956. godine. Tom prilikom obrađivano je područje donjeg dijela rijeke Krke, i to uglavnom njena lijeva strana. Istraživanja su rezultirala obradom deset speleoloških pojava i rekognosciranjem šest speleoloških objekata.

Naredno istraživanje obavili su članovi SO PDS »Velebit« 1977. godine, kada su istražili spilju Miljacka II.

Godine 1980. područje bliže okoline Skradina istražuju speleolozi SD »Ursus spelaeus« iz Zagreba i tom prilikom obrađuju četiri speleološka objekta.

KARTA SPELEOLOŠKIH OBJEKATA NP „KRKA“

0 1 2 3 4 5 km



LEGENDA:

o Spilja

← Jama

“ Redni br. objekta

POPIS SPELEOLOŠKIH OBJEKATA

Popis običdenih speleoloških objekata je u obliku tabele u kojoj se nalazi redni broj objekta, naziv, dužina i dubina, stratigrafska pripadnost stijena unutar kojih je formiran objekt, litološke karakteristike stijena, pravac pružanja pukotina i rasjeda presudnih za nastanak objekta, njegova hidrogeološka funkcija te položaj slojeva u njima.

Red. br.	Ime objekta	Dužina m	Dubina m	Starost stijena	Litologija	Frakturni smjerovi	HG funkcija	Elementi slojeva
1.	Miljacka II	640	25	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI,SI-JZ	povremeni izvor	45/20°
2.	Golubnjača	31	33	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI		25/20°
3.	Trišića jama	55	65	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI,SI-JZ		315/20°
4.	Mirčetuša	20	70	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SI-JZ		
5.	Drenovača	25	65	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap.vapnenci	SZ-JI		330/20°
6.	Pećina Kava	57	7	E _{2,3} ,Ol ₁	lap. vapnenci	SI-JZ,SZ-JI		30/10°
7.	Tavnica	105	29	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI		20/5°
8.	Hajdučka pećina	54	9	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SI-JZ,SZ-JI		225/15°
9.	Jama uz cestu		10	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	I-Z		
10.	Golubinka	18	85	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI,SI-JZ		300/10°
11.	Jama ispod Samogradića	24	21	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	I-Z		300/10°
12.	Jama u Crnom kršu		12	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	I-Z		285/5°
13.	Jama Spaskraljica	14	18	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	I-Z		225/15°
14.	Jama na Selinama		23	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		10/25°
15.	Pečarova jama	20	16	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SSI-JJZ		310/25°
16.	Jama poviše Lukerića kuća	10	16	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SSZ-JJI		285/25°
17.	Jama ispod Striginih dolina		16	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		205/5°
18.	Jama pod Prčinom ogradom	36	15	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		305/38°
19.	Jama kod Medovače	22	25	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SSZ-JJI		325/5°
20.	Jadriča jama		11	K ₂ ³	vapnenci	SI-JZ		105/45°
21.	Jama na Remetnoj strani		13	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI		
22.	Pećina Dvostruka jamica		20	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI		
23.	Pajića jama		5	E _{2,3}	lap. vapnenci	SI-JZ		
24.	Jama na Bibnovcu	16	17	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI		280/25°

Red. br.	Ime objekta	Dužina m	Dubina m	Starost stijena	Litologija	Frakturni smjerovi	HG funkcija	Elementi slojeva
25.	Vranjkuša	35	48	K ₂ ³	vapnenci	SSZ-JJI, S-J		
26.	Spilja ispod Vukovića poda	15	10	E _{1,2}	vapnenci			55/25°
27.	Pećina navrh Mlinarske drage	22		E _{1,2}	vapnenci	SZ-JI		30/15°
28.	Golubinka	31	71	K ₂ ³	vapnenci	SSI-JJZ		55/25°
29.	Zorkina jama	30	5	K ₂ ³	vapnenci	SI-JZ		35/25°
30.	Martina jama	120	27	K ₂ ³	vapnenci	SSZ-JJI, SI-JZ		
31.	Pećina	11	8	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI	izvor	
32.	Spilja na rtu Križ		8	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI		45/35°
33.	Spilja na rtu Veliki Tradanj	42	10	K ₂ ³	vapnenci	SI-JZ		15/35°
34.	Spilja u uvali Oštarije	10		K ₂ ³	vapnenci			10/25°
35.	Pećina prije uvale Oštarije	8		K ₂ ³	vapnenci	S-J		25/20°
36.	Crljenica	10		K ₂ ³	vapnenci			
37.	Jama Krivoga		10	K ₂ ³	vapnenac	S-J		45/75°
38.	Jama na Čukovači		5	K ₂ ³	vapnenac			
39.	Pećina u uvali Ovča	15		K ₂ ³	vapnenci	I-Z, SSI-JJZ		
40.	Durova jama	47	22	K ₂ ³	vapnenci	SI-JZ		45/25°
41.	Izvor Litno	?	?	E _{1,2}	vapnenci		izvor bočat	
42.	Jama pod Orljakom	90	23	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI, SI-JZ	protočan	
43.	Pećina u uvali Cekinac	15	4	E _{1,2}	vapnenci	SZ-JI		290/40°
44.	Pećina na Brini	5		E _{1,2}	vapnenci	SSI-JJZ		
45.	Orlovača	8		E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci			50/30°
46.	Ponor u boku Krke	?	?	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati		ponor	245/10°
47.	Spilja iznad mosta	38		K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI		125/40°
48.	Pećina u Pokrovniku	5	3	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati	SZ-JI	izvor	90/15°
49.	Jama Mesnica	?	?	K ₂ ³	vapnenac			
50.	Milina spilja		15	K ₂ ³	vapnenci	SSI-JJZ		30/30°
51.	Stara jametina	188	85	E _{2,3}	konglomerati-lap. vapnenci	SSI-JJZ		240/50°
52.	Babića jama		15	K ₂ ³	vapnenci	SI-JZ		28/70°
53.	Marina jama	?	?	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati			
54.	Španjova jama	?	?	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati			350/15°
55.	Živkova jama		20	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati	SI-JZ, SZ-JI		
56.	Topla pećina	206	49	E _{2,3} , Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI, SI-JZ		

Red. br.	Ime objekta	Dužina m	Dubina m	Starost stijena	Litologija	Frakturni smjerovi	HG funkcija	Elementi slojeva
57.	Štrikdnica	85	4	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		15/10°
58.	Ozidana pećina	59		E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SI-JZ, I-Z		
59.	Jama Proslap	10	5	K ₂ ³	vapnenci	S-J		220/55°
60.	Pećina u Gvozdenovu	28	7	K ₂ ³	vapnenci	I-Z		200/25°
61.	Jama na tvrđavi	21	12	K ₂ ³	vapnenci	S-J		220/10°
62.	Pećina na Vuletincu	44	4	K ₂ ³	vapnenci	I-Z		80/15°
63.	Pećina Vrulja	14	4	E _{1,2}	vapnenci	SZ-JI	izvor	30/15°
64.	Jamina	36	18	K ₂ ³	vapnenci	SSZ-JJI, I-Z		
65.	Polića jama	10	5	K ₂ ³	vapnenci			35/25°
66.	Jama kraj puta	45	22	K ₂ ³	vapnenci			
67.	Skočina jama		10	K ₂ ³	vapnenci	I-Z,SSI-JJZ		
68.	Troganina	?	?	E _{1,2}	vapnenci	SZ-JI		
69.	Pećina u Crljenici	5		K ₂ ³	vapnenci	SSZ-JJI		45/25°
70.	Jametina Kovića	5	3	K ₂ ³	vapnenci	SZ-JI		0/20°
71.	Spilja u Skradinskom buku	24	10	Q2	sedra			
72.	Pećina Ive Marina	15	8	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	S-J		260/35°
73.	Spilja kod G. Krnića	22	8	E _{1,2}	vapnenci	SI-JZ		45/60°
74.	Spilja nasuprot Torka	10	20	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI	protočan, slatka	
75.	Jama na Nošiću	8	15	E _{1,2}	vapnenci	SZ-JI		45/25°
76.	Jama sa smećem	?	?	E _{1,2}	vapnenci			
77.	Lozovača	?	?	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati			
78.	Čelinjak		28	K ₂ ³	vapnenci	S-J		235/30°
79.	Mastirina	33	18	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SI-JZ		210/40°
80.	Jametina u Kalunu	10	15	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SI-JZ		40/30°
81.	Pećina pod Brinom I	17		E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		30/30°
82.	Pećina pod Brinom II	10		E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SZ-JI		30/30°
83.	Bezdana u Starim ogradama	60	40	E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati	SI-JZ		315/10°
84.	Prosik	?	?	E _{2,3} ,Ol ₁	lap. vapnenci			310/15°
85.	Spilja ispod Nečven-grad	10		E _{2,3} ,Ol ₁	konglomerati-lap. vapnenci	SZ-JI		50/20°

Slovenski speleolozi, članovi DZRJ Kranj, tokom 1983. godine proveli su istraživanja jama u okolici Kistanja (četiri objekta).

U novije vrijeme, nakon osnivanjem speleološkog odsjeka u PD »Kamenjar« Šibenik, započeta su istraživanja u okolici Kistanja, Skradina i Konjevrata.

Rezultati istraživanja

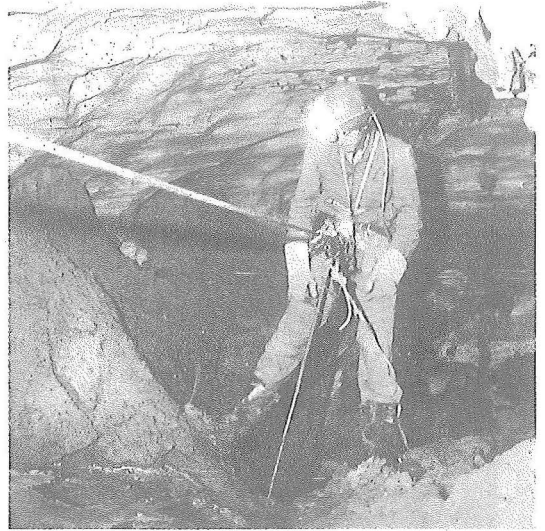
Prilikom obrade geoloških podataka s istraživanog terena korištene su Osnovne geološke karte M 1:100000 list "Šibenik" (Mamužić, P. 1971), list "Drniš" (Ivanović, A. i dr., 1977), list "Obrovac" (Ivanović, A. i dr., 1973), list "Knin" (Grimani, I. i dr., 1972) te Fotogeološka karta krškog područja Drniša (Sakač, K. 1969). Za litostratigrafski opis naslaga korišteni su Tumači listova "Šibenik" (Mamužić, P., 1975) i "Drniš" (Ivanović, A. i dr., 1978), objavljeni rezultati novijih istraživanja te terenska zapažanja autora.

Na području NP »Krka« i njegovoj neposrednoj blizini posjećeno je 85 speleoloških objekata. Od toga su po prvi put istražena 63 objekta, za 11 objekata znalo se otprije pa su samo posjećeni, dok u 11 nije bilo moguće ući niti ih istražiti, uglavnom zbog velikih količina smeća na ulaznom dijelu.

Najviše speleoloških objekata ustanovljeno je u E_{2,3}, O₁ promina naslagama (40 objekata), i to unutar konglomeratičnog člana 23 objekta, a 15 na kontaktu konglomerata i laporovitih vapnenaca. Samo su dva razvijena isključivo unutar laporovito-vapnenačkog člana promina naslaga.

U tektonskom pogledu unutar ovih naslaga dominantne su frakture pravca pružanja SZ-JI (42% objekata) odnosno SI-JZ (30%). Tektonski elementi pravca pružanja I-Z mnogo su manje zastupljeni (10% objekata), kao i elementi pravca pružanja S-J (3%). Za preostalih 15% objekata nije bilo moguće ustanoviti dominantne frakturne elemente.

Unutar »prijelaznih naslaga« (E_{2,3}) konglomeratično-laporovito-lapnovitog litološkog sastava formirana su dva objekta. Ove naslage svrstane su, promatrano s hidrogeološkog gledišta, u skupinu djelomično propusnih stijena, tako da je pojava speleoloških objekata u njima tim zanimljivija. Uvjet za njihovo formiranje bila je naglašena tektonika pravca pružanja SI-JZ, te lokalno povećana količina karbonatne komponente u sastavu stijenske mase unutar koje su oba objekta formirana.



Topla pećina Ključ, kanjon Čikole

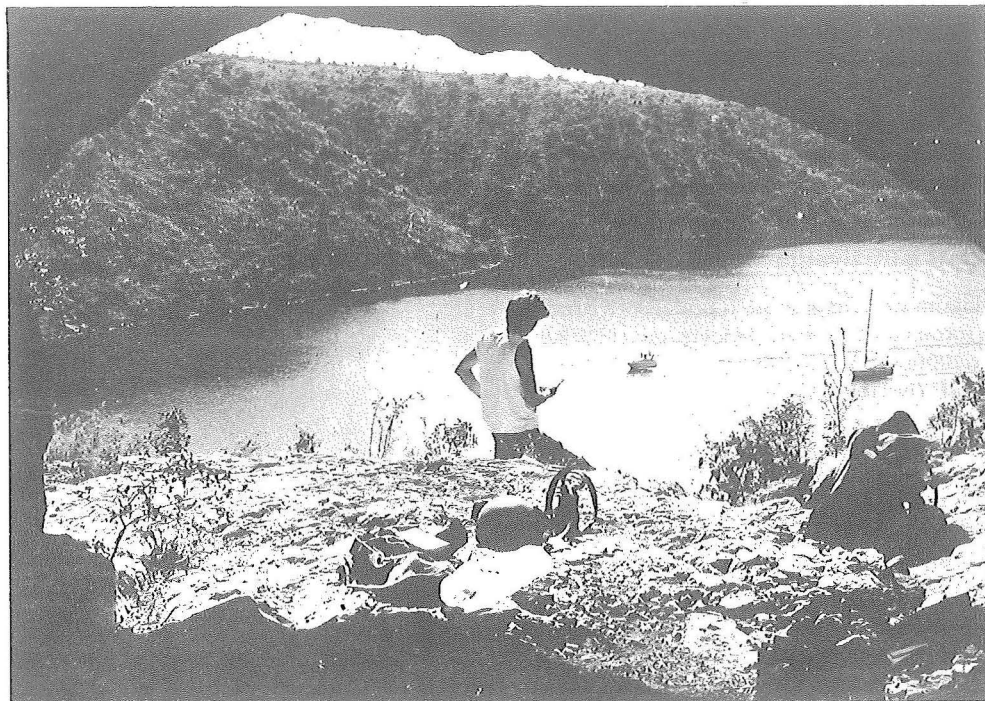
Foto: B. Jalžić

U eocenskim foraminiferskim vapnencima razvijeno je 9 objekata. Unutar njih dominiraju frakture pružanja SZ-JI (56%). Frakture pravca SI-JZ zastupljene su u 22% objekata, također u 22% nije bilo moguće ustanoviti dominantne tektonke smjerove.

Kredni rudistni vapnenci također su bogati speleološkim objektima. Ustanovljena su 33 objekta kojih je geneza uglavnom vezana uz frakture pravca SZ-JI (34%) i SI-JZ (21%). Osim navedenih frakturnih pravaca ustanovljeni su i frakturni pravci S-J (15% objekata) i I-Z (12%), dok u 18% ova mjerenja nije bilo moguće provesti.

Unutar dolomitičnih naslaga gornje krede i eocenskih flišolikih naslaga nisu pronađeni speleološki objekti, iako njihovo postojanje nije potpuno isključeno.

Promina naslage (E_{2,3}, O₁) prekrivaju najveći dio terena, pa je stoga logično da je u njima pronađen i najveći broj speleoloških objekata. Može se reći da su oni unutar promina naslaga i gornjokrednih rudistnih vapnenaca u jednakoj mjeri razvijeni, iako bi bilo za očekivati da je taj omjer na strani rudistnih vapnenaca. Naime, promina naslage se u hidrogeološkom pogledu, a na temelju litoloških značajki, tretiraju kao propusne do djelomično propusne stijene, za razliku od rudistnih vapnenaca koji su na ovom području svrstani u izrazito propusne stijene. Valja uzeti u obzir da su rudistni vapnenci »preživjeli« već jednu raniju fazu okršavanja. Iz navedenog proiz-



Spilja na rtu Križu u kanjonu Krke

Foto: B. Jalžić

lazi da bi se u rudistnim vapnencima trebao nalaziti mnogo veći broj speleoloških objekata nego unutar promina naslaga. Ova anomalija čade se objasniti činjenicom da su promina naslage mjestimično jače tektonizirane te da su zbog litoškog sastava slabije propusne za oborinsku vodu nego rudistni vapnenci. To svojstvo slabije propusnosti uvjetuje naglašenije površinsko otjecanje po promina naslagama i periodički izraženije poniranje na tektonski jače oštećenim mjestima. Drugim riječima, nastali su privilegirani vertikalni putevi otjecanja unutar promina naslaga, što nije u tolikoj mjeri izraženo kod rudistnih vapnenaca.

U kvartarnim tvorevinama speleološki objekti razvijeni su isključivo u sedrenim barijerama. Uglavnom su malih dimenzija; ovdje je opisan samo jedan malo većih dimenzija.

Od ukupno 85 objekata samo je u osam ustanovljeno postojanje slatke ili bočate vode. Ovdje nisu uzeti u razmatranje objekti unutar kojih su formirane manje ili veće nakapnice. Osam objekata ima određenu hidrogeološku funkciju (pet izvora i jedan ponor), a dva su sa stalnim nivoom podzemne vode, odnosno jedan doseže do razine mora, a drugi je pod utjecajem razine rijeke Čikole, tj. izvora Torak.

Opis značajnijih objekata

Miljacka II

Predstavlja najveći speleološki objekt otkriven na istraživanom području, te izrazito jak periodički izvor. Po morfološkim karakteristikama bitno se razlikuje od svih ostalih.

Nalazi se na desnoj obali Krke, 200 m nizvodno od izlaza tunela HE »Manojlovac«. Dužina mu je 640 m, a dubina 25 m.

Formiran je uzduž rasjedne zone pravca pružanja SZ-JI. Već od samog ulaza jasno se opaža ta rasjedna zona, koja je bila od presudne važnosti za formiranje objekta. Osim spomenute rasjedne zone u objektu su izražene i poprečne pukotine ($30-210^{\circ}$) koje su utjecale na formiranje širih dijelova u glavnom kanalu.

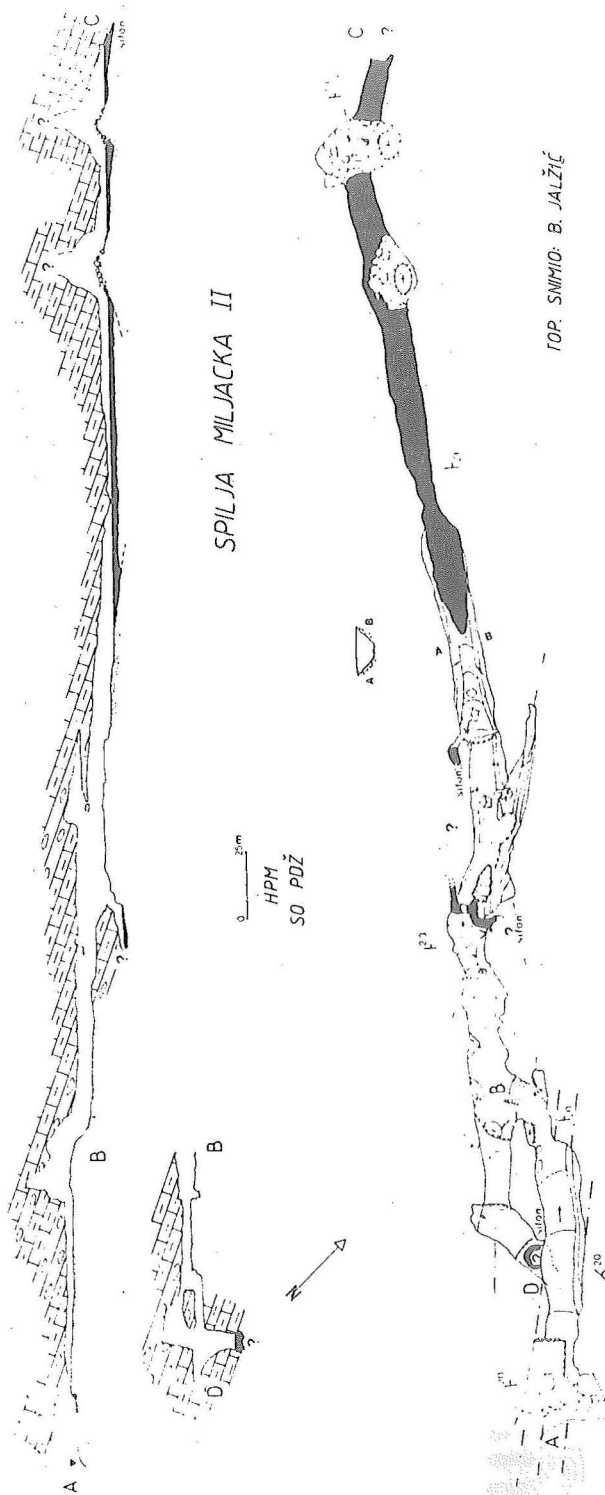
Miljacka II formirana je unutar prominskih naslaga (E_{2,3},O₁). U ulaznom dijelu opažaju se česte izmjene konglomerata i laporovitih vapnenaca, dok je završni dio u potpunosti formiran unutar laporovitih vapnenaca. Slojevitost varira od $310/25^{\circ}$ do $45/20^{\circ}$ zbog blizine utjecaja opisane rasjedne zone. Debljina konglomeratičnih slojeva kreće se do 40 cm, a laporovitih vapnenaca rijetko preko 10 cm. Izuzetak je završni dio objekta.

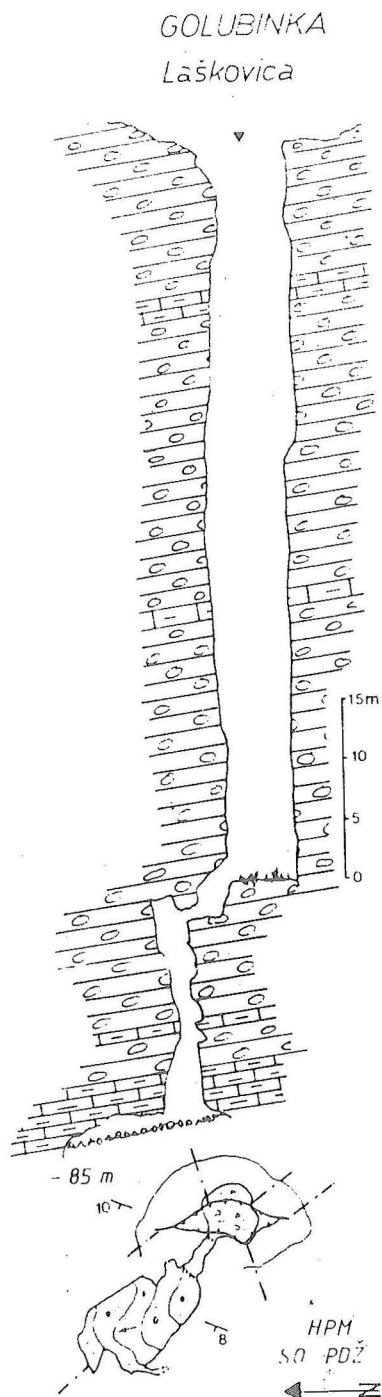
U hidrogeološkom pogledu ova spilja ima funkciju povremenog izvora. U svojem maksimumu, prema pričanju lokalnog stanovništva, voda iz spilje »presijeca« Krku, dakle, ima veću izdašnost nego što je protoka Krke. To bi moglo iznositi oko 50 m³/s. Uz samu obalu Krke oko 350 m uzvodno, odnosno oko 200 m nizvodno od ulaza u spilju, formirana je izvorišna zona na kontaktu konglomerata i laporovitih vapnenaca. Izvor najveće izdašnosti, izvor Miljacka, kaptiran je za potrebe vodovoda Kistanje-Đevrska, a mjerenjima izvedenim za hidrološku godinu 1973/74. (Fritz,F. 1976) ustanovljena je minimalna protoka od 1940 l/s.

Sliv krškog izvora Miljacke obradili su Fritz,F. i Pavičić,A. (1987) i ustanovili da voda u izvorište Miljacke dolazi iz dva smjera. Sa sjevera iz korita rijeke Zrmanje, koja uzvodno od Mokrog polja potpuno ponire za vrijeme malih voda. Za vrijeme srednjih i velikih voda samo dio Zrmanje, na ovom dijelu »viseće«, ponire ka izvorištu Miljacke, a veći dio otječe dolinom Zrmanje. S istoka također dolazi dio vode na izvorište Miljacke, i to iz same rijeke Krke koja djelomično ponire uzvodno od Bilušića buka. Na tom je mjestu rijeka Krka također »viseća«, odnosno nalazi se 100 m iznad razine podzemne vode. Ovo izvorište obrađivano je kao primjer složenosti hidrogeoloških odnosa u kršu.

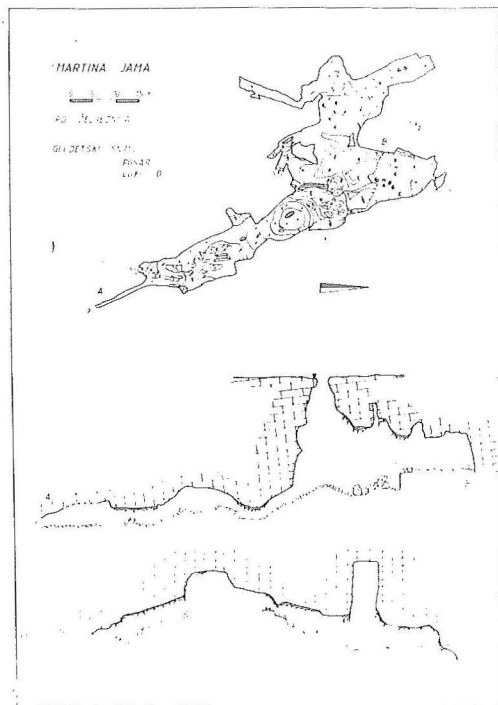
U objektu Miljacka II za vrijeme malih voda nalazi se jezero dužine 200 m, nepoznate dubine, koje završava sifonom. Planirana su dodatna speleo-ronilačka istraživanja radi sagledavanja cjelovitije slike objekta. U vodi jezera pronađena je čovječja ribica (*Proteus anguinus*), koja ukazuje na izrazito visoku kvalitetu podzemne vode.

U bokovima kanala te na stropu uzduž objekta javljaju se dobro razvijeni erozijski oblici (vrtložni lonci, strujnice), koji dokazuju silinu vode što tu povremeno protječe.





TOP. SNIMIO: B. JARŽIĆ



Nedostatak kalcitnih tvorevina (siga, saljeva i sl.) potvrđuje navedeno, odnosno karakterizira nemirnu hidrogeološku sredinu u kojoj su česte i naglašene oscilacije u pogledu razine i protoke vode kroz objekt.

Ukratko rečeno, objekt je rezultat erozijskog rada vode uzduž rasjedne zone smjera pružanja SZ-JI. Korozija je samo mjestimično uočljiva.

Golubinka

Jama Golubinka predstavlja najdublji istraženi objekt na desnoj obali područja NP »Krka«. Dubina joj iznosi 85 m.

Nalazi se sjeverno od zaseoka Laškovića, nedaleko od zaseoka Tepići. Gotovo u potpunosti je vertikalna.

Formirana je u dobro uslojenim prominskim naslagama (E_{2,3}, O₁) koje predstavljaju konglomerati i laporoviti vapnenaci. Slojevi su blago položeni prema sjeverozapadu (300/8°). Dno jame razvijeno je unutar laporovitih vapnenaca.

Jama je nastala korozijskim radom vode uzduž pukotine pravca pružanja 150-330° i u manjoj mjeri, uzduž pukotine pravca 75-255°. Na dnu objekta uočavaju se tragovi povremenog vodenog toka, formiranog od vode cijednice koja se slijeva po bokovima jame za vrijeme oborina.

Određeniju hidrogeološku funkciju ovaj objekt nema.

Martina jama

Premda nosi naziv jama, ona je ustvari spilja s vertikalnim ulazom. Nalazi se južno od Skradina, nedaleko od zascoka Bičine. Dužina joj je 120 m, a dubina 27 m. Izrazito je bogata spiljskim ukrasima i pogodna za turističko uređenje, te je zbog toga naknadno izvršeno snimanje zatečenog stanja (SO PD "Željezničar", 1990).

Formirana je u bankovitim slojevima rudičnih vapnenaca (K_2^3). Pravac pružanja slojeva je SZ-JI, dok im nagib iznosi 35° .

Za formiranje jame presudna je bila međuslojna pukotina koja predstavlja dio stropa u najnižem SZ dijelu. U jugoistočnom dijelu spomenuta pukotina postaje gotovo okomita i čini uzak završni kanal. Sam je ulaz malih dimenzija, a nastao je na sjecištu spomenute međuslojne pukotine i sustava pukotina pravca pružanja $45-225^\circ$, koji se primjećuje na površini u neposrednoj okolini ulaza.

Sam objekt izrazito je bogat kalcitnim ukrasima. Oni prekrivaju bokove jame i tako onemogućavaju uvid u eventualno postojeće erozijske oblike. Zbog toga možemo na temelju cjelokupne morfologije objekta pretpostaviti da je on rezultat erozijskog i korozijskog rada vode koja je nekada protjecala kroz podzemlje. Ulazni (jamski) dio po svom je postanku vjerojatno mlađeg datuma; on genetski nije vezan za formiranje horizontalnog kanala.

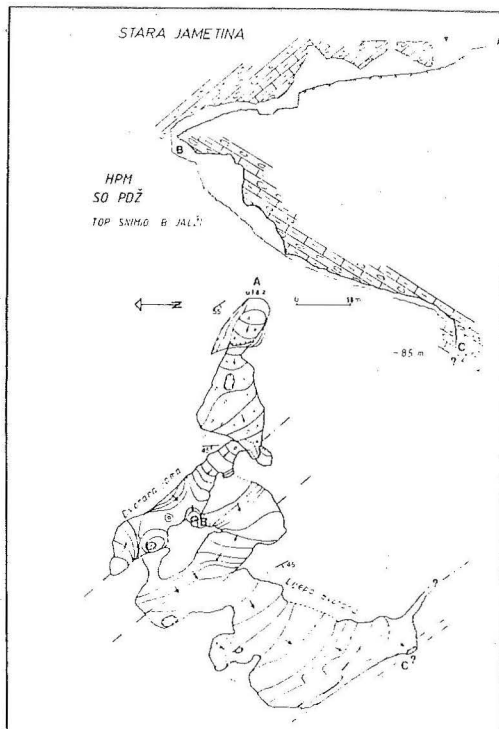
Iako u objektu ima mjestimično manjih napkavnica, ona danas nema hidrogeološku funkciju. Uz to treba naglasiti da je debljina nadsloja relativno mala i da su sige većim dijelom godine suhe, odnosno da je objekt u svojem završnom stadiju formiranja kada je naglašenija denudacija kalcitnog ukrasa negoli sedimentacija novih slojeva kalcita.

Stara jametina

Ova jama predstavlja najdublju istraženu jamu na lijevoj obali Krke. Dubina joj je 85 m, a dužina 188 m.

Nalazi se istočno od zascoka Koštani, nedaleko od Konjevrata, sela na cesti Šibenik-Drniš.

Formirana je unutar »prijelaznih naslaga« ($E_2,3$), koje se u litološkom pogledu sastoje od konglomerata, laporovitih vapnenaca i lapora. Primjećena je kombinacija laporovitih vapnenaca s konglomeratima koji se javljaju kao utrusci unutar laporovitih vapnenaca u većoj ili manjoj mjeri. Na dubini od 40 m vidljiv je poveći džep lapora koji je vjerojatno većim dijelom erodiran te je omogućio formiranje dvorane u ovom dijelu

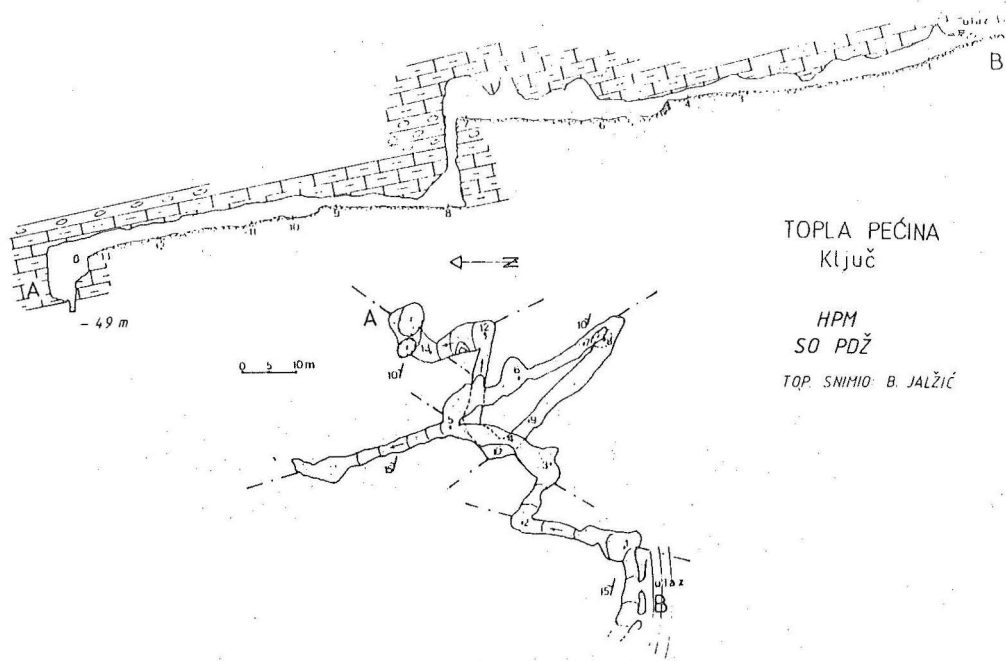


objekta. U »Dvorani jama« odlično se zapaža razlika između stijene unutar koje je nastao objekt (laporoviti vapnenci s utruscima sitnih konglomerata) i spiljskog sedimenta sličnog litološkog sastava, ali na ovom mjestu znatno glinovitijeg i mekšeg. Ovu razliku je teško uočiti u završnom dijelu objekta (»Lijepa dvorana«) jer je spiljski sediment čvrsto vezan na stropu objekta, pa se stječe dojam da je jama formirana unutar njega, što nije logično. Tek odbijanjem opisanog sedimenta sa stropa vidi se pravi litološki sastav stijenske mase, a to su laporoviti vapnenci s utruscima konglomerata.

Postoji još jedan način za vizuelno razlikovanje opisanih naslaga. Spiljski sediment (klastična ispuna) je žute boje, dok je stijenska masa (laporoviti vapnenci s utruscima konglomerata) sive boje.

Slojevitost se opaža mjestimično, a elementi slojeva, mjereni na više mjesta unutar objekta, iznose: $240/55^\circ$, $240/45^\circ$, $260/45^\circ$

U tektonskom pogledu, dominantan element za genezu objekta bila je međuslojna pukotina koja u donjem dijelu objekta postaje gotovo okomita (presjeca slojeve) i čini završni, vrlo uski dio jame. Djelomično gornji, a u cijelosti donji dio jame



prostorno je vezan za ovu pukotinu, odnosno prostire se uzduž pravca 155-335°.

Hidrogeološku funkciju objekt nema, iako postoji mjestimično naglašenija vertikalna cirkulacija vode cijednice koja je očito znatno pojačana u kišno doba godine. Mjestimično postoje manje nakapnice vode.

Topla pećina

Nalazi se u boku kanjona rijeke Čikole, jugoistočno od sela Ključ, a uzvodno od turske kule Ključica.

Dužina pećine iznosi 206 m, a dubina 49 m.

Formirana je u promina naslagama (E_{2,3}, O₁) unutar dobro uslojenih laporovitih vapnenaca s mjestimičnim proslojcima konglomerata. Slojevi su blago položeni prema SSI (15/20°, 15/10°), a debljina im je 10-15 cm.

Kosi kanali u objektu genetski su vezani uz međuslojnu pukotinu koja je radom vode proširena, dok su vertikalni dijelovi objekta vezani uz sistem pukotina pravca pružanja SZ-JI i SI-JZ.

Objekt je u geološkoj prošlosti vjerojatno imao hidrogeološku funkciju ponora, kao što je danas ima Ponor u boku Krke, a formiran je u razdoblju u kojem je rijeka Čikola bila u visini ulaza objekta. Danas je objekt izvan hidrogeološke funkcije, osim što služi za dreniranje vode cijednice.

ZAKLJUČAK

Na području Nacionalnog parka »Krka« speleološki objekti razvijeni su u gotovo svim naslagama, bez obzira na njihov litološki sastav, stratigrafsku pripadnost i hidrogeološka svojstva u širem aspektu razmatranja. Izuzetak su flišolike i dolomitične naslage. Također je ustanovljeno da je najveći broj objekata razvijen u prominskim naslagama (E_{2,3}, O₁) konglomeratično-laporovito-vapnenačkog sastava te u rudistnim vapnencima (K₂³). U hidrogeološkom pogledu, ove naslage spadaju u propusne do djelomično nepropusne pa čak i djelomično propusne stijene.

Dosad je na ovom području obrađeno 85 speleoloških objekata, od kojih je većina po prvi put istraživana. Svi su svojom morfologijom, hidrogeološkom karakteristikom i funkcijom u uskoj vezi s geološkim, hidrogeološkim i morfološkim karakteristikama okolnog terena. Drugim riječima, ne postoji izrazitija morfološka razlika između objekata formiranih u različitim litološkim sredinama i pod različitim hidrogeološkim uvjetima, već se njihov oblik, dužina i dubina vežu isključivo za lokalne prilike. Za sve objekte presudnu ulogu prilikom njihovog formiranja imali su mjestimično jače naglašeni tektonski elementi.

Dimenzije objekata su uglavnom male, izuzev Miljacke II, najvećega istraženog objekta na ovom području.

Špilja Miljacka II predisponirana je sistemom rasjeda i pukotina pravca SI-JZ, uzduž kojih do-tječe voda iz ponora formiranih uz korito rijeke Zrmanje uzvodno od Mokrog polja i ponora u koritu rijeke Krke uzvodno od Bilušića buka. Izvorišna zona formirana je u dužini od oko 600 m podno ulaza u Miljacku II (Fritz, F. i Pavičić, A. 1987).

Osim Miljacke II, ustanovljeno je postojanje vode u još sedam objekata, od kojih je jedan

ponor, četiri imaju funkciju izvora, jedan dosiže do razine mora, a jedan je pod utjecajem rijeke Čikole.

Ovisno o litološkom sastavu stijenske mase na određenim lokalitetima, razvijeni su vertikalni (homogen vertikalni sastav naslaga) ili horizontalni (nehomogen) objekti.

Praktično značenje ovoga rada može se shvatiti kao doprinos proučavanju geološke građe i geomorfoloških karakteristika istraživanog terena sa stanovišta speleologije.

CAVE EXPLORING IN THE KRKA NATIONAL PARK AREA

Summary

Members of the Caving section of the Mountaineering club "Željezničar" - Zagreb in concatenation with Croatian Natural History Museum took out explorations in 1989, in the Krka National Park area near Šibenik, Croatia. The stay in the field required 41 days and has resulted in registering 85 caves and potholes whereof 63 have been explored for the first time. Most of them are small-scale forms, of length or depth up to 100 m (only three of them are longer).

Cave forms of the area are developed in almost all sediments regardless of their litology, stratigraphic age and hydrogeological properties; the only exceptions being "flysch" sediments and dolomites. It has been proved that the majority of forms developed in Promina-deposits (E_{2,3}, O₁), what comprises conglomerates, marls, and limestones; and in rudest limestones (K₂³), as well. Hydrogeologically, these sediments are the permeable-to-particularly-non-permeable and even the particularly permeable rocks.

The presence of either potable or brackish waters has been found in eight cave forms, those with pools of dropping or percolated waters not included. To the matter of hydrogeology, five of them are springs (Miljacka II, Pećina, Izvor Litno, Pećina u Pokrovniku and Pećina Vrulja); one is ponor (Ponor u boku Krke), while two of them show permanent water level. The first one (Jama

pod Orljakom) gets water at sea-level, the other one is under the influence of the Čikola river level (Špilja nasuprot Torka). The article reports five of the most important explorations, where Miljacka II is being pointed out. This cave is 640 m long and functions as a periodic spring. There is a 200 m long lake of unknown depth in the cave, which ends in a syphon (with a diving-through possibility). A few exemplars of the *Proteus anguinus* have been found in the lake. The cave is predisposed by a system of faults and fissures keeping NE-SW direction within the Promina-sediments (E_{2,3}, O₁); some of them receive water coming down from sink-holes formed in the Zrmanja riverbed upstream of Mokro polje, also from sink-holes in the Krka riverbed upstream of Bilušić buk. The spring-zone is formed at a 600 m length down the entrance of Miljacka II (Fritz, F. and Pavičić, A. (1987)). By morphology, hydrogeological appearances and functions, all caves prove to be closely related with their environment. In other words, there are as much morphological similarity among cave forms of the same litological environment as the local present hydrogeological and tectonic conditions permit. Depending on the litological structure of the rocks, in the determined sites are formed objects either vertical (homogenous) or horizontal (non-homogenous) cave structures have been formed in the determined sites.

Literatura

- Fritz, F. (1976): Ravni Kotari - Bukovica, Hidrogeološka studija, Fond stručne dokumentacije IGI, br.112/76, Zagreb
- Fritz, F. (1978): Hidrogeologija Ravnih Kotara i Bukovice, Krš Jugoslavije 10/1, Zagreb
- Fritz, F. i Pavičić, A. (1982): Hidrogeološki viseći dijelovi rijeke Krke i Zrmanje, Zbornik VII Jugoslavenskog simpozija hidrogeologije i inženjerske hidrogeologije, Knjiga 1, str.115-121, Novi Sad
- Fritz, F., Pavičić, A. i Renić, A. (1984): Hidrogeološka studija područja Trogir-Šibenik-Drniš-Knin, Fond stručne dokumentacije IGI, br.248/84, Zagreb
- Fritz, F. i Pavičić, A. (1987): Sliv krškog izvora Miljacke u dolini Krke (Dalmacija), Zbornik referata IX Jugoslavenskog simpozija o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Knjiga 1, str.97-101, Priština
- Grimani, I., Šikić, K., Šimunović, A. (1972): Osnovna geološka karta SFRJ list Knin, 1:100000, Beograd
- Herak, M., Bahun, S. i Magdalenić, A. (1966): Pozitivni i negativni utjecaji na razvoj krša u Hrvatskoj, Krš Jugoslavije 6, str.45, Zagreb
- Ivanović, A., Sakač, K., Marković, S., Sokač, B., Šušnjar, M., Nikler, L. i Šušnjara, M. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ list Obrovac, 1:100000, Beograd
- Ivanović, A., Sikirica, V., Marković, S. i Sakač, K. (1972): Osnovna geološka karta SFRJ list Drniš, 1:100000, Beograd
- Ivanović, A., Sikirica, V., Marković, S. i Sakač, K. (1978): Tumač osnovne geološke karte list Drniš, Beograd
- Lukić, O. (1990): Geologija i geneza speleoloških objekata područja Nacionalnog parka "Krka", Diplomski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Lukić, O. i Jalžić, B. (1990): Speleološke pojave NP "Krka", Fond stručne dokumentacije HPM, Zagreb
- Mamužić, P. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ, list Šibenik, 1:100000, Beograd
- Mamužić, P. (1975): Tumač osnovne geološke karte SFRJ, list Šibenik, Beograd
- Polšak, A., Korolija, B., Fritz, F. i Božičević, S. (u tisku): Geološka i hidrogeološka obilježja Nacionalnog parka »Krka«, Zbornik radova simpozija NP »Krka« 1989, Šibenik
- Sakač, K. (1969): Fotogeološka studija krškog područja Drniša, Acta geologica IV, str.235-250, JAZU, Zagreb
- SK "Željezničar" (1990): Izvještaj o izvršenom snimanju zatečenog stanja Martine jame kod Bičina (Skradin), Zagreb