

# Speleomorfološke i hidrološke značajke Đurovića špilje (Čilipi, južna Dalmacija)

**Nenad Buzjak**

Đurovića špilja nalazi se u Zračnoj luci "Dubrovnik" u Čilipima. Zbog interesa uprave zračne luke za njenim turističkim uređenjem bila je objektom specijalističkih istraživanja s ciljem utvrđivanja njenih značajki, pogodnosti za turističko uređenje i izrade plana upravljanja. Geomofološkim istraživanjima utvrđene su njene speleomorfološke značajke kao jedne od komponenti turističkog korištenja. Osim speleomorfoloških, predstavljene su i osnovne geomorfološke značajke površine okolne zaravni bitno izmijenjene antropogenim utjecajima koji su utjecali i na značajke špilje. Tijekom istraživanja određene su i hidrološke značajke.

**Ključne riječi:** Đurovića špilja, speleomorfologija, geomorfologija krša, Čilipi

## **Speleomorphological and Hydrological Characteristics of Đurovića Cave (Čilipi, Southern Dalmatia)**

Đurovića cave is located at the Airport Dubrovnik in Čilipi. Due to the interest of the Airport management for its touristic use, the cave was the object of various researches with purpose of determining its characteristics, suitability for a show cave and making of management plan. During geomorphological research their speleomorphological characteristics were determined. Besides that, the paper deals with the basic geomorphological characteristic of the surrounding karst plateau surface intensively changed by human activities which also have influence on the cave. Hydrological characteristics are also presented.

**Key words:** Đurovića cave, speleomorphology, karst geomorphology, Čilipi

## **UVOD**

Đurovića špilja nalazi se na prostoru Zračne luke "Dubrovnik" u Čilipima, na južnom rubu stajne platforme kraj samog kontrolnog tornja (sl. 1). S obzirom na smještaj u zračnoj luci s velikim protokom turista tijekom turističke sezone i blizinu turističkih središta poput Dubrovnika i Cavtata koji u svojoj okolini trenutno nemaju sličan turistički sadržaj, uprava Zračne luke zainteresirana je za njeno turističko uređenje. S tim je ciljem, prema ugovoru s upravom Zračne luke, Dinaridi - Društvo za istraživanje i snimanje krških fenomena

(DDISKF) iz Zagreba tijekom 2005. i početkom 2006. godine organiziralo projekt opsežnih speleoloških, geomorfoloških, meteoroloških, paleontoloških, arheoloških i biospeleoloških istraživanja. Pored toga, obavljeno je geodetsko, fotografsko i video snimanje. Cilj istraživanja bio je prikupiti podatke o temeljnim značajkama špilje, analizirati ih i koristiti radi zaštite, pravilnog upravljanja i ispunjavanja odgojno-edukativnih ciljeva tijekom turističkog korištenja.



Sl. 1. Položaj Đurovića špilje  
 Fig. 1 Position map of Đurovića cave

### Prethodna istraživanja

Prema dosad poznatim podacima prva dokumentirana istraživanja u Đurovića špilji tijekom prve polovice 20. stoljeća obavljali su biospeleolozi (Kovačević i dr. 2006.). Dubrovački speleolog M. Kusijanović u njoj objavljuje samo kratke zapise (Kusijanović 1938 a, Kusijanović 1938 b), u kojima navodi da je špilju “pretražio i opisao” filolog i historičar Don Vice Medini. Gdje je njegov opis objavljen zasada nije poznato. 50-ih godina prošlog stoljeća špilju je istraživao M. Malez (1961). Prirodnog ulaza špilje, koji su dotadašnji istraživači i lokalno stanovništvo koristili, danas nema jer je zatvoren tijekom gradnje zračne luke (1960. - 1963. godine). To je bio jamski ulazni kanal, dimenzija otvora oko 1,5 x 1,5 m<sup>1</sup>. Strmo se spuštao u dubinu 4 - 5 m do sipara (Kovačević i dr. 2006). Budući da se nalazio na mjestu gdje je trebala biti stajna platforma pokriven je betonom i asfaltom. Od ruba stajne platforme do špiljskog kanala izgrađen je betonski pristupni tunel dug 37 m. Na taj je način omogućen pristup špilji. Na ulaz tunela postavljena su željezna vrata. Tijekom Domovinskog rata tunel je bio korišten kao sklonište.

Godine 2001. špilju, prema dogovoru s upravom Zračne luke, istražuju speleolozi SO HPD-a “Mosor” iz Splita. Osim speleoloških istraživanja i izrade nacrt s morfometrijskim i osnovnim speleomorfološkim podacima, obavili su meteorološka mjerenja (trenutna temperatura i relativna vlaga zraka) i prikupili biološki materijal (Gabrić 2001). Od 2003. do 2005. godine špilju su više puta istraživali članovi Hrvatskog biospeleološkog društva (HBSD) radi biospeleoloških i ekoloških istraživanja.

Od srpnja 2005. do siječnja 2006. godine DDISKF organizira istraživanja špilje s ciljem prikupljanja podataka potrebnih za pripremu i realizaciju turističkog uređenja (Kovačević i dr. 2006). Tijekom istraživanja u prosincu 2005, u kojem su sudjelovali speleolozi DDISKF-a i SD-a “Ursus spelaeus” iz Karlovca, prokopavanjem suženja istražen je novi kanal duljine 17 m i visine do 2,5 m, te je izrađen novi speleološki nacrt (sl. 2). Špilja je tada geodetski snimljena. U siječnju 2006. godine obavljeno je speleomorfološko i meteorološko istraživanje te višednevna arheološka iskapanja koja su, na temelju bogatih nalaza, dala nove podatke o pradavnom korištenju špilje.

### **Metode istraživanja**

Podaci o speleomorfološkim i hidrološkim značajkama, hidrogeološkoj ulozi i sedimentima prikupljeni su terenskim radom. Prilikom istraživanja napravljena je opsežna fotografska dokumentacija. U terenskom radu korišten je speleološki nacrt koji su izradili članovi DDISKF-a i geodetski snimak geodeta Ž. Fekonje iz 2005. godine. Osim standardnih podataka o konturama kanala, u nacrt su unošeni speleomorfološki i geološki podaci.

Temperatura i pH uzoraka vode mjereni su kombiniranim pH metrom/termometrom, model pHep (Hanna Instruments). Raspon mjerenja instrumenta je 0,00 - 14,00 pH, rezolucije 0,01 pH, točnosti +/- 0,01 pH, a temperature 0,0 - 60,0°C, rezolucije 0,1°C i točnosti +/- 0,5°C. Prije korištenja pH metar je kalibriran.

## **GEOLOŠKE I GEOMORFOLOŠKE ZNAČAJKE**

Područje u kojem se nalazi Đurovića špilja složenog je geološkog sastava i građe. Građeno je od karbonatnih naslaga (vapnenci, dolomiti i breče) starosti na prijelazu iz gornje krede u paleogen (Marković 1966, Marković 1971). Ulaz špilje je u području kontakta tih naslaga. Pojas jugozapadno od zračne luke, koji se proteže od Cavtata prema jugoistoku, građen je od naslaga pločastih vapnenaca u izmjeni s dolomitima koji po starosti pripadaju mastrihtu ( ${}^4K_2^3$ ), a čija debljina iznosi oko 100 m. Sjeveroistočno od navedenog pojasa prijelaz prema paleogenu čini najmlađi član gornje krede, danski kat (K, Pc?). Čine ga glinoviti vapnenci koji izgledom podsjećaju na dolomite i lapore. U donjim dijelovima zastupljeni su svijetli glinoviti vapnenci i lapori. Oni prelaze u masivne vapnence koji su dijelom brečasti i ugljeviti. Pri vrhu stupa su tamni haracejski vapnenci. Debljina naslaga je oko 100 m.

Smjer pada slojeva prema geološkoj karti (Marković 1971) i opažanjima u špilji je prema SSI i SI, a nagib je 25 - 30°.

Neotektonska aktivnost u ovom prostoru jasno je izražena kroz intenzivnu seizmičnost. Novija istraživanja neotektonskih pokreta šireg istraživanog područja (Kuk i dr. 2000) pokazuju da je to izrazito kompresijski prostor. Karakteristično je pojavljivanje reversnih rasjeda, posebno južno od Dubrovnika gdje se javljaju reversno-navlačne antiklinalne strukture. Izrazita kompresija posljedica je potisaka Jadranske mikroploče uglavnom prema S-SI.

Vapnenačke naslage gornjokredne starosti dobro su okršene. Ispresijecane su pukotinama kojima se površinske vode procjeđuju u podzemlje pa nema površinskih tokova. Okršavanjem je dio pukotina preoblikovan u podzemne kanale većeg kapaciteta duž kojih su oblikovane speleološke pojave, među njima i Đurovića špilja. Budući da se voda koja se i danas s površine u nju procjeđuje ne zadržava na dnu njenog kanala (-25 m ispod razine ulaza) okršavanje dopire u veću dubinu stijenske mase. Pod utjecajem deformacija u široj zoni Zubačkog rasjeda generalni smjer otjecanja podzemnih voda je SI-JZ pa se na sjevernom i sjeveroistočnom rubu Konavoskog polja javlja niz izvora čija se voda procjeđuje i podzemno teče u smjeru JZ i J. Izvori se javljaju na kontaktu okršanih karbonatnih naslaga i konavoskog pojasa nepropusnih naslaga eocenskog fliša koji predstavlja hidrogeološku barijeru. Površinska krška morfologija i kaverne otkrivene prilikom kopanja odvodnog tunela iz Konavoskog polja prema moru (Roglić i Baučić 1958) ukazuju da su dolomiti ovog područja snažno okršeni što je posljedica velike gustoće pukotina, tj. neotektonske aktivnosti.

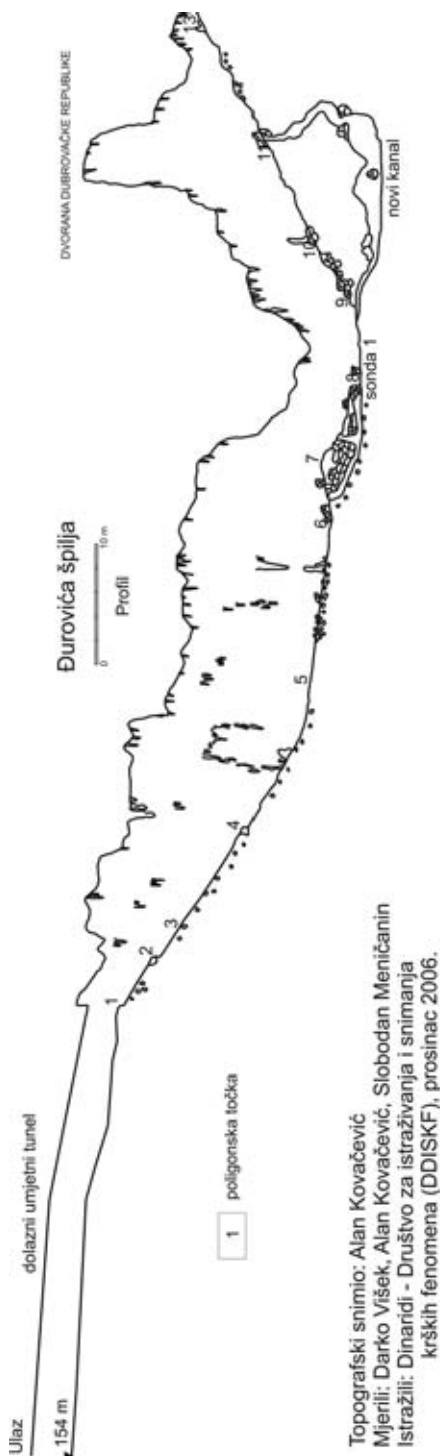
Promatrano područje dio je subgeomorfološke regije *Gorski hrbat Sniježnice i udolina Konavala s primorskim hrptom* unutar subgeomorfološke regije *Dubrovačkog primorja s poluotokom Pelješcom* (Bognar 2001). S obzirom na prevlast gornjokrednih karbonatnih naslaga prevladavaju krški proces i krški reljefni oblici. Izmjenjuju se područja stjenovitog i pokrivenog krša. Zračna luka je na okršenoj, blago valovitog zaravni unutar izohipse 150 m, duljine oko 4 km i širine do 2 km. Dio je vapnenačko-dolomitnog grebena koji se u dinarskom smjeru pruža od Cavtata do rta Oštra i zavalu Konavoskog polja odvaja od priobalnog pojasa. Najviše kote primorskog hrpta u bližoj okolici su Pipličina (167 m) i Sv. Đurđe (166 m).

Dominatni površinski krški reljefni oblici su ponikve. Prevladavaju tanjuraste ponikve dubine do 15 m i promjera do 120 m. Dna su im često antropogeno zaravnjena i uglavnom u prošlosti agrarno iskorištavana. Manja dubina ponikava može biti znak pojave dolomita u sastavu naslaga. Zbog manje topljivosti i veće podložnosti mehaničkom trošenju pukotine u dolomitnim naslagama zapunjavaju se dolomitnim pijeskom koji utječe na smanjenje dubine okršavanja. Ponikve su bile brojne i na području gdje je danas zračna luka, a zatrpane su tijekom ravnanja terena.

Na rubu zaravni, gdje su okršene karbonatne naslage u kontaktu s vodonepropusnim flišnim naslagama, oblikovane su jaruge. One su tragovi erozijskog djelovanja bujičnih tokova usmjerenih prema zavalu Konavoskog polja. Najveće zabilježene su na području Vučjeg ždrijela.

## SPELEOMORFOLOGIJA ĐUROVIĆA ŠPILJE

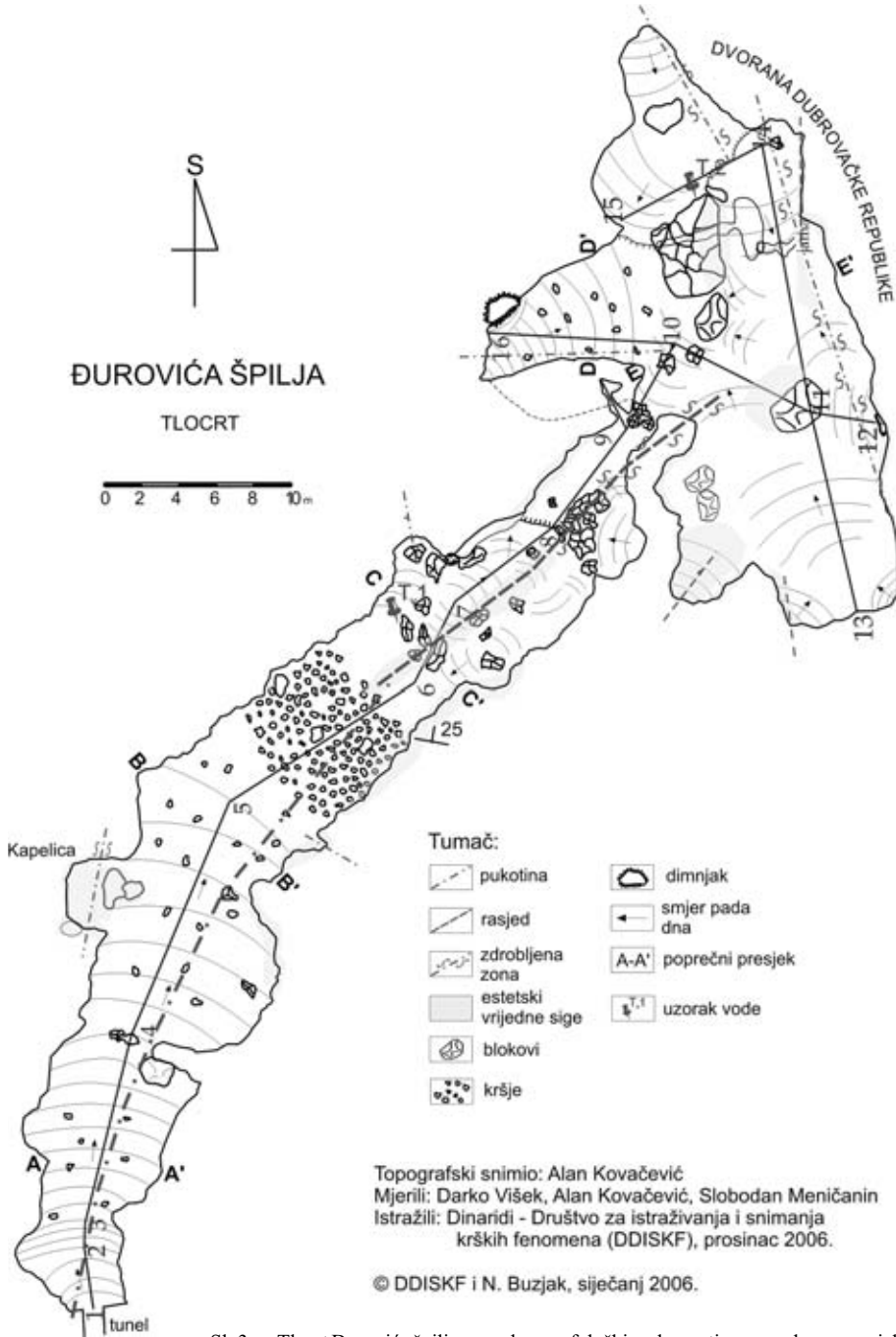
S obzirom na morfološku klasifikaciju speleoloških pojava, Đurovića špilja je jednostavna špilja s jednim dominantnim špiljskim kanalom bez većih bočnih odvojaka (sl. 2 i 3). Duljinom od 156 m spada u kategoriju srednje dugačkih špilja. Najniža točka dna je na dubini od 25 m ispod razine ulaza. To je 129 m iznad razine mora i 49 m iznad razine Konavoskog polja uz korito Kopačice SI od ulaza špilje. Volumen špiljskog prostora je oko 9000 m<sup>3</sup>. Do prirodnog špiljskog kanala vodi umjetni betonirani pristupni tunel duljine 37 m. Kota ulaza u tunel je 154 m. Iza tunela nastavlja se špiljski kanal uglavnom silaznoga tipa i promjenljivog nagiba. U zadnjem dijelu (dvorana Dubrovačke Republike) preoblikovan je intenzivnim urušavanjem što je utjecalo na orijentaciju nagiba dna prema sredini kanala tako da se, gledajući od ulaza, ovaj dio dna uspinje (sl. 2). Nagib i pružanje kanala predisponirani su nagibom i smjerom pada slojeva te pružanjem pukotina i pukotinskih sustava čija je pojava uvjetovana tektonskim i neotektonskim pokretima u široj zoni Zubačkog rasjeda. Svojim dimenzijama se kao odvojci ističu samo dimnjaci koji se iz stropa prema površini uzdižu više metara. Oni dostupni neposrednom istraživanju su preuski za prolaz i promjenljivog smjera pa im je nemoguće bilo izmjeriti točnu visinu.



Topografski snimio: Alan Kovačević  
Mjerili: Darko Višek, Alan Kovačević, Slobodan Meničanin  
Istražili: Dinaridi - Društvo za istraživanja i snimanja  
krških fenomena (DDISKF), prosinac 2006.

© DDISKF

Sl. 2. Profil Đurovića špilje (DDISKF, 2005.)  
Fig. 2 The profile of Đurovića cave (by DDISKF, 2005.)



Sl. 3. Tlocrt Đurovića špilje sa speleomorfološkim elementima, oznakama presjeka i mjernim točkama uzorkovanja vode

Fig. 3 The plan of Đurovića cave with speleomorphological elements, positions of cross-sections and positions of water measurements

Špilja je oblikovana u naslagama gornjokrednog vapnenca i djelomično breče. U desnom boku kanala, između poligonskih točaka 6 i 7 na speleološkom nacrtu, izmjereni su elementi slojeva 10/25 i debljina slojeva 130 - 140 cm. Slojevitost je u većem dijelu glavnog kanala dobro uočljiva iako su stijene pokrivene sigama koje su istaložene iz prokapnice i cijednice. U suprotnom boku dobro su uočljive naslage breče. Zrna su veličine 5 - 100 cm, uglata ili blago zaobljena. Izrazito su tektonizirane i ispresijecane brojnim pukotinama. Pukotine su prazne ili s ispunom (uglavnom kruto mineralno vezivo, najčešće kalcit). Debljina nadsloja stijena iznad kanala je 7 - 24 m. Najmanja je na početku špiljskog kanala i u dvorani Dubrovačke Republike, a najveća između točaka 8 i 9 (56 m od ulaza u prirodni špiljski kanal ili 93 m od ulaza u tunel).

Pružanje i morfološke značajke kanala, osim litologijom, određene su i pukotinama duž kojih su oblikovani. Prvi dio glavnog kanala od točke 1 do 5 oblikovan je duž u stropu kanala dobro uočljive pukotine pravca pružanja  $20^\circ$  (sl. 3). Silazni nagib uvjetovan je i slojevitošću budući da su i strop i dno kanala generalno nagnuti u smjeru pada slojeva. Iza točke 5 oblikovan je duž rasjedne pukotine pravca pružanja  $40^\circ$ , dijelom na kontaktu između naslaga breče i debelo uslojenog vapnenca. Sve do dvorane Dubrovačke Republike kanal slijedi taj smjer. Nagibi dna su manji, a strop je preoblikovan inverznom korozijom, urušavanjem i taloženjem sige. Kraj točke 6 izmjerena je visina kanala od 10,7 m, ali je zbog neravnog stropa (mjesto urušavanja, pukotine i dimnjaci) jako varijabilna. Iznad točke 8 uklješten je veliki blok breče koji je vjerojatno odlomljen uslijed neotektonskih pokreta. Iza bloka u dvorani Dubrovačke Republike naslage su zdrobljene, a duž pukotina je intenzivno procjeđivanje prokapnice i taloženje sige.

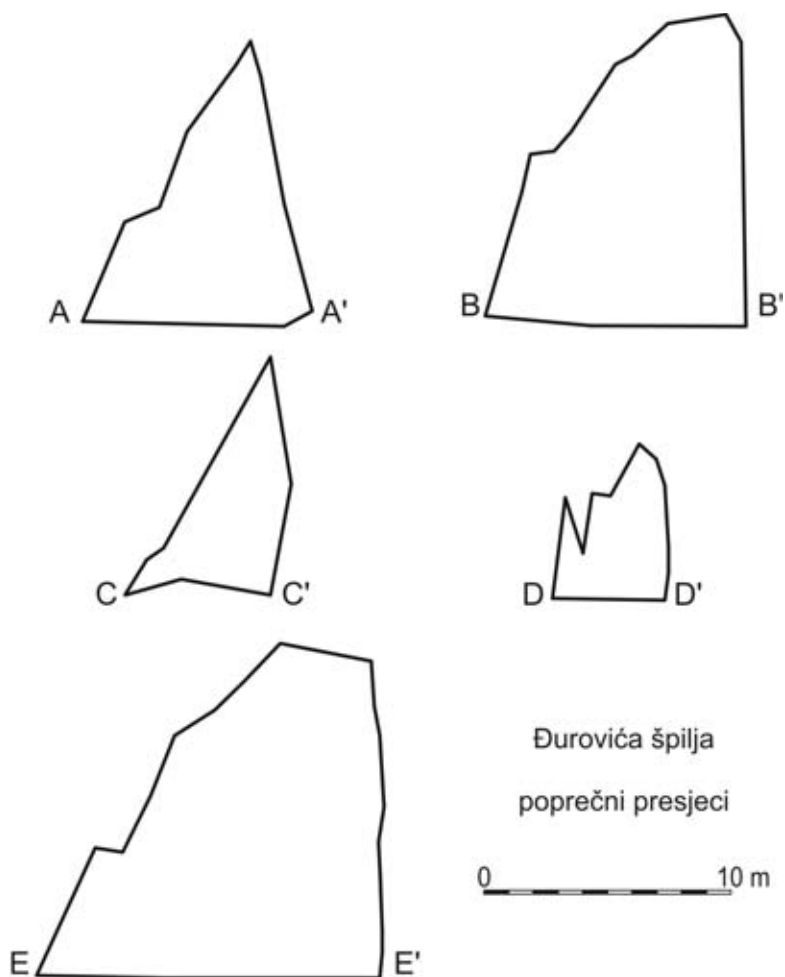
Dvorana Dubrovačke Republike je proširenje kanala oblikovano na sjecištu ove glavne pukotine s vjerojatno mlađim, neotektonski uvjetovanim pukotinskim sustavom generalnog pravca pružanja  $320^\circ$  -  $345^\circ$ . Neotektonskim pokretima vapnenačke naslage u krovini su zdrobljene rezultat čega je dobro razvijena sekundarna poroznost. Ti su pokreti i drobljenje stijena uzrokom intenzivnog urušavanja stropa pa je akumuliranjem velikih odlomljenih blokova, kršja i sitnozrnatog materijala na dnu dvorane izmijenjen prvobitni izgled špiljskog prostora. Ovi su procesi možda i antropogeno uvjetovani vibracijama tijekom gradnje zračne luke. Urušavanjima i inverznom korozijom duž pukotina smanjena je debljina nadsloja. Gusta mreža pukotina važna je i radi obilnog procjeđivanja prokapnice i taloženja sige

### **Presjeci kanala**

U špilji prevladavaju kanali trokutastog poprečnog presjeka predisponirani, na duž stopa, dobro uočljivim pukotinama (sl. 4). Karakteristični su za glavni kanal od točke 1 do 9 koji je oblikovan duž pukotina pravca pružanja  $20^\circ$  (do točke 5) i  $40^\circ$  (točke 5 - 9). Na izrazitu pukotinsku predisponiranost ukazuju i presjeci u dijelovima dvorane Dubrovačke Republike. Rjeđi su dijelovi kanala i dvorane zaravnjenog stropa oblikovani duž ploha slojevitosti. Nepravilni presjeci B-B', D-D' i E-E' ukazuju na preoblikovanje kanala urušavanjem za što su potvrda nakupine kršja i blokova na dnu kanala gdje su ovi presjeci mjereni.

Presjek dijela kanala uvjetovan je razlikama u litološkom sastavu naslaga. Tako desni bok kanala (gledano od ulaza) mjestimično ima stepeničasti ocrt budući da u njemu izviruju izdanci slojeva gornjokrednog vapnenca u kojem je oblikovan. Suprotni lijevi bok kanala dijelom je oblikovan u naslagama breče (najuočljivije između točaka 7 i 9) pa djelomično, tamo gdje iz zida izviruju fragmenti breče, ima gromadasti ocrt.

S obzirom na navedene značajke presjeka kanala, današnji izgled špilje najvećim je dijelom rezultat oblikovanja u vadoznim uvjetima u kojima su glavni speleomorfološki procesi: okršavanje duž pukotina kojima se procjeđuje voda, urušavanje i taloženje špiljskih sedimenata.



Sl. 4. Presjeci kanala i dvorane Dubrovačke Republike (izvor: geodetski snimak, Ž. Fekonja, geod., 2005.)  
Fig. 4. Passage and Chamber of Dubrovačka Republika cross-sections (surveyed by Ž. Fekonja, geod., 2005)



### **Nagib dna kanala**

Prema nagibu pojedinih dijelova kanala koji je bitan za geomorfološke procese na dnu (a koje treba imati u vidu pri planiranju turističke staze), špiljski je kanal moguće podijeliti na nekoliko dijelova. Kanal se općenito spušta od ulaza prema točki 6 uz promjenu iznosa nagiba u podnožju kosine ispod točke 4. Nakon toga nagib je ovisan o količini akumuliranog kršja, kamenih blokova i akumulacijama sigaa. Slično je stanje i u dvorani Dubrovačke Republike.

Najveći nagibi su zabilježeni među točkama 1 - 4, u prosjeku 30 - 35° što otprilike odgovara nagibu slojeva. Sediment na dnu kanala čine nevezani sitnozrnati sediment (tlo) i kršje koje se pokreće i osipa prilikom hodanja kanalom. U slučaju pojave veće količine vode ovdje se može očekivati intenzivno spiranje. Najmanji nagib uzdužnog profila zabilježen je u najnižem dijelu glavnog kanala između točaka 5 - 9 (do 10°). Kretanje mase ovdje je neprimjetno, iako pod utjecajem većih količina vode prokapsnice dolazi do spiranja. Na intenzitet spiranja, osim količine vode, utječe i velika visina kanala pa kapljice imaju veliku energiju pri udaru u tlo. Nešto veći nagibi između točaka 6 i 8 rezultat su akumulacije kršja i blokova zbog urušavanja s bokova i stropa kanala. U dijelovima kanala od točke 9 do 13 veliki dio odlomljenih blokova i kršja vezan je istaloženom sigovinom. Izraženiji pokreti sedimenta zabilježeni su između točaka 10 i 16 gdje je nagib dna 32°.

### **Erozijski i korozijski mikroreljefni oblici**

U Đurovića špilji oni nisu utvrđeni jer su nejasni ili pokriveni klastičnim sedimentima na dnu ili sigama na zidovima i stropu kanala. To naravno ne znači da tekuća podzemna voda nije imala nikakvu ulogu tijekom speleogeneze budući da se pretpostavlja da je ona oblikovala kanale u inicijalnoj fazi speleogeneze.

Glavni recentni destruktivni oblici u špiljskim kanalima rezultat su djelovanja udarne sile vode prokapsnice na površinu rahlog sitnozrnatog sedimenta na dnu kanala i agresivne prokapsnice na površinu stijena.

Kapi, koje padaju s najviših dijelova stropa, su udarcima oblikovale udubine promjera 2 - 4 cm i dubine do 4 cm. Ako je visina stropa manja, manje su i dimenzije udubina. Jačim prokapavanjem na takvim mjestima i skupljanjem vode iz više točaka nastaju mlazovi vode malog kapaciteta koji na površini sedimenta zbog male erozijske moći oblikuju uske i plitke brazde kao što je uočeno u dijelovima dvorane Dubrovačke Republike, npr. na kosini prema poligonskoj točki 16. Isprani sediment taloži se na ravnijim dijelovima dna. Ako je dno kanala ravno, u nepropusnom sedimentu (glina, sigaa) nastati male lokvice vode.

Izmjenom kemijskog sastava, voda može prestati taložiti sigu i postati agresivna. Takav slučaj korozivnog djelovanja prokapsnice zabilježen je u Dvorani Dubrovačke Republike, u blizini poligonske točke 11. Otapanjem su oblikovana korozivna udubljenja dimenzija od nekoliko mm do nekoliko cm. U korozivnim udubljenjima probijen je sloj sige debljine oko 1 cm pa je korozija doprla do matične stijene na kojoj je sigaa bila taložena. Tragovi korozije na tom su mjestu primjetni na površini od oko 1 m<sup>2</sup>. Radi praćenja intenziteta korozije i mogućeg razarajućeg djelovanja za sigu bilo bi poželjno (u različitim dijelovima

godine i hidrološkim uvjetima) prikupljati uzorke vode za precizne analize njenih fizičko-kemijskih svojstava te mjeriti intenzitet korozije i akumulacije sige. Jednake mjere bile bi poželjne i na mjestima jačeg prokapavanja i zasigavanja u glavnom kanalu kako bi se odredile značajke vode prije uređenja i tijekom turističkih posjeta radi utvrđivanja mjera optimalnog korištenja. Zbog velike sekundarne poroznosti veliku je pažnju potrebno posvetiti i aktivnostima na stajnoj platformi neposredno iznad i u krugu oko špiljskog kanala zbog brzog prenošenja onečišćenja s površine u podzemlje.

## **Akumulacijski oblici**

### **Klastični sedimenti**

U špilji su zabilježeni alohtoni i autohtoni klastični sedimenti.

Alohtoni klastični sedimenti u većim količinama ubacivani su u špilju tijekom zatvaranja prirodnog ulaza i gradnje pristupnog betonskog tunela. To su tlo ubačeno s površine (manje količine na početku kanala) i kršje. Od neprirodnih tvari zabilježene su manje količine kršja građevinskog materijala i sitni otpad.

Autohtoni klastični sedimenti nastali su i taloženi su u špiljskim šupljinama tijekom njihovog oblikovanja. Zabilježeni su sitnozrnati sedimenti (glina), kršje i kameni blokovi.

*Sitnozrnati sedimenti* su s površine uglavnom transportirani prokapnicom/cijednicom. Najveće količine vjerojatno su taložene u vrijeme kada je zbog smanjenja biljnog pokrova i antropogenog iskorištavanja bilo najjače spiranje na površini. Moguće je da je dio sedimentata aluvijalnog porijekla, ali izostanak drugih aluvijalnih nanosa i destruktivskih mikroreljefnih oblika na bokovima i dnu kanala to ne potvrđuje. Veće količine su zabilježene u glavnom kanalu od ulaza do točke 6 i u dvorani Dubrovačke Republike (naročito u dijelu prema točki 16). Najveća debljina naslaga utvrđena kopanjem u arheološkoj sondi 1 je 50-60 cm. U podlozi su kršje, blokovi i odlomljene sige. Površina kršja i blokova vidno je zaobljenih bridova kao posljedica subkutane korozije. Na površini ovih naslaga su zabilježeni erozijski destruktivski oblici koji su danas djelo udara kapi vode prokapnice (kao što je opisano u ranije). Taj je sediment uglavnom nevezan, a u Dvorani postoje površine gdje je pokriven slojem sigovine različite debljine i stabilnosti. Na pojedinim mjestima pomiješan je s kršjem.

*Kršje* je najčešći klastični sediment koji se javlja u svim dijelovima špilje. Rezultat je mehaničkog trošenja i drobljenja stijene duž pukotina zbog neotektonskih pokreta. Na ravnim dijelovima dna najčešće nije transportirano daleko od mjesta pada, dok je na kosinama bilo transporta kotrljanjem. Do točke 6 je izmiješano sa sitnozrnatom sedimentom koji vjerojatno nastaje njegovim trošenjem. U strmim dijelovima kanala postoje sipari koji su dijelom nestabilni. Između točaka 6 i 8 te u Dvorani kršje je dijelom vezano taloženjem sige. Ispod dimnjaka kod točke 16 zabilježena je akumulacija kršja urušenog sa stropa kanala. Budući da je visina dimnjaka možda tolika da ovdje dopire blizu površine, moguće je da povremeno urušavanje manjeg intenziteta izazivaju podrhtavanja izazvana aktivnostima na stajnoj platformi zračne luke iznad špilje.

*Kameni blokovi* su nastali odvajanjem od matične stijene sa bokova i stropa kanala i Dvorane. Pali su pod teretom vlastite težine zbog poremećaja stabilnosti u stijenskoj masi uslijed neotektonskih pokreta. Zbog intenzivnih građevinskih zahvata moguće je da je dio blokova pao uslijed vibracija. To je potencijalna opasnost na koju treba računati i ubuduće. Urušavanjima se mijenjaju značajke kanala jer se dno podiže, a strop se pomiče prema površini te se tako lokalno smanjuje debljina nadsloja, izgled dna i sastav sedimenta koji ga pokriva.

## Sige

Đurovića špilja obiluje sigama različitih tipova što je bitan element korištenja za turističke potrebe. Od estetski vrijednih tipova siga zabilježene su: stalaktiti, stalagmiti, sigaste prevlake, saljevi i zavjese (sl. 5).

Najveće nakupine siga zabilježene su na nekoliko izdvojenih lokacija u kanalu i Dvorani. U šupljini nazvanoj “Kapelica” zidovi i vertikalni kanal (dimnjak) potpuno su prekriveni saljevima sa stalaktitima i sigastom prevlakom. Obilne nakupine nataložene su i na drugoj strani kanala i to od stropa do dna. Stalaktiti su obilno taloženi duž glavnih pukotina u kanalu. Velika nakupina sige istaložena preko urušenog kršja i blokova tvori uzvišenje visine oko 2 m između točaka 6 i 8.

Dvorana Dubrovačke Republike odlikuje se, uz “Kapelicu”, estetski najvrjednijim sigama. To se posebno odnosi na središnji blok, sjeverni, zapadni i južni dio dvorane. Zanimljivo je da je na dijelu zida blizu ulaza u jamu na stijeni zabilježena bijela brašnasta tvar koja podsjeća na špiljsko mlijeko.

Glavna zabilježena oštećenja siga su posljedica lomljenja i onečišćenja katranom. Lomljenje siga je rezultat prirodnih procesa ili je djelo ljudi. Dio siga moguće je danas dostupnim tehnikama popravaka vratiti u prvobitno stanje, dok se dio može iskoristiti u edukativne svrhe - kao primjer destruktivnih prirodnih procesa ili kao primjer negativnog odnosa pojedinaca prema prirodi zbog neznanja ili drugih razloga.

Pretpostavlja se da katran, vidljiv na više mjesta, potječe s površine s koje se u špilju procjeđivao kroz pukotine većeg kapaciteta i kapao tijekom izgradnje zračne luke<sup>2</sup>. To potvrđuje činjenica da je zabilježen na površini siga, da nije prekriven mlađim



Sl. 5. Bogatstvo siga raznih tipova bitan je argument u donošenju odluke o turističkom uređenju Đurovića špilje (foto T. Kovačević)

Fig. 5 The rich amount of speleothems is an important factor for development of Đurovića cave as a show cave (photo by T. Kovačević)

slojevima novotaložene sige, te da prekriva i spomenuta korozijska udubljenja u Dvorani. Uglavnom je prisutan u obliku mrlja i točaka. Stijenke duž pojedinih pukotina također su mjestimično prevučene tankim slojem. Moguće je da su neke katranom i začepljene pa duž njih nema više procjeđivanja vode i taloženja sige što je negativan element u daljnjem geomorfološkom razvoju.

## HIDROLOŠKE ZNAČAJKE ŠPILJE

Durovića špilja danas nema nikakvu hidrogeološku ulogu jer njenim kanalima ne protječe podzemna voda. U geološkoj prošlosti njen je kanal vjerojatno oblikovala voda koja je otjecala prema zavali Konavoskog polja. Smjer otjecanja vode predisponiran je pružanjem pukotina generalnog smjera prema sjeveroistoku. Spuštanjem erozijske baze nastupili su vjerojatno prvo epifreatički uvjeti (kada je kanal bio povremeno plavljen), a zatim i vadozni uvjeti kada je kanal, kao i danas, ispunjen zrakom. U toj je etapi obilno taložena siga.

Danas se u kanalima voda javlja samo kao prokapnica koja kaplje sa stropova ili cijednica koja se cijedi po bokovima kanala i Dvorane. Količine prokapnice jako je ovisna o meteorološkim prilikama na površini pa se količina nakon oborina vidno povećava već nakon 5 - 6 sati, kako je utvrđeno tijekom speleoloških istraživanja u prosincu 2005. godine (H. Cvitanović usmeno). Zanimljivo je da je, unatoč činjenici da je površina pokrivena asfaltom i betonom, procjeđivanje obilno. Voda se vjerojatno procjeđuje pukotinama u toj umjetnoj podlozi ili pritječe bočno s dijelova koji nisu prekriveni betonom i asfaltom. Njeno geomorfološko značenje je veliko zbog taloženja sige. U kanale i dvoranu procjeđuje se i protječe koncentrirano i raspršeno. *Koncentrirano pritjecanje* javlja se kod pukotina većeg kapaciteta koje služe i kao kolektori kapi i mlazova vode iz manjih pukotina. Takvo koncentrirano kapanje i cijedenje na nepropusnoj podlozi u kanalu na glini može oblikovati žljebasta udubljenja kojima otječe do propusnih sedimenata (kršje) ili udubljenja opisana u tekstu ranije. *Raspršeno kapanje* javlja se u slučaju tektonski smrvljenih stijena kada u stijenama postoji gusta mreža mikropukotina. Takva mjesta na stopu prepoznatljiva su po velikoj gustoći siga među kojima prevladavaju cjevčice.

Iz navedenog te činjenice da je površina izložena svakodnevnim, dijelom za okoliš rizičnim aktivnostima (uz sve mjere opreza koje se redovito poduzimaju), jasno je da je na površini potrebno voditi računa o aktivnostima koje bi mogle ugroziti špilju. To se posebno odnosi na građevinske zahvate koji mogu utjecati na režim procjeđivanja vode, korištenje vode (za pranje podloge i vozila te druge svrhe) i opasnih tvari (deterđenti, vatrogasne pjene, goriva, ulja i slično), te pravilnu odvodnju otpadnih tvari i voda. Sve rizične aktivnosti koje se ne moraju izvoditi iznad špilje poželjno je prebaciti na druge dijelove objekta. Tragovi onečišćenja voda s površine zasada nisu primijećeni, no najsigurnije ih je utvrditi kontinuiranim monitoringom fizičko-kemijskih svojstava vode prikupljenih u špilji.

## Rezultati mjerenja pH i temperature vode

Pokusna mjerenja su obavljena na dvije točke: u glavnom kanalu i dvorani Dubrovačke Republike (tab. 1). Mjerenje je obavljeno 21. siječnja 2006. godine između 12 i 12,30 sati.

Opis točaka i uzoraka:

T<sub>v</sub>1 - lokvica dimenzija 25 x 15 cm, dubina vode 3 cm. Smještena 2,5 m u smjeru 320° od poligonske točke 6 (sl. 3). Voda je nakapnica koja je u vrijeme istraživanja kapala ritmom od 1 kapi/min. Visina stropa iznad točke je 10,7 m, strop je zasigan (saljevi i stalaktiti). Lokva je u slabopropusnom glinovitom sedimentu, zamućena zbog udaraca kapi. Taloženja sige unutar lokvice nema.

T<sub>v</sub>2 - lokva u sigastoj kadići dimenzija na površini 80 x 35 cm, dubina vode 4 cm. Smještena je pod velikom sigom 2,6 m u smjeru 90° od poligonske točke 15. Voda se prikuplja od prokapnice koja kaplje iz zasigane pukotine na stropu i cijednice koja se nakon kapanja sa stropa slijeva preko zasigane površine pri čemu vjerojatno dolazi do sporog taloženja kalcita.

Tab. 1: Rezultati mjerenja trenutačne temperature i pH vode

Tab. 1: *The results of water temperature and pH measurements*

Točka	t°C	pH
TV1	16,4	7,97
TV2	17,4	7,89

## ZAKLJUČAK

S obzirom na zabilježene speleomorfološke značajke, Đurovića špilja je izuzetno vrijedna speleološka pojava. Ova morfološki jednostavna špilja duljine 156 m i dubine 25 m je lako prolazna i obiluje sigama što su bitni argumenti pri donošenju odluke o njenom turističkom uređenju. S obzirom na velike promjere kanala volumen špiljskog prostora iznosi oko 9000 m<sup>3</sup>. Špilja je oblikovana u dobro okršenim gornjokrednim naslagama vapnenca i breče. Na njene speleomorfološke značajke velik su utjecaj imale i pukotine duž kojih je oblikovan kanal i, uz međuslojne pukotine, istaložena glavina sige. Vrijedni rezultati ostalih specijalističkih istraživanja (biospeleoloških, paleontoloških i arheoloških) također govore u prilog visoke vrijednosti ove špilje ne samo u turističkom, nego i u znanstvenom i edukativnom smislu. Špilju je moguće urediti za posjet turista bez velikih građevinskih zahvata koji bi ugrozili njene značajke. Uz prilagođavanje svakodnevnih aktivnosti zračne luke u korist njenog očuvanja, ona bi mogla postati važan dio turističke ponude Dubrovačkog primorja, po svom položaju u zračnoj luci jedinstveni primjer u svijetu.

## ZAHVALA

Zahvaljujem dipl. ing. T. Kovačeviću na podršci, informacijama i pozivu da se uključim u speleološka istraživanja špilje, te ostalim članovima DDISKF-a na pomoći. H. Cvitanoviću zahvaljujem na usmenim informacijama i pomoći pri mjerenjima.

## POZIVNE BILJEŠKE

1. Na tu činjenicu ukazuje i Malez (1961) navodeći špilju pod nazivom "Đurovića jama".
2. Gabrić (2001) navodi da katran vjerojatno potječe iz vremena kada su posjetitelji špilju osvjetljavali bakljama.

## LITERATURA I IZVORI

- Bognar A.**, 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, vol. 34 (1999.), 7-29
- Gabrić G.**, 2001: Zapisnik speleološkog istraživanja, 5 str. + speleološki nacrt 1:200, SO HPD "Mosor", Split
- Kovačević T. (ur.), Brajković D., Ozimec R., Bedek J., Jalžić B., Puhara H., Buzjak N., Kovačević A., Fekonja Ž.**, 2006: Elaborat o speleološkim, geomorfološkim, meteorološkim, paleontološkim, arheološkim, biospeleološkim istraživanjima, te geodetskom i fotografskom snimanju Đurovića jame - špilje, DDISKF, Zagreb
- Kuk, V., Prelogović, E., Dragičević, I.**, 2000: Seismotectonically Active Zones in the Dinarides, *Geologia Croatica*, 53/2, 295-303
- Kusijanović M.**, 1938 a: Po pećinama dubrovačkog teritorija, *Hrvatski planinar*, 83-88
- Kusijanović M.**, 1938 b: Po pećinama dubrovačkog teritorija (Nastavak), *Hrvatski planinar*, 177-180
- Malez M.**, 1961: Paleontološka i speleološka istraživanja u 1958. godini, *Ljetopis JAZU*, 65, 298-310
- Marković B.**, 1966: Tumač za list OGK Dubrovnik K 34-49. 1-43, Savezni geološki zavod, Beograd
- Marković B.**, 1971: OGK 1:100 000, list Dubrovnik K 34-49. Savezni geološki zavod, Beograd
- Roglić J., Baučić I.**, 1958: Krš u dolomitima između Konavoskog polja i morske obale, *Geografski glasnik*, 20, 129-137

SUMMARY

**Speleomorphological and Hydrological Characteristics  
of Đurovića Cave  
(Čilipi, Southern Dalmatia)**

**Nenad Buzjak**

Đurovića cave is located in the area of the Airport Dubrovnik, at its southern edge, near the control tower. Due to the intensive tourist traffic during the summer season and nearby tourist centres Dubrovnik and Cavtat, airport management is interested in its use as a show cave. Therefore, it was the object of geomorphological, meteorological, archeological, palaeontological and biospeleological researches organized by DDISKF from Zagreb.

The wider area is characterized by karst proceses and forms, mainly dolines. The cave entrance is located on a small karst plateau developed in the Upper Cretaceous limestone and breccia where the Airport Dubrovnik was built 1960 - 1963. The area covered by flysch NE from the plateau, in the region of Konavosko polje, is characterized by slope processes.

Đurovića cave is a 156 m long simple cave consisting of one main passage and one chamber. The depth of the cave is 25 m (129 m above sea level and 49 m above the Konavosko polje level). The cave volume is about 9000 m<sup>3</sup>. During the airport construction the cave's natural entrance was closed and a 37 m entrance artificial tunnel was built. Its entrance is closed by an iron door. It is located 154 m above sea-level. According to literature, the cave was first visited and explored by the researchers of the cave fauna in the first half of the 20<sup>th</sup> century. First detailed speleological research was performed in 2001 by the cavers from SO HPD "Mosor" from Split. During 2005 and 2006 biospeleological and speleological researches were organized by HBSD and DDISKF from Zagreb.

The cave was formed in the Upper Cretaceous limestone and breccia beds along the fissures which controlled the passage directions. The passage inclination is also determined by dip of the strata. In geomorphological sense, the youngest part of the cave is the Chamber of Dubrovačka Republika formed at the intersection of older and younger (neotectonic) fissure systems. It is the part characterized by an intense ceiling breakdown possibly induced by human activities during the airport construction and present activities. One of negative signs of such human influence are the traces of the tar transported to the cave by the dripping water from the surface. The analysis of the microrelief forms and passage cross-sections has determined that the cave development was mostly influenced by vadose conditions (inverse karstification, breakdown, accumulation of clastic sediments and speleothems).

Cave clay, rock debris and large blocks predominate among the cave sediments. The cave is also very rich in all kinds of speleothems. They are partially broken, mainly by human destructions during earlier ages when the cave was often used and visited by local population. Besides that, some speleothems on the cave walls and floor were polluted by tar spots. This tar probably entered into the cave during the airport construction.

Today the water in the cave is present only in the form of dripping water and small cave pools. As observed during recent researches the dripping water is abundant in wet seasons. It is very

interesting because the passages are below the airport where the surface is covered with concrete and asphalt. It is proved by a very branched fissure water circulation in vadose zone where the cave is located today. Water temperature and pH were measured in two small cave pools .

It can be concluded that Đurovića cave is very suitable for tourist use. It is easily accessible, with large passages rich in speleothems, with a long history of human use and visits. It is recommendable to continue with researches due to a right use and protection of sensitive cave environment.

Primljeno (Received): 03 - 05 - 2006

Prihvaćeno (Accepted): 31 - 10 - 2006

**dr.sc. Nenad Buzjak**  
O.Š. Antuna Augustinčića  
V. Nazora 2a,  
10 290 Zaprešić