

MORFOLOGIJA I GENEZA URUŠNIH VRTAČA

(SA 4 FOTOGRAFIJA I 2 CRTEŽA)

MORPHOLOGY AND GENESIS OF COLLAPSE DOLINES

(WITH 4 PHOTOS AND 2 FIGURES)

SREČKO BOŽIČEVIĆ

Referat na Simpoziju o kraškem površju
Postojna, 12.—14. junija 1985

*Paper presented on the Symposium of karst surface
Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address
dr. Srećko Božičević, geolog
Geološki zavod
Sachsava 2
41000 Zagreb
Jugoslavija

Sažetak

UDK 551.448(497.15—14)

Božičević Srećko: Morfologija i geneza urušnih vrtača.

Velike urušne vrtače (odnosno ponikve) na prijevoju između Duvanjskog polja i Buškog blata specifične su kako po svojoj dužini i dubini, tako i po određenim morfološkim karakteristikama. Njihov postanak vezan je uz izrazita rasjedanja u debelo uslojenim krednim vapnencima, te uz hidrogeološke procese poniranja voda na razini Duvanjskog polja i njihovog izbijanja na horizontu niže položenog Buškog blata.

Abstract

UDC 551.448(497.15—14)

Božičević Srećko: Morphology and genesis of collapse dolines.

Big collapse dolines (dolines respectively) on the pass between Duvanjsko polje and Buško blato are specific, regarding their length and depth as well as special morphologic characteristics. Their origin is controlled by distinctive faulting of thick layered Cretaceous limestones and by hydrogeological processes of water sinking in the level of Duvanjsko polje and outflowing on the horizon of lower lying Buško blato.

UVOD

Duvanjsko polje spada među poznata polja u kršu jugozapadne Bosne. Polje je kao morfološka »stepenica« između — višeg Kupreškog polja i — nižeg — jugoistočnog dijela Livanjskog polja (nazivanog u tom dijelu Buško blato).

Površina Duvanjskog polja iznosi danas nešto preko 120 km², i smješteno je na nadmorskoj visini od 860 do 890 metara. Od desetak vodenih tokova koji povremeno protječu ovim poljem najjači je i najstalniji tok ponornice Šujice dug 48,5 kilometara. Završetak površinskog toka Šujice i nekih njenih pritoka je u golemom markantnom otvoru ponora spiljskog izgleda zvanog — ponor Kovači. Ponor je na sjeverozapadnoj strani polja na koti od oko 859 m. n. m. ispod uzvišenja prijevoja Grabovička planina. Bojanjem je utvrđeno, da vode koje nestaju u ponoru Kovači izbijaju na otvoru izvor-pećine Ričine na izdvojenom dijelu Buškog blata. Visinska razlika između ponora i izvora iznosi 147 m, dok je dužinska razdaljina između te dvije točke 5150 metara. (Crtež 1).

Prijevoj između Duvanjskog polja i Buškog blata ima smjer sjeverozapad — jugoistok i najuži je kod Prevale gdje mu nadmorska visina iznosi 980 metara. Na tom mjestu je najbliži razmak između točaka obadva polja i iznosi svega 1500 metara. U smjeru sjeverozapada teren se uzdiže vrlo ustrmljeno do 1700 metara visoke Tušnice, dok prema jugoistoku izgleda kao visoravan



s kotama približne visine od 1000 metara iznad mora iz kojih za svega 50 metara visine uzdižu pojedina manja uzvišenja. Vrh Gradac (vidi crtež 1.) kod Prevale visok je svega 1055 m, kota kod Bunarina ima visinu od 1040 m, uzvišenje kod Rogoševca 1050 m, dok vrhovi Kruškovac i Gradina poviše sela i ponora Kovači dosižu visinu od 1067 i 1062 m. To su ujedno najviše točke ove prijevojne barijere između dva polja. Prema zapadu i jugu visoravan prijevoja nije nigdje niža od 920 m.

MORFOLOGIJA PRIJEVOJA

Terenskim obilaskom proučavanog područja, te obradom topografske karte i aerofotosnimaka vrlo se brzo zapaža izuzetnost ovog prostora. Rub Duvanjskog polja od ponora Kovači do ispod Prevale ima gotovu pravu liniju rasjednog kontakta. Ostaci jezerskih terasa uz taj rub dokaz su tektonskih uzdizanja i promjena u ovom prostoru. Kod naselja Potubolja vidljiva je fosilna zona poniranja vezana na registrirane rasjede i pukotine smjera istok—zapad.

U predjelu vrha Gradac V. (kota 1056) javlja se oko 50 vrtača koje dolaze u nizu duž rasjeda i pukotina ili prate trase slojeva. Prevladavaju omanje i okrugle vrtače sa strmim stranama, te bunaraste ili kotlaste (vidi fot. 1.). Između njih su registrirane i tri jame od kojih je jama Gradac duboka preko 90 m (fot. 2.).

Drugo geomorfološki izdvojeno područje je prostor zvan Bunarina i Okopina sa nizom omanjih vrtača nanizanih na registrirane rasjede od Čelinke iznad ruba polja do središnjeg dijela platoa. Ovdje je registrirano također preko 50 vrtača manjeg promjera i dubine. Značajniji speleološki objekti ovdje za sada nisu registrirani.

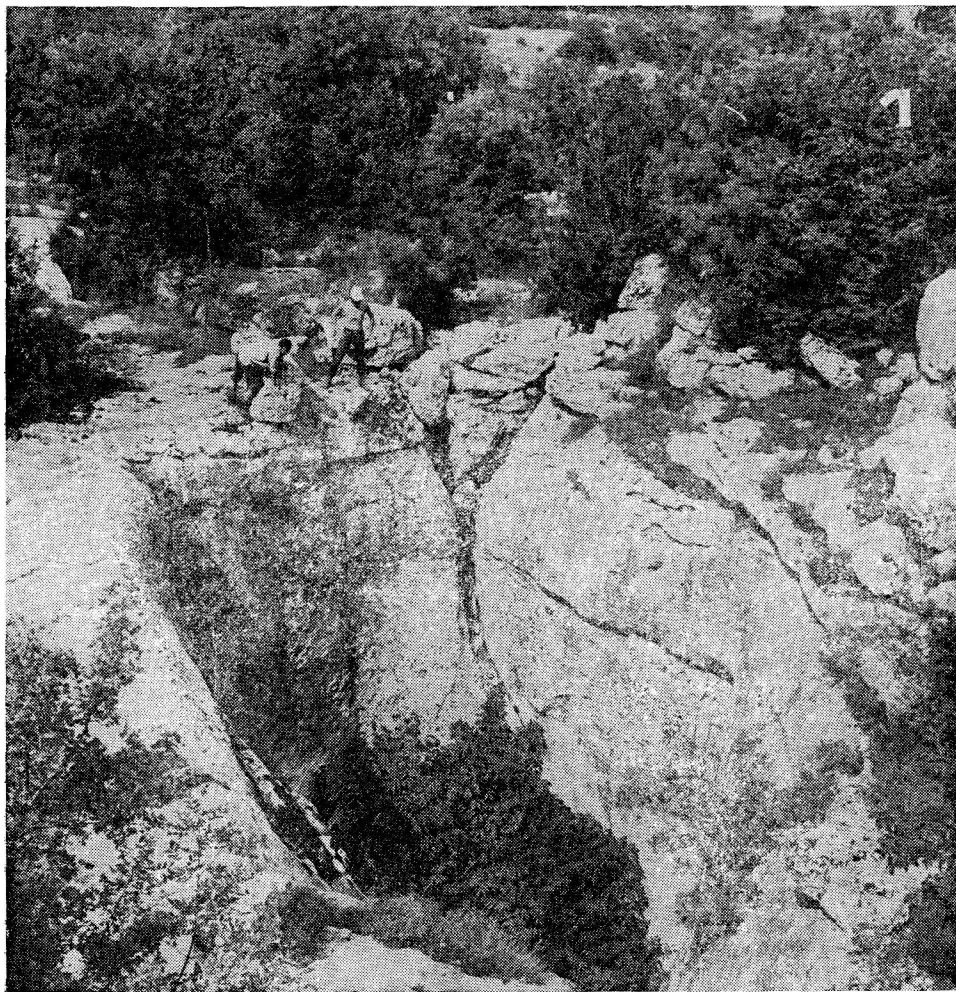
Treća geomorfološki najizrazitija grupa vrtača dolazi na potezu od kote Kruškovac, odnosno od sela Kovači i Omerovići u smjeru zapada. Ovdje se uz vrtače omanjeg oblika i dubine pojavljuje niz vrtača veličine i dužine preko 300 m (područje Grabovica—Surdup). Pojava ovih vrtača vezana je također uz rasjede i pukotine utvrđene fotogeološkom obradom. Glavni smjer protezanja im je istok—zapad. Dvije najmarkantnije morfološke pojave ovog prostora su svakako vrtača Surdup te vrtača Arnautovac sa »satelitskom« ili sekundarnom vrtačom Samograd, koja se na svom dnu nastavlja u spiljsku šupljinu pećine Rogoševac.

Vrtača Surdup ovalna je oblika dužine 300 m, te širine 150 m u središnjem delu. Sjeverni i južni rub tvore okomite stijene visine od 50 do 90 m. S istočne i zapadne strane moguć je silaz niz blago nagnute padine u najniži dio vrtače. Prema dostupnim mjerenjima dno ove vrtače je na koti od oko 890 m, što je za sada oko 40 m iznad razine otvora ponora Kovači. Pokušaj spuštanja provlačenjem između urušenih blokova u najnižem dijelu vrtače nije bio izvediv uz miniranje nekih dijelova stijena i blokova, te odnašanja razmravljenog materijala iz postojećih suženja (fot. 3.).

Vrtača Arnautovac svojom dužinom od 400 m te širinom od 150 do 200 m izrazita je morfološka pojava na ovom području. Najdublji dio vrtače je u njezinom istočnom dijelu. Osim toga upozoreni smo da se u njezinom sjeverozapadnom rubu nalazi vertikalno — bunaru slično ogromno udubljenje

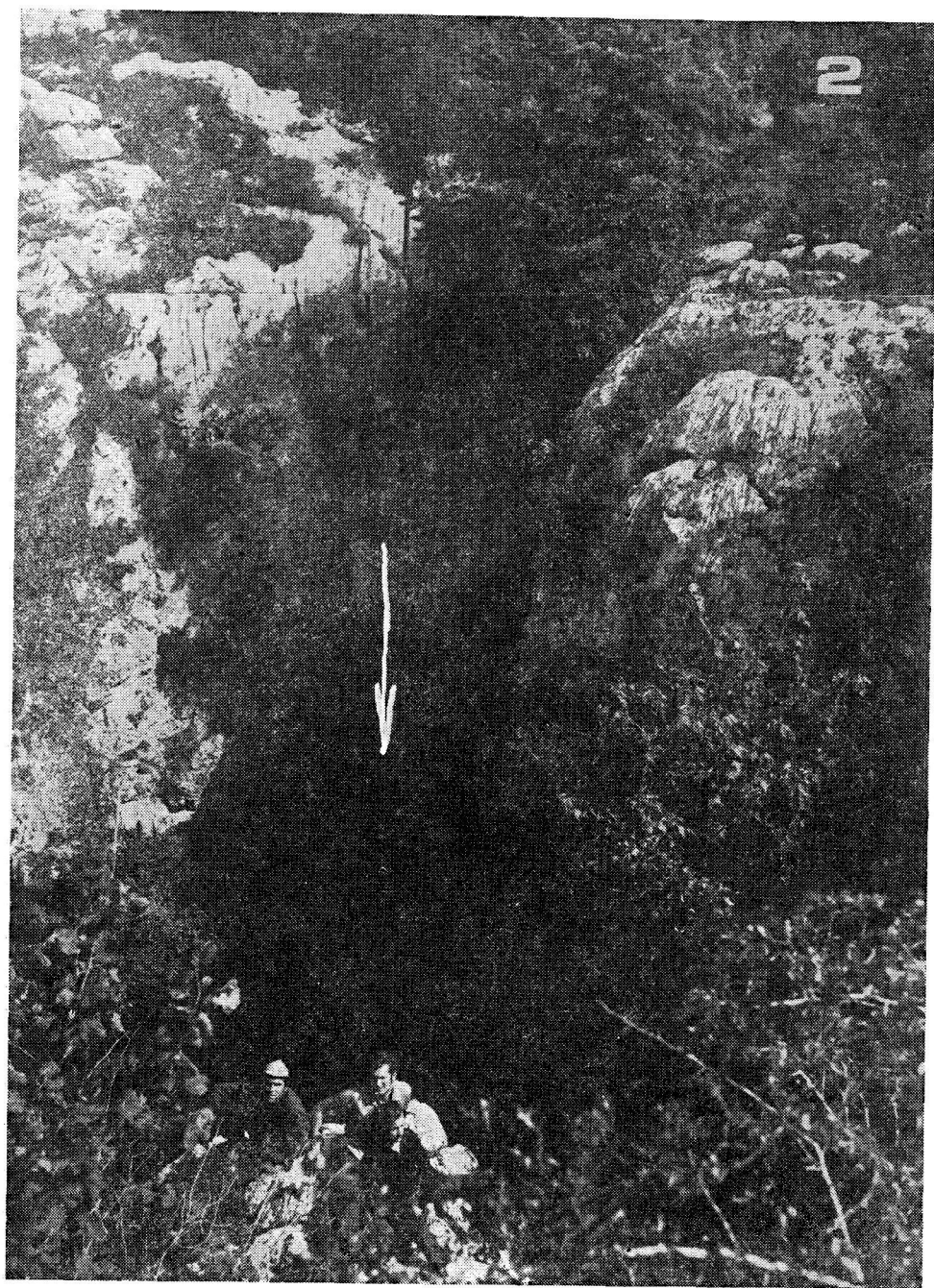
nazivano Samograd. Prolazeći uglavnom zaravnjenim platoom ovakva se pojava zaista ne očekuje (fot. 4.). Vrlo strme stijene Samograda spuštaju se direktno od ruba terena (kota cca 1020 m) u dubinu s izgledom ovalne goleme bunaraste vrtače. Izrazite pukotine pod kutem od 75° i strmije ukazuju na tektonske uvjete nastanka ovog urušenja.

Dužina Samograda paralelna je s pružanjem vrtače Arnautovac te iznosi od 70—80, dok joj je približna širina oko 40 m. Dubina od razine terena do kosine najbližeg urušenja pri dnu s istočne strane je nešto preko 60 m. Kod



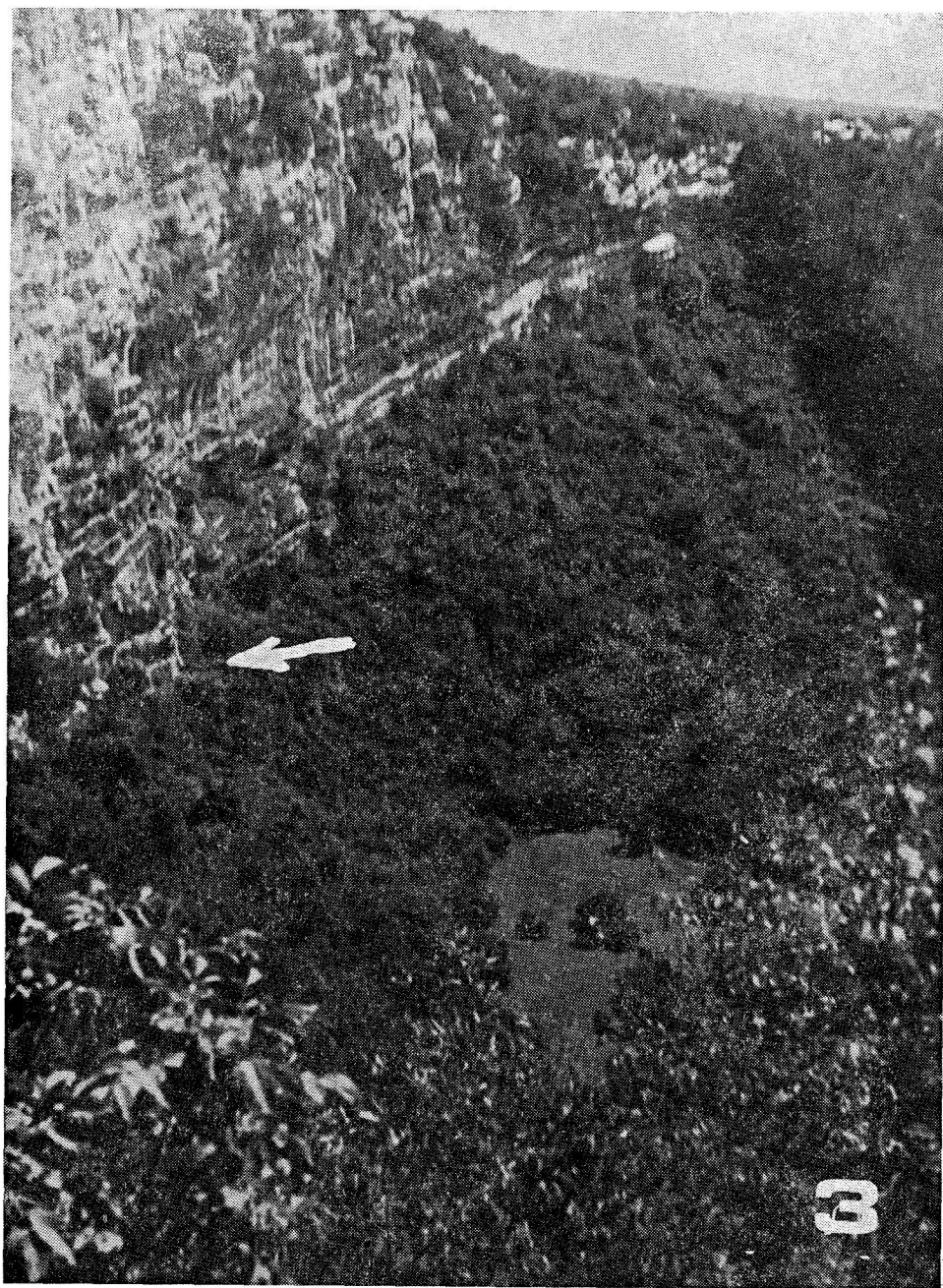
Sl. 1. Bunarasta ili kotlasta vrtača kao tipičan predstavnik urušnih oblika na prijevoju Buško blato—Duvanjsko polje

Fig. 1. Well- or kettle-like doline as a typical representative of collapse dolines on the pass Buško blato—Duvanjsko polje



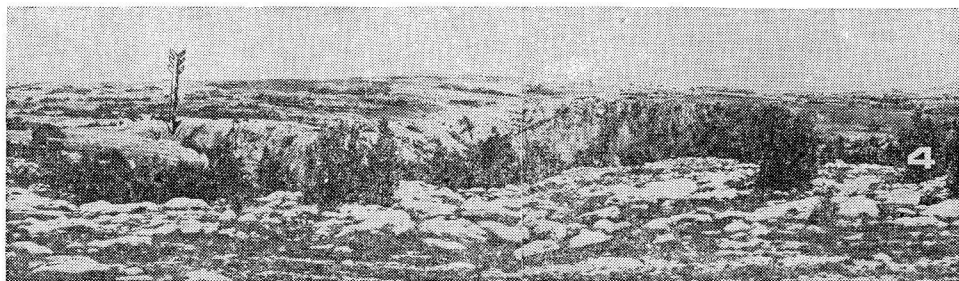
Sl. 2. Otvor jame Gradac bunarasta izgleda s izmjerenom dubinom od preko 90 metara

Fig. 2. The well-like entrance to the cave Gradac, surveyed to more than 90 m of depth



Sl. 3. Najniži dio vrtače Surdup snimljen duž najduže osi. Strelica pokazuje mjesto pokušaja »proboja« u dubine ispod obrušenih blokova

Fig. 3. The lowest point of the Surdup doline taken along the longest axis. The arrow shows the point of experimental "break-through" into the depth under the blocks breakdown



Sl. 4. Panormaski snimak platoa na kom se nalazi velika vrtača Arnautovac s urošnim udobljenjem Samograda (oznaka strelicom).

Fig. 4. Panoramic snap shot of the plateau where the big doline Arnautovac lowered by collapsed Samograd (marked by arrow) lies

najveće vertikale »Samograda« 90 m ispod razine platoa (oznaka B na crtežu 2.) vidljiv je otvor u do tada nepoznatu šupljinu nazivanu od okolnih stanovnika pećina (ili spilja) Rogoševac (crtež 2.).

MORFOLOGIJA SPILJE ROGOŠEVAC

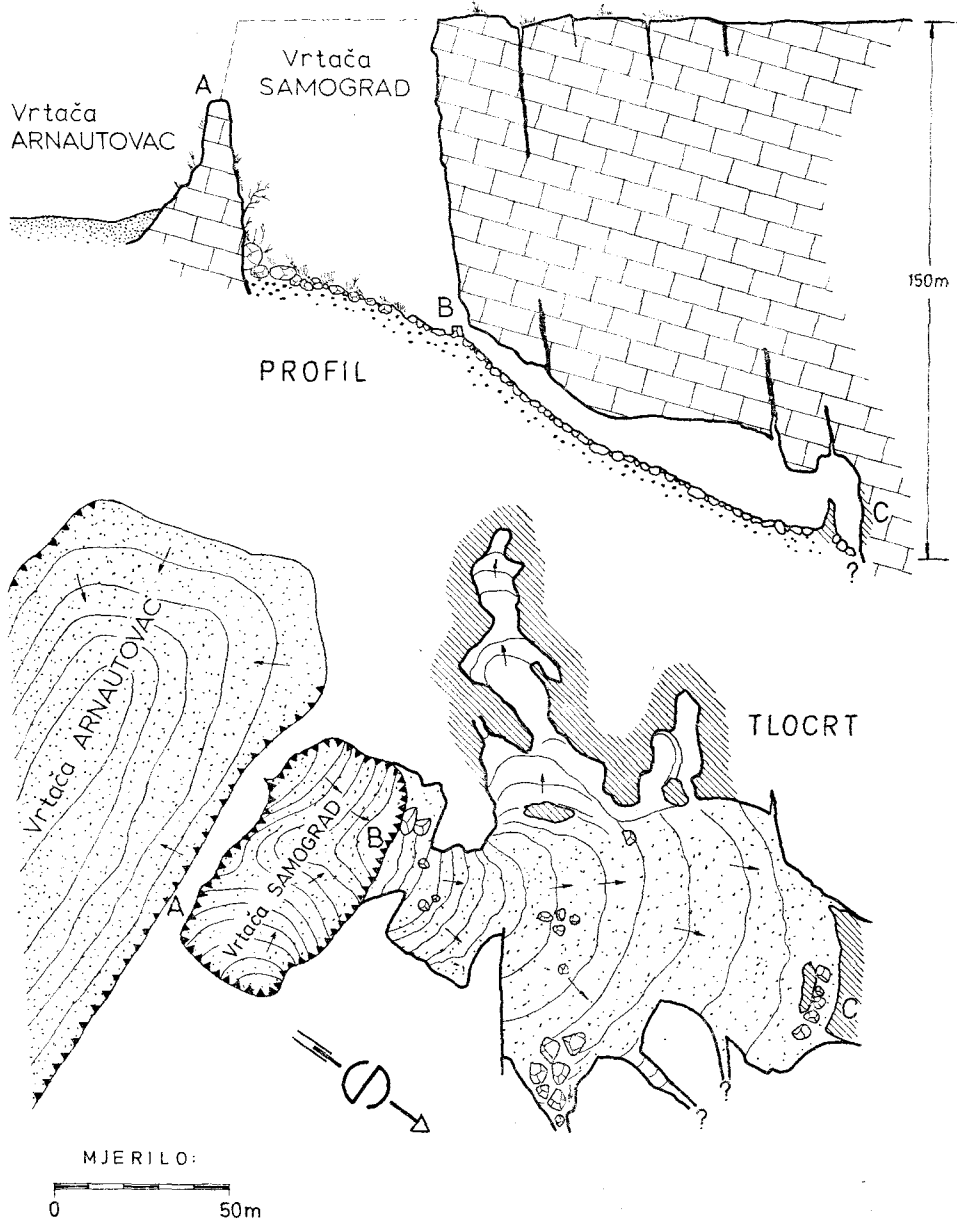
Širina otvora podzemnog sistema iznosi oko 35 m, dok je visina u središnjem dijelu oko 25 m — trokutasta izgleda. Dio ulaza pregrađuju dva velika kamena bloka visine i širine oko 5 m. Blokovi su se obrušili s ruba vrtače Samograd i vjerojatno su dio nekadašnjeg njezinog stropa.

Tlo pećine Rogoševac strmo se spušta u početnom dijelu pod kutem od preko 45° a prekriveno je urušenim siparišnim materijalom. U središnjem dijelu nailazimo veće kamene blokove i tlo je blaže položeno dok je pri kraju tlo ravnije s nešto kalcitnih nakupina znatne debljine.

Visina podzemne dvorane varira od poda do stropa od 5 m na početku do preko 30 m na završnom dijelu pećine. Strop je uglavnom u središnjem dijelu bez sigastih ukrasa dok se kalcitne tvorevine javljaju u zapadnom i sjevernom dijelu rubova dvorane. Neposredno iz ulaza čitav pećinski prostor naglo se proširuje i u najširjem dijelu iznosi preko 90 m. To proširenje vezano je uz postojanje izrazite rasjedne pukotine. Širina prostora idući prema kraju postepeno se smanjuje i iznosi od 60—70 m. Nastavak prostorije u pravcu istoka je u nizu proširenih pukotina, koje su ispunjene urušenim kamenim blokovima. Njihova je širina u početku oko 2—2,5 m, ali se idući prema kraju sve više smanjuje. U nekim od pukotina naslućuje se da bi bio moguć eventualan prolaz dalje u unutrašnjost, ali su sadašnja suženja ispunjena s dosta obrušenog materijala. Ovi su odvojci ili kanali nastali na okomito položenim pukotinama koje je korozioni i erozioni rad voda postepeno proširio do današnjih dimenzija.

Zapadni, odnosno jugozapadni dio podzemnog prostora pećine Rogoševac sastoji se od nekoliko širijih kanala koji su ispunjeni debelom sigastom korom te interesantnim oblicima stalaktita i saljeva stvaranih pod specifičnim mikroklimatskim uvjetima. Najduži kalcitni kanal dug je oko 70 m i čitav je prekri-

Spilja ROGOŠEVAC



ven sigastim prevlakama. Pravac pružanja ovih dijelova pećine je ZJZ—ISI duž već prije spomenute izrazite pukotine, koju možemo registrirati i na samoj površini. Visina ovog kanala varira od 6 m na početku do jedva metarskih suženja na samom kraju. Paralelno ovom dolazi i donji bočni kanal dužine svega 25—30 m, koji je takođe u potpunosti ispunjen kalcitnim tvorevinama.

Izduženi kalcitni stup ili stalagmit visine preko 10 m nalazimo uz završni zid najnižeg dijela dvorane (točka C u nacrtu).

Ukupna dubina spiljskog dijela pećine Rogoševac sa bunarastim urušenjem Samograd od razine terena iznosi oko 150 m, pa je prema tome kota dna spilje danas na oko 870 m iznad mora ili nešto preko 10 m iznad sadašnje razine otvora ponora Kovači u Duvanjskom polju. Sama dužina kanala pećine Rogoševac po najdužoj osi iznosi oko 135 m, dok s ostalim bočnim kanalima čitav podzemni prostor ima dužinu od preko 250 m.

Postanak šupljine ove pećine vrlo je zanimljiv s morfogenetskog stanovišta. Njezino stvaranje vezano je kako uz postanak susjednih urušnih vrtača, tako i uz djelovanje podzemnih voda u debelo uslojenih krednih vapnencima te znatnim okršavanjem u njihovoj unutrašnjosti. Dok postanak samih vrtača povezujemo s postojanjem pukotina te djelovanjem i komunikacijom voda s površine i iz podzemlja, dotle je urušavanje krovine vapnenačkih naslaga vezano za nekoliko međusobno ovisnih procesa u geološkoj prošlosti.

Naime, kombiniranim radom erozije i korozije podzemnih voda duž morfološki najmarkantnijih kanala (današnji zasigani kanali u zapadnoj strani šupljine) i pukotinskih kanala bez sigastih ukrasa na istočnoj strani; dolazilo je do njihovog postepenog proširivanja i stvaranja sve većeg prostora podzemne šupljine. Današnji izgled podine ili dna spilje rezultat je prestanka rastvaranja i odnošenja urušenog materijala, najvjerovatnije i zbog snižavanja nivoa podzemnih voda. Registrirane rasjedne linije i pukotinski sistemi svakako su pogodovali bržoj eroziji u vapnenačkim naslagama, a nekada goleme količine koje su se sa horizonta današnjeg Duvanjskog polja drenirale u pravcu Buškog blata odigrale su presudnu ulogu u oblikovanju ove sada dostupne podzemne šupljine. Natražna erozija ili erodiranje krovine svakako je bilo posebno izraženo u ovom prostoru. Pucanje krovine dijela šupljine te stvaranje urušenja vrtače Samograd sa šupljinom pećine Rogoševac odigralo se najvjerovatnije početkom pleistocena i završavalo u zadnjim fazama diluvija s vlagom, hladnoćom i kišama tog razdoblja.

Nakon faze snižavanja nivoa podzemne vode proširuje se korozijskim radom postojeća šupljina, nastavlja se urušavanje dijela krovine s blokovima na istočnoj strani šupljine, dok je samo prokapljivanje bilo duž pukotinskih sistema vezanih za samu površinu platoa. Preko 10 m visoki i do 2 m debeli stalagmit na kraju Rogoševca ukazuje na vrlo dug period prokapljivanja i na veliku starost čitavog spiljskog prostora. Eventualnim uzimanjem uzoraka za radio-karbonsku analizu omogućilo bi nam približno vremensko datiranje jednog egzaktnijeg podataka.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sve istraživane vrtače, jame i spilja Rogoševac na prijevoju između Duvanjskog polja i Buškog blata formirane su prema geološkim istraživanjima

B. Raljevića (1971) u dobro uslojenim gornjokrednim vapnencima koji su uglavnom debelo uslojeni i sekundarno borani. Geološki promatrano područje na kom su promatrane i istraživane vrtače sa speleološkim objektima zapravo izgrađuje jedna asimetrična sinklinala. »U području Gradca i Bunarina u dijelu bore registriran je niz sekundarnih bora, koje su poremećene lomovima različitog intenziteta. Pravac lomova se uglavnom podudara sa pravcem pružanja bora, tj. proteže se od sjeverozapada prema jugoistoku. U južnom dijelu istraživanog područja zapadno od sela Kovači registrirana su sekundarna oštećenja čiji je pravac pružanja približno istok—zapad.« Ovo se reflektiralo pojavom niza velikih vrtača!

Čitavo istraživano područje s hidrogeološkog stanovišta izgrađeno je od dobro propusnih naslaga. Prema B. Raljeviću (1971) »na tom je području (potez ponor Kovači—Ričina) dobro razvijena mreža pukotina i kanala u kojima cirkulira podzemna voda. Porijeklo ove vode je dvojako. Jedan dio podzemne vode se formira iz atmosferskih taloga, koji padnu na to područje i brzo se gube u podzemlje, a drugi dio pripada vodama površinskih vodotoka područja Duvanjskog polja, koje poniru u njegovom jugozapadnom dijelu. Razlika u količinama vode koje poniru u ponoru Kovači i onih koje izviru na Ričini, ukazuje na mogućnost već spomenutog kretanja sjeverozapad—jugoistok i na mogućnost djelomičnog otjecanja ispod nivoa izvora Ričina. Drugi pravac, tj. onaj koji se proteže u smjeru IIS—ZZJ ili pak I—Z naročito je dobro izražen na području južnije od ponora Kovači i to znatno jače u jugozapadnom nego u sjeveroistočnom krilu sinklinala. Ovaj pravac je u sjeveroistočnom krilu sinklinala izrazito markiran *nizom velikih urušnih vrtača* (podcrtao S. B.). Ovakav raspored tektonskih oštećenja dozvoljava pretpostavku da se voda iz ponora Kovači najprije kreće prema jugoistoku, a zatim skreće prema zapadu, tj. prema izvoru Ričine«.

Pri ovom razmatranju litoloških, tektonskih i hidrogeoloških karakteristika dijela prijevoja između Duvanjskog polja i Buškog blata upozorio bi na postojanje ponornih zona i poniranja vode kod naselja Potubolja (ub geološkoj prošlosti intenzivnije nego danas!), zatim na jako okružen prostor područja Gradac sa dubokom jamskom pojavom, kao i na fosilno urušenje stijena stotinjak metara sjeverno od današnjeg izvora Ričina, gdje je nekada također moglo biti jedno jako krško izvorište. Promatramo li morfološki izgled doline od izvora Ričine do Karlovog Hana gotovo sama od sebe nameće se sumnja da ju je oblikovao samo danas vidljiv tok Ričine? Indikator za tu misao je nekad dugotrajna »ujezerenost« prostora današnjeg Duvanjskog polja.

Ako u sklopu ovih zaključaka promatramo sve do sada istraživane vrtače i speleološke objekte tada vidimo, da su svi oni ostatak postupnih faza okruživanja karbonatnih naslaga čitavog prostora u vertikalnom i horizontalnom smjeru usko povezano kako s tektonskim, tako i sa hidrogeološkim promjenama na ovom području.

U području urušnih vrtača vladali su određeni korozioni procesi formiranja ili oblikovanja ovih morfoloških pojava, a i speleoloških pojava u njima vezano za oscilacije nivoa podzemnih voda. U to je vrijeme i kretanje podzemnih voda moralo biti drugačije nego danas, a pri tome ne smijemo zaboraviti na već naglašenu činjenicu postojanja velike i stalne akumulacije na

prostoru današnjeg Duvanjskog polja. K ovome dodajmo i drugačije klimatske uvjete i oscilacije diluvijalnog razdoblja.

Postojanje krške zaravni s nizom vrtača na promatranom području je dio današnjeg stanja. Ostaci jezerskih terasa na višim kotama iznad današnjeg dna Duvanjskog polja upućuju nas na činjenicu da moramo uzeti u obzir uzdizanja ili spuštanja pojedinih strukturnih blokova duž regionalnih ili lokalnih rasjeda. U takvoj geološkoj prošlosti zbog specifičnih hidrogeoloških uvjeta i tektonskih zbivanja nastanak i funkcija vrtača s urušnim šupljinama i jamskim prostorima imala je svakako drugačije značenje nego danas.

Snižavanjem osnovnog nivoa podzemne vode na potezu ponor Kovači — izvor pećina Ričina mijenjala se i funkcija sadašnjih površinskih i podzemnih pojava. Iz faze aktivnosti procesi se prenose u fazu mirovanja uz pojačane korozijske procese sa korozijskim urušavanjima u oblikovanim udubljenjima vrtača ili u šupljinama speleoloških pojava. Utjecaj i postojanje površinskog prodiranja oborinske vode u periodu iza sniženja nivoa podzemnih voda postaje primarna aktivnost u dijelu krškog reljefa. U oblikovanim podzemnim kanalima i šupljinama nastupa faza postepenog nanašanja doplavljenog i obruženog materijala, što zapravo traje još i danas.

Kada bi se speleoronilačkim istraživanjima nastavilo prodirati iza sifona ponora Kovači i sifona izvor pećine Ričina (S. Božičević, 1970) u horizontalne kanale i horizontalne prostore, tada bi nam bilo vjerojatno moguće kretnje davno oblikovanim kanalima ili fragmentima tih kanala. U nekim od tih kanala vjerojatno bi naišli na urušene najdonje dijelove dubokih vrtača ili jama ili bi naišli na indikacije nekad postojećih veza između površine i podzemlja. Jedino daljnjim detaljnim proučavanjem naše saznanje o genezi urušnih vrtača bit će obogaćeno činjenicama i stvarnim dokazima.

LITERATURA

- Božičević, S., 1970: Speleološka istraživanja ponor Kovači—izvor Ričine. Duvanjsko polje—Buško blato. Rezultati prve faze istraživanja. Fond dok. Geol. inst. Zgb.
- Božičević, S., 1973: Speleološka istraživanja dubokih jama na prijevoju Buško blato — Duvanjsko polje. Rezultati druge faze istraživanja. Fond dokum. Geol. inst. Zagreb.
- Raljević, B., 1971: Geološko i hidrogeološko istraživanje područja Ričina—Kovači. Fond Geol. Instit. Zagreb.

MORPHOLOGY AND GENESIS OF COLLAPSE DOLINES

Summary

A series of collapse dolines of specific form, size and origin lies on the pass between Duvanjsko polje and Buško blato. The situation and their oblong form are connected to registered faults and fissures of east-west and northwest-southeast directions. The dolines are formed in thick bedded upper Cretaceous limestones. The biggest dolines are 350—400 long, 150—200 m wide, 30—50 m deep.

Specificity of this region is "satelitic" elliptic doline named Samograd, occurring near the oblong doline Arnautovac. In the north western part of Samograd doline bottom, about 90 m under the vertical slope, the entrance to the cave Rogoševac lies. The cave was explored for more than 100 m.

Beside these, extremely big dolines, there are more than hundred smaller ones, where the type of kettle-like or collapsed with steep borders prevails. Some of the dolines continue vertically into the caves, more than 90 m deep, proving the vivid tectonic movements, sediments lithology and hydrogeological changes in geologic past of this part of the karst.

The genesis of the dolines in this region is connected to hydrogeological properties of the sediments and run off Duvanjsko polje through a series of ponor systems towards hypsometrically lower lying Buško blato. The lowering of the underground waters level from upper horizon towards lower polje together with tectonic predisposition resulted in several superficial and underground karst forms.

This work is the compilation of the actual knowledge and a hint for future detailed studies of morphology of this part of the karst of our Dinarids.