



ŠPILJA MILJACKA II

Petra Kovač-Konrad

Društvo za istraživanje krša „Freatik“ - Zagreb

Vedran Jalžić

Speleološki odsjek HPD „Željezničar“ - Zagreb

Nenad Buzjak

Speleološki klub „Samobor“ - Samobor

Špilja Miljacka II nalazi se na desnoj obali rijeke Krke, u samom kanjonu, oko 200 metara nizvodno od HE Miljacka. Speleološka istraživanja špilje Miljacka II započela su već sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Već je tada ustanovljeno da se radi o najvećem speleološkom objektu na području Nacionalnog parka Krka. Sifon odnosno jezero, na kojem su tadašnji istraživači stali, u to je vrijeme bio neprolazna barijera s obzirom na nedostatak adekvatne ronilačke opreme. Zaključak prvih istraživanja bio je da u špilji Miljacka II postoji perspektiva za daljnja istraživanja te da se radi o prostoru velikih dimenzija. Napredovanjem i razvojem speleoronilačkih tehnika i usavršavanjem samih istraživača ponovno se razvio interes za daljnjim istraživanjima u špilji Miljacka II. Tijekom godina duljina špilje postupno se povećavala i, bez obzira na entuzijizam istraživača, sa svakim novim proronjenim sifonom istraživanja su postajala sve zahtjevnija.

KRATKA POVIJEST ISTRAŽIVANJA

Špilja je istraživana u nekoliko navrata, a prva speleološka istraživanja proveli su članovi SO PDS „Velebit“ 1977. godine. Daljnja speleološka istraživanja proveli su uglavnom članovi SO HPD „Željezničar“ 1989. godine u sklopu projekta Hrvatskog prirodoslovnog muzeja i NP „Krka“ kada je načinjen topografski nacrt ulaznog dijela špilje sve do prvog sifona (Lukić, 1990, Lukić, 1992). Tada je dužina istraženih

kanala iznosila 640 metara. S obzirom na Domovinski rat daljnja istraživanja u to doba jednostavno nisu bila moguća. U istraživanjima 1998. godine koja su proveli članovi SO HPD „Željezničar“ istraženo je novih 700 metara kanala i proronjen je treći sifon. Te je godine duljina špilje iznosila 1350 metara. Nakon toga uslijedilo je još jedno istraživanje kada su Branko Jalžić (SOŽ) i Danijel Lukačić (SOŽ) istražili i topografski snimili glavni kanal sve do četvrtog sifona, a duljina

istraženih kanala iznosila je 1570 metara.

NOVA ISTRAŽIVANJA

U organizaciji Hrvatskog biospeleološkog društva i Speleološkog odsjeka Hrvatskog planinarskog društva „Željezničar“ 2010. godine započela su nova sustavna istraživanja špilje Miljacka II. U istraživanjima su također sudjelovali i članovi Speleološkog kluba „Samobor“ i Speleološkog

snimanje cijelog objekta kako bi se svi dotad istraženi i novootkriveni dijelovi i kanali mogli uklopiti na novi nacrt.

S obzirom na kompleksnost objekta i zadane ciljeve organizirana su dva tima. „Speleoronilački tim“ sa zadatkom istraživanja, napredovanja i topografskog snimanja dijela špilje iza Velikog jezera i „penjački tim“ čiji je cilj bio ponavljanje nacrtu ulaznog dijela i detaljno istraživanje svih, a naročito vertikalnih kanala do Velikog jezera. Puno je bilo upitnika vezanih uz organizaciju istraživanja jer osim Branka Jalžića (SOŽ) nitko od sudionika istraživanja nije bio upoznat s objektom. Srećom, iz dotad prikupljenih podataka i nacrtu imali smo dobar uvid u ono što nas čeka pa nam je to donekle olakšalo organizaciju. To se ponajprije odnosi na planiranje i odabir adekvatne ronilačke opreme: boca, regulatora, Peli kofera za prenošenje foto i videoopreme kroz sifone, instrumente itd. - „brdo“ teške opreme. Sve je trebalo dobro isplanirati, svakom roniocu osigurati dovoljno opreme i sve što je potrebno za siguran boravak u špilji. Stvari su se posložile i određeni su termini u srpnju i rujnu 2010. godine.

TIJEK ISTRAŽIVANJA, PROBLEMI I REZULTATI ISTRAŽIVANJA 2010.

U srpnju se organiziraju prva istraživanja. Zahvaljujući upravi NP Krka, u Oklaju smo imali osiguran smještaj i tamo nam je bila baza iz koje se

svakodnevno odlazilo na teren. Iako bi nam svima bilo draže da smo mogli imati „speleološki kamp“ u samom kanjonu te neposrednoj blizini špilje, nažalost, to nije bilo moguće. Zbog pravila Nacionalnog parka kampiranje u tome području nije dozvoljeno. Bez obzira na ovu okolnost sve je išlo po planu.

Podjelom na timove uspješno smo ostvarivali sve zadane ciljeve. U ulaznom dijelu na nekoliko mjesta tehničkim penjanjem istraženi su vertikalni kanali i dimnjaci. Međutim, njihovo je istraživanje bilo otežano iz više razloga, ponajviše zbog loše kvalitete stijene koja je penjačima zadala dosta problema. Osim toga, špilja Miljacka II stanište je jedne od najvećih kolonija šišmiša u Hrvatskoj. A gdje ima šišmiša ima i guana. Najveće nakupine upravo su se nalazile u ulaznim dijelovima te dimnjacima i kanalima gornjih etaža ulaznog dijela. Bez obzira na poteškoće s kojima su se penjači susretali, svi su kanali ulaznog dijela uspješno istraženi i topografski snimljeni. U njima se nije pokazala mogućnost za daljnjim napredovanjem.

Istražena su četiri vertikalna kanala, od kojih se tri nalaze u ulaznome dijelu objekta. Četvrti vertikalni kanal se nalazi iza povremenog sifona, pa je za njegovo istraživanje bilo potrebno transportirati penjačku opremu u vodonepropusnim kutijama kroz

Foto: Vedran Jalžić

društva Karlovac, a provedena su u srpnju i rujnu 2010. godine u trajanju od 18 dana. Rezultati iz 2010. godine i preranjanje 300-metarskog sifona bili su glavni motivi za nastavak istraživanja 2013. godine. Speleoronilačka istraživanja i topografsko snimanje 5. sifona proveli su Branko i Vedran Jalžić.

CILJEVI

Osnovni cilj istraživanja bio je nastaviti speleoronilačka istraživanja glavnoga kanala preranjanjem četvrtog sifona. Tijekom godina ustanovilo se da u ulaznom dijelu špilje postoje brojni kanali i „dimnjaci“ koji nikada nisu u potpunosti istraženi i nacrtani. U fazi planiranja istraživanja utvrđeno je da, nažalost, ne postoje tablice do tada nacrtanih dijelova špilje. Zaključilo se da je najbolje ponoviti topografsko



Ulazni dio špilje nazvan El Pueblo. Foto: Nenad Buzjak



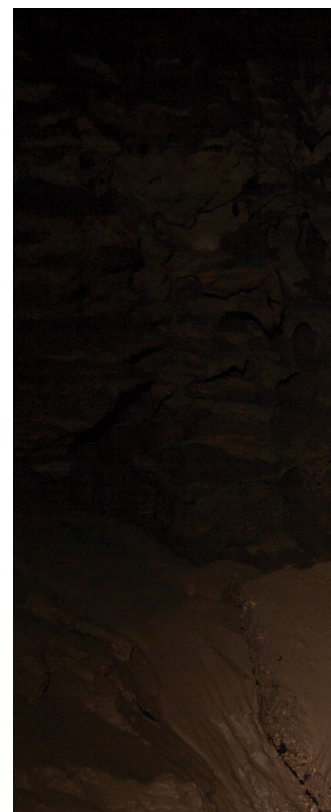
Pogled prema ulazu. Foto: Branko Jalžić



Ulazni dio glavnog kanala tipičnog freatskog oblika. Foto: Vedran Jalžić



Na nekoliko mjesta u Glavnom kanalu jasno su vidljive etaže. Aktivne u dnu kanala kojima danas protiče vodeni tok i fosilne, suhe u vršnom dijelu. Foto: Vedran Jalžić



Povremeni sifon. U prva tri vertikalna kanala na ulaznom dijelu istraženo je i topografski snimljeno ukupno 260 metara. U vertikalnom kanalu iza Povremenog sifona istraživanje je obustavljeno zbog velike koncentracije CO_2 (ugljičova dioksida) u zraku.

Najveća očekivanja i perspektiva za napredovanjem odnosila su se na nastavak istraživanja iza prvog jezera, odnosno iza sifona. S obzirom na morfologiju špilje i vrlo zahtjevan transport između sifona odlučilo se promijeniti pristup prilikom organiziranja, planiranja i preranjanja sifona. Osim toga, saznanja o dotad istraženim sifonima upozoravala su na to da su sifoni relativno malih dimenzija te da dubina ne prelazi 15 metara. Iz tog razloga dogovoreno je da će se koristiti manje boce, „mono boce“, i to od 5 do 12 litara. Odabir boca ovisio je o iskustvu i potrošnji ronilaca. Međutim, kako bi se ostalo u granicama sigurnosti, na određenim su mjestima bile pripremljene i postavljene sigurnosne boce. Već pri prvom uronu primijećeno je da se situacija u špilji promijenila u odnosu na prijašnja istraživanja. Naime, u Prvom jezeru formirao se Povremeni sifon. Povremeni sifon u suho je doba godine obično bio otvoren i nije bilo potrebno preranjati kako bi se prošlo dalje, međutim za vrijeme

istraživanja Povremeni je sifon postao sifon. Srećom manjih dimenzija od svega 2,5 metara duljine i 0,5 metara dubine tako da se mogao preriniti na dah.

Budući da je od zadnjih istraživanja provedenih krajem devedesetih godina 20. stoljeća prošlo desetak godina, u prvoj fazi u prva tri sifona bilo je potrebno ponovno postaviti sigurnosnu nit kako bi istraživači i transportna ekipa sigurno preranjali sifone. I kada se činilo da će sve ići kao po „špagi“, susreli smo se s problemom. Naime, formiranjem Povremenog sifona očito je došlo do prestanka cirkulacije zraka između ulaznoga suhog dijela i prostora između Povremenog sifona i prvog sifona. Zbog toga je u tom dijelu kanala primijećena povišena koncentracija CO_2 . U prvom trenutku nikome nije bilo jasno što se zapravo događa. Teško disanje i kretanje jezerom u početku smo smatrali posljedicom transportiranja opreme i teškim naporima, međutim kada su uslijedila dva panična napada zbog nemogućnosti disanja prilikom prolaska navedenim dijelom kanala, svima nam je bilo jasno o čemu se zapravo radi. Srećom, sve je prošlo bez većih posljedica. Kako su istraživanja i transport napredovali bez većih problema, brzo smo se našli pred trećim sifonom.

Navedeni je sifon prvi aktivni sifon, odnosno u prvom i drugom sifonu za vrijeme niskih voda nema protoka. Za vrijeme istraživanja u srpnju, zbog viših podzemnih voda duljina sifona znatno se povećala. Razlog tomu je gotovo horizontalan strop sifona. Naime, podizanje razine vode u sifonu od 0,7 metara produljuje sifon za gotovo 50 metara. Bez obzira na to, uspješno preranjammo sifon i stižemo do četvrtog sifona gdje zapravo počinju naša istraživanja. Već pri samom dolasku do sifona primjećujemo jak protok, ali zaključujemo da je ronjenje moguće.

Teško je opisati taj osjećaj preranjanja četvrtog sifona. Iako je struja bila jaka i imali smo problema s kretanjem odnosno plivanjem i postavljanjem niti, držali smo se stropa kako bismo što prije izronili. Nakon pedesetak metara primjećujemo usku pukotinu koja se pružala prema površini i na naše zadovoljstvo izranjammo. Pomalo dezorientirani i iznenađeni malim dimenzijama kanala, izlazimo iz vode i skidamo opremu. Nakon tridesetak metara suhoga kanala manjih dimenzija ponovo ulazimo u Glavni kanal. Snažna buka vode „slapa“ vodi nas dalje pa dolazimo do jezera velikih dimenzija. Jezero nazivamo Mlin. Nakon nekoliko minuta nevjerice shvaćamo gdje smo



Detalj iz Velikog jezera. Foto: Petra Kovač-Konrad



Odmor između 2. i 3. sifona. Foto: Nenad Buzjak



Branko Jalžić priprema se za uron u Veliko jezero. Foto: Vedran Jalžić

izronili i da je bila čista sreća što smo pronašli pukotinu te se kroz nju spojili u Glavni kanal. Naime, izron direktno u Mlin ne bi bio moguć jer se voda koja otječe u četvrti sifon silovito obrušava niz brzac i protok je u tom dijelu toliko jak da ne bismo imali nikakve šanse izići iz vode. Pomalo s nevjericom odmjeravamo dimenzije kanala koji se nastavlja dalje. Ne samo uzvodno već i nizvodno odnosno kao viša etaža iznad četvrtog sifona.

Odlučujemo pregledati uzvodni dio te nakon toga krenuti nazad. Strmo se penjemo preko golemih kamenih blokova i s nevjericom promatramo prostor dvorane iznad Mlina. Pojedini blokovi veličine su manjih kuća, a visinu ne možemo ni procijeniti. Zaključujemo da u nekim dijelovima prelazi 25 metara. U nastavku, morfologija kanala se mijenja i kanal je manjih dimenzija, tok se ponovno gubi negdje ispod nas. Nakon dvjestotinjak metara buka vode govori nam da smo blizu sifona. Ponovno se spajamo u aktivni kanal te nakon 150 metara kanala dolazimo do jezera. Već na prvi pogled zaključujemo da smo na petom sifonu. Oduševljenju nije bilo kraja, ali već umorni prekidamo akciju i krećemo van. U povratku na Mlin odlučujemo pregledati „povratni kanal“ iznad četvrtog sifona. Nakon

stotinjak metara kanala dolazimo do jame. Međutim, sve nekako izgleda poznato. Nakon nekoliko pokušaja po boku kanala uspijevamo zaobići jamu. Pogled s druge strane odmah nam je bio jasan. Kroz gornju etažu vratili smo se na početak četvrtog sifona, pa ga više nije trebalo preranjati.

Ujutro s oduševljenjem prepričavamo dojmove i radimo plan. Zbog transporta i teške opreme odlučili smo se vratiti na peti sifon te ga pokušati preriniti sa 5-litrenom bocom. Najviše smo bili vođeni činjenicom da su dosad svi preronjeni sifoni manjih dimenzija. Plan je bio preriniti sve do drugog sifona jednom bocom, a 5-litrenom treći sifon i zaroniti u peti sifon. Drugog dana ponovo „tabananje“, i s oko 180 bara u bocama zaranjamo u sifon. Tok u sifonu nije bio jak jer se radi o većem potopljenom prostoru. Nakon 80 metara polako se dižemo na 2 metra dubine, ali ne uspijevamo izroniti. Nažalost, mala zapremina zraka u bocama jednostavno nam ne da dalje, na oko 80 bara zraka u bocama vraćamo se nazad, jer s ostatkom zraka moramo izići i preriniti treći sifon. Naša se procjena ovaj put pokazala lošom. To je ujedno bio i kraj srpanjskih istraživanja, ali i motivacija za povratkom i nastavkom.

U rujnu 2010. godine organiziran je nastavak istraživanja. Glavni nam je cilj bio ponovni pokušaj preranjanja trećeg sifona, ali i napraviti detaljnu foto i videodokumentaciju za potrebe NP Krka. Što se tiče ronjenja, ovog smo puta pripremili 200 metara sigurnosne niti. Isto smo se tako pripremili za dulje ronjenje i sa sobom ponijeli boce od 12 l napunjene na 330 bara. Transportna ekipa bila nam je na usluzi i podijeljena u dva tima. Prvi tim pomagao je do trećeg sifona, a drugi tim od trećeg do petog sifona. Sve je išlo nekako lakše. Očito smo se već dobro upoznali sa špiljom i kretanjem kroz kanal.

Špilja Miljacka velikih je dimenzija, nema provlačenja i takvih situacija, međutim kretanje špiljom u neoprenskom odijelu, natovareni ronilačkom opremom, iznimno je zahtjevno. Gotovo cijelim glavnim kanalom iza drugog pa sve do petog sifona dno kanala prekriveno je velikim blokovima, a na nekim mjestima blatom. Stijene, pogotovo konglomerati, vrlo su oštre na bridovima, ali i vrlo skliske i pad speleologa u takvu okružju, pogotovo s ronilačkom opremom, mogao bi biti koban s teškim posljedicama. Tijekom istraživanja često nam je ta misao prolazila kroz glavu. Bilo je jasno da bi spašavanje iz dijelova iza trećeg sifona

bio vrlo zanimljiv podvig. Na pojedinim su mjestima iz sigurnosnih razloga postavljeni rukohvati. Srećom, tijekom istraživanja nije bilo nikakvih ozljeda.

Odlučeno je da je najbolje odraditi transport i pripremiti sve za uron, zatim na samom sifonu izići van i sljedeći ili nakon dana odmora krenuti do petog sifona i odraditi uron. Tako je i bilo. Dana 6. rujna krenuli smo prema sifonu. Kako nismo transportirali gotovo ništa, do sifona nam je trebalo dva sata.

Zaranjamo i vežemo novu nit na oko 80 metara od ulaza gdje smo stali prilikom zadnjeg urona. Kanal se nastavljao dalje i dalje i dalje. Pogledavanjem na nit odnosno ril, shvaćamo da je sifon dulji od 200 metara i da smo pri kraju niti. Na oko 250 metra vežemo rezervni ril i nastavljamo dalje. Sifon je golem, na nekim mjestima širina mu je i do 20 metara, a visina varira između 2 i 10 metara. Vrlo brzo dolazimo do kraja niti i vežemo nit na dubini od 14 metara. Pogledavamo se i s obzirom na uvjete u sifonu odlučujemo se bez niti pogledati još desetak metara naprijed. U tom se trenutku ispred nas pojavljuje nanos kamenog kršja što nam jasno govori da je iznad nas dimnjak i da bismo možda mogli izroniti. Očekivanja su se pokazala točnim i izranjam u jezeru i golemoj dvorani. Iz dvorane, svega nakon desetak metara kanala, nastavlja se šesti sifon. Kako više nismo imali sigurnosne niti, morali smo se vratiti nazad. Nakon izrona zaključujemo da je duljina sifona oko 300 metara i da se treba dobro pripremiti za nastavak ronjenja, ali i za topografsko snimanje s obzirom na duljinu sifona.

Prolaze dvije godine i 2013. godine odlučujemo vratiti se i topografski snimiti sifon. Mnogo smo raspravljali kako i što bi bilo najbolje. Kojom se opremom koristiti? Suha ili mokra odjela? Dvobocnike ili mono boce? Skutere ili više boca? Na kraju smo se odlučili da, koliko je god moguće, smanjimo količinu opreme kako bismo si olakšali transport, a opet bili sigurni da ćemo uspjeti nacrtati sifon. Odlučili smo se na kompromis. Budući da ronimo s otvorenim i zatvorenim krugom disanja, svaki je ronilac složio svoju konfiguraciju koja mu odgovara. Za uron smo pripremili rebrider, dvobocnik smo rastavili na mono boce radi



Na ulazu u jezero 3. sifona. Foto: Nenad Buzjak



Treći sifon je prvi stalno aktivni sifon u špilji, međutim za vrijeme viših voda, 1. i 2. sifon također postaju aktivni. Tada je zbog jakog protoka ronjenje iza 2. sifona gotovo nemoguće. Foto: Vedran Jalžić

lakšeg transporta i zaključili da ćemo tako sigurno odraditi i ostvariti zadani cilj. Uslijedio je transport opreme do sifona. Sljedeći dan odmorni, rabeći samo male 5-litrene boce preranjam ulazne sifone i pripremamo se za uron. Sve je išlo po planu. Odlučili smo da je najbolje da postavimo novu nit jer je postajala velika vjerojatnost da je nit iz 2010. godine potrgana, a njezino spajanje pod vodom uglavnom uzima više vremena nego postavljanje nove. Osim toga, zbog jednostavne morfologije kanala odučilo se da se sifon crta i mjeri po niti. Iz tog razloga tijekom preranjanja sifona postavili smo novu nit označenu strelicama i oznakama duljine na svakih 5 metara. Za ovu metodu crtanja ponajviše smo se odlučili radi duljine sifona jer je za topografsko snimanje 100 metara potopljenoga

kanala potrebno otprilike sat vremena. To bi značilo da za crtanje petog sifona treba 3 sata. To jednostavno nije bilo prihvatljivo.

Kod ovakvog načina topografskog snimanja, rabeći samo nit kao mjerne sredstvo, treba voditi računa da je nit idealno postavljena sa što manje vezanja i promjena smjerova. Koliko se ova metoda pokazala ispravnom, govori činjenica da nam je za topografsko snimanje 318 metarskog sifona trebalo svega 45 minuta. Cijeli uron, postavljanje niti, istraživanje šestog sifona te topografsko snimanje petog sifona ukupno je trajalo tri sata. S obzirom na to da smo ronili u mokrim odjelima, dobro pothlađeni izranjamo van te kreće transport opreme, a time i kraj istraživanja.



Transportno-ronilačka ekipa iza 3. sifona. Foto: Vedran Jalžić



U kanalu Tri mudraca. Foto: Petra Kovač-Konrad

mikroreljefnih oblika i sedimenata, poput vrtložnih lonaca, stalaktita i stalagmita te razne druge speleoteme. Radi lakšeg opisa Glavnog kanala pojedini dijelovi nazvani su raznim imenima kao što su: Veliko jezero, Povremeni sifon, 1. sifon, kanal Nije lako, 2. sifon, kanal Oklaj si ti, 3. sifon, Nizvodna perspektiva, Kanal tri mudraca, 4. sifon, Rommelov kanal, kanal Čista sreća, Mlin, kanal Tamo preko rijeke, Pločasti kanal, 5. sifon i 6. sifon.

Veliko jezero dugo je 170 metara. Na njegovu duljinu utječu razina podzemne vode odnosno hidrološke prilike u vrijeme istraživanja. U tom je dijelu vidljivo da se za vrijeme pojačanog ulaza vode u sustav razina vode podiže i nekoliko metara. Za vrijeme ovogodišnjih istraživanja na otprilike 25 metara od početka jezera gdje je strop najniži formirao se Povremeni sifon.

Povremeni sifon dug je svega 3 metra, a dubina mu ne prelazi 1 metar. Nakon Povremenog sifona strop se ponovo postupno diže, a prosječna širina kanala povećava se i varira između 5 i 10 metara. Međutim, za viših voda povremeni sifon pretvara se u sifon većih dimenzija. U nastavku jezera nalaze se dva vertikalna kanala. U njihovu podnožju akumulirane su nakupine većih kamenih blokova. Kraj Velikog jezera nalazi se u samom podnožju drugoga vertikalnog kanala. Navedeni vertikalni kanal djelomično je istražen u sklopu provedenih istraživanja.

Nakon Velikog jezera nalazi se sifonsko jezero 1. sifona. Jezero je dugo 17 metara. Zbog nagle promjene dubine, ali i visine stropa na tome je mjestu došlo do formiranja 1. sifona. Stvarna duljina 1. sifona iznosi 64 metara stvarne duljine, a horizontalna duljina mu je 54 metra, završava sifonskim jezerom dužine 10 metara. Izmjerena maksimalna dubina sifona iznosi 12,5 metara.

Nakon 1. sifona nastavlja se kanal Nije lako koji je dobio ime po dva detalja koje je teško proći noseći tešku ronilačku opremu. Kanal je dug 43 metra. U njemu je formirano drugo sifonsko jezero 2. sifona. Jezero je dugo 20 metara. Sifon je kratak - njegova je duljina oko 3 metra, maksimalna dubina iznosi 5,7 metara, a širina je

OPIS GLAVNOG KANALA

Ulaz El Pueblo

Špilja Miljacka II ima karakterističnu ulaznu dvoranu, koju odlikuju velike dimenzije (20 x 30 metara), te velik broj kamenih blokova na dnu dvorane. Također, u samom ulazu u objekt postoji stara pregrada od granja i kamenih blokova. Ulaz je prije bio korišten od strane lokalnog stanovništva u svrhu čuvanja ovaca. Zbog toga ulazni dio ima vrlo karakterističan izgled.

Glavni kanal

Glavni kanal ujedno je i najdulji kanal. Njegova duljina od ulaza do početka petog sifona iznosi 1656,7 metara.

Do kraja istraženog dijela duljina mu je 2034,7 metara. Generalno pružanje kanala je SZ-JI. Od ulaza kanal se pruža azimutom od 310°. Poligonska duljina kanala do Velikog jezera iznosi 261 metar stvarne, a 258 metara horizontalne duljine. Prosječna širina kanala u tome ulaznom i suhom dijelu je 10 metara, a visina 4 metra. U ulaznom dijelu kanala strop je nizak i nije moguće nesmetano kretanje kanalom. Prije same kosine, koja se nalazi oko 60 metara od ulaza, strop se naglo diže i na tome mjestu nalazi se više vertikalnih kanala. Nakon kosine dimenzije se mijenjaju i kanal postaje viši, pa uži. U ulaznom dijelu možemo naći mnogo lijepih primjera



Glavni kanal imponantnih je dimenzija. Gotovo cijelom dužinom kanala u dnu dominiraju veliki kameni blokovi. Foto: Vedran Jalžić

oko 5 metara. Kanal se nastavlja dalje u obliku sifonskog jezera duljine 10 metara.

Nastavak Glavnoga kanala nazvan je prema obližnjem mjestu Oklaj. Kanal Oklaj si ti pruža se od početka drugoga sifonskog jezera 2. sifona do početka sifonskog jezera 3. sifona. Stvarna duljina mu je 379 metara, a horizontalna 368 metara. Iako kanal povremeno mijenja smjer pružanja, početak i kraj prate generalno pružanje Glavnoga kanala. Na dnu gotovo cijelom njegovom dužinom dominiraju kameni blokovi. Iz tog razloga kretanje kanalom vrlo je zahtjevno. U početnom dijelu kanal se postupno

uzdiže, međutim drugi i završni dio postupno pada sve do sifonskog jezera 3. sifona. Širina je na pojedinim mjestima veća od 12 metara, a visina mu varira između 3 i 15 metara. Kanal je u potpunosti istražen, a jedina perspektiva za daljnja istraživanja nalazi se u vertikalnom kanalu koji se nalazi 80 metara prije kraja.

Dolaskom do sifonskog jezera 3. sifona prvi put nailazimo na aktivan podzemni tok. Protok vode u ovom jezeru zna biti toliko jak da je nemoguće preroniti sifon. Tijekom istraživanja u razdoblju od dva mjeseca zamijećena je oscilacija razine vode od oko 1,5 m. Treće sifonsko jezero duljine

je 83 metra. Širina je između 10 i 12 metara. Na samom početku sifonskog jezera u SI boku jezera nalaze se dva kanala manjih dimenzija. Kanali su nazvani Nizvodna perspektiva. Može se pretpostaviti da se navedeni kanali spajaju, ali to nije utvrđeno tijekom provedenih istraživanja. Oba kanala perspektivna su za daljnja istraživanja, međutim u drugom kanalu gledano od ulaza protok je toliko jak da je opasno nastaviti s istraživanjima. U prvom kanalu istraženo je oko 20 metara i kanal se nastavlja dalje. U njemu je protok vode znatno slabiji i postoje velike šanse da se u njemu nastave istraživanja u ovom dijelu objekta. Osim u Nizvodnoj perspektivi istraživanja bi trebalo nastaviti i u vertikalnom kanalu koji se nalazi prije 3. sifona. Duljina 3. sifona također ovisi o hidrološkim uvjetima za vrijeme istraživanja. Na dan topografskog snimanja 3. sifona stvarna duljina je iznosila 35 metara. Maksimalna izmjerena dubina iznosila je 5,7 metara.

Na izlazu iz sifona također je formirano sifonsko jezero. Duljina jezera ovisi o načinu mjerenja, a jezero je ujedno i početak Kanala tri mudraca. Stvarna duljina kanala iznosi 119,5 metara, a horizontalna 117 metara. Maksimalna izmjerena širina kanala iznosi 13 metara. Kanal se postupno uzdiže sve do 4. sifona. Aktivni vodeni tok u ovom se dijelu gubi. Voda teče donjom etažom, danas hidrološki aktivnom.



Veliki sigasti saljev u Rommelovom kanalu. Foto: Petra Kovač-Konrad



Speleothema u objektu ima vrlo malo. U Rommelovom kanalu prije Mlina, zbog konstantnog procjeđivanja vode došlo je do formiranja sigastih saljeva. Foto: Vedran Jalžić



Dio špilje nazvan Mlin. Foto: Petra Kovač-Konrad

Na kraju kanala nalazi se strmina koja vodi do 4. sifona. Ovaj bi se dio moglo opisati i kao jamu u koju je moguće sići bez uporabe užadi. Na dnu kosine ponovo se pojavljuje vodeni tok i tvori sifonsko jezero 4. sifona. Suhi kanal manjih dimenzija nastavlja se dalje i njegova dužina iznosi 25 metara. Završava vertikalnim skokom koji također vodi do aktivnog toka.

U ovome dijelu špilje kanali su razvijeni u tri etaže. U najvišoj etaži nastavlja se Rommelov kanal koji je ujedno i najveći. U srednjoj etaži nalazi se navedeni manji špiljski kanal, a u najnižoj etaži koja je hidrološki aktivna došlo je do formiranja 4. sifona.

4. sifon djelomično je istražen i nije topografski snimljen; njegova duljina dobivena je iz topografske snimke, a od sifonskog jezera 4. sifona do kanala Čista sreća iznosi oko 55 metara. 4. sifon i dalje se nastavlja sve do dijela Glavnoga kanala koji se naziva Mlin.

Kanal Čista sreća nazvan je tako jer je stvarno bila sreća da su speleoronioci pronašli navedenu pukotinu i u njoj izronili. Da se nastavilo roniti dalje prema Mlinu, izron ne bi bio moguć

s obzirom na snagu protoka vode u tome dijelu kanala. Čista sreća također je kanal manjih dimenzija. Širina mu ne prelazi 4 metra, visina varira od 6 metara iznad sifonskog jezera do 2 metra na spoju s Glavnim, odnosno Rommelovim kanalom.

Rommelov kanal pruža se od kraja Kanala tri mudraca, odnosno 4. sifona, sve do dijela nazvanog Mlin. Stvarna duljina kanala iznosi 124,5 metara, a horizontalna 116 metara. Širina mu varira između 8 i 12 metara, a u najširem dijelu izmjereno je 19 metara. Upravo u tome najširem dijelu kanala pojavljuju se speleotemi koji su vrlo rijetki. Ovdje su formirani u raznim oblicima, a to su: stalaktiti, stalagmiti, saljevi i kaskade. Visina mu također varira između 5 i 13 metara. U početnih 80 metara gledano od ulaza postupno se uzdiže i u svojem najvišem dijelu dno kanala nalazi se 24 metra iznad razine vode u 4. sifonu. Kanal se dalje nastavlja i strmo pada prema Mlinu.

Mlin je dio Glavnog kanala, a dobio je ime po tome što se voda u ovom jezeru vrti poput vira i tvori brzak kojim otječe prema 4. sifonu. Mlin je jezero

dugo 30 metara i širine do 12 metara. U središnjem istočnom dijelu jezera nalazi se navedeni brzak i odlazni kanal koji nije istraživani.

Glavni kanal nastavlja dalje u dio nazvan Tamo preko rijeke. Stvarna duljina kanala iznosi 79 metara, a horizontalna 66 metara. U svojem početnom dijelu s obzirom na širinu i visinu najvećih je dimenzija. Širina mu je u tom dijelu 35 metara, a doseže visinu od 25 metara. U SZ dijelu pojavljuje se dolazno sifonsko jezero iz kojeg voda teče prema Mlinu. Ovo sifonsko jezero nije istraženo. U početnom dijelu koji se strmo uzdiže, dno je prekriveno vrlo velikim kamenim blokovima. Smjer pružanja toga dijela je S-SI, sve do najvišeg dijela, u kojem se dno kanala nalazi 20 metara iznad razine vode u Mlinu.

U drugom dijelu kanal ponovno mijenja smjer i pruža se u smjeru SZ. I u ovome dijelu dolaze do izražaja karakteristični veliki kameni blokovi. Izmjerena je visina kanala od 23 metra. Na samom kraju kanala naglo se mijenjaju speleomorfološke karakteristike. Iz tog je razloga nastavak Glavnog kanala dobio ime Pločasti kanal.



Glavni kanal nakon Pločastog.
Foto: Petra Kovač-Konrad

Pločasti kanal formiran je u zoni uslojenih laporovitih vapnenaca. Kanal je gotovo horizontalan. Stvarna duljina ovoga dijela Glavnog kanala je 30 metara, a horizontalna 29,7 metara. Širina mu je 7,5 metara, a visina varira između 1,5 i 3 metra.

Glavni kanal nastavlja dalje i uglavnom je horizontalan sve do sifonskog jezera 5. sifona. U ovom dijelu između Pločastoga kanala i sifonskog jezera 5. sifona voda se pojavljuje nekoliko puta, međutim uglavnom teče donjom etažom. Na samom početku, odmah nakon Pločastog kanala nalazi se sifonsko jezero. Sa sigurnošću se može reći da se voda koja ponire u navedenom jezeru ponovo pojavljuje u sifonskom jezeru koje se nalazi u početnom dijelu kanala Tamo preko rijeke. Stvarna duljina kanala od Pločastoga kanala do sifonskog jezera 5. sifona iznosi 122 metra, a horizontalna 120 metara. Širina mu je između 10 i 15 metara, a visina varira od 5 do 15 metara.

U nastavku Glavnoga kanala došlo je do formiranja nekoliko jezera sve do sifonskog jezera 5. sifona. Duljina sifonskog jezera i ovdje ovisi o razini vode. U tome dijelu strop je vrlo nizak i vodoravan pa, ako dođe do porasta razine vode za jedan metar, jezero je duže za gotovo 45 metara. Duljina jezera mjerena na dan istraživanja iznosila je



Sifonsko jezero 5. Sifona dužine 66 metara. Foto: Petra Kovač-Konrad

66,5 metara. Nakon jezera nastavlja se potopljeni špiljski kanal nazvan 5. sifon koji je u potpunosti istražen i topografski snimljen. Njegova je stvarna duljina 318 metara, a horizontalna 314 metara. Maksimalna dubina u najdubljem dijelu je 14,5 metara. Smjer pružanja 5. sifona prati generalni smjer pružanja Glavnoga kanala. Odmah nakon 5. sifona i nakon svega dvadesetak metara suhoga kanala, odnosno dvorane velikih dimenzija, nastavlja se 6. sifon. U 6. sifonu istraženo je i topografski snimljeno 50 metara potopljenoga kanala, sifon je također velikih dimenzija, a kanal se nastavlja dalje.

OSNOVNE HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Geološki podatci u ovom sažetom prikazu preuzeti su iz geoloških karata i tumača (Grimani i dr., 1972 i 1975; Ivanović i dr. 1967 i 1976; Ivanović i dr. 1983a i b) te Kapelj (2002).

Slivno područje rijeke Krke tipičan je primjer krške cirkulacije vode. Poznavanjem hidrogeoloških odnosa može se rekonstruirati i nastanak doline Krke te objasniti postanak određenih reljefnih cjelina, gdje je voda bila glavni agens u okršavanju podzemlja. Poniranje vode u podzemlje ovisi o geološkoj građi terena. Rijeka Zrmanja u svojoj je prvoj fazi nastanka bila

pritoka rijeke Krke (Fritz, 1972). Fosilni tok rijeke Zrmanje utjecao je u Krku i cijelim svojim tokom u pleistocenu tekao smjerom juga i jugoistoka. Promjena njezina toka dogodila se prije otprilike 40 000 godina kada je zbog orogenetskih pokreta i spuštavanja erozivne baze došlo do dubinskog razlamanja stijene. Ovakvi procesi rezultirali su znatnijim poniranjem vode i razvoju krških fenomena. Zbog remodeliranja reljefa modificirao se prvotni tok u čelu navlake koje je tektonski bilo najjače oštećeno, najrastresitije u odnosu na okolne stijene i zbog toga najpodložniji eroziji. Postignutim strukturnim odnosima dovedene su u kontakt nepropusne i ispiranju podložne naslage sa sekundarno sve propusnijim, ali na površini otpornijim karbonatnim naslagama.

Korištenjem tehnike trasiranja dokazano je da je rijeka Krka povezana sa Zrmanjom te s vodom Gračačkog polja (Fritz, 1972; Fritz i Pavičić, 1987; Bonacci 1987). Nakon 18. kilometra svog toka rijeka Zrmanja brojnim ponorima prihranjuje rijeku Krku. Trasiranjem je dokazano da su veze između rijeke Zrmanje i Krke vrlo kompleksne. Od 100 % ubačenog fluorescina u ponor na Mokrom polju, nakon 252 sata u rijeci Krki pojavilo se samo 30 % fluorescina. Brzina toka bila je 1,2 cm/s. Drugo trasiranje provedeno je 1987. godine za vrijeme

sušnog razdoblja, kada su male količine fluorescina ubačene u ponore u blizini Ervenika. Sva se boja pojavila 5 km nizvodno u rijeci Zrmanji. Ovim je istraživanjima utvrđeno da se podzemna voda na svojem putu od izvora rijeke Zrmanje do izvora Krke „gubi“. Gubitak podzemne vode događa se zbog toga što je korito rijeke Zrmanje više od razine podzemnih voda, dok je infiltracija površinskih voda mnogo veća. Zbog tektonski uzrokovanih pukotina i intenzivnog procesa okršavanja podzemna cirkulacija vode između Zrmanje i Krke kreće se u mreži različitih smjerova te prolazi „dug“ put od Zrmanje do izvora rijeke Krke.

SPELEOMORFOLOGIJA ULAZNOG DIJELA DO 3. SIFONA

Iako su se pojedini autori prije njega bavili ovim prostorom u speleološkom smislu, o geološkim uvjetima speleogeneze područja Krke prvi je sustavno i opsežno pisao O. Lukić (1990, 1992). Geomorfološka opažanja obavljena su u srpnju i rujnu 2010. Tijekom opažanja geomorfološki elementi unošeni su na nacrt te je snimljena fotodokumentacija koja je pomogla u interpretaciji procesa i oblika bitnih za speleogenezu i speleomorfologiju. Snimanju fotografija držanjem lampi i bljeskalica, pomoći u traženju motiva i velikom strpljivošću svoj su doprinos u vrlo teškim uvjetima dali: P. Kovač-Konrad, V. Jalžić, B. Bregar, I. Mišur, R. Baković, R. Novak, A. Kirin i P. Rade.

Speleogeneza i speleomorfologija špilje Miljacka II rezultat je međudjelovanja više čimbenika: sastava stijena i njihovih međusobnih odnosa velikim dijelom izmijenjenih boranjem i rasjedanjem,



Za vrijeme visokih voda dio Glavnog kanala u potpunosti je potopljen te nije moguće roniti i istraživati. Foto: Vedran Jalžić

hidrogeoloških značajki stijena te geomorfoloških procesa koji su je oblikovali tijekom geološke prošlosti do današnjih dana.

Postanak špilje vezan je za tektonski poremećene Promina naslage (Lukić, 1992). Njihov je sastav lijepo vidljiv duž cijelog, dosad istraženog špiljskoga kanala u kojem se izmjenjuju uslojene naslage konglomerata i laporovitih vapnenaca. Špilja je oblikovana u sinklinalnoj formi čija os smjera SZ-JI siječe kanjon Krke 300-tinjak metara južno od ulaza, a označena je i na OGK. Na topografskoj površini geomorfološki marker sinklinale je teško vidljiv zbog nezamjetnog udubljenja na potezu od zaselka Grčići prema Ugrčićima. No, na satelitskoj snimci lako je uočljiv karakterističan tlocrt geološke strukture s polukružnom formom karakterističnom

za borane naslage. Utjecaj tektonike na oblikovanje reljefa vidljiv je po geomorfološkim markerima u okolici špilje poput izmjene smjera pružanja kanala špilje (iz dominantnog SZ-JI u SSZ-JJI u prvom i zadnjem trećini kanala) te laktasta skretanja korita i doline Krke.

U boranim naslagama najistaknutije su pukotine grupirane i pružaju se paralelno s osi bore. Manje dominantne frakture mogu biti paralelne sa smjerom nagiba naslaga u krilima bore, a izmjene u smjeru pružanja kanala mogu biti rezultat smicanja u uvjetima regionalne kompresije. Špilja Miljacka II vrlo je ilustrativan primjer ovakva tipa speleogeneze. Tlocrt je naglašeno izdužen i paralelan s pružanjem geoloških struktura. Odstupanje smjera pružanja kanala od geoloških struktura jest malo, što je karakteristično za uslojene naslage koje su

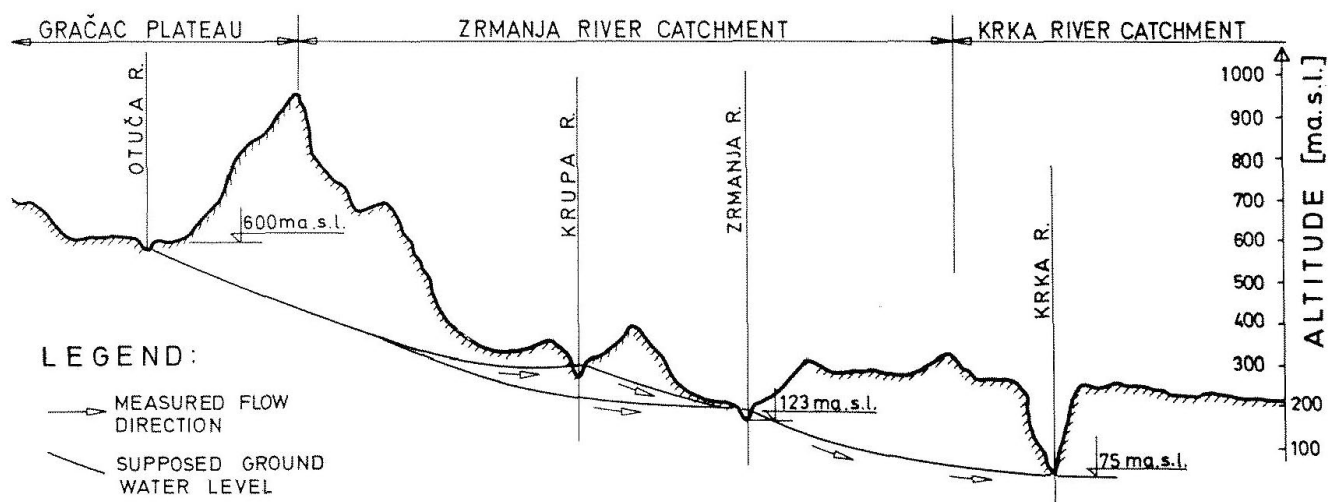
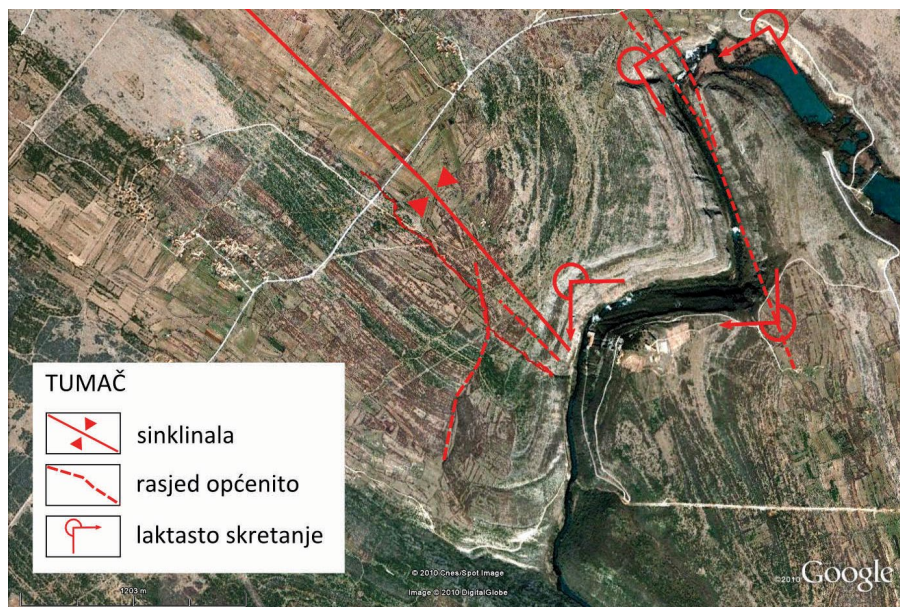
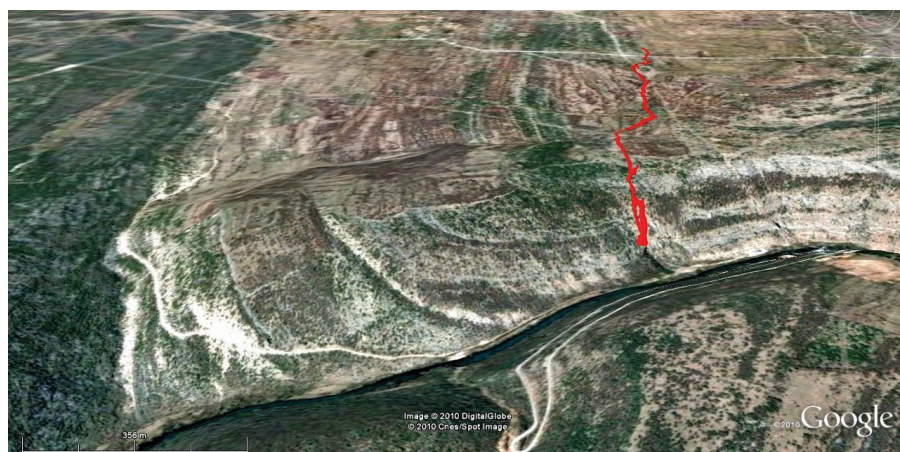


Fig. 2 Cross-section A–B–C (from Fig 1).

Schema hidrogeoloških podzemnih veza Gračačkog polja, rijeke Zrmanje i Rijeke Krke (Bonacci, 1999.)



Geološki odnosi u širem području špilje Miljacka II. Izvor podataka za rasjede Kapelj 2002. Prikaz izradio Nenad Buzjak, podloga, Google Earth

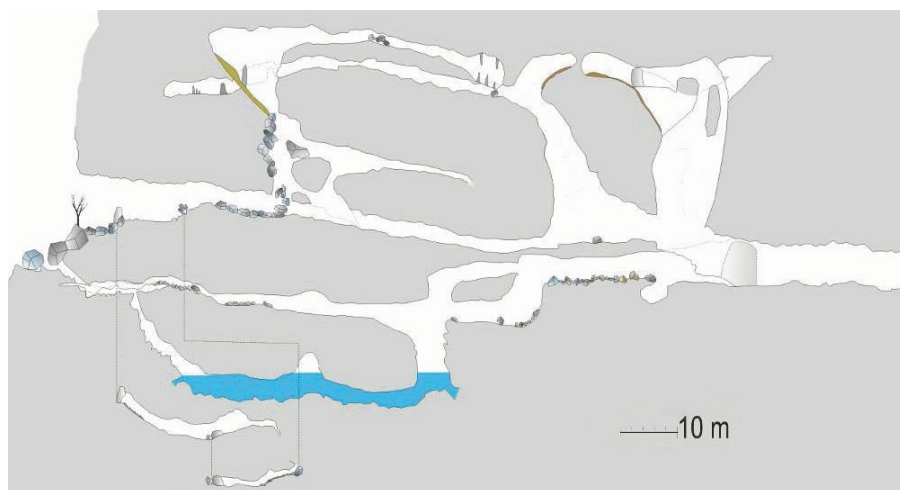


Sinklinala polukružne bore u desnoj strani kanjona Krke južno od ulaza špilje Miljacka II. Os bore je dinarskog smjera. Kanal špilje je ucrtan kao crveni poligon. Prikaz izradio Nenad Buzjak, podloga, Google Earth

borane i rasjednute kakve su i Promina naslage opažane u špilji. Očito je da je speleogeneza pretežno predisponirana sustavom uzdužnih pukotina i rasjeda u razlomljenoj zoni osi sinklinale.

S obzirom na pružanje, nagib i morfološke značajke kanala i dvorana Miljacka II je jednostavna špilja. U većem dijelu

do 2013. godine istraženih podzemnih prostora oblikovana je u jednom nivou. Iznimka su dijelovi špilje od ulaza do kraja Velikog jezera, Rommelova kanala, 4. sifona i kanala Tamo preko rijeke sve do kraja Pločastoga kanala. Ulaz špilje izrazito je prostran u odnosu na nastavak kanala. Jugoistočne je ekspozicije. Veliki je otvor posljedica urušavanja



Nivou u ulaznom dijelu špilje. Splet horizontalnih i vertikalnih dijelova Povratnog kanala ispod današnjeg ulaza i ulaznog dijela Glavnog kanala je primjer freatičke omče.

dijela stijene i stropa dvorane koja se tu nekada nalazila. To je vidljivo po ostacima fosilnih sigi u neposrednoj blizini linije ulaza i blokovima koji su gotovo pregradili donji dio ulaza. Već je od samog ulaza u lijevom boku kanala (gledajući od ulaza prema unutrašnjosti) i stropa vidljiva izrazita tektonska pukotina dinarskog smjera (smjer 145-325, nagib 75°) duž koje je oblikovan početni dio glavnoga kanala. U lijevom i desnom boku ulaza sačuvana je fosilna terasa koja predstavlja nekadašnje dno kanala. Trag djelovanja vode jesu i brojne zidne niše u lijevom boku kanala od same linije današnjeg ulaza.

U zoni ulaza špilja je razgranata i oblikovana u čak sedam prepoznatljivih nivoa etaža što je posljedica velike tektonske razlomljenosti naslaga, izmjene stijena različite propusnosti unutar Promina naslaga (pretežno su to konglomerati i laporoviti vapnenci), njima uvjetovanih hidroloških i hidrogeoloških odnosa te evolucije doline rijeke Krke kao lokalne erozijske baze. Naime, glavni špiljski kanali kojima otječe glavina podzemne vode oblikuju se u razini ili blizu razine lokalne erozijske baze (u ovom slučaju rijeke Krke). Poremećaji u takvu razvoju mogu biti posljedica pojave stijena slabije propusnosti. Kako rijeka sve dublje usijeca svoje korito i produbljuje dolinu, podzemni tokovi oblikuju kanale u novoj, nižoj razini. U takvim su špiljama najprostraniji kanali najčešće oni koji su bili najdulje hidrološki aktivni. U profilu kanala od ulaza do početka Velikog jezera lijepo je vidljiva izmjena horizontalnih kanala oblikovanih u freatičkim uvjetima i u razini vode temeljnice međusobno spojenih strmim kanalima nastalih gravitacijskim, ali i sifonskim tečenjem vode pod tlakom. U hidrološkom smislu broj od sedam spomenutih nivoa opravdano je svesti na tri dominantna nivoa: gornji nivo, srednji nivo i donji nivo. Viši nivo oblikovan je u vrijeme višeg nivoa lokalne erozijske baze (Krka), npr. Guano i Mali povratni kanal. To su stariji (fosilni) dijelovi kanala koji su u vadoznoj etapi oblikovanja što dokazuju u njima velike količine istaložene sigi te intenzivno urušavanje. Produkt urušavanja su velike količine kršja pomiješane s aluvijalnim taložinama iz epifreatičke etape kada je ove kanale tijekom razdoblja visoke vode oblikovao i vodeni tok. Oba su kanala pukotinskog tipa, a nastali su širenjem pukotine smjera SZ-JI. Srednji nivo današnji je Glavni kanal kojim se ulazi u špiljski prostor do odvojka gdje



Cijelom dužinom glavnog kanala možemo pratiti uslojene laporovite vapnence u stropu i konglomerate u bokovima kanala. Foto: Vedran Jalžić

se križa s Povratnim i Malim povratnim kanalom. U geološkoj prošlosti kada je dio Glavnog kanala od križanja do današnjeg ulaza bio hidrološki aktivan razina vode u uzvodnom je dijelu špilje bila toliko visoka da je veći dio, posebno Kanal tri mudraca bio potopljen. Njegov karakteristični presjek i niski gradijent pada svjedoče o speleogenezi u stabilnim uvjetima freatičke zone.

Kada je zbog snižavanja erozijske baze došlo do retrogradnog otvaranja ponora u kanalu uzvodno ovaj dio kanala relativno brzo gubi svoju odvodnu funkciju. S obzirom na to da se prema ulazu lagano uspinje, vjerojatno je u njemu bila obala sifonskog jezera. Snižavanjem

erozijske baze zbog usijecanja korita Krke kao odvodni kanal špiljske vode oblikuje se Povratni kanal. Morfološki i hidrološki može se podijeliti na gornji i donji nivo. Ovakvo razdvajanje kanala uvjetovano je geološkom strukturom koja je u nizu pukotina vidljiva već od njegova ulaznog dijela. Dno Povratnoga kanala na njegovu je ulazu 6,5 - 7 m niže od razine dna ulaznog dijela Glavnoga kanala. Ovakva visinska razlika strukturne je prirode, tj. nastala je duž rasjeda čijim je širenjem nastao kanal u dva nivoa. Razlika u morfologiji i poprečnim presjecima ova dva nivoa rezultat su oblikovanja u različitim hidrološkim uvjetima. Ulazni dio Glavnoga kanala od račvanja Povratnoga kanala uglavnom

je izrazitog lečastog presjeka. Iz toga i njegove širine zaključuje se da je oblikovan u uvjetima relativno konstantnog nivoa podzemne vode u freatičkim uvjetima širenjem horizontalne pukotine. Povratni je kanal oblikovan u freatičkim uvjetima što je vidljivo po mikroreljefnim oblicima na stijenkama kanala. Daljnjim snižavanjem nivoa vode dolazi do produblivanja njegova dna usijecanjem korita vodenog toka u epifreatičkim i vadoznim uvjetima kada je vodeni tok ispunjavao samo donji dio kanala.

Glavni kanal pred Velikim jezerom još uvijek ima freatičke karakteristike. U sastavu sedimenta na dnu kanala počinje postupno prevladavati glina kojom su obilato, gotovo do samog stropa, zasuti i bokovi kanala. Kanal je odavde prema povremenom sifonu silaznoga smjera. U krovini koja je isprana i dalje se izmjenjuju konglomerat i laporoviti vapnenac. Iza polusifona strop kanala prvo se postupno, a zatim vrlo strmo uzdiže. Na njemu je zabilježena velika gustoća stropnih kupola. Potopljeno dno većim je dijelom prekriveno kršjem i blokovima koji su se urušili sa stropa. Na mjestu najjačeg urušavanja oblikovane su nakupine u obliku otoka visine 6 - 7 m iznad vode. Drugo je urušavanje bilo toliko obilno da je pregradilo kanal.

Lokacije 2. i 3. sifona na mjestima su česte promjene relativne dubine kanala. Iza 2. sifona kanal iz smjera SSZ-JJI



Debele naslage aluvijalnih nanosa u Glavnom kanalu na prilazu Velikom jezeru. Foto: Nenad Buzjak



Izmjena laporovitih vapnenaca i konglomerata u Glavnom kanalu blizu 3. sifona. Foto: Nenad Buzjak

naglo mijenja smjer u SZ-JI. Taj je dio kanala najprostraniji. Često je stepeničastog ocrta jer mu je strop oblikovan urušavanjem blokova konglomerata. Otprilike 150 m od 2. sifona strop se lagano spušta prema 3. sifonu. Najveća promjena u visini tektonski je predisponirana na mjestu gdje je oblikovan veliki dimnjak. Visok je oko 20 m.

Za razliku od većine kanala gdje gotovo i nije bilo prokapnice, na ovoj se zoni ona procjeđuje u velikim količinama. Brojni su i blokovi akumulirani urušavanjem. Cijelom je duljinom lijepo vidljiv utjecaj geološkog sastava na morfologiju presjeka kanala gdje do izražaja dolazi veća otpornost konglomerata na kemijsko trošenje.

Danas se ovaj kanal uglavnom oblikuje u vadoznim uvjetima iako je povremeno izložen vodenim valovima koji donose znatne količine sitnozrnatog aluvijalnog sedimenta.

ZAKLJUČAK

Terenskim istraživanjima potvrđena je pretpostavka da se u špilji Miljacka II nalaze podzemni prostori velikih dimenzija. Također, nova istraživanja potvrdila su da je istraživani objekt najdulji na području Nacionalnog parka Krka te da se duljina objekta gotovo svakim istraživanjem povećava. Izradom novog topografskog nacrtu ispravljene su greške vezane za duljinu objekta. Ustanovljeno je da je ukupna duljina špilje prije provedenih istraživanja nije iznosila 1750 metara već 1570 metara. Kroz provedena istraživanja duljina objekta povećana je sa 1570 metara na 2723,5 metara stvarne duljine, odnosno 2608 metara horizontalne dužine.

Na temelju topografskog nacrtu i prikupljenih speleomorfoloških podataka špilja Miljacka II se kategorizira po morfološkom tipu u etažni speleološki objekt i razgranat speleološki objekt.

Po genetskom tipu pripada u tektonsko-erozijske (poligenetske) speleološke objekte jer su u genezi nastanka tektonski pokreti i erozijsko djelovanje vode odigrali glavnu ulogu. Po hidrološkim karakteristikama Miljacka II je objekt sa stalnim vodenim tokom, dok količina vode ovisi o hidrološkim prilikama na širem području. Po ocjeni teškoće radi se o vrlo teško prohodnome speleološkom objektu.

Po svojim geomorfološkim i speleomorfološkim karakteristikama pripada u objekte u kojima je izraženo i jasno vidljivo oblikovanje prostora tektonskim, erozivnim i korozivnim procesima te iz tih razloga čini vrijedan dio hrvatske geobaštine. Nigdje u Hrvatskoj do sada nije otkriven speleološki objekt ovakvih dimenzija formiran u Promina naslagama.

Istraživanja su stala na 2034 metara od ulaza u špilju. Špilja Miljacka II ima

veliku perspektivu za daljnja speleološka i speleoronilačka istraživanja. Da bi se istraživanja nastavila, potrebno je preroniti pet sifona, a fizičko svladavanje suhih dijelova kanala od ulaza do mjesta nastavka istraživanja traje između tri i četiri sata. Za nastavak istraživanja također će biti potrebno angažirati veći broj speleoronilaca. Zbog duljine 5. sifona, koja iznosi 318 metara, bit će potrebno dobro planiranje istraživanja kao i odgovarajuće opreme za njihov nastavak. Iz tog će razloga biti potrebno postaviti bivak kojim će se omogućiti speleoroniocima boravak od nekoliko dana bez vraćanja na površinu. Uz opremu za bivakiranje, hranu i suhu odjeću, bit će potrebno donijeti znatno veću količinu ronilačke opreme tako da se može zaroniti nekoliko puta. Za transport svega navedenog trebat će nekoliko dana i veći tim speleoronilaca te posebne tehnike prenošenja opreme kroz suhe i potopljene dijelove Glavnoga kanala.

Iz geoloških i geomorfoloških karakteristika terena na kojem se nalazi špilja Miljacka II može se zaključiti da će se špiljski kanal nastavljati u istome smjeru i da postoji mogućnost da dužina špilje bude veća od pet kilometara. Osim nastavka istraživanja Glavnoga kanala svakako valja nastaviti sa speleoronilačkim istraživanjima u kanalu Nizvodna perspektiva u koji uvire velika količina podzemne vode. Za sada se može samo pretpostaviti da je to ista voda koja izvire u Špilji pod Mlinom.

Prvi su put istraženi vertikalni kanali u ulaznom dijelu špilje. Uporabom alpinističkih tehnika istraženo je više od 300 metara kanala, a 260 metara kanala topografski je snimljeno. Osim toga u nekoliko kanala otkriveni su novi perspektivni dijelovi špilje koje tek valja istražiti.

SUDIONICI ISTRAŽIVANJA

U istraživanjima 2010. i 2013. godine sudjelovalo je 15 speleologa iz 8 speleoloških udruga:

UDRUGE: Speleološki odsjek HPD „Željezničar“, Speleološki klub „Samobor“, Speleološko društvo „Karlovac“, Hrvatsko biospeleološko društvo, Breganja, Hgss stanica Ogulin, Društvo za istraživanje krša „Freatik“, Dinaridi-Društvo za istraživanje i snimanje krških fenomena.

SUDIONICI: Petra Kovač-Konrad, Branko Jalžić, Ivan Mišur, Bernard Bregar, Ruđer Novak, Iva Šklempa, T. Kokić, Nenad Buzjak, Robert Baković, Predrag Rade, Alen Kirin, Vedran Jalžić, S. Takač, Jenny Barnjak, Alan Kovačević.

Osim istraživanja špilje Miljacke II speleološka i speleoronička istraživanja trebalo bi nastaviti i u drugim speleološkim objektima u neposrednoj blizini. Prikupljanje podataka vezanih za te objekte dalo bi mnoge odgovore vezane i za Miljacku II. Povezivanjem navedenih objekata špilja Miljacka II postala bi špiljski sustav znatno većih dimenzija nego što je sada.

LITERATURA

Bonacci, O., (1999): Water circulation in karst and determination of catchment areas: example of river Zrmanja, *Hydrological sciences Journal* 44(3), 373-385

Fritz, F., (1972): Razvitak gornjeg toka rijeke Zrmanje, *Krš Jugoslavije* 8/1, Zagreb 1972,1-13

Fritz, F., Pavičić, A. (1987): Sliv krškog izvora Miljacke u dolini Krke (Dalmacija). Zbornik referata IX. jugosl. Simpozija o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Knjiga 1, 97-101

Grimani, I., Šikić, K., Šimunić, A., (1972): Osnovna geološka karta SFRJ list Knin, 1:100000, Savezni geološki zavod Beograd

Grimani, I., Šikić, K., Šimunić, A. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000. Tumač za list Knin, *Inst. geol. istr. Zagreb, Savezni geol. zavod Beograd*

Ivanović, A., Sakač, K., Marković, S., Sokač, B., Šušnjar, M., Nikler, L., Šušnjara, M., (1967): Osnovna geološka karta SFRJ list Obrovac, 1:100000, Beograd

Ivanović, A., Sakač, K., Sokač, B., Vrsalović-Carević, I., Zupanić, J. (1976): Tumač Osnovne geološke karte SFRJ za list Obrovac 1:100.000. *Inst. geol. istr. Zagreb (1967), Savezni geol. zavod Beograd.*

Ivanović, A., Sikirica, V., Marković, S., Sakač, K., (1983a): Osnovna geološka karta SFRJ list Drniš, 1:100000, Beograd

Ivanović, A., Sikirica, V., Marković, S., Sakač, K., (1983b): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Drniš. *Inst. geol. istr. Zagreb (1978), Savezni geol. zavod Beograd*

Kapelj, J., (2002): Strukturni sklop šireg područja Promine u Sjevernoj Dalmaciji i odraz na hidrogeološke

odnose. Doktorska disertacija, Geološki odsjek PMF-a Sveučilišta u Zagrebu, pp. 108, Zagreb

Lukić, O., (1990): Geologija i gena-za speleoloških objekata područja Nacionalnog parka „Krka“. *Diplomski*

rad, RGN, Sveučilišta u Zagrebu, pp. 38, Zagreb

Lukić, O., (1992): Speleološka istraživanja na području Nacionalnog parka „Krka“. *Speleolog, 1990-1991 (godište 38/39), 4-15*

SUMMARY

Field research has confirmed the presence of large underground spaces inside the Miljacka II Cave. Also, new explorations confirmed the surveyed cave as the longest in the Krka National Park and its length continues to increase with each new exploration. By making a new cave survey previous mistakes concerning the length of the cave have been corrected. It has been determined that the total length of the cave before the new explorations was not 1750 m but actually 1570 meters. The recent surveys increased the cave length from 1570 m to 2723,5 m with 2608 meters of horizontal passage.

Based on the survey and gathered speleomorphological data Miljacka II Cave is a morphological type, characterized as a multi-leveled and branched cave. By genetic type it belongs to the tectonic-erodic (poligenetic) caves because tectonic movements and erosional water activity had a major impact in the genesis. By hydrological characters Miljacka II is a cave with a constant water flow with amount of water depending on the hydrological conditions of a wider area. Concerning difficulty, it is a very heavy passable cave (Čepelak R., Garašić M., 1982.).

By its geomorphological and speleomorphological characteristics it is a cave with pronounced and clearly visible tectonic, erosive and corrosion processes in space formation and for that it is a valuable part of the geoheritage of Croatia.

Nowhere in Croatia has a cave with such large dimensions been found formed in Promina deposits.

Explorations have been stopped at 2034 m from the cave entrance. To continue further it is necessary to dive through five sumps and to physically overcome dry passages from the entrance to a place where the survey should continue, between three and four hours is required. Also, to continue exploration a larger number of cave divers will have to be engaged. Because the fifth sump is 318

meters long further surveys and list of adequate equipment will have to be well planned. Therefore a bivac will have to be placed, enabling cave divers to stay in the cave for several days continuously without exiting to the surface. With all the bivac equipment, food and dry clothes, it will also be important to transport substantial amount of diving equipment to enable several dives. To transport of all of the above it will take several days and a larger team of cave divers and special techniques of equipment transfer through the dry and submerged parts of the Main passage.

Miljacka II Cave has a great perspective for further cave and cave diving surveys. From geological and geomorphological features of the terrain where the cave is situated it can be concluded that the cave passage will continue in the same direction and there is a possibility of the cave length surpassing five kilometers.

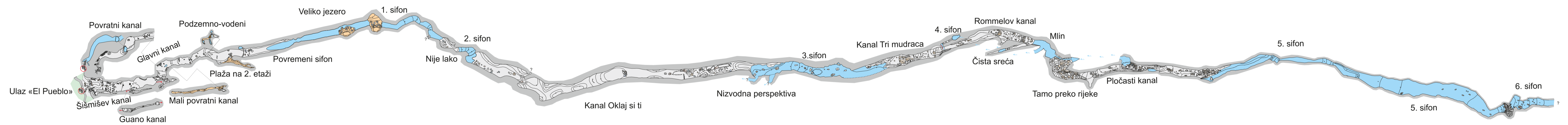
Besides continuing survey of the Main passage, cave diving survey of the Nizvodna perspektiva, passage where a large amount of underground water enters, should also be carried on. For now we can only assume it is the same water which resurges in Špilja pod Mlinom.

For the first time vertical passages in the entrance part of the cave have been surveyed. By the use of climbing techniques over 300 m of passages have been explored and 260 m have been surveyed. Other than that, in several passages new promising parts of the cave have been detected and they are still to be surveyed.

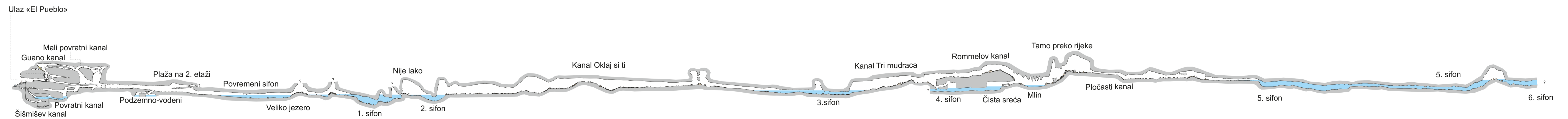
Apart from surveys in Miljacka II, cave and cave diving explorations should also be continued in other caves in the vicinity. By gathering data on those caves we might get many answer about Miljacka II itself. By connecting with the nearby caves Miljacka II would become a cave system with significantly larger dimension as they are now.

Špilja Miljacka II

HE Miljacka, Kistanje, NP «Krka»



0m 100m 200m



Špilja Miljacka II

topografski snimili: O. Lukić, B. Jalžić, D. Lacković, V. Jalžić, I. Mišur, B. Bregar, P. Kovač-Konrad, R. Baković, G. Rnjak

mjerili: D. Lukačić, B. Jalžić, D. Lacković, R. Novak, P. Kovač-Konrad, B. Bregar, T. Kokić

nacr turedili: V. Jalžić, I. Mišur

istraživali: SO HPD «Željezničar», SO PDS Velebit, HPM, HBSD, SK Samobor, SD Karlovac, HPK Sv. Mihovil

stvarna duljina: 2723,5 m
horizontalna duljina: 2608 m

x= 4873,382 N
y= 5581,876 E
z= 100 m