

Kontaktni krš u zaleđu izvora Rječine - najbrža podzemna vodna veza prema izvorima?

Foto: Elvis Kukuljan

Level Kukuljan

Speleološka udruga „Estavela“, Kastav

U radu su predstavljeni rezultati prvih speleoloških istraživanja i geomorfološki opisi pojava karakterističnih za kontaktni krš na sjevernom rubu navlačne strukture Rječine. Područje obuhvaća malenu izvorišnu i ponornu zonu na rubu krškog vodonosnika, koji snabdijeva najveće krške izvore sjevernog Jadrana – izvor Rječine i Zvir. Rezultati prijašnjih trasiranja vodenih tokova pokazali su da je upravo ovdje utvrđena najbrža podzemna vodena veza prema izvorišnoj zoni SZ ruba Grobničkog polja. U najmanju ruku, to upućuje na dobro razvijenu podzemnu mrežu vodenih kanala, a time i na neotkriveni speleološki potencijal.

Ključne riječi: hidrogeologija krša, fluviokrš, poplave u kršu, slijepa dolina Mlake, ponor u Dnu

Keywords: karst hydrogeology, fluvio karst, karst floods, Mlake blind valley, Dno sinkhole

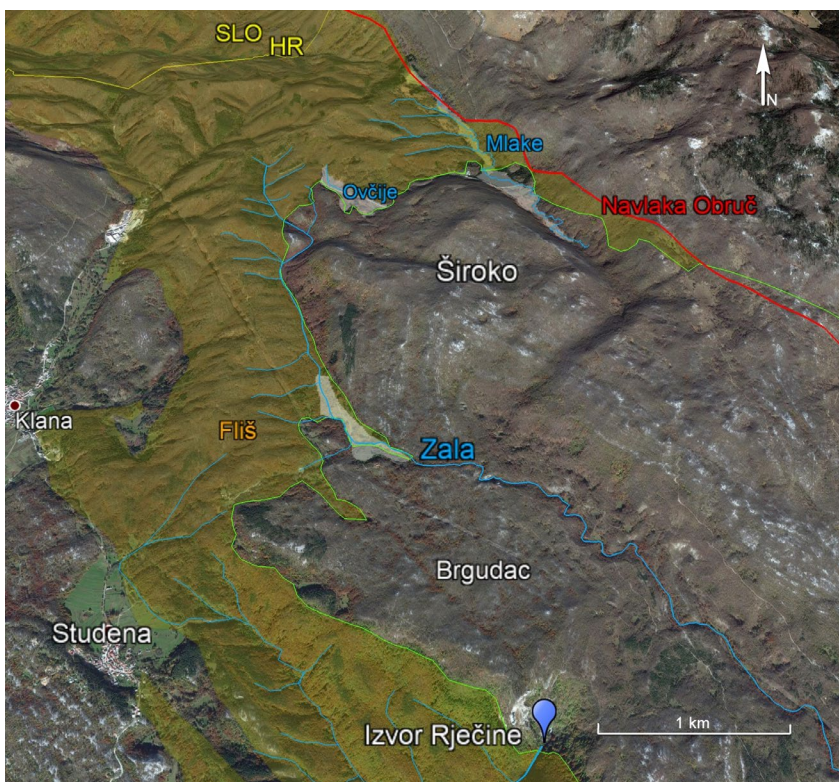
Uvod

Iako je speleologija prirodno okrenuta istraživanju prohodnih speleoloških fenomena, određena krška područja nude obilje „graničnih“ primjera koji naizgled (ili na prvu ruku) niti ne spadaju u speleološke objekte. To su, primjerice sitasti ili neprolazni ponori, pihalice ili sedimentom

i kršjem zatrpane jame. Iako je neusporedivo lakše istražiti prohodne i široke kanale i vertikale, i uostalom, pronaći teren koji nudi takvo što, katkada dublji interes u fenomen krša uključuje pokušaj za razumijevanja i takvih neprivlačnih pojava. Sitasti ponori svejedno upućuju na razvoj podzemne hidrološki aktivne mreže kanala, pihalice na moguće

postojanje višeg ili nižeg ulaza, a sediment pak na geomorfološke procese u bližoj ili daljoj prošlosti.

Jedno od takvih područja, na kojem se nalazi niz gore spomenutih fenomena, je kontaktni krš na sjevernom rubu tzv. navlačne strukture Rječine u riječkom zaleđu. Ovo područje dosad je najbolje opisano u članku



Slika 2. | Pogled na reljef sjevernog dijela karbonatne navlačne strukture Rječine i pojasa fliša. | Izvor: Google Earth 2019.

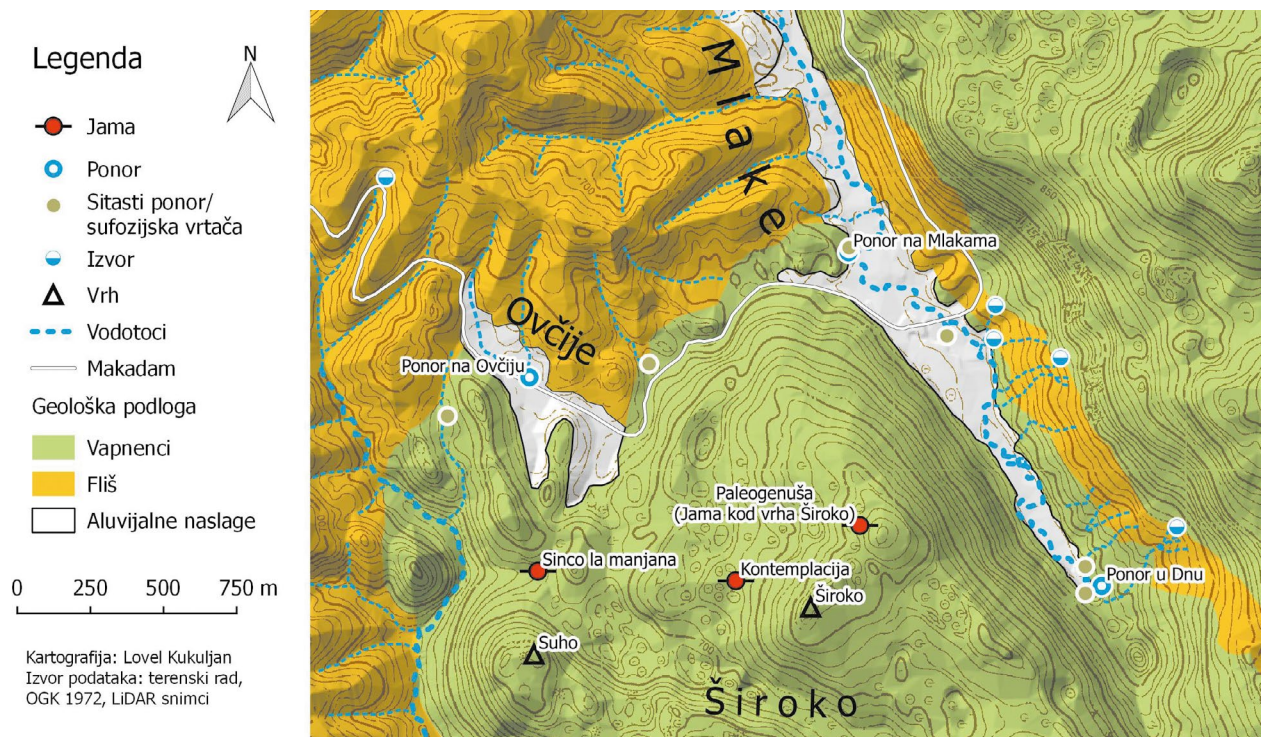
2011). Teren građen na flišu obično je raščlanjen i obilježen razvijenom površinskom hidrološkom mrežom, s brojnim jarugama po kojima se slijevaju bujični potoci. Karakteristično je intenzivno mehaničko trošenje stijena, transport i akumulacija sedimenta u dolini ili naplavnoj ravnici neposredno pred karbonatnom masom. Prilikom jakih padalina, bujični potoci prorade i teku sve do karbonatnih stijena, gdje poniru u podzemlje ili se pak probijaju kroz krško područje do neke niže piezometarske razine. Međutim, s obzirom da takav aluvijalni sediment nije vododrživ, potoci gube veliku količinu vode kroz podlogu, prije nego što dosegnu krajnju točku. Tako se duž doline često javljaju sitasti ponori, sufozije i slična udubljenja, gdje voda ponire raspršeno. Makrogeomorfološke pojave karakteristične za kontaktni krš su slijepa dolina. Tipične slijepa doline su polukružnog oblika i zaravnjenih aluvijalnih tla, a završavaju ponorima. U Sloveniji su tipične slijepa doline lijepo razvijene na Matarskom podolju, gdje je 17 bujičnih potoka s fliša razvilo karakteristične fluviokrške oblike duž 30-ak kilometara kontakta (Mihevc

1991, 1994, Kozamernik 2016). U Hrvatskoj se ova kontaktna zona, u nešto izmijenjenom obliku, nastavlja dalje u smjeru istoka gdje se redom nalaze: slijepa dolina ponora Brusana (Rubinić & Kukuljan 2012), Liburnijski kras, slijepa dolina ponora u Novokračinama u Sloveniji (Čepelak 1971), ponor Gotovž kod Klane (Božić 2001) te manji ponori na polju kraj Studene. Svi spomenuti ponori dreniraju vode prema zapadnim riječkim priobalnim izvorima koji nisu u vodoopskrbnom sustavu (Biondić 2004).

Cilj ovog rada je predstaviti rezultate dosadašnjih speleoloških istraživanja koja su usko vezana s bilježenjem geomorfoloških pojava kontaktnog krša. Opisano je područje koje se nalazi na najsjevernijem rubu navlačne strukture Rječine. Do sada ovo područje nije bilo opisano ni s jednog ni s drugog stanovišta, a prethodna hidrogeološka istraživanja pokazala su značajnost zbog vrlo brze podzemne vodne veze prema izvorišnim zonama. U najmanju ruku to upućuje na dobro razvijenu podzemnu mrežu kanala, a time i na potencijalnu speleološku perspektivu.

Geomorfološki i speleološki opis

Krećući od istoka prema zapadu, predmetno područje je moguće podijeliti u nekoliko odvojenih cjelina odnosno slivova: dolinu Mlake, koja se prema JI pretvara u slijepu dolinu, ravnice Ovčije te rubni dio uz potok Zalu (slika 3). Najveću slivnu površinu doline Mlake obuhvaća razvedeni flišni reljef sjeverozapadno od doline. Vode teku dolinom prema jugoistoku, a na sredini 3.2 km duge doline dolazi do promjene podloge iz fliša u vodopropusne vapnence. Dio vode se gubi ovdje, no zbog slabijeg kapaciteta ponora ili njihova začepljenja vodotoci u vrijeme visokih voda teku dalje niz dolinu. U nastavku se mjestimično javljaju sufozijska udubljenja, a duž sjeveroistočne strane pritječu površinske vode s izoliranog flišnog sloja te podzemne vode iz kontaktnih izvora. Naplavna ravnicica je sastavljena od pijeska i šljunka nastalih trošenjem fliša, a glavni tok je usjekao korito koje se pruža sve do kraja doline, gdje se nalazi veća vrtača – ponor u Dnu. Dolina Mlake nema tipični oblik slijepa doline, već su strane blage i s aktivnim padinskim procesom. Tako je i sam ponor u Dnu vrtača čiji su rubovi umjesto strmih litica, sipari od kršja. S ovog mjesta se dolinski oblik nastavlja u istom pravcu, no teren se uzdiže, a uskoro i otvara u žljebastu padinu Prkovce prema platou Brgudac (slika 2). Od speleoloških pojava u ovoj dolini istražen je jedino ponor u Dnu, dok ponor na prvom kontaktu nije prolazan. Ravnicica Ovčije ima vrlo mali sliv, a osim periodičnog ponora na najnižem dijelu, pronađeno je nekoliko udubljenja na samom jugu, dokle seže aluvijalni sediment. S obzirom na aktivne procese urušavanja postojećeg ponora, izgledno je da je po postanku vrlo mlad. Uz rubno područje nedaleko Ovčija brojni manji potoci se lepezasto slijevaju prema dvama zatrpanim ponorima, koji se nalaze u depresiji direktno uz kontakt. Vrlo vjerojatno su slabijeg kapaciteta pa vode većinom prelijevaju s ravnice te teku niz usječeni kanjon kroz karbonatno područje, sve do ušća s potokom Zala. Od ostalih



Slika 3. | Shematski prikaz istraživanog kontaktnog područja s označenim hidrološkim i speleološkim pojavama.

speleoloških pojava predmetnog područja, pronađene su jame vadoznog postanka na višim nadmorskim visinama od zone kontakta u krednim vapnencima. Ovo brdovito područje (Široko) predstavlja najviši dio navelačne strukture gdje dominiraju vrhovi Široko (822 m.n.v.), Stanišće (817 m.n.v.), Vrh (788 m.n.v.) i Suho (766 m.n.v.).

Svi potoci na flišnom terenu su bujični, što podrazumijeva aktivnost samo nakon jakih padalina i s relativno kratkim trajanjem. Zbog toga su u kontekstu proučavanja

geomorfoloških pojava ovog područja bili iznimno poučni posjeti nakon i tijekom ekstremnih vremenskih prilika i to konkretno onih zabilježenih u rujnu 2017. i veljači 2018. godine. U prvom razdoblju je stanica u Klani u noći s 9. na 10. rujna unutar samo 10 sati zabilježila 204 mm oborina, što je imalo za posljedicu izlivanje klanjske Ričine te plavljenje kuća uz korito (Radetić-Tomić 2017). U meteorološkim arhivima zadnja tolika količina oborina zabilježena je samo 1973. godine (Novi List 2017). Prilikom posjeta, samo sedam dana nakon događaja, bilo

je moguće uočiti jasne tragove da su poplave zadesile i Mlake, no vodotok je bio aktivan samo u uzvodnom dijelu doline, dok je nizvodno već presahnuo. Drugo zabilježeno nevrijeme, s većom količinom oborina i topljenjem snijega zbog viših temperatura, dogodilo se početkom veljače 2018. godine. Posjet tijekom samog nevremena omogućio je detaljan uvid u kontaktno područje u hidrološki aktivnom režimu. Tako je po prvi put zabilježeno djelomično plavljenje doline Mlake te njezinog završetka kod ponora u Dnu. Također, pronađen je ponor na



Slika 4. | Poplave duž doline Mlake (a) i prelijevanje vodotoka iz korita u veljači 2018. (b). | Foto: Lovel Kukuljan

Ovčiju, do kojeg inače ne vodi izraženo korito, već se sva voda lepezasto drenira po travnatoj ravnici prema najnižem mjestu.

Ponor u Dnu

Ponor u Dnu se nalazi na krajnjem II dijelu Mlaka, a predstavlja ga vrtača prekrivena šljunkom, pijeskom i debelim slojem naplavine, u čijem se središtu nalazi sitasti ponor. Voda pretežno ponire kroz razlomljene


vapnence koji obrubljuju vrtaču te zajedno s naplavinom čine vrlo gusti filtar. U bližoj okolini zabilježeno je još nekoliko sitastih ponora i jedna pukotina, no bez primijećene cirkulacije zraka. Iako prilikom prvih posjeta takve pojava nisu odisale ikakvim speleološkim potencijalom, ponovni posjet u ljeto 2017. doveo je do pronalaska malene pukotinašte puhalice, poviše dna vrtače koja je odmah potakla na pomisao da potencijal ipak postoji. Prilikom hidrogeoloških istraživanja krajem 70-tih

trasiran je ponor, koji se nalazi 1 km uzvodno u dolini, no vrlo je izgledno da se i ovaj ponor hidrogeološki nadovezuje na isti sustav drenaže podzemne vode, a s tom pretpostavkom možemo i ovaj ponor smatrati najbržom hidrološkom vezom prema izvorima. Zajedno s periodičnim poniranjem vode i postojanjem zračne cirkulacije, bilo je to dovoljno razloga da se započnu speleološke akcije kopanja.

Puhalica je zapravo sedimentom i

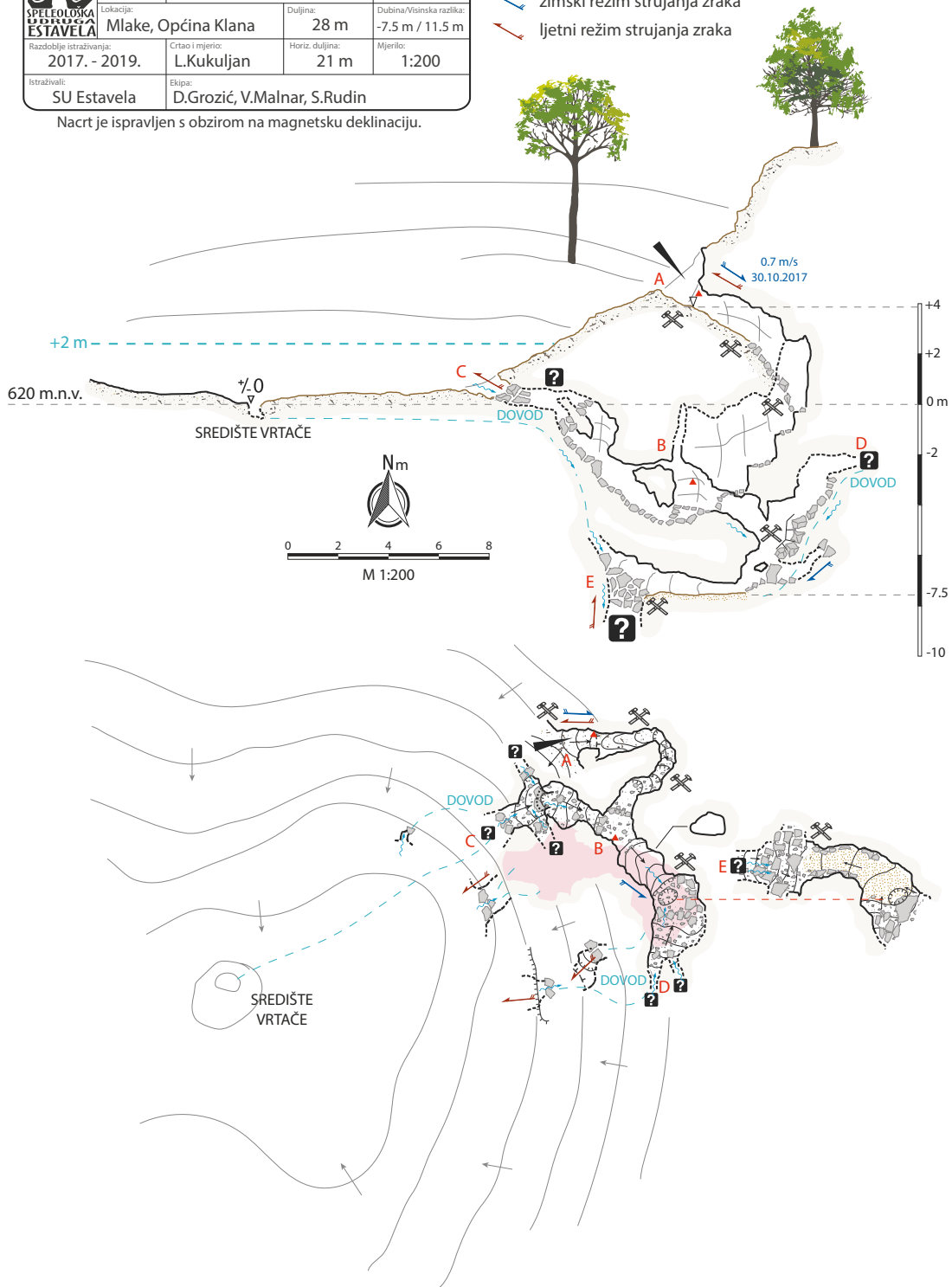


Slika 5. | Puhalica iznad sitastog ponora prije početka kopanja (a), ista puhalica nakon dvije akcije otkopavanja (b), praćenje cirkulacije zraka dimnim štapićem u unutrašnjosti ponora (c) i trenutno dno ponora (d). | Foto: Lovel Kukuljan.

	Katastarski broj: 423	Ime speleološkog objekta: Ponor u Dnu	
	Broj pločice: 051-244	GK koordinate: 5455728 5035610	Nadomska visina: 620 m
Lokacija: Mlake, Općina Klana	Duljina: 28 m	Dubina/Visinska razlika: -7.5 m / 11.5 m	
Razdoblje istraživanja: 2017. - 2019.	Crtao i mjerilo: L.Kukuljan	Horiz. duljina: 21 m	Mjerilo: 1:200
Istraživali: SU Estavela	Ekipa: D.Grozić, V.Malnar, S.Rudin		

Nacrt je ispravljen s obzirom na magnetsku deklinaciju.

- ▲ označene mjerne točke
- — — približna visina visokih voda
- ↔ zimski režim strujanja zraka
- ↔ ljetni režim strujanja zraka



kršjem zatrpani fosilni meandar. U samo tri akcije kopanja i širenja u ljetu 2017., zatrpani meandar postao je prohodan te nas je doveo do aktivnih vodenih dijelova, koji se trenutno nalaze 7,5 metara ispod „filitara“,

odnosno razine vrtače gdje se nalazi sitasti ponor. Zbog vrlo raspucane stijene i intenzivnog korozivnog proširivanja pukotina, aktivni vodeni dijelovi u nastavku su također zatrpani kršjem pa su naredne akcije bile

ponovo kopačkog tipa. Do kraja godine organizirane su još četiri akcije u kojima je na dva mjesta stabiliziran sipar metalnom konstrukcijom i mrežama, a 5. studenog objekt je nacrtan do 7 m dubine. Zadnja akcija



Slika 6. | Vrtača ponora u suhim uvjetima (a, c) i u razdoblju poplava (b, d). Strelicom je označen ulaz u špiljski dio ponora. | Foto: Lovel Kukuljan

u 2018. godini bila je u travnju, no za nastavak kopanja je motivacija pala zbog velike količine kršja i nestabilnosti novog sipara. Kopanje je nastavljeno u listopadu 2019., no daljnji prodor i dalje ostaje pod upitnikom zbog velike količine posla i manjka prostora. Tada je nacrtan i najniži kanal te tako cijeli objekt ima 28 m duljine, 7,5 m dubine i 11,5 m visinske razlike (kao nulta kota uzeto je dno vrtače).

Sve kanale ponora karakterizira ugladenost stijena i vrlo mrežasta struktura kanala s brojnim freatskim tubama, a kanali su većinom zatrpani sitnim kršjem pomiješanim s flišnim šljunkom i pijeskom. Iz tog

je razloga cirkulacija zraka bila glavna nit vodilja u usmjeravanju akcija kopanja. Smjer ljetno-zimske izmjenne režima cirkulacije zraka upućuje na postojanje višeg ulaza, a upravo je po ljeti izbacivanje hladnog zraka ukazalo na postojanje špiljskih kanala. U zimskom režimu unutrašnjost je izrazito isušena, a na samom dnu u nekoliko su prilika čak primijećene ledene sige. Unutar flišnog sedimenta veliki je udio krupnih oblutaka što upućuje na postepeno zatrpavanje ponora, odnosno veću prohodnost kanala u prošlosti.

Ponor u Dnu posjećujemo još od 2010. godine te u svim posjetima vodotok koji vodi do ponora nije bio

aktivan, pa čak i u posjetu tjeđan dana nakon ekstremnog događaja 2017. godine. Ipak, nagle poplave su tada ostavile jasne tragove. Rub vrtače bio je prekriven svježom naplavinom, koja je sezala i do 2 m visine iznad dna sitastog ponora. Kompletnu poplavljenost vrtače s vrlo sličnom, ako ne i istom razinom plavljenja, zabilježili smo tek u veljači 2018. godine, kada je bujični potok na mnogim mjestima u dolini prelijevao iz svog korita (slika 4b, 6c i 6d). Tada je najzanimljivije opažanje bilo što je sama ponorna špilja bila prohodna sve do samog dna, čak 7,5 m ispod razine vrtače odnosno 9,5 m od razina poplavnih voda! Ovime postaje očita značajna uloga naplavina

i sitnog kršja koje značajno usporava poniranje vode i dovodi do plavljenja vrtače, umjesto potpunog potapljanja špiljskih kanala.

Ponor na Mlakama

Osim što je poplava otkrila prirodu ponora u Dnu, bujični potoci ukazali su i na položaj prvih po redu kontaktnih ponora na sjeveru doline. Prvo je pronađen ponor u stijeni malenih dimenzija na ulazu kojeg

nije primijećena cirkulacija zraka, a kasnije je nešto dalje niz korito pronađen sitasti ponor i pukotinasta puhalica u stijeni, koja je cirkulacijom zraka ukazala na speleološki potencijal. Zbog vrlo vjerojatnih promjena u prohodnosti pojedinih ponora, nije moguće utvrditi koji je ponor točno korišten prilikom trasiranja 70-tih godina. Sitasti ponor formiran je direktno uz korito, a prilikom pronalaska u rujnu 2017. tjedan dana nakon obilnih padalina, voda je pri poniranju tvorila vir. Pukotinasta puhalica

nalazi se svega par metara dalje direktno pri dnu vertikalne stijene, a upravo je relativna blizina upućivala da se i ova puhalica potencijalno nadovezuje na špiljske kanale aktivnog ponora. U sljedećem posjetu, u studenom 2017., sitasti ponor je bio začepljen i potopljen, a do pukotine je prokopan kanal kako bi se ustanovio kapacitet pukotine. Pukotina je postala aktivni ponor u veljači 2018., kada je šire područje bilo poplavljeno. U srpnju 2018. organizirana je akcija proširivanja. Proširen je samo



Slika 7. | Sitasti ponor u aktivnom (a) i suhom razdoblju (b), poniranje vode u pukotinasti ponor (c) i proširen otvor ponora (d). | Foto: Lovel Kukuljan

ulaz, a u nastavku je vidljiv meandar vrlo uskih dimenzija. I u ovom primjeru smjer cirkulacije zraka ukazuje da se ponor ponaša kao donji ulaz, što može upućivati na postojanje vadoznih pukotina koje vode prema površini. Nastavak proširivanja ovog ponora ima manji smisao ako pretpostavimo da se podzemne vode 1.4 km nizvodno nadovezuju na aktivne dijelove ponora u Dnu. Pozitivna strana je što ovaj ponor, za razliku od ponora u Dnu, nije zatrpan naplavinom i kršjem, već je vjerojatno samo vrlo uzak.

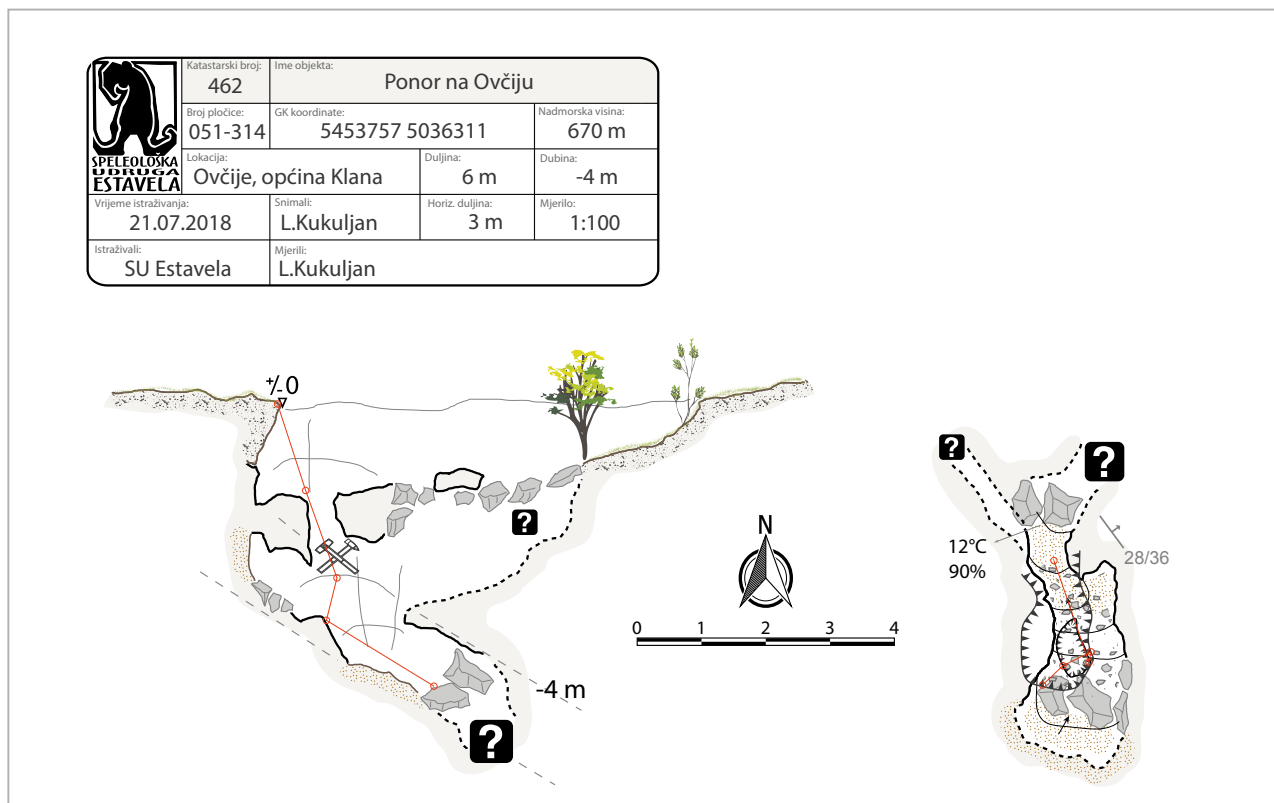
Ponor na Ovčiju

Ovaj ponor pronađen je najkasnije od svih, a bilježe ga malene dimenzije i aktivno urušavanje. Nalazi se svega 17 m od makadamske ceste koja povezuju Klanu i visoravan Gumance, ali do sada nije bio nikad zamijećen od strane speleologa. Ponor je u obliku vertikalnog otvora dimenzija 2 x 2 m formiranog u naslagama zemlje, a pozicioniran je na najnižem dijelu travnate ravnice u Ovcije. Do ponora ne vodi izraženo korito, već se u hidrološki aktivnom

razdoblju sva voda slijeva po travnatoj padini. U ulaznom dijelu je aktivno ispiranje zemlje, a na prvom metru dubine su vidljivi laporoviti vapnenci, što odgovara postupnom geološkom prijelazu iz eocenskih fliševa u prijelazne naslage i vapnence donjeg paleogena. Nakon proširivanja ulaza i otpenjavanja 2 m niže, otvara se manji prostor dimenzija 2 x 1 m. Ovdje je bilo potrebno kopati i micati kršje da se prostor poveća. Stijena u unutrašnjosti je vrlo nehomogena, što je vidljivo u teksturi i po brojnim izbočenim laminacijama



Slika 8. | Pronalazak ponora u hidrološki aktivnom razdoblju 2018. god. (a) i izgled ulaza u suhom razdoblju (b). | Foto: Lovel Kukuljan



slabije topljive stijene. Objekt se dalje pruža prema sjeveru, gdje se nalaze veći odlomljeni blokovi slojnih ploha. Slojevi padaju pod kutem 28°, a orijentirani su u smjeru 36°. Međuslojne plohe su ispunjene flišnim sedimentom, zemljom i naplavinom, a cirkulacija zraka nije primijećena. S obzirom na to da se ovaj ponor nalazi u istoj hidrogeološkoj cjelini i u jednakom geološkom kontekstu (kontaktni ponor), možemo pretpostaviti da se i ovdje ponorne vode dreniraju prema istim izvorima kao i na području Mlaka.

Ostali speleološki objekti

Ostala tri pronađena speleološka objekti su jame manjih dubina smještene na padinama brdovitog područja Široko (slika 3). Među njima je zanimljiva jama Kontemplacija. Radi se o urušnoj vrtači vertikalnih bokova, osim istočne strane gdje je formiran strmi sipar koji se pruža gotovo sve do dna. Na zidovima su primijećeni isušeni i mahovinom prekriveni saljevi, koji upućuju na urušavanje stropa u prošlosti. Jama se nastavlja prema zapadu u obliku strme pukotine koja prati pad slojeva i koja je većinom zatrpána kršjem i glondama. U ovom dijelu se osjeća blaga uzlazna cirkulacija zraka (ljetni režim - gornji ulaz). Perspektive za nastavkom istraživanja kopanjem su male zbog skućenog prostora.

Zaključak i perspektive daljnjih istraživanja

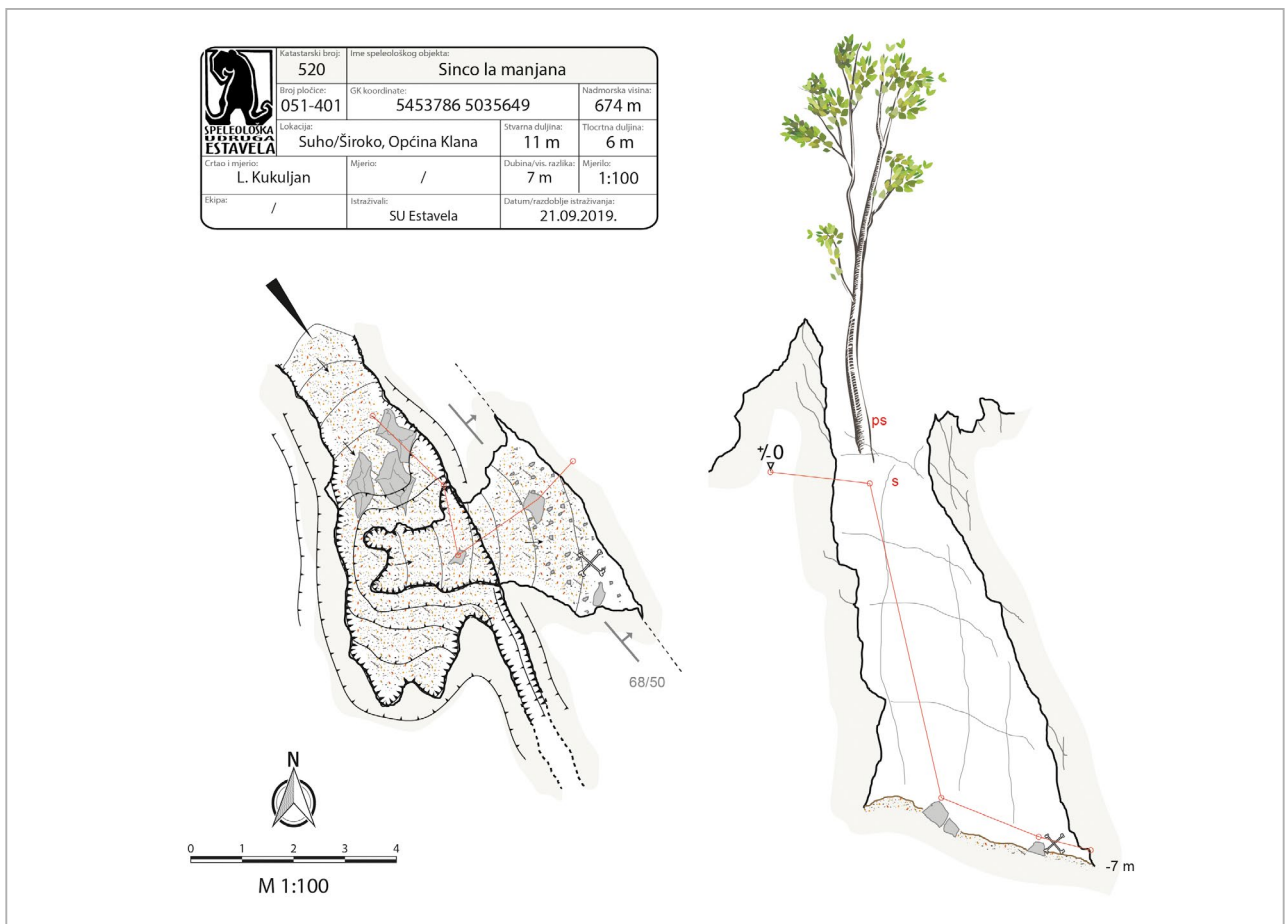
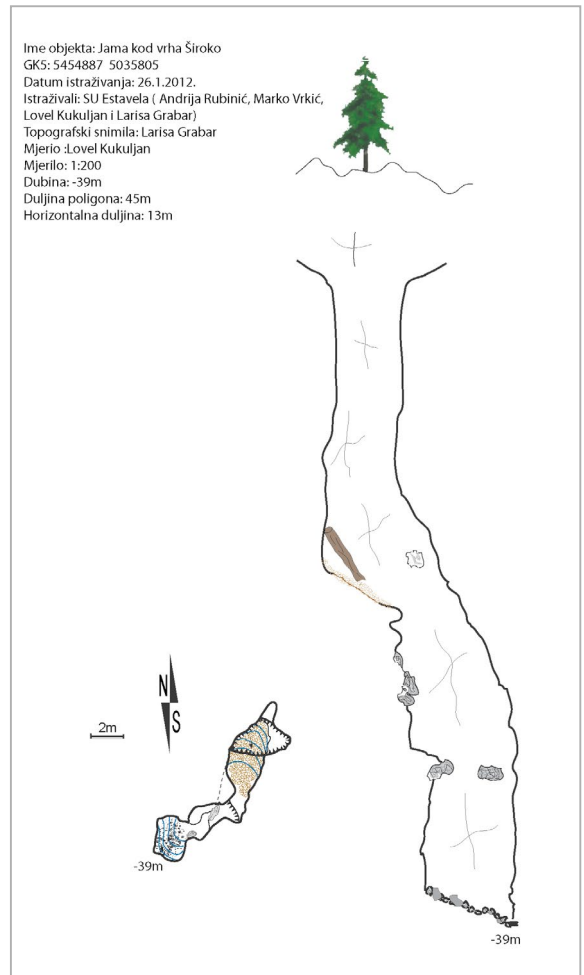
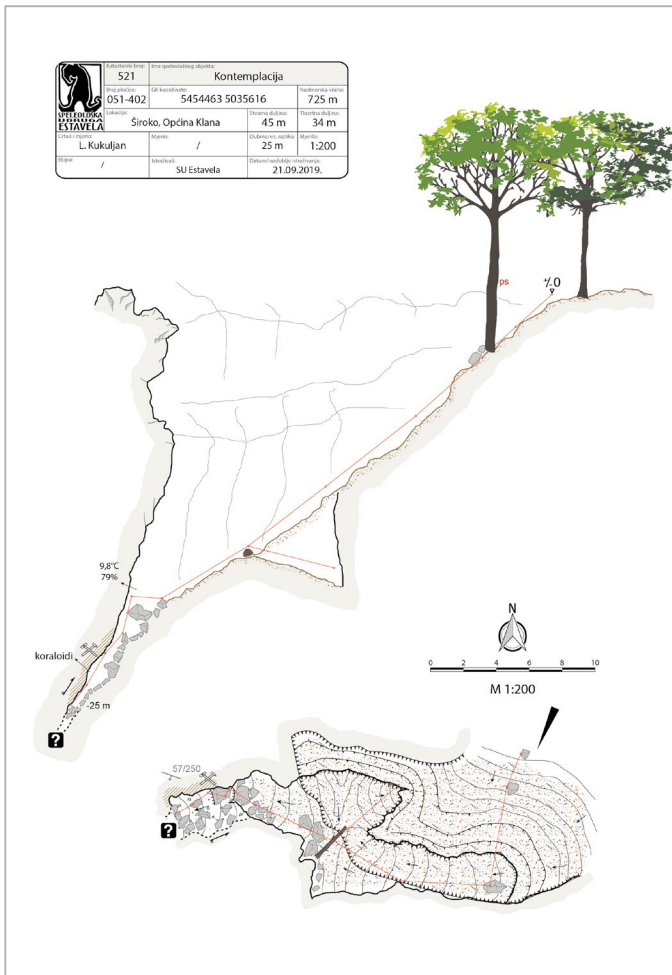
Sjeverni dio navlačne strukture Rječine čini geomorfološki vrlo zanimljiv teren, zbog obilja pojava karakterističnih za kontaktni krš. U sklopu ovih istraživanja posebno su promatrani ponori te njihova potencijalna speleološka perspektiva. U razdoblju od 2017. do 2019. vršena su istraživanja u tri ponora, od kojih je najviše akcija organizirano u ponoru u Dnu. Ovaj ponor karakteriziraju kanali zatrpáni sitnim kršjem pa je većina aktivnosti provedena otkopavanjem do ukupne trenutne duljine od 28 m i dubine 7,5 m. Cirkulacija zraka i aktivno poniranje vode upućuje da se ponor i dalje nastavlja kroz kršjem zatrpáne kanale. Paralelno sa speleološkim istraživanjima, područje je posjećivano za vrijeme i nakon ekstremnih padalina, kako bi se dobio detaljan uvid u hidrološko funkcioniranje područja za vrijeme visokih voda. Otkriveno je kako se unutrašnjost ponora u Dnu ne potapa, već gusta podloga vrtače sprječava brzo otjecanje vode i tako uzrokuje plavljenje vrtače. Speleološki potencijal ovog ponora potiče i iz činjenice što dolina Mlake predstavlja najbržu dosad zabilježenu hidrološku vezu ovoga sliva, a povezuje ponore i izvorišne zone SZ ruba Grobničkog polja. Od postojećih zabilježenih i istraženih speleoloških pojava na ovom području, najveći speleološki potencijal leži u ponoru u Dnu, međutim akcije otkopavanja su vrlo zahtjevne zbog

velike količine nestabilnog materijala i skućenog prostora.

Za širi kontekst vrijedi imati na umu kako je ovo područje samo ulazni, početni dio puta podzemne vode. Zato, ukoliko u hidrološki aktivne dijelove nije moguće ući tim putem, i dalje ostaje mogućnost otkrića vadoznog speleološkog objekta koji povezuje površinu i aktivne podzemne dijelove negdje nizvodnije. Istraživanja se već i prije tog motiva sustavno provode od 2013. godine na području Brgudca (središnji dio navlačne strukture Rječine), gdje je do sada istraženo preko 60 speleoloških objekata. Trenutno najveću perspektivu dostizanja dubljih dijelova nudi jama El Kapital, najdublja jama cijelog područja s dubinom 104 m. Jama završava s neprolaznim meandrom na dnu, no kroz jamu je osjetna vrlo snažna cirkulacija zraka, naročito u zimskim mjesecima. Istraživanja su usmjerena i u samu izvorišnu zonu SZ ruba Grobničkog polja, no od zabilježenih pojava do sada je speleološki bilo moguće istražiti samo dva objekta: Borovicu (dulj. 32 m, dub. 9 m) i špilju-izvor Rastinčice (dulj. 88 m, dub. 11 m). U konačnici nastavak speleoloških istraživanja ovog područja daje nadu da se dostignu i aktivni dijelovi koji snabdijevaju izvor Rječine, a za kojeg je već poznato da krije oko 300 m potopljenih ili polupotopljenih špiljskih kanala velikih dimenzija (Kuhta 2017). U prilog tome ide i spoznaja o uzrokovanoj snažnoj cirkulaciji

Kat. br.*	Broj pločice	Ime speleološkog objekta	GK5 koordinate	Z	Duljina	Dubina	Godina/razdoblje istraživanja	Nacrt
192	051-061	Paleogenuša (Jama kod vrha Široko)	5454887 5035805	815	45	39	2007/ 2013	A.Rubinić/ L.Grabar
423	051-244	Ponor u Dnu	5455728 5035610	620	28	11,5	2017-2019	L.Kukuljan
462	051-314	Ponor na Ovčiju	5453757 5036311	670	6	4	2018	L.Kukuljan
520	051-401	Sinco la manjana	5453786 5035649	674	11	7	2019	L.Kukuljan
521	051-402	Kontemplacija	5454463 5035616	725	45	25	2019	L.Kukuljan

*Arhiva speleološke udruge „Estavela“.



zraka nakon ispumpavanja potopljenog Gornjeg kanala 1973. godine (Božičević 1974).

Zahvale

Zahvaljujem se svim članovima speleološke udruge „Estavele“ i speleolozima iz drugih društava, koji su sudjelovali ili sudjeluju u dugogodišnjim speleološkim istraživanjima ovog područja. Zahvaljujem anonimnoj osobi na ustupanju geološke karte Republike Hrvatske 1:300000 s priloženim tumačem te zahvaljujem drugoj anonimnoj osobi na ustupanju LiDAR snimaka koje vjerujemo otvaraju novu veliku stranicu speleoloških istraživanja ovog područja.

Literatura

- Biondić B., Dukarić F., Kuhta M., Biondić R., 1997: Hydrogeological Exploration of the Rječina River Spring in the Dinaric Karst. *Geologia Croatica*, 50/2, pp. 279–288
- Biondić B., Goatti V., Vulić Ž., 1979: Hydrogeological investigation of watershed Rječina spring, Grobničko polje, Zvir and Martinščica. *Proceedings of the 1st Inter. Symp. About Groundwater – UNDP, Zagreb*, pp. 61–69
- Biondić R., Kapelj S., Rubinić J., 2004.: Granični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva, Hrvatski geološki institut, Zagreb, neobjavljeni elaborat
- Božičević S., 1974.: Morfologija vodenih kanala izvora Rječine, *Geološki vjesnik*, 27, pp. 273–281
- Božić V., 2001.: Istraživanje ponora Gotovž 1959. godine, *Zbornik Društva za povjesnicu Klana*, sv. 6., pp. 331–355
- Čepelak M., 1971.: Ponor-špilja Novokračina, *Naše jame*, 13, pp. 85–89
- Hrvatski geološki institut, 2009.: Geološka karta Republike Hrvatske, M 1:300000, Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb
- Hrvatski geološki institut, 2009.: Tumač Geološke karte Republike Hrvatske 1:300000, Hrvatski geološki institut, Zagreb
- Kozamernik E., 2016.: Morfogeneza slepe doline Brdanska dana, *Dela*, 45, pp. 119–133
- Kuhta M., 2001.: Speleološki objekti na području navlačne strukture Rječine *Speleolog*, 46/47, pp. 23–29
- Kuhta M., 2017.: Geomorphology and hydrogeological features of the Rječina karst spring – Croatia. U: *Proceedings of 17th International Congress of Speleology, Sydney, Australia*, zbornik, pp. 46–50
- Kuhta, M., Brkić, Ž. 2008.: Water Tracing Tests in the Dinaric Karst of Croatia. *Integrating Groundwater Science and Human Well-being*, Taniguchi, M., Yoshioka, R., Sinner, A., Aureli, A. (ur), XXX Congress of IAH, zbornik, Toyama, Japan
- Mihevc A., 1991.: Morfološke značilnosti ponornega kontaktnega krasa v Sloveniji, *Geografski vestnik*, 63, pp. 41–50
- Mihevc A., 1994.: Contact karst of Brkini Hills, *Acta Carsologica*, 23, Ljubljana, pp. 100–109
- Novi list 2017: <http://www.novolist.hr/Vijesti/Rijeka/KLANJCI-CISTE-MULJ-I-BLATO-Ne-bude-li-pomoci-drzave-stetu-od-poplave-ce-pokriti-Opcina>
- Radetić-Tomić V. 2017: Vatrogasci imali pune ruke posla, *Vatrogasni vjesnik*, 9, pp. 10–11
- Rubinić A., i Kukuljan L. 2013.: Speleološka istraživanja ponora Brusana, *Subterranea Croatica*, 11(2), pp. 19–22
- Šikić D., Pleničar M., 1975: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Ilirska Bistrica L33-89, Institut za geološka istraživanja Zagreb & Geološki zavod Ljubljana (1967), Savezni geološki zavod Beograd, p. 50

Contact karst in the rear of Rječina spring – fastest hydrological connection?

The results of the first speleological exploration and geomorphological descriptions are given for the contact karst of northernmost reach of the Rječina nappe structure in the Rijeka city hinterland. The studied area includes a small discharge and sinking zone on the western edge of karst aquifer that supplies the largest springs of northern Adriatic – Rječina Spring and Zvir. Results of the previous dye tracing tests have shown that this is the fastest confirmed groundwater connection toward the discharge zone at the NW edge of Grobničko Polje for the studied aquifer. This at least indicates well developed underground water drainage network, and offers possibilities for new speleological findings.