

BRGUDAC – 10 GODINA U POTRAZI ZA PODZEMNOM RJEČINOM

Lovel Kukuljan

Speleološka udruga Estavela, Kastav

► Uvod

Izvor Rječine jedan je od najvećih krških izvora sjevernog hrvatskog primorja te predstavlja neprocjenjivo vrijedan prirodan resurs pitke vode za Rijeku i širu riječku regiju.

Kao krški izvor karakterizira ga velika izdašnost u kišnim razdobljima te presušivanje u sušnim. Sliv izvora obuhvaća nenaseljeno planinsko područje na krajnjem zapadu Gorskog kotara, a seže sve do slovenskog Snežnika. Postojanje moćnog izvora

podno krškog platoa pobuđuje nadu da špilje i jame, pronađene na površini 300-tinjak metara poviše izvora, nisu samo „slijepo ulice“, već i potencijalni podzemni putovi koji dopiru do podzemnih kanala Rječine. Upravo je to nit vodilja koja daje



motivaciju speleološkim istraživanjima ovoga područja.

Taj krški plato u neposrednom zaleđu izvora Rječine poznat je pod imenom Brgudac i ovdje je poduzeto najviše speleoloških istraživanja unazad deset godina. Brgudac je prema jugu omeđen liticom kanjona Rječine, a prema sjeveru i istoku bujičnim tokom Zala. Speleološka istraživanja rađena su i na susjednim područjima

– sjevernije, na padinama brežuljaka Suho i Široko, istočno, na padinama Vršina te jugoistočno na potezu od Brgudca do Grobničkog polja. Kako se ova područja prirodno nadovezuju na Brgudac, u članku su obrađena zajedno. Prva speleološka istraživanja ovoga područja bila su rađena paralelno uz hidrogeološka istraživanja izvora Rječine tijekom druge polovice 20. stoljeća. U periodu najobuhvatnijih speleoloških istraživanja, od 2013. pa do danas, od strane speleološke udruge „Estavela“ istraženo je 76 speleoloških objekata, a ukupan broj poznatih objekata je 83. Objekti su većinom manjih dimenzija, no ističu se: najdulji objekt s čak pet ulaza, Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7, te jame El Kapital dubine 104 m, jame dublje od 70 m – Zaradovanjska jama i Žmuj vina, te nekolicina objekata značajnih po ostalim kriterijima osim dimenzija. Cilj je ovoga rada sažeti dosadašnje rezultate speleoloških istraživanja, pridonijeti povezivanju razumijevanja hidrogeologije izvora Rječine i speleoloških pojava te postaviti temelj za sva buduća speleološka istraživanja ovog područja.

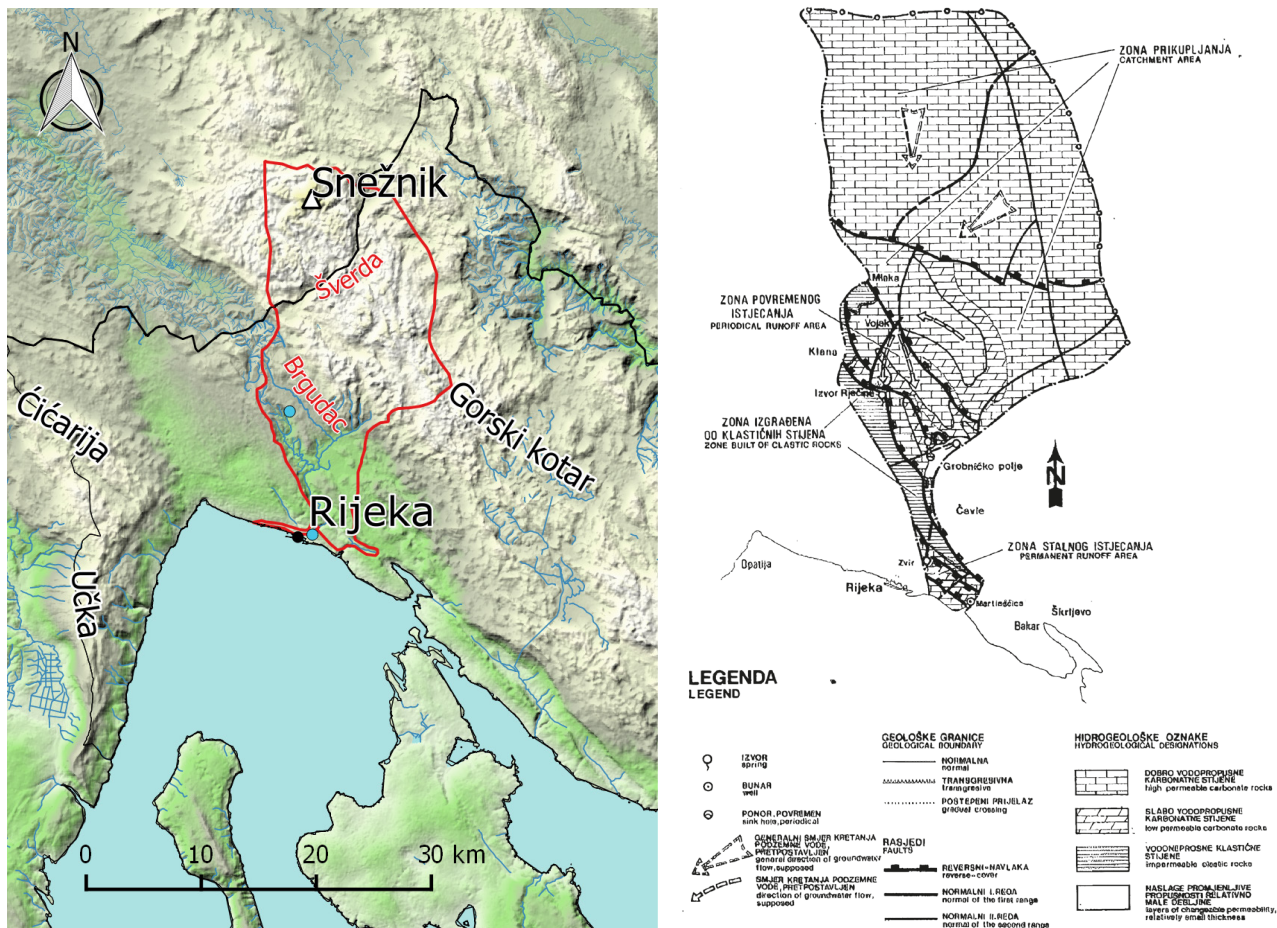
► Geološki i hidrogeološki pregled

Brgudac je samo dio veće geološke cjeline „navlačne strukture Rječine“ o kojoj je već bilo riječi u prošlom članku, u kojem su obrađene pojave karakteristične za kontaktni krš sjeverno od Brgudca (Kukuljan, 2019). Ukratko, vrijedi ponoviti kako najveću hidrogeološku zanimljivost području daje izduženi pojas flišnih naslaga koje se protežu od slovenske granice, duž doline Rječine, preko Bakra sve do Novog Vinodolskog. Upravo ovaj pojas čini hidrogeološku barijeru podzemnim vodama iz planinskog zaleđa koje tako izbijaju u obliku krškog izvora tvoreći vodotok Rječine. Izvor Rječine jedan je od najizdašnijih izvora dinarskog krša. Zajedno s izvorom Zvir kraj Rijeke, nosi stratešku važnost za vodoopskrbu sjevernog dijela Hrvatskog primorja. Prema nekim procjenama, slivno područje Rječine i njenih

izvora doseže i 465 km² (Slika 1a; Biondić i sur., 2004; Bonacci i sur., 2017, 2019). Prva detaljnija hidrogeološka istraživanja i kartiranje sliva rađena su krajem 60-tih godina prošlog stoljeća (Biondić i sur., 1979). Biondić i sur. (1979) tako dijele slivno područje u četiri hidrogeološke cjeline koje su i u okviru novih spoznaja dalje važeće (Slika 1b):

- zona prikupljanja – visoka planinska zona iznad 700 m_{nnv}, građena pretežito od dobro okršanih karbonatnih stijena mezozojske starosti, a koju karakterizira velika prosječna količina padalina i brza infiltracije vode
- zona povremenog istjecanja – srednja zona između 700 i 300 m_{nnv}, gdje dolazi do povremenog istjecanja podzemne vode tijekom visokih voda (izvor Rječine i izvori na rubu Grobničkog polja)
- zona građena od naslaga fliša – unutar kojih je formirano korito Rječine
- zona stalnog istjecanja – najniža zona ispod 300 m_{nnv} u kojoj se nalaze stalni priobalni izvori (Zvir i izvori u Martinšćici).

Biondić i sur. (1979) smatraju da većina infiltrirane vode iz najviše zone teče generalno prema zapadu koncentrirajući se u relativno usko područje zbog teže vodopropusnih dolomita koje obrubljuju ovu zonu na južnom dijelu. U drugoj zoni dolazi do preraspodjele podzemne vode, gdje dio istječe na površinu kao izvor Rječine, a dio nastavlja dalje prema Grobničkom polju što je utvrđeno trasiranjem ponora na Trsteniku (Biondić i sur., 1997) te trasiranjem vodenog toka u slijepoj dolini Mlake ispod Gumanca (Biondić i sur., 1979). Glavni razlog istjecanja vode na površinu te formiranja površinskog toka u ovoj zoni čini tektonski položaj propusnih karbonatnih stijena u odnosu na nepropusne naslage fliša. Naime, karbonatne su stijene mjestimično navučene preko fliša te tako čine poluzatvoreni vodonosnik



Slika 1. | Lijevo – lokacijska karta s označenim slivnim područjem (crveno) i speleološki detaljno istraživanim područjima (Šverda i Bigudac). Desno – slivno područje Rječine, izvora na SZ rubu Grobničkog polja i priobalnih izvora (preuzeto iz Biondić i sur., 1979).

s kontaktnim izvorom kao posljedničnom pojavom – izvorom Rječine. Treća je zona građena od nepropusnih naslaga fliša, a proteže se u dinarskom smjeru pružanja (SZ – JI) od Slovenije do Kvarnerskog zaljeva odnosno Vinodola. Iako fliš čini podlogu za formiranje Rječine i ostalih sporednih vodotoka, ova struktura ne čini hidrogeološku barijeru duž cijelog svog pružanja. Trasiranja i bušotine na Grobničkom polju ukazuju da značajna količina podzemne vode protječe ispod ove strukture i prihranjuje Zvir, ali i ostale priobalne izvore u zoni stalnog istjecanja (Biondić i sur., 1997). Detaljnije geološke, hidrogeološke i geokemijske studije kasnije su rađene radi preciznijeg definiranja hidrogeološkog sliva, utvrđivanja starosti i dinamike miješanja voda, te izrade potencijalnih geotehničkih rješenja za učinkovitiju eksploataciju vode (Biondić i sur., 1997, 2004, 2016; Kuhta i sur., 2014; Brkić i sur., 2018). Većinski dio sliva danas se nalazi unutar posebne kategorije

sanitarne zaštite voda – vodoopskrbni rezervat (Biondić i sur., 1998; Biondić, 2000; Ožanić, 2007).

U geomorfološkom smislu, za kanjon Rječine smatra se da je relativno mlada tvorevina (Biondić, 1997; Kuhta, 2001, 2014). U prošlosti je Rječina istjecala na puno većoj visini, a kako se eroziji podložan fliš trošio, tako se erozijska baza spuštala, odnosno kanjon produbljavao, a voda istjecala na nižoj razini. Tragova ima mnogo: izvor Rječine trenutno ima dvije etaže – polupotoplenu i potopljenu, na litici iznad trenutnog izvora postoje špilje paleoizvori, riječne terase i sl. Također, Rječina je vjerojatno nekoć utjecala na Grobničko polje i otjecala prema moru podzemnim putem, prije nego što je probila kanjon nizvodno od Martinovog sela.

► Izvor Rječine

Uzimajući u obzir hidrogeološke

fenomene područja, izvor Rječine zauzima posebno mjesto. To je krški izvor, čije se vode već više od 100 godina koriste za vodoopskrbu grada Rijeke i šire okolice. Kota preljeva nalazi se na umjetnoj pregradi na 325,24 mnv, što je 5 m više od prvobitnog prirodnog stanja (Slika 2a; Bonacci i sur., 2017). Izvor je preljevni tipa za srednje i visoke vode te ima visoku varijabilnost u protocima, tipičnu za krške izvore. Prosječna izdašnost iznosi 6,1 m³/s, a smatra se da maksimalna može doseći i 120 m³/s (Bonacci i sur., 2017; Kuhta, 2017). Izvor učestalo presušuje tijekom ljetnih mjeseci i to po nekoliko mjeseci u nizu zbog čega je izvor, ali i bliže zaleđe, često bilo predmet hidrogeoloških istraživanja radi pokušaja produljenja efektivnog perioda crpljenja. U periodu 1994. – 1996. izvedene su brojne bušotine u neposrednom zaleđu koje ipak nisu opravdale nastavak izvođenja geotehničkih rješenja – galerijskih zahvata, zdenaca i sl. (Biondić i sur., 1997).



Slika 2. | Lijevo – izvor Rječine u vrijeme visokih voda (siječanj 2018.). | Foto: Lovel Kukuljan.
 Desno – podzemno jezero Gornjeg kanala tijekom ispumpavanja 1973. | Foto: Srećko Božičević

Ipak, bušotine su doprinijele boljoj interpretaciji funkcioniranja i prihranjivanja ovoga izvora te izvora duž SZ ruba Grobničkog polja (Biondić i sur., 1997; Kuhta i sur., 2014). Kao posljednja varijanta rješavanja problema s presušivanjem, trenutno je aktualan projekt izgradnje akumulacije Kukuljani, neposredno pred istoimenim naseljem u dolini Rječine (Pavletić i Petrović, 2013).

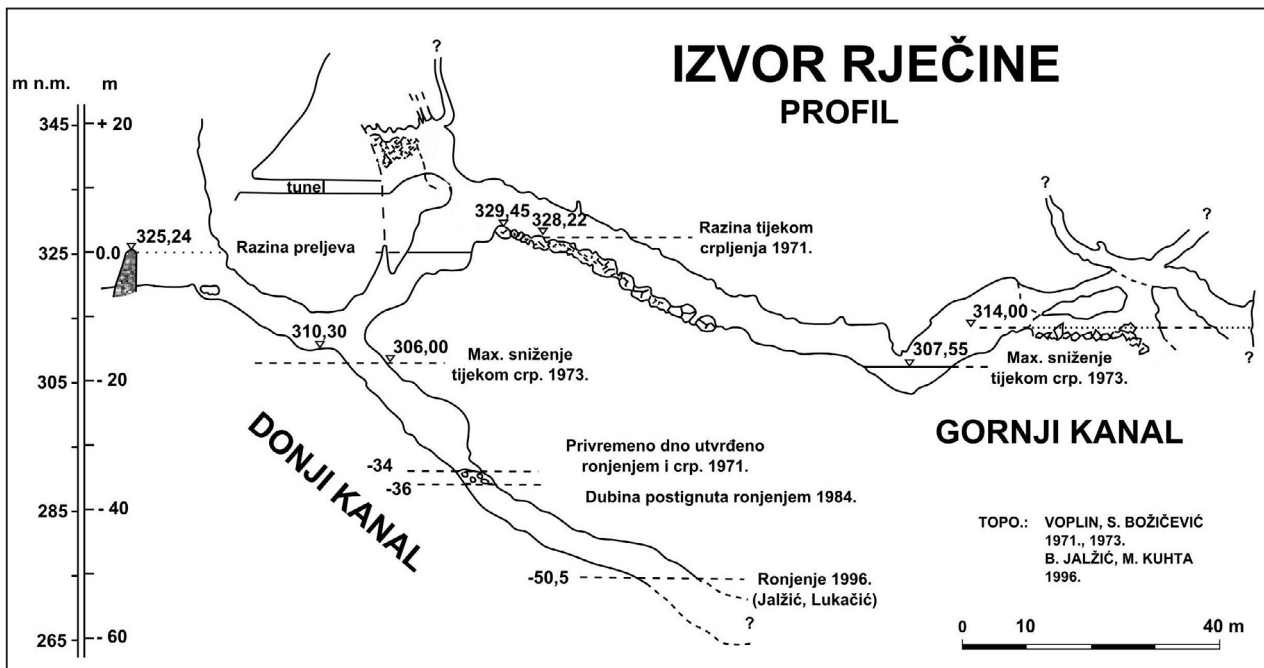
Vodeni kanali koji prihranjuju izvor Rječine intenzivno su istraživani 70-ih godina prošlog stoljeća kada su sušna razdoblja omogućila crpljenje zastajale vode, a zatim i speleološko istraživanje. Prilikom crpljenja 1971. godine, pronađena su dva glavna kraka – Gornji i Donji kanal (Slika 3; Božičević, 1973). Gornji i Donji kanal spajaju se u Proširenoj dvorani do koje je naknadno prokopani pristupni tunel s površine. Prilikom ponovnog crpljenja 1973. godine, voda u Gornjem kanalu toliko je spuštена da je bio omogućen prolazak

na drugu stranu sifona i nastavak speleoloških istraživanja (Slika 2b). Na samom kraju, pronađen je splet kanala koji zbog manjka vremena nije u potpunosti istražen, no čiji nastavci nisu upitni, s obzirom da je zabilježena snažna cirkulacija zraka (Božičević, 1974). U Donjem, stalno potopljenom kanalu, izvedeno je nekoliko speleoronilačkih akcija s postupnim dostizanjem sve veće dubine. U posljednjem zaronu 1996. god., dosegnuta je maksimalna dubina od 50,5 m s neistraženim nastavkom dalje (Kuhta, 1999). Ukupna dosad izmjerena duljina kanala u izvoru Rječine iznosi 250 m, a dubina od kote preljeva je 50,5 m. U hidrogeološkom smislu, pretpostavlja se da ukupnom protoku izvora u najvećoj mjeri doprinosi Donji kanal, dok je Gornji kanal preljevni te je aktivan samo tijekom jakih padalina (Kuhta, 2017). Prihranjivanje iz različitih zona krškog masiva potvrđeno je i tijekom crpljenja 1971. godine, kada je razina vode u Gornjem kanalu bila značajno

viša od razine vode u Donjem kanalu, a prelijevanje ili tendencija sniženja u Gornjem kanalu nije bila zabilježena (vidi nacrt na slici 3; Božičević, 1973).

► Povijest speleoloških istraživanja Brgdunca

Prve speleološke objekte neposrednog zaleđa izvora pronalaze i istražuju djelatnici HGI-a 1968. za vrijeme hidrogeoloških istraživanja Grobničkog polja i izvora Rječine (Božičević, 1969). Srećko Božičević tom prilikom istražuje i topografski snima šest objekata među kojima su i dvije špilje iznad izvora Rječine za koje pretpostavlja da predstavljaju fosilne izvore nekadašnje Rječine. Sljedeća speleološka istraživanja vrše djelatnici HGI odnosno članovi SO „Željezničar“ 1996. godine kada istražuju deset speleoloških objekata, a zajedno s objektima istraženi- ma 1968., bilježe podatke o sveukupno 20 speleoloških pojava na ovom



Slika 3. | Profil izvora Rječine s označenim glavnim etapama crpljenja i istraživanja (preuzeto iz Hrvatski geološki institut, 2016).

području. Rezultati tih istraživanja, geološki i hidrogeološki pregled objavljeni su u Speleologu te je taj članak speleolozima do sada predstavljao najbolji pregled područja i poduzetih istraživanja (Kuhta, 2001). Posebno je upečatljiv zaključak koji pobuđuje maštu:

„Svi istraženi speleološki objekti danas su bez hidrogeološke funkcije i znatno iznad recentnih razina podzemnih voda, što je posljedica spuštanja erozijske baze, a na razmatranom području to su izvor Rječine i Grobničko polje... Speleološki objekti završavaju nakupinama urušenih blokova i kamenog kršja. Premda daljnje napredovanje danas više nije moguće, podzemni kanali vjerojatno se nastavljaju, a neki od njih izravno dopiru i do danas hidrogeološki aktivnog sustava podzemnih šupljina.“

SU „Estavela“ 2002. godine istražuje i topografski snima dvije špilje (Špilja kraj potoka Zala 1 i 2), no neka sustavna istraživanja Brgudca nisu započeta. Ipak, SU „Estavela“ i SO „Željezničar“ redovito održavaju terene speleološke škole na tzv. „vježbalištu“ na sjevernom dijelu Brgudca, lokalitetu s nekoliko zanimljivih objekata koji su istraženi još



Slika 4. | Pogled s visine na neposredno zaleđe izvora Rječine i izvora duž SZ ruba Grobničkog polja na Google Earthu. Granica navlačne strukture Rječina označeno je crvenom linijom, najveći i najdublji speleološki objekti bijelim strelicama (Jamski sustav i El Kapital), tekućice plavim linijama (Rječina i Zala), a izvori ili izvorišne zone plavim strelicama.

1996. godine. Iako su objekti bili formalno istraženi, uočene su manjkavosti u nacrtima gdje mnogi očiti upitnici nisu bili naznačeni. Tako je npr. Mala jama (S-13¹) imala ucrtanu jedino ulaznu vertikalu izuzimajući

dva mjesta nastavka iza uskih meandara. Članovi SOŽ-a tijekom speleoskole 2010. godine ponavljaju nacrt Male jame gdje ucrtavaju Desni kanal iza suženja, a u kojem je pronađena rimska situla (Radman-Livaja

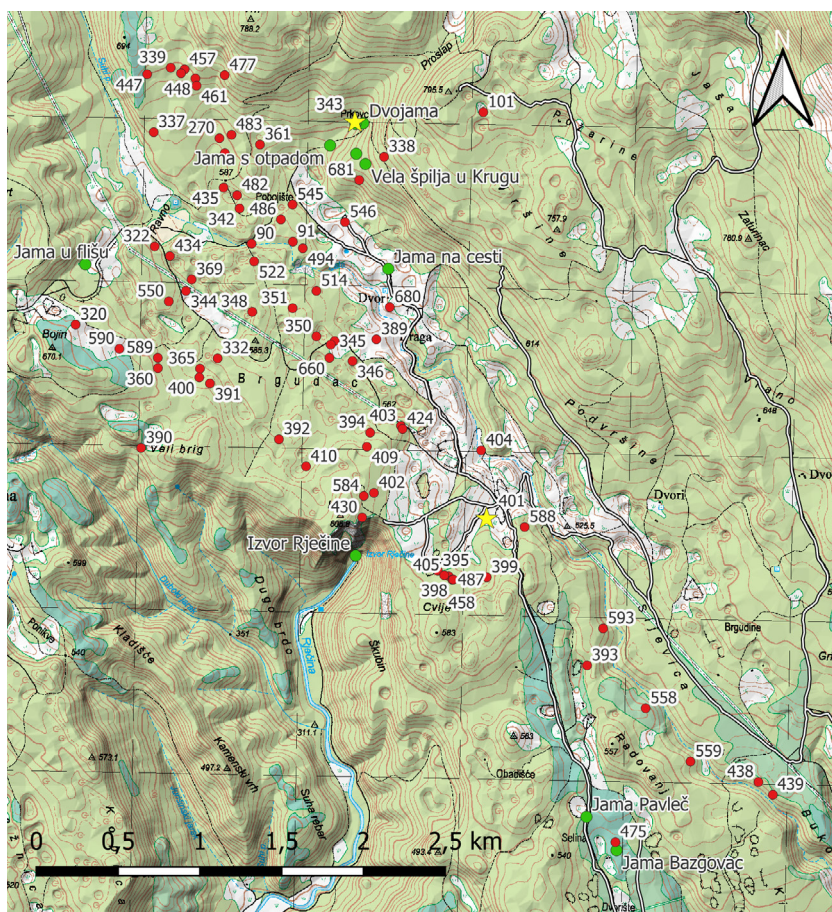
¹ Radni nazivi svih objekata istraženih 1996. kreću slovom S.

i sur., 2014), dok u Lijevom kanalu ostavljaju upitnik. Tijekom svog kratkog postojanja, speleološka udruga „Ri“ istražuje 2011. godine nekolicinu objekata u okolici Podkilavca u sklopu projekta s JU „Priroda“. Istražuju tako jame „Hoćemo još“ i „Malo pancete“ odnosno Zala 1 i 2 kako su originalno nazvane u elaboratu Božičevića (Božičević, 1969). Krajem 2012. SU „Estavela“ istražuje Jamu na Široku (-19 m), a 2013. godine još dvije jame na Brgudcu. Na speleološkoj 2014. godine otkriva se neistražena vertikala u Lijevom kanalu Male jame što daje poticaj početku sustavnog istraživanja područja, a kratak osvrt na ova nova otkrića i općenito istraživanja ovog područja do sada je dan u članku Speleologa (Radman-Livaja i sur., 2014).

► Pregled speleoloških objekata

U periodu od 2002. pa do polovice 2023. ukupno je istraženo i topografski snimljeno 76 objekata. To uključuje i sedam objekata s popisa iz 1996., koje su ponovljene ili bile zabilježene kao neistražene. S tim objektima ukupan broj istraženih objekata na području iznosi 83. Tri otprije poznata objekta, Mala jama (S-13), Dvojama (S-9) i Jama (S-7), spojene su u sustav. Većina je objekata pronađena tijekom mnogobrojnih akcija rekognosciranja, a na lokacije pojedinih objekata ukazali su nam gosp. Vinko te kolega N. Kuzmanović – Kuzma. Zanimljivo je da je čak osam pronađenih objekata u početku imalo neprolazne ulaze te su istraženi tek nakon njihova proširivanja.

Sustavnom rekognosciranju područja uvelike je pomoglo pridobivanje digitalnog modela reljefa (DMR-a) iz LiDAR snimki iz 2015. godine. Naime, u sklopu arheološkog hrvatsko-slovenskog projekta „Claustra – kameni branici Rimskog Carstva“ LiDAR-om je snimljeno područje koje obuhvaća čitavi Brgudac te susjedna područja – JI prema Grobničkom polju odnosno SI prema Mlakama i vrhu Vojak (Višnjčić, 2016). Razlog je tomu što upravo nad izvorom Rječine, preko



Slika 5. | Topografska karta s označenim istraženim speleološkim objektima (crvene točke) i otprije poznatim (zeleno točke). Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7 (343) i El Kapital (401) označeni su zvjezdicama. Brojevi označuju katastarski broj u arhivi SUE, a podatci o objektima navedeni su u „Popisu speleoloških objekata“.

Brgudca prema vrhu Vojak, odnosno u zaleđu Jelenja i Podkilavca, stoje ostatci obrambenih struktura (kula i bedema) iz rimskog razdoblja. Danas su ti ostatci vidljivi kao razasuta nakupina kamenja, no pojedini su dijelovi obnovljeni za edukativne i promotivne svrhe. Iako sirovi podatci LiDAR snimanja nisu dobiveni i DMR je uvelike pomogao u lociranju novih ulaza. U tom slučaju, pregledavanje nije obavljeno u programu za obradu 3D oblaka točaka, već jednostavnim vizualnim pregledavanjem podloge u GIS-u. Svakom potencijalnom objektu dodijeljena je subjektivna vjerojatnost da se radi o speleološkom objektu između 1 (mala vjerojatnost) i 5 (velika vjerojatnost). Od 74 potencijalna objekta, do trenutka pisanja ovog članka pregledano je njih 63 (85 %). Statistika za prvu kategoriju je vrlo loša – samo jedan objekt od njih 28 potvrđen je speleološki objekt. Za 2. i 5. kategoriju ta statistika raste na

33 %, a najviša iznosi 45 % za 4. kategoriju. Ukupno, pronađeno je 18 novih speleoloških objekata. Najviše lažno pozitivnih točaka na terenu bilo je u obliku omanjih depresija i vrtača, sjena stijena, lokava vode, polušpilja ili jednostavno jamica koje ne zadovoljavaju uvjet dubine 5 m. Od značajnijih pronalazaka možemo izdvojiti 3. najdublju jamu područja, Zaradovanjsku jamu.

Objekte ovog područja općenito karakteriziraju male dubine i duljine, suhi uvjeti i zarušenje nastava-ka kršjem i sigovinom. Prema morfologiji 1/3 čine špilje, a 2/3 jame. Medijan duljine iznosi 20 m, a dubine 12 m. Tri objekta imaju duljine više od 100 m te su ujedno i tri najdublje jame: Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7 (619 m, -107 m), Zaradovanjska jama (131 m, -83 m) i El Kapital (131 m, -104 m).

Značajniji speleološki objekti:

► Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7

Ovaj jamski sustav s trenutno pet poznatih ulaza čini jedinstveni primjer u kršu riječkog zaleđa. U neposrednoj okolici na lokalitetu Prkovce nalaze se još pet objekta: Jama s otpadom (S-6), Mala, Velika i Nova špilja u Krugu te još neistražena, Najnovija špilja u Krugu.

Lokacija jama ovog sustava dobro je poznata članovima SU „Estavele“ i SO „Željezničara“ koji godinama provode terene speleoloških škola, a odnedavno je poznata i školama SO Velebita i SU Kraševskih zvara. Između Male jame i Dvojame nalazi se stijena za vježbanje tehnika kretanja po užetu na otvorenom. Mala jama nudi 20-metarsku ulaznu vertikalu, provlačenje kroz suženje i izlazak kroz špiljski ili Peti ulaz, Dvojama dvije prostrane 50-metarske ulazne

vertikale, a špilje vježbanje topografskog snimanja. Iako je svaka pojedina jama sustava istražena već 1996., u svakoj od njih pronađen je nastavak, koji je naposljetku doveo do njihova spajanja. Kroz zarušeno dno jame S-7 pronađen je kanal koji vodi u dvoranu na dnu ulaznih vertikala Dvojame, no tom se prilikom kanal topografski ne snima. Naime, do 2014. istraživanja su uvijek bila vršena paralelno sa speleoškolom i nikada kao samostalne akcije. Tek se 2014. detaljno istražuje Mala jama koju se produbljuje s prijašnjih 25 m dubine na -101 m. Krajem 2014. prilikom ponavljanja Dvojame, pronađen je nastavak u zapadnoj ulaznoj vertikali. Otkrio se novi niz vertikala te je dosegno novo dno jamskog sustava Dvojama – S-7 na dubini 92 metra. 2016. na dnu ulazne vertikale Male jame proklesano je suženje u meandru te je iza istražen kanal Flokijevo počivalište. Iste godine proklesan je ulaz u kanal pri dnu S-7 koji je naposljetku doveo do spajanja sustava Dvojama – S-7 s Malom jamom. S površine je 2017.

godine iskopan sedimentom zatrpani peti ulaz sustava koji se spoji na vrhu dimnjaka u desnom kanalu Male jame. Na nekadašnje postojeće ulaza već su otprije ukazivale životinjske kosti pri dnu. Iste godine nacrtan je spoj između Male jame i Dvojame – S-7 te tako sustav dobiva službenu duljinu od 619 metara te dubinu 107 m.

Opis objekta

Ulazna vertikala Male jame duboka je 21 metar. Na jugoistoku se nalazi proklesani meandrasti ulaz u kanal Flokijevo počivalište duljine 18 m, dok se na istoku nalazi uski i kratki meandar kojim ulazimo u fosilni kanal prosječne širine 1,5 m i visine 2,5 metara. Od ovog mjesta kanal je podijeljen u Lijevi i Desni kanal. Pod kanala u cijeloj je dužini obložen debelim slojem ilovače. Desni se kanal nakon 18 metara proširuje u zarušenu dvoranu gdje se nalazi ulazna vertikala od 19 metara dubine Petog ulaza u Sustav. U nastavku Desnog kanala kroz niz zarušenja, zatim



Slika 6. | Stijene vježbališta na Studeni. Špiljski ulaz u S-7 vidljiv je podno stijene obrasle bršljanom, dok su ulazi Dvojame skriveni u pozadini.
Foto: Lovel Kukuljan



Slika 7. | Istočna ulazna vertikala Dvojame. | Foto: Lovel Kukuljan

kanala širine i visine od oko 2 m dolazimo do dna S-7. Lijevi je kanal dug 17 metara te završava čepom od sigovine i sedimenta odnosno uzlaznim meandrom. Deset metara pred kraj kanala okomito ga siječe aktivni kanal koji vodi prema nastavku Male jame. Kanal se skokovito pruža ispod Lijevog kanala te se nakon Židovske vertikale P9 proširuje u dvoranu 3 x 4 metara. Nakon skoka od 2 metra, prema zapadu se odvajaju dvije dvorance zaredom iz kojih pritječu slabi vodeni tokovi. Prema sjeveru jama nastavlja skokovito duž meandra čije dno naposljetku propada u vertikalu. Vertikala Divlji nudisti od meandrastog se ulaza vrlo brzo proširuje do prostranih dimenzija 4 x 5 metara. Prevjesno 34 metara niže dolazimo do police, a s police još 9 metara niže stižemo do dna vertikale, u kojem se gubi tok vode iz gornjih

dijelova jame. Najdublji dio jame i Sustava nalazi se u nastavku prema istoku. Ovaj je dio vrlo zasigan i blatan, a potencijalan nastavak nije pronađen.

Špiljski ulaz S-7 nalazi se ispod stijene tlocrtno 12 metara udaljen od zapadnog ulaza Dvojame. Do prije poznate dubine od -10 metara spuštamo se otpenjavajući velike kamene blokove. Prostor S-7 razvijen je duž pukotine koja okomito siječe kanal koji dolazi iz Male jame. Kanal dalje nastavlja u smjeru JI do velikog zarušenja. Za nastavak prema Dvojami provlačimo se kroz zarušenje u podu. Ulazimo u dvoranu 5 x 5 m čiji je pod sastavljen od krupnog kršlja. Uz rub dvorane između glonđi provlačimo se niže te ulazimo u kanal kružnog presjeka koji se isprva strmo, a zatim vertikalno skokom od

5 m, spušta na dno ulaznih vertikala Dvojame.

Dvojama se sastoji od dviju ulaznih vertikala velikih promjera (cca 10 m) koje se 50, odnosno 54 metara niže spajaju u veliku dvoranu u obliku slova Y. Na pojedinim dijelovima stijene su vrlo izlomljene djelovanjem povremenog smrzavanja vode i taljenja leda. Meandrast ulaz u nastavak jame nalazi se 15 metara prije dna zapadnog ulaza. Po strmoj krševitoj kosini ulazimo u kružnu dvoranicu, a zatim provlačenjem ulazimo u sljedeću dvoranicu s dimnjakom. Dno dvorane posuto je sitnim kršjem te je nakošeno prema sjeveru gdje se nalazi ulaz u vertikalu. Neposredno ispod ulaza u vertikalu otvara se bočni odvojak do jezercica. Vertikala je duboka 24 m, a prolaskom police i suženja nastavlja dalje još 14 m do dna jame. Na samom je dnu velika količina sitnog kršja te potencijalan nastavak nije pronađen.

Morfogeneza

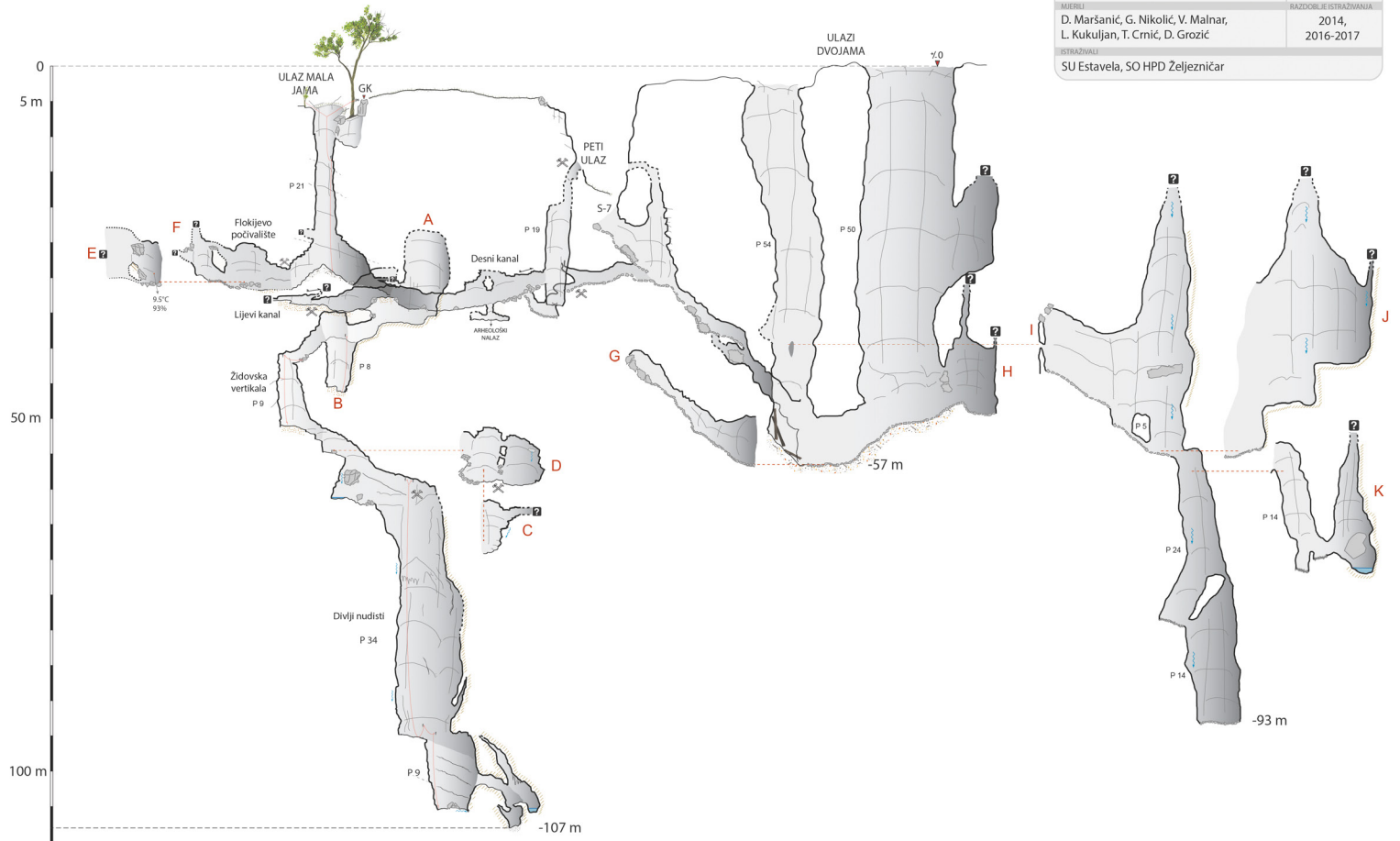
Pronalaskom faseta u Veljoj špilji u Krugu te činjenica da se objekti lokaliteta Prkovce nalaze na kontaktu dolomitnih naslaga i rudistnih vapnenaca, M. Kuhta pretpostavlja da su ovi objekti nekada imali ponornu funkciju, ali da su već duže vrijeme neaktivni (Kuhta, 2001). Glavni kanal u Maloj jami (Lijevi i Desni kanal) pruža se u pravcu SZ-JI. Strop kanala mehanički je vrlo ugladen, lako se uočavaju brojne fuge i uske pukotine, a površina je korodirana i prekrivena tankim slojem sigastih tvorbi. Tlo je sastavljeno od debelog sloja ilovače, koja je na mjestima žute boje. Upravo su mineraloške analize provedene na Hrvatskom geološkom institutu (HGI), na uzorcima ovog sedimenta pokazale prisutnost minerala koji upućuju da je sediment rezultat trošenja i transporta fliša, što daje još jednu potvrdu nekadašnje ponorne funkcije voda iz doline Mlake (T. Kurečić, usmeno). Fasetama je utvrđeno da su se vode kretale iz smjera JI prema SZ te da današnji ulaz Male jame predstavlja tek manji prtok glavnome toku. Završetak kanala koji se iz S-7 spušta u Dvojama kružnog

JAMSKI SUSTAV MALA JAMA - DVOJAMA - S-7

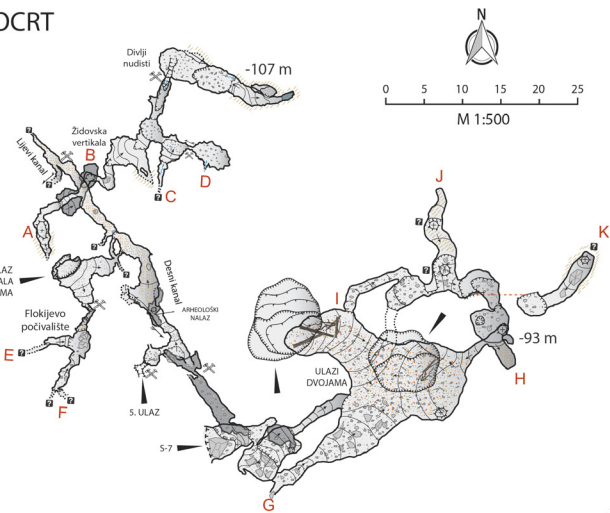
Jelenje, Hrvatsko primorje

STVARNA DULJINA	DUBINA
619 m	-107 m
TLOCRTNA DULJINA	MJERIL
328 m	1:500

KATASTR. BROJ	BROJ PLOČICE	GK KOORDINATE	NAĐ. VISINA
343	01-0208 (Mala jama)	5455287 5034000	619 m
TOPO. SNIMKI	01-0204 (Dvojama)	DIGITALIZIRAN	626 m
L. Kukuljan, D. Maršanić, G. Nikolić		L. Kukuljan	
MJEŠTI: D. Maršanić, G. Nikolić, V. Malnar, L. Kukuljan, T. Crnić, D. Grozić		RAZDOBLJE ISTRŽIVANJA: 2014, 2016-2017	
ISTRŽIVANJE: SU Estavela, SO HPD Željezničar			

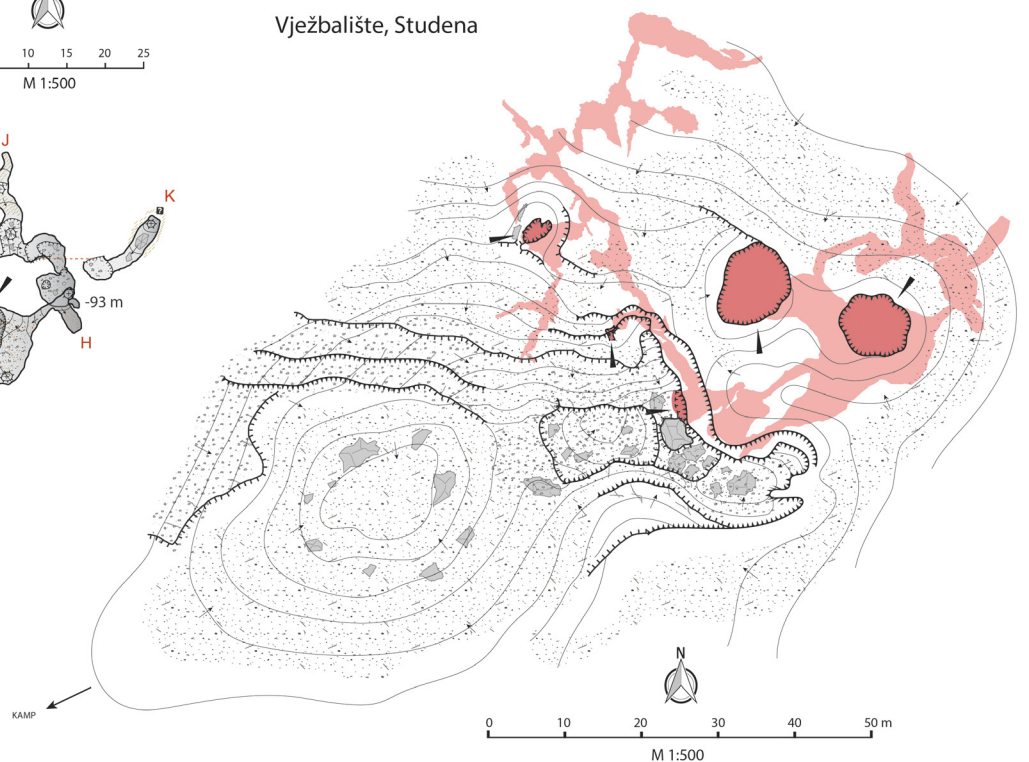


TLOCRT



TLOCRT POVRŠINE

Vježbalište, Studena



je presjeka, stijene su vrlo ugrađene s vidljivim fasetama te nemaju sigaste tvorbe. Zbog velikih dimenzija ulaza Dvojame, dno ulaznih vertikala prekriveno je velikom količinom kršja, balvana i humusa. Logičan nastavak kanala u kojeg su se slijevale vode iz S-7 zato više nije moguće pronaći.

O morfogenezi ovoga sustava postoje tragovi i na površini. Naime, južno od ulaza Male jame i Dvojame nalazi se vrtača većinski okomitih stijena, a u kojoj se danas nalaze ostala dva ulaza sustava (Peti ulaz i S-7). Korodirana sigovina, ugrađene stijene i fasete na otvorenom, dijelom zarušeni kanali sustava koji prolaze ispod vrtače (spoj Mala jama – S-7), odnosno velika količina većih kamenih blokova u vrtači, ukazuje da se zapravo radilo o velikoj podzemnoj dvorani ili kanalu čiji se strop urušio. Po morfologiji i ugrađenosti stijene vrtače na krajnjem istoku, pretpostavljamo da se i tamo u prošlosti nalazio vertikalni ulaz, od kojeg su danas ostale samo istočne i sjeverne stranice. Ispod dotičnog dijela stijene nalazi se zarušeni završetak glavnog kanala Male jame.

El kapital

Od otkrića, 2016. godine, jama El Kapital ubrzo se pokazala najznačajnijim speleološkim pronalaskom novijeg datuma na ovom području. Ovo je trenutno drugi najdublji objekt područja, koji ima najveće izgleda da dopre do hidrološki aktivne zone. Jama ima maleni ulaz (0,5 x 0,5 m) na rubu plitke vrtače, a nalazi se 800 m SI od izvora Rječine na 525 mnv (Slika 4 i 9 lijevo). Trenutno dno na 104 m dubine, predstavlja neprolazno uski meandar, koji je dosegnut 2017. godine, a u naredne dvije godine održane su još tri akcije proširivanja na dnu (Slika 8b). Zanimljiva je činjenica što je jama formirana u slabije propusnoj dolomitičnoj breči (Biondić i sur., 1997) pa je pronalazak tako duboke jame na ovom području svojevrsno iznenađenje. Jama se sastoji od tipičnih vadoznih vertikala i kratkih prolaza koji se protežu izrazito u smjeru SZ-JI, što je jasno vidljivo na nacrtu (Slika 9 desno).



Slika 8. | Stijene i uzorkovani sediment u Lijevom kanalu Male jame. | Foto: Lovel Kukuljan

Nakon malenog ulaza i blage padine s dosta usitnjenog kršja otvara se prva vertikala Perestrojka 20 m dubine. Južni krak završava na -50 m dok sjeverni nastavlja 34 m dubokom vertikalom Proletarijat. Nakon nekoliko skokova u uskom meandru s korodiranim stijenama, cirkulacija zraka, koja je bila praćena kroz špilju, sada prolazi kroz usku pukotinu. Dno jame nalazi se na kraju vertikale Kominternu. Kružnog je oblika, sa zaobljenim kamenjem na tlu, a na krajnjem SZ kraju nalazi se 50 cm visoki i uski meandar. Vodeni tok koji postoji u špilji, najvećim dijelom formira procjedna voda, koja se skuplja i otječe prema dnu jame kroz neprohodni nastavak. Tijekom kišne sezone dno jame vrlo je mokro i stvaraju se mali slapovi. Špilja ima vrlo malo speleotema i to uglavnom u gornjem dijelu blizu ulaza. Procijeđena voda vrlo je agresivna i njeni su učinci vidljivi na zidovima i tlu u cijeloj jami.

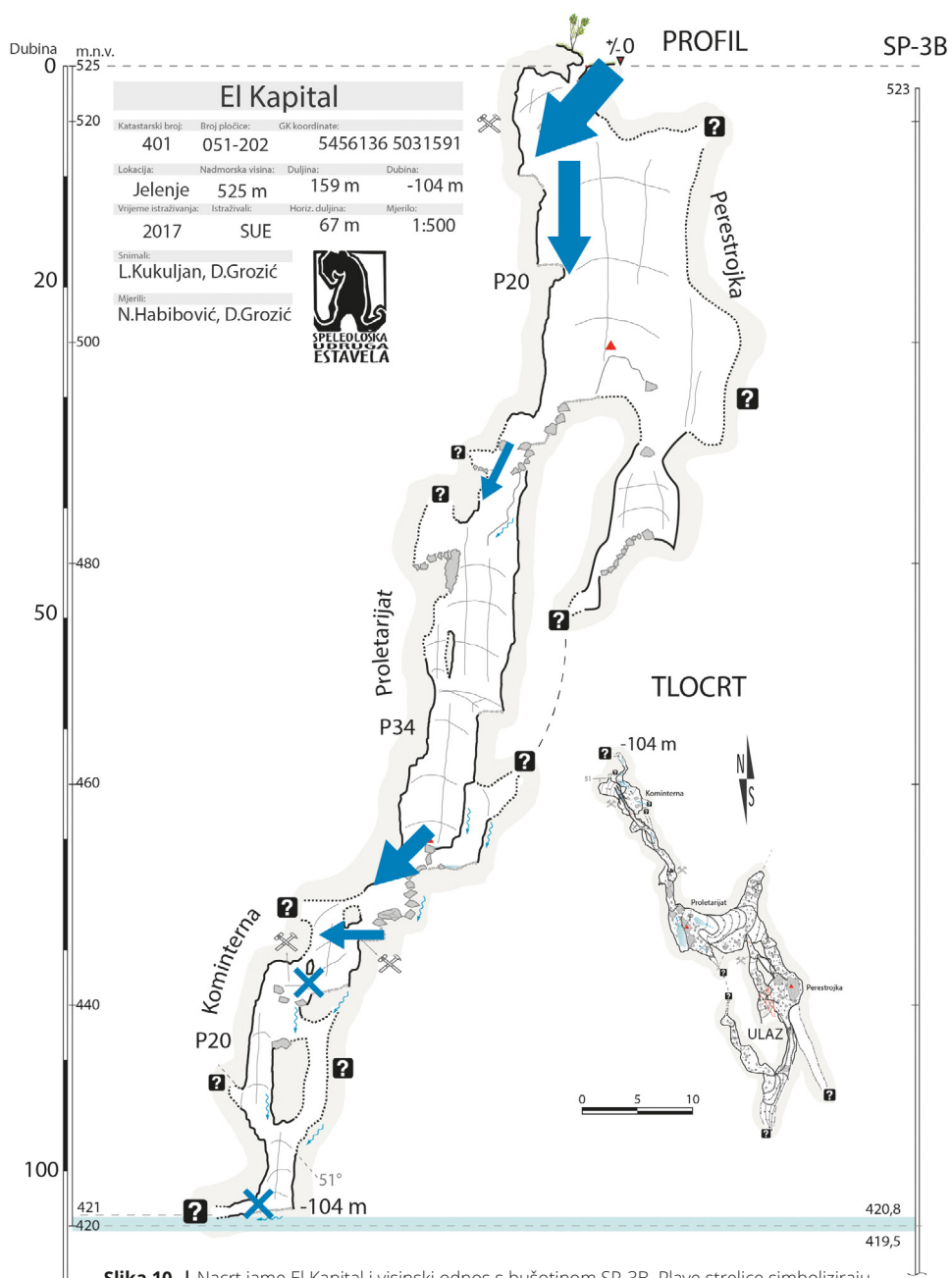
Motivaciju akcijama proširivanja na dnu daje snažna cirkulacija zraka koja se osjeti na ulazu, pogotovo tijekom zimskih mjeseci kada jama uvlači hladni vanjski zrak u unutrašnjost. Jama se tako ponaša kao niži ulaz potencijalnog sustava, što je iznenađujuće, s obzirom da je teren u okolici jame vrlo ujednačen i bez velikih vertikalnih razlika. Cirkulacija zraka mjerena je i praćena kroz jamu 24. prosinca 2017. uređajem Kestrel 4000. Najveća brzina izmjerena je na ulaznom dijelu (1,7 m/s), dok se prema dnu cirkulacija smanjuje na 0,5 m/s (brzine cirkulacije simbolizirane plavim strelicama na profilu nacrtu). Jako uvlačenje zraka tijekom zimskih mjeseci uzrokuje hlađenje i isušivanje ulaznih dijelova jame te posljedično i ispućavanje već ionako krušljive stijene. U istom navratu mjerenja 2017., dok je temperatura vani iznosila $-4,3^{\circ}\text{C}$, pozitivnu vrijednost zrak je dosegnuo tek na



Slika 9. | Lijevo – ulaz u „El Kapital“ na rubu plitke vrtače te desno – izgled dna jame. | Foto: Lovel Kukuljan

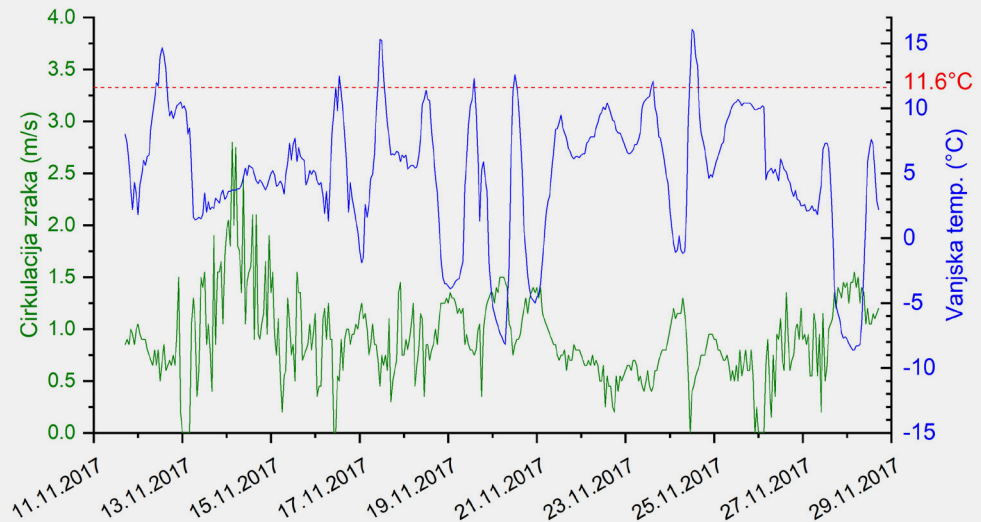
10 m dubine. Maksimalna temperatura je, očekivano, izmjerena na dnu (10,1° C). Ovakva dinamika zraka i temperature potencijalno i objašnjava urušni postanak otvora ulaza, koji nije bio primijećen od strane prijašnjih istraživača niti od lokalaca.

Kako se ulaz jame nalazi svega 250 m JZ od hidrogeoloških bušotina SP-3 i SP-3B, zanimljivo je proučiti rezultate hidrogeoloških istraživanja i usporediti ih sa speleološkim rezultatima. Trasiranje bušotine SP-3 potvrdilo je povezanost i s izvorom Rječine i s izvorima na SZ rubu Grobničkog polja, ali s preferirajućim smjerom prema Grobničkom polju (Biondić i sur., 1997). Ulaz El Kapitala leži upravo na tlocrtnoj liniji koja povezuje ovu bušotinu i izvor Rječine. Bušotina SP-3B izvedena je 2005. godine i nalazi se pokraj SP-3. Kuhta i sur. (2014) izmjerili su razinu podzemne vode u bušotini SP-3B u razdoblju od jedne hidrološke godine (2012. – 2013.). Mjerenja su pokazala vrlo brze reakcije razine vode na oborine, ali što je još zanimljivije, također su pokazala ustaljenje između 420,8 i 419,5 m nadmorske visine tijekom većeg dijela razdoblja što označuje postojanje kanala na tom horizontu. Nedavno su speleološka istraživanja pokazala da se razina sadašnjeg dna jame direktno poklapa s tim

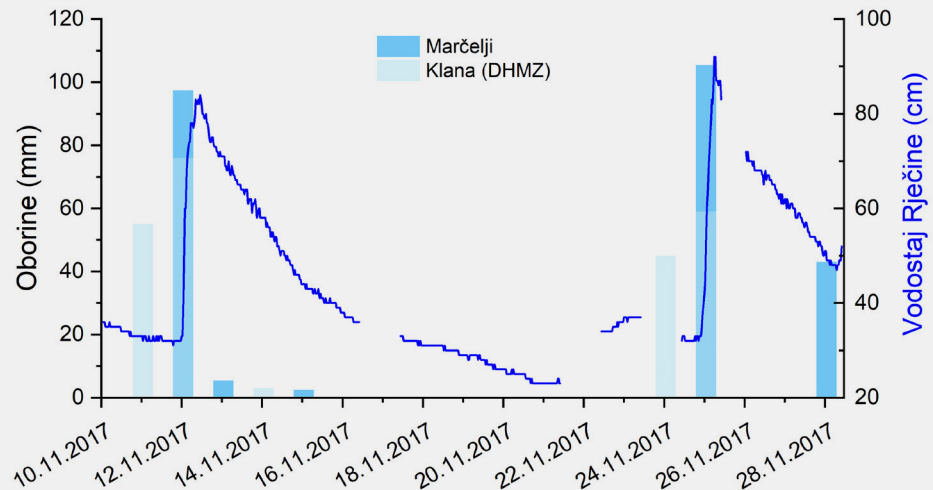


Slika 10. | Nacrt jame El Kapital i visinski odnos s bušotinom SP-3B. Plave strelice simboliziraju smjer i relativnu brzinu cirkulacije zraka za vrijeme zimskog režima. Pretpostavljena razina aktivne vodene zone obilježena je plavom horizontalnom linijom.

Slika 11. | Vremenska serija podataka za mjerno razdoblje krajem 2017. godine. Legenda: zelena linija – brzina cirkulacije zraka u m/s; puna plava linija – temperatura vanjskog zraka u °C; isprekidana crvena linija – pretpostavljena temperatura unutrašnjosti jame odnosno temperatura obrata režima cirkulacije zraka u °C.



Slika 12. | Vremenski niz podataka mjernog razdoblja krajem 2017. s vodostajem Rječine. Plava linija – vodostaj Rječine u cm; Plavi stupci – dnevne količine oborine u mm (postaje Klana i Marčelji).



horizontom. Pretpostavljamo da to ukazuje na hidrološki aktivnu zonu i da bi daljnja speleološka istraživanja mogla otkriti nove, ali uglavnom uske horizontalne prolaze. S obzirom na relativno visoki položaj u odnosu na izvor Rječine (dno se naime nalazi na 421 mnv, a izvor Rječine na 325 m), smatra se da ova zona ne može biti hidrološki povezana na ovaj izvor, već je izglednija povezanost s tokovima koji otječu prema rubu Grobničkog polja.

Snažna cirkulacija zraka i potencijalna povezanost nastavka jame na hidrološki aktivnu zonu, potakla je na dodatna istraživanja. U dvama periodima postavljen je Kestrel 4000

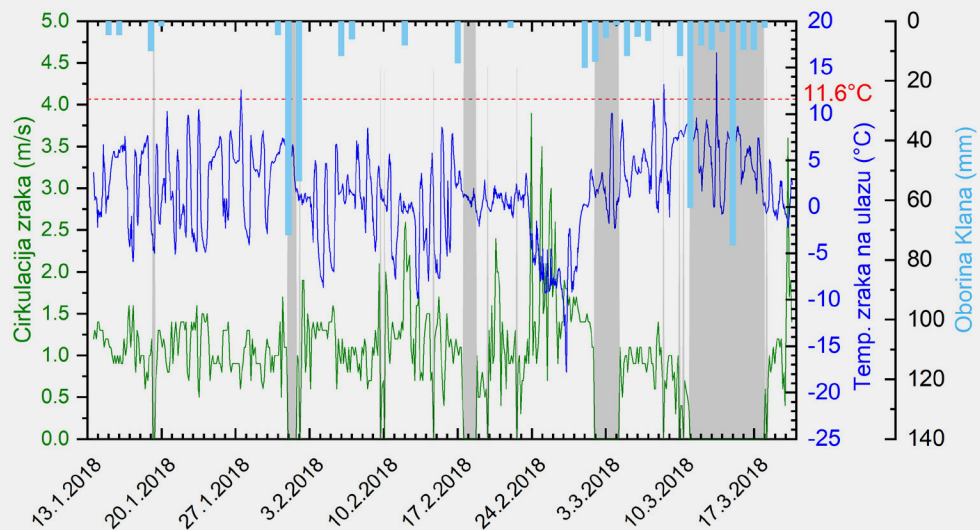
na ulazu u jamu koji je kontinuirano mjerio brzinu cirkulacije zraka i temperaturu u intervalu 30 minuta. Prvo kontinuirano mjerenje cirkulacije zraka provedeno je krajem 2017. godine, tijekom zimskog režima, kada je obično prisutna najveća brzina zraka. Tijekom gotovo cijelog razdoblja bila je prisutna silazna cirkulacija, a vanjske temperature bile su niže od temperature špilje za cca 10° C. Sredinom razdoblja vidljiv je dnevni obrazac cirkulacije zraka, koji ukazuje na temperaturnu razliku (efekt dimnjaka) kao pokretačku silu ventilacije jame. Tako padovi noćne temperature često dovode do veće brzine ventilacije. Ipak, najjača cirkulacija zraka nije zabilježena tijekom najnižih

temperatura (vidi npr. 20. 11. 2017.).

Već su prethodni istraživači zaključili da izvor Rječine ima vrlo brz odziv na oborine u slivnom području te da vodostaj izvora visoko korelira s podacima o oborinama zabilježenima na meteorološkoj postaji Klana (Kuhta, 2014.). Na slici 11 prikazani su vremenski nizovi brzine cirkulacije zraka i vodostaja Rječine.

Tijekom i nakon oborina dolazi do vrlo strmog porasta vodostaja mjerenog na izvoru, koji se zatim postupno spušta prema baznoj razini. Zanimljivo, tijekom tog vremena bilježe se prekidi u ventilaciji na ulazu El Kapitala. U prvom vodenom valu

Slika 13. | Vremenska serija podataka za mjerno razdoblje 2018. godine. Legenda: zelena linija – brzina cirkulacije zraka u m/s; puna plava linija – temperatura vanjskog zraka u °C; plavi stupci – količina oborina na meteorološkoj postaji Klana u mm; siva polja – periodi prekida ventilacije; isprekidana crvena linija – pretpostavljena temperaturu unutrašnjosti jame odnosno temperaturu obrata režima cirkulacije zraka u °C.



cirkulacija zraka bila je blokirana pet sati, a u drugom šest sati. Međutim, ventilacija se zatim nastavlja bez obzira što razina vode i dalje raste. Ova zapažanja pokazuju da zrak ne komunicira s epifreatskom zonom (dizanje i spuštanje podzemne vode i posljedično blokiranje ventilacije zraka), već bi se blokiranje moglo prije objasniti velikim dotokom oborine, koja se procjeđuje kroz podzemlje te u kraćim intervalima blokira prolaz zraka. Preliminarni rezultati drugog razdoblja mjerenja potvrdili su primarnu hipotezu (slika 13). Tijekom zimskih mjeseci 2018. godine u periodu kada je i dalje vanjska temperatura većinu vremena niža od unutrašnje, zabilježena su četiri duža razdoblja prestanka ventilacije, od kojih je posljednje trajalo više od šest dana.

Iako bi se ova mjerenja mogla nadopuniti novijim, preciznijim mjerenjima (Kestrel 4000 naime ne bilježi smjer ventilacije), meteorološka postaja Klana udaljena je od jame 5 km, mjereno je samo zimsko razdoblje) pa i hidrogeološkim istraživanjima (trasiranje jame) i dalje je neizbježna činjenica da su potrebne brojne akcije proširivanja da se otkrije potencijalan širi horizontalni nastavak jame El Kapital.



Slika 14. | Glavna vertikala P58 u Zaradovanjskoj jami. | Foto: Lovel Kukuljan

Zaradovanjska jama

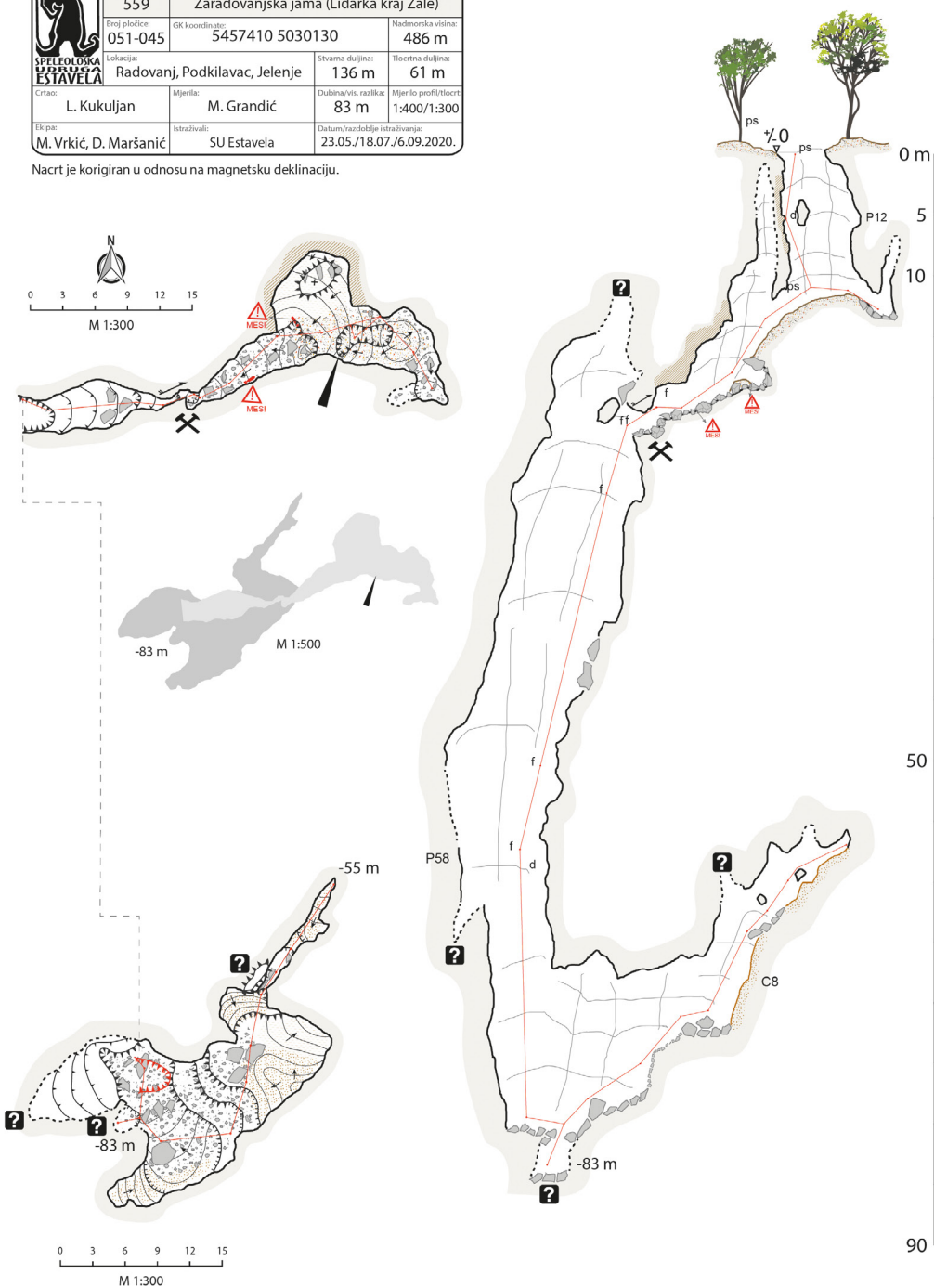
Ovu je jamu već zabilježio na karti S. Božičević u elaboratu (Božičević, 1969), no zbog nepotpune dokumentacije nije sigurno postoji li prijašnji nacrt. Ulaz je pronađen tek zahvaljujući LiDAR snimkama 2020. godine. Jama se nalazi na vrhu padine kanjona Zale na pola puta između izvora Rječine i naselja Podkilavac, a ulaz je dimenzija 6 x 1 m. Nakon ulazne vertikale od 12 m jama se spušta

strmom kosinom prema zapadu gdje je pronađen MES. Pretpostavljamo da su do ovog dijela došli prethodni istraživači jer je MES bio sklonjen sa sipara na zid. U nastavku se kanal sužuje do uskog meandra koji je u prvoj akciji bio neprolazan, ali iza kojega se čula jeka vertikale i dobra perspektiva za nastavak. U drugoj akciji prošireno je suženje te se otvorila vertikala od 58 m, no zbog

manjka opreme, na dno se stiglo tek u trećoj akciji. Na dnu se otvorio veći prostor dimenzija 15 x 7 m sa zarušanjem. Jedina perspektiva bila je strmina s uskim ogrankom koji se skokovito pružao u plus prema SI, no stao je na ~25 m visine od dna vertikale. Po dubini od 83 m, ova je jama tako postala treća najdublja jama na ovom području.

Katastarski broj: 559		Ime speleološkog objekta: Zaradovanjska jama (Lidarka kraj Zale)	
Broj pločice: 051-045		GK koordinata: 5457410 5030130	
Lokacija: Radovanj, Podkilavac, Jelenje		Nadmorska visina: 486 m	
Crtao: L. Kukuljan		Mjerilo: M. Grandić	
Ekipa: M. Vrkić, D. Maršanić		Istraživali: SU Estavela	
Stvama duljina: 136 m		Tlocrtna duljina: 61 m	
Dubina/vis. razlika: 83 m		Mjerilo profila/tlocrta: 1:400/1:300	
Datum/razdoblje istraživanja: 23.05./18.07./6.09.2020.			

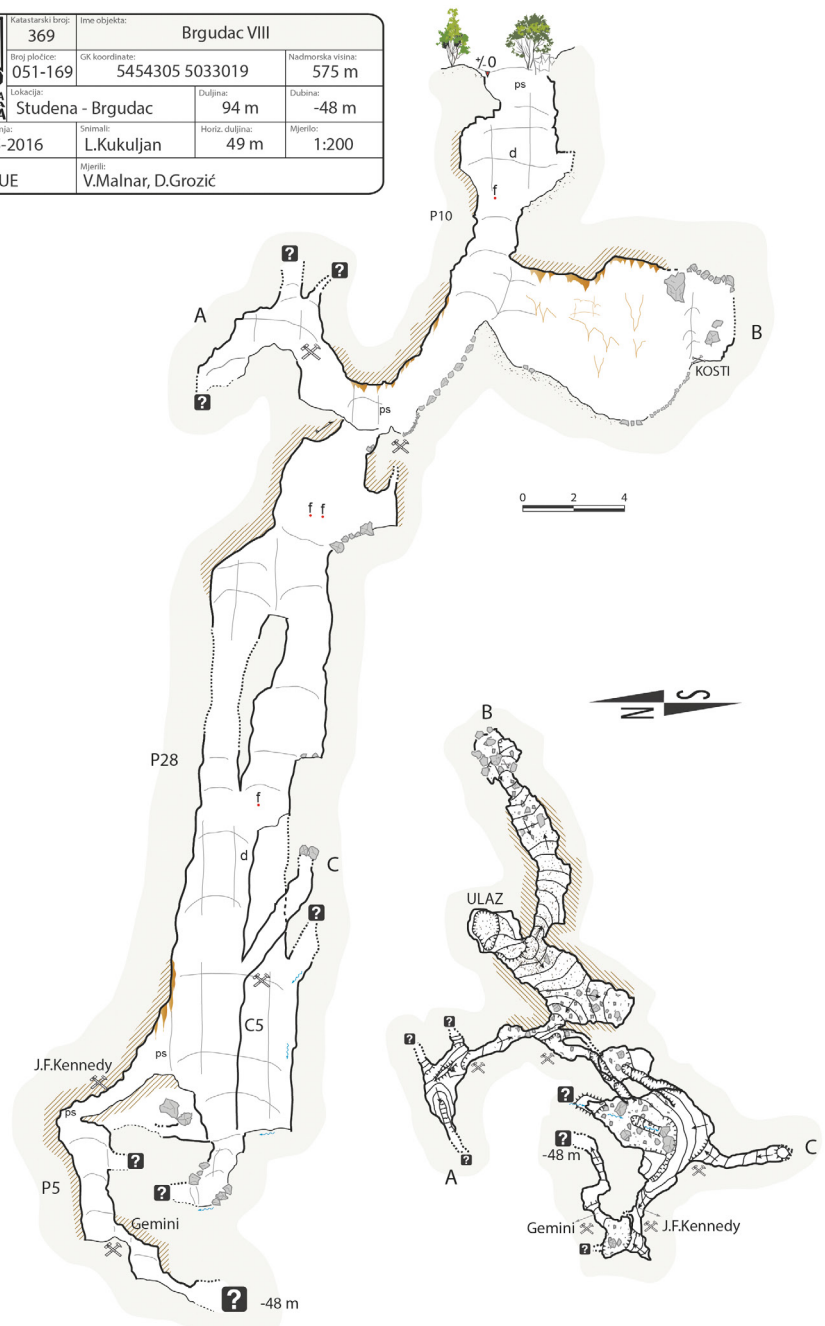
Nacrt je korigiran u odnosu na magnetsku deklinaciju.



Brgudac VIII

Jama Brgudac VIII nije među najdužjim jama na ovom području, no vrlo je razgranata i na dnu je poduzet najveći broj akcija (sedam) da se jamu produbi do konačne dubine. Jama ima ulaz dimenzije 2 x 2 m na rubu plitke vrtače. Na dnu ulazne vertikale od 10 m slijedi strma kosina s koje se odvajaju dva bočna horizontalna ogranka. Kosina završava u zarušenju, no bacanjem kamenčića u prvoj akciji utvrdilo se postojanje vertikale. Ulaz u vertikalu otkopan je te se tako otvorio put u dubinu, no 30-ak metara niže ponovno se naišlo na suženja – jedno na vrhu zasigane strmine, a drugo nešto bliže dnu vertikale i to u obliku neprolazne pukotine. Pukotina nazvana J. F. Kennedy proširena je, a ispod se otvorio skok od 5 metara. I ovdje se naišlo na novo suženje Gemini (slika 15 lijevo). Iako su suženja bila inspirirana prvim svemirskim programima NASA-e, do imenovanja novog suženja Apollo ipak se nije stiglo. Iza Geminija, jama je postala vrlo uska, stijene zasigane, a prostor za rad vrlo skučen što je odvrtilo daljnje pokušaje proboja. Cirkulacija zraka također nije upućivala na perspektivan nastavak.

	Katastarski broj:	Ime objekta: Brgudac VIII	
	369		
Broj pločice:	GK koordinate:	Nadmorska visina:	
051-169	5454305 5033019	575 m	
Lokacija:	Studena - Brgudac	Duljina:	Dubina:
		94 m	-48 m
Vrijeme istraživanja:	Snimali:	Horiz. dužina:	Mjerilo:
2015-2016	L.Kukuljan	49 m	1:200
Istraživači:	Mjerili:		
SUE	V.Malnar, D.Grozić		

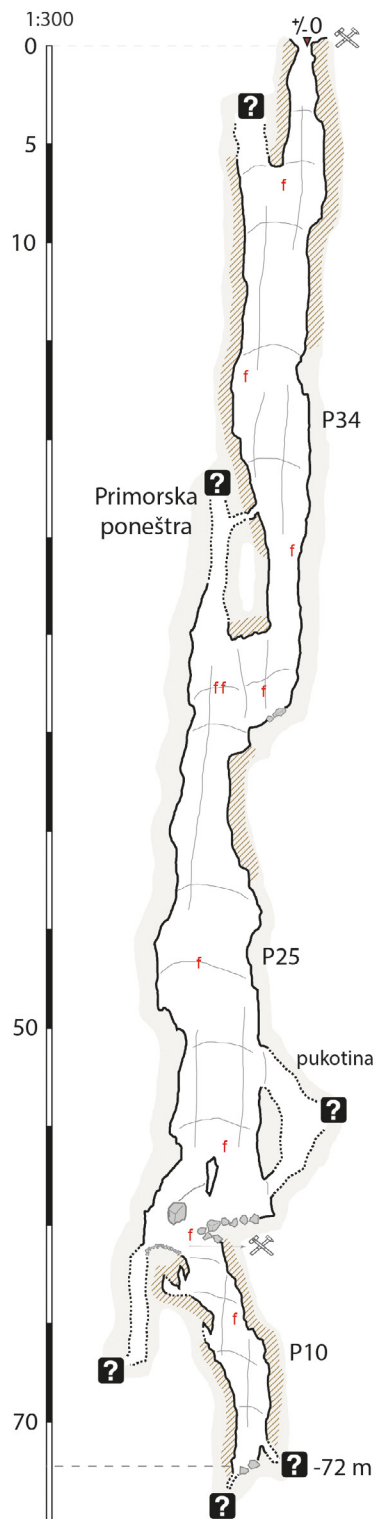
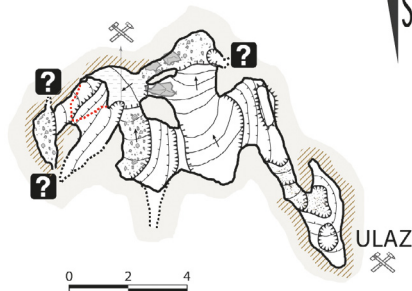


Slika 15. | Lijevo – suženje Gemini. Desno – primjerak kornjaša tankovratiča pronađenog u jami Brgudac VIII. | Foto: Lovel Kukuljan

Žmuj vina (Jama na putu)

Ova je jama slučajno pronađena tijekom jedne speleološke akcije 2017. godine, kada je ulaz prekoračen dok nije zadnji u ekipi primijetio rupu veličine šake. Jamski je ulaz uskoro otvoren i proširen (slika 16), a otvorila se vertikala od 34 m koja nakon police vodi u sljedeću vertikalu od 25 m. Na dnu je nastavak bio blokiran kamenom ljuškom, a nakon širenja istražena je uska vertikala od 10 m koja završava zarušenjem na dubini od 72 metra, bez cirkulacije zraka i bez perspektive nastavka. U jami je pronađeno nekoliko primjereka tankovratića.

	Katastarski broj:	Ime objekta: Žmuj vina (Jama na putu)	
	405		
Broj pločice:	GK koordinate:	Nadmorska visina:	
051-299	5455884 5031240	556 m	
Lokacija:	Dužina:	Dubina:	
Jelenje	83 m	-72 m	
Vrijeme istraživanja:	Snimali:	Horiz. dužina:	Mjerilo:
1.5.2017.	L.Kukuljan	22 m	1:300
Istraživali:	Mjerilo:		
SUE, SKOL	D.Grozić		



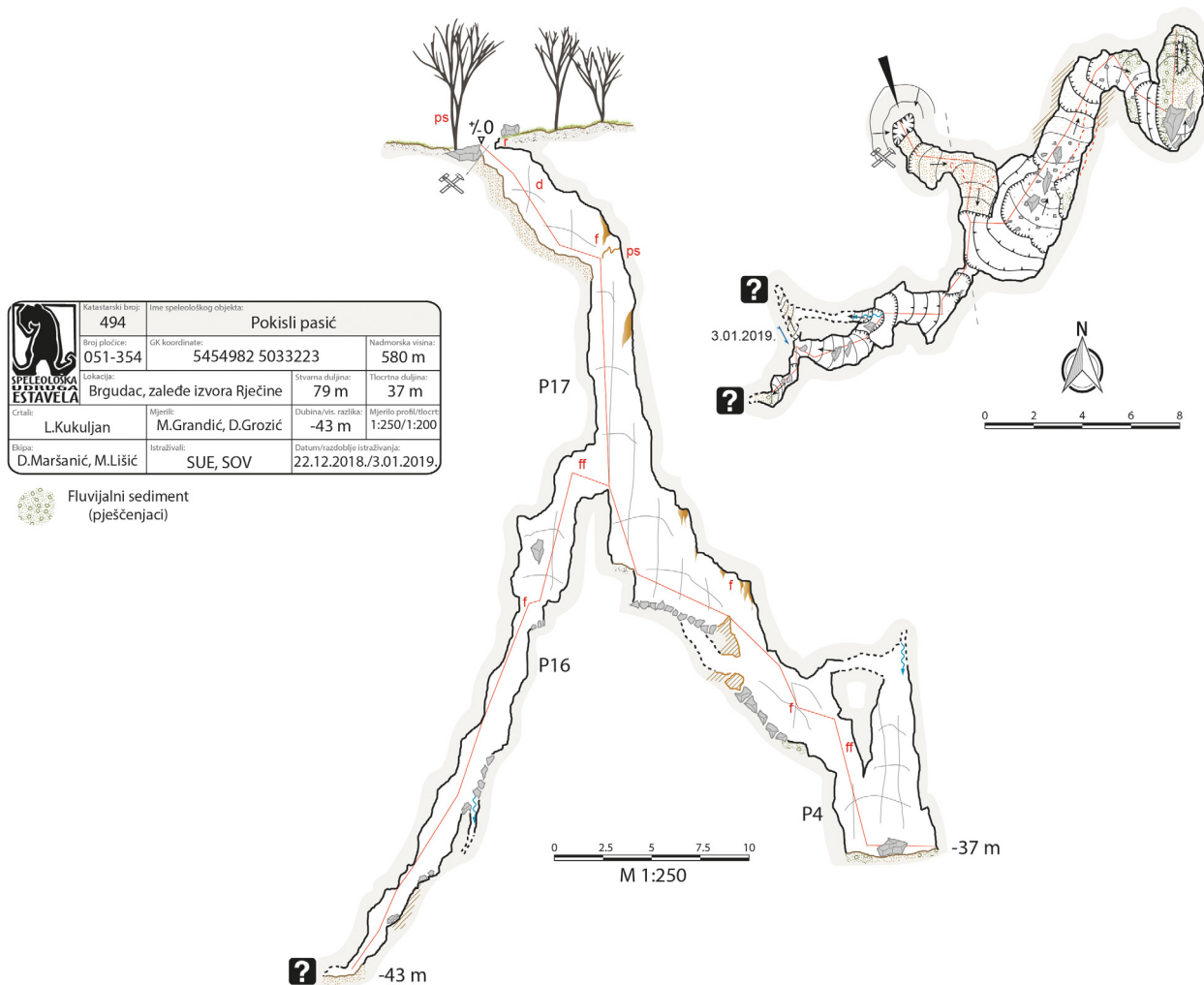
Slika 16. | Ulaz u Žmuj vina. | Foto: Lovel Kukuljan

Pokisli pasić

Ova jama zanimljiva je po tome što bilježi tragove geomorfoloških procesa na terenu, s obzirom da su oba kraka jame zatrpana fluvijalnim sedimentom, odnosno riječnim šljunkom (slika 17). Jama se nalazi poviše lijevog obronka kanjona bujičnog potoka Zale, koji većinu vode dobiva s flišnog terena u zaleđu Brgudca. Jama ima mali i nezamjetan ulaz, a profil je u obliku grčkog slova lambda, gdje se jedan krak jame pruža prema SI do dubine 37 m, a drugi uži prema JZ do dubine 43 m. Ulaz u jamu nalazi se 10 m iznad korita Zale i moguće je da je sediment donesen ili kroz pukotine podzemnim putem ili površinski, davno prije produbljanja kanjona.



Slika 17. | Šljunkom posuti SI krak jame tamnozeleno boje. Foto: Lovel Kukuljan



Dvojama na Brgudcu

Dvojama na Brgudcu također se ne ističe po duljini ni dubini, no zanimljiva je zbog svoje morfologije i potencijalne perspektive nastavka. Špilja ima dva jamska ulaza – veći, Impotentni (slika 18), s kojeg se pod 51° pruža strmi kanal kružnog

presjeka do dvorane gdje se spaja drugi, vertikalni ulaz. U nastavku pod istim nagibom na tlu se pojavljuje sve više kršja i kamenih blokova, koji su i spriječili nastavak špilje. Špilja je nacrtana 2015., a u ponovnoj akciji 2018. godine, prošireno je zarušenje

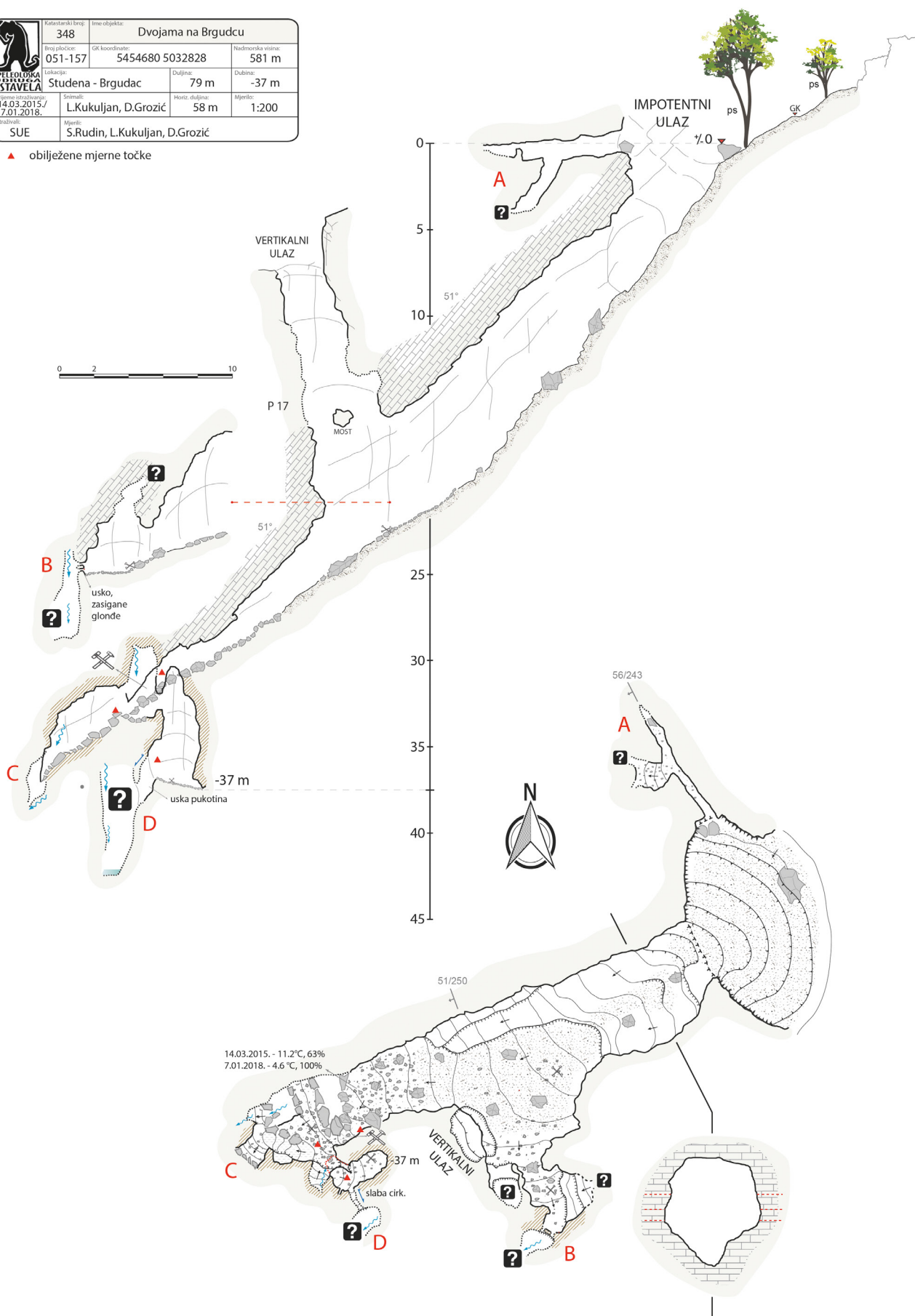
na dnu špilje te je otvoren nastavak. Iako je kanal i u nastavku zarušen, otvorio se sporedni ogranak bez kršja, u obliku malene vertikale i uske vertikalne pukotine, iza koje se čuje tok vode što čini potencijalno zanimljiv nastavak špilje.

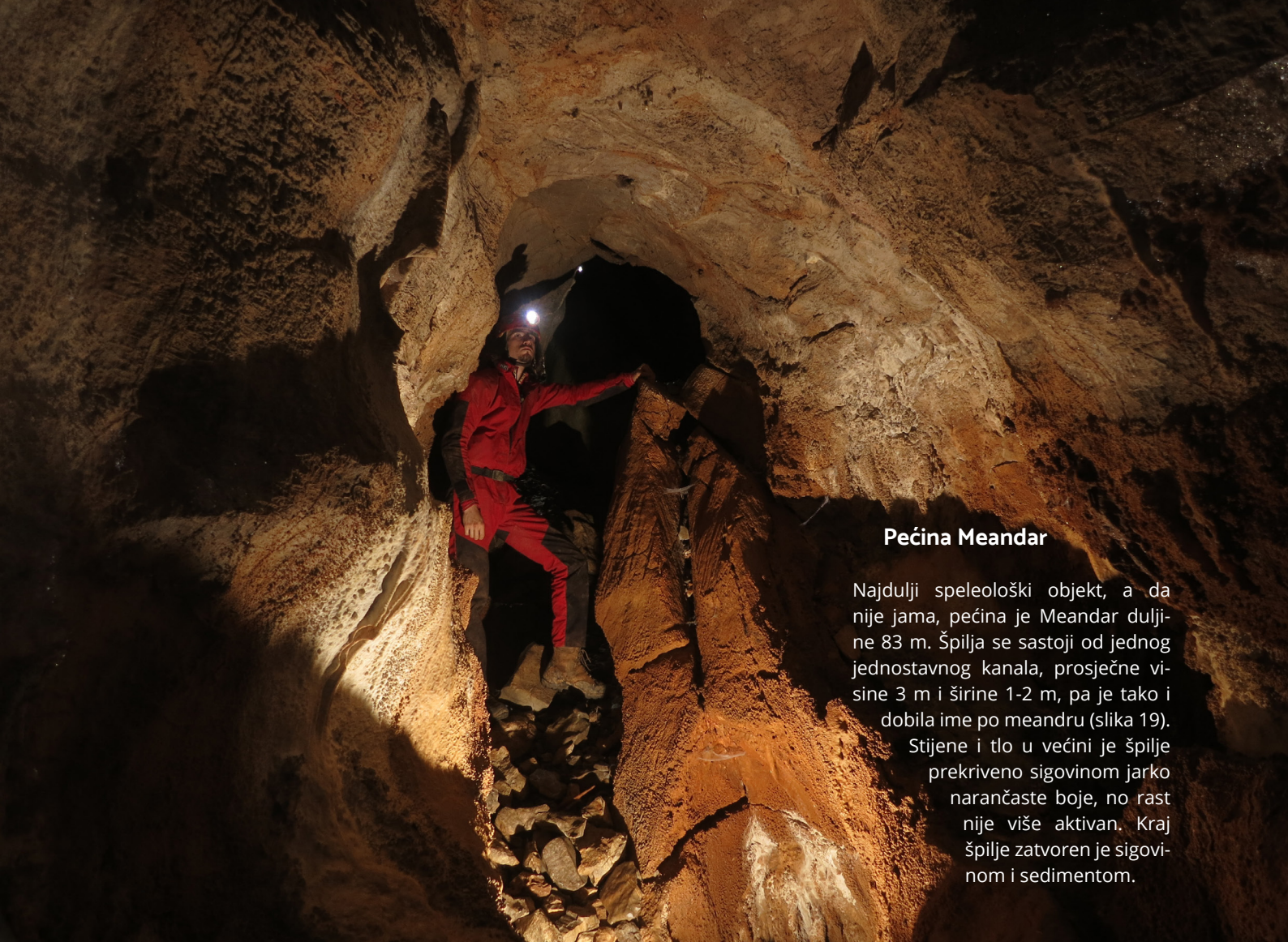


Slika 18. | Veći jamski ulaz Dvojame na Brgudcu koji nastavlja kanalom kružnog presjeka. | Foto: Lovel Kukuljan

	Katastarski broj:	ime objekta: Dvojama na Brgudcu	
	Broj pločice:	GK koordinat:	Nadmorska visina:
	051-157	5454680 5032828	581 m
	Lokacija: Studena - Brgudac		Dubina: -37 m
		Duljina: 79 m	
Datum istraživanja: 14.03.2015./ 7.01.2018.	Snimatelj: L.Kukuljan, D.Grozić	Horizontalna dužina: 58 m	Mjerilo: 1:200
Istraživači:	SUE		
	Mjeri: S.Rudin, L.Kukuljan, D.Grozić		

▲ obilježene mjerne točke





Pećina Meandar

Najdulji speleološki objekt, a da nije jama, pećina je Meandar duljine 83 m. Špilja se sastoji od jednog jednostavnog kanala, prosječne visine 3 m i širine 1-2 m, pa je tako i dobila ime po meandru (slika 19).

Stijene i tlo u većini je špilje prekriveno sigovinom jarko narančaste boje, no rast nije više aktivan. Kraj špilje zatvoren je sigovinom i sedimentom.

Slika 19. | Presjek kanala u Pećini Meandar. | Foto: Lovel Kukuljan

	Katastarski broj:	Ime objekta:	
	447	Pećina Meandar	
	Broj plošice:	GIS koordinata:	Nadmorska visina:
	051-121	5454010 5034269	650 m
	Lokacija:	Duljina:	Dubina:
	Studena - Ravno	83 m	-11.5 m
Vrijeme istraživanja:	Snimali:	Horiz. duljina:	Mjerilo:
3.05.2018.	L.Kukuljan	80 m	1:300
Istraživači:	Mjerilo:		
SUE	L.Kukuljan		

Ulaz locirao: N.Kuzmanović (SUS)



► Onečišćeni speleološki objekti

Prema odluci o zaštiti izvorišta vode za piće u slivu izvora u gradu Rijeci i slivu izvora u Bakarskom zaljevu (Ožanić, 2007), zaleđe izvora Rječine nalazi se u posebnoj, vodozaštitnoj zoni „vodoopkrbni rezervat“. Kako vodoopkrbni rezervat obuhvaća nenaseljeno gorsko-planinsko područje, odnosno područje prikupljanja i zadržavanja podzemne vode slivova prema izvorima, u načelu je pretpostavljeno kako potencijalne ugroze ne postoje. Iako na području Brgudca nema stalnih naselja, ipak postoje tragovi negativnog ljudskog djelovanja na prirodu, prvenstveno u obliku podzemnih divljih deponija otpada. Pokraj polja Ravno nalazi se lovački dom, a duž makadama koji vodi iz Jelenja prema Brgudcu nalaze se brojne vikendice pa je tako u okolici pronađen najveći broj onečišćenih speleoloških objekata. Za ovu tematiku bitna je i činjenica da je ovo područje potkraj Drugoga svjetskoga

rata bilo poprište žestokih borba između partizanskih jedinica, koje su pristizale s Grobnika, i njemačkih okupatora sa zapada. Zato ratne artefakte i MES i dan-danas pronalaze česti posjetitelji detektorima metala, a mi ih pronalazimo u podzemlju. Još od rimskih vremena Brgudac je predstavljao granično područje, a što danas vidimo po ostacima rimskog limesa i oznakama granica definiranih Rapalskim ugovorom 1920.

Na ovom području zabilježeno je 17 zagađenih speleoloških objekata. Po količini i vrsti otpada objekte možemo klasificirati kao: aktivni divlji deponij (Jama S-5 i Pavleč), divlji deponij s komunalnim otpadom (Jama u flišu, Jama S-2, Jama s otpadom (S-6), Jama na cesti (S-12) i Bunarić smeća), onečišćeni objekti s malim količinama otpada (Jama za Presikom, Nikoleta, S-4, Sojkina jama), objekti onečišćeni s MES-om (Pećina

Široko, Koncertna jama, Fobija, Jama Bazgovac, Zaradovanjska jama, Razvratna jama, Zala 1). Objekti su evidentirani u bazi podataka inicijative „Čisto podzemlje“.

Pretpostavljamo da je najugroženija Pavlića jama (Pavleč), koja se nalazi uz makadamski put koji od Jelenja vodi prema Brgudcu. Jama je istražena 1968. godine do dubine 33 m, a ponovo posjećena 1996. godine, kada još nije bila zabilježena kao zagađena (Kuhta, 2001). Prilikom posjeta 2016. god., zabilježeno je zagađenje na ulazu, a nedugo zatim 2017. god. primijećena je nova količina otpada, što upućuje na to da se radi o lokalcima poznatom aktivnom divljem deponiju otpada. Prijava nadležnim institucijama nije urodila plodom, zbog nesređenih zakonodavnih okvira za rješavanje ovog pitanja.



Slika 20. | Lijevo – zagađenje na dnu ulazne vertikale S-5 i desno – teško uočljiv MES na dnu Fobije. | Foto: Lovel Kukuljan

► Popis speleoloških objekata

Kat. br.	Broj pločice	Ime objekta (sinonim)	X HTRS	Y HTRS	Z	Dulj.	Dub.	God. ili period istr.	Autori nacrtu	Zagađeno
90	051-138	Špilja kraj potoka Zala	336952	5035679	578	38	6	2002., 2019.	N. Gruborović / L. Kukuljan	
91	051-188	Špilja kraj potoka Zala 2	337204	5035691	576	30	12	2002., 2019.	D. Reš, I. Markanjević / L. Kukuljan	
270	051-063	Jama na Široko	336755	5036324	594	44	19	2012.	L. Grabar	
320	051-137	Bojin	335875	5035184	640	12	35	2013.	D. Maršanić	
322	051-114	Jama za Presikom	336359	5035662	589	28	16	2013.	D. Maršanić	DA
331	051-122	Pobojište II	336788	5036233	591	25	20	2014.	L. Kukuljan	
332	051-130	Jama na Brgucima	336744	5034978	582	56	15	2014.	D. Maršanić	
337	051-134	Polupećina Široko	336353	5036361	610	5	0	2014.	L. Kukuljan	
338	051-135	Špilja u Krugu III	337762	5036210	674	5	2	2014.	L. Kukuljan	
339	051-133	Pećina Široko	336457	5036755	651	46	20	2014.	G. Nikolić	
342	051-139	Pobojište	336878	5035894	583	8	6	2014.	L. Kukuljan	
343	01-0208 01-0204	Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7	337584	5036421	608	619	107	2014., 2016., 2017.	L. Kukuljan, D. Maršanić, G. Nikolić	
344	051-147	Jama S-5	336550	5035390	584	23	19	2015.	L. Kukuljan	DA
345	051-142	Špilja Brgudac III	337460	5035084	568	5	2	2015.	L. Kukuljan	
346	051-146	Špilja Brgudac IV	337569	5034961	560	16	6	2015.	L. Kukuljan	
348	051-157	Dvojama na Brgudcu	336956	5035262	579	78	37	2015., 2018.	L. Kukuljan, D. Grozić	
350	051-151	Brgudac X	337348	5035112	569	17	11	2015.	L. Kukuljan	
351	051-145	Brgudac IX	337203	5035285	583	14	10	2015.	L. Kukuljan	
354	051-163	Jama Brgudac VI	337556	5035095	563	13	5	2015.	L. Kukuljan	
358	051-162	Jama Brgudac VII	337436	5035062	567	9	5	2015.	D. Grozić	
360	051-185	Brgudac XI	336379	5034918	595	29	16	2016.	N. Habibović	
361	051-166	Pobojište III	337003	5036285	592	28	14	2015.	D. Grozić	
365	051-127	Pećina na Brgudcima	336636	5034915	580	11	7	2014.	S. Gotić	
369	051-169	Brgudac VIII	336585	5035460	574	94	48	2015., 2016.	L. Kukuljan	
389	051-164	Koncertna jama (S-14)	337715	5035094	555	36	12	2016.	D. Grozić	DA
390	051-182	Pećina kod Velog briga	336276	5034430	579	16	7	2016.	L. Kukuljan	
391	051-215	Majama	336697	5034824	587	11	9	2016.	L. Kukuljan	
392	051-219	Fobija (B13)	337119	5034483	570	24	22	2016.	L. Kukuljan	DA
393	051-193	Jama iznad Rupačine	339004	5033100	509	13	12	2017.	L. Kukuljan	
394	051-221	Čokolinda (B17)	337677	5034523	571	10	10	2017.	L. Kukuljan	
395	051-194	Mekotica na Steni	338091	5033679	545	17	13	2017.	L. Kukuljan	
396	051-211	Depadansa	338157	5033646	546	10	7	2017.	L. Kukuljan	
398	051-208	Ona druga Kuzmina	338180	5033624	548	13	8	2017.	N. Trinajstić	
399	051-203	MR2	338390	5033639	541	7	3	2017.	N. Trinajstić	
400	051-126	JMB2 (jama na Brgudcima 2)	336632	5034861	585	17	9	2016.	N. Habibović	

Kat. br.	Broj pločice	Ime objekta (sinonim)	X HTRS	Y HTRS	Z	Dulj.	Dub.	God. ili period istr.	Autori nacрта	Zagađeno
401	051-202	El Kapital	338389	5033997	525	131	104	2017.	L. Kukuljan, D. Grozić	
402	051-222	Špiljuga	337700	5034155	581	40	12	2017.	D. Grozić	
403	051-225	Nikoleto (Jama ispod dalekovoda)	337865	5034565	561	15	10	2017.	L. Kukuljan	DA
404	051-212	MR3	338356	5034415	511	6	7	2017.	L. Kukuljan	
405	051-299	Žmuj vina (Jama na putu)	338130	5033651	547	83	72	2017.	L. Kukuljan	
409	051-216	Karmača (B16)	337657	5034437	582	15	11	2017.	N. Habibović	
410	051-230	Igi i žohari (B14)	337285	5034317	565	20	9	2017.	J. Capjak	
424	051-245	Puhalice kod dalekovoda	337875	5034546	559	6	6	2017.	L. Kukuljan	
430	051-213	Špilja iznad „mosta“ (S-16)	337628	5034005	576	47	10	2017.	D. Grozić	
434	051-191	S-4	336452	5035603	581	13	7	2018.	L. Kukuljan	DA
435	051-326	Jama S-2	336780	5036022	582	7	5	2018.	L. Kukuljan	DA
438	051-246	Zala 2 (Jama Malo pancete)	340052	5032387	471	41	23	2018.	L. Kukuljan	
439	051-252	Zala 1 (Jama Hoćemo još)	340140	5032309	474	17.8	12.6	2018.	A. Žmegač	DA
447	051-121	Pećina Meandar	336313	5036715	651	83	11.5	2018.	L. Kukuljan	
448	051-250	Pećina na Širokom 2	336608	5036689	647	49	18	2018.	L. Kukuljan	
457	051-251	Rupica na 666 mnv	336542	5036745	646	34	13	2018.	S. Mikičić	
458	051-229	Jama za Sudanovo	338127	5033548	551	27	16	2017.	I. Čavka	
460	051-026	Zbogom u Osijek (Pećina Široko 3)	336520	5036721	644	26	15	2018.	L. Kukuljan	
461	051-353	Ginko baloba	336615	5036645	638	5	5	2018.	L. Kukuljan	
475	051-247	Jama Bazgovac (S-20)	339177	5032019	476	36	30	2018.	D. Grozić	DA
477	051-118	Kapalica	336787	5036710	666	71	60	2018.-2019.	S. Mikičić, M. Grandić	
482	051-153	Pećina Prohorce	336863	5035975	576	10	4	2018.	L. Kukuljan	
483	051-140	Kosturnica na Pobjištju	336829	5036345	607	25	6	2018.	L. Kukuljan	
486	051-313	Polušpilja kod Zale 2	337131	5035827	579	6	0	2018.	L. Kukuljan	
487	051-301	Jama Ona	338185	5033625	548	17	16	2018.	O. Milaković	
494	051-354	Pokisli pasić	337265	5035651	576	79	43	2018., 2019.	L. Kukuljan	
514	051-333	Teotihuacan	337348	5035390	576	19	17	2019.	L. Kukuljan	
522	051-403	Dažd daždi (Brgudac 30)	336967	5035571	584	63	39	2019.	L. Kukuljan	
545	051-421	Covid pandemija (L-33)	337202	5035918	572	48	25	2020.	M. Grandić	
546	051-422	Zaraženi korijen	337523	5035811	560	12	9	2020.	E. Kovač	
550	051-362	Moj Lovel je opasan (L-29)	336445	5035326	592	28	23	2020.	E. Kovač	
558	051-041	Špilja pod lijanom (L-14)	339362	5032838	505	5	2	2020.	L. Kukuljan	
559	051-045	Zaradovanjska jama (Lidarka kraj Zale)	339636	5032512	482	136	83	2020.	L. Kukuljan	DA

Kat. br.	Broj pločice	Ime objekta (sinonim)	X HTRS	Y HTRS	Z	Dulj.	Dub.	God. ili period istr.	Autori nacрта	Zagađeno
584	051-400	Logična jama (Brgudac XV)	337638	5034136	589	58	34	2016., 2020.	L. Kukuljan	
588	051-455	Konoba na Brgudcu (L-12)	338622	5033946	531	7	5	2021.	L. Kukuljan	
589	051-393	Brižna jama (Lidarka pokraj Brgudca XI)	336378	5034981	594	7	4	2020.	M. Grandić	
590	051-364	Razvratna jama (L-28)	336143	5035036	619	9	6	2020.	M. Grandić	DA
593	051-456	Grobničanka	339102	5033326	505	8	5	2021.	I. Dujmović	
660	051-458	Brgudac V (B5)	337428	5034981	569	66	32	2015., 2020.	L. Kukuljan, M. Zausnig, M. Grandić	
680	051-544	Print (Hello World)	337797	5035291	550	25	15	2023.	L. Kukuljan	
681	051-545	Nova špilja u Krugu (L-42)	337610	5036068	610	38	7	2023.	L. Kukuljan	

► Zaključak i perspektive daljnjih istraživanja

Tijekom deset godina sustavnog istraživanja Brgudca i okolnih susjednih područja, SU „Estavela“ uz članove SO Velebit i SKOL-a istražila je 76 speleoloških objekata, čime je uz otprije poznate objekte koje su istražili članovi SOŽ-a, ukupan broj objekata narastao na 83. Najdulji i najdublji istraženi speleološki objekt je Jamski sustav Mala jama – Dvojama – S-7 duljine 619 m i dubine 107 m, koji je istraživan i pospojen u sustav u razdoblju 2014. – 2017. godine. Među najzanimljivijim otkrićima ističe se jama El Kapital, dubine 104 m sa snažnom cirkulacijom zraka i potencijalom nadovezivanja na hidrološki aktivnu zonu, no ne nužno onu koja se nadovezuje na izvor Rječine.

Iako je površina vrlo detaljno rekonoscirana i istražena zahvaljujući LiDAR snimkama, uvijek postoji mogućnost pronalaska novih objekata manjih ulaza, kao što je iskustvo pokazalo. Speleološka istraživanja gotovo da još nisu rađena prema istoku – na padinama planine Obruč, teren koji se strmo uspinje na više nadmorske visine i udaljava od izvora. Trenutno na postojećem terenu postoje koordinate za još oko četiri neistražena objekta, s malim potencijalom nastavka. Poznata je još nekolicina slabih puhalica i objekata s

otvorenim ali neprolazno uskim nastavcima. Iako dublja zona krškog platoa nije dosegnuta (dubina od platoa do razine Rječine iznosi cca 250 m), daljnja istraživanja će se umjesto na šire područje, koncentrirati na nekoliko postojećih objekata, koji bi bili najizgledniji kandidati za taj cilj. Uz suradnju s institucijama, i sam izvor Rječine može ponovo postati predmet speleoloških i speleoronilačkih istraživanja.

► Zahvale

Zahvaljujem svim članovima speleološke udruge Estavele i speleolozima iz drugih društava koji su sudjelovali ili sudjeluju u dugogodišnjim speleološkim istraživanjima ovoga područja. Posebice zahvaljujem Dini Groziću, Nini Trinajstić, Nazifu Habiboviću, Dariju Maršaniću, Marini Grandić i Nenadu Kuzmanoviću. Zahvaljujem anonimnoj osobi na ustupanju LiDAR snimki područja.

► Literatura

- Biondić, B. (2000). Karst groundwater protection: the case of the Rijeka region, Croatia, *Acta Carsologica*, 29/1, 33-46.

- Biondić, B., Goatti, V., Vulić, Ž. (1979). Hidrološka istraživanja u slivu izvora Rječine, Grobničkog polja, Zvira i Martinščice. *Proceedings of the 1st Intern. Symp. about Groundwater – UNDP, Zagreb*, 61-69.
- Biondić, B., Dukarić, D., Kuhta, M., Biondić, R. (1997). Hydrogeological Exploration of the Rječina River Spring in the Dinaric Karst. *Geol. Croat.*, 50 (2), 279-288.
- Biondić, B., Biondić, R., Dukarić, F. (1998). Protection of karst aquifers in the Dinarides in Croatia, *Environmental Geology*, 34 (4), 309-319.
- Biondić, R., Kapelj, S., Rubinić, J. (2004). Granični vodonosnici Hrvatske i Slovenije između Kvarnerskog i Tršćanskog zaljeva. *Hrvatski geološki institut, Zagreb*, neobjavljeni elaborat.
- Biondić, R., Rubinić, J., Biondić, B., Maeški, H., Radišić, M. (2016). Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području krša u Hrvatskoj, neobjavljeni elaborat.
- Bonacci, O., Oštrić, M., Roje-Bonacci, T. (2017). Prilog hidrologiji krškog izvora Rječine, *Hrvatske vode*, 25, 99-108.
- Bonacci, O., Oštrić, M., Roje-Bonacci, T. (2019). Water resources analysis of the Rječina karst spring and river (Dinaric karst), *Acta Carsologica*, 47/2-3, 123-137.

- Božičević, S. (1969). Hidrogeološki radovi Grobničko polje i izvor Rječine 1968. – speleološka istraživanja. Hrvatski geološki institut, Zagreb, neobjavljeni elaborat.
- Božičević, S. (1973). Prilog hidrogeologiji izvora Rječine. Geol. Vjesn., 25, 277-283.
- Božičević, S. (1974). Morfologija vodenih kanala izvora Rječine, Geol. Vjesn., 27, 273-281.
- Brkić, Ž., Kuhta, M., Hunjak, T. (2018). Groundwater flow mechanism in the well-developed karst aquifer system in the western Croatia: Insights from spring discharge and water isotopes. Catena, 161, 14-26.
- Hrvatski geološki institut. (2016). Izvor Rječine – HR01161, preuzeto sa Ministarstvo zaštite okoliša i energetike: Informacijski sustav zaštite prirode – Katastar speleoloških objekata Republike Hrvatske. Dostupno na <http://natura2000.dzrp.hr/speleo/>. Pristupljeno: 23. 3. 2021.
- Kuhta, M. (1999). Speleoronilačka istraživanja izvora Rječine. Speleolog, 44/45, 13-17.
- Kuhta, M. (2001). Speleološki objekti na području navlačne strukture Rječine. Speleolog, 46/47, 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, 46-50.
- Kuhta, M., Brkić, Ž., Kuhta, L. (2014). Izvor Rječine i sjeverozapadni rub Grobničkog polja, Hidrogeološki radovi – hidrokemijska i izotopna istraživanja. Hrvatski geološki institut, Zagreb, elaborat.
- Kukuljan, L. (2019). Kontaktni krš u zaleđu izvora Rječine – najbrža podzemna vodna veza prema izvorima?, Subterranea Croatica, 17 (27/2), 29-40.
- Kukuljan, L., Reš, D., Rubinić, A., Grozić, D., Trinajstić, N., Pavlek, M., Bregović, P., Delić, T., Bedek, J., Vitas, B., Randić, M. (2018). Šverda – Speleološka istraživanja zaleđa izvora Rječine, Subterranea Croatica, Vol. 16 No. supplementum 2, str. 292.
- Novak, R. i Butorac, V. (2020). Onečišćeni speleološki objekti Republike Hrvatske, Geografski horizont, 2, 33-44.
- Ožanić, N. (2007). Navodnjavanje i zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće na krškom području: Analiza problematike na primjeru Primorsko-goranske županije, Vodnogospodarski aspekti razvoja navodnjavanja u priobalju i krškom zaleđu Hrvatske, ORVIS commerce d. o. o., 157-192.
- Pavletić, Lj., i Petrović, G. (2013). Akumulacija Kukuljani – istražni radovi, izrada posebne geodetske podloge i idejnog projekta, projektni zadatak, Hrvatske vode, pp. 8.
- Radman-Livaja, I., Novak, R., Božić, V. i Kukuljan, L. (2014). Nalaz rimske brončane posude u Maloj jami kraj Studene. Speleolog, 62, 5-14.
- Višnjčić, J. (2016). Nove spoznaje o obrambenom sustavu Claustra Alpium Iuliarum: Rezultati istraživanja provedenih u sklopu projekta „Claustra – kameni branici Rimskog Carstva“, Godišnjak Hrvatskog restauratorskog zavoda, 7.

Brgudac – 10 years searching for the underground river Rječina

The Rječina spring is one of the largest karst springs on the northern Croatian coast and represents an invaluable natural resource of drinking water for Rijeka and the wider Rijeka region. As a karst spring, it is characterized by high flows in rainy periods and drying up in dry periods. The watershed of the spring includes an uninhabited mountain area in the extreme west of Gorski kotar, and reaches all the way to Snežnik in Slovenia. The existence of a powerful spring at the foot of the karst plateau raises the hope that the caves and pits found on the surface 300 meters above the spring are not only “dead ends”, but also potential underground routes that reach the underground channels of the Rječina river. This is precisely the guiding thread that motivates speleological exploration in this area.

That karst plateau in the immediate hinterland of the source of the Rječina is known as Brgudac, and the most speleological exploration has been undertaken here for the last ten years. Brgudac is bordered to the south by the cliff of the Rječina canyon, and to the north and east by the torrential stream Zala. Speleological exploration was also carried out in neighboring areas - further north, on the slopes of Suho and Široko hills, east, on the slopes of Vršina, and southeast on the stretch from Brgudac to Grobničko polje. As these areas naturally connect to Brgudac, they are treated together in the article. The first speleological explorations of this area were carried out in parallel with the hydrogeological investigations of the source of the Rječina during the second half of the 20th century. In the period of the most comprehensive speleological research from 2013 until today, 76 caves were explored by the speleological association “Estavela”, and the total number of known caves is 83. The caves are mostly smaller in size, but the following stand out: the longest cave with as many as five entrances, The cave system Mala jama – Dvojama – S-7, and El Kapital with a depth of 104 m, caves deeper than 70 m – Zaradovanjska jama and Žmuj vina, and a few objects significant by other criteria than dimensions. The aim of this work is to summarize the results of speleological explorations so far, to contribute to the connection between the understanding of the hydrogeology of the Rječina spring and speleological phenomena, and to lay the foundation for all future speleological research in this area.