



Analize voda

u speleološkim objektima

na području Istre i

Kvarnerskog zaleđa

Lucija Tomić | Znanstveno edukacijski centar Višnjan

Nina Trinajstić | Znanstveno edukacijski centar Višnjan, Speleološki klub „Ozren Lukić“

Petar Čuček | Znanstveno edukacijski centar Višnjan, Astronomsko društvo Višnjan

Matteo Zausnig | Speleološka udruga „Estavela“

*Sparožna peć
Autor: Ozren Milaković*

Uvod

Na prostoru Istre i Kvarnerskog zaleđa nalazi se veliki broj speleoloških objekata koji se nalaze u blizini naselja i prometnica, te nude izvrsnu priliku za provedbu preliminarnih istraživanja. Jedan od ključnih faktora za nastanak krša, a time i speleoloških objekata, je voda. Voda predstavlja i jedan od najvažnijih gospodarskih resursa krškog područja, pa su zato neka od ključnih istraživanja često usmjerena na podzemne vode krškog područja, njihovo rasprostiranje i svojstva.

Glavni uvjeti za nastanak krškog reljefa su voda i stijene podložne kemijskom trošenju koje su isprešijecane pukotinama. Zbog ovih karakteristika krški reljef nema razvijenu hidrološku mrežu na površini, nego se većina voda nalazi u podzemlju. Razlog zbog kojeg voda otapa stijene je korozija, ponajviše zbog otopljenog ugljikovog dioksida (CO_2) u vodi. Udio CO_2 u vodi ovisi o značajkama tla i stijena kroz koje prolazi te hidrološkim uvjetima područja (Dreybrodt & Eisenlohr, 2000). Plin se otopi u vodi tijekom prolaska kroz atmosferu i tijekom prolaska kroz tlo u kojem značajnu ulogu imaju i biološki procesi. Zbog korozivnog djelovanja vode na stijene kemijske značajke podzemnih voda ovise i o vrsti stijena kroz koje protječu. Veliki udio otopljenih kalcijevih i magnezijevih soli (tvrdoća) u uzorku je indikator snažnije korozije stijena koje se sastoje primarno od kalcijevih i magnezijevih minerala. Što je veća tvrdoća vode, to je na promatranom prostoru jači utjecaj korozije, a za pretpostaviti je da je područje bogatije karbonatnim stijenama.

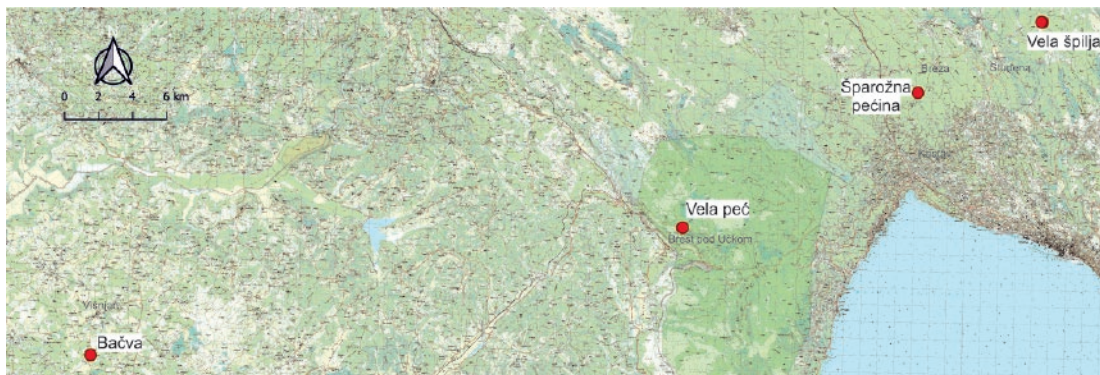
U ovom radu ćemo prikazati preliminarne analize voda iz nekoliko speleoloških objekata

Istre i Kvarnerskog zaleđa te njihovu usporedbu s površinskim oblikom pojave vode u kršu (lokva). Provodili smo mjerenja tvrdoće vode, pH vode i električne vodljivosti da bismo pokušali ustanoviti postoje li razlike u rezultatima mjerenja u speleološkim objektima koji se nalaze u različitim litološkim jedinicama. Koncentracija mineralnih tvari u podzemnim vodama povećava se s duljinom zadržavanja ili protjecanja vode kroz podzemne šupljine, te smo zbog toga analizirali vodu koja kaplje kroz sigu i vode koje se neko vrijeme nalaze u kamenicama i jezeru.

Dosadašnja istraživanja

Prema podacima istraživanja rađenih od 2010. do 2015. na izvorima s područja Istre i Slovenije, rezultati tvrdoće vode kreću se od 11 do 16,5°nj, a električna vodljivost u prosjeku iznosi od 370 do 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Iako svrha ovih mjerenja nije bila usporedba s litologijom niti zasebno vodnih pojava u kršu, zanimljiva su jer je na temelju njih zaključeno da postoje razlike u mjerenjima tijekom visokih i niskih voda (Diković i Koželj, 2015.).

Zanimljivi podaci proizašli su iz istraživanja na Samoborskom gorju, u čijim je rezultatima zapažena povezanost litologije s tvrdoćom vode (Buzjak i Trpčić, 2005.). Najniže vrijednosti ukupne tvrdoće (UT) zabilježene su u špiljama Izvor pod Pećinom (11,9°nj) i Rogovac (11,8°nj), koje, iako se nalaze u karbonatnim stijenama, u zaleđu imaju fliš. Najvišu vrijednost ukupne tvrdoće ima izvor Bistrac (14°nj), čija se voda prije dolaska do izvora procjeđuje kroz miocenske naslage litotamnijskog vapnenca s preko 90% kalcijeva karbonata (CaCO_3).



Slika 1. Dio topografske karte Hrvatske mjerila 1:25000 s označenim lokalitetima istraživanih speleoloških objekata

Opis lokaliteta

Speleološki objekti u kojima je provedeno istraživanje nalaze se na području Istre i Kvarnerskog zaleđa (Slika 1.).

Bačva

Špilja Bačva je manji speleološki objekt, duljine 17 m i dubine 12 m, koji se nalazi u blizini istoimenog naselja u Općini Višnjan. Ulaz u objekt nalazi se na rubu poljoprivredne površine uz cestu Višnjan – Bačva. Ulaz karakterizira urušni dio ljevka-stog oblika, koji se niz kosinu spušta prema ulazu u objekt dimenzija 1 x 3 m. Ulazna kosina vodi u prostranu dvoranu (Slika 2.), koja završava s dva manja kanala u smjeru SI i JZ. U dvorani se uz rub nalazi zasigani dio s brojnim kamenicama manjih dimenzija (Slika 3.). Na stropu objekta nalazi se veliki broj manjih stalaktita, posebice inicijalnih cjevčica. Objekt je nastao u horizontalno uslojenim donjokrednim vapnencima (Polšak i Šikić, 1963). Površinu samog objekta prekriva gusto raslinje, koje se nalazi na debelom sloju zemlje crvenice (preko 0,5 m), a ove pojave zabilježene su i na geološkoj karti Hrvatske (HGI, 2009).



Slika 2. Dvorana špilje Bačva
Autor: Arhiva Znanstveno edukacijskog centra Višnjan

Vela peč

Vela peč je srednje velik speleološki objekt, duljine 156 m i dubine 55 m, u blizini naselja Brest pod Učkom u Istri. Ulaz u objekt nalazi se na strmim JZ padinama prema vrhu Šebrn, a veličine je približno 5 x 8 m. Objekt je morfološki jednostavan te se sastoji od jednog kanala, koji se pruža u smjeru SI duž jasno vidljive rasjedne linije (Slika 4.). Kanal je velikih dimenzija, s visinom od 10 m i širinom do 20 m, na pojedinim je dijelovima pre-



Slika 3. Kamenica u špilji Bačva
Autor: Nina Trinajstić



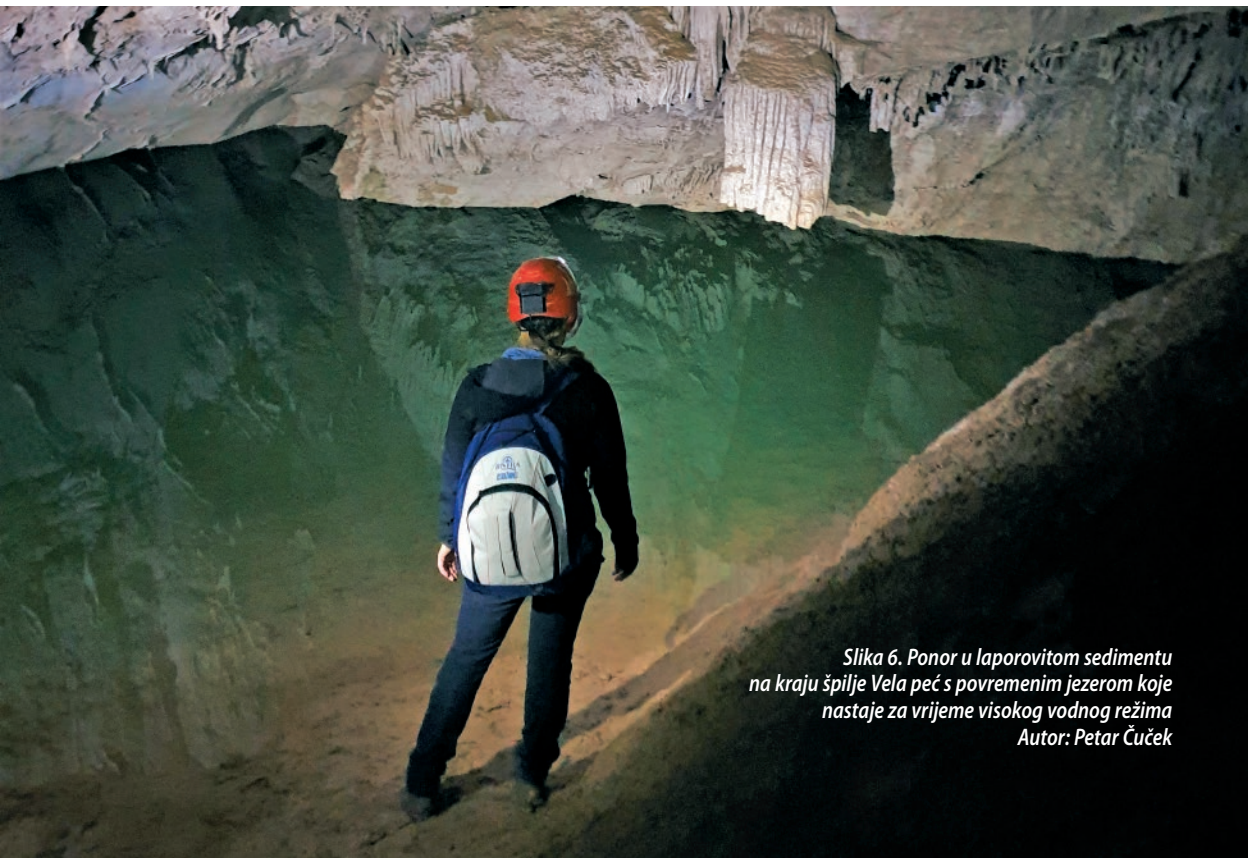
*Slika 4. Kanal špilje Vela peć
Autor: Petar Čuček*



*Slika 5. Zasigani dio prostora
Vele peći Autor: Petar Čuček*

kriven sigovinom (Slika 5.), a završava sitastim ponorom u sitnozrnatom sedimentu, uz koji se vide debeli slojevi laporovitog sedimenta i kanjon nastao vodenim tokom (Slika 6.). Nepropusna barijera nastala je u naslagama lapora, kroz koje se voda sporo procjeđuje. Ove pojave zabilježene u objektu odgovaraju geologiji područja. Prostor Šebrna nalazi se na kontaktu gornjokrednih vapnenaca na samom vrhu Šebrn i eocenskih naslaga foraminiferskog vapnenca i fliša na padinama (Šikić i

Pleničar, 1967; Šikić i Polšak, 1963), dok se prema Geološkoj karti Republike Hrvatske špilja nalazi na prostoru naslaga fliša eocena te jedinice koja objedinjuje pojavu liburnijskih naslaga te prijelaznih i foraminiferskih vapnenaca (HGI, 2009). Sam objekt razvijen je u foraminiferskim vapnencima, što je vidljivo kroz cijeli glavni kanal, osim u dijelovima prekrivenima sigovinom, a završava u laporovitom sedimentu, koji predstavlja nepropusnu ili slabopropusnu barijeru.



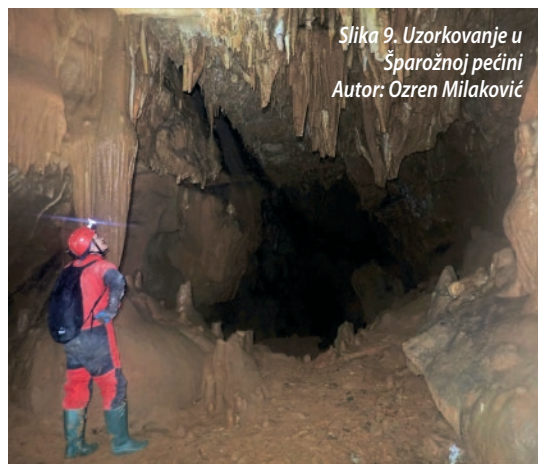
*Slika 6. Ponor u laporovitom sedimentu
na kraju špilje Vela peć s povremenim jezerom koje
nastaje za vrijeme visokog vodnog režima
Autor: Petar Čuček*



*Slika 7. Borani uslojeni vapnenci u Šparožnoj pećini
Autor: Nina Trinajstić*



*Slika 8. Uzorkovanje u Šparožnoj pećini
Autor: Ozren Milaković*



*Slika 9. Uzorkovanje u Šparožnoj pećini
Autor: Ozren Milaković*

Šparožna pećina

Šparožna pećina nalazi se u Kvarnerskom zaleđu na području između grada Kastva i naselja Breza. Objekt se može opisati kao razgranata špilja, duljine 607 m i dubine 112 m, koja se sastoji od glavnog kanala duljine 317 m, koji se pruža u smjeru sjevera, te se od njega odvaja nekoliko kraćih kanala. Špilja je razvijena u donjokrednim pločastim vapnencima (Šikić i Pleničar, 1967), čija se slojevitost i boranje uočavaju u pojedinim dijelovima objekta (Slika 7.). U objektu se nalaze velike količine klastičnog sedimenta crvene boje, koji dominira kroz cijeli objekt, osim na mjestima gdje je podloga pre-

krivena sigovinom (Slika 8.). U špilji se za vrijeme većih padalina može pronaći nekoliko kamenica ispunjenih vodom te je prisutno snažno procjeđivanje kroz stalaktite.

Vela špilja u krugu

Vela špilja u krugu nalazi se u zaleđu izvora Rječine, u blizini naselja Studena u općini Klana. Špilja je istražena tijekom hidrogeološkog kartiranja zaleđa izvora Rječine, koje je provodio Institut za geološka istraživanja zajedno sa Speleološkim odsjekom HPD-a „Željezničar“ tijekom rujna 1996. godine (Kuhta, 2001). Vela špilja u krugu ima du-

ljinu 77 m, a dubinu 36 m, te je razvijena u gustim, dobro uslojenim vapnencima gornje krede (Šikić i Pleničar, 1967), ali je sedimentološkim analizama u speleološkom objektu u blizini špilje potvrđeno da je veliki dio klastičnog sedimenta iz naslaga fliša. Voda je prisutna samo u kamenicama, no zanimljivo je da su kamenice ispunjene vodom i za vrijeme sušnog dijela godine (Slika 10.).

Metode analize voda

Uzorkovanje

Uzorkovanja u Veloj peći i špilji Bačvi provedena su 7. 1. 2020., u Šparožnoj pećini 14. 1. 2020. i u Veloj špilji 8. 2. 2020. Uzorkovana je voda iz kamenica, jezera i voda koja se procjeđivala kroz sige. S obzirom na otežan način uzorkovanja, voda se morala prikupljati na nekoliko načina. Oprema korištena za uzorkovanje sastojala se od jednokratnih, sterilnih plastičnih ili staklenih boca. Posude za prikupljanje pripremljene su ispiranjem otopinom klorovodične kiseline množinske koncentracije 0,3 mol/L (približno 1%-tna), trostrukim ispiranjem destiliranom vodom te su sterilizirane autoklaviranjem u trajanju od 20 minuta pri temperaturi od 120 °C.

Uzorci vode iz kamenica uzimali su se uz pomoć sterilne injekcijske štrcaljke i sterilnih staklenih boca. Voda se injekcijskom štrcaljkom uzorkovala iz kamenice i stavila u sterilnu bocu (Slika 11.).

Uzorci manje količine vode koja se procjeđuje iz sige (stalaktita) uzimali su se uz pomoć sterilne epruvete (Slika 12.) ili na način da se staklena boca stavila na tlo ispod sige da se kroz par sati napuni vodom.



Slika 10. Jedna od brojnih kamenica s vodom u Veloj špilji u krugu
Autor: Nina Trinajstić



Slika 12. Uzorkovanje vode koja se procjeđuje iz stalaktita u Šparožnoj pećini pomoću sterilne epruvete
Autor: Ozren Milaković



Slika 11. Uzorkovanje vode iz kamenice u Veloj peći uz pomoć sterilne šprice
Autor: Petar Čuček

U špilji Vela peć voda iz jezera uzorkovana je uz pomoć sterilne staklene boce, koju smo uronili, isprali tri puta uzorkom te napunili.

Osim uzoraka iz speleoloških objekata, bit će prezentirani i rezultati mjerenja dobivenih iz vode lokve u Višnjaju. Uzorkovanje lokve u Višnjaju provedeno je 14. 11. 2019. uz pomoć staklene boce, koja je tri puta isprana uzorkom vode iz lokve i tek onda napunjena.

Laboratorijske metode

Sve laboratorijske metode provedene su u laboratorijima Znanstveno edukacijskog centra Višnjaj. Određena je ukupna i karbonatna tvrdoća vode, izmjerena je pH vrijednost te električna vodljivost vode. Ukupna i karbonatna tvrdoća određene su titrimetrijskom (volumetrijskom) metodom, s najmanje četiri ponavljanja za svaki uzorak. Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti. Električna vodljivost određena je digitalnim EC metrom (konduktometrom), a pH vrijednost indikatorskim papirima.

Tvrdoća vode

Tvrdoća vode je mjera kojom se izražava količina otopljenih mineralnih tvari u uzorku. Kao mjerna jedinica korišteni su njemački stupnjevi (°nj). Jedan njemački stupanj tvrdoće vode ekvivalentan je

10 mg CaO/L. Određene su ukupna i karbonatna tvrdoća vode prema Jeffery i sur., 1989.

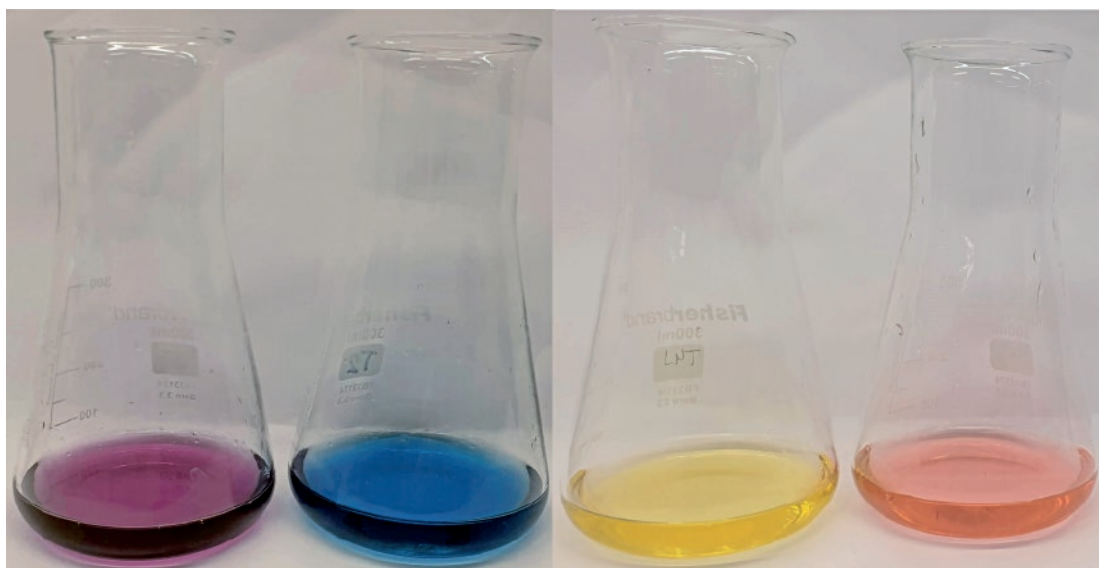
Ukupnu tvrdoću (UT) čine kalcijeve i magnezijeve soli. Određena je titracijom sa standardnim kompleksonom III (EDTA) uz indikator Eriokrom crno T, s dodatkom amonijačnog pufera (pH = 10).

Karbonatnu tvrdoću (KT) čine hidrogenkarbonati i karbonati. Određena je titracijom sa standardnom otopinom klorovodične kiseline (koncentracije 0.1 mol/L), uz dodatak metiloranža kao indikatora. Promjena boje pri titraciji s EDTA (iz vinske u plavu) te promjena boje pri titraciji s klorovodičnom kiselinom iz žute u narančastu prikazane su na Slici 13.

Prema vrijednosti ukupne tvrdoće, voda se može podijeliti na vrlo meku, meku, srednje tvrdu, tvrdu i vrlo tvrdu. Navedena podjela s pripadajućim vrijednostima prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Klasifikacija kvalitete vode prema tvrdoći vode

Tvrdoća vode (°nj)	Kategorije kvalitete vode
0 – 4	vrlo meka
4 – 8	meka
8 – 12	srednje tvrda
12 – 18	tvrda
18 – 30	vrlo tvrda



Slika 13. Promjena boja prilikom titracije s EDTA (lijevo) i HCl (desno) Autor: Petar Čuček

pH vode

pH vode određena je pomoću pH indikatorskog papira sa skalom razlučivosti od 0,5 jedinice. Indikatorski papir uronjen je u vodu na 10-ak sekundi te su boje uspoređene sa standardom. Kao konačna vrijednost uzeta je srednja vrijednost određena nakon što su traku promatrala tri promatrača – eksperimentatora.

Električna vodljivost vode

Električna vodljivost mjera je provođenja električne energije kroz tijelo, a izražava se u milisimensima po centimetru (mS/cm) te je direktno povezana s količinom otopljenih mineralnih tvari i organskih komponenti. Mjerena je digitalnim EC metrom (konduktometrom).

Rezultati i diskusija

U Tablici 2. prikazani su rezultati dobiveni kemijskim analizama voda iz speleoloških objekata Bačva, Vela peć, Šparožna špilja, Vela špilja u krugu te uzorka vode uzetog iz površinske vode na kršu (lokvi). Rezultati su pokazali da je pH vrijednost vode oko 7, iz čega zaključujemo da nema razlike s obzirom na lokaciju speleološkog objekta.

Jedino su uzorci vode iz kamenice sakupljeni u svim objektima, te samo oni mogu biti međusobno usporedivi, iako su bile uočljive razlike u veličini kamenica i prekrivenosti kristalima kalcita u samim kamenicama. Razlike u tvrdoći vode (Slika 14.) kamenica uočljive su između voda u svim

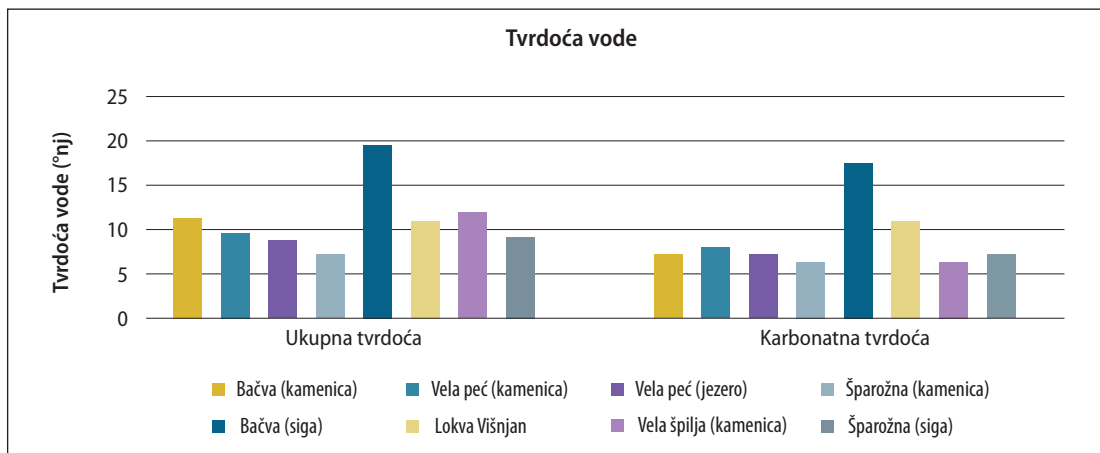
objektima. Ukupna tvrdoća vode najveća je u kamenici u špilji Bačva (12,1°nj – tvrda voda), zatim u Šparožnoj pećini (9,5°nj – srednje tvrda voda) i Veloj špilji u krugu (8,8°nj – srednje tvrda voda), dok je daleko najmanja vrijednost u Veloj peći (7°nj – meka voda). Usporedbom špilje Bačva i Vele peći, može se zaključiti da je ukupna tvrdoća vode niža u Veloj peći nego u špilji Bačva. Zanimljiva je razlika između vrijednosti ukupne tvrdoće voda iz kamenice, sige i jezera. Najveće vrijednosti dobivene su u uzorku vode koja se procjeđivala kroz stalaktit u špilji Bačva (19,6°nj – vrlo tvrda voda), a najmanje vrijednosti iz kamenice u špilji Vela peć (7°nj – meka voda).

Velike razlike u vrijednostima tvrdoće vode iz kamenice i sige u špilji Bačva mogu biti povezane s kristalizacijom minerala kalcita i aragonita koji se u velikim količinama nalaze uz same rubove kamenice (i kaskada), uzimajući u obzir da se voda u kamenici najvećim dijelom nakuplja procjeđivanjem kroz stalaktite s krova špilje.

Kod rezultata iz vode jezera i kamenice u Veloj peći isti je slučaj povezan s velikom količinom kristala uz rubove kamenice dok te pojave nisu zamijećene u jezeru. U nekoliko posjeta špilji primijećene su razlike u količini vode u jezeru – za vrijeme suša ono u potpunosti presuši i ostanu samo vidljivi tragovi toka u sedimentu, dok za vrijeme visokih voda cijelo područje bude prekriveno vodom. Uzorkovanja su napravljena za vrijeme velike količine padalina i velikog volumena jezera. Zbog

Tablica 2. Rezultati kemijske analize voda

Uzorci	Bačva (kamenica)	Šparožna (kamenica)	Vela špilja (kamenica)	Vela peć (kamenica)	Bačva (siga)	Šparožna (siga)	Vela peć (jezero)	Lokva Višnjani
UT (°nj)	12,1	9,5	8,8	7		11,2	11,8	8,68
KT (°nj)	7,3	8,5	7,2	6,2	17,8	10,7	6,6	7,45
pH	7,5	7,2	/	7	7	/	7,5	7,5
El. vodljivost (mS/cm)	0,5	0,3	/	0,3	0,8	/	0,4	0,3



Slika 14. Ukupna i karbonatna tvrdoća voda speleoloških objekata i lokve

procesa nastanka jezera može se reći da voda u jezeru ima ukupnu tvrdoću koja nije promijenjena zbog utjecaja kristalizacije kristala po rubovima, kao u slučaju vode iz kamenice.

Razlike u vrijednostima između objekata mogu predstavljati vezu s geološkom podlogom okolnog prostora i razvijenosti tla nad samim speleološkim objektom. Na prostoru Bačve nalazimo debeli sloj tla iznad karbonatnih stijena krovine špilje, dok u slučaju Vele peći, Šparožne pećine i Vele špilje u krugu ne nalazimo debele slojeve tla (manje od 10 cm) u kojima se mogu odvijati različiti biokemijski procesi. Najmanje vrijednosti su u Veloj peći, gdje krovinu objekta čine karbonatne stijene, ali je okružena velikim bogatstvom laporovitih naslaga, koje ne sadrže toliki udio karbonata kao karbonatne stijene (preko 95%), te možda nije bilo mogućnosti tolikog obogaćenja karbonatnim i hidrogenkarbonatnim ionima, koji u najvećoj mjeri uzrokuju tvrdoću vode.

Rezultat dobiven analizom vode iz lokve Višnjani zanimljiv je jer prikazuje podatak o tvrdoći vode koja je pod najznačajnijim utjecajem padalina, a manjim dijelom od voda koje se površinski, za vrijeme velikih padalina, u obliku bujica slijevaju u samu lokvu.

Vrijednosti električne vodljivosti ne pokazuju značajne razlike, osim vrijednosti vode sa sige iz špilje Bačva, koje pokazuju jako visoke vrijednosti, što bi se moglo povezati s time da je voda koja se procjeđuje bogata hidrogenkarbonatnim i

karbonatnim ionima. Hidrogenkarbonatni i karbonatni ioni vrlo dobro disociraju u vodi, što uvelike pospješuje električnu vodljivost uzorka. Što je veći koeficijent disocijacije iona u otopini, odnosno što je više slobodnih aniona i kationa u uzorku, to će električna vodljivost biti veća.

Zaključak

Provedene analize pokazale su razlike u tvrdoći vode u speleološkim objektima koji se nalaze u različitim litološkim jedinicama. Osim litologije, na tvrdoću vode utječe i zasićenost otopine različitim ionima, pogotovo karbonatnim i hidrogenkarbonatnim, te brzina kristalizacije karbonatnih minerala na rubovima kamenica. Kristalizacijom se smanjuje tvrdoća vode s vremenom stajanja u speleološkim objektima zbog toga što se u procesu kristalizacije smanjuje zasićenost slobodnim ionima u vodi. Moguća veza s dobivenim rezultatima je debljina pokrova (tla) razvijena iznad krovine speleološkog objekta, odnosno sastav tla područja kroz koje se procjeđuje voda koja ulazi u speleološki objekt. Moguće je da se prolaskom kroz deblje slojeve tla voda jače obogaćuje ugljikovim dioksidom koji nastaje u tlu kao produkt različitih biokemijskih procesa, i posljedično tome jače otapa stijene prije dolaska u sam speleološki objekt, što je vidljivo iz najvećih vrijednosti izmjerenih u špilji Bačva.

Buduća istraživanja trebala bi se usmjeriti na speleološke objekte u različitim litološkim jedinicama, na proučavanje odnosno određivanje

sastava i strukture tla iznad samog speleološkog objekta te na redoviti monitoring parametara u objektima kako bi se mogla odrediti i usporediti ovisnost tvrdoće vode o količini oborina i temperature u objektu.

Literatura

- Buzjak, N. i Trpčić, M. (2005): Mjerenje tvrdoće vode u odabranim krškim pojavama Žumberačke gore; *GeoAdria*, vol. 10 (2), 157-169.
- Diković, S. i Koželj, A. (2015): Groundwater quality in changing hydrological condition and comparison with the results of long-term monitoring; *LIFE AND WATER ON KARST*, editors: Zupan Hajna, N.; Ravbar, N.; Rubinić, J.; Petrič, M.
- Dreybrodt, W. i Eisenlohr, L. (2000): Limestone dissolution rates in karst environments. U: Klimchouk, A., Ford, D. C., Palmer, A. N., Dreybrodt, W. (Eds.), *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*. Nat. Speleol. Soc., Huntsville, Alabama, USA.
- Geološka karta Republike Hrvatske, M 1:300.000, Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb.
- Jeffery, G. H., Basset, J., Mendham, J. i Denney, R. C. (1989): *Vogel's Textbook of quantitative chemical analysis*. Longman Scientific & Technical, Essex, V izdanje. Poglavlje 10: Titrimetric
- Polšak, A. i Šikić, D. (1963): OGK SFRJ 1:100000, Tumač za list Rovinj L33-100, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Šikić, D. i Pleničar, M. (1967): OGK SFRJ 1:100000, Tumač za list Ilirska Bistrica L33-89, Institut za geološka istraživanja, Zagreb i Geološki zavod, Ljubljana.
- Šikić, D. i Polšak, A. (1963): OGK SFRJ 1:1000000, Tumač za list Labin L33-101, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.

Water Analysis in Speleological Objects of Istra and Kvarner Hinterland

Water plays a crucial role in speleothem genesis, hence this paper aims at water analysis in four speleological objects. Preliminary chemical analysis of water samples was carried out on samples from four caves: Bačva, Vela peć, Šparožna pećina, and Vela špilja u krugu. Pond water, sampled from a pond in Višnjan, served as a control sample. Water from speleological objects was sampled from gours, a "cave lake" and stalactites. Total (UT) and carbonate hardness (KT), pH, and conductivity were determined. The measured pH value was around 7 in all locations. The lowest value of water hardness was determined in Vela peć's gours, while the highest value was determined in Bačva's stalactite. The highest UT and KT were determined in Bačva's water, while the lowest was determined in Vela peć's gours. Great discrepancy between UT and KT was noticed: in Bačva's gours (12.1°nj & 7.3°nj), and in Vela peć's "lake" (11.8°nj & 6.6°nj). UT and KT in pond water (8.68°nj & 7.45°nj) were compared with water samples from speleological objects, because of precipitation impact. Electrical conductivity was also different, peaking in Bačva (0.8 mS/cm), while the lowest values were determined in a gour in Vela peć, Šparožna pećina, and the pond. Further research should be focused on speleological objects situated in different lithological units, and towards monitoring, with aims of comparison and determining the correlation with weather factors/precipitation.