



Pećina Piskovica - najdulja hrvatska pećina u flišu

Ravni kanal. Foto: Branko Glavić

Milena Zlokolica Mandić[†], Mladen Jekić¹

¹Speleološko društvo Istra, Pazin

Potaknut riječima jednog kolege speleologa kako se oko pećine Piskovica u speleološkim krugovima stvorila fama, te se neki pitaju dali ta famozna pećina u flišu uopće postoji ili je samo plod mašte nekolicine speleologa, kao kooautor u radu i istraživanju pećine Piskovica (objavljeno 1988. g. u Zborniku radova 10. Kongresa speleologa Jugoslavije, sa Milena Zlokolica), odlučio sam ponovno objaviti isti uradak za časopis Subteranea Croatica, kako bi dotičnog kolegu uvjerio da najduža pećina hrvatske u flišu stvarno postoji.

Nažalost moja draga prijateljica Milena Zlokolica Mandić nije više sa nama pa nek ovaj rad bude objavljen njoj u spomen.

U novije se vrijeme u Piskovici sprovodilo biospeleološka istraživanja u sklopu Projekta Underground Istria. Projekt se provodio od 10. listopada 2007. godine do 10. listopada 2008. godine. U pećini Piskovica održana je stručna radionica za speleologe. Radionicu je vodio tadašnji predsjednik HBSD-a, Hrvatskog biospeleološkog društva mr.sc. Roman Ozimec, dipl. ing.

U neposrednoj blizini nalazi se još jedna pećina (300 m SE) Piskovica 2 koja je gotovo identičnih morfoloških karakteristika, dužine 256 m, formirana je unutar istih sekvencija, završava suženjem kanala zapunjeno fluvijalnim sedimentom, a vodeni tok iz pećine pojavljuje se na izvoru na južnoj strani padine. Ova dva speleološka objekta, koja nisu plod slučajnosti, mogla bi budućim istraživačima poslužiti za izradu jedne opsežne studije koja bi sigurno dala novi pogled na poroznost i pojavnost speleoloških objekata u flišnim područjima.

Pod pretpostavkom da je urušavanje Desnog i Ljevog kanala posljedica pojačane erozije zbog blizine površine, te obzirom na morfologiju kanala i činjenicu da ispod stijena probija vodeni tok, možemo pretpostaviti da je urušavanjem zatvoren uzvodni dio jednog ili oba kanala, stoga u tom dijelu pećine vidim eventualnu mogućnost za daljnje napredovanje. Dakle kopanjem možda se prođe u uzvodne dijelove pećine.

Mladen Jekić

Uvod

Pećina Piskovica je peta po dužini poznata pećina u Istri (a najduža pećina u flišu u Hrvatskoj). Nalazi se u blizini puta Pazin-Tunel Učka, nedaleko od malog srednjovjekovnog centra Gologorica.

Geološki promatrano, to područje pripada Pazinskom paleogenom bazenu, izgrađenom od nekoliko turbiditnih sekvencija. U neposrednoj okolini pećine, na površini terena, kartirali smo flišnu sekvenciju koja u donjem dijelu počinje pješčenjacima, zatim slijedi lapor sa manjim proslojicama pješčenjaka i numulitska breča (debljine do 0,5 m) koja u gornjem dijelu prelazi u mikritski vapnenac (1,5 do 2,0 m). Debljina sekvencije je 25 m i identično se ponavlja na dolje.

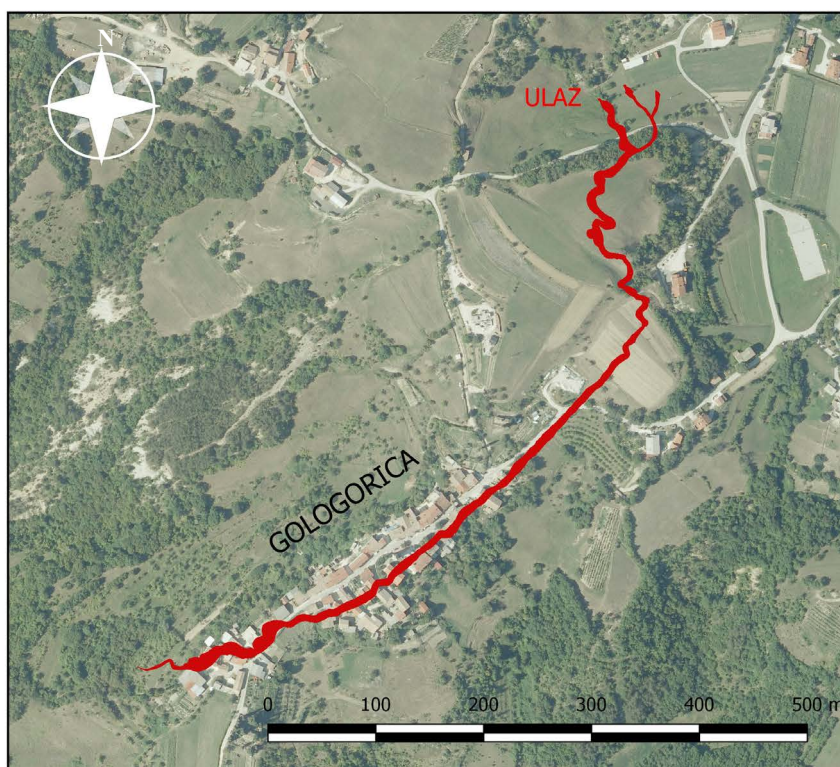
Sama pećina je razvijena unutar laporovite partije, između numulitnih breča, koje se javljaju u stropu i pješčenjaka koji čine dno pećine u nižim dijelovima.

U usjecima puta Pazin-Tunel Učka je moguće zapaziti blago nabiranje slojeva čija amplituda dostiže do 3 m, a raspon 150-200 m. Generalno pružanje osi nabora je NE-SW sa blagim tonjenjem ka SW.

Na površini terena i samoj pećini nismo zapazili nijedan rasjed, mada se na osnovu morfoloških karakteristika reljefa mogu pretpostaviti dva sistema rupturnog sklopa, pravca NE-SW i NW-SE, što bi odgovaralo pružanju dolina, odnosno vododerina. U laporovitim partijama su izražena tri sistema pukotina pružanja; s1 136°, s2 124° i s3 234°, od kojih je s3 najmlađi, jer presjeca druge sisteme. On je izrazito pravolinijski. Za sistem s2 je karakteristično lučno povijanje, odnosno školjkasto raskrajanje lapora, u horizontalnoj ravni, dok se po sistemu s3 javlja lučno raskrajanje u vertikalnoj ravni (u obliku slova S, odnosno malog slova sigma).



Ulaz. Foto: Branko Glavić



Položaj pećine Piskovice na karti. Projicirao na ortofoto: Lovel Kukuljan



Slika 1 | Detalj iz Meandrirajućeg kanala. Foto: Mladen Jekić



Slika 2 | Sigmoidalne pukotine u Meandrirajućem kanalu. Foto: Mladen Jekić



Slika 3 | Detalj inicijalnih kanala. Foto: Mladen Jekić



Strop Urušene dvorane. Foto: Mladen Jekić



Kraj Ravnog kanala. Foto: Branko Glavič

Opis pećine

Pećina je predstavljena relativno jednostavnim kanalom (slika 1) koji se u ulaznom dijelu račva (Lijevi i Desni kanal), zatim kroz nekoliko meandara (Meandrirajući kanal) prelazi u dugi ravni dio (Ravni kanal) do završnih dvorana (Urušene dvorane).

Za pećinu je karakterističan blagi pad ($3-7^\circ$), tako da na dužini od 1036 m dostiže najnižu točku koja je 38 m niža od ulaza.

Ulaz je četverokutnog oblika, dimenzija $2 \times 1,5$ m, od kojeg dalje vodi kanal relativno ujednačenih dimenzija. U prvih 20 m visina iznosi oko 0,7 m, da bi se postepeno povećala na 1,6 m odnosno 2,5 m. U Ravnom kanalu se visina kreće od 2,5 m do 3,5 m do kraja Urušenih dvorana, gdje se spušta na 0,5 m i prelazi u neprohodan kanal.

Širine kanala variraju od 0,5-1 m u Ljevom kanalu i 5,0 do 14,5 m

u Meandrirajućem kanalu, dok u Ravnom kanalu iznose 6,5 do 13,5 m koja se ne mijenja u Urušenim dvoranama.

U pećini se javlja povremeni vodeni tok iz vododerine na ulazu u pećinu, a stalni iz bočnih kanala, procjeđivanjem kroz tanki površinski sloj, odnosno procjeđivanjem kroz šljunak i drobinu u ulaznom dijelu. Njegov prosječni tok iznosi oko 0,5 l/s i ne mijenja se bitno u tijeku hidrološkog perioda. Protječe kroz cijelu pećinu i u Urušenim dvoranama nastavlja svoj tok kroz neprohodnu pukotinu pravca NW gdje se nakon otprilike 150 m javlja na izvoru u strani zapadne padine.

Strop je izrazito ravan i predstavlja donju stranu numulitnih breča. Na njemu se javlja pravokutna mreža sa sistemima 240° i 130° , duž kojih su razvijeni inicijalni stropni kanali u vidu slova omega, koji su u gornjem dijelu zapunjeni glinom. Identične kanale smo kartirali i na blokovima

vapnenaca sa numulitnim brečama i van pećine, u obje sekvence. U Urušenim dvoranama je došlo do obrušavanja vapnenačkog stropa debljine oko 1,5 m, pa se na njemu ne vide inicijalni stropni kanali, ali se javlja mreža pukotina po istim pravcima.

U stranama pećinskog kanala se javljaju lapori sa proslojcima pješčenjaka, koji su izrazito ispucali i čijom je erozijom nastala i sama pećina. To su karakteristične sigmoidalne pukotine generalnog pružanja NE-SW i dobro su uočljive u svim dijelovima pećine. Na mjestima gdje ih kanal presjeca se javljaju meandri, dok je u dijelu Ravnog kanala, koji je razvijen paralelno njihovom pružanju, uočljiv konveksan poprečni presjek, sa blago zaobljenim stranama kanala.

Dno pećine je prekriveno slabo zaobljenim šljunkom i drobinom sa glinom u koje je urezano korito toka do dubine 02-05 m. U Ravnom kanalu se u dnu javlja pješčenjak iz podine lapora i erodirane sigovine.



Ravni kanal. Foto: Hrvoje Cvitanović

Nastanak pećine

Za nastanak pećine bila su presudna pravokutna mreža pukotina, sigmoidalne pukotine, te vodeni tok kroz pećinu.

Evolutivni razvoj je vezan na stvaranje sistema inicijalnih stropnih kanala po mreži pukotina, u numulitskim brečama koji se nisu razvijali na samom kontaktu sa laporima, već par centimetara unutar vapnenačke mase (slika 3). To je vidno na više mjesta u samoj pećini, te na blokovima vapnenca kartiranim na površini terena. Uslijed zapunjavanja glinom vode su usjecale kanal na dolje do kontakta sa ispucalim laporima kada počinje mehanička erozija, odnosno njihovo ispiranje. Kako je riječ o dobro razvijenom i povezanom sistemu pukotina, relativno male količine vode su uspjele da stvore kanal dimenzija 0,15-0,30 m promjera u dužini od 1 km. Pojavljivanje pijeska, drobina i glina, te usjecanje toka u njih, kao i erodiranje siga, ukazuje na višefazni promjenjivi dinamički i kemijski režim vodenog toka u pećini.

Poslije faze ispiranja lapora je započela faza zasipanja pećine fluvijalnim sedimentima, nakon čega je uslijedilo izlučivanje sige (u Ravnom kanalu). Odlaganje fluvijalnih sedimenata se

dešavalo u više faza, na što ukazuju različite granulacije i stepen zaobljenosti fragmenata flišnih sekvenci.

Kao završna faza se javlja ponovno usjecanje vodenog toka u naplavine, uz istovremeno kemijsko rastvaranje već deponiranih fragmenata i sige.

Mogućnost daljnjih istraživanja

Ovu pećinu morfološki karakteriziraju ravan strop, blag konstantan pad, četverokutni poprečni presjeci i dva potpuno različita tipa mehaničkih diskontinuiteta.

Tu se, prije svega, otvara mogućnost studije nastanka inicijalnih krških šupljina. One nisu formirane na samom kontaktu sa laporima već nekoliko centimetara unutar stijenske mase, pa niti ne u nikritskim vapnencima, iako je u njima podjednako dobro razvijena pukotinska mreža. Ako pretpostavimo veću poroznost numulitskih breča, onda je u njima i povećana mogućnost za formiranje difuznog toka ili dendritičke mreže, što nije slučaj.

Nerazjašnjen je i nastanak sigmoidalnih pukotina u laporu. Mogle bi biti tenziona pukotine koje se javljaju

u ešaloniranom nizu umjesto holravni u toku tektonskog oblikovanja terena. Kako grade oštar kut prema dolini Rakovog potoka i potoka ispod Gologorice, gdje nisu sa sigurnošću mogli biti utvrđeni rasjedi, takvo objašnjenje mora ostati na razini pretpostavke.

Njihovo pojavljivanje može biti uslovljeno i procesom nabiranja (blago nabrani slojevi flišnih sekvencija u neposrednoj okolini pećine). Uslijed kretanja manje duktilnih slojeva krovine i podine (vapnenci i pješčenjaci) može nastati ovakav sistem pukotina na što ukazuje i orijentacija povijanja pukotina (slika 2). Postoje i činjenice koje idu u prilog pretpostavci deformiranih pukotina šarnira, uslijed pritiska krovine, ukoliko se za mjerodavne elemente mogu uzeti elementi pada vapnenaca u stropu pećine, koji u ulaznom dijelu padaju prema istoku, a u završnom prema zapadu. U tom slučaju bi osnabiranja bila paralelna Ravnom kanalu, odnosno pružanja $224^{\circ} +_{-} PI$ što odgovara blagim naborima u padini Rakovog potoka.

Istraživanjem sedimenata različite granulacije (glina u stropnim kanalima i riječnom zasipu, šljunak različite zaobljenosti, drobina i blokovi) i njihovih relativnih odnosa, svakako



Značajniji sloj pješčara nalazi se ispod nogu speleologa, a između je Lapor sa vrlo tankim proslojcima pješčara i vertikalnim sigmoidalnim pukotinama. Foto: Hrvoje Cvitanović



Raskršće u lijevom odvojkju. Foto: Hrvoje Cvitanović



Urušene dvorane. Foto: Branko Glavić

bi dobili pouzdanije podatke o sukcesiji procesa i dinamičko-kemijskom režimu toka.

Današnja istraživanja u pećini su dala niz novih podataka o suvremenim procesima u flišnim sedimentima, te otvorila niz novih mogućnosti za istraživanje u ovom području.

Rezime

Pećina Piskovica je peta po dužini pećina u Istri (iza Jame kod Rašpora, Ponora Bregi, Zračka nade i Kaverne u tunelu Učka), a najduža pećina u flišu u Hrvatskoj. Nalazi se 12 km NE od Pazina (Istra) u blizini puta za Tunel Učka, kraj mjesta Gologorica.

Istražena je u dužini od 1036 m i predstavlja jedinstven speleološki objekt po svojim morfološkim i genetskim karakteristikama.

U njoj se pruža mogućnost za upoznavanje sa različitim tipovima ispucalosti u vapnencima (pravokutna mreža pukotina) i laporima (sigmoidalne pukotine); nastankom i razvojem inicijalnih stropnih kanala (omega profili) te različitih hidrauličkih i kemijskih režima podzemnog toka.

Istraživanja u ovoj pećini su dala novu sliku o poroznosti i dimenzijama unutar flišnih sedimenata, te otvorila pitanje o dominantnosti kemijskih i mehaničkih procesa u razvoju podzemnih šupljina.

Literatura

Dimitrijević, M.D., 1978.: Geološko kartiranje; p. 486,

Dimitrijević, M.D., Petrović, R.S., 1965.:Upotreba projekcije lopte u geologiji; p.114,Geološki zavod Ljubljana; Ljubljana

Jekić, M., Zlokolica, M., 1988.: Pećina Piskovica, Speleo BiH, 1-2, 1988, 69-78, Sarajevo

Šikić, D., Polšak, Al, 1973.: Tumač za list Labin, pp.55; Savezni geološki zavod; Beograd

Piskovica Cave – the Longest Croatian Cave in Flysch

Piskovica Cave is the longest Croatian cave in Flysch and the fifth longest cave on the Istrian peninsula (after Jama kod Rašpora, Ponor Bregi, Zračak Nade and Kaverna u Tunelu Učka). It is located 12 km NE of Pazin in the vicinity of the path leading to the Učka tunnel, near Gologorica. It is 1036 m long and presents unique morphological and genetic characteristics.

The cave offers the opportunity to observe different types of fissured formations such as square cracks in limestone, or sigmoidal cracks in marl which are a result of the development of initial ceiling passages (omega profile) and different hydraulic and chemical regimes of water flow.

Research in this cave has given a new insight into the porosity and dimensions inside flysch sediments and opened up the question of the dominance of chemical and mechanical processes in the development of underground cavities.