

VPLIV LEZIK NA SPELEOGENETSKI RAZVOJ VHODNEGA DELA ŠKOCJANSKIH JAM

Martin KNEZ

dr., dipl. ing. geol., Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2
Ph.D., in geology, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,
SI-6230 Postojna, Titov trg 2

IZVLEČEK

Avtor podaja rezultate raziskav lezik iz ene največjih udornih dolin, Velike doline, iz sistema Škocjanskih jam. Poznavanje odnosov med tvorbo jamskih rogov in tektonskimi pojavi je danes znatno večje od poznavanja vplivov litopetroloških in stratigrafskih lastnosti karbonatne kamnine na podzemeljsko zakrasevanje.

Inicialni podzemni kanali so se v Veliki dolini oblikovali ob samo treh t.i. nosilnih lezikah in ta skladnost ni samo navidezna.

Ključne besede: krasoslovje, geologija, speleogeneza, lezika, medplastni zdrs, freatični kanal, Kras, Škocjanske jame
Key words: karstology, geology, speleogenesis, bedding-plane, interbedded slide, phreatic channel, Kras, Škocjan Caves

UVOD

V preteklih desetih letih so v okviru Instituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU stekle obsežne raziskave v Škocjanskih jamah in njihovi okolici tako na površju kot v podzemlju. Posebej odmevni so bili izidi geodetskega merjenja in novi popravljeni načrt Škocjanskih jam, kjer se je polovica Hankejevega kanala po novem "obrnila" za več 10° proti zahodu, kot tudi udornih dolin pred ponorom reke Reke (Kranjc, 1992; Morel, 1992; Sancin, 1992), študij prenikanja mezeče vode v nekaterih dvoranah Škocjanskih jam (Kogovšek, 1984, 1992, 1994), ugotavljanje vplivov na podzemsko okolje med graditvijo avtoceste v neposredni bližini (Slabe, 1996), stratigrafske, litološke in tektonske raziskave kamnine na površju in v podzemlju in drugo (Gospodarič, 1983, 1984, 1986; Knez, 1991, 1994a, 1994b; Kranjc A., 1983, 1984, 1989; Kranjc M., 1996; Mihevc, 1993; Šebela, 1994).

S področja speleogeneze so Škocjanske jame preučevali marsikateri avtorji (med njimi npr. Gospodarič, 1983; Slabe, 1995 in drugi). Nihče se ni osredotočil na litološke, petrološke in stratigrafske lastnosti kamnine in z njimi tesno povezane speleogenetske zakonitosti. Ena

obsežnejših raziskav v zadnjem času je bila usmerjena v podrobne mikroskopske raziskave karbonatne kamnine v tistih odsekih geološkega stolpca, ki mejí na "jamonosne" lezike; točneje tiste, v katerih so se oblikovale prve, inicialne podzemeljske vodne poti (Knez, 1996). Tematika, ki poleg tektonskega znanja upošteva tudi vpliv litoloških, petroloških in stratigrafskih lastnosti kamnine, je v nekaterih geoloških in krasoslovnih krogih odprla deloma nov, deloma kompleksnejši in s tem bogatejši in kakovostnejši vpogled v oblikovanje primarnih freatičnih kanalov. Nekatera nova pa tudi stara stališča glede pomembnosti lezik oz. stratigrafski položaj posameznih plasti kot tudi vpliv litoloških in petroloških lastnosti na začetno speleogenezo so dobila nov krog raziskovalcev (Šušteršič, 1994). Prav tako bi rad tudi poudaril v zadnjem času pomembne raziskave o možnosti raztapljanja kamnine z uporabo močnih kislin (Worthington & Ford, 1995), speleogenetski pomen t.i. trans-bedding kontrasta (Lowe, 1992) in drugo.

PROBLEMATIKA

Kljub temu da so krasoslovci že od začetkov speleološke vede poskušali razvozlati odnose med geo-

loškimi lastnostmi kamnine in oblikovanjem rogov, raziskovalci slovenskega kraškega podzemlja beležijo na načrte jam predvsem tektonske elemente. Preučevanju tvorbe rogov v kraškem podzemlju z vidika litopetrologije in stratigrafije je bilo v preteklosti premalo izpostavljeno. Posamezni parametri so bili nakazani le delno, večina pa je bila slutenih.

S svojimi raziskavami sem skušal problem s podrobnimi meritvami in na praktičen način osvetliti na primeru začetnih kanalov, vidnih v Veliki dolini v Škocjanskih jamah.

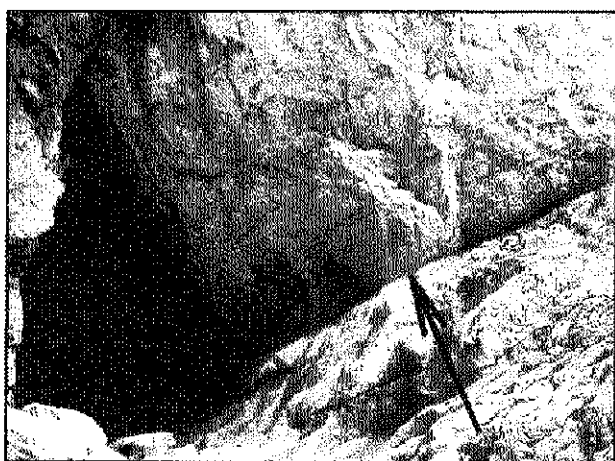
Jamski rovi, njihovi fragmenti in drugi sledovi podzemnega zakrasevanja v udornici Veliki dolini se namreč ne pojavljajo poljubno razmetani v stenah, ampak so zbrani vzdolž majhnega števila lezik (slika 1).

Ideja za temeljno vprašanje

- ali je takšna "obogatitev" morda navezana na lastnosti kamnine / lezik oziroma ali je selektivno zakrasevanje popojeno v kamnini?

je torej izhajala iz jasne koincidence (navezanosti) med kamnino in lezikami oziroma kamnino in ostanki jamskih freatičnih kanalov.

Škocjanske jame so eden središčnih kraških objektov na krasu, klasičnem Krasu ter Krasu in končno tudi v kamninah, ki so za Kras najbolj značilne oziroma razširjene. Zato bi mogle ali pa celo morale biti merilo ali morda vzorčni model tudi za speleološke objekte zunaj Slovenije. Poudariti želim, da zelo pogosto iščemo in v krasoslovnih literaturi marsikdaj tudi najdemo primere, ki so nastali v popolnoma drugačnih sedimentacijskih razmerah (npr. paleozoik) in okoljih ter tektonskih razmerah z drugimi značilnostmi (npr. vodoravne plasti), kot so na območju klasičnega Krasa. Zato mu velja toliko večja pozornost.



Slika 1: Nosilna lezika 500 in ponor Reke v Veliki dolini (desni bok udornice)(Foto: M. Knez).

Fig. 1: Bedding-plane 500 and swallow-hole in Velika dolina (the right flank of collapse doline)(Photo: M. Knez).

DOSEDANJA LITERATURA

Poudariti moram, da pomeni plastnatost, kot element nezveznosti oziroma kot mesto "oslabeledosti" in manjše odpornosti kamnine za korozijske vplive vode v zgodnji fazi razvoja, predvsem v angloameriški literaturi enega pomembnejših faktorjev.

Kljub temu da je znaten odstotek jam po svetu oblikovanih v celoti ali vsaj večinoma v lezikah ali stratigrafsko in litoško določenih horizontih, je izbor literature s področja ožje problematike razmeroma skromen.

Na področje raziskav lezik kot mediju inicialnih kanalov začetja posega le okrog pet enot: Davies (1960), Ewers (1966), Rauch & White (1970), Ford & Ewers (1978).

Raziskovalci kot Dreybrodt (1988), White (1988), Ford & Williams (1989), Palmer (1991), Worthington (1991), Lowe (1992) prej navedene avtorje obsežno citirajo in delajo predvsem teoretske zaključke.

NOSILNE LEZIKE V VELIKI DOLINI

Lezike, ob katerih so se izoblikovali kanali in kasneje rovi, so tri (3). Imenujem jih nosilne lezike (slika 2). Dosti številnejše druge lezike (59) nimajo speleogenetskega pomena. "Jamonosnih" lezik je torej le 4,8%!

"Nosilno leziko" imenujem leziko, ob kateri se je razvilo začetje (Šušteršič, 1994). To pomeni, da je bila na določenem območju in v določenem času odločujoča za pretok tistih in hkrati bistvenih količin vode, da je tok prekoračil prag turbulence. Zato so ob tej leziki zbrani prvotni jamski kanali.

speleogenetska faza	dolžina trajanja
RAZVOJ	
1.-začetje (inception)	100.000-1.000.000 let
2.-oblikovanje (gestation) z laminarnim tokom	10.000-100.000 let
3.-preboj (breakthrough)	trenutek
4.-rast s turbulentnim tokom (+ možna abrazija)	čas je odvisen od fizikalno-kemičnih lastnosti vode, minimum 10.000 let (W. Dreybrodt, 1988)
RAVNOTEŽJE	
5.-prevajanje	na paragenetskem pragu, lahko več milijonov let
RAZPADANJE	
6.-fosilizacija	lahko več deset milijonov let
7.-sesedlanje	

Preglednica 1: Tri predlagane speleogenetske faze (po: Knez, 1996).

Table 1: Three suggested speleogenetical phases (after: Knez, 1996).

Steinke (1971) je definiral jamo kot "tridimenzionalni nič". Lezika je posledično "dvodimenzionalni nič". Lezika je pravzaprav dvakrat "meja med maso in ničem". Zato je morda zanimivejša "rešitev" definicije s to terminologijo, da je lezika "nič med maso in maso".

MIKROSKOPSKE RAZISKAVE

Poudariti moram, da je bilo iz Velike doline mikroskopsko pregledanih več kot 250 zbruskov in ob upoštevanju okrog 40 parametrov opravljenih prek 10.000 meritvev. Po teh podatkih so bili izrisani podrobni geološki stolpci kamnine, ki meji na "jamonosne" kot tudi "nejamonosne" lezike.

Z mikroskopskimi preiskavami nisem ugotovil korelacije med sedimentološkimi lastnostmi kamnine in oblikovanjem rogov. Zato sem se usmeril še v druge raziskave in posvetil precej časa raziskavam kalcitnih žil.

Ugotovil sem, da so kalcitne žile bistveno številnejše v neposredni bližini nosilnih lezik kot v območjih med njimi (slika 3). Tik pod nosilnimi lezikami je v kamnini bistveno manj kalcitnih žil kot tik nad nosilno leziko. Kalcitne žile so bistveno debelejšje v neposredni bližini nosilnih lezik kot dlje od njih in drugo.

KALCIJEV KARBONAT (CaCO_3)

Vrednosti kalcijevega karbonata (CaCO_3) so v celotnem geološkem stolpcu v rangu od 98,18% do 99,82%. Razlika med obema vrednostima je tako dober odstotek in pol.

Čeprav minimalna, je zelo jasna razlika med vrednostmi skupnega karbonata v neposredni bližini nosilnih lezik, ki je za 0,33% večja od tiste med nosilnimi lezikami.

Omenil bi še razliko med povprečno vrednostjo vzorcev nad nosilnimi lezikami, ki je za 0,13% večja od povprečne vrednosti vzorcev pod nosilnimi lezikami.

GEODETSKE MERITVE LEZIK, NEKATERIH OHRANJENIH KANALOV IN ROGOV

Na raziskanem področju Velike doline sem skušal ugotoviti dolžino, volumen in potek kanalov, ki so bili oblikovani v kamnini pred udorom. Ker o poteku kanalov skozi material, ki ga je Reka že izprala skozi Škocjanske jame proti Jadranskemu morju, lahko samo sklepamo, so takšni izračuni le približni. Zato sem od tega odstopil.

Odnešena gmota kamnine med boki je bila pred udorom verjetno prevotljena kot mravljišče. Videti je, da je bil pretok vode še v obdobju laminarnega toka bolj ali manj neoviran po večji površini lezike (slika 4).



Slika 2: Nosilna lezika 600 (Foto: M. Knez).

Fig. 2: Formative bedding-plane 600 (Photo: M. Knez).

SINTEZA MERSKIH PODATKOV IN PODATKOV, PRIDOBLENIH S TERENSKIM OPAZOVANJEM

Vsakokratno manjšanje debeline plasti nad nosilno leziko daje vtis, da imamo opraviti s ciklično sedimentacijo. Čeprav se na oko ciklično pričnejo oz. končajo z nosilnimi lezikami in so plasti v spodnjih delih posameznih ciklov bistveno debelejšje kot v zgornjem delu, mikroskopske preiskave niso pokazale očitnejših razlik pri sedimentaciji.

Povečano število kalcitnih žilic, vidnih v mikroskopskih preparatih iz apnenca iz neposredne bližine nosilnih lezik, je prepričljiv znak, da je ob "jamonosnih" lezikah prišlo do medplastnih zdrsov.

Pred mikroskopiranjem medplastnih zdrsov na terenu makroskopsko nisem opazil in sem jih dokazal šele v zbruskah. Ker sem vzorčeval neprekinjeno, se je jasno pokazalo, da so plasti poškodovane oz. zdrobljene le v velikostnem redu nekaj milimetrov.



Slika 3: Zelo zdrobljena kamnina ob nosilnih lezikah.
Fig. 3: Extremely tectonically crushed rock along formative bedding-planes.

Kratko lahko odgovorimo na osnovni vprašanji:

1. Prvotni kanali so dejansko močno skoncentrirani ob samo treh "nosilnih" lezikah med 62 opazovanimi in ta skladnost nikakor ne more biti navidezna.
2. Nosilne lezike se od drugih ločijo vsaj v naslednjih lastnostih:
 - a. kamnina ob teh lezikah je značilno poškodovana;
 - b. vsebnost kalcita je tu za spoznanje večja kot dlje od njih;
 - c. kalcitne žilice so vzdolž njih številnejše kot dlje od njih;
 - d. nosilne lezike so ločnice med posameznimi cikli.

SKLEP

Samoumevna se zdi misel, da je vendar že davno dokazano, da se jame razvijajo tako po tektonskih deformacijah kot tudi po lezikah in da je vsaka nadaljnja razprava odveč. Takšno mnenje povzema neko neopredeljeno, navidezno predznanje in je verjetno prav zato dolgo odvrčalo pozornost speleologov od nekaterih postavk. Šele nadrobne raziskave postrežejo z na prvi pogled malenkostnimi ugotovitvami, ki pa vendarle prinašajo natančnejše in predvsem konkretnije odgovore.

Šele v najnovjšem času se pogledi usmerjajo k samemu nastanku kamnine in posledično lezikam. Kljub temu da sem potrdil skoraj popolno navezanost jamskih rogov na zelo majhno število lezik, sem ugotovil, da v konkretnem primeru Velike doline teoretične predpostavke povsem ne odgovarjajo dejanskemu stanju.

Obravnavani primer je drastično pokazal, da imajo matična kamnina oz. lezike pri začetni speleogenezi zelo verjetno povsem samostojne in neodvisne vloge:

- da lezika ni samo presledek med dvema kamninskima paketoma, in
- da plast ni samo gnota kamnine, omejena s parom lezik (ali bolje, pollezik).

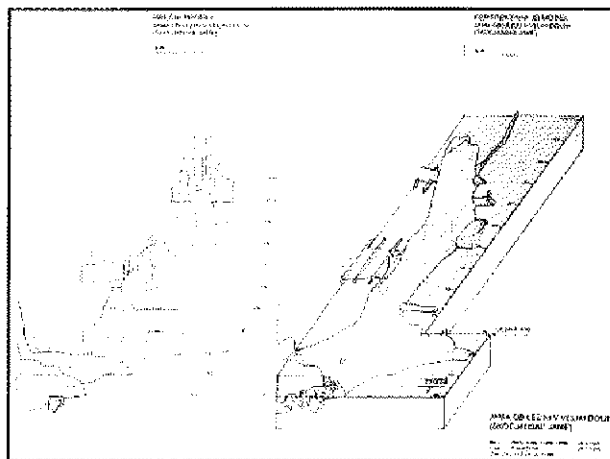
Obe entiteti je očitno treba obravnavati samostojno in šele potem skupno.

Ta moment je bil v speleologiji doslej, kolikor lahko presodim iz razpoložljive literature, neznan.

Pričakovali smo, da se bo pokazalo, kako zgolj potek sedimentacije vpliva na oblikovanje kraških kanalov. Izkazalo pa se je, da so neposredne povezave na nivoju medplastnih zdrsov ali vsaj strižnih napetosti.

Raziskava je izluščila moment, ki je bil doslej v nekaterih primerih sluten, večkrat popolnoma neopazhen, na mikroskopskem nivoju nikoli dokazan.

Jasno se je pokazala tudi okoliščina, o kateri doslej ni bilo govora. Osnovni parametri speleogeneze niso samoumevno zapisani na makroskopski ravni. Razvidni postanejo šele pri podrobnejših raziskavah. Kljub sorazmerno velikim dimenzijam kraških jam začetni procesi potekajo na mikroskopski ravni, takšnih izmer pa so tudi geološki parametri, ki jih porajajo. Vsekakor bo v prihodnje treba makrotektonsko in mikrogeološko znanje v istih regionalnih okvirih sestavljati, združevati in dopolnjevati.



Slika 4: Jama ob leziki v Veliki dolini (Foto: M. Knez).
Fig. 4: The cave along the bedding-plane in Velika dolina (Photo: M. Knez).

SUMMARY

The author presents the results of his research into bedding-planes in one of the largest collapse doline, the so-called Velika dolina in the Škocjan Caves system. The knowledge of relations between the formation of cave passages and tectonic phenomena is today much greater in comparison with the knowledge of the impacts of lithopetrologic and stratigraphic properties of carbonate rock on subterranean karstification. In Velika dolina, the initial subterranean channels formed only along the three so-called formative bedding planes, and this uniformity is not merely fictitious.

LITERATURA

- DAVIES, W. E., 1960. Origin of Caves in Folded Limestone.- Bulletin of National Speleological Society, Vol 22, Part 1, 5-22, Alexandria, Virg.
- DREYBRODT, W. 1988. Processes in Karst Systems. Physics, Chemistry, and Geology.- Springer-Verlag, XII+288 str., Berlin, Heidelberg.
- EWERS, R. O. 1966. Bedding-plane Anastomoses and Their Relation to Cavern Passages.- Bull. Nat. Spel. Soc., 28, 3, 133-140, Arlington.
- FORD, D. C. & EWERS, R. O. 1978. The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth.- Canadian Journal of Earth Sciences, 15, 11, 1783-1798.
- FORD, D. & WILLIAMS P. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology.- XV + 601 p., Unwin Hyman, London.
- GOSPODARIČ, R. 1983. O geologiji in speleogenezi Škocjanskih jam.- Geol. zbor., UEK, FNT, Montanistika, 4, 163-172, Ljubljana.
- GOSPODARIČ, R. 1984. Jamski sedimenti in speleogeneza Škocjanskih jam.- Acta carsologica SAZU, 12, 27-48, Ljubljana.
- GOSPODARIČ, R. 1986. O geološkem razvoju klasičnega krasa.- Acta carsologica, 14/15, 19-29, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1991. Sedimentological and Stratigraphical Properties of Limestones from the Škocjanske jame area (Outer Dinarids).- The Second International Symposium on the Adriatic Carbonate Platform, 105, Zagreb.
- KNEZ, M. 1994a. Phreatic Channels in Velika dolina, Škocjanske jame (Škocjanske jame Caves, Slovenia).- Acta carsologica, 23, 63-72, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1994b. Paleoekološke značilnosti vremskih plasti v okolici Škocjanskih jam.- Acta carsologica, 23, 303-347, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1996. Vpliv lezik na razvoj kraških jam.- Zbirka ZRC, 14, 186 str., Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1984. Vertikalno prenikanje v Škocjanskih jamah in Dimnicah.- Acta carsologica, 12, 49-65, Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1992. Flowstone Deposition in the Slovenian Caves.- Acta carsologica, 21, 167-173, Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1994. Impact of Human Activity on Škocjanske jame.- Acta carsologica, 23, 74-80, Ljubljana.
- KRANJC, A. 1983. Recentni fluvialni sedimenti v Škocjanskih jamah.- Medn. simp. "Zaščita Krasa ob 160-letnici turističnega razvoja Škocjanskih jam (Lipica 1982)", 27-31, Sezana.
- KRANJC, A. 1986. Transport rečnih sedimentov skozi kraško podzemlje na primeru Škocjanskih jam.- Acta carsologica, 14/15, 109-116, Ljubljana.
- KRANJC, A. 1989. Recent Fluvial Cave Sediments, Their Origin and Role in Speleogenesis.- Dela SAZU, Razred za naravoslovne vede, Dela 27, 167 p., Ljubljana.
- KRANJC, A. 1992. Zadnji "veliki problem" Škocjanskih jam po sto letih rešen!- Naše jame, 34, 149-151, Ljubljana.
- KRANJC, M. 1996. Škocjanske jame. A contribution to bibliography.- 52 p., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU in Slovenska komisija za UNESCO, Postojna.
- LOWE, D. J. 1992. The origin of limestone caverns: an inception horizon hypothesis.- XIX+512 str., Manchester Polytechnic, Manchester (doktorska disertacija).
- MIHEVC, A. 1993. Contact Karst of Brkini Hills on the Southern Side of the Classical Karst area in Slovenia.- Proceedings of the XI. International Congress of Speleology, 5-7, Beijing.
- MOREL, S. 1992. Za mrtvim jezerom.- Naše jame, 34, 152-155, Ljubljana.

- PALMER, A. N. 1991.** Origin and morphology of limestone caves.- *Bulletin of American Geological Society*, 103, 1-21.
- RAUCH, H. W. & WHITE, W. B. 1970.** Lithologic Controls on the Development of Solution Porosity in Carbonate Aquifers. -*Water Resources Research*, 6 (4), 1175-1192, Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- SANCIN, S. 1992.** Nova odkritja v Škocjanskih jamah.- *Naše jame*, 34, 156-162, Ljubljana.
- SLABE, T. 1995.** Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance.- *Zbirka ZRC*, 10, 128 p., Ljubljana.
- SLABE, T. 1996.** Karst features in the motorway sections between Čebulovica and Dane.- *Acta carsologica*, 25, Ljubljana.
- STEINKE, T. R. 1971.** A Vertical Contour Method of Cave Presentation.- *NSS Bulletin*, 33, 4, 127-134.
- ŠEBELA, S. 1994.** Določitev geološke zgradbe ozemlja nad Škocjanskimi jamami s pomočjo letalskih posnetkov.- *Annales*, 4, 183-186, Koper.
- ŠUŠTERŠIČ, F. 1994.** Jama Kłoka in začetje - *Naše jame*, 36, 9-30, Ljubljana.
- WHITE, W. B. 1988.** Geomorphology and hidrology of karst terrains.- 464 p, Oxford University Press.- New York.
- WORTHINGTON, S. R. H. 1991.** Karst hydrogeology of Canadian Rocky Mountains.- *Doktorska disertacija*, XVII + 227 str., McMaster University Hamilton, Hamilton.
- WORTHINGTON, S. R. H. & FORD, D. C. 1995.** High Sulfate Concentrations in Limestone Springs: An Important Factor in Conduit Initiation.- *Environmental Geology*, 25, 9-15, Berlin.