

LABORATÓRNA SIMULÁCIA PROCESOV LITIFIKÁCIE V PIESKOVCOCH STOLOVÝCH HÔR

Tomáš Lánczos¹, Roman Aubrecht², Petronela Filipčíková¹, Ján Schlögl², Marek Audy³

^{1,2}Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Ilkovičova 6, Bratislava

¹Katedra geochémie, ²Katedra geológie a paleontológie, lanczos@fns.uniba.sk

³Česká speleologická spoločnosť, Tyršova 332, Jedovnice, ČR

ÚVOD

V príspevku je prezentovaná hypotéza vzniku jaskýň v kvarcitových horninách založená na selektívnej litifikácii pôsobením litifikačných fluid vznikajúcich lateritizáciou nadložných sedimentov bohatých na alumosilikátové minerály. Selektívna litifikácia sa prejavuje tzv. prúdením prstami, teda preferenčným prúdením vznikajúcim na rozhraní vrstiev jemnozrnných a hrubozrnných vrstiev pieskov. Výsledkom tohto procesu je tvorba stĺpovitých útvarov čiastočne litifikovaného pieskovca. Po odstránení nelitifikovanej časti vrstvy eróznymi procesmi vznikajú jaskynné priestory. Postupná erózia stĺpov vedie k zrúteniu stropov, vďaka čomu vznikajú obrovské podzemné priestory (Aubrecht et al., 2008, 2011, 2012).

Iný typ preferenčného prúdenia vzniká v prostredí vrstiev s krížovým zvrstvením, tzv. prúdenie lievikom, čo taktiež vedie k neúplnej litifikácii v dôsledku vyššej rýchlosti prúdenia litifikačných fluid. Na stolovej hore Akopán boli v prostredí krížového zvrstvenia pozorované menšie jaskyne a previsy trojuholníkového tvaru.

Horeuvedené hypotézy boli overené sériou laboratórnych pokusov prúdenia litifikačných fluid a následnej litifikácie pieskov. Výsledky pokusov boli konfrontované s konkurenčnou arenizačnou teóriou, ktorá za hlavný speleogenetický proces považuje arenizáciu pieskovcov, t.j. uvoľňovanie zrn piesku z pieskovca v dôsledku rozpúšťania rekryštalizovaného kremitého tmelu medzi zrnami (Martini, 1979, 2002, 2004).

METODIKA

Ako litifikačné fluidum bolo použité tzv. „vodné sklo“, t.j. roztok kremičitanu sodného o koncentrácii cca. 36%.

Experimenty s vrstvami s kontrastnou zrnitosťou boli uskutočnené v nádobách naplnenými vrstvami piesku so zrnitosťou 0,08 – 0,5 mm a mocnosťou 2 – 3 cm striedané s vrstvami so zrnitosťou 0,5 – 1,5 mm a mocnosťou 5 – 10 cm. Pre experimenty s krížovým zvrstvením sme použili iba jemnozrnnú frakciu, napodobňujúc

eolickú sedimentáciu. Jednotlivé vrstvičky v krížových vrstvách boli akcentované jemnou vrstvou kaolinitu. Prienik litifikačných roztokov do súvrstvia bol simulovaný pomalým kvapkaním roztoku kremičitanu sodného na povrch modelov. Výsledky pokusov boli fotodokumentované a porovnávané s terénou dokumentáciou a fotografiami z terénneho výskumu na povrchu stolových hôr Churí a Akopán ktoré sú súčasťou masívu Chimantá a tiež Roraimy Tepuy a tiež v jaskynných systémov týchto hôr (jaskynné systémy Churí Tepuy a Ojos de Cristal).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Modely aj napriek malej mierke efektívne simulovali štruktúry pozorované na stolových horách a ich jaskyniach, napr. rovné dná a stropy podopierané stĺpmi po prúdoch prstami. Stĺpy sú väčšinou kolmé k nad- a podložným vrstvám, avšak sa miestami vyskytujú aj mierne šikmé. Niektoré stĺpy boli miestami buľvovito zhrnuté, čo pripomína stĺpy popísané Saurom et al. (2013b) v jaskyni Imawarí Yeuta na Akopáne. Niektoré stĺpy zostávajú neukončené vo vývoji, tvoriac hrubé a krátke kvapľovité útvary nazývané po španielsky miestnymi speleológmi „tetas“, čiže „prsníky“. Výsledky experimentov s krížovým zvrstvením vykazujú efektívnu litifikáciu horizontálne uložených vrstiev a oveľa slabšiu litifikáciu krížového zvrstvenia vytvárajúc trojuholníkovité previsy, aké boli pozorované na stolovej hore Akopán.

Prezentované výsledky experimentov poskytli presvedčivý dôkaz podporujúci našu hypotézu vzniku jaskýň v kvarcitoch stolových hôr. Nie všetky aspekty pozorovateľné v teréne je však možné reprodukovat' modelmi takýchto malých rozmerov. Hrubozrnné vrstvy napr. nemali dostatočnú mocnosť k tvorbe dokonale tvarovaných stĺpov s rozšírením na hornom a aj dolnom konci, určujúce procesy sú však evidentné.

Hlavnou konkurenčnou hypotézou je arenizácia podľa Martini (1979, 2004), ktorej viaceré aspekty boli diskutované s našim autorským kolektívom na stránkach Journal of

Geomorphology (Sauro et al., 2013a; Aubrecht et al. 2013a). V novšej publikácii podporujúcej teóriu arenizácie (Sauro, 2104) je vznik stĺpov vysvetľovaný tektonickou predispozíciou vertikálnymi puklinami ohraničujúcimi jednotlivé stĺpy. V miestach porušených puklinami bol materiál pieskovca erodovaný. Tomuto predpokladu však protirečí tektonická neporušenosť nadložných a podložných vrstiev, v ktorých sa stĺpy nenachádzajú.

ZÁVER

Výsledky našich pokusov pomerne verne reprodukovajú pozorované geomorfologické črty na stolových horách, ako aj v jaskyniach ktoré sa v nich nachádzajú ako sú stĺpy po prstových prúdoch, trojuholníkové previsy, náznaky stĺpov visiace zo stropov („tetas“). Selektívna litifikácia ako hypotéza, ktorú sme sa uvedenými laboratórnymi modelmi pokúšali dokázať, teda vysvetľuje väčšinu geomorfologických prvkov, ktoré súvisia so speleogenézou, kým arenizáciou je možné vysvetliť iba niektoré čiastkové javy.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporená projektom APVV 14-0276.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- Aubrecht, R., Lánczos, T., Šmída, B., Brewer-Carías, Ch., Mayoral, F., Schlögl, J., Audy, M., Vlček, L., Kováčik, E., Gregor, M., 2008: Venezuelan sandstone caves: a new view on their genesis, hydrogeology and speleothems. *Geologia Croatica*, 61, 2-3, 345-362.
- Aubrecht, R., Lánczos, T., Gregor, M., Schlögl, J., Šmída, B., Liščák, P., Brewer-Carías, Ch., Vlček, L., 2011: Sandstone caves on Venezuelan tepuis: return to pseudokarst? *Geomorphology*, 132, 3-4, 351-365.
- Aubrecht, R., Barrio-Amoros, C., Breure, A., Brewer-Carías, Ch., Derka, T., Fuentes-Ramos, O.A., Gregor, M., Kodada, J., Kováčik, E., Lánczos, T., Lee, N.M., Liščák, P., Schlögl, J., Šmída, B., Vlček, L., 2012: Venezuelan tepuis – their caves and biota. *Acta Geologica Slovaca - monograph*, 1-168.
- Aubrecht, R., Lánczos, T., Gregor, M., Schlögl, J., Šmída, B., Liščák, P., Brewer-Carías, Ch., Vlček, L., 2013a: Reply to the Comment on “Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst?”. *Geomorphology*, 197, 1, 197-203.
- Aubrecht, R., Lánczos, T., Schlögl, J., Vlček, L., Šmída, B., 2013b: Arenitic caves in Venezuelan tepuis: what do they say about tepuis themselves? In: Filippi, M. and Bosák, P. (eds.): *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*, July 21-28, 2013, Brno, Czech Republic, Vol. 3, 221-226.
- Martini, J.E.J., 1979: Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. *Ann. Geological Survey of South Africa*, 13, 115-128.
- Martini, J.E.J., 2000: Dissolution of quartz and silicate minerals. In: Klimchouk, A.B., Ford, D.C., Palmer, A.N., Dreybrodt, W. (eds.): *Speleogenesis, Evolution of Karst Aquifer*, January 2000 edition. NSA, Inc., Huntsville, Alabama, 171-174.
- Martini, J.E.J., 2004: Silicate karst. In: Gunn J. (Ed.): *Encyclopedia of caves and karst science*. Fitzroy Dearborn, London, 1385-1393.
- Sauro, F., Piccini, L., Mecchia, M., De Waele, J., 2013a: Comment on “Sandstone caves on Venezuelan tepuis: Return to pseudokarst?” by R. Aubrecht, T. Lánczos, M. Gregor, J. Schlögl, B. Smída, P. Liščák, Ch. Brewer-Carías, L. Vlček, *Geomorphology* 132 (2011), 351-365. *Geomorphology*, 197, 1, 190-196.
- Sauro, F., Vergara, F., De Vivo, A., De Waele, J., Lira, J., 2013b: In the House of Gods on Devil's Mountain. Imawarí Yeuta Cave, Auyan Tepui, Canaima National Park, Venezuela. *NSS News*, September, 2013, 7, 10-19.
- Sauro, F., 2014: Structural and lithological guidance in quartz-sandstone caves: evidences of the arenisation process. *Geomorphology*, 226, 106-123.