

NOVÉ POZNATKY Z MEDZINÁRODNEJ SPELEOLOGICKEJ EXPEDÍCIE TEPUY 2009 NA STOLOVÉ HORY CHIMANTÁ A RORAIMA (GUAYANSKÁ VYSOČINA, VENEZUELA)

*Lukáš Vlček – Branislav Šmída – Charles Brewer-Carías – Federico Mayoral
– Roman Aubrecht – Tomáš Lánczos – Ján Schlögl – Tomáš Derka*

ÚVOD

Tím slovenských speleológov a vedcov skúmajúcich jaskyne kvarcitového krasu stolových hôr vo Venezuele v rámci expedície Tepuy 2009 sa koncom februára vrátil domov na Slovensko. Medzinárodná prieskumno-vedecká expedícia trvala 6 týždňov, zúčastnilo sa na nej 9 slovenských vedcov a jaskyniarov, 1 chorvátsky jaskyniarsky pár a 4 venezuelskí výskumníci. Počas tejto, v poradí už 6. medzinárodnej výpravy slovenských speleológov do venezuelskej Guayany, sa navštívili 2 stolové hory v rámci horských skupín Chimantá (2500 m) a Roraima (2880 m). Vykonával sa klasický speleologický prieskum, počas ktorého sa zaznamenalo niekoľko veľmi významných objavov jaskýň, figurujúcich v prvej desiatke najväčších kvarcitových jaskýň sveta. Odborný vedecký program sa zamerával na riešenie geológie a hydrogeochémie, ako

aj mikrobiológie a zoológie v tejto oblasti sveta, charakterizovanej extrémnou mierou izolácie a endemizmu a zároveň veľmi nízkou preskúmanosťou.

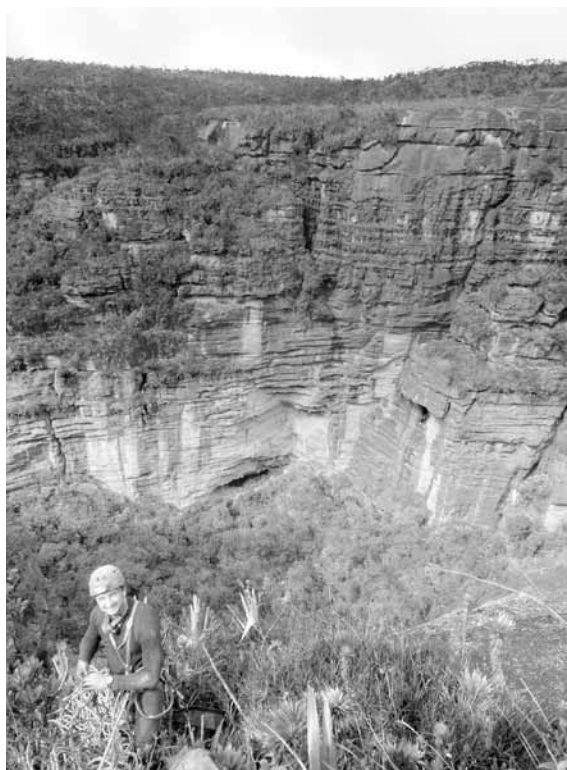
SPELEOLOGICKÝ PRIESKUM V MASÍVE ŠTOLOVÝCH HÔR CHIMANTÁ

Na Churí – jednej zo stolových hôr masívu Macizó Chimantá sa objavilo celkovo viac než 8,5 km jaskynných priestorov. Najväčší z objavov pomenovaný Cueva Colibri (Jaskyňa kolibríka) má celkovú dĺžku viac ako 4 km a začína sa obrovskou priepasťou s rozmermi 300 × 100 m, hlbokou 120 m. Lokalitu tvoria 3 hlavné mohutné vetvy, kde šírka chodieb presahuje

bežne viac než 20 až 30 m, sú pretkané riekami, a nachádza sa tu aj labyrint mnohých ďalších prítokových chodieb. V rámci systému sa zatiaľ lokalizovalo šesť vchodov, z ktorých štyri sa nachádzajú priamo vo vertikálnych stenách severnej hrany hory Churí a jeden, gigantickými blokmi čiastočne privalený portál vo vnútrozemí hory má na šírku viac než 100 m. Táto jaskyňa, v ktorej sa vyskytujú viaceré uni-



Obr. 1. Stolová hora Tirepón týčiaca sa nad údolím rieky Churí – oproti otvorom do jaskyne Cueva Colibri v stene hory Churí. Foto: L. Vlček
Fig. 1. Tirepón tepuy above the valley of Churí river – opposite to the entrances of Cueva Colibri Cave in the wall of Churí tepuy. Photo: L. Vlček



Obr. 2. 120 m hlboká vstupná depresia do jaskyne Cueva Colibri. Foto: L. Vlček
Fig. 2. 120 m deep entrance depression to the Cueva Colibri Cave. Photo: L. Vlček



Obr. 3. Jedna z chodieb v jaskyni Cueva Colibri. Foto: J. Stankovič
Fig. 3. One of the corridors in the Cueva Colibri Cave. Photo: J. Stankovič



Obr. 4. Nízke chodby sú charakteristické vo vstupných častiach jaskyne Cueva Juliana i blízkej jaskyne Cueva Yanna. Foto: J. Stankovič
Fig. 4. Low corridors are characteristic for Cueva Juliana or Cueva Yanna entrance parts. Photo: J. Stankovič



Obr. 5. Depresia Zuna s vchodom do severnej časti jaskyne Cueva Zuna. Foto: L. Vlček
Fig. 5. The Zuna depression with the entrance to the northern part of Cueva Zuna Cave. Photo: L. Vlček

ktorú sme v masíve objavili už v roku 2007, Cueva Juliana, bola predĺžená na cca 3 km dĺžky. Na lokalite sme zaregistrovali výskyt obrích biospeleotém typu „champignones“, s priemerom nepravidelných guľí až do veľkosti 1 m. Závažným výsledkom expedície je spojenie dvoch najdlhších a najmohutnejších jaskýň masívu – Cueva Charles Brewer a Cue-



Obr. 6. Morfológia povrchu Roraimy nad Jaskyňou kryštálových očí (Cueva Ojos de Cristal). Foto: L. Vlček
Fig. 6. The surface morphology of Roraima tepuy above the Crystal Eyes Cave (Cueva Ojos de Cristal). Photo: L. Vlček

va del Diablo – do jedného spoločného systému s aktuálnou dĺžkou viac než 7,5 km. Významné predĺženie jaskyne sa uskutočnilo aj v prípade ďalšieho objavu z roku 2007 – jaskyňa Cueva Zuna dnes dosahuje 2,5 km s možnosťami pokračovania. Je významná aj z hľadiska výskytu biospeleotém, masívneho výskytu minerálnych výplní typu „barro rojo“, kryštálov sadrovca a sanjuanitu. Novoobjavená jaskyňa Cueva Yanna má dĺžku 1,08 km a predpokladá sa jej spojenie s blízko sa nachádzajúcou lokalitou Cueva Juliana. Počas výpravy sa preskúmali ešte niektoré kratšie lokality (napr. 300 m dlhá jaskyňa Cueva dos Machetes). Nami doteraz prebádaný krasový systém jaskýň na Churí už presiahol dĺžku 20 km. Fyzicky a technicky náročný expedičný projekt na hore Chimantá trval 22 dní. Účastníci výpravy: Roman Aubrecht, Tomáš Derka, Viliam Guľa, Erik Kapucian, Tomáš Lánczos, Ján Schlögl, Jaroslav Stankovič, Branislav Šmída, Lukáš Vlček (Slovensko), Ana Bakšić, Darko Bakšić (Chorvátsko), Charles Brewer-Carías, Federico Mayoral, Javier Mesa a Alberto Tovar (Venezuela).

VÝPRAVA NA STOLOVÚ HORU RORAIMA

V druhej časti výpravy sme sa presunuli na stolovú horu Roraima. Naša 7-členná vedecko-prieskumná výprava, zložená z chorvátskych a slovenských jaskyniarov (Darko a Ana Bakšić, Viliam Guľa, Jaroslav Stankovič, Lukáš Vlček) a vedcov z Univerzity Komenského (Tomáš Derka, Ján Schlögl) po absolvovaní takmer mesiac trvajúceho pobytu na hore Chimantá pokračovala v druhej časti výpravy do oblasti venezuelských stolových hôr. Na túto legendárnu stolovú horu, ktorá je najvyšším bodom Guayanskej vysočiny (2880 m n. m.) a indiáni ju nazývajú Matka všetkých vôd, sa naša skupina vypravila s cieľom vykonať odber geologických a mikrobiologických vzoriek z najdlhšieho jaskynného systému kvarcitového krasu – Jaskyne kryštálových očí (Cueva Ojos de Cristal), dosahujúcej dnes dĺžku 16,2 km (Vlček a Šmída, 2007). Absolvovali sme peší prechod horou z juhu na sever, do oblasti trojného bodu (Punto Triple), spájajúceho hranice Venezuely, Brazílie a Guayany, podrobne zdokumentovali krasové javy v oblasti El Foso (priepasťovitá jaskyňa zakončená dosiaľ nepreskúmaným sífónom), Východného údolia kryštálov a južnej hrany Roraimy v okolí Cueva Ojos de Cristal.

VEDECKÝ VÝSKUM V MASÍVOCH STOLOVÝCH HÔR CHIMANTÁ, RORAIMA A ICH OKOLÍ A ZHRNUTIE VÝSLEDKOV EXPEDÍCIE

Popri klasickej speleologickej explorácii vedci z Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského opäť skúmali geologické a biologické pomery podzemia i povrchu, analyzovali vodu, mikroklimatické pomery a odobrali množstvo vzoriek na detailnejšie laboratórne štúdium.

Hydrogeochemický a hydrobiologický výskum sa zamerlal predovšetkým na rozličné typy vodných ekosystémov na vrcholových plošinách stolových hôr Roraima a Churí tepuy, ale aj na okolie Auyán tepuy a toky v oblasti náhornej planiny Gran Sabana. Stolové hory Guayanskej vysočiny predstavujú izolované masívy, týčiace sa nad okolitú krajinu až 1000 m vysokými kolmými stenami. Ich vrcholové plošiny, dosahujúce výšky medzi 1500 a 3000 m n. m. (Briceño et al., 1991), predstavujú diskontinuálnu biogeografickú provinciu Pantepui s rozlohou asi 5000 km² (Berry et al., 1995), známu vysokým stupňom endemizmu. Na vrcholových plató nachádzame rozličné typy vodných ekosystémov – od riek cez pra-

menné potoky, jaskynné toky až po mokrade obývané množstvom endemických druhov rastlín a živočíchov (Huber, 1992; Šmída et al., 2005; Lánczos et al., 2007). Biota niektorých stolových hôr, napr. Roraimy a Chimanty, bola v minulosti cieľom výskumov (Huber, 1992), kým iné ostávajú dodnes prakticky neznáme. Na ich vrcholoch skúmaných plošín sa našlo množstvo endemických živočíchov, dokonca aj spomedzi vodného hmyzu, ktorému sa okrem výnimiek venovala iba malá pozornosť (Spangler a Faitoute, 1991; Čiampor a Kodada, 1999; Kodada a Jách, 1999; Derka, 2002; Derka et al. in



Obr. 7. V jaskyni Cueva Zuna sa nachádzajú šampiňónové biospeleotémy veľkosti do 1 m. Foto: J. Stankovič

Fig. 7. "Champignon" type of biospeleothems up to 1 m in diameter are in the Cueva Zuna Cave. Photo: J. Stankovič



Obr. 8. Akumulácie „barro rojo“ v jaskyni Cueva Zuna dosahujú rekordné množstvo. Foto: J. Stankovič

Fig. 8. The "barro rojo" sediments in Cueva Zuna Cave reach great amounts. Photo: J. Stankovič



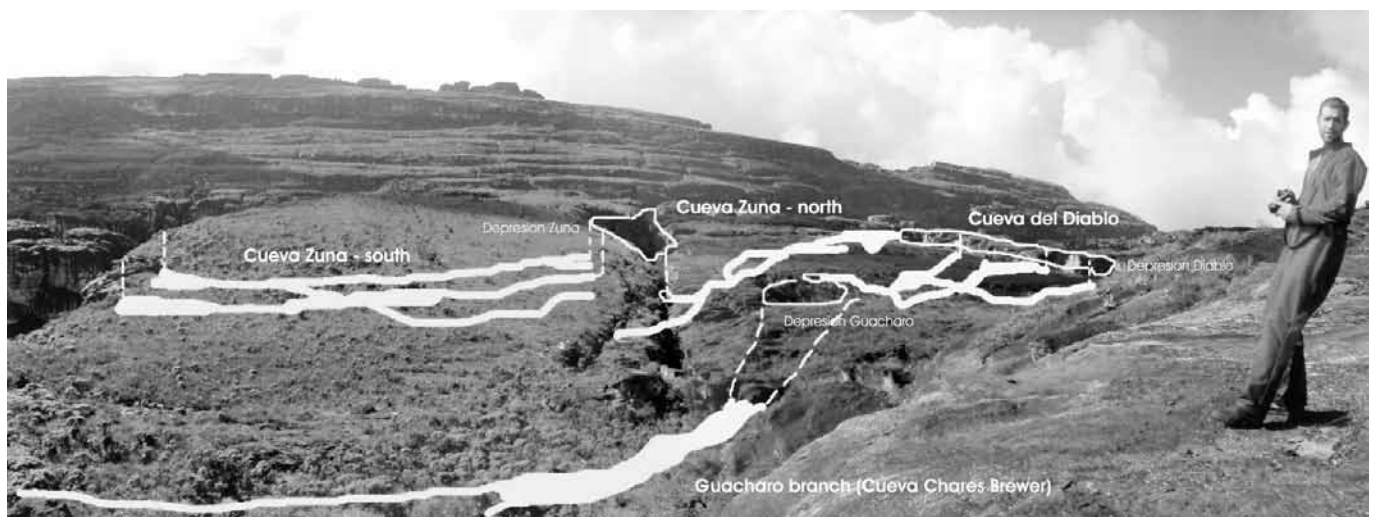
Obr. 9. 400 m vysoká južná stena stolovej hory Churí nad údolím rieky Yunek. Foto: L. Vlček

Fig. 9. 400 m high southern wall of Churí tepuy above the valley of Yunek river. Photo: L. Vlček



Obr. 10. Kryštály kremeňa na kamennom plató na severe Roraimy. Foto: L. Vlček

Fig. 10. Quartz crystals on the top plateau of northern Roraima. Photo: L. Vlček



Obr. 11. Pohľad z horného platô nad jaskyňou Cueva Charles Brewer na stredné platô s vyznačením priebehu jaskýň Cueva Zuna, Cueva del Diablo a vetvy Guácharo jaskyne Cueva Charles Brewer. Foto: L. Vlček

Fig. 11. The view from the upper plateau above the Cueva Charles Brewer Cave to the middle plateau with indication of cave courses of Cueva Zuna, Cueva del Diablo and Guácharo branch in Cueva Charles Brewer Cave. Photo: L. Vlček

press). Vodné toky v skúmanej oblasti patria medzi tzv. čierne rieky, známe nízkym pH (3,5 – 5,5), nízkym obsahom živín a z toho vyplývajúcou nízkou produktivitou. Pretekajú chudobnými a kyslými piesočnatými pôdami. Zvyčajne obsahujú veľké množstvo organických látok vylúhovaných z rozkladajúcej sa vegetácie, ktoré spôsobujú ich typické „čajo-ové“ zafarbenie.

V rámci terénneho hydrogeochemického výskumu sa v priebehu dvoch expedícií v r. 2007 a 2009 odobralo a analyzovalo 41 vzoriek vôd z povrchových a podzemných tokov a jazier, mlák v močiach, skvapov zo stien jaskýň a prameňov na Roraime a Churí tepuy. Pri odbere vzoriek boli stanovené pH a vodivosť, zo vzoriek filtrovaných cez filter 0,45 µm sa kolorimetrom v roku 2007 stanovili Fe, SiO₂-Si, Al, PO₄³⁻-P, NO₃⁻-N a v r. 2009 sa súbor parametrov doplnil o Mn a NH₄⁺-N. Hydrobionty, predovšetkým makrozoobentos, sa odoberali počas viacerých expedícií: osemkrát na Roraime a v jej okolí, štyrikrát sa odoberali vzorky makrozoobentosu v okolí Auyán tepuy, hlavne na riekach Carrao a Churín a v ich prítokoch. Na Churí tepuy sa systematické vzorkovanie vykonalo počas expedície v januári a februári 2009. Vzorky z vody sa odoberali štandardnými hydrobiologickými, resp. entomologickými metódami: kicking metódou, individuálnym zberom z kameňov a ponoreného dreva, šmýkaním ponorených koreňov a submerznej vegetácie. Terestrické imága sa lapali do entomologickej siete, individuálne zbierali z vodnej hladiny, resp. peny na hladine, pavučín, aj pomocou svetelných pascí. Materiál sa fixoval alkoholom. Časť materiálu určená na analýzy DNA sa fixovala čistým alkoholom. V laboratóriu sa vzorky roztriedili do taxonomických skupín a v súčasnosti prebieha spracovanie predovšetkým podeniek (Ephemeroptera) a chrobákov čeľade Elmidae.

Chemické zloženie vôd povrchových a podzemných tokov skúmanej oblasti je ovplyvnené viacerými procesmi: interakciami voda – hornina, rozkladnými procesmi rastlinného detritu, chemickým zložením zrážkových vôd a výparom. Nízka rozpustnosť

kremeňa, ktorý je hlavným komponentom kvarcovit jednotky Matauí, sa prejavuje nízkymi hodnotami vodivosti, a teda aj celkovým obsahom rozpustených látok. Minimálna stanovená hodnota vodivosti v súbore všetkých hodnotených vzoriek bola 2 µS.cm⁻¹, maximálna 28 µS.cm⁻¹. Priemerné hodnoty konduktivity v r. 2007 boli 16,7 2µS.cm⁻¹ a mediánové 19 µS.cm⁻¹, kým v roku 2009 boli priemerné 11,8 µS.cm⁻¹ a mediánové 9 µS.cm⁻¹. Uvedené rozdiely sú zjavne spôsobené najmä vyššou zrážkovou činnosťou počas expedície v roku 2009, čo sa prejavilo aj oveľa väčším rozptylom hodnôt konduktivity vo vodách tokov v roku 2009. Naopak, vody v tokoch v roku 2007 sa vzorkovali po dlhšetrávajúcom období sucha, a teda boli významnejšie ovplyvnené výparom. Vzorky vôd oblasti sú tiež typické nízkymi hodnotami pH, podľa literárnych zdrojov v intervale 3,5 až 4,7 (Briceño et al., 1991), hodnoty pH vo vzorkách vôd odobraných počas našich expedícií sa pohybujú v intervale 3,3 až 5,64. Extrémne nízke hodnoty pH v týchto vodách sú spôsobené jednak slabou neutralizačnou schopnosťou reakcií voda – hornina, jednak rozkladnými procesmi rastlinného detritu produkujúcimi rôzne organické kyseliny, čo sa prejavuje aj typickým žltým až červenakým zafarbením vody. Ďalšími produktmi rozkladu sú aj PO₄³⁻-P (< 0,01 – 0,53 mg.l⁻¹), NO₃⁻-N (< 0,5 – 9,6 mg.l⁻¹) a NH₄⁺-N (< 0,02 – 0,25 mg.l⁻¹). Celkovo však možno povedať, že tieto vody sú chudobné na živiny.

V rámci hydrobiologického prieskumu sme sa venovali viacerým typom vodných biotopov. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že spoločnosť makrozoobentosu boli oveľa bohatšie na Churí tepuy, ktorá je asi o 400 m nižšia ako Roraime a pokrýva ju bohatšia vegetácia. Preskúmali sme niekoľko jaskynných tokov na Churí tepuy aj Roraime. Na oboch horách sme zaznamenali larvy podeniek rodu *Massartella*. Hlboko v jaskyni Cueva Charles Brewer na Churí tepuy sme v absolútnej tme pozorovali množstvo imág rodu *Massartella* zachytených v pavučinách, ktoré sa nachádzali v zúžených častiach s pomerne silným prívianom. V jaskynných

potokoch na Churí tepuy sme našli aj zatiaľ neidentifikované larvy z čeľadi Baetida a Leptophlebiidae, larvy pošvatiek (pravdepodobne rod *Anacroneuria*) a ploskulice. Larvy pošvatiek sme na Churí tepuy zaznamenali vzácné aj v chladných pramenných tokoch. V potoku v jaskyni Cueva Ojos de Cristal na Roraime sme zaznamenali i početné larvy rodu *Jolyelmis* a *Oligochaeta*. Pravidelnou súčasťou jaskynných ekosystémov oboch hôr boli amfibičné Orthoptera rodu *Hydrolotus*. V povrchových tokoch sme našli viacero radov vodného hmyzu. Najpočetnejšími vrcholovými predátormi boli larvy viacerých druhov šidiel (Anisoptera). Na Churí tepuy sme zaznamenali aj larvy a imága šidielok (Zygoptera). Z podeniek sme v tečúcich vodách okrem spomínaného rodu *Massartella* a jedného druhu z čeľade Leptophlebiidae (rod *Miroculis*?) našli 2 zatiaľ neidentifikované rody z čeľ. Baetidae. V stojatých vodách močiarov boli bežné larvy rodu *Calibaetis*. Na Churí aj Roraime sme našli larvy aj imága potočníkov čeľadi Calamoceratidae, Glossomatidae a Helicopsychidae. Zaznamenali sme larvy aj ďalších čeľadi potočníkov, ktoré sa však doteraz bližšie neidentifikovali. V periodických mlákach na Roraime sme pravidelne nachádzali potápnika *Tepuidesus breweri*, na Churí tepuy bližšie neidentifikované Gyrinidae. Na Churí tepuy sme našli nový druh z rodu *Roraime* a pravdepodobne viacero druhov *Jolyelmis* (Coleoptera, Elmidae). V stojatých vodách na Churí tepuy sme pravidelne nachádzali vodné Heteroptera viacerých rodov a larvy komárov (Culicidae). Larvy pakomárov (Chironomidae) boli súčasťou prakticky všetkých typov vodných ekosystémov. V stojatých aj tečúcich vodách sme nachádzali larvy pakomárikovitých (Ceratopogonidae). Kurióznym vodným biotopom, typickým pre stolové hory Guayanskej vysočiny, sú krčiazky endemických mäsožraviek rodu *Heliamphora*. Na Churí tepuy sme v nich pravidelne nachádzali vyvíjajúce sa larvy komárov a pakomárikov.

Pokračovalo sa v geologickom výskume na základe poznatkov z predchádzajúcej expedície v roku 2007. Na základe konzul-

tácií so svetovými expertmi na pieskocovú kras sme objektivizovali údaje o tvrdosti a odolnosti hornín pomocou terénneho merania Schmidtovým kladivom. Už predbežné vyhodnotenia v teréne ukázali, že skutočne existuje silná závislosť medzi tvrdosťou hornín a horizontmi, kde sa tvoria jaskyne. Piesčité sedimenty priamo v horizonte jaskýň ukazovali niekoľkonásobne menšie hodnoty tvrdosti, než napríklad horniny v ich nadloží alebo podloží či náhodne vybrané merania v teréne. Subjektívne hodnotenia výskumníkov z roku 2007 takto dostali presné číselné vyjadrenie. Tieto terénne merania však neukazujú, čo spôsobuje zníženú odolnosť hornín. Doterajší model arenizácie, ktorý zaviedol Martini (1979) a ktorý ráta s rozpúšťaním kemitého tmelu a uvoľňovaním pieskových zrn, sa ukazuje ako nesprávny. Kremeň je rozpustný najmä v alkalickvej vode, kým pH vôd na stolových horách vo Venezuele je vždy menšie ako 7. Ukazuje sa, že tvorba jaskýň prebieha v horizontoch, ktoré neboli takmer vôbec litifikované, keďže ich pred diagenetickými fluidami chránili nepriepustné horniny v nadloží a podloží. Ďalším významným faktorom je zrejme lateritizácia ílových minerálov (najmä kaolinitu), ktoré tvoria matrix piesčitých sedimentov v niektorých horizontoch. Lateritizácia dobre prebieha pôsobením kyslých vôd a predpokladáme, že jej výsledkom okrem uvoľňovania pieskových zrn je aj prítomnosť červeného bahna („barro rojo“). Pracovná hypotéza teda hovorí o týchto dvoch najdôležitejších faktoroch, ktoré ovplyvňujú tvorbu jaskýň na venezue-

lských stolových horách. Na overenie tejto hypotézy boli z každého miesta merania odobraté aj vzorky hornín, ktoré sa v súčasnosti podrobujú laboratórnym meraniam inžinierskogeologických vlastností a porozity. Následne budú tiež využité na detailný petrografický výskum. Štúdiom na rastrovacom elektrónovom mikroskope nepreukázalo nijaké naleptávanie kremeňa a kremenných tmelov. Naopak potvrdilo prítomnosť kaolinitu v pieskococh. Kaolinit, ako aj goethit (jeden z výsledkov lateritizácie) sa dokázali aj pri difrakčnej röntgenovej analýze bahien „barro rojo“.

Na expedícii sa vo veľkej miere zbierali aj biologické vzorky z povrchu speleotém, javiacich biogénny pôvod. Vzorky z roku 2007 sme sa pokúsili kultivovať bežnými biologickými metódami, avšak neúspešne. Mikroby, ktoré tvoria speleotémy, patria medzi tzv. extrémofily, ktoré sa nedajú kultivovať bežnými metódami a muselo by sa práce napodobňovať ich prirodzené prostredie. Tohtoročné vzorky sa však budú skúmať najnovšími mikrobiologickými metódami na Technickej univerzite v Mníchove (Dr. Natuschka M. Lee). Základnou je metóda hybridizácie in-situ, ktorá umožňuje určenie skupín mikrobov aj z mikrobiálnej zmesi odobranej priamo v teréne. Odpadá pritom proces kultivácie.

Vzorky odobrané počas expedície Chimantá – Roraima 2009 bude spracovávať medzinárodný vedecký kolektív. Veríme, že výsledky analýz pomôžu detailne dešifrovať pôvod vzniku a genézu rozsiahlych horizontálnych kvarcovitých jaskýň, ktoré sú unikát-

ným a stále veľmi málo poznaným krasovým fenoménom, vyskytujúcim sa prevažne v oblasti stolových hôr Guayanskej vysočiny. Sme radi, že môžeme svojim pričinením v rámci medzinárodného geologicko-speleologického projektu prispieť k posúvaniu hraníc poznania prírodných zákonitostí v tomto zabudnutom a neporušenom kúte našej planéty.

ZÁVER

Celkovo možno multidisciplinárnu speleologickú expedíciu na stolové hory Venezuely v januári až februári 2009 zhrnúť z niekoľkých hľadísk – expedícia je z hľadiska objavov najúspešnejšou speleologickou výpravou na stolové hory v histórii ich výskumu, siahajúcej až na začiatok sedemdesiatych rokov. Bola zároveň časovo najdlhšou a počtom účastníkov i priestorovým a študijným zameraním najrozsiahlejšou a jedným z časovo, fyzicky, logisticky, materiálne i finančne najnáročnejších projektov v rámci speleologického výskumu stolových hôr. Priniesla nové poznatky o geologicko-geomorfologickom vývoji reliéfu a jaskýň stolových hôr, o vzniku a genéze biospeleotém a živote endemickkej povrchovej i podzemnej fauny.

Podakovanie. Naše poďakovanie patrí predovšetkým všetkým účastníkom expedície za skvelú spoluprácu a kusisko výborne odvedenej práce! Vedeckú časť výpravy podporila agentúra APVV (grant č. 0251-07), agentúra VEGA (grant č. 1/0246/08) a Ministerstvo školstva Slovenskej republiky, ktorým ďakujeme.

LITERATÚRA

- BERRY, P. E. – HOLST, B. K. – YATSKIEVICH, K. (Eds.) 1995. *Flora of the Venezuelan Guayana*, Vol. 1 Introduction. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- BRICEÑO, H. O. – SCHUBERT, C. – PAOLINI, J. 1991. Table-mountain Geology and Surficial Geochemistry: Chimantá massif, Venezuelan Guayana Shield. *Journal of South American Earth Sciences*, 3, 179–194.
- ČIAMPOR, F. – KODADA, J. 1999. Description of two new species of the genus *Jolyelmis* from Mount Roraima, Venezuela (Coleoptera: Elmidae). *Entomological Problems*, 30, 2, 55–60.
- DERKA, T. – ŠVITOK, M. – SCHLÖGL, J. (in press). *Massartella hirsuta* sp. nov. (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae) and new data on mayflies of Guyana Highlands. *Aquatic Insects*.
- DERKA, T. 2002. *Massartella devani*, a New Mayfly Species from Venezuela's Highlands (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Aquatic Insects*, 24, 309–316.
- HUBER, O. 1992. El macizo del Chimantá. Un ensayo ecológico tepuyano. Caracas: Oscar Todtmann, 1–343.
- KODADA, J. – JÁCH, M. A. 1999. *Roraima carinata* gen. et sp. nov. and *Neblinagena doylei* sp. nov., two Larinae from Mount Roraima, Venezuela (Coleoptera: Elmidae). *Entomological Problems*, 30, 1, 13–29.
- LÁNCZOS, T. – SCHLÖGL, J. – ŠMÍDA, B. – BREWER-CARIÁS, Ch. 2007. Preliminary results of the Tepuy 2007 expedition to the Venezuelan table mountains – water geochemistry and its relation to genesis of the quartzite karst. In: Fláková, R. – Ženišová, Z. (Eds.): *Proceedings of the Hydrogeochémia 2007 conference*, Slovak Association of Hydrogeologists, Bratislava, 136–141.
- SPANGLER, P. J. – FAITOUTE, R. A. 1991. A new genus and species of neotropical water beetle, *Jolyelmis auyana*, from a Venezuelan tepui (Coleoptera: Elmidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104, 2, 322–327.
- ŠMÍDA, B. – BREWER-CARIÁS, Ch. – AUDY, M. 2005. *Speleoexpedície do vnútra masívu Chimantá (Venezuela) v roku 2004*. Cueva Charles Brewer – Najväčšia kvarcovitá jaskyňa sveta. *Bulletin of the Slovak Speleological Society*, 2, 1–190.
- VLČEK, L. – ŠMÍDA, B. 2007. Objavy členov slovenskej speleologickej expedície Roraima – Kukenán 2006 na stolovej hore Roraima v Guayanskej vysočine (Venezuela). *Aragónit*, Liptovský Mikuláš, 12, 89–93.

THE NEW RESULTS FROM INTERNATIONAL SPELEOLOGICAL EXPEDITION TEPUY 2009 TO CHIMANTÁ AND RORAIMA TABLE MOUNTAINS (GUYANA HIGHLANDS, VENEZUELA)

Summary

In January-February 2009, Charles Brewer-Carías, Branislav Šmída and Federico Mayoral organized an expedition with duration of almost two months, to the underground of the Chimantá and Roraima massifs in Guyana Highlands of northern South America – southeastern Venezuela, State Bolívar (Fig. 1). The team of speleologists and scientists consisted of 14 persons from Venezuela (GSSVCN/Grupo Espeleológico de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas), from Slovakia (SSS/Slovak Speleological Society and FNS UNIBA/Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Bratislava) and Croatia (CSF – HSS/Croatian Speleological Federation). The longest and biggest quartzite caves of the world were again explored during the stay, discovered by us in 2002 – 2007. Nowadays the known length of Cueva Charles Brewer is after connection with Cueva del Diablo Cave 7.5 km and the Cueva Ojos de Cristal cave system, enlarged in 2007, with known length by now more than 16.1 km. Besides standard speleological exploration, topography and photodocumentation also focusing on complex evaluation of natural

phenomena, survey, measurement, sampling (rock material, biospeleothems, water, minerals, microbiological and biospeleological material) was realized and even new big cave sites on Churí tepuy were discovered.

During 8 expeditions of international team of speleologists to the table mountains Chimantá, Roraima and Kukenán since 2002 to 2009 about 40 km of quartzite caves were discovered. 16.14 km long Cueva Ojos de Cristal Cave on Roraima Mountain represents the longest cave in silicic rocks in the world and simultaneously the second longest cave in Venezuela. Cueva Charles Brewer Cave on Macizó Chimantá Massif is the most spacious cave in quartzite karst and one of largest caves in the world. In 2009, the connection between Cueva Charles Brewer and Cueva del Diablo was achieved and the length of the cave system reached to more than 7.5 km.

During the expedition in 2009 more than 8.5 km of cave passages were explored. The largest cave named Cueva Colibri (The Colibri Cave) is 4 km long and starts in the abyss which is about 300 m long, 100 m wide and 120 m deep. The cave is formed by 3 huge branches where the average width of galleries is about 20 to 30 m. A large labyrinth of smaller river channels is formed there, too. The system has 6 entrances; 4 of them are situated directly on the outer, 500 m high wall in the northern corner of the tepuy. The largest entrance is formed by 100 m wide portal, partially covered by giant fallen blocks. In the cave, several until now not described forms of biospeleothems and mineral aggregates were found. The Cueva Colibri is now the 4th longest and 2nd volumetrically largest quartzite cave in the world. The next cave, Cueva Juliana, discovered in 2007, was prolonged up to 3 km. For the first time in quartzite caves the standard digging methods were applied. In this cave, giant forms of champignon-type biospeleothems were recognized with diameters up to 1 m. Similar huge biospeleothems and sanjuanite mineral aggregates are localized also in Cueva Zuna, which was mapped to the length of 2.52 km. Other very important result of the expedition was the discovery of the connection between the Cueva Charles Brewer and the Cueva del Diablo (The Devil's Cave) to one common system with actual length of more than 7.5 km. The newly discovered Cueva Yanna is 1.08 km long with a potential to connection with Cueva Juliana. Some other smaller caves were found, too. The entire actual length of the cave systems of Chimantá is more than 20 km.

Simultaneously with the classical speleological exploration, scientific investigations were performed by a scientific team from the Comenius University in Bratislava. Geological, geomorphological and biological conditions were investigated repeatedly in the underground and on the surface, water samples were analyzed and also microclimatic conditions were evaluated.

The expedition Venezuela 2009 aimed at continuation of geological research on the basis of the data obtained during the previous expedition in 2007. Based on earlier consultations with distinguished sandstone karst experts, the data on the rock hardness were objectified using Schmidt's hammer. The preliminary data showed that there is a real dependence between the rock hardness and bed horizons in which the sandstone caves form. The sandy sediments directly in the cave horizon showed much lower values of hardness than for instance the overlying or underlying rocks, or rocks randomly measured in the field. Hence, the subjective evaluations of the researchers from the year 2007 got exact numerical expression. However, these field measurements do not show the reason which caused the lower hardness and resistivity of the rocks. Presently used model of arenization, introduced by Martini (1979), which involves quartz cement dissolution and release of sand grains appears as incorrect. Quartz dissolves mainly in alkaline waters, whereas pH of the water on the Venezuelan tepuis is always lower than 7. Our results show that the speleogenesis takes place in the horizons which were un lithified or only poorly lithified, because they were sheltered from the diagenetic fluids by the impermeable overlying and underlying rocks. Another important factor is lateritization of clay minerals (mainly kaolinite) which form matrix of the sandstones in some horizons. Unlike quartz dissolution, lateritization runs well in acidic conditions. We suppose that it results not only in release of sand grains but the lateritic products also form the well-known red mud ("barro rojo") which forms at many places in the caves. The working hypothesis then says that these are the two main factors influencing speleogenesis on the tepuis. To verify this hypothesis, every measured place was sampled. The samples are being processed in the engineering geology labs. Later they will be used for detailed petrographic research. The SEM study already showed that there is no etching of quartz or quartz cements. Instead, they confirmed presence of kaolinite in the sandstones. Presence of kaolinite, together with goethite (one of the lateritization products), was also verified by the XRD analysis of "barro rojo".

Extensive sampling of speleothem surfaces was also carried out during the expedition. The samples from 2007 were tentatively cultivated by usual biological methods but they failed. The microbes forming the speleothems belong to so-called extremophiles which are difficult to be cultivated by normal methods. Their cultivation requires time-consuming and laborious creating of a special imitation of the natural environment in which the microbes live. The new samples were therefore sent to the Technical University in Munich, Germany (Dr. Natuschka M. Lee) where they will be treated by modern microbiological methods, such as in-situ hybridization which enables determination of microbial groups even from a microbial mixture sampled in the field. The cultivation process is then unnecessary.

Within geochemical field exploration during the two expeditions in years 2007 and 2009 41 water samples were collected from surface and underground streams, lakes, swamp pools, cave wall dripping waters and springs on the Mt. Roraima and the Churí tepuy. As a part of field works pH and conductivity measurements were performed. The water samples were filtered through filters with 0.45 µm mesh. Colorimetric measurements of Fe, SiO₂ - Si, Al, PO₄³⁻ - P and NO₃⁻ - N concentrations were performed using the Merck Spectroquant® Multy portable colorimeter. The range of the measured parameters was extended by Mn and NH₄⁺ - N content in 2009.

The water chemical composition of the studied region is influenced by several processes: rock-water interactions, organic detritus decomposition, evaporation and also the chemical composition of the precipitation water. The weak quartz solubility is causing extremely low conductivity values measured in the water (minimum measured value is 2 µS.cm⁻¹, maximum 28 µS.cm⁻¹). Typical low pH values measured in the water are caused by weak neutralization capacity of the quartz dissolution reaction as well as the plant detritus decomposition processes producing different organic acids. Presence of the organic acids is manifested by typical yellowish to reddish color of the water. The measured pH values lie within the interval 3.3 to 5.64.

Hydrobionts, mainly macrozoobenthos, were sampled during several visits of Venezuela, 8 times on Roraima and its surroundings, 4 times in the surroundings of Auyán tepuy - Carrao and Churún river and their tributaries. A systematic sampling was realized on Churí tepuy During January - February 2009. The samples were categorized into the taxonomic units in the laboratory and nowadays, the determination mainly of Ephemeroptera and beetles from fam. Elmidae is in progress. New species from the genus *Jolyelmis* and *Roraima* were discovered and will be described. Within the bounds of hydrobiological research we sampled many types of water habitats. The macrozoobenthos assemblages were much richer on Churí tepuy, which is about 400 m lower in comparison with tepuy Roraima. The surface of Churí tepuy is also covered by lush vegetation. Mayflies of the genus *Massartella* were recorded in spring streams and caves on both of tepuis. In Churí tepui other four mayfly species belonging to the fam. Betidae and Leptophlebiidae were captured. Stonefly nymphs (probably *Anacroneuria* sp.) were sampled in cold karst springs. These records can be probably considered the first records of stoneflies in tepuis. The amphibian Orthoptera *Hydrolotus* sp. was common component in cave ecosystems in both tepuis. Many orders of aquatic insects were found in surface streams; nymphs and imagoes of Anisoptera, and imago of Zygoptera. In streams we recorded besides *Massartella* sp. also other species from fam. Leptophlebiidae (probably from the genus *Miroculis*) and 2 unidentified species of Beatidae family. The nymphs of *Calibaetis* sp. were abundant in stagnant water of swamps. On both tepuis we found Trichoptera fam. Calamoceratidae, Glossosomatidae and Helicopsychidae and other still unidentified Trichoptera. In the periodical waters on Roraima dytiscid *Tepuidesus breweri* was abundant. Gyridae were common on Churí tepuy. On Churí we found a new species of *Roraima* sp. and some species from *Jolyelmis* sp. (Coleoptera, Elmidae). In stagnant water on Churí we recorded aquatic Heteroptera and grubs of mosquitos (Culicidae); midges (Chironomidae) and Ceratopogonidae were found in all types of aquatic ecosystems. Culicidae and Ceratopogonidae were steadily recorded also in curious aquatic habitat - in jugs of carnivorous plants *Heliamphora* sp.