

SLOVENSKÝ KRAS ACTA CARSOLOGICA SLOVACA	52/1	55 – 66	LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ 2014
--	------	---------	------------------------

VPLYV TEKTONIKY A LITOLÓGIE NA GENÉZU JASKÝŇ V OBLASTI VRCHU VETERLÍN (MALÉ KARPATY, PŁAVECKÝ KRAS)

TAMÁS CSIBRI¹ – ALEXANDER LAČNÝ¹

¹ Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; tamas.csibri@gmail.com; sasol@speleott.sk

T. Csibri, A. Lačný: The influence of tectonics and lithology to the genesis of caves in the area of the Veterlín hill (Plavecký karst)

Abstract: Focus of this work is to determine how tectonic movements and lithology influence the development of caves in the Veterlín hill. Veterlín hill is situated in the Plavecký Karst, and is located 5 km northeast of the village Smolenice. Using geological structural measurements on the surface and in caves, temperature measurements and with remapping we will try to explain the genesis of these caves. We identified three discontinuities, S_0 as primary bedding with SW – NE to WSW – ENE direction, S_1 as cleavage with NNW – SSE to W – E direction and S_2 as the youngest discontinuities of N – S direction.

Key words: tectonics, neotectonics, Malé Karpaty Mts., Plavecký karst, Veterlín hill, discontinuities

GEOLOGIA

Malé Karpaty sú súčasťou tatransko-fatranského pásma budujúceho vonkajšiu zónu centrálnych Západných Karpát (Plašienka et al., 1997; Plašienka, 1999). Nachádzajú sa v juhozápadnej časti Slovenskej republiky a predstavujú dôležitý segment na styku Západných Karpát a Východných Álp. Dnešnú morfoštruktúru nadobudli Malé Karpaty v neskorom neogéne (Minár et al., 2011), keď sa pohorie tektonicky a morfológicky odčlenilo od neogénnych paniev. Počas kvartéru sa modelovala riečna sieť. Práve v tomto období sa uplatnila významná fáza prehlbovania údolí a tvorby jaskýň.

Skúmané územie sa nachádza približne 5 km severozápadne od obce Smolenice. Spolu s vrchom Čelo sa zaraďuje do veterlínskeho čiastkového príkrovu (Havrila, 2011) hronika, s ktorým tvorí štruktúrny hrebeň (Andrusov et al., 1973) (obr. 1).

Takmer všetky jaskyne v predmetnom území sú vytvorené vo wettersteinských vápencoch veku vrchný trias – stupeň karn (Hačova jaskyňa, Veterlínska sonda, Priepasť 3V/2, Peterská priepasť). Tieto prevažne rifové vápence predstavujú plytkovodné sedimenty bebravskej skupiny veterlínskeho príkrovu. Túto fáciu môžeme charakterizovať ako organogénne, mikrokryštalické svetlosivé vápence (Polák et al., 2012). Makroskopicky sa v nich dajú nájsť machovky, hubky, brachiopódy a lastúrniky. Obsahujú zanedbateľný podiel klastickej prímesi, čo ich predurčuje na intenzívnejšie krasovatenie. Vyznačujú sa veľkou čistotou a spolu s touto vlastnosťou ľahko podliehajú krasovateniu. Dve jaskyne (Malá skala, Pod Malou skalou), sú vytvorené v hrubovrstvovitých, mikrokryštalických strednotriasových gutensteinských vá-



Obr. 1. Znáznornenie skúmaného územia s lokalizáciou skúmaných jaskýň.

Zdroj: < <http://mapy.hiking.sk/>>

Fig. 1. Illustration of the investigated area with localization of surveyed caves.

Source: < <http://mapy.hiking.sk/>>

pencoch stupňa anis. V týchto vápencoch sú zriedkavé zvyšky organického pôvodu (Polák et al., 2012).

V zmysle Mittera (1973) sa územie zaraďuje do Plaveckého krasu; ten sa delí na Trstínsko-sološnícky kras a Kras Plaveckého predhoria, do ktorého nami skúmané územie zapadá.

METODIKA

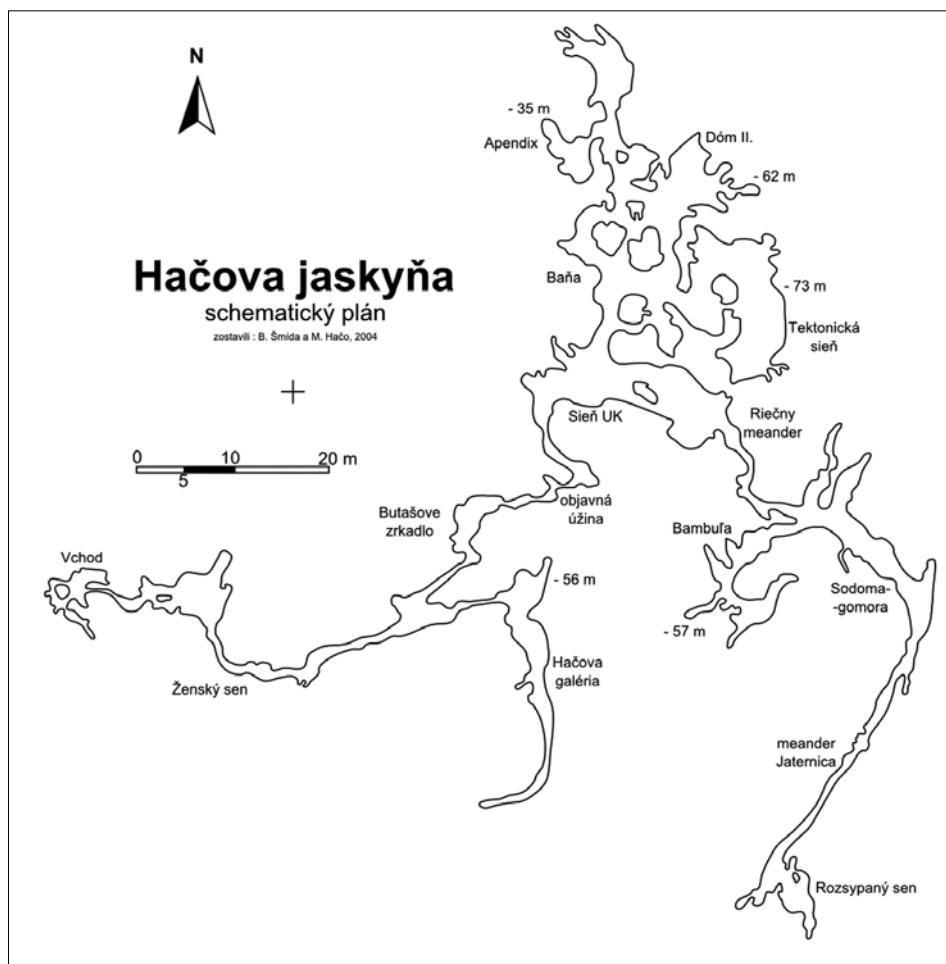
Pri štruktúrnych meraniach a mapovaní jaskýň sme použili geologický kompas typu Freiberg. Najprv sme začali so štruktúrnymi meraniami na povrchu. Východiskový bod bol situovaný pri vchode do jaskyne Malá skala a postupovali sme smerom na východ k vrchu Veterlín (724 m n. m.) a neskôr k vrchu Čelo (716 m n. m.). Na štruktúrnom hrebeni Veterlína a Čela nám sťažovala úlohu porušenosť masívu v podobe gravitačných deformácií rozvoľnených blokov, ktoré nie sú vhodné na analýzu pôvodnej tektonickej porušnosti.

Na meranie teplôt v jaskyni Veterlínska sonda sme použili digitálny teplomer od výrobcu Comet – model Logger S0110. Teplomer meral každú hodinu teplotu v jaskyni. Princíp celej metódy spočíva v zmenách teplôt počas roka, a teda v sledovaní a zaznamenávaní prievanov počas letných a zimných fáz (Lačný, 2009). Teplomer sme dali na miesto, kde sa predpokladá možné pokračovanie jaskynných priestorov.

PODROBNÝ OPIS JASKÝŇ ÚZEMIA

Hačova jaskyňa, dĺžka 660 m, max. hĺbka –73 m (obr. 2)

Jaskyňa je situovaná takmer na hrebeňovej hrane približne 180 m pod vrcholom Čela. Svojimi parametrami patrí medzi najvýznamnejšie jaskyne v Plaveckom krasi (druhá najhlbšia a najdlhšia), ale aj v Malých Karpatoch (piata najdlhšia) (Šmída, 2010).



Obr. 2. Schematický plán Hačovej jaskyne zostavený M. Hačom a B. Šmídom (Šmída, 2010)

Fig. 2. Schematic plan of Hačova cave compiled by M. Hačo and B. Šmída (Šmída, 2010)

Po úvodnej plazivke dlhej 6 metrov sa dostávame do chodby, dnes už skôr sienky, zvanéj Pôrodnica. Odtiaľ systém pokračuje cez sieň Nebo a peklo 8-metrovou vertikálou do Siene spolupracovníkov. Chodba s názvom Cesta do pekla nás zavedie cez Bluskovu pivnicu do 20 m dlhej Hačovej galérie. Hačova galéria spolu so Sieňou spolupracovníkov je založená na poruche $135/80^\circ$ (Šmída, 2010). Sieň UK je križovatkou dvoch vetiev. Severnejšia vedie cez siene v poradí Baňa – Appendix – Dóm

I – Tektonická sieň (–73 m) – Dóm II – Utajená sonda. Západnejšia vedie cez Sodomu-Gomoru – Bambuľu – Jaternicu do siene zvanej Rozsypaný sen (–42 m) (Hačo, Šmída, 2004).

Jaskyňa je vyvinutá vo wettersteinských vápencoch svetlosivej farby. Pre jaskyňu sú charakteristické najmä pizolity, záclonky a menšie brká. Náznakom neotektonickej činnosti sú rozpukané bloky a spadnuté stalagmity v Hačovej galérii (Šmída, 2010).

Veterlínska sonda, dĺžka 10 m, max. hĺbka –7 m (obr. 3)

Jaskyňa sa nachádza medzi Veterlínom a Čelom priamo na hrebni. Vyznačuje sa silnými prievanmi. Otvor je veľký 3 × 1,5 m a úvodná priepasť má hĺbku 4 m. Je založená na JZ – SV až ZJZ – SVS pukline. Po zdolaní priepasti sa ocitneme vo veľmi úzkom priestore so šírkou max. 70 cm, ktorý vedie len západným smerom, ďalej sa cez veľmi úzku plazivku dostaneme do malej sienky. Po zhodení závalu v októbri 2013 tu bol umiestnený digitálny teplomer. Výsledky meraní potvrdili po-



Obr. 3. Mapa jaskyne Veterlínska sonda
Fig. 3. Map cave Veterlínska sonda

hyb vzduchu počas zimného cyklu – t. j. jeho kontinuálneho vystupovania z jaskyne na povrch bez väčšieho rozkolísania krivky nameraných údajov (obr. 4). Celkovo bolo zaznamenaných 4708 údajov. Meranie prebiehalo od 17. 10. 2013 do 1. 5. 2014.



Obr. 4. Graf nameraných teplôt v °C z jaskyne Veterlínska sonda (Csibri, 2014)
Fig. 4. Graph of measured temperature in °C of the cave Veterlínska sonda (Csibri, 2014)

Teploty kolísali medzi hodnotami 7,1 – 8,4 °C (Csibri, 2014). V mieste merania sa vykonal prieskum, ktorý odhalil bloky vápenca zaklínené v pokračovaní jaskynného priestoru, pod nimi vidieť voľný priestor. Ak sa pozrieme na mapu Hačovej jaskyne, jej prvé metre pri vchode sú orientované v podobnom smere ako vchod Veterlínskej sondy. Predpokladáme, že pod blokmi sa nachádza väčší jaskynný systém.

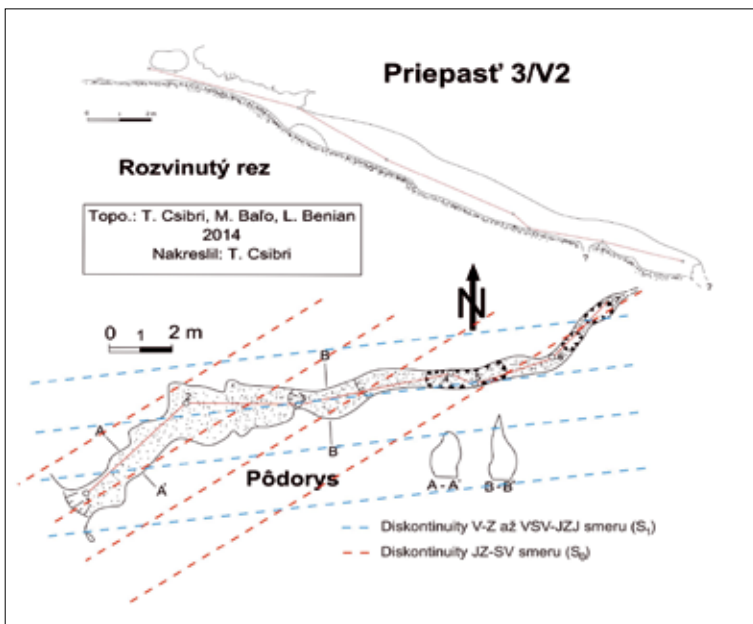
Priepasť 3V/2, dĺžka 19,8 m, max. hĺbka –8 m (obr. 5)

Približne 15 metrov pod vrcholom Veterlína je situovaná jaskyňa Priepasť 3V/2. Šmída (2010) uvádza, že je založená na vertikálnej trhline JZ – SV. Po viacerých výskumoch sme zistili, že jaskyňa je založená na dvoch diskontinuitách, jedna má smer JZ – SV, druhá V – Z až JZJ – VSV. Predpokladáme, že hlavná zlomová štruktúra by mala mať smer V – Z až VSV – JZJ, keďže klesajúca časť jaskyne je budovaná práve na nej (približný sklon je 45° až 50°), kým chodby so smerom JZ – SV sú skôr horizontálne. Na konci jaskyne sa chodba znovu stáča v smere V – Z a znovu začína klesať.

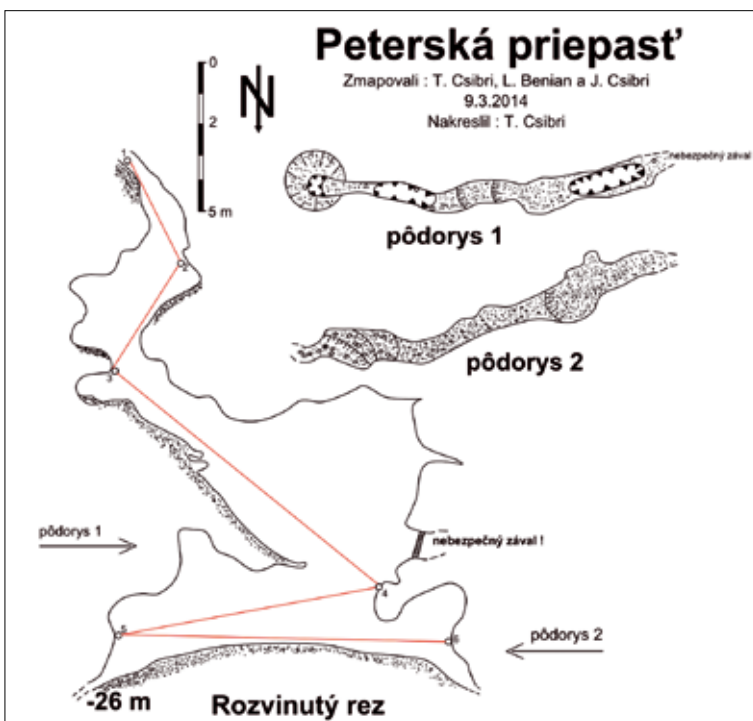
Peterská priepasť, dĺžka 40 m, max. hĺbka –26 m (obr. 6)

Jaskyňa sa nachádza na severnej časti svahu. Ide o zatiaľ jedinú známu jaskyňu na tejto strane. Pohyb v nej je mimoriadne náročný pre strmý sklon chodieb, ktoré dosahujú aj vertikálny smer. Sama jaskyňa je výsledkom gravitačného odtrhnutia sa svahu (Šmída, 2010). Pri vzniku tejto jaskyne hrá teda veľkú úlohu aj litológia. Generálny smer jaskyne je V – Z (Csibri, 2014).

Vstup do jaskyne je sťažený – po prekonaní otvoru s priemerom 80 cm nasleduje vertikála dlhá 7 m. Po zlanení na dno komína sa priestor jaskyne zväčší na sieň vysokú 10 m a dlhú 11 metrov. Má však omnoho menšiu šírku (70 cm) a sklon jaskynného dna je približne 30°. Dno jaskyne, ako aj jej pokračovanie horizontálnym smerom je zavalené – úplne vyplnené sutinou a popadanými menšími stalagmitmi. Charakteristické pre túto jaskyňu sú malé pizolity obličkovitej formy na stenách. Mapovanie jaskyne západným smerom sa nevykonalo pre značné objektívne ne-



Obr. 5. Mapa jaskyne Priepasť 3V/2 s vyznačenými smermi diskontinuit
Fig. 5. Map cave Priepasť 3V/2 with clearly marked discontinuities

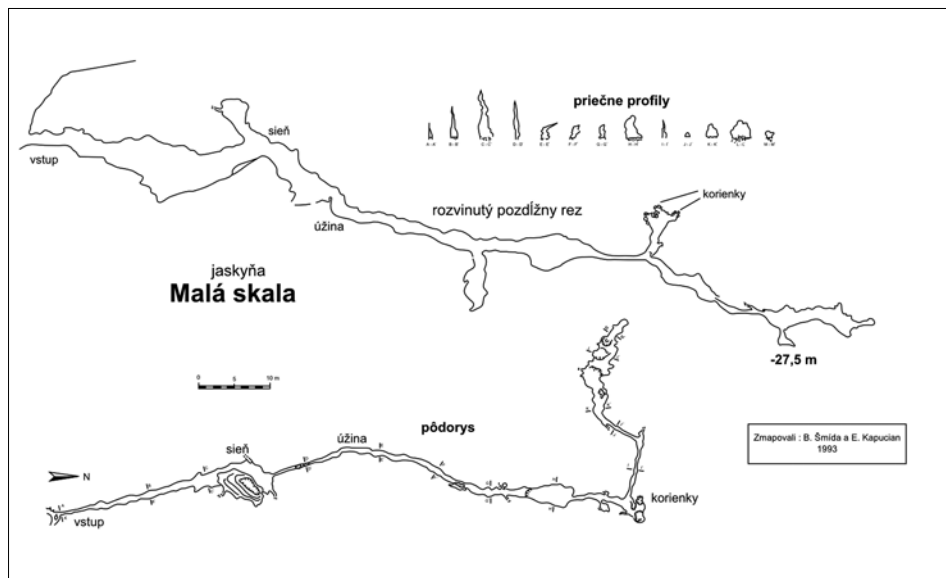


Obr. 6. Mapa jaskyne Peterská priepasť
Fig. 6. Map cave Peterská priepasť

bezpečnosť závalu. Šmída vo svojej dizertačnej práci (2010) uvádza, že jaskyňa je bezperspektívna.

Malá skala, dĺžka 140 m, max. hĺbka –27,5 m (obr. 7)

Jaskyňa Malá skala sa nachádza západne od vrchu Veterlín. Je situovaná na južnej strane hrebeňa, tesne pod bralom Malá skala. Podľa Droppa (1952) ide o typickú puklinovo-korozívnu jaskyňu, vytvorenú pozdĺž pukliny zvislého smeru 353°. Generálny smer jaskyne je S – J.

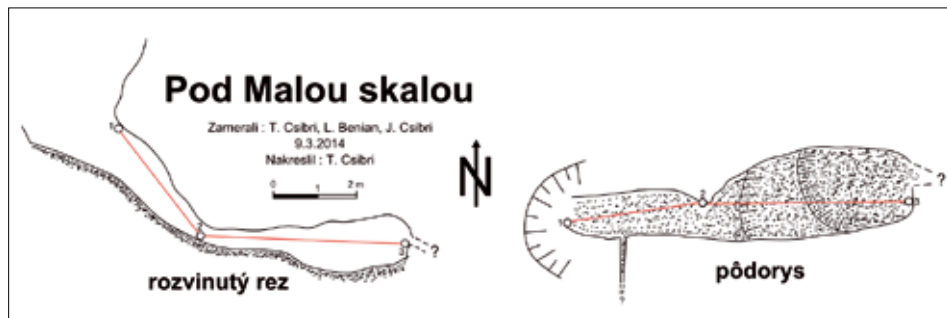


Obr. 7. Mapa jaskyne Malá skala zostavená Šmídom a Kapucianom v r. 1993 (Šmída, 1996)
Fig. 7. Map cave Malá skala compiled by Šmída and Kapucian in 1993 (Šmída, 1996)

Úvodná 20-metrová plazivka je založená na poruche 81/85° (Šmída, 1996). Po tejto plazivke nasleduje širšia kvapľová sieň s dĺžkou 8 metrov, založená na pukline 32/48° (Droppa, 1952). Podľa Šmídu (1996) tu prechádza aj dextrálny zlom 305/50° spôsobený neotektonikou. Ďalej táto sieň obsahuje odumretý kvapľopád na pravej strane siene a zvetrané bezvodé misky. Po tejto sieni nasleduje znova zúženie chodby a po niekoľkých metroch studňa hlboká 8 m. Po prekonaní studne jaskyňa pokračuje ďalej a zväčší sa do menšej sienky. Podľa Droppa (1952) hlavná puklina smeruje pod vrchol Veterlína, kde závrtové komíny na hrebeni môžu mať tektonický súvis s podpovrchovými krasovými fenoménmi.

S – J subvertikálne smery, na ktoré je viazaná opisovaná jaskyňa, nie sú dominantou iba Plaveckého krasu, v ktorom je na tieto diskontinuity viazaná napr. Havranická jaskyňa (Lánczos et al., 2013). Často sa vyskytujú aj v iných krasových oblastiach Malých Karpát. Napríklad v Kuchynsko-orešanskom krase sa najviac jaskýň viaže práve na tieto smery (Lačný, 2013). Smery majú súvis so zlomami S – J afinity, ktoré so zlomami SZ – JV tvoria párový systém. Počas strednomiocénneho kompresného napätia sa reaktivizovali ako poklesy a súviseli s pull-apartovým otváraním bádenského depocentra Viedenskej panvy (Marko a Jureňa, 1999). Je predpoklad ich reaktivizácie v plio-kvartérnom období (Marko, 2012).

Východne od jaskyne Malá skala sa pod bralom nachádza menšia jaskyňa s názvom Pod Malou skalou (obr. 8). Dosahuje celkovú dĺžku 7,80 m a hĺbku max. –2 m. Má V – Z smer a nie je vylúčené, že geneticky súvisí s jaskyňou Malá skala. Jaskyňa sa končí sienkou s rozmermi 1 × 2,5 m, kde vidno aj pokračovania.



Obr. 8. Mapa jaskyne Pod Malou skalou
Fig. 8. Map cave Pod Malou skalou

ŠTRUKTÚRNE MERANIA

Ako už bolo spomenuté vyššie, štruktúrne merania sme začali pri vchode do jaskyne Malá skala. Zistili sme tri diskontinuity: S_0 (primárna vrstvositosť), S_1 (?kliváž) a S_2 (viazaná na zlomové štruktúry) (obr. 9). Každá diskontinuita má svoj smer a sklon. Pri Malej skale má primárna vrstvositosť S_0 JZ – SV až ZJZ – VSV smer, S_1 , ktorá predstavuje nevýraznú penetratívnu ?kliváž, má JJV – SSZ až V – Z smer a S_2 predstavuje diskontinuity S – J smeru. Štruktúru S_1 môžeme sledovať aj na SZ stene



Obr. 9. Vyznačené diskontinuity pri vchode do jaskyne Malá skala
Fig. 9. Marked discontinuity at the entrance to the cave Malá skala

brala Malej skaly, kde nie je evidentná vrstvitosť a puklinovosť je na mnohých miestach radiálna so zvláštnou odľučnosťou (obr. 10).

Ak pokračujeme smerom na vrch Veterlín, prvý odkryv wettersteinských vápen-cov nájdeme vo výške 680 m n. m. Od tohto bodu už tieto rifové vápence tvoria homogénne teleso. Tu namerané údaje sú podobné štruktúram nameraným pri brale Malej skaly. Hlavná vrstvitosť S_0 má JZ – SV až ZJZ – VSV smer, S_1 V – Z smer a S_2 S – J smer. Vrstvitosť je najlepšie sledovateľná na samom vrchu, kde vápence spadajú na juh (obr. 11).

Primárna vrstvitosť S_0 sa vyznačuje subvertikálnym uložením vrstiev so sklo-nom v rozmedzí 70° až 80° . Nami definovaná ?kliváz označená ako S_1 má sklon v roz-medzí 45° až 50° . Najmladšou diskontinuitou sú subvertikálne diskontinuity S_2 so sklo-nom približne 80° (obr. 12, 13).

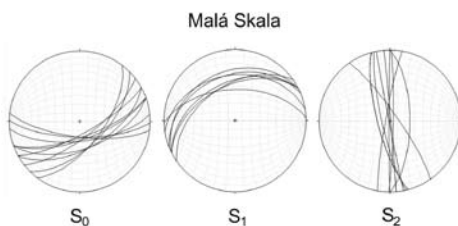
Smerom na východ k vrchu Čelo sa neotektonická porušenosť zintenzívňuje v podobe či už rozpukaných alebo úplne rozpadnutých brál. Súčasťou komplexu hor-nín sú rauvaky. Tieto tektonity môžeme nájsť na hrebeni medzi Veterlínom a Čelom, pričom ich genéza nie je známa.



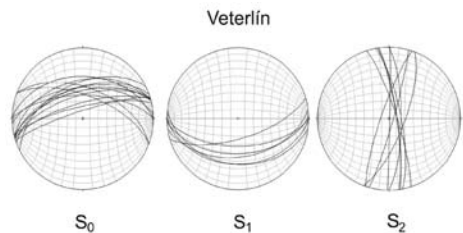
Obr. 10. Znárodnenie severozápadnej časti brala Malej skaly, kde možno pozorovať diskontinui-tu S_1
Fig. 10. Illustration of the northwestern part of the take Malá skala, which can be observed discontinuity S_1



Obr. 11. Vrchol Veterlína s vyznačenými di-skontinuitami S_0 , S_1 a S_2
Fig. 11. The top of Veterlín hill with marked discontinuities S_0 , S_1 and S_2



Obr. 12. Znárodnenie plôch vrstvitosti a diskontinuit na projekčnej sieti z lokality Malá skala
Fig. 12. Illustration of foliation areas and discontinuities on the projection network from locations Malá skala



Obr. 13. Znárodnenie plôch vrstvitosti a diskontinuit na projekčnej sieti z lokality Veterlín
Fig. 13. Illustration of foliation areas and discontinuities on the projection network from locations Veterlín

ZÁVER

Na lepšie pochopenie vplyvu tektonických pohybov a litológie na vývoj jaskýň sme použili niekoľko metód výskumu. Kľúčové boli najmä štruktúrne merania, kde sme dokázali rozlíšiť štruktúry, na ktorých jaskyne vznikali a teoreticky môžu pokračovať ďalej. Meranie teplôt potvrdilo perspektívnosť jaskyne Veterlínska sonda, kde sa jasne potvrdila fáza sezónnej výmeny vzduchu.

Počas štruktúrnych meraní sme vyčlenili tri diskontinuity. Primárna vrstvosť S_0 sa vyznačuje subvertikálnym uložením so ZJZ – VSV smerom.

Druhá z diskontinuit je nevýrazná, penetratívna ?kliváž S_1 so JJV – SSZ až V – Z smerom a so sklonom $45^\circ - 50^\circ$. Možno predpokladať, že vznikla pri juhovergentnom prepracovaní pôvodnej severovergentnej stavby v spodnom miocéne (Marko et al., 1991). Najmladšie S – J smery S_2 majú subvertikálnejšie uloženie ako S_0 . Ich sklon je v rozmedzí 80° až 85° . Na tieto diskontinuity sú viazané mnohé jaskyne v Plaveckom krase, ale aj v iných krasových územiach Malých Karpát. Tieto zlomy boli reaktivizované strednomiocénnym kompresným napätím S – J smeru ako poklesy a majú súvis s pull-apartovým otváraním bádenského depocentra Viedenskej panvy (Marko a Jureňa, 1999).

Počas štruktúrnych meraní sa preukázalo, že jaskyňa Malá skala je bezpochybne založená na zlomovej štruktúre S_2 . Jaskyňa Pod Malou skalou, ktorá sa nachádza v bezprostrednej blízkosti, je založená na diskontinuite S_1 . Jaskyňa je zatiaľ veľmi malá a nedá sa s určitosťou tvrdiť, či je geneticky spätá s jaskyňou Malá skala; nie je vylúčené, že ju v pokračovaniach budú pretínať aj diskontinuity iného smeru. Priepasť 3V/2 vznikla kombináciou diskontinuit S_0 a S_1 . Za hlavnejšiu diskontinuitu považujeme S_1 , keďže na nej je založená väčšia časť jaskyne, takisto tvorí klesajúcu časť. Pri Peterskej priepasti ide o litologickú poruchu so smerom zodpovedajúcim S_0 , ktorá bola neskôr gravitačne prepracovaná na pokles. Túto štruktúru možno pozorovať aj na morfológii terénu. Avšak na niektorých miestach ho pretínajú zlomy S_2 . Jaskyňa Veterlínska sonda je založená na diskontinuite S_1 . Litológia hrá aj tu veľkú rolu, keďže pri jaskyni sa južná časť svahu pomaly utrháva. Najväčšiu jaskyňu tohto štruktúrneho hrebeňa – Hačovu jaskyňu – pretínajú všetky tri identifikované diskontinuity. V úvodných častiach ju pretínajú štruktúry S_1 . Neskôr sú chodby vytvorené aj na vrstevných plochách S_0 . Pri hĺbke od -50 m sa napájajú aj najmladšie zlomy S_2 . Od tejto hĺbky sa všetky tri diskontinuity navzájom pretínajú a vytvárajú rozsiahly jaskynný systém.

V jaskyniach Priepasť 3V/2, Veterlínska sonda, Pod Malou skalou sa nenachádzajú žiadne speleotémy. V jaskyni Malá skala môžeme nájsť odumretý sintropád, prázdne zvetrané misky, ktoré naznačujú inaktivnosť jaskyne (Droppa, 1952). Pre Peterskú priepasť sú charakteristické pizolity v tvare obličiek. Stalagmity väčších rozmerov, padnuté v sutine následkom neotektoniky, sa vyskytujú v Hačovej jaskyni. Charakteristické sú aj ostrohranné pizolity. Pôsobenie neotektoniky je viditeľné aj na povrchu. Zintenzívňuje sa od Veterlína smerom na východ, kde pri vrchu Čelo je najlepšie pozorovateľné rozrušenie brál.

Podakovanie: Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu VEGA 1/0095/14 „Komplexný výskum krasových fenoménov Malých Karpát“.

THE INFLUENCE OF TECTONICS AND LITHOLOGY TO THE GENESIS OF CAVES IN THE AREA OF THE VETERLÍN HILL (PLAVECKÝ KARST)

S u m m a r y

Studied area is located about 5 km northeast of village Smolenice. By Mitter (1983) is classified to the Plavecký Karst, specifically in Sološnicko-trstínsky Karst. In within geology of the Low Carpathians Mts. are classified into veterlínsky nappe (Havřila, 1993, 2004, 2011), which is one of sub overthrusts of hronikum (Andrusov, 1973). According to Polak et al. (2012) on the geological structure of the area of interest implicated mainly limestone (gutenstein, steinalm, reifling and raming limestone) in normal layered stream after wetterstein limestones that form a homogeneous body structural ridge Veterlín – Čelo. Caves of this area is described in detail by Šmída (1996, 2010), mainly geographic-geomorphological point of view.

The aim of the work was how the tectonics and lithology affects the development of caves. During structural measurements, we identified three lines of discontinuities, which give rise to the cave. As S_0 we defined primary bedding from SW – NE to WSW – ENE direction, characterized as subvertical imposition. Bland, penetrative discontinuity ?cleavage we identified as S_1 . These structures have SSE – NNW to W – E direction. These are areas with a slope of the range 45° to 50° . We can assume that these structures could arise during south vergence tectonic reworking of the original north vergence buildings in lower Miocene (Marko et al., 1991, 1995). The youngest discontinuity S_2 represent N – S directions with subvertical imposition. At the discontinuity with N – S directions are bound by many famous caves in Plavecký Karst (Lánczos et al., 2013), Kuchynsko-orešanský Karst (Lačný, 2013) or in other karst areas of the Low Carpathians Mts. These breaks were reactivated during compression stress N – S direction as dips in middle miocene and they have connection with pull-apart opening of Baden depocenter of Vienna Basin (Marko & Jureňa, 1999). Their reactivation is also foreseen in Plio-quadernary period (Marko, 2012). The lower elevations (Gutenstein limestone) dominate the structure S_2 and S_1 (Malá skala, Pod Malou skalou). The only exception is the cave Peterská priepasť that has general direction W – E, founded on lithological failure, which was later a dropped gravity (Šmída, 2010). At caves at higher levels that are created in Wetterstein limestones dominated areas rather foliation S_0 (Priepasť 3V/2, Veterlínska sonda) (Csibri, 2014). An interesting cave is Hačova cave which has a depth of up to –73 meters and length of 660 meters (Šmída, 2010). In this cave we find all three discontinuities, but their intersection starts at certain depth.

LITERATÚRA

- ANDRUSOV, D. – BYSTRICKÝ, J. – FUSÁN, O. 1973. Outline of the Strucutre of the West Carpathians. Guide-book for geological excursion. X. Congres of Carpathian. Balkan Geological Association. Geologický ústav Dionýza Šturúra, Bratislava, s. 44.
- CSIBRI, T. 2014. Vplyv tektoniky ku genéze jaskýň v oblasti vrchu Veterlín (Malé Karpaty, Plavecký kras). Bakalárska práca, Katedra všeobecnej geológie a paleontológie Príf UK Bratislava, s. 41.
- DROPPA, A. 1952. Kras na juhovýchodnej strane Malých Karpát. Sprievodca Slovakotouru. Tatran, Bratislava, 63–81.
- HAVŘILA, M. 2011. Hronikum: paleogeografia a stratigrafia (vrchný pelsón – tuval), štrukturalizácia a stavba. Geol. práce, Spr. 117 (Bratislava), s. 106.
- LAČNÝ, A. 2009. Využitie digitálnych teplomerov v speleologickej praxi. Spravodaj Slovenskej speleologickej spoločnosti, 40, 4, 30–31.
- LAČNÝ, A. 2013. Vzťah tektoniky a litológie pri genéze jaskýň v Kuchynsko-orešanskom kra-se. Acta Geologica Slovaca, 5, 1, 97–105.

- LÁNCZOS, T. – LAČNÝ, A. – JANOŠÍK, M. – FEKETOVÁ, Z. 2013. Speleogenéza Havranickej jaskyne ako významného fenoménu Plaveckého krasu (Malé Karpaty). *Acta Geologica Slovaca*, 5 (1), s. 83 – 96.
- MARKO, F. – JUREŇA, V. 1999. Zlomová tektonika východného okraja viedenskej panvy a hrastu Malých Karpát. *Mineralia Slovaca*, 31, 5–6, 513–524.
- MARKO, F. – FODOR, L. – KOVÁČ, M. 1991. Miocene strike-slip faulting and block rotation in Brezovské Karpaty Mts. (Western Carpathians). *Mineralia Slovaca*, 23, 3, 189–200.
- MARKO, F. – PLAŠIENKA, D. – FODOR, L. 1995. Meso-cenozoic tectonic stress fields within the Alpine-Carpathian transition zone: A review. *Geologica Carpathica*, 46, 1, 19–27.
- MINÁR, J. 1996. Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfológie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica*, 36, 7–125.
- MITTER, P. 1983. Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. *Slovenský kras*, 21, 3–34.
- PLAŠIENKA, D. 1999. Tektochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja Centrálnych Západných Karpát. *Veda, Vyd. SAV, Bratislava*, 125 p.
- PLAŠIENKA, D. – GRECULA, P. – PUTIŠ, M. – KOVÁČ, M. – HOVORKA, D. 1997. Evolution and structure of the Western Carpathians: an overview. In Grecula, P., Hovorka, D., Putiš, M. (Eds.): *Geological evolution of the Western Carpathians. Mineralia Slovaca – Monograph, Bratislava*, 1–24.
- POLÁK, M. (ED.) – PLAŠIENKA, D. – KOHÚT, M. – PUTIŠ, M. – BEZÁK, V. – MAGLAY, J. – OLŠAVSKÝ, M. – FILO, I. – HAVRILA, M. – BUČEK, S. – ELEČKO, M. – FORDINÁL, K. – NAGY, A. – HRAŠKO, Ľ. – NÉMETH, Z. – MALÍK, P. – LIŠČÁK, P. – MADARÁS, J. – SLAVKAY, M. – KUBEŠ, P., KUCHARIČ, Ľ. – BOOROVÁ, D. – ZLINSKÁ, A. – SIRÁŇOVÁ, Z. – ŽECOVÁ, K. 2012. *Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malých Karpát 1 : 50 000, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava*, s. 287.
- ŠMÍDA, B. 2010. Geomorfológia a genéza Plaveckého krasu ako modelového územia tzv. kontaktného krasu Západných Karpát s nižšou energiou reliéftvorby. *Dizertačná práca, Katedra fyzickej geografie a geoekológie PríF UK Bratislava*, s. 220.
- ŠMÍDA, B. 1996. Jaskynný georeliéf Plaveckého krasu (Malé Karpaty). *Diplomová práca, Katedra geológie a paleontológie PríF UK Bratislava*, 26–27.