

VPLYV TEKTONICKÝCH ŠTRUKTÚR NA VÝVOJ JASKYNNÝCH PRIESTOROV VO VYSOKÝCH TATRÁCH

Martin Kučera

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava; kucera@geology.sk

M. Kučera: Influence of tectonic structures on development of caves system in Vysoké Tatry Mts.

Abstract: From our results of field structural mapping in Tomanová Formation of the Vysoké Tatry Mts. was possible identify six monogenetic team discontinuities. Single tectonic events were arranged at development given area chronological from middle Cretaceous to recent. The purpose of our work was evaluate their effect on development caves systems. Was spotted tendency and course individual diskontinuit with direct and course cave system. From our goals is result their correlative connection.

Key words: tectonics structure, speleology, Tomanová Formation, Vysoké Tatry Mts.

ÚVOD

Študované územie sa nachádza v severnej časti Vysokých Tatier v masíve Úplaz, ktorý vytvára severný výbežok od Kolového štítu. Masív Úplazu je ohraničený zo západu Javorovou, zo severu Meďodolskou a z východu Kolovou dolinou. V študovanej oblasti bezprostredne na kryštalinickom fundamente vystupujú horniny Tomanovskej jednotky (Matějka – Andrusov in Nemček et al., 1993), ktoré budujú horninové sekvencie od spodného triasu po alb – spodný turón. Najviac náchylné na skrasovatenie sú horniny gutensteinských vápencov, masívnych organogénnych vápencov a svetlé rífové vápence. V rámci študovaného regiónu sú známe početné formy povrchových, ako aj podpovrchových krasových prejavov (Pavlarčík, 1976, 1981, 1984).

Táto práca nadväzuje na prácu publikovanú v časopise *Mineralia Slovaca* (Kučera, 2005) a rozširuje ju.

SPELEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ

V študovanej oblasti masívu Úplaz sa nachádzajú rozsiahle výskyty povrchových, ako aj podpovrchových foriem krasu. Dominantnou jaskyňou je Javorinka s vchodom na dne Javorovej doliny (1214 m n. m.), dĺžkou 8387 m a deniveláciou 360 m (Plučinský, 1996; Hochmuth – Pavlarčík, 1997; Fudaly et al., 1983). V strednej časti masívu sú vchody do jaskyne Kamenné oči (1489 m n. m.), Čiernohorskej nižnej jaskyne (1489 m n. m.) a Veternej jaskyne (1466 m n. m.), ktoré sú v súčasnosti spojené do Čiernohorského jaskynného systému s dĺžkou 2360 m (Magdolen – Tencer, 1998). Približne na tej istej úrovni sa nachádza Jaskyňa verných (1522 m n. m.) s dĺžkou 870 m. Ostatné jaskyne majú malé dĺžky alebo neboli predmetom detailnejšieho výskumu.

METODIKA PRÁCE A ZISTENÉ ÚDAJE

Z metodického hľadiska sa ako vhodná ukázala štruktúrna analýza doplnená geologickým mapovaním (Pavlarčík, 1983). Výsledkom terénno-štruktúrneho mapovania bolo zozbieranie údajov – hodnôt diskontinuit, pozostávajúcich zo smeru (azimutu) a sklonu porúch. Diskontinuity boli zastúpené zlomami a puklinami. V prípade niektorých zlomov bolo možné určiť na základe kinematických indikátorov aj smer a zmysel pohybu. Vo väčšine prípadov boli zlomové plochy porušené alebo úplne zničené jaskynnou koróziou, prekryté sintrovými nátekmi a výzdobou.

Zozbierané údaje tvorili polygenetickú skupinu diskontinuit, ktorú bolo potrebné rozseparovať na jednotlivé monogenetické skupiny konjugovaných systémov diskontinuit. Celkovo bolo možné určiť šesť generácií porúch (Kučera, 2005).

Jedna skupina diskontinuit je orientovaná vo vhodnej priestorovej pozícii voči hlavným paleonapät'ovým osiam a druhá skupina prejavuje značnú priestorovú variabilitu. Pri separovaní sa ako najdôležitejšie kritérium ukázal vplyv tiltingu Tatier. Rotovaním druhej skupiny diskontinuit o hodnotu $0/27^\circ$ usporiadanie nadobudlo normálnu pozíciu. Veľkosť tiltingu bola stanovená na základe smeru úklonu a úklonu paleogénnych sedimentov na severných svahoch pohoria. Generálne vrstevnatosť paleogénnych sedimentov na svahu pohoria je $S0\ 0/25 - 35^\circ$, z čoho vyplýva, že os rotácie je horizontálna a V – Z smeru ($p\ 90/0^\circ$) a veľkosť rotácie je pozitívna s hodnotou (v tomto prípade) 27° . Porovnaním vzťahu medzi diskontinuitami a rotáciou bolo možné diskontinuity rozdeliť do dvoch základných skupín a to diskontinuity nezaťažené tiltingom a diskontinuity zaťažené tiltingom.

Jednotlivé generácie porúch boli v súlade s názormi na neogénny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu (Kováč, 2000), vplyvu kvartérneho zaľadnenia a morfológie krajiny (Lukniš, 1973) orientačne začlenené

do časových úsekov. Za spodnú hranicu bola určená generácia diskontinuit zodpovedajúca paleonapät'ovej situácii z obdobia otnang – spodný bádén. Toto obdobie sa považuje za počiatočné štádium výzdvihu tatranského masívu (Kráľ, 1977; Kováč et al., 1994). Pri starších poruchách sa predpokladá, že sú už kompletne vyhojené sekundárnou výplňou. Druhá dôležitá hranica je rotácia (tilting $0/27^\circ$) bloku Tatier pravdepodobne počas sarmatu až panónu.

INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV

Diskontinuity s vhodnou orientáciou k paleonapät'ovým osiam. V tejto skupine bolo možné vyčleniť tri monogenetické skupiny:

1. *Diskontinuity späté s gravitačným sklzavaním (vrchný ris – recent).* Sú zastúpené sklzovými plochami s miernym úklonom na SZ a strmými až vertikálnymi odtrhovými trhlinami SV – JZ priebehu (obr. 1). Skupinu tvoria sklzové a odtrhové diskontinuity, pomocou ktorých sa realizoval gravitačný pohyb vyvolaný kolapsom masívu narušeného hĺbkovou eróziou riského a neskôr würmského ľadovca. Pohyb na sklzových plochách je znásobený vhodnou orientáciou porúch výraznej mylonitovej zóny, ktorú tieto diskontinuity využili. Na využitie mylonitovej plochy ako vhodnej predispozície poukazuje nielen totožná orientácia plôch sklonu na SZ, ale aj neprítomnosť sekundárnej mineralizácie plôch, na ktorých sa samotný pohyb realizoval. Na relatívne mladý vek odtrhových trhlín poukazujú aj ostré, relatívne slabo korodované okraje porúch.

2. *Diskontinuity vzniknuté počas kompresného tektonického režimu (spodný pleistocén – ris).* Tvoria SSZ – JJV orientovaný konjugovaný systém diskontinuit s dobrou ortorombickou symetriou (obr. 2). Túto skupinu diskontinuit možno považovať za relatívne mladú z dôvodu orientácie paleonapätia jej vzniku totožnú s dnešnou napät'ovou situáciou (Jarošínski, 1997; Hók et al., 2000). Za vrchnú hranicu možno pokladať obdobie riského zaľadnenia, kedy po ľadovcom vyhlbenej doline začalo prevládať gravitačné sklzvanie. Zlomový charakter je obťažné identifikovať, pretože štruktúry vznikali v pripovrchových úrovniach. V týchto podmienkach už nedochádza k vzniku striácií a kryštalizácii minerálov na zlomových plochách. Zaznamenali sa len mechanické ryhovania, ktoré sú však vo väčšine prípadov zničené jaskynnou koróziou.

3. *Diskontinuity vzniknuté počas extenzného tektonického režimu (?panón – ?pliocén).* Do tejto skupiny boli zaradené diskontinuity s dobrou ortorombickou symetriou V – Z priebehu vyhovujúcou pre extenzné poklesové zlomy (obr. 3). Generálny úklon zlomových plôch na sever aj juh je pod uhlom 60° , čo ich zaraďuje k poklesovým konjugovaným zlomom. Časovo je problém ich zaradiť, ale je pravdepodobné, že vznikali v záverečných štádiách tiltingu tatranského masívu. Zlomové poklesové štruktúry sa vytvorili v pripovrchových úrovniach, počas maximálnej amplitúdy výzdvihu, pri prekročení kritickej hranice ohybu zakrivenia povrchových častí polobľúka. Pri tomto procese prebiehalo postupné zvyšovanie vplyvu gravitačných síl, až sa stali dominantnými.

Diskontinuity zaťažené tiltingom. Po odrotovaní o veľkosť tiltingu ($0/27^\circ$) nadobudli správnu orientáciu k paleonapät'ovým osiam s dobrou ortorombickou priestorovou symetriou. Možno v nich vymedziť tri monogenetické skupiny diskontinuit:

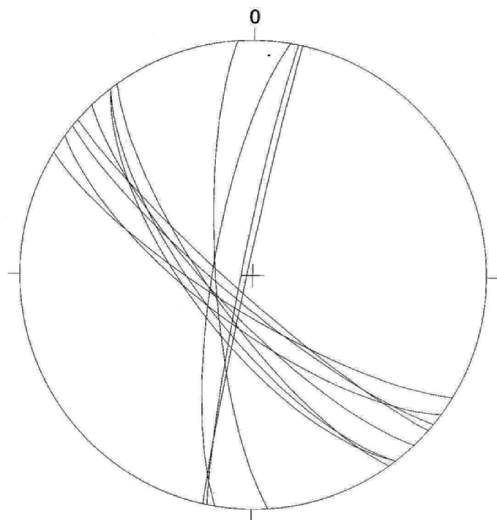
1. *Diskontinuity vzniknuté počas kompresného tektonického režimu (sarmat – ?panón).* Skupina konjugovaných diskontinuit SSV – JJZ a VSV – ZJZ smeru veľmi dobrej ortorombickej symetrie je zaznamenaná najpočetnejšie (obr. 4). Stredom párového systému (σ_1 – je orientovaná v smere ostrého uhla) prechádza hlavná kompresná paleonapät'ová os. Uvedené diskontinuity možno pokladať za konjugovaný smerne posuvný systém.

2. *Diskontinuity vzniknuté počas extenzného tektonického režimu (vrchný bádén).* Konjugovaný systém extenzného režimu má SZ – JV priebeh (obr. 5). Diskontinuity sú ortorombickej symetrie a ich úklon sa pohybuje v rozsahu $55 - 60^\circ$.

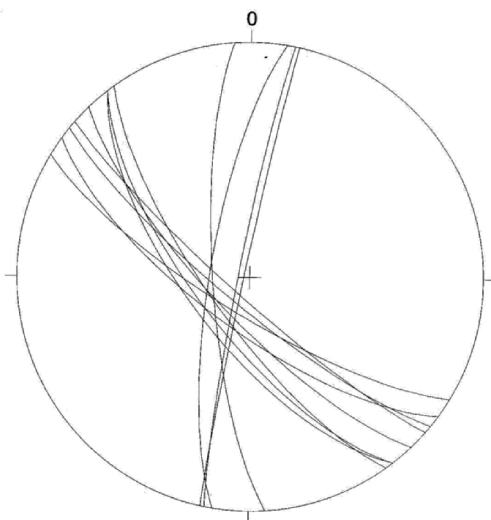
3. *Diskontinuity vzniknuté počas extenzného tektonického režimu (otnang – spodný bádén).* Extenzia SV – JZ smeru sa považuje za najstaršiu a vyhovuje paleonapät'ovej situácii počas uvedeného obdobia (obr. 6). Zaznamenané sklony porúch sa pohybujú v rozsahu $30 - 70^\circ$.

Vyššie spomenutú výraznú mylonitovú zónu s miernym sklonom na SZ možno pozorovať na viacerých miestach v masívnych organogénnych vápencoch (doger – malm) tomanovskej jednotky. Jej genéza je spájaná so severovergentným násunom realizovaným počas strednej kriedy. Zónu tvorí extrémne tektonicky porušená hornina lesklej čiernej farby, s plasticky modelovaným poprehýbaným povrchom. Kontakt s okolitou horninou je ostrý, s častým výskytom hákovania a duplexov. Na relatívne mladú tektonickú aktivitu pozdĺž tejto zóny poukazuje rozpadavý, sekundárnou mineralizáciou nevyhojený charakter horniny.

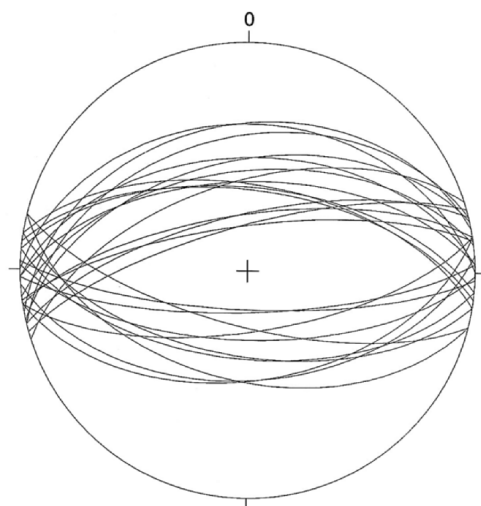
Tektonická aktivita zanechala stopy a ovplyvnila vývoj jaskynných priestorov masívu Úplaz. Na posúdenie vplyvu tektonickej činnosti sa využila priestorová distribúcia smerov jaskynných chodieb. Pri analýze orientácie sa vychádza z dvoch priestorových hodnôt, azimutu a dĺžky jaskynných chodieb. Grafickým výstupom týchto výsledkov sú prehľadné blokové vážené ružicové diagramy (obr. 7) s vysokou výpovednou



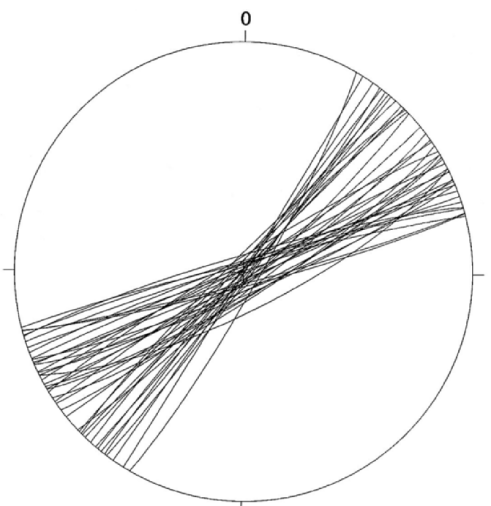
Obr. 1. Diskontinuity späťe s gravitačným skĺzvaním (vrchný ris – recent)



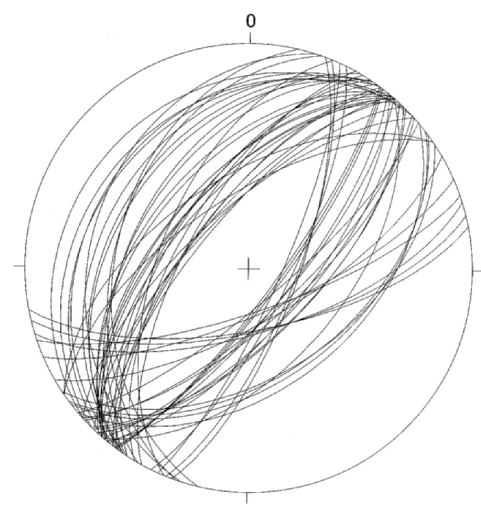
Obr. 2. Diskontinuity vzniknuté počas SSZ – JJV kompresie (spodný pleistocén – ris)



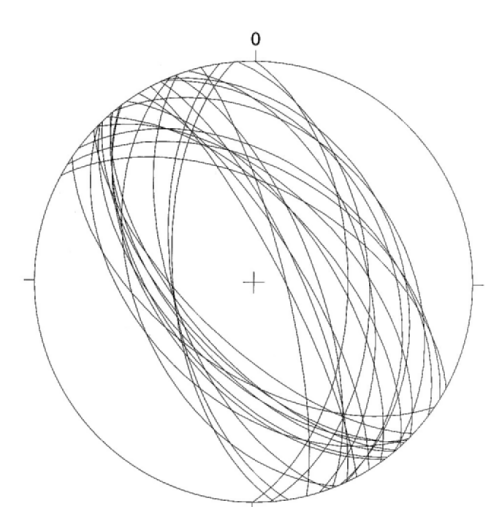
Obr. 3. Diskontinuity späťe so S – J extenziou (?panón – ?plicén)



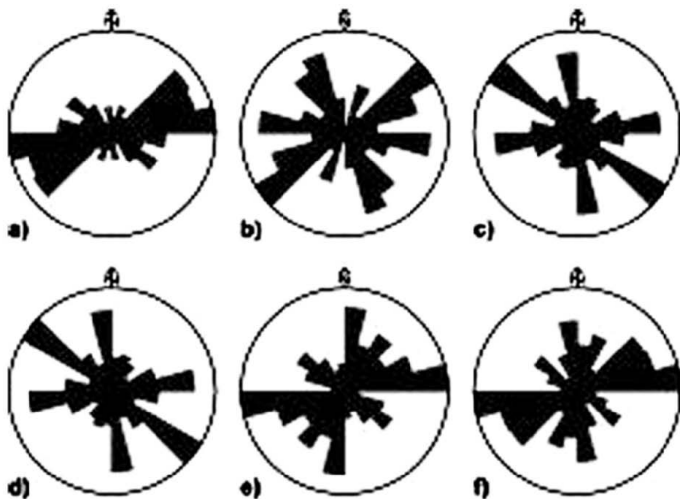
Obr. 4. Diskontinuity späťe s SV – JZ kompresiou (sarmat – ?panón)



Obr. 5. Diskontinuity späťe so SZ – JV extenziou (vrchný báden)



Obr. 6. Diskontinuity späťe so SV – JZ extenziou (otnang – spodný báden)



Obr. 7. Štatistické vážené ružicové diagramy smerov jaskynných chodieb: a – Javorinka, b – Kamenné oči, c – Mokrá diera, d – Čiernohorská nižná jaskyňa, e – Suchá diera, f – Jaskyňa verných. Údaje spracované z archívu Speleo Bratislava

predispozície a po nich sa neskôr pohybovala voda a vytvárala jaskynné priestory. Po extenznom režime V – Z priebehu už vznikali podmienky na vytváranie krasových procesov. Nasledujúce tektonické eventy kompresie a neskôr gravitačné sklzávanie už syngeneticky vplývali na vývoj jaskynného systému.

Na základe porovnania distribúcie priestorovej orientácie chodieb v spomínaných jaskyniach s nameranými výsledkami vidieť úzky súvis. Všetky významné smery jaskynných chodieb sa zhodujú s orientovaným smerom tektonických udalostí.

Pod'akovanie. Ďakujem jaskyniarskym skupinám SSS Speleo Bratislava a Spišská Belá za poskytnutie archívnych údajov.

LITERATÚRA

- FUDALY, V. – PAVLARČÍK, S. – VADOVSKÝ, V. 1983. Jaskyňa Javorinka vo Vysokých Tatrách. Spravodaj SSS, 14, 1, 5–20.
- HOCHMUTH, Z. – PAVLARČÍK, S. 1997. Speleopotápačský prieskum Morského oka v jaskyni Javorinka vo Vysokých Tatrách. Spravodaj SSS, 28, 3, 28–30.
- HÓC, J. – BIELIK, M. – KOVÁČ, P. – ŠUJAN, M. 2000. Neotektonický charakter územia Slovenska. Mineralia Slov., 32, 459–470.
- JAROŚIŃSKI, M. 1997. Rozwarstwienie współczesnego pola naprężeń w zachodniej części polskich Karpat zewnętrznych. Przegląd Geologiczny, 45, 8, 768–776.
- KOVÁČ, M. – KRÁL, J. – MÁRTON, E. – PLAŠIENKA, D. – UHER, P. 1994. Alpine uplift history of the Central Western Carpathians: Geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. Geol. Carpath., 45, 2, 83–96.
- KOVÁČ, M. 2000. Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. Vyd. Slov. Akad. Vied, Bratislava, 204 s.
- KRÁL, J. 1977. Fission track ages of apatites from some granitoid rocks in West Carpathians. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 28, 2, 269–276.
- KUČERA, M. 2005. Analýza tektonických štruktúr jaskýň v masíve Úplazu vo Vysokých Tatrách a ich vplyv na vývoj jaskynných priestorov. Mineralia Slov., 37, 230–233.
- LUKNIŠ, M. 1973. Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. Vyd. Slov. Akad. Vied, Bratislava, 175 s.
- MAGDOLEN, P. – TENCER, J. 1998. Čiernohorský systém – donosené spojenie. Spravodaj SSS, 29, 1, Liptovský Mikuláš, 15–20.
- NEMČOK, J. – BEZÁK, V. – JANÁK, M. – KAHAN, Š. – RYKA, V. – KOHÚT, M. – LEHOTSKÝ, I. – WIECZOREK, J. – ZELMAN, J. – MELLO, J. – HALOUZKA, R. – RACZKOWSKI, W. – REICHWALDER, P. 1993. Vysvetlivky ku geologickej mape Tatier 1:50 000. Bratislava, GÚDŠ, 135.

hodnotou. Analýza priestorovej distribúcie chodieb bola spracovaná na vyššie opísaných jaskyniach.

Štatisticky vážené smery jaskynných chodieb odrážajú smer a priebeh opísaných diskontinuit. Najdominantnejšie sa prejavil priebeh V – Z smeru, k čomu do značnej miery prispela jaskyňa Javorinka, ktorá je založená na výraznej poruche opisovaného smeru. Ďalší dominantne zaznamenaný priebeh jaskynných priestorov je SV – JZ a SZ – JV smeru. Tieto smery sú vo veľkej miere zastúpené vo všetkých jaskyniach. Ostatné smery sú zastúpené v menšej miere.

ZÁVER

Diskontinuity do značnej miery ovplyvnili priebeh jaskynných chodieb. Poruchy vzniknuté v období otnang až panón mohli priebeh smerov ovplyvniť len vytvorením

PAVLARČÍK, S. 1976. Vplyv základných geologických štruktúr na vývoj krasu medzi Kolovou a Širokou dolinou vo Vysokých Tatrách. Diplomová práca, Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, 68 s.

PAVLARČÍK, S. 1981. Geologický a geomorfologický výskum krasu v širšej oblasti Javorovej doliny vo Vysokých Tatrách. Záverečná správa. Manuskript, Správa Slovenských jaskýň – Múzeum Slovenského krasu, Liptovský Mikuláš, 97 s.

PAVLARČÍK, S. 1983. Použitie geologických metód pri mapovaní jaskýň. Spravodaj SSS, 14, 4, 4–11.

PAVLARČÍK, S. 1984. Speleologický výskum krasových javov obalovej jednotky severnej strany Vysokých Tatier. Slovenský kras, 17, 41–67.

PLUČINSKÝ, Ľ. 1996. Jaskyňa Javorinka vo Vysokých Tatrách (+271, -49m). Spravodaj SSS, 27, 2, 4–11.