

# PRÍSPEVOK KU GEOLÓGII BYSTRIANSKEJ JASKYNE

Eudovít Gaál<sup>1</sup> – Jozef Psotka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Správa slovenských jaskýň – pracovisko Rimavská Sobota,  
Železničná 31, 079 01 Rimavská Sobota; gaal@ssj.sk

<sup>2</sup> Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; psotka@ssj.sk

## E. Gaál & J. Psotka: Contribution to the geology of Bystrianska Cave

**Abstract:** The Bystrianska Cave was formed in grey to dark-grey thin to medium-bedded (pseudoreifling) limestones intercalated with dark-grey thin-bedded (reifling) cherty limestones and grey thin to medium-bedded dolomites, occasionally with allodapic intercalations of light-coloured breccia limestones. The main faults which structurally guided passages formation have N – S, NW – SE direction and dip to E, NE.

**Key words:** cave geology, carbonate lithology, tectonic structure, Bystrianska Cave

## ÚVOD

Bystrianska jaskyňa v Horehronskom podolí patrí medzi geologicky najmenej preskúmané sprístupnené jaskyne Slovenska. Nebolo vyriešené stratigrafické a faciálne začlenenie vápencov a dolomitov, ale nedostačujúce boli informácie aj o štruktúrnych prvkoch jaskyne. Údaje o úložných pomeroch a tektonickej porušenosti karbonátového masívu sa žiadali najmä z hľadiska zistenia pohybu krasových vôd z dôvodu narastajúceho urbanistického tlaku v blízkosti jaskyne. Preto sme sa rozhodli vykonať litologicko-stratigrafický a tektonický výskum podzemných priestorov jaskyne. Z časových i bezpečnostných dôvodov sme však výskum obmedzili najmä na sprístupnenú časť jaskyne. Chemická a mechanická výplň jaskynných priestorov nie je predmetom tohto referátu. Terénne práce a odber vzoriek sme uskutočnili viackrát počas roka 2005. Z piatich odobraných vzoriek boli na Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave zhotovené výbrusy. Mikrofotografie výbrusov vyhotovil J. Psotka na Katedre geológie a mineralógie Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach. Vzorky na konodontovú mikrofaunu odobrané v počte 3 ks sa čiastočne rozpúšťali v cca 30 % kyseline octovej a následne boli vyplavené a separované v ťažkej kvapaline (bromofórme). Takto získaný nerozpustný zvyšok sa skúmal pod binokulárnou lupou.

## PREHĽAD DOTERAJŠÍCH PRÁC

Bystrianskej jaskyni bolo spočiatku venovaných viacero populárno-vedeckých a jaskyniarskych článkov, ktoré v Krásach Slovenska uverňovali postupne J. Kinský (1936), J. Kovalčík (1951), A. Droppa (1957), J. Vytřísalová (1959) a J. Jirmerová (1973). Zaoberajú sa najmä opisom priestorov, postupom objavovania a všeobecnou charakteristikou jaskyne ako aj Bystriansko-valaštianskeho krasu. Z geologického hľadiska je z nich pozoruhodná publikácia J. Kinského (1936), ktorý píše: „U Bystré vystupujú dole v údolí temné guttensteinské vápence, nad nimiž v našej oblasti leží šedé dolomity. Nad těmito vrstvami leží středný příkrov subtatranský, v němž nad guttensteinskými vápenci a dolomity následují vápence s rohovci a na nich lunszké tmavé břidlice a pískovce. Tento střední příkrov tvoří malý útržek, ležící na spodním příkrovu mezi obcemi Bystrou a Valaskou. Na JV omezuje příkrovový a krasový pás tzv. kořenová zóna subtatranská z nekrasových hornin, rul, svorů a křemenců. Na levém břehu Bystré, jižně od vsi Bystré, je malý rulový ostrov, mající necelý 1 km v průměru. Lunszké vrstvy tvoří po tuto krasovou oblast nepropustný horizont, zadržující krasové vody. Příčné zlomy směru SZ – JV přerušují tu rovnoměrný průběh pásem jednotlivých hornin a uplatňují se i v podzemných dutinách.“

Podzemní komplex bystranských jeskyň je vytvořen v tmavých, bíle žilkovaných guttensteinských vápencích, které sa noří pod mírným sklonem pod světlé neokomové vápence, vystupující výše na stráni. Tvůrcem jeskyň byla větev potoka Bystré.“ Kinský teda dobre poznal geologické pomery okolia Bystrej, rozoznal aj jednotlivé čiastkové príkrovy, vápence jaskyne však nesprávne zaradil ku guttensteinskému typu.

Geologickej stavbe Bystrianskej jaskyne sa obšírnejšie venuje práca D. Kubínyho (1956). Autor píše, že jaskynné priestory sú vytvorené „v tmavých a svetlých, miestami rohovcových vápencoch, v ktorých sa vyskytujú aj dolomity“. Jednotný karbonátový masív považuje za triasový, bez podrobnejšieho členenia. Udáva, že „vápence, ílovité a piesčité bridlice, dolomity a kremence sú příkro sklonené na sever“ (naše merania úložných pomeroch v jaskyni však ukazujú, že vápence a dolomity sú generálne uklonené k juhu až juhozápadu prevažne v miernejších sklonoch). Podľa názoru Kubínyho proces vytvárania bystriansko-valaštianskeho krasu bol predisponovaný puklinami a zlomami, vplyv vrstevnatosti bol druhoradý. Postrehol aj zlomami obmedzený systém poklesových prepadlín. Tektonickej stavbe pripisoval hlavný význam pri odvádzaní krasových vôd do

oblasti vyvieraciek vo Valaskej. Na základe toho predpokladá aj ďalšie pokračovanie jaskyne s podzemnými nádržami s kolísajúcou vodnou hladinou, pretože vody podzemných tokov vystupujú v oblasti vyvieraciek po nepriepustnej vrstve pestrých ílovitých bridlíc. Tým vysvetľuje aj periodickosť vyvieraciek. V Bystrianskej jaskyni za dôležitejšie pokladá pozdĺžne poruchy smeru najmä SV – JZ, resp. V – Z s príkrým sklonom na juhovýchod, na ktorý sú kolmé priečne poruchy smeru SV – JZ (naše pozorovania však potvrdili markantnejší prejav dislokačných línií smeru S – J). Podľa neho „*po puklinách, resp. po ďalších tektonických formách prebiehala aj erózia, hlavne hĺbková alebo gravitačná, a v blízkosti spodného hydrografického niveau, resp. v podzemných riečištiach uplatnila sa veľmi intenzívne aj erózia tlaková*“. Pomerne podrobne opisuje aj formy sintrovej výzdoby.

A. Droppa (1957) polemizuje s D. Kubíny. Pretože spádové pomery medzi bystrianskymi ponormi a vyvieraciami vo Valaskej sú malé, podľa neho je slabá aj pracovná schopnosť tečúcej vody. Navyše materiál, ktorý so sebou vody unášajú, sa skladá z jemných hĺn a piesku, takže nemôžu vytvoriť väčšie dutiny. Ako dôkaz udáva nízke priestory na aktívnom riečiisku. Brzdiaču činnosť pripisuje aj dolomitom a vložkám rohovcov, ktoré „*vytvárajú v podzemných dutinách rozličné výbežky na spôsob nánosových i vodných sifónov*“. Aj odlamujúce sa balvany na zlomoch a poklesoch zatarasujú predtým vytvorené podzemné dutiny. Konštatuje teda, že „*v priebehu terajšieho podzemného toku Bystrianskej jaskyne nemôžeme predpokladať nijaké väčšie a súvislé podzemné chodby. Budú to len rúrovité kanále, miestami úplne vyplnené podzemnými vodami na spôsob sifónov*“. Pri ďalších prieskumných prácach odporúča obrátiť pozornosť na priestory medzi Starou a Novou jaskyňou.

D. Kubíny (1974) spolupracoval pri geologickom prieskume prepadovej oblasti vo Valaskej. Popri podrobnom inžinierskogeologickom zhodnotení okolia vyvieraciek uvádzal aj vrstevný sled karbonátov „*spodného bloku chočského príkrovu*“ s odkazom na prácu Z. Rotha (1939). V strednom triase tu rozlišuje: „*čierne vápence s bielymi karbonátovými žilkami*“ (anis), „*polohu dolomitov*“ (anis) a „*svetlosivé vápence s rohovcami v podloží a nadloží prechádzajú do modročiernych, čiastočne slienitých a bituminózných vápencov – reiflinské vápence*“ (anis až ladin). Rohovcové vápence, aké vystupujú aj v Bystrianskej jaskyni, teda považuje za reiflinské.

Novšie práce o Bystrianskej jaskyni sú venované jaskynným výplňam a morfológii jaskynného reliéfu. Príspevok od J. Tulisa a M. Košíka (1997) predkladá opis vzoriek aragonitovej výplne a výsledky ich RTG difrakčnej analýzy.

P. Bella (1997) charakterizuje formy jaskynného georeliéfu, pozornosť venuje najmä fluvialnej modelácii. Poukazuje na dominanciu puklinového charakteru niektorých chodieb aj napriek znakom riečnej modelácie. Jeho zistenie, že „*oválne chodby sú prevažne predisponované medzivrstevnými plochami a prepájajú úzke puklinovité chodby (spodná i visutá chodba medzi Klenotnicou a Kováčskou vyhňou)*“ potvrdili aj naše pozorovania. Z genetického hľadiska v ponorovej zóne opisuje vadózne depresné, prípadne invázne priestory (Stará jaskyňa, spodné časti Novej jaskyne), ktoré postupne k výverovej zóne pravdepodobne prechádzajú do priestorov s kombináciou freatických a horizontálnych úsekov. V rámci vývoja jaskyne sa striedalo niekoľko erózných a akumuláčných období. Jaskyňu rozdelil na viaceré „*vývojové vetvy alebo sektory*“, vývojové štádiá však bez detailného paleohydrografického a sedimentologického výskumu nerozlišoval (Kunský, 1936 uvádzal 7 poschodí s nejasným vymedzením, v Encyklopédii Slovenska z roku 1977 sa uvádzajú 3 vývojové úrovne).

## GEOLOGICKÁ STAVBA ŠIRŠIEHO OKOLIA

Bystrianska jaskyňa vznikla vo veľmi zložitom geologickom prostredí. Nachádza sa v oblasti „*subatranských*“ príkrovov, ktoré lemujú kryštalické jadro Nízkych Tatier z južnej strany. Sú tu prítomné horninové súbory tatrika v pozícii obalu, ale aj veporika a hronika v tektonicky zložitých príkrovoch s časťami digitáciami, vrásovými prešmykmi, brachyštruktúrami a poruchovými pásmami. Sú uložené v generálnom smere SV – JZ.

Horninový komplex hronika sa v tejto oblasti rozčleňuje na tri čiastkové príkrovy v zmysle A. Bieleho a kol. (1997): na bystriansky príkrov („*spodný čiastkový chočský príkrov*“ podľa R. Kettnera, 1958; „*spodný blok chočského príkrovu*“ podľa Z. Rotha, 1939 alebo „*spodná čiastková jednotka chočského príkrovu*“ podľa A. Bieleho, 1963), na svíbovský príkrov (hlavná masa chočského príkrovu) a na okošenský príkrov („*vrchný subatranský príkrov*“ v zmysle A. Matějku a D. Andrusova, 1931 alebo „*vrchná čiastková jednotka chočského príkrovu*“ podľa A. Bieleho, 1963).

Bystrianska jaskyňa je vytvorená v karbonátoch **bystrianskeho príkrovu** hronika. Karbonáty patria do bielovážskej faciálnej oblasti, ktorá na rozdiel od západnejšie vyvinutej, prevažne dolomitovej čiernovážskej faciálnej oblasti vyniká pestrejším vývojom stredného a vrchného triasu: predovšetkým reiflinskými vápencami, lunzskými vrstvami a oponickými vápencami. Tektonické podložie bystrianskeho príkrovu tu tvoria karbonáty



Obr. 1. Geologická mapa okolia Bystrianskej jaskyne (podľa Bielyho a kol., 1992). Vysvetlivky: 29 – svahové sedimenty nečlenené (kvartér), 63 – oponické vrstvy: vápence a slieňovce (karn); 64 – lunzské vrstvy: ílovité bridlice a pieskovce (spodný karn); 70 – vápence, dolomity a rohovcové vápence (anis – kordevol); 81 – tholeiitové bazalty a andezity, polohy vulkanoklastík (spodný perm); 83 – zlepenca, pieskovce, prachovce, ílovité bridlice (autun); 87 – slienité vápence, sliene a kalpionelové vápence (titón – hoteriv); 94 – ílovitá a slienité bridlice, krinoidové a rohovcové vápence (lias nečlenený); 98 – karpatský keuper: ílovité bridlice s vložkami pieskovcov a dolomitov (norik); 103 – ramsauské dolomity (anis – karn); 122 – chloriticko-sericitické fylity

Fig. 1. Geological map of the surface around Bystrianska Cave (after Biely et al., 1992). Annotations: 29 – slope deposits undivided (Quaternary); 63 – Opponitz beds: limestones, marlstones (Carnian); 64 – Lunz beds: clayey shales and sandstones (Lower Carnian); 70 – limestones, dolomites and cherty limestones (Anissian – Cordevolian); 81 – tholeiite basalts and andesites, volcanoclastic layers (Lower Permian); 83 – conglomerates, sandstones, siltstones, shales (Autunian); 87 – marly limestones, marls, calpionella limestones (Tithonian – Hauterivian); 94 – clayey and marly shales, crinoidal and cherty limestones (Lias undivided); 98 – Carpathian Keuper: clayey shales intercalated with sandstones and dolomites (Norian); 103 – Ramsau dolomites (Anissian – Carnian); 122 – chlorite sericite phyllites

krížňanského príkrovu veporika, ktoré na povrch vychádzajú južne od kóty 805 m Horné lazy a juhovýchodne od obce Bystrá. Bystriansky príkrov v oblasti Bystrej pozostáva prevažne zo sivých lavicovitých vápencov, lavicovitých dolomitov a tmavosivých doskovitých rohovcových vápencov. A. Biely (in Biely a kol., 1997) ich vekove zaradil do širokého chronostratigrafického rozpätia anis až kordevol. Ich pôvodné podložie nepoznáme, pretože ležia priamo na karbonátoch krížňanského príkrovu. Smerom do nadložia prechádzajú do lunzských vrstiev spodnokarnického veku. Lunzské vrstvy pozostávajú zo sivých až tmavosivých rozpadavých ílovitých bridlíc s vložkami sivých a zelenkastých jemnozrnných pieskovcov. Na povrch vychádzajú severne od Valaskej v okolí kóty 719,9 m medzi Chodorovými vrchmi a Hornými lazmi. Najvyššími známymi členmi bystrianskeho príkrovu sú v tejto oblasti oponické vrstvy, reprezentované čiernymi vrstevnatými slieňovcami, slienitými vápencami a zrnitými vápencami karnického veku. Zachovali sa len v útržkoch v uzávere doliny medzi kótami 716,9 m (Chodorové vrchy) a 719,9 m severne od Valaskej.

Bystrianska jaskyňa je vytvorená v karbonátovom súbore, ktorý tvorí hlavnú masu bystrianskeho príkrovu. Ako sme už vyššie naznačili, pozostáva z troch litofaciálnych typov: sivých lavicovitých vápencov, sivých lavicovitých dolomitov a tmavosivých doskovitých rohovcových vápencov. Na základe ich tektonickej pozície a meraní úložných pomerov v jaskyni môžeme tvrdiť, že tieto karbonáty južne a juhozápadne od Bystrianskej jaskyne sú uložené v brachysynklinálnych štruktúrach, ktorých osi sa ponárajú smerom na juhozápad. Výrazne lavicovité karbonáty teda korytovite klesajú smerom na juhozápad až k Valaskej. Táto štruktúra je dôvodom prúdenia podzemných krasových vôd smerom na juhozápad až do Valaskej. Pôvodne jednotná brachyštruktúra však bola polámaná na tri väčšie kryhy, z ktorých je najhlbšie poklesnutá juhozápadná (s najväčším rozšírením lunzských vrstiev a prítomnosťou oponických vrstiev). Najvyššie bola vyzdvihnutá stredná kryha, v ktorej sú vyvinuté priestory Bystrianskej jaskyne za hlavným vchodom. Východne ležiaca kryha obsahuje už menej lunzských vrstiev. V tejto kryhe je vytvorená značná časť podzemných priestorov jaskyne, ktorá však nezasahuje do lunzských vrstiev. Jednotlivé kryhy sú oddelené od seba mohutnými poruchami smeru S – J. Východne ležiaca z nich sa výrazne prejavuje aj v jaskyni.

Nadložie bystrianskeho príkrovu tvoria horniny svíbovského príkrovu. Hranica medzi nimi prebieha čiastočne v doline potoka Bystrá, na západnom konci obce je však severojužným zlomom posunutá na juh a pokračuje dolinou medzi kótami 716,9 m a 719,9 m. Najspodnejším členom svíbovského príkrovu sú svetlosivé zlepenca, pestré pieskovce, prachovce a ílovité bridlice maluzinského súvrstvia spodnopermského veku. Tvoria výraznú bariéru pre pohyb krasových vôd a podieľajú sa na ich usmernení do juhozápadného smeru, do oblasti Valaskej. Severovýchodno-juhozápadný pieskovcovo-zlepencový pás smerom do nadložia prechádza do bazaltovo-andezitového vulkanického pruhu s polohami vulkanoklastík taktiež permského veku. Permské horniny smerom do nadložia prechádzajú do triasových karbonátov, naspodku najmä pieskovcov, kremencov



a slieňov, vyššie gutensteinských vápencov, chočských dolomitov, reiflinských vápencov a lunzských vrstiev. Na povrch vystupujú v okolí kót 842,1 m Horný diel a 883,1 m Svibová severozápadne od Bystrej. Prekryté sú okošenským príkrovom v oblasti kóty 831,3 m Okosená severne od Hornej Lehoty.

## LITOLÓGIA A STRATIGRAFIA KARBONÁTOV

Karbonáty Bystrianskej jaskyne môžeme zaradiť do troch litofaciálnych typov: *sivé lavicovité vápence*, *tmavosivé doskovité rohovcové vápence* a *sivé dolomity*. Patria k bielovážskej faciálnej oblasti hronika. Uvedené litofácie však netvorí stratigraficky a litologicky výrazne ohraničiteľné horizonty, často sa navzájom prelínajú, vápence sú mnohokrát mierne dolomitické, tmavosivé doskovité vápence v nich vytvárajú vložky.

### Sivé lavicovité vápence

Sú najrozšírenejšími horninami Bystrianskej jaskyne. Tvoria prevažnú časť vstupnej chodby za hlavným vchodom, pri Križovatke, vetvu do Mostárenských siení, chodby pred Kaplnkou, v oblasti Pekla a pri otvore s výstupom prehliadkovej trasy. Farba horniny je sivá, miestami tmavosivá, ale v niektorých častiach jaskyne prechádza aj do svetlosivej až naružovkastej. Hrúbka lavíc je premenlivá, najčastejšie sa pohybuje okolo 5 až 20 cm. Na ojedinelých miestach, ako napr. pri východe prehliadkovej trasy alebo južne od Pekla, majú sivé vápence doskovitý charakter s hrúbkou dosiek len 2 – 5 cm. Niektoré lavice obsahujú slabý dolomitový prímes. Často sa v nich prejavuje aj biele kalcitové žilkovanie, rohovce však neobsahujú. Vzorky By 3 (pri vchode) a By-8 (za Katakombami) z tmavosivých lavíc súboru sa pod mikroskopom javia ako slabo rekryštalizovaný mikrit, miestami až mikrosparit s mierne usmernou textúrou a s bioklastmi drobných jednobunkových organizmov (drobné riasy, možno aj ostrakódy a rádiolárie). Hornina je prestúpená dvomi generáciami kalcitových žíl, v okolí ktorých sa sporadicky vyskytujú aj drobné kryštáliky kalcitu alebo dolomitu.

Dve vzorky sa odobrali aj na konodontovú mikrofaunu. Prvá, By-1, pochádza od Križovatky, druhá, By-2, bola odobraná pri Baldachýne. Obe sú sivé lavicovité vápence s bielym kalcitovým žilkovaním. Konodontovú mikrofaunu neobsahovali, v nerozpustnom zvyšku prevládajú úlomky kalcitu, menej kremeňa (prevažne z rohovcov), šupinky a ľadvinovité kôry limonitu, drobné kocky alebo pentagonálne dodekaédre pyritu a autigeny sadrovec (zrejme z rozkladu pyritu). Častý výskyt pyritu v oboch vzorkách svedčí o vysokom obsahu  $H_2S$  počas sedimentácie, nie je teda vylúčené, že sa vápence usadili na málo vetranom, slabo prekysličenom morskom dne.

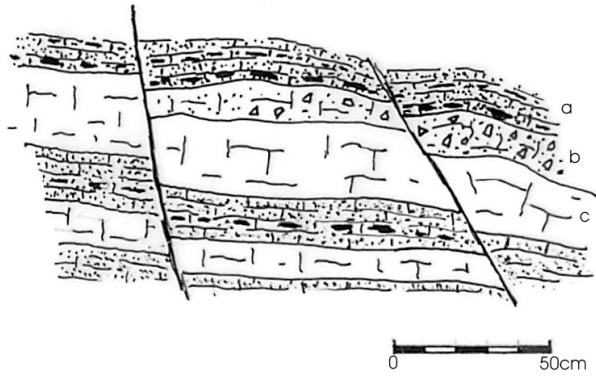
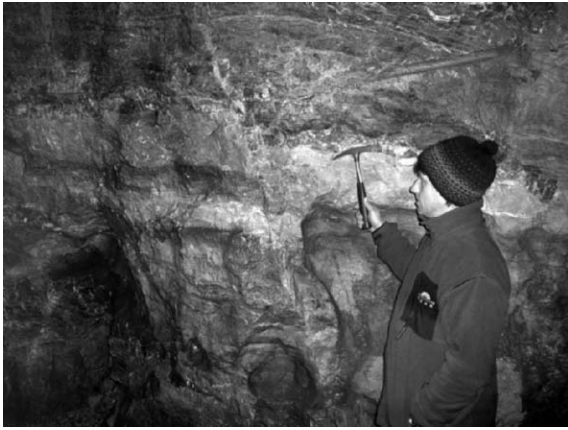
V opísanom súbore sme na dvoch miestach zistili prítomnosť vložiek svetlých vápencov. Na ľavej (severovýchodnej) stene jaskyne neďaleko od hlavného vchodu v 8 m dlhom profile vystupujú dve vložky svetlosivých vápencov, porušených vertikálnymi, resp. šikmými zlomami. Ich hrúbka je 22 cm, resp. 10 cm, smerom do oboch strán sa stenčujú na 3 – 5 cm a nakoniec sa vyklinujú. Ich nadložnú časť tvorí poloha sivého brekciovitého vápenca v hrúbke 15 cm, ktorá prechádza do tmavosivých tenkodoskovitých rohovcových vápencov. Vzorka svetlosivého vápenca (By-4) je pod mikroskopom rekryštalizovaná, so všesmerne zrnitou štruktúrou kalcitových kryštálov. Pôvodne predstavoval pravdepodobne sparit. Ďalšie alodapické vložky sa nachádzajú medzi Peplom a Zrúteným dómom. Na ľavej stene (v smere prehliadkového okruhu) sú odkryté dve 40 cm hrubé vrstvy svetlohnedých až béžových zvrstvených, mierne piesčitých vápencov, ktoré uzatvárajú



Obr. 2. Výstup sivých doskovitých vápencov pri východe prehliadkovej trasy. Foto: E. Gaál  
Fig. 2. Outcrop of grey thin-bedded limestones near the pathway. Photo: E. Gaál

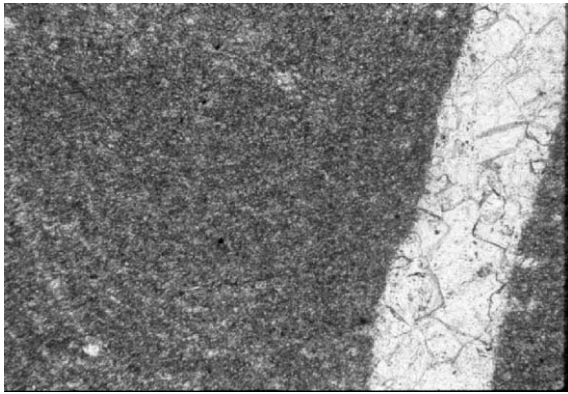


Obr. 3. Mikrofotografia sparitu rekryštalizovaného alodapického vápenca zo vstupnej chodby. Mikrofoto: J. Psoťka  
Fig. 3. Microphoto of sparite recrystallized allodapic limestone from the entrance corridor. Photo: J. Psoťka



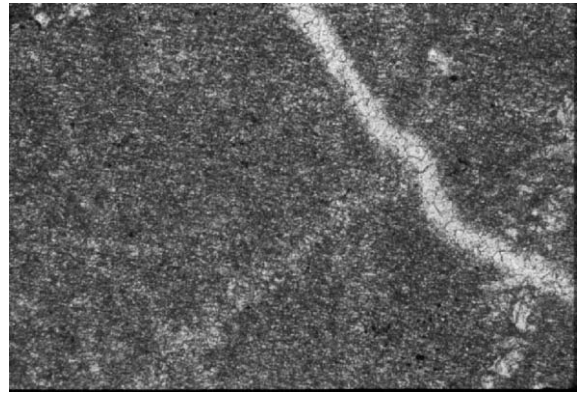
Obr. 4. Vložky zlomom porušených svetlých alodapických vápencov vo vstupnej chodbe. Vysvetlivky: a – tmavosivé doskovité vápence s rohovcami, b – brekciiovité vápence, c – svetlé alodapické vápence. Foto a nákras: Ľ. Gaál

Fig. 4. Intercalations of faulted light-coloured allodapic limestones in the entrance corridor. Annotations: a – dark-grey thin bedded limestones with cherts, b – breccia limestones, c – light-coloured allodapic limestones. Photo and drawing: Ľ. Gaál



Obr. 5. Mikrofotografia tmavosivého doskovitého vápenca (vzorka By-3, začiatok vstupnej chodby) – mierne rekryštalizovaný mikrit s kalcitovou žilkou. Mikrofoto: J. Psočka

Fig. 5. Microphoto of dark-grey thin-bedded limestone – recrystallized micrite with calcite vein (sample By-3, beginning of the entrance corridor). Photo: J. Psočka



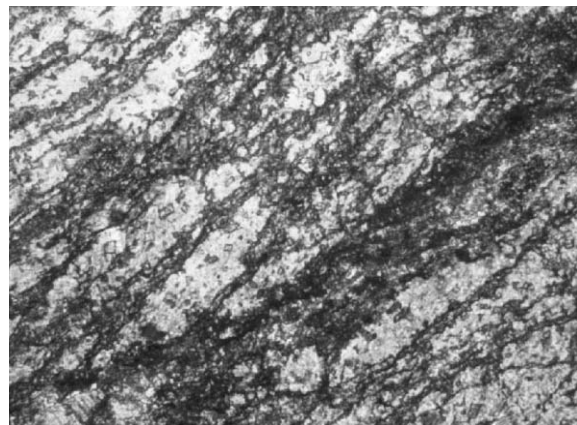
Obr. 6. Mikrofotografia tmavosivého doskovitého vápenca (vzorka By-8, za Katakombami) – mierne rekryštalizovaný mikrit až mikrosparit s kalcitovou žilkou. Mikrofoto: J. Psočka

Fig. 6. Microphoto of dark-grey thin-bedded limestone (sample By-8, behind Catacombs) – slightly recrystallized micrite to microsparite. Photo: J. Psočka



Obr. 7. Selektívne vyvetrané rohovce z tmavosivých doskovitých vápencov pri Baldachýnoch. Foto: Ľ. Gaál

Fig. 7. Selective weathered cherts in dark-grey thin to medium-bedded limestones near Baldaquin. Photo: Ľ. Gaál



Obr. 8. Mikrofotografia rohovca (vzorka By-12 pri Baldachýnoch). Mikrofoto: J. Psočka

Fig. 8. Microphoto of chert (sample By-12). Photo: J. Psočka



15 cm hrubú vložku svetlosivého vápence s bielymi kalcitovými žilkami a škvrnami. Napriek ostrým litologickým hraniciam je ohraničenie vrstiev nepravidelné, s častými vydureniami a zúženiami. Domnievame sa, že v oboch prípadoch ide o alodapické vložky sklúznuté z plytkovodného okraja sedimentačného bazénu s biohermnou alebo riasovou karbonátovou sedimentáciou do mierne hlbšie položenej panvy neritika. Svedčí o tom aj brekciovitá poloha v ich tesnom nadloží a sklzové štruktúry. Na viacerých miestach, napr. v oblasti Kaplnky, nad Riečiskom vystupujú v sivých lavicovitých vápencoch aj polohy mierne slienitých vápencov. Predstavujú pravdepodobne taktiež alodapické vložky.

### **Tmavosivé doskovité rohovcové vápence**

Tvoria niekoľko decimetrov hrubé vložky v sivých lavicovitých vápencoch napr. za hlavným vchodom, v okolí Križovatky, pred Kaplnkou, pred Baldachýnom a v Katakombách. Ich farba je tmavosivá až čierna. Hrúbka dosiek je menlivá, od 1 cm (zriedkavo aj 0,5 cm) do 5 cm, zriedkavejšie do 8 cm, hľuzy neobsahujú. Často v nich badať aj kalcitové žilkovanie. Obsahujú tmavosivé rohovce, ktoré sú vždy usporiadané do dobre sledovateľných línií. V rohovcoch pod mikroskopom rozoznať drobné vrstvičky alebo podlhovasté šošovky SiO<sub>2</sub>. Vo vápencoch sme nezistili priame stopy po turbiditných textúrach, nerovnaká tenká doskovitosť však miestami môže indikovať charakter sedimentácie následkom distálnych turbiditných podmorských prúdov.

Na konodontovú mikrofaunu bola odobratá vzorka tmavosivého tenkodoskovitého vápence By-3 zo vstupnej chodby za hlavným vchodom, ktorá však bola negatívna.

### **Sivé dolomity**

Sivé lavicovité až hrubolavicovité dolomity vystupujú čiastočne ku koncu vstupnej chodby (pred Križovatkou), v sienke pred Mostárňou, pred Katakombami, za Peplom, ale najmä vo východnej časti jaskyne, kde tvoria východnú časť Zrúteného dómu, chodbu k Partizánskym sieňam (k Liečebni) a Partizánske siene. Ich farba miestami prechádza do tmavosivej alebo svetlosivej. Prechod zo sivých lavicovitých vápencov je pozvoľný, často cez dolomitové vápence alebo vápnité dolomity. Vrstevnatosť je menej zreteľná ako v prípade vápencov. Na ľavej stene úzkej chodby zo Zrúteného dómu do Liečebne sú odkryté okolo 7 až 10 cm hrubé, málo zreteľné lavice, ktoré sa striedajú s 1 – 2 cm hrubými tmavosivými dolomitovými vrstvami. Drobné dolomitové klence na čerstvom lome horniny sa tu ligocú vo svetle elektrickej lampy. V Liečebni sú dosky hrubé od 5 do 20 cm.

### **Faciálne začlenenie karbonátov Bystrianskej jaskyne**

Hoci karbonáty Bystrianskej jaskyne sú mierne rekryštalizované, v mikrofáciách sa dajú rozoznať pôvodné mikrity až mikrosparity, ktoré svedčia o nie veľmi hlbokoj panvovej sedimentácii v podobe vápnitého kalu. Drobné, pravdepodobne jednobunkové organizmy signalizujú panvovú sedimentáciu, výskyt svetlosivých alodapických vápencov s brekciami rovnako svedčí o tesnej blízkosti plytkovodných šelfových vápencov.

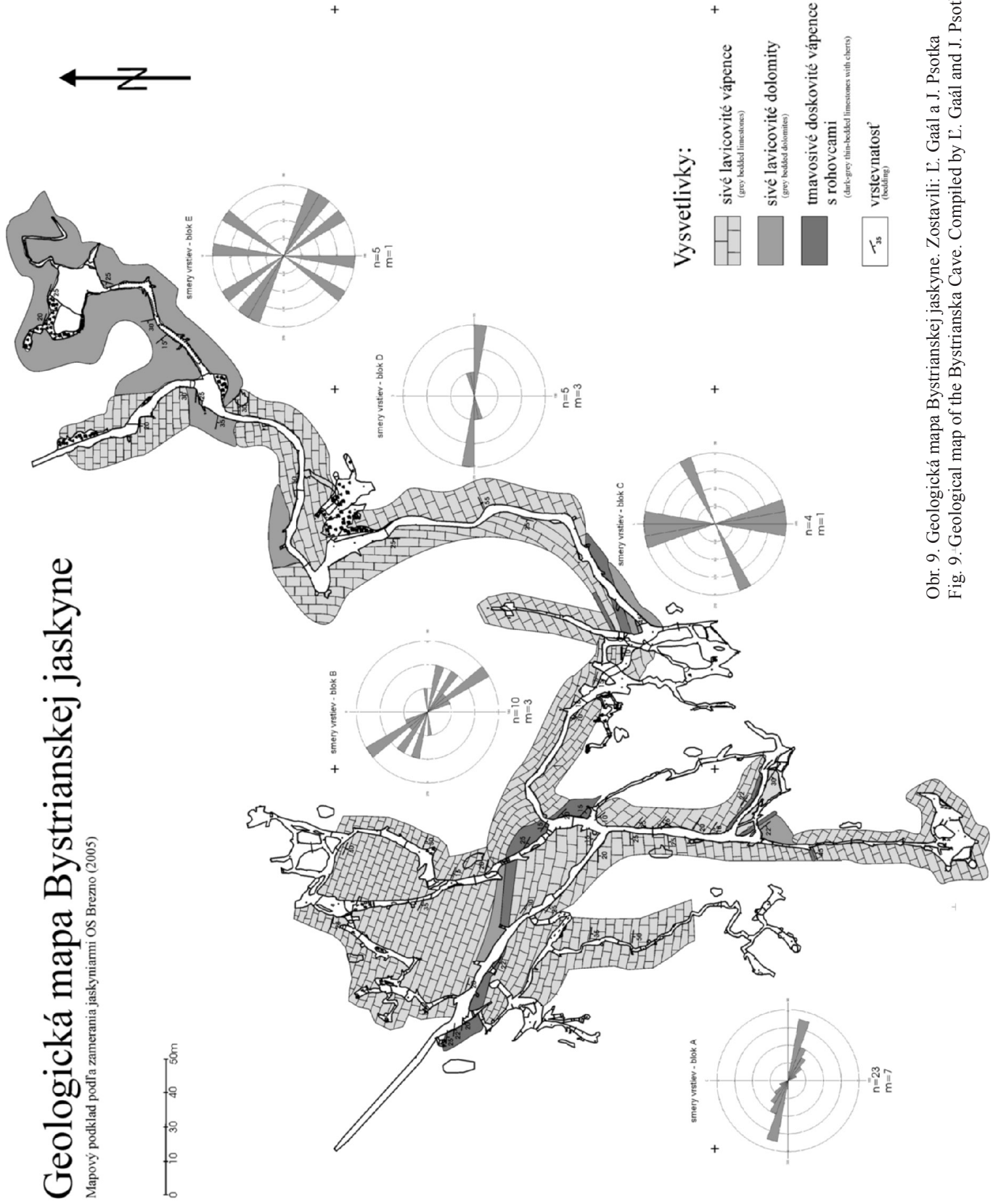
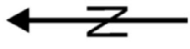
Na základe toho môžeme tvrdiť, že karbonáty Bystrianskej jaskyne sa usadili na dne plytkej panvy v rámci intrakontinentálnych depresí šelfovej zóny. Zodpovedá to hlbšiemu neritiku (infraneritiku), t. j. hĺbky cca od 40 do 200 m. Toto prostredie bolo periodicky atakované podmorskou vulkanickou činnosťou, v rámci ktorej sa dostalo do morskej vody nadmerné množstvo SiO<sub>2</sub>. Podnietilo to rozmach jednobunkových organizmov s kremitou schránkou, z ktorých sa počas diagenézy vytvorili rohovce. Tvoria dobre sledovateľné, takmer súvislé horizonty v tmavosivých doskovitých vápencoch. Zrejme táto vulkanická aktivita bola príčinou prísunu Mg-zložky do morskeho prostredia, čo viedlo k vzniku dolomitov. Dolomity sa totiž takmer všade v jaskyni vyskytujú v blízkosti tmavosivých rohovcových vápencov karbonátového súboru. Občasná vulkanická aktivita sedimentačného bazénu zrejme spôsobila aj seizmické otrasy, následkom ktorých došlo k podmorským sklzom alodapických blokov z vyššie položených plytkovodných uloženín, alebo aj k distálnym turbiditným prúdom.

### **Stratigrafické začlenenie karbonátov Bystrianskej jaskyne**



Presné stratigrafické začlenenie karbonátov jaskyne dosiaľ chýba. J. Kunský (1936) ich mylne označoval za gutensteinské vápence, v gutensteinských vápencoch však nie je známa väčšia koncentrácia rohovcov. D. Kubíny (1956) považuje „tmavé a svetlé, miestami rohovcové vápence s dolomitmi“ za triasové, bez podrobnejšieho stratigrafického zaradenia, neskôr (1974) ich nepriamo charakterizuje ako reiflinské vápence veku anis až ladin.

# Geologická mapa Bystrianskej jaskyne

Mapový podklad podľa zamerania jaskýňami OS Brezno (2005)



## Výsvetlivky:

-  sivé lavicovité vápence  
(grey bedded limestones)
-  sivé lavicovité dolomity  
(grey bedded dolomites)
-  tmavosivé doskovité vápence  
s rohovcami  
(dark-grey thin-bedded limestones with cherts)
-  vrstevnatosť  
(bedding)

Obr. 9. Geologická mapa Bystrianskej jaskyne. Zostavili: L. Gaál a J. Psočka  
Fig. 9. Geological map of the Bystrianska Cave. Compiled by L. Gaál and J. Psočka

A. Biely (in Biely a kol., 1997) ich považuje za aniské až kordevolské na základe asociácie konodontov z najvyššej časti rohovcových vápencov na profile nad Valaskou, ktorá podľa J. Papšovej (1980) indikuje kordevolský vek.

Tri vzorky na konodonty odobrané z Bystrianskej jaskyne neboli pozitívne. Na základe superpozície, t. j. že karbonátový súbor leží v podloží lunzských vrstiev julskeho veku, môžeme ale tvrdiť, že ich vrchná hranica môže skutočne zasahovať do kordevolu. Zistenie spodnej hranice súboru je obťažnejšie, pretože v študovanej oblasti podložie karbonátov nevystupuje. Podľa korelácie s reiflinskými vápencami tejto oblasti to bude vyššia časť anisu: pelsón alebo ilýr. A. Biely (in Biely a kol., 1997) karbonáty v okolí Bystrianskej jaskyne však nezaraďuje k reiflinským vápencom. Opisuje ich ako „vápence, dolomity, rohovcové vápence“. Zrejme čiastočná svetlejšia farba vápencov a nadmerná prítomnosť dolomitov boli hlavnými dôvodmi, že ich odlišoval samostatne. Podľa nášho názoru však tieto dôvody nie sú opodstatnené. Znaky typických reiflinských vápencov v jaskyni majú síce len tmavé doskovité rohovcové vápence, svetlejšie lavicovité časti bez rohovcov sa však v iných oblastiach Západných Karpát zvyčajne označujú ako pseudoreiflinské (napr. v Slovenskom kráse – J. Mello in Mello a kol., 1997). Otázna je prítomnosť dolomitov v súbore reiflinských vápencov. V Nízkych Tatrách však môžeme nájsť niekoľko príkladov na prítomnosť dolomitov v rôznych úrovniach tohto súboru. Takými lokalitami sú napríklad báza reiflinských vápencov pri Svaríne, prostredná časť súboru v doline Michalovského potoka severne od Medzibrodu alebo výskyty pri Ondreji, Lopeji a pod. Podľa nášho názoru teda karbonáty jaskyne reprezentujú vápence a dolomity, ktoré môžeme označiť ako reiflinské a pseudoreiflinské. Tmavosivé rohovcové vápence s turbiditnou textúrou bez hľuznatosti sa v Alpách označujú aj ako göslinské, v prípade vápencov v Bystrianskej jaskyni však dosiaľ chýbajú podrobnejšie výskumy na overenie ich totožnosti. Ich príslušnosť ku gutensteinskej sekvencii je vylúčená pre značný obsah rohovcov a pre ich pozíciu v podloží lunzských vrstiev. Vek karbonátov Bystrianskej jaskyne sa nám napriek rozpúšťaniu vzoriek na konodontovú mikrofaunu nepodarilo priamo zistiť. Reiflinské vápence sa v tejto oblasti zaraďujú do vyššieho anisu až kordevolu (Biely a kol., 1997), ale vzhľadom na pozíciu karbonátov Bystrianskej jaskyne v podloží lunzských vrstiev sa dá predpokladať, že je tu zachovaná vyššia časť súboru, teda ladin až kordevol.

## TEKTONICKÉ POMERY JASKYNNÝCH PRIESTOROV

Ako sme už spomínali v kapitole Geologická stavba širšieho okolia, výstup karbonátov v okolí Bystrianskej jaskyne je viazaný na brachysynklinálnu štruktúru s osou ponárajúcou sa smerom na juhozápad. Do tohto tektonického obrazu vhodne zapadajú získané štruktúrno-geologické údaje z jaskyne.

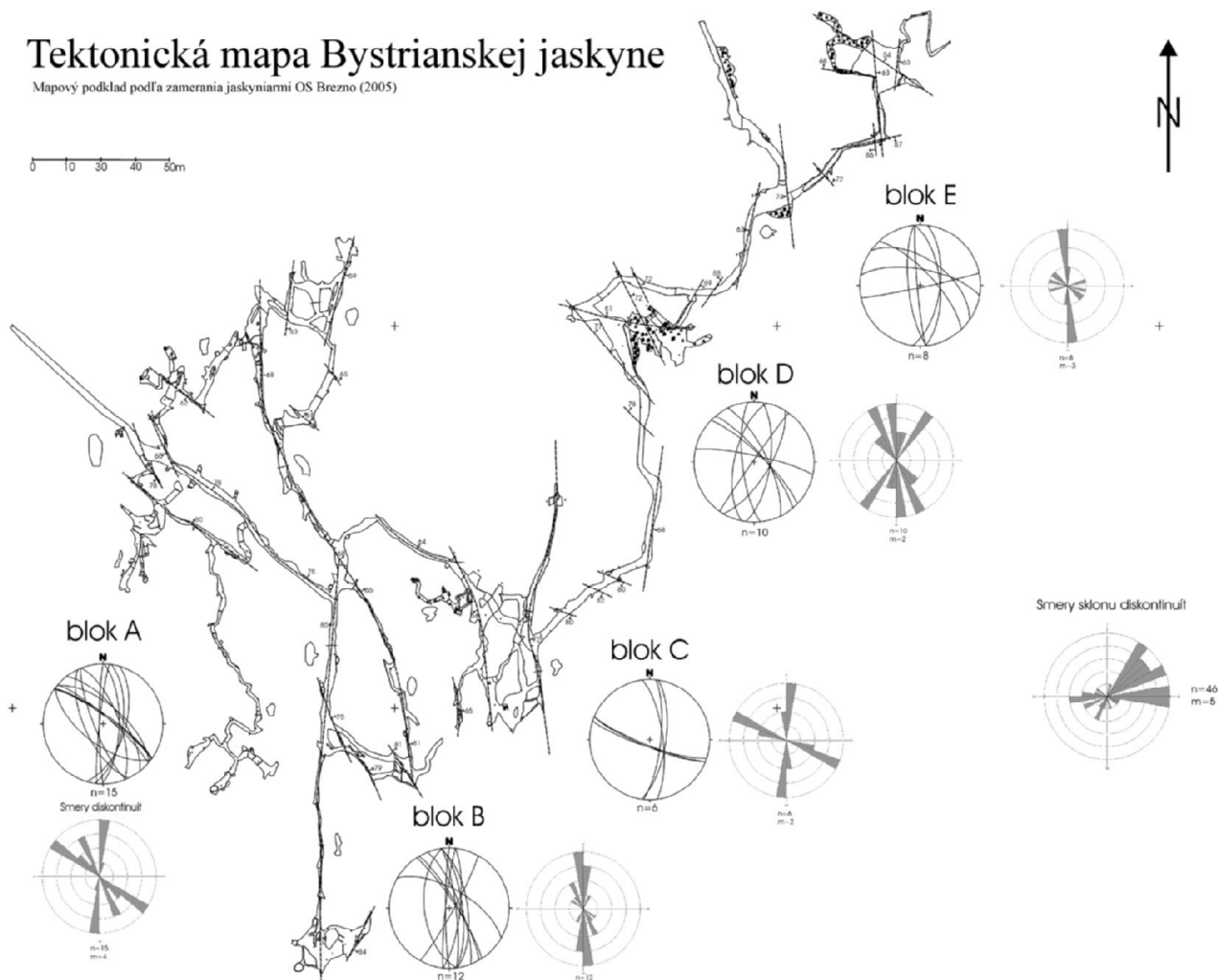
### Tektonická segmentácia karbonátov

Karbonáty celého jaskynného systému sú dislokáciami smeru S – J rozsegmentované na niekoľko blokov, ktoré sme od západu k východu označili veľkými písmenami od A po E. V najzápadnejšom bloku jaskyne „A“ sú vápence generálne uložené v smere V – Z so sklonom okolo 15° – 35° k juhu. Prevažujú tu sivé doskovité vápence, v severnej časti bloku aj s vložkami dolomitov a tmavosivých rohovcových vápencov. Blok je z východnej strany ohraničený výrazným vertikálnym zlomom (chodba do Mostárenskej siene). Je porušený diskontinuitami prevažne S – J a SZ – JV smeru so sklonom na V a SV. V ďalšom bloku „B“ sú karbonáty uložené v generálnom smere VSV – ZJZ so sklonom 10° až 30° na JJZ. Výstup dolomitov a tmavých rohovcových vápencov sa tu viac-menej koncentruje na južný a severozápadný okraj bloku. Blok je od východu ohraničený zlomom, ktorý prebieha po Riečisku. Generálne v ňom prevažuje S/J smer diskontinuit s úklonom na V. Smer vápencových lavíc v bloku C je S – J so sklonom 25° k západu, len v jeho južnej časti sa stáčajú smerom na SV – JZ. Vystupujú tu dolomity s tmavými rohovcovými vápencami vo veľmi strmých úklonoch. Blok z východu ohraničuje výrazná dislokácia SSV – JJZ, ktorá v južnej časti chodby k Peklu vytvára aj tektonické zrkadlo. Západné ohraničenie bloku C tvorí zvlnená porucha SSV – JJZ smeru. Zastúpené sú aj priečne zlomy SZ – JV smeru prechádzajúce naprieč jaskynnou chodbou. Smery karbonátových vrstiev v bloku D sú opäť V – Z, len v južnej polovici sa stáčajú na SV – JZ. Zaujímavé je, že kým v severnej časti bloku sú vápencové dosky a lavice uklonené v uhle okolo 20° – 30°, smerom k juhu sú čoraz strmšie, okolo 50° – 55°. Križovanie diskontinuit SZ – JV a SV – JZ smeru štruktúrne podmienilo mohutné rútenie v priestore Pekla. Blok D je z východu ohraničený mohutnou dislokačnou líniou, ktorá prebieha cez Zrútený dóm a vytvára tu aj ukážkové mohutné tektonické zrkadlo. Dóm vznikol rútením blokov pozdĺž dvoch významných tektonických línií SSV – JJZ a SSZ – JJV smeru. Blok E je tvorený prevažne dolomitmi. Najvýraznejšie je porušený diskontinuitami SSZ – JJV smeru. Menej sú zastúpené zlomy SZ – JV a SV – JZ smeru.



# Tektonická mapa Bystrianskej jaskyne

Mapový podklad podľa zamerania jaskyniami OS Brezno (2005)



Obr. 10. Tektonická mapa Bystrianskej jaskyne. Zostavil: J. Psočka

Fig. 10. Tectonic map of the Bystrianska Cave. Compiled by J. Psočka

## Zlomová tektonika

Na základe zistení v jaskyni najmarkantnejšie sa prejavujú dislokačné línie smeru S – J, SSZ – JJV so strmými úklonmi na V a SV, ktoré segmentujú karbonátový masív na vyššie spomínané bloky. V mnohých prípadoch sú na nich vyvinuté zlomovo-korózne chodby (chodba k Mostárenským sieňam, Riečisko, chodby medzi Katakombami a Peklom) alebo sa prejavujú tektonickými zrkadlami (za Katakombami, v Zrútenom dóme). Tento smer zlomov korešponduje aj s dislokáciami zistenými geologickým mapovaním na povrchu. Tektonické línie smeru S – J, ktoré oddeľujú jednotlivé karbonátové kryhy, sú vyznačené na geologickej mape mierky 1 : 50 000 (Biely a kol., 1992). Na tektonických zrkadlách za Katakombami a v Zrútenom dóme možno pozorovať kalcitové striácie v smere ↓ SV – JZ, čo dokladá vzájomný šikmý pokles horninových blokov. Druhou významnou skupinou diskontinuit sú zlomy SZ – JV smeru s úklonom na SV. Najmenej sa v jaskyni prejavujú zlomy smeru SV – JZ, ktoré podmienili vznik len niektorých chodieb.

## Vrásová tektonika

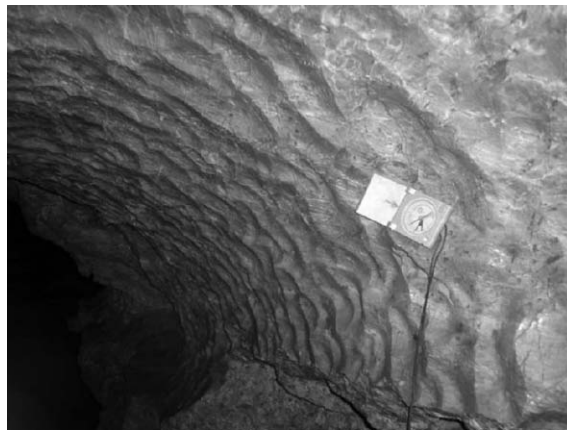
Karbonátové vrstvy okolia Bystrianskej jaskyne boli počas alpínskeho orogénu zvrásnené do brachyštruktúry so smerom osi SV – JZ. Táto synforma bola potom zlomami smeru S – J rozsegmentovaná do menších blokov, ktorých môžeme v jaskyni rozlíšiť až šesť. Na základe meraní smeru a sklonu karbonátových vrstiev môžeme tvrdiť, že sú v jaskyni uložené v generálnom smere Z – V so sklonom okolo 20° – 30° k juhu, t. j. tvoria súčasť severného ramena brachysynklinály. Karbonátové vrstvy sú v jaskyni pomerne málo zvrásnené, prevažujú monoklinálne úklony v jednotlivých tektonických blokoch. Vrásové deformácie možno miestami pozorovať v prípade tenkodoskovitých tmavých vápencov napr. pri Križovatke alebo

v Katakombách. Miernejšie vrásové ohyby sú badateľné aj v sivých doskovitých vápencoch pri východe prehliadkovej trasy na povrch.

### Vzťah tektoniky k tvorbe podzemných chodieb jaskyne

Vo vzniku a vývoji podzemných chodieb jaskyne sa prejavujú tak vrásové, ako aj zlomové štruktúry. Výraznejšie sú zlomové chodby spravidla s lineárnym priebehom, s úzkym a vysokým profilom. Výška niektorých zlomových chodieb môže siahať aj do niekoľkých desiatok metrov. Najvýraznejšou zlomovou chodbou je úsek k Mostárenským sieňam. Môžeme ho sledovať v dĺžke 110 m. Ďalšou zlomovou chodbou je Riečisko; chodba hrá dôležitú úlohu v odvádzaní krasových vôd od starých ponorov na nive potoka Bystrianka. Zlom v chodbe za Katakombami sa prejavuje tektonickým zrkadlom, ale spôsobil aj rozšírenie podzemného priestoru mechanickým rútením v oblasti Pekla. Podobným spôsobom sa rozšírili priestory v oblasti Zrúteného domu. Vo vývoji podzemných chodieb sa prejavujú aj zlomy SZ – JV, ktoré D. Kubíny (1956) označil ako „pričné“. Pozdĺž nich je vyvinutá vstupná chodba a paralelné úseky.

Ďalšie podzemné chodby sú vyvinuté rovnobežne s priebehom vrstiev. Sú to úseky pred Kaplnkou, od Križovatky ku Katakombám a samotné Katakomby. Domnievame sa, že ich prvopočiatočné štádiá boli vytvorené prúdiacou vodou po vrstevných plochách a neskoršie boli rozšírené eróznou a koróznou činnosťou podzemných tokov. Na stenách oválnej chodby pred Kaplnkou sú dobre zachované vírové lastúrovité jamky (*scallops*), ktoré svedčia o freatickom prúdení podzemných vôd.



Obr. 11. Vírové jamky svedčia o korózii prúdiacej freatickej vody pred Kaplnkou. Foto: E. Gaál  
Fig. 11. Scallops give evidence of flowing phreatic water corrosion near the Chapel. Photo: E. Gaál

### ZÁVER

Získané poznatky môžeme zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Bystrianska jaskyňa je vytvorená v sivých až tmavosivých lavicovitých (pseudoreiflinských) vápencoch s polohami tmavosivých doskovitých rohovcových (reiflinských) vápencov a sivých lavicovitých dolomitov, ojedinele s alodapickými vložkami svetlých i brekciovitých vápencov. Usadili sa na dne plytkej panvy v rámci intrakontinentálnych depresií neritika šelfovej zóny. Vek vápencov je podľa analógie s ostatnými lokalitami ladin až kordevol (stredný až vrchný trias, približne 230 – 220 mil. rokov).

2. Z tektonického hľadiska tieto karbonáty prináležia bystrianskemu príkrovu, ktorý zodpovedá spodnej čiastkovej jednotke chočského príkrovu hronika.

3. Karbonáty Bystrianskej jaskyne vystupujú v severnom ramene brachysynklinály, ktorá je zlomami rozsegmentovaná na niekoľko blokov. V jaskyni sa najmarkantnejšie prejavujú zlomy smeru S – J a SZ – JV, zlomy SV – JZ smeru sú zastúpené podradne.

4. V tvorbe podzemných priestorov jaskyne sa výrazne prejavili najmä zlomy smeru S – J, ktoré miestami spôsobili aj zrútenie dutín (Mostárenská sieň, Peklo, Zrútený dóm, Partizánska sieň). Niektoré úseky smeru SZ – JV (vstupná chodba, pred Kaplnkou, pred Katakombami) alebo SV – JZ (Katakomby) sa vytvorili po vrstevných plochách karbonátov.

**Podakovanie:** Vyjadrujeme našu vďaku jaskyniarom z oblastnej skupiny SSS Brezno za výborný mapový podklad jaskyne a Ľ. Múkoví za podnetnú diskusiu. Ďakujeme aj správcovi jaskyne J. Vrabcovi za iniciatívnu pomoc pri terénnych prácach.

### LITERATÚRA

BELLA, P. 1998. Fluviálna modelácia Bystrianskej jaskyne. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 36–43.

BIELY, A. – BEŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – BUJNOVSKÝ, A. – HALOUZKA, R. – IVANIČKA, J. – KOHÚT, M. – KLÍNEC, A. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MIKO, O. – PULEC, M. – PUTIŠ, M. – VOZÁR, J. 1992. Geologická mapa Nízkyh Tatier 1:50 000. GÚDŠ, Bratislava.

BIELY, A. – BUJNOVSKÝ, A. – VOZÁROVÁ, A. – KLINEC, A. – MIKO, O. – HALOUZKA, R. – VOZÁR, J. – BE-  
ŇUŠKA, P. – BEZÁK, V. – HANZEL, V. – KUBEŠ, P. – LIŠČÁK, P. – LUKÁČIK, E. – MAGLAY, J. – MOLÁK, B. – PULEC,  
M. – PUTIŠ, M. – SLAVKAY, M. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1:50 000. GS SR,  
Bratislava, 232 s.

DROPPA, A. 1957. Speleologické problémy Bystrianskej jaskyne. *Krásy Slovenska*, 34, 2, 75–78.

JIRMEROVÁ, J. 1973. Stará jaskyňa na Bystrej. *Krásy Slovenska*, 50, 12, 558–560.

KOVALČÍK, J. 1951. Bystrianska jaskyňa. *Krásy Slovenska*, 28, 10, 253–256.

KUNSKÝ, J. 1936. Bystranská jeskyně v Nízkých Tatrách. *Krásy Slovenska*, 15, 3, 44–48.

KUBÍNÝ, D. 1956. Geologicko-speleologický výskum „Bystriansko-valaštianskeho jaskynného systému“. *Krásy Slovenska*, 33, 7, 263–265.

KUBÍNÝ, D. 1974. Správa o geologických a speleologických pomeroch prepadového územia vo Valaskej  
pri Brezne. *Slovenský kras*, 12, 135–156.

MELLO, J. – ELEČKO, M. – PRISTAŠ, J. – REICHWALDER, P. – SNOPKO, L. – VASS, D. – VOZÁROVÁ, A. – GAÁL,  
E. – HANZEL, V. – HÓK, J. – KOVÁČ, P. – SLAVKAY, M. – STEINER, A. 1997. Vysvetlivky ku geologickej mape  
Slovenského krasu 1:50 000. GS SR, Bratislava, 255 s.

ROTH, Z. 1939. Několik poznámek k stratigrafickému rozdělení triasu chočské série v okolí Lopeje a Pod-  
brezové na Slovensku. *Příroda*, 32, 3, Brno.

TULIS, J. – KOŠÍK, M. 1998. Potvrdenie nálezů aragonitu v Bystrianskej jaskyni. In P. Bella, Ed. Výskum,  
využívání a ochrana jaskýň, zborník referátov. *Liptovský Mikuláš*, 21–23.

VYTRÍSALOVÁ, J. 1959. Nové jaskynné objavy na Bystrej. *Krásy Slovenska*, 36, 2, 66–68.