

VZTAH STRUKTUR, STRATIGRAFIE A KRASOVĚNÍ VE ZBRAŠOVSKÝCH ARAGONITOVÝCH JESKYNÍCH

Relation of structures, stratigraphy and karstification in the Zbrašov Aragonite Caves

Josef Havíř¹, Ondřej Bábek², Jiří Otava³

¹Ústav fyziky Země, PřF MU, Tvrdeho 12, 602 00 Brno a Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno;
e-mail:Josef.Havir@ipe.muni.cz

²Katedra geologie PřF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc; e-mail: babek@prfnw.upol.cz

³Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; e-mail otava@cgu.cz

(25-14 Valašské Meziříčí)

Key words: *Upper Devonian, conodonts, joints, thrust faults, cleavage*

Abstract

The influence of structural pattern and stratigraphic relations on karstification of Upper Devonian limestones of the Macocha and Líšeň formations is discussed. Subvertical joints are considered as main factor controlling the development of cave corridors. Locally the directions of passages are influenced by faults. The time gap of two conodont zones documented within the caves most probably corresponds to the most karstified zone of the whole region. Recently, a new adit uncovered small thrust faults in crinoidal and nodular limestones with the common regional SE vergency.

Úvod

V rámci základního geologického mapování oblasti Maleník – Poodří, projektu 6207 ČGS jsme se pokusili propojit několik výzkumných metod na poměrně malé ploše. Důvodem je výjimečnost a pestrost geologických jevů v této mimořádně zajímavé Národní přírodní památce (oficiálně vyhlášena 8/7/2003). Téměř ve všech případech bude možno výsledky výzkumu aplikovat na širší okolí. Článek pouze informuje o prvních výsledcích, podrobnější informace budou publikovány samostatně a budou korelovány se širším okolím v rámci mapování na listu 1:25 000 Kelč 25-141.

Strukturní poměry a jejich vliv na průběh chodeb

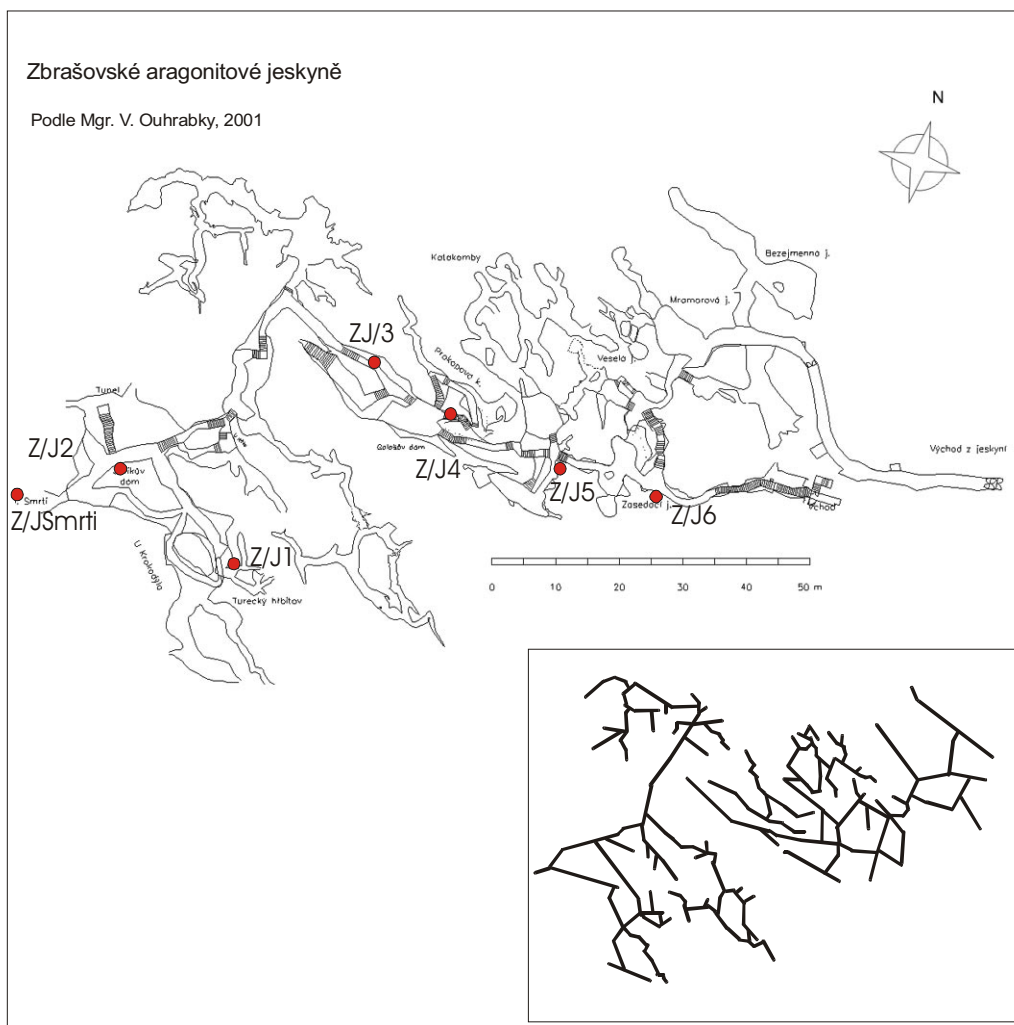
Krasové dutiny mají v prostoru Zbrašovských jeskyní výrazný vertikální charakter. Bohužel však není k dispozici dostatečně přesný plán jeskyní, který by umožnil statisticky vyhodnotit orientaci krasových dutin ve vertikálních řezech. Na základě přesného horizontálního plánu Zbrašovských jeskyní byly orientace krasových prostor zobrazeny jednoduchým síťovým modelem, v němž byly jednotlivé úseky přirozených (krasových) chodeb nahrazeny orientovanou úsečkou (obr. 1). Jeskynní chodby jsou orientovány převážně ve směru ZSZ–VJV až SZ–JV (obr. 2). Orientace jeskynních chodeb byla porovnána s orientacemi plošných struktur, které byly měřeny v prostorách návštěvní trasy, v Prokopově jeskyni, v Jeskyni smrti a v první části nově ražené štoly (v blízkosti Zasedacího sálu).

Velmi zřetelným plošným prvkem dobře pozorovatelným ve vápencích v celém prostoru Zbrašovských jeskyní jsou plochy foliace uklánějící se převážně k SZ (obr. 3). Deformační původ této foliace byl jednoznačně doložen

již v příspěvku Šteffana a Melichara (1996). Ve východní části má foliace převážně charakter klivážových puklin. V západní části jeskynních prostor pak plochy deformační foliace omezují drobné (řádově decimetrové až metrové) tektonické šupiny karbonátů.

Se vznikem šupinové stavby vápenců souvisí také vznik větších tektonických struktur uklánějících se převážně k SZ (obr. 3). Nejdůležitější z těchto struktur je tektonická zóna označena Stáhalíkem v roce 1997 jako dislokace křtitelnice (viz Stáhalík 1997–2000), jejíž jednotlivé plochy se významně podílí na prostorovém omezení krasových dutin v sz. části Zbrašovských jeskyní. Ve všech případech bylo u těchto tektonických struktur pozorováno stáčení ploch deformační foliace do plochy dislokace (na řadě míst mají dislokace až charakter „mezifoliačních prokluzů“), což svědčí o genetickém vztahu mezi dislokacemi a foliáci. Časté jsou přízломové vrásky decimetrových rozměrů ukazující na přesmykový charakter dislokací. Dislokace se velmi často se větví a přecházejí jedna do druhé. Jejich plochy jsou nerovné, jak hodnoty azimutu směru tak i hodnoty sklonu varírují v případě jednotlivých ploch až o desítky stupňů. K SZ ukloněné dislokace lze pokládat za plochy omezující velké tektonické šupiny řádově nejméně desetimetrových či stametrových rozměrů. Zjištěná komplikovaná šupinová stavba vápenců byla vytvořena v průběhu variské deformace při kompresi orientované přibližně ve směru SZ–JV. Jak na plochách foliace tak i na plochách dislokací je tato komprese doložena kinematickými indikátory ukazujícími na přesmykové pohyby. Deformační foliace i dislokace však byly po vzniku šupinové stavby několikrát opět reaktivovány, o čemž svědčí další (mladší) kinematické indikátory dokládající následné pohyby charakteru poklesů, šikmých násunů i šikmých poklesů.

Dalšími strukturami pozorovanými v prostorách Zbrašovských jeskyní jsou pukliny. Nelze na nich doložit



Obr. 1 – Schematický náčrt síťového modelu orientace krasových chodeb Zbrašovských jeskyní a lokalizace vzorků na konodonty.

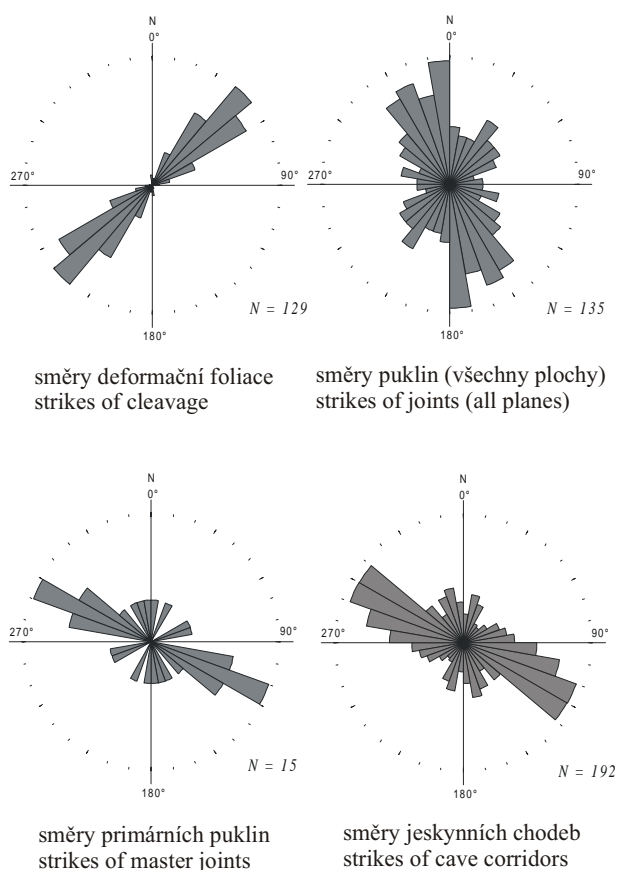
Fig. 1 – Schematic net model of orientations of natural corridors in the Zbrašov caves and localisation of the conodont samples.

významnější střížný pohyb, jen zcela výjimečně bylo na těchto plochách nalezeno rýhování ukazující na jejich reaktivaci a jen v jednom případě bylo toto rýhování nalezeno na ploše jejíž rozměr přesahoval rozměr krasové dutiny. Pukliny mají rovné plochy, které přesekávají ale vzájemně neposouvají plochy foliace, případně jsou na plochách foliace a na plochách k SZ upadajících dislokací ostře zakončovány. Někdy na ostře ukončené pukliny navazují po řádově centimetrovém odsazení nové puklinové plochy (step-over). V prostorách „U ježka“ bylo pozorováno křížení velké strmé pukliny s dislokací náležející k tektonické zóně křtitelnice. Žádná z ploch druhou strukturu neodsazovala, což dokazuje jednak menší stáří strmé pukliny a jednak neexistenci významnějšího střížného pohybu podél této puklinové plochy.

Pukliny jsou převážně strmé (až subvertikální), jejich orientace je ovšem velmi nejednotná (obr. 3). Nejčetnější jsou pukliny směru S–J a SZ–JV až SSZ–JJV (obr. 2), které jsou ovšem reprezentovány především drobnými sekundárními plochami. Podobně také systém strmých

puklin směru přibližně SV–JZ je tvořen zejména drobnými sekundárními strukturami. Primární pukliny reprezentované rozsáhlými rovnými puklinovými plochami, jejichž rozměr přesahuje rozměr krasových dutin (včetně velkých dómů) jsou orientovány především ve směru ZSZ–VJV až SZ–JV (obr. 2) a jsou bez výjimky strmě ukloněné či vertikální (obr. 3). Primární pukliny tak vytváří systém, který je přibližně kolmý na plochy omezující tektonické šupiny (plochy deformační foliace a s ní spjaté dislokace).

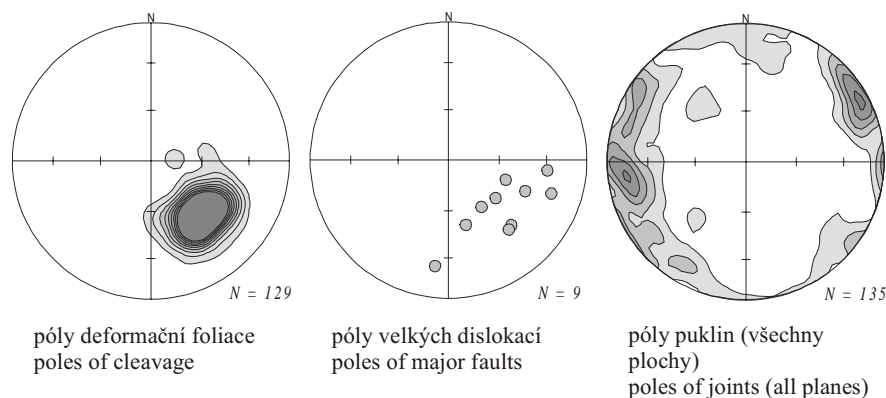
Porovnání přednostní orientace jeskynních chodeb s orientacemi plošných prvků ukazuje úzký vztah chodeb k primárním puklinám. Drobné odchylky v přednostní orientaci chodeb a primárních puklin směru ZSZ–VJV až SZ–JV jsou statisticky nevýznamné. Extrémně vysoké hodnoty sklonu primárních puklin velmi usnadňují jejich využití při tvorbě vertikálních krasových struktur (komínů a pod.), které hrají v hranickém krasu významnou úlohu. Ostatní plošné struktury se na celkové orientaci jeskynních prostor podílejí výrazně menší měrou, lokálně však mohou také hrát důležitou roli při omezení krasových dutin.



Obr. 2 – Růžicové diagramy směrů plošných struktur a jeskynních chodeb v prostoru Zbrašovských jeskyní.
Fig. 2 – Rose diagrams of orientations of planar structures and natural corridors in the Zbrašov caves.

Deformace sedimentární výplně krasových dutin

V nově ražené štole (Barborka) v metrů 40 byly nalezeny jíly rudického typu, které byly postiženy křehce duktilní kompresní deformací. Deformace se projevila mj. vznikem drobných dislokací s ohlazenými plochami a s rýhováním ukazujícím na přesmykový charakter pohybu (přesmyky, šikmé přesmyky). Pozorovaná deformace je jak svým stylem, tak orientací vytvořených křehkých poruch velmi podobná deformaci zjištěné v roce 2003 v totožných sedimentech v dutinách vápenců macošského souvrství v lomu Skalka (Cementárna Hranice).



Obr. 3 – Konturové a bodové diagramy pólů ploch deformační foliace, zlomů a puklin v prostorách Zbrašovských jeskyní.
Fig. 3 – Contoured and point diagrams of the cleavage planes, faults and joints in the Zbrašov caves.

Litologie a litostratigrafie vápenců, jejich deformační postižení

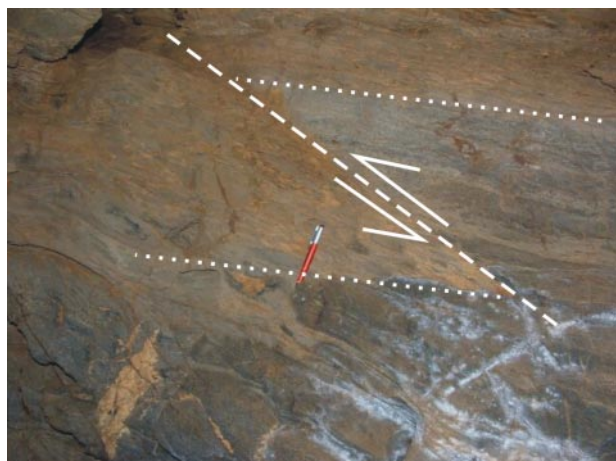
U vchodu do ZAJ jsou odkryty světle šedé vápence s plasticky deformovanými relikty amfipor, rugózních korálů a krinoidů, které interpretujeme jako vilémovické vápence. Jejich mocnost ve směru kolmém na foliaci je 5,5 m. Z těchto vápenců nebyl odebrán žádný vzorek na konodonty.

V jejich nadloží vystupují masivní, hrubozrnné kalcienity až jemnozrnné kalciturdity s podpůrnou strukturou klastů. Mikroskopicky se jedná o hrubozrnný packstone s mikrosparitickou matrix. Mezi alochemy dominují fragmenty a kolumnály krinoidů, max. velikost 6,0 mm, dále ostrohranné drobné úlomky fosforitů a drobná bioklastová drť. V hornině jsou patrné stopy tlakového rozpouštění v podobě „fitted fabric“. Ve stěně byly zastíženy čokovité žilky s nepravidelným průběhem, s mocností až 3 cm, vyplněné koncentrickými vrstvami tmavě šedého až černého hrubozrnného fibrózního kalcitu. Kalcitová výplň je silně deformovaná, deformace se projevuje výrazným zakřivením dvojčatných lamel. Koncentrickou stavbou a barvou výplně se tyto „žilky“ výrazně liší od post-tektonických žilek vyplněných bílým kalcitem.

Mocnost tohoto sledu kolmo k foliaci je 6,0 m. Z báze krinoidových kalcienitů (obr. 1 a 5) byl odebrán konodontový vzorek Z/J-6 (5,5 m nad bází profilu).

Lavicovité krinoidové kalcienity až kalciturdity byly rovněž zastíženy v únoru 2004 při dokumentaci přirozené dutiny (Barborka) na niž narazila průzkumná spojovací štola. Výrazný litologický kontrast s nadložními hlízatými až plástevnatými vápenci umožnil dokumentovat a měřit strmé drobné přesmyky s jv. vergencí (obr. 4)

V nadloží krinoidových kalcienitů, podél náhlé litologické hranice vystupují tmavě šedé až černé kalcilitity, které s rychle střídají s neprůběžnými nebo průběžnými laminami vápnitých břidlic. Tyto vápence interpretujeme jako laminované nebo hněvotínské vápence. Mikroskopicky se jedná o lime mudstone s vzácnými a velmi drobnými bioklasty, převážně spikulami, drobnými krinoidy a radiolářiemi, které plavou v jemnozrnné mikrosparitické matrix. Při bázi profilu se tyto kalcilitity střídají podle ostrých zrnitostních hranic s jemnozrnnými kalcienity - wackestone s fragmenty a kolumnály krinoidů místy s obrůstajícím syntaxiálním tmelem, drobnými bioklasty a tenkými, vyválcovanými intraklasty, které plavou v mikro-



Obr. 4 – Doklad šupinové stavby vápenců – drobný přesmyk dislokující litologické rozhraní hlízatých a krinoidových organodetrinitických vápenců (směr pohybu generálně k JV).

Fig. 4 – Prove of sliced architecture of limestones – small thrusts shifting the lithological border of nodular and crinoidal biotrital limestones. Direction of movement generally to SW.

sparitické matrix. Silné deformační postižení se projevuje zakřivením dvojčatných lamel syntaxiálního kalcitu a rozposouváním bloků kalcitu podél dvojčatných lamel do podoby “knih na regále” (“book-shelf” structure).

Tyto vápence jsou odkryty v celkové mocnosti cca 55 m kolmo k foliaci a pokračují až na konec jeskyně do Jurikova domu a jeskyně Smrti. Z tohoto sledu bylo odebráno 6 konodontových vzorků: Z/J-5 (13 m nad bází profilu), Z/J-4 (23 m), Z/J-3 (36 m), Z/J-1 (48 m), Z/J-2 (57 m) a Z/J.Smrti (65 m).

Úložné poměry, petrografie a biostratigrafická data společně svědčí pro to, že v ZAJ je zachován sedimentární přechod od vilémovických vápenců do vápenců laminovaných (hněvotínských). Do svrchní části vilémovických vápenců můžeme řadit i část profilu v intervalu 5,5 až 13,3 m s hrubozrnnými a jemnozrnnými krinoidovými kalciarenity. Stáří vilémovických vápenců v ZAJ spadá do frasnského zónového intervalu *Pa. punctata* až *Pa. rhenana*.

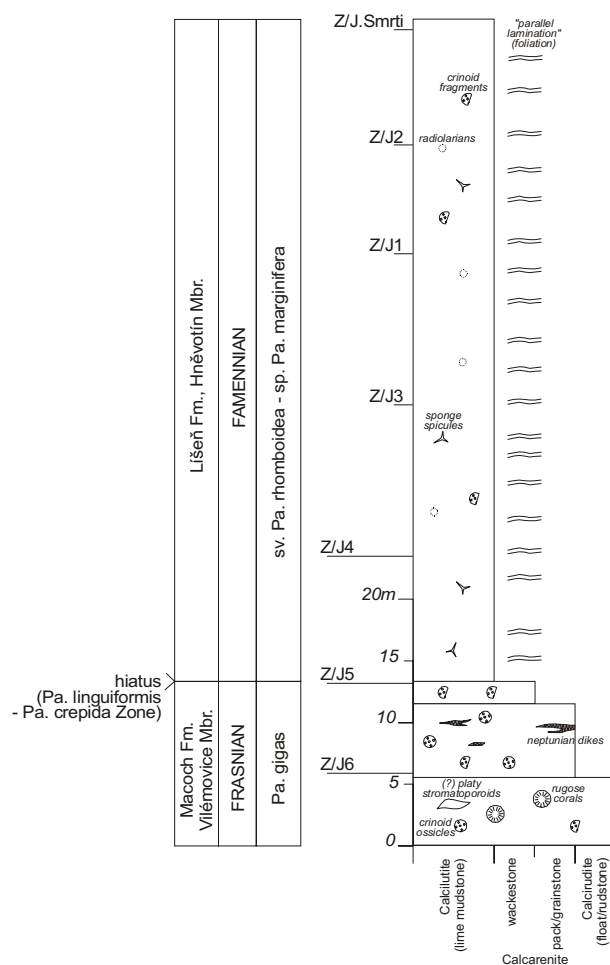
Mezi vilémovickými a laminovanými vápenci je vyvinut mohutný hiát zahrnující konec frasnú a část spodního famenu, zóny *Pa. linguiformis* až *sv. Pa. crepida*. Právě v souvislosti s tímto hiátem patrně vznikaly dutiny později vyplňované famenským sedimentem. Tyto dutiny mohly vznikat v důsledku vymoření a karstifikace nebo jako klasické neptunické žíly, tzn. brekciací horniny v důsledku tektonického neklidu. Od zóny *Pa. rhomboidea* (svrchní část spodního famenu) výše je obnovena sedimentace, tentokrát relativně hlubokovodních, pelagických karbonátů. Zahájení sedimentace je patrně provázeno výplní předchozích dutin fibrózním kalcitovým cementem, který obsahuje famenské konodonty. Celá mocnost pelagických (laminovaných) vápenců na profilu (55 m) spadá do intervalu *sv. Pa. rhomboidea* až *Pa. marginifera*.

Také všechna ostatní publikovaná biostratigrafická data z laminovaných vápenců v blízkosti Teplic nad Bečvou a z hranické propasti spadají do zóny *Pa. marginifera* (Bábek a Novotný 1999, Dvořák a Friáková 1978). Na základě úložných poměrů vyplývá, že zóna *Pa. marginifera* vyvinutá v této litofacii pravděpodobně dosahuje mocnosti až okolo první stovky metrů, alespoň ve směru kolmém k foliaci. Tektonické procesy související s vývinem foliace (= „laminace“) však mohly původní pravou mocnost sedimentu před deformací značně zkreslit (opakování stratigrafického sledu, izoklinální vrásy, vysoký úhel mezi původní vrstevnatostí a deformační foliací).

Závěry

Prvními výsledky studia vzájemných souvislostí krasovění, strukturální geologie a stratigrafie ve svrchně-devonských vápencích Zbrašovských aragonitových jeskyní (ZAJ) lze stručně shrnout do následujících poznatků:

- 1) Nejprůzračnějším strukturálním prvkem pro vývoj jeskynních chodeb byly subvertikální primární pukliny (viz obr. 1 a 2). Vliv zlomů je pouze lokální.



Obr. 5 – Stratigrafický a litologický profil ZAJ ve směru kolmém na kliváž (foliaci).
Fig. 5 – Stratigraphic and lithologic section in the caves perpendicular to cleavage.

- 2) Konodontová stratigrafie odhalila, že ve vápencovém profilu ZAJ v intervalu frasn – famen chybí dvě konodontové zóny (viz obr. 5), což mohl být faktor, který primárně příznivě ovlivnil intenzitu krasovění a vznik systému.
- 3) Kliváž (střední úklony k SZ) i vergence přesmyků (k JV) v ZAJ je v souladu s okolním regionálním trendem a je velmi čitelná na litologickém rozhraní krinoidových a hlíznatých vápenců v dutinách na něž narazila nová štola (obr. 4)

Poděkování

Poděkování kolektivu autorů patří Barboře Šimečkové, vedoucí správy Zbrašovských aragonitových jeskyní a její pracovní skupině, za vytvoření skvělých pracovních podmínek, zpřístupnění archivních materiálů a stálou podporu.

Literatura:

- Bábek, O. – Novotný, R. (1999): The Hněvotín Limestone Neostatotype Locality Revisited: A Conodont Biostratigraphy and Carbonate Microfacies Approach, Moravia, Czech Republic. – Acta Univ. Pal. Olom, Fac. Rer. Natural., Geologica, 36, 63–68. Olomouc
- Bábek, O. – Sedlák, P. (2000): Konodontová biostratigrafie hádsko-říčských vápenců u Grygova. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 78–81. Brno
- Bábek, O. – Kalvoda, J. (2001): Compositional Variations and Patterns of Conodont Reworking in Late Devonian and Early Carboniferous Calciturbidites (Moravia, Czech Republic). – Facies, 44, 211–226. Erlangen
- Dvořák, J. – Friáková, O. (1978): Stratigrafie paleozoika v okolí Hranic na Moravě. – Výzk. Práce Ústř. Úst. Geol., 18ú, 5–50. Praha
- Friáková, O. (1964): Konodonti z mantiocerasového stupně hranického devonu. – Věst. Ústř. Úst. geol., 39, 1, 13–17. Praha
- Friáková, O. (1972): Stratigrafie hraničních zón devon / karbon v jižní facii paleozoika u Hranic na Moravě. MS, 60 p. PřF UJEP Brno
- Chlupáč, I., Zikmundová, J., Zukalová, V. (1969): Fauny moravského devonu a jejich paleogeografické vztahy. – Věst. Ústř. Úst. geol., 44, 3, 155–156. Praha
- Krejčí Z. (1991): Konodontová společenstva svrchního devonu na Moravě. – (MS) Kandidátská disertační práce, ČGÚ Brno, 100 str.
- Stáhalík, J. (1997–2000): Strukturní mapa ZAJ – torzní podklady, rukopisné vysvětlivky a poznámky, kopie map. – MS archiv ZAJ (zaarchivováno 12.11.2001)
- Šteffan, M. – Melichar, R. (1996): Tzv. plástevnaté vápence a tektonika Hranického krasu. – Seminář Skupiny tektonických studií, Jeseník 26.–29. duben 1996, Program, abstrakta, exkurzní průvodce, 48.