

Datování sedimentárních výplní v Bozkovských dolomitových jeskyních

Dating of sedimentary fill in Bozkovské Dolomite Caves

Pavel Bosák^{1, 3}, Helena Hercman², Jaroslav Kadlec¹, Petr Pruner¹, Petr Schnabl¹

0. Abstract

Sediments in the Bozkovské Dolomite Caves (northern Bohemia) were deposited by periodical floods from allogenic waters. Deposits have rythmical composition with psephitic/psamitic and lutitic members. After fluvial deposition, parts of caves were filled by screes, which upper parts are cemented by carbonates and covered by flowstones and speleothems. Fluvial deposition and accumulation of screes is younger than 780 ka (normal polarized Brunhes chron), partly before ca 240 ka (Th/U age of basal part of flowstones). Numerical dating has indentified at lest 3 phases of speleothem growth: (1) cca 240-205 ka (MIS stage 7); (2) around 11 ka (beginning of Holocene), and (3) younger than 1 ka (subrecent).

1. Úvod

Tým pracovníků Geologického ústavu AV ČR (GLÚ AV ČR) v Praze zpracovával grantový projekt Grantové agentury Akademie věd České republiky č. IAA3013201 (2002-2005) s názvem *Magnetomineralogický a magnetostratigrafický výzkum jeskynních a říčních sedimentů ve středoevropské oblasti*. Cílem grantového projektu byl paleomagnetický a magnetostratigrafický výzkum fluvialních a chemogenních jeskynních sedimentů zaměřený na rekonstrukci vývoje jeskynních systémů a sedimentačních procesů v jeskyních i na povrchu krasových oblastí ve vybraných krasových oblastech. Paleomagnetický a magnetostratigrafický výzkum byl vykonán v řadě jeskyní ČR, mj. i v Bozkovských dolomitových jeskyních.

Bozkovské dolomitové jeskyně (národní přírodní památka) leží v s. Čechách na s. okraji obce Bozkov (okres Semily) na svahu plošiny Na Vápenci (Bozkovská vrchovina). Vznikly v čoče metamorfovaných vápnatých dolomitů prostoupených žilkami křemene a polohami křemenců (silur ponikelské skupiny železnobrodské části krkonošsko-jizerského krystalinika). Jeskynní komplex tvoří dva relativně samostatné systémy chodeb, síní a dóků, které byly při zpřístupňování propojeny štolou a průkopy (obr. 1). Výše položenou část komplexu zvanou Staré Bozkovské jeskyně tvoří křížící se úzké puklinové chodby, které sledují směr hlavních poruch směru. Nové Bozkovské jeskyně, zhruba v úrovni hladiny podzemních vod jsou tvořeny systémem mohutnějších chodeb a dóků. Průběh a tvar chodeb zde výrazně ovlivňují křemenné žíly a křemencové polohy. Nejsevernější část Nových jeskyní se vzhledem k ubíhajícímu svahu téměř dotýká povrchu, její strop je místy silný pouhé 3 m. Celková délka chodeb je 1 060 m a denivelace 43 m.

V jeskyních bylo odebráno 21 pilotních a doplňkových vzorků nepevněných sedimentů a 9 vzorků pevných na radiometrické datování celkem ve 3 profilech (obr. 1). Dva profily byly situovány v z. části Staré jeskyně (U Rokokové panenky a v Listopadové jeskyni a jeden profil (Betlém) v Nové jeskyni.

2. Metodika

Profily sedimenty byly dokumentovány klasickými metodami sedimentárně-petrografického a kvartérně-geologického výzkumu. Laboratorní zpracování nepevněných vzorků (paleomagnetická

analýza) bylo provedeno v paleomagnetické laboratoři GLÚ AV ČR v Praze-Průhonících. Část pevných vzorků byla zpracována v Laboratoři U-series metody v Ústavu geologických věd Polské akademie věd ve Varšavě (ING PAN).

Odběr orientovaných vzorků, laboratorní postupy pro odvození složek remanentní magnetické polarizace

Orientované vzorky pro paleomagnetismus byly odebrány z profilů sedimentů. Nepevněné jeskynní sedimenty byly odebrány do nemagnetických plastových pouzder o objemu 6,7 cm³, zatlačovaných do sedimentárních profilů (obr. 2).

Vzorky byly demagnetovány střídavým polem o velikosti 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80 a 100 mT v přístroji LDA-3 (AGICO s.r.o.). Směry DRM a magnetické momenty vzorků byly měřeny po každém demagnetizačním kroku na rotačním magnetometru JR-5 (Jelínek 1966), magnetická susceptibilita (k_n) na můstku KLY-3 (Jelínek 1973). Pro každý měřený vzorek byl sestaven graf normalizovaných hodnot magnetických momentů v závislosti na použitém demagnetizačním poli, Zijderveldův diagram a stereografická projekce směrů DRM během demagnetizace z přirozeného stavu po maximální použité pole. Směry složek DRM (deklinace, inklinace) byly odvozeny za použití multi-komponentní analýzy (Kirschvink 1980), střední směry příslušných složek DRM vztažených k horizontální poloze hornin byly vypočteny s použitím Fisherovy (1953) statistiky.

Odvození paleomagnetických směrů a polarity

Přestože se jedná o vzorky hornin magneticky měkkých, je možno v průběhu postupného demagnetování střídavým polem (AC) odvodit spolehlivá data týkající se paleomagnetických směrů a určení polarity magnetického pole působícího v době sedimentace. Paleomagnetické polarity (N-normal, R-reverse) jsou uvedeny v tabulkách pro příslušné vzorky jednotlivých lokalit. Soubory vzorků s normální a reverzní polaritou jsou následně korelovány s kalibrovanou geomagnetickou časovou škálou (Cande a Kent 1995).

¹ Geologický ústav, Akademie věd České republiky, Rozvojová 259, 165 02 Praha 6

² Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Polska

³ Inštitut za raziskovanje krasa, Znanstvenoraziskovalni center, Slovenka akademija znanosti in umetnosti, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

Poděkování: Pracovníkům GLÚ AV ČR (Jana Drahotová, Jiří Petráček) děkujeme za technickou spolupráci při měření, vyhodnocování dat a přípravě rukopisu. Za umožnění prací v jeskyních děkujeme Mgr. Dušanu Mílkovi (AOPK – Bozkovské dolomitové jeskyně), jenž poskytl mapu jeskyní. K zajištění výzkumu vydalo MŽP ČR dne 9.7.2002 pod č. 17216/02-OOP/4507/02 výjimku podle § 43 zákona č. 114/1992 Sb. v platném znění. Práce financoval grantový projekt Grantové agentury Akademie věd České republiky č. IAA3013201 (2002-2005) s názvem Magnetomineralogický a magnetostratigrafický výzkum jeskynních a říčních sedimentů ve středoevropské oblasti.

Čes. kras (Beroun), 32 (2006), 36-42, 5 tab., 5 obr.

© Muzeum Českého krasu

ISSN 1211-1643

ISBN 80-903477-1-1

Th/U datování

Byla použita standardní chemická analytická procedura pro separaci U a Th z karbonátových vzorků (Ivanovich a Harmon 1992). Měření aktivit se uskutečnilo na přístroji OCTETE PC (produkce EG&G ORTEC) metodou α -spektrometrie. Analýzy specter a věky byly spočítány programem URANOTHOR 2.5 což je standardní software používaný v Laboratoři U-Series ING PAN ve Varšavě (Gorka 2002). Chyby jsou jedna standardní odchylka. Výsledky analýz získané metodou tvorby isochron a opravené hodnoty aktivit byly spočítány randomizačním postupem (typu Monte Carlo; Hercman a Debaene 2003).

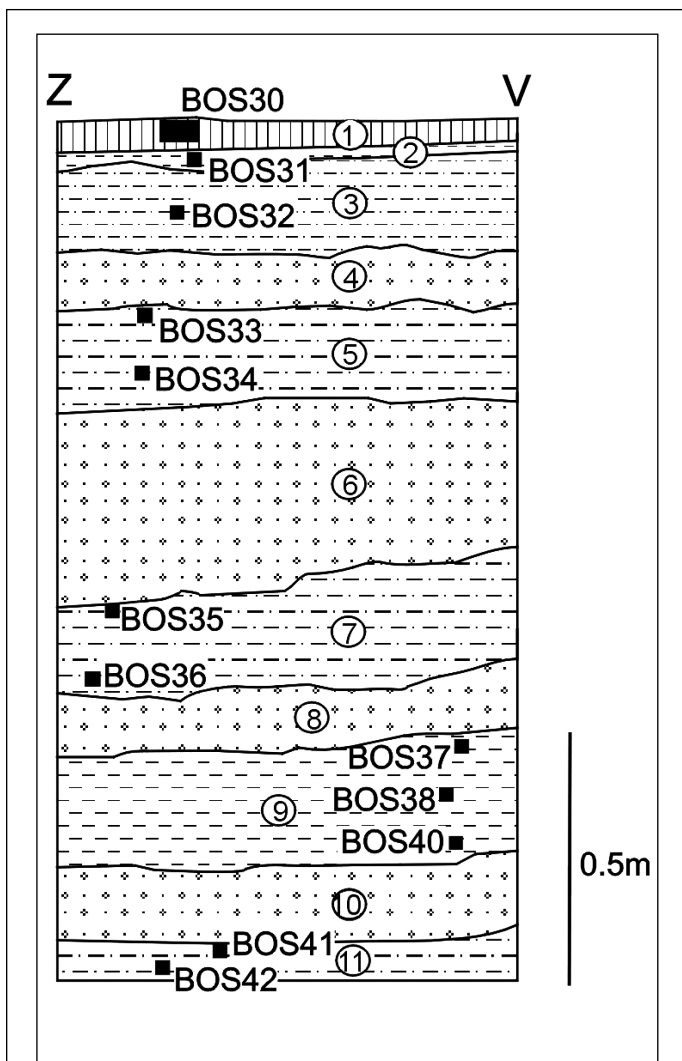
3. Popisy profilů*Betlém*

Profil fluvialními sedimenty měl mocnost zhruba 1,70 m (obr. 3). Byl tvořen střídáním písků, písčitých štěrků s povodňovými lutitami na povrchu. Profil byl kryt tentkou kůrou podlahového sintru: 1 – sintr, šedohnědý, laminovaný, uprostřed vrstvy hruběji krystalický; na bázi až 2 cm mocná vrstvička písčitého štěrku; 2 – jílovitý prach až jíl, hnědý až tmavě hnědý; 3 – písčité prach až prachovitý písek, světle hnědý, laminovaný (mocnost lamin 1-2 mm), ve spodní části útržky tmavšího jílovitého prachu ve světlejším písčitém

sedimentu; 4 – písčité štěrky, šedý, jemně až středně zrnitý, ostrohranné klasty křemene a méně častěji i nekrasových hornin o průměrné velikosti 0,5 cm, ojediněle až 7 cm velké; 5 – písek, prachovitý, žlutohnědý, jemnozrný, v horní části hnědé laminy jílovitého prachu; 6 – písčité štěrky, šedý, jemně až středně zrnitý, ostrohranné klasty křemene a méně častěji i nekrasových hornin o průměrné velikosti 0,5 cm, ojediněle až 7 cm velké; 7 – písek, prachovitý, žlutohnědý, jemnozrný, v horní části hnědé laminy jílovitého prachu; 8 – písčité štěrky, šedý, jemně až středně zrnitý, ostrohranné klasty křemene a méně častěji i nekrasových hornin o průměrné velikosti 0,5 cm, ojediněle až 7 cm velké, na povrchu kameny dolomitu velké až 10 cm; 9 – písčité prach až prachovitý písek, světle hnědý, laminovaný, písčité polohy 1-3 cm mocné; 10 – písčité štěrky, šedý, jemně až středně zrnitý, ostrohranné klasty křemene a méně častěji i nekrasových hornin o průměrné velikosti 0,5 cm, ojediněle až 7 cm velké; 11 – písek, prachovitý, žlutohnědý, jemnozrný.

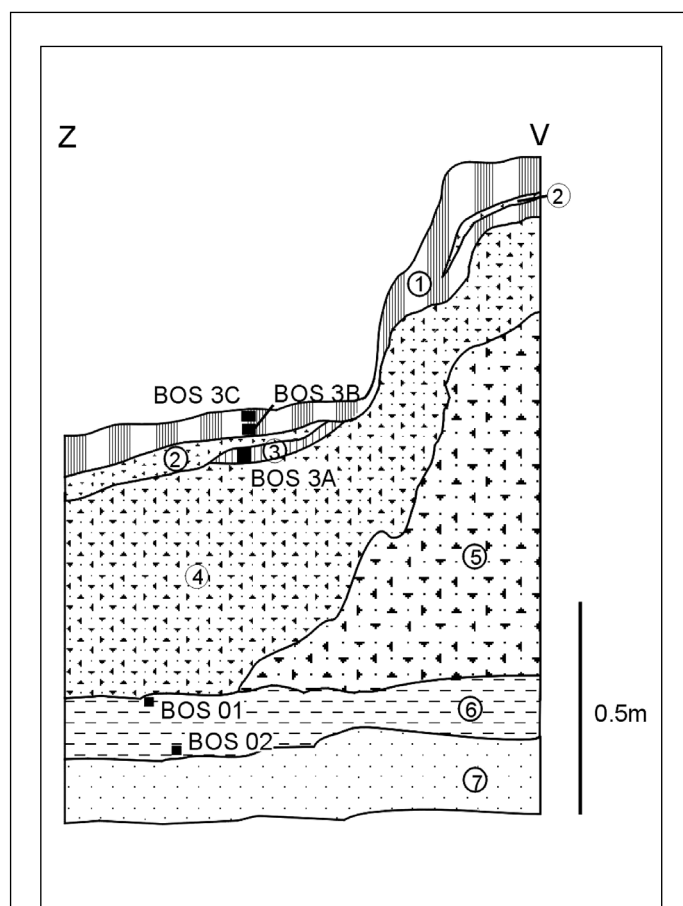
Profil U Rokokové panenky

Profil sedimenty 0,9 až 1,5 m vysoký obsahoval ve spodní části fluvialní sedimenty překryté ostrohrannými sutěmi (obr. 4). Profil byl krytý bočníkovými stalagmity přecházejícími do podlahových sintrů: 1 – sintr, laminovaný, v horní části šedý, porézní, ve spodní části bílý; 2 – suť, drobnozrná, tmelená karbonátem; 3 – sintr, šedý, laminovaný; 4 – suť, prachovito-písčité matrix, průměrná velikost klastů 0,5 cm, maximální velikost 6 cm, převládají nekrasové horniny, tmelená karbonátem; 5 – suť, prachovito-písčité matrix, průměrná velikost klastů 0,5 cm, maximální velikost 6 cm, převládají nekrasové horniny; 6 – prach, slabě písčité, hnědý, světlejší laminy 1-2 mm mocné; 7 – písek, jílovitý, hnědý.



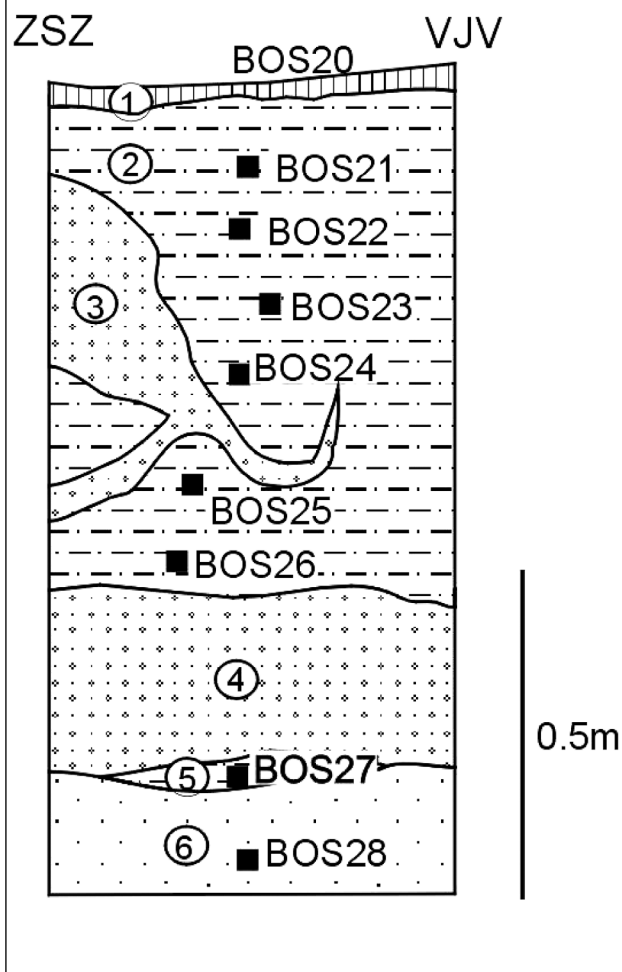
Obr. 3. Betlém. Černé čtverečky označují pozici paleomagnetických vzorků. Popisy vrstev viz text.

Fig. 3. Betlém. Black squares represent position of paleomagnetic samples. For description see the text.



Obr. 4. Profil U Rokokové panenky. Vysvětlivky viz obrázek 3, popisy vrstev viz text.

Fig. 4. Profile at Rokoková panenka. For explanations see Fig. 3.



Obr. 5. Profil v Listopadové jeskyni. Vysvětlivky viz obrázek 3, popisy vrstev viz text.

Fig. 5. Profile in Listopadová jeskyně. For explanations see Fig. 3.

Profil v Listopadové jeskyni

Profil byl 1,25 m mocný a byl tvořen lutitickými a psamitickými sedimenty (obr. 5): 1 – sintr, hnědošedý; 2 – prach písčité, ve spodní části jílovitý; 3 – písek až písčité štěrčík, hnědý, klasty mléčného křemene velké až 1 mm; 4 – písek až písčité štěrčík, hnědý, klasty mléčného křemene velké až 1 mm; 5 – písčité prach až prachovitý písek, hnědý; 6 – písek, hnědý, jemnozrnný.

4. Výsledky paleomagnetických analýz

Betlém. Základní magnetické parametry vykazují značný rozptyl hodnot (tab. 1). Moment magnetizace v přirozeném stavu M_n vzorků je v rozmezí 5,04 až 100 $\text{mA}\cdot\text{m}^{-1}$ a hodnoty objemové magnetické susceptibilit k_n v rozsahu 87 až 238×10^{-6} SI.

Profil U Rokokové panenky. Základní magnetické parametry vykazují střední rozptyl hodnot (tab. 2). Moment magnetizace v přirozeném stavu M_n vzorků je v rozmezí 113 až $431 \text{ mA}\cdot\text{m}^{-1}$ a hodnoty objemové magnetické susceptibilit k_n v rozsahu 117 až 206×10^{-6} SI.

Profil v Listopadové jeskyni. Základní magnetické parametry vykazují střední rozptyl hodnot (tab. 3). Moment magnetizace v přirozeném stavu M_n vzorků je v rozmezí 27,2 až $14,51 \text{ mA}\cdot\text{m}^{-1}$ a hodnoty objemové magnetické susceptibilit k_n v rozsahu 159 až 251×10^{-6} SI.

Výsledná stereografická projekce paleomagnetických směrů jednotlivých vzorků s normální magnetickou polaritou ze všech profilů je znázorněna na obrázku 6. Střední hodnoty paleomagnetických směrů s normální polaritou jsou uvedené v tabulce 4.

5. Výsledky Th/U datování

Výsledky numerického datování jsou v tabulce 5. Výsledky analýz vzorků BOS 7 a BOS 9 byly získány metodou tvorby isochron. Jde o vůbec první výsledky numerického datování z této jeskyně.

Tabulka 1. Základní magnetické parametry – Betlém.

Table 1. Principal magnetic parameters – Betlém.

Č. vzorku	Metráž [cm]	k_n [10^{-6}SI]	M_n [$\text{mA}\cdot\text{m}^{-1}$]	Dgeo	Igeo	Polarita	Typ demagnetizace
BOS31	8	238	94,7	345	38	N	AC
BOS32	17	133	77,1	29	66	N	AC
BOS33	35	133		nelze měřit			AC
BOS34	46	141	100	10	61	N	AC
BOS35	89	98	62	347	60	N	AC
BOS36	101	87	66,5	346	48	N	AC
BOS37	112	152	78,9	351	58	N	AC
BOS38	122	128	5,04	3	60	N	AC
BOS39	132	142	9,61	347	55	N	AC
BOS40	149	103	6,08	357	47	N	AC
BOS41	154	143	7,45	351	44	N	AC

Vysvětlivky: M_n – moment magnetizace v přirozeném stavu, k_n – objemová magnetická susceptibilita v přirozeném stavu, Dgeo – deklinace vektoru magnetického pole, Igeo – inklinace vektoru magnetického pole, N – normální polarizace, R – reverzní polarizace, AF – demagnetizace střídavým polem

Tabulka 2. Základní magnetické parametry – Profil U Rokokové panenky.
Table 2. Principal magnetic parameters – Profile at Rokoková panenka.

Č. vzorku	Metráž [cm]	k_n [$10^{-6}SI$]	M_n [$mA \cdot m^{-1}$]	Dgeo	Ideo	Polarita	Typ demagnetizace
BOS01	65	117	431	315	71	N	AF
BOS02	77	206	113	43	83	N	AF

Vysvětlivky: viz tabulka 1.

Tabulka 3. Základní magnetické parametry – Profil v Listopadové jeskyni.
Table 3. Principal magnetic parameters – Profile in Listopadová jeskyně.

Č. vzorku	Metráž [cm]	k_n [$10^{-6}SI$]	M_n [$mA \cdot m^{-1}$]	Dgeo	Ideo	Polarita	Typ demagnetizace
BOS21	12	159	46,3	16	57	N	AF
BOS22	21	121	27,2	20	42	N	AF
BOS23	31	186	56,3	24	48	N	AF
BOS24	42	218,9	61,5	265	58	N-R	AF
BOS25	59	205	80,9	14	41	N	AF
BOS26	69	195	145,1	38	8	?	AF
BOS27	102	251	41,8	21	54	N	AF
BOS28	114	179	55,6	21	20	?	AF

Vysvětlivky: viz tabulka 1.

Tabulka 4. Střední paleomagnetické směry – Bozkovské dolomitové jeskyně.
Table 4. Mean paleomagnetic directions – Bozkovské Dolomite Caves.

Profil	Polarita	Střední paleomagnetické směry		α_{95} [°]	K	N
		D [°]	I [°]			
U Rokokové panenky	N	-	-	-	-	-
Listopadová jeskyně	N	19	48	5,6	123,8	5
Betlém	N	355	54	6,3	49,5	10

Vysvětlivky: D – deklinace, I – inklinace, α_{95} – poloměr kružnice spolehlivosti, k – rozptyl-parametr přesnosti, N – počet vzorků, polarita – N = normální

6. Diskuse

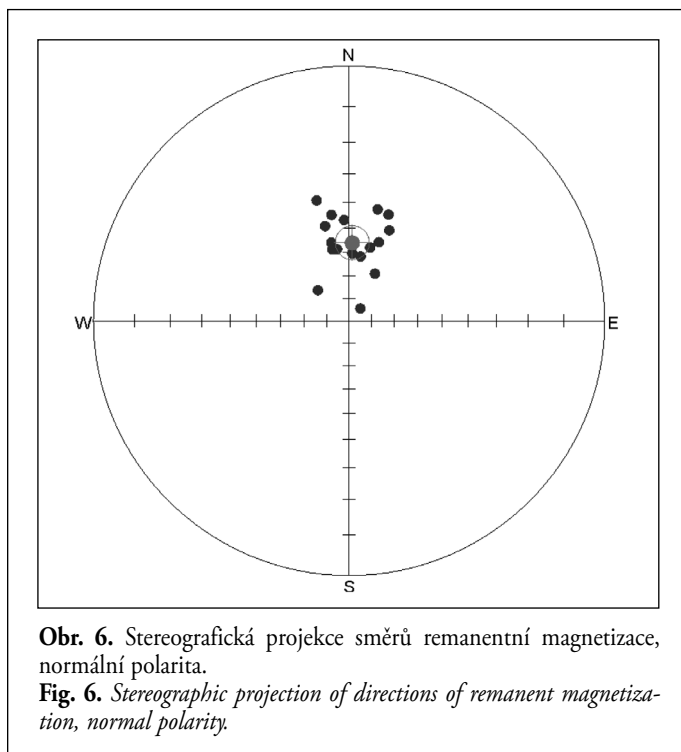
Profil Betlém (obr. 3) představuje fluvialní sedimenty s rytmy. Bazální část rytmu (A) je tvořena písčity štěrky a svrchní část (B) je jemněji zrnitá, prachovito-písčitá a v nejvyšších cyklech jílovito-prachovitá. Sedimenty zaznamenávají cyklické záplavy v jeskyni, kdy bazální člen byl uložen v prostředí silně proudícím, zatímco horní člen reprezentuje sediment ze zkalených proudů s menší unášecí schopností. Klastický materiál dokládá relativně krátký transport a snos materiálu z nekrasového okolí dolomitů (alochtonní toky).

Profil U Rokokové panenky (obr. 4) má na bázi obnaženou horní část fluvialního cyklu s písky překrytými laminovanými prachy. Fluvialní sediment je přesučen dvěma polohami sutí s klasty tvořenými převážně nekrasovými horninami. Horní poloha sutě je tme-

lená karbonáty. Sutě pocházejí z vertikálních komunikací k povrchu (komínů).

Profil v Listopadové jeskyni (obr. 5) obsahuje dva fluvialní cykly, z nichž spodní má výrazně erodovanou svrchní část, která je zachována v čočkovité podobě. V povodňových prachovitých uloženinách horního cyklu je deformovaná čočkovitá poloha písků s valounky. Ta pravděpodobně reprezentuje okraj koryta vodního toku, který byl situován v protilehlé části chodby. Srpovitě zahnutý okraj tohoto tvaru vzniknul následkem diagenetických procesů (kompakce).

Sedimentologická data ukazují, že jeskyně ve vadózním stádiu vývoje byla periodicky zaplavována alochtonními vodami nesoucími klastický materiál, který pocházel převážně z nekrasových hornin okolního krystalinika. Suťový materiál vysypaný z vertikálních



a subvertikálních cest (komíny, korozí rozšířené pukliny) překryly tyto fluviální uloženiny v některých částech jeskyně, pravděpodobně v období, kdy průniky alochtonních toků byly ukončeny.

Ve všech třech profilech byla zjištěna normální polarita sedimentů. Nízké hodnoty inklinace v sedimentech pravděpodobně souvisí s diagenetickými deformacemi sedimentů. Je možné předpokládat, že se sedimenty uložily v průběhu normální magnetické chrony Brunhes a jsou mladší než 780 ka, resp. než 237^{+38}_{-30} ka což je stáří sintru v nadloží profilu U Rokokové panenky. V jejím pokračování byl vzorek BOS 2 ze svrchní části sintrové kůry, který byl poněkud mladší (206^{+28}_{-23} ka). Sintrová kůra (kupa) pravděpodobně rostla mezi 240 (-35) a cca 205 (+27) ka. Báze sintrového útvaru ukazuje, že v této části jeskyně vertikální pohyb sutí byl starší než zhruba 240 ka. Stmelení horní polohy sutí karbonátem indikuje teplejší a vlhčí klimatický výkyv.

Numerické datování prozatím ukázalo (tab. 5), že v Bozkovských dolomitových jeskyních existují přinejmenším tři fáze tvory krápníků: (1) cca 240-205 ka (mořské izotopové stádium – MIS stage – 7), (2) kolem 11 ka (počátek holocénu) a (3) pod 1 ka.

7. Závěr

Sedimenty v Bozkovských dolomitových jeskyních pocházejí z periodického zaplavování jeskyně alochtonními vodami, které se projevilo rytmickým sledem psamitů/psefitů a lutitů. Nejspíše po ukončení fluviálních procesů byly části jeskyně zaplněny suťovými akumulacemi v místech pod vertikálními krasovými cestami. Svrchní části sutí mohou být prosyceny karbonáty jako následku srážení karbonátů v teplejších a vlhčích periodách, kdy vznikaly i sintrové útvary a kůry. Sedimentace probíhala v období mladším než 780 ka (normálně polarizovaná chrona Brunhes), zčásti jistě před cca 240 ka. Numerické datování prozatím ukázalo zde existují přinejmenším tři fáze tvory krápníků: (1) cca 240-205 ka (MIS stage 7), (2) kolem 11 ka (počátek holocénu) a (3) pod 1 ka.

Literatura:

- Cande S.C., Kent D.V. (1995): Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic. – *J. Geophys. Res.*, 100, B4: 6093-6095.
- Fisher R. (1953): Dispersion on a sphere. – *Proc. Roy. Soc., A* 217: 295-305. London.
- Gorka P. (2002): *Identyfikacja i modelowanie obiektów dynamicznych dla potrzeb badań geologicznych*. – MS, MSc Thesis, Politechnika Śląska: 1-120.
- Hercman H., Debaene G. (2003): Bootstrap and Randomisation as a Nonparametric Methods of Accuracy Estimation on Isochrons Method. – *Climate Changes: the karst record III, 3rd Int. Conf., Montpellier, France*: 81-82.
- Ivanovich M., Harmon R.S. (1992): *Uranium Series Disequilibrium. Applications to Environmental Problems. 2nd Ed.* – Clarendon: 1-910. Oxford
- Jelínek V. (1966): A high sensitivity spinner magnetometer. – *Stud. geophys. geodet.*, 10: 58 - 78.
- Jelínek V. (1973): Precision A.C. bridge set for measuring magnetic susceptibility and its anisotropy. – *Stud. geophys. geodet.*, 17: 36 - 48.
- Kirschvink J. L. (1980): The least-squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. – *Geophys. J. Royal Astronom. Soc.*, 62: 699 - 718. Oxford.
- Příhoda K., Krs M., Pešina B., Bláha J. (1989): MAVACS - a new system of creating a non-magnetic environment for palaeomagnetic studies. – *Cuad. Geol. Ibérica*, 12: 223 - 250.

Tabulka 5. Výsledky Th/U datování.
Table 5. Results of Th/U dating.

Č. vzorku	Lab. č.	U [ppm]	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Stáří [ka]	Pozn.
BOS 1A	W 1368	0.0103±0.0014	1.7124±0.2925	0.0007±0.0259	4.2		Detritická kontaminace
BOS 2	W 939	0.2303±0.0164	1.0767±0.0568	0.8654±0.0366	77	+28 206 -23	
BOS 3	W 940	0.0986±0.0065	1.3258±0.0785	0.9455±0.0527	75	+38 237 -30	
BOS 3A	W 1369	0.0851±0.0039	1.4260±0.0798				Ztráta Th
BOS 5B	W 1363	0.0775±0.0052	1.4354±0.1193	0.7627±0.0618	4.6		Detritická kontaminace
BOS 7							
BOS 7A	W 1358	2.1244±0.0593	1.0439±0.0158	0.0212±0.0016	4.2		
BOS 7B	W 1359	0.1592±0.0073	1.3222±0.0693	0.1335±0.0136	2.9		
BOS 7C	W 1360	0.2425±0.0101	1.2461±0.0536	0.1779±0.0132	2.8		
BOS 7D	W 1361	0.2340±0.0100	1.2125±0.0601	0.2935±0.0206	1.5		
BOS 7E	W 1362	11.892±0.219	1.0026±0.0073	0.0053±0.0004	2.1		
$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1.00 \pm 0.01$ $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U} = 0.0005 \pm 0.001$ Stáří = < 1 ka							
BOS 9							
BOS 9A	W 1364	0.3125±0.0097	1.2343±0.0456	0.1724±0.0456	2.4		
BOS 9B	W 1365	0.1180±0.0055	1.3256±0.0786	0.2301±0.0207	1.7		
BOS 9C	W 1366	0.0952±0.0035	1.3355±0.0627	0.1108±0.0116	18		
BOS 9D	W 1367	0.2044±0.0107	1.2882±0.0810	0.1910±0.0198	2.4		
BOS 9	W 941	0.3818±0.0171	1.2541±0.0379	0.0920±0.0065	3.6		
$^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1.33 \pm 0.06$ $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U} = 0.10 \pm 0.02$ Stáří = 11.6 ± 2.0							

Pozn:

Vzorek BOS 1 pochází z báze sintrového útvaru Rokoková panenka.

Vzorek BOS 2 pochází ze sintru na stěně chodby asi 4 m z. od profilu U Rokokové panenky.

Vzorky BOS 3 pocházejí z profilu U Rokokové panenky.

Vzorek BOS 5 pochází z boční chodbičky vedle chodníku.

Vzorky BOS 7 pocházejí ze sintru asi 3 m v. od profilu Betlém, v boční chodbičce.

Vzorky BOS 9 pocházejí z místa asi 3 m v. od profilu Betlém.