

# TĚŽKÉ MINERÁLY VE WÜRMSKÝCH SEDIMENTECH JESKYNĚ KŮLNA, MORAVSKÝ KRAS

Heavy minerals in Würm sediments of the Kůlna Cave, the Moravian Karst

Lenka Kvítková, Antonín Přichystal

Katedra geologie a paleontologie PFF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

(24-23 Protivanov)

**Key words:** Kůlna Cave, Würm silts, heavy minerals, provenience

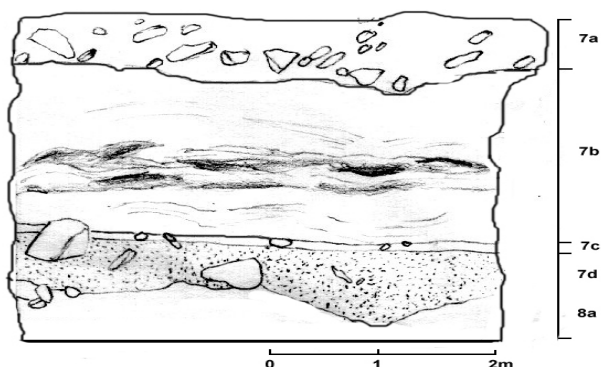
## Abstract:

The Kůlna cave near Sloup is the largest cave in Devonian limestones of the Moravian Karst with favourable conditions for prehistoric settlement. In 1961-1976, the Quaternary filling of the cave was investigated by K. Valoch who distinguished 14 layers. They originated during Holocene, Würm Glaciation, the Riss - Würm Interglacial and the end of the Riss Glaciation. We studied petrographic composition including heavy minerals assemblages from the layers 7a, 7b and 7d, 8a corresponding to Lower Würm stadials and the layer 7c originated during the Lower Würm interstadial (Valoch 1988). According to their granularity, they represent silts in places with substantial content of limestone debris up to 30 cm in diameter (layer 7a). The assemblage of heavy minerals (60 - 75 % of hornblende, 1.5 - 10 % of epidote, 4.7 - 16.5 % of garnet, than zircon, rutile, tourmaline and apatite) reflects the proximity of source areas. As the prevalent source of hornblende, epidote, zircon, rutile, tourmaline and magnetite we suppose hornblende - biotite granodiorite of the Brno massif situated about 1.5 km to west. The Culm greywackes of the Protivanov Formation (in our opinion the main source of garnet) are only few hundreds metres to the north and moreover the Sloup valley (NW of the cave) is filled by roughly 60 m of fluvial sediments coming from the Culm area.

## Úvod

Jeskyně Kůlna, která je vytvořena ve vilémovických vápencích macošského souvrství, leží na severním okraji Moravského krasu, zhruba 25 km severně od Brna. Je to původní součást horního patra Sloupsko-šošůvských jeskyní. Dnes představuje asi 87 m dlouhou, 25 m širokou a 8 m vysokou jeskynní trosku, jde tedy o největší volně přístupnou přírodní prostor v Moravském krasu. Kůlna má dva proti sobě položené vchody, přičemž větší jižní je otevřen směrem do Sloupského údolí a tvoří jeho výraznou dominantu. Kvartérní výplň dosahuje v přední části jeskyně mocnosti kolem 15 m a je výjimečná nejen obsahem fosilií a artefakty, ale i tím, že sedimenty posledního glaciálu zde tvoří kompletní profil. V letech 1961-1976 zde proběhl výzkum ústavu Anthropos pod vedením K. Valocha.

Výsledky výzkumu jsou monograficky zpracovány společně s několika přírodovědnými příspěvky (Valoch et al. 1988). Sedimenty byly rozděleny do 14 základních vrstev podle makroskopických kritérií (barva, textura a obsah suti). Stratigraficky zde byly vyčleněny čtyři cykly: I. - vrstvy 1 až 6 - holocén, vrcholný würm, II. - vrstvy 6a až 9b - spodní würm, III. - vrstvy 10 až 13a interglaciál riss-würm a IV. - vrstvy 13b a 14 konec rissu (Valoch et al. 1988). V současné době je většina reprezentativních profilů zasypána a jeskyně se stala součástí prohlídkové trasy Sloupsko-šošůvských jeskyní.



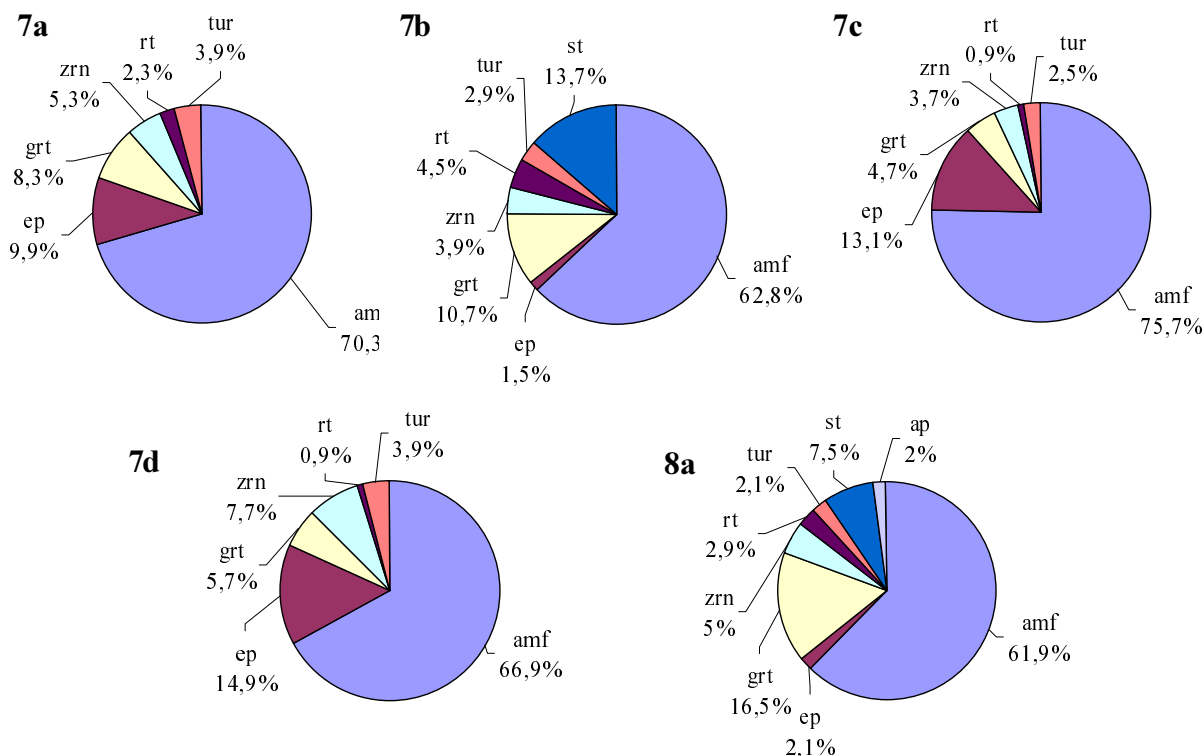
Obr. 1 - Schematický náčrt hlavního zpřístupněného profilu.

Fig. 1 - Schematic drawing of the main accessible profile.



Obr. 2 - Umístění hlavního profilu v přední části jeskyně Kůlna.

Fig. 2 - Position of the main profile in the fore part of the cave Kůlna.



Obr. 3 - Těžké minerály z vrstev:

7a - poměr průsvitných a opakních minerálů 83,3%/16,7%; 7b - poměr průsvitných a opakních minerálů 83,3%/16,7%; 7c - poměr průsvitných a opakních minerálů 67,7%/32,3%; 7d - poměr průsvitných a opakních minerálů 70%/30%; 8a - poměr průsvitných a opakních minerálů 66,7%/33,3%.

Fig. 3 - Heavy minerals from the layers:

7a - ratio between translucent and opaque minerals 83,3%/16,7%; 7b - ratio between translucent and opaque minerals 83,3%/16,7%; 7c ratio between translucent and opaque minerals 67,7%/32,3%; 7d - ratio between translucent and opaque minerals 70%/30%; 8a - ratio between translucent and opaque minerals 66,7%/33,3%.

Cílem výzkumu bylo petrografické a mineralogické zhodnocení spodnowürmských sedimentů zachovaných v hlavním profilu v přední části jeskyně (šachta v sektoru D3, obr. 1). Poslední glaciál je na tomto zachovaném profilu zastoupen vrstvami 7a, 7b, 7c, 7d a 8a (obr. 2). Další vrstvy patřící k würmu byly zachyceny v jiných částech jeskyně a jsou nepřístupné (zčásti zastavěny konstrukcí, zčásti zasuceny).

#### Postup studia a hlavní výsledky

Ze získaných dat o petrografickém a mineralogickém složení a texturních prvků jednotlivých vrstev se dá alespoň částečně usuzovat na provenienci klastického materiálu, způsobu a směru jeho transportu. Velmi dobré výsledky pro zjišťování proveniencie sedimentů poskytují analýzy těžkých minerálů, které byly prováděny ze zrnitostní frakce 0,250-0,063 mm. Tato frakce bývá nejčastěji analyzována a např. srovnávací hodnoty pro okolní sedimenty kulmu se týkají této frakce. Zastoupení těžkých minerálů je u všech vzorků velmi podobné (obr. 3). V těžkém podílu ze studovaných vrstev převládá amfibol (54,8 - 75,7 %). Dalšími těžkými minerály jsou epidot (1,5 - 14,9 %), zirkon (1,9 - 7,7 %), turmalín (2,1 - 5,8 %), granát (4,7 - 16,5), rutil (0,9 - 4,5 %) a staurolit (0 - 13,7 %). Z opakních minerálů byly

pozorovány primární srůsty magnetitu s hematitem, růstově zdvojitělé illmenity, dále limonit, čistý i plně martitizovaný magnetit, leukoxen a pyrit. Vrstvy se makroskopicky liší pouze texturními znaky, barvou (určovanou podle Munsellovy škály) a obsahem nebo absencí vápencové suti. Na zrnách granátů bylo pomocí mikrosondy (CamScan 4DV s připojeným energiově-disperzním analyzátozem LINK An-10 000, analytik P. Sulovský, PŘF MU) zjištěno chemické složení a to je přepočítáno na atomové poměry prvků a vyhodnoceno pomocí počítačového programu Mincalc. Na základě tohoto programu byly také vypočteny koncové členy granátu a sestaveny do trojúhelníkového grafu. Tento graf byl porovnáván se stejně zpracovanými analýzami granátů z Dražanské vrchoviny (Otava 1998). Podle typomorfolgie zirkonů (srovnáním s tabulkou Pupina 1985) je určen typ horniny, ze které zirkony pocházejí.

#### Diskuse a závěry

Z analýz těžkých minerálů je zřejmé, že ve studovaných sedimentech převažují dva hlavní provenienční zdroje. Nejpravděpodobnější provenienční oblasti logicky vyplývají z geologické pozice lokality. Je to jednak brněnský masiv a jednak kulmské sedimenty Dražanské vrchoviny.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	MgO	CaO	MnO	total
vrstva 7a								
zrno1	37,677	21,199	0	31,124	3,518	1,715	3,123	98,706
zrno2	39,627	21,817	0,197	25,906	1,71	9,494	2,655	101,77
zrno3	38,884	21,523	0	29,814	3,468	5,03	0,849	99,85
vrstva 7b								
zrno1	40,57	22,939	0,132	23,993	12,819	0,871	0,645	101,969
zrno2	41,508	23,117	0,11	24,33	12,942	1,571	0,323	103,899
zrno3	40,192	22,125	0	34,116	1,782	4,045	1,402	103,662
vrstva 7c								
zrno1	38,795	21,734	0	25,771	4,008	9,065	0,241	99,613
zrno2	38,351	21,025	0	29,953	2,583	7,447	1,012	100,37
vrstva 7d								
zrno1	37,702	20,995	0	23,309	0,623	8,954	9,128	100,71
zrno2	36,886	21,116	0	33,035	2,658	3,97	1,572	99,237
zrno3	38,778	21,683	0,448	14,517	0,135	23,996	0,173	99,73
zrno4	39,043	22,81	0	24,605	11,71	0,909	0,461	99,538
zrno5	38,664	22,042	0	25,517	10,06	2,096	0,49	98,87
zrno6	37,949	21,267	0	28,485	4,368	6,309	0,371	98,748
zrno7	37,591	20,635	0	31,195	4,098	3,887	2,292	99,699
vrstva 8a								
zrno1	37,7	21,55	0,14	33,41	5,18	0,88	0,64	99,57
zrno2	38,32	21,71	0,19	28,92	6,51	1,99	1,72	99,36
zrno3	39,45	23,01	0,05	12,78	0	23,97	0,19	99,51
zrno4	37,68	21,03	0,16	32,85	0,99	5,31	2,18	100,24
zrno5	39,01	22,07	0	13,87	0	23,4	0,23	98,66

Tab. 1 - Analýzy detritických granátů z würmských sedimentů jeskyně Kůlny.

Tab. 1 - Analyses of typical detrital garnets from the würm sediments of the Kůlna cave.

Bohužel neexistuje dostatečné množství srovnávacích dat, především chybí analýzy některých těžkých minerálů z hornin brněnského masivu, z křídových sedimentů, z permu boskovické brázdy atd. Ve studovaných sedimentech byly zjištěny těžké minerály, které jsou přítomny v horninách více předpokládaných provenienčních oblastí a proto v některých případech nelze spolehlivě rozhodnout o jejich provenienci.

Velké množství amfibolu a epidotu je typické pro brněnský masiv (Skoček 1958, Štelcl et al. 1977, Štelcl - Weiss et al. 1986). Z tohoto důvodu považujeme brněnský masiv za hlavní provenienční oblast. Svědčí pro to i jeho geografická pozice. Vystupuje ve vzdálenosti zhruba dvou kilometrů západně od jeskyně Kůlna. Dalším minerálem, který je typický pro východní granitoidní část brněnského masivu je zirkon. Jeho typologickou klasifikací bylo zjištěno, že krystaly ze všech studovaných vrstev spadají do oblasti, která odpovídá I typu vápenato-alkalického granodioritu. To rovněž souhlasí s typem granodioritu ve východní části brněnského masivu. Různí autoři popsali z brněnského

masivu i výskyt dalších těžkých minerálů jako je kyanit, leukoxen, rutil, turmalín, magnetit a pyrit. Tyto minerály nejsou bohužel specifické jen pro východní část brněnského masivu a metabazitovou zónu ale vyskytují se prakticky všude. Staurolit je ve studovaných vzorcích přítomen, mezi minerály východní části brněnského masivu však zjištěn nebyl. Jeho zdroj tedy nutno hledat jinde. Domníváme se, že jich mohlo být i několik - sedimenty svrchní křída, kulmské sedimenty Dražanské vrchoviny, případně rudické vrstvy nebo krystalinikum moravika.

Zvýšený obsah granátů je typický pro kulmské horniny Dražanské vrchoviny. V brněnském masivu je granát zastoupen pouze v akcesorickém množství, kdežto ve studovaných vzorcích obsah tohoto minerálu kolísá od 4,7 do 16,5 %. Navíc srovnávací diagramy pro koncové členy granátů ukazují, že v sedimentech Kůlny převažuje almandinová složka (obr. 8). Tento typ granátů odpovídá granátům ze sedimentů protivanovského souvrství (Otava 1998). Malé procento studovaných granátů se přibližuje grossulárovému složení, což je typické pro metamorfity.

#### Literatura:

- Otava, J. (1998): Trendy změn ve složení siliciklastik Dražanského kulmu a jejich geotektonická interpretace. - Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1997. - MU Brno, 5, 62-64. Brno.
- Pupin, J. P. (1985): Magmatic Zoning of Hercynian Granitoids in France based on Zirkon Morphology. - Schweiz. Min. Petr. Mitt. 65, 29-56. Paris.
- Skoček, V. (1958): Petrografie a těžké minerály křídových sedimentů z okolí Skalice nad Svitavou. - Sbor. Ústř. Úst. geol. 25, 377-405. Praha.

- Štelcl, J. et al. (1977): Akcesorické minerály předpokládaných provenienčních oblastí autochtonního paleozoika, mesozoika a paleogénu v podloží karpatské předhlubně. - Folia Univ. Purkyn. Brun., 5-84, Geol. Brno.
- Štelcl, J. - Weiss, J. et al. (1986): Brněnský masív. - Universita J. E. Purkyně. Brno.
- Valoch, K. et al. (1988): Die Erforschung der Kůlna-Höhle 1961-1976. - Moravské muzeum - Anthropos Institut. Brno.

## DRUHY JESKYNÍ A JEJICH VÝŠKOVÉ ROZVRSTVENÍ V ÚDOLÍ ŘÍČKY (MORAVSKÝ KRAS)

Kinds of caves and their attitude distribution in the Říčka karst valley  
(Moravian Karst)

**Rudolf Musil**

Katedra geologie a paleontologie PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, e-mail: rudolf@gap.muni.cz

(24 - 41 Vyškov)

**Key words:** *Moravian Karst - south part, relative attitudes of of caves, relation to the time period*

*Abstract:*

*In karst valley stream Říčky we can find these sorts of caves: karst springs, through caves, swallow holes and valley slope caves from different time periods. Valley slope caves are divided on corrosion caves and through caves. Their attitude distribution is to a certain extent in the relation to their genesis and to their geologic age.*

Přestože údolí Říčky s přilehlou oblastí tvoří nejmenší část celého Moravského krasu, nachází se tam poměrně velké množství jeskyní nejrůznějšího stáří a nejrůznějšího vzniku, a to ve všech výškách obou údolních svahů. V tomto článku, který navazuje na předchozí práce (Musil 1998, 1999) se chci věnovat jejich vzniku.

Tato práce je založena na excelentní monografii o jeskyních v povodí Říčky, ve které jsou uvedeny nejen všechny jeskyně, ale je podán i jejich popis, absolutní a relativní výšky, velmi často i jejich půdorys, podélné a příčné řezy, stručně historie jejich výzkumů a jeho výsledky (Himmel 1967). Jedná se do dnešní doby o souhrnnou publikaci, která nemá z jiných částí Moravského krasu obdobu. Pokud se týče terminologie jednotlivých jeskyní, používám označení jednotlivých typů podle této publikace, pokud ovšem nejsou jejich specifické názvy uvedeny v práci O. Štelcl (1975). Podobným tématem se do určité míry zabývala i práce J. Himmla a L. Krause (1957), i když ze zcela jiných důvodů (prolongace jeskyní).

Ve studované oblasti nacházíme několik druhů jeskyní. V prvé řadě to jsou dřívější ponory jako např. jeskyně Malčina, Švédův stůl nebo Netopýrka. Jsou situovány v pravém svahu údolí. Všechny ponory se nacházejí buď v dnešní úrovni údolí nebo poměrně níže nad ní.

Druhým typem jsou jeskyně fluvialní výtokové, kterými stabilně protékaly nebo ještě protékají krasové vody. Patří sem všechny dnešní výtoky Říčky, jeskyně Ochozská a v minulosti i jeskyně Pekárna. Nacházíme je tedy v různých výškách a nejsou omezeny levou nebo pravou stranou údolí. Nad úrovní jeskyně Pekárny se již nevyskytují.

Třetí skupinou jsou jeskyně svahové. Ty nacházíme především v pravém svahu údolí. Z hlediska jejich vzniku jsem je rozdělil do dvou skupin. Do první patří ty horizontální chodby, které mají z valné části delší průběh a byly převážně vytvořeny periodicky protékajícími vodami, které pocházely z povrchu náhorní plošiny. Pocházejí zřejmě z období zvýšených vodních srážek, které se zřejmě musely periodicky opakovat a odnesly vždy dřívější sedimenty. Proto ve všech těchto jeskyních, a to bez ohledu na to, v jaké relativní výšce se nacházejí, jsou uloženy pouze sedimenty posledního glaciálu. K odnosu sedimentů docházelo tedy opakovaně a doba tvorby těchto jeskynních chodeb je proto časově vždy delší. Naposledy došlo k odnosu sedimentů v první polovině posledního glaciálu, před interstadiálem hengelo (pod hradem). Tyto jeskyně vznikly tedy rozšířením puklin srážkovými vodami z povrchu plošiny a nazval jsem je proto svahové výtokové jeskyně.

Druhým typem svahových jeskyní jsou jeskyně poměrně krátké délky, nacházíme je většinou ve svrchní