ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVII (2002):245–263, 2002

GEOCHEMIE JESKYNNÍCH SEDIMENTŮ ŠOŠŮVSKÉ JESKYNĚ V MORAVSKÉM KRASU

GEOCHEMISTRY OF ŠOŠŮVKA CAVE SEDIMENTS IN MORAVIAN KARST

JOSEF ZEMAN

Abstract

Zeman, J., 2001: Geochemie jeskynních sedimentů Šošůvské jeskyně v Moravském krasu. Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., 86:245–263 (with English summary).

Geochemistry of Šošůvka cave sediments in Moravian Karst

Cave sediment geochemistry is still quite omitted discipline in the cave sediment research. The study of 25 samples from Šošůvka cave in Moravian Karst performed within the frame of retrieval archeological-paleontological research proved that the very useful information can be extracted even from the basic evaluation of geochemical data. According to the sediment chemical composition Šošůvka cave can be divided into two parts despite of sample position in sediment layer and ratio of its sand/clay content. First one can be characterized by relatively low content of SiO_2 (around 55 wt. %) and higher content of CO_2 (even more than 10 wt. %), both with high variability. Second part contains cave sediments with higher SiO_2 concentration (65 wt. %), low concentration CO_2 (around 5 wt. %) and relatively uniform distribution. Some other main components follow the trend of SiO_2 (Al_2O_3, K_2O, Na_2O, partly MgO). This is probably caused by their common binding in clay minerals. Ferrous iron, ferric iron and manganese do not show any difference between the two parts, but has good correlation each other. The special behavior showed phosphorus with extreme high content in some samples (more than 10 wt. % of P_2O_5). Source of phosphorus can be ascribed to the previously found fossil bones. Content of CaO shows much higher correlation to the P_2O_5 content than to CO_2. This indicates that major amount of calcium is included in hydroxyapatite and only minor amount come from calcium carbonate (calcite, aragonite). Despite of the fact that the both previously defined parts forms one uniform cave space without distinct differences the cave sediment geochemistry indicate their different evolution.

Key words: cave sediment, geochemistry, Šošůvka cave, Moravian Karst.

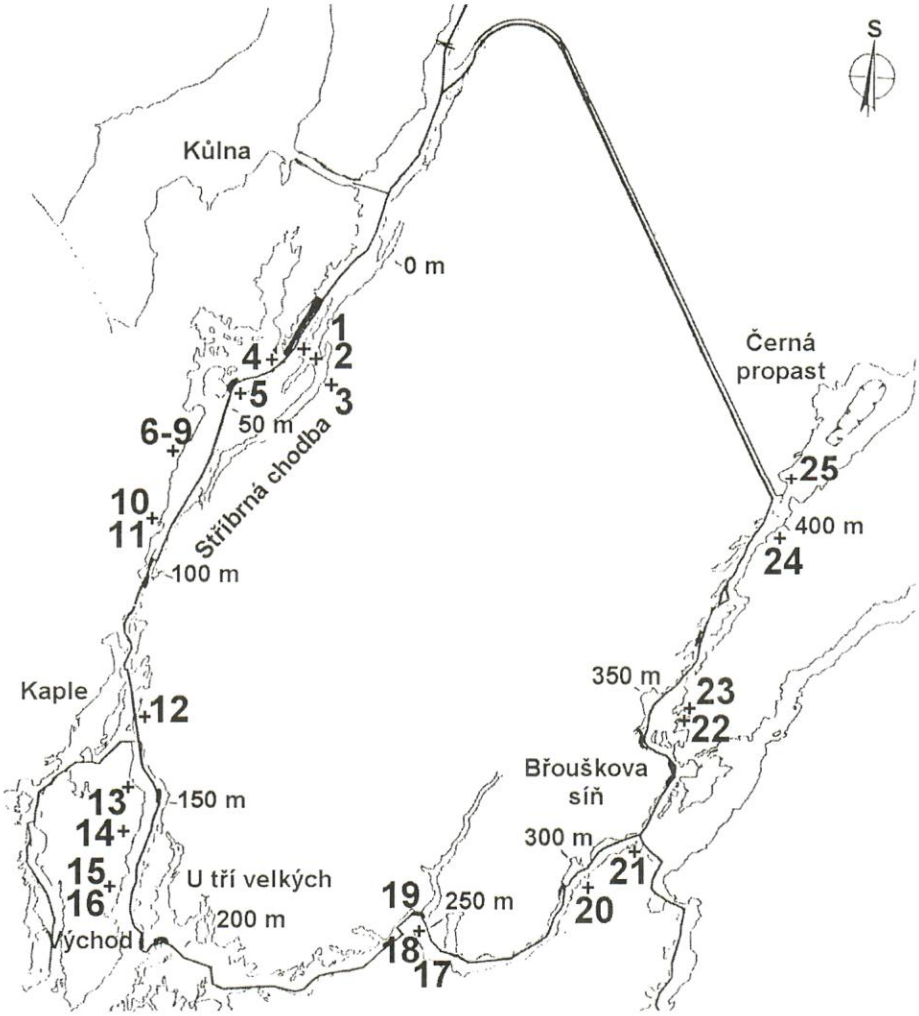
Josef Zeman, Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: jzeman@sci.muni.cz

Úvod

Geochemie jeskynních sedimentů byla v jeskynních výzkumech dlouho opomíjenou disciplinou. V posledním desetiletí jim je věnována větší pozornost než v minulosti především proto, že mohou poskytnout zajímavé údaje o vývoji paleoklimatu (Baker et al. 1996, Courty a Vallverdu 2001, Knox a Kundzewicz 1997, Tyson 1999, Woodward a Goldberg 2001). Jeskynní sedimenty jsou také studovány v souvislosti s výzkumem jeskynní bioty (Camacho et al. 2000, Riding 2000, Rusterholtz a Makléry 1994). Vzhledem k relativní izolaci jeskynních sedimentů od přímých spadů z atmosféry byly jeskynní sedimenty využity i pro posouzení specifických otázek životního prostředí (Bottrell 1996, James 1993, Mersier et al. 1993, Ryan a Neuman 1996). Některé vlastnosti jeskynních sedimentů byly studovány také v Moravském krasu (Doláková a Nehyba 1999, Šroubek et al. 1996, Vít 1994). Geochemické chování jeskynních

sedimentů bylo dosud studováno jen ojediněle a okrajově (Fochez 1990, Štelcl a Zimák 1998).

V rámci záchranného archeologicko-paleontologického výzkumu při generální rekonstrukci šošůvské části Sloupsko-šošůvských jeskyní v Moravském krasu, který probíhal v letech 1999–2000, bylo odebráno celkem 25 vzorků jeskynních sedimentů, které rovnoměrně pokrývaly celý areál jeskyně a byly v nich zastoupeny hlavní typy jeskynních sedimentů. Cílem práce bylo podat základní geochemickou charakteristiku jeskynních sedimentů a charakterizovat vzájemné vztahy a vazby jednotlivých složek.



Obr. 1. Schematická mapa Šošůvské jeskyně s vyznačením metráže a odběrových míst jeskynních sedimentů.
Fig. 1. Sketch map of Šošůvská cave with footage signs and cave sediment sampling points.

Použitá metodika

Přehled odebraných vzorků, jejich lokalizace a základní charakteristika jsou patrné z obr. 1 a tab. 1. Vzorkování bylo prováděno tak, aby byl pokud možno rovnoměrně pokryt celý areál šošůvské části Sloupsko-šošůvských jeskyní a zároveň aby byly mezi vzorky proporcionálně zastoupeny jednotlivé typy sedimentů.

Na většině vzorkovacích míst bylo možné v rámci profilu rozlišit několik vrstev, které se makroskopicky lišily podílem písčité, jílovité a karbonátové složky. Na vzorkovacích místech bylo odebráno vždy kolem 200 g pokud možno homogenního vzorku vždy z jedné vrstvy.

Silikátové analýzy jeskynních sedimentů byly provedeny v chemické laboratoři Katedry mineralogie, petrologie a geochemie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Pro stanovení jednotlivých složek byly použity následující postupy: $-H_2O$ – gravimetricky sušením při 110 °C, $+H_2O$ – Penfieldovou metodou, SiO_2 – gravimetricky, TiO_2 – fotometricky, Al_2O_3 – titračně s KIII, Fe_2O_3 – fotometricky, FeO – titračně s $K_2Cr_2O_7$, MnO – atomovou absorpční spektrofotometrií, CaO – titračně s KIII, MgO – titračně s KIII, K_2O – plamenovou fotometrií, Na_2O – plamenovou fotometrií, Li_2O – plamenovou fotometrií, S – gravimetricky, CO_2 – absorpčně, P_2O_5 – fotometricky, organické látky – dopočtem = ztráta žíháním – H_2O_{celk} – CO_2 – S.

Vyhodnocení výsledků bylo provedeno v tabulkovém kalkulátoru Excel 2000 firmy Microsoft, výpočet pravidelné mřížky, vynesení a prostorové zobrazení izolinií obsahů jednotlivých složek bylo provedeno v programu Surface Mapping System Surfer v. 6.04 firmy Golden Software, Inc. Distribuce zastoupení oxidů v sedimentech je zhotovena ve dvou provedeních. První zobrazení v podobě plošné mapy izolinií umožňuje přesně identifikovat obsahy, odběrová místa a jejich pozici vůči chodbám. Pro posouzení velikosti změn v koncentracích a celkových trendů je použita prostorová varianta mapy izolinií (3D zobrazení) ve stejném měřítku, které ukazuje celkový charakter distribuce.

Geochemická charakteristika jeskynních sedimentů

Výsledky kompletních chemických analýz jeskynních sedimentů jsou uvedeny v tab. 2. Při porovnání chemických analýz s makroskopickým popisem a lokalizací jeskynních sedimentů je překvapivé, že nelze na první pohled zjistit souvislost mezi chemickým složením a charakterem sedimentu – sedimenty s různým podílem jílovité, hlinité a písčité složky se vyznačují nízkými i vysokými koncentracemi SiO_2. Stejně tak není obsah CO_2, který ukazuje na zastoupení karbonátů v sedimentu, závislý na konkrétní poloze vzorku v sedimentárním souvrství a jeho pozici vůči sintrům a dalším sekundárním karbonátovým útvarům. Také se nepotvrdil původní předpoklad, že kvalitativně hodnocená intenzita zabarvení sedimentu bezprostředně souvisí s obsahem směsi oxo-hydroxidů trojvalentního železa (žlutá až hnědá barva, v analýze se projeví jako obsah Fe_2O_3) nebo oxo-hydroxidů čtyřvalentního manganu (černá barva, v analýze se projeví souhrnně v obsahu MnO, který představuje celkový obsah všech forem manganu ve vzorku).

Podle geochemického chování makrosložek v jeskynních sedimentech Šošůvské jeskyně je lze rozdělit na tři relativně samostatné skupiny, které vykazují podobné znaky. Do první skupiny patří SiO_2, CO_2, Al_2O_3, K_2O, Na_2O, MgO a částečně CaO, které mají buď stejný nebo vzájemně opačný trend distribuce (buď společně rostou, nebo s růstem jednoho druhý klesá). Obsah těchto složek je v hlavní míře určován především zastoupením jílových minerálů a karbonátů v sedimentech. Druhou skupinu tvoří Fe_2O_3, FeO

a MnO, jejichž obsah v sedimentech souvisí především s lokálními oxidačně-redukčními podmínkami. Třetí „skupinu" tvoří pouze jedna složka a tou je P_2O_5, která ukazuje na obsah fosforečnanů (apatitu a hydroxyapatitu). V následujícím textu bude zhodnoceno chování složek podle těchto skupin.

Podle distribuce makrosložek lze jeskynní systém šošůvské části Sloupsko-šošůvských jeskyní bez ohledu na pozici vzorku v profilu sedimentárním souvrství a charakter sedimentu (vzájemný poměr jílovité a písčité složky) rozdělit na dvě hlavní části. První část tvoří prostor od vstupu z jeskyně Kůlna (obr. 1, na topografickém plánku označen metráží 0 m) až k prostoru označovaném „U tří velkých" (metráž kolem 180 m). Druhou skupinu tvoří sedimenty od tohoto místa až k Černé propasti. Pro snadnější popis bude v dalším textu pro popis první části jeskyně používáno označení „část se Stříbrnou chodbou" a pro druhou oblast označení „část s Břouškovou síní".

Z hlediska většinou nejzastoupenější makrosložky SiO_2 se část s Břouškovou síní vyznačuje relativně vyššími a méně proměnlivými obsahy kolem 65 hmotnostních % SiO_2. Část se Stříbrnou chodbou se naopak vyznačuje nižšími obsahy SiO_2 kolem 55 hm. %, které jsou však velmi proměnlivé (obr. 2).

Obsah CO_2, který indikuje zastoupení karbonátů, vykazuje právě opačnou distribuci. Pro část jeskyně s Břouškovou síní jsou bez ohledu na pozici vzorku sedimentu vůči sintrům a dalším sekundárním karbonátových formám charakteristické nízké obsahy CO_2 (kolem 2 hm. %) s tím, že generálně směrem k Černé propasti mírně klesají. Pro část se Stříbrnou chodbou jsou naopak charakteristické vyšší obsahy (vyšší procenta až obsahy přes deset hmotnostních procent). Generální pokles obsahů je opět ve směru od vchodu do jeskyně z Kůlny směrem k místu „U tří velkých" s tím, že přechod do druhé části je charakteristický ostrým poklesem obsahu z 3,58 na 0,50 hm. % (obr. 3).

Obsahy několika dalších makrosložek jeskynních sedimentů tyto trendy následují. Vyšší obsahy SiO_2 v části jeskyně s Břouškovou síní jsou provázeny i vyššími obsahy Al_2O_3, K_2O a Na_2O s tím, že i obsahy těchto složek se mění relativně pozvolna (obr. 4, 5 a 6). To by mělo z hlediska mineralogie sedimentů odpovídat vyššímu zastoupení jílových minerálů (nikoliv jílovitých částic). Část jeskyně se Stříbrnou chodbou se naopak vyznačuje obecně nižšími a výrazně proměnlivými obsahy těchto složek.

Částečně jsou tyto trendy následovány i obsahy MgO (obr. 7), v obou částech jeskyně jsou však obsahy srovnatelné (kolem 1 hm. %) a liší se proměnlivostí distribuce – v části s Břouškovou síní jsou obsahy relativně uniformní, v části s Břouškovou síní velmi proměnlivé.

Právě opačný trend vykazují obsahy CaO (obr. 8). Nízké obsahy CaO jsou charakteristické pro část jeskyně s Břouškovou síní (kolem 2 hm. %) s generálním poklesem k Černé propasti, vysokými obsahy až prvních desítek hmotnostních procent s velkou variabilitou se vyznačují sedimenty části jeskyně se Stříbrnou chodbou. Ačkoliv se na první pohled může zdát, že tento trend dobře souhlasí s obsahy CO_2 a je dán především zastoupením vápenatých karbonátů v sedimentu (klacit, aragonit), platí to jen částečně. Z obr. 8 a 12 je patrná významná korelace vápníku na jinou složku sedimentu, kterou je fosfor (viz dále).

Na rozdíl od předchozí skupiny oxidů se zastoupení Fe_2O_3, FeO a MnO v obou částech jeskyně (se Stříbrnou chodbou a Břouškovou síní) výrazně neliší (obr. 9, 10 a 11) a vykazuje i zhruba stejnou variabilitu. Obecně lze charakterizovat jejich obsahy jako nízké (Fe_2O_3 kolem 3 hm. %, FeO kolem 0,3 hm. % a MnO kolem 0,1 hm. %). Přitom dvojvalentní železo a čtyřvalentní a dvojvalentní mangan doprovázejí trojvalentní železo jako minoritní příměsi.

Překvapivé byly výsledky studia distribuce fosforu (obr. 12). Zatím co se obsahy P_2O_5 v sedimentech pohybovaly v části jeskyně s Břouškovou síní v očekávaných obsazích prvních desetin hm. % a odpovídají přirozené migraci fosforu ze zdrojových hornin do sedimentů, v první části se Stříbrnou chodbou přesáhly obsahy na několika místech i 10 hm. %. Přitom zůstává celkový obsah organických látek, který by ukazoval na možný zdroj fosforu v netopýřím trusu, nízký. Při bližším prozkoumání bylo zjištěno, že se všechny vzorky, které pocházejí z míst s předchozími paleontologickými nálezy kostí (viz tab. 1, vzorky č. 8, 18 a 22). Vysoké obsahy fosforu v sedimentech tedy mají svůj původ v postupně se rozkládajících kostech a fosfor vázaný v kostech migruje do sedimentu. S vysokými obsahy fosforu také výrazně korelují vysoké obsahy vápníku a je pravděpodobné, že je fosfor v sedimentu vázán v podobě fosforečnanu vápenatého (hydroxyapatitu). Z tohoto hlediska by bylo zajímavé prověřit i další místa zvýšených obsahů fosforu (tab. 1 a 2, vzorky č. 2, 3, 6, 23, 24 a 25), protože je pravděpodobné, že uvedené vrstvy mohou obsahovat další vyznané paleontologické artefakty.

Tab. 1. Seznam odebraných vzorků s jejich lokalizací, stručným popisem a charakterem.
Tab. 1. List of processed samples with their localization, brief description and characteristic.

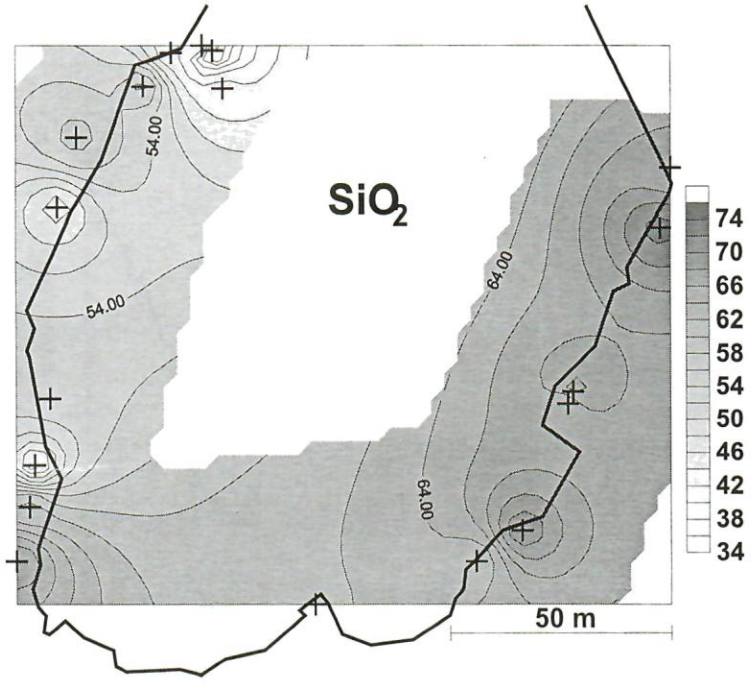
Vzorek	Lokalizace	Popis	Charakter
1	32 m	báze 1. sintru, sediment pod komplexem sintrů	hlinitý
2	32 m	5 m od osy Stříbrné chodby, kostkovitě rozpadavé sedimenty	hlinitý
3	32 m	11 m od Stříbrné chodby, nejstarší sediment pod kostkovitě rozpadavým sedimentem	hlinitý
4	32 m	u Stříbrné chodby, „červenice" nad štěrky	jílovitý
5	45 m	sediment pod nejmladším sintrem	hlinitý
6	72,5 m	sedimenty pod sintry jako u vzorku č. 4 nebo starší (tmavý)	hlinitý
7	72,5 m	stejné jako u vzorku č. 5, pod tmavou vrstvou, světlejší	hlinitý
8	73 m	hnědý jílovitý sediment v nadloží komplexu	jílovitý
9	73 m	sediment pod tmavou polohou, světlý	jílovitý
10	92 m	žlutý sediment	jílovitý
11	92 m	nadloží vzorku č. 23, zelený	jílovitý
12	136 m	nadloží hnědých hlín, bazální vrstva nad sintrem, medvědí lebka	jílovitý
13	145 m	sedimenty, nálezy kostí	jílovitý
14	165 m	sediment pod sintrem	jílovitý
15	173 m	jílovitý sediment	jílovitý
16	173 m	ve srovnání se vzorkem č. 9 písčitější sediment v podloží vzorku č. 9	písčitý
17	252 m	sediment ve spodní části profilu, nálezy kostí	jílovitý
18	252 m	nadloží vzorku č. 18	jílovitý
19	252 m	nadloží vzorku č. 19	jílovitý
20	299 m	sediment v sintrech	jílovitý
21	318 m	sediment v podloží sintrů u vstupu do Břouškovy síně	jílovitý
22	345 m	sediment v sintru	jílovitý
23	345 m	v nadloží Vintr	jílovitý
24	390 m	poloha pod písčitými sedimenty	jílovitý
25	420 m	profil u Černé propasti (1 m odspodu, 0,3 m zprava)	jílovitý

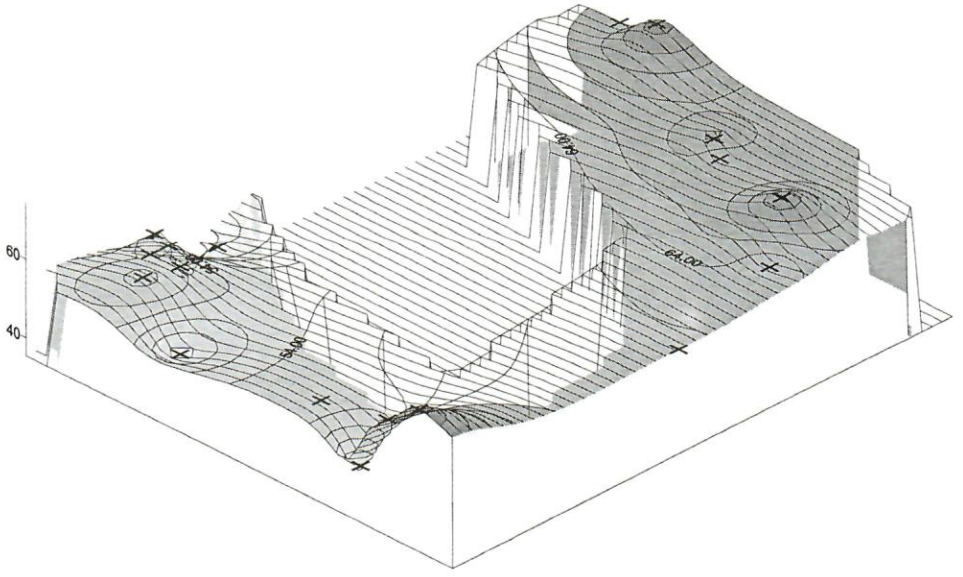
Závěry

1. Chemické složení jeskynních sedimentů šošůvské části Sloupsko-šošůvských jeskyní výrazně závisí na lokalizaci vzorku v jeskynním systému, jen v malé míře je dáno polohou sedimentu vůči sekundárním karbonátovým formám (sintry atd.) a charakterem sedimentu (jílovitý, hlinitý, písčitý).

Tab. 2. Chemické složení jeskynních sedimentů ze Šošůvské jeskyně v Moravském krasu. V tabulce jsou uváděna hmotnostní procenta jednotlivých oxidů.
Tab. 2. Chemical composition of cave sediments from Šošůvka cave in Moravian Karst. The weight percent of oxides are given in table.

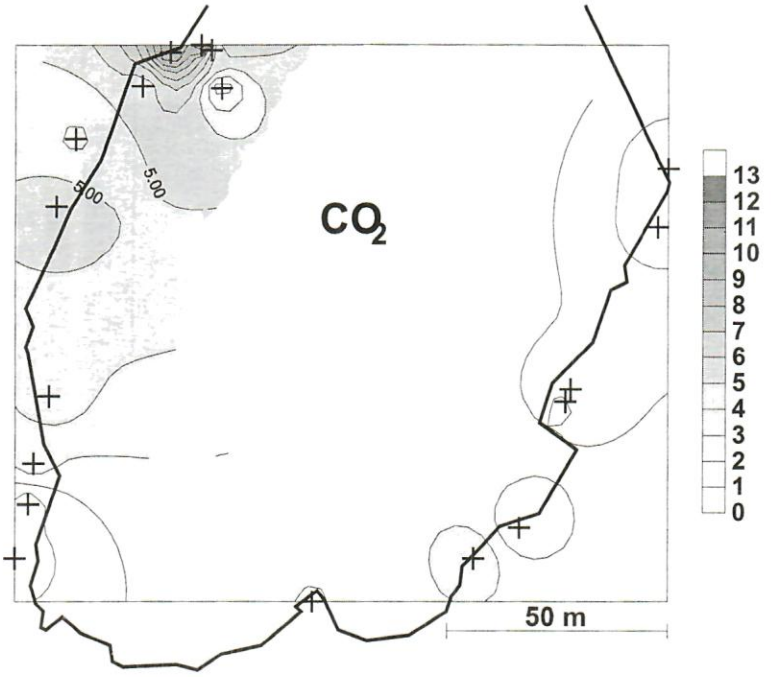
Vzorek	SiO_2	TiO_2	Al_2O3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	S	CO_2	P_2O_5	$+H_2O$	org. l.	$-H_2O$	Σ
1	45,55	0,50	10,32	3,71	0,00	0,08	17,73	0,80	1,69	0,24	0,00	13,20	0,17	3,51	–	1,90	99,40
2	32,26	0,52	11,55	4,65	0,15	0,13	20,28	0,77	1,79	0,34	0,11	4,03	12,71	6,48	–	3,69	99,46
3	47,25	0,56	9,20	3,01	0,09	0,07	16,45	0,58	1,76	0,74	0,08	2,28	11,26	3,73	–	2,25	99,31
4	58,95	0,62	12,04	3,83	0,61	0,09	7,63	1,29	2,20	0,87	0,06	5,38	0,14	3,73	–	2,06	99,50
5	57,60	0,70	10,54	4,73	0,00	0,04	4,71	0,77	2,51	0,71	0,17	8,04	0,93	5,42	–	2,59	99,46
6	62,76	0,75	13,53	4,73	0,13	0,06	2,77	0,77	2,78	0,98	0,06	1,12	2,49	4,47	–	1,96	99,36
7	67,71	0,74	13,19	4,77	0,07	0,08	1,45	1,20	2,64	0,79	0,04	0,78	0,24	3,67	–	2,16	99,53
8	54,78	0,65	11,76	3,80	0,12	0,05	10,61	1,09	2,28	0,59	0,00	4,85	2,86	3,98	–	2,01	99,43
9	70,60	0,74	12,37	4,04	0,15	0,08	1,45	1,08	2,48	0,74	0,10	0,55	0,14	3,53	–	1,85	99,90
10	72,74	0,57	12,36	2,86	0,32	0,08	1,06	0,48	2,65	2,14	0,00	0,45	0,09	2,42	–	1,26	99,48
11	46,57	0,51	10,61	3,68	0,09	0,09	16,56	0,72	1,65	0,32	0,00	12,35	0,15	3,62	–	2,47	99,39
12	68,22	0,77	13,96	3,52	0,32	0,03	1,16	1,21	2,40	0,87	0,00	0,48	0,11	3,43	–	2,88	99,36
13	74,75	0,58	10,28	2,93	0,44	0,08	1,05	0,85	2,55	1,22	0,00	0,58	0,10	2,41	–	1,71	99,53
14	65,21	0,76	13,69	4,52	0,11	0,09	2,72	0,90	2,28	0,69	0,00	2,16	0,13	3,33	–	3,08	99,67
15	71,55	0,62	11,16	3,60	0,33	0,09	1,78	1,00	2,30	0,82	0,00	1,44	0,10	2,62	–	2,16	99,57
16	73,59	0,65	10,78	3,31	0,31	0,08	1,10	0,88	2,29	0,95	0,00	1,33	0,10	2,09	–	1,86	99,32
17	62,42	0,67	13,18	3,90	0,39	0,05	5,22	1,05	2,36	0,83	0,00	3,75	0,49	2,85	–	2,31	99,47
18	53,85	0,52	11,48	3,69	0,24	0,11	10,65	0,86	2,11	0,88	0,00	3,00	6,65	2,80	–	2,80	99,64
19	59,36	0,76	17,09	6,28	0,34	0,13	1,60	1,56	2,90	0,75	0,00	1,87	0,19	3,62	–	3,26	99,71
20	72,60	0,48	11,15	2,73	0,37	0,06	2,07	0,71	2,47	1,68	0,00	1,08	0,05	2,42	–	1,58	99,45
21	62,88	0,62	13,82	4,66	0,53	0,13	2,21	1,42	2,61	0,94	0,06	0,50	0,24	4,38	1,21	3,21	99,42
22	44,86	0,47	8,34	2,79	0,20	0,10	18,26	0,14	1,71	0,87	0,07	3,58	10,04	3,63	1,09	3,33	99,48
23	40,32	0,40	8,45	3,13	0,00	0,13	21,25	0,00	1,68	0,60	0,06	8,99	6,81	3,54	1,05	3,15	99,56
24	53,93	0,46	9,77	3,22	0,24	0,10	11,97	0,53	1,91	0,76	0,06	2,75	5,71	3,79	0,87	3,24	99,31
25	45,88	0,42	8,87	2,80	0,30	0,09	16,98	0,71	1,60	0,70	0,06	5,73	7,43	3,72	1,09	2,94	99,32

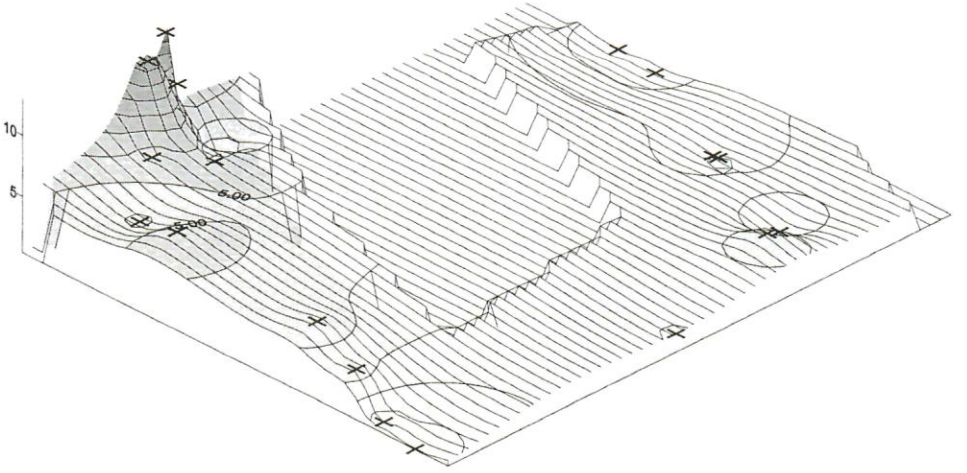




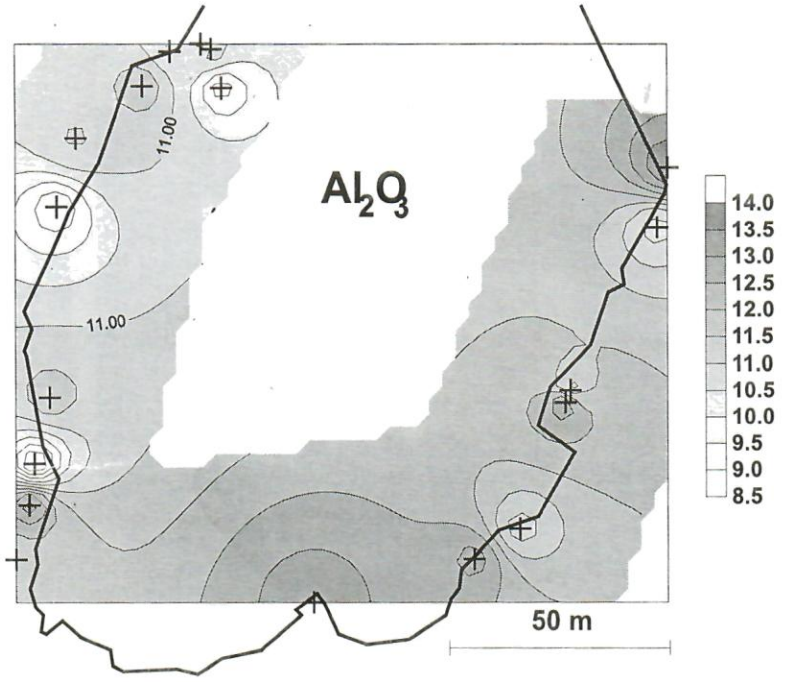
Obr. 2. Distribuce SiO_2 v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací SiO_2 od 34 do 76 hmotnostních procent. Pro větší názornost přesahují izolinie skutečnou oblast rozšíření sedimentů v jeskyni. To stejné platí i pro následující obrázky.

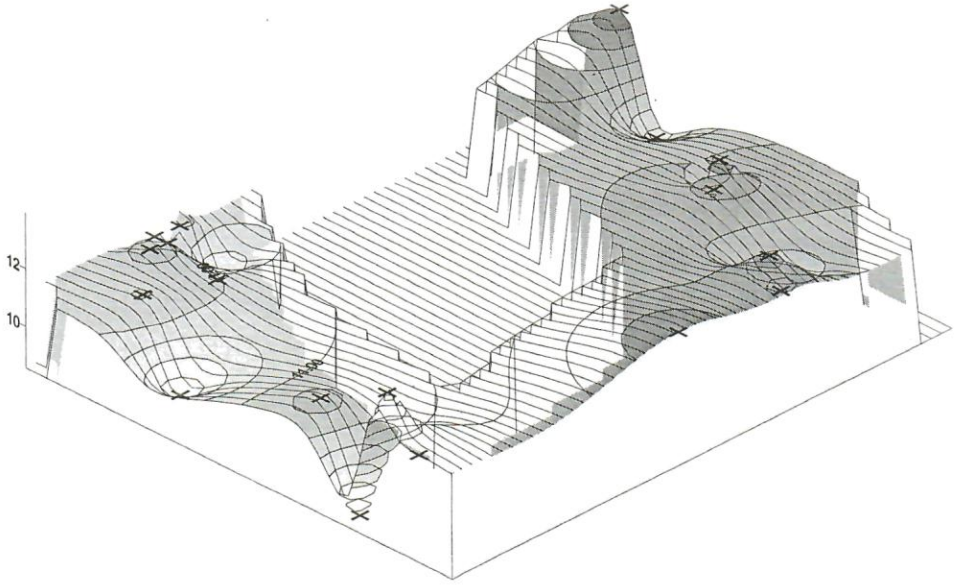
Fig. 2. Distribution of SiO_2 in cave sediments. The scale range covers 34 to 76 weight percent of SiO_2. Because of better visualization the isolines exceed actual area of sediments distribution in cave. The same is valid for next figures.



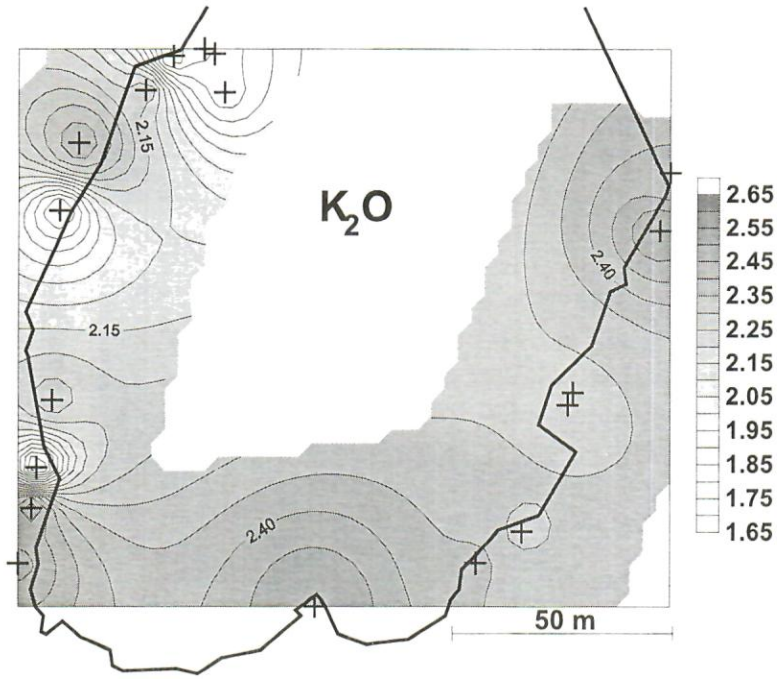


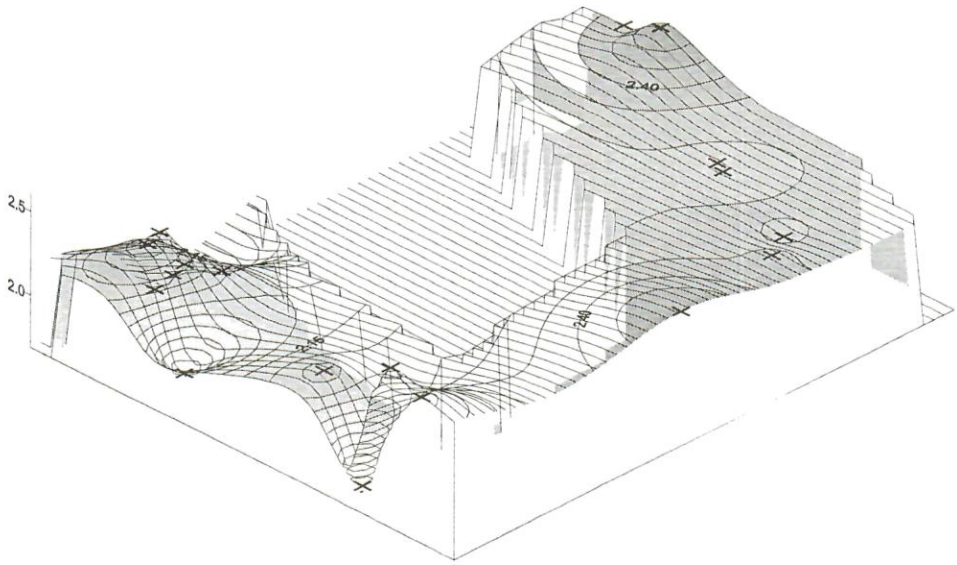
Obr. 3. Distribuce CO_2 v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací CO_2 od 0 do 13 hmotnostních procent.
Fig. 3. Distribution of CO_2 in cave sediments. The scale range covers 0 to 13 weight percent of CO_2.





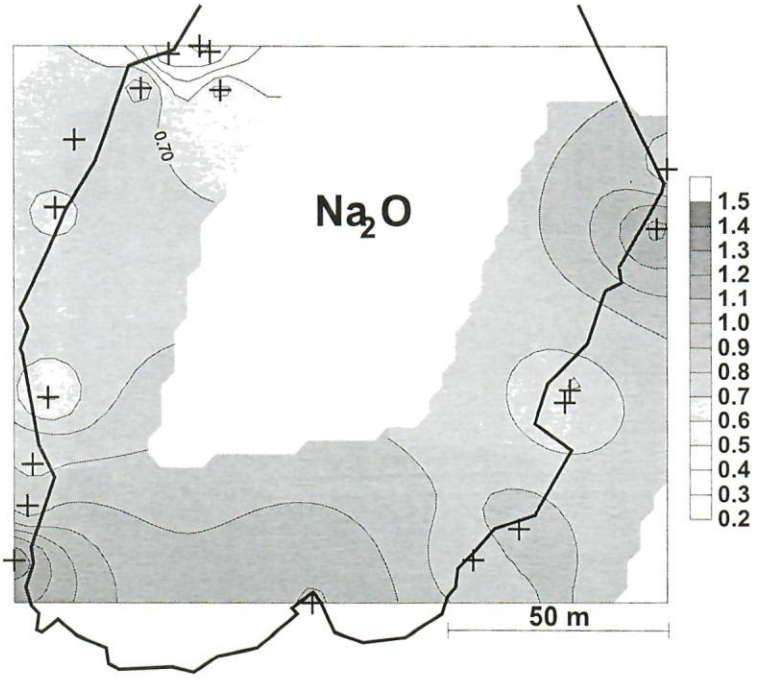
Obr. 4. Distribuce Al_2O_3 v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací Al_2O_3 od 8,5 do 14,0 hmotnostních procent.
Fig. 4. Distribution of Al_2O_3 in cave sediments. The scale range covers 8.5 to 14.0 weight percent of Al_2O_3.

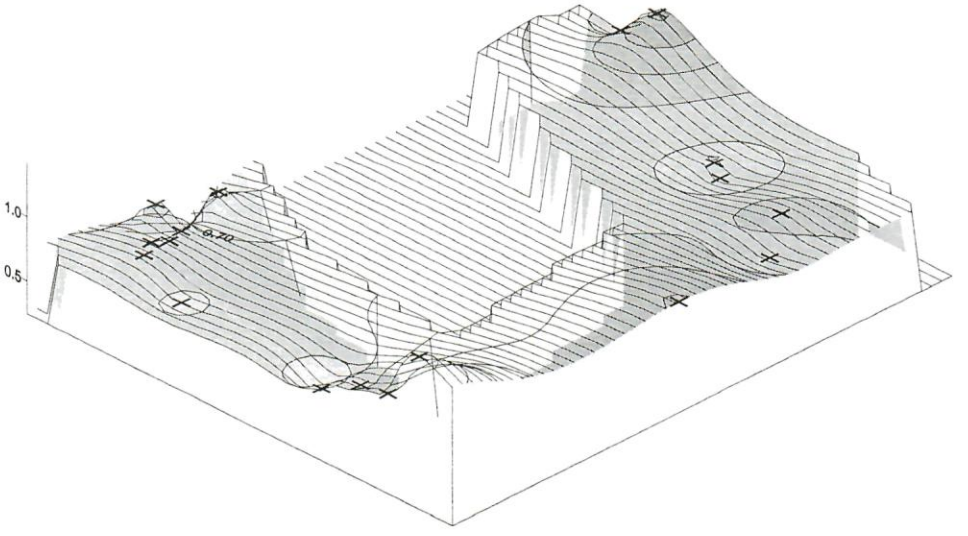




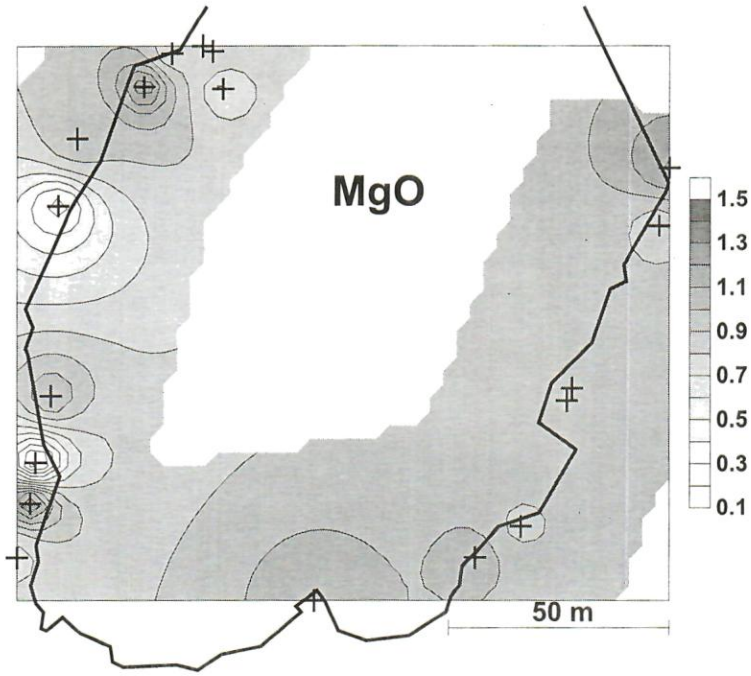
Obr. 5. Distribuce K_2O v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací K_2O od 1,65 do 2,65 hmotnostních procent.

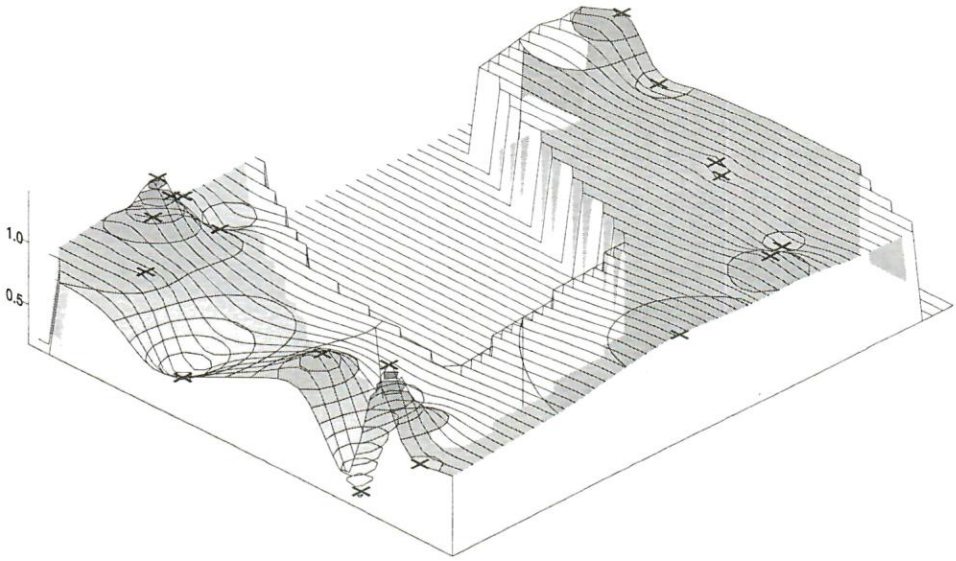
Fig. 5. Distribution of K_2O in cave sediments. The scale range covers 1.65 to 2.65 weight percent of K_2O.





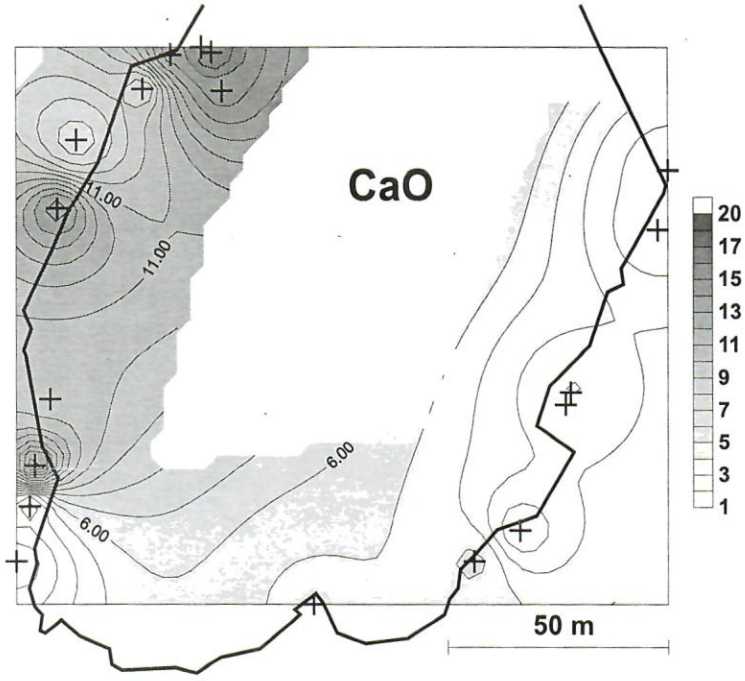
Obr. 6. Distribuce Na_2O v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací Na_2O od 0,2 do 1,5 hmotnostních procent.
Fig. 6. Distribution of Na_2O in cave sediments. The scale range covers 0.2 to 1.5 weight percent of Na_2O.

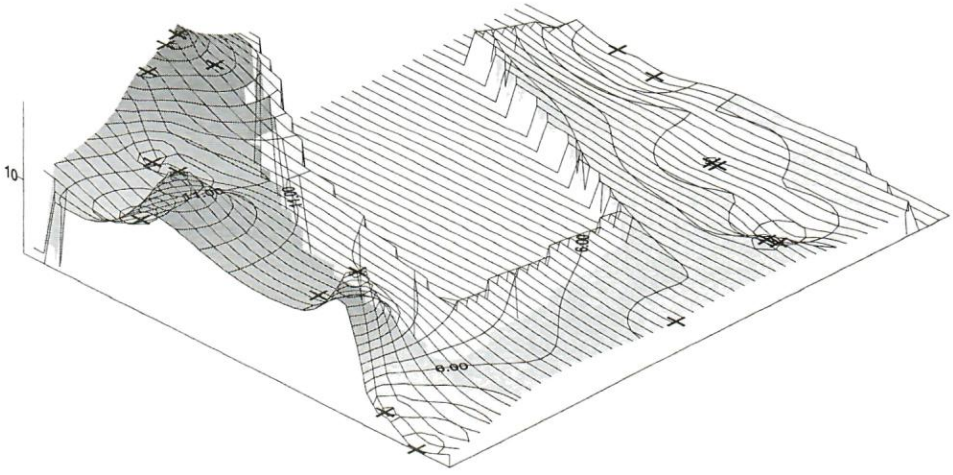




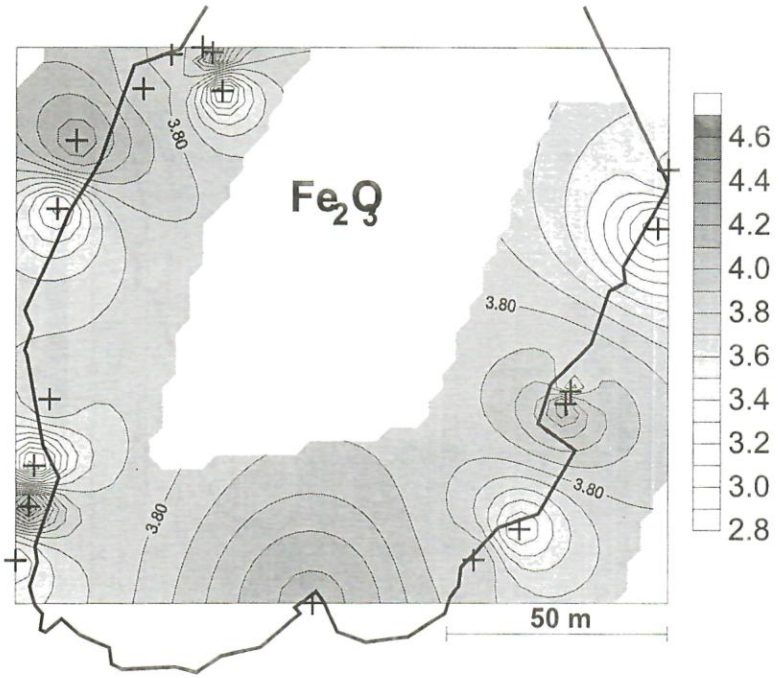
Obr. 7. Distribuce MgO v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací MgO od 0,1 do 1,5 hmotnostních procent.

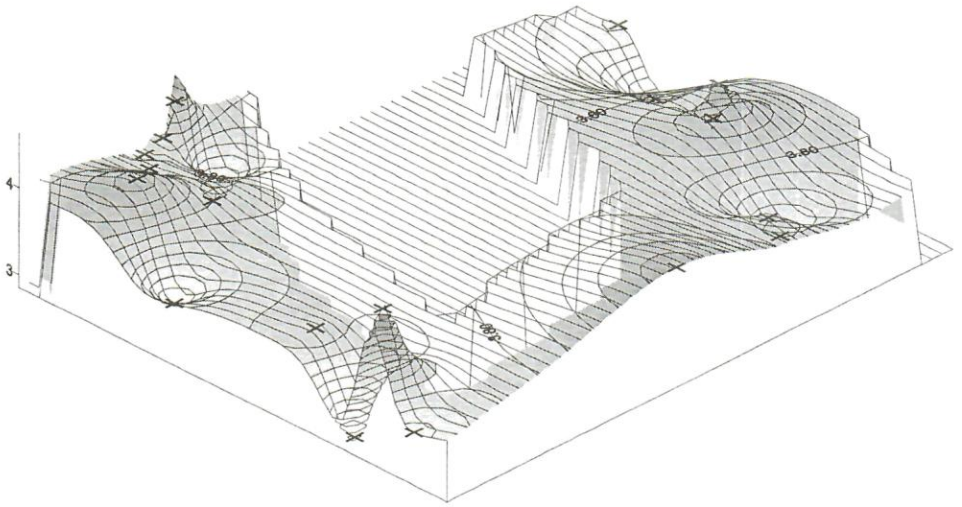
Fig. 7. Distribution of MgO in cave sediments. The scale range covers 0.1 to 1.5 weight percent of MgO.





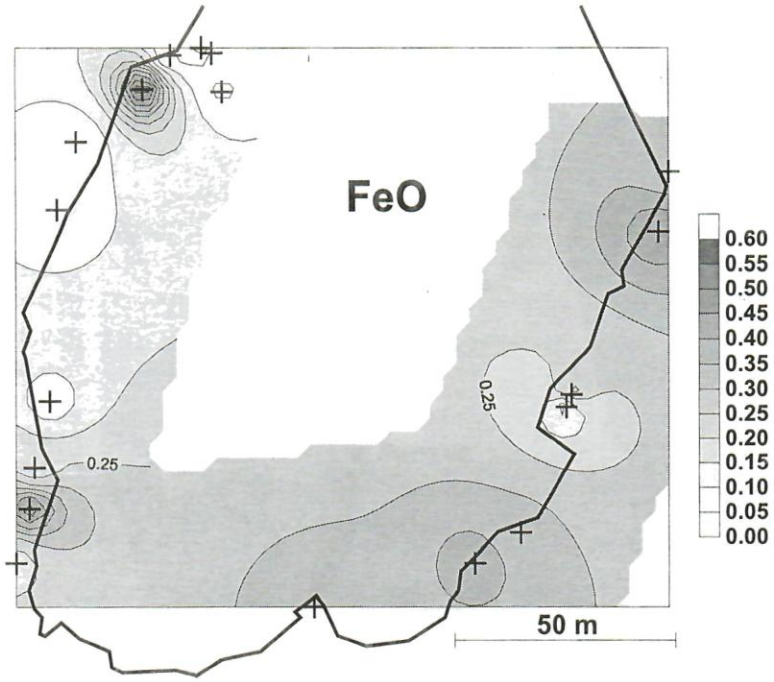
Obr. 8. Distribuce CaO v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací CaO od 1 do 20 hmotnostních procent.
Fig. 8. Distribution of CaO in cave sediments. The scale range covers 1 to 20 weight percent of CaO.

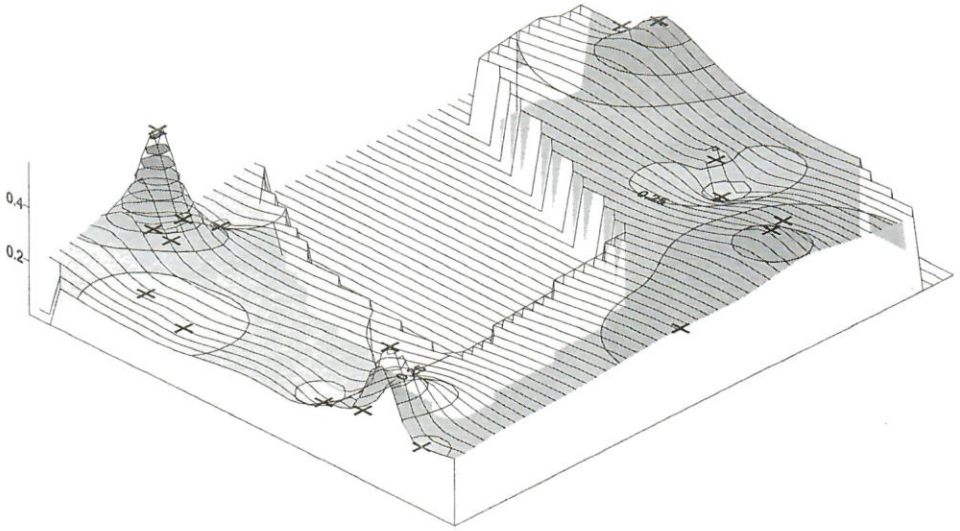




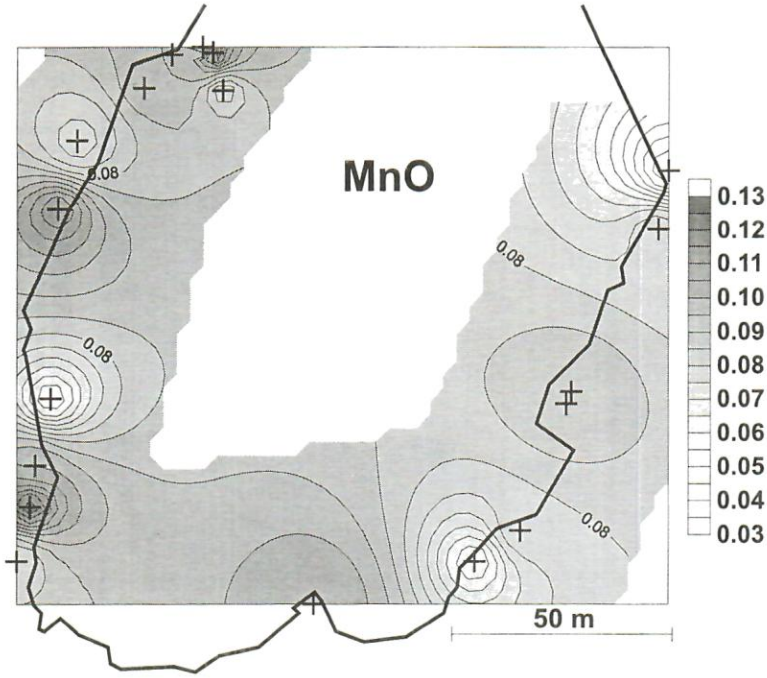
Obr. 9. Distribuce Fe_2O_3 v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací Fe_2O_3 od 2,8 do 4,7 hmotnostních procent.

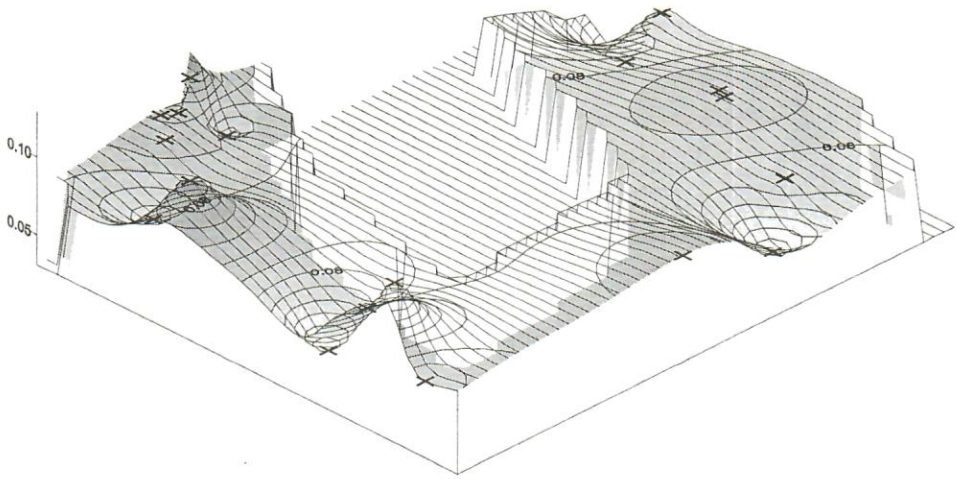
Fig. 9. Distribution of Fe_2O_3 in cave sediments. The scale range covers 2.8 to 4.7 weight percent of Fe_2O_3.





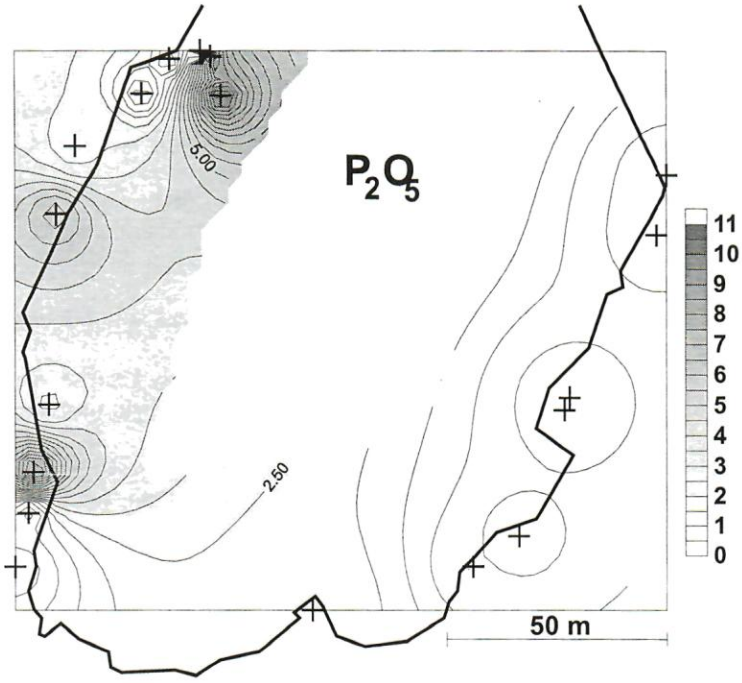
Obr. 10. Distribuce FeO v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací FeO od 0,0 do 0,6 hmotnostních procent.
Fig. 10. Distribution of FeO in cave sediments. The scale range covers 0.0 to 0.6 weight percent of FeO.

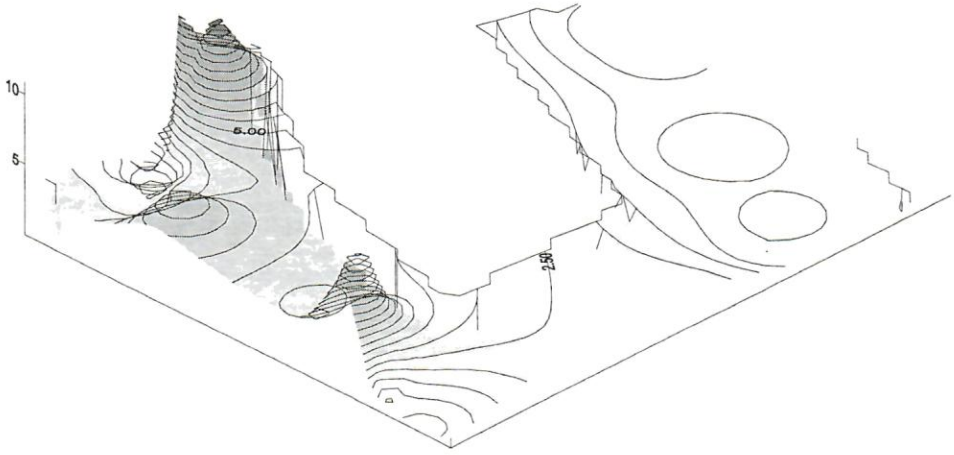




Obr. 11. Distribuce MnO v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací MnO od 0,03 do 0,13 hmotnostních procent.

Fig. 11. Distribution of MnO in cave sediments. The scale range covers 0.03 to 0.13 weight percent of MnO.





Obr. 12. Distribuce P_2O_5 v jeskynních sedimentech. Škála pokrývá rozsah koncentrací P_2O_5 od 0 do 11 hmotnostních procent.
Fig. 12. Distribution of P_2O_5 in cave sediments. The scale range covers 0 to 11 weight percent of P_2O_5.

2. Podle zastoupení makrosložek SiO_2 a CO_2 lze jeskynní systém Šošůvské jeskyně rozdělit do dvou částí: na část od vchodu z jeskyně Kůlna až po pozici „U tří velkých", která se vyznačuje velmi proměnlivými, ale relativně nižšími obsahy SiO_2 a proměnlivými a relativně vysokými obsahy CO_2 a na část od místa „U tří velkých" až po Černou propast s relativně vyššími a méně variabilními obsahy SiO_2 a nízkými obsahy CO_2.
3. Další skupina makrosložek vykazuje stejný trend jako SiO_2 – jsou to Al_2O_3, K_2O, Na_2O, částečně MgO a souvisí s jejich vazbou na jílové minerály, nebo vykazují stejný trend jako CO_2, částečně CaO, což souvisí s jeho vazbou do sedimentu v podobě vápenatého karbonátu.
4. Relativně nízce zastoupené složky Fe_2O_3, FeO a MnO vykazují obdobnou variabilitu a žádný zřejmý trend.
5. Jeskynní sedimenty s významnými paleontologickými nálezy kostí se vyznačují vysokými obsahy fosforu a tohoto indikátoru by pravděpodobně bylo možné efektivně využít pro paleontologickou prospekci sedimentů.
6. Z geochemického hlediska se ukazuje, že obě vydělené části jeskynního systému prošly výrazně odlišným geochemickým vývojem, který je dobře patrný v chemickém složení jeskynních sedimentů.

Poděkování

Práce byla částečně financována Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR a Masarykovou univerzitou v Brně. Děkuji recenzentovi J. Faimonovi za pečlivé pročtení rukopisu, podrobné uvedení připomínek a podnětné návrhy, které přispěly ke kvalitě sdělení.

SUMMARY

The main results of cave sediment geochemical research performed on 25 samples from Šošůvka cave in Moravian Karst can be summed up as follows:

1. Chemical composition of cave sediments is in much higher extent determined by their position in the cave system and only little influence can be ascribed to the local relative position, to the secondary carbonate forms, and to the type of sediment (ratio of clay and sand component).

2. According to the sediment chemical composition Šošůvka cave can be divided into two parts despite of position and type of cave sediment. First one can be characterized by relatively low content of SiO_2 (around 55 wt. %) and higher content of CO_2 (even more than 10 wt. %), both with high variability. Second part contains cave sediments with higher SiO_2 concentration (65 wt. %), low concentration CO_2 (around 5 wt. %) and relatively uniform distribution. Some other main components follow the trend of SiO_2 (Al_2O_3, K_2O, Na_2O, partly MgO). This is probably caused by their common binding in clay minerals.

3. Ferrous and ferric iron and manganese have low concentration, do not show any difference between the two previously defined parts, but has good correlation each other.

4. The special behavior showed phosphorus with extreme high content in some samples (more than 10 wt. % of P_2O_5). Source of phosphorus can be ascribed to the previously found fossil bones. Content of CaO shows much higher correlation to the P_2O_5 content than to CO_2 which indicate that major amount of calcium is included in hydroxyapatite and only minor amount come from calcium carbonate (calcite, aragonite).

5. Cave sediment geochemistry indicate that both previously defined parts of cave experienced very different geochemical evolution which is clear manifested in chemical composition of cave sediments.

LITERATURA

Baker, R. G., Bettis, E. A., Schwert, D. P., Horton, D. G., Chumbley, C. A., Gonzalez, L. A., Reagan, M. K., 1996: Holocene paleoenvironments of northeast Iowa. – Ecological Monographs, 66:(2) 203–234.

Bottrell, S. H., 1996: Organic carbon concentration profiles in recent cave sediments: Records of agricultural pollution or diagenesis? – Environ. Pollution, 91:(3) 325–332.

CAMACHO, C. N., CARRION, J. S., NAVARRO, J., MUNUERA, M., PRIETO, A. R., 2000: An experimental approach to the palynology of cave deposits. – J. Quarter. Sci., 15:(6) 603–619.

COURTY, M. A., VALLVERDU, J., 2001: The microstratigraphic record of abrupt climate changes in cave sediments of the Western Mediterranean. – Geoarchaeology, 16:(4) 467–500.

DOLÁKOVÁ, N., NEHYBA, S., 1999: Sedimentologické a palynologické zhodnocení sedimentů z Ochozské jeskyně. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1998, 6:7–10.

FOCHEZ, R., 1990: Absence of redox potential discontinuity in dark submarine cave sediments as evidence of oligotrophic conditions. – Esturiane Coastal and Shelf Sci., 31:(6) 875–881.

JAMES, J. M., 1993: Burial and infilling of a karst in Papua-New-Guinea by road erosion sediments. – Environ. Geol., 21: (3) 144–151.

KNOX, J. C., KUNDZEWICZ, Z. W., 1997: Extreme hydrological events, palaeo-information and climate change. – Hydrol. Sci. J., 42:(5) 765–779.

MERSIER, N., FERRI, F., FULGENZI, A. R., IACOVELLA, N., LAROCCA, C., MINIERO, R., RODRIGUEZ, F., SCOTTODITELLA, E., SILVESTRI, S., TAFANI, P., TIRRIO, B. I., VOLPI, F., 1993: Polychlorinated biphenyl, dibezodioxin, and dibenzofuran occurence in the general environment in Italy. – Chemosphere, 27: (1–3) 83–90.

RIDING, R., 2000: Microbial carbonates: The geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. – Sedimentology, 47: 179–214.

RUSTERHOLTZ, K. J., MAKLÉRY, L. M., 1994: Density, activity, and diversity of bacteria indigenous to a karstic aquifer. – Microbial Ecology, 28:(1) 79–99.

RYAN, M., NEUMAN, J., 1996: An examination of short-term variations in water quality at a karst spring in Kentucky. – Ground Water, 34:(1) 23–30.

ŠROUBEK, P., DIEHL, J. F., KADLEC, J., VALOCH, K., 1996: Preliminary study on the mineral magnetic properties of sediments from Kůlna Cave (Moravian Carst), Czech Republic. – Studia geophysica et geodaetica, 40:(3) 301–312.

ŠTELCL, J., ZIMÁK, J., 1998: Sedimentárně petrografické a geochemické studium Javoříčských jeskyní. – Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., 83:97–108.

TYSON, P. D., 1999: Atmospheric circulation changes and palaeoclimates of southern Africa. – South African J. Sci., 95:(4) 194–201

VÍT, J., 1994: Clay minerals of the fluvial cave sediments (nothern part of the Moravian Karst). – Acta Universitatis Carolinae, Geologica, 38:(2/4) 421–424.

WOODWARD, J. C., GOLDBERG, P., 2001: The sedimentary records in Mediterranean rockshelters and caves: Archives of environmental change. – Geoarchaeology, 16:(4) 327–354.