

KOMPLEXNÍ REGIONÁLNĚ GEOLOGICKÝ VÝZKUM

Geochemická charakteristika spraší významných moravských lokalit

Loess geochemistry of the most important Moravian localities

MARIE ADAMOVÁ - PAVEL HAVLÍČEK

(34-24 Ivančice, 34-12 Pohořelice, 34-23 Břeclav)
Geochemistry, Quaternary, Loess

V roce 1996 jsme pokračovali v geochemickém výzkumu spraší a to na významných moravských lokalitách Brno-Červený kopec, Dolní Věstonice-cihelna a Sedlec u Mikulova. Odebrané vzorky fosilních půd jsou v současnosti zpracovávány v laboratoři a výsledky budou publikovány v příštím roce.

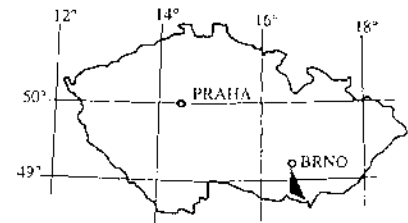
Metodika

Pro studium chemického složení byly odebrány bodové vzorky o váze 0,5–0,7 kg. Všechny požadované rozborů byly provedeny v laboratořích Českého geologického ústavu Praha. Jedná se o kompletní silikátové analýzy (V. Sixta, M. Mikšovský), stanovení standardní řady stopových prvků, metodou rentgenové fluorescenční spektrální analýzy – As, Co, Cr, Cu, Nb, Ni, Pb, Rh, Sr, Ti, U, V, Y, Zn a Zr (M. Pelikánová) a emisní analýzy – Ag, B, Be, Bi, Cu, Co, Ga, Mo, Pb a Sn (E. Mrázová). Stanovení prvků vzácných zemin (REE) bylo provedeno metodou ICP.

Nejstarší studované spraše

Na lokalitě Brno-Červený kopec byly odebrány spraše nad PK Xa – vzorek CK 2 a nad PK X – vzorek CK 6, jež odpovídají hranici spodní/střední pleistocén (B/M – 788 000 BP). Na lokalitě Sedlec u Mikulova byly odebrány dva vzorky nejstarších spraší – vzorek S 1 a S 5 (pod půdním horizontem A/1). Na základě chemického složení lze hovořit o významné shodě těchto spraší.

Obsahy SiO_2 se pohybují od 61,51 do 71,28 % (tab. 1). Nejstarší spraše jsou s výjimkou vzorku CK 6 málo vápnité [diagram SiO_2 vs. $(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$, obsah karbonátů vs. Sr/Ba – patrná pozitivní lineární závislost]. Stupeň mineralogické i chemické zralosti je shodný a v rámci studovaných spraší nejvyšší (diagramy SiO_2 vs. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$, SiO_2 vs. $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$); hodnoty $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (obr. 1, 2) jsou velmi nízké, relativně nejvíce alkálií obsahuje vzorek S 5. Hodnoty poměru $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Ti}/\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (= tzv. index zvětrání) jsou nejvyšší u vzorků S 1 a CK 2 (5,43 a 5,29 – celkově vůbec nejvyšší hodnoty), vzorky CK 6 a S 5 mají tento index o něco nižší – 5,07 a 4,89 (pro zcela nezvětralé spraše je uváděna hodnota 3,5 – Pye 1987). Tyto staré spraše mají nízké hodnoty poměru $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (0,03–0,05 u vzorku CK 6, 0,09), což svědčí o relativně více oxidačním charakteru sedimentačního prostředí.



Nejmladší studované spraše

Na lokalitě Sedlec u Mikulova byla odebrána spraš würmského stáří – vzorek S 3, ostatní vzorky jsou z lokality Dolní Věstonice. Vzorek V 1 byl odebrán těsně v nadloží PK III (hranice R/W), spraše V 3 a V 5 (würm) z boční stěny jsou situovány pod a nad gravetienem.

Obsahy SiO_2 se pohybují od 67 do 74 %, hodnoty poměru $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ od 6 do 7 a s výjimkou spraše V 3 představují nejvyšší hodnoty ve studovaných spraších (obr. 2, 3). Stupeň mineralogické a chemické zralosti je velmi nízký (nejnižší v rámci studovaných spraší). Hodnoty indexu zvětrání (diagram SiO_2 vs. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Ti}/\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) ukazují na relativně nejméně zvětralé spraše (vzorek V 5 – 3,8, vzorky V 3 a S 3 4,5). Obsahy celkového železa klesají na lokalitě Dolní Věstonice směrem od starších k mladším spraším (tj. od V 1 k V 5). Přesně opačný je trend obsahu MgO a CaO. Spraš ze Sedlece – S 3 je nejvíce podobná spraši V 3. Vyšší hodnoty poměrů $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (0,17–0,20) odlišují relativně redukčnější prostředí sedimentace würmských spraší (V 3 a V 5) na lokalitě Dolní Věstonice od oxidačního charakteru prostředí sedimentace spraše V 1 a spraše S 3 z lokality Sedlec. Na lokalitě Dolní Věstonice je patrný trend změny redox podmínek od starší (V 1) k nejmladší spraši (V 5).

Spolu s nejstaršími sprašemi tvoří nejmladší spraše skupinu, která se vyznačuje vyššími obsahy SiO_2 a nízkými obsahy karbonátů [také nízké hodnoty $(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$] s výjimkou vzorku V 5]. Tato skupina se dobře rozlišuje hodnotami poměru $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$, z nichž je zřetelně vidět vyšší podíl alkálií v nejmladších spraších (0,3–0,35) oproti spraším nejstarším (0,25–0,27).

Na lokalitě Dolní Věstonice je patrný trend poklesu hodnot Ti/Al a Zr/Al od nejstarší spraše (V 1) k nejmladší (V 5). Würmská spraš ze Sedlece u Mikulova – S 3 má hodnoty, ležící mezi V 1 a V 3. Koncentracemi stopových prvků jsou si nejbližší podobné spraše V 3 a S 3, u některých prvků se jejich obsahy ve spraši ze Sedlece u Mikulova nacházejí mezi hodnotami obsahů ve spraších V 1 a V 3. Nejnižší množství stopových prvků je přítomno v nejmladší spraši – V 5. Sumární obsahy REE jsou prakticky identické ve spraších V 1, V 3 a S 3, podobně jako hodnoty Sm/Eu. Od těchto vzorků se nižšími hodnotami liší spraš – V 5. Z hlediska koncentrací jednotlivých prvků

Tabulka 1. Chemické složení spraší na lokalitách Brno-Červený kopec, Sedlec u Mikulova a Dolní Věstonice (obsahy oxidů hlavních prvků v %, koncentrace stopových prvků v ppm)

dok. bod	č. vz.	č. mapy	název mapy	lokality	hl. od do	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{tot}	Fe ₂ O ₃	FeO
4464	CK2	24-32	Brno	Červený kopec	2,5-2,7 m	71,28	0,84	11,11	3,32	3,31	0,10
4468	CK6	24-32	Brno	Červený kopec	6,1-6,2 m	61,51	0,64	11,52	3,90	3,54	0,32
4470	CK8	24-32	Brno	Červený kopec	4,2-4,3 m	55,99	0,64	10,22	3,74	3,55	0,17
4471	CK9	24-32	Brno	Červený kopec	3,9-4,05 m	61,95	0,71	10,46	3,70	3,48	0,20
4472	CK10	24-32	Brno	Červený kopec	2,8-2,9 m	53,62	0,51	8,49	2,91	2,83	0,07
4474	CK12	24-32	Brno	Červený kopec	2,2-2,3 m	62,62	0,68	11,34	3,98	3,51	0,42
4475	S1	34-14	Mikulov	Sedlec	4,2-4,4 m	68,45	0,74	12,62	4,42	4,19	0,21
4477	S3	34-14	Mikulov	Sedlec	0,9-1,0 m	71,88	0,76	11,39	3,99	3,78	0,19
4479	S5	34-14	Mikulov	Sedlec	14,2-14,3 m	69,60	0,72	11,25	4,01	3,82	0,17
4481	S7	34-14	Mikulov	Sedlec	12,3-12,4 m	61,26	0,56	10,16	3,38	2,98	0,36
4483	S9	34-14	Mikulov	Sedlec	11,45-11,55 m	53,64	0,51	9,14	3,04	2,52	0,47
4485	S11	34-14	Mikulov	Sedlec	8,5-8,6 m	69,83	0,82	12,04	4,15	4,03	0,11
4487	S13	34-14	Mikulov	Sedlec	3,9-4,05 m	62,21	0,67	11,15	3,85	3,60	0,22
4489	S15	34-14	Mikulov	Sedlec	0,75-0,85 m	62,18	0,73	10,98	3,99	3,32	0,60
4490	V1	34-12	Pohořelice	Dolní Věstonice	12,9-13,1 m	73,93	0,80	10,62	4,69	3,35	0,19
4492	V3	34-12	Pohořelice	Dolní Věstonice	1,95-2,15 m	70,16	0,69	11,86	4,15	3,49	0,59
4493	V5	34-12	Pohořelice	Dolní Věstonice	0,7-0,85 m	67,44	0,51	9,79	3,27	2,67	0,54

vzácných zemin (REE) jsou si nejvíce podobné spraše V 3 a S 3.

Základní geochemická charakteristika studovaných spraší

Mineralogická a chemická zralost spraší na studovaných lokalitách postupně klesá od nejstarších k nejmladším. Stupeň zvětrání na lokalitě Brno-Červený kopec je u mladších spraší nižší (CK 9 až CK 12), zatímco spraše na lokalitě Sedlec u Mikulova jsou celkově více zvětralé. Spraše z Brna-Červeného kopce od vzorku CK 9 k CK 12 (tj. spraše odebrané mezi PK IX a PK VIII, pod PK VIII a nad PK VIII) mají vyšší podíl alkálií oproti všem spraším z lokality Sedlec u Mikulova.

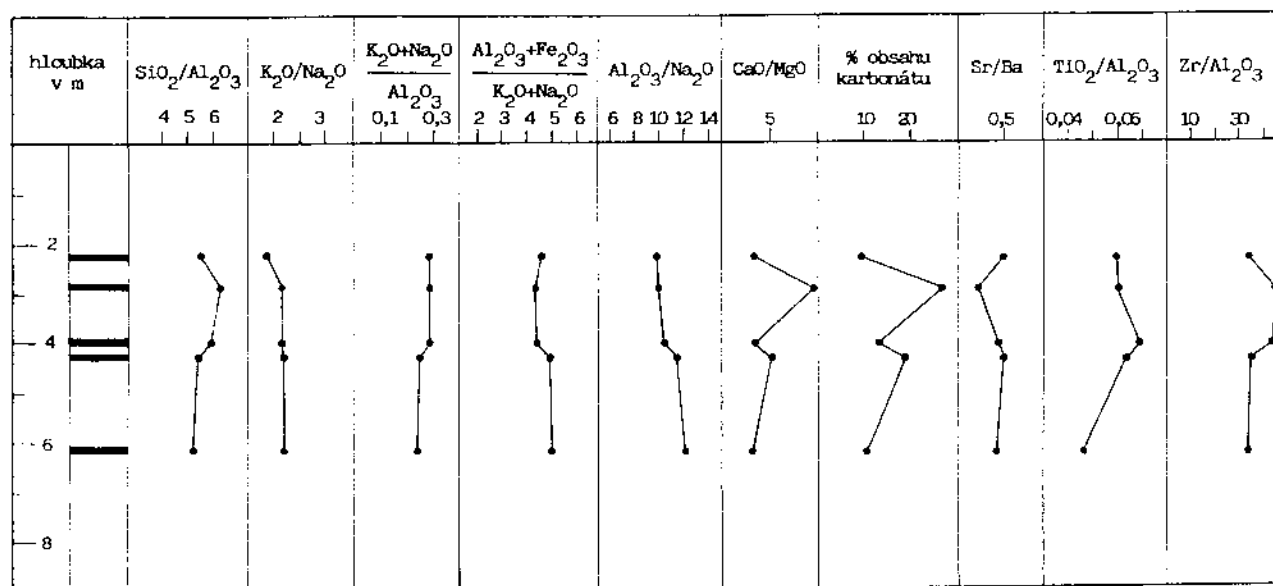
Obsah karbonátů ve spraších na lokalitě Sedlec u Mikulova stoupá od S 1 k S 9, zároveň stoupá i hodnota poměru Sr/Ba; pak dochází k prudkému poklesu (S 11) a znovu

ke vzrůstu karbonátové příměsi. Hodnoty poměru Sr/Ba však od vzorku S 11 k S 15 zůstávají nízké, protože vzrůstá koncentrace Ba jak ve spraších, tak fosilních půdách (výjimkou je půda z D/II. – vzorek S 14 s normálním obsahem Ba – jde o redeponovanou event. parautochtomní půdu – Havlíček et al. 1994, Havlíček - Tyráček 1996). Vyšší koncentrace Ba se objevuje také ve spraši z Brna-Červeného kopce (CK 10), odebrané pod PK VIII.

Nejmladší spraše na všech třech lokalitách ukazují na relativně nejvíce redukční charakter prostředí sedimentace. Obsahy S jsou nízké ve všech spraších (tab. 1), obsahy organické hmoty (C_{org}) jsou také nízké, ale relativně nejvyšší jsou v nejmladších sedimentech.

Hodnoty poměru Zr/Al₂O₃ ve spraších na lokalitách Brno-Červený kopec a Sedlec ukazují vzrůst ve střední části profilů – tj. CK 8 až CK 10 a S 7 až S 11; směrem k nejmladším spraším dochází k poklesu.

Obsahy prvků vzácných zemin (REE) jsou v námi stu-



Obt. 1. Vertikální geochemický profil – lokalita Brno-Červený kopec

Tabulka I (pokračování)

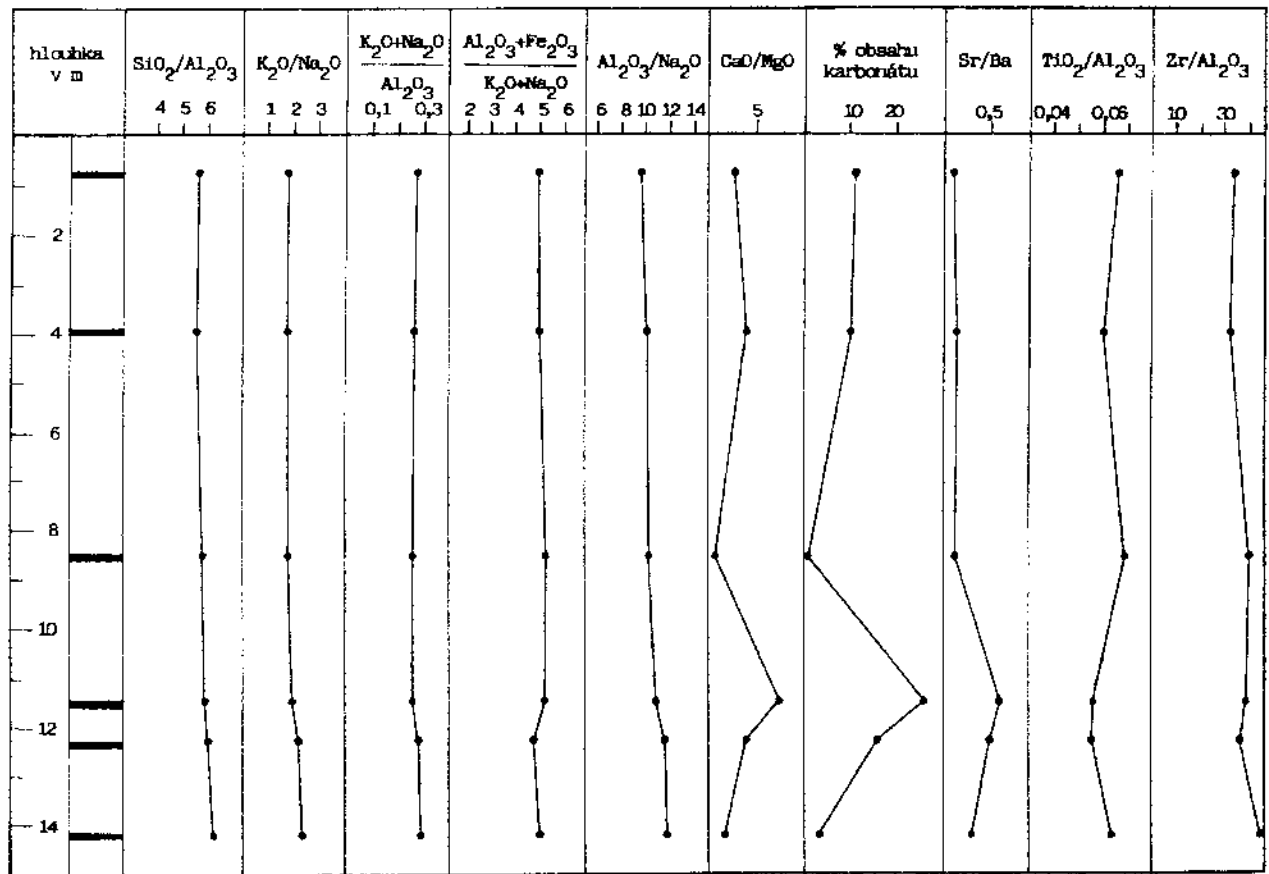
MnO	MgO	CaO	SrO	BaO	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	C	H ₂ O ⁺	F	S	H ₂ O ⁻	Ba
0,123	1,08	1,99	0,013	0,051	0,008	0,88	1,85	0,06	0,77	0,20	3,41	0,03	0,03	2,49	457
0,056	2,00	6,17	0,020	0,045	0,008	0,95	2,09	0,11	4,51	0,10	3,60	0,05	0,02	2,00	403
0,079	1,94	10,12	0,022	0,043	0,008	0,88	1,92	0,14	8,03	0,09	3,28	0,05	0,02	2,24	385
0,065	2,03	6,90	0,022	0,043	0,007	1,02	2,19	0,13	5,82	0,10	2,94	0,04	0,04	1,79	386
0,045	1,51	14,02	0,030	0,109	0,005	0,84	1,80	0,09	11,25	0,21	2,41	0,04	0,02	1,77	977
0,061	1,78	5,86	0,021	0,043	0,008	1,17	2,19	0,10	4,15	0,27	3,14	0,04	0,04	2,26	386
0,053	1,77	0,51	0,011	0,043	0,009	0,98	2,16	0,10	0,10	0,15	3,81	0,04	0,03	3,62	386
0,065	1,16	1,08	0,011	0,044	0,007	1,18	2,22	0,11	0,09	0,18	2,94	0,05	0,02	2,80	394
0,062	1,50	2,31	0,013	0,045	0,006	0,96	2,18	0,12	1,32	0,10	3,31	0,05	0,02	2,77	403
0,065	1,98	7,37	0,021	0,042	0,006	0,92	1,96	0,11	6,62	0,08	2,89	0,04	0,02	2,13	376
0,055	1,81	13,07	0,020	0,034	0,005	0,84	1,56	0,10	10,75	0,12	2,93	0,04	0,02	1,73	305
0,091	1,41	1,07	0,013	0,093	0,007	1,19	1,99	0,10	0,18	0,12	3,52	0,04	0,01	2,72	833
0,073	1,55	6,26	0,017	0,094	0,007	1,11	1,93	0,10	4,52	0,27	3,29	0,05	0,02	2,34	842
0,081	2,14	6,15	0,019	0,141	0,007	1,12	1,95	0,11	4,87	0,37	3,32	0,02	0,03	1,92	1263
0,080	1,13	1,18	0,013	0,048	0,006	1,14	2,18	0,06	0,38	0,23	2,87	0,04	0,04	1,83	430
0,059	1,69	1,37	0,016	0,127	0,007	1,37	2,20	0,09	0,42	0,49	3,64	0,04	0,06	1,87	1138
0,065	1,89	5,15	0,019	0,041	0,006	1,34	2,07	0,13	3,80	0,43	2,46	0,06	0,04	0,96	368

dovaných spraších vyšší ve srovnání s obsahy REE ve svrchní zemské kůře a spraších z lokality Kaiserstuhl blízko Freibergu (Taylor et al. 1983).

Všechny nejmladší spraše na studovaných lokalitách mají relativně menší negativní Eu-anomalie a nejnižší obsahy některých stopových prvků (Cu, Pb, Ga a Zr).

Literatura

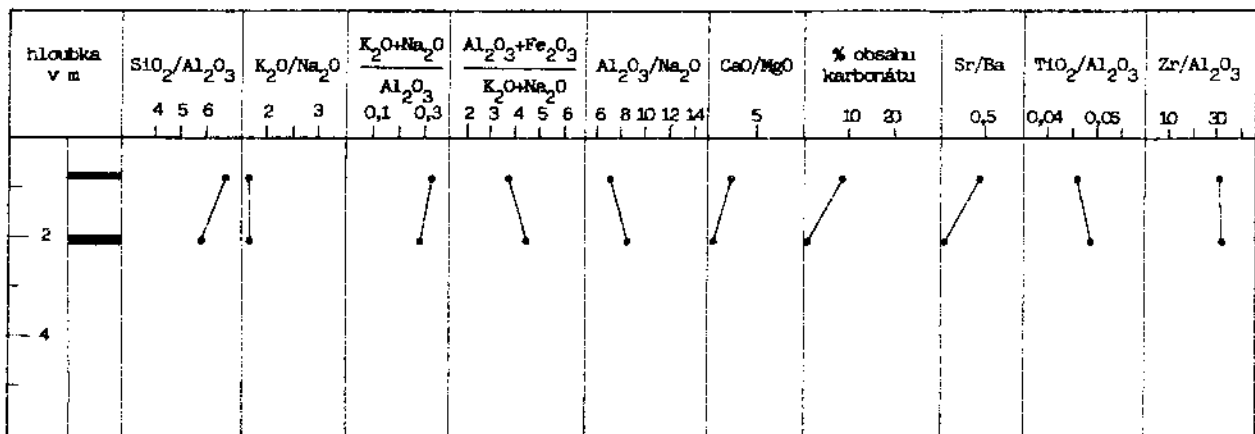
Havlíček, P. - Smolčková, L. - Kovanda, J. - Břízová, E. (1994): Loess complex near Sedlec (south Moravia). – Antropozoikum, 21, 5–18. Praha.
 Havlíček, P. - Tyráček, P. (1996): Circumalpine Quaternary Correlations Southern Moravia – Lower Austria. – Field trip and meeting Sept. 30.–Oct. 4, 101–109. Praha.



Obr. 2. Vertikální geochemický profil – lokalita Sedlec u Mikulova

Tabulka I (pokračování)

dok. bod	Cr	Nb	Ni	Rb	Sr	Ti	V	Y	Zn	Zr	B	Co	Cu	Ga	Pb	Sn
4464	88	16	25	97	119	6500	68	47	63	486	70	13	28	13	22	3
4468	90	14	30	97	177	5100	70	46	62	395	48	14	18	10	15	5
4470	82	12	29	89	187	4500	69	41	59	354	40	15	18	10	14	4
4471	81	14	26	93	183	4700	67	43	53	455	50	16	15	10	16	5
4472	77	9	17	77	227	3800	53	38	43	400	39	14	11	8	11	4
4474	87	16	30	94	179	4800	67	44	65	382	43	14	10	9	13	5
4475	92	14	37	101	102	5100	70	42	72	356	72	13	10	13	19	4
4475	85	12	24	87	100	5100	66	45	58	408	58	12	6	8	13	4
4479	89	16	34	88	116	5300	69	44	67	477	60	17	26	7	12	5
4481	88	13	21	87	175	4300	58	39	56	367	60	16	25	10	14	5
4483	70	12	25	66	172	3700	59	32	44	347	33	14	14	8	10	6
4485	93	16	35	89	113	5500	65	47	64	472	70	14	16	14	13	4
4487	86	13	24	88	133	4600	62	40	58	363	39	17	14	8	10	5
4489	84	12	32	87	138	4700	66	45	64	364	47	14	10	9	8	4
4490	77	15	17	101	113	5200	58	42	57	457	56	12	5	7	9	3
4492	95	14	31	102	130	4900	66	44	66	378	50	13	8	8	9	3
4493	70	8	26	86	157	4300	49	37	50	306	45	12	8	5	9	3



Obr. 3. Vertikální geochemický profil – lokalita Dolní Věstonice

Pye, K. (1987): Aeolian dust and dust deposits. – 1–330. Academic Press, London.

Taylor, S. R. - Mc Lennan, S. M. - Mc Culloch, M. T. (1983): Geochemistry of loess continental crustal composition and

crustal composition and crustal model ages. – Geochim. cosmochim. Acta, 47, 1897–1905. Oxford.