ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XC (2005): 147–154, 2005

PROVENIENCE WÜRMSKÝCH POZDNĚPLEISTOCENNÍCH SPRAŠÍ A SPRAŠÍM PODOBNÝCH SEDIMENTŮ NA MORAVĚ A VE SLEZSKU, ČESKÁ REPUBLIKA: POUŽITÍ ASOCIACÍ TĚŽKÝCH MINERÁLŮ

PROVENANCE OF WÜRM, LATE PLEISTOCENE LOESS AND LOESS-LIKE SEDIMENTS FROM MORAVIA AND SILESIA, CZECH REPUBLIC: USE OF HEAVY MINERAL ASSEMBLAGE

LENKA LISÁ[1] & DAVID BURIÁNEK[2] & PAVEL UHER[3]

Abstract

Lysá, L., – Buriánek, D. – Uher, P., (2005): Provenience würmských pozdněpleistocenních spraší a spraším podobných sedimentů na Moravě a ve Slezsku, Česká republika: použití asociací těžkých minerálů – Acta Musei Moraviae, Sci.geol., 90: 147–154 (with English summary).

Loess and loess-like sediments of the Last glacial in Moravia and Silesia were divided into five main accumulation areas based on the non-opaque heavy mineral assemblages. Possible source areas were also suggested based on literature data. Radioactivity measurements in the Trebic massif surroundings, evidence the length of transport, which is below 50–60 km. Anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) showed a characteristic type of arrangement. This arrangement corresponds to the fluid movement direction. Combination of AMS and non-opaque heavy mineral assemblage study can specify the source area.

[1] Institute of Geology, Academy of Sciences CR, Rozvojová 135, 165 02 Praha 6, Czech Republic; lisa@gli.cas.cz

[2] Czech Geological Survey, Leitnerova 22, 658 59, Brno, Czech Republic; burianek@cgu.cz

[3] Department of Mineral Deposits, Comenius University, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovakia; puher@fns.uniba.sk

Key words: Wurmian, Czech Republic, Moravia, loess sediments, heavy minerals, magnetic properties, radioactivity

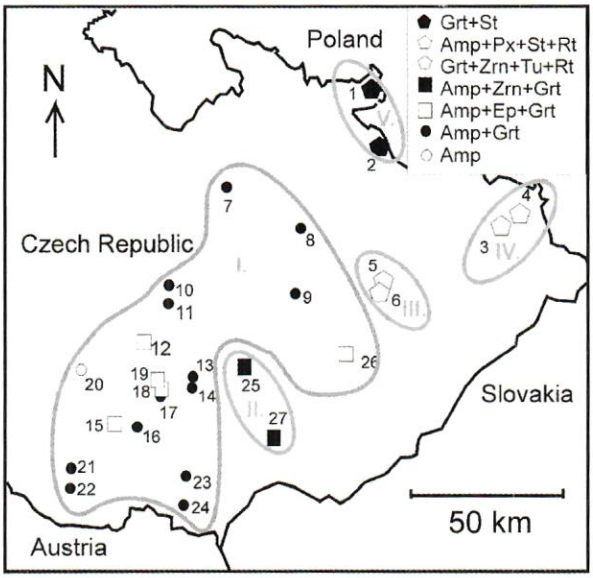
1. Úvod

Spraše na Moravě a paleoklimatické aspekty jejich vzniku nebyly doposud dostatečně studovány. V pracích Pelíška (1939) a Ambrože (1947) jsou popsány nejstarší klasifikace moravských spraší založené především na zrnitostních analýzách, obsahu karbonátů či humusu. Na tehdejší dobu jde o práce na vysoké úrovni, v době moderních metod

však nedostačující. Navíc jsou do těchto klasifikací zahrnuty pouze spraše Dyjsko-svrateckého úvalu nebo Českomoravské vrchoviny. Od šedesátých let je většina příspěvků, týkajících se sprašových sedimentů na Moravě, zaměřena především na paleopedologii, stratigrafii a klimatologii (Havlíček a Smolíková 1993, Kukla 1961, Ložek 1958, Musil a Valoch 1956). V současné době se objevují i příspěvky týkající se provenience (Lisá 2004, Kvítková a Chadima 2003, Kvítková a Buriánek 2002, Adamová et al. 2002, Cílek 2001, Adamová a Havlíček 1997). Žádný z těchto autorů se však provenienci nevěnuje v rámci celé Moravy.

2. Metodika

Metodika této práce zahrnuje: 1. detailní makroskopické popisy; 2. sítování mokrou cestou na frakci 0,063–0,250 mm a následnou separaci v těžké kapalině (Tetrabrommethan, D = 2,964 g/m^3); 3. Mikroskopický popis těžké průsvitné frakce pod polarizačním mikroskopem; 4. Měření radioaktivity laboratorní spektrometrií gama; 5. Měření anizotropie magnetické susceptibility na přístroji kappabridge KLY-3 v paleomagnetické laboratoři AVČR v Průhonicích; 6. Získaná data byla zpracována pomocí programu Statistica 6.



Obr. 1. Oblasti vyčleněné pomocí studia asociací těžkých průsvitných minerálů (1. Osoblaha, 2. Skrochovice, 3. Horní Bludovice, 4. Stonava, 5. Hranice II., 6. Hranice I., 7. Leština, 8. Štenberk, 9. Kokory, 10. Boskovice, 11. Míchov, 12. Skalička, 13. Pozořice, 14. Tvarožná, 15. Dolní Kounice, 16. Bratčice, 17. Modřice, 18. Brno – náměstí Svobody, 19. Rozdrojovice, 20. Jesřabí, 21. Horní Dunajovice, 22. Lechovice, 23. Pouzdřany, 24. Dolní Věstonice, 25. Ivanovice, 26. Hulín, 27. Ořechov).

Fig.1. Areas divided according the heavy transparent mineral study (1. Osoblaha, 2. Skrochovice, 3. Horní Bludovice, 4. Stonava, 5. Hranice II., 6. Hranice I., 7. Leština, 8. Štenberk, 9. Kokory, 10. Boskovice, 11. Míchov, 12. Skalička, 13. Pozořice, 14. Tvarožná, 15. Dolní Kounice, 16. Bratčice, 17. Modřice, 18. Brno – náměstí Svobody, 19. Rozdrojovice, 20. Jesřabí, 21. Horní Dunajovice, 22. Lechovice, 23. Pouzdřany, 24. Dolní Věstonice, 25. Ivanovice, 26. Hulín, 27. Ořechov).

3. Charakteristika vymezených sprašových oblastí

Sprašové sedimenty na území Moravy byly podle složení těžkých průsvitných minerálů rozděleny do pěti základních akumulačních oblastí.

Největší a nejrozsáhlejší je oblast zahrnující Dyjskosvratecký úval, Mikulovskou vrchovinu, jižní část Dolnomoravského úvalu a Hornomoravský úval (obr. 1). Tato oblast je reprezentována lokalitami Leština, Šternberk, Kokory, Boskovice, Skalička, Míchov, Rozdrojovice, Pozořice, Tvarožná, Modřice, Brno-náměstí Svobody, Lechovice, Horní Dunajovice, Dolní Kounice, Bratčice, Pouzdřany, Dolní Věstonice a Hulín. Dominujícími minerály této skupiny jsou amfibol (22–67 %), granát (4–45 %), epidot (2–17 %), přičemž zastoupení těchto minerálů kolísá lokalitu od lokality (tab. 1). Zbytek těžké průsvitné frakce je tvořen zirkonem, apatitem, rutilem a turmalínem. Další minerály jako sillimanit, titanit, kyanit, staurolit, monazit a brookit jsou zastoupeny pouze akcesoricky. K této oblasti byla přiřazena velmi specifická lokalita Jestřebí u Velké Bíteše (tab. 1), kde jednoznačně dominuje amfibol (96 %) a z dalších minerálů je výrazněji zastoupen pouze zirkon (2 %).

Tab. 1 Obsahy těžkých průsvitných minerálů sprašových sedimentů (%).
Tab. 1 Contents of heavy mineral transparent fraction of loess nad loess-like sediments (%).

č.	lokality	Amp	Grt	Zrn	Ep	Ap	Sil	Ttn	Ky	St	Rt	Mnz	Tur	Brk	Cpx
1	Osoblaha	9,0	34,0	16,7	0,0	3,3	0,0	1,5	5,0	20,0	6,7	0,2	3,6	0,0	0,0
2	Skrochovice	6,6	38,4	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	17,4	10,3	0,1	15,4	0,0	0,0
3	Bludovice	22,7	9,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	11,2	0,3	5,2	0,0	36,1
4	Stonava	26,4	4,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	9,3	0,0	5,0	0,0	45,0
5	Hranice II	0,0	52,1	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	13,6	0,1	18,9	0,0	1,8
6	HraniceI	8,0	29,3	31,0	9,3	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	8,0	0,1	8,0	0,0	5,0
7	Leština	59,7	24,0	1,9	4,0	3,4	2,0	0,3	0,9	0,7	2,5	0,3	0,3	0,0	0,0
8	Šternberk	22,4	44,3	4,5	10,1	0,0	0,0	0,0	3,0	5,0	1,5	0,2	9,0	0,0	0,0
9	Kokory	57,8	20,3	1,8	3,9	3,8	1,8	1,7	1,2	1,2	2,5	0,3	1,2	0,0	2,5
10	Boskovice	62,5	19,7	3,9	2,5	2,1	5,3	0,7	0,5	0,5	0,3	0,2	1,8	0,0	0,0
11	Míchov	71,4	14,0	2,5	6,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	2,5	0,0	0,0
12	Skalička	47,7	19,3	2,9	16,6	1,9	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	2,2	5,6	0,0	0,0
13	Pozořice	27,5	49,6	4,2	10,5	3,3	1,0	0,0	0,7	0,3	0,3	0,3	2,3	0,0	0,0
14	Tvarožná	36,9	32,7	8,2	11,4	3,7	1,0	0,5	0,0	1,4	2,3	0,5	1,4	0,0	0,0
15	Dolní Kounice	66,9	13,7	2,1	8,6	2,7	1,0	0,2	0,6	0,6	2,1	0,2	1,3	0,0	0,0
16	Bratčice	55,7	26,2	3,5	3,8	4,0	1,5	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	2,3	0,6	0,0
17	Modřice	38,6	38,3	1,8	6,7	4,9	1,8	0,9	1,2	1,8	2,5	0,3	1,2	0,0	0,0
18	Brno	55,4	19,1	3,2	12,0	3,6	1,0	0,6	1,0	0,3	0,3	1,6	1,9	0,0	0,0
19	Rozdrojovice	71,4	3,8	7,9	12,0	1,0	2,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
20	Jestřabí	95,8	0,0	2,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	1,2	0,0	0,0
21	H. Dunajovice	60,2	23,0	1,9	1,7	3,4	2,0	0,9	0,9	0,9	2,5	0,3	0,3	0,0	2,0
22	Lechovice	43,7	31,8	6,2	8,5	1,8	1,9	0,0	1,4	0,8	0,6	0,8	2,5	0,0	0,0
23	Pouzdřany	37,0	47,9	1,0	6,0	0,7	3,0	0,2	1,0	1,0	1,0	0,2	1,0	0,0	0,0
24	D. Věstonice	61,2	20,9	3,0	2,3	2,0	5,1	0,7	1,4	0,7	0,7	0,2	1,8	0,0	0,0
25	Ivanovice	31,8	28,8	13,0	6,4	5,0	0,0	0,0	1,3	3,8	2,5	0,1	5,0	0,0	2,3
26	Hulín	53,0	13,7	4,0	16,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	2,6	2,6	0,0	1,5
27	Ořechov	49,5	5,3	15,9	2,0	1,4	0,0	0,0	4,0	3,9	11,3	0,6	4,6	0,0	1,5

Druhá vyčleněná oblast zahrnuje spraše střední části Dolnomoravského úvalu a Litenčické pahorkatiny. Patří sem lokality Ivanovice a Ořechov. Tyto sedimenty jsou typické asociací amfibol-zirkon-granát, přičemž obsah těchto minerálů tvoří vždy více než 70 % těžkých průsvitných minerálů. Amfibol je obsažen 32–50 %, zirkon 13–16 % a granát 5–29 %. Ve zbytku této frakce je obsažen turmalín, epidot, rutil, staurolit, kyanit, apatit, pyroxen a monazit (tab. 1).

Třetí vyčleněná oblast zahrnuje lokality Hranice I. a Hranice II. v prostoru Moravské brány. Tyto dvě lokality jsou situovány ve vzdálenosti zhruba pěti kilometrů od sebe, makroskopicky jsou zde však zřetelné rozdíly v barvě, pórovitosti, obsahu jílových minerálů a odlučnosti. Ve spektru těžkých průsvitných minerálů dominuje asociace granát (29–59 %), zirkon (11–31 %), rutil (8–14 %) a turmalín (8–19 %), tedy asociace poměrně stabilních akcesorických minerálů. V podružném množství je zastoupen epidot, kyanit, amfibol, pyroxen a monazit (tab.1).

Čtvrtá oblast zahrnuje spraše na území Ostravské pánve, konkrétně lokality Stonava a Bludovice. Spektrum těžkých průsvitných minerálů je oproti jiným oblastem dosti odlišné. Dominuje zde asociace pyroxen (36–45 %), amfibol (23–26 %), staurolit (9–10 %) a rutil (9–11 %). V podružném množství jsou zastoupeny: granát, zirkon, turmalín, monazit (tab 1).

Pátá vyčleněná oblast zahrnuje spraše Zlatohorské vrchoviny a Opavské pahorkatiny reprezentované lokalitami Osoblaha a Skrochovice. Ve spektru těžkých průsvitných minerálů této oblasti dominuje granát (34–38 %) a staurolit (17–20 %). Dále jsou zastoupeny zirkon, turmalín, rutil, amfibol a kyanit. V podružném množství jsou přítomny apatit, titanit a monazit (tab. 1).

Použitá, pár-skupinová sdružovací analýza, je založena na matici euklidovských vzdáleností pro jednotlivé vzorky (obr. 2). Pomocí této analýzy se podařilo poměrně jednoznačně oddělit severně ležící lokality náležející k oblastem 3 a 4 od zbytku studovaných lokalit. Zřetelně se také vyděluje lokalita Jestřebí u Velké Bíteše díky svému anomálnímu obsahu amfibolu.

4. Identifikace převažujících směrů proudění větrů

Magnetické vlastnosti (anizotropie magnetické susceptibility) byly sledovány na celkem dvou lokalitách. Jedná se o lokality Hulín a Ořechov. Měření anizotropie magnetické susceptibility poskytuje data o orientaci delších os magnetických minerálů, tzn. o směru proudění fluida v němž byla magnetická zrna usazována. Na lokalitě Ořechov převažuje směr SZ – JV a u lokality Hulín převládá orientace ve směru JZ – SV (Kvítková a Chadima 2002).

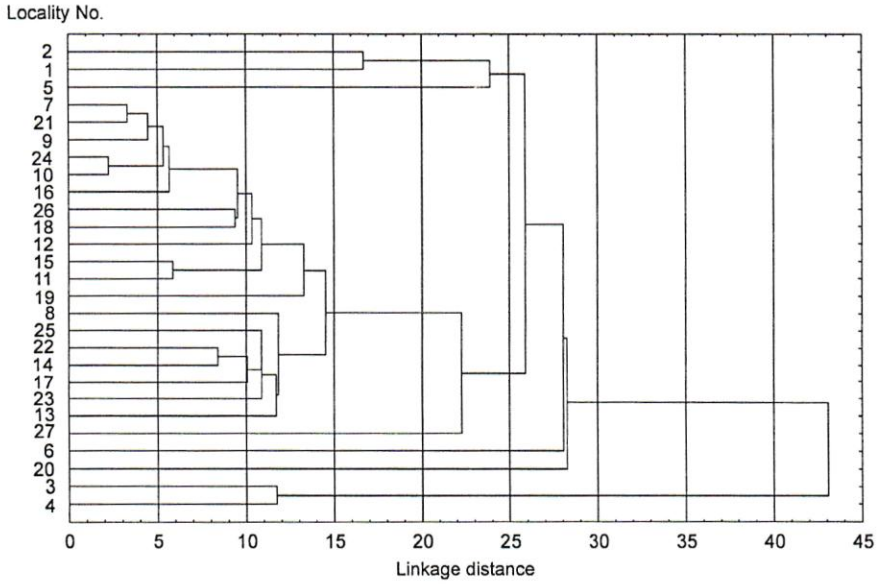
5. Diskuse

Studium akcesorických minerálů pomáhá při poznání zdrojového materiálu sprašových sedimentů. Pomocí kvantitativní analýzy těžké průsvitné frakce bylo na území Moravy vyčleněno pět základních oblastí (obr. 1.). Sdružovací analýzou byly posuzovány vztahy mezi jednotlivými lokalitami (obr. 2). Na základě vyhodnocení dostupných mineralogických dat (Kvítková a Buriánek 2002) a morfologie sprašových návějí můžeme předpokládat, že zdrojové oblasti spraší a spraším podobných sedimentů na Moravě a ve Slezsku leží zá-

padně od akumulačních oblastí spraší. Zdrojem je hlavně jemnozrnný materiál (eluvia), který vznikl chemickým zvětráváním zejména během terciéru a mechanickým rozpadem během glaciálů. Tento zdroj materiálu má totiž podstatně větší plošné rozšíření než materiál říčních teras, které byly dříve označovány za hlavní zdroj spraší.

Horniny, které se nejvíce podílely na dotaci sprašového materiálu jednoznačně obsahovaly dostatečné množství dominantních minerálů popisovaných v akumulačních oblastech a měly přiměřeně velké plošné rozšíření. Zastoupení těžkých minerálů ve spraších je produktem míšení materiálu z řady zdrojových hornin různého původu. Tato skutečnost velmi znesnadňuje vyhledávání deflačních oblastí z nichž byly tyto sedimenty derivovány.

Oblast, která mohla permanentně koncem glaciálů (tj. v době nejintenzivnější akumulace spraší) dotovat klasické sprašové akumulace dostatkem materiálu prachové frakce, musela před deflací prodělat intenzivní zvětrávání (Cílek 2001). V době deflace potom neměla téměř žádný vegetační ani sněhový pokryv, který by znemožňoval vyvívání. Na základě srovnáni asociací těžkých minerálů ve spraších s údaji o spektru těžkých minerálu v horninách a eluviích v předpokládaných zdrojových oblastech můžeme vymezit vhodné oblasti z nichž mohly být spraše derivovány:



Obr. 2. Stromový diagram pár-sdružovací analýzy, označení vzorků je shodné s označením na obrázku číslo 1.
Fig. 2. Tree diagram for variables pair-group average Euclidean distances, samples are marked by the same way as in the case of Fig. 1.

1. Spraše první vyčleněné oblasti vznikaly v suché sprašové oblasti a jsou to typické eolické sedimenty, na něž se také při svých výzkumech soustředila většina autorů. Horniny, které mohly být zdrojem materiálu pro vznik spraší evidentně obsahovaly dostatečné množství amfibolu, granátu, případně epidotu a měly velké plošné rozšíření. Jako provenienční zdroj těchto sedimentů přichází v úvahu eluvia na horninách brněnského a dyjského masivu (Vynšová 1972, Štelc et al. 1973, Sulovský 1975), moravika (Krystek 1959), moldanubika (Kodymová 1981, Stattegger 1986, Kodymová a Kodym 1984,

Krystek 1959, Štelcl et al. 1977), letovického krystalinika, případně poličského a zábřežského krystalinika (Buriánek et al. 2003). Pokud srovnáme minerální asociace těžkých minerálů této skupiny s údaji publikovanými Abrahámem et al. (2001). Pozorujeme poměrně dobrou korelaci mezi zastoupením amfibolu a granátu ve zvětralinách západně ležících krystalinik a jejich zastoupením ve spraších. Minerální asociace na lokalitě Jestřebí u Velké Bíteše ukazuje na lokální zdroj spraší z eluvií blízkého třebíčského masivu. Tuto skutečnost potvrzují naměřené obsahy uranu a thoria (Kvítková, 2002). Na této lokalitě byly naměřeny nejvyšší hodnoty radioaktivity, které směrem na východ poměrně rychle a výrazně klesají. Spraše ležící na hranici durbachitů a ortorul vykazují v průměru hodnoty thoria o 5–9 ppm vyšší než zbytek východně ležících sprašových lokalit. Rozdíly v hodnotách uranu a draslíku mají také klesající tendenci, nejsou však již tak markantní. Z hlediska obsahů thoria je v moldanubiku anomální především právě oblast třebíčského masivu (Sulovský 2000). Na některých lokalitách, zejména u spraší ležících v blízkosti brněnského masivu je patrné obohacení na epidot (obr. 1). Někde dokonce epidot převažuje nad granátem. Také v tomto případě je patrná dobrá korelace s mapou šlichové prospekce (Abrahám et al. 2001). Výskyty epidotu jsou vázány hlavně na oblast brněnského masivu, avšak poněkud vyšší obsahy jsou také vázány na nivu řeky Moravy, která tento minerál transportuje z oblasti Jeseníků. Tomu odpovídá výskyt tohoto minerálu ve spraších v okolí Brna a východně od řeky Moravy (Hulín).

2. Oblast dva byla vyčleněna na základě dvou lokalit. Jejich spektra nejsou totožná, od svého okolí se však výrazně odlišují. Charakteristická je pro ně vysoká koncentrace amfibolu v kombinaci s relativně vysokými obsahy zirkonu a někdy granátu nebo rutilu. Kombinují se zde prvky ultrastabilní minerální asociace s méně stabilními minerály jako je amfibol. Tuto skutečnost můžeme poměrně dobře vysvětlit míšením materiálů bohatého amfibolem z odkrytých částí brunovistulika (Vynšová 1972) a sedimentárního materiálu tercierního stáří. Miocenní sedimenty obsahují většinou pouze stabilnější akcesorické minerály (Krystek 1974, Březina 1957). V některých případech se však v nich může ve větším množství vyskytnout amfibol (Hypr 1975). Nemůžeme také vyloučit přísun materiálu ze severněji ležící horniny drahanského kulmu (Štelcl et al 1977, Krystek 1961, Štelcl a Svoboda 1962, Otava 1988).

U recentních větrů nepřevládá směr vátí od západu na východ jako je tomu u první vyčleněné oblasti. Můžeme tedy předpokládat, že sedimentace spraší v posledním glaciálu nebyla ovlivněna pouze větry západního směru. Proto byla použita metoda anizotropie magnetické susceptibility. Tato metoda však podle usměrnění magnetických minerálů nedokáže určit konkrétní směr, ale pouze linii předpokládaného pohybu větru. Pro lokalitu Hulín byl zjištěn převažující směr vátí větrů JZ – SV a pro lokalitu Ořechov SZ – JV. Jediným komplexním zdrojem dat pro tuto oblast je atlas šlichové prospekce (Abrahám 2001). Tato databáze však značně zjednodušuje představu o asociacích těžkých minerálů předkvartérního geologického pokryvu. Zvýšené obsahy amfibolu, epidotu a rutilu indikují pro lokalitu Hulín transport materiálu od JZ, zhruba ze vzdálenosti 5–15 km z sedimentů neogenních a kvartérních sedimentů uložených v nivě řeky Moravy. Pro lokalitu Ořechov naopak indikují zvýšené obsahy minerálů jako amfibol, zirkon, rutil a kyanit transport od SZ, cca 10–15 km z neogenních sedimentů.

3. Asociace třetí vyčleněné oblasti odpovídá datům z drahanského kulmu (Krystek 1961, Štelcl a Svoboda 1962, Štelcl et al. 1977). Kulmské sedimenty se vyskytují v těsném okolí studovaných lokalit.

4. Zjištěným asociacím čtvrté vyčleněné skupiny nejlépe odpovídají data ze sedimentů vnější skupiny příkrovů alpsko-karpatské soustavy. Zvlášť markantní jsou zvýšené

obsahy pyroxenu a amfibolu. Obsahy těchto dvou minerálů jsou typické pro sedimenty slezské, ždánické a podslezské jednotky a jejich neovulkanity (především těšínity, Abrahám et al. 2002).

5. Spektra těžké průsvitné frakce, která nejvíce korespondují s daty zjištěnými v páté oblasti, odpovídají horninám silezika (Pouba 1984, Abrahám et al. 2002). Podle sdružovací analýzy nacházíme určitou podobnost se třetí vyčleněnou oblastí, která má provenienci v sedimentech drahanského kulmu. Je možné, že materiál drahanského kulmu hrál roli jako provenienční materiál u této oblasti. Znamenalo by to částečný eolický transport od jihu až jihozápadu na sever.

6. Závěry

Spraše a spraším podobné sedimenty posledního glaciálu na Moravě a ve Slezsku byly na základě studia asociací těžkých průsvitných minerálů rozděleny do pěti hlavních akumulačních oblastí. Pomocí srovnávacích dat byly pro vyčleněné oblasti nalezeny pravděpodobné provenienční oblasti. Kombinace údajů o složení spekter těžkých minerálů a měření radioaktivity sprašových akumulací v okolí třebíčského masivu dokládá krátký transport eolického materiálu, který nepřesahuje 50–60 km. Pomocí kombinace anizotropie magnetické susceptibility se podařilo doložit, že převažující směry proudění větru byly SZ – JV až JZ – SV. Tyto směry poměrně dobře korespondují s výsledky získanými studiem průsvitných těžkých minerálů.

SUMMARY

The studied Late Pleistocene loess sediments were subdivided into five main areas based on quantitative heavy-mineral study. Source areas for these divided areas were determined by comparison of heavy mineral assemblages, anisotropy of magnetic susceptibility and radioactivity. The area characterized by predominance of amphibole and garnet (Amp + Grt ± Ep) is the most widespread. It includes the Dyjskosvratecký úval Valley, Mikulov Upland and Hornomoravský úval Valley. Source rocks are mostly represented by eluvia of crystalline rocks lying in the west, not farther than 50–60 km.

The second area is represented by loess sediments of the Dolnomoravský úval Valley. These loesses are typical for their amphibole-zircon-garnet association in the non-opaque heavy mineral assemblage. The westerly lying magmatic rocks of the Brno massif and Miocene sediments were determined as possible source rocks.

The third defined area includes loess sediments from the Moravian Gate area. They are characterized by a stable garnet-zircon-rutile-tourmaline association. This association fully corresponds to the sediments of the Drahany Culm.

The fourth area includes loess sediments of the Ostrava Basin. This area is characterized by the association pyroxene-amphibole-staurolite-rutile. This association corresponds to data from the sediments of the Outer Group of Nappes, particularly from the sediments of the Silesian, Ždánice and Subsilesian units and from neovolcanic rocks.

The last area is represented by loess sediments of the Zlatohorská vrchovina Upland and Opavská pahorkatina Highland. The non-opaque heavy mineral assemblage is dominated by garnet and staurolite. This association is very similar to that of rocks of the Silesicum.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují S. Houzarovi za kritické pročtení rukopisu.

LITERATURA

ABRAHÁM, M., VELEBA, B., ŠVESTKA, J., LUNA, J., HŮLKA, L., ŽÁČEK, M., 2002: Regional heavy mineral prospecting in the Territory of the Czech Republic. – Geomin Jihlava Company, Geofond, Praha.

ADAMOVÁ, M., HAVLÍČEK, P., 1997: Geochemická charakteristika spraší významných moravských lokalit. – Zpr. geol. Výzk. v r. 1996, 91–94, Praha.

ADAMOVÁ, M., HAVLÍČEK, P., ŠIBRAVA, V., 2002: Mineralogy and geochemistry of loesses in southern Moravia. – Bull. Czech. Geol. Sur., 77, 1, 29–41

AMBROŽ, P., (1947): Spraše pahorkatin. – Sborník SGÚ, 255–280. Praha.

BURIÁNEK, D., NĚMEČKOVÁ, N., HANŽL, P., 2003: Petrology and geochemistry of plutonic rocks from the Polička and Zábřeh crystalline units (NE Bohemian Massif). – Bull. Czech. Geol. Surv., 78, 1, 9–22.

BŘEZINA, J., 1957: Miocénní sedimenty karpatské předhlubně. – MS, Geofond Praha.

CÍLEK, V., 2001: The loess of the Bohemian Massif: silt provenance, palaeometerology and loessification processes. – Quaternary International 76/77, 123–128.

CZUDEK, T., 1997: Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. – Sursum, Tišnov, 213 s.

HAVLÍČEK, P., SMOLÍKOVÁ, L., 1993: Sprašová série u Bořetic (jižní Morava). – Věst. Čes. geol. Úst., 68, 1, 11–24.

HYPR, D., 1975: Miocenní sedimenty v oblasti Moravského krasu a okolí. – MS, PřF UJEP Brno.

KODYMOVÁ, A., 1981: Akcesorické minerály a chemismus hornin moldanubika ve středních Čechách. – Sbor. Geol. Věd, 38, 177–205

KODYMOVÁ, A., KODYM, O., 1984: Content of selected minerals in rocks of the earlier formations of the Bohemian Massif. – Čas. min. geol., 29, 2, 129–140

KRYSTEK, I., 1959: Příspěvek k otázce geneze a stáří rudických vrstev. – Kras v Českoslov., 1, 22–23

KRYSTEK, I., 1961: Petrografie opěrné vrtby Nesvačilka 1.. – Práce Výzk. Úst. Čs. naft. Dolů (Brno), 17, 37–62.

KRYSTEK, I., 1974: Výsledky sedimentologického výzkumu sedimentů spodního badenu v karpatské před-hlubni (na Moravě). – Folia Přírodověd. Fak. Univ. J. E. Purkyně v Brně, Geol., XV, 8.

KRYSTEK, I., TEJKAL, J., 1968: K litologii a stratigrafii miocénu jihozápadní části karpatské předhlubně na Moravě. – Folia Přírodověd. Fak. Univ. J. E. Purkyně v Brně, Geol., IX, 7

KUKLA, J., 1961: Lithologische Leithorizonte der tschechoslowakischen Lössprofile. – Věst. Ústř. Úst. geol., 369–372, Praha.

KVÍTKOVÁ, L., CHADIMA, M., 2002: Eolic sediments' comparison in SE Moravia based on magnetic attributions and heavy minerals assemblages. – Abstract book, ESSE WECA, 61–63, Bratislava.

KVÍTKOVÁ, L., BURIÁNEK, D., 2002: Chemické složení granátů spraší v Dyjskosvrateckém úvalu. – Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., 87, 130–112.

KVÍTKOVÁ, L. 2002: Distribution of naturally radioactive components of Moravian loesses. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2001, 11–12.

LISÁ, L., 2004: Exoscopy of Moravian eolian sediments. – Bull. of Geosc., 79, 3, 177–182.

LOŽEK, V., 1958: Zpráva o výzkumu a mapování čtvrtohorních pokryvných útvarů Ostravska a Moravské brány za r. 1957. Výzkum kvartérních měkkýšů Moravské brány v roce 1957. – Anthropozoikum, 8/1958, 277–278. Praha.

MUSIL, R., VALOCH, K., 1956: Spraše Vyškovského úvalu (Die Lösse der Wischauer Senke). – Acta Academiae Scientiarum Čechoslovenicae, basis brunensis 28/6, spis 341, 263–307, Brno.

NEHYBA, S., LEICHMANN, J., 1997: Statistické zpracování asociací těžkých minerálů spodního miocénu v JZ části karpatské předhlubně. – Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., 82, 51–61

OTAVA, J., 1988: The significance of heavy minerals for paleogeography and litofacial analysis of the Paleozoic at the Eastern margin of Bohemian Massif. – MS, UK, Praha.

SULOVSKÝ, P., 2000: Srovnání chemismu třebíčského durbachitu a jiných durbachitů. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2000, 135–140.

SULOVSKÝ, P., 1975: Akcesorické minerály metabazitové zóny brněnského masivu. – MS, PřF UJEP Brno.

SVOBODA, J., 1959: K petrografii brněnských písků. – Spisy PřF UJEP Brno, 8, 404, 265–310.

SVOBODA, L., 1969: Asociace těžkých minerálů devonských bazálních klastik Moravského krasu. – MS, PřF UJEP Brno.

ŠTELCL, J., SVOBODA, I., STANĚK, J, FOJT, B., 1977: Akcesorické minerály předpokládaných provenientních oblastí autochtonního paleozoika, mesozoika a paleogénu v podloží karpatské předhlubně. – Folia Přírodověd. Fak. Univ. J. E. Purkyně v Brně, Geol., 18, 11.

VYNŠOVÁ, D., 1972: Statistické studium morfologie zirkonů granodioritových hornin severní části brněnského masivu. – MS, PřF UJEP Brno.