ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVII (2002):103–111, 2002

CHEMICKÉ SLOŽENÍ GRANÁTŮ SPRAŠÍ V DYJSKOSVRATECKÉM ÚVALU

CHEMICAL COMPOSITION OF GARNETS FROM LOESS DEPOSITS IN THE DYJE-SVRATKA RAVINE

LENKA KVÍTKOVÁ & DAVID BURIÁNEK

Abstract

Kvítková, L., Buriánek, D., Chemické složení granátů spraší v Dyjskosvrateckém úvalu. – Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 87:103–111 (with English summary).

Chemical Composition of Garnets from Loess Deposits in the Dyje-Svratka Ravine

There were three loess deposits localities studied at the western margin of the Dyje-Svratka Ravine and in the Mikulov Upland Areas. The Modřice, Horní Dunajovice and Dolní Věstonice localities are concerned consequently. All the samples studied were taken from the Last Glacial layer. The principal point of our research was to determine provenance areas of loess material sampled applying data both on heavy mineral assemblages and garnets chemical composition. Semi-quantitative analyses of the heavy mineral assemblages and their chemical compositions referred to the westward-situated provenance areas, i.e. eluvium accumulations derived from the crystalline units of the Bohemian Massif strictly speaking. Moreover, a certain portion of the material having originated from the Neogene deposits seems to be prospective here.

Key words: Quaternary, loess deposits, heavy minerals, chemical composition, provenance areas.

Lenka Kvítková, Department of Geology and Paleontology, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: lenora@sci.muni.cz

David Buriánek, Department of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: opal@sci.muni.cz

Úvod

Otázkou provenience spraší na Moravě se zabýval již Ambrož (1947) nebo Pelíšek (1949). Z novějších publikací to jsou práce Cílka (1997, 1999). Většinou byla otázka provenience posuzována podle geomorfologie oblasti a podle celkového minerálního spektra. Je však důležité věnovat velkou pozornost kvantitativnímu a kvalitativnímu obsahu těžkých minerálů, protože jsou dobrými indikátory zdrojových hornin. Předkládaná práce obsahuje výsledky studia těžké minerální frakce spraší z Dyjskosvrateckého úvalu, zejména chemického složení granátů.

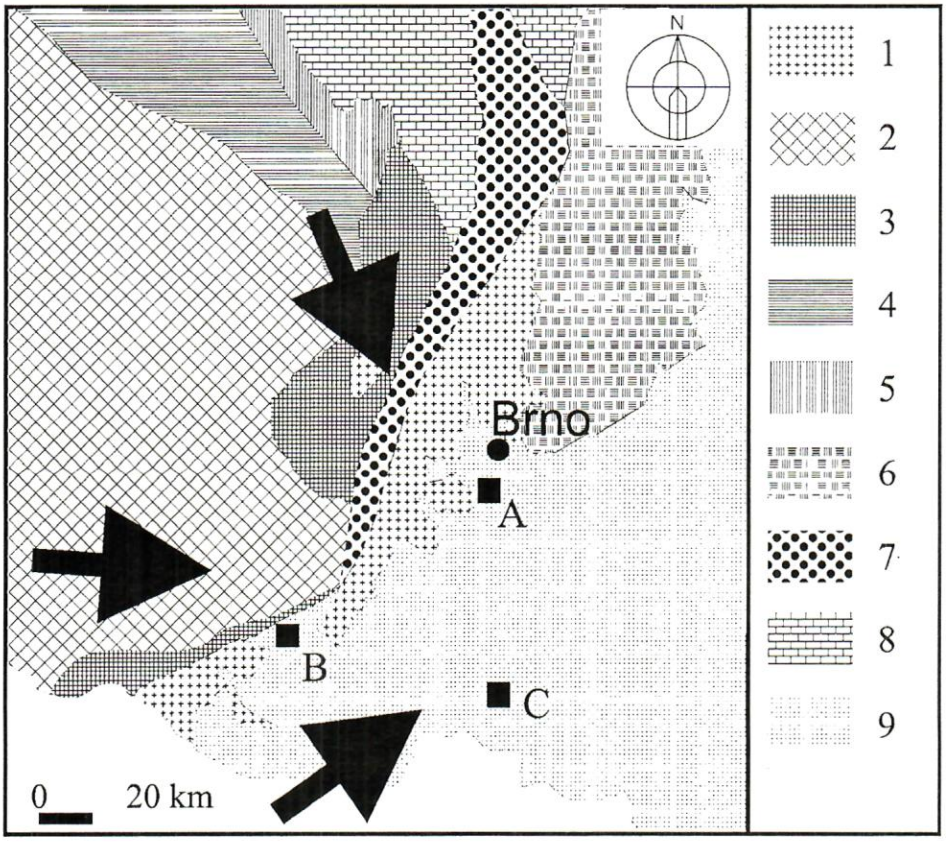
Metodika

Spektrum těžkých minerálů bylo studováno v polarizačním mikroskopu a vyhodnoceno formou semikvantitativních analýz. Chemické složení granátů bylo studováno pomocí elektronového mikroskopu CamScan 4DV s připojeným ED analyzátorem LINK AN 10 000 na katedře mineralogie, petrografie a geochemie, PřF MU Brno, analytik P. Sulovský. Chemické analýzy byly přepočítán programem Mincalc na 16 kationtů a prezen-

továny formou složených ternárních diagramů s koncovými členy almandin, spessartin, grosulár a pyrop. V textu jsou použity zkratky minerálů podle KRETZE (1983).

Popis lokalit

Studované lokality jsou stratigraficky zařaditelné a reprezentují různé části Dyjskosvrateckého úvalu a Mikulovské vrchoviny. Stratigrafie sprašových sedimentů je určována pomocí půdních horizontů a sledovaná vrstva odpovídá konci posledního glaciálu ve starších pracích (MUSIL a VALOCH, 1957) označovaná jako W3. Lokality Modřice a Horní Dunajovice leží na západní hraně Dyjskosvrateckého úvalu, tzn. na hranici neogenních sedimentů a krystalických hornin Českého masivu. Dolní Věstonice leží zhruba 40 km východně od Znojma a patří geograficky již na území Mikulovské vrchoviny. Prostor mezi lokalitou



Obr. 1. Mapa východního okraje Českého masivu. Šipkami jsou vyznačeny směry přínosu materiálu ze tří vyčleněných sektorů. Lokality jsou označeny plnými čtverci (Modřice A, Horní Dunajovice B, Dolní Věstonice C); 1 – brunovistulikum, 2 – moldanubikum, 3 – moravikum, 4 – svratecké krystalinikum, 5 – poličské krystalinikum, 6 – kulmské sedimenty, 7 – sedimenty boskovické brázdy, 8 – křídové sedimenty, 9 – neogenní sedimenty.

Fig. 1. Map of the East part of Bohemian Massif. Arrows make directions of provenance from the three select sectors. Localities are mark by full squares (Modřice A, Horní Dunajovice B, Dolní Věstonice C); 1 – Brunovistulicum, 2 – Moldanubicum, 3 – Moravicum, 4 – Svratka crystaline complex, 5 – Polička crystaline complex, 6 – Culm sediments, 7 – Sediments of Boskovice furrow, 8 – Calcareous sediments, 9 – Neogene sediments.

a krystalickými horninami je vyplněn neogenními sedimenty. Prostorové rozložení lokalit umožňuje srovnat těžké podíly spraše, u nichž předpokládáme převážně přínos z hornin krystalinika a spraše ovlivněné materiálem vyvátým z neogenních sedimentů.

Seznam lokalit:

Modřice: (24–34 Ivančice)
JVV 4250 m od koty 370 (Nebovid), JV 3750 m od koty 307 (Rovný)
Horní Dunajovice: (34–11 Znojmo)
VJV 950 m od koty 287 (Šibeniční kopec), JZ 1650 m od koty 321 (Horní Hájek)
Dolní Věstonice: (34–12 Pohořelice)
S 2000 m od koty 550 (Děvín), JVV 4000 m od Mušovského kostela

Rozčlenění zdrojových oblastí

Při hledání zdrojových oblastí jsme vycházeli z předpokladu, že eolický materiál byl transportován větry, vanoucími převážně směrem od SZ, Z a JZ (Cílek 1999). Proto byly zdrojové oblasti hledány západně od studovaných lokalit, tedy na okraji Českého masivu. Předpokládaná zdrojová oblast byla rozdělena do tří sektorů (obr. 1). Údaje o chemickém složení granátu v horninách z jednotlivých sektorů byly čerpány z souboru dat obsaženého v práci Čopjakové (2001).

Jižní sektor zahrnuje prostor rakouského moldanubika. Horninami které obsahují granát jsou zde gföhlské ortoruly, granulity a sillimanitické ruly. Granátické amfibolity a vápenatosilikátové horniny s granátem jsou podstatně méně rozšířeny. V jižním sektoru převažují granáty almandinové skupiny až Alm 54–85, Prp 3–40, a Grs 0–27, nízkými obsahy Sps 0–6.

Střední sektor zahrnuje dyjskou klenbu a přilehlé oblasti moldanubika. V tomto sektoru jsou nejvýznamějšími horninami s granátem svory a moldanubické horniny. Granáty dyjské klenby mají složení v rozsahu: Alm 40–87, Prp 3–20, Sps 0,5–40, Grs 0–23.

Severní sektor zabírá převážně horniny svratecké klenby, méně horniny strážeckého moldanubika, případně poličského krystalinika. Za převažující horniny s granátem severního sektoru tedy považujeme svory a ruly. V malém množství mohou být přítomny granáty z amfibolitů. Převažující složkou granátu je zde opět almandin (Alm 40–80), ale obsah Grs komponenty v granátech z metapelitů je vyšší. Obsah se průměrně pohybuje v rozmezí Grs 10–20, ale dosahuje až Grs 40. Obsahy pyropové a spesartinové složky jsou nízké, dosahují maximálně 15 %. Chemické složení granátů ve všech třech sektorech se vzájemně výrazně překrývá.

Díky poloze brněnského masivu je přiřazení granátu z této jednotky k určitému sektoru problematické. Granity obsahující granát jsou vázány jen na malé území v jižní části brněnského masivu a jsou převážně spessartinové (Leichmann a Novák, 1999). Zatím co pro lokalitu Modřice představují materiál přinášený z jižního sektoru, pro zbývající dvě lokality by granáty ze stejné oblasti představovaly materiál severního sektoru.

Poslední skupinou hornin, která se může z části podílet na složení těžkého podílu spraší jsou sedimenty neogenní. Chemické složení granátů v neogenních sedimentech pocházejících přímo z prostoru mezi Brnem a Znojmem nebylo prozatím studováno.

Složení těžkého podílu

Převažujícími minerály v těžkém podílu jsou amfibol a granát. Tyto minerály tvoří 80–87 % (tab. 1) těžké průsvitné frakce. Zastoupení těžkých minerálů na lokalitách Dol-

ní Věstonice a Horní Dunajovice se výrazně neliší, převažují zde amfiboly nad granátem, obsah granátu kolísá mezi 18 až 25 %. Na lokalitě Modřice naopak převažuje granát (41 %). Na základě srovnání s publikovanými daty ŠTELCLA et al. (1977), KRYSTKA (1974, 1983), NEHYBY a LEICHMANNA (1997) bylo zjištěno, že složení spektra těžkých minerálů neodpovídá neogenním sedimentům. Proto byl zdroj těžkých minerálů hledán v oblasti krystalinik východního okraje Českého masivu.

Tab. 1. Semikvantitativní analýzy průsvitné těžké frakce ze studovaných lokalit spraší.
Table 1. Semi-quantitative analyses of the transparent heavy fraction from the samples of loess.

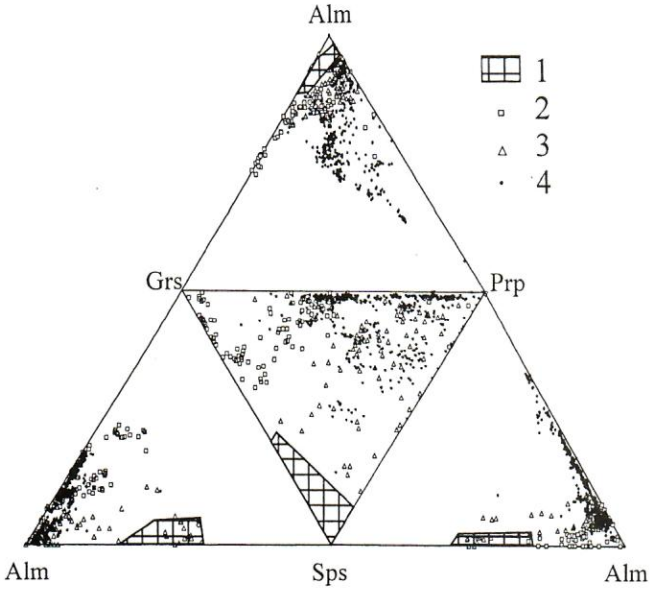
minerals	Dolní Věstonice	Modřice	Horní Dunajovice
Amp	68,40	38,60	61,20
Grt	18,40	41,30	25,00
Zrn	3,00	1,80	1,90
Ep	2,30	3,70	1,70
Ap	2,00	4,90	3,40
Sil	5,10	1,80	2,00
Ttn	0,70	0,90	0,90
Ky	1,40	1,20	0,90
St	0,70	1,80	0,90
Rt	0,70	2,50	2,50
Mnz	0,20	0,30	0,30
Tur	1,80	1,20	0,30
Brk	0,20	0,00	0,00

Chemické složení granátů

Vzorky ze všech tří popisovaných lokalit obsahují převážně granáty odpovídající svým chemickým složením metapelitům, granulitům a ortorulám okolních jednotek (tab. 2). Ve všech vzorcích chybí granáty z granitů a aplitů. Jen zcela výjimečně se podařilo vyčlenit granáty, které svým chemickým složením odpovídají specifickým horninám. Ve vzorku Modřice byly vzácně zjištěny granáty, které v ostatních vzorcích úplně chybí nebo jsou zastoupeny jen sporadicky. Jde o granáty s vysokým obsahem grosulárové komponenty (Grs 74–71, Alm 28–24, Pyr 1–0,2, Sps 0,5–0,3). Svým chemickým složením se velmi blíží granátům vápenatosilikátových hornin (DEER et al., 1997). Druhou skupinu tvoří granáty (Prp 38–23, Sps 0–0,5, Alm 53–37, Grs 24–19, Adr 2–0) odpovídající granátům z moldanubických eklogitů (DUDEK, 1971). Chemické složení granátů ze všech tří lokalit je podobné. Většina analýz granátů odpovídá svým chemickým složením granátům derivovaným ze sektoru jižního a středního, naopak velmi málo jsou zastoupeny granáty, které by mohly pocházet ze sektoru severního (viz obr. 1). Chemické složení granátů z terciérních sedimentů jsou publikované pouze v práci VÁLKA (1999). Jedná se o sedimenty ottnangu a karpatu. V těchto sedimentech jsou granáty s převahou spessartinové složky (Sps 80–50, Alm 55–20, Grs < 30, Prp < 30), což neodpovídá datům ze studovaných vzorků.

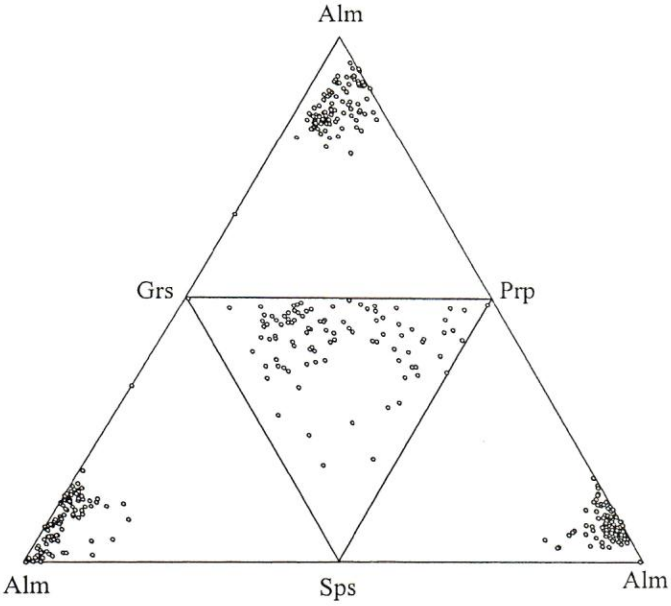
Diskuse

Spraše na všech lokalitách mají podobné asociace těžkých minerálů, výrazně se mění zastoupení pouze dvou hlavních složek (tab. 1). To naznačuje, že zdrojové oblasti byly



Obr. 2. Diagram znázorňující chemické složení granátů (Grs-Sps-Prp) z předpokládaných zdrojových oblastí (Čopjaková, 2001); 1 – granáty z granitů a aplitů brunovistulika a třebíčského masivu, 2 – moravikum (svratecká klenba), 3 – moravikum (dyjská klenba), 4 – moldanubikum

Fig. 2. Diagram showing chemical composition of garnets (Grs-Sps-Prp) from assumed provenance areas (Čopjaková, 2001); 1 – garnets from granite and aplites of Brunovistulicum and Třebíč Massif, 2 – Moravicum (Svratka dome), 3 – Moravicum (Dyje dome), 4 – Moldanubicum.



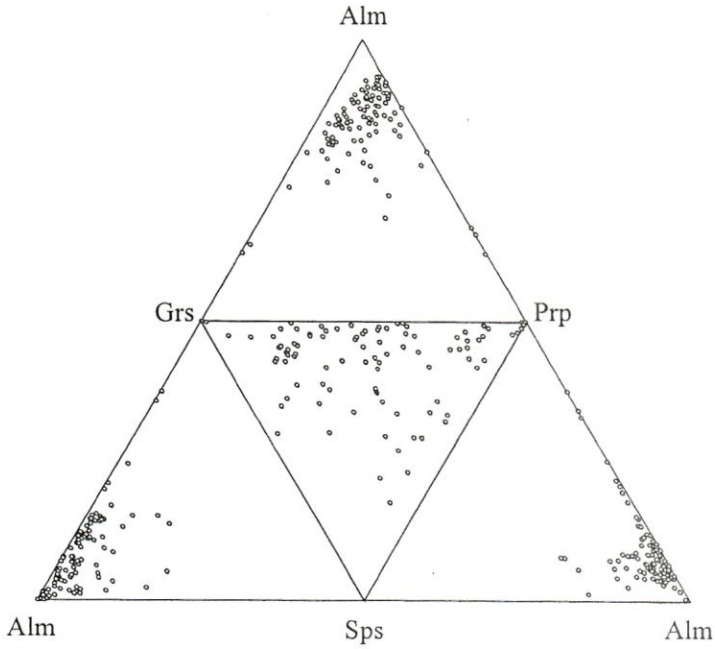
Obr. 3. Diagram znázorňující chemické složení granátů z lokality Dolní Věstonice.

Fig. 3. Diagram showing chemical composition of garnets from the Dolní Věstonice locality.

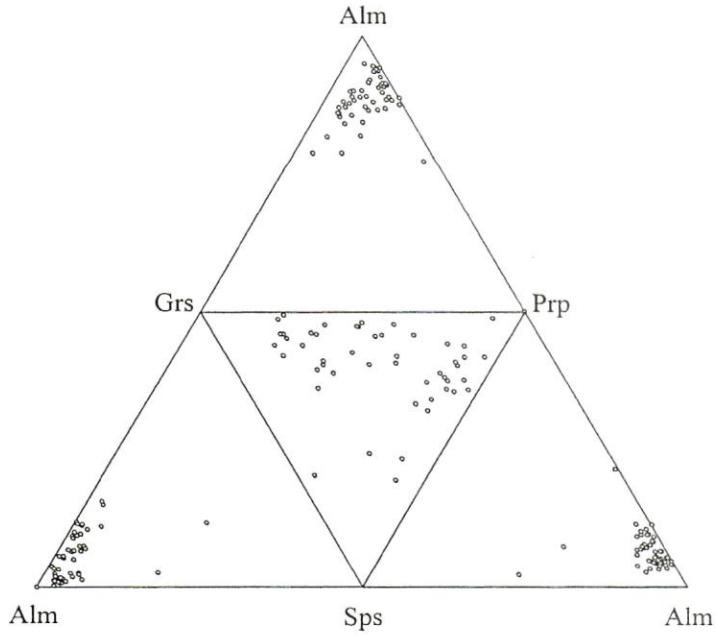
Tab. 2. Representativní analýzy granátu ze vzorků spraší z Horních Dunajovic, Modřic a Dolních Věstonic.
Table 2. Representative garnet analyses from the samples of loess from Horní Dunajovice, Modřice a Dolní Věstonice.

	Horní Dunajovice			Modřice			Dolní Věstonice		
SiO_2	37,62	38,73	37,68	37,73	38,44	37,78	39,63	37,19	37,90
TiO_2	–	0,05	–	0,07	0,12	0,02	0,17	0,28	0,20
Al_2O_3	20,64	22,10	21,02	21,08	20,93	21,28	21,71	21,07	21,25
Cr_2O_3	–	0,07	0,10	0,03	–	0,15	0,06	0,07	0,07
Fe_2O_3	1,00	0,00	0,36	0,31	1,16	0,00	0,87	0,10	0,07
FeO	35,56	29,53	28,64	32,07	30,19	27,08	23,83	29,55	25,63
MnO	0,54	0,32	4,39	1,06	0,99	2,12	0,35	0,89	0,79
MgO	2,59	4,63	1,84	1,35	4,17	1,67	6,22	2,47	4,12
CaO	1,67	5,35	6,26	6,34	4,13	9,91	7,38	7,72	9,03
Total	99,62	100,78	100,29	100,04	100,13	100,01	100,23	99,34	99,07
Si	6,000	5,970	6,000	6,000	6,000	5,997	6,000	5,963	5,996
Al	–	0,030	–	0,000	0,000	0,003	–	0,037	0,004
Al	3,880	3,986	3,945	3,951	3,850	3,979	3,874	3,945	3,959
Ti	–	0,006	–	0,008	0,014	0,002	0,019	0,034	0,024
Cr	–	0,009	0,013	0,004	–	0,019	0,007	0,009	0,009
Fe^{+3}	0,120	0,000	0,043	0,037	0,136	0,000	0,100	0,012	0,009
Fe^{+2}	4,743	3,807	3,814	4,265	3,941	3,595	3,018	3,962	3,392
Mn^{+2}	0,073	0,042	0,592	0,143	0,131	0,285	0,045	0,121	0,106
Mg	0,616	1,064	0,437	0,320	0,970	0,395	1,404	0,590	0,972
Ca	0,285	0,884	1,068	1,080	0,691	1,686	1,197	1,326	1,531
O	23,717	23,785	23,911	23,812	23,740	23,961	23,673	23,999	24,010
Alm	83,0	65,6	64,5	73,4	68,7	60,3	53,2	65,9	56,4
Spes	1,3	0,7	10,0	2,5	2,3	4,8	0,8	2,0	1,8
Pyr	10,8	18,3	7,4	5,5	16,9	6,6	24,7	9,8	16,2
Gros	1,8	14,9	16,7	17,4	8,2	27,8	17,9	21,0	24,6
Ti-Gros	–	0,2	–	0,2	0,4	0,1	0,5	0,8	0,6
Andr	3,2	0,0	1,1	1,0	3,5	0,0	2,6	0,3	0,2
Uvar	–	0,2	0,3	0,1	–	0,5	0,2	0,2	0,2

pro všechny vzorky podobné. Velké zastoupení amfibolů je možné vysvětlit přínosem z plutonitů (např. z brněnského masivu) a z amfibolitů. Přítomnost metamorfních minerálů jako je sillimanit, kyanit či staurolit dokládá přínos z různě intenzivně metamorfovaných terénů. Chemické složení granátů je závislé na chemickém složení horniny v níž vznikly a na PT podmínkách, které při jeho vzniku panovaly. Vzhledem k tomu, že geologické jednotky, v blízkosti studovaných lokalit prošly rozdílným metamorfním vývojem, jsou i zonálnosti a chemické složení granátů v jejich horninách různé. Problémem je, že zrna jsou přítomna často pouze ve fragmentech a neumožňují identifikovat charakter zonálnosti granátů. V neposlední řadě rozhoduje odkrytost jednotlivých hornin. Přes tyto problémy byly získané soubory chemických analýz granátů ze spraší porovnány s chemickým složením granátů z hornin, které vystupují ve zdrojových oblastech. Na všech lokalitách se chemické složení granátů pohybuje v podobném rozmezí (diagram 2, 3, 4). Přesto je možné na lokalitách Horní Dunajovice a Modřice identifikovat granáty svým chemickým složením blízké moldanubickým horninám (převážně granulitům a silimanitickým rulám). Ve všech vzorcích je naopak jen málo granátů, které by bylo možno srovnat s granáty ze severního sektoru. Spektrum chemického složení granátů na lokalitě Dolní Věstonice je velmi podobné předchozím lokalitám. Podobnost chemického složení



Obr. 4. Diagram znázorňující chemické složení granátů z lokality Modřice.
Fig. 4. Diagram showing chemical composition of garnets from the Modřice locality.



Obr. 5. Diagram znázorňující chemické složení granátů z lokality Horní Dunajovice.
Fig. 5. Diagram showing chemical composition of garnets from the Horní Dunajovice locality.

granátu na studovaných lokalitách může být zapříčiněna přínosem ze stejných zdrojových oblastí krystalických hornin, nebo je způsobena míšením materiálu z Českého masivu s materiálem z jiných zdrojů například sedimentů neogénu. Dostupná data z neogenních sedimentů (VÁLEK, 1999; KRYSTEK, 1974, 1983) však se získanými daty nekorelují. V situaci, kdy nemáme komplexní data chemického složení granátů z neogenních sedimentů, nelze však ani tuto provenienční oblast vyloučit.

Závěr

Studované vzorky obsahují spektrum těžkých minerálů, které bylo pravděpodobně derivováno z krystalinických hornin na východním okraji Českého masivu. Zjištěné chemické složení granátů ve spraších neodpovídá granátům z prozatím studovaných neogenních sedimentů (VÁLEK, 1999). Naopak je možné jej srovnávat s granáty v horninách krystalinik ležících v JZ a Z směru od studovaných lokalit. Oproti tomu zastoupení granátů, které by mohly pocházet z oblastí ležících na SZ od studovaných lokalit je podstatně menší. Distribuce těžkých minerálů a chemické složení granátů naznačují, že spraše v různých částech Dyjskosvrateckého úvalu byly derivovány z podobných zdrojů. Zjištěné směry snosu spraší lze tedy vysvětlit převažujícími směry větru, které předpokládal CÍLEK (1999). Zjištěná data je však zároveň třeba chápat jako první pokus o zhodnocení chemického složení granátů v moravských spraších. Otevřena zůstává nejen otázka podílu neogenních sedimentů, ale i případný přínos z jiných oblastí, jako jsou kulmské sedimenty či sedimenty karpatského flyše. Řešení těchto otázek však vyžaduje daleko rozsáhlejší výzkum a to nejen mineralogický ale i sedimentologický.

Poděkování

Autoři děkují oponentům J. Otavovi a S. Houzarovi za kritické pročtení rukopisu. Další poděkování patří J. Povolnému za zhotovení leštěných nábrusů detritických granátů. Práce byla vypracována s finanční podporou FRVŠ (grant č. 512).

SUMMARY

The samples studied involve the specific spectrum of heavy minerals derived presumably from crystalline outcrops situated along the eastern margin of the Bohemian Massif. According to our knowledge, the heavy minerals' chemical composition determined within the loess deposits studied does not agree with the garnets chemical composition ascertained within the Neogene deposits having been studied meanwhile (VÁLEK 1999). On the contrary, there is a substantial option to compare the stated chemical composition with the garnet assemblages known from crystalline units situated towards the SW and W. On the other hand, the appearance of garnet assemblages, which might have been derived from the provenance areas lying to the NW from the localities studied seems to be rather unlikely. The heavy minerals distribution and the particular garnet chemical composition indicate that loess deposits being found in different parts of the Dyje-Svratka Ravine were inferred from resembling sources. Based on the results of our research, the contributive directions to loess bodies formation are to be interpreted as a consequence of the prevailing wind circulation, actually having been presumed by CÍLEK (1999). At the same time, the complete data set obtained is necessarily to be understood as the first step at the attempt of the garnet chemical compositions application when explicating Moravian loess deposits provenances. Nevertheless, the contribution of the Neogene depositional bodies and a possible contribution driven from other source areas, e.g. Culm deposit outcrops or Carpathian Flysch units, represents the problem still to be discussed. The satisfactory solution of this problem asks for a much more extensive research, consisting not only in the mineralogical approach but also in the sedimentological one.

LITERATURA

AMBROŽ, V., 1947: Spraše pahorkatin. – Sborník SGÚ, 255–280. Praha.

CÍLEK, V., 1997: Těžké minerály ve sprašovém profilu v Dolních Věstonicích. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996, 4–6. Brno.

CÍLEK, V., 1999: Mineralogy of the clastic fraction of Dolní Věstonice loess profile. – In: Becker-Haumann, R., Frechen, M, eds. (1999): Terrestrische Ouartärgeologie, 1–11, Logabook, Köln.

ČOPJAKOVÁ, R., 2001: Využití chemismu detritických granátů při určování provenience sedimentů Drahanské vrchoviny. – MS Diplomová práce PřF MU Brno.

DEER, W. A.–HOWIE, R. A.–ZUSSMAN, J. (1997): Rock-forming minerals, 1A orthosilicates – 919. London.

DUDEK, A., 1971: Chemical composition of Moldanubian Eclogites and of their garnets. – Krystalinikum, 7, 167–181, Praha.

KRETZ, R., 1983: Symbols for rock-forming minerals. – Am. Mineral. 68, 277–279.

KRYSTEK, I., 1974: Výsledky sedimentologického výzkumu sedimentů spodního badenu v karpatské předhlubni (na Moravě). – Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., svazek 15, Geologia 25, spis 8, Brno.

KRYSTEK, I., 1983: Výsledky faciálního a paleogeografického výzkumu mladšího terciéru na jihovýchodních svazích Českého masivu v úseku „Jih". – Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., svazek 24, Geologia, spis 9, Brno.

LEICHMANN, J., NOVÁK, M., 1999: Highly Fractionated, Garnet-bearing Granites from the Brno Massif. – Geolines, 8, 44–45.

MUSIL, R., VALOCH, K., 1957: Ein Vergleich der Lösse derWischauer Senka (Mähren) mit den Lössen der angrenzenden gebiete. – Eiszeitalter und Gegenwart. 8, 91–96. Öehringen/Württ.

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. Brno.

PELÍŠEK, J., 1949: Příspěvek ke stratigrafii spraší Svrateckého úvalu. – Práce Moravskoslezské akademie věd přírodních, 21, 11, 1–19. Brno.

ŠTELCL, J., SVOBODA, L., STANĚK, J., FOJT, B., 1977: Akcesorické minerály předpokládaných provenientních oblastí autochtonního paleozoika, mesozoika a paleogénu v podloží karpatské předhlubně. – Folia Univ. Purkyn. Brun., 1–84, Geol. Brno.

VÁLEK, P., 1999: Hrubě klastické sedimenty spodního miocénu v širším okolí Vedrovic. – MS Diplomová práce PřF MU Brno.