ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXXI (2006): 207–217, 2006

VLTAVÍNONOSNÉ SEDIMENTY V OKOLÍ LUKOVA U MORAVSKÝCH BUDĚJOVIC, ZÁPADNÍ MORAVA

MOLDAVITE-BEARING SEDIMENTS NEAR LUKOV IN THE VICINITY OF MORAVSKÉ BUDĚJOVICE, WESTERN MORAVIA

VLADIMÍR HRAZDIL, MILAN VOKÁČ, STANISLAV HOUZAR, PETR DOČKAL

Abstract

Hrazdil, V., Vokáč, M., Houzar, S., Dočkal, P., 2006: Vltavínonosné sedimenty v okolí Lukova u Moravských Budějovic, západní Morava. – Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 91: 207–217.

Moldavite-bearing sediments near Lukov in the vicinity of Moravské Budějovice, Western Moravia

Between 1998–2005 several moldavites have been collected in two new localities near Lukov. They are olive-green in colour and have angular to subangular shape with lustrous and mat surface. The chemical composition of one sample shows similarity to the average Moravian moldavites (mainly Ca/Ti ratio), but Si and Ti content are consistent with Bohemian moldavites. Sporadic lechatelierite is the only inclusion. The source of moldavites near Lukov is Middle-Upper Miocene deluvio-fluvial clay and/or sand dominated sediments with gravel admixture (so-called strewn-field sediments). The sediments are poorly sorted and contain mainly subangular quartz and quartzite transported over relatively short distances, but well rounded pebbles redeposited from older sediments are also present. During younger transformation, especially in Quaternary age, primary fine-grained strewn-field sediment with short transported moldavites passes into residual gravels. Brown fragments of ferrolite abundantly occur in both localities. Typical opaque mineral in these sediments is maghemite (brown, magnetic granules and pebbles). Assemblage of heavy minerals (ilmenite, rutile, garnet, sillimanite, spinel) is similar to the underlying gneiss, and its older sedimentary cover (andalusite, kyanite). These sediments could be locally redeposited by fluvial transport of previous Rokytka stream and finally covered by loess.

Key words: new moldavite occurrences, strewn-field sediment, gravel, chemical composition, Lukov area, Moravia, Czech Republic.

Vladimír Hrazdil, Stanislav Houzar, Petr Dočkal, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic. E-mail: vhrazdil@mzm.cz

Milan Vokáč, Department of Archeology, Muzeum Vysočiny, Masarykovo nám. 55, 586 01 Jihlava, Czech Republic. E-mail: vokko@seznam.cz

Úvod

První zmínka o moravských vltavínech pochází od profesora třebíčského gymnázia dr. F. Dvorského (1880). Od doby objevu vltavínů na Moravě již uplynulo více jak sto let, které byly vyplněny intenzivními sběry a následně mnoha vědeckými publikacemi s vltavínovou tématikou. Zájem o tyto tektity potvrzuje i fakt, že počet nalezišť moravských vltavínů se od dob prvních sběrů mnohonásobně zvýšil a nové nálezy vltavínonosných štěrků nejsou výjimkou ani v tak prozkoumaném terénu, jako je prostor mezi Třebíčí a Moravskými Budějovicemi (Moravskobudějovická kotlina).

Moravské Budějovice samotné se v literatuře, která se zabývá výskytem vltavínů, poprvé objevují v diplomové práci NOVÁKA (1966), který udává ve své mapce vltavínonosné sedimenty na SV okraji města, vpravo od silnice (dnes oplocený pozemek). Toto naleziště bylo popsáno jako velmi chudé; ojedinělé nálezy připomínaly vltavíny od Štěpánovic (TRNKA a HOUZAR 1991). Za prokázané se dnes považují spíše další výskyty vltavínonosných sedimentů SV od okraje Moravských Budějovic, po obou stranách silnice do Jaroměřic nad Rokytnou. Jedná se především o lokalitu u „lukovské křižovatky" a v jejím širším okolí. Během několika posledních let množství nálezů vltavínů z těchto míst vzrostlo, avšak jakékoliv znalosti o geologickém prostředí výskytu a charakteru sedimentů zůstávaly neznámé. To byl také jeden z důvodů naší zvýšené pozornosti a následného výzkumu. Podařilo se nám spolehlivě ověřit výskyt vltavínů JZ od výše zmíněné lokality v blízkosti Lukovské hory. Z tohoto prostoru pocházelo i několik starších informací o nálezech vltavínů (např. ústní sdělení pana S. Nehyby, in HOUZAR 1990).

Metodika

Ze zájmového území byla pořízena podrobná fotodokumentace. Pro morfometrické studium byly použity klasty z 1 m^2 vltavínonosného sedimentu. Na základě měření tří navzájem kolmých os valounů (A – nejdelší, B – střední, C – nejkratší) a poloměru nejmenšího zaoblení valounů v rovině AB (r1) byly vypočteny parametry charakterizující jejich tvar a zaoblení (tab. 1). Osy klastů byly měřeny pomocí posuvného měřítka, poloměr nejmenšího zaoblení byl změřen na papírovém měřítku sestávajícího se ze soustředných kružnic s krokem 1 mm. Vzorce pro výpočet indexu oblate-prolate (OP), koeficientu plochosti (KP), koeficientu izometrie (KI), sféricity podle Krumbeina, maximální projekční sféricity (SF) a zaoblení podle Krumbeina i Wentworta (RO) byly použity z bakalářské práce L. ŠVARDALOVÉ (2005). V tab. č. 1 jsou uvedeny i poměry os B/A a C/B pro případné studium tvarových tříd podle Zingga. Pro zpracování těžkých minerálů byly vzorky odebrány pomocí sondážní tyče PD-85 z vrstev pod ornicí z hloubky do 60 cm od povrchu. V materiálu byl obsah těžkých minerálů poměrně nízký, vzorky byly silně jílovité, po odkalení byla těžká frakce pod 1 mm oddělena za pomoci bromoformu (hustota ρ = 2,8–2,9). Jejich vyhodnocení bylo provedeno na binokulárním mikroskopu Novex RTZ-SF.

Studované vzorky vltavínů byly získány povrchovým sběrem v letech 1998–2005 a většina pochází ze soukromé sbírky M. a F. Vokáče. Orientačně byly prohlédnuty vltavíny z obou lokalit v dalších soukromých kolekcích. Chemické složení bylo zjišťováno na vzorku č. 1 (lok. LKV-2, viz. níže). Z tohoto vzorku byl připraven leštěný nábrus a složení studováno na elektronové mikrosondě Cameca Camebax SX-100 na pracovišti elektronové mikroanalýzy Státného geologického ústavu D. Štúra, Bratislava (operátor: V. Kollárová). Měření probíhalo ve vlnově disperzním módu za podmínek: napětí 15 kV, proud 20 nA, načítací čas 20 s, průměr elektronového svazku 5–10 μm. Jako standardu byl užit (Kα linie): wollastonit (Si, Ca), ortoklas (K), albit (Na), Al_2O_3 (Al), MgO (Mg), hematit (Fe), rodonit (Mn), TiO_2 (Ti), BaF_2 (F), NaCl (Cl), kovový Ni a chromit (Cr).

Popis lokalit

Lokalita u „lukovské křižovatky" (označení lokality **LKV-1**) se nachází na rozsáhlé plošině, asi 3 km SV od okraje Moravských Budějovic v okolí odbočky na Lukov ze silnice č. 152 ve směru Jaroměřice nad Rokytnou. Na poli zde vystupují četné valouny křemene, úlomky ferolitů a dalších hornin. Geologická mapa 1:50 000 (list 23-44 Mor. Budějovice) tu uvádí neogenní nedělené sedimenty (písky, jíly, křemenné štěrky).

Druhá, nově objevená lokalita, „pod Lukovskou horou" (označení **LKV-2**) je topograficky situována na JV úpatí Lukovské hory (530 m). Leží na nevýrazném terasovitém

Obr. 1. Lukov, lokalita vltavínů pod Lukovskou horou (LKV-2), (foto V. Hrazdil, 2005).
Fig. 1. Lukov, occurence of moldavites under Lukovská hora hill (LKV-2), (photo V. Hrazdil, 2005).

stupni svahu v sousedství tratě „Týnské". Na poli se vyskytují převážně málo zaoblené klasty a valouny křemene různého původu (obr. 1). Geologická mapa v těchto místech uvádí pouze deluvioeolické, převážně písčito-hlinité, místy kamenité sedimenty.

Lokality leží na katastrálním území Lukova v téměř shodné nadmořské výšce 458–461 m (LKV-1) a 454–462 m (LKV-2). Jsou situovány nad plochým údolím říčky Rokytky. Údolí probíhá mezi uvedenými vltavínovými lokalitami a vyznačuje se výraznou asymetrií svahů. Svah obrácený k východu je mírný a zčásti pokrytý nízkou terasou Rokytky a relikty starších sedimentů, zejména však sprašemi a svahovinami, zatímco na prudkém protějším svahu vystupuje rozvětralé krystalinikum místy až k povrchu.

Geomorfologie a geologické poměry

Z geomorfologického hlediska náleží Moravské Budějovice a jejich okolí do jižní části Moravskobudějovické kotliny (Hrádek 1997a). Celá kotlina je protažena ve směru S–J a je rozdělena příčným Klučovským hřbetem s vrcholy Čichna (538 m), Mikulovská hora (586 m), Hošťanka 573 m a Klučovská hora (596 m). Zatímco severně od hřbetu se nacházejí klasická naleziště Třebíčska, v prostoru jižně od něj byly četnější nálezy vltavínů zjištěny, s výjimkou Kojetic, až s rozvíjející se aktivitou sběratelů o desítky let později. Nejjižnější hranici dnes tvoří perspektivní štěrkovité sedimenty na JZ od Moravských Budějovic. Jednotlivé výskyty sedimentů s vltavíny jsou vázány na terénní elevace vystupující z rozsáhlých morfologických depresí. Studované lokality leží jednak na rozlehlých plošinách pokrytých zčásti staršími sedimenty (LKV-1) a jednak na svahu (LKV-2) výrazného Babického hřbetu, s vrcholy v nadmořské výšce až 580 m.

Geologické podloží sledované oblasti tvoří metamorfity pestré skupiny moldanubika, zejména biotitické a sillimanit-biotitické pararuly a migmatity, místy s hojnými vložkami kvarcitů, amfibolitů a mramorů. Uvedené krystalinické horniny jsou často značně zvět-

ralé, větší mocnosti reziduálních jílovitých sedimentů však zjištěny nebyly. Významnější jsou až 13 m mocné výplně terénních depresí, tvořené šedozelenými až rezavě hnědými písky, s příměsí jílu a štěrku. Náležejí lakustrinním sedimentům s podílem hrubšího krátce transportovaného materiálu (ve formě aluviálních sedimentů) a vznikly v období mezi ústupem spodnobadenského moře a dobou pádu vltavínů před 14,7 mil. let. Vltavíny v nich zjištěny nebyly. Naše znalosti o nich jsou ale nedostatečné; jedinou podrobněji studovanou lokalitou jsou Vacenovice (NEHYBA 1992).

Vltavínonosné sedimenty mezi Třebíčí a Moravskými Budějovicemi jsou zastoupeny zejména plošně omezenými relikty deluviálních až deluviofluviálních sedimentů s příměsí psefitického podílu. Ojediněle byly v jejich blízkosti zjištěny i málo mocné polohy písčitých štěrků fluviálního původu, jejichž mocnost nepřevyšuje desítky cm. Hlavním zdrojem vltavínů v oblasti jsou však reziduální štěrky, vzniklé na povrchu starších psamiticko-pelitických sedimentů, které často přecházejí až do jednotlivých klastů v hlínách či svahovinách. Vyznačují se převahou místního klastického materiálu s vysokou sféricitou a nízkým stupněm zaoblení. Vltavíny jsou často střepinovité, což naznačuje spíše krátký transport, nepřevyšující několik stovek metrů až několika kilometrů (TRNKA 1990). Výjimku tvoří vltavínonosné „štěrky“ u „lukovské křižovatky“, v nichž lokálně převládají dokonale opracované valouny křemene a odolnějších hornin, redeponované podle HOUZARA (1990) ze starších klastik mořského původu.

Petrografie vltavínonosných sedimentů

Na lokalitě LKV-1 se kromě výše zmíněných redeponovaných zaoblených valounů žlutého, červeného a hnědého křemene vyskytují poloostrohranné až polozaoblené klasty oranžového a hnědého křemene a kvarcitů. Velmi hojné zde jsou ostrohranné i polozaoblené úlomky ferolitů – limonitu, železitých pískovců (HRÁDEK 1997a, b). Navíc se tu jednotlivě objevily nepatrně i silněji zaoblené krystaly křišťálu a záhnědy (do 7 cm), úlomky až valounky rutilu (do 2 cm), maghemit a valouny jurských rohovců. Zejména maghemit (γ-Fe_2O_3), tvořící hlavní složku hnědých silně magnetických valounků ferolitů představuje nejtypičtější minerál vltavínonosných sedimentů v Moravskobudějovické kotlině.

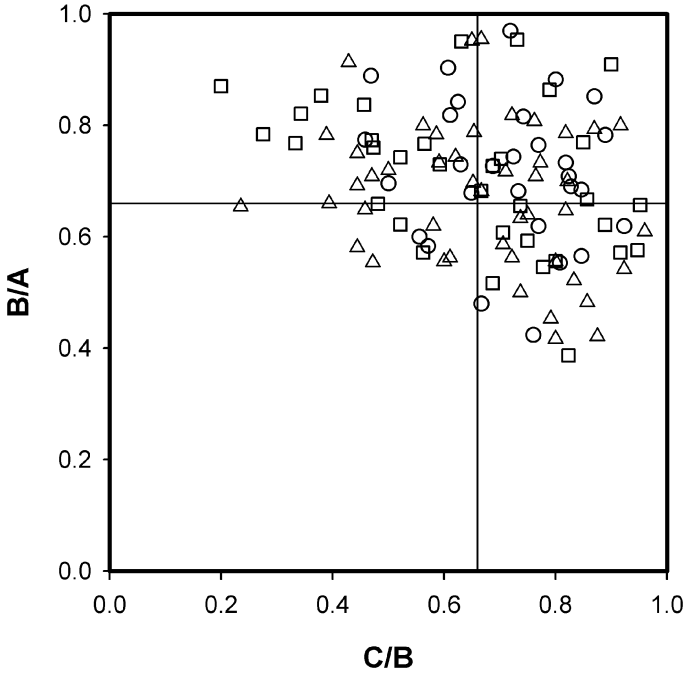
Na lokalitě LKV-2 jsou zastoupeny převážně ostrohranné až poloostrohranné zlomky bělavého, oranžového a červenavého křemene, které jsou uloženy v převažujícím písčito-jílovitém sedimentu. Tvarové parametry valounů a klastů jsou zřejmé z tab. 1. a obr. 2. Většina znaků odpovídá krátkému transportu, nejspíše v prostředí plošných splachů (štítové toky). Zaoblení klastického podílu je velmi nízké a chybí výraznější modelace transportem. Většina tvarů křemene tak odráží pouze původní čočkovité tvary křemene v rulách a tvary úlomků rozpadlého žilného křemene. Také se zde ojediněle objevily mírně zaoblené části krystalů křemene a záhněd, nepochybně pocházející z puklin v okolních rulách. Na povrchu, jako součást reziduálních štěrků („kamenné dlažby“) se vyskytují místy i dokonale zaoblené valouny, které morfometricky odpovídají fluviálnímu transportu.

Tabulka 1. Průměrné hodnoty morfometrických parametrů pro jednotlivé typy klastů.
Table 1. Average values of morphometric parameters values for individual clastic materials.

	%	osa A A-axis (mm)	osa B B-axis (mm)	osa C C-axis (mm)	B/A	C/B	OP	KP	KI	sféricita spherecity (Krumbein)	sféricita SF projection sphericity	zaoblení rounding (Krumbein)	r_1	R_0 (Wentworth)
klasty ostrohrané angular clasts	52	31	20	13	0,67	0,67	1,99	2,05	1,11	0,66	0,66	0,173	2	116,43
klasty poloostrohranné subangular clasts	36	34	23	14	0,70	0,65	0,62	2,15	1,08	0,67	0,65	0,304	3	212,68
valouny zaoblené rouded oval pebbles	12	35	22	16	0,65	0,75	4,13	1,76	1,18	0,68	0,71	0,720	7	461,95

Obr. 2. Tvary a zaoblení studovaných valounů (Zingg).
Fig. 2. The shape and roundness of studied pebbles (Zingg).

trojúhelník, angulární; čtverec, subangulární; kroužek, zaoblené valouny – triangle, angular; square, subangular; circle, rounded pebbles.



Otázkou je skutečný rozsah vltavínonosných sedimentů na lokalitě, vzhledem k jejich zakrytí mladší spraší není příliš jasné, jaký vztah k této lokalitě mají pleistocénní až holocénní terasové štěrkovité sedimenty (zčásti náležející říčce Rokytce), v blízkém okolí zachycené při výkopových pracích (Hrádek 1997a, Nehyba 1999). Na několika místech pak vychází na povrch samotné rulové podloží.

Těžké minerály

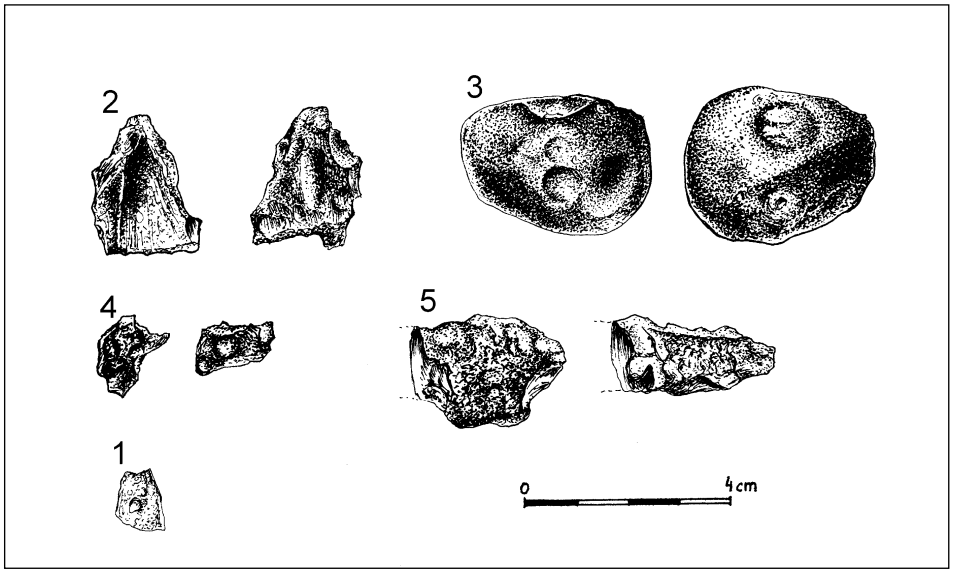
Na lokalitě LKV-1 byl z opakních minerálů přítomen limonit, ilmenit a maghemit. Z transparentních těžkých minerálů dominuje asociace granát–zirkon–rutil, v menším množství se objevuje sillimanit, amfibol a nepatrně je přítomen monazit, kyanit, andalusit, spinel (fialový, pod 0,5 mm), anatas (kovově modré dipyramidální krystalky, pod 0,2 mm). Tato minerální asociace odpovídá převážně podložním horninám (pararula), pouze fialový spinel je typický pro místní mramor (lok. Blatnice asi 200 m na V). Andalusit a kyanit jsou patrně redeponovány z přimíšených starších sedimentů. Na této lokalitě představuje odebraný vzorek poměrně stabilní asociaci těžkých minerálů, což svědčí o menším vlivu kvartérního přepracování lokality.

Z opakních minerálů lokality LKV-2 převládají úlomky a zaoblené klasty limonitu (cca 80 %), černý polozaoblený ilmenit (cca 20 %), místy přeměněný v hnědožlutý jemnozrnný leukoxen. Dále jsou přítomny zaoblené valounky maghemitu (hnědý a červenohnědý, velikosti 1–3 mm), výjimečně se objevuje magnetit. Z transparentních těžkých minerálů dominuje sillimanit, šedozelený amfibol, v menším množství se vyskytují fialové oktaedry a zrna spinelu, hnědé sloupečky turmalínu, načervenalý rutil, narůžovělý granát a žlutozelený epidot. Nepatrně se na lokalitě vyskytuje monazit (žlutý až žlutozelený), bílá plochá stébla korodovaného kyanitu a bezbarvé sloupečky zirkonu. Minerální asociace převážně odpovídá místním horninám (pararuly), menší část materiálu je transportována

z blízkého okolí. Jedná se zejména o fialový spinel, typický pro mramory. V tomto případě je však zajímavá skutečnost, že v nejbližším místě, na Lukovské hoře, kde lze oprávněně hledat původ části klastického materiálu, jsou v mramoru hojnější modrozeleně zbarvené Zn-spinely (v úvahu tak připadá spíše typ mramoru od nedaleké Blatnice). Epidot může pocházet z amfibolitů (primární výskyty nejblíže u Vícenic) a kyanit je patrně redeponován z přimíšených sedimentů.

Popis a charakteristika vltavínů

1. Plochý zlomek vltavínu s skulptovaným povrchem s hojnými, mělkými, eliptickými jamkami, spíše typický pro oblast pádového pole. Povrch je lesklý s ostrou reliéfní kresbou s menším otiskem po bublině. Barva je světle olivově zelená, má hmotnost 0,6 g a rozměry jsou 12×8×2 mm. Nález pochází z vltavínonosných štěrků lokality LKV-2 (V. Hrazdil 09/2005). Preparát je uložen v MZM v Brně (obr. 3).
2. Vltavín střepinovitého tvaru s jasně patrným otiskem po bublině a se dvěmi ostrými lomovými plochami. Vnější povrch je lesklý, pokrytý hojnými eliptickými jamkami, z vnitřní strany s patrnou vypreparovanou fluidální texturou. Rozměry vltavínu jsou 23×20×12 mm a hmotnost činí 3,8 g. Barva je světle olivově zelená. Vzorek pochází z lokality LKV-2 (F. Vokáč 10/2005) a je uložen v soukromé sbírce.
3. Vltavín tvaru trojosého elipsoidu mírně nepravidelného tvaru se silně otřelým povrchem. Má patrné zbytky primární jamkovité skulptace s druhotně vytvořenými nárazovými kuželíky srpovitého tvaru, dokládající větší pohyb vltavínu v sedimentu. Nárazové kuželíky nejsou rozšířené chemickou korozí. Barva vltavínu je lahvově zelená a rozměry jsou 38×31×24 mm. Ze studované kolekce má největší hmotnost – 34,7 g. Vzorek pochází z jižní části lokality LKV-1 (F. Vokáč 03/1999) a je uložen v soukromé sbírce.



Obr. 3. Vltavíny z lokalit u Lukova. (1–2 = LKV-2; 3–5 = LKV-1, čísla jsou shodná s popisem v textu).
Fig. 3. Moldavites from localities near Lukov. (1–2 = LKV-2; 3–5 = LKV-1, numbers are identical with text-description).

Tabulka 2. Složení hlavních prvků studovaného vltavínu (lok. LKV-2).
Table 2. Major elements chemical composition of studied moldavite (loc. LKV-2).

hm. % – wt. %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	průměr / mean	min	max
SiO_2	80,43	80,87	80,95	81,24	80,79	81,10	81,03	81,36	81,10	81,54	81,04	80,43	81,54
TiO_2	0,33	0,35	0,33	0,31	0,33	0,33	0,32	0,32	0,33	0,31	0,32	0,31	0,35
Al_2O_3	10,10	10,31	10,20	10,23	10,21	10,23	10,13	10,29	10,20	10,15	10,20	10,10	10,31
FeO	1,91	1,95	1,76	1,76	1,81	1,76	1,68	1,74	1,96	1,68	1,80	1,68	1,96
MnO	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,11	0,01	0,09	0,03	0,01	0,11
MgO	1,14	1,19	1,02	1,05	1,08	1,02	1,18	1,10	1,10	1,07	1,10	1,02	1,19
CaO	1,40	1,45	1,31	1,28	1,39	1,27	1,59	1,33	1,32	1,32	1,37	1,27	1,59
Na_2O	0,42	0,37	0,42	0,40	0,44	0,37	0,39	0,39	0,38	0,35	0,39	0,35	0,44
K_2O	3,41	3,43	3,42	3,48	3,41	3,42	3,39	3,39	3,43	3,41	3,40	3,31	3,48
F	0,07	0,09	b.d.	b.d.	0,02	0,15	b.d.	0,05	b.d.	0,02	0,06	0	0,20
Celkem / Total	99,29	100,05	99,44	99,76	99,52	99,7	99,77	100,12	99,84	99,98	99,71	-	-

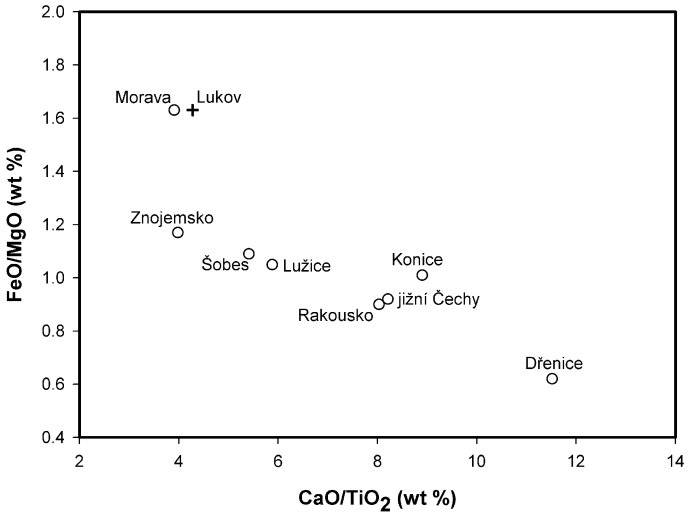
b.d. = pod mezí detekce, below detection limit

4. Drobný střepinovitý nepravidelný kus s otevřenými otisky po bublinách. Povrch téměř otřelý s polomatným leskem a jemnou jamkovitou skulptací. Barva vltavínu je olivově zelená, rozměry jsou 15×11×9 mm a hmotnost 1,4 g. Nález je lokalizován na severní okraj lokality LKV-1 (M. Vokáč 03/1998) a je uložen v soukromé sbírce.
5. Plochý, nepravidelný, zlomkovitý kus se silně otřelým, matným povrchem a zbytky primární jamkovité skulptace. Vltavín je poškozen pravděpodobně delším setrváním v ornici, důkazem jsou starší zmatněné odlomené plochy. Na vltavínu je patrné i recentní poškození vzniklé při zemědělských pracích. Barva je bledě zelená, rozměry 30×23×13 mm a hmotnost 7,6 g. Nález pochází z jižní části lokality LKV-1 (F. Vokáč 11/1998). Je uložen v soukromé sbírce.

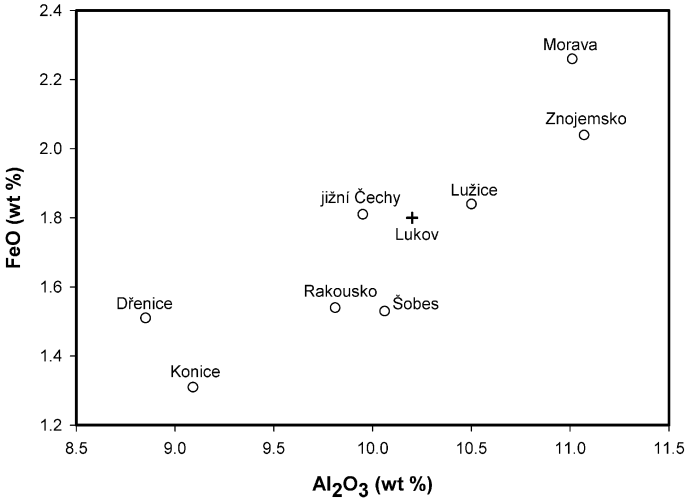
Chemické složení

Výsledky chemické analýzy vltavínu (vz. č. 1, LKV-2) jsou sumarizovány v tab. č. 2. Vedle výsledků vybraných bodových analýz je uvedeno i průměrné složení a rozsah hodnot. Porovnáním průměrného chemického složení studovaného vzorku s vltavíny z jiných oblastí (srovnej údaje Šmerda 2003, Skála a Čada 2003) se vltavín od Lukova v obsahu SiO_2, TiO_2, MgO, Na_2O blíží vltavínu z Konic, avšak konický vltavín je vůči našemu vzorku deficitní Al_2O_3 a FeO. Hodnota FeO je totožná s průměrem složení vltavínů jihočeských, zatímco Al_2O_3 odpovídá průměrnému obsahu u vltavínu z Podmolí-Šobesu (znojemská podoblast moravských vltavínů). Obsah TiO_2 je prakticky shodný s průměrným obsahem vltavínů jihočeských nalezišť (0,33 hm. %). Obsahy CaO a MgO se však svojí průměrnou hodnotou nejvíce blíží moravským vltavínům, avšak jsou vůči nim deficitní a přesné přiřazení k dnes známé oblasti není jednoznačné. Vůči průměrnému chemickému složení vltavínů z Moravy, včetně znojemské podoblasti, vykazuje nový nález nadbytek SiO_2, naproti tomu hodnota TiO_2 je oproti moravským vltavínům podprůměrná (průměrná hodnota moravské oblasti je 0,42 hm. % TiO_2) a všechny ostatní oxidy mají narozdíl od této skupiny (moravské vltavíny) snížené obsahy. Hodnota K_2O není vyhraněná a dá se přiřadit jak moravské (3,38 hm. %), tak jihočeské (3,39 hm. %) oblasti. Byl zjištěn rovněž nízký obsah Cr (max. 0,04 hm. % Cr_2O_3) a Ni (max. 0,05 hm. % NiO); většinou jsou ale obsahy na hranici detekce.

V diagramu dle Koeberla (1986), vyjadřujícím vztahy mezi poměrnými hodnotami FeO/MgO a CaO/TiO_2 (obr. 4), leží hodnoty studovaného objektu v poli vymezeném pro vltavíny z moravské oblasti. V diagramu závislosti poměrů FeO a Al_2O_3 (obr. 5) se pozice analyzovaného vltavínu nachází mimo pole vymezující oblast moravskou i radomilickou a hodnoty spadají do oblasti jihočeských vltavínů. V diagramu porovnávajícím slože-



Obr. 4. Diagram ukazující průměrné poměry oxidů FeO/MgO vs. CaO/TiO_2 (cf. KOEBERL 1986) analyzovaných vltavínů známých oblastí.
Fig. 4. Diagram relating oxide ratios FeO/MgO vs. CaO/TiO_2 (cf. KOEBERL, 1986) for the analyzed moldavites from known areas.
průměrné hodnoty ostatních vltavínů (obr. 4–5) = ŠMERDA (2003) – average composition of other moldavites (figs. 4–5) according to ŠMERDA (2003).



Obr. 5. Diagram ukazující průměrné hodnoty oxidu FeO vs. Al_2O_3 (cf. BOUŠKA and CÍLEK 1992) analyzovaných vltavínů ze známých oblastí.
Fig. 5. Diagram relating average ratios FeO vs. Al_2O_3 (cf. BOUŠKA and CÍLEK 1992) for the analyzed moldavites from known areas.

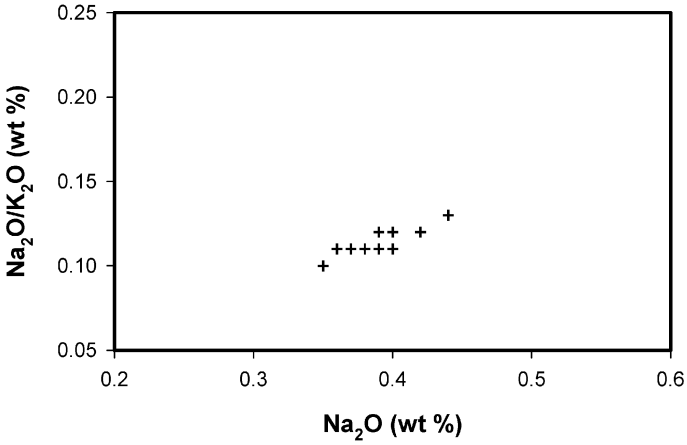
ní alkalických prvků Na_2O/K_2O a Na_2O (obr. 6) není patrná proměnlivost obsahu alkalických kovů v samotném vltavínu, tedy není nutno uvažovat o vzniku a mísením několika zcela odlišných složek (srovnej SKÁLA 2003).

Elektronová mikrosonda prokázala v analyzovaném vzorku také přítomnost lechatelieritu s obsahem SiO_2 blížícímu se téměř čistému křemeni (99,10 hm. %), jiné inkluze nebyly zjištěny. Analýza skloviny vltavínu v bezprostřední blízkosti lechatelieritu vykázala nižší obsah SiO_2 – 86,02 hm. %. Deficit do 100 % reprezentuje buď kontaminaci lechatelieritu okolním vltavínovým sklem nebo existenci skla přechodného složení.

Diskuse

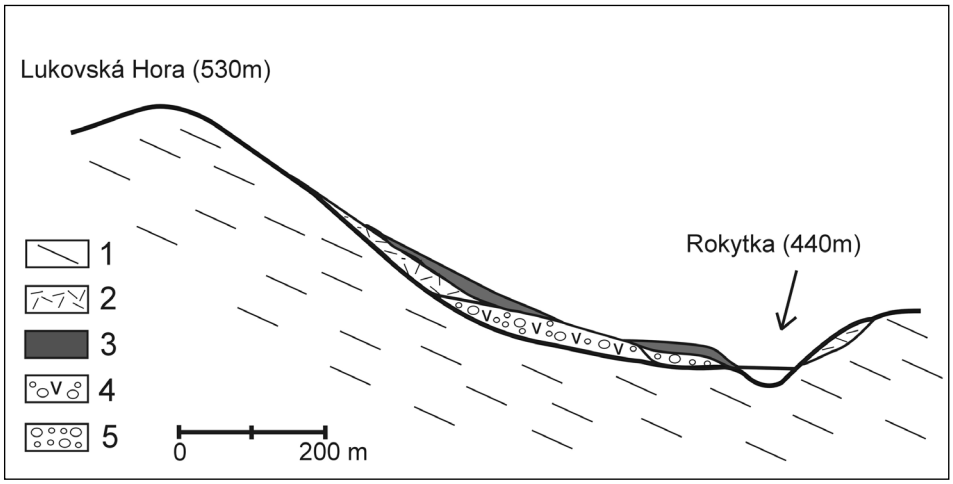
Výskyty vltavínů u Lukova jsou dalším důkazem pro rozšíření vltavínonosných sedimentů na Moravě k JZ, směrem do Českomoravské vrchoviny. Nabízejí tak možnost na-

Obr. 6. Diagram poměru alkalických prvků pro analyzovaný vltavín (Na_2O/ K_2O vs. Na_2O).
Fig. 6. Alkali elements ratio plot for analyzed moldavite (Na_2O/ K_2O vs. Na_2O).



cházet další lokality v oblasti směrem k Jemnici (ojedinělé nálezy vltavínů jsou tam údajně známy), tedy ve směru k nalezištím jižních Čech, resp. k lokalitám vltavínů v Rakousku.

Je třeba upozornit na patrnou odlišnost obou studovaných lokalit. Už na první pohled jsou vltavíny z lokality LKV-1 mnohem více otřelé, s matným leskem a se zaobleným povrchem (č. vz. 3–5). Druhé naleziště LKV-2 dosud poskytlo výhradně vltavíny ostrohranné, střepinovitého tvaru a s lesklým povrchem (č. vz. 1–2). Jedná se však v obou případech o malý soubor nalezených vltavínů. Vltavíny z Lukova se svojí světlejší zelenou barvou je možné srovnávat s lokalitami v oblasti jižně od Klučovského hřbetu (Jaroměřice nad Rokytnou, Štěpánovice, Dolní Lažany, Houzar 1997) a to ukazuje na známou skutečnost, že směrem k jihu přibývá na Třebíčsku světle zbarvených vltavínů (Trnka a Houzar 1991).



Obr. 7. Pozice vltavínonosných sedimentů (lok. LKV-2) u Lukova (převýšený profil SZ–JV).
Fig. 7. Situation of moldavite-bearing sediments (loc. LKV-2) near Lukov (exaggerated section in NW–SE direction).
1 – pararula, mramor (moldanubikum) – paragneiss, marble (Moldanubicum); 2 – sutě a svahové hlíny (kvartér) – debris, slope loam (Quaternary); 3 – spraš (kvartér) – loess (Quaternary); 4 – vltavínonosné štěrky a jíly – gravels and clays, moldavite-bearing (Miocen-Quaternary); 5 – štěrky Rokytky (kvartér) – gravels of Rokytka stream (Quaternary).

Ze studia zaoblení a morfometrie valounů na obou lokalitách vyplývá, že jde o polygenní sediment. Patrně nejstarší složkou jsou dokonale zaoblené valouny křemene, odpovídající transportu ve fluviálních podmínkách, příp. v marinním prostředí. Vltavíny ve štěrcích s těmito dokonale zaoblenými valouny se nacházejí především na nejvyšším bodě plošiny (LKV-1) v místě, kde se míchají dva různé typy klastů (dokonale opracované valouny a subangulární zlomky a klasty). Ve výkopu (do hloubky 2,5 m) se v sousedství nálezů vltavínů objevují pod sprašovými hlínami rezavě hnědé písky s polohou křemenného štěrku stmeleného Fe a Mn hydroxidy (HRÁDEK 1997a, b). Předpokládáme, že tu v povrchových vrstvách došlo ke smíchání starších sedimentů, s dokonale opracovanými valouny a ferikrustami, s deluviofluviálními sedimenty, které zanášely mělké terénní deprese ve starších sedimentech či přímo na krystaliniku (obr. 7).

Variabilní, místy však značně vysoký, je podíl vysloveně ostrohranných a poloostrohranných klastů křemene, uložených v převládajících písčitých jílech. Tento sediment, potvrzený hlavně na lokalitě LKV-2, odpovídá vltavínonosným sedimentům tzv. pádového pole, které mají charakter deluviofluviálních hlín (TRNKA a HOUZAR 1991). Je důležitým faktem, že na vltavínech lokality LKV-2 chybí postdepoziční „zmatnění povrchu“, resp. „jemná“ skulptace vzniklá rozšířením nárazových prasklin, která je typická pro vltavíny z pleistocénních terasových štěrků a písčitohlinitých sedimentů. Proto předpokládáme, že může jít o místo vzdálené jen několik set metrů od původního místa dopadu vltavínů. Uvedená fakta jsou podpořena i charakterem asociace těžkých minerálů, potvrzující převážně místní zdroj klastického materiálu.

Závěr

Nové lokality rozšířily známý prostor pádového pole moravských vltavínů minimálně o několik kilometrů dále na jihozápad. Pro blízkost místa (více míst?) dopadu vltavínů svědčí transportem málo opracované ostrohrannější vltavíny, slabě opracovaný klastický materiál místní provenience (zvláště když ponecháme stranou zmíněné dokonale opracované valouny křemene ze starších štěrků) a také pozice v reliéfu. Podle členění vltavínonosných sedimentů na Moravě můžeme tyto lokality (zejména LKV-2) poměrně bezpečně přiřadit k typu II/B, tedy k redeponovaným sedimentům pádového pole s krátkým transportem vltavínů od místa dopadu (VOKÁČ a HOUZAR 2003).

Podle výše uvedených indicií můžeme s větší mírou pravděpodobnosti rekonstruovat vývoj vltavínonosných sedimentů v okolí Lukova. Zčásti jsou tam nepochybně zastoupené miocénní písčito-jílovité sedimenty pádového pole. Pádový prostor vltavínů byl blízko obou lokalit, v případě lokality LKV-2 podle dnešní geomorfologie terénu snad někde v SZ až S sousedství (Lukovská hora, Vicenice). Vltavíny z lokality LKV-1 jsou značně otřelé, což je způsobeno spíše jejich delším setrváním v mladších sedimentech – kvartérních hlínách než fluviálním transportem.

Vzhledem k blízkosti toku říčky Rokytky jsme rovněž uvažovali, zejména v příp. lokality LKV-2 ležící v úrovni asi 15–20 m nad její hladinou, o možnosti přínosu vltavínů z větší vzdálenosti. Charakter kvartérních štěrků Rokytky, např. „u Sv. Anny“ v Mor. Budějovicích, studovaných NEHYBOU (1999) se poněkud podobá klastikům na lokalitě LKV-2, avšak zde jsou relativně málo zastoupeny zaoblené valouny ze starších fluviálních štěrků, v kvartérní terase povodí Rokytky běžné. Často se objevují právě v nižších terasových úrovních, v zatím „bezvltavínových“ sedimentech lemujících levý břeh uvedené vodoteče (Lukov–„Bažantnice“, Bohušice–Jaroměřice nad Rokytnou). Naopak je pravděpodobné, že předchůdkyně dnešní Rokytky erodovala starší sedimenty pádového pole, příp. starší aluviální splachové sedimenty s ostrohranným materiálem (včetně vltavínů) a výsledný sediment může představovat (– na jiných lokalitách) smíšený produkt této pleistocenní redepozice, převážně s minimální délkou transportu. Nejmladším procesem byla sedimentace spraší.

Poděkování

Za zapůjčení vltavínu ke studiu vděčíme panu F. Vokáčovi. Doc. RNDr. S. Nehybovi, CSc děkujeme za připomínky k předložené práci a L. Švardalové a H. Doležalové za zpracování publikace a spolupráci při výzkumu. Práce byla finančně podpořena instit. záměrem MK 00009486201.

LITERATURA

BOUŠKA, V., CÍLEK, V., 1992: Ferrous moldavites. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 67, 4, 25–234.

DVORSKÝ, F., 1880: Über einige in der Umgebung von Trebitsch vorkommende Felsarten und Mineralien. – *Drittes Programm des k. k. Staats-Untergymnasiums zu Trebitsch*, 1879–1880, 3–6.

HOUZAR, S., 1990: Příspěvek k petrografii vltavínonosných sedimentů mezi Třebíčí a Moravskými Budějovicemi na západní Moravě. – *Sbor. ref. 5. konf. o vltavínech* (České Budějovice), Jihočeské Muzeum České Budějovice, 46–51.

HOUZAR, S., 1997: Geologická stavba, nerosty a těžba nerostných surovin. – In.: V. Nekuda (ed.) *Moravskobudějovicko, Jemnicko, Vlastivěda Moravská,* místopis, 27–47, Brno.

HRÁDEK, M., 1997a: Geomorfologické a půdní poměry. – In.: V. Nekuda (ed.) Moravskobudějovicko, Jemnicko, *Vlastivěda Moravská*, místopis, 9–26, Brno.

HRÁDEK. M., 1997b: Vltavíny v geomorfologickém vývoji jihovýchodní části Českého masívu. – *Přírodověd. Sbor. Západomor. Muz.*, 31, (7. konf. o vltavínech), 146–164.

KOEBERL, Ch., 1986: Der Moldavit von Stainz und seine Beziehung zum Moldavitstreufeld. – *Mitt. Abt. Miner. Landesmuseum Joanneum*, 54, 229–239.

NEHYBA, S., 1992: Terciérní sedimenty v okolí Vacenovic. – *Přírodověd. sbor. Západomor. muz.,* 18, 1–12.

NEHYBA, S., 1999: Podmínky depozice některých štěrkových sedimentů v okolí Moravských Budějovic. – *Přírodověd. sbor. Západomor. muz.*, 39, 7–15.

NOVÁK, V., 1966: Mineralogie a stratigrafie vltavínonosných uloženin na Moravě. – *MS*, diplomová práce, Přír. fak. UK, Praha.

SKÁLA, R., ČADA, M., 2003: Major element composition of three moldavites from Dřenice the Cheb Basin, Czech Republic in Sbor. 9. Mezinárodní konf. o vltavínech, tektitech a impaktovém procesu (Františkovy Lázně). – *Přírodověd. sbor. Západomor. muz.*, 41, 11–17.

ŠMERDA, J., 2003: Vltavín z meandru Šobes u Podmolí v Národním parku Podyjí – znojemská podoblast in Sbor. 9. Mezinárodní konf. o vltavínech, tektitech a impaktovém procesu (Františkovy Lázně). – *Přírodověd. sbor. Západomor. muz.*, 41, 43–58.

ŠVARDALOVÁ, L., 2005: Neogenní fluviální sedimenty na jihozápadní Moravě. – *Rukopis*, Bakalářská práce, Přír. fak. MU v Brně, 43p.

TRNKA, M., 1990: Vltavínonosné sedimenty na Moravě. – *Sbor. ref. 5. konf. o vltavínech* (České Budějovice), Jihočeské Muzeum České Budějovice, 92–100.

TRNKA, M., HOUZAR, S., 1991: Moravské vltavíny. – Západomoravské muzeum v Třebíči a Muzejní a Vlastivědná společnost v Brně, 115p.

VOKÁČ, M., HOUZAR, S., 2003: Přehled vltavínonosných klastických sedimentů na Moravě in Sbor. 9. Mezinárodní konf. o vltavínech, tektitech a impaktovém procesu (Františkovy Lázně). – *Přírodověd. sbor. Západomor. muz.*, 41, 19–29, Třebíč.