

ÚLOMKY HADCŮ V ALOCHTONNÍ KRÁTEROVÉ BREKCIÍ MOLDANUBIKA A MOŽNÉ MECHANISMY JEJICH VMÍSTĚNÍ

Serpentinite fragments in the allochthonous crater breccia of the Moldanubicum and possible mechanisms of their emplacement

PETR RAJLICH

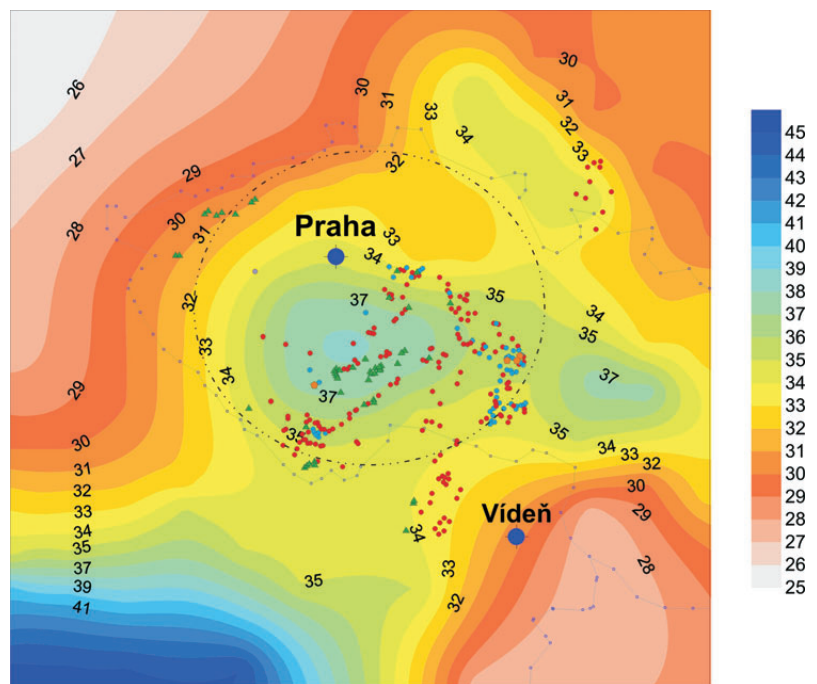
Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, Dukelská 1, 370 51 České Budějovice, rajlich@muzeumcb.cz

Key words: serpentinites, Czech crater, allochthonous breccia, Moldanubicum, transient cavity

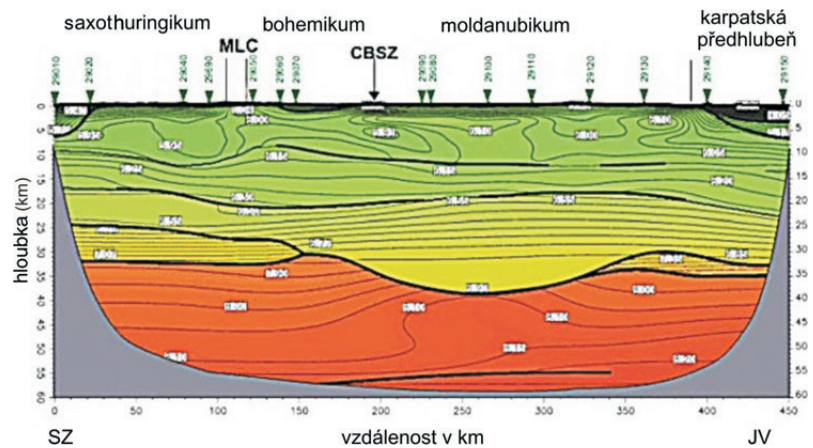
Abstract: The depth of the transient cavity of the Czech crater (Central Europe) reaches 5 kilometers (depth of 38–40 km) below the surrounding Moho level (35 km). The presupposed volume of the excavated material from the lower Crust and the upper Mantel reaches up to 5000 km³. This material was emplaced mainly via the explosive forces and transient cavity collapse into the allochthonous breccia of the Moldanubicum. The explosion energy created the free space that enabled the serpentinites to penetrate and accumulate in the form of angular fragments up to several kms in size, and in the form of pockets in the case of smaller (dm sized) ones. The protolith of the serpentinites is finely layered dunite, composed of the fine-grained olivine. This layering remains frequently preserved in spite of the strong serpentinization and anthophyllitization of rocks.

Již na základě prvních interpretací seizmických profilů byla v oblasti Českého masivu (BERÁNEK et al. 1978, BLÍŽKOVSKÝ et al. 1986) zjištěna vyšší mocnost zemské kůry pod jižními Čechami (obr. 1). Nejnovější seizmické profilování, prováděné v letech 1999–2002, potvrdilo předchozí závěry a detailněji prokreslilo tvar Moho discontinuity včetně vysokogradentové přechodové vrstvy a plochy mezi spodní a svrchní kůrou (HRUBCOVÁ et al. 2002; viz obr. 2). Profíl C09, obdobný profilu P-VI (BLÍŽKOVSKÝ et al. 1986), vedl téměř středem prohlubně v Moho pod Českým masivem. Třetím nezávislým potvrzením je profil podle průmyslových odstřelů (VALENTA – MÁLEK 2004; viz obr. 3). V tomto profilu rovněž nad prohlubní chybějí horniny spodní kůry. Také podle gravimetrie je tato prohlubeň velice výrazná včetně chybějící vysokogradentové přechodové vrstvy mezi pláštěm a kůrou. V samotném plášti jsou pod prohlubní vyšší rychlosti (interpretované pomocí tomografie) než v okolí. Kolmý profil P-VII na profil C09 (BLÍŽKOVSKÝ et al. 1986), vedený přes střední Čechy, zachytil také prohlubeninu v Moho, která je tím jednoznačně vymezena na oblast jižních Čech. Mezi spodní a svrchní kůrou se obdobná sníženina nevyskytuje.

Podle mapy (obr. 1) BERÁNEK et al. (1978) je pod celým obvodem vnějšího obrysu kráteru zesílena kůra (zahlobené Moho). Menší mocnost kůry (Moho v hloubce 31 až 29 km) je na sz. straně a větší mocnost kůry, 34–35 km, na v. straně. Prohlubeň je protažená ve v. směru. Jak prohlubeň v Moho ploše, tak i vnitřní kruh jsou pravděpodobně



Obr. 1. Mapa hloubek Moho pod českým kráterem s vyznačením rozmístění spodnokrátových a plášťových hornin (BERÁNEK et al. 1978), • – granátické peridotity, • – spinelové peridotity, v Rakousku granátické nebo spinelové peridotity, ▲ – eklogity; podle VRÁNY et al. (1993).



Obr. 2. Profíl refrakční seizmiky Celebration C09 (HRUBCOVÁ et al. 2002).

pozůstatkem přechodné dutiny a středového pahorku. Celkový tvar Moho i tvar středové prohlubně s v. prodloužením mohou být důsledkem hlavního směru pohybu materiálu z přechodné dutiny směrem k V.

Hrubý odhad objemu hornin pláště, které byly odstraněny ze zmíněné prohlubně, je podle podkladů VALENTY a MÁLKA (2004) ca 5000 km³.

Hadcové výskyty v alochtonní brekcii moldanubika

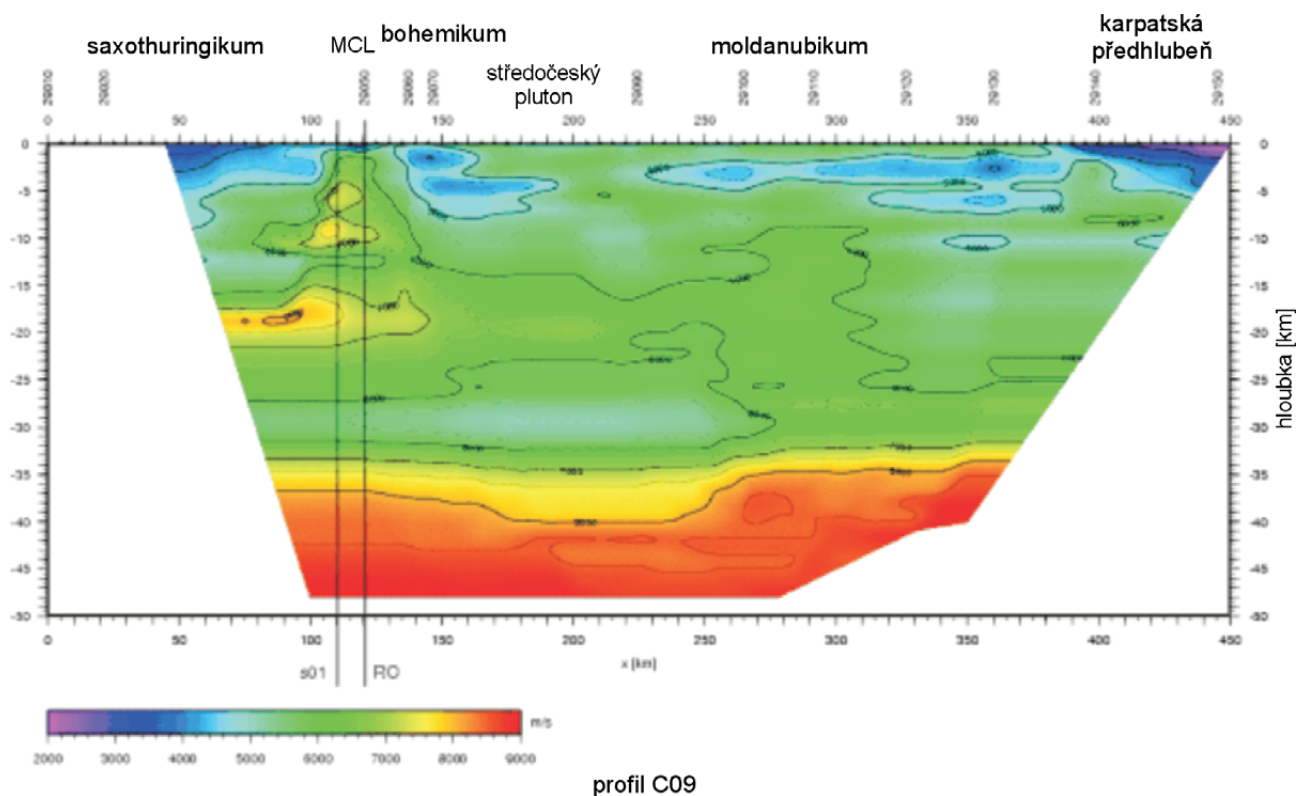
Společný výskyt úlomků, které pocházejí z různých kontrastních zdrojů ze spodní kůry až svrchního pláště v moldanubiku, tj. hadců, eklogitů, kvarcitů, ortorul, skarnů a dalších hornin (obr. 1) poukazuje na společný způsob jejich vmístění. Uvedené horniny byly nejpravděpodobněji vytrženy při explozi meteoritu v závěrečném časovém úseku tvorby přechodné dutiny kráteru, jejímž pozůstatkem je výše uvedená prohlubeň v seizmických řezech. Podrobněji si všimneme hadcových úlomků, protože z důvodů jejich dobrého odlišení od okolních hornin zřejmě nejlépe dokumentují průběh a způsob vmístění útržků z přechodné dutiny do allochtonní brekcie moldanubika.

Rozměry hadcových úlomků jsou velmi variabilní – od centimetrových (obr. 4, 5 a 6) až po kilometrové. Nakupeň velkých těles o objemu až několika km³ se vyskytují v křemžské kotlině, v okolí Mohelna, samostatné těleso je např. hadec od Bernartic. Menší akumulace, pokud byly zastíženy, mají povahu nahromadění drobnějších nebo až několikametrových úlomků (obr. 4, 5 a 6) sou-

středěných často do jednoho výskytu (heřmanovské koule, obr. 5).

Takovýmto výskytem je například kontakt bechyňské ortoruly s moldanubickými pararulami (MACHART 1970; obr. 6), výchoz pestré skupiny moldanubika v důlním poli uranového ložiska Okrouhlá Radouň (BLUMA et al. 1991), uranový důl Dolní Rožinka a jeho okolí, lom u Čkyně u Vimperka. Úlomky hadců jsou také běžné v moldanubických břidličných pararulách až migmatitech s převahou parasložky mezi tělesem bechyňské ortoruly a v. okrajem bernarticko-vltavotýnské oblasti pestré série moldanubika, jak ji vymezují JENČEK a VAJNER (1969). V současné době bylo místo průniku hadců do moldanubických pararul zastíženo v zářezu dálnice u Sudoměřic u Tábora (souřadnice WGS: N49 30.667, E14 40.126, v. n. m. 554 m).

Na dole Okrouhlá Radouň popisovali hadce v alochtonní brekcii BLUMA et al. (1991): „Intruzivní horniny tvoří značnou část plochy ložiska, nejstaršími jsou ultrabazika: granátické peridotity, pyroxenity, hornblendity a gabro. Ultrabazika jsou vyvinuta v pestrém souvrství v rozmezí ložních tektonických poruch ve formě budinovaných útvarů různé velikosti čočkovitého a kulovitého tvaru. Tyto budinované polohy jsou zřejmě útržky velkých těles ultrabazických hornin nacházejících se v hloubce (?). Budiny mají obvykle zonální stavbu: jádro je tvořeno serpentinizovanou horninou, následuje zóna amfibolového asbestu a vnější část je tvořena flogopitem (viz obr. 7 až 9 v této práci). Není vyloučena ani druhá možnost, a to že „budinovaná ultrabazika“ jsou metamorfovanými syngenetickými tufitickými polohami. O této možnosti svědčí v podstatě vždy ložní poloha těchto hornin s horninami parasérie, dále



Obr. 3. Seismický profil podle průmyslových odstřelů (VALENTA – MÁLEK 2004).

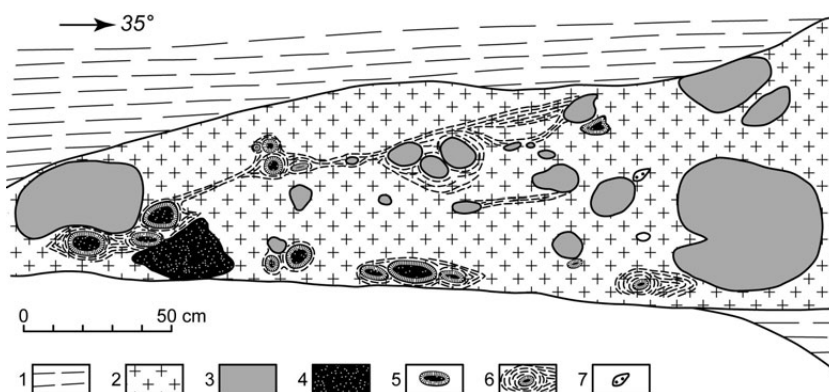


Obr. 4. Hranatý přibližně dvoumetrový hadcový blok v zářezu dálnice u Sudoměřic.



Obr. 5. Typická ukázka nahromadění úlomků silně proměněných hadců (heřmanovské koule).

existence zcela izolovaných pecek v horninách parasérie (sopečné pumy?), nemající žádné tektonické ohraničení s okolními horninami, v neposlední řadě opakovanost poloh v rozmezí stovek metrů od sebe (opakované erupce?) a splach tufogenního materiálu do sedimentační pánve?).



Obr. 6. Hadcové, skarnové a další budiny u Bechyně (MACHART 1970). 1 – břídlíčnice pararuly, 2 – pegmatit, 3 – skarnové horniny s převahou amfibolu, 4 – hadce, 5 – antofylit, 6 – biotit, 7 – kvarcit.

Je rovněž zajímavé, že polohy budinovaných ultrabazik se nikdy nevyskytují v horninách monotónního souvrství (sopečný klid v době tvorby sedimentů monotónního souvrství).“

Budiny amfibolických rul, granátických kvarcitů, hornin skarnového charakteru a s nimi spjatých přeměněných ultrabazických hornin jsou také sdruženy na výchozech nesusvislého defilé o délce 230 m podél pravého břehu Smutného potoka a na levém svahu údolí jeho malého levého přítoku 1,5 km sz. od náměstí v Bechyni (MACHART 1970) v 1,5 až 2,5 km široké zóně. Budináží zde byly postiženy hojně vložky masivních drobových pararul s přechody do kvarcitických pararul. Místy se dá hovořit až o střídání břídlíčnicových a drobových pararul při stejnoměrném zastoupení obou. Kromě nich se objevují budinované vložky petrograficky zcela odlišných hornin – kvarcitů, erlanů, hornin skarnového charakteru, amfibolických rul, serpentinitu a ojediněle eklogitu. Rozšíření těchto hornin je dobře patrné z výsledků podrobného geologického mapování HEJTMANA et al. (1964), některé z těchto hornin byly popsány již dříve (KRATOCHVÍL 1947, ČECH 1964).

MACHART (1970) v uvedeném defilé u Bechyně zjistil budiny hadců velké až 0,5 m, kulovitě až elipsoidového tvaru (obr. 6). Většina jich má typický výrazný reakční lem z vnitřní antofylitové a vnější biotitové zóny. Antofylit vnitřní zóny je vláknitý kolmo k povrchu budin, někdy zaujímá radiálně vláknitý antofylit celou budinu. Biotit vnější zóny je uspořádán rovnoběžně s povrchem budin a u blízkých budin splývá v jeden celek. Jádra budin jsou tvořena bělošedou velmi jemnozrnnou antofylitizovanou a silicifikovanou horninou s makroskopicky rozeznatelnými subparalelně uspořádanými snopečky antofylitu nebo cummingtonitu. Některá jádra mají páskovanou texturu, způsobenou 4–6 mm mocnými černošedě zbarvenými proužky. Pod mikroskopem se objeví velmi jemnozrnné zubovité agregáty převládajícího sekundárního křemene se zrny o velikosti 0,03–0,08 mm, ve kterém jsou snopkovité až 0,8 mm dlouhé agregáty velmi intimně prorostlého antofylitu s cummingtonitem. Sekundární křemen je obvykle seskupen do shluků, podle kterých lze soudit na drobnozrnně granoblastickou strukturu původní horniny. Černošedá barva pásků některých jader je výsledkem znečištění křemene velkým množstvím velmi jemných rudních vtrošenin. V některých jádrech se dochovaly relikty amfibolu (až 15 % horniny); v takovém případě je v hornině velmi malý podíl antofylitu a cummingtonitu. Jádro jiné budiny je tvořeno submikroskopickým agregátem mastku s vlákní tremolitu uspořádanými do snopků délky až 1,3 mm a se šupinkami světle žlutozeleného slabě pleochroického chloritu. Popisovaná jádra odpovídají reakčně antofylitizovaným a druhotně silicifikovaným, případně dále zmastkovatělým ultrabazickým horninám.

S podobně přeměněnými hadcovými úlomky se setkáváme téměř u všech

známých výskytů ultrabazických těles (viz např. KRATOCHVÍL 1947) v moldanubiku, zejména v granulitových soubořech, a např. v durbachitech okolí Písku (FEDIUKOVÁ 1965, ROST 1966, LENSCH – ROST 1966). Sepětí ultrabazických hornin se skarny je známo z jiných míst Českého masívu (např. NĚMEC 1969).

Na výchoze u Sudoměřic byly zastiženy hadcové úlomky o velikosti od 1 cm až do 2 m (obr. 4 a 8; RAJLICH 2006), uložené buď jednotlivě (větší kusy, obr. 4), nebo nahromaděné na jednom místě v podobě velké dutiny(?) vyplněné menšími kusy o velikostech od centimetru až do decimetrů (obr. 8). Hadcové úlomky mají nepravidelný, na hranách mírně zaoblený tvar (obr. 8), místy je viditelné na jednotlivých úlomcích různě orientované a zachované páskování původního dunitu (obr. 7). Hranatý tvar útržků kontrastuje s celkově silně deformovanými okolními horninami i po vmístění úlomků. Kolem fragmentů dunitů se z nich vyvíjí až 1 cm mocný antofylitový lem (obr. 8). Antofylit je produktem reakce původního jemnozrného olivínu (dunitu), dokázaného v obdobných úlomcích od Čkyně u Vimperka (obr. 7), s fluidem, které proniká po hranici s okolními horninami a ze kterého se ukládal sillimanit.

Okolní horniny jsou buď biotit-sillimanitické pararuly, nebo jemnozrné křemen-živcové leukokratní žuly(?) s brekciovitými úlomky okolních břidlic, popř. částečně migmatitizované ruly. V horninách byly dále nalezeny granátovcové pecky o rozměru ca 40 × 50 × 60 cm, složené téměř výhradně ze světle nafialovělého granátu, úlomky světlých muskovit-kvarcitických rul a kvarcitů a barevně zonální velmi jemnozrné béžové nodule. Tmel hornin má povahu jemnozrných leukokratních žul a pegmatitů. Vlastním tmelem hadcových úlomků je masivní biotitická okatá rula, která se vyskytuje na výchoze pouze v jejich blízkosti. Výchoz je možné označit za megabrekcii různých hornin.

Charakteristické pro výchoz u Sudoměřic je celkově silné duktilní tektonické postižení okolních rul a břidlic včetně brekcií tmelených leukogranitem a nápadná migrace sillimanitu v rámci duktilního přetvoření.

Mechanismus vmístění hadcových úlomků

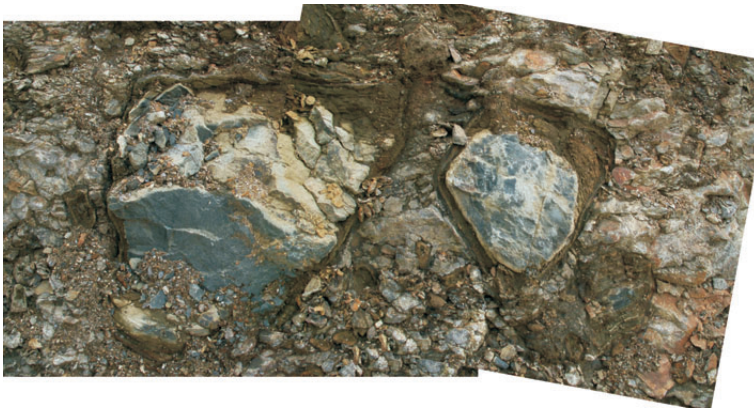
Pro posouzení podmínek, za jakých došlo ke vmístění dunitových úlomků, jsou důležité následující znaky:

- polygonální, jenom na hranách mírně zaoblený tvar hadcových úlomků,
- zachovalá neporušená vnitřní páskovaná stavba včetně původně jemnozrného olivínu,
- izolované výskyty bez návaznosti na zlomy,
- místní nahromadění menších úlomků ve tvaru výplně dutiny,
- až kilometrové rozměry,
- uspořádání hadcových úlomků do „poloh“, které mají v mapě např. sv.-jz. lineární protažení.

Tyto rysy ukazují, že při vmístění hadců nepůsobil běžný mechanismus pohybu po zlomu. Pohyb po zlomu vede v případě hadců za spolupůsobení fluid naopak k rozvlékání (obr. 10) a roztírání hadců, popř. k jejich amfibolizaci



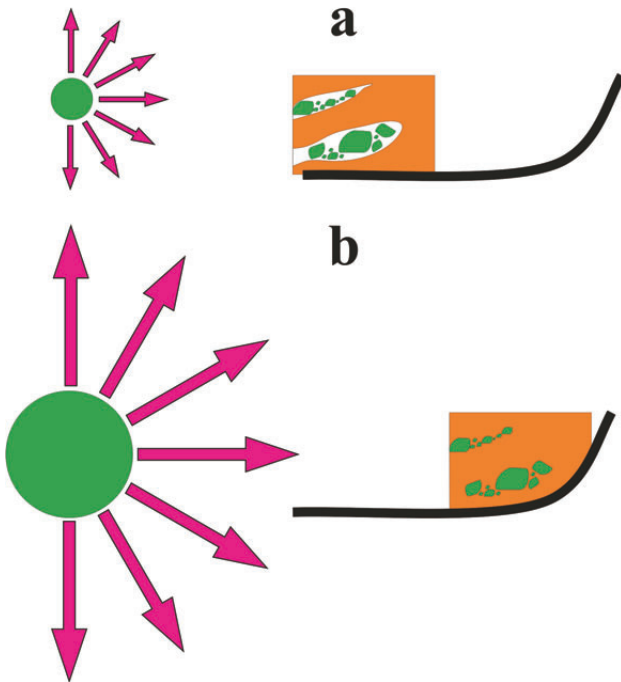
Obr. 7. Porovnání tří stupňů přeměn původního jemnozrného dunitu: a – s páskovanou stavbou, b – se slabší přeměnou serpentinizací, reliktním olivínem a antofylitovým tenkým lemem, c – silně serpentinizovaný úlomek se silným antofylitovým lemem. Páskovaná stavba zůstává zachována u všech úlomků (a, b – Čkyně, c – Sudoměřice).



Obr. 8. Část výchozu s hadcovými úlomky u Sudoměřic; velikost největších úlomků je ca 50 cm, celá „kapsa“ měří nejméně 5 m svisle a 3 m na šířku, rozměr do hloubky není znám. Na fotografii jsou zachyceny větší úlomky hadců.



Obr. 9. Budinovaný hadcový úlomek postižený tektonicky před antofylitizací, Okrouhlá Radouň.



Obr. 10. Schéma pohybu hadcových těles při vzniku českého kráteru. a – vmístění hadcových úlomků do přechodných dutin v časovém úseku výbuchu meteoritu, b – rozptýlení úlomků do kráteru vlnou z časového úseku zhroucení přechodné dutiny.

(např. PAVLÍČEK 2007). To by napovídalo tomu, že dunitové odlomky byly transportovány v rozvolněných horninách v uvolněném prostoru (dutinách). Časté sblížení hadcových „koulí“ s pegmatity by mohlo být v tomto rámci považováno také za přemístění menších bloků ve fluidu, ze kterého pegmatit vznikl (obr. 6). Mohlo se tak stát ve volném prostoru, podobně jako při pohybu valounů v řece (ze studovaných výchozů má nejvíce zaoblený tvar úlomek ze Čkyně, obr. 7b). To ale neplatí pro všechny výskyty. Úlomky pak byly zakulaceny vzájemným otloukáním při velmi rychlém explozivním pohybu. Nejsou vnitřně duktilně přetvořené a po celou dobu si zřejmě zachovaly svoji rigiditu. To napovídá o rychle proběhlém pochodu. Díky vytvořenému prostoru dochází zřejmě také k častému nahromadění úlomků ve formě „kapes“ (obr. 8). Uvolněný prostor v horninách mohl vzniknout při výbuchu v časovém úseku stlačení projektilu.

Asymetrické rozmístění hadcových těles

Největší akumulaci hornin pláště a spodní kůry nacházíme na SV, JZ a zvláště na V od prohlubně Moho (obr. 1), která je pravděpodobným místem dopadu tělesa, vyhloubení přechodné dutiny a zdrojem materiálu. Okolí přechodné dutiny (gföhlské ruly, ruly a migmatity) bylo proniknuto dunitovými úlomky podle schématu na obr. 10. Největší nahloučení úlomků souhlasí také s pozorovatelným valem na v. straně prohlubně kolem středového pohoří v tíhové mapě (RAJLICH, v tisku). Tato asymetrie spolu s nesouměrnou pozicí středového pahorku odpovídá podle mého názoru hlavnímu pohybu materiálu v setrvačném momentu při dopadu tělesa. S tím by souhlasil i výskyt hadců a granulitů podél zlomu ssv.-jjz. směru, aktivizovaného jako násun na v. straně původního kráteru. Zlom je předchůdcem moravsko-slezské zóny. Tato situace je obdobou reaktivovaných zlomů a vytvoření řetězce pahorků (Obuom Range) na okraji kráteru ve směru dopadu tělesa v kráteru Bosumtwi v Ghaně (WAGNER et al. 2002).

Závěr

Hadce a spodnokorové horniny alochtonní brekcie moldanubika byly vytrženy ze spodní části podloží přechodné dutiny českého kráteru a vmístěny do okolních hornin. Na jejich usazení se nepodílely tektonické pohyby, ale hlavní měrou energie výbuchu, která vytvořila v horninách volný prostor pro jejich transport. Protolitem hadců jsou původní jemně zvrstvené dunity složené z jemnozrného olivínu. Toto zvrstvení zůstává zachováno i při silné serpentinizaci a antofylitizaci hornin.

Literatura

- BERÁNEK, B. et al. (1978): Strukturální schéma povrchu Mohorovičičovy diskontinuity v oblasti Českého masivu podle seizmických měření. Sborník konference Československá geologie a globální tektonika. – Slov. akad. věd, Bratislava.
- BLÍŽKOVSKÝ, M. et al. (1986): Geofyzikální model litosféry. Závěrečná zpráva úkolu OFTR. – MS Čes. geol. služba, Geofyzika, n.p. Brno.
- BLUMA, K. – HAVLÍK, P. – KACHLÍK, J. – KOZÁK, L. – MARKOVIČ, F. – NECHALOVÁ, M. – NOVÁK, J. et al. (1991): Závěrečná zpráva k likvidaci ložiska Okrouhlá Radouň, Zadní Chodov. – MS Čes. uran. prům.
- ČECH, V. (1964): Příspěvek ke geologii a petrografii tábořského syenitového masivu. – Čas. Mineral. Geol., 9, 291–299.
- FEDIUKOVÁ, E. (1965): Ultrabasic xenoliths in the granulite at Mt. Klet' near Český Krumlov. – Acta Univ. Carol., Geol. 3, 189–202.
- HEJTMAN, B. et al. (1964): Vysvětlivky ke geologické mapě 1 : 50 000, list M-33-101-B Týn nad Vltavou. – MS Čes. geol. služba – Geofond, Praha.
- HRUBCOVÁ, P. – ŠPIČÁK, A. – ŠVANCARA, J. – RŮŽEK, B. – HUBATKA, F. – TOMÁŠKOVÁ, A. – BROŽ, M. (2002): Výzkum hluboké stavby Českého masivu. CELEBRATION 2000. – MS Min. život. prostř. Čes. republ.
- JENČEK, V. – VAJNER, V. (1969): Stratigraphy and relation of the groups in the Bohemian part of the Moldanubicum. – Krystalinikum, 6, 105–124.
- KRATOCHVÍL, F. (1947): Příspěvek k petrografii českého krystalinika. – Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., 14, 449–566.
- LENSCH, G. – ROST, F. (1966): Basische und ultrabasische Einschlüsse im Durbachit von Pisek und Ihre Vererzung. – Mineralium depos., 1, 3, 226–237.
- MACHART, J. (1970): Budinované moldanubické horniny ze severozápadního okolí Bechyně. – Čas. Mineral. Geol., 15, 4, 369–382.
- NĚMEC, D. (1969): Verknüpfung der Skarne mit den Metabasiten im Kerne der Böhmisches Masse. – Geol. Rdsch., 58, 3, 789–798.
- PAVLÍČEK, V. (2007): Amfibolity a jejich minerální asociace v pacovské oblasti moldanubika. – Sbor. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích, přír. Vědy, 47, 21–26.
- RAJLICH, P. (v tisku): Český kráter. – Suppl. Sbor. přír. Věd Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích.
- RAJLICH, P. (2006): Výskyt antofylitu v zářezu budované dálnice u Sudoměřic. – Sbor. Jihočes. Muz., přír. Vědy, 46, 33.
- ROST, F. (1966): Über ultrabasische Einschlüsse in metamorphen Gesteinen des südlichen Moldanubikums. – Krystalinikum, 4, 127–162.
- VALENTA, J. – MÁLEK, J. (2004): 2-D Velocity models of the upper crust in Western Bohemia from the Sudetes 2003 seismic refractions experiment. – Poster, IUGG Congress, Florencie, Itálie 2004.
- VRÁNA, S. – BLÜMEL, P. – PETRAKAKIS, K. (1993): Chapter VII.C.4 Metamorphic Evolution. In: DALLMEYER, R. D. – FRANKE, W. – WEBER, K., Eds: Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe, 453–466. – Springer Verlag.
- WAGNER, R. – REIMOLD, W. U. – BRANDT, D. (2002): Bosumtwi impact crater, Ghana: a remote sensing investigation. In: PLADO, J. – PESONEN, L. J., Eds: Impacts in Precambrian shields. – Springer Verlag.

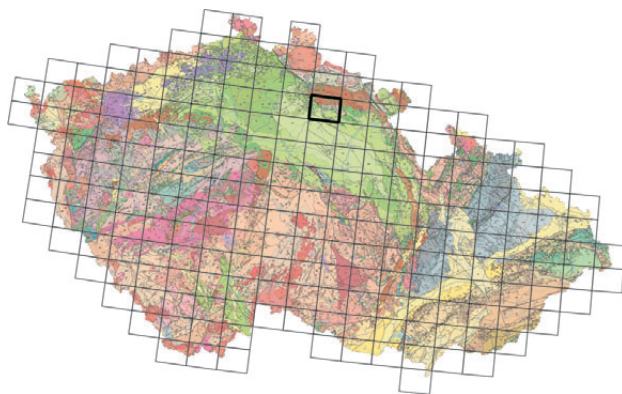
AKREČNÍ LAPILLI V MELAFYRECH PODKRKONOŠSKÉ PÁNVE

Accretionary lapilli in melaphyres of the Krkonoše Piedmont Basin

VLADISLAV RAPPRIČH

Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1, vladislav.rapprich@geology.cz

(03-43 Jičín)



Key words: accretionary lapilli, phreatic eruption, Permian, Krkonoše Piedmont Basin, Bohemian Massif

Abstract: Two types of accretionary lapilli were observed in pyroclastic sequence exposed in the abandoned quarry Hvězda near Nová Paka. The first type is characteristic by size corresponding to peas and overlies brecciated surface of lava flow, where it fills joints and pockets. The accretionary lapilli have coarser core and fine-grained rim and they appear to be sedimented from an ash-cloud. Fragments of this type lapilli were observed in the overlying base-surge deposits. The second type is larger in diameter reaching 2–3 cm and it is often deformed – to

the form of sponge biscuits. These larger lapilli are associated with asymmetric bomb-sag structures in unconsolidated pyroclastic deposits. The geometry of impact prints argues for a ballistic transport of these features. Hence, the second type accretionary lapilli must have been formed during phreatomagmatic eruption in the conduit.

Permské melafyry v podkrkonošské pánvi jsou objektem intenzivního zájmu především mineralogů a sběratelů. Petrologií kompaktních hornin se obšírně zabývala SCHOVANOVÁ (1989) a v nedávné době pak ULRYCH et al. (2002). První práce se zabývala především celkovou petrochemickou charakteristikou, druhá byla zaměřena také na zdroj a proces vzniku magmat. Pro petrologická studia jsou kompaktní horniny (lávy a kompaktní mělké intruze) pochopitelně vhodnější než klastický materiál náchylný k postmagmatickým přeměnám. Na druhou stranu, o fyzikální podstatě vulkanické aktivity nám lávy dávají pramalou představu. Pyroklastikám melafyrů v podkrkonošské pánvi však dosud nebyla věnována prakticky žádná pozornost. Pokud mají být široké laické veřejnosti dobře vysvětleny geologické procesy formující území nově ustanoveného Geoparku Český ráj, musí být tyto procesy nejprve řádně studovány, popsány a pochopeny odborníky. K vývoji Podkrkonoší vulkanická aktivita neodmyslitelně patří, z toho důvodu byly hledány lokality, na kterých by mohl být charakter