

Variská subdukce – klíč k pochopení stavby Českého masívu?

V. Janoušek^{1,2}, F. V. Holub²

¹Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1, Česká republika; vojtech.janoušek@geology.cz

²Ústav petrologie a strukturní geologie, Univerzita Karlova, PřF, Albertov 6, Praha 2, Česká republika

Na styk moldanubika s bohemikem jsou vázány výskyty variských plutonitů s alkalicko-vápenatým chemismem a typem nabohacení litofilními prvky, specifickým pro magmatické asociace aktivních kontinentálních okrajů (vysoké poměry LILE/HFSE).

(1) Klasickými představiteli jsou horniny sázavské suity středočeského plutonického komplexu (SPK): tonality a kvarcdiority s trondhjemity a gabry, které intrudovaly před c. 355 Ma (Holub et al., 1997a; Janoušek et al., 2004b). Charakteristický je převážně metaluminický chemismus s $\text{Na}_2\text{O} \gg \text{K}_2\text{O}$ a Sr–Nd izotopové složení blízké CHUR (Holub et al., 1997b; Janoušek et al., 2000). Bazická magmata vznikla tavením slabě ochuzeného pláště; felsické členy vyžadují anatexi metabazitů. Intruze obsahují řadu důkazů pro mísení magmat (Janoušek et al., 2004b).

(2) Podobný charakter mají starosedelské a mirotické ortoruly v metamorfním plášti SPK. Stáří jejich protolitu bylo stanoveno na 373 ± 5 Ma a 365 ± 5 Ma (U–Pb, Košler et al., 1993).

(3) Většinu SPK tvoří K-bohatá alkalicko-vápenatá blatenská suita budovaná granodiority (typ Blatná, Červená, Kozárovice, Klatovy...) s monzonitickými horninami. Terénní vztahy, geochemická a izotopová data vyžadují mísení tavenin z obohaceného pláště ($\square \text{iNd} \sim 3$) s magmaty z nezralých psamitů s převahou detritu z neoproterozoického vulkanického oblouku a kambrických vulkanitů. K intruzi došlo před 346 Ma (Holub et al., 1997a; Janoušek et al., 2000, 2007; Dörr & Zulauf, v tisku).

(4) Nově identifikovaným členem asociace jsou LP mafické granulity lišovského masívu (Janoušek et al., 2006). LA–ICP–MS datování ukazuje, že protolit krystalizoval před c. 360 Ma. Zrna silně modifikovaná metamorfózou dávají stáří ~ 337 Ma, běžně

v jiných granulitových masivech moldanubika. Protolit tvořil zřejmě středněkorový (~ 15 – 20 km) kořen magmatického oblouku.

(5) Podobnou geologickou pozici jako SPK má nasavrcký plutonický komplex. Horniny starší granodiorit–tonalitové suity s hojnými mafickými enklávami (340.1 ± 1.1 Ma, Pb–Pb evaporační metoda, Schulmann et al., 2005) jsou pronikány mladším Amf–Bt granodioritem (Táborská 1997). Granodiority obou generací mají charakter K-bohatých alkalicko-vápenatých magmat, bazika (gabra a kvarcdiority) normálních alkalicko-vápenatých hornin.

(6) Geochemicky a časově analogickým výskytem jsou i syntektonické monzogranity, granodiority, monzodiority a gabroidy staroměstského pásma na kontaktu brunovistulika s lugikem (339 ± 7 Ma; Pb–Pb evaporační metoda, Parry et al., 1997).

Z moldanubika jsou známy další zajímavé horninové typy, které zřejmě vděčí za svůj vznik variské subdukci. Převážně felsické, HP granulity a (ultra-)draselné magmatity (amfibol–biotitická durbachitová suita, např. typ Čertovo břemeno; dvoupyroxenové syenitoidy – Tábor a Jihlava), se vyskytují v úzkém sepětí (Janoušek & Holub, 2007). Protolit nejběžnějších HP–HT felsických Grt–Ky–mesoperthitových granulitů byl složením blízký saxothuringickým metagranitoidům ordovického nebo silurského stáří (Janoušek et al., 2004a), přestože devonské protolity odvozené z oblouku se patrně mohly také výrazně uplatnit (Wendt et al., 1994; Kröner et al., 2000).

Většina (ultra-)draselných hornin je charakterizována vysokými obsahy MgO, Cr a Ni, jakož i vysokými mg#, v soulase s předpokládaným vznikem ze zemského pláště. Naproti tomu vysoké koncentrace U, Th, LREE, K, Rb, Cs a dalších litofilních prvků, radiogenní Sr a neradiogenní Nd s ochuzením Ti, Nb a Ta ukazují na krustální signaturu

(Holub, 1997). Moldanubické granulity a draselné horniny pritom sdieľajú vzájomne sa dopĺňajúci ochuzenie/obohacenie litofilnými prvky (Cs, Rb, Th, U, Pb...). Duálny geochemický charakter draselných magmat vyžaduje vznik z anomálnych plášťových domén, silne ovplyvnených zralým korovým materiálom.

Uvedená fakta jsou důvodom k tomu, že pozdně devonskou až raně karbonskou subdukci lze považovat za klíčovou variskou událost vedoucí ke kontinentální kolizi a vysokotlaké metamorfóze svrchně korových hornin saxothuringické provenance (Janoušek & Holub, 2007; Schulmann *et al.*, 2009).

Subdukce zralého krustálního materiálu při kontinentální kolizi zřejmě způsobila významnou kontaminaci a metasomatické ovlivnění litosférického pláště, mnohem silnější než při předchozí subdukci oceánské litosféry. Brzy po HP metamorfním vrcholu (~340 Ma) tyto fertilizované plášťové domény mohly být taveny za vzniku ultradraselných magmat (podobně jako po alpínské a appeninské subdukci, viz Peccerillo & Martinotti, 2006). Pro variský orogén je proto typické, že ultradraselné plutony jsou úzce časově a prostorově spjaté s granulitovými výskyty, a to nejen v Českém masivu, ale také ve Schwarzwaldu a Vogézách.

Literatura:

- Dörr, W., Zulauf, G. v tisku. Elevator tectonics and orogenic collapse of a Tibetan-style plateau in the European Variscides: the role of the Bohemian shear zone. *Int. J. Earth Sci.*
- Holub, F. V. 1997. Ultrapotassic plutonic rocks of the durbachite series in the Bohemian Massif: petrology, geochemistry and petrogenetic interpretation. *Sbor. Geol. věd, Ložisková geologie–mineralogie* 31, 5–26.
- Holub, F. V., Cocherie, A. & Rossi, P. 1997a. Radiometric dating of granitic rocks from the Central Bohemian Plutonic Complex (Czech Republic): constraints on the chronology of thermal and tectonic events along the Moldanubian-Barrandian boundary. *C. R. Acad. Sci. Paris – Serie Ila* 325, 19–26.
- Holub, F. V., Machart, J. & Manová, M. 1997b. The Central Bohemian Plutonic Complex: geology, chemical composition and genetic interpretation. *Sbor. Geol. věd, Lož. geologie–mineralogie* 31, 27–50.
- Janoušek, V. & Holub, F. V. 2007. The causal link between HP-HT metamorphism and ultrapotassic magmatism in collisional orogens: case study from the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif. *Proc. Geol. Assoc.* 118, 75–86.
- Janoušek, V., Bowes, D. R., Rogers, G., Farrow, C. M. & Jelínek, E. 2000. Modelling diverse processes in the petrogenesis of a composite batholith: the Central Bohemian Pluton, Central European Hercynides. *J. Petrol.* 41, 511–543.
- Janoušek, V., Finger, F., Roberts, M. P., Frýda, J., Pin, C. & Dolejš, D. 2004a. Deciphering petrogenesis of deeply buried granites: whole-rock geochemical constraints on the origin of largely undepleted felsic granulites from the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif. *Tr. Roy. Soc. Edinb., Earth Sci.* 95, 141–159.
- Janoušek, V., Braithwaite, C. J. R., Bowes, D. R. & Gerdes, A. 2004b. Magma-mixing in the genesis of Hercynian calc-alkaline granitoids: an integrated petrographic and geochemical study of the Sázava intrusion, Central Bohemian Pluton, Czech Republic. *Lithos* 78, 67–99.
- Janoušek, V., Gerdes, A., Vrána, S., Finger, F., Erban, V., Friedl, G. & Braithwaite, C. J. R. 2006. Low-pressure granulites of the Lišov Massif, Southern Bohemia: Viséan metamorphism of Late Devonian plutonic arc rocks. *J. Petrol.* 47, 705–744.
- Janoušek, V., Wiegand, B., Žák, J. & Erban, V. 2007. Age, geotectonic setting and petrogenesis of Variscan calc-alkaline plutonism in Central Europe – examples from the Central Bohemian Plutonic Complex, Czech Republic. *Géologie de la France* 2007, 110
- Košler, J., Aftalion, M. & Bowes, D. R. 1993. Mid-late Devonian plutonic activity in the Bohemian Massif: U–Pb zircon isotopic evidence from the Staré Sedlo and Mirovice gneiss complexes, Czech Republic. *Neu. Jb. Mineral., Mh.* 417–431.
- Kröner, A., O'Brien, P. J., Nemchin, A. A. & Pidgeon, R. T. 2000. Zircon ages for high pressure granulites from South Bohemia, Czech Republic, and their connection to Carboniferous high temperature processes. *Contrib. Mineral. Petrol.* 138, 127–142.
- Parry, M., Štípská, P., Schulmann, K., Hrouda, F., Ježek, J. & Kröner, A. 1997. Tonalite sill emplacement at an oblique plate boundary: northeastern margin of the Bohemian Massif. *Tectonophysics* 280, 61–81.
- Peccerillo, A. & Martinotti, G. 2006. The Western Mediterranean lamproitic magmatism: origin and geodynamic significance. *Terra Nova* 18, 109–117.
- Schulmann, K., Kröner, A., Hegner, E., Wendt, I., Konopásek, J., Lexa, O. & Štípská, P. 2005. Chronological constraints on the pre-orogenic history, burial and exhumation of deep-seated rocks along the eastern margin of the Variscan Orogen, Bohemian Massif, Czech Republic. *Amer. J. Sci.* 305, 407–448.
- Schulmann, K., Konopásek, J., Janoušek, V., Lexa, O., Lardeaux, J. M., Edel, J. B., Štípská, P. & Ulrich, S. 2009. An Andean type Palaeozoic convergence in the Bohemian Massif. *C. R. Geosci.* 341, 266–286.
- Táborská, Š. 1997. Petrogeneze magmatitů nasavrckého plutonického komplexu ve vztahu k jejich vmístění. Nepublikovaná PhD. práce, Univerzita Karlova v Praze, 1–260.
- Wendt, J. I., Kröner, A., Fiala, J. & Todt, W. (1994). U–Pb zircon and Sm–Nd dating of Moldanubian HP/HT granulites from south Bohemia, Czech Republic. *J. Geol. Soc. (London)* 151, 83–90.