

## GRANULITY ČESKÉHO MASÍVU: JAK, Z ČEHO A KDY VZNIKLY ?

J. Kotková

Ústav geologických věd, Masarykova universita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, kotkova@sci.muni.cz

### Co jsou granulity Českého masívu?

Granulity Českého masívu jsou v posledních desetiletích předmětem zvýšeného zájmu. Jsou to totiž horniny, které mají v sobě zakódovány podmínky svého vzniku ve ztluštělé kůře a následného vývoje během výstupu k zemskému povrchu. Moderní metody metamorfní petrologie doplněné geochronologií umožňují tento záznam dešifrovat a získávat informaci o tektonických procesech v zemské kůře v geologické minulosti.

Světlý granulit s rozptýleným granátem byl popsán z našeho území již v r. 1754 od Náměšti nad Oslavou, a zanedlouho z jeho typové lokality - Saského granulitového pohoří - pod názvem Weisstein. Přesto se granulity Českého masívu vymykají definicím granulitů svou minerální asociací a stavbou.

Typomorfním minerálem vysokoteplotní granulitové facie je ortopyroxen. V Českém masívu převládají světlé, kyselé granulity neboli leukogranulity, tvořené granátem, kyanitem (sillimanitem), draselným živcem, sodným plagioklasem a křemenem. Ortopyroxen bychom těžko hledali vzhledem k nevhodnému celkovému chemickému složení (leukogranulity jsou korund-normativní), a protože granulity včetně mafických vznikly za vyšších tlakových podmínek. Mesopertitický živec, vzniklý odměšením z původního ternárního živce při chladnutí, a kyanit, stejně jako asociace granát a klinopyroxen (namísto ortopyroxenu) ve vzácnějších bazických granulitech, odráží vysoký tlak vzniku těchto hornin, zasahující až do oblasti facie eklogitové. Jedná se tedy o vysokotlaké granulity. Ortopyroxen v mafických a sillimanit v kyselých granulitech jsou sekundárními minerály, vznikajícími v důsledku snížení tlaku.

Název „granulit“ odráží jeho původní definici jako horniny s granoblastickou, všesměrnou stavbou – ta je ovšem charakteristická spíše pro granulity tzv. regionálních granulitových terénů. Kyselé granulity Českého masívu mají oproti tomu většinou stavby deformační; protažené až stužkovité křemeny, nestejněměrná zrnitost, příp. jemně rekrystalovaná živcová základní hmota jim dávají až charakter vysokoteplotních mylonitů. Byly totiž vystaveny několika deformačním (a metamorfním) fázím.

### Kde v Českém masívu se granulity vyskytují?

Vysokotlaké granulity v Českém masívu tvoří četná tělesa o velikosti až 20 x 15 km. Známé jsou zejména granulitové výskyty v oblasti moldanubika jižních Čech, jihozápadní Moravy a Waldviertelu v Dolním Rakousku, a klasické saské granulity v oblasti saxothuringika. Menší tělesa se nacházejí v blízkém oháreckém krystaliniku, münchberské kře, strážeckém moldanubiku, kutnohorském krystaliniku a Rychlebských horách. Unikátní jsou valouny granulitů ve slepencích kulmu Dražanské vrchoviny. Granulity obdobného typu je možné nalézt i jinde v evropských variscidách – na Iberském poloostrově, v Centrálním a Armorickém masívu ve Francii, ve Vogézách, Černém lese, v Polských Sudetech (Gory Sowie, Snieznik).

### Jak granulity Českého masívu vznikly a jak se dostaly na zemský povrch?

Vznik a zachování vysokotlakých asociací v granulitech Českého masívu je podmíněno jejich hlubokou subdukcí a rychlým tektonickým výzdvihem bez výrazného vyrovnání teplot (tepelné relaxace). Tzv. regionální granulitové terény (s běžným primárním ortopyroxenem a rovnovážnou stavbou) se naopak vyznačují spíše středními tlaky tedy vznikem na bázi neztluštělé kůry, a výrazným isobarickým chladnutím v hloubce.

Kromě zachovaných vysokotlakých asociací v sobě granulity Českého masívu nesou záznam polyfázového metamorfního a deformačního vývoje během jejich výzdvihu na zemský povrch. Účinky polyfázové metamorfózy jsou nejlépe demonstrovány reakčními texturami zachovanými v horninách.

Granulity tedy umožňují určit následné P-T podmínky které prodělaly během svého výstupu z hloubky (metamorfní dráhy P-T) s případnou geochronologickou kalibrací.

Granulity vystupovaly k zemskému povrchu nejprve podél strmé, dekompresní dráhy P-T. V rámci Českého masívu ale existují odlišnosti ve tvaru těchto drah – některé probíhají pouze polem stability kyanitu a klinopyroxenu, jiné vstupují do pole stability sillimanitu, cordieritu a ortopyroxenu. Odlišné P-T dráhy indikují odlišný geotermální gradient při výstupu granulitů. Překryv geochronologických dat (U-Pb zirkon a Ar-Ar muskovit, ohárecké krystalinikum) svědčí o rychlém chladnutí během rychlého výstupu granulitů (Zulauf et al. 2000).

### **Jaké jsou zdrojové horniny granulitů?**

Ke studiu protolitů leukogranulitů s převážně deformačními stavbami lze použít pouze geochemických metod - jednak celkového chemismu hornin, jednak chemického složení a zonality minerálů. Celkové chemické složení leukogranulitů odpovídá v mnoha rysech granitům.

Je zřejmé, že granulity v Českém masívu prošly stádiem tavení, nicméně rozsah tavení a jeho načasování ve vývoji granulitů jsou stále diskutovány. Podle jedné skupiny názorů jsou granulity taveniny vzniklé za vysokých tlaků. Tato interpretace je založena na umístění pole zjištěných podmínek vzniku granulitů (~ 14-16 kbar a 900-1000°C) nad křivkou tavení v suchém granitovém systému a na distribuci hlavních a stopových prvků (zejm. REE) v granátech a akcesorických fázích (apatit, zirkon) v kombinaci s celkovým chemismem hornin (Kotková and Harley 1999, submitted). Inkongruentním vysokotlakým tavením je vysvětlován též vznik hypersolvních draslíkem bohatých granulitů v masívu Blanského lesa (Vrána 1989).

Druhá skupina názorů pokládá leukogranulity za metamorfované produkty spodně paleozoických biotitických a dvouslídnych granitů, ve kterých dochází k natavení - a krystalizaci zirkonu - později během poklesu tlaku při jejich výstupu (Finger et al. 2003, Roberts and Finger 1997, Janoušek et al. 2004). Tato interpretace je založena na zhodnocení souboru dat celkového chemického složení granulitových hornin, na přítomnosti zděděných jader v zirkonech a modelování a experimentálním studiu dehydratačního tavení a rozpustnosti zirkonu.

### **Kdy granulity Českého masívu vznikly?**

O době vzniku granulitů vypovídají zejména poměry izotopů Pb a U v akcesorických minerálech - zirkonu, monazitu a rutilu. Geochronologická data pro granulity Českého masívu spadají do dvou skupin – okolo 340 Ma (zirkon a monazit) a 380 Ma (zirkon). Tato data jsou jejich autory nejčastěji interpretovaná jako vysokotlaké stádium vzniku granulitů, resp. stáří protolitu granulitů. Podle druhého názoru odpovídá stáří ~ 340 Ma mladšímu střednětlakému stadiu vývoje granulitů s natavením během jejich výstupu na zemský povrch. Tento názor zastávají obhájci starších granitů jako protolitů granulitů.

Zirkony krystalizující v rovnováze s taveninou se vyznačují oscilační zonalností. Použití metody SHRIMP umožňující datovat jednotlivé části zirkonů ukázalo, že zirkony leukogranulitů Českého masívu obsahují zóny s oscilační zonalností („magmatické“) datované v širokém rozmezí od 340 do 420 Ma, a tudíž že určení stáří případného magmatického protolitu není jednoznačné.

Finger, F. et al. (2003): *J Czech Geol Soc*, 48, 44-45.

Janoušek et al. (2004): *Trans R Soc Edinb, Earth Sci*, 95, 141-159.

Kotková, J. and Harley, S.L. (1999): *Phys Chem Earth (A)*, 24, 299-304.

Kotková, J. and Harley, S.L. (submitted): *J Petrol*.

Roberts, M.P. and Finger, F. (1997): *Geology* 25,319-322.

Vrána, S. (1989): *Contrib Mineral Petrol*, 103, 510-522.

Zulauf, G. et al. (2000): *Terra Nova*, 14, 343-354.