

**Posudek doktorské dizertace Mgr. Martina Kukačky  
“Numerical Modelling of the Mantle Wedge”**

Předložená dizertace se zabývá numerickým modelováním subdukce litosférických desek s důrazem na odezvu plášťového klínu na proces subdukce. Dizertace sestává z pěti kapitol, přičemž její jádro spočívá v kapitolách 3 – numerické modelování a 4 – numerické modely subdukce. Vzhledem k mému odbornému zaměření jsem se soustředil, vedle pozorného přečtení kapitol 1 – úvod, 2 – subdukce a 5 – závěry, především na výsledky numerického modelování shrnuté podrobně v kapitole 4.

Dynamika subdukčních zón a s ní související procesy na konvergentních okrajích litosférických desek jsou z řady evidentních důvodů předmětem intenzivního výzkumu. Zmíním zde např. rozsáhlý komplexní geologicko-geofyzikální výzkumný program NSF “MARGINS”, podporovaný přibližně šesti miliony dolarů ročně po dobu uplynulých devíti let. Významnou součástí tohoto programu je i porozumění tzv. “subduction factory”; právě do této problematiky téma předložené dizertace zapadá a její autor tento termín také v úvodní kapitole zmiňuje. O aktuálnosti zvoleného tématu svědčí též rozsáhlý seznam použité literatury, obsahující v převážné většině práce otištěné v posledních několika letech v předních geovědních časopisech. Předložená práce je však aktuální také vzhledem k tomu, že svými výsledky pomáhá překlenout mezery mezi pojetím studia subdukčních zón třemi pracovními skupinami, které u nás nezávisle na sobě subdukční zóny různými nástroji studují: teoretickou skupinou katedry geofyziky MFF UK, do níž autor dizertace patří, skupinou petrologie a strukturní geologie Přírodovědecké fakulty UK, České geologické služby a Geofyzikálního ústavu a konečně skupinou deskové tektoniky Geofyzikálního ústavu.

Prezentaci numerických modelů autor začíná tím (kapitola 4.1, 4.2), že odstranil problém řady předchozích numerických modelů procesu subdukce - do svého numerického modelu zavedl oceánskou kůru s velmi nízkou viskozitou a to mu umožnilo vytvořit kontakt subdukující desky a kontinentálního klínu bez toho, že by jej do modelu apriori předepsal. Změny poměru reologických parametrů takového modelu dále ovlivňovaly úhel sklonu subdukující desky, což přispívá k objasnění patrně neexistující, avšak stále hledané souvislosti sklonu subdukce se stářím, resp. hustotou desky. Tyto výsledky autor zveřejnil v časopise *Physics of the Earth and Planetary Interiors* (Kukačka a Matyska, 2004).

V následující kapitole 4.3 autor týměž numerickým modelem úspěšně simuluje proces, který podle geologických pozorování na zemském povrchu musí nad subdukující deskou probíhat – proces exhumace plášťových hornin. Při čtení této kapitoly jsem si uvědomil, že jsem měl posouzení dizertace M. Kukačky přesměřovat na někoho z výše uvedené druhé, „geologické“ skupiny badatelů o subdukčních procesech u nás – tato skupina se totiž mechanismem exhumace plášťových hornin intenzivně zabývá. Bude velmi prospěšné, pokud po úspěšné obhajobě M. Kukačka teze své práce přednese právě před pracovníky „geologické“ skupiny. V této kapitole autor dochází k překvapivému závěru, že podmínkou exhumace plášťových hornin není jejich hustotní kontrast s okolním pláštěm.

V kapitolách 4.4 a 4.5 autor svým přístupem – na rozdíl od řady citovaných předchůdců – úspěšně nalézá takovou modelovou konfiguraci, která produkuje relativně vysoký tepelný tok v tzv. zaobloukové zóně subdukce v souladu s výsledky geofyzikálních měření tohoto parametru na zemském povrchu. Dále zde autor nalézá takový poměr reologických parametrů subdukující desky a kontinentálního klínu, který umožňuje materiálový tok v plášti kontinentálního klínu. Výsledky kapitol 4.3 - 4.5 by měl autor publikačně zhodnotit.

Dizertace je napsána přehledně a srozumitelně, takže i ten, kdo není zběhlý v numerickém modelování, je schopen sledovat autorovu argumentaci. Ta se opírá o velké množství obrazového materiálu, rovněž prezentovaného srozumitelně. Je proto škoda, že se autor, patrně v časové tísní, nevyvaroval několika spíše formálních opominutí; uvádím zde jen některá a prosím autora, aby celou práci pečlivě prošel a na formální a formulační stránku dizertace se ještě jednou zaměřil:

- str. 62, ř. 3 – má být  $\sigma_3$  namísto  $\sigma_4$ ;
- str. 66, ř. 5 – reference by měla být ve tvaru (Hirth and Kohlstedt, 2003); dále na konci odstavce podobně – (Ulmer and T., 1995);
- str. 67, druhý odstavec – buď musí být „... channel by Schwartz et al. (2001), ...“ nebo „... channel (e.g. S. et al., 2001), ...“;
- str. 67, osmý řádek zdola – „Unlike that, in our model a partial serpent. ...“;
- obrázky 4.14 – 4.16 (str. 68-70) by měly být umístěny hned za kapitolou, jejíž text se na ně odkazuje, tedy před kapitolou 4.3.4.
- str. 84, ř. 2 – Tackley (2000b) – stejný prohrěšek s referencemi jako na str. 66;
- str. 84, osmý řádek zdola na konci – patrně má být is namísto in; takto je věta nesrozumitelná;

Srozumitelnosti některých důležitých pasáží dizertace, např. na str. 76, by prospělo častější odkazování na jednotlivé obrázky, resp. na jejich součásti (jednotlivé modelové situace), a to zejména při každé zmínce o důsledcích změn vstupních parametrů modelu na chování konvergujících desek. Kapitola 4.4.3 se opírá o výsledky graficky znázorněné pomocí 32 modelových situací v sedmi obrázcích, ale odkaz na obrázek zde není ani jeden.

K dizertaci mám jednu připomínku a několik dotazů.

- Je zřejmé, že východiskem pro srovnávání numerických modelů subdukčních zón s realitou jsou vhodné průměrné hodnoty parametrů subdukující desky, např. úhel, pod nímž se deska podsouvá. Upozorňuji však na možnou ošidnost průměrných hodnot, které mohou skrývat více než jen jeden obecný mechanismus, resp. soubor reologických parametrů, které průběh procesu subdukce ovlivňují.
  - Nízkorychlostní vrstva je interpretována jako důsledek vysokého obsahu vody; tato interpretace je v problematice modelování subdukčních zón nyní jasně převládající a všeobecně přijímaná. Do jaké míry lze tento předpoklad považovat za nesporný a jaká nezávislá pozorování platnost této představy podporují?
  - V kapitole 2 autor uvádí a odkazuje na příklady exhumace plášťových hornin z alpské oblasti. Jak souhlasí s autorovým pojetím exhumace výskyt eklogitů v Českém masívu z hlediska jejich umístění v sukcesi sousedních hornin a z hlediska jejich pozice na předpokládaném profilu předoblouk - vulkanický oblouk - zaoblouková zóna?
  - V posledním odstavci na str. 85 autor zmiňuje to, co patrně napadne každého čtenáře této dizertace – bylo by zajímavé numericky modelovat cirkulaci hmot v předobloukové a zaobloukové zóně současně. Hodlá se autor tomuto problému v dohledné budoucnosti věnovat?
-

**Závěr: předložená práce přispívá k poznání subdukčních zón. Ač byla vypracována na geofyzikálním pracovišti MFF, je podnětná i pro geologickou komunitu, což není u nás v současnosti samozřejmé. Práce naplňuje požadavky kladené na doktorskou dizertaci a doporučuji proto udělit M. Kukačkovi titul PhD.**

Na Spořilově 25. července 2008

