

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY

ÚSTAV GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



**Deformační členění během vmístění kontinentálního
magmatického oblouku: severozápadní okraj středočeského
plutonického komplexu**

**Forearc deformation and strain partitioning during growth of a
continental magmatic arc: the northwestern margin of the
Central Bohemian Plutonic Complex, Bohemian Massif**

Rigorózní práce



Mgr. František Dragoun

Vedoucí rigorózní práce: RNDr. Jiří Žák, Ph.D.

Praha 2010

Obsah

1.	Abstrakt	4
2.	English abstract	5
3.	Úvod	7
4.	Hlavní část - publikace	9
5.	Závěr	29
6.	Použitá literatura	30

Prohlašuji, že jsem na této rigorózní práci pracoval samostatně za pomoci mého školitele a dále v příloženém článku uvedených spoluautorů, všechny použité prameny jsem řádně citoval.

.....

Svoluji k zapůjčení této rigorózní práce ke studijním účelům, žádám o vedení evidence půjčování a její řádné citování.

Datum	Jméno	Pracoviště	Podpis

1. Abstrakt

Předkládaná rigorózní práce se zabývá projevem svrchnodevonské subdukce oceánské kůry následované spodnokarbonskou kontinentální kolizí saxothuringika a nadložní tepelsko-barrandienské jednotky, které vedla ke vzniku magmatického oblouku (středočeský plutonický komplex) v centrální části Českého masívu. Práce je zaměřena na studium mezoskopických struktur a tektonických deformací v jv. části neoproterozoických a nadložních spodnopaleozoických hornin tepelsko-barrandienské jednotky v souvislosti se sz. okrajem intruzivních hornin středočeského plutonického komplexu (SPK). Hlavním cílem výzkumu bylo objasnění komplikovaného polyfázového strukturně-deformačního vývoje této oblasti zhruba v období intruze nejstarších granitoidů středočeského plutonického komplexu. Výzkum umožnil interpretovat interakci tektonické deformace s magmatickými pulsy středočeského plutonického komplexu. Ve studované oblasti byla provedena měření anizotropie magnetické susceptibilitity (AMS) za účelem bližšího studia magmatických foliací a lineací. Touto byly odhaleny sigmoidální trajektorie foliací a lineací v okrajovém granitu a v milínském a kozárovickém granodioritu, které odpovídají pravostranné transpresi. Tato práce tak umožňuje novou interpretaci deskové kinematiky během vmístění plutonických těles SPK v Českém masívu. Na základě kontrastních staveb plutonů uvedených v naší studii se domníváme, že distribuci deformace v kontinentálních magmatických obloucích mohou řídit dva hlavní faktory : (i) termální režim intruzí a (ii) orientace kontaktu intruze vůči směru hlavního zkrácení.

2. English abstract

This doctoral thesis is focused on analysis of tectonic deformations associated with the Late Devonian subduction followed by the Early Carboniferous continental collision of the Saxothuringian and overriding upper-crustal Teplá–Barrandian units, which led to the growth of a large magmatic arc (the ~354–337 Ma Central Bohemian Plutonic Complex) in the central part of the Bohemian Massif. Far-field tectonic forces resulting from the collision produced ~WNW–ESE to ~NW–SE regional shortening across the forearc upper crust above the subduction zone; the shortening was accommodated by predominantly top-to-the-ESE tectonic transport along the southeastern flank of the Teplá–Barrandian unit. Approaching the magmatic arc margin, the regional structural pattern changes and exhibits significant across- and along-strike variations interpreted as a result of strain partitioning, where the Saxothuringian/Teplá–Barrandian convergence interacted in different ways with the intruding magma pulses. Around the voluminous, northeasterly ~354 Ma Sázava pluton the principal shortening was at high angle to the forearc-facing intrusive contact and the host rocks were significantly thermally softened. The regional top-to-the-ESE tectonic transport converted here into arc-parallel ductile flow within the structural aureole around and above the pluton. In contrast, a narrow to nonexistent ductile strain aureole is preserved in the host rocks around discordant sheet-like plutons (the southwesterly pre-354 Ma Marginal granite and the Milín granodiorite of unknown radiometric age). Our AMS study of the Marginal granite and Milín granodiorite, and mapping of mesoscopic magmatic foliations and lineations in another neighboring sheet-like pluton (the ~346 Ma Kozárovec granodiorite), reveals sigmoidal map-scale fabric patterns consistent with dextral transpression. We thus suggest that the thin sheet-like plutons were oriented obliquely to the principal shortening and were rheologically weaker than the host rocks prior to final crystallization, producing dextral transpression recorded by the internal fabrics of these plutons. Our study shows that the the far-field plate kinematics during pluton emplacement is not the only factor that controls strain partitioning in

continental magmatic arcs. The two contrasting styles of pluton emplacement documented here indicate that the pluton shape, orientation of intrusive contacts with respect to the background plate convergence vector, and heat budget of intrusions (magma volume, composition, and proportion of hot mantle component) may also govern strain partitioning.

3. Úvod

Předkládaná rigorózní práce navazuje na mnou vypracovanou diplomovou práci „Strukturní vývoj sz. okraje středočeského plutonického komplexu“, která byla vypracována v letech 2003–2005 na Ústavu geologie a paleontologie PřF UK. Cílem rigorózní práce bylo objasnit a pochopit složitý strukturně-deformační vývoj části kontinentálního magmatického oblouku (reprezentovaného středočeským plutonickým komplexem). V rámci zpracování rigorózní práce byly studovány dvě oblasti vyznačené v příložené publikaci nepravidelnými polygony. První studovaná oblast je vymezena spojnici měst a obcí Dobříš – Jince – Příbram a řekou Vltavou. Druhá studovaná oblast se nachází v údolí Vltavy od hráze Orlické přehrady až k obci Nevězice. Ve studovaném území vystupují horniny svrchního proterozoika, spodního a středního kambria a intruzivní horniny středočeského plutonického komplexu.

Terénní práce, které proběhly v letech 2003 až 2008 byly zaměřeny především na studium mezoskopických struktur na výchozech (primární vrstevnatost klastických sedimentů, kliváž, několik systémů puklin a křemenných žil, magmatické stavby v granitoidech středočeského plutonického komplexu). Dále byla práce zaměřena na studium zlomů, geometrii zlomové sítě a detailní měření odkrytých zlomů na výchozech, kde byly měřeny orientace zlomových ploch (směr, směr sklonu), orientace striací (směr, sklon) a z kinematických indikátorů na zlomových plochách určován smysl pohybu. Na několika vhodných výchozech v horninách okrajového granitu a v horninách milínského granodioritu byla provedena měření anizotropie magnetické susceptibility (AMS) za účelem bližšího studia magmatických foliací a lineací.

Hlavní téma předkládané rigorózní práce se zabývá projevy svrchnodevonské subdukce oceánské kůry následované spodnokarbonskou kontinentální kolizí saxothuringika a nadložní tepelsko-barrandienské jednotky (kontinentální mikrodesky) při variské orogenezi. Tato subdukce vedla ke vzniku magmatického oblouku (středočeský plutonický

komplex; 354–337 Ma) v centrální části Českého masivu. Působením tektonických sil v důsledku této kolize došlo ke zsz.–vjv. až sz.–jv. zkrácení svrchní desky nad subdukční zónou, které způsobilo dominantní tektonický transport k VJV podél jihovýchodního okraje tepelsko-barrandienské jednotky.

V blízkosti okraje magmatického oblouku se charakter regionální deformace mění v příčném i podélném směru. Tyto deformační gradienty jsou interpretovány jako důsledek deformačního členění, kdy konvergence saxothuringika a tepelsko-barrandienské jednotky různě interagovala s intrudujícími magmatickými pulsy.

V okolí rozsáhlého severovýchodního sázavského plutonu (stáří ~ 354 Ma), kde byly okolní horniny výrazně termálně změkčeny, proběhlo hlavní zkrácení ve směru rovnoběžném s regionálním tektonickým transportem k VJV, který se zde se mění na duktilní tok paralelní s kontaktem intruze uvnitř termálně změkčené aureoly. Na rozdíl od sázavského tonalitu, v okolí diskordantních plutonů podél sz. okraje středočeského plutonického komplexu (okrajový granit jehož stáří je odhadováno na více než 354 Ma a milínský granodiorit neznámého radometrického stáří) strukturní aureola chybí.

Studium metodou anizotropie magnetické susceptibility (AMS) zaměřené na magmatické foliace a lineace okrajového granitu a milínského granodioritu a lineace v dalším plutonickém tělese, v kozárovickém granodioritu (346 Ma), odhalilo sigmoidální trajektorie foliací a lineací v těchto tělesech, odpovídající pravostranné transpresi. Domníváme se, že tato protáhlá plutonická tělesa byla orientována šikmo na hlavní směr zkrácení (VJV).

Naše studie tak ukázala, že regionální desková kinematika během vmístění plutonických těles není jediným faktorem ovlivňujícím napětí v kontinentálním magmatickém oblouku. Dva odlišné zde dokumentované styly vmístění plutonů naznačují, že vývoj napětí a deformační členění v magmatických obloucích může být ovlivněno orientací intruze, úhlem konvergence a teplotními podmínkami intruzí.

4. Hlavní část – publikace

Žák J., Dragoun F., Verner K., Chlupáčová M., Holub F. V., Kachlík V. (2009) Forearc deformation and strain partitioning during growth of a continental magmatic arc: the northwestern margin of the Central Bohemian Plutonic Complex, Bohemian Massif. *Tectonophysics* **469**: 93–111.

5. Závěry

(1) Svrchnodevonská subdukce oceánské kůry následovaná spodnokarbonskou kontinentální kolizí saxothuringika a nadložní tepelsko-barrandienské jednotky, vedla ke vzniku magmatického oblouku (středočeský plutonický komplex) v centrální části Českého masívu. Tektonické síly způsobené touto kontinentální kolizí se projevily zkrácením ve směru ZSZ–VJV až SZ–JV napříč tepelsko-barrandienskou jednotkou. Toto zkrácení bylo podél jejího jihovýchodního okraje spojeno s dominantním tektonickým transportem směrem k VJV (2) Podél severozápadního okraje středočeského plutonického komplexu se tento jednoduchý styl deformace mění. Okolo rozsáhlého sázavského plutonu na severovýchodě (stáří ~ 354 Ma) se tektonický transport k VJV mění na duktilní tok uvnitř termálně změkčené duktilní aureoly plutonu. Na proti tomu okolo sv.–jz. protažených úzkých plutonů (okrajový granit a milínský granodiorit) na jihozápadě chybí duktilní aureola. Vnější kontakty těchto plutonů jsou z velké části diskordantní a jsou orientovány pod úhlem 58° k směru hlavního zkrácení.

(3) Magmatické foliace a lineace okrajového a milínského granitu a mezoskopické magmatické foliace a lineace kozárovického granodioritu (stáří 346 Ma) mají sigmoidální průběh v mapě, odpovídající pravostranné transpresi.

(4) Výše uvedená pozorování a data lze interpretovat jako výsledek deformačního členění, kdy konvergence saxothuringika a tepelsko-barrandienské jednotky různě interagovala s intrudujícími magmatickými pulsy. V případě sázavského tonalitu byl směr zkrácení pod velkým úhlem vzhledem k intruzivnímu kontaktu a okolní horniny byly termálně změkčeny. Výsledkem byl duktilní tok podél okraje magmatického oblouku. Úzce protažené plutony na jihozápadě (okrajový granit a milínský granodiorit) byly naopak měkčí než rigidní okolní horniny a byly orientovány šikmo k hlavnímu zkrácení. Jejich stavby tedy zaznamenávají pravostrannou transpresi.

(5) Na základě kontrastních staveb plutonů uvedených v naší studii se domníváme, že

distribuci deformace v kontinentálních magmatických obloucích mohou kontrolovat zejména tyto faktory: (i) termální režim intruzí (objem magmatu, složení a podíl horké plášťové komponenty), a (ii) orientace kontaktu intruze vůči směru hlavního zkrácení. Druhý faktor z velké části závisí na původní orientaci zdroje magmatu, jeho trase výstupu, celkového rozložení napětí a na reologických bariérách při vmístění plutonických těles.

6. Použitá literatura

Podrobný seznam použité literatury je součástí přiložené publikace.