

Posudek diplomové práce Filipa Kostky *Dynamické modely zemětřeseného zdroje a seismicity*

Diplomant byl postaven před náročný úkol: simulovat dynamické chování zemětřeseného zdroje pomocí empirických zákonů tření s heterogenním rozložením jejich parametrů na obecném dvojrozměrném rovinném zlomu. Cílem práce je prozkoumat vliv rozložení těchto parametrů a změny Coulombova napětí na časoprostorové chování skluzu na zlomu.

V úvodní kapitole se zmiňuje rozdíl mezi kinematickými, dynamickými a kvazi-dynamickými modely zemětřesení. Čtenář se dozvídá o existenci tzv. rate-and-state modelů tření a o tom, že rozložení jejich parametrů na zlomu souvisí s Gutenbergovým-Richterovým vztahem popisujícím seismicitu zlomu. Jako další klíčová veličina je zavedena změna Coulombova napětí; i když se jedná o všeobecně známou veličinu, bylo by vhodné uvést, jak se chápe skalární změna tečné složky napětí $\Delta\tau$. Tato kapitola je hodně stručná.

Autor si stručnost úvodu vynahrazuje v kapitole druhé, která je věnována teoretickému základu studované problematiky. Komentuje zde základní experimenty, z nich vycházející zákony tření, jejich nedostatky a možnosti, jak je překonat. Na jednoduchém modelu vlečení bloku vůči podložce pak dokumentuje, že uvažované zákony tření mohou vést k nelineárním pohybům, které vykazují podobné rysy jako skluz na zlomu. Oceňuji, že nejen uvádí pohybovou rovnici pro blok, ale i analýzu stability systému a jeho chování v závislosti na hodnotách jeho vnitřních parametrů. Po odstranění chyb by se tato část mohla stát standardní součástí kurzovní přednášky. Domnívám se, že:

- v rovnici (2.1) a (2.32) má být τ/σ místo σ/τ .
- rychlost v_{rel} uvažovaná při odvozování soustavy (2.42), (2.43) má být nekladná; v textu se však uvažuje rychlost bloku větší než rychlost podložky, což odpovídá stavu, kdy elastická i třecí síla blok brzdí - to však patrně není situace, která nás zajímá.
- v rovnici (2.56) mají být opačná znaménka u členů obsahujících hmotu M (nebo u těchto členů znaménka ponechaná a opačná u zbývajících), analýzu pro limitní situaci $M = 0$ tato chyba neovlivňuje; v obecném případě je nutno rovnici (2.56) varírovat vůči parametrům M a k , čímž se dospěje k rovnici (2.62) - zajímavé je, že autor uvádí tvar se správným znaménkem, byť vychází z rovnice se znaménky nesprávnými.
- ve vzorci (2.58) a před vzorcem (2.69) používá symbol T , který je později použit pro periodu oscilací; v odstavci 2.3.3 má tedy místo symbolu T být symbol D , který je definován vzorcem (2.59).

Kapitola třetí je pak popisem numerického modelu, který je podstatou vlastní práce diplomanta. V teoretickém úvodu mně však není zřejmé, jak se chápou jednotlivé členy v rovnici (3.5), konkrétně co se skrývá za symbolem τ^{el} . Dynamický model zlomu je reprezentován soustavou (3.15), (3.16), respektive (3.16), (3.17). I zde mám několik nejasností:

- co jsou parametry V_{pl} a V , které jsou stejné pro všechny buňky, tj. nezávisí na indexech i a j ?
- proč v rovnici (3.17) přírůstkové napětí $\Delta\tau$ závisí na indexech i a j , kdežto v rovnici (3.15) nikoliv a proč je v rovnici (3.15) časová derivace přírůstkového napětí?; proč zde není vysvětleno, co se vlastně skrývá za tímto přírůstkovým napětím?
- proč je v rovnicích (3.15) a (3.17) symbol G , zatímco v rovnici (3.8) symbol μ ?

V kapitole čtvrté diplomant prezentuje své numerické výsledky, které popisují vliv heterogenního rozložení parametrů tření na seismicitu zlomu. Náhodné rozložení parametrů generuje pomocí metody publikované L. Klimešem (2002), takže v práci uvádí jen základní vzorce; očekávám, že při obhajobě je okomentuje podrobněji; např. by mě zajímalo, v jakém smyslu jsou "self-similar", což je zmíněno na začátku druhého odstavce na str. 35. Na obrázcích 4.1 až 4.4 pak ukazuje, že v některých případech je pro určitý rozsah magnitud možné získat seismicitu na zlomu, která odpovídá Gutenbergovu-Richterovu vztahu. Z textu mi však není zcela jasná souvislost s parametry tření. Z odstavce 4.0.5 mám dojem, že pro stejné statistické vlastnosti parametrů zlomu můžeme v jednotlivých realizacích dostávat kvalitativně různé výsledky, je tomu opravdu tak? V závěrečných

výpočtech pak autor ukazuje, že důležitou roli hraje diskretizace zlomu na jednotlivé buňky. Formálním aspektům práce se budu věnovat níže; zde však nemohu nepoznamenat, že velikost obrázků 4.5 a 4.6 patrně neodpovídá formátu A4, takže ve vytištěné verzi jich část chybí.

Pátou kapitolu považuji za vrchol práce - autorovi se podařilo ukázat, jak změny Coulombova napětí ovlivňují čas vzniku zemětřesení. Systematickým způsobem je předložena řada studií, a protože se jedná o chování nelineárního dynamického systému, výsledky jsou netriviální a pro mě někdy i překvapivé - např. to, že mírné zvětšení Coulombova napětí může za jistých podmínek vést k oddálení příštího zemětřesení. Myslím, že v této oblasti výzkumu má diplomant před sebou velké pole působnosti; stačí si totiž uvědomit, že tektonických jevů, které mohou vést ke změnám Coulombova napětí, je celá řada, takže se můžeme pohybovat v různých časových škálách jeho změn. V této práci se jedná hlavně o jeho "okamžitou změnu", popsanou vztahem (5.24), kde však vlevo má patrně být časová derivace přírůstkového napětí.

Základním nedostatkem práce je však její formální podoba, počínaje názvem na titulní straně a konče referencemi, např. [8], [10], [14]. Množství překlepů, zdvojených slov, přebytečných či chybějících mezer, teček a čárek je tak veliké, že nemá smysl, abych zde uváděl jejich výčet - při obhajobě mohu komisi předložit své poznámky přímo v textu. Jsem přesvědčen, že diplomant po sobě práci vůbec nečetl, protože těžko lze přehlednout např. otazníky místo odkazů, formátování vzorce (2.31), nesrozumitelnost posledních dvou vět na str. 61 a skutečnost, že zejména pátá kapitola obsahuje řadu autorových poznámek, které nebyly nahrazeny relevantním textem. Pro ilustraci proto uvedu pouze výčet chyb, kterých jsem si povšiml v závěrečné šesté kapitole shrnující výsledky. Přestože se jedná jen o něco více než stránku textu, je množství chyb značné:

- číslování kapitol neodpovídá práci, protože autor zapomněl na úvodní kapitolu.
- v první větě chybí slovo "fault".
- v poslední větě prvního odstavce je přebytečná mezerka před čárkou.
- druhá věta druhého odstavce je nesrozumitelná.
- druhá věta třetího odstavce obsahuje stažený tvar "didn't", který je nevhodný pro odborný text.
- čtvrtá věta třetího odstavce obsahuje vazbu "models we used is unable...".
- další věta je ukončena dvěma tečkami.
- předposlední věta téhož odstavce obsahuje dvojí "the the".
- v třetím odstavci je použit tvar "dependance", na str. 74 pak "dependence".
- věta na str. 74 končící slovem "triggering" je ukončena přebytečnou mezerou a tečkou.
- následující věta není ukončena tečkou.
- v další větě je dvojí použití "the the".
- předposlední věta obsahuje diskutabilní vazbu "the oscillations can be made to disappear".

Zásadním nedostatkem však je to, že v závěrečné kapitole se zmiňují i výsledky vlivu změn Coulombova napětí pro heterogenní modely, tato část však v odevzdané práci zcela chybí. Diplomant ji dodal až po termínu svému vedoucímu, který ji vytiskl a donesl mi ji.

V souhrnu tedy konstatuji, že diplomant zvládl teoretické základy studované problematiky, připravil numerický model po teoretické i programátorské stránce, provedl velké množství simulací a dosáhl i zajímavé výsledky - nejsem schopen posoudit, zda alespoň některé z nich jsou publikovatelné, ale předpokládám, že tento aspekt bude diskutován v průběhu obhajoby. Odevzdaná práce má však formu nedokončeného rukopisu obsahujícího řadu chyb, který by měl být nejdříve důkladně korigován.