

## HODNOCENÍ OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Autor/Autorka:** Jiří Panoš, MSc.  
**Název práce:** Náhodné procesy pro modelování finančních časových řad  
**Studijní obor:** Finanční informatika a statistika  
**Oponent práce:** Ing. Jan Pospíšil, Ph.D. (KMA)

---

### Splnění cílů práce:

- nadstandardně
- velmi dobře
- splněny
- s výhradami
- nebyly splněny

### Odborný přínos práce:

- nové výsledky
- netradiční postupy
- zpracování výsledků z různých zdrojů
- shrnutí výsledků z různých zdrojů
- bez přínosu

### Matematická (odborná) úroveň:

- vynikající
- velmi dobrá
- průměrná
- podprůměrná
- nevyhovující

### Věcné chyby:

- téměř žádné
- vzhledem k rozsahu přiměřený počet
- méně podstatné, větší množství
- podstatnější, větší množství
- závažné

### Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající
  - velmi dobrá
  - průměrná
  - podprůměrná
  - nevyhovující
- 

### Slovní hodnocení a dotazy:

Práce se zabývá Lévyho procesy pro modelování finančních časových řad.

Po matematické stránce:

- Kompilační teoretická část (kap. 1-3) se sice na jednu stranu důstojně snaží o naplnění cíle vhodně shrnout potřebné elementy teorie pravděpodobnosti vybudované nad teorií míry, na druhou stranu je po obsahové stránce trochu nevyvážená. Kapitola 1 tvoří celou třetinu práce a z různých zdrojů kopíruje termíny ze standardního kurzu teorie pravděpodobnosti. Na druhou stranu stochastický integrál a stochastické diferenciální rovnice odkazované v dalších částech (např. kap. 3, 5.2 apod.) jsou v sekci 1.4 uvedeny opravdu velmi stručně. Některé pojmy jako např. (slabá) stacionarita procesů použitá v kapitole 4 není zavedená vůbec.
- Pokročilejší teoretické partie (kap. 2) jsou oproti kapitole 1 zpracované s nižší pečlivostí, např. Lévyho triplet se definuje ve větě 2.1, Lévyho míra v poznámce pod větou, ve vlastní větě by integrace měla být správně přes  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$  apod.
- Je vhodné podotknout, že je to právě Lévy-Khintchinova věta a dále pak Lévy-Itôova dekompozice, které jsou základní stavební kameny teorie Lévyho procesů a je škoda, že zde nejsou zpracované pořádně.
- Některé veličiny zobrazované na Obr. 16 a 17 jsou v textu popsány jen slovně bez přesného matematického zápisu. Proč je např. volatilita odhadovaná směrodatnou odchylkou? Srovnání s odhadovaným stářím vesmíru je bezesporu zajímavé, nicméně pro srovnání s normálním rozdělením na konci 4. kapitoly by byl patrně názornější Q-Q graf.
- V hlavní části práce (kap. 4-5) dle mého názoru chybí zavedení a výpočet základní charakteristiky finančních časových řad - tzv. realizované volatility a srovnání pro různé Lévyho procesy, resp. její odhad pro různá  $\Delta t$  a limitní chování ( $\Delta t \rightarrow 0$ ).
- I přes drobné výhrady velmi kladně hodnotím vlastní empirické výsledky ze sekce 5.2. Modely stochastické volatility řízené Lévyho procesy je vhodné téma pro případnou dizertaci a nástinem dalších modifikací modelů v sekci 5.2.5 pan Panoš ukázal možné směry výzkumu.

Po numerické/implementační stránce:

- Přestože kódy v MATLABu jsou částečně komentované, nevhodně zvolené kódování nicméně znemožňuje snadnou přenositelnost, a hlavně chybí alespoň jednoduchý přehled všech kódů, co dělají.
- Kódy jsou vhodné pouze pro ukázkou, pro reálné nasazení v praxi by vyžadovaly značné úpravy (oddělení částí pro pre-processing, solver a post-processing, použití alespoň nějakých coding standards, zjednodušení časově náročnějších operací apod.).

- Druhá kapitola:
  - Proč obrázky teoretické hustoty a ne empirické hustoty získané ze simulací? Opravdu odpovídají? Zobrazená hustota je v jakém čase? A jak se v čase mění?
  - Proč na obrázcích nejsou základní charakteristiky uváděné v práci (min. střední hodnota, rozptyl apod.)? Zobrazování vždy pouze jedné trajektorie procesu může být hodně zavádějící.
  - Simulace je často velmi neefektivní. Jak by se daly simulovat celé (resp. všechny) trajektorie najednou?
- Třetí kapitola:
  - simulace CIR procesu je chybně, protože nezaručuje pozitivitu procesu. Když zvětšíte  $\sigma$ , co se vlastně zobrazuje, když pod odmocninou dostanete záporné hodnoty? Další část kódu navíc končí chybou.
- Pátá kapitola:
  - Popis MLE a zejména MM metody (algoritmu) v sekci 5.1 je dosti stručný, např. vzorce pro MM estimátory nejsou vůbec v práci uvedeny a jsou pouze odkazovány. Hodnoty pro MM metodu v tabulkách 11-13 mohou být značně zavádějící, což naznačují chyby, které při výpočtu vrací rutina pro numerickou kvadraturu. Publikované srovnání obou metod je navíc zcestné, protože z kódů MODEL\_calib.m je patrné, že výsledek MM se použije jako počáteční odhad pro MLE.
  - V textu práce chybí popis způsobu řešení kalibrační úlohy (nastavení pro lsqnonlin apod.).


Po typografické, jazykové a formální stránce:

- Text je sice čitelný, nicméně postrádá základní typografické prvky jako ligatury a vhodně nastavený kerning (zejména v matematické sazbě).
- Popisy tabulek jsou nestandardně pod tabulkami, např. Tabulka 11 je nevhodně na stránce zalomena.
- Kladně hodnotím velmi malé množství gramatických chyb a překlepů, některé pasáže evidentně vznikaly jako překlady anglických textů, kde je větná skladba trochu jiná (např. nekorektní použití *resp.* ve výčtech).
- Použité zdroje jsou citovány důsledně a korektně. V některých případech by jistě bylo vhodnější použít známější vydané publikace než pouhé preprinty (Crisóstomo, 2014) nebo materiály k přednáškám (Winkel, 2010). Výčet referencí na konci práce bohužel není ve formátu ČSN ISO 690, který je u kvalifikačních prací vyžadován.
- V neposlední řadě v práci chybí jasně popsany rozdíl předkládané práce oproti práci Panoš (2014), zejména co bylo přejaté a co je nové.

Vzhledem k výše uvedeným nedostatkům zejména v implementační části ale zároveň vysoké úrovni předloženou diplomovou práci **doporučuji k obhajobě** a navrhuji hodnocení známkou **velmi dobře**. Při obhajobě doporučuji odpovědět na následující otázky:

1. Uveďte alespoň jeden efektivní způsob, jak z nasimulovaných trajektorií Lévyho procesů vypočítat odhad střední hodnoty a rozptylu.
2. Popište základní teoretický rozdíl v tzv. realizované volatilitě pro Normální model a pro obecné Lévyho procesy.
3. Popište rozdíly předkládané práce a Vaší kvalifikační práce z Brunelu (Panoš, 2014).

Datum, jméno a podpis:

  
 6.6.2016, Ing. Jan Pospíšil, Ph.D.