

## POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Název:** Copula based models for multivariate time series  
**Autor:** Bc. David Šír

### SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

V první polovině práce autor představuje samostatně modely pro jednorozměrné časové řady a následně pak copule. V druhé polovině práce pak využívá copulí pro modely mnohorozměrných časových řad, přičemž se zaměřuje zejména na tzv. SCOMDY (Semi-parametric Copula-Based Multivariate Dynamic Models) modely.

**Téma práce.** Téma odpovídá znalostem a možnostem příslušného oboru magisterského studia a nepochybně se dá říct, že autor jej naplnil.

**Vlastní příspěvek.** Vlastní příspěvek autora vidím zejména v druhé části práce. Tj. v uceleném popisu SCOMDY modelů a z nich vycházejících predikcí. Dále pak v simulační studii a v analýze reálných dat.

**Matematická úroveň.** Po matematické stránce je úroveň práce slušná. Práce obsahuje rigorózně a korektně zformulovaný matematický text. Z hlediska matematické části se autor nepouští (s výjimkou důkazu Věty 9) do žádných vlastních odvození.

**Práce se zdroji.** Na kolik dokáži posoudit, tak práce obsahuje vlastní text autora a zdroje jsou řádně citovány. Na některých místech by však bylo dobré citace upřesnit. Tj. neodkazovat se pouze na knihu či článek, ale na konkrétní kapitolu/stránku/větu. U článku Patton (2001) chybí některé důležité údaje.

**Formální úprava.** Formální úroveň práce je dobrá, množství překlepů není nijak zásadně velké. Značení je (až na pár drobností) konzistentní.

Na kolik dokážu posoudit, tak práce je z hlediska nerodilého mluvčího psána slušnou angličtinou.

### CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

Dle mého názoru se jedná o solidní práci, na které autor očividně usilovně pracoval.

### PŘIPOMÍNKY A DOTAZY

1. str. **9 Definition 3:** Trochu jiné značení věrohodnosti než v předchozí části práce.
2. str. **14 Theorem 1:** Pro jednoznačnost copule není třeba absolutní spojitost distribučních funkcí, ale postačuje spojitost.
3. str. **15 Theorem 4:** Tato věta není dle mého názoru správně zformulována.
4. str. **25<sub>9</sub>:** Striktně vzato funkci  $\mathcal{L}(\theta)$  nelze nazývat věrohodnost.
5. str. **30 Table 2.2:** Tady i v dalších tabulkách není vysvětleno, co rozumět sloupcem Standard deviation.
6. str. **30 Table 2.2:** Čtenáře může zaskočit ta Studentova copule, protože až doposud to vypadalo, že autor uvažuje pouze copule s jednorozměrným parametrem.
7. str. **36 Theorem 9:** Nerozumím, proč platí rovnost

$$\ell(\psi_1, \psi_2, \theta) = \sum_{t=1}^n \log f_{Y_t}(y_1, y_2).$$

8. str. **39** závěr kapitoly 3.2: Obávám se, že konzistence a asymptotická normalita odhadu  $\hat{\theta}$  neplyne z uvedených zdrojů, protože  $\hat{\theta}$  je založen na odhadnutých reziduiích.
9. Kapitola 3.4: Co se týká kvality predikcí, jaká je výhoda přístupu založeném na mnohorozměrné časové řadě oproti situaci, kdy by člověk dělal jednorozměrné modely pro každou časovou řadu zvlášť?
10. str. **50**: Možná jsem něco přehlédl, ale nenašel jsem, jaká copule je použita pro predikce.
11. str. **60** Table 4.4: Z tabulky to vypadá, že 1. algoritmus dává typicky (v průměru) nejdelší predikční interval a 3. algoritmus dává naopak typicky (v průměru) nejkratší predikční interval. Dle shrnutí na str. 68 se zdá, že toto je dle autora očekávaný výsledek. Není mně jasné, proč tomu tak je.

#### OTÁZKY K OBHAJOBĚ

Připravte si odpovědi na připomínky č. 3, 4, 5, 7, 9 a 11.

#### ZÁVĚR

I přes výše uvedené výtky pokládám se domnívám, že práce splňuje požadavky kladené na diplomovou práci na programu Finanční a pojistná matematika a doporučuji ji za ni uznat.

doc. Ing. Marek Omelka, Ph.D.  
KPMS MFF UK  
23. května 2023