

## POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Název:** Dvourozměrná rozdělení při daných marginálech

**Autor:** Filip Štátný

### SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Autor v práci představuje problematiku copulí.

**Téma práce.** Téma je přiměřené svou náročností bakalářskému studiu na oboru Finanční matematika a dle mého názoru bylo naplněno.

**Vlastní příspěvek.** Autor sepsal takový stručný úvod do teorie dvourozměrných copulí a jejich využití v matematické statistice. Některé příklady či důkazy oproti předloze o něco více rozepsal. Úplně vlastním příspěvkem je pak analýza reálných dat.

**Matematická úroveň.** Matematická úroveň práce je na odpovídající úrovni. Práce obsahuje korektně zformulovaný matematický text a až na pár drobností není moc co vytknout.

**Práce se zdroji.** Zdroje jsou citovány správně. Nicméně by čtenáři často pomohlo, kdyby mu autor prozradil, na který konkrétní výsledek či pasáž se odkazuje.

**Formální úprava.** Formální úroveň práce je dobrá. Množství překlepů (či nekonzistencí ve značení) je vzhledem k rozsahu práce spíše malé.

### CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

Práce je již na první pohled napsána velmi kultivovaně. Bohužel se však práci nevyhnuly jisté nedotaženosti a chyby, které kazí tento první jinak velmi pozitivní dojem.

Jsou to zejména dvě místa (příklad na str. 5 a důkaz tvrzení 4), kde je práce až příliš blízka zdroji. Přitom příklad šlo snadno modifikovat a důkaz buď vynechat nebo ještě o něco více rozepsat. Dále se dle mého názoru nepovedl zejména první příklad analýzy reálných dat, kdy některé odhady parametrů jsou očividně nesmyslné. . . Tento problém je navíc umocněn chybějící kódem, který byl použit pro analýzu dat. Ten bych u práce, která zahrnuje analýzu reálných dat, automaticky očekával. Škoda, že autor nevěnoval této části větší pozornost, neboť některé části kompilační části práce šlo snadno vynechat (práce by i tak byla dostatečně rozsáhlá).

I přes tyto výtky však hodnotím práci jako velmi zdařilou.

### VYBRANÉ PŘIPOMÍNKY O OTÁZKY

1. **3<sup>9</sup>**: Vzhledem k tomu, jak je zvykem a jak i sám autor s tím pracuje, tak by kartézský součin měl být spíše  $[x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$ .
2. **4 Tvrzení 2**: Autor zřejmě chtěl říct něco jiného, než že  $C$  je absolutně spojitá na  $\mathbf{I}^2$ .
3. **5 Příklad**: Oproti Example 2.8 z knihy Nelsen (2006) autor přidal pouze pár slov vysvětlení.
4. **6 Tvrzení 4**: Nějak nevidím přidanou hodnotu důkazu tohoto tvrzení oproti důkazu věty 2.4.3 (tj. Theorem 2.4.3) z knihy Nelsen (2006). Pokud jsem něco nepřehlédl, tak jediný rozdíl je v tom, že jsou oproti předloze v důkazu prohozené dva řádky.

5. **10<sup>2,3</sup>**: Prohazování nerovností pro  $X'$  je sice poněkud matoucí (a předpokládám, že nechtěné), ale naštěstí to tady z čistě matematického pohledu nevadí.
6. **11 Tvzení 11**: Pokud se nepletu, tak symbol  $\rho_P$  nebyl zaveden a až z důkazu tohoto tvrzení člověk zjistí, co tento symbol znamená.
7. **12 Tvzení 12**: Na kolik tomu rozumím, tak některé výroky by neplatily pro diskrétní náhodné veličiny. Navíc z čistě formálního hlediska lze vytknout, že symboly  $\sigma_M, \sigma_W, \sigma_\Pi$  nebyly zavedeny.
8. **20**: Je nějaký důvod, proč ve věrohodnosti  $L_n$  jsou použita  $x_{i,1}, x_{i,2}$  místo  $X_{i,1}, X_{i,2}$  jako u odhadů Kendallova tau a Spearmanova rho?
9. **20<sub>6</sub>**:  $(F(X_{1,1}), G(X_{1,2}))^\top, \dots, (F(X_{n,1}), G(X_{n,2}))^\top$  se ještě nenazývá pseudo-výběrem.
10. **21 Příklad**: Není jasné, proč autor pro Frankovu copuli uvažuje pouze  $\theta \geq 1$ .
11. **21<sub>4</sub>**: Drobná nekonzistence ve značení log-věrohodnosti.
12. **22**: Dle obrázku to vypadá, že délka období sucha je značně diskrétní (zaokrouhlená). Z textu pak není jasné, jak se s tím autor vyrovnal a jak ve skutečnosti počítal odhady (Kendallova tau, Spearmanova rho a parametru copule).
13. **23** Tabulka 3.2: Pro Claytonovu copuli a Frankovu copuli vychází odhad metodou IFM výrazně jinak než pro zbývající metody. Navíc téměř všechny odhady neodpovídají tomu, co by člověk čekal pro odhad Kendallova tau 0,804. Bohužel nelze zjistit, kde se stala chyba, protože kód není součástí práce ani jako příloha.

DOPORUČENÍ K OBHAJOBĚ:

Připravte si odpovědi na připomínky č. 2, 8 a 13.

ZÁVĚR

Práci považuji za velmi dobrou a doporučuji ji k obhajobě na programu Finanční matematika.

doc. Ing. Marek Omelka, Ph.D.

KPMS MFF UK

24. května 2023

## Reference

NELSEN, R. B. (2006). *An Introduction to Copulas*. Springer, New York. Second Edition.