

POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název: Časová struktura úrokových měr

Autor: Jana Boháčková

SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Práce má za cíl pojednat o úrokových mírách, představit koncept spotové, forwardové a diskontní funkce, a to jak v diskrétním tak spojitým čase. Této části se věnuje první kapitola práce. Dále autorka uvádí různé metody odhadu výnosových křivek, jejich představení je provedeno v druhé kapitole bakalářské práce a aplikace a porovnání výsledků diskutovaných metod pak v kapitole třetí.

CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

Téma práce. Zadání práce odpovídá náročnosti kladené na bakalářské práce, když přímo navazuje na probíranou látku bakalářského studia. Práce byla vypracována podle zadání.

Vlastní příspěvek. Vlastním příspěvkem v práci je numerická část. Z mého pohledu ale není úplně správně a chybí k ní diskuze numerických vlastností odhadů (viz připomínky 18, 19).

Matematická úroveň. Matematická úroveň práce je nízká, chybí zavedení značení a veškeré definice zmiňovaných objektů. (viz připomínky 2, 3, 4, 5).

Práce se zdroji. Citace na práce ze kterých autorka vychází mnohdy chybí. Např. hned v úvodu by stálo za to odkázat čtenáře na práce zavádějící, nebo aspoň diskutující Nelson-Sieglův a Svenssonův model. Dále se v textu objevují nepodložená tvrzení (viz připomínky 11, 13, 14).

Formální úprava. V práci se často vyskytují překlepy, zejména v poslední kapitole a závěru (viz např. připomínky 14, 15, 20).

PŘIPOMÍNKY A OTÁZKY

1. Úvod je na můj vkus příliš krátký, hodilo by se lépe práci namotivovat, vysvětlit v čem je pochopení úrokových měr důležité a užitečné. Dále přidat například odkazy na podobnou literaturu a zmínit strukturu práce (co je v jaké kapitole).
2. V úvodu kapitoly 1 by bylo vhodné vysvětlit v čem spočívá jednoduché/složené/spojité úročení a až poté pro ně napsat/odvodit formule pro výpočet budoucí hodnoty.
3. Sekce 1.1 se věnuje úrokovým mírách v diskrétním případě:
 - V první větě druhého odstavce sekce 1.1 se píše: *Forwardová úroková míra f_t vychází..* Myslím, že čtenář by z počátku uvítal sdělení, co forwardová míra je za objekt.
 - V druhém odstavci sekce 1.1 jsou zaměňovány symboly f_1 a f_2 , když vždy označují forwardovou úrokovou míru platnou za jeden rok s dobou do splatnosti jeden rok.
 - V poslední větě téhož odstavce se píše *Protože oba způsoby jsou možné, tak by mělo platit.* Toto je slavný *no-arbitrage argument*, nad kterým je postavena vlastně celá teorie okolo úrokových měr. To by bylo vhodné zmínit.
 - V poslední větě na stránce 3 se píše *... vztah mezi spotovou a úrokovou mírou...*

4. Sekce 1.2 se věnuje úrokovým mírám ve spojitém případě:
 - V první větě je napsáno ... že při podrobném úročení počet úrokovacích období konverguje k nekonečnu... Nevím, co si představit pod termínem *podrobní úročení* a jak něco může konvergovat k nekonečnu.
 - V prvním odstavci není jasné, co je to $i^{(\infty)}$, δ , i , objevuje se tam nevysvětlený symbol m .
 - V poslední větě na straně 4 je dána formule pro diskontní funkci. V textu není vysvětleno co přesně funkce vyjadřuje, a už z toho důvodu nelze ověřit její správnost (a obávám se, že správně není - argument funkce + znaménko v exponenciále, viz porovnání s diskontní funkcí těsně nad sekci 1.3).
 - Ke konci sekce 1.2 autorka zaměňuje pojmy *spotová/forwardová úroková míra* a *spotová/forwardová intenzita úročení*. To jsou dva odlišné objekty.
5. V první části se objevuje značení ${}_{t+1}f_{1,t}$, kde první dolní index značí začátek platnosti forwardové sazby, druhý dobu do splatnosti a třetí čas, kdy tato sazba platila. V druhé části pak naopak máme ${}_t f_{t_j-1,t_j}$, kde první dolní index značí čas, kdy sazba platila, druhý od jakého období a třetí po jaké období. Toto značení by bylo dobré sjednotit. Jak se toto f liší od f v předchozích částech práce a proč má někdy jeden, někdy dva a někdy tři indexy?
6. Strana 6, poslední věta, bylo by možné napsat vzorec takovéto forwardové výnosové křivky a jak se ze současné spotové křivky dopočítá?
7. Poslední věta v úvodu druhé kapitoly je v textu dvakrát.
8. V sekci 2.1, představení Nelson-Siegelova modelu, je nutné odlišit právě forwardové úrokové míry a forwardovou intenzitu úročení. Čemu on přesně přiřazuje tu parametrickou funkci?
9. Sekce 2.1, první odstavec, co autorka myslí vyjádřením t je časová konstanta?
10. Strana 9, druhý odstavec, autorka diskutuje interpretaci parametrů dle Obrázku 2.3. Bylo by možné její závěry podpořit i formálně? například pomocí technik z matematické analýzy?
11. Sekce 2.3, první odstavec, v textu je psáno ...*patří mezi nejjednodušší modely pro odhadování výnosové křivky*. Zde by se určitě hodila citace k podpoření tohoto tvrzení.
12. Sekce 2.3, druhý odstavec, při značení se čtenář dozví, že výnosů je N , přitom časů je T .
13. Stránka 12, dole, autorka diskutuje způsoby volby vyhlazovacího parametru. Její závěry by bylo dobré podložit citací. Zejména proč volba vyhlazovacího parametru podle minimalizace váženého průměru druhé kvadratické chyby jádrového odhadu je vhodná jen pro Gaussovo jádro. Čtenáře by mohlo navíc i zajímat, jak vlastně toto kritérium vypadá.
14. Kapitola 3, první odstavec říká, že *Data jsou z tohoto období [31.1.2020], protože události v tomto roce hodně ovlivnily úrokové míry a pro zvolené odhady výnosových křivek by bylo těžší je interpretovat*. Pomineme-li překlepy ve větě, tak z věty není jasné jestli úrokové míry ovlivnily události, popřípadě události ovlivnily úrokové míry. Z mého pohledu jediné dvě podstatné události co výrazně ovlivnily ekonomiku Spojených států byl výrazný propad ceny ropy v březnu 2020 a pak také pandemie nemoci Covid-19. Ani jedno z toho nebylo reflektováno v sazbách z ledna 2020, případně těmito sazbami způsobeno. Uvítal bych tudíž citaci, jaký vztah, a jaké události touto větou autorka myslela.
15. Sekce 3.1, první odstavec, autorka zmiňuje, že Nelson-Sieglův model bude odhadovat *metodou nejmenších čtverců*. Zde by určitě bylo vhodné napsat minimalizační kritérium, které je řešeno, nebo alespoň citaci na práci, kde lze toto zjistit.

16. Sekce 3.1, konec prvního odstavce, autorka diskutuje proč se forwardová křivka více liší od pozorovaných hodnot. Zde bych znovu upozornil na rozdíl mezi *forwardovou úrokovou mírou/forward rates* a *forwardovou intenzitou úročení/instantaneous forward rates*. Tyto dvě věci je potřeba nezaměňovat.
17. Sekce 3.3, upřímně mi není moc jasné, proč se v této práci jádrový odhad vyskytuje. V praxi jsem ho nikdy použitý neviděl a i z matematického hlediska je na bakalářského studenta relativně komplikovaný. Jako konkurenční metodu bych zvolil např. spliny, které jsou v bankách běžně používané. K samotnému zpracování téhle části bych jenom dodal, že právě kvůli fixnímu a nepravidelnému rozložení kotací výnosu se tato metoda pro odhad křivky opravdu nehodí. To studentka ve svých analýzách zjišťuje.
18. Sekce 3.4, Obrázek 3.5, nechce se mi věřit, že Nelson-Siegel model odhaduje takto špatně tuto křivku, zejména když z Obrázku 3.1 je patrné, že větší data nafituje mnohem lépe. Otázka je, zda-li autorka nenarazila na častou obtíž Nelson-Siegelova, ale hlavně Svenssonova modelu, a tou je existence lokální extrémů v minimalizačním problému a numerická nestabilita výpočtu (kdy vícero parametrizací vede na podobné křivky). Myslím, že toto by bylo určitě v práci vhodné zmínit, ne-li nějakým způsobem analyzovat.
19. Sekce 3.4, Obrázek 3.6, tady také něco nehraje. Při jádrových odhadech s nezáporným jádrem (což je i např. Gaussovo) není matematicky možné aby odhadnutá hodnota byla vyšší než nejvyšší napozorovaná hodnota. Pokud byly ale skutečně k odhadu použity jen výnosy do deseti let, tak tomu tak není.
20. Závěr, první věta: *V bakalářské práci...*

ZÁVĚR

Práci považuji za podprůměrnou a doporučuji ji uznat jako bakalářskou práci pouze v případě výborné obhajoby. Zejména bych rád, aby autorka vysvětlila princip jednoduchého, složeného a spojitého úročení a matematicky rigorózně zavedla klíčové pojmy diskutované v práci (výnos do splatnosti, výnosová křivka, forwardová úroková míra, forwardová křivka, forwardová intenzita úročení). Dále bych rád, aby se studentka uspokojivě vyjádřila minimálně k připomínkám 6, 8, 10, 15 a 16.

RNDr. Tomáš Rusý
KPMS MFF UK
20. srpna 2020