

POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název: Stochastické optimalizační modely pro obchodování s energiemi
Autor: Bc. Iakov Klyuchevskiy

Shrnutí obsahu práce

Předložená je empiricky zaměřená práce, která se věnuje modelování jedné časové řady evropského energetického indexu spotových cen elektrické energie (European Electricity Index, zkr. ELIX). Práce neobsahuje žádné stochastické optimalizační modely, které by byly motivované energetickými trhy a obchodováním na nich. To sice zcela odporuje názvu práce, avšak ne zadání, které je v tomto směru formulováno poněkud volněji.

První kapitola shrnuje fungování trhů s elektřinou, zatímco druhá kapitola obsahuje popis časové řady ELIX. Třetí kapitola je poté věnována dvěma třídám modelů, které jsou průběžně aplikovány na časovou řadu. Konkrétně se jedná o skokový stochastický proces s vlastností návratu ke střední hodnotě (čerpán z Cartea, 2005) a faktorový model založený na Lévyho procesech (převzato z Meyer-Brandis a Tankov, 2008). Čtvrtá kapitola pak porovnává predikční schopnosti představených modelů a zároveň v rychlosti představuje úpravy těchto modelů. K práci jsou v SISu přiloženy rozsáhlé zdrojové kódy.

Celkové hodnocení práce

Téma práce. Zadání práce mi přijde přiměřené. V práci se však nevyskytují žádné modely stochastické optimalizace, jak by čtenář podle názvu očekával. Zadání práce však pouze připouští implementaci těchto optimalizačních modelů, nikoliv vyžaduje, tedy zřejmě je zadání svým způsobem splněno.

Vlastní příspěvek. Vlastní příspěvek autora zřejmě spočívá v implementaci postupů pro odhad parametrů uvažovaných modelů a numerické studii. Za pokus o teoretický přínos lze označit dvě strany 24-25, kde jsou odvozeny transformace stochastického procesu. K této části (a jejímu přínosu) mám několik otázek a připomínek, viz níže.

Matematická úroveň. Matematická úroveň práce je velmi proměnlivá, viz připomínky níže. Některá kratší části odpovídají strukturou rigoróznímu matematickému textu, avšak formální provedení poněkud pokulhává i v případě, kdy je daný výklad převzatý z literatury.

Práce se zdroji. V předložené přepracované verzi jsou odstraněny hlavní nedostatky verze předešlé, a to doslovné opisy z citovaných i necitovaných zdrojů. Ty jsou nyní uvedeny v seznamu literatury s jednou výjimkou:

Espen Benth, Rüdiger Kiesel, Anna Nazarova: A critical empirical study of three electricity spot price models, *Energy Economics* 34 (2012) 1589–1616.

Prosím uchazeče o krátké vyjádření k tomuto článku, zda byl nebo nebyl využit při psaní jeho práce.

Samotný seznam literatury je stále zpracován poněkud vágně (chybějí bibliografické údaje u monografií).

Formální úprava. Práce je po formální stránce na průměrné úrovni. Čtenář se může snadno ztratit ve značení, některé části obsahují relativně velké množství překlepů.

Připomínky a otázky

K předložené práci mám následující připomínky a otázky:

1. Str. 15: Popis testu není kompletní. Je zde sice uvedeno rozdělení testové statistiky, ale vztah pro výpočet testové statistiky chybí.

2. Str. 18-19: Vztah pro cenu obsahuje absolutní člen, avšak v tabulce 3.3 již není. Jaký je důvod? V grafu 3.2 je navíc proložený cenami polynomiální trend. Proč se tedy používá lineární? Nebylo by zároveň vhodnější odhadnout trendovou a periodickou komponentu zároveň (s ohledem na jejich obdobnou strukturu)?
3. Str. 19-20: Myslím, že je zbytečné do vztahů (3.2), (3.3) dosazovat odhady parametrů, které jsou uvedeny v tabulkách. Podobný nešvar jsem zaznamenal i ve zdrojových kódech.
4. Str. 22-23: Uvedena je teorie pro standardní stochastické procesy, avšak dále je v práci využívám stochastický proces se skokovou složkou.
5. Str. 24-25: Uvedena jsou odvození transformací skokového stochastického procesu (bez zavedení potřebného kalkulu). Transformace obvykle končí zavedením nějaké aproximace bez dalšího vysvětlení. Můžete prosím vysvětlit například aproximaci vztahu (3.14)? Jde o komentář pod vztahem (3.15).
6. Str. 26: Autor přejde bez dalšího komentáře od spojitého procesu k jeho diskretizaci, resp. časové řadě.
7. Str. 28: Není jasné, co vyjadřuje vztah (3.22).
8. Str. 28-29: Splňuje uvažovaný model (3.23) předpoklady lineární regrese? Není odhad nějak poškozený? Předpokládám, že diagnostika proběhla pomocí grafů reziduí 3.6, ale v práci nevidím žádný konkrétní komentář ani závěr.
9. Kapitola 3.3: Popis odhadu faktorového modelu je velmi vágní, viz připomínky níže.
10. Str. 32-33: Metoda odhadu parametrů faktorového modelu (3.35) není zřejmá. Tabulky 3.8 s odhady neobsahuje žádný výstup statistického testu.
11. Str. 34-35: Grafu 3.10 má potvrzovat normalitu očištěné řady, avšak vypočítaná šikmost a špičatost v tabulce 3.9 o tom příliš nesvědčí. Statistický test zde chybí. Dále nesedí popis grafu a legendy.
12. Str. 35-36: Popis odhadu parametrů je zcela nejasný. Není zde uvedena ani rovnice, která je řešena, ani nejsou vysvětlena omezení, která jsou při výpočtu aplikována. Pouze je zde zmínka, že je třeba zúžit odhad na intervaly.
13. Str. 38: Bez jakékoliv předešlé motivace se zde objevují jádrové odhady hustot.
14. Str. 38 dole: V tuto chvíli jsem již zcela ztracený, co, proč a jak se odhaduje. Navíc je zde uvedeno, že oproti článku Benth a kol. (2008) upravujeme „funkci“ (the function). Není jasné proč a jak.
15. Str. 39: Vztah (3.46) je analogický s (3.42), pouze obsahuje dosazené hodnoty.
16. V kapitole 4 jsou kromě porovnání predikcí představeny úpravy původních modelů, které mají odstranit některé nedostatky. Tento výklad je pak již poměrně stručný. Můžete prosím například vysvětlit vztah mezi (4.3) a (4.5)?
17. Nejsem si jistý, zda se uvažované modely hodí na dlouhodobější predikce.

Závěr

Předložená práce odstranila hlavní nedostatky předešlé verze, avšak popis konstrukce odhadů zůstává poměrně vágní. I přes výše uvedené nedostatky doporučuji práci uznat jako diplomovou.

doc. RNDr. Martin Branda, Ph.D.
 Univerzita Karlova,
 Matematicko-fyzikální fakulta, KPMS
 31. 5. 2022