

Posudek vedoucí na diplomovou práci:

## Květa Cvrčková : Markovské procesy a teorie kreditních rizik

Květa Cvrčková se ve své diplomové práci zabývala statistickými problémy pro modely Markovských řetězců (a další vybrané příbuzné modely), které se používají v modelování kreditního rizika. Markovské řetězce se zde používají pro modelování pohybu klientů mezi jednotlivými ratingovými třídami. V práci zkoumané statistické problémy zahrnují zvláště odhady parametrů modelu a testování hypotéz at' už o hodnotě parametrů či o předpokladech modelu.

To, jaký model je vhodné v konkrétní situaci zvolit, záleží nejen na modelovaném procesu, ale i na povaze dat, které máme k dispozici pro odhady parametrů. Pokud pozorujeme celou trajektorii procesu můžeme použít klasické maximálně věrohodné odhady. Ty jsou představeny ve druhé kapitole pro homogenní i nehomogenní Markovské řetězce s diskrétním i spojitým časem. Složitější situace nastává, pokud chceme odhadovat model Markovského řetězce se spojitým časem, ale máme k dispozici jen pozorování v diskrétních časech (např. rating firem ke konci každého roku). V tom případě je třeba k nalezení maximálně věrohodného odhadu intenzit přechodu využít výpočetně náročnější EM algoritmus spolu s uniformizační metodou k spočtení podmíněných středních hodnot tak, jak byly představeny v nedávných článcích Bladt & Sorensen (05,09) a Hobolth & Jensen (11). Pokud je model (nehomogenního) Markovského řetězce pro uvažovaná data nedostačující (např. kvůli možné závislosti na vnějších globálních proměnných) může být vhodným zobecněním semiparametrický multiplikativní model rizika.

Všechny tyto modely a příslušné odhady jsou přehledně představeny v kapitole 2, jsou vysvětleny teoretické rozdíly mezi jednotlivými přístupy i praktické důsledky, které má zvolení té které metody/modelu při modelování konkrétního druhu ratingových dat. Rovněž jsou diskutovány předpoklady těchto modelů, předpoklady nutné ke konzistenci odhadů a nakolik realistické je splnění těchto předpokladů pro ratingová data.

V kapitole 3 práce pokračuje představením statistických testů, které je možné použít pro ověření požadovaných předpokladů. Na základě obecného  $\chi^2$ -testu pro Markovské řetězce jsou odvozeny testy pro homogenitu portfolia, homogenitu v čase i test Markovské vlastnosti. Pro Markovské řetězce se spojitým časem je testována Markovská vlastnost testem poměrem věrohodností v rámci semiparametrického multiplikativního modelu rizika.

Ve čtvrté kapitole jsou pak vlastnosti odhadů z kapitoly druhé zkoumány i na numerických příkladech.

Květa Cvrčková přistupovala ke své diplomové práci velmi aktivně, samostatně nastudovala problematiku z mnoha různých zdrojů, o čemž svědčí i poměrně dlouhý seznam literatury. Přehledným a srozumitelným způsobem sepsala ucelený a velmi čitelný text s jednotným značením, který je doplněn dobře volenými příklady, nutnou teorií i kritickým porovnáním diskutovaných modelů pro kreditní riziko. Práce je na velmi dobré matematické úrovni, s přesnými argumenty i konkrétními odkazy na teoretické výsledky zaručující korektnost použitých metod (což ne vždy platí pro zdroje v rešerši zahrnuté).

Vlastním přínosem diplomantky jsou i numerické ilustrace ze čtvrté kapitoly. Tato část by sice mohla být rozsáhlejší, ale i takto poskytuje představu o chování a kvalitě odhadů z kapitoly 2 v konkrétních situacích. Při přípravě této kapitoly prokázala diplomantka schopnost implementace netriviálních numerických metod.

Vytčený cíl práce byl splněn a předložená práce splňuje všechny požadavky kladené na diplomovou práci a doporučuji ji jako takovou uznat.

RNDr. Michaela Prokešová, Ph.D.