Prof. dr hab. Krzysztof Jajuga
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Recenzja pracy doktorskiej Magistra Andrzeja Stryjka pt. „Wycena ryzyka rynkowego metodą wartości zagrożonej przy wykorzystaniu kopuli"

Nie ulega wątpliwości, iż problematyka ryzyka jest to temat często eksplorowany w badaniach naukowych. Dotyczy to w szczególności ryzyka rynkowego, objawiającego się na rynkach finansowych. Cały czas powstają prace udoskonalające narzędzia pomiaru ryzyka rynkowego, które to narzędzia prawie natychmiast są stosowane w praktyce. Uważam wybór tematu recenzowanej rozprawy doktorskiej za jak najbardziej właściwy. Praca ta dotyczy właśnie pomiaru ryzyka rynkowego, z tym, że wybrana została bardzo często stosowana w praktyce miara, jaką jest wartość zagrożona (Value at Risk).

Praca doktorska Magistra Andrzeja Stryjka liczy 261 stron. Jest podzielona na 5 rozdziałów, zawiera wstęp, podsumowanie, spis literatury oraz załączniki, które zawierają prezentację części wyników badań empirycznych.

Pierwszy rozdział pracy jest to wprowadzenie do kategorii ryzyka. Autor przedstawia pewną liczbę definicji pojęć" „niepewność" i „ryzyko", kilka faktów historycznych rozwoju badań i praktyki w zakresie ryzyka, omawia rodzaje ryzyka. W drugiej części tego rozdziału Autor dokonuje przeglądu kilku aksjomatycznych podejść do określania ryzyka, w podziale na ryzyko w ujęciu negatywnym i w ujęciu neutralnym. Bardzo dobrze oceniam uporządkowanie, porównanie oraz (tam gdzie to możliwe) interpretację aksjomatów.

Drugi rozdział pracy zawiera omówienie miar ryzyka rynkowego. Osobno omawiane są trzy grupy miar: miary w ujęciu neutralnym (pod kątem czterech aksjomatów), miary w ujęciu negatywnym (pod kątem czterech aksjomatów) oraz miary wrażliwości. Miary te są powszechnie znane z dydaktyki, ale na plus zaliczam to, że Autor sprawdził spełnienie aksjomatów dla przedstawianych miar.

Trzeci rozdział pracy zawiera omówienie wartości zagrożonej (Value at Risk). Na początku Autor podaje różne definicje wartości zagrożonej oraz dwa testy oparte na liczbie przekroczeń. Potem przedstawia regulacje, w których występuje wartość zagrożona oraz (bardzo skrótowo) dwie metody szacowania ryzyka kredytowego (Credit Risk Plus i Creditmetrics). Kolejny fragment rozdziału to omówienie – na podstawie literatury – znanych metod szacowania wartości zagrożonej. Końcowe fragmenty rozdziału stanowią pewien wkład Autora, w kolejności:

- omówienie właściwości VaR z punktu widzenia aksjomatów miar ryzyka;
- zbadanie, w jakim zakresie metody szacowania VaR zachowują właściwość dywersyfikacji;
- porównanie metod symulacji historycznej i metody wariancji-kowariancji, zilustrowane na rysunkach 3.3.2 i 3.3.3.

Na str. 67-68 jest zawarta słuszna uwaga o definicji VaR w przypadku rozkładu skokowego.

Czwarty rozdział pracy zawiera omówienie funkcji kopuli. Duża część rozważań powstała na podstawie znanej literatury. Autor najpierw wprowadza podstawowe pojęcia, kolejno omawia dwie podstawowe rodziny kopuli (eliptyczne i archimedesowskie) i kilka innych kopuli, następnie przedstawia ogólne postepowanie w przypadku szacowania wartości zagrożonej za pomocą funkcji kopuli. W dalszej części omawia podstawowe metody szacowania parametrów funkcji kopuli – w sumie 5 metod: kalibracji, przedziałowa, największej wiarygodności, kanoniczna największej wiarygodności, najmniejszej odległości. Końcowa część tego rozdziału poświęcona jest wyborowi najlepszej kopuli, Autor omawia trzy sposoby: graficzny, testy statystyczne i wykorzystanie metody najmniejszej odległości. Podaje też wyniki badań (innych autorów i wcześniejsze swoje) w tym zakresie.

Rozdział piąty jest najważniejszy w całej pracy, gdyż zawiera oryginalne wyniki badań Autora. W pierwszej części tego rozdziału przedstawione są badania empiryczne z zastosowaniem metod symulacyjnych. Badania te porównują skuteczność metod estymacji parametru zależności funkcji kopuli. Po pierwsze, porównane są: metoda kanoniczna największej wiarygodności oraz 6 wariantów metody najmniejszej odległości, w odniesieniu do siedmiu różnych kopuli (dwu- i trzywymiarowych). Po drugie, porównane są metoda kalibracji, metoda estymacji przedziałowej, metoda kanoniczna największej wiarygodności oraz 6 wariantów metody najmniejszej odległości w odniesieniu do trzech kopuli (tylko dwuwymiarowych). Porównanie w obu badaniach dokonane jest z punktu widzenia

obciążenia, błędu średniokwadratowego oraz względnego błędu średniokwadratowego. Bardzo dobrze oceniam konkluzje z tych dwóch rodzajów badań, które Autor przedstawił na str. 163.

W drugiej części tego rozdziału Doktorant przedstawił autorską metodę szacowania wartości zagrożonej z wykorzystaniem funkcji kopuli. Algorytm tej metody opisany jest na str. 166-167). Uważam to za wkład Autora. Następnie przeprowadza badania empiryczne, w których porównuje zaproponowaną metodę w siedmiu wariantach (funkcje kopuli) z trzema standardowymi metodami szacowania VaR (symulacja historyczna, symulacja Monte Carlo, metoda wariancji-kowariancji). Czyni to na danych trójwymiarowych – logarytmiczne stopy zwrotu dla kursu euro, ceny złota i wartości indeksu WIG20 w odniesieniu do dwóch poziomów tolerancji (0,01, 0,05). Następnie porównuje te metody testem Kupca i testem Christoffersena oraz z punktu widzenia liczby przekroczeń i wybiera najlepsze narzędzie z punktu widzenia funkcji straty (2 warianty). Bada też wpływ okresu testowego na wyniki.

W podsumowaniu Autor mówi o dalszych możliwych badaniach, co oceniam pozytywnie.

We wstępie pracy określony jest jej cel, mówiący o skonstruowaniu metody szacowania wartości zagrożonej przy wykorzystaniu funkcji kopuli. Cel ten został zrealizowany, Oprócz tego celem było empiryczne porównanie skuteczności tej metody. Ten cel został zrealizowany częściowo, gdyż porównanie miało miejsce na wybranych danych.

Na str. 7 zostały przedstawione tezy badawcze. Analiza treści pracy prowadzi do następujących konkluzji w tym zakresie:

- teza 1 nie jest tezą, lecz celem, ale jego realizacja nie jest potrzebna, bo wiadomo z podstawowej literatury i praktyki, co to jest ryzyko rynkowe;
- teza 2 jest oczywista i została dawno wykazana, nie było potrzeby jej formułowania;
- teza 3 nie jest tezą, lecz celem, został on zrealizowany;
- teza 4 nie jest tezą, lecz celem, został on częściowo zrealizowany;
- teza 5 nie jest tezą, lecz celem, został on zrealizowany;
- teza 6 (po usunięciu słowa „uzasadnienie") jest tezą, została wykazana;
- teza 7 (po usunięciu słowa „uzasadnienie") jest tezą, została wykazana.

Moja ocena rozprawy doktorskiej jest pozytywna. Magister Andrzej Stryjek wykazał, iż potrafi rozwiązać oryginalne zagadnienie naukowe. Tym zagadnieniem jest propozycja

metody szacowania wartości zagrożonej z uwzględnieniem funkcji kopuli. Autor pracy wykazał, że bardzo dobrze orientuje się w narzędziach statystycznych oraz potrafi przeprowadzać badania empiryczne zarówno metodami symulacyjnymi na danych hipotetycznych, jak i na danych rzeczywistych – do tego celu zastosował autorskie programy napisane w systemach R i Mathematica (co podnosi ocenę). Ponadto wykazał, że bardzo dobrze orientuje się w zagadnieniach dotyczących ryzyka rynkowego. Tym samym Doktorant wykazał, że spełnia warunki niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora nauk ekonomicznych.

Ponadto jest kilka szczegółowych osiągnięć, które zostały wyżej opisane przy przedstawianiu rozdziałów pracy. Do takich osiągnięć zaliczam ponadto rozwijanie metody najmniejszej odległości w zagadnieniu szacowania parametrów funkcji kopuli, co dotychczas było raczej mało spotykane w literaturze.

Praca jest dobrze umiejscowiona w literaturze.

Uwaga krytyczna dotyczy kwestii stosunkowo skromnych badań empirycznych – chodzi o tę część, która była przeprowadzona na danych rzeczywistych. W pracy zabrakło uzasadnienia wyboru tylko trzech zmiennych, jak również dyskusji na temat możliwości uogólnienia uzyskanych wyników.

Praca zawiera kilka błędów i nieścisłości. Oto ich lista:

1. W rozdziale czwartym Autor wprowadza pojęcie „optymalna kopula" nie precyzując dokładnie kryterium optymalności. Ta nazwa jest uzasadniona jedynie dla jednej z trzech metod określenia najlepszej kopuli, mianowicie metody najmniejszej odległości.
2. Str. 98 – stwierdzenie, że kombinacja zmiennych o rozkładach normalnych ma rozkład normalny, jest nieprawdziwe, jest tak tylko wtedy, gdy ŁĄCZNY rozkład zmiennych jest wielowymiarowym rozkładem normalnym.
3. Str. 100 – termin „kopuła" jest niepoprawny, dlatego nie powinno się go przytaczać.
4. Str. 5 – model CAPM formalnie został opublikowany w latach 1964-1966, a nie 1963; chyba, że sięgniemy do niepublikowanych prac Jacka Treynora, ale to był rok 1961.

5. Str. 54 – model APT nie staje się modelem Sharpe'a przez takie podstawienie. Te dwa modele mają u podstaw zupełnie różne idee, jeden nie jest szczególnym przypadkiem drugiego.
6. Str. 59 – Autorowi chodzi raczej o rozkłady eliptycznie symetryczne, a nie eliptyczne i symetryczne.
7. Str. 56 – to, co Autor omawia, dotyczy tylko opcji na akcję niepłacącą dywidendy (należało to wyraźnie napisać), w innej sytuacji mamy do czynienia z ogólniejszym modelem Blacka-Scholesa-Mertona, a nie modelem Blacka-Scholesa.
8. Rysunek 3.1 to nie jest opracowanie własne, występuje on w wielu podręcznikach.
9. Str. 73 – grupa 30 nie obejmowała księgowych.
10. Str. 74 – Solvency 2 wejdzie od 2016.

W pracy jest pewna liczba błędów językowych i edytorskich. Oto ich lista:
- str. 13 – prawidłowa pisownia nazwiska to "Willett";
- termin „ryzyko" ma w języku polskim tylko liczbę pojedynczą;
- str. 54 – ma być „Sharpe'a", a nie „Shrape'a";
- str. 5 – prawidłowa pisownia to „ponadto";
- str. 163 – prawidłowo powinno być: „niemniej jednak";
- w pracy jest niewielka liczba błędów literowych.

Wymienione uwagi nie obniżają mojej pozytywnej oceny rozprawy. W konkluzji stwierdzam, że rozprawa doktorska Magistra Andrzeja Stryjka spełnia wymogi ustawowe stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk ekonomicznych. Wnioskuję przeto do Rady Kolegium o dopuszczenie tej rozprawy do publicznej dyskusji.

Wrocław, 2015-09-15.