

dr hab. Anna Zamojska, prof. UG  
Uniwersytet Gdański  
Wydział Zarządzania  
Katedra Ekonometrii

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**MGR YASEN ASAD MHANNA RAJIHY**

**PT. INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO SUPPORT DECISION MAKING PROCESS IN THE CAPITAL MARKET, napisanej pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Kesry Nermend, Prof. US**

Podstawa wykonania recenzji: pismo prof. dr hab. Waldemara Tarczyńskiego, Dziekana Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego, z dnia 9 listopada 2015 r..

### **1. Ocena problemu badawczego, tematu i zakresu rozprawy**

Wobec postępującej automatyzacji procesu podejmowania decyzji inwestycyjnych na rynkach kapitałowych, kluczowe znaczenie dla teorii i praktyki inwestowania ma dobór adekwatnych metod i narzędzi. Stosowanie zaawansowanych metod statystycznych i sztucznych sieci neuronowych we wspomaganiu decyzji podejmowanych przez inwestorów na rynku kapitałowym jest względnie nowym problemem badawczym w teorii i praktyce zarządzania. Z perspektywy poprawności merytorycznej postępowania badawczego ważne są pytania badawcze sformułowane we wstępie pracy. Autor stawia jedno pytanie, a mianowicie: istnieje możliwość zintegrowania dwóch (ICA i ANN) w celu uzyskania efektywnego modelu predykcji kursów akcji na rynku w postaci modelu, który zapewni eliminację szumu, stanowiącego jeden z kluczowych problemów w analizie finansowych szeregów czasowych (s. 14). Postawione pytanie jest interesujące i aktualne, wpisuje się bowiem w nurt badań poświęconych efektywności informacyjnej rynku kapitałowego, wpływając jednocześnie na konstrukcję procesu badawczego i układ całej rozprawy.

Wybór problemu badawczego ocenić należy, zatem jako trafny i znajdujący uzasadnienie zarówno w warstwie naukowej, jak i praktycznej (doskonale wpisuje się w trwającą obecnie



dyskusję na temat budowy kompletnych strategii inwestycyjnych dla akcji, mogących być punktem wyjścia do poprawy zyskowności poszczególnych inwestycji przy pełnej algorytmizacji handlu na rynku finansowym). Problem badawczy został prawidłowo sformułowany i uzasadniony, a w części empirycznej w dość oryginalny sposób rozwiązany (o tym w dalszej części oceny), spełniając tym samym wymogi stawiane pracom doktorskim w tym zakresie.

## **2. Ocena celu pracy i hipotez badawczych**

Głównym celem rozprawy jest: **zbadanie możliwości zastosowania metody analizy składowych niezależnych (Independent Component Analysis - ICA) oraz sztucznej sieci neuronowej (Artificial Neural Network - ANN) w procesie wspomagania podejmowania decyzji inwestycyjnych.** Realizację celu głównego wspiera dodatkowy cel pomocniczy: **opracowanie modelu predykcji cen akcji wspierającego proces podejmowania decyzji inwestycyjnych, poprzez połączenie metody ICA z metodą ANN.**

W nawiązaniu do problemu badawczego (pytania) i celu pracy Autor postawił dwie hipotezy badawcze:

**H1: Jednoczesne zastosowanie metody ICA i ANN w modelu do prognozowania cen akcji pozwoli na uzyskanie dokładniejszych prognoz, poprzez identyfikację i eliminację szumu informacyjnego.**

**H2: Model predykcji opracowany z zastosowaniem ICA oraz ANN może być użytecznym narzędziem predykcji akcji na rynku kapitałowym dla praktyków i teoretyków, w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych.**

Hipotezy badawcze są poprawne pod względem merytorycznym, spójne z celami pracy i problemem badawczym, jednak w ocenie recenzenta, obie są sformułowane w zbyt ogólny sposób i należałoby je uściślić. W przypadku hipotezy pierwszej dobrze byłoby zawrzeć przypuszczenie jakiego rodzaju prognozy są dokładniejsze (w próbie czy poza próbą, dla jakiego horyzontu prognozy). Z kolei w przypadku hipotezy drugiej model jest narzędziem do wyznaczenia prognozy, a nie modelem predykcji (zbędne jest wyrażenie model predykcji). Ponadto wskazane byłoby doprecyzowanie czy określenie użyteczne jest tożsame z trafne.

## **3. Ocena wykorzystanych metod badawczych i źródeł informacji**



Metody badawcze obejmują analizę piśmiennictwa (w części teoretycznej) bazującą na pozycjach z zakresu funkcjonowania rynku finansowego. Autor cytuje niezwykle dużo pozycji i niestety w większym stopniu prezentuje różne teorie i poglądy niż dokonuje krytycznej analizy literatury przedmiotu. Realizacja celu rozprawy wymagała przeprowadzenia badań empirycznych nakierowanych na prognozowanie cen walorów notowanych na rynku kapitałowym. Tu Autor wykorzystał metody statystyczne: analizę składowych niezależnych (*Independent Component Analysis*) oraz sztuczne sieci neuronowe (*Artificial Neural Network*).

O ile moja ocena teoretycznej warstwy rozprawy nie jest jednoznacznie pozytywna, o tyle po przeczytaniu części empirycznej nie mam wątpliwości, co do wkładu Autora w rozwój nauk o zarządzaniu.

Bibliografia rozprawy jest bardzo obszerna obejmuje, bowiem aż 407 pozycji publikowanych głównie w języku angielskim, pochodzących w większości z ostatnich 20 lat, przy czym niektóre budzą zdumienie, przykładowo jest to pozycja: *Delivered, P., Bank, C., Conference, F., & Hotel, S. (2010). Capital market as a long term option for financing infrastructure development. In A Paper Delivered at the Central Bank of Nigeria Infrastructure Finance Conference Held at the Sheraton Hotel and Towers, Abuja.* Czy podkreślone to są nazwiska autorów tego artykułu?

Zakres cytowanej literatury jest właściwy i odpowiada zagadnieniom prezentowanym w pracy. Autor umieścił w bibliografii 5 własnych publikacji wiążących się z problematyką rozprawy. Cytuje je kilkakrotnie w miejscach zasadnych merytorycznie. Jest autorem 5 publikacji w latach 2012-2015.

#### **4. Ocena struktury pracy i ocena merytoryczna**

Recenzowana rozprawa została napisana w języku angielskim i składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów, podsumowania, bibliografii, spisów rysunków oraz tabel. Zajmuje łącznie 247 stron, wliczając strony tytułowe oraz streszczenie w języku polskim. W pracy zamieszczono także spis skrótów stosowanych przez Autora, co znacznie ułatwiło jej lekturę. Struktura pracy jest spójna i logiczna, co sprzyja realizacji celu pracy, a jednocześnie w pełni odpowiada tematyce rozprawy. Praca zawiera 17 rzetelnie opracowanych tabel oraz 31 rysunków, z których przeważającą część stanowią opracowania własne. Są przejrzyste, ich



ujęcie koncepcyjne dobrze służy interpretacji rozważań ekonomicznych przedstawionych w rozprawie.

W *rozdziale pierwszym* Autor omawia zagadnienia związane z istotą rynków finansowych, przedstawiona została ich struktura, walory będące przedmiotem obrotu oraz wybrane funkcje pełnione przez rynki finansowe. Także w rozdziale tym Autor krótko charakteryzuje proces podejmowania decyzji rynku kapitałowym. Rozdział kończy się ogólną charakterystyką zagadnień związanych z rolą prognozowania rynku kapitałowego.

W *drugim rozdziale* Autor przedstawia krótki przegląd metod prognozowania szeregów czasowych cen walorów notowanych na giełdzie, poczynając od metod tradycyjnych do tzw. inteligentnych, wśród których wymienia analizy szeregów czasowych. Tu ciekawe w klasycznych metodach wymienił analizę fundamentalną i analizę techniczną, natomiast nie wspomina o całej gamie klasycznych modeli równowagi rynku kapitałowego. W rozdziale tym zostały także opisane metody sztucznych sieci neuronowych ANN oraz ich zastosowanie w prognozowaniu giełdy papierów wartościowych. Uważam, że powinna być nieco inna klasyfikacja rozważanych metod, co najmniej na dwie przyczynowo-skutkowe oraz data mining.

*Rozdział trzeci* obejmuje charakterystykę zastosowanej metody zmiennych niezależnych ICA, będącej jedną z technik przetwarzania sygnału. Zaprezentowane zostały różnego rodzaju podejścia estymacji: takie jak maksymalizacja rozkładu nie-gaussowskiego, największego prawdopodobieństwa oraz minimalizacja informacji wzajemnych. Rozdział kończy się krótkim przeglądem zastosowań ICA w kontekście rynku papierów wartościowych.

W *rozdziale czwartym* została opisana struktura i parametry proponowanego modelu prognozowania w kontekście wybranych algorytmów sztucznych sieci neuronowych. Bardzo szeroko opisuje wybrane procedury algorytmów. W celu wyboru najlepszego algorytmu Autor przeprowadził eksperyment. Ponadto w rozdziale tym prezentuje proponowane narzędzie wspierające proces podejmowania decyzji FastICA-BP model będące efektem integracji dwóch odrębnych metod ICA i ANN.

Ostatnim, empirycznym rozdziałem rozprawy jest *rozdział piąty*, w którym prezentowane są wyniki dwóch zrealizowanych eksperymentów dla notowań cen akcji dwóch banków islamskich: Abu Dhabi Islamic Bank oraz AI Rajhi Islamic Bank. Tu pojawia się pytanie dlaczego tylko dwa? Czy skonstruowane narzędzie byłoby równie skuteczne dla spółek



należących do innych sektorów? Na etapie oceny skuteczności narzędzia zastosowano klasyczne miary błędów prognoz ex post.

Zakończenie rozprawy obejmuje podsumowanie, wnioski oraz ocenę stopnia weryfikacji hipotezy badawczej. Przeanalizowany został wkład autorski oraz zostały przedstawione możliwe kierunki dalszych badań.

Pytania jakie nasuwają się w związku z analizą treści rozprawy są następujące:

1. Jakie są przyczyny występowania szumów w szeregach czasowych zmiennych finansowych? I czy jest to problem, który należy eliminować czy raczej natura zjawiska, którą należy uwzględnić w procesie modelowania/prognozowania?
2. Jak można wyjaśnić systematyczne niedoszacowanie otrzymanych prognoz ex post? I czy proponowane narzędzie mogłoby być wykorzystane do wyznaczenia prognoz ex ante?

## **5. Ocena formalnej strony rozprawy**

Rozprawa jest napisana poprawnym językiem, z dość dobrą dbałością o precyzję pojęciową, składnię i ekonomię słowa. Zwraca uwagę mała płynność prowadzonego przez Autora wywodu (zwłaszcza w części teoretycznej dość krótkie akapity, będące raczej wymienianiem niż płynnym przechodzeniem do kolejnych zagadnień). Zupełnie brak przypisów dolnych, umożliwiających umieszczenie w dokumencie objaśnień i komentarzy Autora rozprawy. Brakuje także numerów stronach w przywoływanej w tekście literaturze. Występują także drobne niedociągnięcia językowe oraz błędy literowe, interpunkcyjne i redakcyjne.

### **Wnioski końcowe i konkluzja**

Przeprowadzone badania w pewnym stopniu potwierdziły postawioną przez Autora rozprawy doktorskiej hipotezę. Cele, zarówno główny jak i pomocniczy, zostały osiągnięte. Jako istotny wkład własny Autora w rozprawie wskazać należy:

- 1) Propozycję innowacyjnych zmian modelu prognozowania kursów akcji poprzez zintegrowanie algorytmu ICA (FastICA) z algorytmem BP (stosowanym w sieciach neuronowych do prognozowania finansowych szeregów czasowych).
- 2) Zastosowanie metody ICA w analizie finansowych szeregów czasowych jako techniki przetwarzania sygnału.



3) Adaptację możliwości jaką daje integracja metody składowych niezależnych i sztucznych sieci neuronowych w procesie budowy modeli na potrzeby wspomagania decyzji na przykładzie rynku kapitałowego w Zatoce Perskiej.

Omawiana rozprawa doktorska ma istotne walory poznawcze, analityczne i aplikacyjne. Przeprowadzone badania są interesujące i mają istotne znaczenie dla zarządzania inwestycjami prowadzonymi na rynkach kapitałowych.

**Konkluzja.** Rozprawa doktorska pana mgr Yasen Asad Mhanna Rajihy pt. *Independent Component Analysis and Artificial Neural Networks to Support Decision Making Process in the Capital Market*, spełnia ustawowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (wraz ze zmianami: Ustawa z dnia 27 maja 2005 r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony w dziedzinie nauk ekonomicznych w dyscyplinie zarządzanie

Sopot, 26 listopada 2015r.

Anna Zamojska