

dr hab. Marek Nowiński, prof. UE Wrocław
Katedra Ekonometrii i Badań Operacyjnych
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Recenzja pracy doktorskiej mgr Tomasza Siemieniuka:

***" Wykorzystanie teorii chaosu deterministycznego do oceny kondycji
ekonomicznej spółek notowanych na Gieldzie Papierów Wartościowych w
Warszawie"***

**opieka naukowa - dr hab. Agnieszka Dejnaka, prof. nadzw. WSB we
Wrocławiu**

2020

1. Ocena problemu badawczego i celów pracy

Już od bardzo dawna obecny w praktyce ekonomicznej, a obecnie jeszcze bardziej aktualny i znaczący, staje się problem oceny efektywności przedsiębiorstw, możliwości przewidywania ich znaczących kłopotów gospodarczych, a nawet bankructwa. Dotyczy to także, a nawet przede wszystkim spółek giełdowych, gdyż giełda jest bardzo ważnym elementem każdej gospodarki rynkowej, który nie tylko reaguje na decyzje polityczne podejmowane zwykle na wysokim jej szczeblu, ale także jest wyznacznikiem nastrojów społecznych i gospodarczych w całych krajach, które z kolei warunkują bieżące i przyszłe decyzje polityczne. Najbardziej ogólne informacje opisujące aktualne stany rynku kapitałowego mają postać szeregów czasowych o dużej częstotliwości pomiaru, co powoduje, że często stają się obiektem badań naukowych. Inwestorzy chcieliby na giełdzie zarabiać, a nie tracić. Dlatego badania zachowania się rynków kapitałowych, szczególnie w analizach o charakterze prognostycznym, mają tak wielkie znaczenie i ciągle budzą nadzieję badaczy na przełomowe odkrycia w tej dziedzinie.

Kiedy dysponujemy nawet tysiącami obserwacji kursów akcji (lub notowań dotyczących kursów walut) pojawiają się możliwości wykorzystania narzędzi analizy nieliniowej wielowymiarowych procesów dynamicznych, z którymi niewątpliwie mamy do czynienia przy badaniu zachowania się giełd akcyjnych, walutowych i towarowych. Bardzo atrakcyjna staje się wtedy teoria chaosu deterministycznego, wykorzystująca technikę zanurzania szeregów czasowych i rekonstrukcję zachowania całych wielowymiarowych procesów poprzez

dynamikę pojedynczego szeregu czasowego kursów akcji. W teorii jest to oczywiście możliwe (patrz twierdzenie Takensa¹) przy wykorzystaniu opóźnień czasowych obserwacji i pozwala uzyskać dowolnie dobre przybliżenie oryginalnej przestrzeni stanów i dynamiki układu tylko na podstawie obserwacji jednej jego zmiennej (oczywiście przy spełnieniu określonych założeń).

Doktorant wybrał bardzo ważny problem ekonomiczny związany z tymi zagadnieniami, a jako podstawowy cel rozprawy postawił sobie „analizę wykorzystania metod chaosu deterministycznego do oceny kondycji ekonomicznej spółek giełdowych w Polsce”. Nie jest to najbardziej właściwe sformułowanie, gdyż bardziej prawidłowe byłoby określenie o wykorzystaniu metod analizy nieliniowej dynamicznych procesów ekonomicznych reprezentowanych przez jednowymiarowe szeregi czasowe obserwacji stanu ich zachowań. Jednakże w literaturze spotyka się także skrótowe pojęcie tzw. *modelowania chaotycznego*, które właśnie obejmuje to, co proponuje Autor rozprawy, czyli np.

- obliczanie wymiaru korelacyjnego (który jest przybliżeniem wymiaru fraktalnego układu i ocenia jego złożoność) - wiemy, że atraktor procesu chaotycznego w odpowiednio dobranej przestrzeni stanu powinien posiadać ułamkowy, a nie całkowity wymiar, który nazywamy wtedy wymiarem fraktalnym;
- szacowanie wykładników Lapunowa (wyznaczających dopuszczalne granice horyzontu prognozowania na podstawie dostępnych danych) oraz
- wykorzystanie procedury analizy przeskalowanego zakresu R/S (ang. *rescaled range analysis*), przeprowadzanej w celu określenia stopnia zakresu lokalnej monotoniczności badanych procesów, a także
- obliczanie wartości i interpretacja wykładników Hursta, które można traktować jako pewne wskaźniki stopnia chaotyczności procesu.

Autor starał się wykorzystać pewne mierniki wynikające z tych obliczeń do pokazania, jaka jest kondycja poszczególnych spółek giełdowych i wskazać ewentualnie te, którym w niedalekiej przyszłości mogą grozić problemy rozwojowe. Wiadomo, że inwestowanie w akcje niektórych firm jest bardzo ryzykowne i otrzymanie pewnego rodzaju indykatorów, opisujących jakość działania spółek jest bardzo przydatne także dla inwestorów. Zagadnienie to jest istotne z uwagi na możliwość ewentualnego poprawienia prognoz dotyczących upadłości przedsiębiorstw giełdowych, co ma szczególne znaczenie z punktu widzenia inwestorów już posiadających akcje danych spółek.

¹ Takens F. „*Detecting strange attractors in turbulence*”, w pracy Young L.S. (ed) „*Notes in Mathematics, Dynamical Systems and Turbulence*”, Springer-Verlag, Berlin, 1981

2. Ocena układu i struktury pracy

Ogólnie zaproponowana przez Autora budowa rozprawy jest prawidłowa. Praca składa się ze wstępu, sześciu rozdziałów merytorycznych oraz zakończenia zawierającego wnioski finalne.

We wstępie, zgodnie z metodyką, uzasadniono podjęcie tematu, nakreślone zostały cele i hipotezy badawcze. Jednakże nasuwa się tutaj pewna liczba krytycznych spostrzeżeń, dotyczących ich przedstawienia.

Sam wstęp do pracy zawiera bardzo wiele pojęć i nazw poszczególnych technik badawczych z dziedziny analizy nieliniowej, które na tym etapie nie są jeszcze dokładnie objaśnione (np. analiza fraktalna, teoria chaosu, badania dynamiki systemów nieliniowych). Przydałoby się tutaj bardziej ogólne wprowadzenie do tej tematyki, zwłaszcza dla mniej zaawansowanych czytelników.

Wydaje się, że Autor wprowadza zbyt dużo, zbyt zróżnicowanych i ogólnikowych celów. Ich podział na specyficzne kategorie, czyli cele teoretyczne, poznawcze, metodyczne i wdrożeniowe także nie jest przydatny, ani czytelny. Np. cele teoretyczne nie są w istocie teoretyczne, gdyż nie zawierają przedstawienia żadnych nowych teorii, ale jedynie prezentację niektórych metod zaproponowanych przez Autora i stwierdzenia ich przydatności do praktycznego badania kondycji ekonomicznej firm oraz efektywności inwestowania w ich akcje. Jest to po prostu analiza literatury i metod badawczych związanych z tematem pracy.

Cele te powinny zostać zagregowane i zastąpione bardziej ogólnymi, dotyczącymi praktycznej przydatności narzędzi analizy nieliniowej i ewentualnymi objawami chaosu deterministycznego do badania aktualnego stanu i możliwości przewidywania przyszłej efektywności spółek giełdowych, co mogłoby zwiększyć opłacalność inwestowania w ich akcje.

Hipotezy przedstawione przez Autora są też chyba zbyt optymistyczne i szczegółowe, natomiast bardzo czytelny jest sam opis procedury procesu badawczego i wykorzystanych narzędzi, mających na celu realizację sformułowanych w pracy celów, uzyskanie odpowiedzi na pytania badawcze oraz weryfikację postawionych hipotez.

Pierwszy rozdział poświęcony jest omówieniu zagadnień kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw, pojawiających się w wybranych teoriach ekonomicznych, istocie kondycji ekonomicznej przedsiębiorstwa w aspekcie jego upadłości oraz spółki giełdowej w kontekście jej bankructwa, a także wybranym metodom oceny tej kondycji. Autor nie tylko definiuje podstawowe pojęcia związane z tematem pracy, ale pokazuje również znaczenie wybranych

modeli predykcji bankructwa. Rozdział ten ma charakter autorskiej próby, opartego na literaturze przedmiotu, opisu teorii oraz przedstawienia znaczenia tych zagadnień dla podmiotów gospodarczych funkcjonujących na współczesnym rynku.

W rozdziale drugim zdefiniowano pojęcie chaosu deterministycznego i zostały zaprezentowane przykłady zastosowania odpowiednich narzędzi badawczych do prób stwierdzenia jego występowania w procesach gospodarczych, między innymi na rynku kapitałowym, rynku walutowym. W rozdziale zostały także omówione wybrane zagadnienia dotyczące samopodobieństwa tych procesów i przydatności analizy fraktalnej. Rozdział ten właściwie przedstawia współczesny stan wiedzy oraz główne tendencje rozwojowe w badanej dziedzinie.

Trzeci rozdział rozprawy poświęcono próbie modelowej weryfikacji przydatności wybranych narzędzi analizy nieliniowej, czyli wykładników Lapunowa, wymiarów fraktalnych i wykładników Hursta do oceny kondycji ekonomicznej spółek na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie i próbie stworzenia rankingu dla powyższych mierników. Rozdział trzeci można uznać za autorską realizację jednego z celów rozprawy, w postaci stworzenia pewnego modelu metodyki badań empirycznych.

Rozdział czwarty, piąty i szósty to w zamierzeniu Autora przedstawienie wyników realizacji badań empirycznych, które próbują potwierdzić prawdziwość trzech hipotez postawionych na początku rozprawy. Dotyczy to

- analizy wartości wykładników Lapunowa jako wyznaczników fraktalności (samopodobieństwa) i tempa utraty możliwości prognostycznych przyszłych zachowań spółek akcyjnych z polskiej giełdy,
- zagadnień związanych z wykorzystaniem właściwości wymiarów fraktalnych do badania kondycji ekonomicznej firm oraz istoty powiązań wymiaru fraktalnego i korelacyjnego, a także
- analizy własności wykładników Hursta kursów akcji (które można także traktować jako pewne wskaźniki stopnia determinizmu procesu) w celu zbadania kondycji ekonomicznej w spółek giełdowych.

Na podstawie badań opisanych w tych rozdziałach Autor próbuje zweryfikować hipotezę główną pracy, stanowiącą, iż kondycję ekonomiczną spółek giełdowych w Polsce można prognozować przy wykorzystaniu narzędzi teorii chaosu deterministycznego. Niestety jego stwierdzenia o całkowitej pozytywnej weryfikacji tej hipotezy nie znajdują pełnego potwierdzenia w wynikach, a przede wszystkim w założeniach do badań oraz ich interpretacji, co jednakże nie podważa zasadności przeprowadzonych analiz, ani ich przydatności. Jedynie

wnioski wyciągnięte przez Autora wydają się być na wyrost, a przede wszystkim zbyt uogólnione. Niepełne możliwości korzystania z umiejętności prognozowania kursów akcji niestety nie zależą głównie (jak pisze w pracy Autor) od ograniczeń dotyczących oprogramowania.

Możliwości przewidywania (nawet w ograniczonym zakresie) przyszłych zachowań danej spółki na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie są niestety nadal utopią. Gdyby tak nie było to Autor nie przedstawiałby nam doktoratu w tej dziedzinie, tylko cieszyłby się z zarobionej na giełdzie fortuny. Szczegółowe uwagi do badań i ich interpretacji przedstawię w następnej części mojej recenzji.

3. Merytoryczna ocena pracy i osiągnięcia badawcze Autora

Przedstawiona rozprawa doktorska lokuje się merytorycznie w dyscyplinie ekonomia. Procedura przyjmowania rozpraw doktorskich przewiduje konieczność uzasadnienia, że stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Autor wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej i posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W przypadku mgr. Tomasza Siemieniuka na powyższe pytania można udzielić bez wątpienia odpowiedzi twierdzącej.

Recenzowana praca zawiera duży wkład własny Autora w przeprowadzenie gruntownych badań literaturowych (zamieszczona bibliografia jest bogata i zawiera trzy publikacje Autora rozprawy – także jako współautora), który skutkuje prawidłowym i dogłębnym przedstawieniem opisywanego problemu. Autor udowodnia, że zna obszar wiedzy związanej z analizowaną tematyką badawczą, potrafi korzystać z metod naukowych i potrafi realizować cele postawione we wstępie do pracy, proponować nowe podejścia i uzasadniać ich praktyczną przydatność.

Przygotowanie pracy analizującej obfite dane giełdowe pod względem ich praktycznego wykorzystania do tworzenia nieliniowych mierników jakości działania przedsiębiorstwa oraz ich wykorzystania do prób przewidywania jego wyników ekonomicznych w najbliższej przyszłości nie jest zadaniem łatwym. Procesy te są bardzo zmienne i złożone, a praktyczna interpretacja wyników uzyskiwanych w wykorzystywanych procedurach jest bardzo utrudniona.

Szczęśliwie dla Autora, wieloletnie zajmowanie się tymi problemami skutkuje możliwością wykorzystania nabytej wcześniej wiedzy teoretycznej do stworzenia pewnego rodzaju

podstawy, która umożliwiła realizację tej rozprawy doktorskiej i próbę weryfikacji nawet nazbyt ambitnie postawionych celów.

Jako najważniejszy wkład własny Autora należy uznać:

- próbę całościowego opisu zagadnienia wyboru procedur i doboru konkretnych parametrów wykorzystujących narzędzia analizy nieliniowej do badania własności szeregów czasowych kursów akcji w celu określenia kondycji ekonomicznej spółek i ewentualnego ich zagrożenia upadłością,
- sformułowanie niezbędnych definicji, warunków oraz reguł, niezbędnych do modelowego opisu zagadnień, które charakteryzują fraktalne lub ewentualnie chaotyczne własności dynamicznych procesów zmian cen kursowych na GPW,
- przeprowadzenie szeregu praktycznych badań oddziaływania sytuacji ekonomicznej firm giełdowych na własności samopodobieństwa, stacjonarności, stopnia chaotyczności deterministycznej (a nie losowej), a więc także zakresu i możliwości prognostycznych szeregów czasowych ich akcji na GPW.
- wyciągnięcie praktycznych wniosków i sformułowanie konkretnych wskazówek interpretacyjnych dla badaczy oceniających stan i dynamikę zmian sytuacji ekonomicznej przedsiębiorstw i chcących przy tym wykorzystać także informacje ukryte w danych giełdowych. Te informacje, które dotychczas były niedostępne bez przeprowadzenia zaawansowanych analiz ich dynamiki nieliniowej.

4. Uwagi formalne i szczegółowe

Praca pod względem formalnym jest jedynie poprawna. Tekst jest dość zrozumiały i przejrzysty, jego układ jest czytelny. Rysunki, tabele i wzory (choć nie wszystkie są wyśrodkowane i rozmieszczone na osobnych stronach pracy) są ogólnie przejrzyste, ale niezbyt łatwe do interpretacji. Niestety trzeba zauważyć występującą w niektórych fragmentach pracy pewną nieporadność językową oraz braki lub nieprawidłowość stosowanej interpunkcji. Język jest często zbyt potoczny, za mało precyzyjny, występują powtórzenia wykorzystywanych sformułowań – co nie może charakteryzować rozpraw o charakterze naukowym. Pojawiają się także określenia obcojęzyczne (np. *nieliearny*) mające przecież od dawna polskie odpowiedniki, czyli *nieliniowy*. Ogólnie trzeba zauważyć, że całej pracy przydałaby się dokładniejsza analiza redakcyjna i edytorska.

Pojawiają się jednak uwagi ogólne, dotyczące metodyki samych badań naukowych, konstrukcji i zawartości poszczególnych rozdziałów pracy, a także kilka bardziej szczegółowych:

1. Występują pewne problemy z jasnym, precyzyjnym i zwięzłym określeniem przez Autora celów pracy oraz powiązań między nimi a stawianymi przez niego hipotezami. Są one często zbyt daleko idące i przez to nie można przyjąć, że zostały w pracy jednoznacznie potwierdzone. Autor wielokrotnie przyjmuje arbitralne wartości parametrów przy wykorzystywaniu narzędzi zaawansowanej analizy nieliniowej (często nie uzasadniając swego wyboru) i nie wspomina we wnioskach, że wybory te często powodują istotną zmianę wyników obliczeń zaprezentowanych mierników, a nawet mogą doprowadzić do całkowitej niemożliwości ich interpretacji, poprzez całkowicie nieprawidłową rekonstrukcję odtwarzanych układów dynamicznych (atraktorów). Powoduje to, że zbyt jednoznacznie postawione hipotezy nie mogą być w ogólnym przypadku zweryfikowane. Przecież nawet przy założeniu optymalnego doboru parametrów wierne odtworzenie cech pierwotnego układu ma w teorii własności jedynie asymptotyczne, czyli wymagałoby nieskończenie długich szeregów obserwacji ich stanów.
2. W swej pracy Autor w istocie podjął się więc zadania heroicznego, gdyż chciał osiągnąć jednocześnie zbyt wiele i zbyt wyśrubowanych celów. Cele te są poza tym zbyt niedookreślone, by mogły być osiągnięte w sposób zamierzony przez Autora. Jak wiadomo ilość nie zawsze idzie w parze z jakością, co częściowo niestety potwierdza się w tej rozprawie. Nie umniejsza to oczywiście dużych zasług Autora, które wymieniłem we wcześniejszej części recenzji.
3. Rozdział 1. *Kondycja ekonomiczna przedsiębiorstwa w wybranych teoriach ekonomicznych* wydaje się być zbyt rozbudowany (prawie 50 stron) jak na potrzeby tej pracy i w istocie sam mógłby stanowić bardzo interesujący temat rozprawy naukowej. W dodatku większość przytoczonych teorii i metod nie jest wykorzystywana później przez Autora w rozdziałach poświęconych badaniom empirycznym.
3. Bibliografia jest bardzo bogata i jej znajomość potwierdza bardzo dużą wiedzę Doktoranta w dziedzinie, którą się zajmuje, ale niestety w spisie literatury znajdują się również pozycje, które oczywiście dotyczą omawianych zagadnień i poszerzają temat, ale w żaden sposób nie są przywoływane w tekście rozprawy.
4. Wzory matematyczne, chociaż dosyć liczne, nie są zbyt czytelne i zrozumiale opisane, nie zawsze są wyśrodkowane. Autor niepotrzebnie zamknął je ramkach, ponadto niektóre zmienne są zapisane kursywą (co jest zalecane), a inne – nie.
5. Niektóre tabele są rozbite na dwie części (na dwóch kolejnych stronach), chociaż ich rozmiar do tego nie zmusza.

Inne, drobniejsze zastrzeżenia prześlę osobiście Autorowi w komentarzach do tekstu pierwotnego rozprawy, a bardziej ogólne pytania, które nasunęły mi się w trakcie lektury,

pozwolę sobie sformułować i przedstawić osobiście podczas przeznaczonej na to części publicznej obrony, aby nie zmuszać Doktoranta do zmagania się z nimi już teraz.

5. Wnioski końcowe

W ocenie końcowej pragnę stwierdzić, że pomimo pewnych, przedstawionych wcześniej uwag krytycznych, mgr Tomasz Siemieniuk w dobrym stylu podjął próbę rozwiązania trudnego problemu naukowego postawionego w pracy, korzystając przy tym z właściwie dobranych metod naukowych. Autor udowodnił, że zna badaną tematykę, prawidłowo wykorzystuje samodzielnie dobrane metody naukowe i potrafi formułować zadania badawcze oraz realizować je w ramach przedstawionej rozprawy. Potwierdza więc umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych jako jednego z warunków przyjęcia pracy doktorskiej.

Dlatego też wnoszę o dopuszczenie mgr. Tomasza Siemieniuka do kolejnego etapu przewodu, czyli do publicznej obrony rozprawy doktorskiej, gdyż uważam, że spełnia ona warunki stawiane przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytule naukowym w zakresie rozpraw doktorskich.

dr hab. Marek Nowiński, prof. UE we Wrocławiu