

Prof. dr hab. Magdalena Osińska  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania  
Katedra Ekonometrii i Statystyki

Toruń, dn. 19 marca 2018 r.

## **R E C E N Z J A**

**rozprawy doktorskiej Fatimah Mohammed Furaiji**

**na temat**

***„Application of Multi-Agent Based Simulation in Consumer Behaviour Modelling”***

**napisanej pod kierunkiem dr hab. Małgorzaty Łatuszyńskiej, prof. US**

**przy współdziałaniu promotora pomocniczego dr Agaty Wawrzyniak**

### **1. Uwagi ogólne o problemie badawczym, przedmiocie i celu pracy**

Zgodnie z art. 13 ust 1. Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki rozprawa doktorska powinna wykazywać oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz ogólną wiedzę teoretyczną, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Mając na uwadze treść powyższego przepisu prawnego należy ocenić rozprawę doktorską przede wszystkim pod względem oryginalności postawionego problemu, możliwości jego rozwiązania, a także obiektywizmu. Kwestia oryginalności problematyki badawczej obejmuje aktualność oraz doniosłość danego problemu dla poznania naukowego. Aby można było uznać dany problem badawczy za aktualny musi on obejmować elementy, które jeszcze nie doczekały się należytego wyjaśnienia, będące przedmiotem zainteresowania przedstawicieli nauki, czego wyrazem są np. dyskusje czy publikacje naukowe.

Biorąc powyższe pod uwagę należy podzielić pogląd Autorki wyrażony we wstępie, że zachowania konsumentów od samego początku stanowią wyzwanie dla badaczy zajmujących się problemami ekonomicznymi oraz, że symulacje wieloagentowe są użytecznym narzędziem poznawczym złożonych systemów decyzyjnych, do których z pewnością należą decyzje konsumenckie. Systemy wieloagentowe rozwinęły się jako nowe podejście do modelowania zjawisk społecznych na początku XXI w. Są one oparte na sztucznej inteligencji

i odnoszą się do tych systemów, w których pojawiają się interakcje między jednostkami, które do pewnego stopnia są autonomiczne. Zagadnieniom tym poświęcono w rozprawie rozdział II, w którym przedstawiono między innymi przegląd metod modelowania zachowań konsumenckich, sięgając do badań pochodzących z lat 60. i 70. ubiegłego stulecia, kiedy to metodyka badawcza i zakres posiadanych danych statystycznych nie pozwalały na formułowanie zbyt rozbudowanych systemów teoretycznych, w związku z czym polegano przede wszystkim na modelach. Jednak rozwój techniki i technologii obserwowany w ostatnich 20 latach spowodował nieporównywalny z niczym dotąd rozwój możliwości badawczych w tym prognostycznych, obejmujących techniki informatyczne, związane z gromadzeniem danych o zakupach, techniki społeczne wpływające na decyzje konsumenckie, techniki kognitywistyczne obejmujące badania nad mózgiem czy wreszcie techniki statystyczne związane z badaniem dużych zbiorów danych oraz szybki dostęp do przetworzonych informacji poprzez metody business intelligence. Spowodowało to dość dokładną identyfikację profili konsumenckich. Konsekwencją powyższych działań stał się wzrost możliwości oddziaływania na konsumentów nie tylko poprzez elementy stylu życia proponowane w środkach masowego przekazu czy też naśladownictwa tzw. celebrytów, ale także poprzez indywidualizację oferty oraz znaczące przyspieszenie oddziaływania na konsumentów znajdujących się w zasięgu danego sprzedawcy. Argumenty te wskazują dobitnie, że kwestie badania zachowań konsumentów w zmiennym otoczeniu, nie tylko nie straciły na aktualności lecz także stały się jeszcze bardziej fascynujące. Trzeba jednocześnie podkreślić, że dotychczas ukazały się liczne opracowania dotyczące analizy zachowań konsumentów np. za pomocą technik opartych na logice rozmytej, sieci neuronowych, drzew decyzyjnych czy algorytmów genetycznych, stanowiące bazę dla badań podjętych w ocenianej rozprawie doktorskiej. Tym samym autorka rozprawy Fatimah Furaiji przyznaje, że podjęta przez nią problematyka stanowi przedmiot badań naukowych, co więcej publikacje autorki wskazują na jej aktywny udział w naukowej dyskusji. Argumentem przemawiającym na rzecz oryginalności opracowania jest także przedstawiony w podrozdziale 3.3 zarys konceptualny modelu zachowania konsumenta, który następnie został zoperacjonalizowany w rozdziale IV, jak również zasięg badań obejmujący mieszkańców dwumilionowego miasta Basra znajdującego się w południowej części Iraku. Możliwość rozwiązania problemu badawczego trzeba oceniać z perspektywy: możliwości opracowania modelu zachowania konsumentów, dostępu do oprogramowania i jego wykorzystania oraz dostępu do informacji. Próbę opracowania modelu Fatimah Furaiji podjęła właśnie w omawianej rozprawie

doktorskiej, co więcej model ten został opracowany w określonym środowisku informatycznym. Pisząc o dostępie do informacji należy odnotować, że Doktorantka ustaliła zakres badania odnosząc się do rynku dóbr trwałego użytku (ściśle wyrobów elektrycznych) w irackim mieście Basra, przez co częściowo zdefiniowała zarówno profil konsumenta jak i dostęp do danych statystycznych, które miały charakter danych pierwotnych – zbieranych zarówno od konsumentów jak i od dostawców. Zatem odpowiedź na pytanie o możliwość i zasadność wykorzystania tych trzech elementów jest twierdząca, co w pełni przemawia na rzecz podjętej tematyki badawczej.

W pracy sformułowano cel badania oraz dwie hipotezy wokół których badania zostały skoncentrowane. Celem przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej jest opracowanie metodycznych podstaw analizy zachowania konsumentów z zastosowaniem symulacji wieloagentowej i teorii zbiorów przybliżonych oraz przeprowadzenie badań symulacyjnych z wykorzystaniem opracowanej metodyki. Cel ten należy uznać za ważny, ponieważ wpisuje się on w nurt współczesnych badań marketingowych, stwarza możliwości rozważenia różnych wariantów zachowań konsumentów oraz umożliwia podejmowanie decyzji zarządczych. Odnosząc się do hipotez, można dostrzec, że pierwsza z nich jest dość ogólna bowiem głosi, że symulacja wieloagentowa może być z powodzeniem stosowana jako metoda wspierania decyzji marketingowych. Druga hipoteza odnosi się do modelu zaproponowanego w pracy i przyjmuje, że wieloagentowy model symulacyjny pozwala na prognozowanie zachowania wielu konsumentów, ocenę jednoczesnego wpływu różnych czynników na zachowania konsumentów oraz testowanie alternatywnych strategii marketingowych dla dowolnego okresu (miesiąca, roku lub wielu lat). Zarówno cele pracy, jak i hipoteza badawcza zostały sformułowane trafnie i stanowią spójną podstawę opracowania metodyki służącej do oceny zachowań konsumenckich na rynku. Zatem, rozprawa doktorska Fatimah Furajji odnosi się do tematyki nie tylko aktualnej i ważnej, ale także bardzo potrzebnej zarówno dla teorii jak i praktyki gospodarczej w zakresie marketingu. Jednocześnie potwierdzam, że zarówno cel pracy jak i postawione hipotezy badawcze mają charakter naukowy i stanowią spójną całość.

Na podstawie sformułowanej powyżej oceny ogólnej przedmiotu, celu i treści pracy stwierdzam, że temat rozprawy doktorskiej został wybrany i sformułowany prawidłowo, przedmiot badań uważam za istotny dla nauki i praktyki, a ujęcie problemu stanowi wyodrębnione zadanie badawcze, odpowiadające wymogom rozprawy doktorskiej w dyscyplinie nauki o zarządzaniu.

## **2. Uwagi o konstrukcji i zawartości rozprawy**

Praca doktorska Fatimah Furaiji składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów oraz zakończenia. Ponadto załączony został spis literatury, trzy kwestionariusze ankiety, a także spisy tabel i wykresów. Praca została napisana w języku angielskim. Jak zaznaczyła Autorka, struktura taka jest konsekwencją przyjętej przez Nią procedury badawczej składającej się z następujących etapów:

- przeglądu metod modelowania zachowania konsumentów
- identyfikacji głównych czynników, które zostaną użyte do budowy modelu
- zdefiniowania reguł zachowania się konsumentów
- budowy modelu symulacyjnego zachowania konsumentów
- weryfikacja i walidacja modelu na podstawie wybranych studiów przypadków
- sformułowanie wniosków oraz określenie możliwych zastosowań modelu w praktyce.

Konstrukcja pracy jest zatem prawidłowa i służy realizacji celu oraz wspiera logikę przyjętego postępowania badawczego.

Zawartość poszczególnych rozdziałów jest zróżnicowana. Pierwszy rozdział dotyczy problematyki związanej z badaniem zachowania konsumentów. Wskazano w nim na czynniki wpływające na zachowania konsumentów a także etapy procesu zakupowego oraz podstawowe wzorce zachowania konsumentów. Rozdział ten ma charakter wstępny, nieco podręcznikowy, zaś zawarte w nim informacje mają charakter raczej znany. Z tego powodu rozdział ten oceniam jako najslabszy w całej pracy. Można było nawet z niego zrezygnować, a niektóre treści tylko przywołać na podstawie literatury lub przenieść do dalszych części (zwłaszcza rozdziałów II i III). W rozdziale drugim skoncentrowano się na problemach metodyki badań nad zachowaniem konsumentów. Najważniejszą część rozdziału stanowi krytyczny przegląd metod, które są używane do modelowania zachowania konsumentów. Omówiono w nim również przesłanki zastosowania symulacji wieloagentowej w analizie zachowania konsumentów wykazując przy tym szczególną przydatność tego podejścia w badaniach marketingowych. Rozdział ten we właściwy sposób wspiera dalszą część rozprawy. W rozdziale trzecim została przedstawiona szczegółowo proponowana procedura metodyczna wraz z opisem wykorzystywanych teorii, metod i technik, wśród których znalazły się: metoda ankietowa, teoria zbiorów przybliżonych, symulacja wieloagentowa oraz technika scenariuszy. Najważniejszy z punktu widzenia celu rozprawy jest podrozdział 3.3, w którym zaprezentowana została autorska koncepcja modelu wieloagentowego przygotowanego do badania zachowania konsumentów. Rozdział ten należy ocenić w pełni pozytywnie, ponieważ potwierdza kwalifikacje Doktorantki do formułowania nowych narzędzi badawczych.

Rozdział czwarty został w całości poświęcony omówieniu procesu budowy wieloagentowego modelu symulacyjnego na podstawie zaprezentowanej wcześniej koncepcji. Model ma charakter atrybutowy – zachowania konsumenta zależą od jego atrybutów wpływających na podejmowane przez niego decyzje. Do atrybutów konsumenta należą: wiek, wykształcenie, płeć, dochód, postawy psychologiczne (behawioralne) odzwierciedlające wpływ marketingu na konsumenta. Ze strony sprzedawcy najważniejsze informacje pochodzą z grupy technik marketingu mix. Model stanowić może bazę dla rozważania zróżnicowanych warunków brzegowych ustalonych przez konsumenta jak i sprzedawcy towaru. Jako studium przypadku przyjęto zachowanie się konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych. Dane empiryczne do budowy modelu zostały zebrane w mieście Basra w Iraku metodą ankietową, zarówno wśród klientów (976 ankiet, w tym 527 poprawnie wypełnionych) jak i sprzedawców urządzeń elektrycznych (50 ankiet, w tym 35 poprawnie wypełnionych).

Wykorzystanie teorii zbiorów przybliżonych pozwoliło na wygenerowanie i sprawdzenie reguł, jakimi kierują się oni podczas podejmowania decyzji zakupowych w odniesieniu do urządzeń elektrycznych. Z kolei analiza statystyczna zebranych danych pozwoliła na identyfikację wpływu elementów marketingu mix, czynników społecznych i psychologicznych na zachowania klientów. Wyniki przeprowadzonej analizy danych zostały wykorzystane jako dane wejściowe do modelu zachowania konsumentów. W rozdziale piątym na podstawie literatury przedmiotu zarysowano problematykę weryfikacji i walidacji modeli symulacyjnych oraz omówiono procedurę sprawdzania poprawności modelu zastosowaną w dysertacji. Ponadto, utworzony model posłużył jako podstawa przeprowadzonych badań symulacyjnych, które zrealizowano z użyciem pakietu symulacyjnego AnyLogic. Badania symulacyjne, omówione w rozdziale V, objęły eksperymenty odnoszące się do pięciu scenariuszy strategii marketingowych; (1) promocja z rabatem, (2) zwiększona liczba dostawców, (3) zwiększony obszar reklamy, (4) obniżona jakość produktu, (5) podwyższona jakość produktu. W badanym przypadku najlepszymi strategiami okazały się: zwiększenie liczby dostawców mających promocję rabatową oraz zwiększenie procentowego udziału produktów dobrej jakości na rynku. Wyniki badań zostały następnie poddane walidacji fasadowej z udziałem 10 ekspertów dziedzinowych, którzy odpowiedzieli pozytywnie na prośbę Doktorantki.

Postawione w pracy hipotezy badawcze zostały potwierdzone. Pierwsza hipoteza została potwierdzona zarówno poprzez porównanie jej z innymi metodami modelowania zachowań konsumenckich w rozdziale drugim, jak i wyniki badań empirycznych

zaprezentowane w rozdziale piątym. Druga hipoteza, będąca rozszerzeniem i uszczegółowieniem pierwszej hipotezy została potwierdzona w rozważaniach przedstawionych w rozdziałach czwartym i piątym. Potwierdzono zatem, że symulacja wieloagentowa jest przydatną metodą analizy zachowań konsumentów, umożliwiającą tworzenie rozbudowanych modeli z różnymi założeniami co do warunków brzegowych, pozwalającą na uwzględnienie dynamicznych zmian i złożoności otoczenia.

Ponadto w końcowej części rozdziału piątego przedstawiono możliwe kierunki zastosowania i rozwijania proponowanego podejścia, co pozytywnie świadczy o podejściu do badań samej Autorki jak i o potencjale analitycznym tematyki ocenianej rozprawy. Zakończenie pracy należy również ocenić pozytywnie. Zatem zawartość rozprawy, kolejność poszczególnych etapów badania oraz logikę wywodu oceniam pozytywnie.

### **3. Ocena cytowanej literatury oraz metodyki badawczej i zastosowanego środowiska informatycznego**

Spis literatury cytowanej w rozprawie obejmuje 259 pozycji obejmującej w przeważającej wielkości artykuły i książki wydane w ostatnich 20 latach, dotyczące problematyki poruszanej w pracy. Ponadto zawiera ona strony dostępu do oprogramowania AnyLogic oraz Basrah Governorate Profile wraz z datami dostępu. Zakres literatury można uznać za wystraszający dla realizacji celu rozprawy. Rozważając metodykę badań zastosowaną w pracy należy zwrócić uwagę na: studia literatury, rozbudowane badanie ankietowe polegające na uzyskaniu informacji od trzech rodzajów podmiotów – konsumentów, sprzedawców oraz ekspertów, statystyczny opis uzyskanych danych i pogłębioną analizę wariancji oraz analizę czynnikową. Ponadto do identyfikacji reguł zachowania się konsumentów wykorzystano teorię zbiorów przybliżonych z użyciem procedur działających w środowisku MATLAB R2010a, zaś do budowy modelu symulacyjnego - symulację wieloagentową z wykorzystaniem oprogramowania AnyLogic. W celu weryfikacji i walidacji modelu zastosowano metodę walidacji fasadowej z udziałem ekspertów dziedzinowych. Szczególne istotne znaczenie dla prawidłowości późniejszych wniosków mają: dobór próby oraz identyfikacja reguł zachowania się konsumentów. Fatimah Furajji zwraca uwagę na to, że konsumenci z miasta Basra traktowana ją przez nią w kategorii analizy przypadku. Z drugiej strony jednak miasto zostało podzielone dla celów badania na poszczególne dzielnice zamieszkałe przez różne grupy społeczne i zawodowe, zaś struktura respondentów jest dość zrównoważona pod względem atrybutów analizowanych w rozprawie. W ramach tej grupy zidentyfikowano 5

reguł określających zachowanie konsumentów, tj. zachowanie rutynowe ograniczone, zachowanie rutynowe, zachowanie ograniczone, zachowanie ograniczone ekstensywne i zachowanie ekstensywne, na które największy wpływ miały następujące czynniki: wiek, wykształcenie oraz poziom dochodu. Na tej podstawie można stwierdzić iż metodyka zastosowana w rozprawie jest złożona i wymaga umiejętności połączenia zróżnicowanego aparatu badawczego, co w pełni udało się w ocenianej rozprawie.

#### **4. Ocena wkładu doktorantki**

Omawiana praca doktorska ma istotne walory poznawcze, analityczne oraz aplikacyjne. Przeprowadzone badania są interesujące i mają istotne znaczenie dla zarządzania marketingowego na rynku produktów trwałego użytku.

Do najważniejszych dokonań Doktorantki zaliczyć należy:

- opracowanie uniwersalnej metodyki analizy zachowania konsumentów bazującej na symulacji wieloagentowej oraz teorii zbiorów przybliżonych;
- zaproponowanie autorskiej koncepcji modelu wieloagentowego do badania zachowania konsumentów;
- egzemplifikacja modelu dla rynku urządzeń elektrycznych na podstawie danych pochodzących z badań ankietowych przeprowadzonych na podstawie autorskich formularzy (dla klientów i sprzedawców);
- wyznaczenie reguł zachowania się konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych na potrzeby modelu wieloagentowego z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych;
- przeprowadzenie badań symulacyjnych na podstawie autorskich scenariuszy strategii marketingowych;
- zbadanie poprawności modelu z wykorzystaniem procedury opartej na walidacji fasadowej z udziałem ekspertów dziedzinowych na podstawie autorskiego formularza oceny modelu;
- zastosowanie omówionej procedury do analizy zachowań konsumentów pochodzących z irackiego miasta Basra, co samo w sobie stanowi interesujące studium przypadku.

## 5. Uwagi szczegółowe

Obowiązkiem recenzenta rozprawy doktorskiej jest wskazanie zauważonych nieścisłości, błędów czy też problemów dyskusyjnych. W ocenianej pracy nie ma wiele takich elementów. Należą do nich:

1. Rozdział I zawiera treści znane z podręczników, zatem w rozprawie mógłby zostać pominięty lub powinien zostać odpowiednio przeformułowany.
2. Str. 42 “Early work in the field was seen about 300 years ago yearly led by efforts from Nicholas Bernoulli, John von Neuman and Oskar Morgenstern (Richarne, 2001)” – ten fragment wymaga rewizji, niezależnie od tego co napisał autor cytowanego dzieła. Bernoulli oraz von Neuman i Morgenstern nie pochodzą z tej samej epoki.
3. na stronie 87 zamiast symbolu pojawił się kwadracik.
4. W tabeli 4.7 podano wartości współczynnika korelacji Pearsona, przy czym jedna ze zmiennych – “consumer behaviour” została przedstawiona w postaci 5 stopniowej skali Likerta. Metodologicznie bardziej poprawny byłby współczynnik Spearmana.
5. Warto byłoby postawić pytanie jaka część zakupów dokonywanych przez konsumentów na rynku urządzeń elektrycznych wynika z przesłanek racjonalnych a jaka z przesłanek behawioralnych. Czy odpowiedź na tak postawione pytanie jest możliwa w świetle przeprowadzonych badań? Wydaje się że tak, ponieważ zmienna „consumer behaviour” ma charakter zmiennej złożonej na podstawie wyników badań ankietowych, stąd poprzez odpowiednie rozdzielenie pytań uzyskanie takiej informacji wydaje się możliwe.
6. Model jest przydatny do analiz zachowań konsumenckich, co jest jego zaletą. Zabrakło nieco refleksji na temat jego słabszych stron.

Wymienione uwagi nie umniejszają ogólnej pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej na temat zastosowania symulacji wieloagentowej w modelowaniu zachowania konsumentów.

## 6. Ocena końcowa

Rozprawa doktorska pani Fatimah Mohammed Furaiji jest wartościowym studium potwierdzającym wiedzę i warsztat badawczy Doktorantki, pozwalającym na rozwiązywanie problemów badawczych w dziedzinie nauk ekonomicznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu. Praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z tym wnoszę do Rady Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania



Uniwersytetu Szczecińskiego o przyjęcie pracy doktorskiej i dopuszczenie Fatimah Furaiji do jej publicznej obrony.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'W. K.' followed by a long horizontal flourish.