



UNIWERSYTET
WARSZAWSKI

Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki
Instytut Matematyki Stosowanej i Mechaniki

Warszawa, 24 stycznia 2025r.

dr hab. Dominika Machowska
Zakład Biomatematyki i Teorii Gier
Instytut Matematyki Stosowanej i Mechaniki
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki
Uniwersytetu Warszawskiego
Banacha 2, 02-097 Warszawa

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: Różnorodność a ewolucja systemu ekonomicznego

Autor rozprawy: mgr Elżbieta Plis

Promotor rozprawy: dr hab. Agnieszka Lipieta, prof. UEK

Promotor pomocniczy: dr Fryderyk Falniowski

1 Opinia ogólna

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem mnie przez Radę Dyscypliny Naukowej Ekonomii i Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie w dniu 21 października 2024 roku do pełnienia funkcji recenzentki w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora nauk społecznych w dyscyplinie ekonomii i finansów pani mgr Elżbiety Plis. Celem recenzji jest ocena spełnienia przez rozprawę doktorską mgr Elżbiety Plis warunków określonych w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (t.j. Dz.U.2023 r., poz. 742, z późn. zm.).

2 Ocena merytoryczna

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej została sporządzona z uwzględnieniem następujących kryteriów:

1. znaczenie problematyki podjętej w recenzowanej rozprawie,
2. założenia badawcze: cele, pytania i hipotezy,
3. wykorzystana literatura przedmiotu,

4. struktura pracy,
5. szczegółowa ocena poszczególnych części rozprawy,
6. język oraz formalna strona rozprawy.

2.1 Znaczenie problematyki podjętej w recenzowanej rozprawie

Podjęta problematyka w przedstawionej rozprawie doktorskiej jest niezwykle istotna zarówno z perspektywy teoretycznej, jak i praktycznej. Po pierwsze, różnorodność systemów ekonomicznych oraz ich ewolucja stanowią centralne zagadnienia współczesnych badań ekonomicznych, które pozwalają na lepsze zrozumienie dynamiki innowacji, zmian strukturalnych oraz adaptacyjności gospodarki. Zdefiniowanie pojęcia różnorodności w kontekście systemów ekonomicznych oraz zastosowanie formalnych modeli opartych na matematycznych i ekonomicznych narzędziach pozwala wypełnić istotną lukę badawczą w literaturze przedmiotu.

Ponadto, rozwijane w rozprawie modele ewolucyjne oparte na teorii gier oraz układach dynamicznych umożliwiają precyzyjną analizę wpływu innowacji oraz twórczej destrukcji na różnorodność gospodarczą. Tego rodzaju badania dostarczają nie tylko narzędzi analitycznych do interpretacji zjawisk gospodarczych, ale także praktycznych wskazówek dla polityki gospodarczej, szczególnie w kontekście wspierania innowacyjności i zrównoważonego rozwoju.

Warto również podkreślić, że eksploracja związków pomiędzy różnorodnością systemów a ich ewolucją wpisuje się w szerszy nurt badań nad dynamiką gospodarczą, zapoczątkowany przez Josepha Schumpetera. Rozwinięcia teoretyczne przedstawione w pracy, w tym formalizacja pojęcia różnorodności oraz analiza jej wpływu na decyzje ekonomiczne, wnoszą wkład w rozwój omawianej dziedziny.

Konkluzja częściowa: Wybór tematyki jest istotny, w pełni odpowiadający wymaganiom problematyki badawczej pracy doktorskiej. Doktorantka trafnie zidentyfikowała lukę badawczą i zaproponowała oryginalne, naukowe rozwiązanie problemu.

2.2 Założenia badawcze: cele, pytania i hipotezy

Wstęp do recenzowanej rozprawy doktorskiej w sposób klarowny przedstawia dwa główne cele pracy, które wyznaczają jej kierunek badawczy i stanowią podstawę dla przeprowadzonych analiz:

1. uogólnienie definicji różnorodności zbioru zaproponowanej przez Nehringa i Puppego (2002) (N&P 2002) na różnorodność systemu ekonomicznego;
2. określenie wzajemnych zależności pomiędzy zmianą różnorodności systemu ekonomicznego a jego ewolucją.

Cele zaprezentowane w rozprawie odpowiadają standardom wymagany dla prac doktorskich w dziedzinie ekonomii, która – zgodnie z uchwałą Centralnej Komisji do spraw Stopni i Tytułów z 23 września 2003 r. – charakteryzuje się teoretycznym podejściem, ukierunkowanym na tworzenie uogólnień i identyfikację prawidłowości związanych z funkcjonowaniem gospodarki.

Autorka definiuje problem naukowy poprzez sformułowanie dwóch istotnych pytań badawczych:

1. Jak w toku ewolucji gospodarki zmienia się jej różnorodność?
2. Jak zmiana różnorodności gospodarki wpływa na jej ewolucję?

Doktorantka w ramach przeprowadzonego procesu badawczego na potrzeby swojej dysertacji doktorskiej formułuje trzy hipotezy badawcze:

- H1. Wprowadzenie innowacji jest warunkiem koniecznym i wystarczającym zwiększenia różnorodności systemu ekonomicznego.
- H2. Zmiana technologiczna, która polega na wycofaniu z użycia pewnej technologii, zmniejsza różnorodność systemu ekonomicznego.
- H3. Im większy przyrost różnorodności w systemie ekonomicznym powoduje wprowadzenie innowacji, tym większa skłonność producentów do jej wprowadzenia.

Hipotezy badawcze zostały, w mojej ocenie, sformułowane prawidłowo. Niemniej jednak, pomimo pozytywnej oceny ich treści, dostrzegam pewien niedostatek. Studia literaturowe powinny stanowić punkt wyjścia do formułowania hipotez badawczych, co jest powszechnie uznawanym standardem w pracach naukowych. W recenzowanej rozprawie doktorskiej brakuje jednak jednoznacznego powiązania sformułowanych hipotez z aktualnym stanem wiedzy w analizowanej dziedzinie.

Konkluzja częściowa: Metodologia zastosowana w recenzowanej rozprawie doktorskiej wyróżnia się spójnością i adekwatnością do postawionych celów badawczych. Autorka jasno zdefiniowała cele, które zostały skutecznie zrealizowane, a hipotezy cechują się precyzją i logiczną strukturą. Wykorzystanie podejścia aksjomatycznego oraz teorii gier ewolucyjnych pozwoliło na przeprowadzenie pogłębionej analizy dynamiki systemów ekonomicznych, szczególnie w kontekście innowacji i twórczej destrukcji. Autorski model gry schumpeterowskiej stanowi istotny wkład w literaturę przedmiotu. Chociaż brakuje pełnego uzasadnienia dla wyboru narzędzi badawczych i powiązania hipotez z aktualnym stanem wiedzy, metodologia skutecznie wspiera realizację celów i weryfikację hipotez.

2.3 Wykorzystana literatury przedmiotu

Wykaz bibliograficzny zamieszczony na końcu pracy obejmuje ponad 100 pozycji. Dobór literatury można ocenić jako trafny, a jej zakres jako różnorodny i obszerny, co świadczy o staranności autorki w opracowaniu teoretycznych podstaw rozprawy.

Konkluzja częściowa: Dobór literatury uważam za właściwy i pozytywnie go oceniam.

2.4 Struktura pracy

Struktura rozprawy doktorskiej została starannie zaplanowana, aby systematycznie przeprowadzić czytelnika przez kluczowe zagadnienia związane z różnorodnością i ewolucją systemów ekonomicznych. Praca składa się z czterech rozdziałów, które logicznie rozwijają analizowany problem badawczy, począwszy od wprowadzenia teoretycznego, przez modelowanie matematyczne, aż po szczegółowe analizy i wnioski.

Konkluzja częściowa: Praca charakteryzuje się odpowiednio zaplanowaną i spójną strukturą.

2.5 Szczegółowa ocena poszczególnych części rozprawy

Wstęp jest ogólny w swojej formie i obejmuje wszystkie istotne elementy typowe dla tego typu opracowań, takie jak określenie celu pracy, sformułowanie pytania badawczego, przedstawienie hipotez, a także opis zastosowanych metod badawczych. Brakuje jednak bardziej szczegółowego uzasadnienia wyboru tematu.

W rozdziale omówiono metodykę zastosowaną w pierwszej części pracy, koncentrując się na metodzie aksjomatycznej. Niemniej jednak, brak jest odniesienia do narzędzi teorii gier ewolucyjnych, które również odegrały istotną rolę w badaniach przeprowadzonych w dalszych częściach rozprawy. W pracy nie przedstawiono uzasadnienia dla wyboru dwóch odmiennych podejść metodologicznych, co rodzi pytania o ich wzajemne powiązania oraz zasadność takiego zestawienia w kontekście realizacji celów badawczych. Wyjaśnienie motywacji stojącej za zastosowaniem tych narzędzi, jak również wskazanie ich komplementarności lub konieczności użycia w różnych etapach analizy, mogłoby istotnie wzbogacić część metodologiczną pracy, nadając jej większą spójność i przejrzystość.

Rozdział 1. (*Geneza pojęcia różnorodności jako elementu modelu ekonomicznego*) przedstawia rozwój koncepcji różnorodności w kontekście badań ekonomicznych. Omówiono w nim podstawowe aspekty tego pojęcia, skupiając się na najczęściej wykorzystywanych definicjach różnorodności w odniesieniu do abstrakcyjnych zbiorów obiektów. Dodatkowo zaprezentowano obszary zastosowań tej koncepcji we współczesnych analizach ekonomicznych, podkreślając jej znaczenie w modelowaniu i interpretacji zjawisk gospodarczych.

Rozdział 2. (*Różnorodność systemu ekonomicznego ze skończoną liczbą producentów i konsumentów*) rozpoczyna się od przypomnienia kluczowych elementów dotyczących różnorodności zbioru, które pochodzą z pracy N&P 2002. Na stronie 28 Autorka wykazała w Stwierdzeniu 2.3, że funkcja d zdefiniowana w równaniu (2.7) jest pseudo-metryką, a przy dodatkowym założeniu również metryką. Niestety, nie wyjaśniła, dlaczego ta własność jest istotna. Ponadto, Autorka nie zamieściła informacji, że te własności zostały zasygnalizowane (bez dowodu) w pracy N&P 2002. Na stronie 43 Autorka zauważyła, że funkcja różnorodności jest monotoniczna i submodularna. Brakuje jednak choćby zasygnalizowania, dlaczego te własności są istotne oraz w jaki sposób będą wykorzystywane w dalszej części pracy.

W kolejnym podrozdziale precyzyjnie zdefiniowano system ekonomiczny w oparciu o model Arrowa-Debreu. Opis modelu, choć odtwórczy, został przygotowany z należytą starannością. Następnie, dla tak zdefiniowanego systemu ekonomicznego, Doktorantka, opierając się na swojej pracy opublikowanej w CEJEME, zaproponowała formalny opis transformacji systemu ekonomicznego.

Najważniejsze wyniki zostały umieszczone w podrozdziale 2.3. Autorka dostosowała definicję funkcji różnorodności, zaproponowaną w pracy N&P 2002, do opisanego w poprzednich podrozdziałach systemu ekonomicznego (definicja 2.18 na str. 43) i na jej podstawie podała definicję różnorodności ekonomii ze skończoną liczbą podmiotów (def. 2.19 na str. 44).

W rozdziale tym zrealizowano pierwszy cel recenzowanej pracy, polegający na rozszerzeniu definicji różnorodności zbioru na różnorodność systemu ekonomicznego. Bardzo interesujące wydaje się naświetlenie głównej idei tej definicji zamieszczonej na stronie 45. Jedyńm mankamentem tej części jest brak klamry spinającej otrzymane wyniki z dotychczasową literaturą opisaną w rozdziale 1. Brakuje wyraźnego uwypuklenia, w jaki

sposób przedstawione wyniki odnoszą się do wcześniej omówionych koncepcji i teorii.

Rozdział 3. (*Wpływ zmian ewolucyjnych na różnorodność systemu ekonomicznego ze skończoną liczbą podmiotów*) koncentruje się na analizie zmian ewolucyjnych w systemie ekonomicznym o skończonej liczbie podmiotów, przy wykorzystaniu koncepcji różnorodności systemu ekonomicznego, zdefiniowanej w Rozdziale 2.

Wynikiem kluczowym podrozdziału 3.1 jest Spostrzeżenie 3.1 (str. 49), które przedstawia warunek konieczny dla wzrostu różnorodności systemu ekonomicznego. Jest to wynik zaprezentowany w artykule Autorki opublikowanym w CEJEME (Pliś 2020). Istotne jest również Spostrzeżenie 3.4 na stronie 52, w którym scharakteryzowano transformacje systemu prowadzące do wzrostu różnorodności systemu ekonomicznego. Niestety, brak jest dowodu tego wyniku, a także jakiegokolwiek uzasadnienia dla sformułowanej tezy. Choć stwierdzenie to jest ważne, zostało zaprezentowane bez komentarza ze strony Autorki. W tej części rozprawy dokonano weryfikacji hipotezy H1, która została potwierdzona.

Kolejnym istotnym spostrzeżeniem jest Spostrzeżenie 3.6 na stronie 53, w którym Doktorantka określa warunki, przy których v -twórcza destrukcja prowadzi do wzrostu różnorodności systemu ekonomicznego. Niestety, także w tym przypadku to kluczowe stwierdzenie pozostaje bez dowodu oraz odpowiedniego komentarza.

Podrozdział 3.2 dotyczy hurwiczowskich mechanizmów ekonomicznych. W tej części rozprawy zmiany ewolucyjne zachodzące w systemie ekonomicznym zostały zamodelowane za pomocą mechanizmu hurwiczowskiego. Istotnym rezultatem tej części pracy jest Twierdzenie 3.1 (str. 58), w którym (a właściwie w jego dowodzie) skonstruowano odwzorowanie określające dynamiczny mechanizm hurwiczowski. W tej części pracy podano także przykład mechanizmów v -twórczej destrukcji, które prowadzą do wzrostu różnorodności systemu ekonomicznego (por. Wniosek 3.7 na stronie 60 oraz Wniosek 3.8 na stronie 61).

Następnie w rozprawie analizowane są mechanizmy eko-innowacyjne zaproponowane w artykule Autorki i prof. Lipiety, opublikowanym w Journal of Evolutionary Economics. W tej części skonstruowano eko-mechanizm twórczej destrukcji, który prowadzi do wzrostu różnorodności systemu ekonomicznego (por. Wniosek 3.9 na stronie 64).

Powyższe wyniki umożliwiły Autorce skuteczne odrzucenie hipotezy badawczej H2.

Rozdział 4. (*Różnorodność w modelu gry schumpeterowskiej*) koncentruje się na badaniu wpływu zwiększania różnorodności w systemie ekonomicznym, wynikającego z wprowadzania innowacji, na decyzje producentów dotyczące ich zaangażowania w procesy innowacyjne.

W podrozdziale 4.1 omówiono najważniejsze własności gier ewolucyjnych. Choć ta część jest w dużej mierze odtwórcza, została przygotowana z należytą starannością. Jedyną uwagą jest fakt, iż Doktorantka powołuje się na wyniki (tj. definicja 4.5, str. 70) opublikowane w czasopiśmie „Games”, które należy do grupy wydawniczej MDPI. Wydawnictwa te, ogólnie znane z niskiej jakości publikowanych wyników, należy unikać jako źródła, a powoływanie się na nie może wpłynąć negatywnie na odbiór pracy.

W podrozdziale 4.2 Doktorantka zdefiniowała funkcję różnorodności w przestrzeni towarów, zakładając nieprzeliczalną liczbę konsumentów. Niestety, zabrakło tutaj pełnej elegancji wywodu, ponieważ nie zdefiniowano różnorodności systemu ekonomicznego dla nieprzeliczalnej liczby podmiotów ekonomicznych, co mogłoby uzupełnić przedstawioną analizę.

W podrozdziale 4.3 Doktorantka zaprezentowała grę schumpeterowską jako grę populacyjną, badając jej liczne własności. Uważam, że ta część rozprawy jest bardzo interesująca i wnosi istotny wkład do literatury przedmiotu. Zachęcam Autorkę do podjęcia wysiłku opublikowania wyników uzyskanych w tej części pracy w renomowanym czasopiśmie naukowym, po poprawieniu pewnych mankamentów. Najważniejsze wyniki tej części obejmują Wniosek 4.5, w którym Doktorantka przedstawia warunki, jakie muszą być spełnione, aby gra populacyjna była grą schumpeterowską, czyli by podmioty ekonomiczne wybierały różne strategie. Zostało również pokazane, że każda gra schumpeterowska charakteryzuje się występowaniem globalnie ewolucyjnie stabilnego stanu populacji (por. Wniosek 4.3, str. 80). Komentarz po tej uwadze 4.3 na stronie 94 jest niezwykle interesujący i ważny, wnosi wiele do ogólnego zrozumienia wyborów producentów. Kolejne istotne wyniki dotyczą rozkładu innowatorów i imitatorów w populacji w zależności od kosztów i zysków, które zostały przedstawione na stronie 97. Wniosek 4.7 na stronie 101, który stanowi odpowiedź na hipotezę H3, także zasługuje na uwagę.

Jednym z istotnych niedociągnięć tego rozdziału jest brak odniesienia do dotychczasowej literatury przedmiotu. Byłoby warto przynajmniej porównać zaproponowaną grę do gry omawianej przez Andersen (2007), chociaż nie sądzę, by była to jedyna publikacja zajmująca się tym zagadnieniem. Jeśli rzeczywiście jest to unikalne podejście, zachęcam do opublikowania wyników. Dodatkowo, uwaga 4.2 na stronie 94 wydaje się być oczywistą implikacją warunku (4.45), dlatego jej umieszczanie może być zbędne. Podobnie, uwaga 4.3 wydaje się zbędna.

Podsumowując, rozdział wnosi istotne wkłady do analizy gier schumpeterowskich w kontekście ekonomii ewolucyjnej, jednak wymaga dalszych odniesień do istniejącej literatury oraz eliminacji niektórych powtórzeń.

Braki, zastrzeżenia i pytania problemowe: Głównym mankamentem recenzowanej pracy jest ograniczone odniesienie do istniejącej literatury przedmiotu. W związku z powyższymi uwagami, po zapoznaniu się z dysertacją, podczas publicznej obrony Doktorantka może rozwiązać moje wątpliwości poprzez odpowiedzi na poniższe pytania:

1. W jaki sposób hipotezy badawcze sformułowane w rozprawie odnoszą się do aktualnego stanu wiedzy w analizowanej dziedzinie? Jakie konkretne elementy studiów literaturowych stanowiły podstawę ich wyprowadzenia?
2. W jaki sposób wyniki dotyczące rozszerzenia definicji różnorodności na system ekonomiczny wpisują się w koncepcje i teorie omówione w rozdziale 1? W jaki sposób uzyskane rezultaty nawiązują do wcześniej przedstawionych badań oraz w jakim stopniu je rozwijają lub uzupełniają?
3. Jakie są główne powiązania między teorią gier ewolucyjnych a ekonomią ewolucyjną w dotychczasowej literaturze? W jaki sposób zastosowanie teorii gier ewolucyjnych w pracy wnosi nowe perspektywy do tego obszaru badań? Punktem wyjścia do odpowiedzi może być artykuł Hodgsona i Huanga: *Evolutionary game theory and evolutionary economics: are they different species?* opublikowany w *J.Evol. Econ* w 2012.
4. Jakie kluczowe modele schumpeterowskie powiązane z teorią gier ewolucyjnych zostały opisane w literaturze przedmiotu? W jaki sposób badania rozwijają lub uzupełniają istniejące modele? Punktem wyjścia do odpowiedzi może być praca Andersena z 2007 roku.

Konkluzja cząstkowa: Pod względem merytorycznym rozprawa doktorska zasługuje na pozytywną ocenę. Zgłoszone uwagi szczegółowe dotyczące poszczególnych rozdziałów nie wpływają na ogólnie pozytywną ocenę całości pracy, która charakteryzuje się solidnym podejściem badawczym i spójnością w realizacji założonych celów.

2.6 Język i formalna strona rozprawy

Pod względem językowym i formalnym recenzowana rozprawa doktorska zasługuje na pozytywną ocenę. Jak w każdym tego typu opracowaniu, także w pracy przedstawionej przez mgr. E. Pliś można zauważyć pewne usterki redakcyjno-techniczne oraz niedociągnięcia edytorskie. Z perspektywy edytorskiej w pracy występuje kilka uwag. Po pierwsze, zauważalne są drobne błędy językowe, takie jak stosowanie wielkiej litery w zwrotach typu: „w Twierdzeniu 1”, „na Wniosek 3” itp. Choć taki zapis jest zgodny z zasadami języka angielskiego, w języku polskim powinno się stosować zapis z małą literą: „twierdzenie 1”, „wniosek 3” itd. Oddzielna numeracja wniosków, spostrzeżeń oraz twierdzeń utrudnia śledzenie treści rozprawy, co może wpływać na jej czytelność i spójność. W dowodzie spostrzeżenia 3.1 na stronie 49 pojawił się symbole $P(t)$, $P'(t')$, mimo że do tego momentu (a także później) nie wystąpiły żadne podobne symbole. Wnioski 3.2 i 3.3, zamieszczone na stronie 50, są tożsame. Redakcja spostrzeżenia 3.2, komentarza po nim oraz spostrzeżenia 3.3 jest niedbała i wpływa negatywnie na jasność przekazu, utrudniając zrozumienie istoty omawianego problemu.

Konkluzja cząstkowa: Pod względem redakcyjnym i językowym, jak również w zakresie poprawności stosowania zasad dotyczących odsyłaczy bibliograficznych, rozprawa została przygotowana na dobrym poziomie.

3 Wnioski i konkluzja końcowa

Recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr Elżbiety Pliś stanowi interesujące i wartościowe opracowanie o znaczących walorach merytorycznych, szczególnie w kontekście poznawczym. Autorka wykazała się wysokim poziomem rzetelności naukowej, łącząc rygorystyczne podejście matematyczne z wnikliwą analizą problematyki ekonomicznej, co zasługuje na szczególne uznanie. Praca świadczy o dogłębnym zrozumieniu zarówno teoretycznych podstaw analizowanych zagadnień, jak i ich zastosowań w modelowaniu zjawisk gospodarczych.

Rozprawa spełnia kryteria ustawowe określone w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (t.j. Dz.U.2023 r., poz. 742, z późn. zm.), co uzasadniam następującymi argumentami:

- Wykorzystanie podejścia aksjomatycznego oraz teorii gier ewolucyjnych pozwoliło na przeprowadzenie pogłębionej analizy dynamiki systemów ekonomicznych, szczególnie w kontekście innowacji i twórczej destrukcji. Autorski model gry schumpeterowskiej stanowi istotny wkład w literaturę przedmiotu.
- Praca wykazuje wszechstronną wiedzę teoretyczną autorki w obszarze ekonomii i finansów, ze szczególnym uwzględnieniem ekonomii wzrostu gospodarczego.

- Rozprawa potwierdza umiejętność autorki w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Na szczególne podkreślenie zasługuje solidny warsztat metodologiczny oraz umiejętność stosowania zaawansowanych narzędzi analitycznych.

Podsumowując, uważam, że rozprawa doktorska mgr Elżbiety Plis pt. „Różnorodność a ewolucja systemu ekonomicznego” spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim i wnosi istotny wkład do badań w dyscyplinie ekonomia i finanse. Na tej podstawie rekomenduję Radzie Dyscypliny Ekonomia i Finanse Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie dopuszczenie pracy do publicznej obrony.