

Prof. dr hab. inż. Kesra Nermend
Katedry Metod Wspomagania Decyzji
i Neuronauki Poznawczej
Instytut Zarządzania
Uniwersytet Szczeciński

Szczecin, 31.08. 2023

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. ANNY LABIJAK-KOWALSKIEJ

PT. „New Direction in Robust Data Envelopment Analysis” napisanej pod kierunkiem dr hab. inż. Miłosza Kadzińskiego, prof. PP.

Recenzja została opracowana na wniosek Dziekana Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej i Przewodniczącego Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Prof. dr. hab. inż. Andrzeja Jaskiewicza z dnia 30 czerwca 2023 roku. Odnosi się do rozprawy napisanej przez mgr inż. Annę Labijak-Kowalską pod kierunkiem dr hab. inż. Miłosza Kadzińskiego, prof. PP w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej *informatyka techniczna i telekomunikacja*. Podstawą recenzji rozprawy jest cykl sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych dotyczących analizy efektywności jednostek decyzyjnych, opublikowanych w prestiżowych międzynarodowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym: Omega, Energies, Expert Systems with Applications, International Transactions in Operational Research, Applied Sciences, Operational Research. Jeden dodatkowy został złożony także do uznanego czasopisma Socio-Economic Planning Sciences i jest w trakcie recenzji. Ponadto, Doktorantka dołączyła do dokumentacji syntetyczny opis (wraz ze streszczeniem w języku polskim) najważniejszych walorów swojej rozprawy w postaci krótkich rozdziałów z bibliografią podsumowujących najważniejsze osiągnięcia. Zawarte w dokumentacji deklaracje pokazujące wkład poszczególnych współautorów w przygotowanie przedstawionych publikacji pozwala określić istotny wkład Autorki w powstanie każdego z siedmiu artykułów.

Recenzję napisano w celu oceny kwestii, czy rozprawa spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami)¹. Obejmuje ona punkty: Problem badawczy i jego znaczenie, Wkład autorki, Poprawność, Wiedza kandydatki, Inne uwagi oraz Podsumowanie.

¹ <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20180001668>

1. Problem badawczy i jego znaczenie

W mojej opinii temat podjęty w recenzji jest bardzo ważny i wciąż aktualny. Metoda DEA (Data Envelopment Analysis) jest stosowana do analizy efektywności granicznej w wielu gałęziach gospodarki, takich jak instytucje finansowe, rolnictwo, edukacja, zdrowie, jednostki samorządu terytorialnego, itp. Stąd problematyka dotycząca badania aspektów teoretycznych i praktycznych w celu rozwoju metody DEA jest słuszna. Tematykę, którą zajmuje się Doktorantka, można zaliczyć do obszaru współczesnych badań operacyjnych. Metoda, jaką się zajmuje, jest ważna i omawiana przez badaczy na wielu konferencjach naukowych. Punktem wyjścia do tych badań są prace twórców metody A. Charnesa, W.W. Cooper, E. Rodos (1978), którzy opracowali podejście metodyczne do rozwiązywania problemów związanych z występowaniem wielu nakładów i wielu efektów. Jest to rozwinięcie koncepcji efektywności Debreu (1951) i Farrela (1957) zakładającej, iż miarą produktywności (efektywności w sensie technicznym/technologicznym) jest iloraz pojedynczego wyniku (efektu) i pojedynczego nakładu. Metoda DEA jest ciągle rozwijana przez naukowców ze względu na szerokie jej zastosowanie do badania efektywności podejmowanych decyzji w wielu codziennych działaniach. W tym kontekście stwierdzam, że podjęta w pracy tematyka dotyka zagadnień niezmiennie aktualnych i ważnych. Uważam również, że Doktorantka przedstawiła bardzo interesującą propozycję analizy odporności rozwiązań, tj. wpływu niepewności pojawiających się przy rozwiązywaniu problemu decyzyjnego na stabilność wypracowanej rekomendacji. Podobna ocena dotyczy propozycji rodziny metod, które dostarczają różnych rezultatów (przy czym różnorodność ta wynika z dokładności wyników lub analizowanej perspektywy). Autorka rozważyła również problemy, w których oceny są nieprecyzyjne, zaś nakłady i efekty mają strukturę hierarchiczną. Niezaprzeczalnym walorem pracy jest kompleksowość opracowanych rozwiązań. Nowatorstwo pracy polega przede wszystkim na jej wkładzie metodologicznym. Opisane podejścia rozwiązują istotny problem w granicznej analizie danych i przeciwdziałają licznym wadom tradycyjnych metod. Mogą więc stanowić istotne wsparcie dla użytkowników lub decydentów, mierzących się z problematyką analizy efektywności. Rozważane w rozprawie zagadnienia mają zatem istotne znaczenie zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i zastosowań praktycznych.

2. Wkład autorki

Tytuł rozprawy doktorskiej jest zgodny z obszarami badawczymi jakie są poruszane w przedstawionych do oceny cyklu publikacji. Czasopisma, w których je opublikowano, posiadają indeksy CiteScore oraz Impact Factor na poziomie: Omega (13.8 CiteScore, 6.9 Impact Factor), Energies (5.5 CiteScore, 3.2 Impact Factor), Expert Systems with Applications (12.6 CiteScore, 8.5 Impact Factor), International Transactions in Operational Research (3.1 Impact Factor), Applied Sciences (4.5 CiteScore, 2.7 Impact Factor), Operational Research (2.7 Impact

Factor), Socio-Economic Planning Sciences (7.7 CiteScore, 6.1 Impact Factor). Łączna wartość IF wynosi 33.2, CiteScore dla pięciu publikacji 44.1, a sumaryczna liczba punktów przyznana przez MNiSW to 790. Taka wysoka wartość indeksów IF i CiteScore oraz liczba punktów świadczy o tym, że badania zostały właściwie zaplanowane - tym samym reprezentują wysoki poziom naukowy, co zostało pozytywnie ocenione przez recenzentów tych czasopism. Wszystkie przedstawione do oceny artykuły są publikowane we współautorstwie. W autoreferacie, przed prezentacją każdego artykułu, w oświadczeniach współautorów jest określony znaczny wkład Doktorantki w tych pracach. Potwierdza to ważną Jej rolę w opracowaniu i analizie wyników uzyskanych w badaniach oraz przygotowaniu tekstu do publikacji. Wkład Autorki można przedstawić w następujących obszarach badawczych:

- Problem skali, jaki występuje w modelu addytywnym, Doktorantka rozwiązała przez wprowadzenie nowego modelu efektywności, tj. modelu addytywnego opartego na funkcjach wartości (ang. Value-based additive DEA - VDEA), który czerpie inspirację z wieloatrybutowej teorii użyteczności. Ponadto, wprowadziła możliwość uwzględnienia informacji preferencyjnej w modelu, co pozwala na ograniczenie przestrzeni dopuszczalnych wektorów wag.
- W opracowaniu został przedstawiony spójny zestaw metod, które pozwalają na badanie odporności jednostek decyzyjnych w oparciu o pełen zakres wektorów wag, dla dwóch różnych modeli efektywności: ilorazowego oraz opartego na funkcjach wartości.
- Zaprezentowano stochastyczne metody analizy odporności, pozwalające na obliczenie indeksów akceptowalności (tj. estymowanych rozmiarów przestrzeni dopuszczalnych parametrów) dla miary efektywności, pozycji w rankingu oraz relacji preferencji. W tym celu, w odpowiedni sposób wykorzystano symulacje Monte Carlo oraz algorytm z rodziny Hit-And-Run i zaadoptowano je do specyfiki różnych modeli efektywności. Probabilistyczne indeksy akceptowalności stanowią ważne uzupełnienie wyników skrajnych, koniecznych i możliwych. Świadczy to o kompleksowym charakterze zaproponowanej metodologii.
- Zaproponowano modele programowania liniowego pozwalające na wyznaczenie tych skrajnych pozycji oraz ocenę danej jednostki pod względem pozycji, którą zajmuje w rankingu efektywności.
- Dokonano eksperymentalnego porównania istniejących i nowych metod porządkowania jednostek decyzyjnych pod względem zgodności zwracanych przez nie wyników.

- Przedstawiono teoretyczne własności dotyczące związków między dokładnymi i stochastycznymi wynikami analizy odporności.
- Stworzono oprogramowanie do realizacji dokładnej oraz stochastycznej analizy odporności (w języku R), w ramach międzynarodowego projektu *Decision Deck*. Umożliwia ono wykorzystanie ilorazowego lub addytywnego modelu efektywności. Implementacje tych modeli wymagały zaawansowanych umiejętności matematycznych, a także umiejętności interpretacji wyników w kontekście stabilności wyników.
- Dokonano analizy rzeczywistych problemów, spośród których najważniejsze dotyczyły zrównoważonego rozwoju dostaw energii oraz pracy lekarzy na oddziale ratunkowym. Zostały one zrealizowane we współpracy z naukowcami z ETH Zurich, Paul Scherrer Institut, Szpitala Elisabeth Bruyere w Ottawie oraz Telfer School of Management.

W każdym z wymienionych powyżej obszarów badań wkład autorki jest bardzo znaczący. Precyzyjnie omawia ona nowe podejścia oraz starannie definiuje problem badawczy, który jest fundamentalny z punktu widzenia wspomagania użytkowników, stosujących metody analizy efektywności. Rozprawa dowodzi, że wykorzystanie metod analizy odporności pozwala na bardziej dogłębną, a w konsekwencji bardziej świadomą analizę problemów decyzyjnych. Należy raz jeszcze zaznaczyć, że wyniki badań zostały opublikowane w prestiżowych międzynarodowych czasopismach naukowych, co dodatkowo podkreśla ich wartość. Łączna liczba cytowań wg Google Scholar na dzień 30 sierpnia 2023 roku dla sześciu opublikowanych prac wynosi 67, a ich rozpoznawalność w środowisku naukowym rośnie z każdym rokiem.

3. Poprawność

Przedstawiona do recenzji rozprawa ma charakter metodyczny, liczy 322 stron i zawiera obszerne podsumowanie dotychczasowego dorobku w języku angielskim. Są dołączone również kopie siedmiu publikacji. Podsumowanie składa się z pięciu rozdziałów. W rozdziale pierwszym przedstawiono podstawowe pojęcia dotyczące analizy efektywności i umotywowano nowe metody. W rozdziale drugim dokonano przeglądu istniejących metod związanych z tematyką rozprawy. W rozdziale trzecim opisano metody analizy odporności, a w czwartym – przedstawiono ich rozszerzenia. Piąty rozdział stanowi podsumowanie osiągnięć i zarysowuje kierunki dalszych badań.

Rozprawa uzupełniona została spisem literatury, który zawiera podstawowe pozycje z literatury przedmiotu (tj. książki i artykuły).

Praca została przygotowana bardzo starannie. Jej układ jest logiczny i spójny. Zaprezentowane treści są poprawne pod względem językowym i metodologicznym. W

podsumowaniu w sposób skrótowy omówiono wyniki, które są zaprezentowane w artykułach naukowych.

Wszystkie te artykuły były przedmiotem rygorystycznych recenzji naukowych. Są one obszernie, ponieważ zakres prezentowanych osiągnięć jest bardzo szeroki. Przedstawienie nowych metod ma staranny charakter. Przykładowo, modele programowania matematycznego są szczegółowo omówione, a rola każdego ograniczenia wprost wytłumaczona. Rozważania teoretyczne są poparte przykładami i omówieniem wyników dla rzeczywistych problemów, co zwiększa jasność i klarowność przekazu. Jakość języka angielskiego jest we wszystkich siedmiu pracach na bardzo wysokim poziomie.

Po przeczytaniu rozprawy moje zainteresowanie budzą następujące zagadnienia, które nie znalazły satysfakcjonującego rozwiązania w jej treści:

- Jak duże są problemy, które można rozwiązywać z wykorzystaniem zaproponowanych metod? Przykładowo, obliczenie skrajnych pozycji w rankingu wymaga wykorzystania zmiennych binarnych, których liczba zależy od wielkości analizowanego zbioru jednostek decyzyjnych. Czy współcześnie dostępne solvery implikują ograniczenia co do wielkości takiego zbioru?
- Na czym polega trudność w adaptacji metod obsługujących hierarchiczną strukturę czynników do wykorzystania modelu ilorazowego? W rozprawie przedstawiono metody dla modelu addytywnego, ale nie dla najbardziej popularnego modelu, w którym efektywność zdefiniowana jest jako iloraz wirtualnego wyjścia do wirtualnego wejścia.
- Dobrym zwyczajem w pracach naukowych jest przedstawienie celu i tezy pracy w sposób jasny dla czytelnika, natomiast w recenzowanej pracy tego nie mogłem znaleźć - jedynie można było domyślać się jaki jest cel rozprawy.

Pragnę podkreślić, że w mojej opinii wymienione uchybienia w żaden sposób nie zmniejszają wartości merytorycznej recenzowanej pracy.

4. Wiedza kandydatki

Rozprawa doktorska dowodzi wysokiej wiedzy Autorki. Potrafi ona precyzyjnie zdefiniować problem badawczy, syntetycznie umotywić nowe metody oraz przejrzysto zaprezentować wyniki badań. Sprawność posługiwania się metodami programowania matematycznego oraz algorytmami do realizacji symulacji Monte Carlo, a także zdolność realizacji rozległych eksperymentów obliczeniowych potwierdzają, że autorka posiada odpowiednią wiedzę w dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*. Nowe metody powstały głównie dzięki umiejętności łączenia różnych dyscyplin badań operacyjnych. Co istotne, rozprawa dowodzi także umiejętności łączenia wiedzy z różnych dyscyplin, ponieważ wiedza informatyczna łączy się w

niej z zagadnieniami z zakresu ekonomii, transportu, medycyny czy energetyki. Jest to szczególnie istotne w dobie, gdy interdyscyplinarność badań zyskuje na znaczeniu.

5. Inne uwagi²

W mojej opinii badany problem jest ważny z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia. Rozprawę cechuje kompleksowość podejścia do tematyki analizy efektywności. Otrzymane wyniki mają wysoki potencjał praktyczny. Aspekt aplikacyjny pracy jest wyraźnie zarysowany nie tylko przez rozważanie w rozprawie rzeczywistych problemów, ale i rozwój otwartego oprogramowania, które pozwala na wykorzystanie osiągnięć Autorki przez innych naukowców.

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinię zaprezentowaną w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami)³ moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak X)

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE


B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zdecydowanie TAK	Raczej TAK	Trudno powiedzieć	Raczej NIE	Zdecydowanie NIE

Uwzględniając interesującą tematykę rozprawy, zaprezentowane w niej wyniki badań, będące na wysokim poziomie naukowym w obszarze teoretycznym i praktycznych zastosowań, a także umiejętność łączenia różnych dyscyplin naukowych z osiągnięciami informatyki technicznej rekomenduję **wyróżnienie** rozprawy doktorskiej.


Podpis

² Opcjonalnie

³ <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190000276>