

Dr hab. inż. Stanisław Stanek, Prof. AWL

Wrocław, 7 lipca 2023

Wydział Zarządzania

Akademia Wojsk Lądowych im. Gen. Tadeusza Kościuszki

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**mgr Izabeli Rudek**

**„Modele decyzyjne w planowaniu wykorzystania taboru kolejowego z uwzględnieniem przeglądów i napraw okresowych”.**

**Promotorzy:**

**Dr hab. Paweł Hanczar, prof. UEW**

**Dr inż. Daniel Paluszczyszyn (De Montfort University,  
Leicester, UK)**

### **I. Informacje wprowadzające.**

#### **Podstawa formalna recenzji.**

Recenzja została przygotowana na wniosek Pani Dziekan Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu – pismo Pani dr hab. Estery Piwoni-Krzeszowskiej, prof. UEW z dnia 2 lutego 2023 roku, zgodnie z umową o dzieło NR DZ-8.0250.301.5.2023. Uchwałą Rady Wydziału Zarządzania, Informatyki i Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu z dnia 18.04.2019 r. ww. praca doktorska została zakwalifikowana do uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk ekonomicznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu. Przy opracowaniu recenzji kierowano się także opisem wymogów jakie spełniać powinna rozprawa doktorska, zawartych w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14 marca 2003 r. (Dz. U. 2017 poz. 1789) W szczególności art. 13. 1. stanowi „Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub

*artystycznego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej”.*

### **Ogólna charakterystyka pracy.**

Przedłożona do niniejszej recenzji praca doktorska posiada przewidzianą przez prawo formę pracy pisemnej. Została przygotowana w języku polskim. Liczy 138 stron zawierających po około 40 wersów. Spis treści (str. 1) jest w miarę zrównoważony (późniejsze rozdziały są bardziej rozbudowane, co naturalnie wynika z dążenia autorki do coraz bardziej szczegółowego obrazowania konkretnych rozwiązań – prezentowania przykładów oraz algorytmów). Na stronie drugiej zestawiono krótki wykaz podstawowych definicji i skrótów. Zasadniczą narrację pomieszczono na kolejnych 126 stronach (str. 3-128). Dalej (str. 129-138) znajduje się bibliografia – 193 pozycje. Przeważa literatura w języku angielskim. Wszystkie wymienione publikacje są ściśle powiązane z tematem pracy, dobór literatury należy uznać za właściwy. Treść pracy jest dokumentowana poprzez rysunki (39), tabele (22) oraz algorytmy (8) zapisane z wykorzystaniem pseudokodu.

## **II. Problem naukowy oraz jego rozwiązanie.**

### **Temat rozprawy.**

Temat rozprawy jest zarówno aktualny i istotny dla dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości, jak również adekwatny względem treści pracy. Wymaga jednak dookreślenia, które autorka wprowadziła na stronie 10-tej „... model decyzyjny jest rozpatrywany jako połączenie teoretycznego odwzorowania problemu rzeczywistego w formie modelu matematycznego wraz z metodą rozwiązania tegoż problemu w postaci algorytmu optymalizacji” oraz obrazowała na Rysunkach 3, 3.1. Zauważmy, że sformułowanie to nie jest w pełni zgodne z potocznym

*Janek*

rozumieniem terminu model decyzyjny<sup>1</sup>. Do sformułowania tematu pracy odniosę się jeszcze w uwagach polemicznych.

### **Stan praktyki oraz wiedzy, luka badawcza.**

W dwóch pierwszych rozdziałach autorka przedstawiła analizę stanu praktyki oraz wiedzy w obszarze transportu kolejowego, ukierunkowaną zgodnie z przyjętym tematem dysertacji doktorskiej. W wyniku tej analizy odkryta została luka badawcza. Transport kolejowy jest oceniany jako zrównoważony, niezawodny i bezpieczny oraz promowany. Polska utrzymuje się w grupie liderów pod względem ilości ładunków przewożonych transportem kolejowym oraz liczebności floty kolejowej dla przewozów pasażerskich. Jednocześnie stan eksploatowanych pojazdów kolejowych obniża poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego, dokumentacja dotycząca eksploatacji pojazdów jest często prowadzona w sposób nierzetelny, procesy podejmowania decyzji w zakresie zarządzania taboru kolejowym nie są właściwie wspomagane. Wymienione okoliczności wskazują, między innymi, na znaczenie problematyki podejmowanej w pracy doktorskiej w nawiązaniu do potrzeb praktyki gospodarczej.

Przeprowadzona w pracy rozległa analiza bibliometryczna pokazuje, że tematyka planowania eksploatacji taboru kolejowego nie jest dostatecznie zbadana. Planowanie przeglądów i napraw okresowych dla jednostek taboru jest często pomijane w literaturze przedmiotu, niewiele jest dedykowanych modeli dla utrzymania tego taboru.

### **Elementy metodyki badawczej.**

We wstępie autorka sformułowała następujący cel pracy.

*„Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie modeli decyzyjnych bazujących na metodach badań operacyjnych wspomagających planowanie eksploatacji taboru kolejowego przy uwzględnieniu przeglądów i napraw okresowych.”*

---

<sup>1</sup> Por. np. Wikipedia.

Cel pracy jest precyzyjny oraz przedstawia istotę pracy. Hipoteza główna stanowi, że:

*„Przy zastosowaniu metod badań operacyjnych można zwiększyć techniczną dostępność pojazdów w przedsiębiorstwie kolejowym poprzez opracowanie modeli decyzyjnych planowania eksploatacji taboru kolejowego z uwzględnieniem wielopoziomowych przeglądów*

W nawiązaniu do hipotezy głównej sformułowano również hipotezy szczegółowe:

*„H1: Problem planowania eksploatacji taboru kolejowego przy uwzględnieniu wielopoziomowych przeglądów i napraw okresowych należy do klasy problemów NP-trudnych.*

*H2: Możliwe jest skonstruowanie algorytmów dokładnych dla modeli decyzyjnych planowania eksploatacji taboru kolejowego z uwzględnieniem wielopoziomowych przeglądów i napraw okresowych, które dostarczają rozwiązania optymalne dla małych instancji problemu.*

*H3: Możliwe jest skonstruowanie algorytmów heurystycznych i metaheurystycznych dla modeli decyzyjnych planowania eksploatacji taboru kolejowego z uwzględnieniem wielopoziomowych przeglądów i napraw okresowych, które pozwalają na uzyskanie rozwiązań dążących do optimum dla dużych instancji problemu w czasie wielomianowym.”*

Tak sformułowane hipotezy szczegółowe stanowią narzędzie do weryfikacji hipotezy głównej.

### **Procedura badawcza**

Zrealizowany proces badawczy obejmuje szereg aktywności istotnych z punktu widzenia wkładu autorki w zakresie zarówno teorii jak i zastosowań w obszarze wspomagania decyzji dotyczących planowania wykorzystania taboru kolejowego z uwzględnieniem przeglądów i napraw okresowych. W pierwszym rzędzie należy tutaj wymienić wzmiankowane wcześniej, rozległe, adekwatnie zwizualizowane badanie stanu wiedzy (state of art). Przeszukano cztery bazy danych: ScienceDirect, Scopus, Springer, Web of Science. Przy użyciu adekwatnie sformułowanych kwerend udało się odkryć prawidłowości

*Stanch*

pomieszczone w tabelach 2.1, 2.2 oraz zwizualizowane na rys. 2.2-2.8. Prawidłowości te zostały również starannie omówionych w rozdziale 2. W nawiązaniu do problemu rzeczywistego, jaki wyłonił się w wyniku badania stanu praktyki i wiedzy oraz w odpowiedzi na zidentyfikowaną lukę badawczą został sformułowany model matematyczny oznaczany jako RMAO (Railway Maintenance Activity Optimalization) obejmujący zbiór zmiennych decyzyjnych, matematycznych zależności występujących między tymi zmiennymi, zbiór ograniczeń, a także kryteria optymalizacji. Oznaczenia przyjęte dla tego modelu zostały zestawione w tabeli 3.1. Model matematyczny optymalizacji odwzorowuje w sposób uproszczony problem rzeczywisty. Zgodnie z procedurami badań operacyjnych, po sformułowaniu modelu optymalizacji autorka podjęła wyzwanie określenia jego złożoności obliczeniowej. Dowodzi, że model ten jest NP-trudny co oznacza, że jego dokładne rozwiązanie jest możliwe jedynie dla małych instancji. Dla większych instancji zalecane jest wykorzystanie algorytmów przybliżonych. Wykazuje bardzo dobrą znajomość problematyki algorytmów optymalizacji. Projektuje i realizuje zaawansowane eksperymenty badawcze w przedsiębiorstwie transportu kolejowego, w których udowodniona zostaje możliwość konstrukcji zarówno algorytmów dokładnych dla małych instancji, jak również możliwość konstrukcji algorytmów heurystycznych i metaheurystycznych dla dużych instancji, przy czym równocześnie dających wyniki nieznacznie jedynie gorsze niż algorytmy dokładne w przypadku małych instancji, jednakże realizujących obliczenia w czasie wielomianowym (H2, H3). Należy dodać, że

- projekt algorytmów dokładnych bazował na metodach: przeglądu zupełnego (Algorytm 1, str. 65) oraz podziału i ograniczeń (Algorytm 2, str. 70),

Janek

- projekt heurystyk bazował na metodach: Balance Heuristic (Algorytm 3, str. 72), Balance Mileage to Maintenance Heuristics (Algorytm 4, str. 73) oraz NEH (Algorytm 5, str. 74),
- zaś projekt metaheurystyk na metodzie symulowanego wyżarzania (Algorytm 6, str. 78) oraz metodzie algorytmu genetycznego (algorytm 7, str. 79).

Tą część pracy oceniam bardzo wysoko, wymagała ona wykorzystania najnowszej zaawansowanej wiedzy dotyczącej algorytmów optymalizacji, konstrukcji narzędzi informatycznych, umiejętności twardych i miękkich związanych z pracami projektowo wdrożeniowymi w przedsiębiorstwie, umiejętności posługiwania się notacją matematyczną oraz ogromnego nakładu pracy autorki. Przyznaję, że weryfikacja tej części pracy, którą realizowałem z wielką przyjemnością, zajęła mi dużo czasu oraz była przyczyną opóźnienia w oddaniu mojej recenzji, za co w tym miejscu przepraszam.

### **Zawartość rozprawy**

Opis zawartości rozprawy został szczegółowo przedstawiony w końcowej części wprowadzenia. Aby go nie powielać, odsyłam Czytelnika do przejrzania wskazanego fragmentu.

### **III. Polemika**

#### **Uwagi polemiczne**

Wracając do tematu pracy uważam, że specyficzna definicja modelu decyzyjnego utrudnia zrozumienie pracy oraz jest nieadekwatna. Proponuję zmianę tematu pracy. Sugeruję drobną modyfikację dla przykładu „Model decyzyjny optymalizacji w planowaniu wykorzystania taboru kolejowego z uwzględnieniem przeglądów i napraw okresowych”. Wydaje mi się ponadto, że model matematyczny ma „zaszytą” problematykę optymalizacji, co oceniam pozytywnie -

*Gandh*

rozważania są bardziej konkretne. Być może należałoby to uwidocznic w temacie pracy.

Brak jest wykazu: tabel, rysunków oraz algorytmów. Źródła nie są w sposób konsekwentny wskazywane. Autorka przyjęła zapewne zasadę, że informacja o źródle zostaje umieszczona jedynie w przypadku reprodukcji (np. rysunek 1).

We wprowadzeniu autorka formułuje hipotezy pracy które później formalnie udowadnia. Wydaje mi się, że bardziej adekwatne byłoby tutaj określenie tezy pracy. Hipotezy się weryfikuje.

Sformułowanie „Modele decyzyjne w planowaniu” w temacie pracy dotyka dynamicznie rozwijającego się podobszaru w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości, jakim jest wspomaganie decyzji menadżerskich. W podobszarze tym coraz lepiej dostrzegamy ograniczenia na jakie napotyka obecnie podejście systemowe oparte na badaniach operacyjnych również w kontekście funkcji planowania, w szczególności długookresowego. Wyłaniają się nowe propozycje takie jak miękkie podejście systemowe, podejście inkrementalne w planowaniu długookresowym, koncepcja meta-design, adaptive case management, koncepcja krótkowzroczności strategicznej menadżerów i wynikające z niej rekomendacje dla menadżerów, teoria czarnego łabędzia. Mając na uwadze wysoki poziom merytoryczny pracy wydaje mi się, że niezbędne byłoby odniesienie się autorki pracy do tych obserwacji w nawiązaniu do aktualnej praktyki gospodarczej.

Edycja pracy została przeprowadzona starannie, autorka posługuje się poprawnym słownictwem, wykorzystuje terminologię w sposób profesjonalny. Mając na uwadze doskonalenie języka proponowałbym zamianę zdań wielokrotnie złożonych na krótkie proste np. zdania:

- „Brak regularnych przeglądów ...” na stronie 6,

- „Rozwiązanie jest wybierane na podstawie ...” na stronie 11,
- „W proponowanych modelach nie uwzględniono ...” na stronie 45.

#### **Pytania do Doktorantki.**

- (1) Jaka jest uniwersalność zaproponowanych w pracy rozwiązań na przykład w zakresie
  - ich wykorzystania, po pewnych modyfikacjach, dla innych gałęzi transportu,
  - innych niż tabor kolejowy środków technicznych,
  - lub nawet nie związanych z transportem innych obszarów praktyki gospodarczej?
- (2) Czy w obszarze planowania wykorzystania taboru kolejowego we współczesnym przedsiębiorstwie transportowym widoczny jest problem określenia specyfikacji wymagań dla długiego okresu czasu oraz jakie są możliwości i ograniczenia w zakresie wprowadzenia modeli nadążnych lub innych rozwiązań łagodzących ten problem?
- (3) Jakie są możliwości oraz proponowane ewentualne kierunki rozwoju przedstawionych w pracy doktorskiej badań?

#### **Podsumowanie**

Przedstawione uwagi polemiczne nie podważają wysokiej oceny procedowanej pracy doktorskiej. Mają na celu lepsze zrozumienie jej wyników oraz udoskonalenie ewentualnej ich publikacji.

#### **IV. Ocena końcowa**

##### **Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej Kandydatki**

Autorka wykazała rozległą wiedzę umożliwiającą jej pełne zrozumienie aktualnego stanu wiedzy oraz wnoszenie wkładu własnego w rozważanym obszarze badań.



## **Konkluzja**

W świetle wyżej sformułowanych uwag cząstkowych oraz ocen stwierdza się, że przedłożona przez Panią mgr Izabelę Rudek praca doktorska spełnia wymogi określone prawem oraz rekomenduje się jej dopuszczenie do dalszych etapów w przewodzie doktorskim. Ponadto zaleca się jej opublikowanie po ewentualnym wniesieniu przez autorkę stosownych zmian i rozszerzeń.

## **Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej**

Przedkładam Wysokiej Radzie Naukowej Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu wniosek o wyróżnienie Rozprawy Doktorskiej Pani mgr Izabeli Rudek stosowną nagrodą w nawiązanie do jej wysokiego poziomu merytorycznego oraz wkładu jaki ta praca wnosi do problematyki planowania wykorzystania taboru kolejowego poprzez adekwatne uwzględnienie przeglądów i napraw okresowych zgodnie z potrzebami praktyki. Przedstawione badania są oryginalne i rzetelnie sprawdzone, bazują na rozległej analizie stanu wiedzy oraz wykorzystują aktualną wiedzę w obszarze badań operacyjnych, w szczególności dotyczącą algorytmów optymalizacji, w tym problematyki złożoności obliczeniowej. Posiadają wyraźny charakter aplikacyjny w nawiązaniu do przeprowadzonych przez autorkę eksperymentów badawczych w przodującym przedsiębiorstwie transportu kolejowego.

Pani mgr Izabela Rudek wykazała w swojej pracy doktorskiej interdyscyplinarną wiedzę umożliwiającą jej pełne zrozumienie oraz rozwijanie aktualnego stanu badań, systematyczność przy dokumentowaniu, formułowaniu oraz edycji pracy doktorskiej. Uzyskała dofinansowanie ze środków NCN w ramach realizacji projektu Preludium pt. *„Nowe metody decyzyjne wspomagające planowanie wykorzystania taboru kolejowego uwzględniające przeglądy i naprawy okresowe”* (nr

2019/33/N/HS4/02605), którym kierowała. Opublikowała fragmenty przedstawionych w pracy badań w trzech publikacjach o zasięgu międzynarodowym.

Stanisław Jand