

Rzeszów, 14.02.2024 r.

Dr hab. inż. Katarzyna Pietrucha-Urbanik, prof. PRz  
Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków  
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury  
Politechnika Rzeszowska  
al. Powstańców Warszawy 6  
35-959 Rzeszów

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr Beaty Magryty-Mut  
pt. *OPTYMALIZACJA KOSZTÓW EKSPLOATACJI ZŁOŻONYCH,  
WIELOSTANOWYCH, STARZEJĄCYCH SIĘ SYSTEMÓW TECHNICZNYCH*  
wykonanej w Instytucie Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w  
Warszawie  
pod kierunkiem Promotora, Profesora Instytutu Badań Systemowych Polskiej  
Akademii Nauk, dr hab. inż. Jacka Malinowskiego**

### **1. Podstawa prawna opracowania**

Formalną podstawą przygotowania recenzji jest pismo zastępcy dyrektora ds. Naukowych Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie dr hab. inż. Jana W. Owsieńskiego z dnia 29 grudnia 2023 roku informujące, iż uchwałą nr BA3-0004-5/23 z dnia 8 grudnia 2023 r. Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych PAN powołuje moją osobę na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Beaty Magryty-Mut.

Pani mgr Beata Magryta-Mut zatrudniona jest na Uniwersytecie Morskim w Gdyni.

Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora zostało wszczęte przez Radę Naukową IBS PAN w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Merytoryczną podstawą opracowania jest rozprawa doktorska w formie oprawionego manuskryptu składającego się z 96 stron tekstu podstawowego.

Recenzja została wykonana w oparciu o kryteria określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2017 r. poz. 1668 z późn. zm.).

## **2. Charakterystyka rozprawy**

### **2.1. Ogólna charakterystyka pracy**

Struktura rozprawy doktorskiej mgr Beaty Magryty-Mut obejmuje 96 stron, podzielona jest na 8 podstawowych rozdziałów. Pracę uzupełnia wykaz literatury obejmujący 65 pozycji w tym 2 strony internetowe. Wszystkie publikacje naukowe są opublikowane w języku angielskim. Literatura zawiera 7 współautorskich oraz 4 samodzielne publikacje. Praca zawiera 32 rysunki.

Oceniana rozprawa posiada następujący układ:

- przedmowę (rozdział 1) obejmującą wprowadzenie, stan zagadnienia oraz zarys rozprawy doktorskiej,
- modelowanie kosztów eksploatacji systemu (rozdział 2),
- część praktyczną dotyczącą analizy kosztów przykładowych rzeczywistych złożonych systemów technicznych (rozdział 3),
- optymalizację kosztów eksploatacji złożonego systemu technicznego (rozdział 4),
- procedury optymalizacji kosztu eksploatacji systemu (rozdział 5),
- analizę kosztów eksploatacji systemu optymalizacji jego bezpieczeństwa (rozdział 6),
- procedury łącznej optymalizacji kosztu eksploatacji i bezpieczeństwa systemu (rozdział 7),
- podsumowanie (rozdział 8)  
oraz literaturę.

Stwierdzam, iż układ rozprawy doktorskiej jest poprawny.

### **2.2. Problem naukowy rozprawy**

W rozprawie przedstawiono analizę kosztowych modeli eksploatacji złożonego, wielostanowego, starzejącego się systemu technicznego, zmieniającego w czasie eksploatacji strukturę funkcjonalną oraz strukturę bezpieczeństwa, co znajduje odzwierciedlenie w tytule oraz treści rozprawy doktorskiej.

Celem pracy jest modelowanie i optymalizacja kosztów eksploatacji złożonych wielostanowych, starzejących się systemów technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem praktycznego wykorzystania wprowadzonych modeli do usprawnienia działania rzeczywistych systemów transportu portowego i morskiego.

Przedstawione własne podejście do modelowania kosztów eksploatacji złożonego systemu jest istotne w kwestii usprawnienia działania rzeczywistych systemów transportu portowego i morskiego.

Autorka rozprawy doktorskiej określiła parametry bezpieczeństwa i koszty elementów systemu w różnych warunkach eksploatacyjnych. Zastosowano modele oraz liniowe programowanie do optymalizacji kosztów eksploatacji i bezpieczeństwa, co obejmowało minimalizację kosztów eksploatacji i maksymalizację bezpieczeństwa systemu.

Optymalizacja kosztów dotyczyła zarówno minimalizacji całkowitych kosztów w określonym czasie, jak i w podzbiorze stanów bezpieczeństwa powyżej stanu krytycznego. Wykorzystano optymalne prawdopodobieństwa stanów eksploatacyjnych, regulując czas ich trwania.

Alternatywną metodę łączonej optymalizacji kosztów i bezpieczeństwa Autorka inicjuje od zwiększenia maksymalnego poziomu bezpieczeństwa systemu. Autorka rozprawy w ten sposób najpierw skupiła się na maksymalizacji bezpieczeństwa, po czym, bazując na założeniu optymalnego poziomu bezpieczeństwa, określiła koszty eksploatacji.

Prezentowane modele i procedury optymalizacyjne dotyczące bezpieczeństwa i kosztów użytkowania zostały zaimplementowane do analizy infrastruktury krytycznej, na przykładzie portowej baz paliw oraz systemu technicznego promu morskiego. Analizy kosztów eksploatacji i bezpieczeństwa dla tych systemów oparto na szczegółowych danych statystycznych dotyczących ich eksploatacji oraz estymacjach kosztów i parametrów bezpieczeństwa ich elementów, uzyskanych bezpośrednio od ich operatorów. Głównym wyzwaniem w praktycznym wykorzystaniu tych modeli było zdobycie precyzyjnych danych statystycznych od użytkowników tych infrastruktur, które są niezbędne do oceny kosztów użytkowania i parametrów bezpieczeństwa.

Opracowane modele mogą posłużyć operatorom infrastruktur krytycznych do poprawy ich bezpieczeństwa oraz optymalizacji kosztów eksploatacyjnych. Zaproponowane nowe metody wsparte przez liczne źródła literatury naukowej, otwierają nowe perspektywy dla efektywnego zarządzania. W przyszłości należałoby rozszerzyć zakres badań o analizę wpływu czynników zewnętrznych, takich jak warunki pogodowe, na działanie i koszty eksploatacji tych systemów. Takie rozwiązania poprzez włączenie wielokryterialnych modeli i algorytmów ewolucyjnych umożliwiają jednoczesne uwzględnienie różnych, często sprzecznych, celów, co jest kluczowe w sytuacjach wymagających zbalansowanego podejścia do rozwiązywania problemów w rozwoju metod optymalizacji.

W niniejszej rozprawie naukowej przedstawiono procedury optymalizacyjne, które znajdują zastosowanie w redukcji kosztów eksploatacji złożonych systemów technicznych oraz infrastruktur o znaczeniu krytycznym, przy jednoczesnym wzroście ich bezpieczeństwa oraz odporności na procesy eksploatacyjne. Działania te przyczyniają się do zwiększenia efektywności funkcjonowania wspomnianych systemów.

Ze względu na istotność zagadnienia, uważam, że podejmowana tematyka przez mgr Beatę Magryty-Mut ma duże znaczenie zarówno w modelowaniu i optymalizacji kosztów eksploatacji złożonych wielostanowych, starzejących się systemów technicznych z uwzględnieniem zmieniających się w czasie ich stanów eksploatacyjnych i stanów bezpieczeństwa. Podjęta przez Doktorantkę tematyka pracy jest aktualna i spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim.

Wykazany zakres pracy oraz przeprowadzone analizy doprowadziły do osiągnięcia założonego celu.

Zastosowane podejście do modelowania kosztów eksploatacji systemu poprzedzone analizą literatury jest odpowiednio dobrane do celu rozprawy doktorskiej.

Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jak również prezentuje unikalne rozwiązanie modelowania i optymalizacji kosztów eksploatacji starzejących się systemów technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem praktycznego wykorzystania wprowadzonych modeli do usprawnienia działania rzeczywistych systemów transportu portowego i morskiego.

Patrząc na pracę całościowo stwierdzam, że Autorka posiada wiedzę teoretyczną, jak i praktyczną związaną z tematyką niniejszej rozprawy.

Proszę, aby Autorka odniosła się do następujących pytań:

Jaka była główna motywacja do opracowania nowych modeli optymalizacyjnych kosztów eksploatacji i bezpieczeństwa dla złożonych systemów technicznych oraz infrastruktur krytycznych?

Na jakiej podstawie dokonano wyboru portowej bazy paliw i systemu technicznego promu morskiego jako obiektów badań? Jakie były kluczowe wnioski z ich analizy?

W jaki sposób proponowane modele i procedury mogą być dostosowane lub rozszerzone do optymalizacji innych rodzajów złożonych systemów technicznych i infrastruktur krytycznych? Czy może Pani podać przykłady potencjalnych aplikacji?

Czy może Pani szczegółowo przedstawić, jak wpływ oddziaływań zewnętrznych, został uwzględniony we wskaźnikach bezpieczeństwa? Jakie są potencjalne konsekwencje tych wpływów na efektywność optymalizacji?

Jakie procedury oraz kryteria selekcji zostały przyjęte przy doborze ekspertów współpracujących przy realizacji badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej, aby zapewnić obiektywność wniosków dotyczących analizowanych złożonych systemów technicznych oraz infrastruktury krytycznych?

Jakie są główne ograniczenia zastosowanych modeli optymalizacyjnych i jakie propozycje ma Pani w zakresie przyszłych badań, aby te ograniczenia przezwyciężyć lub zminimalizować ich wpływ na wyniki optymalizacji?

W kontekście wyników badań, jakie są główne zalecenia dla operatorów i zarządców infrastruktury krytycznych w zakresie stosowania przedstawionych modeli do poprawy efektywności operacyjnej i bezpieczeństwa ich systemów? Jakie rozwiązania zaproponowałyby Pani użytkownikom badanych systemów na podstawie przeprowadzonych badań naukowych?

Proszę wskazać szczegółowe kierunki dalszych badań w temacie rozprawy doktorskiej.

### **3. Wniosek końcowy**

W mojej opinii, mgr Beata Magryty-Mut dobrze opanowała techniki badawcze, jak również ma zdolność do skutecznego planowania i realizowania prac badawczych, które prowadzą do uzyskania rzetelnych wyników oraz osiągnięcia określonych celów naukowych i praktycznych.

Przedłożona w celu recenzji dysertacja doktorska pt.: Optymalizacja kosztów eksploatacji złożonych, wielostanowych, starzejących się systemów technicznych zrealizowana przez mgr Beatę Magryty-Mut, której opiekunem naukowym jest Profesor Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk, dr hab. inż. Jacka Malinowskiego spełnia wymagania zawarte w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2017 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Jednocześnie wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w Warszawie o dopuszczenie mgr Beata Magryty-Mut do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

