

Dr hab. inż. Elżbieta RADZISZEWSKA-ZIELINA, prof. PK  
Politechnika Krakowska  
Wydział Inżynierii Lądowej  
31-155, Kraków, ul. Warszawska 24  
tel.: 12 628 21 26  
e-mail: elzbieta.radziszewska-zielina@pk.edu.pl

Kraków, dnia 07.09.2020r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Tomczaka  
pt. "METODA HARMONIZACJI WYKONANIA PROCESÓW WIELOOBIEKTOWEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA  
BUDOWLANEGO"  
wykonanej na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na prośbę przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport, Pana Profesora Wojciecha Franusa, sformułowanej w piśmie z dnia 15 lipca 2020 roku.

### 2. Układ i treść rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michała Tomczaka pt. "Metoda harmonizacji wykonania procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego".

Promotorem rozprawy jest profesor uczelni, dr hab. inż. Piotr Jaśkowski, a promotorem pomocniczym dr inż. Robert Bucoń.

Opiniowana rozprawa doktorska obejmuje łącznie 191 stron, w tym spis treści, literaturę, streszczenie w języku polskim i angielskim, rysunki i tabele. W końcowej części pracy znajdują się załączniki umieszczone na dołączonej płytce.

Rozprawa została podzielona na siedem rozdziałów.

W początkowej części rozprawy przedstawiono definicje 12 pojęć stosowanych w pracy. W rozdziale pierwszym stanowiącym wstęp do pracy odniesiono się do większości z tych pojęć.

W rozdziale drugim poprawnie sformułowano problem naukowy, tezę pracy a także przedstawiono cel i zakres pracy.

„Celem rozprawy jest opracowanie metody harmonizacji wykonania procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego w warunkach deterministycznych, umożliwiającej redukcję cyklu budowy poszczególnych obiektów i czasu realizacji całego przedsięwzięcia wieloobiektowego oraz przerw w pracy.”

Sformułowano następującą tezę: „jest możliwe opracowanie metody harmonizacji wykonania niejednorodnych procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego w warunkach deterministycznych umożliwiającej minimalizację czasu realizacji przedsięwzięcia i obiektów budowlanych oraz przerw w pracy z uwzględnieniem preferencji decydenta co do istotności tych celów optymalizacji harmonogramu budowy.”

Na schemacie (rys. 2.1) zaprezentowano metodykę badań oraz wykorzystywane w pracy narzędzia i metody.

W rozdziale trzecim przeprowadzono analizę stanu badań w zakresie harmonogramowania przedsięwzięć budowlanych. Przegląd literatury jest bardzo obszerny, zajmuje 39 stron pracy, zawiera metodykę badań literaturowych, analizę statystyczną oraz taksonomię wyłonionych publikacji. Analiza jest przeprowadzona prawidłowo i dogłębnie, co zasługuje na uznanie, ponieważ dzięki temu możliwa jest prawidłowa diagnoza braków i potrzeb w temacie badań, w szczególności w zakresie opracowania systemu wspomagania harmonizacji wykonania procesów przedsięwzięć wieloobektowych uwzględniającego preferencje decydenta oraz kryteria minimalizacji: czasu wykonania przedsięwzięcia, przerw w pracy brygad, czasu wykonania obiektów budowlanych.

W rozdziale czwartym zaprezentowano wyniki badania ankietowego, przeprowadzonego wśród siedemdziesięciu czterech osób pełniących funkcje kierownicze w przedsiębiorstwach budowlanych, dotyczącego procesu doboru kryteriów oceny harmonogramów budowlanych. Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych potwierdziły trafność wyboru przyjętej tematyki rozprawy doktorskiej. Pozwoliły ponadto na rozpoznanie preferencji osób należących do kadry kierowniczej budów oraz na opracowanie w dalszej części dysertacji wymagań niezbędnych przy budowie systemu wspomagającego harmonizację wykonania procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego, na przyjęcie odpowiednich ograniczeń i założeń modelu.

Rozdział piąty pracy zawiera opis i charakterystykę opracowanej metody harmonizacji wykonania procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego. Autor przedstawił identyfikację i formalizację matematyczną problemu a także algorytm postępowania, będący podstawą do sporządzenia komputerowego narzędzia wspomagającego metodę harmonizacji procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego. Rozważania prowadzone są w sposób logiczny i przejrzysty. Rozdział piąty stanowi jądro pracy, jest zdecydowanie najobszerniejszy, obejmuje 77 stron. Zastosowano w nim zaawansowane metody matematyczne, co świadczy o kompetencjach naukowych autora. Przedstawione na końcu tego rozdziału badania weryfikacyjne metody opracowanego modelu zagadnienia, systemu i uzyskiwanych rozwiązań, są ważną częścią rozdziału. Autor podszedł do tego zagadnienia solidnie.

W rozdziale szóstym opracowano przykład wykorzystania opracowanej metody harmonizacji procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego dotyczący budowy drugiego etapu osiedla „Elizówka Park” zlokalizowanego w Elizówce w gminie Niemce. Jest to również forma weryfikacji wyników z wykorzystaniem systemu komputerowego. Redukcja czasu wykonania przedsięwzięcia, dla preferowanego rozwiązania przez kierownika budowy, otrzymana za pomocą opracowanego przez Doktoranta systemu, względem rzeczywistego harmonogramu realizacji wyniosła od 25 % do 35 %.

Ostatni rozdział siódmy rozprawy stanowi jej podsumowanie. Przedstawiono w nim w sposób zwięzły i konkretny końcowe wnioski oraz propozycje możliwych kierunków dalszych badań.

Spis literatury zawiera aż 265 pozycji, w tym zdecydowaną większość stanowią publikacje angielskojęzyczne – 90%, co świadczy o dogłębnym rozpoznaniu podjętej problematyki na świecie. Wśród podanych publikacji znajdują się 4 angielskojęzyczne, których Doktorant jest autorem lub współautorem.

W załączniku do rozprawy zamieszczono kod źródłowy programu komputerowego wspomagającego metodę harmonizacji procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego.

Rozprawa ma charakter zarówno teoretyczny, jak i z racji zastosowania autorskiego algorytmu zweryfikowanego na przykładzie budowy osiedla, praktyczny. Powstały system komputerowy, bazujący na opracowanym algorytmie, może wspomagać kierujących budową w doborze wykonawców procesów powtarzalnych i harmonizacji ich pracy.

Na pochwałę zasługuje chronologiczny i logiczny układ poszczególnych rozdziałów, przejrzysty sposób prezentacji wyników kolejnych etapów badań. Przedstawiona do oceny rozprawa napisana jest w sposób zrozumiały i logiczny, co ułatwia jej odbiór przez czytelnika. Widoczne jest zaangażowanie i podejście naukowe Autora rozprawy do rozwiązania postawionego problemu, a także precyzja i dokładność w opracowaniu poszczególnych rozdziałów.

### **3. Ogólna ocena rozprawy**

Podjęty przez Doktoranta temat badań jest zasadny, ważny i aktualny. Tematyka pracy doktorskiej mgr inż. Michała Tomczaka jest istotna w kontekście prawidłowego planowania procesu inwestycyjno-budowlanego.

Podejmowanie decyzji w zakresie harmonizacji wykonania procesów w przedsięwzięciach wieloobiektowych jest procesem trudnym ze względu na występowanie wielu zmiennych i ograniczeń, a dostępne narzędzia wspierające ten proces są niewystarczające. W rozprawie opracowano metodę harmonizacji wykonania procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego w warunkach deterministycznych, umożliwiającą redukcję cyklu budowy poszczególnych obiektów i czasu realizacji całego przedsięwzięcia wieloobiektowego a także przerw w pracy. Opracowana metoda może stanowić narzędzie dostosowane do preferencji i wymagań osób stanowiących kadre zarządczą na budowach.

Sformułowany cel i zakres rozprawy oceniam pozytywnie, został on jasno i precyzyjnie określony na początku pracy. W toku realizacji rozprawy, założony cel został osiągnięty.

Mgr inż. Michał Tomczak przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazał się samodzielnością w rozwiązywaniu podjętego zadania naukowego, bardzo dobrą znajomością stanu wiedzy w zakresie objętym tematem pracy, umiejętnością prowadzenia badań naukowych na wysokim poziomie oraz umiejętnością klarownej prezentacji uzyskanych przez siebie wyników badań. W celu rozwiązania postawionego problemu, umiejętnie dobrał i wykorzystał odpowiednie metody i techniki badawcze, zastosował prawidłowo dobrane zaawansowane metody matematyczne. Wykazał się również umiejętnością rozwinięcia istniejących metod naukowych - matematycznych.

Rozprawa napisana jest w sposób logiczny i zrozumiały. Treść rozprawy ilustrowana jest za pomocą schematów, wykresów i tabel, co czyni ją bardziej zrozumiałą.

Przedstawiony w rozprawie model i metoda harmonizacji wykonania procesów wieloobektowego przedsięwzięcia budowlanego w warunkach deterministycznych, umożliwiającą redukcję cyklu budowy i przerw w pracy oraz powstała na tej podstawie implementacja komputerowa, wzbogaca wiedzę w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport oraz stanowi nowe narzędzie w inżynierii przedsięwzięć budowlanych przydatne na etapie przygotowania projektu realizacji inwestycji.

#### 4. Uwagi szczegółowe

Do największych osiągnięć Doktoranta zaliczam:

1. Identyfikację modelu problemu harmonizacji wykonania procesów przedsięwzięcia budowlanego oraz jego formalizację matematyczną. Nowatorskie ujęcie zagadnienia uniemożliwia generowanie rozwiązań niedopuszczalnych i nie pomija rozwiązania, które mogą być użyteczne. Zaproponowany sposób matematycznego ujęcia problemu znacząco skraca czas obliczeń i ułatwia jego rozwiązanie.

2. Zaimplementowanie autorskiej metody grupowego wspomaganie decyzji wykorzystywaną w procesie ustalania istotności kryteriów oceny harmonogramów budowlanych, która jest rozwinięciem rozmytej metody AHP w ujęciu Mikhailova. Zakłada ona agregację ocen decydentów za pomocą zbiorów rozmytych typu 2, dzięki czemu jest możliwe uwzględnienie nieprecyzyjności ocen decydentów.

3. Zaadaptowanie, dla opracowanego modelu, algorytmu optymalizacji rojem cząstek do poszukiwania rozwiązań niezdominowanych, dokładnych lub przybliżonych, zagadnienia.

W pracy występują drobne niedociągnięcia, co jednak nie neguje wartości naukowej całej rozprawy oraz jej bardzo pozytywnego odbioru.

W rozdziale czwartym dotyczącym badań ankietowych procesu doboru kryteriów oceny harmonogramów budowlanych, niedokładnie omówiono proces badawczy. Nie opisano metody doboru próby badawczej, organizacji badań, nie wiemy czy były jakieś braki w odpowiedziach. Wiemy jedynie, że badania przeprowadzono wśród siedemdziesięciu czterech osób pełniących funkcje kierownicze w przedsiębiorstwach budowlanych. Doktorant podał, że „w trakcie budowy kwestionariusza dołożono wszelkich starań w celu umożliwienia ankietowanym na pełną swobodę wypowiedzi – sugerując i zachęcając do wyrażania dłuższych uwag w formie pisemnej.” Nie wiemy jednak jak zostało to zrealizowane w praktyce, ponieważ nie dołączono kwestionariusza ankiety, a samo zestawienie pytań i wyników badań w tabeli 4.1. nie wyjaśnia tej kwestii.

W rozdziale trzecim na rys. 3.5 została przedstawiona klasyfikacja algorytmów metaheurystycznych. Jest ich dużo. Co ostatecznie zdecydowało o wyborze algorytmu optymalizacji rojem cząstek PSO dla rozwiązania analizowanego problemu?

W metodzie AHP Saaty'ego jest możliwa agregacja opinii wielu ekspertów za pomocą średniej geometrycznej. Dlaczego doktorant zaproponował własną metodę agregacji w celu

wyznaczenia wag kryteriów optymalizacji. Jakie są jej zalety w porównaniu do klasycznej metody.

W rozdziale piątym Doktorant przeprowadził analizę wrażliwości uzyskiwanych wyników na zmiany parametrów sterujących algorytmu PSO na przykładzie przedsięwzięcia budowlanego. Wyniki przeprowadzonej analizy wrażliwości przedstawiono w tabeli 5.5. Czy wartości tych parametrów wpływają również na czas obliczeń?

Proszę o wyjaśnienie w trakcie obrony powyższych kwestii.

Przedstawione uwagi nie podważają wartości pracy oraz zasadniczego osiągnięcia jakim jest opracowana metoda harmonizacji wykonania procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego.

## 5. Wniosek końcowy

Reasumując, uważam, że przedłożona przez Pana mgr inż. Michała Tomczaka rozprawa doktorska pt. "Metoda harmonizacji wykonania procesów wieloobiektowego przedsięwzięcia budowlanego" stanowi znaczący wkład w rozwój wiedzy w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport i spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym i tytule w zakresie sztuki oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r. poz. 261) zatem wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Lubelskiej o **dopuszczenie jej do publicznej obrony**.

Ponadto, biorąc pod uwagę, trafność wyboru tematyki rozprawy, wysoki poziom jej wykonania oraz możliwość wykorzystania wyników w praktyce budowlanej, wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Lubelskiej o jej wyróżnienie.