

2022-04-25



WYMIYNEŁO DNIA

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
**INSTYTUT TECHNOLOGII MECHANICZNEJ**  
**ZAKŁAD PROJEKTOWANIA TECHNOLOGII**

**Prof. dr hab. inż. Stanisław LEGUTKO**  
prof. h. c.

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań  
tel. (0-61) 665-25-77, fax (061) 665-22-00  
e-mail: stanislaw.legutko@put.poznan.pl

Poznań, 23.04.2022r.

**Recenzja nr 50/dr/SL**  
**rozprawy doktorskiej mgra inż. Witolda Bartnika pt.**  
***Organizacja systemu publicznego transportu miejskiego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych***

Podstawa opracowania recenzji: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej w Warszawie dra hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni nr WTBD.521.DR.54.2022 z dnia 16.03.2022 oraz stosowna umowa o dzieło.

### **1. Analiza rozprawy**

Obserwowane obecnie coraz powszechniejsze używanie terminu inżynieria prowadzi siłą tego faktu do rozszerzania jego konotacji poza tradycyjnie dotąd ukształtowany zakres. W przedziale znaczeniowym tego słowa mieści się również i takie jego rozumienie, które wskazuje na możliwość sterowania cechami i funkcjonowaniem obiektów oraz systemów technicznych. Jeżeli przyjmie się, że celem badań w dziedzinie tzw. nauk praktycznych, a więc m.in. nauk inżynieryjno-technicznych, jest nie tyle i nie tylko wyjaśnianie rzeczywistości, lecz również jej projektowanie, to zrozumiałym stanie się wyżej przedstawiony sens słowa inżynieria. Skuteczność sterowania cechami i funkcjonowaniem obiektów oraz systemów technicznych na etapie ich użytkowania wynika nie tylko ze znajomości praw rządzących eksploatacją, ale także z uwzględnienia wpływu wcześniejszych etapów ich „życia”, czyli projektowania i weryfikacji rozwiązań. Z drugiej strony poziom cech użytkowych można kształtować również na etapie implementacji przez modyfikację już funkcjonujących cech. Tego typu działania poznawcze, korygujące i aplikacyjne pozwalają na spełnienie podstawowego postulatu, przyjętego przez mnie rozumienia inżynierii, jakim jest sterowanie cechami obiektów i systemów technicznych.

Analizowana rozprawa doktorska wpisuje się swoim metatechnicznym założeniem oraz swoją treścią w nurt poczynań poznawczych, metodycznych i utylitarnych stanowiących istotę inżynierii. Fakt ten jest potwierdzeniem trafności wyboru tematyki badawczej z punktu widzenia tak szeroko zarysowanej perspektywy. W węższej perspektywie trafność tego wyboru, wynika z aktualności problemów publicznego transportu w aglomeracjach miejskich.

Recenzowaną rozprawę doktorską można, z naukoznawczego punktu widzenia, usytuować w tzw. warstwie metodycznej współczesnej inżynierii transportu, w analizowanym przypadku - w jej fragmentach określanych, jako zarządzanie systemem publicznego transportu miejskiego. Identyfikacja usytuowania niniejszej pracy na tym tle oraz zarysowanie problemów i głównych dróg rozwoju tego obszaru, w którym ona się mieści, pozwoli na osądzenie, czy Autor trafnie wybrał tematykę badawczą. Jak wynika z analizy zagadnienia, trafność tego wyboru potwierdzona jest przez aktualność problemów dotyczących przemieszczania się osób wewnątrz dużych aglomeracji miejskich, takich jak: stały wzrost liczby mieszkańców miast – szacuje się, że w ciągu najbliższych

czterdziestu lat odsetek mieszkańców miast wyniesie około 70%; wzrastająca mobilność ludzi; brak możliwości zaspokojenia narastającego popytu na przewóz za pomocą indywidualnej komunikacji samochodowej – również ze względu na zanieczyszczenie środowiska; dążenie do zeroemisyjnej gospodarki nie jest możliwe bez udziału racjonalnie zorganizowanego transportu zbiorowego; zapewnienie jak największej liczbie mieszkańców miast oraz odwiedzających je osób szybkiego, bezpiecznego i niezawodnego dostępu do miejsc pracy, punktów handlowych oraz instytucji użyteczności publicznej; dostosowanie infrastruktury transportowej do możliwości korzystania przez osoby z niepełnosprawnościami; starzenie się społeczeństw krajów rozwiniętych; zapewnienie ekonomiczności funkcjonowania przewoźników publicznych; wyrównywanie szans na rynku pracy przez umożliwienie dotarcia do większej liczby potencjalnych miejsc zatrudnienia, a także zapewnienie, z punktu widzenia pasażerów, aby transport publiczny był dobrze zorganizowany, tani i wydajny. Tak więc, miejski transport publiczny w dużych centrach urbanistycznych stanowi i w coraz większym stopniu będzie stanowił, najważniejszy składnik systemu transportowego umożliwiający mieszkańcom sprawne przemieszczanie się w ramach ich granic, a także częściowo poza nimi. Poznanie i opisanie istoty zjawisk determinujących zarządzanie systemem publicznego transportu miejskiego może dawać znakomitą perspektywę do świadomego sterowania nim, a także stwarzać potencjał praktycznego wykorzystania tej wiedzy na poziomie funkcjonowania miasta.

Recenzowana dysertacja, w której Autor analizuje i projektuje organizację systemu publicznego transportu miejskiego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych, mieści się przeto w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierii transportu.

Liczący się w polskiej akademickiej społeczności ośrodek warszawski wnosi twórczy wkład, m. in. w rozwój tych warstw inżynierii transportu, które określam, jako metodyczną i merytoryczną. Inicjatywy profesor Marianny Jacyny są z powodzeniem rozwijane przez Jej uczniów i doskonale znane w środowisku zainteresowanych specjalistów. Profesor Marianna Jacyna stworzyła unikalną w swej postaci szkołę naukową dotyczącą inżynierii transportu, w szczególności w zakresie modelowania i oceny systemów transportowych. Na przestrzeni lat wyraźnie widoczny jest jej rozwój owocujący coraz bardziej adekwatnym do rzeczywistości i wieloaspektowym opisem rozpatrywanych zjawisk. Instrumentarium opisu jest coraz subtelniejsze. Idzie to w kierunku bardziej precyzyjnego opisu badanej rzeczywistości oraz zwiększenia mocy prognostycznej i aplikacyjnej. Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Witolda Bartnika powstała, więc na starannie przygotowanej i w wysokiej kulturze utrzymywanej glebie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru inżynierii transportu.

Wymienione okoliczności poczytuję przeto jako potwierdzenie **trafności i sensowności wyboru tematyki badawczej**. Uzasadnieniem tej opinii jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnoświatowych badań, ale i to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka szczegółowa rokuje pewne nadzieje epistemologiczne, a także, co też ma szczególne znaczenie w kontekście rozpatrywanej tematyki, nadzieję na uzyskanie walorów użytecznych.

**Strukturę rozprawy** stanowi osiem rozdziałów, wykaz ważniejszych pojęć używanych w pracy, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, wykaz literatury, zestawienie rysunków i zestawienie tabel oraz streszczenie po polsku i po angielsku. Układ pracy jest prawidłowy - typowy dla prac analityczno-projektowych. Jest to bardzo spójna tematycznie praca. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią.

**Wprowadzenie** do pracy zatytułowane jako *Wstęp – Identyfikacja problemu badawczego* napisane jest przekonująco i co do jego treści, oprócz drobnych potknięć stylistycznych, nie zgłaszam zastrzeżeń. **Cel pracy** sformułowany za pomocą jednego zdania w podrozdziale 1.4 na stronie 20 jest podany jasno. **Zakres pracy**, zaprezentowany w syntetycznym zwięzłym ujęciu w tymże podrozdziale, w kontekście badanego problemu i przedstawionej treści pracy uznaję jako

kompletny. Doktorant opisał zakres dysertacji w formie charakterystyki dwóch części: teoretycznej i aplikacyjnej. Mgr inż. Witold Bartnik nie podjął próby wyraźnego określenia **problemu naukowego**. Na podstawie lektury pracy można stwierdzić, że rozważany w dysertacji problem naukowy, jawi się jako kwestia miejsca i roli multimodalnych węzłów przesiadkowych w modelu organizacji systemu publicznego transportu zbiorowego, w kontekście planowania i optymalizacji oferowanych usług transportowych przez operatora systemu. Ten fragment pracy łącznie z analizą literatury odczytuję, jako fundament intelektualnej konstrukcji budowanej przez Autora. Sformułowana na stronie 20 **teza pracy** nie ma charakteru trywialnego, jest dobrze ugruntowana w przedstawionym wcześniej materiale i stanowi uzupełnienie tej konstrukcji.

**Analiza piśmiennictwa** z zakresu podjętej tematyki została przedstawiona w rozdziałach drugim i trzecim. Autor charakteryzuje tamże zadania i funkcje multimodalnych węzłów przesiadkowych w miejskiej sieci transportowej oraz metody i narzędzia stosowane w organizacji publicznego transportu miejskiego. Rozdział trzeci zakończony jest syntetycznie ujętymi wnioskami wynikającymi z analizy state of the art zagadnień transportu miejskiego, które wskazują na luki badawcze i stanowią podstawę do podjęcia badań własnych doktoranta. Dobór prezentowanych zagadnień jest prawidłowy i moim zdaniem pozwala na rekonstrukcję dotychczasowego stanu wiedzy w rozpatrywanym zakresie oraz stanowi solidną podstawę do określenia obszaru badań własnych. Jest to także właściwa baza wiedzy do sformułowania zagadnienia badawczego. Wachlarz prac analizowanych przez Doktoranta jest bardzo obszerny. Potrafi On umiejętnie zsyntetyzować przedstawiane informacje. Autor wykazuje, że brak jest prac dotyczących modeli organizacji multimodalnego systemu publicznego transportu zbiorowego z uwzględnieniem wielogałęziowych węzłów przesiadkowych. Tę część rozprawy oceniam jako poprawną i zgłaszam jedynie jedną sugestię – na stronie 9 końcowy fragment definicji multimodalnego węzła przesiadkowego powinien mieć formę „zmianę rodzaju środka transportu”.

Zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego stanowią rozdziały, w których Autor referuje **metodykę, wyniki i analizę wyników badań własnych**, tj. 4, 5, 6 i 7. W rozdziale czwartym przedstawiony jest autorski model decyzyjny organizacji sieci publicznego transportu miejskiego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych. Rozdział piąty zawiera charakterystykę procedury i algorytm metody organizacji publicznego transportu miejskiego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych. W rozdziale szóstym Autor opisuje aplikację, opracowaną w ramach dysertacji, charakteryzując kolejno jej cztery moduły: wejściowy, inicjalizacyjny, obliczeniowy i wyjściowy. Rozdział siódmy to przedstawienie procedury i wyników weryfikacji opracowanej metody organizacji publicznego systemu transportu zbiorowego na rzeczywistym przykładzie miasta stołecznego Warszawy. Doktorant charakteryzuje tu, m.in.: więźbę ruchu, wprowadzane dodatkowe modyfikacje, graf multimodalny dla Warszawy, estymację złożoności obliczeniowej analizowanego problemu dla Warszawy, istniejący system publicznego transportu miejskiego w Warszawie, inicjalny zbiór linii komunikacyjnych oraz wyniki optymalizacji.

Moje uwagi i sugestie do tej części pracy są następujące:

- 1) na rysunkach 5.6, 5.7, 5.8, 5.10 i 5.11 mogły być zaznaczone numery kolejnych kroków, co znakomicie polepszyłoby ich komunikatywność;
- 2) str. 123 – przydałoby się wyjaśnić, co to jest GTFS;
- 3) rys. 7.1 i 7.2 nie są powołane w tekście;
- 4) str. 129, wiersz 5d – powinno być „Rys. 7.4”;
- 5) str. 130, wiersz 1d – powinno być „Rys. 7.5”;

Poza tym chciałbym postawić pytania o nieco ogólniejszym charakterze, które mogłyby być przedmiotem wyjaśnień ze strony doktoranta oraz dyskusji w trakcie obrony:

- 1) jakie są wady i zalety uproszczeń wprowadzonych do autorskiego modelu?
- 2) jakie są warunki oraz szanse wdrożenia opracowanej procedury?

Na podstawie przeprowadzonej dotąd analizy można podjąć próbę rekonstrukcji **osiągnięcia naukowego rozprawy**. Jako elementy tego osiągnięcia widocznie odróżniające je od aktualnego stanu wiedzy w rozpatrywanej problematyce oraz świadczące o oryginalności rozprawy uważam:

- opracowanie modelu organizacji miejskiego publicznego transportu zbiorowego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych;
- implementację wymienionego modelu w postaci autorskiej aplikacji komputerowej wspierającej optymalne projektowanie układu multimodalnej sieci linii komunikacyjnych;
- opracowanie algorytmu heurystycznego rozwiązującego problem decyzyjny optymalnego doboru linii komunikacyjnych i ich częstotliwości do potrzeb przewozowych;
- opracowanie algorytmu szybkiej ewaluacji rozwiązania dotyczącego zbioru linii komunikacyjnych w ramach algorytmu genetycznego;
- weryfikację zaproponowanej procedury metody optymalizacji organizacji systemu publicznego transportu zbiorowego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych na wybranym przykładzie.

Na podkreślenie zasługuje to, że Autor zastosował w swojej pracy adekwatne do potrzeb narzędzia formalne dotyczące opracowania i prezentacji wyników. Mgr inż. W. Bartnik wykazał się bardzo dobrym opanowaniem warsztatu badawczego, zwłaszcza od strony metodycznej. Autor zastosował nowoczesny aparat metodyczny właściwy dla założonych celów. Przedstawił w zwartej formie bogaty materiał dowodowy. Na płaszczyźnie praktycznej uzyskane wyniki pozwalają na optymalizację funkcjonowania badanego systemu publicznego transportu miejskiego.

Rozdział ósmy, jako tekst zamykający całość dysertacji, zatytułowany *Podsumowanie i wnioski* składa się z trzech części: wnioski ogólne, wnioski metodologiczne i praktyczne oraz kierunki dalszych badań. Moim zdaniem powinno być wnioski metodyczne, a nie metodologiczne. Metodologia bowiem, to nauka o metodach badań naukowych, ich skuteczności i wartości poznawczej. I jeszcze jedna uwaga: na stronie 148 Autor podaje dane dotyczące skali stosowania formatu GTFS nie podając źródła. Doktorant proponując sensowne kierunki dalszych badań udowadnia, że posiada dogłębną wiedzę w zakresie podjętej tematyki.

Bibliografia zamieszczona w końcowej części pracy zawiera 224 pozycje, w tym są najnowsze publikacje z literatury światowej. Pozycje [104] i [198] są niepełne, w pozycji [112] występuje błąd.

## **2. Ocena rozprawy**

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające, moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej w Warszawie. Podjęty temat jest ważny z poznawczych i metodycznych oraz praktycznych względów i opracowany został bardzo obszernie i wyczerpująco. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, w większości albowiem odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników lub są kanwą do dyskusji z Autorem. Nie mogą więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości pracy.

Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Bardzo obszerna literatura specjalistyczna została dobrana trafnie. Na jej podstawie bardzo szczegółowo, rzeczowo i wyczerpująco została przedstawiona charakterystyka state of the art rozważanego zagadnienia oraz uzasadnienie podjęcia tematu. Układ rozprawy i podział treści między poszczególne rozdziały jest logiczny. Struktura pracy jest bardzo klarowna. Zbiór pojęciowy, jakim posługuje się Autor, jest w zasadzie poprawny. Strona ilustracyjna pracy jest na ogół dobrej jakości, redakcja rozprawy natomiast wykazuje drobne niedociągnięcia. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu

stwierdziłem nieliczne błędy korektorskie, stylistyczne, interpunkcyjne i drobne nieścisłości. Mimo tego pracę czyta się z przyjemnością.

Godna podziwu jest pracowitość doktoranta. Mgr inż. Witold Bartnik wykonał wartościową pracę badawczą i wykazał się dogłębną znajomością warsztatu naukowego. Doktorant rozwija twórczo dorobek Pani promotor, w tym Jej oryginalne osiągnięcia dotyczące modelowania i oceny systemów transportowych oraz kontynuuje prace wspólnie wykonane z Panią promotor i innymi członkami Jej zespołu. W rozprawie zawarł solidną podbudowę teoretyczną, poprawnie zaplanował i wykonał zadania projektowe, w sposób czytelny przedstawił ich wyniki, wykonał weryfikację otrzymanych rezultatów opatrując je stosownymi komentarzami. Udowodnił zatem, że potrafi w bardzo skuteczny sposób dokonywać analizy subtelnych zjawisk stanowiących istotę organizacji systemu publicznego transportu miejskiego.

Warunkiem dysertabilności rozprawy doktorskiej jest jej związek z problemem metodologicznym, metodycznym lub poznawczym bezpośrednio lub pośrednio wpływającym na stan wiedzy. W przypadku recenzowanej rozprawy warunek ten jest spełniony pod względem drugiego i trzeciego aspektu, co wykazałem w przedstawionej analizie. Praca jest w wystarczającym stopniu poprawna metodologicznie, gdyż zawiera elementy, które w metodologii nauk określa się jako etapy badania naukowego.

Na podstawie analizy rozprawy oraz dostarczonej mi dodatkowo bibliografii dorobku Autora mogę stwierdzić, że jest On przygotowany do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Doktorant wydatnie poszerzył swoją ogólną wiedzę, co do warsztatu badawczego w zakresie metod organizacji systemu publicznego transportu miejskiego, a w szczególności ich modelowania.

Podsumowując moją ocenę stwierdzam, że rozprawa:

- spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego,
- spełnia wymóg wykazania ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie,
- oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autora pracy naukowej.

### 3. Wniosek końcowy

Uważam, że recenzowana rozprawa doktorska opracowana została w sposób merytorycznie bardzo dobry. Jest oryginalnym osiągnięciem mgra inż. Witolda Bartnika i stanowi istotny wkład w rozwój badań dotyczących organizacji systemu publicznego transportu miejskiego. Z tego względu wnioskuję o wyróżnienie recenzowanej pracy.

W świetle dokonanej analizy i sformułowanych ocen stwierdzam, że rozprawa mgra inż. Witolda Bartnika pt. *Organizacja systemu publicznego transportu miejskiego z uwzględnieniem multimodalnych węzłów przesiadkowych* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące w tym względzie aktualne przepisy (rozporządzenie 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 poz. 261); ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668)) oraz tradycję akademicką i może stanowić podstawę do nadania jej Autorowi stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport*. Może być, przeto dopuszczona do publicznej obrony.

