

dr hab. inż. Wiesław Starowicz, prof. PK.
Politechnika Krakowska
Zakład Transportu



Recenzja

rozprawy doktorskiej

mgr inż. Emiliana Szczepańskiego

pt: „Wielokryterialne wspomaganie decyzji w dystrybucji ładunków w miastach z uwzględnieniem danych losowych”

(Promotor: prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna)

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pana Dziekana Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej, prof. dr hab. Wojciecha Wawrzyńskiego z dnia 21 lipca 2016 r. Recenzowana praca liczy 187 stron tekstu, w tym 47 rysunków i wykresów, 33 tabele, oraz 343 pozycje bibliograficzne.

1. Ocena wyboru tematu pracy, założeń badawczych oraz układu pracy

Wszelkie przemieszczenia w obrębie miasta, zarówno ładunków, jak i osób odbywają się niezależnie od siebie i prowadzą do dużego obciążenia infrastruktury liniowej transportu, zwiększając intensywność konkurencji o jej zdolność przepustową. Różnorodność przemieszczeń realizowanych w obszarach miejskich, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania miast powoduje, że przemieszczenia te niezależnie od stopnia intensywności wywołują niepożądane skutki, wśród których należy wymienić: kongestię transportową, niekorzystny wpływ na środowisko miasta, obniżenie poziomu obsługi klientów, zwiększenie kosztów przemieszczeń oraz pogorszenie jakości życia mieszkańców. W takiej sytuacji poszukuje się możliwości usprawniania procesów przemieszczania zarówno osób, jak i ładunków. Zagadnieniami tymi zajmuje się logistyka miejska.

W obszarze przemieszczania osób w miastach w ostatnich latach powstało szereg prac teoretycznych i wdrożeniowych pozwalających na kształtowanie podsystemu przewozu osób z jednej strony zgodnie z przyjętą w państwie polityką zrównoważonego rozwoju systemu transportu, a z drugiej w sposób na kształtowaniu systemu transportowego zgodnie z oczekiwaniami użytkowników.

Transport ładunków w miastach jest obszarem niedocenianym w badaniach naukowych i praktyce zarządzania miejskimi systemami transportowymi. Wynika to z

braku prawnego zobowiązania władz miast do zajmowania się tym problemem (formalnie nie jest to zadanie własne gmin) i nie jest ono podejmowane - poza oddziaływaniem na trasy przewozów materiałów niebezpiecznych oraz ruch pojazdów (zakazy wjazdu pojazdów o określonym tonażu w niektóre obszary miasta). Środowisko naukowe pozbawione jest zatem inspiracji do badań przepływów ładunków na terenie miast.

Mając na uwadze przedstawione uwarunkowania, tematykę rozprawy doktorskiej podejmującą problematykę metod i narzędzi wspomagających właściwe planowanie i organizowanie transportu ładunków w mieście uznaję za trafną, poruszającą aktualnie ważne obszary zarządzania mobilnością w miastach i będącą przyczynkiem w rozwoju metodologii logistyki miejskiej..

Zasadniczym celem rozprawy jest *opracowanie metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji w zakresie wyznaczania racjonalnego (z wielu punktów widzenia) planu dystrybucji ładunków w warunkach miejskich z uwzględnieniem danych losowych.* (s. 36).

Cel rozprawy został sformułowany poprawnie, nawiązując do istoty problemu naukowego określonego w jej tytule. Mógłbym jedynie dyskutować z potrzebą umieszczenia w celu rozprawy (i w jej tytule) zapisu „z uwzględnieniem danych losowych”. W badaniach i analizie rzeczywistych systemów transportowych uwzględnianie losowości danych to pewien standard badawczy wynikający z charakteru procesów przemieszczania. Lub inaczej, gdyby w badaniach nie uwzględniono losowości danych, to można by podważyć ich sens i praktyczną użyteczność.

Dla realizacji przyjętego celu, Doktorant sformułował następującą tezę badawczą: *„stosując metody metaheurystyczne możliwe jest wyznaczenie w akceptowalnym czasie najlepszego, uwzględniając różne punkty widzenia, planu dystrybucji ładunków w miastach”*.

Teza pracy też została sformułowana poprawnie, choć zauważam, że użycie sformułowania „w akceptowalnym czasie” jest ryzykowne ze względu na możliwość wykazania spełnienia tezy. Trochę zaskakuje też i w celu pracy i w tezie badawczej użycie pojęcia „plan dystrybucji ładunków” raz „w warunkach miejskich”, a raz „w miastach”. W rozważaniach wstępnych poprzedzających sformułowanie celu i tezy badawczej wiele miejsca poświęcono problemom dystrybucji ładunków w warunkach miejskich nie definiując planu dystrybucji ładunków. Również użyte w określeniu tezy metody metaheurystyczne są zdefiniowane dopiero w rozdziale 3 (str. 54).

Recenzowana rozprawa w zasadniczej części składa się z wprowadzenia, siedmiu rozdziałów merytorycznych i wniosków (numerowanych od 1 do 8). Układ pracy jest logiczną konsekwencją przedstawionych we wprowadzeniu tez i celów pracy. Pierwszy rozdział poświęcono identyfikacji obszaru badawczego dwa kolejne rozdziały poświęcono opisaniu metod, narzędzi i modelu wspomaganie decyzji w dystrybucji ładunków, czwarty opracowanej metodzie wielokryterialnego wspomaganie decyzji w dystrybucji ładunków w miastach, piąty implementacji komputerowej opracowanej metody, szósty praktycznego zastosowania metody i aplikacji komputerowej dla dystrybucji ładunków w aglomeracji warszawskiej, a siódmy weryfikacji i walidacji opracowanej metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji. .

Rozdziały są różnej objętości (a szósty i siódmy mają 10 i 8 stron!). Nie jest to najlepszy rozkład treści dzieła naukowego.

2. Krytyczna ocena poszczególnych części i aspektów rozprawy

Rozdział 1 pt. „*Identyfikacja obszaru badawczego*” (28 stron) ma charakter teoretycznego wprowadzenia do analizy problemu dystrybucji ładunków w mieście. Zdefiniowano podstawowe pojęcia, w tym pojęcie logistyki miejskiej oraz opisano literaturowy stan wiedzy na temat dystrybucji ładunków w obszarach zurbanizowanych. Dyskusyjnym jest zaliczenie przez Autora głównych obszarów badawczych związanych z dystrybucją ładunków i zaopatrzeniem w mieście (organizacja i planowanie przewozów, oddziaływanie transportu na otoczenie i optymalizacja w dystrybucji ładunków) do obszarów logistyki miejskiej. Co najmniej połowa wskazanych szczegółowych obszarów badawczych wykracza poza ramy zainteresowania logistyki. Logistyka miejska nie jest też dziedziną nauki (str.14). Imponujący jest analizowany zbiór pozycji literaturowych, szczególnie zagranicznych. Zauważyłem w nim jedynie brak istotnych polskich pozycji prof. Jacka Szoltyśka – *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach* z 2005 roku, *Podstawy logistyki miejskiej* z 2007 roku oraz *Logistyka miasta* z 2016 roku, czy *Logistyka miejska* prof. Macieja Szymczaka z 2008 roku.

Rozdział 2 pt. „*Metody i narzędzia wspomagania decyzji w dystrybucji ładunków*” (36 stron) ma charakter analizy teoretycznej modeli dystrybucji ładunków, metod wspomagających planowanie dostaw ładunków oraz metod optymalizacji wielokryterialnej planu systemu dystrybucji ładunków. Szczególnie miejsce zajmuje analiza wielokryterialnych modeli i metod wspomagania decyzji w zakresie dystrybucji ładunków. Trochę zaskakuje, iż Autor sprowadza problem dystrybucji ładunków tylko do planowania tras przewozu i harmonogramowania realizacji zleceń wobec wskazywanych w rozdziale pierwszym obszarów badawczych związanych z dystrybucją ładunków w mieście (str. 18) oraz uczestników procesów dystrybucji ładunków w mieście (str. 27).

Rozdział 3 pt. „*Model WWD w dystrybucji ładunków w miastach z uwzględnieniem danych losowych*” (36 stron) formułuje wielokryterialne zagadnienie optymalizacyjne problemu dystrybucji ładunków do odbiorców zlokalizowanych w obszarze aglomeracji miejskiej. System dystrybucji zakłada istnienie tzw. centrów konsolidacji ładunków oraz centrów przeładunkowych nazywanych przez Autora HAB`ami. Trochę zaskakuje przyjęcie w modelu optymalizacyjnym do odwzorowania losowości czasu przejazdu tylko rozkładu normalnego. Z analiz literaturowych wynika, iż ruch drogowy w mieście odwzorowywany powinien być rozkładami Erlanga lub gamma, (np. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu drogowego Teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2014). To istotne zawężenie problemu losowości i nie może być powodem takiego założenia - jak pisze Autor (str. 106) - „łatwość analiz i interpretacji”. Poza tym w przykładzie w rozdziale 6

nie znalazłem stwierdzeń potwierdzających, iż czasy przejazdu charakteryzuje właśnie rozkład normalny.

Rozdział 4 pt. „*Procedura metody WWD dystrybucji ładunków w miastach*” (20 stron) określa autorską metodę rozwiązania wielokryterialnego zagadnienia optymalizacyjnego problemu dystrybucji ładunków z centrum konsolidacji ładunków do odbiorców zlokalizowanych na obszarze miasta. Algorytm zakłada wyznaczanie dróg przejazdu dla poszczególnych pojazdów oraz poszukiwanie najkrótszej ścieżki przejazdu między poszczególnymi punktami przejazdu. Efektem końcowym jest plan dystrybucji dostaw mieszczący się w zbiorze rozwiązań dopuszczalnych zrealizowany z uwzględnieniem ograniczeń.

Rozdział 5 pt. „*Implementacja komputerowa opracowanej metody „MODIS”*” (14 stron) przedstawia autorską aplikację komputerową wspomagającą użytkownika w zakresie podejmowania decyzji przy wyznaczeniu racjonalnego planu dystrybucji ładunków w sposób umożliwiający zaspokojenie zapotrzebowania odbiorców przy jednoczesnej minimalizacji kosztów planu dostaw, minimalizacji emisji CO₂, a także maksymalizacji prawdopodobieństwa obsługi wszystkich odbiorców w danym dniu. Zaskakuje trochę, że w bazie danych sieci drogowej wykorzystano model miasta Warszawy zaimplementowany z programu Visum. Oznacza to, że Autor nie utworzył uogólnionej implementacji komputerowej metody wielokryterialnego wspomagania decyzji w planowaniu dystrybucji ładunków, a implementację do wielokryterialnego wspomagania decyzji w planowaniu dystrybucji ładunków na terenie Warszawy.

Rozdział 6 pt. „*Praktyczne zastosowanie aplikacji „MODIS” na przykładzie systemu dystrybucji ładunków w aglomeracji warszawskiej*” (10 stron) przedstawia przykład wykorzystania opracowanej aplikacji do planowania dostaw ładunków na terenie aglomeracji warszawskiej. Przykład zawiera założoną lokalizację dwóch centrów konsolidacji ładunków, czterech centrów przeładunkowych oraz 48 odbiorców (tabele 5.1, 5.2 i 5.3), jak również typy i kategorie pojazdów i klasy kierowców obsługujących dostawy (tabele 5.4, 5.5, 5.6). Trasy połączeń drogowych wyznaczone były na rzeczywistej mapie aglomeracji warszawskiej. Szkoda, że przykład systemu dystrybucji ładunków został rozwiązany w dwóch wariantach tylko na jednej próbie danych.

Zaskakują trochę wyniki przeprowadzonych symulacji zestawione w tabelach 6.11 i 6.16. Widać z nich, że wielu klientów jest obsługiwanych niezgodnie z oczekiwaniami zestawionymi w tabeli 6.3. Czas przyjazdu pojazdu do odbiorcy jest nawet 10 godzin wcześniejszy niż wynika to z oczekiwań odbiorcy!

Posumowanie i analiza wyników symulacji w obu wariantach to tylko zestawienie tabelaryczne bez komentarzy uzasadniających tak duże różnice między wariantami (np. prawie dwukrotnie większy koszt realizacji planu dostaw w wariantcie I).

W rozdziale 7 pt. „*Weryfikacja i walidacja opracowanej metody wielokryterialnego wspomagania decyzji*” (8 stron) zaprezentowano i zweryfikowano działanie aplikacji komputerowej na podstawie eksperymentu obliczeniowego oraz przeprowadzono analizę wrażliwości wyznaczonego rozwiązania. Duża część treści rozdziału, to ogólne zasady walidacji i weryfikacji modeli, które powinny znaleźć się w

rozdziale 5. Pozostała część rozdziału dotycząca przykładu powinna kończyć rozdział 6. W ten sposób zniknąłby z pracy rozdział o objętości 8 stron.

Autor wskazuje na sześć technik weryfikacji i walidacji opracowanej metody., z których trzy odrzuca. Pierwszy sposób "*Konfrontacja z innymi modelami*" Autor odrzucił ze względu "...na brak metod i narzędzi, które byłyby zbliżone do opracowanej metody", co jest w sprzeczności z opracowanym przeglądem metod w rozdziale 2.3. Drugi wskazany sposób "*Testy degeneracyjne*" Autor też odrzucił ze względu „...na niemożliwość uproszczenia modelu." A Autor sam tworząc model zakładał jego uniwersalizm (str. 37 i 167), tym samym możliwe uproszczenia. I wreszcie „*Walidację na podstawie danych historycznych*” Autor odrzucił ze względu na brak danych rzeczywistych. Weryfikacja pozostałymi trzema metodami dała wynik pozytywny, choć w analizie wrażliwości przyjęto tylko zmianę czasu przejazdu do 15%. Analizując rys. 7.6 widać wykładniczy wzrost liczby rozwiązań niedopuszczalnych w odniesieniu do procentowych zmian czasu przejazdu - można by wysnuć wniosek, że przyjęcie większej zmiany czasu przejazdu dałoby istotnie większy udział rozwiązań niedopuszczalnych.

We wnioskach rozprawy przedstawiono wnioski generalne oraz odniesiono się do spełnienia założonych celów i tez pracy. Podane stwierdzenia są poprawne i oddają treści podejmowane w poszczególnych rozdziałach. Dokonane podsumowanie generalnie trafnie syntetyzuje rozważania poszczególnych rozdziałów, choć mógłbym, wskazać wniosek VII, do którego nie znalazłem uzasadnienia w treści pracy.

3. Ocena poprawności formalnej i językowej

Formalna strona recenzowanej pracy jest zgodna z zasadami pisania prac doktorskich w naukach technicznych. Autor w wystarczającym stopniu posiadała zdolność prezentowania wyników badań z wykorzystaniem tekstu oraz tabel i rysunków, w tym licznych wykresów. Poprawnie posługuje się także odwołaniami do literatury. Wszystkie zamieszczone w pracy rysunki i wykresy (łącznie 47) oraz tabele (33) zostały przedstawione w sposób jasny, poprawiający czytelność tekstu, który ilustrują. Bibliografia zawiera 343 pozycje zwarte i artykuły. Cztery z nich to publikacje własne Autora. Wśród prac zwartych i artykułów jest około 65% prac obcojęzycznych.

Doktorant nie uniknął też błędów formalnych i językowych oraz nielicznych merytorycznych. Ich występowanie w niewielkim stopniu obniża wysoką ocenę merytoryczną dysertacji, ale z obowiązku szczegółowości recenzji wskazuję je. Do najważniejszych, dostrzeżonych usterek należy zaliczyć:

- brak jednostek na osiach rysunków (np. wszystkie rysunki w rozdziale 7),
- brak jednostek w zmiennych opisywanych w tabelach (np. wszystkie tabele w rozdziale 6),

- niezręczność odwoływania się do innych Autorów (np. na str. 16 do pracy prof. Jacyny),
- sformułowanie funkcji we wzorze 3.45 – analiza funkcji wskazuje na możliwość istnienia ujemnej wartości kary, a ona z natury rzeczy winna być dodatnia,
- przyjęcie danych o czasach przejazdu z programu PTV VISUM nie gwarantuje uzyskania rzeczywistych czasów przejazdu - VISUM jest symulatorem makroskopowym, a więc parametry ruchu są w skali makro - m.in. nie są uwzględniane zachowania kierowców, programy sygnalizacji świetlnych, pierwszeństwa przejazdu, układ skrzyżowań, itp.
- brak wyjaśnień do przeprowadzenia walidacji eksperckiej – kim byli eksperci, jakie były założenia oceny,
- intuicyjne interpretowanie rysunków (np. 7.1 czy 7.3).

4. Pytania szczegółowe

Analiza tekstu rozprawy, w szczególności tekstu rozdziału 7 rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na pytania oczekuję podczas publicznej obrony.

- Analizując wyniki symulacji mierzone wartościami funkcji G_1 , G_2 i G_3 (rys. 7.4 i 7.5) można zauważyć, że funkcja kryterium globalnego jest zdominowana przez G_1 . Oznacza to, że otrzymywane rozwiązanie jest poszukiwane przez metodę optymalizacji głównie z uwagi na czas przejazdu przez sieć. Czy spełnione są zatem założenia o dominacji oceny rozwiązania zapisane we wzorach 4.3, 4.5 i 4.6?
- Na rys. 7.1 przedstawiono przestrzeń rozwiązań poszukiwanych wg opracowanej metody w 1000 iteracjach. W komentarzu pisze Pan, że postać obszaru przestrzeni dowodzi, iż uzyskano rozwiązanie optymalne. Analizując stworzony przez Pana model matematyczny można oczekiwać również minimów lokalnych – skąd zatem przekonanie, że przedstawiony obraz obszaru to rozwiązanie globalne, a nie jedno z lokalnych?
- Na rys. 7.3 przedstawiono wykres zbieżności algorytmu rozwiązania z komentarzem, że potwierdza on poprawność metody. W oparciu o jakie miary (nie intuicyjną ocenę) sformułował Pan wniosek o poprawności uzyskanych wyników oraz ich racjonalności z punktu widzenia decydenta.

5. Ogólna ocena rozprawy

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska jest oryginalnym rozwiązaniem zaprezentowanego w niej zagadnienia naukowego z zakresu dyscypliny

naukowej transport. Wybór tematu jest właściwy z uwagi na jego istotność dla planowania przewozów w mieście. Praca posiada cenne walory naukowe i poznawcze.

Autor wykazał się znajomością wiedzy teoretycznej w zakresie logistyki miejskiej i dystrybucji ładunków na obszarach miejskich oraz zdolnością do stawiania i rozwiązywania problemów naukowych, z wykorzystaniem metod naukowych, w tym ilościowych uzyskując generalnie w konsekwencji realizację postawionego celu pracy, choć nie ustrzegł się potknięć wskazanych przeze mnie w części szczegółowej.

Oryginalny wkład Doktoranta do teorii transportu upatruję w:

- przeprowadzeniu szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie dystrybucji ładunków oraz metod wspomagania decyzji dystrybucji ładunków w mieście uwzględniając osiągnięcia zarówno krajowe jak i zagraniczne,
- opracowaniu modelu matematycznego optymalizacji dystrybucji ładunków w mieście w ujęciu wielokryterialnym,
- opracowaniu metody rozwiązania wielokryterialnego zagadnienia optymalizacyjnego problemu dystrybucji ładunków w mieście wraz z opracowaniem aplikacji komputerowej wspomagającej użytkownika w zakresie podejmowania decyzji przy wyznaczeniu racjonalnego planu dystrybucji ładunków w mieście,

Rozważania w poszczególnych rozdziałach są logicznie powiązane w zakresie następstwa treści. Prezentowane w pracy zagadnienia teoretyczne stanowią podstawę do badań empirycznych prowadzonych przez Doktoranta. Dobór źródeł, zakres przeprowadzonych badań i zastosowane metody badawcze są odpowiednie dla osiągnięcia założonych celów rozprawy oraz weryfikacji sformułowanej tezy. Recenzowana dysertacja zawiera niezbędne składniki metody naukowej. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie TRANSPORT.

6. Wniosek końcowy

Uważam, że rozprawa doktorska, mimo przedstawionych powyżej uwag krytycznych, które nie podważają zasadniczego dorobku Doktoranta, została wykonana na bardzo dobrym poziomie merytorycznym. Przyjęta przez Doktoranta teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel osiągnięty.

Wyrażam opinię, iż rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazując na odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej jej Autora w dyscyplinie transport. Wykazując zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem Autor dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Stwierdzam, że zaprezentowane w rozprawie wyniki badań są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktoranta, a rezultaty pracy mogą służyć do bezpośredniego

wykorzystania w praktyce do tworzenia wielokryterialnych systemów wspomaganie decyzji w dystrybucji ładunków w miastach.

Stwierdzam zatem, że recenzowana praca spełnia wymogi stawiane rozprawie doktorskiej określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Wnoszę zatem do Rady Wydziału Transportu go o jej przyjęcie i dopuszczenie **Pana mgr inż. Emiliana Szczepańskiego** do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Kraków, 29 sierpień 2016 rok

