

Szczecin, 07.08.2020 r.

dr hab. inż. **Paweł Zalewski**, prof. AMS
Wydział Nawigacyjny
Akademia Morska w Szczecinie

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr inż. MONIKI ZIEMSKIEJ
pt.
„Modelowanie niezawodności operacyjnej miejskiej sieci transportowej w aspekcie oddziaływania portu”

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z dnia 3 czerwca 2020 r. (RWND/51/001/2020), w którym powołano się na uchwałę Rady Naukowej Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z dn. 28 maja 2020 r.

1. Tematyka, cel i zakres rozprawy

Przedmiotem rozprawy Pani mgr inż. Moniki Ziemskiej jest modelowanie niezawodności operacyjnej miejskiej sieci transportowej w aspekcie oddziaływania portu. Problematyka charakterystyk ruchu w drogowych systemach transportowych rozważana jest w badaniach światowych i polskich od przynajmniej kilkudziesięciu lat. Podobnej ilości opracowań dokonano także w zakresie tematyki niezawodności systemów technicznych. Można postawić pytanie, czy modelowanie niezawodności miejskiej sieci transportu drogowego jest współcześnie problemem dysertabilnym? W mojej opinii tak, jeżeli jego rozwiązanie doprowadzi do wiarygodnych wyników w konkretnym systemie transportowym, a równocześnie złożoność i kompleksowość modelu pozwoli na jego uniwersalne zastosowanie także w specyficznych systemach jakimi są sieci transportowe miast portowych.

Recenzowana rozprawa doktorska wpisuje się w rozważaną na poziomie światowym naukową problematykę związaną z parametryczną oceną niezawodności sieci transportowych w ramach dyscypliny transport, w której wszczęto przewód doktorski w 2018 r., oraz obecnie w ramach dyscypliny inżynieria lądowa i transport. Analiza dotychczasowego piśmiennictwa Autorki niniejszej rozprawy wskazuje, że przedstawiona do oceny dysertacja jest wynikiem kilkuletnich poszukiwań badawczych Doktorantki rozpoczętych w 2014 r.

Zagadnienia naukowe, którymi zajęła się Autorka, można odnaleźć w hipotezie (na str. 14):

„Opracowanie modelu niezawodności operacyjnej odwzorowującego układ drogowy obciążony ruchem portowym Miejskiej Sieci Transportowej pozwoli na analizę i ocenę jej działania ze względu na rozwój i zmiany struktury strumieni ruchu generowanych przez port znajdujący się w centrum miasta.”

W pracy nie sprecyzowano natomiast wprost problemu badawczego, który powinien odwoływać się do czterech elementów: 1) czynnika, którego wpływ badamy, 2) obiektu, którego reakcję na czynnik chcemy zaobserwować, 3) procesu oddziaływania czynnika na obiekt, 4) wpływu działania czynnika na proces dotyczący obiektu. Problem badawczy

powinien więc być pytaniem postawionym w celu dowiedzenia się jak dany czynnik działa lub jaki ma wpływ na obiekt badań. Obiektami badań w rozprawie są: struktury strumieni lub potoków ruchu generowanych przez port w miejskiej sieci transportowej oraz stany jej niezawodności i procesy do nich prowadzące. Dlatego problemy badawcze powinny być według mnie sformułowane następująco:

- 1) *Jaki wpływ ma zmiana struktury strumieni ruchu generowanych przez port na niezawodność miejskiej sieci transportowej?*
- 2) *Jakie są wartości graniczne dla zidentyfikowanych stanów niezawodnościowych sieci transportowej miasta Gdynia?*

Zacytowana hipoteza, aby mogła podlegać walidacji, również powinna być zapisana odmiennie. Przy jej dotychczasowej formule Autorce można postawić zarzut niemożliwości falsyfikacji postawionej hipotezy. Opracowanie modelu niezawodności operacyjnej miejskiej sieci transportowej, który pozwoli na analizę i ocenę jej działania, jest w obecnym stanie wiedzy zdarzeniem niemalże pewnym, problem natomiast leży w wiarygodności i uniwersalności zbudowanego modelu.

Cele rozprawy (str. 14) zostały sformułowane prawidłowo. Są oryginalne i nietrywialne oraz wskazują obszar i metodykę badawczą. Dostrzegam jednakże niepełną realizację celów prowadzących do weryfikacji hipotezy. Przedstawione w rozdziale 4. modele dotyczą jedynie potoków ruchu, natomiast modele do oceny niezawodności opisane w rozdziale 5, będące tematem pracy, wydają się być zaczerpnięte wprost z publikacji [40] (Kołowrocki 2014). Modele z rozdziału 5. nie wykorzystano także w praktycznym studium przypadku w rozdziale 6. Poza tym brakuje dyskusji dotyczącej definicji i rozróżnienia pojęć niezawodności i niezawodności operacyjnej opisanych w pozycji [35] (Jaźwinski, Smalko, Żurek 2004). Autorka nie przytacza definicji niezawodności rozumianej jako prawdopodobieństwo niewystąpienia uszkodzenia oraz niezawodności operacyjnej rozumianej jako prawdopodobieństwo wykonania zadania. Szkoda, ponieważ może to utrudniać zrozumienie treści przez czytelnika niespecjalizującego się w domenie niezawodności. Kolejność realizacji zagadnień badawczych wynikających z celów, wnioskowanie przyczynowo-skutkowe oraz powiązanie zagadnień kluczowych i drugorzędnych nie budzi większych wątpliwości.

Rozprawa ma charakter teoretyczno-doświadczalny, a uzyskane wyniki, miarodajne dla wycinka sieci transportowej miasta Gdynia są rezultatem badań rzeczywistych i symulacyjnych.

Oceniając zasadność podjęcia tematu uważam, że odpowiada on aktualnie realizowanej w świecie problematyce badawczej w zakresie niezawodności operacyjnej systemów transportowych. Wyniki rozprawy, poza znaczeniem naukowym mogą znaleźć zastosowanie również w realizacjach praktycznych, co stanowi o użytecznym charakterze prowadzonych dociekań.

2. Struktura formalna rozprawy

Recenzowana praca wraz z załącznikami obejmuje 186 stron (bez załączników 164 strony) formatu A4 wydrukowanych komputerowo w kolorze, 66 rysunków, wykresów i zdjęć, 22 tabele, literaturę liczącą 101 pozycji, w tym 32 zagraniczne oraz 12 pozycji autorskich i współautorskich (1 samodzielna, 8 współautorskich z promotorem). Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. Leszek Smolarek, prof. UMG, promotorem pomocniczym dr inż. kpt. ż.w. Przemysław Wilczyński, prof. UMG.

Rozprawa obejmuje tekst zasadniczy, spisy, wykazy oraz 6 załączników. Do rozprawy nie dołączono streszczenia. Treść rozprawy zawarta jest w pięciu rozdziałach merytorycznych poprzedzonych *Wstępem*, oznaczonym jako rozdział pierwszy, który zawiera opis genezy

problematyki badawczej. Rozprawę kończą *Wnioski*, oznaczone jako rozdział siódmy, będące konkluzją przeprowadzonych w pracy rozważań i eksperymentów.

Przyjęty układ pracy jest właściwy, a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji. Treść rozdziałów jest zgodna z nadanymi im tytułami.

Mankamentem recenzowanej pracy są dość liczne błędy językowe (gramatyczne i stylistyczne) utrudniające jej czytanie i zrozumienie.

Konkludując aspekt formalny rozprawy można stwierdzić, że nie budzi on istotnych zastrzeżeń.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Praca jest ściśle związana z problematyką badawczą dyscypliny naukowej „inżynieria lądowa i transport” obejmującą inżynierię ruchu w systemach transportowych, Przedstawione w pracy badania dotyczą zagadnień związanych z:

- 1) identyfikacją parametrów procesów Markowa i semi-Markowa dla badanego układu drogowego,
- 2) budową mikroskopowego modelu symulacyjnego wycinka sieci transportowej miasta portowego w środowisku PTV Vissim,
- 3) analizą niezawodności operacyjnej miejskiej sieci transportowej.

Do osiągnięć naukowych mgr inż. Moniki Ziemskiej w obszarze tematyki rozprawy zaliczam:

- 1) ustalenie parametrów modeli symulacyjnych Monte-Carlo dla wycinka sieci transportowej miasta Gdynia, w których danymi wejściowymi są: natężenie ruchu, struktura kierunkowa, udział pojazdów ciężarowych, natężenie pieszych, ruch pojazdów transportu zbiorowego, sterowanie sygnalizacją świetlną, zachowania kierowców,
- 2) przeprowadzenie analizy przypadku warunków zbliżonych do dobowego rozkładu ruchu drogowego oraz warunków, w których występuje „stres”,
- 3) uzyskanie danych z wykonanego modelu do scenariuszy zarządzania ruchem w sieci,
- 4) określenie oddziaływania ruchu drogowego na środowisko.

Rozdziały piąty i szósty stanowią indywidualny wkład Doktorantki w tym zakresie. Wyjaśnienia wymaga brak potwierdzenia w pracy zastosowania modeli matematycznych opracowanych w rozdziale 5 w aplikacji zaprojektowanej do wykonania studium przypadku w rozdziale 6. Doktorantka zbudowała model mikroskopowy w środowisku symulacji ruchu multimodalnego PTV Vissim 2020, jednakże nie stwierdziła, czy zaimplementowane w nim metody matematyczne odpowiadały przedstawionym w rozdziałach 4 i 5 oraz załączniku 1.

Pomimo przedstawionych zastrzeżeń uznaję, że tematyka rozprawy doktorskiej jest nośna i przyszłościowa, nieopisana wcześniej w wyczerpujący sposób w literaturze światowej.

4. Uwagi

Niezależnie od wymienionych ogólnych uwag do pracy mam również kilkanaście uwag szczegółowych:

- 1) Str. 3: W wykazie skrótów pojęcia takie jak Bow-Tie powinny być lakonicznie wyjaśnione, a nie tylko przetłumaczone na polskie określenie żargonowe. Analiza „muchy” wzięła się od graficznego wyglądu schematu blokowego, podobnie jak angielskie „Bow-Tie”, jednakże w wykazie warto dodać, iż jest to schematyczny

sposób opisywania i analizowania ścieżek rozwoju zdarzenia od przyczyny do konsekwencji.

- 2) Str. 11-13: W analizie literatury w rozdziale 2 zabrakło wielu podstawowych publikacji, które można znaleźć np. na stronie www U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration jak np. monografia „Traffic Flow Theory” uaktualniona w roku 1995 przez U.S. Transport Research Board. Autorka bazuje przede wszystkim na pozycjach polskich, ale i wśród nich pomija wprost nawiązujące do jej tematyki monografie prof. Jacyny z PW, czy Żochowskiej z PŚ.
- 3) Str. 11: W ostatnim zdaniu pierwszego akapitu Autorka stwierdza, że „Metoda ta jest również powszechnie znana w badaniach nad optymalizacją tras w transporcie drogowym.” Czy ma na myśli metodę symulacyjną Monte-Carlo, o której wspomina parę zdań wcześniej, czy też inną metodę poszukiwania optimum funkcji celu?
- 4) Str. 15-16: W rozdziale 4. i tabeli 1. Doktorantka wymienia modele kilku autorów nie powołując się przy tym na literaturę i nie zamieszczając publikacji z opisem tych modeli w wykazie.
- 5) Str. 21: Autorka wprowadza pojęcie MST, które co prawda jest wyjaśnione w wykazie, jednakże przy pierwszym użyciu powinno być także zdefiniowane w tekście.
- 6) Str. 22-23: Nie wymieniono takich metod oceny ryzyka jak: PHA (Preliminary Hazard Analysis) oraz TOR (Technique of Operations Review). Nie podano również odniesień literaturowych do wymienionych w pracy metod ETA, CCA, HAZOP, FMEA, HRA, Bow-Tie.
- 7) Str. 29: Autorka stwierdza, że miarą porównawczą w analizie jest procent jazdy w kolumnie. Brakuje tu definicji kolumny (dla jakich parametrów mamy kolumnę pojazdów, a dla jakich nie) oraz określenia czy procent jazdy w kolumnie liczony jest na badanym odcinku czy w określonym czasie.
- 8) Str. 39-40: Autorka wprowadziła symbole kierunków geograficznych w j. polskim, których niestety nie używa konsekwentnie w dalszej części pracy. W rezultacie czytelnik musi domyślać się, czy W oznacza wschód, czy zachód np. OFWPRAWO oznacza według autorki dzień, w którym odbył się Opener festiwal, wlot zachodni, kierunek prawo. Jeżeli tak zostały przyporządkowane dane liczbowe to mamy tu do czynienia z błędem grubym – model dla OFW powinien rejestrować wlot wschodni, a dla OFZ zachodni. Błędne oznaczenia są także na rys. 9 i 47.
- 9) Str. 40-44: Różnicę między rzeczywistą a deterministyczną wartością zmiennej objaśnianej nazywa się resztą. Wprowadzone przez Autorkę pojęcia statystyczne średniej resztkowej, wartości resztkowej sigma oraz średniego zakresu ruchomości reszt nie są spotykane w terminologii polskiej i nie powinny być używane w rozprawie doktorskiej. Błędem grubym, który traktuję jako efekt pośpiechu podczas zapisywania wyników eksperymentalnych w pracy, jest także zamieszczanie lub niezamieszczanie przecinków i to zamiennie z kropkami, jako znaków dziesiętnych w wynikach modelu ARIMA. Od osoby aspirującej do stopnia doktora oczekiwać powinniśmy większej dbałości o prawidłowość podstawowego zapisu matematycznego. Rys. 10 wskazuje na liczbę pojazdów na skrzyżowaniu podczas jednej obserwacji średnio w wielkości koło 300 (od 0 do 1520). Tymczasem średnia procesu i inne parametry podawane są w wysokości nawet 227 553 pojazdów. Autorka nie wyjaśniła także, czy natężenie ruchu

jest liczbą pojazdów podczas obserwacji chwilowej, czy też podczas obserwacji trwającej określony przedział czasu. A może tak jak w przypadku stresu nagłego podane liczby dotyczą czasu przejazdu przez skrzyżowanie z obserwacji pojedynczego pojazdu?

- 10) Str. 49: W tabeli 5 wartość P testu Anderson-Darling, czyli graniczny poziom istotności - najmniejszy, przy którym zaobserwowana wartość statystyki testowej prowadzi do odrzucenia hipotezy zerowej jest mniejszy od 0,1 (kropka powinna być zamieniona na przecinek dziesiętny). Wynikałoby stąd, że według tego testu nie można mówić o dopasowaniu dystrybuanty testowanego rozkładu z dystrybuantą obliczoną na podstawie danych empirycznych.
- 11) Str. 61: Nie podano końcowej postaci zależności na niezawodność operacyjną.

Autorka nie uniknęła też wielu błędów o charakterze językowo-edytorskim poczynawszy od literowych do stylistycznych:

- 1) Str. 8: W pierwszym akapicie zamiast „zburzeń” powinno być „zaburzeń”; zamiast „_Do” „Do”.
- 2) Str. 18: W drugim akapicie zamiast „podzielonego” powinno być „podzielonego”.
- 3) Str. 19: Zamiast „literaturze [57]” powinno być „publikacji [57]”.
- 4) Str. 20: Zamiast „około portowej” powinno być „okołoportowej”.
- 5) Str. 23: Zamiast „HIRA” powinno być „HRA”.
- 6) Str. 30: Zdanie w pierwszym akapicie rozdziału 4.2 „sytuacje wpływające bezpośrednio na ruch drogowy, można je określić mianem Stresu” jest niezrozumiałe. Domyślam się, że powinno być „które można określić mianem Stresu”. Podobnie w kolejnym zdaniu należy zdecydować czy „nazwać”, czy „określić”. Natomiast ostatnie zdanie tego akapitu należy całościowo przeredagować.
- 7) Str. 37: Zamiast kolokwialnego określenia „zmapowanie” powinno być „ustalenie”.
- 8) Str. 54, 64, 65: Zamiast „Markowskich” powinno być „Markowa”.
- 9) Str. 65: Błędne odwołanie do rysunku.
- 10) Str. 126: Zamiast „W modelu” powinno być „Za pomocą narzędzia PTV Vissim” albo „Na podstawie zbudowanego modelu symulacyjnego”.
- 11) Str. 147: We wnioskach zdania: „Opracowane modele w pracy uwzględniają różne zastosowania modeli” oraz „W zależności od badanego układu drogowego koniecznym jest dostosowanie modelu w parametry, które w miarodajny sposób pozwolą” należy przeredagować.
- 12) Str. 148: Zamiast „napływem” powinno być „wpływem”.

5. Pytania do Autora

Podczas publicznej obrony proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się i odpowiedź na następujące pytania:

- 1) Proszę o zajęcie stanowiska w kwestii uwag dotyczących problemu badawczego i hipotezy rozprawy.
- 2) Co oznacza poziom k stanu zdatności np. $k=5$ dla stanu „zdatny” według opisu na str. 18?
- 3) Czy możliwe jest wystąpienie stanu 03, czyli przejście bezpośrednio od stanu zdatności do niezdatności, czego nie przewiduje model opisany na str. 57-60? Dlaczego nie ujęto tego procesu w modelu?
- 4) W rozdziale 4 na str. 18 oraz na str. 27 Autorka ogranicza relację człowiek-obiekt (środek transportu)-otoczenie do relacji człowiek-środek transportu-infrastruktura. Czy przy tej samej infrastrukturze sieci transportowej model ruchu i niezawodność sieci nie ulegnie

zmianie przy zmianie warunków meteorologicznych, widzialności, porze dnia? Czy uwzględniono ten aspekt zmiany otoczenia człowieka i środka transportu w modelach? Czy modele symulacyjne opracowane na podstawie danych z lat 2017-2020 będą wiarygodne w kolejnych latach?

- 5) Proszę zaproponować kwantyfikację (wartości liczbowe) 6. poziomów lub klas swobody ruchu wymienionych na str. 35 i 36. Występują w nich pojęcia rozmyte takie jak niewielki, wyraźnie ograniczony, bardzo ograniczony. Jaką kategoryzację tych poziomów przyjęła Autorka w analizie stanów 1 i 2?
- 6) Proszę wyjaśnić dlaczego w zależnościach (1-3) na str. 36 autorka nazwała liczone parametry pochodnymi prawdopodobieństwa wystąpienia swobody ruchu? Czy obliczone różnice są zmianą prawdopodobieństwa w jednostce czasu? Jaką jednostkę fizyczna powinien mieć parametr α_{ij} ?
- 7) Proszę nazwać jednostki miary natężenia ruchu na osi poziomej wykresu na rys. 10 oraz wyjaśnić dlaczego wykresy kontrolne analizowano przyjmując, że dane pochodzą z rozkładu normalnego? Co oznacza sigma, a co odchylenie standardowe białego szumu?
- 8) Czy do danych przedstawionych na rys. 13 próbowano dopasować inny rozkład niż trójkątny? Dlaczego Autorka zdecydowała się na ten rozkład? Co wynika ze stwierdzenia na str. 50, iż są podstawy do odrzucenia hipotezy o zgodności rozkładów?
- 9) Proszę wyjaśnić pojęcie ergodycznego prawdopodobieństwa (str. 71).
- 10) Proszę omówić parametry wynikowe przedstawione na rysunkach 83 i 84.

6. Wnioski końcowe

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Ziemskiej dotyczy ważnego zarówno poznawczo, jak i aplikacyjnie problemu oraz stanowi wartościowe osiągnięcie Autora. Zagadnienie naukowe rozpatrzone w rozprawie zostało dostatecznie jasno sformułowane. W pracy przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań). Wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i wystarczająco przekonywujący. Doktorant rozwiązał postawione zagadnienia używając do tego właściwej metody i przyjmując uzasadnione założenia. Ustalenie parametrów modeli symulacyjnych Monte-Carlo dla wycinka sieci transportowej miasta Gdynia stanowi samodzielny dorobek Autorki. Jest to oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego stanowiące wkład mgr inż. Moniki Ziemskiej w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport. Rozprawę należy usytuować na pozycji odpowiadającej stanowi wiedzy i poziomowi techniki reprezentowanych przez literaturę światową, zaś stopień realizacji celu uzasadnia stwierdzenie, że Doktorant posiada w dostatecznym stopniu wiedzę teoretyczną, zdolności koncepcyjne oraz umiejętności niezbędne do samodzielnego rozwiązywania naukowych problemów badawczych.

W związku z powyższym, pomimo zamieszczonych uwag, uważam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Ziemskiej pt. „Modelowanie niezawodności operacyjnej miejskiej sieci transportowej w aspekcie oddziaływania portu” **spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport** określone na podstawie Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1669) i wnoszę o przyjęcie jej przez Radę Naukową Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

Paweł Głuch