

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Kamila FORMELA zatytułowanej

Model oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów projektowania drogi wodnej w ujęciu wielokryterialnym

promotor prof. dr hab. inż. kpt. ż. w. Adam WEINTRIT

promotor pomocniczy dr hab. inż. Tomasz NEUMANN prof. UMG

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA DOKTORANTA

Pan mgr inż. Kamil FORMELA w roku 2010 ukończył Wydział Nawigacyjny Akademii Morskiej w Gdyni uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. Będąc studentem Akademii Morskiej rozpoczął studia I stopnia na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, które ukończył w roku 2011. Jest również absolwentem National Maritime College of Ireland, gdzie ukończył studia I stopnia uzyskując tytuł *bachelor of Science in Nautical Science*.

Doktorant posiada duże (kilkunastoletnie) doświadczenie dydaktyczne, które zdobył jako wykładowca Akademii Morskiej w Gdyni, Uniwersytetu Morskiego w Gdyni oraz w Studium Doskonalenia Kadr Uniwersytetu Morskiego w Gdyni. Był oficerem szkoleniowym w *Bernhard Schulte Shipmanagement*. Asystował w procesie rekrutacji i selekcji praktykantów, oraz monitorował i oceniał postępy szkoleniowe w *Bernhard Schulte Shipmanagement*. Ma kilkuletnie doświadczenie oficera wachtowego na statkach LNG w żegludze międzynarodowej. Posiada bardzo duże doświadczenie w obsłudze symulatorów nawigacyjno-manewrowych, wykorzystywanych w pracach naukowo-badawczych.

Jest autorem lub współautorem **czternastu** publikacji w recenzowanych krajowych i zagranicznych wydawnictwach. Był członkiem **siedmiu** zespołów badawczych realizujących projekty naukowo-badawcze oraz uczestniczył w opracowaniu **trzynastu** ekspertyz i analiz.

W opinii recenzenta kwalifikacje i doświadczenie zawodowe Pana mgr. inż. Kamila FORMELA, doświadczenie zawodowe oraz doświadczenie w obszarze prowadzenia badań na symulatorach predestynuje Go do zmierzenia się z podjętym problemem badawczym.

2. OBSZAR PROBLEMOWY ROZPRAWY

Od kilku dekad zaobserwować można nie tylko systematycznie zwiększającą się liczbę statków w żegludze międzynarodowej, ale również wzrost ich wielkości jednostkowych. Jest to szczególnie widoczne w odniesieniu do kontenerowców. W ostatnich 60 latach ich wielkość zwiększyła się 20-krotnie (od około 1 000 TEU do 21 000 TEU). Trend ten można zaobserwować również w odniesieniu do innych typów statków. Sprawia to, że wiele portów staje się niedostępnych dla coraz większych statków. W efekcie takich trendów administracje wielu portów stają przed koniecznością modernizacji by sprostać wyzwaniu „większych statków w mniejszych portach”.

Weryfikując główne cele strategiczne rozwoju portów (w tym również portów polskich) największy nacisk kładzie się na realizację inwestycji związanych z zapewnieniem nowoczesnej infrastruktury portowej oraz niezbędny dla rozwoju portów dostęp poprzez modernizowanie dróg wodnych. Podejmowane działania mają na celu poprawę dostępu do portów morskich. Należy podkreślić, że odpowiednio rozbudowane drogi wodne stanowią bardzo ważny element funkcjonowania współczesnych portów morskich. Doktorant słusznie zauważył, że „[...] wybór właściwego wariantu projektowania drogi wodnej stanowi obecnie przedmiot zainteresowania administracji morskiej państwa, zarządów portów i przyszłych użytkowników portów jako inwestycja konieczna dla zapewnienia bezpieczeństwa tym jednostkom i dalszego rozwoju portów”.

W recenzowanej rozprawie Doktorant zaproponował autorską metodę oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów planowanej drogi wodnej w ujęciu wielokryterialnym, która pozwala w sposób kompleksowy ocenić aspekty, które decydują o wyborze najlepszego wariantu budowanej drogi wodnej. Zaproponowana autorska metoda została poddana weryfikacji, którą dokonano na przykładzie jednego z przygotowywanych projektów drogi wodnej. Warto podkreślić, że problematyka badawcza podjęta przez Doktoranta ma wymiar nie tylko teoretyczny, ale również użytkowy.

Uwypuklić należy również fakt, że problematyka podjęta w rozprawie stanowi aktualny problem badawczy odnoszący się do budowy i eksploatacji dróg wodnych i portów, wpisuje się zatem w badania z zakresu infrastruktury transportu morskiego.

3. OCENA ROZPRAWY

Na wstępie należy podkreślić, że podjęta przez Doktoranta problematyka badawcza dotycząca oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów drogi wodnej liczy niewiele pozycji.

Wyniki przeprowadzonego przez Doktoranta procesu badawczego zawarte zostały w recenzowanej rozprawie doktorskiej, która liczy 119 stron. Rozprawę tworzy: spis treści, wykaz najważniejszych

skrótów i oznaczeń, wprowadzenie, sześć rozdziałów merytorycznych, podsumowanie i wnioski końcowe, bibliografia, spis rysunków i tabel oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Oceniam, że układ rozprawy jest logiczny, poprawnie odzwierciedlający przeprowadzony proces badawczy, a kolejne części rozprawy tworzą spójną całość.

Bibliografia wykorzystana w rozprawie liczy **128** pozycji polsko- i angielskojęzycznych. Oceniam, że bibliografia została dobrana poprawnie, w sposób uzasadniony tematem recenzowanej rozprawy. W recenzowanej rozprawie zamieszczono **16** tabel oraz **30** rysunków.

Recenzowaną rozprawę można podzielić na trzy następujące części: **pierwsza** obejmuje analizę stanu wiedzy, uzasadnienie wyboru tematu oraz aspekty metodologiczne (rozdział 1), część **druga** obejmuje problematykę szeroko rozumianego bezpieczeństwa (morskiego i nawigacyjnego), inżynierii ruchu morskiego oraz rozważania i analizy odnoszące się do problematyki wielokryterialnego wspomaganie decyzji (rozdziały 2, 3 i 4), **trzecia** zawiera przegląd metodyk i materiałów wielokryterialnej oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla projektowanych dróg wodnych i wybór najlepszej w kontekście podjętego problemu badawczego, wyniki opracowanych danych klimatycznych i kryteriów nawigacyjnych oraz podsumowanie i wnioski wynikające z przeprowadzonego procesu badawczego (rozdziały 5, 6 i 7).

3.1. METODOLOGICZNA OCENA ROZPRAWY

Przyjęte przez Doktoranta założenia metodologiczne oraz przegląd literatury, przedstawione zostały w rozdziale pierwszym, i w opinii recenzenta spełniają wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Doktorant określił, że celem rozprawy było **opracowanie wielokryterialnej metody oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla zaproponowanych wariantów projektowanej drogi wodnej pozwalającej podjąć optymalną decyzję inwestycyjną**. Tak przyjęty cel został zdekomponowany na siedem celów cząstkowych.

Doktorant problem badawczy sformułowano w formie czterech pytań odnoszących się m.in. do: kryteriów determinujących ocenę bezpieczeństwa nawigacyjnego dla zaproponowanych wariantów budowanej lub modernizowanej drogi wodnej, wykorzystania ekspertów do oceny kryteriów bezpieczeństwa nawigacyjnego oraz wyboru wariantu drogi wodnej, implementacji i walidacji zaproponowanych metod, jak również do możliwości zastosowania opracowanej metody na dowolnym akwencie.

Pan mgr inż. Kamil FORMELA przyjął w recenzowanej rozprawie następującą hipotezę badawczą: **Możliwe jest opracowanie (nowej) uniwersalnej metody pozwalającej porównać i ocenić bezpieczeństwo nawigacyjne jednostki na torze wodnym dla różnych wariantów projektowanej drogi wodnej poprzez realizację badań symulacyjnych i wielokryterialną analizę wyników tych badań**. Przyjęte przez Doktoranta założenia metodologiczne rozprawy doktorskiej są poprawne.

W opinii recenzenta przeprowadzona analiza stanu wiedzy oraz przegląd literatury, przedstawione argumenty odnoszące się do uzasadnienia wyboru tematu ze szczególnym uwypukleniem sytuacji problemowych, należy uznać za przekonujące. Wykorzystane przez Doktoranta narzędzia i techniki są adekwatne do rozwiązywanych problemów badawczych.

Podsumowując warstwę metodologiczną recenzowanej rozprawy można stwierdzić, że przyjęte założenia metodologiczne są logiczne i poprawne.

3.2. MERYTORYCZNA OCENA ROZPRAWY

Na wstępie oceny merytorycznej, wskazane jest wyodrębnienie uwag o charakterze ogólnym. Należy podkreślić, że problematyka podjęta w rozprawie została dobrze osadzona w literaturze przedmiotu badań, co w połączeniu z doświadczeniem zawodowym, wiedzą i aktywnością zawodową Doktoranta sprawia, że uzyskane wyniki badań, przedstawione rozwiązania, wnioski i propozycje są interesujące oraz przekonujące, a co więcej mogą (i powinny) znaleźć zastosowanie praktyczne.

W **rozdziale 1** Doktorant przedstawił analizę historyczną rozwoju przewozów morskich, analizę stanu wiedzy oraz przegląd literatury przedmiotu, z zakresu oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów dróg wodnych w ujęciu wielokryterialnym. W analizie dostępnej literatury uwzględniono **38** pozycji, poruszających zagadnienia ściśle powiązanych z podjętą w rozprawie problematyką badawczą.

Po przeprowadzeniu analizy literatury Doktorant stwierdził, że „[...] kwerenda literatury dowiodła, że nie ma pozycji odnoszących się do oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów dróg wodnych uwzględniających wielopoziomą hierarchię celów powiązanych z dobranymi kryteriami oraz nie ma również sposobów oceny wariantów dróg wodnych ani przykładów ulokowania tych ocen w ogólnych zasadach zarządzania ryzykiem nawigacyjnym. Brak jest również definicji i opracowania metodyki rozwiązania wielopoziomowego, wielokryterialnego problemu decyzyjnego z zakresu transportu morskiego, polegającego na ocenie proponowanych wariantów drogi wodnej. Nie dostrzeżono również metody hierarchizacji zbioru takich wariantów i kryteriów polegających szeregowaniu ani definicji wielopoziomowej struktury kryteriów do ich oceny”.

Tym samym wykazana została konieczność podjęcia zaproponowanych przez Doktoranta badań naukowych. W rozdziale tym zawarta została również syntetyczna charakterystykę treści poszczególnych rozdziałów. Ponadto zawarte zostały w nim aspekty metodologiczne przeprowadzonego procesu badawczego, które został przedstawiony w punkcie 3.1 niniejszej recenzji.

Rozdział 2 obejmuje teoretyczne rozważania odnoszące się do ogólnego pojęcia bezpieczeństwa oraz zasadniczych aspektów bezpieczeństwa morskiego, bezpieczeństwa na morzu oraz bezpieczeństwa nawigacyjnego. W rozdziale tym Doktorant zawarł nie tylko podstawowe definicje tych pojęć,

ale również metody i techniki identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka oraz ich podstawowe miary i kryteria. Bardzo szczegółowo przeanalizował podstawowy dokument dotyczący zarządzaniem ryzykiem w transporcie morskim, a mianowicie metodologię FSA (*Formal Safety Assessment*) wydany przez IMO. W analizach zawartych w tym rozdziale Doktorant uwzględnił również, inne narzędzia zarządzania ryzykiem, a mianowicie IWRAP (*IALA Waterways Risk Assessment Programme*), PAWSA (*Port and Waterways Safety Assessment*) oraz metodę SIRA (*Simplified IALA Assessment*). Ponadto scharakteryzował krajowe i branżowe normy zarządzania ryzykiem oraz miary i kryteria oceny ryzyka. Warto zacytować następujące słowa Doktoranta „[...] *Wiele różnych metod pomiaru ryzyka oraz ich przeznaczenie skutkuje tym, że potencjalny odbiorca może mieć problem z koncepcją ich zrozumienia [...] głównym powodem, dla którego nie wykorzystuje się danego narzędzia pomiaru, jest jego niewystarczające zrozumienie. Bardzo ważne jest to, aby metody pomiaru ryzyka były jasne i proste dla osób, które zajmują się zarządzaniem ryzykiem*”.

Analiza treści tego rozdziału rodzi jednak pytanie, dlaczego na rys. 2.1 Doktorant przedstawił rozwój koncepcji ryzyka w latach 1700 – 2012 podczas gdy analiza literatury obejmuje wiele ważnych pozycji obejmujących tę problematykę opublikowanych po roku 2012. Nie bardzo rozumieć również następujący zapis z ostatniego akapitu na s. 23 „[...] *Formalna ocena bezpieczeństwa zdaje się być jednym z bardzo ważnych aspektów przemysłu morskiego. Całkowity lub przez jakikolwiek inny komitet lub organ pomocniczy w celu określenia najbardziej ryzykownych obszarów żeglugi*”.

Zawarte na s. 19 pewne aspekty rozumienia pojęcia bezpieczeństwa morskiego zostały przedstawione przez Doktoranta w sposób niejednoznaczny, np. aspekt brak strat finansowych.

Kolejny rozdział, poświęcony został podstawom teoretycznym odnoszącym się do problematyki dróg wodnych w ujęciu inżynierii ruchu morskiego. W rozdziale tym zawarte zostały m.in. definicje, podziały i zasady kwalifikacji dróg wodnych. Omówione zostały również podstawowe parametry dróg wodnych, a także ich charakterystyki konstrukcyjno-budowlane wraz z ich technicznymi warunkami użytkowania. W opinii recenzenta pewne wątpliwości może wzbudzić następujące stwierdzenie „[...] *Nie określa się okresu użytkowania morskich dróg wodnych, a zakłada się, że tak długo, jak długo będą istnieć porty morskie, konstrukcje hydrotechniczne morskiej drogi wodnej muszą spełniać swoje zadania. Przy takim założeniu literatura przedmiotu przyjmuje okres eksploatacji nabrzeży, obrzeży i skarp jako równy maksymalnie sto lat*”.

Rozdział 4 poświęcony został przedstawieniu różnych metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji i analizie porównawczej tych metod. Doktorant stwierdził, że „[...] *z przeglądu literatury w zakresie stosowania metodyk oceny projektów wynika, że najczęściej stosowanymi metodykami są analiza kosztów i korzyści (CBA czyli Benefit – Cost Ratio) oraz wielokryterialne wspomaganie decyzji (MCDA – Multiple Criteria Decision Aiding)*”. W rozdziale tym przedstawił zalety i wady najczęściej wykorzystywanych metodyk. Doktorant dokonał przeglądu, klasyfikacji metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji oraz scharakteryzował wybrane metody (ELECTRE III, PROMETHEE I oraz AHP - *Analytic Hierarchy Process*). Ważnym aspektem zawartym w tym rozdziale jest analiza porównawcza

silnych i słabych stron wybranych metod.

Jak zauważył Doktorant analiza systemów transportu wodnego, jak i proponowanych usprawnień powinna uwzględniać różne aspekty, tym samym powinno być możliwe porównanie właściwości różnych zaproponowanych wariantów z oczekiwaniami podmiotów oceniających.

Należy zgodzić się z Doktorantem, że rozdziały od 1 do 4 stanowią wprowadzenie do zasadniczej części recenzowanej rozprawy, którą stanowią trzy kolejne rozdziały (od 5 do 7).

Rozdział 5 stanowi najważniejszą i najbardziej wartościową część recenzowanej rozprawy. Zaproponowana przez Doktoranta metodyka wielopoziomowej i wielokryterialnej oceny wariantów dróg wodnych, oparta została na ogólnej metodyce rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych. Jej zastosowanie pozwala uzyskać zestawienie projektów dróg wodnych od tych, które w największym stopniu zapewniają bezpieczeństwo nawigacyjne i spełniają oczekiwania do tych które w najmniejszym stopniu zapewniają to bezpieczeństwo. Doktorant po przeprowadzeniu badań ankietowych skierowanych do inwestorów, wykonawców i użytkowników, sformułował i wyselekcjonował podstawowe grupy kryteriów oraz zdefiniował ich stopnie ważności (decydowało o tym preferencje respondentów). Szkoda, że Doktorant nie zamieścił w doktoracie wzoru ankiety, która została opracowana i przesłana do inwestorów, wykonawców i użytkowników.

Opracowany zbiór kryteriów wraz z ich stopniami ważności, preferencje decydentów w odniesieniu do poszczególnych wariantów projektowanej drogi wodnej, stanowią punkt wyjścia dla autorskiej metodyki oceny rozwiązań i wyboru najlepszego wariantu. Doktorant przekonująco uzasadnił wybór metody szeregowania wariantów z wykorzystaniem AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Przyjęta przez Doktoranta metoda AHP bazuje na koncepcji hierarchii celów oraz tworzeniu porównań dwójkowych pomiędzy celami tego samego poziomu. Pozwala na zaproponowanie analizy porównawczej kryteriów związanych z bezpieczeństwem nawigacyjnym w ujęciu inżynierii ruchu morskiego.

Doktorant do realizacji procedury obliczeniowej wykorzystał metodę symulacji z wykorzystaniem symulacji czasu przyspieszonego (FTS – *Fast Time Simulation*). Przeprowadzone badania polegały na wykonaniu manewrów podejściowych i portowych wybranym modelem statku (*River – Sea Ship 2*), w każdym z wariantów planowanej drogi wodnej (do przeprowadzenia symulacji wybrana została droga wodna łącząca Zalew Wiślany z Zatoką Gdańską). Przyjęcie takiej drogi wodnej pozwoliło na weryfikację wyników modelu z planami projektowymi budowanej drogi wodnej.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że wszystkie wybrane modele (m.in. parametry hydrometeorologiczne, charakterystyki manewrowe statku) zostały bardzo dokładnie opracowane i zweryfikowane przez Doktoranta.

Rozdział 6 zawiera wyniki opracowanych danych klimatycznych i kryteriów nawigacyjnych, które zaimportowane zostały do arkusza sprawozdawczych, dokonano weryfikacji opracowanej metody z wykorzystaniem badań symulacyjnych poprzez syntezę wyników. W rozdziale przedstawiono i przeanalizowano błędy wygenerowane podczas rejestracji kryteriów z prób symulacyjnych jak i obróbki

danych. Doktorant zaprezentował wartości wag dla zaproponowanych wariantów drogi wodnej opracowane z wykorzystaniem metody AHP. Wartości wag opracowane zostały w oparciu o analizy eksperckie.

W rozdziale tym zostały również szczegółowo przedstawione analizy wyników przeprowadzonych symulacji trajektorii statku wykorzystywanego w badaniach symulacyjnych oraz teoretyczne aspekty przeprowadzonych symulacji. Ważnym aspektem niniejszego rozdziału są również następujące aspekty, odnoszące się do przeprowadzonych symulacji, a mianowicie: niepewność uzyskanych wyników oraz analiza wygenerowanych błędów.

Doktorant wykonał łącznie **288** sesji pomiarowych. Dla zapewnienia normalizacji pomiarów, manewry statków realizowano w oparciu o działanie systemu automatycznego sterowania uwzględniającego żeglugę po zadanej trasie. Rozdział kończą uzasadnione i poprawnie zsyntetyzowane wnioski.

W opinii recenzenta po analizie przeprowadzonych badań należy podkreślić wysoki profesjonalizm Doktoranta, wiedzę teoretyczną oraz bardzo duże doświadczenie praktyczne w prowadzeniu takich badań.

Treścią ostatniego **rozdziału 7** jest podsumowanie i wnioski końcowe, odniesienie się do przyjętych założeń metodologicznych oraz przedstawienie syntetycznych wniosków, rekomendacji oraz kierunku dalszych badań.

Podsumowując merytoryczną ocenę recenzowanej rozprawy, w opinii recenzenta na podkreślenie zasługuje fakt, iż opracowana przez Doktoranta metoda oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów planowanej drogi wodnej w ujęciu wielokryterialnym. Poprawność uzyskanych wyników została pozytywnie zweryfikowana przez Doktoranta.

3.3. UWAGI

Odnosząc się do strony edycyjnej, w recenzowanej rozprawie odnaleźć można drobne błędy stylistyczne, językowe i edycyjne, które nie mają jednak wpływu na pozytywną ocenę rozprawy. Zaliczyć do nich możemy m.in.:

- **błędy literowe** np.: [s. 11] powinno być oraz a nie orz, [s. 22] powinno być ryzykiem – jest ryzykiem, [s. 22] powinno być ze starymi – jest ze stara, [s. 27] powinno być załogi – jest złogi, [s. 27] powinno być bezpieczeństwa – jest bezpieczeństwo, [s. 40] winno być lub akwienie – jest lun akwienie;
- **błędne wyjaśnienie skrótu PAWSA;**
- **brak numeracji następujących stron:** 18, 19, 62, 103, 104;
- **błąd edycyjny** [s. 18] w tabeli 2.1, [s. 37] w tabeli 3.1;

- [s. 42] niezbyt fortunne sformułowanie „wymaganego stanu estetycznego”;
- [s. 61] mało czytelne rys. 5.2;

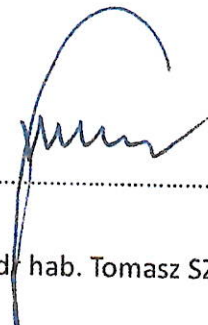
Po lekturze rozprawy proszę, aby Doktorant w trakcie publicznej obrony odniósł się do następujących problemów:

- do teoretycznych i definicyjnych aspektów bezpieczeństwa morskiego;
- uzasadnienie wyboru do przeprowadzenia symulacji drogi wodnej łączącej Zalew Wiślany z Zatoką Gdańską;
- o jakie elementy w opinii Doktoranta powinien zostać rozbudowany algorytm oceny bezpieczeństwa nawigacyjnego dla różnych wariantów projektowanej drogi wodnej w ujęciu wielokryterialnym.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Konkludując, rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Kamila FORMELA stanowi jego indywidualny dorobek naukowo-badawczy, który dotyczy interesującego i dotychczas, według mojej wiedzy, bardzo słabo rozpoznanego obszaru badań naukowych. Zawarte wyniki przeprowadzonego procesu badań świadczą o opanowaniu warsztatu naukowego oraz wskazują na dobrą wiedzę merytoryczną Autora o badanym przedmiocie, a przedstawione do recenzji opracowanie spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20.07.2018 r. („Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” – Dz.U. z 2018 poz. 1668).

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie Pana mgr. inż. Kamila FORMELA do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport.



.....

prof. dr hab. Tomasz SZUBRYCHT