

Warszawa, 24 listopada 2018 r.

dr hab. inż. Jacek Skorupski, prof. PW  
ul. Drzymały 8 m. 33  
02-495 Warszawa

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. kpt. ż. w. Andrzeja Hejmlicha pt.  
„Metoda oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku  
morskiego podczas manewrów na akwencie ograniczonym”**

### *Treść i zakres rozprawy, uwagi ogólne*

Rozprawa zawiera 6 rozdziałów, w tym wstęp i zakończenie. Do rozprawy dołączono bibliografię zawierającą 116 pozycji oraz 6 załączników. Całość zawiera łącznie 134 strony tekstu, rysunków i tablic.

Przedmiotem rozprawy jest analiza czynnika ludzkiego (będącego ważnym elementem wpływającym na możliwość zaistnienia wypadku statku morskiego) w kontekście analizy ryzyka nawigacyjnego.

Wstęp i rozdział 2 zawierają definicję obszaru zainteresowania, osadzają ten obszar w literaturze przedmiotu i formułują tezę badawczą, której udowodnieniu poświęcona jest treść rozprawy. Ponadto wskazują na metody badawcze wykorzystane przy realizacji postawionych celów badawczych.

Uważam, że temat i cel rozprawy zostały wybrane bardzo dobrze. Manewrowanie na akwencie ograniczonym stanowi poważne wyzwanie zawodowe dla nawigatorów, a także wyzwanie organizacyjno-techniczne dla służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa w transporcie morskim. Istniejąca wiedza o relacjach łączących cechy profilu osobowości kapitana z ryzykiem wykonywania manewrów jest niewystarczająca. Mamy tu do czynienia z systemem antropotechnicznym, w którym dominującą dla

bezpieczeństwa rolę pełni człowiek – nawigator. Podejmowane przez niego decyzje są warunkowane stanem hydrologiczno-meteorologicznym otoczenia, parametrami eksploatacyjno-technicznymi statku, skomplikowaną nieraz sytuacją nawigacyjną oraz sprawnością urządzeń, wyposażenia i załogi statku. Na powyższe warunki obiektywne nakłada się subiektywny stosunek nawigatora do podejmowania działań ryzykownych, nierzadko deficyt czasu czy stres.

Złożoność sytuacji decyzyjnej powoduje konieczność zupełnie nowego podejścia do problemu oceny ryzyka wypadków manewrowych na akwenu ograniczonym. Skłania to również do poszukiwania (adekwatnych do istoty problemu) metod analizy wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku, których zasadniczym celem będzie dążenie do świadomego doboru załogi do zaplanowanych zadań transportowych.

Właśnie takiego nowatorskiego spojrzenia na te problemy dotyczy recenzowana rozprawa. W rozdziale 2 Autor, uzasadniając wybór tematu, wskazuje na konieczność połączenia badań psychologicznych i technicznej eksploatacji statku morskiego jako niezbędnej dla właściwego zrozumienia istoty zależności między profilem osobowościowym nawigatora a ryzykiem wypadku nawigacyjnego, w szczególności podczas najtrudniejszych i najbardziej niebezpiecznych manewrów na akwenu ograniczonym. Fakt ten wydaje mi się kluczowy przy ocenie wyboru tematu i zakresu rozprawy. Uwzględnienie w niej takiego ujęcia zagadnienia świadczy o doskonałym rozeznaniu Autora w istniejących problemach ruchu morskiego. Potwierdza je również dokonany przegląd literaturowy, zawierający pozycje aktualne i ważne, wykazując, że podjęta tematyka badań jest aktualna i jak dotychczas skromnie jeszcze opracowana.

W przeglądzie tym brakuje moim zdaniem jedynie odniesienia się Autora do omówionych modeli i metod. Warto było wspomnieć co z tych modeli i metod przyjęto we własnych badaniach, co odrzucono, co uzupełniono, a co zrobiono na zasadzie zaprzeczenia. Zbyt słabo są także reprezentowane pozycje dotyczące systemowego podejścia do analizy bezpieczeństwa w transporcie morskim, które znajduje ostatnio coraz szersze zastosowanie w systemach transportowych, w których kwestie bezpieczeństwa są stawiane na pierwszym miejscu. Przykładami metod realizujących takie podejście są FRAM czy STAMP, w których czynnik ludzki jest ujmowany odmiennie niż w podejściu tradycyjnym, co może stanowić doskonały kierunek kontynuacji badań.

W rozdziale 2 zawarto również tezę rozprawy. Autor zaplanował udowodnienie tego, że możliwe jest opracowanie metody oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego na akwencie ograniczonym, uwzględniającej charakterystykę psychologiczną nawigatora. Teza ta wydaje mi się ciekawa i właściwie postawiona. W mojej ocenie teza i cele pracy definiują realny problem badawczy.

Treść wstępnej części rozprawy spełnia swoje zadanie: jednoznacznie określa obszar zainteresowania, osadza go w literaturze przedmiotu, uszczegóławia cel i zakres rozprawy oraz określa stosowane w niej metody i narzędzia badawcze w sposób wystarczający dla jednoznacznego rozumienia następnych rozdziałów zawierających merytorycznie zasadniczą część rozprawy.

W rozdziałach 3, 4 i 5 przedstawione zostały treści stanowiące istotę rozprawy. W tej części Autor formułuje problem oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku podczas manewrowania na akwencie ograniczonym. Na metodę oceny ryzyka wypadku stosowaną do realizacji tego zadania składają się:

- identyfikacja czynników stresujących zakłócających pracę nawigatora podczas manewrów na akwencie ograniczonym; zostały one zbadane metodami ankietowymi,
- opracowanie ilościowego modelu czynnika ludzkiego, zawierającego charakterystykę psychologiczną nawigatorów,
- opracowanie rozmytego modelu ryzyka wypadku manewrowego z uwzględnieniem cech osobowości nawigatora, jego podatności na stres i podejścia do ryzyka.

Do oryginalnego dorobku Autora rozprawy zaliczam:

- udaną próbę uwzględnienia profilu psychologicznego operatora (w tym przypadku nawigatora) w analizach bezpieczeństwa procesu transportowego,
- opracowanie własnej miary ryzyka, uwzględniającej zarówno częstość popełniania błędów jak i ich skutków,
- oryginalny rozmyty model i skojarzony z nim system wnioskowania rozmytego do oceny zależności między istotnymi cechami profilu osobowościowego a ryzykiem nawigacyjnym,
- przeprowadzenie istotnych badań empirycznych na symulatorze nawigacyjnym oraz na modelach fizycznych, które pozwoliły określić poziom ryzyka nawigacyjnego odniesiony do konkretnego nawigatora,

- dokonanie analizy korelacyjnej zależności pomiędzy poszczególnymi cechami profilu psychologicznego a ryzykiem zdarzenia niepożądanego,
- stworzenie koncepcji określania całkowitego prawdopodobieństwa spowodowania wypadku na akwencie ograniczonym w zależności od podejścia do ryzyka,
- podjęcie próby wielokierunkowej weryfikacji opracowanej metody i stworzonych modeli,
- interesujące wnioski uzyskane z analizy wyników modelowania oraz ich konfrontacja z obserwacjami rzeczywistych zachowań nawigatorów.

Na podkreślenie zasługuje doprowadzenie badań i analiz do postaci na tyle zaawansowanej, że możliwa jest implementacja przedstawionych rozwiązań w systemach decyzyjnych wspomagających służby nadzoru ruchu morskiego. Zabrakło mi jednak próby stworzenia takiego narzędzia. Rozumiem, że jest to planowane jako dalszy etap prac. Niedosyt budzi także brak bardziej rozbudowanej analizy prowadzącej do stworzenia systemu doradczego pozwalającego na dobór operatorów do planowanych zadań.

Zastosowanie opracowanych modeli, miar oceny ryzyka oraz przeprowadzona (pod kątem bezpieczeństwa) analiza czynnika ludzkiego wyrażonego poprzez profil psychologiczny nawigatora, pozwalają na określenie relacji między czynnikiem ludzkim a ryzykiem wypadku na akwencie ograniczonym. Uważam zatem, że Autor udowodnił postawioną w pracy tezę. Jakość opracowanych modeli, sposób prowadzenia eksperymentów symulacyjnych i obliczeniowych, a także dyskusja uzyskanych rezultatów badań, potwierdza umiejętność posługiwania się przez opiniowanego nowoczesnymi narzędziami i metodami badawczymi.

Do uwag o charakterze ogólnym zaliczyłbym także tą, że w czytaniu rozprawy widać w wielu miejscach niestaranność redakcyjną. Mam wrażenie, że ostateczna redakcja pracy była robiona pod presją czasu, co spowodowało potknięcia o charakterze językowym czy edytorskim. Dotyczy to zarówno numeracji rysunków i wzorów, formalizmu zapisu wzorów (w szczególności indeksów przy zmiennych oraz zakresów sumowania), czytelności rysunków, konsekwencji w używaniu oznaczeń czy braku w bibliografii pozycji cytowanych w tekście. Szczegóły przekazałem Autorowi osobiście.

Uchybienia te nie umniejszają merytorycznej wartości pracy, ale bez wątpienia utrudniają jej lekturę.

### ***Uwagi szczegółowe***

Mimo, że praca stanowi solidną dokumentację przeprowadzonych badań, Autor nie ustrzegł się błędów, pomyłek, niejasnych sformułowań, a także pominął niektóre ważne elementy opisywanych modeli. Mając na uwadze przyszłe publikacje wymienię część z nich.

1. Autor w sposób dość dowolny używa (czasem niepoprawnie) niektórych pojęć. Mowa tu o sformułowaniach typu: „*podejście proaktywne*” (str. 8), „*czynnik ryzyka*” (str. 16), „*sytuacja niepewna*” (str. 16), „*ryzyko wyrażone w postaci liczby odpowiadającej ryzyku*” (str. 51), „*samonastrajający się model Mamdaniego*” (str. 107). Nie ma tu miejsca na szczegółową analizę, ale wyżej wymienione pojęcia są zazwyczaj szczegółowo i precyzyjnie definiowane w literaturze i tak też należy ich używać.
2. Stosunkowo często występują w rozprawie proste błędy rachunkowe. Np. na stronie 20 Autor twierdzi, że 32 to 0,04% ze 100 tysięcy. Podobnie, że dwie grupy nawigatorów, z których jedna liczy 32 osoby, a druga 42 to razem 64 osoby. Ten błąd zresztą pojawia się kilkakrotnie w rozprawie. Na str. 34 dostajemy informację, że w modelu ryzyka przyjęto „*intensywność ruchu statków równą 1*”, podczas gdy intensywność ta jest definiowana na str. 31 jako „*liczba statków na danym akwenu w okresie jednego roku*”. Przy takiej intensywności ruchu rozważanie możliwości kolizji jest raczej bezzasadne.
3. Na str. 23 Autor analizując stresory wpływające na kapitana statku pisze: „*źródłem błędu człowieka nie jest więc jego błędne zachowanie, ale czynniki organizacyjne*”. Wydaje się, że istotą błędu człowieka jest błędne postępowanie czy zachowanie.
4. W rozdziale 3 Autor opisuje badania profilu psychologicznego nawigatora, których podsumowaniem są tabele 3.3 i 3.4. Tabele te zawierają ilościową ocenę zmiennych wchodzących w skład tego profilu. Co wyrażają liczby podane w tej tabeli? W jakiej skali są wyrażone poszczególne elementy podejścia do ryzyka, poziomu stresu czy osobowości?

5. Jednym z poważniejszych problemów w analizie ryzyka jest jego ocena, to znaczy porównanie z wartościami akceptowalnymi czy tolerowalnymi. Na str. 34 Autor (cytując odpowiednie pozycje literatury) przedstawia kryteria akceptowalności ryzyka w ruchu morskim, jednak są one określone jedynie do częstości zdarzeń, a zatem nie można ich odnieść do ryzyka, które uwzględnia także skutki.
6. Źródło danych zaprezentowanych w tabelach 4.19 i 4.20 jest dla mnie niejasne. W poprzedzającej analizie Autor wyznaczył współczynniki korelacji wzajemnej między zmiennymi profilu psychologicznego. Rozprawa milczy o tym w jaki sposób została wyznaczona korelacja między tymi zmiennymi a ryzykiem jako całością.
7. Na str. 58 Autor dokonuje ciekawej obserwacji, że najistotniejsze dla osiągnięcia celu rozprawy jest przeanalizowanie zależności występowania wypadku od zmiennych profilu psychologicznego, które oznaczył RS-RI oraz NE+SI. Czy można w jakiś sposób zinterpretować te zmienne łączące po dwie podstawowe zmienne profilu? Co w praktyce oznacza, że w pierwszej zmiennej korelacja między jej składowymi jest ujemna a w drugiej dodatnia? Z kolei na str. 60 Autor dzieli wszystkich badanych na trzy grupy w zależności od znaku zmiennej RS-RI. Co taki podział oznacza w praktyce? Czym charakteryzują się osoby należące do każdej z tych trzech grup?
8. Na str. 76 (a także 81) przedstawiono bazę wiedzy systemu wnioskowania rozmytego. Autor pozbawił mnie możliwości jej interpretacji i oceny ze względu na zastosowanie czcionki nieadekwatnej do mojego wieku i stanu narządu wzroku. Pomijając to drobne uchybienie, uważam, że konieczne jest przedstawienie postaci funkcji przynależności zmiennych wejściowych wykorzystywanych w tej bazie wiedzy. Na str. 74 podano informację, że są to funkcje trójkątne, ale to trochę za mało. Ważne jest jak wartościom zmiennych profilu psychologicznego przypisano wartości zmiennych lingwistycznych wykorzystywanych w bloku wnioskowania. Ponieważ rozprawa milczy na ten temat prosiłbym o wyjaśnienie tej kwestii podczas publicznej obrony rozprawy.
9. Oceniając ogólnie strukturę formalną rozprawy i jej kompozycję nie mam większych zastrzeżeń. Jedyne problemy jakie dostrzegam to strona 80 i końcówka strony 79, które raczej nie mają związku z modelem rozmytym i powinny się znaleźć we wcześniejszym rozdziale dotyczącym analizy korelacyjnej zmiennych profilu psychologicznego i ryzyka.

10. W rozdziale 5 Autor przedstawia weryfikację stworzonych modeli. To bardzo dobrze i należy to docenić, bo modele rozmyte oparte na wiedzy eksperckiej są bardzo trudne do weryfikacji i często (nawet w bardzo poważnych publikacjach) ten etap modelowania jest traktowany marginalnie. Jednak mimo to odczuwam niedosyt po przeczytaniu tego fragmentu pracy. Autor nie informuje Czytelnika jaka jest ostateczna konkluzja tego procesu. Na poszczególnych etapach pojawiają się pewne rozbieżności liczb z modelu i z procesu weryfikacji, ale Autor nie dokonuje oceny czy te rozbieżności są dopuszczalne czy nie. Ponadto Autor twierdzi, że w rozdziale 5.2 została dokonana weryfikacja z wykorzystaniem sieci bayesowskiej. Czy mógłbym prosić o wyjaśnienie w jaki sposób została ta sieć wykorzystana? Nie widzę bowiem w żadnym miejscu charakterystycznego dla sieci bayesowskiej acyklicznego grafu skierowanego modelującego zmienne losowe i zależności między nimi. Rysunki 5.6 i 5.7 przedstawiają obliczenia pochodzące zapewne z modelu o dwóch wejściach i pięciu wyjściach. Proszę o wyjaśnienie co to za model. Na str. 97-102 przedstawiono zależności ryzyka od ugodowości i sumienności, ale niejasne dla mnie pozostaje z którego modelu pochodzą te wykresy.

Przedstawione wyżej uwagi szczegółowe, choć dość liczne, nie zmniejszają w istotny sposób oceny wartości rozprawy i nie zmieniają sformułowanych wyżej ogólnych wysokich ocen.

### ***Podsumowanie i wniosek końcowy***

Założone cele rozprawy zostały osiągnięte. Treść rozprawy odpowiada jej tytułowi. Rozprawa napisana jest poprawnym językiem. Układ całości i poszczególnych rozdziałów jest właściwy. Poszczególne problemy przedstawione są jasno, a wnioski poparte logicznymi wywodami. Przedstawione w recenzji uwagi i zastrzeżenia nie zmniejszają zasadniczo wartości pracy. Na uznanie zasługuje swobodne operowanie przez Autora aparatem matematycznym właściwie dobranym do rozwiązywanych zagadnień.

Autor rozprawy w sposób jednoznaczny określił problem badawczy, który jest istotny i aktualny, a następnie rozwiązał go w zakresie pozwalającym na ocenę przyjętych koncepcji oraz zastosowanych metod jego rozwiązania. Przedstawiona rozprawa

wykazuje dobre przygotowanie teoretyczne Autora, umiejętność samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów badawczych oraz skutecznego działania w dyscyplinie naukowej Transport, której dotyczy temat rozprawy. Autor wykazał, że potrafi odpowiednio do problemu dobrać metody badawcze i sprawnie się nimi posłużyć.

Wyrażam opinię, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. kpt. ż. w. Andrzeja Hejmlicha pt. „Metoda oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego podczas manewrów na akwencie ograniczonym” odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i stawiam wniosek o dopuszczenie tej rozprawy do publicznej obrony.

