

Szczecin, 21.11.2018 r.

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

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. kpt. ż.w. **ANDRZEJA HEJMLICHA**

pt.

**„Metoda oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego podczas manewrów na akwenu ograniczonym”**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z dnia 27 września 2018 r. (RWN-6/10/2018), w którym powołano się na uchwałę nr 18N/2018/RWN Rady Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z dn. 27 września 2018 r.

### 1. Tematyka, cel i zakres rozprawy

Przedmiotem rozprawy pana mgr. inż. kpt. ż.w. Andrzeja Hejmlicha jest ocena wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego podczas manewrów na akwenu ograniczonym. Problem kwantyfikacji czynnika ludzkiego w mierze ryzyka wypadku statku morskiego rozważany jest w badaniach światowych i polskich od kilkunastu lat. Czynnikiem ten uwzględniany jest bezpośrednio podczas badań modelowych (symulacyjnych i fizycznych) ruchu statku z udziałem nawigatorów i analiz odległości, w jakich statek mija obiekty zagrażające oraz analiz wektora stanu ruchu statku podczas takich manewrów. Jest on natomiast trudny do oszacowania i indywidualnego skwantyfikowania, chociaż rozwijane techniki typu Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) oraz Cognitive Mapping (CM) pozwalają na uzyskanie liczbowych wartości miar jego tendencji centralnej.

Recenzowana rozprawa doktorska trafnie wpisuje się w rozważaną na poziomie światowym, naukową problematykę związaną z parametryczną oceną bezpieczeństwa nawigacji jako elementu dyscypliny transportu. Analiza dotychczasowego piśmiennictwa Autora niniejszej rozprawy wskazuje, że przedstawiona do oceny dysertacja jest wynikiem kilkuletnich poszukiwań badawczych Doktoranta.

Zagadnieniami naukowymi, które Autor sformułował w formie problemów badawczych i hipotezy są (na str. 18):

- 1) „Czy jest możliwe wyznaczenie zależności liczby błędów manewrowych popełnionych przez nawigatora na akwenu ograniczonym od jego charakterystyki psychologicznej, w szczególności od jego podatności na stres i podejścia do ryzyka?”
- 2) „Czy jest możliwe opracowanie metody oceny wpływu czynnika ludzkiego uwzględniającej charakterystykę psychologiczną nawigatora na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwenu ograniczonym?”

- 3) „*Możliwe jest opracowanie metody oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego na akwencie ograniczonym, uwzględniającej charakterystykę psychologiczną nawigatora.*”

Konsekwencją udowodnienia hipotezy jest realizacja drugiego problemu badawczego, przy czym zarówno hipoteza, jak i problemy zostały sformułowane dosyć trywialnie. Problem badawczy i hipoteza powinny odwoływać się do czterech elementów: 1) czynnika – elementu, którego wpływ badamy, 2) obiektu – elementu, którego reakcję na czynnik chcemy zaobserwować, 3) procesu – zasady oddziaływania czynnika na obiekt, 4) wpływu – konsekwencji 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 problemach badawczych rozprawy są: liczba błędów manewrowych oraz ryzyko wypadku manewrowego statku na akwencie ograniczonym i dlatego problemy badawcze powinny być według mnie sformułowane następująco:

- 1) *Jaka jest zależność liczby błędów manewrowych popełnionych przez nawigatora na akwencie ograniczonym od jego charakterystyki psychologicznej, w szczególności od jego podatności na stres i podejścia do ryzyka?*
- 2) *Jaki wpływ mają cechy osobowości (charakterystyka psychologiczna) nawigatora na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwencie ograniczonym?*

Hipoteza, która będzie podlegać walidacji mogłaby być natomiast sformułowana następująco: *Czynnik ludzki wpływa na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwencie ograniczonym zgodnie z modelem rozmytym uwzględniającym charakterystykę psychologiczną nawigatora.* W ten sposób Autor uniknąłby zarzutu niemożliwości falsyfikacji postawionej hipotezy. Konstrukcja metody oceny ryzyka uwzględniającej charakterystykę psychologiczną nawigatora wydaje się graniczyć z pewnością, problem natomiast leży w wiarygodności i uniwersalności opracowanej metody. Dostrzegam też brak pełnej odpowiedzi na pierwszy z postawionych problemów badawczych. Autor poza tabelą 4.7 i stwierdzeniach w rozdziałach 3.4.5 oraz 4.1, iż profile psychologiczne uczestników badań skorelowano z liczbą błędów popełnionych podczas wykonywania manewrów, praktycznie nie nawiązuje do liczby błędów manewrowych określonej zmienną *l*. Analizie poddano jedynie ryzyko zdarzeń niepożądanych, które jako suma iloczynów prawdopodobieństwa i skutków finansowych poszczególnych zdarzeń nie daje informacji o zależności zaistniałej liczby błędów manewrowych od charakterystyki psychologicznej nawigatora. Tą samą miarę ryzyka możemy uzyskać przy jednym zdarzeniu o bardzo wysokich skutkach finansowych, jak i przy kilku zdarzeniach o niewielkich skutkach finansowych.

Cel rozprawy (str. 18), którym jest „*opracowanie metody oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwencie ograniczonym*” został sformułowany prawidłowo. Jest oryginalny i nietrywialny. Uzupełniony celami szczegółowymi wskazuje jasno obszar i metodykę badawczą. Kolejność realizacji zagadnień badawczych wynikających z celów szczegółowych, wnioskowanie przyczynowo-skutkowe oraz powiązanie zagadnień kluczowych i drugorzędnych nie budzi większych wątpliwości.

Rozprawa ma charakter doświadczalny, a uzyskane wyniki, miarodajne dla wybranych akwenów ograniczonych, warunków hydrometeorologicznych, statków i przede wszystkim nawigatorów są rezultatem badań symulacyjnych i eksperckich.

**Oceniając zasadność podjęcia tematu uważam, że odpowiada on aktualnie realizowanej w świecie problematyce badawczej w zakresie oceny parametrycznej czynnika ludzkiego.** Wyniki rozprawy, poza znaczeniem naukowym mogą znaleźć zastosowanie również w realizacjach praktycznych, co stanowi o utylitarnym charakterze prowadzonych dociekań.

## 2. Struktura formalna rozprawy

Recenzowana praca obejmuje 127. stron formatu A4 wydrukowanych komputerowo w kolorze, 66. rysunków i wykresów ponumerowanych i podpisanych zgodnie z kolejnością rozdziałów, 28 tabel również ponumerowanych i podpisanych zgodnie z kolejnością rozdziałów, literaturę liczącą 115 pozycji (47 zagranicznych) w tym 7 pozycji Autora rozprawy (3 współautorskie z promotorem). Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Teresa Abramowicz-Gerigk, prof. AM w Gdyni.

Rozprawa obejmuje tekst zasadniczy, spisy, wykazy, streszczenie w j. polskim i angielskim oraz 6 załączników. Treść rozprawy zawarta jest w pięciu rozdziałach merytorycznych poprzedzonych *Wstępem*, oznaczonym jako rozdział pierwszy, który zawiera opis genezy problemu. Rozprawę kończą *Wnioski*, oznaczone jako rozdział szósty, będące konkluzją przeprowadzonych w pracy rozważań.

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 jest brak informacji (choćby umieszczonych w załącznikach) umożliwiających weryfikację i zapoznanie się z detalami w domyśle autorskich modeli rozmytych typu Mamdani oraz Takagi-Sugeno i przeprowadzonymi testami psychologicznymi, na podstawie których oszacowano zmienne profilu psychologicznego uczestników badań.

**Konkludując aspekt formalny rozprawy można stwierdzić, że pomimo wymienionych braków nie budzi on istotnych zastrzeżeń.**

## 3. Ocena merytoryczna rozprawy

Praca jest ściśle związana z problematyką badawczą dyscypliny naukowej „transport” obejmującą bezpieczeństwo ruchu jednostek transportowych, chociaż jednocześnie jest pracą interdyscyplinarną, obejmującą także nauki humanistyczne, a w szczególności psychologię. Przedstawione w pracy badania dotyczą zagadnień związanych z:

- 1) identyfikacją czynników stresujących wpływających na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwenie ograniczonym,
- 2) modelowaniem wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwenie ograniczonym.

Do osiągnięć naukowych mgr.inż. kpt. ż.w. Andrzeja Hejmlicha w obszarze tematyki rozprawy zaliczam:

- 1) ustalenie zależności pomiędzy poziomem stresu a poszczególnymi składnikami osobowości,
- 2) uzależnienie ryzyka od profilu osobowości nawigatora w rezultacie badań symulacyjnych i na skalowanych modelach fizycznych jednostek pływających,
- 3) zbudowane modele rozmyte typu Mamdani i Sugeno.

Rozdziały czwarty i piąty stanowią indywidualny wkład Doktoranta w tym zakresie, rozdział trzeci został opracowany na podstawie badań psychologicznych. Cytując jednakże za Wolterem: „Doskonałość zostaje osiągnięta nie wtedy, gdy nie można już nic dodać, ale wtedy, gdy nie można już nic ująć” (Voltaire (XVIII w.); McConell S. (2002) „IEEE Software”) stwierdzam, że Autor nazbyt dosłownie potraktował przytoczone zalecenie do publikacji naukowych. Brak pełnego modelu Mamdaniego w załączniku, w którym znalazłyby się zastosowane reguły wnioskowania, mechanizm inferencji i funkcje przynależności jest tego przykładem.

**Pomimo przedstawionych zastrzeżeń z uznaniem odnoszę się do umiejętności połączenia przez Autora wiedzy z różnych obszarów nauki w szczególności nauk technicznych i humanistycznych, w celu adoptowania jej do opisu matematycznego oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwenie ograniczonym. Tematyka rozprawy doktorskiej jest nośna i przyszłościowa, nieopisana wcześniej w wyczerpujący sposób w literaturze światowej.**

#### 4. Uwagi

Niezależnie od ogólnej oceny merytorycznej rozprawy i jej wartości naukowej, mam jednakże pewne uwagi szczegółowe:

- 1) Str. 3: Określenie „predyktor” w opisie współczynnika  $\beta$  jest niewłaściwe lingwistycznie. Autor prawdopodobnie miał na myśli „predyktor”, który oznacza zmienną zewnętrzną w modelu statystycznym. Nie należy mylić tego pojęcia z „predykatem”, które oznacza w logice: wyrażenie opisujące jakąś relację lub właściwość np. w „rachunku predykatów”.
- 2) W pracy Autor często posługuje się określeniem „uprawniony psycholog”. Należałoby wyjaśnić do czego był ten psycholog uprawniony, np. psycholog uprawniony do wykonywania badań psychologicznych w zakresie psychologii transportu wpisany do ewidencji wojewódzkiej.
- 3) Str. 13: Autor powołuje się na publikację (Pillay i Wang, 2003), której nie zamieścił w spisie literatury.
- 4) Str. 20: Stwierdzenie, że grupa licząca 32 osoby, stanowiąca około 0,04% przyjętej liczby 100 tys. czynnych kapitanów na świecie, jest trzykrotnie mniejsza od grupy reprezentatywnej nie ma uzasadnienia statystycznego. Minimalną liczebność próby reprezentatywnej można wyznaczyć za pomocą rachunku prawdopodobieństwa (kalkulatory są dostępne np. na <http://www.badania-statystyczne.pl/kalkulator-wielkosci-proby>). Autor nie podał także parametrów dotyczących wiarygodności przyjętej liczebności. Do tych parametrów należą: poziom istotności, czyli największe dopuszczalne prawdopodobieństwo, z jakim popełniony zostanie błąd oszacowania o wskazanej wielkości, maksymalny błąd oszacowania, szacowana wielkość frakcji jako odsetek elementów populacji, które odznaczają się jakąś określoną cechą – zazwyczaj 50%, wielkość populacji generalnej w przypadku populacji skończonej. Autor nie przedstawił w pracy metody wyliczenia liczebności grupy reprezentatywnej, a tymczasem wynosi ona 383 osoby dla poziomu istotności 0,05, błędu 0,05, frakcji 0,5 i populacji 100 000.
- 5) Str. 21: Wzór (3.1) przyjmuje zawsze wartość 1. W mianowniku powinno znaleźć się  $5n$  zamiast wpisanej zależności  $\max$ .
- 6) Str. 26: Definiując ryzyko instrumentalne Autor wymienił jedynie szansę osiągnięcia pozytywnego wyniku. Tymczasem ustalenia psychologii społecznej i ekonomii behawioralnej wskazują, że człowiek dużo więcej zaryzykuje chcąc uniknąć straty, niż gdy istnieje szansa osiągnięcia zysku.
- 7) Str. 27: Autor wprowadza zmienną profilu psychologicznego uczestnika badań, jednakże nie przedstawia sposobu jej kwantyfikacji. Ponadto we wzorze na odchylenie standardowe (3.3) stosuje zależność dla całej populacji, a nie dla próby z populacji – w mianowniku powinno być  $n-1$ .
- 8) Str. 51: Zmienna  $l_{jk}$  powinna być zdefiniowana jako liczba tego samego typu zdarzeń niepożądanych  $k$  – w tabeli 4.7 są to np. 3 przekroczenia prędkości w trakcie jednej próby symulacyjnej (przejazdu) przez jednego badanego. Byłoby to bardziej

zrozumiałe niż liczba błędów popełnionych przez uczestnika będących przyczyną zdarzenia  $k$ .

- 9) W tabelach 4.7 i 4.8 nie wyjaśniono, w jaki sposób obliczono wartość „Suma max”.
- 10) W tabeli 4.14 zamieszczono zmienną  $R$  w dwóch znaczeniach: jako współczynnik korelacji liniowej i ryzyko ( $R^2$  jako współczynnik determinacji). Ponadto nie wyjaśniono powodów aproksymacji wyników wielomianem 4. stopnia.
- 11) Str. 108: We wnioskach Autor zamienił ze sobą wartości liczbowe niezawodności ludzkiej ze względu na stres z niezawodnością ze względu na podejście do ryzyka.

Autor nie uniknął też wielu błędów o charakterze językowo-edytorskim (w tym błędów stylistycznych):

- 1) Str. 5: We wstępie Autor stwierdza, że: „Zaproponowana w pracy metoda oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku (...) podczas manewrów stanowi nowe podejście do oceny ryzyka wypadku manewrowego w odniesieniu do oceny wpływu indywidualnych cech kapitana statku na prawdopodobieństwo wystąpienia błędu manewrowego.” W tym jednym zdaniu trzykrotnie powtórzono „ocenę”, „manewr”, „wpływ” itp. Wynika z niego, iż zaproponowano metodę oceny wpływu czynnika ludzkiego w odniesieniu do oceny wpływu czynnika ludzkiego.
- 2) Str. 6: Wprowadzony tytuł podrozdziału 2.1 jest zbędny. Edycyjnie treść tego podrozdziału powinna znaleźć się bezpośrednio pod tytułem rozdziału drugiego, jako wprowadzenie do tego rozdziału, a kolejne podrozdziały powinny być odpowiednio przenumerowane.
- 3) Str. 7: Rys. 2.1 nie odpowiada zamieszczonym na nim wartościom liczbowym. Pozostały czynnik ludzki podobnie jak zaniedbania wynosi 30%, a tymczasem graficznie jest wyraźnie większy.
- 4) Str. 8: Przytoczono określenie angielskie „near miss incydent”, w którym „incydent” powinien być zapisany jako „incident”.
- 5) Str. 10: Zdanie „Zasady te zapewniają (...), określane są (...)” powinno być poprawione na „Zasady zapewniające (...) określane są (...)”.
- 6) Str. 21: Zamiast określenia „oryginalne ankiety” należało użyć „autorskie ankiety”.
- 7) Str. 23: 22. Stresor w tabeli 3.1 powinien być opisany jako „praca w nocy”.

## 5. Pytania do Autora

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

- 1) Proszę o zajęcie stanowiska w kwestii uwag dotyczących problemów badawczych i hipotezy rozprawy oraz braku informacji o szczegółach struktury zbudowanego modelu rozmytego typu Mamdani (konkretne funkcje przynależności i reguły).
- 2) Proszę znaleźć w rozprawie, przedstawić i omówić zależność, w której występuje współczynnik  $\beta$  określający ważność predyktorów.
- 3) Jakie jest znaczenie przyjętych na podstawie testów psychologicznych wartości liczbowych zmiennych profilu psychologicznego nawigatora  $x_i$  oraz ich zakres (w tab. 3.3 od 0 do 50)? Jak wyglądały testy psychologiczne?
- 4) Czy zmiana warunków środowiskowych, w szczególności wiatru i prądu, ale również np. temperatury, pory dnia, widzialności wpłynęłyby na parametry modelu rozmytego?
- 5) Jakie są warunki brzegowe (np. hydrometeorologiczne, techniczne związane z wielkością, typem i zdolnością manewrową statku) wiarygodności zbudowanego modelu wpływu profilu psychologicznego na ryzyko wypadku?

- 6) Czy charakterystyka psychologiczna studentów i kapitanów jest uniwersalna, czy też nie uwzględnia różnic psychologicznych płci, narodowości, kultury i światopoglądu (dotyczy tylko polskich kapitanów i studentów płci męskiej)? Czy można bezkrytycznie przyjąć wartości średnie profilu psychologicznego do systemu zarządzania bezpieczeństwem, jak sugeruje Autor we wnioskach?
- 7) Jakie były wyniki numeryczne testu t-Studenta wymienionego na str. 30 i 56 rozprawy. Czy zastosowano test dla prób niezależnych, czy zależnych?
- 8) Badania symulacyjne opisane w rozdziale 4. wykonano z prędkościami, które nawet bez weryfikacji w przepisach portowych wydają się nadmierne na badanym akwenu portu Amsterdam (6-10w zamiast bezpiecznych 3-4w). Czy zdaniem Autora nie wpłynęło to na wartości ryzyka w zależności od profilu psychologicznego (liczby popełnionych błędów) oraz uzyskane funkcje przynależności i reguły modeli rozmytych?
- 9) Proszę wyjaśnić w jaki sposób uzyskano wartości „Suma max” w tabelach 4.7 i 4.8 oraz co one oznaczają.
- 10) Dlaczego w tabeli 4.14 zastosowano aproksymację wyników wielomianem 4. stopnia?
- 11) Proszę wymienić różnice w budowie modeli rozmytych typu Mamdani i Takagi-Sugeno. W jaki sposób dokonano samonastrojenia modelu Sugeno?
- 12) O jakiej istotności statystycznej na poziomie  $p < 0,001$  jest mowa we wnioskach? Dlaczego grupę 32 kapitanów zaliczono do statystycznie dużej próby?

## 6. Wnioski końcowe

Opiniowana rozprawa doktorska mgr. inż. kpt. ż.w. Andrzeja Hejmlicha 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 przekonujący. Doktorant rozwiązał postawione zagadnienia używając do tego właściwej metody i przyjmując uzasadnione założenia. Koncepcja oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku manewrowego statku na akwenu ograniczonym oraz identyfikacja czynników stresujących nawigatora stanowią samodzielny dorobek Autora. Jest to oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego stanowiące wkład mgr. inż. kpt. ż.w. Andrzeja Hejmlicha w rozwój dyscypliny naukowej „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. kpt. ż.w. Andrzeja Hejmlicha pt. „Metoda oceny wpływu czynnika ludzkiego na ryzyko wypadku statku morskiego podczas manewrów na akwenu ograniczonym” **spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie naukowej 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 Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

*Pawł Łelk*