

**Opinia o pracy doktorskiej pt. “Model decyzyjny rozmieszczenia środków
do zwalczania rozlewów olejowych ze statków morskich”
autorstwa mgr inż. Jolanty Mazurek**

Podstawa prawna: Pismo Dziekana Wydziału Nawigacyjnego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni nr RWN-6/7/2019 z dnia 22.02.2019 r.

1. Wstęp

Złożoność procesów transportowych powoduje, że często w trakcie ich realizacji dochodzi do zdarzeń, wypadków lub katastrof, których rezultatem są ofiary w ludziach, skażenia środowiska naturalnego lub jedno i drugie. Koszty tych zdarzeń są trudne do oszacowania i często bardzo duże. Podejmowane akcje ratownicze, w każdym przypadku różnią się od siebie, gdyż nie ma w praktyce dwóch takich samych identycznych zdarzeń, ale pomimo tego można wyróżnić pewne cechy wspólne dla zdarzeń, które mają miejsce na lądzie, w powietrzu czy na morzu. Niewątpliwie wspólną cechą prowadzonych akcji ratowniczych, gdziekolwiek by one miały miejsce, jest umiejętność zarządzania nimi i sprawne podejmowanie decyzji w takich kryzysowych sytuacjach. Dlatego też badania w zakresie problematyki podejmowania decyzji, szczególnie w przypadku katastrof, to obszar który powinien być ciągle rozwijany zarówno w zakresie metod jak i narzędzi. Jedną z metod wspomagających proces decyzyjny jest wykorzystanie narzędzi, takich jak modele decyzyjne, w procesie analizy zjawisk zachodzących w trakcie zdarzeń i działań ratowniczych mających za zadanie ograniczenie ich negatywnych skutków.

Opiniowana praca poświęcona jest zagadnieniu podejmowania decyzji w przypadku działań ratowniczych, które należy podjąć w sytuacji kryzysowej polegającej na powstaniu zagrożenia spowodowanego nagłym pojawieniem się na morzu rozlewu olejowego przybierającego rozmiar katastrofy ekologicznej. Narzędziem wykorzystanym w tym przypadku przez Autorkę, jest model zjawiska opisującego rozlew a przyjętą metodą analizy zjawiska w celu podjęcia stosownych działań ratowniczych jest metoda symulacji komputerowych. Model symulacyjny, który ma wspomagać proces decyzyjny w podejmowanej akcji ratowniczej, oprócz modelu opisującego fizykę zjawiska rozlewu, powinien również posiadać modele pozwalające na analizę przebiegu akcji ratowniczej z uwzględnieniem środków które decydent posiada, aby taką akcją skutecznie prowadzić. Przykładowe wyniki przedstawiające symulację prowadzonej akcji oraz podejmowane decyzje w oparciu o różne scenariusze zdarzeń, zostały w pracy pokazane i omówione.

2. Zakres pracy, cel i teza naukowa

Opiniowana praca składa się z 7 rozdziałów, zakończenia oraz dwóch Załączników A i B oraz Bibliografii.

Rozdział pierwszy (Wprowadzenie) zawiera: krótkie omówienie obszaru, w którym umiejscowiona jest tematyka pracy, genezę problemu, przegląd literatury, cel i hipotezę pracy oraz krótkie omówienie modeli opracowanych na potrzeby pracy. Na uwagę zasługuje uzasadnienie podjęcia tej tematyki pokazujące złożoność problemu w aspekcie ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa morskiego związanego z zanieczyszczeniami morza ropą naftową.

W rozdziale drugim Autorka przedstawiła zagadnienie modelowania działań ratowniczych mając na uwadze czas i jego odwzorowanie w modelu. Przyjęto czas jako dyskretną zmienną losową uwzględniając dwa etapy - nazwane w pracy fazami, prowadzenia działań ratowniczych. Pierwsza faza to przygotowanie działań ratowniczych a druga to przeprowadzenie działań ratowniczych. Istotnym zagadnieniem w fazie pierwszej jest identyfikacja zagrożenia w postaci plamy olejowej. Założono, że czas identyfikacji tego zagrożenia jest ciągłą zmienną losową o rozkładzie trójkątnym, scharakteryzowanym trzema parametrami. Podano postać funkcji gęstości prawdopodobieństwa tej zmiennej dla czterech różnych wariantów. W celu ułatwienia późniejszych rozważań na etapie budowy i analizy modelu rozlewu olejowego Autorka przyjęła mierzenie czasu za pomocą cykli zakładając, że zmienna opisująca czas trwania pojedynczego cyklu na etapie przygotowania działań ratowniczych ma rozkład wykładniczy z parametrem λ . Całkowity czas prowadzenia działań ratowniczych określono jako sumę czasu przygotowania działań i przeprowadzenia działań ratowniczych.

Rozdział zakończono rozważaniami dotyczącymi szacowania czasu przeprowadzenia działań ratowniczych dla różnych parametrów charakteryzujących funkcję gęstości rozkładu prawdopodobieństwa zdefiniowanych zmiennych losowych.

Rozdział trzeci pracy zawiera rozważania dotyczące metod i narzędzi modelowania rozlewu olejowego i strategii rozmieszczenia środków użytych w procesie likwidacji tego rozlewu. Model rozlewu olejowego został zbudowany w sposób następujący: na obszar rozlewu nałożono kratę, na której zdefiniowano graf nazwany przez Autorkę grafem kratowym. Wierzchołki grafu są elementami kraty i przedstawiają zmieniający się w czasie stan poszczególnych obszarów akwenu pokrytego plamą. Krawędzie grafu wyznaczają relacje pomiędzy wierzchołkami pozwalając na przedstawienie rozprzestrzeniania się rozlewu plamy olejowej w czasie. W swoich rozważaniach do późniejszych analiz Autorka przyjęła trzy rodzaje modeli: model z kratą Kartezjańską, model z kratą trójkątną i model z tzw. kratą mocną. Następnie dla każdego modelu wykorzystując znany w literaturze "problem strażaka" zbudowała strategię rozmieszczania zapór od chwili rozpoczęcia akcji ratowniczej. Egzemplifikację tej strategii dla każdego z modeli Autorka przedstawia dla dwóch przypadków cykli (10 cykli i 20 cykli) prezentując wyniki uzyskane z opracowanego programu symulacyjnego. Podstawowe założenia dotyczące liczby zapór użytych w otoczeniu

rozlewu formułowane są w postaci wniosku i twierdzeń. Zarówno wniosek jak i twierdzenia przyjęte są bezpośrednio z "problemu strażaka", bez dowodów.

W rozdziale czwartym pracy Autorka przedstawiła modele przemieszczania plamy olejowej zbudowane z wykorzystaniem hipotezy błędzenia losowego. Plama olejowa może przemieszczać się pod wpływem różnych czynników. Autorka wzięła pod uwagę tylko dwa rodzaje prądów. Dla obydwu przypadków zdefiniowano prawdopodobieństwo wyboru sąsiedniego wierzchołka grafu w procesie błędzenia losowego plamy olejowej a następnie zbudowano macierz prawdopodobieństw przejścia w grafie z jednego wierzchołka do sąsiednich.

W rozdziale piątym pracy przedstawiono opracowany przez Autorkę model symulacyjny oraz wyniki analiz symulacji, rozprzestrzeniania się rozlewu olejowego oraz strategii rozmieszczania środków, przeprowadzonych dla opracowanych wcześniej modeli oraz przedstawionych strategii (liczba cykli 10 i liczba cykli 20). Przedstawiono strukturę programu oraz opisano funkcjonalność poszczególnych elementów tego programu w bardzo uproszczonej wersji. Dla przyjętych wcześniej trzech modeli (model kartezjański, model trójkątny oraz tzw. model mocny) przedstawiono wyniki symulacji rozlewu olejowego oraz strategii przemieszczania środków dla dwóch wymienionych wyżej przypadków, wykonując symulację akcji ratowniczej przeprowadzaną według jednej z dwóch przyjętych strategii. Wynikami symulacji dla każdego z modeli były: liczba zapór, wielkość plamy olejowej oraz czas otoczenia tej plamy.

W rozdziale szóstym Autorka podjęła próbę opracowania modelu decyzyjnego dla przebiegu akcji ratowniczej od momentu wykrycia plamy olejowej poprzez proces doboru i rozmieszczenia środków aż do zakończenia działań ratowniczych. W strukturze modelu decyzyjnego uwzględniła takie elementy jak: decydenci, zmienne decyzyjne, warunki ograniczające podjęcie decyzji, zbiór decyzji dopuszczalnych i kryteria oceny decyzji. Taki wybór należy uznać za kontrowersyjny bowiem pomieszano w tym przypadku parametry formalne modelu z czynnikiem ludzkim. Podobnie jak w rozdziale poprzednim dla każdego z trzech przyjętych modeli Autorka przeprowadziła ocenę porównawczą użyteczności tych modeli mając na uwadze problemy decyzyjne pojawiające się w akcji ratowniczej.

Rozdział siódmy to, przedstawione na niecałej jednej stronie, zakończenie pracy bez jej głębszego podsumowania.

Przedstawiony w rozdziale 1.2 cel pracy został sformułowany następująco: *"Stworzenie modelu wspomagania decyzji rozmieszczenia środków do zwalczania rozlewów olejowych ze statków morskich, który umożliwi podejmowanie działań taktycznych związanych z poprawą bezpieczeństwa ekologicznego"*. Natomiast teza pracy nazwana w tym przypadku hipotezą badawczą rozprawy została sformułowana następująco: *"Opracowany model decyzyjny pozwoli na właściwe, ze względu na bezpieczeństwo ekologiczne, rozmieszczenie środków do zwalczania rozlewów olejowych"*.

Praca została przyporządkowana realizacji celu natomiast hipoteza badawcza nie została w sposób przekonujący udowodniona.

W pracy zamieszczono również dwa Dodatki A i B. Dodatek A zawiera opis tzw. "problemu strażaka" natomiast w Dodatku B zamieszczono wzory opisujące funkcję gęstości

rozkładu prawdopodobieństwa sumy dwóch niezależnych zmiennych losowych o rozkładach trójkątnych, które wykorzystywane są w pracy.

3. Ważność i aktualność zagadnienia naukowego rozpatrywanego w pracy

Praca dotyczy istotnego, z punktu widzenia szeroko pojętej problematyki ochrony środowiska w szczególności akcji ratowniczych obejmujących zwalczanie rozlewów olejowych. Jak wynika z rozpoznania literaturowego problematyka ta jest podejmowana przez wielu badaczy analizujących ochronę europejskich akwenów wodnych przed tego typu zdarzeniami natomiast brak jest podobnych prac dotyczących polskiej strefy Morza Bałtyckiego w zakresie rozmieszczenia sił i środków wzdłuż wybrzeży krajów nadbałtyckich. Elementem nowatorskim pracy jest wykorzystanie "problemu strażaka" w procesie modelowania a następnie symulacji prowadzenia akcji ratowniczej mającej na celu likwidację rozlewu plamy olejowej.

Podsumowując ten aspekt oceny rozprawy należy stwierdzić, że praca dotyczy bardzo aktualnego problemu rozmieszczenia środków i prowadzenia akcji ratowniczej w aspekcie procesu podejmowania decyzji. Uzyskane wyniki mogą być rekomendacją dla zastosowania zaproponowanej metody w praktyce.

4. Naukowość i oryginalność pracy

Autorka w pracy zbudowała trzy modele opisujące zachowanie się rozlewu olejowego wykorzystując w tym celu graf kratowy oraz trzy rodzaje kraty: kratę Kartezjańską, kratę trójkątną i kratę nazwaną przez Autorkę "mocną". W każdym z modeli zostały uwzględnione trzy istotne momenty czasowe dzielące proces prowadzenia akcji ratowniczej na etapy "moment pojawienia się rozlewu, moment rozpoczęcia akcji ratowniczej oraz moment jej zakończenia". Czas pomiędzy poszczególnymi momentami został w modelu podzielony na cykle. Zgodnie z przyjętym algorytmem działań bazującym na "problemie strażaka" procedura postępowania w akcji likwidacji rozlewu wykorzystuje dwie strategie. Strategię I polegającą na działaniach obronnych oraz Strategię II polegającą na działaniach ofensywnych. Dla każdego z modeli wykorzystując opracowany przez Autorkę model symulacyjny, przedstawiono przebieg rozmieszczania zapór wokół rozlewu olejowego dla dwóch przypadków: zakładając 10 cykli oraz zakładając 20 cykli. Istotnym elementem w modelu plamy olejowej jest przyjęcie wymuszeń powodujących przemieszczanie się plamy. W pracy uwzględniono dwa podstawowe czynniki (prądy) powodujące to zjawisko zakładając, że oddziaływania te mają charakter błędzenia losowego. Model błędzenia losowego opisano z wykorzystaniem znanego w literaturze pojęcia spaceru losowego.

Opracowane modele (model opisu plamy olejowej, model strategii działań oraz model oddziaływań zewnętrznych) zostały wykorzystane do zbudowania modelu symulacyjnego w postaci programu komputerowego. Opisana została struktura tego programu oraz przeprowadzone zostały analizy symulacyjne dla trzech przypadków uwzględniających trzy podstawowe modele zakładając arbitralnie 10 i 20 cykli. Dla uzyskanych wyników Autorka

podjęła próbę sformułowania kryteriów decyzyjnych odnośnie ich wykorzystania w prowadzonych przez decydentów procesach decyzyjnych.

Przedstawione przez Autorkę wyniki można uznać za interesujące. Spis literatury jest wyczerpujący i zawiera aktualne pozycje powiązane z tematyką pracy.

Podsumowując merytoryczną ocenę naukowości i aktualności tematyki rozprawy doktorskiej uważam, że:

- zdefiniowanie, opisanie a także opracowanie modelu matematycznego i symulacyjnego rozlewu olejowego oraz strategii rozmieszczenia środków w przypadku prowadzenia akcji ratowniczej,
- wykorzystanie problemu strażaka do opracowania modelu walki z rozlewem olejowym opartego na grafach kratowych i na tej podstawie zbudowanie strategii rozmieszczenia zapór,
- opracowanie modelu decyzyjnego prowadzenia akcji ratowniczej,
- przeprowadzenie symulacji komputerowych z wykorzystaniem trzech modeli (modelu kartezyjskiego, modelu trójkątnego oraz tzw. modelu mocnego)

stanowią wartościowe elementy zadania naukowego mogącego być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie Transport.

5. Krytyczne uwagi ogólne i szczegółowe

Uwagi ogólne:

1. Autorka w pracy zaadoptowała "problem strażaka" do rozwiązania problemu walki z rozlewem olejowym. Nie została dokonana analiza problemu strażaka mając na uwadze jego wykorzystanie w tym konkretnym przypadku bowiem rozprzestrzenianie się pożaru oraz rozprzestrzenianie się rozlewu olejowego to nie są zjawiska, które można porównywać w skali 1:1. W przypadku "problemu strażaka" opisanego w Dodatku A Autorka przytoczyła szereg twierdzeń, które należałoby w przypadku problemu rozlewu olejowego sformułować adekwatnie do tego problemu i dokonać próby przeprowadzenia dowodów tych twierdzeń.
2. Używając elementów teorii systemów w swojej pracy Autorka myli podstawowe pojęcia wykorzystywane w pracy myląc zmienne wyjściowe ze zmiennymi decyzyjnymi oraz nie wprowadzając sprzężeń zwrotnych istotnych w każdym nietrywialnym systemie a takim na pewno jest układ opisujący zjawisko rozlewu olejowego. W teorii systemów układ sterowania zawsze otrzymuje informacje wyjściowe z systemu i na tej podstawie modyfikuje wejścia do systemu. Rażącem przykładem takich błędów jest Rysunek 1.1 (strona 10) oraz rozważania prowadzone w Podrozdziale 1.3.
3. W opisie modeli Autorka formułuje szereg wniosków oraz twierdzeń nie dowodząc ich, co podważa ich wiarygodność. Przykładem może być: Wniosek 1 (strona 30) czy Twierdzenia 1 i 2 (strona 30).
4. Autorka arbitralnie przyjmuje w analizach symulacyjnych dwa przypadki: $N = 10$ oraz $N = 20$ i dla tych przypadków przeprowadza analizy symulacyjne. Nasuwa się pytanie dlaczego tylko te dwa przypadki i co byłoby gdyby przyjąć $N = 15$?

5. Opisując strategie rozmieszczenia środków w przypadku każdego z przyjętych modeli Autorka przedstawia na rysunkach kierunki działań dla przypadku dwóch strategii (Strategii I i Strategii II). Opisy tych strategii przedstawione w pracy są niezrozumiałe (strona 32, strona 43 i strona 54). Ponadto przyjęcie na rysunkach układu współrzędnych znacznie ułatwiłoby interpretację przedstawianych wyników (Rysunek 3.2, Rysunek 3.3, Rysunek 3.8, Rysunek 3.19, Rysunek 3.21, Rysunek 3.32 oraz Rysunek 3.35).
6. W pracy Autorka nie odniosła się do podstawowego zagadnienia jakim jest wiarygodność zbudowanych modeli mając na uwadze ich związek z rzeczywistym zjawiskiem. Takie działania jak identyfikacja czy walidacja modelu są dla Autorki obce w związku z tym nasuwa się podstawowe pytanie czy wykorzystanie tych modeli w rzeczywistych procesach decyzyjnych może być stosowane ?
7. Rozdział 7 nazwany Zakończeniem (niecała 1 strona) zawiera ogólne sformułowania dotyczące rozważań prowadzonych w pracy. Brak jest odniesienia się do hipotezy badawczej (strona 10) oraz celu pracy sformułowanego w postaci pytania odnośnie współpracy państw nadbałtyckich w przypadkach takich akcji. Ponadto rozdział ten nie zawiera omówienia zawartych wyników w kontekście np. porównania uzyskanych rezultatów z jakąkolwiek rzeczywistie prowadzoną akcją ratowniczą.

Uwagi szczegółowe (tylko istotne):

1. Autorka w pracy używa sformułowań, które nie powinny znaleźć się w pracy o charakterze naukowym.

Przykłady:

- przelać rzeczywistość na model (strona 3),
 - model decyzyjny, ... , jest zbudowany na fundamentach modeli składowych (strona 4 i strona 90),
 - model rozlewu olejowego, ... , prezentuje algorytmy i strategie(strona 30),
 - model matematyczny, ..., definiuje rozpatrywany problem badawczy (strona 90),
 - siły i środki to zmienna decyzyjna liczby barier (strona 92) - ?
 - analiza zmiennych decyzyjnych, ..., (strona 93) - ?
2. Podpisy pod niektórymi rysunkami są niezrozumiałe lub nie odpowiadają ich treści:
 - Rysunek 1.2 (strona 12),
 - Rysunek 2.2 (strona 15),
 - Rysunek 2.3 (strona 16),
 - Rysunek 5.1. (strona 69),
 - Rysunek 6.1 (strona 88),
 - Rysunek 6.2 (strona 89),
 - Rysunek 6.3 (strona 91).
 3. Niektóre wzory są błędnie zapisane np.:
 - wzór (2.11 - strona 19) "brak wskaźnika i w wyrażeniu wzoru".
 4. Brak jednostek oraz skali na osiach zamieszczonych w pracy rysunków:
 - Rysunki: 2.4, 2.5, 2.6 (strona 24),

- Rysunki: 3.4, 3.5, 3.9, 3.10, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.20, 3.22, 3.23 (strona 30, strona 31, strona 35, strona 37, strona 39, strona 40, strona 41, strona 42, strona 46, strona 47 oraz strona 48),
 - Rysunki: 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21 (strona 73, strona 74, strona 75, strona 78, strona 79, strona 80, strona 83, strona 84, strona 85),
 - Rysunki: 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10 i 6.11 (strona 93, strona 94, strona 95, strona 96, strona 97) - zamieszczone na rysunkach informacje (controls) o parametrach symulacji są nieczytelne.
5. Opis współrzędnych na rysunkach nie zgadza się z położeniem opisywanych punktów na tych rysunkach:
- Rysunek 3.21 c "jest $(x + 1, y - 1)$ winno być $(x + 1, y)$ ",
 - Rysunek 3.24 a "jest $(x + 1, y + 1)$ winno być $(x + 1, y)$ ",
 - Rysunek 3.24 c "jest $(x - 1, y + 1)$ winno być $(x - 1, y)$ ".
6. Błędne sformułowanie tytułów rozdziałów:
- Rozdziały 5.3, 5.4, 5.5 (strony: 72, 77, 82), jest "Analiza porównawcza zmiennych decyzyjnych ..." winno być "Analiza porównawcza scenariuszy symulacyjnych...".

6. Wniosek końcowy

Praca doktorska przedstawiona przez mgr inż. Jolantę Mazurek, pomimo przedstawionych wcześniej licznych uwag krytycznych, wskazuje na Jej dużą wiedzę merytoryczną, w niektórych przypadkach nieuporządkowaną, w zakresie modelowania zjawisk opisujących rozlewy olejowe oraz prowadzenia akcji ratowniczych. Ponadto, sposób realizacji pracy pokazuje umiejętność posługiwania się narzędziami współczesnego badacza oraz umiejętność formułowania zadań badawczych i ich rozwiązywania. Wymienione w pracy zagadnienia można zaliczyć do dyscypliny naukowej Transport.

Podsumowując, uważam, że Autorka w przedłożonej rozprawie, mimo błędów poprawnie sformułowała, opisała i rozwiązała zadanie naukowe, jakim jest opracowanie metody analizy przemieszczania się rozlewu olejowego i prowadzenie akcji ratowniczej zmierzającej do jej likwidacji.

Praca odpowiada warunkom stawianym, w Ustawie o Tytule Naukowym i Stopniach Naukowych, rozprawom doktorskim w zakresie nauk technicznych. Wobec powyższego stawiam wniosek o dopuszczenie przedłożonej, przez Jolantę Mazurek, rozprawy do publicznej obrony.