

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Wojciecha Górskiego**  
**pt.**

**„Metoda prognozowania wpływu prędkości i stanu załadowania  
na charakterystyki eksploatacyjne statku handlowego  
z wykorzystaniem sztucznej inteligencji”**

**przedstawionej**

**Radzie Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni**

**(promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Burciu)**

**(promotor pomocniczy: dr hab. inż. Teresa Abramowicz-Gerigk, prof. AM)**

Podstawą wydania opinii jest pismo Dziekana Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni z dnia 16 grudnia 2013 roku [RWN-6/9/2013], w którym powołano się na uchwałę Rady Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni nr 14N/2013/RWN z dnia 12 grudnia 2013 r.

## **1. Uwagi ogólne**

Rozprawa przedstawiona przez pana mgr inż. Wojciecha Górskiego traktuje o bardzo ważnym i aktualnym problemie prognozowania wpływu prędkości i stanu załadowania statku na jego charakterystyki eksploatacyjne. Wypracowując własną metodę prognozowania tych zależności doktorant zdecydował się na wykorzystanie metod sztucznej inteligencji. Innymi słowy przedmiotem opiniowanej rozprawy doktorskiej jest metoda wyznaczania optymalnej prędkości pływania [i częściowo także innych parametrów eksploatacyjnych statku handlowego] biorąc pod uwagę dwa zasadnicze kryteria: minimalizacji zużycia paliwa przez silnik główny jako zasadniczego składnika kosztów eksploatacji statku oraz minimalizacji emisji dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> jako zasadniczego czynnika wpływającego negatywnie na środowisko naturalne. Oba te cele optymalizacyjne są oczywiście wzajemnie powiązane, gdyż zmniejszenie zużycia paliwa musi pośrednio wpływać na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń.

Zdecydowanie zgadzam się z Autorem rozprawy, iż zagadnienie to jest niezwykle istotne i aktualne już nie tylko ze względu na troskę o wyniki ekonomiczne armatora statku, ale zwłaszcza ze względu na wzrost świadomości ekologicznej naszego społeczeństwa i co za tym idzie na wprowadzane coraz bardziej rygorystyczne przepisy międzynarodowe, również w transporcie morskim, ograniczające emisję zanieczyszczeń, w tym dwutlenku węgla. Rozwój cywilizacyjny związany jest z wykorzystywaniem dostępnych zasobów naturalnych, osiągnięć nauki i postępu technologicznego. Ma to bezpośredni lub pośredni wpływ na stan środowiska naturalnego oraz na stan naszego zdrowia. Dopiero dostrzeżenie konsekwencji wynikających z nieracjonalnego gospodarowania zasobami środowiska, braku troski o otaczającą przyrodę uświadomiło nam konieczność wprowadzania zmian w strategii rozwoju cywilizacji. Taką ideą, która wyznacza kierunki harmonijnego rozwoju we wszystkich obszarach oddziaływania człowieka jest zasada zrównoważonego rozwoju. Koncepcja ta zakłada planowanie takich działań, które zapewnią poprawę jakości życia ludzi we wszystkich obszarach ich funkcjonowania (społeczeństwo, gospodarka i środowisko), zarówno w czasie teraźniejszym jak w dalszej przyszłości. Można powiedzieć, że należy

już teraz poprzez rozsądne gospodarowanie i działania, zapewnić przyszłym pokoleniom odpowiednią jakość życia. Niezbędnym warunkiem w osiągnięciu zrównoważonego rozwoju jest prowadzenie edukacji ekologicznej społeczeństw. Dotyczy to zwłaszcza ograniczenia emisji zanieczyszczeń w produkcji przemysłowej oraz we wszystkich gałęziach transportu.

Istnieje zatem wyraźna potrzeba zbadania co podczas eksploatacji statku mogłoby spowodować zmniejszenie emisji zanieczyszczeń. Intuicyjnie wydaje się naturalne, że cel ten zostanie osiągnięty poprzez zmniejszenie zużycia paliwa. Zatem należałoby zastanowić się nad tym co może wpłynąć na ograniczenie zużycia paliwa. Istnieje więc wyraźna potrzeba wypracowania możliwie dokładnej i opartej na racjonalnych, naukowych podstawach metody wyznaczania optymalnej [z tego punktu widzenia] prędkości pływania oraz innych parametrów eksploatacyjnych statku w zależności od zmieniających się warunków eksploatacji w celu zredukowania zużycia paliwa i ograniczenia tym samym emisji zanieczyszczeń. Z tego względu **uważam podjęcie tej tematyki w rozprawie doktorskiej nie tylko za w pełni uzasadnione, ale wręcz szczególnie trafne.**

Autor sformułował cel swojej rozprawy (str. 12) w sposób następujący: *Celem praktycznym rozprawy jest opracowanie programu komputerowego pozwalającego na określenie parametrów eksploatacyjnych statku zapewniających obniżenie zużycia paliwa przez silnik główny, czyli innymi słowy budowa systemu wspomagania decyzji dla kadry menedżerskiej na statku. I postawił tezę rozprawy następującej treści: Zastosowanie metody wykorzystującej sztuczną inteligencję pozwoli na dobór prędkości, zanurzenia i przegłębienia statku umożliwiających zmniejszenie zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla podczas realizacji zadania transportowego.*

Powyższe sformułowania są jasne, logiczne i zrozumiałe. W precyzyjny sposób definiują intencje Autora oraz zapowiadają wybrany przez niego sposób osiągnięcia tych zamierzeń. W szczególności określają one prawidłowo postawiony problem naukowy.

Zaprezentowana metoda określania korzystnych parametrów eksploatacyjnych z punktu widzenia ograniczenia zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń została w dużej mierze zawężona do analizy i prognozowania prędkości. Pozostałe parametry wymieniane przez Autora, czyli zmiany zanurzenia i przegłębienia jednostki, z różnych przyczyn, zostały potraktowane w rozprawie, również chyba trochę mimo woli Autora, mniej priorytetowo. Zadanie zostało rozwiązane przy zastosowaniu modelu opartego na wykorzystaniu czterowymiarowej funkcji sklepanej NURBS (*Non-Uniform Rational B-Splines*), której parametry dobierano przy użyciu algorytmu genetycznego.

Opracowanie modelu parametrycznego, zaproponowanego w pracy, poprzedzone zostało wnikliwą analizą znanych w literaturze przedmiotu modeli pod kątem przydatności w zagadnieniach interpolacji i ekstrapolacji danych pozyskiwanych w trakcie normalnej rutynowej eksploatacji statku. Model opracowany w ramach recenzowanej pracy pozwala poprzez interpolację na określanie charakterystyk eksploatacyjnych w szerokim spektrum zmienności parametrów a także umożliwia, oczywiście w pewnych uzasadnionych, ograniczonych przedziałach, ekstrapolację charakterystyk eksploatacyjnych poza przyjęty zakres, zdefiniowany przez dane wejściowe. W tym kontekście zaproponowana metoda wykazuje pewną dość istotną przewagę nad znanymi z literatury przedmiotu modelami, w tym także wykorzystującymi inne metody sztucznej inteligencji (np. te oparte o wykorzystanie sieci neuronowych), które wymagają opracowania osobnych zestawów parametrów dla różnych zanurzeń statku oraz wykazują słabe działanie w zadaniach ekstrapolacji. Wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, Autor zajmował się już wcześniej, kilkanaście lat temu.

Jak sam Autor wskazał w *Podsumowaniu* przedstawiona w pracy analiza teoretyczna objęła następujące zagadnienia:

- usystematyzowanie problematyki modelowania charakterystyk eksploatacyjnych statków handlowych w zagadnieniach doboru wybranych parametrów,
- przegląd modeli wykorzystywanych do prognozowania charakterystyk eksploatacyjnych,
- badanie wpływu zmian legislacyjnych, głównie Międzynarodowej Organizacji Morskiej, w zakresie ograniczenia szkodliwych emisji ze statków na parametry eksploatacji jednostek pływających,

- określenie, na podstawie zebranych danych z prób modelowych, wpływu podstawowych parametrów eksploatacyjnych na zużycie paliwa i wielkość emisji zanieczyszczeń,
- ocenę możliwości i zakresu stosowania metod sztucznej inteligencji, w tym w szczególności algorytmów genetycznych, do rozwiązywania zadania doboru parametrów modelu charakteryzującego eksploatację statku,
- sformułowanie zadania doboru korzystnych parametrów eksploatacyjnych i wskazanie sposobu jego rozwiązania,
- opracowanie algorytmów rozwiązania problemów cząstkowych, tj. algorytmu genetycznego wzbogaconego o operatory przeszukiwania lokalnego oraz algorytmu generowania hiperpowierzchni czterowymiarowej NURBS.

Natomiast w części praktycznej pracy przedstawiono:

- implementację zaproponowanej metody określania parametrów modelu charakteryzującego eksploatację statku w postaci programu komputerowego opartego na wykorzystaniu algorytmu genetycznego,
- weryfikację opracowanej metody i programu komputerowego w oparciu o dane uzyskane na podstawie badań na modelach fizycznych,
- rozwiązanie, za pomocą opracowanego programu komputerowego, zadania wyznaczania korzystnych parametrów eksploatacyjnych przy uwzględnieniu określanych przez użytkownika ograniczeń.

Dowód tezy objął:

- opracowanie modelu wpływu parametrów eksploatacyjnych na zużycie paliwa,
- opracowanie i aplikację, w postaci programu komputerowego, metody doboru parametrów modelu przy wykorzystaniu algorytmu genetycznego,
- sprawdzenie funkcjonalności metody w zagadnieniach aproksymacji, interpolacji i ekstrapolacji zużycia paliwa rejestrowanego w trakcie eksploatacji jednostki,
- weryfikację metody w oparciu o rozwiązanie zadania doboru korzystnych, pod względem ograniczenia zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla, parametrów eksploatacji statku.

Zanim przejdę do oceny oryginalnych propozycji Autora, zapowiedzianych w rozdziale 2, przedstawionych głównie w drugiej części pracy, a przygotowywanych w części pierwszej, uznaję za celowe zgłoszenie kilku drobnych uwag terminologicznych odnoszących się szczególnie do bliskiemu mi, a zarazem fundamentalnego dla pracy terminu *żegluga*, odnoszę wrażenie, iż utożsamianego przez Autora w pracy z pojęciem *nawigacja*. Autor używa tego terminu wielokrotnie, odmieniając go przez wszystkie przypadki, w różnym kontekście, za każdym razem definiując to pojęcie nieco inaczej, nie zawsze zbyt ściśle i nie zawsze zbyt fortunnie (np. na str. 12, 17, 22-25, 36, 39, 49, itd.). Na str. 12 precyzując kiedy zaproponowana przez niego metoda znajduje zastosowanie Autor użył niezrozumiałego sformułowania *żegluga statku na kursie prostym (proszę o wytłumaczenie o co chodzi)*. Jeszcze bardziej zastanawiające jest następne z podanych ograniczeń stosowania zaproponowanej metody - *żegluga statku po akwenach nieograniczonych bez wpływu prądów morskich*. Zastanawiam się czy i gdzie takie akweny występują. Jeżeli odpadają akweny ograniczone i te gdzie występują prądy morskie, to niewiele akwenów pozostanie na „skonsumowanie” zaproponowanej metody. Na str. 24 Autor użył terminu *parametry szlaków żeglugowych*, w kontekście, jak można się domyśleć, ograniczeń ze względu na dopuszczalne zanurzenie statku wynikające z ograniczeń głębokości. Natomiast jeszcze na tej samej stronie (str. 24) pojawia się określenie *parametry żeglugi* i tu w nawiasie jest wyjaśnienie, co tym razem Autor miał na myśli. Otóż owe *parametry żeglugi* to zdaniem Autora zmniejszenie zanurzenia i redukcja prędkości. Zdecydowanie chciałbym zaprotestować przeciwko takim uproszczeniom i niefortunnym sformułowaniom. Autor zastosował tu pewien skrót myślowy, niestety, co stwierdzam z ubolewaniem, bardzo często stosowany przez licznych Autorów z obszaru nawigacji, hydromechaniki, czy innych dyscyplin pokrewnych. Sądzę jednak, iż należy tą drobną „wpadkę” potraktować, jako błąd

językowy, o ile to uproszczenie nie było poczynione przez Autora z premedytacją, bo wówczas byłby to już ewidentny błąd merytoryczny.

I jeszcze jedna ważna uwaga terminologiczna nawiązująca go poprzedniej uwagi. Zdecydowanie nie podoba mi się, wręcz irytuje mnie, użycie w pracy sformułowań *parametry rejsu* (np. na str. 2-3, str. 11, str. 35, str. 41, str. 44-46, str. 47, str. 59, rys. 7.7 na str. 60, str. 123, str. 126, tabela 10.3-10.5 na str. 127-128, str. 129-132, str. 142), czy *parametry żeglugi* (np. na str. 24, str. 84, str. 118, str. 128, str. 130) i utożsamianie ich w zasadzie z *parametrami eksploatacyjnymi statku*, zresztą ograniczonymi arbitralnie chyba nie do końca słusznie jedynie do prędkości, zanurzenia i przegłębienia. Pojęcie *parametry rejsu* wydaje się pojęciem znacznie szerszym od pojęcia *parametry eksploatacyjne statku*, aczkolwiek rzadko stosowanym. Jeszcze szersze znaczenie ma pojęcie *parametry żeglugi*. Poza tym *parametrów eksploatacyjnych statku*, jak już wspomniałem, można wymienić znacznie więcej niż to czyni Autor rozprawy, który ograniczył się do tych trzech jego zdaniem najistotniejszych.

Stwierdzam też brak definicji lub choćby zwięzłego sprecyzowania tego, czym Autor przede wszystkim zajmuje się w rozprawie, czyli takich mianowicie pojęć, jak *systemy wspomaganie decyzji*, czy choćby wspomniane przed chwilą *parametry eksploatacyjne statku*, *parametry rejsu*, czy wreszcie *parametry żeglugi*. Co to są parametry eksploatacyjne statku, to raczej wiadomo, ale co dokładnie oznacza termin *metoda ich prognozowania* i to jeszcze przedstawiony jako system wspomagający nawigację, może być już nieco trudniejsze do objaśnienia. Określenie to pojawia się w pracy wielokrotnie. Oczywiście można założyć (jak to prawdopodobnie uczynił Autor), że dla specjalistów jest to pojęcie "pierwotne", jednak z drugiej strony - zaproponowane w pracy rozwiązania mogą przecież znaleźć zastosowania także w innych dziedzinach, nie tylko w transporcie morskim. A więc recenzowana rozprawa może być adresowana nie tylko do wąskiego grona specjalistów. Uważam to zresztą za jej dodatkowy walor, który mógłby być dodatkowo jeszcze wzmocniony definicjami najważniejszych, choćby tych wspomnianych przed chwilą pojęć. W technologii systemów informatycznych (a takim systemem jest *par excellence* zaproponowane przez Autora rozwiązanie, odpowiednio zorientowane tematycznie i oprzyrządowane komputerowo) klarowne definiowanie pojęć jest konieczne, wręcz niezbędne.

Są to jednak jedynie uwagi formalne, nieumniejszające merytorycznej wartości zasadniczych wyników Autora. A wartością tą jest udowodnienie trafnie i jasno sformułowanej hipotezy, iż możliwe jest zastosowanie metody wykorzystującej sztuczną inteligencję pozwalającej na dobór prędkości, zanurzenia i przegłębienia statku umożliwiających zmniejszenie zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla podczas realizacji zadania transportowego.

W rozwiązaniu wspomnianych powyżej zadań kluczową rolę odgrywa właściwe modelowanie charakterystyk eksploatacyjnych statku, co stanowi główny element niniejszej pracy. Czym są jednak charakterystyki eksploatacyjne statku? Moim zdaniem niekoniecznie zawsze tym, czym chciałby je widzieć Autor. Niemniej, opracowana metoda doboru parametrów eksploatacyjnych statku, nawet niedoskonała, może mieć zastosowanie w praktyce żeglugowej, w szczególności w kontekście wzrastających kosztów eksploatacyjnych oraz zmian w międzynarodowym ustawodawstwie morskim. Wchodzące w życie rezolucje IMO dotyczące minimalizacji emisji zanieczyszczeń w transporcie morskim narzucają wdrożenie metod doboru odpowiednich parametrów eksploatacyjnych jako jeden z istotnych elementów realizacji ambitnych celów proekologicznych, jakie postawiły sobie społeczeństwa państw morskich. Autor moim zdaniem słusznie przewiduje, iż implementacja zaproponowanej w niniejszej pracy metody w postaci programu komputerowego powinna jak najszybciej zostać wykorzystana w codziennej praktyce żeglugowej, a opracowana metoda nie tylko znacząco wpłynie na podniesienie bezpieczeństwa żeglugi, ale też wpłynie pozytywnie na aspekt ekonomiczny i ekologiczny.

Moim zdaniem, istotną cechą zaproponowanej metody, w znaczący sposób rozszerzającą jej potencjał aplikacyjny, jest oparcie się na rzeczywistych danych eksploatacyjnych, coraz szerzej dostępnych dzięki upowszechnieniu się statkowych systemów diagnostycznych, umożliwiających dokładne określenie i rejestrację parametrów systemów statku i warunków żeglugi. Takie podejście w sposób naturalny umożliwia uwzględnienie zmian charakterystyk eksploatacyjnych statku, które

wynikają z odstępstw od teoretycznego projektu poczynionych na etapie budowy czy też wprowadzonych już w trakcie eksploatacji. Zdaniem Autora, opracowana metoda może znaleźć także zastosowanie w rozwiązywaniu takich praktycznych zagadnień jak:

- dobór ilości i alokacji balastu wodnego,
- racjonalne określenie terminów dokonania czyszczenia kadłuba i śruby napędowej.

Z tym mogę się zgodzić, natomiast mniej wyraźnie widzę możliwość zastosowania tej metody do planowania tras żeglugi statku z uwzględnieniem warunków pogodowych, jak chce Autor (str. 130), zwłaszcza że Autor sam sobie zaprzecza ograniczając w rozdziale 2 możliwość stosowania swojej metody wyłącznie do dobrych warunków pogodowych (str. 12).

W każdym razie, jest to typowy system wspomaganie decyzji, w tym wypadku decyzji konstruktora, armatora, kapitana statku, starszego mechanika, starszego oficera. Możliwość realizacji systemu wspomaganie decyzji może mieć w najbliższym czasie istotne znaczenie i zrewolucjonizować już nie tylko nawigację morską, gdzie to się dzieje już od lat, ale także aspekty projektowania i eksploatacji siłowni okrętowych. Możliwości technologiczne pozwalają na to. **Zasadność podjęcia określonego w tytule rozprawy tematu badań wydaje się więc oczywista.**

Muszę jednak uczciwie przyznać, iż podczas zapoznawania się z pracą pojawiły się wątpliwości czy jest to rozprawa naukowa *sensu stricto*, czy jedynie rozbudowany projekt inżynierski, rozwiązanie aplikacyjne złożonego zadania technologicznego. I choć te wątpliwości nie zniknęły do końca, starałem się doszukać w pracy istotnych elementów oryginalnych. Zastanawiałem się czy Autor wprowadził taki element twórczy do swej pracy badawczej, który byłby **dysertabilny**, a także sprzyjał osiągnięciu założonych celów. Dziś z perspektywy czasu stwierdzam zdecydowanie, że tak, że **to się Autorowi udało**, choć drogę ku temu Autor wybrał niekoniecznie najkrótszą, zmuszając nieraz recenzenta do poruszania się w gąszczu rzeczy zbędnych w poszukiwaniu myśli oryginalnej, twórczej (patrz: 4. *Wartość naukowa i aplikacyjna rozprawy* oraz 6. *Uwagi szczegółowe*). Bo nie ulega wątpliwości, iż są w pracy fragmenty całkowicie zbędne, które niepotrzebnie zaciemniają obraz rozprawy, prowadząc czytelnika niejako na manowce.

Liczne ograniczenia istniejących rozwiązań skłoniły Autora pracy do opracowania własnego systemu wspierającego podejmowanie kluczowych decyzji [na statku] dotyczących eksploatacji statku i tym samym transportu morskiego w sensie ogólnym.

Metoda prognozowania zużycia paliwa opracowana w ramach pracy oparta jest o model tzw. szarej skrzynki (*grey box*), zbudowanej poprzez połączenie modeli tzw. czarnej i białej skrzynki, wykorzystując powierzchnię NURBS określoną w przestrzeni czterowymiarowej. Parametry hiperpowierzchni aproksymującej dane eksploatacyjne określane są przy użyciu algorytmu genetycznego wzbogaconego o specjalizowany operator przeszukiwania lokalnego. Wykorzystanie hiperpowierzchni NURBS jako podstawy opracowania modelu zużycia paliwa stanowi oryginalne rozwiązanie, dzięki któremu w znaczący sposób poprawiono działanie modelu w zakresie interpolacji (rozwiązania znane z literatury wymagały oddzielnych modeli dla każdego z rozpatrywanych zanurzeń).

Zastosowany model pozwolił także w miarę poprawny sposób prognozować zużycie paliwa poza zakresem parametrów, dla których uzyskano dane eksploatacyjne. Dzięki temu w znaczący sposób poprawiono możliwości ekstrapolacji w stosunku do znanych rozwiązań opartych o wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych. Opracowana metoda została zaimplementowana w postaci programu komputerowego pozwalającego na dobór korzystnych, pod względem ograniczenia zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń, parametrów eksploatacji statku. Funkcjonalność programu została zweryfikowana dla konkretnej jednostki operującej na typowej dla siebie trasie.

## 2. Zasadność podjęcia tematyki rozprawy

W eksploatacji statku handlowego, podstawowe znaczenie na równi z niezawodnością i bezpieczeństwem, ma efektywność ekonomiczna zadania transportowego. Jest ona rozpatrywana w

odniesieniu do pojedynczego statku, jak również całej floty statków eksploatowanych przez operatora/armatora. Jednym z podstawowych parametrów wpływających na koszty eksploatacji statku i floty jest koszt paliwa. Wielkość zużycia paliwa jest także czynnikiem determinującym ilość szkodliwych substancji emitowanych do środowiska w trakcie rejsu. Stąd ograniczenie zużycia paliwa ma wymiar nie tylko ekonomiczny, ale także ekologiczny.

Zużycie paliwa przez silnik główny jest jednym z najistotniejszych parametrów charakteryzujących właściwości eksploatacyjne statku handlowego. Od momentu powszechnego wprowadzenia napędu mechanicznego statków, jako istotne kryterium oceny jakości statku przyjęto zapewnienie utrzymania określonej przez armatora prędkości, przy dostarczeniu możliwie małej ilości energii.

Transport morski zmienia się pod wpływem warunków zewnętrznych związanych z rozwojem technologii morskich, zmianą lokalizacji centrów dystrybucyjnych i wielkości strumieni towarów czy też przepustowości dróg wodnych i infrastruktury brzegowej. Istotnym czynnikiem zmian jest także rosnąca świadomość wpływu transportu na stan środowiska naturalnego. Przejawia się to między innymi zmianami legislacyjnymi, w szczególności przepisów IMO dotyczących ograniczenia emisji dwutlenku węgla ze statków. Zgadzam się ze stwierdzeniem, iż problem ten jest jednym z ważniejszych podstawowych problemów badawczych, wymagających obecnie szybkiego rozwiązania.

Jak wskazują analizy IMO ograniczenie emisji nie powinno być realizowane jedynie na etapie projektowania statku. Optymalizacja konstrukcji i systemów statku pod kątem efektywności energetycznej jest istotnym, choć nie jedynym, czynnikiem ograniczającym negatywny wpływ na środowisko. Zastosowanie odpowiednich rozwiązań w trakcie eksploatacji statku cechuje się równie wysokim potencjałem redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Można wyróżnić szereg parametrów eksploatacyjno-technicznych, które bezpośrednio wpływają na wielkość dobowego zużycia paliwa. Wśród elementów umożliwiających obniżenie emisji w największym stopniu jest dobór odpowiedniej prędkości. Podczas eksploatacji załoga statku rzeczywiście ma bezpośredni wpływ na ten parametr eksploatacyjny. Oczywiście będzie on uzależniony od warunków zewnętrznych, w tym warunków hydro-meteorologicznych. Na pozostałe dwa parametry wskazane przez Autora, a mianowicie zanurzenie średnie, i przegłębienie załoga ma mniejszy wpływ. Te dwa parametry wynikają bezpośrednio ze stanu załadowania jednostki. A zatem nadają się do zoptymalizowania raczej na etapie projektowania jednostki, niż jej eksploatacji. Pewien margines manewru decyzyjnego, bardzo ograniczony zresztą, daje jedynie operacja balastem wodnym. Ale w morzu nie ma specjalnego miejsca na taką „zabawę” balastami.

Rozwiązanie tych zadań opiera się o wykorzystanie wiarygodnych, prostych w aplikacji i uniwersalnych modeli prognozowania zużycia paliwa, a co za tym idzie, emisji zanieczyszczeń.

Warto przy tym zauważyć, że wymogi dotyczące ograniczenia emisji współgrają z interesami przewoźników, ponieważ ograniczenie emisji jest najczęściej równoznaczne z minimalizacją zużycia paliwa, które jest najistotniejszym składnikiem kosztów zmiennych eksploatacji statku. Stąd rozwiązanie problemu badawczego prognozowania wpływu prędkości, zanurzenia i przegłębienia statku na zużycie paliwa i emisję CO<sub>2</sub> poprzez implementację opracowanej metody w postaci programu komputerowego ma także istotne znaczenie praktyczne.

Wdrożenie, postulowanych przez IMO, rozwiązań na poziomie eksploatacji floty i poszczególnych statków wymaga, aby zaproponowana metoda prognozowania wielkości emisji zanieczyszczeń i zużycia paliwa cechowała się:

- wiarygodnością prognozowanych wielkości,
- możliwością stosowania w odniesieniu do różnych typów statków,
- możliwością zastosowania spójnego modelu dla szerokiego zakresu zmienności podstawowych parametrów eksploatacyjnych,
- możliwością ekstrapolacji wyników poza zakres, dla którego znane są rozwiązania,
- możliwością wykorzystania podczas rejsu,
- prostotą użytkowania.

Realizacja wymienionych powyżej założeń jest możliwa dzięki wykorzystaniu złożonych narzędzi komputerowych. Analiza dużych ilości danych oraz implementacja algorytmów optymalizacyjnych należą do typowych zastosowań metod numerycznych, jednak ich realizacja za pomocą dostępnych programów komputerowych (np. pakietów analizy matematycznej) byłaby trudna w praktyce żeglugowej, gdyż ich obsługa wymaga umiejętności wykraczających zwykle poza obszar kompetencji załóg statków.

W pracy zostało przedstawionych co najmniej kilka metod badawczych prowadzących do realizacji założonych celów i rozwiązania przedstawionych problemów. Szkoda, że Autor w którymś z trzech pierwszych rozdziałów sam nie wskazał i nie opisał zastosowanej metodyki badawczej, jak to zwykle jest czynione w tego typu opracowaniach. Przeanalizowane zostały metody wykorzystywane do pozyskania wiedzy, określone jako sformalizowany proces gromadzenia informacji, danych lub wyjaśnień dotyczących interesującej dziedziny wiedzy. Z naukowych metod pozyskiwania wiedzy wykorzystanych w rozprawie należy wyróżnić: metody symulacyjne, metody rzeczywiste, metody eksperckie oraz automatyczne metody monitorowania interakcji. Niezależnie od wybranej metody przedmiotem badań była ta część specjalistycznej wiedzy eksperta, która nabyta została w trakcie analizy numerycznej i symulacji konkretnych przykładów.

### 3. Struktura formalna rozprawy

Przedstawiona do zaopiniowania rozprawa obejmuje 156 stron tekstu, w tym *Spis treści*, *Wykaz ważniejszych oznaczeń*, *Wykaz skrótów użytych w tekście*, 11 rozdziałów zasadniczych, w których zamieszczono 40 tabel, 83 rysunki i zacytowano 73 wzory oraz *Wykaz literatury*, obejmujący 97 pozycji, *Wykaz oprogramowania wykorzystanego w pracy*, *Spis rysunków*, *Spis tabel i Załączniki*, w których znalazło się dodatkowo 14 kolejnych tabel.

Pierwszy stosunkowo krótki rozdział zawiera wprowadzenie w tematykę rozprawy. W rozdziale drugim Autor sformułował cel, zakres i tezę pracy. W rozdziale trzecim przedstawiono dość szczegółowo znaczenie i aktualność podjętej przez Autora tematyki efektywności energetycznej w transporcie morskim w kontekście zmian przepisów Międzynarodowej Organizacji Morskiej IMO. Moim zdaniem zabrakło w tych rozdziałach wprowadzających zwięzłego przedstawienia układu pracy, jej struktury, podziału na rozdziały. Zabrakło również definicji najważniejszych pojęć, jakimi posługuje się Autor w swojej rozprawie, chociażby tych najistotniejszych, tytułowych, jak chociażby: metoda prognozowania, stan załadowania statku, charakterystyki eksploatacyjne statku, nie mówiąc już o takich używanych w pracy pojęciach jak: sztuczna inteligencja, metody sztucznej inteligencji, parametry eksploatacyjne statku, parametry rejsu, parametry żeglugi, systemy wspomagania decyzji, optymalizacja, prędkość statku, przegłębienie, zanurzenie, statek handlowy, transport morski, itd.

Rozdział czwarty prezentuje wpływ podstawowych parametrów eksploatacyjnych statku na zużycie paliwa i emisję zanieczyszczeń. W rozdziale piątym Autor z niemal benedyktyńską skrupulatnością przedstawia podstawy teoretyczne oraz analizuje w istniejących rozwiązaniach to, co jego zdaniem ma znaczenie dla właściwego przygotowania odbiorcy rozprawy do poparcia tezy, iż opracowany system znacząco wpłynie na podniesienie efektywności eksploatacji statku i redukcji emisji zanieczyszczeń. Zawarł w nim przegląd metod określania wpływu parametrów eksploatacyjnych na charakterystyki statku, a w rozdziale szóstym omówił metodę doboru korzystnych parametrów rejsu. Następne cztery rozdziały obejmują główną, oryginalną część rozprawy, w których Autor przedstawia wyniki swoich badań. W rozdziale siódmym Autor opisał własny, rozwijany od szeregu lat, algorytm genetyczny użyty w zadaniu doboru parametrów modelu zużycia paliwa. W rozdziale ósmym przedstawiono modele parametryczne prognozowania zużycia paliwa. W rozdziale dziewiątym, na czterdziestu stronach Autor dokonuje weryfikacji modeli parametrycznych w oparciu o obliczenia dla różnych typów statków. W rozdziale dziesiątym Autor rozwiązuje przykładowe zadanie wyznaczania korzystnych parametrów eksploatacji statku przy pomocy własnej metody obliczeniowej. Kończący rozprawę rozdział jedenasty zawiera

podsumowanie badań Autora, wnioski końcowe oraz w zarysie sugestie kolejnych, przyszłych działań badawczych.

Powyżej opisana struktura formalna rozprawy jest logiczna, jasna i przejrzysta. Odpowiada ona w pełni dysertacyjnemu charakterowi pracy. Autor zachował prawidłowe proporcje pomiędzy częścią pracy nakreślającą aktualny stan wiedzy i motywację podjętych badań, a częścią prezentującą badania własne i ich rezultaty. Swoje sugestie co do konsolidacji niektórych partii materiału i zmniejszenia w konsekwencji liczby rozdziałów zamieściłem w Uwagach redakcyjno-edytorskich. Nie mają one jednak większego wpływu na wartość merytoryczną opracowania.

Badania własne Autora zostały w pracy udokumentowane w sposób bardzo szeroki i kompletny, nie pozostawiając Czytelnikowi żadnych istotnych wątpliwości co do ich istoty, przebiegu i wartości wyników. O nakładzie wykonanej przez Autora pracy świadczy m.in. wykaz cytowanej bibliografii, obejmującej 97 pozycji, w tym aż 68 pozycji wydanych już po roku 2000. Przytoczone liczby świadczą o dużej wiedzy i znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której praca dotyczy. Wykorzystanie w tak dużym stopniu literatury fachowej jest niewątpliwie dużym plusem przemawiającym na korzyść Autora, co oczywiście nie oznacza, iż Autor skorzystał z wszystkich dostępnych źródeł literatury. Wykaz ten mógłby być jeszcze bardziej imponujący gdyby obejmował choć kilka innych sztanदारowych pozycji dotyczących metod sztucznej inteligencji, eksploatacji statku handlowego, charakterystyk prędkościowych statku, planowania podróży, parametrów manewrowych, emisji zanieczyszczeń, zużycia paliwa, itd. W każdym bądź razie tytuł rozprawy sugeruje, iż takie oczekiwania nie są bezzasadne.

Cała, bardzo interesująca rozprawa doktorska Pana mgr inż. Wojciecha Górskiego, notabene edytorsko elegancka, ma dla projektantów i realizatorów systemów wspomaganie decyzji (wszelkich) ten walor, że na konkretnym dynamicznym zjawisku, jakim jest statek handlowy poruszający się po wcześniej zaplanowanej trasie, najeżonej licznymi przeszkodami i ograniczeniami, pokazuje jak na dłoni potrzebę zasilania systemu w sposób ciągły aktualnymi danymi na temat zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń. Rozprawa ta ilustruje też *implicite* zasadniczą tezę głoszoną przez specjalistów od systemów informacyjnych, iż utrzymanie takich systemów w stanie aktualności, to blisko 90% kosztów systemu. Każdy sposób pozwalający na zmniejszenie tych kosztów, do których należy zaproponowane przez Autora rozwiązanie mobilnych systemów wspomaganie decyzji, zasługuje na zainteresowanie. Skądinąd zrozumiała fascynacja hardwerem i softwerem często prowadzi do lekceważenia wyników żmudnej pracy nieraz całego sztabu fachowców tworzących tradycyjną bazę danych, o której nie powinniśmy zapominać. A bez szczegółowej, stale aktualizowanej, bazy danych nie da się dopracować tej metody.

**Analiza uzyskanych wyników pozwala stwierdzić, że cele określone w rozdziale 2 zostały osiągnięte a teza pracy udowodniona.**

#### **4. Wartość naukowa i aplikacyjna rozprawy**

W moim przekonaniu zasadnicze wartości naukowe i poznawcze opiniowanej rozprawy znajdują się w rozdziałach 7 – 10. Zdecydowanie mogę zgodzić się z Autorem rozprawy, iż na podkreślenie zasługują zwłaszcza następujące elementy o oryginalnym lub częściowo oryginalnym charakterze, które można opisać w postaci trzech głównych elementów:

- opracowanie własnego, oryginalnego i bardzo skutecznego algorytmu genetycznego, pozwalającego na szybkie wyszukanie bezwzględного maksimum funkcji celu dla skomplikowanego problemu optymalizacji wieloparametrowej. Algorytm ten posiada charakter otwarty, co umożliwi jego łatwe doskonalenie w miarę pozyskiwania nowych informacji i danych, nawet w trakcie użytkowania go przez załogę statku;
- wnikliwa, oparta na pięciu przykładowych statkach, analiza modeli parametrycznych wiążących podstawowe charakterystyki i wybrane dane eksploatacyjne statku ze zużyciem paliwa, a przede wszystkim wypracowanie i wszechstronne zweryfikowanie własnego modelu parametrycznego, posiadającego wyraźnie lepszą dokładność od modeli dotychczas publikowanych w literaturze;



- skuteczne zastosowanie własnego algorytmu genetycznego do nowego problemu wyznaczania korzystnych parametrów eksploatacji statku transportowego, potwierdzone praktycznym przykładem obliczeniowym.

W moim przekonaniu wartość naukowa i poznawcza wymienionych elementów oryginalnych opiniowanej rozprawy plasuje ją powyżej przeciętnej dla prac doktorskich przedstawianych do obrony w uczelniach technicznych w ostatnich latach.

Oprócz wyżej wymienionych wartości poznawczych opiniowanej rozprawy niesie ona bardzo ważne wartości aplikacyjne. Metoda opracowana przez Autora może być wykorzystywana praktycznie zarówno przez ośrodki projektujące nowobudowane statki (zanurzenie, przegłębienie), przez służby armatorskie nadzorujące eksploatację statków istniejących jak i przez dowództwo poszczególnych statków w trakcie planowania rejsu i jego realizacji (prędkość). Można oczekiwać, że wykorzystywanie metody opracowanej przez Autora przyczyni się zarówno do poprawy wyników ekonomicznych przedsiębiorstw żeglugowych jak i do obniżenia emisji zanieczyszczeń w transporcie morskim.

**Właśnie pomysł opracowania własnej, oryginalnej, bardzo skutecznej, uniwersalnej metody prognozowania wpływu prędkości statku na charakterystyki eksploatacyjne statku uważam za oryginalne osiągnięcie twórcze Doktoranta.**

Pragnę podkreślić, iż w języku polskim nie ukazało się dotąd opracowanie, które by w sposób tak wyczerpujący (na tym etapie) i kompleksowy przedstawiało problem wspomaganie procesu decyzyjnego mającego wpływ na charakterystyki eksploatacyjne statku handlowego. Czytanie rozprawy było tym przyjemniejsze, iż Autorowi udało się zrobić to w sposób przejrzysty, ciekawy i zajmujący.

Choć Autor nie uniknął popełnienia mniej lub bardziej istotnych błędów, zwłaszcza w odniesieniu do poczynionych założeń, choćby arbitralnej rezygnacji z kilku istotnych danych (świadomego pominięcia ich w rozważaniach), dokonał licznych uproszczeń (to akurat można uznać nawet za plus), idąc w wielu miejscach na skróty, to jednak godne podkreślenia jest to, iż zmierzył się z tym trudnym problemem doboru odpowiednich parametrów eksploatacyjnych, do którego z różnym skutkiem podchodziło w poprzednich latach wielu śmiałków. **Zmierzył się z tym arcytrudnym problemem i odniósł sukces, wskazując swym następcom dalszą drogą badań, wyraźnie ją wytyczając.** Podzielał pogląd Autora, iż dalsze badania w tej dziedzinie powinny koncentrować się na próbie rozbudowy zaimplementowanego modelu o wpływ warunków środowiskowych oraz na zdecydowanie większym uszczegółowieniu istniejących baz danych, w tym analizę dostępności i jakości danych rejestrowanych w trakcie żeglugi i używanych do strojenia modelu pod kątem wpływu na jakość odwzorowania charakterystyk eksploatacyjnych oraz trafności doboru parametrów rejsu oraz opracowanie interfejsów automatycznej akwizycji i obróbki informacji o parametrach żeglugi i dostosowanie ich do potrzeb opracowanego programu komputerowego.

Na podkreślenie zasługuje również fakt, z jaką łatwością Autor wypunktował we *Wnioskach* oryginalne elementy swej rozprawy, czyniąc to w sposób wyjątkowo precyzyjny. Zwykle Autorzy rozpraw tego typu mają duże kłopoty z zachowaniem odpowiedniego dystansu do tego, czego sami dokonali. Podzielał zdecydowaną większość wniosków wyciągniętych przez Autora.

Zdaniem Autora przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Wytyczne IMO w zakresie wdrożenia przepisów dotyczących podniesienia efektywności energetycznej statków wskazują dobór parametrów eksploatacji statku, w szczególności zanurzenia (ilości balastu wodnego) i przegłębienia, jako istotny element ograniczenia emisji dwutlenku węgla, co zostało potwierdzone w obliczeniach zaprezentowanych w rozdziale 10.
- Opracowana metoda doboru korzystnych, z uwagi na wielkość zużycia paliwa i emisji dwutlenku węgla, parametrów eksploatacyjnych cechuje się wysokim potencjałem aplikacyjnym ze względu na wprowadzenie uregulowań prawnych w zakresie określania Operacyjnego Wskaźnika Efektywności Energetycznej (EEOI) oraz wdrożenia Planu Zarządzania Efektywnością Energetyczną Statku (SEEMP).

- Spełnienie wymogów IMO w zakresie ograniczenia emisji dwutlenku węgla implikuje wyższe koszty realizacji zadania transportowego, stąd dobór parametrów eksploatacyjnych, korzystnych z uwagi na ograniczenie zużycia paliwa pozwala na racjonalizację kosztów zmiennych eksploatacji statku.
- Opracowany model w sposób prawidłowy obrazuje wielkość zużycia paliwa w funkcji analizowanych parametrów eksploatacyjnych. Maksymalny błąd aproksymacji w obliczeniach testowych wynosił, w zależności od rozpatrywanego statku, od 2% do 6%, co w przybliżeniu odpowiada wartościom błędów pomiaru analizowanych wielkości w trakcie eksploatacji statku.
- Wykorzystanie hiperpowierzchni NURBS pozwoliło na stworzenie spójnego modelu prognozowania zużycia paliwa w pełnym zakresie zanurzeń jednostki. W porównaniu z wykorzystywanymi obecnie modelami, opracowywanymi osobno dla każdego rozpatrywanego zanurzenia, uzyskano możliwość doboru zanurzenia statku korzystnego z uwagi na zużycie paliwa.
- Dzięki zastosowaniu modelu tzw. szarej skrzynki osiągnięto możliwość poprawnego przewidywania wielkości zużycia paliwa poza zakresem danych użytych do strojenia modelu (do 5%). Możliwość ekstrapolacji stanowi istotną przewagę w stosunku do modeli opartych o ANN.
- Zaproponowana metoda pozwala uwzględniać dodatkowe dane pozyskiwane w trakcie eksploatacji statku – dzięki zastosowaniu metod sztucznej inteligencji realizuje tzw. proces „uczenia się” co korzystnie wpływa na jakość odwzorowania charakterystyki zużycia paliwa statku.
- Opracowany model został z powodzeniem wykorzystany w zadaniu doboru parametrów rejsu. W zależności od przyjętego scenariusza uzyskano obniżenie zużycia paliwa i emisji CO<sub>2</sub> o kilka do kilkunastu procent (od 4% nawet do 25%).

Opracowana metoda bazuje na modelu hybrydowym, wykorzystującym relatywnie prosty i ogólny model fizyczny. Jego parametry dostrajane są przy użyciu algorytmu genetycznego w celu prawidłowego odzwierciedlenia zarejestrowanych w trakcie rejsu rzeczywistych charakterystyk eksploatacyjnych statku. Z tego względu możliwe jest stosowanie opracowanej metody do szerokiego spektrum jednostek pływających.

Jak wykazały wyniki testów metoda działa poprawnie dla statków wypornościowych o znaczącym zróżnicowaniu wymiarów głównych, prędkości i funkcji, a także w przypadku zastosowania nietypowego układu napędowego (w tym wypadku był to pędnik wykorzystujący dwa napędy typu Voith-Schneider).

Mimo możliwości wszechstronnego zastosowania, opracowana metoda nie jest wolna od ograniczeń. Na obecnym etapie są to przede wszystkim: nieuwzględnienie wpływu warunków pogodowych i ograniczeń głębokości i szerokości akwenu na charakterystyki eksploatacyjne (co skutkuje możliwością zastosowania metody wyłącznie w wypadku żeglugi w dobrych warunkach pogodowych po akwenach nieograniczonych) oraz brak modułu automatyzującego przygotowanie danych, rejestrowanych w trakcie rejsu, na potrzeby procesu strojenia modelu (co wydaje się niezbędne). Stąd dalsze prace ukierunkowane powinny być na:

- rozbudowę zaimplementowanego modelu o wpływ warunków środowiskowych (wiatr, prąd i fala) oraz ograniczeń akwenu (przede wszystkim głębokości),
- analizę dostępności i jakości danych rejestrowanych w trakcie żeglugi i używanych do strojenia modelu pod kątem wpływu na jakość odwzorowania charakterystyk eksploatacyjnych oraz trafności doboru parametrów eksploatacyjnych,
- opracowanie interfejsów automatycznej akwizycji i obróbki informacji o parametrach eksploatacji statku i dostosowanie ich do potrzeb opracowanego programu komputerowego.

Dalszym niezwykle istotnym, z punktu widzenia efektywności wdrożenia zaproponowanej metody do praktyki żeglugowej, elementem przyszłych prac powinno być opracowanie czytelnego, graficznego interfejsu użytkownika, co wymagać będzie umiejętnej połączenia teorii projektowania programów komputerowych z dobrą praktyką pracy na morzu.

Zaproponowana metoda doboru informacji powinna umożliwiać:

- ocenę interfejsu użytkownika w tak specjalizowanym systemie jak system wspomaganie decyzji,
- poznanie pełnych interakcji pomiędzy poszczególnymi parametrami eksploatacji statku,
- analizę wielu różnych koncepcji wizualizacji informacji bez konieczności drogich badań rzeczywistych,
- redukcję kosztów badań ze względu na możliwość prowadzenie eksperymentu symulacyjnego, znacznie tańszego niż wyłącznie w warunkach rzeczywistych.

Chciałbym podkreślić, iż praca ma charakter wybitnie interdyscyplinarny. Bardzo trudno wyłuskać z niej zagadnienia czysto transportowe. Poruszając się na styku transportu, oceanotechniki, hydromechaniki okrętowej, nawigacji, informatyki, elektroniki, automatyki, telekomunikacji, geodezji, kartografii, mechaniki, energetyki, ekonomii, ekologii, prawa, a nawet ergonomii, która to każda z dyscyplin posługuje się swoim własnym warszatem, własną terminologią, zbiorem fachowych terminów i pojęć, nie sposób nie popełnić chociażby drobnych, oczywiście niezamierzonych błędów terminologicznych, które mogą, choć nie muszą, być potraktowane jako błędy merytoryczne.

Rozprawa przygotowana jest na bardzo wysokim poziomie merytorycznym i metodycznym. Uwzględniła ona zarówno dorobek teoretyczny, jak i badawczy w sformułowanym zakresie problemowym. Stawia przede wszystkim ważne pytania teoretyczne, których rozwiązanie – co czyni ze znakomitym skutkiem Autor rozprawy – posiada istotne znaczenie dla kształtowania nowego spojrzenia na możliwości optymalizacji parametrów eksploatacyjnych statku i dostosowanie ich do aktualnych potrzeb, w sensie poznawczym i implementacyjnym, z uwzględnieniem obowiązujących standardów. Jest to rozprawa o wyraźnych walorach zarówno teoretycznych, poznawczych, jak i aplikacyjnych. Recenzowana rozprawa w pełnym zakresie stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje wiedzę teoretyczną Autora, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia przez niego pracy naukowej. Szczegółowe uzasadnienie oceny rozwijam w dalszej części recenzji.

## 5. Uwagi redakcyjno-edytorskie

1. Praca została przygotowana bardzo estetycznie i czysto, niestety, co muszę podkreślić zabrakło staranności. Strony podane w *Spisie treści* rozjeżdżają się z treścią opracowania już na 20 stronie i tak już do końca, co znacznie utrudnia korzystanie z pracy. Właściwie żaden numer strony podany w *Spisie treści* nie zgadza się z zawartością opracowania. Jest to wielkie niedopatrzenie ze strony doktoranta, niespotykane w tego typu opracowaniach.
2. Tabele, rysunki, zdjęcia urządzeń oraz zrzuty ekranu monitora zostały poprawnie opisane i oznaczone. Brak natomiast konsekwencji użycia kolorów - większość rysunków jest wielobarwnych, ale niektóre są czarnobiałe (np. rys. 5.3, rys. 7.1, rys. 9.1). Trudno powiedzieć jaki klucz zastosował tutaj Autor.
3. Objętość poszczególnych rozdziałów rozprawy jest bardzo zróżnicowana; wynosi od kilku do kilkudziesięciu stron (rozdział 1 - 3 str., rozdział 2 - 2 str., rozdział 3 - 8 str., rozdział 4 - 10 str., rozdział 5 - 18 str., rozdział 6 - 3 str., rozdział 7 - 12 str., rozdział 8 - 24 str., rozdział 9 - 40 str., rozdział 10 - 7 str. i rozdział 11 - 4 str.). W tej sytuacji wydaje się, iż nie bezzasadne byłoby rozważenie możliwości bardziej szczegółowego podziału rozdziałów 8 i 9 na mniejsze partie tematyczne, zwłaszcza bardzo obszernego czterdziestostronicowego rozdziału 9, lub też, co może byłoby bardziej uzasadnione, zebranie mniejszych rozdziałów w rozdziały obszerniejsze, np. pierwszych trzech rozdziałów w całość, które razem obejmują zaledwie 13 stron. Trzystronicowy rozdział 6 też powinien trafić jako podrozdział do obszerniejszego sąsiedniego rozdziału.
4. Rozprawa jest napisana starannie, poprawnym, barwnym językiem polskim, z wykorzystaniem prawidłowej terminologii technicznej. Zwraca uwagę bardzo dobre i przejrzyste opracowanie elementów graficznych. W pracy występują jedynie nieliczne literówki i drobne błędy stylistyczno-językowe lub terminologiczne, jak na przykład:

- podwójne znaczenie trzech symboli  $C_f$ ,  $R$ ,  $T$  w spisie oznaczeń i kilku dalszych w tekście rozprawy,
- powtórzenie trzech pełnych zdań (aż sześciu wierszy) na sąsiednich stronach, na str. 10 kończącej rozdział 1 i na str. 11 rozpoczynającej rozdział 2 - „Transport morski zmienia się pod wpływem...” ,
- odwołanie do tabeli 1 (str. 14), tymczasem na str. 15 zamieszczona została tabela 3.1, o którą zapewne chodziło Autorowi,

Niewątpliwie czytelność rozprawy poprawiłoby zamieszczenie jednostek miar przy poszczególnych wielkościach w spisie oznaczeń.

W całej pracy zauważa się też drobne błędy językowe, które nie mają jednak wpływu na wartość merytoryczną rozprawy (np. zarządzeni i logistyka floty – str. 11, zaproponowana metoda ... cechował się – str. 11, w literaturze model tego typu określane są – str. 46, zarówno czarnej jak i szarej skrzynki – str. 46, nieprzydatność w zagadaniu aproksymacji – str. 80, w żegludze linowej – str. 85).

5. Znalazłem też kilka błędów w słowach w języku angielskim, np.: *Root Mean Squared Error* zamiast *Root Mean Square Error* – str. 7, oraz w języku niemieckim, np.: *Germanisher Lloyd*, zamiast *Germanischer Lloyd* (str. 21). Niestety, w pracy sporo także błędów interpunkcyjnych: brak kropek, przecinków, średników, spacji, zbyt duże spacje, niepotrzebne przecinki itd.
6. Należy pamiętać, że wzór stanowi integralną część tekstu, i gdy tego wymaga gramatyka języka polskiego, winien być zakończony przecinkiem lub kropką. O tym zdaje się Autor całkowicie zapomniał.
7. Używany we wzorach znak mnożenia to raz kropka ( $\cdot$ ), np. wzór (5.1) – str. 31, raz gwiazdka (\*), np.  $(g/t \cdot Mm)$  – str. 16, to znów krzyżyk ( $\times$ ), np. wzór (3.4) – str. 19. Brak konsekwencji. Zdecydowanie ten zapis powinien być ujednoczony.
8. Za poważny błąd należy uznać notoryczne posługiwanie się zapisem anglosaskim przy podawaniu liczb. Zamiast przecinka bardzo często pojawia się kropka i to niestety do wskazania zarówno części dziesiętnej liczby, jak i oddzieleniu tysięcy od reszty liczby (13.000 TEU – str. 21). Przykłady: ponad 15.000 t ładunku oraz 18.000 TEU (str. 22), 14.8 MW oraz 6.5 m (str. 46), w roku 2007 został określony na 2.7% w porównaniu do 1.8% w roku 2000 (str. 13), dane w tabeli 3.2 na str. 18, skok śruby okrętowej na promieniu 0.7R (str. 4), dane na obu osiach na wykresie prezentowanym na rys. 5.2 (str. 40). Niestety, ta uwaga nie dotyczy kilku sporadycznych, tzw. błędów przy pracy. W całej rozprawie znalazłem niestety sporo takich zapisów, dokładnie aż 178. A zatem to już niestety w przypadku pana Górskiego reguła. Niestety, jest to prawdziwa zmora młodego pokolenia korzystającego na co dzień z opracowań w języku angielskim, którzy przyswajają sobie stosowany tam zapis liczb. Czy można winić doktoranta za tą powiedzmy niefrasobliwość? Na pewno powinien zwrócić na to uwagę przygotowując rozprawę doktorską. Zdecydowanie te błędy powinny być wyłapano podczas korekty redakcyjnej.
9. Brak *Streszczenia* pracy i to nie tylko w języku obcym, ale także, a może przede wszystkim w języku polskim można uznać za poważne uchybienie. Na pochwałę zasługuje zamieszczony z tyłu pracy *Spis rysunków* oraz *Spis tabel*.

## 6. Uwagi szczegółowe

### *Spis treści*

*Spis treści* jest przejrzysty i czytelny. Jedną z krytycznych uwag odnosi się do załączników, które można było opisać bardziej szczegółowo, zwłaszcza że odnoszą się one do konkretnych podrozdziałów rozdziału dziewiątego (9.1 i 9.2.3) – taki szczegółowy spis odnajdujemy dopiero w załączniku na str. 143-156 posiłkując się tytułami tabel 11.1-11.14. Poza tym lekko przesunięta graficznie w *Spisie* jest numeracja rozdziałów 2 i 3 oraz podrozdziałów 8.2, 8.3 na str. 2 oraz 9.2.2 na

str. 3. Inna krytyczna uwaga odnosi się do stosowania zbyt krótkich, często jednowyrazowych tytułów podpodrozdziałów, np. w podrozdziale 7.1: 7.1.1. Inicjalizacja, 7.1.3. Reprezentacja, 7.1.4. Selekcja, czy 7.1.5. Skalowanie, które można było opisać nieco bardziej szczegółowo, zwłaszcza, że odnoszą się do konkretnych spraw bardzo istotnych dla całości opracowania. Czytelnik musi się domyślać zawartości podrozdziału. Poza tymi drobnymi uwagami dotyczącymi tabulatorów, zbyt lapidarnych tytułów oraz załączników, recenzent nie ma innych zastrzeżeń. Korzystanie ze *Spisu* jest proste i zrozumiałe.

Poważnym zgrzytem jest natomiast całkowite rozjechanie się podanych w *Spisie* numerów stron, o czym wspominałem już wcześniej. **To po prostu nie miało prawa się zdarzyć.**

### **Wykaz ważniejszych oznaczeń**

*Wykaz oznaczeń* jest zdecydowanie niepełny. Zamieszczono w nim jedynie 62 oznaczenia. Brakuje w *Wykazie* wielu oznaczeń, np. pojawiających się we wzorze (3.2) oznaczeń:  $V_{ref}$ ,  $f_{\mu}$ ,  $f_w$ ,  $f_{ref}$ ,  $f_i$  i  $f_c$  (str. 16-17), oznaczeń  $a$  i  $c$  we wzorze (3.3) – str. 17, oznaczenia  $j$  we wzorze (3.4) – str. 19, oznaczenia  $V$  we wzorze (4.1) na str. 21 oraz we wzorze (5.1) na str. 31, oznaczeń  $K_t$ ,  $K_q$  oraz  $E_{ta}$  pokazywanych na rys. 5.2 – str. 41, oznaczenia  $y$ ,  $f$  i  $\varepsilon$  we wzorze (5.4) – str. 42, oznaczenia  $x$ ,  $F_K$ ,  $C_K$ , we wzorze (6.1) na str. 47,  $x_{opt}$  – str. 49, oznaczenia  $fit$ ,  $fit'$ ,  $fit''$ ,  $fit'_{max}$  i  $x$  we wzorze (7.1) – str. 54, oznaczenia  $R_{AP}$  i  $\eta_S$  we wzorze (8.1) – str. 64, oznaczenia  $C_{AA}$ ,  $A_T$  i  $\sigma_A$  we wzorze (8.2) – str. 65, oznaczenia  $A_{TOT}$  i  $A_T$  we wzorze (8.4) – str. 65, oznaczenia  $A_{BT}$ ,  $A_T$ ,  $C_M$  i  $C_P$  w objaśnieniach do wzoru (8.21) na str. 71,  $A_{BT}$  i  $P_B$  we wzorze (8.25) na str. 72, oraz  $h_B$  w objaśnieniach do tego wzoru na str. 72, oznaczenia  $C_{RSU}$ ,  $C_{RFnKT}$ ,  $K_L$ ,  $L_{OS}$ ,  $D_P$ ,  $N_{Rudr}$ ,  $N_{Broc}$ ,  $N_{Boss}$ , i  $N_{Thr}$  we wzorze (8.36) na str. 75, oznaczenia  $T_R$  i  $T_{TR}$  we wzorze (8.42) – str. 77, itd.

Pytanie, czy  $A_T$  we wzorach (8.2), (8.3) i (8.4) na str. 65, to to samo  $A_T$  co we wzorze (8.21) na str. 72 i we wzorach (8.27) i (8.28) na str. 73? Raczej nie, bo na str. 65  $A_T$  – to była powierzchnia przekroju poprzecznego nadwodnej części statku, a już zaledwie 7 stron dalej, bo na str. 72  $A_T$  – to już pole przekroju zwilżonej części pawęży dla statycznej wodnicy pływania. Tak nie wolno. I nie jest to jedyny przypadek podwójnego znaczenia użytych symboli.

Autor sam zwraca uwagę czytelnikowi w *Wykazie ważniejszych oznaczeń* na podwójne znaczenie trzech symboli:  $C_f$ ,  $R$ ,  $T$ .  $C_f$  raz jest współczynnikiem konwersji masy paliwa na masę  $CO_2$ , (str. 4, 19), a konkretnie współczynnikiem konwersji pomiędzy wielkością zużycia paliwa a wielkością emisji  $CO_2$  odpowiednim dla danego typu paliwa (str. 16), to znów współczynnikiem oporu tarcia kadłuba (str. 4, 70-71, 74, 82);  $R$  – raz jest promieniem śruby okrętowej (str. 4, 86, 90-91, 93), to znów oporem całkowitym statku (str. 4, 70, 74, 77), i wreszcie  $T$  – raz zanurzeniem średnim statku (str. 5, 48), to znów naporem śruby okrętowej (str. 5, 68-69).

Niestety nie są to jedyne „grzechy”, jakie Autor popełnił w tym zakresie w rozprawie. Także wiele innych oznaczeń występujących w prezentowanych w pracy wzorach powtarza się w kilku miejscach opracowania w zupełnie różnym znaczeniu, np. litera  $P$  raz jest oznaczeniem skoku śruby okrętowej (str. 4), by kilka stron dalej we wzorze (3.2) być mocą silników głównych (str. 16), a na str. 41 ponownie skokiem śruby okrętowej wyrażonym w metrach (dobrze, że Autor pisząc o prawdopodobieństwie nie użył tego oznaczenia); wspomniana już litera  $T$  nie jest tylko średnim zanurzeniem statku i naporem śruby okrętowej, do czego przyznaje się Autor (na str. 5), ale także średnim zanurzeniem statku na śródokręciu (np. str. 48), słowem TAK (np. w algorytmie pokazanym na rys. 7.4 na str. 57), by w końcu zostać najwyższym numerem pokolenia (we wzorze 7.4 na str. 55); litera  $n$  to raz obroty śruby okrętowej (np. str. 4), to znów liczbą rekordów zapisanych w zbiorze danych opisanych formułą 6.2 (we wzorze 7.5 na str. 56), innym razem wielkość populacji (np. na str. 51); litera  $a$  z kolei to raz wartość wyznaczona na podstawie analizy regresyjnej szacowanej wartości wskaźnika EEDI dla danych statków zawartych w bazie *IHC Fairplay* przekazanych do użytkowania pomiędzy 1/1/1999 a 1/1/2009 (wzorek 3.3 na str. 17), a raz parametrem programu z przedziału (0,1) (str. 55), itp. itd. Jednym słowem spory bałagan w tych oznaczeniach! Szkoda, że Autor tego nie uporządkował.

I na koniec jeszcze jedna istotna uwaga, tym razem merytoryczna; długość trasy rejsu  $d$  (str. 4), to jednak nie to samo co  $d$  – odległość w milach morskich, na jaką przewożona jest wskazana ilość ładunku wzór (3.4) str. 19.

### **Wykaz skrótów użytych w tekście**

Wykaz skrótów jest zdecydowanie niepełny. Zamieszczono w nim jedynie 45 akronimów i skrótów anglojęzycznych, zestawionych w porządku alfabetycznym. Na pochwałę zasługuje fakt czytelnego rozwinięcia skrótów w dwóch sąsiednich kolumnach w języku angielskim i w tłumaczeniu ich na język polski. Niestety, lista skrótów i akronimów jest zbyt krótka. Przede wszystkim zabrakło w nim użytych w pracy także skrótów wywodzących się z języka polskiego, np. AM (str. 133), CTO (str. 25-29, 34, 81, 85-93, 134, 143-156), KONBIN (str. 133), POiGM (str. 134), PP (str. 73 i 76), PS (str. 73 i 76), czy neutralnych typu: ZN (rys. 7.4 – str. 57), ZP (rys. 6.1 – str. 47), MZP (rys. 8.1. 8.2 i 8.3 - str. 61-63) i RZP (rys. 8.1. 8.2 i 8.3 - str. 61-63). Wyjątek to Mm (mila morska), ale dlaczego nie Nm (*Nautical mile*?). Nie wiadomo dlaczego Autor ograniczył się tylko do tych kilkudziesięciu skrótów. Gdyby Autor użył sformułowania *Wykaz ważniejszych skrótów użytych w pracy* zabieg byłby uzasadniony, a tak nie wiadomo czym kierował się Autor zamieszczając tylko niektóre skróty, a inne całkowicie w tym miejscu pomijając. Autor nie umieścił w *Wykazie* kilkudziesięciu innych, wcale niemniej ważnych skrótów, z których kilka przewija się w pracy wielokrotnie, np.: 2D (str. 60), 3D (str. 60), BIMCO (str. 18), BOS-L (str. 33), CO<sub>2</sub> (str. 4, 10, 13-16, 19-20, 23, 139), COMPIT (str. 133-136), CR (rys. 8.7, 8.8 i 8.9 - str. 81-82, 84), DWT (str. 7, 18, 44), ECT (rys. 8.4 – str. 66), EGB (rys. 8.4 – str. 66), ETA (rys. 7.7, str. 60), GCC (str. 59), GNUPLOT (str. 138), HBA (str. 63, 78-80, 94, 96-98, 100-103, 105-107, 140, 142), HM (str. 63, 70, 72, 79-80, 94-96, 98-103, 105-106, 140, 142), IHC (str. 17), IMAM (str. 133), LNG (str. 15, 37), LPG (str. 15), LR (str. 21-22), MAREN (str. 46), MATLAB (str. 46), MEP (rys. 8.4 na str. 66), MP (str. 3, 63, 78-79, 95-102, 104-107, 109-112, 123, 140, 142), PANSHIP (str. 33), PTI (str. 16), RGA (str. 60), SI (str. 4), SSPA (str. 133), SVA (str. 74), T-AO (str. 41), USA (str. 41, 135), USD (str. 9 i 128-129), VT (rys. 8.4 – str. 66). Tytułowa sztuczna inteligencja nie pojawia się w pracy ani razu w formie skrótu. Nie poznajemy też jej angielskiej nazwy AI – *Artificial Intelligence*. Skróty literowy PP występuje w tekście dwukrotnie w dwóch zupełnie różnych znaczeniach: na stronie 73 jako płaszczyzna podstawowa, natomiast użyty jako indeks przy literze L (np. str. 31, 82, 85, 88-93) oznacza *between perpendiculars* (między pionami);  $L_{PP}$  – długość między pionami. I tylko to drugie znaczenie trafiło do *Wykazu*, ale nie do *Wykazu skrótów*, a do *Wykazu ważniejszych oznaczeń*, zamieszczonego na str. 4.

Poza tymi zabrakło mi w pracy takich ważnych dla tematyki rozprawy skrótów jak: EIS, ETS, HFO, IMERS, IEA, IPCC, LIS, MBM, MCFC, MDO, METS, MGO, NMVOC, NSV, SCR, SECA, SECT, SEMP, SRES, UNEP, UNFCCC, czy VES, powszechnie przytaczanych w dokumentach IMO, dotyczących redukcji emisji zanieczyszczeń, również tych przywołanych w rozprawie przez Autora.

Str. 7 RMS (*Root Mean Square*) Error to jest błąd średni kwadratowy (błąd średniokwadratowy) a nie jego pierwiastek, jak błędnie podał Autor, choć trzeba przyznać że w wielu źródłach literatury znaleźć można takie właśnie tłumaczenie, jakiego użył Autor.

### **Rozdział 1 Wprowadzenie**

We *Wprowadzeniu*, który Autor nazwał rozdziałem 1, zamieszczono krótkie wprowadzenie ogólnie formułując problem. Mimo, iż prezentowane zagadnienie potraktowano bardzo skrótowo i po macoszemu, trzeba przyznać, iż kontekst pracy został dobrze zarysowany.

Chciałbym jednak zwrócić uwagę na brak opisu stanu zagadnienia, przeglądu i odnośników do literatury polskiej i obcej, szczegółowego przedstawienia celu i zakresu pracy, stosowanych metod badawczych. Autor nie informuje również jakie przyjął ograniczenia (lub ukierunkowania) co do zakresu badań, opisu wyników itp. To wszystko znajdziemy dopiero w rozdziale 2, a część nawet w rozdziale 3.

Natomiast nigdzie nie poinformowano, nawet w kilku zdaniach, jaki jest układ i konstrukcja pracy. W żadnym razie rozdział 1 nie może być uznany za *Streszczenie* rozprawy. Brak też uwag

terminologicznych, czy definicji najważniejszych pojęć pojawiających się w pracy. Autor nie wyjaśnia co należy rozumieć pod najważniejszymi pojęciami jakich używa (patrz: Struktura formalna pracy).

Jest za to wyczerpujące wyjaśnienie i uzasadnienie czemu wypracowana metoda jest dedykowana. Dokonano krótkiego wprowadzenia do problematyki zużycia paliwa przez silnik główny traktując tą wielkość za jeden z najistotniejszych parametrów charakteryzujących właściwości eksploatacyjne statku handlowego. Nawiązano również do emisji zanieczyszczeń w postaci gazów spalinowych i inicjatyw mających na celu ich ograniczenie.

Generalnie *Wprowadzenie* raczej rozczarowuje. Zaledwie dwu i pół stronicowa informacja, która ma stanowić wprowadzenie do rozprawy jest zdecydowanie zbyt krótka. Ale taka już niestety „uroda” tej rozprawy. Autor zdecydował się na układ kilkunastu mniej lub bardziej krótkich rozdziałów, zamiast na kilka obszerniejszych.

Str. 8 Na rys. 1.1. przedstawiono zmiany cen ropy naftowej w \$ za baryłkę. Nie poinformowano natomiast o jaką baryłkę chodzi i o jakie \$. Czytelnik musi się domyśleć, że chodzi o *US barrel* (1 baryłka ropy naftowej (skrót: 1 bbl) = 42 galony amerykańskie = 158,96832 l (~159 l) – standardową jednostkę objętości w przemyśle naftowym). Na str. 9 ceny podano już w USD, nie pozostawiając żadnych wątpliwości. Szkoda, że Autor nie ujednolicił tego zapisu;

Str. 8 Źródło, na podstawie którego opracowano rys. 1.1 nie zostało podane w wykazie literatury podanym z tyłu opracowania;

## Rozdział 2

W rozdziale 2, zatytułowanym *Cel, zakres i teza pracy*, przedstawiono obok celu, zakresu i tezy rozprawy także założenia i ograniczenia zaproponowanej metody.

Str. 11 Zdecydowanie nie mogę się zgodzić ze stwierdzeniem jakoby podczas eksploatacji statku załoga miała w równym stopniu bezpośredni wpływ na wszystkie trzy wymienione parametry eksploatacyjne. Z wymienionych parametrów mogę w pełni zaakceptować tylko z trzeci parametr, a mianowicie prędkość. Zanurzenie średnie wynika z wyporności statku, a ta z kolei bezpośrednio wynika z masy przewożonego ładunku (no chyba, że statek płynie pod balastem). Zmiany przegłębienia statku są możliwe, ale przebalastowanie statku jest operacją bardzo niebezpieczną w czasie rejsu. Raczej powinno się ich unikać. A zatem dwa wskazane parametry zostają ustalone w porcie podczas załadunku. Późniejsze nieznaczne zmiany wynikają już tylko ze zużycia zapasów (paliwo, woda pitna, itd.) i ew. kosmetycznych operacji balastowych;

Str. 11 Powtórzenie trzech pełnych zdań ze strony 10 (rozdział 2): od słów „Transport morski zmienia się...”, do słów „...emisji dwutlenku węgla ze statków”.

Str. 12 Autor zapowiada, iż zaproponowana przez niego metoda będzie cechowała się m.in. możliwością ekstrapolacji wyników poza zakres, dla którego znane są rozwiązania. Szczególnie groźnie wygląda ta zapowiedź w kontekście zmian przegłębienia, do czego wróćę podczas komentowania wyników rozprawy.

Str. 12 Autor pisze, iż zaproponowana przez niego metoda znajduje zastosowanie w przypadku **żeglugi statku na kursie prostym**. Bardzo proszę o wyjaśnienie co Autor miał na myśli.

Str. 12 Równie dziwnie brzmi następny przypadek. Autor podaje, iż zaproponowana przez niego metoda znajduje zastosowanie w przypadku **żeglugi statku po akwenach nieograniczonych bez wpływu prądów morskich**. I tutaj również proszę wyjaśnienie skąd takie ograniczenie. Szczerze mówiąc akwenów nieograniczonych bez wpływu jakichkolwiek prądów morskich chyba nie ma zbyt wiele. A zatem gdzie Pan chce zastosować swoją metodę?

Str. 12 Ograniczenie zakresu stosowalności metody do stanów morza poniżej 4 lub nawet, jak podaje Autor, od 0 do 2-4 jest jej dość poważną wadą, z czego zresztą Autor widać w pełni zdaje sobie sprawę. Według statystyk niewiele rejsów oceanicznych odbywa się w tak dogodnych warunkach, a dobór optymalnej prędkości w tych gorszych lub wręcz

złych warunkach pogodowych może być dopiero naprawdę nie lada wyzwaniem. Autor widać poszedł nas skróty. Bardzo proszę o wyjaśnienie **co skłoniło Autora do tak drastycznego ograniczenia stosowalności swojej metody**. Jakie wyniki badań, których Autor nie zawarł w pracy spowodowały, że Autor uznał, że opracowana przez niego metoda w tych gorszych warunkach już się nie spełnia.

### Rozdział 3

W rozdziale trzecim, zatytułowanym *Znaczenie efektywności energetycznej w transporcie morskim w kontekście zmian przepisów* przedstawiono dość szczegółowo znaczenie i aktualność podjętej przez Autora tematyki.

- Str. 13      Szczerze mówiąc irytują mnie stwierdzenia typu: *już w latach 60-tych i 70-tych XX w. naukowcy zrobili to czy tamto*, po czy nie pojawia się odwołanie do ani jednej pozycji źródłowej. W recenzowanej rozprawie natknąłem się na takie nic niedające niefortunne stwierdzenia kilkakrotnie.
- Str. 16      zapis jednostek (g/t\*Mm) jest nieczytelny. Na tej samej stronie we wzorze (3.2) znak mnożenia ( $\cdot$ ), użyty aż 15 razy, nie został zastąpiony gwiazdką (\*). Zatem, brak konsekwencji. W tekstach w języku angielskim używa się następującego zapisu - *g CO<sub>2</sub>/tonne mile*.
- Str. 18      Źródło, na podstawie którego opracowano rys. 3.2 nie zostało wymienione w wykazie literatury podanym z tyłu opracowania. Autor odwołuje się do dokumentu BIMCO, którego logo pojawia się nawet na rysunku, tymczasem brak tego akronimu nie tylko w *Wykazie skrótów użytych w tekście*, ale gdziekolwiek indziej w pracy. Pytanie, czy była zgoda tej instytucji na taki zabieg?

### Rozdział 4

W rozdziale czwartym, zatytułowanym *Podstawowe parametry eksploatacyjne statku jako determinanty wielkości zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń* Autor po raz kolejny wymienia podstawowe jego zdaniem parametry eksploatacyjne statku, do których zalicza: prędkość, zanurzenie i przegłębienie. Szczerze mówiąc wolałbym, aby Autor skupił się wyłącznie na prędkości. Rozpatrywanie wpływu zanurzenia i przegłębienia jako determinanty wielkości zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń jest co najmniej problematyczne. Podczas rejsu te wartości raczej się nie zmieniają.

Jak stwierdza sam Autor rozprawy w jednej z wcześniejszych prac (Górski & Burciu, 2011): *Do podstawowych parametrów techniczno-eksploatacyjnych statku należą: długość statku L, długość największa lub całkowita LOA, długość pomiędzy pionami LBP (a czemu nie używane w rozprawie oznaczenie L<sub>pp</sub>?), szerokość statku B, zanurzenie statku T, wyporność D, nośność DWT, trym statku, prędkość v. Prędkość jest jednym z ważniejszych parametrów techniczno-eksploatacyjnych, charakteryzujących statek i ściśle związanym z zastosowaniem określonego rodzaju napędu, jak również wynikającym z parametrów eksploatacyjnych, których operatorzy i kapitan statku nie uwzględniają przy wykonywaniu zadania transportowego. Brak informacji w dokumentacji statkowej na temat wpływu trymu i zanurzenia statku na obniżenie dobowego zużycia paliwa powoduje że, kapitan uwzględniając trym, ma na uwadze jedynie „dzielność morską statku”.*

- Str. 21      Autor powołuje się na publikację, której próżno szukać w spisie literatury: *Z danych publikowanych przez Germanisher Lloyd wynika...* Gdzie tego szukać?
- Str. 23      Nie jest to pierwszy przypadek, kiedy Autor powołuje się na źródło, tak naprawdę go nie podając: *Z doniesień prasowych wynika...* Bardzo zła maniera.
- Str. 23      Nie mogę zgodzić się ze stwierdzeniem, iż istotnym problemem, który pozostaje niedostatecznie rozpoznany, jest rosnąca dysproporcja pomiędzy wydajnością morskich i lądowych kanałów transportowych, po czym Autor powołuje się na kilka pozycji swojego promotora pomocniczego. Stwierdzenie to byłoby bardziej trafiające do czytelnika, gdyby Autor poparł to stwierdzenie odnośnikami także do innych źródeł.
- Str. 24      Wpływ doboru zanurzenia statku uważam za co najmniej problematyczny. Jakież to wpływ ma załoga na dobór zanurzenia statku?. Wynika on z nośności i koniec, kropka.



- Str. 24 Podobnie nie mogę zgodzić się na zajmowanie się wpływem doboru przegłębienia statku. O żadnym doborze przegłębienia nie może być mowy. No chyba że mówimy o statku nie w pełni załadowanym, np. o kontenerowcu wiozącym częściowo puste kontenery.
- Str. 24 Nie do końca mogę się zgodzić, iż prędkości bezwzględne statku określane są liczbą Froude'a. To jednak spory skrót myślowy.
- Str. 25 Wyjaśnienia i to oficjalnie na piśmie wymaga nie do końca zrozumiały status firmy CTO S.A. w tej pracy. Przy wielu prezentowanych rysunkach (rys. 4.2 - 4.6, rys. 8.1, rys. 9.1 - 9.2) a także tabelach (tab. 9.1 - 9.10, tab. 11.1 - 11.14) Autor podaje takie właśnie źródło - materiały CTO S.A, albo opracowano na podstawie materiałów CTO S.A. Ale co to znaczy? Czy Autor je pozyskał oficjalnie? Zakupił? Otrzymał zgodę na ich wykorzystanie? Wykradł? A może jest ich współautorem? To musi zostać wyraźnie wyjaśnione. Tu nie chodzi o jeden czy dwa rysunki w jednym z pierwszych rozdziałów, ale w sumie o kilkanaście rysunków i ponad dwadzieścia tabel prezentowanych również w tych rozdziałach, gdzie prezentowane są wyniki prac Autora. **Tak, to bezwzględnie wymaga wyjaśnienia.**
- Str. 28 Na wykresie prezentowanym na rys. 4.5 na osi rzędnych i odciętych brak strzałek i oznaczeń.
- Str. 29 Zdecydowanie zgadzam się ze stwierdzeniem że wpływ przegłębienia na zużycie paliwa nie może być opisany za pomocą prostych zależności. Skoro Autor zdawał sobie z tego sprawę, to po cóż zatem wchodził w te zagadnienia? Nie rozwiązując prawie niczego w tym zakresie. Należało może zatem skupić się wyłącznie na analizie prędkości.

#### Rozdział 5

W rozdziale piątym, Autor zawarł przegląd metod określania wpływu parametrów eksploatacyjnych na charakterystyki statku.

- Str. 32 Rys. 5.1 ma raczej wartość historyczną - współcześnie projektowane statki nie wykazują już tak znaczących „garbów” na krzywej bezwymiarowego współczynnika oporu falowego w funkcji liczby Froude'a  $F_n$ , co potwierdzają współcześnie prowadzone badania modelowe (por. rys. 8.7 na str. 81). W konsekwencji problem optymalizacji prędkości statku w trakcie jego eksploatacji w funkcji długości statku utracił wiele ze swojego pierwotnego znaczenia.
- Str. 38 Zdecydowanie nie podobają mi się stwierdzenia aspirujące do miana „prawdy objawionej”, typu: *Istnieje szereg kryteriów stosowanych przy określaniu redukcji prędkości statku*. Po czym nie podaje się żadnych konkretnych źródeł tych „rewelacji”. Podobne sformułowanie można spotkać na str. 50: *Istnieje wiele metod rozwiązania zadania aproksymacji*. Po czym znowu nie powołuje się na żadne konkretne źródła.
- Str. 39 Proszę o wyjaśnienie co tak naprawdę mierzono w programie ROUTE? Co to znaczy, że analizę wykonano w oparciu o średnie statystyczne warunki pogodowe? Cały fragment tekstu zatytułowany *Określenie najkorzystniejszej trasy rejsu* wydaje mi się podejrzany i wysoce wątpliwy. Czy nie ma innych źródeł? W tym zakresie literatura fachowa jest na prawdę bardzo bogata.
- Str. 40 Pokazana na wykresie (rys. 5.2) wielkość Eta nie została nigdzie zdefiniowana.
- Str. 41 Autor podając czynniki wpływające na wielkość dopływu wody do śruby wymienia m.in. prąd pływowy. Dlaczego tylko prąd pływowy, a stały nie ma znaczenia? A nurt rzeki?
- Str. 42 Dopiero na str. 42 pojawia się pierwsza wzmianka o tytułowej sztucznej inteligencji. Trochę zbyt późno, i zdecydowanie zbyt lapidarnie Autor podchodzi do tego tematu. Wyraźny brak wprowadzenia do tego tematu. Ta partia materiału jest nie mniej istotna dla pracy niż to o czy Autor pisze w pierwszych czterech rozdziałach.

- Str. 44 W celu podniesienia dokładności modelu Autor informuje, iż wykorzystywano dane pogodowe pochodzące z systemu NOAA. **Z jakiego systemu?** Znów brak odniesienia do źródeł literatury, do wykorzystywanych źródeł internetowych.
- Str. 45 RMS Error – to jest błąd średni kwadratowy, a nie pierwiastek z tego błędu, na co zwracałem już uwagę na str. 7.
- Str. 45-47 Proszę o wyjaśnienie co dokładnie Autor ma na myśli pisząc o modelu tzw. czarnej skrzynki, modelu tzw. białej skrzynki, a zaraz potem o modelu tzw. szarej skrzynki. Zastosowano tutaj zbyt duży skrót myślowy. Brak zdefiniowania podstawowych pojęć. Poza tym modele skrzynek, to są rozważania sprzed 30 lat.

### Rozdział 6

W rozdziale szóstym Autor omówił metodę doboru korzystnych parametrów rejsu. Rozdział ten jest tak krótki, bo tylko trzystronicowy, że spokojnie mógłby zostać „wchłonięty” przez sąsiedni rozdział jako jeden z jego podrozdziałów.

- Str. 47 Na rys. 6.1, ani w opisie nie wyjaśniono co to znaczy „przy użyciu GA”. Wyjaśnienie znajdujemy dopiero na str. 49.
- Str. 49 Wreszcie jest to zdanie, na które czekałem od dawna: *że każdorazowo po uzyskaniu rozwiązania należy sprawdzić, czy uzyskane parametry spełniają nieuwzględniane w procesie optymalizacyjnym kryteria dotyczące stateczności i niezatapialności jednostki, wytrzymałości konstrukcji statku, itp.* **No właśnie, a czy nie można by te końcowe rozważanie uczynić częścią zaproponowanej metody?** Wystarczyłby dodatkowy moduł dodany do zaproponowanego algorytmu. Wprowadzony algorytm statecznościowo-wytrzymałościowo-niezatapialnościowy wcale nie byłby prosty do opracowania, ale uniknęlibyśmy niektórych błędnych interpretacji wyników. Ma to być przecież, jak sam Autor podaje *narzędzie wspomagania decyzji kapitana w zakresie doboru parametrów eksploatacyjnych statku*. A przecież patrząc na wykresy, np. rys. 9.34-9.43 (str. 113-118), a zwłaszcza rys. 9.39 (str. 115) sam nasuwa się wniosek, że im większe przegłębienie na dziób, tym zużycie paliwa mniejsze i mniejsza emisja zanieczyszczeń oczywiście. No właśnie. W tym miejscu mogłoby pojawić się złośliwe pytanie, jak daleko można by posunąć się przy wyciąganiu wniosków podczas ekstrapolacji danych prezentowanych na wykresie? Przy maksymalnym przegłębieniu na dziób, statek idąc dziobem pionowo na dno miałby przecież zerowe zużycie paliwa i tym samym taką samą emisję zanieczyszczeń. *No comments*. Zatem stateczność, niezatapialność, wytrzymałość muszą być uwzględnione w algorytmie, by nie dochodziło do tak kuriozalnych interpretacji.

### Rozdział 7

W rozdziale siódmym, zatytułowanym *Algorytm genetyczny użyty w zadaniu doboru parametrów modelu zużycia paliwa* Autor opisał swój własny, rozwijany od szeregu lat, algorytm genetyczny. Szczerze mówiąc w całym rozdziale brak przejrzystego schematu, na którym pokazano by wypracowany algorytm. Na pewno za taki nie możemy uznać algorytmu prezentowanego na rys. 7.1 czy na rys. 7.4. **No właśnie, gdzie ten algorytm?** Chciałbym go zobaczyć, nie poczytać na jego temat.

- Str. 51 Autor pisze, że w rozdziale 7 przedstawiono tylko skrócony opis algorytmu; pełna charakterystyka algorytmu przedstawiona została w pracy (Górski, 1999). Po sprawdzeniu tej zaskakującej informacji czytam w Spisie literatury: *Górski W. 1999. Optymalizacja geometrii śruby napędowej na wstępnym etapie projektowania*. A przecież Autor w swej rozprawie nie miał zajmować się wpływem geometrii śruby na zużycie paliwa, tylko zupełnie czym innym. **Bardzo proszę o wyjaśnienie o co tu chodzi.** Czyżby rozdział 7 był tylko po to aby nam uzmysłwić, że Autor już kiedyś tam (14 lat temu) zajmował się wykorzystaniem algorytmu genetycznego?
- Str. 51-54 Autor powołując się na swoje prace sprzed kilkunastu (Górski, 1999) zasiał we mnie pewien niepokój, bo straciłem rozeznanie co jest faktycznie przedmiotem rozważań Autora w tej pracy, a co zaczerpnięte ze swoich wcześniejszych opracowań, zwłaszcza w

rozważaniach na temat zastosowania algorytmu genetycznego aproksymacji funkcji modelu parametrycznego.

- Str. 52-55 Jak już wspomniałem, nie jestem zwolennikiem tytułów jednowyrazowych typu: 7.1.1. Inicjalizacja, 7.1.3. Reprezentacja, 7.1.4. Selekcja, czy 7.1.5. Skalowanie, chyba, że definiowałby pan w nim czym jest inicjalizacja, reprezentacja, selekcja, czy skalowanie w jak najszerszym i pierwotnym tych słów znaczeniu. Zdecydowanie wolałbym aby tytuł podrozdziału 7.1.1. brzmiał np. Inicjalizacja algorytmu genetycznego (wykorzystywanego w pracy), a rozdziału 7.1.4 np. Procedura selekcji, czy Procedura selekcji w wypracowanym algorytmie.
- Str. 58 Rys. 7.5 całkowicie niezrozumiały. Trudno domyślić się **co właściwie Autor chciał nam pokazać?** Co to za przykład? O jakie zmienne tu chodzi?
- Str. 61 Rys. 7.8 również nieczytelny. Brak opisu. Nie bardzo wiadomo co właściwie Autor chciał tu pokazać. To znaczy, domyślam się, ale dlaczego Autor milczy?

### Rozdział 8

W rozdziale ósmym przedstawiono modele parametryczne prognozowania zużycia paliwa.

- Str. 64 Nie do końca zgadzam się z opinią Autora, że *spośród wymienionych powyżej wielkości jedynie opór kadłuba nie może być wyznaczony w sposób wystarczająco dokładny, określony na podstawie modeli teoretycznych stosowanych w okrętownictwie*. Jeżeli chodzi tu o bardziej złożone, wyrafinowane metody przybliżone, to dokładność wyznaczania oporu kadłuba dobrze dobranymi metodami przybliżonymi będzie zapewne porównywalna z dokładnością podobnie wyznaczanego oporu jakichkolwiek innych części statku. Nie ma żadnego uzasadnienia, aby tak nie domniemywać.
- Str. 65 Współczynnik  $C_M$  we wzorze (8.4) nie został nigdzie zdefiniowany.
- Str. 69 Mnożnik  $10^3$  we wzorze (8.12) nie ma sensu, ponieważ nigdzie nie zdefiniowano jednostek dla wielkości występujących w tym wzorze. Analogiczna uwaga dotyczy zresztą wzoru (8.1) na str. 64, wzoru (8.2) na str. 65, wzoru (8.12) na str. 69, czy wzoru (8.14) na str. 70.
- Str. 74 Porównanie wzorów (8.19) i (8.33) budzi pewne wątpliwości. Jeżeli opis tych wzorów jest pełny i poprawny, to można wyliczyć, że wzór (8.19) może dać wartość oporu tarcia tego samego statku nawet ponad sto razy większą od wzoru (8.33), co podważa wiarygodność przynajmniej jednego z nich. **A co na to Autor?**
- Str. 78 Autor pisze, że jego *algorytm genetyczny użyty do rozwiązania zadania wykorzystuje, w celu zmniejszenia ryzyka zatrzymania się w lokalnym ekstremum, mechanizmy losowego doboru warunków początkowych*. Proszę wyjaśnić **jak duże jest w ocenie Autora to ryzyko**, a także jakie użytkownik programu ma możliwości rozpoznania, że taki fakt właśnie nastąpił?
- Str. 79 Szkoda, że Autor nie pokazał w tabeli 8.3 wyników dla modelu HM także w wersji HM1 i HM2, mimo, jak sam Autor przyznaje, gorszych rezultatów.
- Str. 82 W proponowanym przez Autora modelu parametrycznym MP3 – wzory (8.45) i (8.46) – zaskakuje brak zależności oporu resztowego od liczby Froude'a.
- Str. 82 Zbyt duże oznaczenia literowe i graficzne na rys. 8.8 pogarszają czytelność rysunku.
- Str. 87 W opisie jednostki testowej nr 2 brakuje informacji na temat sposobu wyznaczania charakterystyk hydrodynamicznych pędnika Voith-Schneidera, a co ważniejsze, nie ma również informacji o sposobie wyznaczania współczynników oddziaływania tego pędnika z kadłubem statku (współczynnik ssania i współczynnik strumienia nadążającego), które kształtują się przecież zupełnie inaczej niż w przypadku oddziaływania kadłuba z klasycznymi śrubami napędowymi. Niepotrzebnie Autor wprowadza nowy rodzaj pędnika do swoich rozważań. Oczywiście, że jest to ciekawe, ale wszystkiego nie da się przedyskutować w jednym opracowaniu.

Str. 93 Jednostki nr 1, nr 3, nr 4 i nr 5 posiadają ten sam pędnik – śrubę o skoku stałym. **Chętnie poznałbym opinię Autora na temat porównania optymalizacji parametrów eksploatacyjnych statków ze śrubami stałymi i śrubami o skoku nastawnym.** Czy pędniki te dają podobne możliwości optymalizacji, czy też któryś z nich jest znacząco lepszy, a jeśli tak, to dlaczego? Dziwi dobór pędnika jednostek testowych (**nie wiadomo dlaczego Autor decyduje się na cztery przykłady statków z pędnikiem o stałym skoku**). Miałem wrażenie że Autor przygotowuje nas raczej do jednostek ze śrubami o skoku nastawnym (wzory 5.2 i 5.2 na str. 40, str. 41, str. 46, rys. 8.6 na str. 68, str. 69).

### **Rozdział 9**

W rozdziale dziewiątym, zatytułowanym *Weryfikacja modeli parametrycznych* dokonano weryfikacji modeli parametrycznych w oparciu o obliczenia dla pięciu różnych, wybranych typów statków.

Str. 97 Nasuwa się pytanie, jak Autor zdołał uzyskać te same prędkości dla różnych przegłębień dla jednostki ze śrubą o stałym skoku (tabela 9.11).

### **Rozdział 10**

W rozdziale dziesiątym, zatytułowanym *Wyznaczanie korzystnych parametrów rejsu* Autor rozwiązuje przykładowe zadanie wyznaczania korzystnych parametrów rejsu przy pomocy własnej metody obliczeniowej.

Str. 123 Pytanie, co to są parametry rejsu, a ściślej mówiąc - tytułowe *korzystne parametry rejsu*? Z lektury rozdziału, wynika że Autor prawdopodobnie utożsamia parametry rejsu z tym co wcześniej nazwał parametrami eksploatacji statku, czyli z prędkością, zanurzeniem i przegłębieniem. Niestety, widać, iż ściśle definiowanie pojęć nie jest najsilniejszą stroną Autora. Decydując się na prezentację rozdziału 10 na Wydziale Nawigacyjnym Akademii Morskiej w Gdyni Autor podjął się sporego wyzwania. Powodzenia!

Str. 123-129 Badania z zakresu planowania podróży, optymalizacji trasy rejsu w znaczeniu nawigacyjnym prowadzą w Polsce liczne ośrodki naukowe. Wymienię tu tylko kilka, chociażby całkowicie pominięte przez Autora: Akademia Morska w Szczecinie i Akademia Morska w Gdyni, Akademia Marynarki Wojennej. A ileż ośrodków zajmuje się tymi problemami na świecie!. W każdym razie, dostępnej literatury na ten temat jest całkiem sporo.

Str. 128 W pracach tego typu powinno się unikać rozważań na temat ceny opisywanych urządzeń.

Str. 130 Nie mogę zgodzić się ze zdaniem, iż rozwiązywaniu takich praktycznych zagadnień jak dobór ilości i alokacji balastu wodnego kluczową rolę odgrywa modelowanie charakterystyk eksploatacyjnych statku, raczej przede wszystkim kwestie statecznościowe, niezatapialnościowe i wytrzymałościowe. Znowż zastosowano duży skrót myślowy. Od doktoranta wymagane jest precyzyjne posługiwanie się słowem.

### **Rozdział 11**

W rozdziale jedenastym, zatytułowanym *Podsumowanie i wnioski* Autor starał się wyszczególnić najważniejszych jego zdaniem osiągnięcia przedstawione w pracy.

Jak już podałem w uwagach ogólnych wnioski końcowe zamieszczone w *Podsumowaniu* są godne szczególnej uwagi, opracowano je bardzo trafnie i precyzyjnie. W *Podsumowaniu* przeprowadzono dyskusję wyników i podano zakres stosowalności opisanej metody. Kierunki dalszych badań i prac nad udoskonalaniem systemu są wykreślone w miarę poprawnie, choć i tu Autor nie ustrzegł się popełnienia drobnych błędów merytorycznych.

### **Bibliografia**

Spis literatury obejmuje 97 pozycji z lat 1927 – 2013 (z czego tylko 29 pozycji sprzed 2000 roku), w tym 18 w języku polskim (co stanowi 18,6%) oraz 79 w języku angielskim (co stanowi 81,4%), w tym 7 adresów stron internetowych. Autor jest Autorem 9 pozycji wymienionych w Bibliografii, w tym 6 we współautorstwie.

Dwie pierwsze pozycje wymienione w spisie literatury tego samego Autora są oznaczone w tekście identycznie (Abramowicz-Gerigk, 2008) (str. 23 i 29). Nie bardzo wiadomo do których z tych dwóch publikacji odnosi się Autor na każdej z wymienionych stron.

W tekście na str. 65 jest odwołanie do pozycji (Blendermann, 1996) tymczasem w spisie literatury nie ma takiej pozycji. Jest tylko pozycja (Blendermann, 2011), która z kolei nie ma ani jednego odwołania w tekście. Zatem doszło zapewne do pomylenia dat publikacji. Nie jest to jednak odosobniony przypadek. Podobna sytuacja dotyczy publikacji (Molland i in., 2011) na stronach 21 i 70 przedstawianej jako (Molland i in., 2012). Natomiast Autor wzoru Nogida cytowanego na str. 31 (Nogid, 1962) w spisie literatury przedstawiony jest jako Nogit.

Zamieszczone dwukrotnie na str. 35 odwołanie do publikacji (Force, 2011) sugerowałoby materiał zwarty Autorstwa kogoś o nazwisku Force, należało chyba raczej podać odwołanie do (Force Technology, 2011), tak jak to zapisano w Spisie literatury.

Z nieznanymi powodami w spisie literatury nie zamieszczono kilku źródeł, do których Autor odwołuje się w tekście, zwłaszcza przy cytowaniu rysunków:

źródło: [http://inflationdata.com/Inflation/Inflation\\_Rate/Historical\\_Oil\\_Prices\\_Table.asp](http://inflationdata.com/Inflation/Inflation_Rate/Historical_Oil_Prices_Table.asp), – rys. 1.1, str.8

źródło: *Maersk Line* <http://www.worldslargestship.com/> - rys. 4.1, str. 23;

źródło: <http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=552441> – rys. 9.4, str. 89;

źródło: <http://www.globalsecurity.org/military/world/india/ao-2010.htm> - rys. 9.5, str.91;

źródło: *Woźniak M.* (<http://forum.shipspotting.com/index.php?action=profile;u=20607>) – rys. 9.6, str. 92.

Jest też kilka drobnych literówek. Niestety, nie udało się do końca ujednoczyć zapisu pozycji zamieszczonych w *Literaturze*: w zdecydowanej większości zapis jest taki sam, są jednak wyjątki, gdzie tego nie dochowano:

- Str. 134 Skoro na końcu wiersza dotyczącego szczegółów publikacji (Górski & Wilczyński, 2004) można było podać *July/August*, to analogicznie przy pozycji (Federici, 2009), można było dodać *August*.
- Str. 134 Nie podano numeru Zeszytów Naukowych Akademii Morskiej w Gdyni dla publikacji (Górski, 2011)
- Str. 135 Przy opisie pozycji (Leifsson i in., 2008) po inicjałach imion dwóch z czterech współautorów pojawia się dziwna litera P.
- Str. 137 W opisie pozycji (Zborowki, 1973) brak kropki pomiędzy nazwą uczelni a miejscowością: Politechnika Gdańska Gdańsk. Ale to już są już uwagi trzeciorzędne, a może nawet czwartorzędne.

Szkoda, że przy opracowaniu *Literatury* Autor nie skorzystał z międzynarodowej normy PN-ISO 690 z 2012 roku: *Informacja i dokumentacja - Wytyczne opracowania przypisów bibliograficznych i powołań na zasoby informacji*. Norma ta podaje wytyczne dotyczące opracowywania przypisów bibliograficznych. Ma ona zastosowanie do przypisów bibliograficznych i powołań na wszelkiego typu zasoby informacji, w tym, choć nie wyłącznie: wydawnictwa zwarte, wydawnictwa ciągle, dokumenty niesamoistne, dokumenty patentowe, materiały kartograficzne, elektroniczne zasoby informacji (łącznie z programami komputerowymi i bazami danych), wydruki, fotografie, itd. Szkoda też, że Autor nie kontynuował obustronnego justowania tekstu.

### **Spis rysunków i tabel**

Dobrze opracowane dwa oddzielne spisy, bardzo przydatne przy korzystaniu z pracy.

### **Załączniki**

Do pracy dołączono 11 tabel, w których zamieszczono informację na temat zużycia paliwa przez jednostki testowe. I znów wraca pytanie o rolę, jaką odegrało CTO w przeprowadzonych testach.

### **Streszczenie**

Niestety brak streszczenia opracowania, zarówno w wersji polskiej, jak i angielskiej. W tego typu opracowaniach krótkie i zwarte streszczenie powinno się znaleźć, w formie maksymalnie

skondensowanej zawierającej dużą liczbą słów kluczowych, podstawowe tezy pracy i najważniejsze jej wyniki. Niestety, w żaden sposób za streszczenie nie może zostać uznany ani rozdział 1, ani tym bardziej rozdział 11, który stanowi jedynie podsumowanie pracy. Zabrakło nawet choćby zwięzłego opisu zawartości pracy.

Powyższe uwagi szczegółowe nie umniejszają w niczym wartości rozprawy doktorskiej pana mgr inż. Wojciecha Górskiego, którą jak już wspomniałem oceniam bardzo wysoko. **Proszę jednak o wyjaśnienie tych zagadnień, na które zwróciłem szczególną uwagę, a które zazaczyłem w tekście swojej recenzji czcionką wytłuszczoną.**

## 7. Uwagi końcowe

Jak już wspomniano w uwagach ogólnych oceniam pracę bardzo wysoko. Uważam ją za pozycję znaczącą i niezwykle potrzebną w polskiej literaturze fachowej. Przedstawione w rozprawie wyniki badań rzucają nowe światło na stan wiedzy na temat możliwości wspomagania procesu decyzyjnego na statkach morskich dotyczących wyznaczania optymalnych prędkości statku biorąc pod uwagę dwa zasadnicze kryteria: minimalizacji zużycia paliwa przez silnik główny jako zasadniczego składnika kosztów eksploatacji statku oraz minimalizacji emisji dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> jako zasadniczego czynnika wpływającego negatywnie na środowisko naturalne .

Przestudiowanie rozprawy utwierdziło mnie w przekonaniu, iż jej Autor wykazuje uzdolnienia do pracy naukowej oraz dogłębną znajomość przedmiotu swoich badań. Stwierdzam, iż przyjęte w rozprawie nazwy, określenia i definicje są w zdecydowanej większości, poza tymi nielicznymi wymienionymi w uwagach szczegółowych, zgodne z polskim słownictwem specjalistycznym. Poziom pracy jest zgodny z jej przeznaczeniem i można przyjąć, że odpowiada najnowszym osiągnięciom nauki. Drobne korekty terminologiczne i stylistyczne przedstawiłem w uwagach szczegółowych. Żadna z nich nie dyskredytuje osiągnięć twórczych Autora.

Całość opracowania wskazuje na dużą dojrzałość badawczą doktoranta i znaczną jego dociekliwość poznawczą, znajomość metod badawczych i umiejętność ich praktycznego zastosowania, a także dobrą znajomość literatury przedmiotu. Warsztat naukowy doktoranta przejawia się głównie w kreatywności poszukiwania nowych, własnych koncepcji. Wynika on z wiedzy i kompetencji, jakie Autor posiada w badanym obszarze. Warsztat ten, zarówno w zakresie analizy, jak i syntezy oraz badań empirycznych oceniam jako poprawny. Za satysfakcjonujący uznaję zarówno dobór narzędzi badawczych, jak i procedury ich wykorzystania.

Reasumując powyższe stwierdzam, iż rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha Górskiego spełnia bez zastrzeżeń wszystkie wymagania aktualnie obowiązującej Ustawy i związanych z nią rozporządzeń, odnoszące się do rozpraw doktorskich, czyli stanowi prawidłowe i oryginalne rozwiązanie dobrze postawionego problemu naukowego, stanowiąc wartościowy przyczynek naukowy i technologiczny do problematyki wspomagania procesu decyzyjnego tematycznie ukierunkowanego na eksploatację statku handlowego.

Autor wykazał się szeroką i dobrze ugruntowaną wiedzą z zakresu transportu morskiego, hydromechaniki okrętowej oraz z praktyki eksploatacyjnej statków. Zademonstrował przekonująco swoje umiejętności teoretyczne i praktyczne w dziedzinie tworzenia zaawansowanych algorytmów i programów komputerowych. Rozprawa plasuje się w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie naukowej *Transport*.

Wnoszę zatem o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Wojciecha Górskiego do jej publicznej obrony.

Gdynia, dn. 31 stycznia 2014 r.