

## **AUTOREFERAT**

**dotyczący osiągnięć w pracy naukowo – badawczej,  
organizacyjnej i dydaktycznej  
w szczególności określonych w art. 16 ust. 2 ustawy**

**1. Imię i nazwisko**

Katarzyna Żelazny

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**

- 1988 tytuł zawodowy magistra inżyniera specjalności Automatyka i metrologia elektryczna na kierunku Elektrotechnika, uzyskany na Wydziale Elektrycznym Politechniki Szczecińskiej,  
tytuł pracy magisterskiej: „Zastosowanie metod korelacyjnych w optoelektronicznym przetwarzaniu obrazu”,  
opiekun naukowy: dr inż. Jerzy Gajda
- 2005 stopień doktora nauk technicznych w zakresie Budowa i eksploatacja maszyn uzyskany na Wydziale Techniki Morskiej Politechniki Szczecińskiej,  
tytuł pracy doktorskiej: „Numeryczne prognozowanie średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego”,  
promotor: prof. dr hab. inż. Tadeusz Szelangiewicz  
recenzenci: prof. dr hab. inż. Jan Andrzej Szantyr  
dr hab. inż. Wojciech Chądzyński, prof. nadzw. PS

1995 Podyplomowe Studium Pedagogiczne, Politechnika Szczecińska

2000–2005 Studia Doktoranckie na Wydziale Mechanicznym, Politechnika Szczecińska

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych**

- 1988 – 1995 – Katedra Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich, Wydział Techniki Morskiej, Politechnika Szczecińska – na stanowisku starszego referenta technicznego ds. obsługi dydaktyki
- 1995 – 2006 – Katedra Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich, Wydział Techniki Morskiej, Politechnika Szczecińska – na stanowisku asystenta
- 2006 – 2009 – Katedra Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Politechnika Szczecińska – na stanowisku adiunkta
- od 2009 – Katedra Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie – na stanowisku adiunkta

**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):**

Moje osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r., z późniejszymi zmianami, z art. 16 ust. 2, stanowi autorska monografia habilitacyjna:

**Katarzyna Żelazny**

*Metoda wyznaczania prędkości eksploatacyjnej – przydatna w projektowaniu wstępnym – statków transportowych w statystycznych warunkach pogodowych występujących na liniach żeglugowych*

wydana przez Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

**Szczecin 2015**

ss. 222, 124 rys., 57 tab.

ISBN 978-83-7663-189-9

recenzenci: prof. dr hab. inż. Jan Andrzej Szantyr, prof. zw. Politechnika Gdańska  
prof. dr hab. inż. Bernard Wiśniewski, prof. zw. Akademia Morska w Szczecinie

**Istotny wkład monografii habilitacyjnej w obszarze dyscypliny naukowej "transport"** stanowi nowatorskie opracowanie kompleksowej metodologii, przydatnej w projektowaniu wstępnym, wyznaczania prędkości eksploatacyjnej statku transportowego w statystycznych warunkach pogodowych występujących na liniach żeglugowych. W ramach monografii habilitacyjnej opracowany został autorski program komputerowy umożliwiający: dla dowolnego statku transportowego (masowce, kontenerowce, zbiornikowce, statki LNG), dla dowolnej linii żeglugowej, na której występują określone statystyczne, długoterminowe parametry pogodowe oraz dla podstawowych parametrów projektowych, charakteryzujących statek, znanych na etapie projektowania wstępnego, obliczenie z założonym prawdopodobieństwem przekroczenia średniej statystycznej, długoterminowej prędkości eksploatacyjnej projektowanego statku.

W procesie budowy statku lub też dowolnego innego obiektu pływającego **ogromną rolę odgrywa projektowanie**, które jest podzielone na kilka etapów powiązanych z całym cyklem budowy nowego statku. Mimo, że koszt wykonania całego projektu wynosi zaledwie kilka procent ceny statku, to jednak ma on decydujący wpływ na koszt budowy (jest to szczególnie ważne z punktu widzenia stoczni budującej statek), a także istotnie wpływa na późniejsze efekty ekonomiczne armatora podczas eksploatacji statku.

Powszechnie znane jest stwierdzenie, że: „*statek ma być projektowany w ten sposób, by spełniał wymagania armatora i zakładać, że wymagania te są najlepsze z możliwych. Podstawowym celem armatora jest osiągnięcie korzyści ekonomicznej*”.

Oznacza to, że stosowane w projektowaniu matematyczne modele statku, powinny umożliwić wykonanie projektu, spełniającego nie tylko wymagania armatora, kryteria techniczne (np. dotyczące bezpieczeństwa a wynikające z przepisów Instytucji Morskich), kryteria ekologiczne (ograniczenia emisji spalin – wskaźnik EEDI), a także maksymalizującego zysk armatora z eksploatacji statku. Ponieważ najważniejsze decyzje w procesie projektowania statku zapadają na etapach wstępnych, stosowane w tym procesie modele matematyczne muszą bazować na podstawowych parametrach geometrycznych, znanych projektantowi na tych wstępnych etapach.

**Efekty ekonomiczne jakie może osiągnąć armator z eksploatacji statku zależą głównie od jego nośności i prędkości eksploatacyjnej na zadanej linii żeglugowej.**

Prędkość eksploatacyjna statku w decydującym stopniu wpływa na koszty eksploatacyjne (na koszty paliwa), a także na konkurencyjność danego armatora (terminowe dostawy do portu docelowego bez względu na warunki pogodowe występujące na linii żeglugowej) w stosunku do innych armatorów. Ponieważ statek pływa na określonej linii (lub liniach) żeglugowej, na której występują warunki pogodowe (wiatr, falowanie, prądy morskie) o losowych parametrach, to i prędkość eksploatacyjna będzie również prędkością losową. W praktyce, przed zbudowaniem statku, prędkość ta nie jest znana, ponieważ brak jest metod umożliwiających obliczanie jej z wystarczającą dokładnością. W procesie projektowania statku zakłada się prędkość, jaką może osiągnąć statek na wodzie spokojnej (prędkość kontraktowa) bez wiatru i falowania. Na podstawie prędkości kontraktowej, po uwzględnieniu tzw. dodatku żeglugowego, w sposób bardzo przybliżony określa się prędkość eksploatacyjną. Jak wykazały własne badania, których wyniki zamieszczono w (zał. IV, poz. 17÷19), oszacowana w ten sposób prędkość statku znacznie może się różnić od rzeczywistej prędkości eksploatacyjnej na danej linii żeglugowej.

Wychodząc z następujących przesłanek:

- projektowanie statku zgodnie z nową metodologią, której kryterium jest maksymalizacja zysku armatora, wymaga znajomości już na etapie projektowania wstępnego, matematycznego modelu prędkości eksploatacyjnej statku w statystycznych warunkach pogodowych,
- dopuszczenie nowego statku do eksploatacji wymaga spełnienia różnych kryteriów, m.in. związanych z emisją CO<sub>2</sub>, czyli spełnienie wskaźnika EEDI, w którym jednym z ważniej-

szych parametrów jest prędkość statku,

- optymalizacja trasy żeglugi statku w warunkach zmiennych parametrów pogodowych wymaga znajomości charakterystyki prędkościowej statku przy oddziaływaniu fali, wiatru i ewentualnie powierzchniowych prądów morskich.
- brak jest wystarczająco dokładnego modelu prędkości eksploatacyjnej statku uzależnionego tylko od podstawowych parametrów geometrycznych statku i parametrów pogodowych.

Na podstawie powyższych przesłanek **celem badań zrealizowanych w monografii** było:

***Opracowanie metody wyznaczania średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego przydatnej w projektowaniu wstępnym.***

Realizacja tak sformułowanego celu badań wymagała postawienia określonych pytań problemowych i problemów szczegółowych (tezy) takich jak:

- zbadanie, jakie właściwości (elementy) statku mają wpływ na prędkość eksploatacyjną,
- jakimi parametrami geometrycznymi (projektowymi) dysponuje projektant statku na etapie wstępnym wtedy, gdy zapadają najważniejsze decyzje dotyczące np. wielkości statku,
- zbadanie, jakimi funkcjami (algorytmami) można, z wystarczającą dokładnością, aproksymować poszczególne elementy charakterystyk oporowo-napędowych wykorzystując podstawowe parametry geometryczne statku,
- zbadanie, czy poszczególne elementarne aproksymacje pozwalają na opracowanie matematycznego modelu prędkości eksploatacyjnej statku, uzależnionej tylko od podstawowych parametrów projektowych,
- zbadanie, czy otrzymana dokładność modelu aproksymacyjnego będzie wystarczająca do dalszych zadań wynikających z procesu projektowania,
- zbadanie, czy dostępne są średnie, statystyczne, długoterminowe parametry opisujące warunki pogodowe występujące na liniach żeglugowych, w formie przydatnej do obliczeń prędkości eksploatacyjnej statku,
- zbadanie, czy opracowany model prędkości eksploatacyjnej będzie mógł być zastosowany do opracowania metody wyznaczania średniej, statystycznej prędkości eksploatacyjnej nowo projektowanego statku na zadanej linii żeglugowej (średnie sezonowe warunki pogodowe),
- zbadanie, czy opracowana metoda będzie mogła być zastosowana w modelu optymaliza-

cyjnym prędkości i nośności statku na etapie projektowania wstępnego.

Do realizacji celu monografii przyjęto następujące **założenia metodologiczne i hipotezy**:

- założono, że zbudowana na podstawie danych literaturowych, baza parametrów techniczno-eksploatacyjnych statków transportowych, będzie wystarczająca do opracowania przybliżonych metod wyznaczania oporu całkowitego i mocy napędu,
- założono, że ograniczona liczba parametrów geometrycznych statku, którymi dysponuje projektant na etapie projektowania wstępnego, pozwoli na opracowanie, z wystarczającą dokładnością, przybliżonych metod wyznaczania oporu całkowitego i parametrów napędu statku transportowego,
- założono, że podział oporu całkowitego statku na opór na wodzie spokojnej, z uwzględnieniem dryfu i na dodatkowe opory (wiatr, prąd, falowanie, wychylony ster), pozwoli na indywidualny dobór metod aproksymacyjnych dla każdego składnika, co zapewni akceptowalną dokładność przy obliczaniu oporu całkowitego,
- założono, że ograniczona liczba parametrów dotycząca układu napędowego (silnik – śruba napędowa – kadłub) pozwoli na opracowanie metod aproksymacyjnych, umożliwiających poszukiwanie punktu pracy układu napędowego w zmiennych warunkach pogodowych,
- założono, że dostępne dane dotyczące średnich statystycznych (sezonowych) parametrów pogodowych na liniach żeglugowych będą mogły być przystosowane do wykorzystania przy obliczaniu średniej statystycznej prędkości eksploatacyjnej statku.

Dla powyższych założeń sformułowano **główne hipotezy badawcze**:

- opracowanie metod parametrycznych: całkowitego oporu statku w rzeczywistych warunkach pogodowych oraz napędu statku pozwoli na sformułowanie parametrycznych równań oporowo-napędowych, których rozwiązaniem będzie *chwilowa prędkość eksploatacyjna statku* dla założonych parametrów pogodowych.
- wykorzystanie bazy zawierającej średnie statystyczne (sezonowe) parametry pogodowe występujące na liniach żeglugowych w opracowanym parametrycznym modelu oporowo-napędowym pozwoli na wyznaczenie z akceptowalną, do projektowania wstępnego, dokładnością *średniej statystycznej prędkości eksploatacyjnej statku* na zadanej linii żeglugowej.

Ze względu na bardzo dużą złożoność problemu matematycznego modelowania prędkości statku w rzeczywistych warunkach pogodowych, z uwzględnieniem celowej

redukcji prędkości wynikającej z możliwości wystąpienia niebezpiecznych zjawisk (np. kołysania, przyspieszenia, sleming, zalewanie), przyjęta w monografii **konceptja badawcza** została zrealizowana w następującej kolejności:

- opracowane zostały dwie bazy parametrów techniczno-eksploatacyjnych statków zawierające wszystkie dane niezbędne do opracowania modeli parametrycznych całkowitego oporu i napędu statków transportowych oraz ich weryfikacji:
  - baza A zawiera statki zbudowane (łącznie 143 statki) o znanych parametrach projektowo-eksploatacyjnych – na podstawie tej bazy poszukiwano funkcji aproksymacyjnych,
  - baza B zawiera statki zbudowane w Stoczni Szczecińskiej, dla których znane były wyniki doświadczalnych badań modelowych i pomiarów podczas prób zdawczych statku zbudowanego – parametry statków z tej bazy były wykorzystywane do testów merytorycznych opracowanych modeli parametrycznych,
- opracowana została autorska komputerowa baza średnich statystycznych parametrów pogodowych występujących na akwenach, przez które przebiegają linie żeglugowe, w formie przydatnej do prognozowania średniej statystycznej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego,
- opracowane zostały ogólne modele matematyczne do obliczania składników oporu całkowitego oraz naporu śruby okrętowej i mocy napędu dla statków transportowych z bazy B – obliczane z tych modeli opór i moc napędu statku były weryfikowane z badaniami modelowymi i z pomiarami na statkach zbudowanych (próby zdawczo-odbiorcze); **obliczenia te były wykorzystane jako wartości „wzorcowe” do testowania merytorycznego opracowanych modeli parametrycznych,**
- opracowane zostały parametryczne modele całkowitego oporu statku (uwzględniono oddziaływania: wiatru, falowania, morskiego prądu powierzchniowego, wychylanego steru płetwowego oraz dodatkowego oporu od ruchu statku z kątem dryfu) dla statków z bazy A. Model ten umożliwia obliczenie trzech składowych całkowitego oporu (opór wzdłużny, opór poprzeczny i moment obracający statek w płaszczyźnie wody), dla dowolnego typu i wielkości statku,
- opracowane zostały parametryczne modele naporu śruby okrętowej (z uwzględnieniem spadku naporu podczas wynurzania się śruby), wykorzystujący zadane pole pracy silnika napędowego dla statku pływającego w zmiennych warunkach pogodowych (statki z bazy A),

- opracowane zostały parametryczne modele mocy, prędkości obrotowej i pola pracy silnika napędowego statku transportowego oraz współczynników ogólnej sprawności napędowej statku (statki z bazy A),
- przeprowadzono weryfikację statystyczną i merytoryczną opracowanych modeli parametrycznych – weryfikacja merytoryczna była prowadzona w oparciu o obliczenia „wzorcowe” lub wyniki badań modelowych (statki z bazy B),
- opracowane zostały modele niebezpiecznych zjawisk powstających podczas pływania statku w sztormowych warunkach pogodowych oraz algorytm do celowej redukcji prędkości i/lub kursu statku podczas przekroczenia dopuszczalnych wartości parametrów kołysań i innych właściwości morskich,
- opracowany został uniwersalny i nowatorski algorytm obliczania średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego,
- wykonana została implementacja komputerowa łącznie z modelami parametrycznymi: oporu całkowitego, naporu śruby i mocy napędu oraz właściwości morskich statku, która pozwoliła na prognozowanie średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej na etapie projektowania wstępnego, gdy statek definiowany jest nielicznym zbiorem wymiarów głównych.

Do poszukiwania funkcji aproksymacyjnych wykorzystano metody: regresję dla jednej zmiennej, regresję wieloraką oraz sztuczne sieci neuronowe. Zastosowanie w modelu konkretnej metody wynikało z kryteriów: wysoka dokładność i prostota funkcji aproksymacyjnej.

Z opracowanych modeli matematycznych wynika, że:

- Przedstawiona końcowa postać wzorów aproksymujących całkowity opór statku podczas rejsu na zadanej linii żeglujowej jest wprawdzie dość złożona, ale składowe oporu  $R_x$ ,  $R_y$  oraz moment  $M_z$  są uzależnione tylko od podstawowych parametrów geometrycznych statku **znanych na etapie projektowania wstępnego, tj. długość  $L$ , szerokość  $B$ , zanurzenie  $T$ , wysokość boczna  $H$ , wyporność  $\nabla$ , współczynnik pełnotliwości podwodzia  $C_B$ , współczynnik pełnotliwości wodnicy  $C_{WP}$ .**
- Liczba podstawowych parametrów geometrycznych użytych w opracowanych wzorach aproksymacyjnych jest zdecydowanie mniejsza niż w innych znanych metodach przybliżonych. **Stąd opracowane aproksymacje mogą być łatwo stosowane w projektowaniu wstępnym statku.**
- Z przeprowadzonych testów wynika, że opracowany model aproksymacyjny jest



wystarczająco dokładny, aby mógł być wykorzystany w projektowaniu wstępnym statku. Także porównanie nowo opracowanych aproksymacji składników całkowitego oporu z innymi aproksymacjami przedstawionymi w literaturze wskazuje, że są dokładniejsze.

- Wysoką dokładność końcowego modelu parametrycznego osiągnięto przy wykorzystaniu głównie regresji wielokryterialnej. Tylko do aproksymacji dodatkowego oporu od falowania zastosowano sztuczne sieci neuronowe, dla których uzyskano największą dokładność.
- Poszczególne składowe całkowitego oporu, wyliczone z wzorów aproksymacyjnych obarczone są pewnymi błędami, ale ostatecznie błąd oszacowania całkowitego oporu dla statków wzorcowych był rzędu kilku procent. Największe błędy względne uzyskano przy poszukiwaniu aproksymacji sił i momentu na sterze płetwowym, jednak wpływ tych składowych na całkowity opór statku jest niewielki.

Przedmiotem badań przedstawionych w monografii jest nowatorska metoda prognozowania prędkości eksploatacyjnej statku w warunkach pogodowych występujących na zadanej linii żeglugowej, przystosowana do zastosowania w projektowaniu wstępnym. W metodzie tej wykorzystane zostały opracowane parametryczne modele całkowitego oporu statku i naporu śruby okrętowej oraz mocy napędu zawierające jedynie podstawowe parametry projektowe, którymi operuje projektant na etapie projektowania wstępnego.

Dotychczasowa wiedza o zależnościach pomiędzy podstawowymi parametrami statku i jego napędu a prędkością eksploatacyjną jest skromna, co stanowi poważne utrudnienie w prowadzeniu prac projektowo-studialnych. Usunięcie tych ograniczeń poprzez dostarczenie wiedzy identyfikującej te zależności, ustalenie wyników (parametrów) istotnie wpływających na badaną własność statku, opracowanie narzędzi pozwalających na prowadzenie przedmiotowych badań, a następnie przedstawienie propozycji metod wyznaczania badanej charakterystyki statku – jest istotnym uzupełnieniem wiedzy i oryginalnym wkładem w rozwój teorii projektowania statków transportowych.

Tematyka badawcza monografii i jej zakres dotyczą bardzo ważnych zagadnień, których opracowanie stanowi podstawę do prognozowania prędkości eksploatacyjnej statku w rzeczywistych warunkach pogodowych występujących na linii żeglugowej, na którą projektowany jest statek. Od tej prędkości zależy wiele cech statku, a przede wszystkim efekty ekonomiczne jego eksploatacji. Od prędkości statku i zainstalowanej mocy zależy także wielkość emisji spalin, w tym CO<sub>2</sub>, co stanowi kryterium dopuszczenia statku do eksploatacji (projektowy wskaźnik efektywności energetycznej EEDI). Wielkości te są wyznaczone na etapie projektowania wstępnego na podstawie nielicznego zbioru parametrów projektowych.

Porównanie uzyskanych w monografii rezultatów z dotychczasowym stanem wiedzy pozwala na przedstawienie poniższych wniosków:

- Nowość i oryginalność rezultatów monografii, stanowiących wkład w rozwój teorii projektowania statków transportowych, polega na uzyskaniu następujących osiągnięć:
  - Wyprowadzenie uogólnionych równań całkowitego oporu statku transportowego w rzeczywistych warunkach pogodowych, przy dowolnym kierunku działania elementów środowiska względem statku. W całkowitym oporze uwzględniono opór statku na wodzie spokojnej płynącego z kątem dryfu oraz dodatkowy opór od wiatru, prądu morskiego, falowania oraz wychylonej płetwy sterowej. Dla każdego składnika oporu całkowitego uwzględniono 3 jego składowe (wzdłuż osi X, Y i moment obrotowy względem osi Z).
  - Opracowanie strukturalnych algorytmów składników oporu całkowitego i ich implementację komputerową. Wykonane obliczenia symulacyjne całkowitego oporu statku w rzeczywistych warunkach pogodowych wykorzystano do wyznaczenia przybliżonych metod parametrycznych, wyrażonych zależnościami analitycznymi, aproksymującymi relacje pomiędzy głównymi parametrami statków transportowych a jego oporem całkowitym. Strukturę zależności dobrano kierując się: wiedzą z dotychczasowych eksperymentów numerycznych, dużą dokładnością aproksymacji (statystyczną i merytoryczną) oraz wymogiem przydatności w projektowaniu wstępnym, gdy kadłub statku definiowany jest nielicznym zbiorem wymiarów głównych.
  - Wyprowadzenie uogólnionych równań naporu śruby okrętowej wykorzystującej zadane pole pracy silnika napędowego dla statku pływającego w zmiennych warunkach pogodowych. Napór śruby okrętowej w zmiennych warunkach pogodowych może być poszukiwany w zadeklarowanym polu pracy silnika napędowego (bez przeciążenia lub z przeciążeniem) przy wykorzystaniu kryterium stałej prędkości statku, stałej mocy silnika, stałego jednostkowego zużycia paliwa itp.
  - Wyprowadzenie uogólnionych równań mocy, prędkości obrotowej i pola pracy silnika napędowego statku transportowego oraz równań opisujących współczynniki niezbędne do określenia ogólnej sprawności napędowej statku.
  - Opracowanie strukturalnych algorytmów naporu śruby i mocy napędu statku i ich implementację komputerową. Wykonane obliczenia symulacyjne naporu śruby i mocy napędu w rzeczywistych zmiennych warunkach pogodowych występujących

na linii żeglugowej wykorzystano do wyznaczenia przybliżonych metod parametrycznych, wyrażonych zależnościami analitycznymi, aproksymującymi relacje pomiędzy głównymi parametrami statków transportowych a naporem śruby i mocą napędu. Strukturalne zależności dobrano kierując się: wiedzą z dotychczasowych eksperymentów numerycznych, dużą dokładnością aproksymacji (statystyczną i merytoryczną) oraz wymogiem przydatności w projektowaniu wstępnym, gdy kadłub statku definiowany jest nielicznym zbiorem wymiarów głównych.

- Opracowanie algorytmu do celowej redukcji prędkości i/lub zmiany kursu statku w przypadku przekroczenia dopuszczalnych wartości parametrów kołysań i innych właściwości morskich, występujących podczas pływania statku po sfalowanej wodzie, a mających wpływ na jego bezpieczeństwo. Na podstawie wykonanych obliczeń symulacyjnych wartości parametrów wybranych właściwości morskich, opracowano przybliżone metody parametryczne, wyrażone zależnościami analitycznymi, aproksymującymi relacje pomiędzy głównymi parametrami statków transportowych a wartościami parametrów wybranych właściwości morskich. Strukturalne zależności dobrano kierując się: wiedzą z dotychczasowych eksperymentów numerycznych, dużą dokładnością aproksymacji (statystyczną i merytoryczną) oraz wymogiem przydatności w projektowaniu wstępnym, gdy kadłub statku definiowany jest nielicznym zbiorem wymiarów głównych.
- Opracowanie uniwersalnej bazy średnich statystycznych, długoterminowych (sezonowych) parametrów falowania i skorelowanych z nimi parametrów wiatru występujących na liniach żeglugowych. Wykonana została nowatorska implementacja komputerowa tej bazy, przygotowana do symulacji ruchu statku na linii żeglugowej, a tym samym do obliczeń prędkości eksploatacyjnej.
- Opracowanie uniwersalnego i nowatorskiego algorytmu obliczania średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego. Implementacja komputerowa łącznie z modelami parametrycznymi: oporu całkowitego, naporu śruby i mocy napędu oraz właściwości morskich statku pozwoliły na prognozowanie średniej długoterminowej prędkości eksploatacyjnej na etapie projektowania wstępnego, gdy kadłub statku definiowany jest nielicznym zbiorem wymiarów głównych.
- Zbadanie wpływu podstawowych parametrów projektowych statku transportowego na prognozowaną prędkość eksploatacyjną na zadanej linii żeglugowej. Porównanie

otrzymanych wyników z wykorzystaniem funkcji aproksymacyjnych z odpowiednimi wynikami symulacji z wykorzystaniem wzorów strukturalnych lub z wynikami badań modelowych lub pomiarów na mili pomiarowej wykazało, że osiągnięto wyjątkowo wysoką dokładność. Oznacza to, **że zrealizowano założony cel monografii i przyjęte hipotezy robocze zostały potwierdzone, a opracowana metoda prognozowania średniej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego na podstawie nielicznego zbioru wymiarów głównych jest całkowicie przydatna w projektowaniu wstępnym.**

- Monografia dostarcza wniosków wzbogacających, dotychczasową wiedzę dotyczącą projektowania wstępnego statków transportowych, mających charakter poznawczy, a także może być wykorzystana do nowatorskiego wstępnego projektowania statków oraz do badania na etapie wstępnym różnych własności statku lub jego systemów, np. układu napędowego:
  - Opracowana metoda obliczania prędkości eksploatacyjnej statku w statystycznych warunkach pogodowych może być wykorzystana w nowatorskiej metodzie projektowania statku, w której podstawowym kryterium projektowania jest efekt ekonomiczny z eksploatacji statku.
  - Opracowana metoda może być zastosowana do optymalizacji parametrów projektowych już na etapie wstępnym. Projektowany w ten sposób statek będzie lepiej dostosowany do aktualnej lub przewidywanej sytuacji na rynku transportu morskiego.
  - Opracowana metoda może być wykorzystana, już na etapie wstępnym, do oceny doskonałości wykonanego projektu statku, np. zużycia paliwa, emisji CO<sub>2</sub> (wskaźnik EEDI) w długim okresie eksploatacji statku.
  - Opracowana metoda może być wykorzystana do badania stopnia zużycia silnika napędowego (na podstawie: średniego statystycznego punktu pracy i odpowiadających temu punktowi parametrów pracy silnika). Można precyzyjniej planować przeglądy i remonty silnika.
  - Opracowana metoda pozwala na badanie wpływu starzenia się kadłuba (pogarszanie się stanu powierzchni kadłuba) na spadek średniej statystycznej prędkości statku, na związane z tym straty ekonomiczne i planowanie remontów podwodnej części kadłuba statku.

- Opracowana metoda może być z powodzeniem zastosowana w prognozowaniu trasy żeglugi. Przeprowadzone badania, z wykorzystaniem eksperymentalnego programu komputerowego, wykazały wysoką dokładność prognozowania parametrów eksploatacyjnych statku na linii żeglugowej. Zastosowanie w programie do prognozowania trasy żeglugi statku modelu parametrycznego znacznie uprości przygotowanie danych i korzystanie z tego programu bez utraty dokładności.

## **5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych (artystycznych).**

Od rozpoczęcia, w 1995 roku, pracy naukowo-dydaktycznej na Politechnice Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) prowadziłam zajęcia dydaktyczne z informatyki (Podstawy informatyki, Informatyka, Technologia informacyjna, Informatyka techniczna – zał. 3, rozdz. III, pkt I) stąd moje zainteresowania naukowe były ukierunkowane na zastosowanie metod matematycznych oraz symulacji komputerowych w projektowaniu i badaniu właściwości statków handlowych i obiektów oceanicznych.

Moje pierwsze prace naukowe, które były publikowane w różnych czasopismach oraz przedstawiane na konferencjach, dotyczyły badań symulacyjnych ruchu statku swobodnie pływającego lub też pozycjonowanego na morzu za pomocą dynamicznego lub kotwicznego systemu utrzymywania pozycji. Badania te były wykonywane za pomocą własnych programów komputerowych (zał. 3, rozdz. II, pkt B, poz. 3÷7).

Następnie prowadziłam badania nad modelowaniem ruchu statku pływającego na zadanej linii żeglugowej w sezonowych warunkach pogodowych. Badania te dotyczyły prognozowania prędkości eksploatacyjnej statku, sprawności napędowej, pracy układu napędowego, w tym zużycia paliwa oraz bezpieczeństwa pływania statku na sfalowanej wodzie (zał. 3, rozdz. II, pkt A, poz. 1÷8). Opracowałam oprogramowanie do badania efektywności i zagrożeń statku (nadmierne kołysania, przyspieszenia i inne niebezpieczne zjawiska) podczas pływania na sfalowanej wodzie (zał. 3, rozdz. II, pkt E, poz. 6÷8). W związku z koniecznością ochrony środowiska w transporcie morskim, poprzez zmniejszenie zużycia paliwa i redukcji emisji spalin (redukcji CO<sub>2</sub> i innych szkodliwych związków – gazów cieplarnianych), wykonywałam specjalistyczne oprogramowanie oraz prowadziłam badania symulacyjne nad zwiększeniem sprawności okrętowej śruby napędowej oraz modelowaniem kształtu kadłuba statku w celu zmniejszenia oporu, a tym samym, zwiększeniu ogólnej sprawności napędowej. Badania nad własnościami hydrodynamicznymi napędu statku

(kadłub i śruba napędowa) wykazały, że odpowiednie modelowanie geometrii kadłuba statku i śruby napędowej bez zmiany nośności i prędkości statku, mogą doprowadzić do projektowania bardziej efektywnych statków transportowych, które będą spełniały normy emisji spalin – wskaźnik EEDI wprowadzony w 2014 roku przez Międzynarodową Organizację Morską (zał. 3, rozdz. II, pkt E, poz. 13÷19).

Ostatnie moje prace badawcze dotyczyły modelowania całkowitego oporu i napędu statku pływającego w rzeczywistych warunkach pogodowych. Wyniki tych innowacyjnych badań mogą być wykorzystane w modelach optymalizacyjnych, stosowanych w projektowaniu ekologicznych statków transportowych (zał. 3, rozdz. II, pkt E, poz. 23÷27).

W tabeli 1. przedstawiłam zbiorcze zestawienie osiągnięć naukowo-badawczych z podziałem na typy oraz okres ich ukazania się (przed doktoratem i po doktoracie).

Tabela 1. Zestawienie publikacji i prac naukowo-badawczych

Wyszczególnienie	Przed doktoratem	Po doktoracie	Łącznie
Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citations Reports (JCR)	–	11	11
Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	7	–	7
Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie Journal Citations Reports (JCR)	–	32	32
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych	5	7	12
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych	11	25	36
Udział w projektach badawczych KBN, MNiSW	3	4	7
Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	1	1	2

Moje wskaźniki dokonań naukowych związane z dorobkiem, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego § 4. oraz § 5., wynoszą (stan na dzień 1.06.2015):

- sumaryczny *impact factor* według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: IF=1,428.
- liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): 5.
- Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 0.

### **Międzynarodowe programy badawcze**

Brałam udział w dwóch międzynarodowych programach badawczych jako wykonawca. W projekcie badawczym EUREKA prowadziłam numeryczne analizy cech funkcjonalnych wybranych statków transportowych (zał. 3, rozdz. III, pkt A, poz. 1). W międzynarodowym projekcie badawczym dotyczącym technologii wydobywania polimetalicznych koncentracji z dna Pacyfiku z głębokości około 4000 m zajmowałam się modelowaniem i symulacją ruchu statku z podwieszoną pod kadłubem statku rurową hydrauliczną instalacją wydobywczą (zał. 3, rozdz. III, pkt A, poz. 2).

### **Projekty badawcze KBN i MNiSW**

Brałam udział w siedmiu projektach badawczych jako wykonawca (zał. 3, rozdz. II, pkt J, poz. 1÷7).

### **Prace badawcze wdrożone**

Wyniki moich badań symulacyjnych zostały wykorzystane w projekcie prototypowego kotwicznego systemu pozycjonowania statku-bazowca zleconego przez Stocznnię Szczecińską w 1987 r. (zał. 3, rozdz. II, pkt B, poz. 1,2).

Wykonane przeze mnie oprogramowanie do symulacji ruchu statku zostało zainstalowane w latach 1992÷1995 na różnych uczelniach (Politechnika Szczecińska, Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie, Zespół Szkół Morskich w Świnoujściu, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni – zał. 3, rozdz. II, pkt B, poz. 3÷7). Wymienione oprogramowanie było przez wiele lat stosowane do szkolenia studentów.

### **Osiągnięcia organizacyjne**

W trakcie mojej pracy zawodowej realizowałam wiele zadań na rzecz Uczelni m.in. będąc członkiem różnych Komisji (Uczelniana i Wydziałowa Komisja Rekrutacyjna, Zespół ds. ankietyzacji form zajęć, Komisja Prac Dyplomowych dla kierunku Oceanotechnika – zał. 3, rozdz. III, pkt. Q).

W latach 1995 – 2005 zajmowałam się przygotowaniem i utrzymaniem katedralnej sali laboratoryjnej – komputerowej, w której realizowane były zajęcia nie tylko z Informatyki ale również zajęcia projektowe, prace przejściowe oraz prace dyplomowe.

Przygotowałam również nowatorskie oprogramowanie i uruchomiłam komputerowe Laboratorium Właściwości Morskich Okrętu oraz badawczy symulator systemów

(dynamicznych i kotwicznych) utrzymywania pozycji jednostek pływających. Laboratorium to było także wykorzystywane przez studentów do wykonywanych prac dyplomowych oraz projektów w ramach niektórych przedmiotów na kierunku Oceanotechnika.

Od 2013 roku pełnię funkcję zastępcy Kierownika Katedry Oceanotechniki i Projektowania Systemów Morskich – do moich obowiązków należą sprawy organizacyjne.

Od 2014 pełnię funkcję Wydziałowego Koordynatora ECTS (Wydział Techniki Morskiej i Transportu ZUT). W ramach tej funkcji odpowiedzialna jestem m.in. za przestrzeganie zasad i procedur ECTS na wydziale, monitorowaniu rzeczywistego nakładu pracy studenta, niezbędnego do uzyskania efektów kształcenia przypisanych do przedmiotu oraz współpraca z Komisjami Programowymi poszczególnych kierunków, a także z Wydziałową Komisją ds. Jakości Kształcenia.

Jako zastępca (od 2012 r.) ds. organizacyjnych kierownika Studiów podyplomowych "Projektowanie Jachtów i Pływających Jednostek Sportowych" biorę udział w przygotowaniu i prowadzeniu tych studiów dla kolejnych edycji (obecnie edycja III – zał. 3, rozdz. III, pkt. Q).

### **Osiągnięcia dydaktyczne**

W trakcie mojej pracy na Politechnice Szczecińskiej (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) przygotowywałam programy dla 11 przedmiotów z dziedziny Informatyki dla kierunków Budowa jachtów, Oceanotechnika, Inżynieria bezpieczeństwa i Transport dla studiów I i II stopnia zarówno stacjonarnych i niestacjonarnych (zał. 3, rozdz. III, pkt. I). Zajęcia z tych przedmiotów realizowane były w formie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych oraz laboratoriów.

Moje autorskie oprogramowanie wykonane do realizacji prac badawczych było wykorzystywane na zajęciach dydaktycznych, m.in. oprogramowanie do prognozowania prędkości eksploatacyjnej statków transportowych było stosowane do wykonania ćwiczeń projektowych z przedmiotu Prognozowanie osiąarów statków w eksploatacji dla kierunku Oceanotechnika na studiach II stopnia.

Od 2010 roku biorę czynny udział w pracach dotyczących programów studiów (Komisja Rady Programowej WTM, Komisji Programowej dla kierunków studiów: Oceanotechnika oraz Budowa jachtów – zał. 3, rozdz. III, pkt. Q). Jako członek Zespołu Roboczego ds. opracowania programu kształcenia na kierunku studiów Oceanotechnika oraz międzykierunku Budowa jachtów brałam udział w realizacji prac polegających m.in. na



modyfikacji tych programów w celu przystosowania ich do wymagań Krajowych Ram Kwalifikacji.

W roku 2011 brałam udział w przygotowaniu nowego kierunku - Budowa jachtów i otrzymałam Nagrodę Rektora ZUT za osiągnięcia dydaktyczne (zał. 3, rozdz. III, pkt. D).

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora byłam opiekunem prac dyplomowych magisterskich oraz recenzentem prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich na kierunku Oceanotechnika (zał. 3 rozdz. III, pkt. J).

Obecnie jestem opiekunem naukowym, w charakterze promotora pomocniczego, pracy doktorskiej pt. „Numeryczne prognozowanie właściwości hydrodynamicznych szybkiego jachtu motorowego na wodzie spokojnej” realizowanej na Wydział Techniki Morskiej i Transportu ZUT (zał. 3, rozdz. III, pkt. K).

K. Żelazny