

Recenzja Rozprawy Doktorskiej magistra Sebastiana Bielickiego zatytułowanej „Metoda symulacji manewrowania statkiem z pędnikami azymutalnymi, z uwzględnieniem wpływu falowania, wiatru i prądów wodnych na ruch statku”

Recenzje wykonano na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Gdańskiej prof. dr. hab. inż. Michała Wasilczuka w oparciu o pismo z dnia 8 stycznia 2025 r.

1. Przedmiot rozprawy

Zagadnienie badane w pracy ma zarówno duże znaczenie praktyczne jak również jest ciekawym przyczynkiem do rozwoju badania właściwości manewrowych statków wypornościowych. W szczególności cennym jest uwzględnienie pędników azymutalnych i wpływu falowania na manewrowość. Oba te elementy, chociaż mają duży wpływ na zachowanie się statku, nie są jak dotychczas dobrze opracowane w postaci modelu matematycznego, który pozwalałby na dokładne przewidywanie manewrowości jednostki przy zaburzeniach środowiska. Cenne również jest wdrożenie opracowanego modelu do symulatora manewrowości Centrum Techniki Okrętowej (CTO).

Modelowanie manewrowości statku naogół opiera się na łączeniu modułów określających siły działające na kadłub, pędniki i urządzenia sterujące, oraz oddziaływania środowiska (głównie falowanie i wiatr) oraz ich wzajemnego oddziaływania. Używane są przy tym modele obliczeniowe o różnym stopniu zaawansowania i dokładności jak również modele bazujące na eksperymencie (badania modelowe). Autor miał okazję, pracując w Ośrodku Hydrodynamiki Okrętu CTO, połączyć elementy teoretyczne z eksperymentem.

2. Ocena układu rozprawy doktorskiej i główne uwagi

Recenzowana rozprawa zawiera 140 stron. W mojej ocenie układ pracy jest poprawny.

Pierwszym rozdziałem jest Wprowadzenie z podrozdziałami zawierającymi uzasadnienie podjętego problemu, opis elementów wdrożenia, cele i opis rozkładu pracy. Pozostaje nieco niejasnym hipoteza pracy.

Metoda symulacji manewrowych jest tematem drugiego rozdziału. Zaczyna się on od ogólnego opisu stosowanej metodyki z ograniczonym odwołaniem do literatury przedmiotu. Następnie opisane są kinematyka i równania ruchu statku. Opis oparty jest na ogólnie znanej mechanice ciała sztywnego, ale zawiera błędy. Błędy opisu nie powinny jednak wpływać na końcowy wynik, czyli na równania ruchu i transformacje układów współrzędnych.

W trzecim rozdziale opisane są modele sił zewnętrznych działających na statek w czasie manewrów. Opis bazuje głównie na literaturze przedmiotu. Nowymi elementami są opis działania pędnika w przepływie skośnym i model falowania w kontekście manewrowości.

Identyfikacja parametrów modeli matematycznych opisana jest w rozdziale czwartym. Opis jest ciekawy, ale zawiera sporo niejasności, do których odnoszę się poniżej w *Dodatkowych szczegółowych uwagach*.

Rozdział 5 zatytułowany jest „Weryfikacja eksperymentalna metody symulacji”. Tytuł jest niefortunnie sformułowany. W angielskojęzycznej literaturze naukowo-technicznej przez weryfikację rozumie się sprawdzenie poprawności algorytmu. W uproszczeniu to znaczy, że sprawdza się, czy algorytm jest pozbawiony błędów, czy równania są prawidłowo rozwiązane i czy wynik obliczeń spełnia koncepcyjny model matematyczny. Natomiast porównanie wyniku obliczeń z danymi eksperymentalnymi to walidacja modelu (ang. *validation*) i jest ona głównie sprawdzianem poprawności koncepcyjnego modelu matematycznego.

W rozdziałach 6 i 7 przedstawione są ekstrapolacja wielkości modelowych do rzeczywistych jak również podsumowanie i plan rozwoju metody. Nie mam do nich poważniejszych uwag.

Spis oznaczeń powinien zawierać wszystkie oznaczenia użyte w pracy i nie powinien być ograniczony do najważniejszych, gdyż to utrudnia czytanie i zrozumienie rozprawy. Symbole użyte w pracy powinny być ujednolicone, tzn. ta sama wielkość nie powinna mieć wielu symboli jak również ten sam symbol nie powinien być użyty do określenia więcej niż jedna wielkość (vide *Dodatkowe szczegółowe uwagi*).

W wielu miejscach, głównie dotyczy to podrozdziałów 3.3 i 4.4, brak jest odniesienia do literatury, tzn. przedstawiony jest zapożyczony model matematyczny bez odniesienia do źródła.

Bibliografia powinna zawierać poprawną i dostateczną informację o użytej literaturze przedmiotu. Przykładowy brak i błąd w pozycjach 20 i 75.

3. Dodatkowe szczegółowe uwagi

Poniżej przedstawiam zauważone usterki i uchybienia

We wzorach 2.1 i 2.7 jak również na rysunku 2.1 kierunkowe wektory jednostkowe (wersory) dwóch różnych układów współrzędnych (inercyjny związany z Ziemią i ten ze statkiem) mają te same oznaczenia. To samo dotyczy tekstu na str. 10 i 11. Miałoby to sens dla statku poruszającego się z prędkością stałą i bez zmiany kursu, czyli kłóci się to z teorią manewrowości.

Jeśli rysunek 2.1 ma obrazować statek w czasie manewru i na fali to orientacja jego nie powinna się pokrywać z inercyjnym układem współrzędnych.

Z rysunku 2.4 wynika, że ruchy związane z manewrowaniem i wywołane falowaniem ruchy pierwszego rzędu liczone są osobno i sumowane w całkowitą odpowiedź statku. W podrozdziale 4.4 określone są również obciążenia falowe drugiego rzędu, które mają wpływ na ruchy związane z manewrowością. Niejasnym jest ich wyznaczenie, gdyż opisujące je równanie 4.41 nie zawiera zmienności powierzchni zmoczonej S_t . Poza tym odwołanie do pozycji 20 (Pinkster, 1980) w Bibliografii, na którą Autor się powołuje, jest niepełne. W jaki sposób efekt pamięci jest uwzględniony w liczeniu trajektorii? Jeśli zachowanie statku na fali jest liczone używając funkcji przenoszenia liczonej w domenie częstotliwości, to niejasne jest do czego jest potrzebny podrozdział 3.3 i przejście do domeny czasu według Cummins'a.

Układ równań 2.27 jest sprzężony poprzez masy stowarzyszone. Jak zostaje on rozwiązywany?

Konfliktowe użycie symboli x_G i z_G w równaniach 2.18, 2.19 i 2.22. Podobny konflikt z podwójnym nazwaniem stopni swobody w podrozdziałach 2.2 i ich definicji na rysunku 2.5.

Czy uwzględniony jest w modelu udział innych elementów pędnika azymutalnego (śruba-ster) takich jak gondola (ang. pod), płetwa, dolna ostroga i inne?

Model uwzględniający wpływ falowania na ruch statku w domenie czasu opisany w podrozdziale 3.3 bazuje na teorii przedstawionej przez Cummins'a. Nie jest jasne jak uwzględnia się w nim zmieniający się kurs. Przedstawioną w paragrafie 4.4.3 ocenę działania modelu nie można uznać za weryfikację. Jest to jakościowe oszacowanie różnych metod. Weryfikacja wymagałaby liczenia w domenie czasu funkcji przenoszenia i porównania jej z wynikiem obliczeń w domenie częstości. Walidacja zaś, wymagałaby porównania wyników symulacji z wynikami badań modelowych na fali.

Na stronie 43 chropowatość $z_0 = 1.23 \times 10^{-3}$ nie ma jednostek. W domyśle metry.

Na początku podrozdziału 4.1 Autor stwierdza, że siły zewnętrzne potraktowane są jako liniowe. Liniowy model jest użyty przy opisie ruchu statku na fali. Natomiast inne siły są reprezentowane przez modele zawierające nieliniowości.

Występujący na rysunkach 4.3 r_{dl} nie jest zdefiniowany.

Zaskakujące jest, że współczynnik γ występujący w wyrażeniu 4.3 i na rysunku 4.4 przyjmuje wartość powyżej jedności.

We wzorze 4.13 brakuje znaku równości.

We wzorze 4.16 brakuje nawiasów.

W wielu miejscach zamiast odnośnika do rozdziału, literatury bądź wzoru znajdują się znaki zapytania (??).

Nie podane są dane dotyczące mas stowarzyszonych i skąd one są brane.

Czy te same masy stowarzyszone i tłumienia są używane w symulacji manewrowości i liczeniu zachowania na fali?

Na stronie 67 jest niedokończone zdanie: „Analizę przeprowadzono”.

Strona 71 Powtórzenie sformułowania „stosując liniową teorię hydrodynamiki”.

Strona 75 Odniesienie do programu AQWA bez pozycji w spisie literatury. We wzorze 4.48 powinien występować minus zamiast plusa.

Strona 76 Należy sprawdzić czy przed urojoną jednostką j (nie zadeklarowana w spisie symboli) nie powinien występować znak minus.

Podrozdział 4.4 To co nazywane jest weryfikacją można jedynie uznać za jakościowe oszacowanie.

Na rysunkach 4.27-4.29 błąd w opisie rzędnych.

Masy towarzyszące z reguły liczone są dla zerowej prędkości. Potwierdzają to rysunki 4.28 i 4.29 gdzie praktycznie są one niezależne od liczby Froudea. To samo dotyczy funkcji pamięci z rysunku 4.27.

Na rysunku 4.31 nie jest jasne co oznaczają oba kolory przebiegów czasowych. Czytelnik zmuszony jest do domyslenia się tego.

W rozdziale 4.5 niezrozumiale jest czemu pomiary zostały przeprowadzone w zakresie kątów od 0 do 360 stopni. Dlaczego nie wystarczył zakres kątów od 0 do 180 stopni? Czy model był niesymetryczny?

Co oznacza „obliczenia metodą empiryczną” na stronie 97?

Polecam przemyślenie i zmianę tytułu rozdziału 5.

Na stronie 104 występujące w tekście bezwymiarowe prędkości (postępowa i myśzkowania) opatrzone są wymiarami.

Nie zgadzam się z 5-ym punktem podsumowania na stronie 131, tzn. według mnie porównanie wybranych wielkości statystycznych uzyskanych wyników nie daje wiarygodnej weryfikacji ani walidacji przedstawionej metody. Niewykluczone jednak, że uzyskana dokładność przedstawionej metody i jej wiarygodność w ocenie wpływu falowania na manewry statku jest wystarczającą dla jej zastosowania w symulatorze manewrowości.

Rekomendacja

Tak jak to już ująłem na początku recenzji, przedstawiona rozprawa doktorska mgr. inż. Sebastian Bielickiego stanowi wartościowe opracowanie dotyczące

modelowania manewrowania statkiem z pędnikami azymutalnymi z uwzględnieniem zaburzeń spowodowanych falowaniem, wiatrem i prądami morskimi. Zawiera ona ciekawe nowe elementy i została zastosowana w symulatorze manewrowości CTO.

Niestety praca zawiera liczne wady i braki. Korekta błędów i uzupełnienie pracy uważam za niezbędne do ubiegania się Kandydata o stopień doktora nauk inżynierijsko-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

W moim przekonaniu rozprawa doktorska mgr. inż. Sebastian Bielickiego „Metoda symulacji manewrowania statkiem z pędnikami azymutalnymi, z uwzględnieniem wpływu falowania, wiatru i prądów wodnych na ruch statku” na obecnym etapie wymaga uzupełnienia jak również naniesienia poprawek i poddania ponownej recenzji, aby mogła w pełni spełnić wymagania określone w art. 186, ust. 1 i art. 187 ust. 1-4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478).

Jerzy Matusiak; Doctor of Science (Technology)

Professor (emeritus)

This document has been electronically signed using Aalto Sign

Tämä dokumentti on allekirjoitettu sähköisesti Aalto Sign-järjestelmällä

Detta dokument har underskrivits elektroniskt med Aalto Sign

Date / Päiväys / Datum: 15.02.2025 17:29:58 (UTC +0200)

Jerzy Edward Matusiak

Professor Emeriti

Strong person identification

Vahva henkilötunnistus

Starkt identitetsbevis

FTN eID [<https://www.ident.nets.eu/oidc;1c33dabb187d8433902532085a853a7a0c2e7f80>]