

Prof. dr hab. inż. Ryszard Rohatyński
Wydział Finansów i Zarządzania
Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Artura Karczewskiego

na temat: **METODA PROJEKTOWANIA MAŁYCH OBIEKTÓW
PŁYWAJĄCYCH Z WYKORZYSTANIEM OPTYMALIZACJI
WIELOKRYTERIALNEJ**

1. Podstawa formalna

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej pismem z dnia 14.10.2019 r. w następstwie powołania mnie w dniu 17.09. 2019 r. przez Radę Wydziału na recenzenta.

Rozprawa została opracowana pod naukowym kierownictwem promotora prof. dra habil. inż. Janusza Kozaka

2. Struktura rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się – kolejno – ze strony tytułowej, spisu treści, wykazu symboli i skrótów, streszczeń w języku polskim i angielskim, siedmiu rozdziałów merytorycznych, bibliografii (147 pozycji) i dwóch załączników. Całość pracy liczy 169 ponumerowanych stron. Brak spisu tabel i spisu rysunków.

Treść rozprawy ujęta jest w kolejnych rozdziałach w objętościowych proporcjach jak następuje:

1. WPROWADZENIE (3 podrozdziały, 6 stron),
2. ANALIZA STANU WIEDZY Z ZAKRESU WSTĘPNEGO PROJEKTOWANIA OBIEKTÓW PŁYWAJĄCYCH (10 podrozdziałów, 21 stron),
3. TEZA I CEL PRACY (3 podrozdziały, 3 strony),
4. MATERIAŁY I METODY (9 podrozdziałów, 36 stron),
5. KONCEPCJA I SCHEMAT PROPONOWANEJ METODY (6 podrozdziałów, 34 strony),
6. WERYFIKACJA OPRACOWANEJ METODY PROJEKTOWANIA (19 stron),
7. STWIERDZENIA I WNIOSKI (6 stron).

Układ treści jest logicznie podporządkowany głównemu celowi rozprawy. Nazwy rozdziałów i podrozdziałów odpowiadają ich treści. Ogólna koncepcja rozprawy wyrażona w rozdziale pierwszym i opisana szczegółowo w rozdziale trzecim spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim.

3. Analiza rozprawy

Na rozdział trzeci recenzji składają się, kolejno:

- * Ocena koncepcji rozprawy,
- * Charakterystyka i dyskusja treści zawartych w kolejnych rozdziałach rozprawy,
- * Uwagi terminologiczne,
- * Wykaz niektórych drobnych omyłek i przeoczeń.

Ponieważ nie jestem specjalistą z dziedziny projektowania statków, moje komentarze dotyczą głównie metod i metodologii projektowania, komputerowego wspomaganie oraz terminologii.

3.1 Ocena koncepcji rozprawy

Uzasadnienie podjęcia tematu znajduje się w rozdziale pierwszym, gdzie autor ogólnie charakteryzuje postęp i ewolucję metod projektowania geometrii kształtów kadłuba i ich optymalizacji ze względu na kryteria funkcjonalne, kosztowe i estetyczne. Zwraca też uwagę na konieczność uwzględnienia otoczenia konkurencyjnego, a więc jakości i terminowości. Autor, podkreślając wieloaspektowość wymagań w dziedzinie projektowania statków, deklaruje opracowanie metody systemowo ujmującej istotne cechy projektowanego obiektu.

Cel rozprawy, jego zakres i środki realizacji autor konkretyzuje w rozdziale trzecim. Ma to być nowa metoda wstępnego projektowania małych obiektów pływających, odróżniająca się od metody określonej przez niego jako „tradycyjna”, charakteryzująca się tym, że jest, cytując: *„współbieżnością działań i wariantowością uzyskanych rozwiązań”*. Ta metoda ma umożliwiać, cytując: *„określenie kształtu kadłuba statku w jednej, zintegrowanej fazie projektowej”*. Realizacja metody ma się charakteryzować, cytując: *„maksymalnym wykorzystaniem dostępnych na rynku narzędzi obliczeniowych”*. Autor zamierza zaproponować taką metodę projektowania, która scali w jeden spójny system cytując: *„wszystkie rozwiązania odnoszące się do pozyskiwania, przetwarzania, reprezentacji i przetwarzania wiedzy na etapie projektowania wstępnego małych obiektów pływających”*.

Następnie, na stronach 38 i 39 wymienia się osiem zadań, których wykonanie warunkuje osiągnięcie założonego celu. Po tym następuje wymienienie narzędzi komputerowych i algorytmicznych zastosowanych do zrealizowania celu rozprawy.

Stwierdzam, że przyjęta przez doktoranta koncepcja naukowa rozprawy i zaproponowane metody i procedury badawcze są poprawne i adekwatne do potrzeb rozpatrywanej tematyki badawczej. Zaprezentowana w rozdziale trzecim koncepcja metodologiczna wyczerpuje podstawowe elementy naukowej procedury badawczej i poprawnie ukierunkowuje proces badawczy.

Założony program postępowania, zawierający opracowanie metody systemowego projektowania zdefiniowanego rodzaju obiektów pływających i określenie zakresu jej stosowalności, sformułowanie zadania optymalizacji wielokryterialnej i jego rozwiązanie z wykorzystaniem algorytmów genetycznych oraz analiza wyników przedstawionych w postaci zbioru rozwiązań Pareto-optymalnych ma znamiona oryginalności w dziedzinie metodologii projektowania obiektów pływających.

Wyrażona w punkcie 3.2 teza pracy może być uznana za poprawną, jakkolwiek jest nieco zbyt ostrożna. Mocniejsze sformułowanie tezy zawierałoby postulat opracowania metody (nowej, oryginalnej) lepszej od dotychczas stosowanych z wyszczególnieniem na czym będzie polegać jej przewaga. Niezbyt fortunny jest też termin „jedna faza projektowa”. Nie jest jasne, co Autor rozumie pod tym określeniem.

Sformułowanie tezy badawczej i głównego celu rozprawy zostało dobrze uzasadnione. Cel ten doktorant zamierza osiągnąć za pomocą metody opisanej w rozdziale 5. W tym rozdziale opisano szczegółowo metodykę procesu badawczego, podporządkowanego głównemu celowi. Zaprezentowana tam szczegółowa koncepcja proponowanej metody ma znamiona naukowej

procedury badawczej i poprawnie ukierunkowuje sposób weryfikacji. rozprawy. Treści te są wprowadzeniem do części praktycznej weryfikacji celów rozprawy będącej przedmiotem rozdziału szóstego. Wnioski i kierunki dalszych badań (rozdz. 7) są dobrze powiązane z treścią rozprawy.

Reasumując, stwierdzam, że przyjęta przez doktoranta koncepcja rozprawy i zaproponowane środki jej realizacji są poprawne i adekwatne do postawionego celu.

3.2 Charakterystyka i dyskusja treści rozprawy

Po rozdziale wprowadzającym następuje sześć logicznie powiązanych rozdziałów.

Rozdział 2. W rozdziale drugim autor przedstawia aktualny – jego zdaniem – stan wiedzy o projektowaniu statków. Rozdział ten, o objętości 20 stron, ma charakter przeglądowy i ma uzasadnić wybór tematu i cel rozprawy.

W tym rozdziale autor prezentuje swoją wiedzę z zakresu tematu rozprawy pozyskaną z wielu pozycji literaturowych i internetowych oraz z własnego doświadczenia. Na uznanie zasługuje cytowanie nie tylko prawie już zapomnianych (ale nadal aktualnych) pozycji z ubiegłego wieku, jak też nowszych. Terminy: model i modelowanie, prognoza i prognozowanie, eksploatacja, strategia utrzymania ruchu i szereg innych cytowane są za autorami podręczników i publikacji z różnych źródeł. Układ treści rozdziału jest poprawny, ale niektóre pojęcia, które są opisane w ogólnie dostępnych podręcznikach, zajmują za dużo miejsca. Wprawdzie pokazuje to erudycję autora, ale brakuje selekcji i syntezy. Jeśli już cytuje się określenia lub definicje jakiegoś terminu podawane przez kilku autorów to trzeba wykonać analizę semantyczną różnic i rozpoznać kontekst, w jakim dany termin został użyty. Brak syntetycznego zestawienia podobieństw i różnic kluczowych pojęć u cytowanych autorów jest pewnym mankamentem metodologicznym. Na przykład, przydałoby się porównanie najczęściej cytowanych pozycji [1] i [141] z [138].

Brak jest starannego ujęcia historycznego i opisu, czy i w jakim zakresie poszczególni autorzy korzystali wzajemnie ze swoich prac. Doktoranta częściowo usprawiedliwia fakt, że szczegółowe opisy spowodowałyby nadmierne zwiększenie objętości rozprawy.

Rozdział 2.1. Teoria projektowania inżynierskiego powinien zostać pominięty, ponieważ wprowadza czytającego w błąd. Nie chodzi mi o to, że cytowane tam pozycje literatury nie należą do nauki o projektowaniu inżynierskim – bo należą - ale w żadnym wymiarze nie nawiązują do podstawowych, klasycznych już podręczników projektowania technicznego. Jeśli już doktorant zamierzał przedstawić problematykę projektowania statków na tle ogólnej teorii i metodologii projektowania inżynierskiego, to powinien sięgnąć do klasycznego podręcznika G.Pahla i W. Beitza i do odpowiednich standardów VDI lub BS.

W tym miejscu mogę tylko poinformować doktoranta, że w dziedzinie nauki o projektowaniu inżynierskim istnieje hierarchia. Na szczycie jest „*Ogólna nauka i teoria projektowania*”, potem idą kolejno: „*Dziedzinowe nauki i teorie projektowania*”, „*Nauki i teorie projektowania obiektów tworzących subdziedziny*” oraz „*Nauki i teorie projektowania klas obiektów wyodrębnionych z subdziedziny*”. Według tego schematu, projektowanie statków należy zaliczyć do dziedziny projektowania, a projektowanie określonych typów statków należy do poddziedziny. Im niższy poziom tym większa szczegółowość metodologii, metod, metodyk i narzędzi projektowania.

W rozdziałach 2.2 do 2.7 doktorant – zgodnie z tytułem rozdziału 2 - przedstawia stan wiedzy z zakresu tematu rozprawy. Treści tam zawarte przekonują o jego kompetencji, natomiast ich uporządkowanie budzi moje wątpliwości. Brakuje definicji albo przynajmniej określeń z cytowanej literatury co to jest i czym się zajmuje teoria projektowania okrętów. Z mojego pobieżnego rozpoznania wynika, że znaczenie terminu „Teoria projektowania okrętu” jest różnie interpretowane w literaturze przedmiotu. Taka sytuacja występuje w wielu dyscyplinach technicznych i ekonomicznych, ale w rozprawie naukowej można oczekiwać

zestawienia i porównania najbardziej trafnych ujęć i wskazania, które z nich zostaje wybrane. Na tej podstawie można określić co jest, a co nie jest teorią. Na przykład, jest dyskusyjne, czy – a jeśli, to w jakim stopniu - do teorii projektowania należą metody projektowania zdefiniowane w pierwszym zdaniu rozdziału 2.6. W tym rozdziale autor pisze, że metodyka projektowania jest zbiorem metod projektowych. Jest odwrotnie: zbiór metodyk projektowania jest częścią metody projektowania. Metodyki są często nazywane szczegółowymi metodami projektowania.

W rozdziale 2.7 doktorant, pisząc o początkach naukowego podejścia w projektowaniu statków podaje publikację F. Chapmana (Szwed) z 1760 r. Zapomniał (bo na pewno wiel!), że w 1746 r. P. Bouguer (Francuz) wprowadził pojęcia metacentrum oraz wysokości metacentrycznej, jako miary stateczności początkowej, a w 1749 r. L. Euler (Szwajcar działający w Rosji i Prusach) podał wzór na promień metacentryczny. W 1796 r. G. Atwood (Anglik) opublikował metodę obliczania ramienia prostującego dla dowolnego kąta przechyłu, z której wynika, że wolna burta ma kluczowe znaczenie dla stateczności poprzecznej. Rys. 2.7 na str.24 należy więc uzupełnić. Celowo podaję narodowości, ponieważ jest mało prawdopodobne, żeby ci uczeni nie znali prac swoich poprzedników (o Archimedesie nie wspomnę) w czasach, gdy informacje można było przekazywać tylko osobiście lub korespondencyjnie. Ciekawy temat dla historyków nauki..

W rozdziale 2.8 pod nazwą „Modele wstępnego projektowania” opisana jest ewolucja struktur tych procesów, od „tradycyjnych” do współczesnych. Termin „*Struktura procesu projektowania*” użyty jest w rozdziale 2.3. Ponieważ wszystkie struktury można uważać za modele, więc występuje tu niekonsekwencja terminologiczna. Uważam, że termin „Model projektowania” w znaczeniu użytym w rozprawie jest niefortunny.

Treść podrozdziału 2.8.3 „*Modele nowoczesne projektowania statku*” nie odpowiada tytułowi. Tam proces projektowania występuje tylko jako czarna skrzynka, która przetwarza wielkości wejściowe (założenia) w wyjściowe, czyli – w tym przypadku – projekt wstępny statku. Nie podzielam też optymistycznego poglądu, że „*proces projektowania można zintegrować w jedno, równoległe działanie o charakterze holistycznym*”. Zgadzam się, natomiast z ujętą na stronie 36 charakterystyką tzw. „*Modeli nowoczesnych*”.

Wymienione powyżej uwagi krytyczne i dyskusyjne do rozdziału drugiego dotyczą głównie rozmieszczenia treści i terminologii. Nie mogą one przesłonić faktu, że autor wykonał rzetelne studia na temat projektowania statków i posiadał obszerną wiedzę w tej dziedzinie, którą wykorzystał stawiając najpierw trafną diagnozę aktualnego jej stanu, a potem formułując cel pracy.

Na podstawie obszernego studium literatury przedmiotu w rozdziale drugim, autor stawia tezę, że nie zaproponowano dotychczas metody uwzględniającej potrzeby współczesnego projektowania statków. Wnioskuje więc, że istnieje luka badawcza, która utrudnia wykorzystanie aktualnej wiedzy i dostępnych systemów informatycznych do opracowania nowego, lepszego podejścia do projektowania. W szczególności, wskazuje na potrzebę uzupełnienia danych wprowadzanych do systemu informatycznego. Jest godne podkreślenia, że rozumie on, że wyniki rozprawy stanowią podstawę do dalszych prac badawczych nad procedurami następnych etapów procesu projektowania. Trafnie zauważa, że zaproponowana przez niego metodyka może zostać zastosowana do innych problemów projektowych. Zasluguje też na uwagę podkreślenie znaczenia czynnika ludzkiego.

Podsumowując, rozdział oceniam pozytywnie jakkolwiek uważam, że wnioski i kierunki dalszych badań zasługują na szersze, bardziej szczegółowe ujęcie.

Rozdział 3. Opinię o rozdziale trzecim wyraziłem w punkcie 3.1 recenzji.

Rozdział 4 niepotrzebnie ma charakter wykładu. Należało raczej skrócić opisy do najważniejszych charakterystyk i fundamentalnych pozycji literatury, a następnie opisać wybrane metody i narzędzia. Zostało to wykonane dopiero w rozdziałach 5 i 6. Przy takim podejściu rozdziały 4 i 5 mogłyby zostać zastąpione jednym.

Jednak, ogólnie biorąc, wiedza autora w dziedzinie przedmiotowej literatury nie może być kwestionowana.

Str. 48 i 94. Ważna uwaga uzupełniająca: w technice oprócz kryteriów typu ekstremum (maksimum lub minimum) ważną rolę spełniają wymagania, żeby określona wielkość mieściła się w zadanym przedziale. Przykładem są tolerancje wymiarów elementów w budowie maszyn.

Pojęcie „optymalnego projektu” różni się w praktyce inżynierskiej od optymalnego matematycznie. Optymalny projekt w praktyce jest to projekt, którego poprawa (cokolwiek to miałoby znaczyć) uznana została za niemożliwą lub niecelową w danych warunkach. Optymalizacja wykonana ściśle według kryteriów matematycznych może nie być idealnie dostosowana do realiów. Menedżerowie i inżynierowie używają określeń typu: „wystarczająco dobry” lub „praktycznie najlepszy”.

Rodz. 4.5 zawiera dobry opis problemu optymalizacji wielokryterialnej

Rozdz. 4.7 str. 71: przypisanie terminu „Automatyzacja projektowania” pozycji [16] literatury jest problematyczne. Terminy ‘Computer aided design - CAD’ i ‘Computer automated design - CAutD’ są powszechnie znane i używane w literaturze anglojęzycznej i potem polskiej.

Str. 73 „twarde kryteria”, „miękkie kryteria” to określenia niepotrzebnie wprowadzone, ponieważ ich znaczenie mieści się w zakresie pojęć dobrze zdefiniowanych w terminologii optymalizacji.

W bogatej literaturze na temat algorytmów genetycznych nie ma zgodności co do różnicy między algorytmami genetycznymi i ewolucyjnymi. Niektórzy autorzy (jak np. Z. Michalewicz) uważają algorytmy ewolucyjne za ogólniejsze i poprzedzające historycznie algorytmy genetyczne, inni (jak np. J. Koza) stawiają genetyczne nad ewolucyjnymi.

Rozdział 5. W opisie metody należało zaznaczyć że słowo „projektant” powinno być rozumiane jako zespół projektujący. Osobnym zagadnieniem nie ujętym w rozprawie jest podział kompetencji i zadań między członkami zespołu. Jest mało prawdopodobne, żeby jedna osoba mogła określić dla danego problemu projektowego zbiór wymagań WP, zestaw ograniczeń O i funkcje kryterialne C. W tabeli 10. interakcja między projektantem i systemem (systemami) komputerowymi występuje tylko przy grupowaniu rozwiązań. Jest to zaprzeczenie podstawowej zasady działania systemu człowiek – komputer. Komputerowe bazy danych, systemy sztucznej inteligencji, algorytmy sortowania i wyszukiwania itd. są potrzebne przy projektowaniu i są obiektami współpracy z projektantem. Pomysł tabelarycznego przedstawienia klasyfikacji działań jest dobry, ale należy go wykonać z uwzględnieniem przepływu informacji między człowiekiem i komputerem. Kluczowymi momentami są sytuacje, w których człowiek ocenia informacje podane przez komputer i decyduje o dalszym postępowaniu. W kolejnych podrozdziałach rozdziału 5 zagadnienie tej interakcji zostało jednak opisane.

Na rys. 5.1 symbol GA opisano jako „Narzędzie generatywne: moduł programu komputerowego...”. To nie jest wyjście z przestrzeni poszukiwań PP. Jeśli ten moduł komputerowy znajduje się w PP to wtedy do PR wchodzi zbiór proponowanych rozwiązań, a jeśli ten moduł znajduje się w PR to wtedy wyjściem z PP jest ograniczona przestrzeń poszukiwań. Między PP i PR należało wstawić blok reprezentujący generowanie wariantów geometrii kadłuba.

Autor, przedstawiając koncepcję swojej metody, (Rys. 5.1 i jego opis na str. 76 i 77) pisze że jej wynikiem ma być, cytując: „zaproponowane rozwiązanie: wybrany projekt uzyskany w wyniku przeprowadzenia procesu projektowego”. Piątym etapem jest „Przetwarzanie końcowe” zawierające ocenę i grupowanie rozwiązań oraz – finalnie – wybór rozwiązań. Jest to w zasadzie zgodne z celem pracy, cytując: „propozycją sposobu przeglądu uzyskanych rozwiązań pomocnego do racjonalnego uzasadnienia wyboru jednego rozwiązania ze zbioru rozwiązań Pareto optymalnych” (str. 39). Przetwarzanie końcowe ma się zakończyć wyborem rozwiązania „do dalszych etapów projektowania przez projektanta; z punktu widzenia zadania projektowego musi to być wybór optymalny” (str. 79). Jednak nie znalazłem w pracy opisu „dalszych etapów projektowania” i wskazówek, jak należy rozumieć oraz jak osiągnąć „wybór optymalny”. W tej sytuacji jest oczywiste, że proponowana metoda pozostawia projektantowi do wykonania istotną część procesu projektowania. Przykłady to potwierdzają.

W rozdz. 5.4 dobrze byłoby wykonać zestawienie „ograniczeń” i „wielkości kryterialnych” oraz ich wag. Teoria optymalizacji wyróżnia ograniczenia nierównościowe, równościowe i funkcję celu. Dla zastosowań praktycznych zostały jeszcze wprowadzone: kryterium wstrzymania poszukiwań, kiedy różnice między kolejnymi iteracjami są małe; analiza wrażliwości; metody optymalizacji funkcji o wielu ekstremach oraz zbiorów nieulepszalnych (Pareto).

Str. 101. Niezwykle ważne dla statku kryterium bezpieczeństwa zostało ograniczone do zależności (27). Wysokość metacentryczna nie jest wystarczającym kryterium stateczności. Zagadnienie to zostało potraktowane w sposób zbyt uproszczony.

Rozdział 6. Weryfikacja zaproponowanej przez doktoranta metody obejmuje – zgodnie z opisem przedstawionym w rozdziale 5 – pięć etapów.

Rys. 6.6 pokazuje przykładowo 6 różnych geometrii wybranych z przestrzeni rozwiązań Pareto optymalnych, natomiast Tabela 22 pokazuje wartości czterech kryteriów dla 38 wyników Pareto optymalnych. Zarówno geometrie jak też wartości kryteriów znacznie się różnią. Jest oczywiste, że skrajnie różne rozwiązania nadają się do różnych zastosowań. Nasuwa to przypuszczenie, że należało w kolejnym kroku projektowym przyjąć jeszcze jedno (lub więcej) kryterium selekcji w celu zmniejszenia liczby wariantów. Wskazówką mogłyby być dane zaczerpnięte ze statków wzorcowych, które potwierdziły już swoją przydatność eksploatacyjną. Porównanie ich parametrów z wygenerowanymi przez system dostarczyłoby wartościowych informacji na ile proponowana metoda jest wartościową alternatywą dla zastosowania w projektowaniu teorii podobieństwa i fizycznych badań modelowych. Krok w tym kierunku zrobił doktorant w Tabeli 23, ale bez analizy i wniosków.

Nie znalazłem informacji, czy jacht wzorcowy znajduje się – w świetle przyjętych kryteriów - w zbiorze Pareto optymalnym, a jeśli nie, to w jakiej odległości. Wprawdzie we wnioskach na str. 127 jest odwołanie do jachtu wzorcowego, ale sformułowanie, że geometrie nr 7 do 14 „przypominają jacht wzorcowy” jest zbyt ogólnikowe. Konkretna informacja znajdująca się na stronie 129 podaje statek nr 14 z tabeli 22 jako najbardziej zbliżony do statku wzorcowego. Dobrze to świadczy o proponowanej metodzie generowania rozwiązań. Wnioski byłyby jeszcze bardziej interesujące, gdyby jako jachty wzorcowe przyjęto dodatkowo wspomniane na str. 127 jachty typu krążowniczego, „jachty szerokie i bardzo pełnotliwe” i o geometrii nietypowej. Prawdopodobnie dałoby to podstawę do modyfikacji wybranego jachtu wzorcowego w kierunku wybranych kryteriów.

Czy kryterium masowe r . (35) i kryterium objętości r . (40) są niezależne? Kryterium objętości, tak jak zostało sformułowane równaniami (40) i (41) maleje przy dużych objętościach kadłuba. Kryterium oporowe natomiast wtedy rośnie, jak należy oczekiwać. Istnieje więc korelacja między tymi wielkościami, którą można wykorzystać w dalszym projektowaniu.

Rozdział 7 zawiera podsumowanie i omówienie wyników rozprawy.

Akceptuję i pozytywnie oceniam główne stwierdzenia rozdziału mam jednak szereg uwag dyskusyjnych.

Do str. 130. Nie ma potrzeby wykazywania, że „istnieje potrzeba doskonalenia metod projektowania inżynierskiego”. Natomiast całkowicie zgadzam się z postulatem integracji projektanta-człowieka z systemem komputerowym, przy zachowaniu podmiotowości człowieka. W tym miejscu trzeba zaznaczyć, że decyzja o realizacji projektu nie należy do projektanta, zatem powinien on znać i brać pod uwagę preferencje decydentów.

Wymieniając główne cechy podejścia tradycyjnego doktorant jest zbyt krytyczny, ponieważ:

- bazowanie na wiedzy zgromadzonej na podstawie statków zbudowanych jest zalecane w każdym przypadku,

- iteracyjności nie da się w projektowaniu innowacyjnych obiektów uniknąć. Jest to – według mojego określenia – „zło konieczne”. Przedstawiona w rozprawie metoda paralelnego generowania rozwiązań Pareto-optimalnych nie eliminuje potrzeby iteracji i sprzężeń zwrotnych,

- uwzględnianie w projektowaniu (także obiektów pływających) wielorakości celów nie jest nowe, natomiast sposób realizacji tego w rozprawie ma cechy nowości. W rozprawie nie poruszono w sposób jawny potrzeby dekompozycji kryteriów. W projektowaniu obiektów złożonych z reguły występują kryteria nadrzędne i pochodne.

Szkoda, że autor nie podał – na przykład z literatury - żadnego przykładu projektowania „tradycyjnego”, które tak krytycznie ocenia.

Powyższe uwagi nie podważają głównego stwierdzenia o osiągnięciu celu pracy (str. 131). Powinno ono znaleźć się o kilka stron dalej np. po wnioskach ogólnych (str. 133-134).

O całościowym podejściu do problemu projektowania statków świadczą uwagi na str. 132. W drugim akapicie doktorant wyjaśnia dlaczego nie zaproponował „formalnego sposobu podejmowania końcowej decyzji w oparciu o sztywne kryteria wyboru”. Przyjmując to wyjaśnienie do wiadomości pragnę zaznaczyć, że autor rozprawy nie wspomniał o roli ekspertów z różnych dziedzin w ostatecznym kształtowaniu obiektu, jakkolwiek pojęcie „Concurrent engineering” nie jest mu obce.

Szkoda, że rozprawa kończy się na etapie wstępnego generowania rozwiązań bez opisanie dalszego ciągu projektowania. Chociaż w rozdziale 2. wyraźnie podkreślono, że rozprawa obejmuje tylko projektowanie wstępne, to można dyskutować, czy do projektowania wstępnego nie należy zaliczyć etapu selekcji i wyboru kilku rozwiązań kandydujących. W ostatecznym wyborze wariantu projektu statku istotną rolę mają badania modelowe, o których nie ma żadnej wzmianki.

Niezwykle pożyteczne byłoby, postulowane przez doktoranta na str. 132, „zbudowanie całościowej platformy projektowej”. Zgadzam się, że taka platforma powinna zostać zbudowana. Rozprawa wskazuje kierunek, a może też być uważana za pierwszy krok. To jest bardzo istotna wartość rozprawy.

Również istotnym pozytywnym elementem rozprawy są wnioski wskazujące możliwości dalszego rozwoju i udoskonalenia proponowanej metody (str. 134). Świadczy to o proaktywnym podejściu do niezwykle złożonego i trudnego problemu realizacji określonych typów obiektów pływających. Błędne decyzje w tym procesie są niezwykle kosztowne.

Powyższe uwagi krytyczne formułuję na podstawie nauki o systemach, która mówi, że opis/analiza części systemu powinny być wykonywane w kontekście funkcjonowania całego

systemu. Tego aspektu zabrakło, jakkolwiek są w rozprawie niejawne przesłanki wskazujące, że doktorant ma tego świadomość.

Przykłady pokazane w załącznikach mają tę samą strukturę i udowadniają szeroki zakres stosowalności metody.

3.3. Uwagi terminologiczne

W rozprawie spotyka się różne nieprecyzyjne określenia z dziedziny projektowania. Utworzony z nich słownik powinien zostać przejrany i skorygowany. Na przykład, w rozdziale 2.7 pojawia się termin „techniki projektowania”, który nie został zdefiniowany, a wchodzi w zakres pojęć „metoda”, „metodyka”, „narzędzia”.

W moich publikacjach podaję definicje niżej wymienionych podstawowych pojęć z dziedziny projektowania obiektów materialnych:

Model - jest to pewien obiekt odwzorowujący wybrany zbiór cech innego obiektu, zwanego „oryginałem” (istniejącego lub nie), utworzony w określonym celu.

Jak wynika z tej definicji, odróżniam model od obiektu będącego przedmiotem modelowania i zaznaczam, że obiekt oryginalny może nie istnieć. Tak więc, modelowanie dzieli się na modelowanie obiektów istniejących i tych, które mają dopiero powstać w wyniku projektowania. Przy tworzeniu modeli zjawisk złożonych (zwłaszcza modeli matematycznych i ich komputerowej realizacji) wskazane jest odróżnić weryfikację modelu (jego poprawność formalną, syntaktyczną) od walidacji (zdolności odtwarzania określonych cech oryginału). Istotne jest również określenie zakresu ważności modelu, bo po przekroczeniu tego zakresu model poprawny formalnie nie spełnia już kryterium walidacji. Już Einstein wyraził pogląd, że żaden model nie może dokładnie odwzorować rzeczywistości. Może tylko odwzorować wybraną celowo jej część.

- **Projekt** - model nieistniejącego obiektu zawierający sposób jego wykonania (tzn. realizacji materialnej).
- **Projektowanie** - proces tworzenia projektu rozumianego jak powyżej.
- **Operacja projektotwórcza** (design-making operation) - działanie w wyniku którego projekt przechodzi do następnego stanu.
- **Całostka („feature”)**. Całostki są to formy geometryczne, z którymi inżynierowie łączą pewne atrybuty i wiedzę, potrzebne do rozważania właściwości produktu. Całostki ujmują techniczne znaczenie elementów geometrycznych i dlatego są ważne dla konstruowania i badania zachowania się produktu w różnych sytuacjach.
- **Elementarne (podstawowe) cechy konstrukcyjne**, które tworzą jednoznaczne określenie materialnego obiektu:
 1. Element: - kształt - rozmiar - materiał(y) - własności powierzchni - tolerancje,
 2. Zespół elementów: - układ - pasowania i tolerancje,
 3. Sposób wykonania.

Te cechy określają własności danego obiektu (cechy w znormalizowanym, niezmiennym otoczeniu lub niezależne od otoczenia, np. masa) i jego właściwości (cechy ujawniające się w relacjach ze zmiennym otoczeniem, np. stateczność).

- **Stan obiektu technicznego** jest jednoznacznie określony przez jego projekt i jego wykonanie oraz proces i warunki jego eksploatacji. Ten fakt powinien być zawsze uwzględniany przy rozważaniu niezawodności, awaryjności itp. właściwościach obiektu.

3.4. Drobne omyłki i przeoczenia

Przy czytaniu rozprawy zauważyłem szereg przeoczeń, które można będzie usunąć przy opracowaniu publikacji. Oto niektóre z nich.

Str. 24. Od rozdz. 2.8 autor używa określenia „Modele projektowania”. Powinno być: „Modele procesów projektowania”, aby odróżnić od modeli projektowanych obiektów. Modelowanie procesów i modelowanie obiektów materialnych to dwie bardzo różne dziedziny.

Str.25. Jak należy rozumieć zdanie, że iteracyjność procesu projektowania wynika z jego nieliniowej i odwrotnej natury w stosunku do zadań z zakresu teorii okrętu?

Str.26. Krytyczny opis tradycyjnego projektowania, jakkolwiek ogólnie zasadny, zawiera nieprecyzyjne określenia. Niesłuszna jest uwaga sugerująca krytyczną opinię na temat korzystania z danych z istniejących statków. W istniejących obiektach zawarta jest cenna wiedza i doświadczenie, dlatego ważną odrębną pozycję w projektowaniu technicznym zajmuje reengineering i redesign. W praktyce inżynierowie niezwykle rzadko projektują coś „from scratch”, czyli ‘od zera’.

Autor używa takich nieprecyzyjnych określeń jak: „jeden krok projektowy”, „Chwilowe kryterium optymalizacji”, „Projekt chwilowo optymalny”, „Projekt jednostkowy”?

Str. 29. Poprawne określenie zasady inżynierii współbieżnej. Uwaga do napisów na rys. 2.11: angielskie ‘Construction’ ma inne znaczenie niż polskie ‘Konstrukcja’. „Kształt” należy do cech konstrukcyjnych, patrz rozdz. 3.3 recenzji.

W rozdz. 4.6 niektóre cytowania i ich kolejności robią wrażenie przypadkowych. Na przykład na str. 53 poz. [89] nie jest najlepszym źródłem do opisu zastosowań algorytmów genetycznych w projektowaniu; w poz. [90] autorem jest John Holland, a nie John H. itp. W niektórych cytatach przydałoby się odwołanie do stron. Zauważyłem też niedokładności w wykazie literatury, np. [41] (tytuł publikacji?), [88] (jakie Zeszyty Naukowe?).

Str. 74. wiersze 5-6. „Przestrzeń projektowa” (w oryginale prawdopodobnie „Design space”). Lepszym określeniem byłoby „Przestrzeń (lub ‘obszar’) poszukiwań”. Na poziomie (1) projektant jeszcze nie wie, które rozwiązania odrzuci algorytm optymalizacyjny. Dlatego należało napisać: „również takie, które zostaną odrzucone przez algorytm optymalizacyjny”. Wiersz 7 od dołu. „czteropoziomowa przesiew”, co to znaczy?

Str. 75. Rys. 4.21 Nieprawidłowo skierowana strzałka „Filtrowanie przestrzeni projektowej”. „Populacja” jest zbiorem dyskretnym. Dla takich zbiorów „Wielkość” nie jest najlepszym określeniem.

Str. 101. Wiersz czwarty od dołu odnosi się błędnie do równania (28).

W rozdziale 6 w wielu wzorach nie podano wymiarów fizycznych

Przyjęty przez autora sposób wizualizacji wyników Pareto optymalnych jest trudno czytelny. Są inne, lepsze sposoby reprezentacji.

Str. 120. Tabela 20 „Parametry projektowe”: to są zmienne decyzyjne, a nie parametry.

Str. 126. Co to znaczy „rozwiązania, które znajdują się w okolicy rozwiązania podobnego do jachtu wzorcowego”?

Nie wymieniam drobnych potknięć stylistycznych i błędów korektorskich, bo nie utrudniają zrozumienia tekstu i są łatwe do usunięcia. Tylko dwa przykłady. Str. 2. Tytuł rozdz. 4.8 i nazwa podrozdziału 5.3.1, która występuje w pracy dwukrotnie.

Przy publikacji należy koniecznie uporządkować terminologię i unikać określeń nieprecyzyjnych.

4. PODSUMOWANIE RECENZJI

Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. A. Karczewskiego pt. Metoda projektowania małych obiektów pływających z wykorzystaniem optymalizacji wielokryterialnej, jest dziełem samodzielnym i twórczym, spełniającym zasadnicze kryteria stawiane rozprawom doktorskim. Znaczącym walorem rozprawy jest wysoka ranga podjętej tematyki badawczej oraz poprawnie sformułowana koncepcja metodologiczna, która stała się podstawą konsekwentnie prowadzonych

analiz naukowych – w wymiarze teoretycznym i empirycznym. Na podstawie tych analiz Autor sformułował szereg postulatów zmierzających do kompleksowej modernizacji i doskonalenia metod projektowania małych statków, które to metody nie są obecnie dostosowane do współczesnych potrzeb i nie wykorzystują systemowo istniejących obecnie informatycznych systemów wspomagania.

Konsekwentna realizacja nakreślonej w pierwszych rozdziałach koncepcji metodologicznej rozprawy i jej weryfikacja w kolejnych rozdziałach, pozwoliła na osiągnięcie zamierzonych w rozprawie celów teoretycznych i praktycznych.

Do zasadniczych osiągnięć doktoranta predestynujących go do ubiegania się o stopień doktora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynierii mechanicznej zaliczam:

Po pierwsze, przeprowadzenie krytycznej analizy tradycyjnych metod projektowania w przedmiotowej dziedzinie.

Po drugie, opracowanie - w oparciu o wyniki tych analiz i możliwości oferowane przez współczesne systemy komputerowego wspomagania - autorskiej koncepcji nowego systemu projektowania, usuwającego mankamenty projektowania tradycyjnego.

Po trzecie, wykonanie przykładów rozwiązania nietrywialnych zadań projektowania wstępnego weryfikujących, z jednej strony, postawione tezy badawcze, z drugiej, otwierające możliwości i kierunki modernizacji dotychczasowych systemów projektowania małych statków.

Oryginalnym wkładem doktoranta do metodologii projektowania statków jest twórcza adaptacja i zastosowanie opisanych w najnowszej literaturze przedmiotu metod wielokryterialnego projektowania obiektów o skomplikowanej geometrii.

Reasumując, rozprawa Pana mgr. inż. A. Karczewskiego wnosi znaczący wkład do nauki o projektowaniu małych statków i – również – do metodologii projektowania.

5. Konkluzja

Podsumowując niniejszą recenzję chciałbym podkreślić, że zamieszczone w niej uwagi mają głównie charakter dyskusyjny i nie obniżają pozytywnej oceny rozprawy. Za najważniejsze zalety rozprawy uważam:

- Trafne sformułowanie celów rozprawy, odpowiednie dla naukowych wymagań stawianych rozprawom doktorskim,
- Wykazanie obszernej wiedzy teoretycznej i umiejętności zastosowania jej do celów praktycznych,
- Celowe wykorzystanie niezwykle licznych materiałów ze źródeł krajowych i zagranicznych do realizacji celu rozprawy,
- Opracowanie nowatorskiej metody wstępnego projektowania małych statków, pokazanie sposobu jej zastosowania i wykazanie zalet w stosunku do metod tradycyjnych.

Biorąc pod uwagę wymienione walory rozprawy stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. A. Karczewskiego spełnia warunki określone w obowiązującej Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki zdefiniowane w Art. 16 i 17 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. i stawiam wniosek dopuszczenia jej do publicznej obrony na forum Rady Wydziału. Przedkładał również Radzie Wydziału wniosek o wyróżnienie pracy.


/Prof. dr hab. inż. Ryszard Rohatyński/