

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Andrzeja Iwaniuka
pt.

„Optymalizacja parametrów lekkiego samolotu w fazie projektu wstępnego”

wykonana na zlecenie Dyrektora Instytutu Lotnictwa z dnia 26.02.2016 roku
na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Lotnictwa z dnia 25.02.2016 roku

W ostatnich latach można zaobserwować wzmożone prace mające na celu redukcję czasu i kosztów projektowania statków powietrznych. Uzyskuje się to przez wyznaczanie wielu parametrów na możliwie wczesnym etapie projektu. Takie podejście pozwala na ocenę nowoprojektowanego samolotu względnie wcześnie, zanim poniesione będą koszty zaawansowanego projektu technicznego. Praca doktorska Andrzeja Iwaniuka podejmuje problem optymalizacji projektu samolotu na możliwie wczesnym jego etapie. Przedstawiona metodologia nie tylko pozwala na ocenę nowego projektu ale również daje możliwość jego poprawy i znalezienia optymalnych parametrów projektowych. Uważam więc, że temat rozprawy jest aktualny, zarówno z technicznego oraz badawczego punktu widzenia oraz istotny w procesie projektowania nowych konstrukcji lotniczych.

Rozprawa podzielona jest na 6 rozdziałów głównych oraz spisy literatury, tabel, rysunków i ważniejszych oznaczeń stosowanych w tekście. Jest zapisana na 174 stronach maszynopisu. Zawiera zagadnienia dotyczące trzech różnych obszarów: (1) modelowania, w tym w szczególności modelowania na potrzeby analizy masowej i mechaniki lotu, (2) analizy kosztów operacyjnych, (3) optymalizacji numerycznej. Przedstawia dość szczegółowo w/w modele matematyczne (Rozdz. 3.4-3.5), przyjęty algorytm optymalizacyjny (Rozdz. 3.6) oraz wyniki optymalizacji numerycznej (Rozdz. 5).

W pracy zamieszczono 44 rysunki oraz 11 tablic z danymi i wynikami obliczeń. Bibliografia zawiera 95 pozycji, w tym wiele pozycji to dokumenty mające charakter raportów dotyczących różnorodnych danych bądź wyjątków z przepisów lotniczych.

W Rozdz.1 (Wstęp) dokonano wprowadzenia w problematykę związaną z projektowaniem jako procesem wielodyscyplinarnej analizy i optymalizacji konstrukcji. Przedstawiono, w ujęciu historycznym, rozwój metodyk projektowania oraz główne dylematy i możliwości ich rozwiązania. W rozdziale tym **sformułowano cel pracy i postawiono główną tezę rozprawy.**

W Rozdz. 2 (Przegląd literatury) dokonano przeglądu systemów transportu lekkimi samolotami oraz zasadnicze metodyki projektowania stosowane przez różnych

autorów. Przedstawiono metody modelowania i symulacji jako narzędzia w analizie naukowej i projektowej. Dokonano wprowadzenia do metod optymalizacji oraz wskazano na metody właściwe do zastosowania (algorytmy genetyczne) przy rozwiązywaniu postawionego problemu.

W Rozdz.3 (Model matematyczny samolotu SATS) przedstawiono zastosowane modele matematyczne – masowy, osiągow oraz kosztów operacyjnych, zastosowane następnie w procesie optymalizacji. Jest to najobszerniejszy rozdział, w którym zawarto wyprowadzenie wzorów, stosowanych następnie w różnych etapach optymalizacji numerycznej. Skrócoto przedstawiono algorytm optymalizacji. **W rozdziale tym zawarta jest zasadnicza część pracy będąca istotną nowością naukową.**

W Rozdz.4 (Model i program symulacyjny) omówiono bardzo zwięźle program symulacyjny i przedstawiono kolejność obliczeń przez odniesienie do zaprezentowanych wcześniej zależności matematycznych.

Rozdz.5 (Analiza wyników badań modelowych) to najciekawsza część pracy, zawierająca wyniki obliczeń numerycznych dla dwóch przykładowych samolotów klasy commuter oraz analizę wrażliwości ze względu na bezpośrednie koszty operacyjne. Niestety niedosyt budzi szczupłość wyników dotyczących procedury optymalizacji, zwłaszcza, że optymalizacja jest tematem pracy zawartym w tytule.

Rozdz.6 (Wnioski) przedstawia podsumowanie opracowanej metodyki oraz wyników opisanych szczegółowo w poprzednich rozdziałach i ma charakter uwag końcowych. Interesujące są spostrzeżenia dotyczące optymalnych wartości obciążenia powierzchni nośnej, które mogą być cenną wskazówką dla konstruktorów.

Nowości naukowe stanowiące oryginalny dorobek doktoranta

Uważam, że rozprawa doktorska wpisuje się w aktualny cykl badań prowadzonych zarówno w Polsce jak i na świecie. Zaprezentowane modelowanie statków powietrznych jako elementów systemu transportowego jest ważne przede wszystkim z punktu widzenia potencjalnych użytkowników. Praca przedstawia oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i stanowi wkład w poszukiwanie optymalnych rozwiązań w zakresie doboru parametrów konstrukcyjnych statków powietrznych na wczesnym etapie projektu.

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe autora należy uznać:

1. Przeprowadzenie analizy istniejących metod doboru parametrów technicznych i ekonomicznych przyszłego samolotu oraz propozycja oryginalnej metodyki doboru tych parametrów w procesie optymalizacji.
2. Wskazanie na konieczność łączenia wielu dyscyplin naukowych już na etapie powstawania koncepcji statku powietrznego. Opracowana metodyka uwzględnia zarówno parametry techniczne wyznaczane wprost z praw fizyki lub dotychczasowych metod projektowania, jak i dodatkowy czynnik

eksploatacyjny w postaci bezpośrednich kosztów operacyjnych na 1 pasażerokilometr.

3. Przeprowadzenie kompleksowego programu badawczego, obejmującego opracowanie modelu matematycznego uwzględniającego wstępne wymiarowanie, osiągi samolotu oraz koszty operacyjne, opracowanie modelu obliczeniowego oraz przeprowadzenie obliczeń symulacyjnych dla wybranych klas samolotów.

Krytyczna ocena rozprawy

Zasadniczą wadą pracy jest sposób prezentacji przez autora jego głównego osiągnięcia. Informacja o optymalizacji, będącej tematem pracy jest rozproszona po kilku rozdziałach i opisana bardzo ogólnie. Przedstawiono co prawda uzasadnienie doboru metody optymalizacji (algorytm genetyczny) i opisano jej działanie – Rozdz.3.7, brak jest jednak schematu użycia w/w metody do przedstawionego problemu doboru parametrów lekkiego samolotu. Schematy prezentowane na rysunkach w pracy pokazują bądź bardzo ogólną ideę, bądź detale algorytmu genetycznego.

Dalsze uwagi krytyczne odnoszą się raczej do pewnych zaniechań oraz nieścisłości i nie wpływają zasadniczo na sumaryczną ocenę pracy. Kilka drobnych uwag krytycznych zostało zamieszczonych przy omawianiu kolejnych rozdziałów pracy.

Najważniejsze uwagi krytyczne:

1. Począwszy od rozdziału 2 autor wprowadza czytelnika w ideę zastosowania optymalizacji na etapie projektu koncepcyjnego. Od samego początku wymienia algorytm genetyczny jako właściwy do zastosowania. Podaje zmienne decyzyjne oraz modele matematyczne. Nie jest jednak jasno określone w jaki sposób są uwzględniane ograniczenia (więzy). Czy autor stosuje tzw. metody bezpośrednie (sugeruje to fakt definiowania funkcji ograniczeń) czy też stosuje popularną metodę pośrednią bazująca na metodzie kary. W tej kwestii brak jest stosownej informacji.
2. W Rozdziale 3.4 (Model masowy), powołując się na pozycje literaturowe z lat 2013 i 2014 przedstawia procedurę tzw. wstępnego wymiarowania samolotu. Zależności wykorzystywane przez autora są znane od wielu lat i podawane w wielu podręcznikach dotyczących projektowania samolotów, stanowiąc swoistą klasykę projektowania. Wydaje się więc, że honorowanie autorów wymienionych pozycji jako autorów przytoczonej procedury jest nie właściwe, gdyż w/w procedura oraz przytoczone wzory są znacznie starsze.
3. We wzorze 3-23 pojawia się powierzchnia nośna jako wielkość dana ale wcześniej nie podano jak powierzchnia nośna jest wyznaczona.
4. W Rozdziale 5 autor porównuje wyniki uzyskane z dwóch metod bazowych oraz opracowanej przez siebie i prezentowanej w pracy (DOC). Nie jest jasno sformułowane czym różnią się metodyki bazowe od siebie. Generalnie brak jasnego zdefiniowania, w jednym miejscu, porównywanych metodyk.
5. W Rozdziale 5 autor pokazuje wyniki obliczeń optymalizacyjnych, pokazujące jak w kolejnych populacjach zbliża się do rozwiązania

optymalnego. Są to wykresy 3D pokazujące przebieg obliczeń i będące dobrą ilustracją algorytmu genetycznego. Brak jest jednak prezentacji ostatecznego wyniku (kosztów) w funkcji liczby iteracji oraz zachowania najlepszej i najgorszej populacji.

W pracy nie dostrzegłem jednak poważniejszych błędów merytorycznych czy metodycznych – praca jest efektem badań poprawnych warsztatowo i zgodnych ze współczesną wiedzą na temat metodyki projektowania samolotów.

Wnioski końcowe

W zakończeniu stwierdzam, że wniesione uwagi i zastrzeżenia nie mają zasadniczo negatywnego wpływu na moją ocenę rozprawy jako całości. Wyrażam nadzieję, że pomogą doktorantowi w doskonaleniu warsztatu badawczego i przygotowaniu ewentualnych publikacji oraz w dalszym kontynuowaniu tej tematyki badawczej.

W podsumowaniu swojej recenzji stwierdzam, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego optymalizacji parametrów lekkiego samolotu w fazie projektu wstępnego. Wskazuje jednoznacznie na dobre opanowanie przez autora podstaw aerodynamiki samolotu, mechaniki lotu i metodyki projektowania, oraz metod optymalizacyjnych. Tym samym spełnia wymagania ustawy z dnia 27 lipca 2005 roku „Prawo o Szkolnictwie Wyższym” oraz ustawy z dnia 18 marca 2011 o zmianie ustawy – „Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw”. Wnoszę więc o dopuszczenie mgr Andrzeja Iwaniuka do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej.

Wniosek o wyróżnienie pracy

Ze względu na duże znaczenie praktyczne wyników pracy oraz jej interdyscyplinarność - opracowany model matematyczny uwzględnia wstępne wymiarowanie, osiągi samolotu oraz koszty operacyjne, proponuję rozprawę wyróżnić.

Tomasz Goetzendorf-Grabowski

