

### Recenzja

rozprawy doktorskiej pplk. mgr. inż. Tomasza IWANA p.t.: „Zastosowanie metod optymalizacji do określania wielkości zapasów części zamiennych w technice lotniczej”.

#### 1. Podstawa opracowania


Uchwała Rady Wydziału Lotnictwa WSOSP z dnia 28 września 2018r.

#### 2. Zakres pracy

Podjęty przez Autora rozprawy problem analizy strukturalnej, ilościowej i wartościowej popytu na części zamienne dla techniki lotniczej w systemie zarządzania eksploatacją, uwzględniając główny cel ciągłości przepływu materiałów przy minimalnym poziomie ich zapasów, jest zagadnieniem złożonym z punktu widzenia naukowo badawczego i niezwykle ważnym ze względów utylitarnych. Wyniki badań przedstawione w rozprawie, mogą być wykorzystane przez zespoły wdrażające nowowprowadzany sprzęt na uzbrojenie Sił Zbrojnych RP oraz bezpośrednio w jednostkach wojskowych eksploatujących technikę lotniczą, jak i inżynierów nadzorujących eksploatację statków powietrznych w zakresie bezpieczeństwa wykonywania lotów.

Analizy obejmują określenie prawdopodobieństwa zapotrzebowania na wybrane części i podzespoły, określenie poziomu bezpieczeństwa zapasów części lotniczych odpowiednich grup asortymentowych, identyfikacji części zamiennych klasy strategicznej, określenie regularności popytu na części i podzespoły w odpowiednich grupach materiałowych. W przedłożonej do recenzji pracy Autor skupił się na badaniach zmierzających do optymalnego planowania wielkości zapasów części zamiennych wpływających na sumaryczny koszt eksploatacji uwzględniając redukcję prawdopodobieństwa braku materiału w procesie planowania i organizacji eksploatacji statków powietrznych.

Opracowany przez Autora model sterowania wielkością zapasów części lotniczych w powiązaniu z niezawodnością techniczną statków powietrznych dotyka problemu wieloaspektowości gospodarki materiałowej, który został przedstawiony na przykładzie bazy lotniczej dla zapewnienia maksymalnego poziomu bezpieczeństwa wykonania operacji lotniczych z jednoczesną dużą dostępnością statków powietrznych. W rozprawie Autor podkreśla, że odpowiednie zarządzanie procesem zaopatrywania w części zamienne



w trakcie pierwszej fazy implementacji nowego sprzętu lotniczego, która bezpośrednio wpływa na proces bezpiecznej eksploatacji oraz zabezpieczenie cyklu szkolenia jest kluczowym czynnikiem w trakcie procesu wdrażania nowej techniki lotniczej. W kolejnych etapach realizacji pracy doktorskiej Autor podjął próbę wyznaczenia zależności analitycznych (z bardzo dobrym skutkiem), które można wykorzystać w procesach zaopatrywania podczas eksploatacji techniki lotniczej.

Utworzony model optymalizacji systemu dostaw części zamiennych jest niezwykle ważny z punktu widzenia zastosowania praktycznego w procesie obsługowo-naprawczym sprzętu lotniczego w jednostkach wojskowych, co stanowi wartość dodaną w rozpatrywanej dziedzinie - eksploatacji. Poprawność opracowanego modelu matematycznego została zweryfikowana poprzez kalibrację w oparciu o dane otrzymane z analizy statystycznej intensywności eksploatacji statków powietrznych w latach 2012 - 2016. Praca liczy 138 stron, składa się z: sześciu rozdziałów, podsumowania, wykazu literatury, spisu rysunków, spisu tabel oraz załącznika.

Rozdział pierwszy pt. „*Wprowadzenie*”, Autor dotyka ogólnej problematyki gospodarki materiałowej dla części zamiennych wykorzystywanych w procesie eksploatacji sprzętu lotniczego. Autor rozpatrzył ten problem od strony logistycznej, przy jednoczesnym podkreśleniu kwestii ekonomicznych i organizacyjno-eksploatacyjnych, co pozwoliło na wskazanie potencjalnych obszarów i możliwości zwiększenia efektywności systemu eksploatacji w kierunku zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności technicznej.

W rozdziale drugim pt. „*Teza, cele i zakres pracy*” jasno postawiono tezę rozprawy doktorskiej, która brzmi następująco: „*Optymalna metoda planowania wielkości zapasów części lotniczych pozwoli na obniżenie sumarycznych kosztów, redukcję prawdopodobieństwa braku materiału oraz racjonalne planowanie i organizację eksploatacji statków powietrznych*”. Wskazano przy tym na możliwość wykorzystania elementów statystyki matematycznej, modeli probabilistycznych do planowania zapasów części lotniczych w celu zwiększenia ich ogólnej dostępności, a przez to również sprawności technicznej sprzętu i bezpieczeństwa wykonania operacji lotniczych. Innym, niezwykle istotnym kryterium oceny efektywności funkcjonowania systemu eksploatacji są również koszty ponoszone na części zamienne i podzespoły lotnicze, które można zredukować poprzez wykorzystanie tych narzędzi. Jako zasadniczy cel rozprawy doktorskiej Autor przyjął opracowanie algorytmu optymalnego planowania wielkości zapasów części zamiennych i podzespołów do techniki lotniczej, który uwzględni w jak



największym stopniu warunki zewnętrzne związane ze zróżnicowaną intensywnością użytkowania samolotów i śmigłowców, stopniem wyeksploatowania poszczególnych egzemplarzy sprzętu oraz funkcjonującymi systemami eksploatacji. Należy stwierdzić, że postawiona teza została skutecznie udowodniona w opisowej notatce przedstawionej do recenzji rozprawy.

W rozdziale trzecim pt. „*Zaopatrwanie jako element procesów eksploatacji techniki lotniczej*” Doktorant zawarł niezbędne wiadomości na temat najważniejszych założeń dotyczących relacji pomiędzy poszczególnymi rodzajami procesów logistycznych jak i eksploatacyjnych, i tu Autor zidentyfikował cztery podstawowe typy relacji wejścia i wyjścia funkcje IN-OUT. Przytoczone modele stanowią bazę dla analizy zagadnień logistycznego wsparcia eksploatacji, przy czym w celu szerszego spojrzenia na powyższą problematykę Autor zamieścił w nim elementy z zakresu teorii zapasów oraz ekonomiki gospodarki materiałowej podkreślając miejsce, rolę oraz przynależność logistyki do systemu eksploatacji. Rozdział ten w głównej mierze poświęcony został scharakteryzowaniu potrzeby integracji i koordynacji procesów zaopatrzenia, magazynowania oraz eksploatacji obiektów technicznych. Przeprowadzone rozważania stanowią bazę do opisanie modelu matematycznego optymalizacji wielkości zapasów magazynowych.

Rozdział czwarty, pt.: „*Sterowanie wielkościami zapasów magazynowych*”, jest podzielony na pięć podrozdziałów, w których przedstawiono kolejno: strukturę zapasów materiałowych, klasyfikację materiałów w prognozowaniu popytu, modele sterowania, metody optymalizacji procesów magazynowania oraz prawdopodobieństwo w sterowaniu zapasami. Istotnym elementem tego rozdziału jest przedstawiona charakterystyka struktury zapasów magazynowych, klasyfikację wartościową według reguły Pareto oraz przedstawiono stosowane modele odtwarzania zapasów na potrzeby szeroko rozumianej eksploatacji techniki lotniczej. W rozdziale tym Autor przedstawił niezbędny aparat matematyczny z obszaru probabilistyki i teorii prognozowania zapasów z uwzględnieniem perspektywy optymalizacji wielkości zapasów części zamiennych w ujęciu ilościowym i asortymentowym. Zawarte w tym rozdziale rozważania teoretyczne Autora stanowią doskonale źródło wiedzy do procesu modelowania magazynowej gospodarki materiałowej, co zostało w wyśmienity sposób wykorzystany do udowodnienia tezy rozprawy.



Rozdział piąty p.t.: „*Funkcjonowanie systemu zaopatrzenia dla części zamiennych*”, jest poświęcony badaniom gospodarki częściami zamiennymi w oparciu o teorię probabilistyki. Rozdział ten stanowi podstawę do definicji i budowy matematycznego modelu sterowania zapasami części zamiennych w systemie eksploatacji. Cennym elementem tego rozdziału jest dokonana klasyfikacja z punktu widzenia eksploatacyjnego i logistycznego wskaźników optymalizacji umożliwiające analizę efektywności ich funkcjonowania. Autor w tym rozdziale na przykładzie danych statystycznych reprezentatywnej bazy lotniczej dokonał w oceny efektywności systemu zaopatrzenia i zużycia części zamiennych oraz stosowanych procedur i narzędzi przy prognozowaniu potrzeb. Należy wspomnieć, że Autor przedstawił również stosowane wspólnie narzędzia informatyczne służące optymalizacji wielkości zapasów części i podzespołów oraz wspomagające eksploatację techniki lotniczej.

Rozdział szósty pt. „*Optymalizacja systemu dostaw części zamiennych*” zawiera opracowanie koncepcji optymalizacji systemu dostaw części zamiennych w aspekcie niezawodności technicznej. Przedstawiono w nim ogólną charakterystykę systemu eksploatacji techniki lotniczej w kontekście niezawodności technicznej z jej podstawowymi parametrami. Autor dokonał analizy danych o intensywności eksploatacji statków powietrznych, liczbie uszkodzeń oraz liczbie części i podzespołów podlegających wymianie na poszczególnych typach statków powietrznych. Przeprowadzona w rozprawie analiza strukturalna części i podzespołów lotniczych w latach 2014 – 2016 umożliwiła również sformułowanie wniosków dotyczących deficytów w poszczególnych grupach materiałowych i przyczyn przedłużania się stanu niesprawności statków powietrznych. W rozdziale tym sformułowano wniosek dotyczący dominującego typu rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej określającej popyt na części lotnicze. Na szczególną uwagę zasługuje opracowany algorytm optymalizacji, który wykorzystuje spójność danych, wielkości zapasów w obszarze ekonomicznym i niezawodnościowym, co pozwoliło Autorowi uzyskać najefektywniejszy transfer wiedzy, co spowodowało eliminację przyjmowania i wprowadzania dodatkowych założeń w kwestii rozpatrywanych zagadnień systemu obsługowo-naprawczego sprzętu lotniczego. Cennym elementem tego rozdziału jest pośrednio wykonana weryfikacja opracowanego matematycznego modelu poprzez: analizę błędów modelu – identyfikację źródeł błędów; weryfikację – porównanie otrzymanych wyników z modelu do rzeczywistych danych; analizę wrażliwości – sprawdzenie zachowania modelu tzn. przewidywalności na zmianę



parametrów w odniesieniu do rzeczywistości. Należy stwierdzić, że proces walidacji opracowanego modelu jest trudny do zrealizowania, ponieważ uzyskane wyniki są trudne do interpretacji dla analizowanego systemu zaopatrzenia. Należy zauważyć, że oficjalnie występują trudności w dostępie do „podobnych” modeli obejmujących takie zjawiska co zasadniczo utrudnia porównywanie wspomnianych procesów w systemach obrotu częściami zamiennymi, stąd opracowanie przez Autora takiego modelu w przedstawionej do recenzji pracy podnosi jakość dysertacji do rangi nowości.

Rozdział pt. „Podsumowanie” zawiera wnioski i pośrednio kierunki dalszych słusznych badań zaproponowanych przez Autora rozprawy.

### 3. Ocena pracy

Zasadnicza wartość recenzowanej rozprawy polega na umiejętnym zastosowaniu przez Doktoranta formalizmu opracowanego algorytmu optymalizacji określenia wielkości zapasów części zamiennych w technice lotniczej. Opracowany model taksonomii dla systemu zaopatrzenia w części zamienne ma znaczenie użytkowe dla ważnego obszaru wiedzy związanej z zabezpieczeniem procesu szkolenia z wykorzystaniem techniki lotniczej. Model opracowany przez Autora rozprawy pozwala na: kompleksową analizę systemu obsługowo-naprawczego sprzętu techniki lotniczej w jednostce wojskowej; ocenę stanów zapasu części zamiennych oraz analizę strukturalną i wartościową zamówień technicznych środków materiałowych dla zabezpieczenia systemu szkolenia w oparciu o technikę lotniczą.

Przeprowadzona przez Autora analiza funkcjonowania systemu zaopatrzenia w części zamienne w latach 2012-2016 przyczyniła się do zbudowania optymalnego modelu systemu zaopatrzenia, który umożliwił identyfikację rejonów w których istnieje deficyt bezpieczeństwa magazynowych stanów granicznych. Autor rozprawy po przeprowadzeniu pełnej analizy wyników badań potwierdził trafność sformułowanej tezy naukowej pracy i udowodnił ją.

Praca ma charakter aplikacyjny o bardzo dużym znaczeniu praktycznym. Jej walorem jest to, iż składa się z części analityczno-zestawieniowej oraz części weryfikacyjno-obliczeniowej, które wzajemnie się uzupełniają tworząc logiczną całość. Autor rozprawy poszukiwał rozwiązań zagadnień praktycznych, o dużym znaczeniu poznawczym mającym zastosowanie w rozwiązywaniu zagadnień sterowania wielkością zapasów materiałowych w technice lotniczej. Prezentowane w pracy wyniki są bardzo dobrze

uwarunkowane, ponieważ opierają się na rzetelnych danych źródłowych co dodatkowo podnosi jakość recenzowanej rozprawy.

Przedstawiona rozprawa zawiera efektywne rozwiązania ważnego zagadnienia naukowego, jej istotną cechą jest fakt, że stanowi potężny krok w kierunku usystematyzowania badań zdążających do poprawy systemu dostaw części zamiennych poprzez wskazywanie i eliminowanie przyczyn mających największy wpływ na występowanie zagrożeń stabilności dostaw. Warto wspomnieć, że przeprowadzone symulacje w oparciu o opracowany matematyczny model nasuwają wniosek o potrzebie prac nad dalszym rozwojem modelu, który będzie można wykorzystać w procesie analizy udziału czynnika technicznego, ludzkiego i organizacyjnego do optymalizacji zamówień na techniczne środki materiałowe, a który posłuży do lepszej identyfikacji zagrożeń bezpieczeństwa minimalnych zapasów magazynowych dla zabezpieczeniu eksploatacji sprzętu lotniczego. Autor rozwiązał postawiony cel pracy stosując odpowiedni aparat matematyczny odpowiadający współczesnym pracom doktorskim. Zastosowanie oryginalnego podejścia do usystematyzowania i badania wpływu występujących trudności w sterowaniu częściami zamiennymi niezbędnymi do zabezpieczenia systemu szkolenia lotniczego podkreśla doświadczenie zawodowe i umiejętności Autora rozprawy w zakresie metod identyfikacji i sposobów poprawy systemu zarządzania zapasami części zamiennych. Wyniki pracy są wartościowe z punktu widzenia zastosowań badawczych i profilaktycznych w systemach logistycznych jednostek wojskowych.

#### Drobne uwagi krytyczne

Pierwsza uwaga to: brak zestawienia oznaczeń i skrótów oraz całościowego przeglądu literatury. Należy stwierdzić, że Autor wykonał ten przegląd ale został on rozrzucony po wszystkich rozdziałach co wprowadza pewnego rodzaju utrudnienia w śledzeniu rozwoju postępu nauki w danej dziedzinie.

Druga uwaga to: w przeprowadzonym procesie optymalizacji Autor nie odniósł się bezpośrednio do następujących po sobie etapów procesu optymalizacji to jest: kryterium optymalizacji, zmienne optymalizacji, ograniczenia dla zmiennych, równanie stanu (zostało zapisane) i tu proszę Autora rozprawy o wyjaśnienie. Stwierdzam, że w rozprawie wszystkie te wielkości, o które pytam są zamieszczone jednak brakuje mi jednego zestawienia informującego o wspomnianych etapach procesu optymalizacji.



Przedstawione drobne uwagi krytyczne nie umniejszają wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy. Rozprawa napisana jest starannie i czytelnie oraz wskazuje na duży zasób wiedzy Autora w zakresie: algorytmizacji określania wielkości zapasów części zamiennych w technice lotniczej oraz modelowania matematycznego.

#### 4. Wnioski

Biorąc pod uwagę wartości poznawcze i użytkowe uzyskanych rezultatów, dojrzałość merytoryczną ppłk. mgr. inż. Tomasza IWANA w zakresie zastosowania metod optymalizacji do określenia wielkości zapasów części zamiennych w technice lotniczej, recenzowaną rozprawę oceniam bardzo wysoko. Rozprawa doktorska zasługuje na wyróżnienie i wnioskuje o wyróżnienie jej. Uzasadnienie wyróżnienia rozprawy zawarte jest powyżej w treści recenzji. Praca spełnia wymagania stawiane przez ustawę z dnia 14 marca 2003 roku „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” i może stanowić podstawę dopuszczenia do egzaminów i publicznej obrony.

Janisław Kachel

