

Prof. dr hab. inż. Janusz Szpytko
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Kraków, 28.04.2022

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Karola Kawki pt. *Badania i ocena podatności obsługowej wojskowych statków powietrznych na przykładzie samolotu M-346 BIELIK*

1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania recenzji pracy doktorskiej Pana mgr inż. Karola Kawki pt. *Badania i ocena podatności obsługowej wojskowych statków powietrznych na przykładzie samolotu M-346 BIELIK* jest pismo l.dz. 09/SN/R/22 Pana dra inż. Grzegorza Kowalczyka, prof. ITWL, sekretarza Rady Naukowej Instytutu Technicznych Wojsk Lotniczych w Warszawie, z dnia 16.03.2022 roku.

Przekazana do recenzji praca została opublikowana przez Wydawnictwo Instytutu Technicznych Wojsk Lotniczych w Warszawie, Warszawa, w roku 2022 i obejmuje 145 strony maszynopisu.

Promotorami rozprawy doktorskiej są: plk dr hab. inż. Mariusz Zieja, prof. ITWL (promotor), dr Mirosław Zieja (promotor pomocniczy).

2. Analiza przedłożonego opracowania wraz z uwagami

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 8 rozdziałów, a ponadto: bibliografię, spis rysunków, załączniki, streszczenia pracy w językach polskim i angielskim, spis treści. Przedmiotem badań jest statek powietrzny (samolot) typ M-346 (obiekt techniczny).

W rozdziale 1 (*Wstęp*) Autor stwierdził, że wybrany zbiór obiektów technicznych jest eksploatowany z wykorzystaniem programu obsług wymagającego dopracowania, w szczególności w zakresie czasu ich podejmowania i kolejności realizacji określonych usług. Wyjaśnieniem zaistniałej sytuacji jest krótki okres eksploatacji badanego obiektu technicznego i ograniczona wiedza z przedmiotowych obserwacji procesu. Sformułowanym deklarowanym celem rozprawy doktorskiej jest opracowanie metody oceny podatności obsługowej wybranego typu statku powietrznego. Tak sformułowany cel pracy ma charakter praktycznego zastosowania.

Pytania:

1. Proszę sformułować pojęcie gotowości eksploatacyjnej obiektu technicznego w funkcji jego podatności obsługowej.
2. Proszę dokonać z wykorzystaniem dostępnej literatury dyskusji w zakresie stanu wiedzy i praktyki w zakresie projektowania i modelowania podatności obsługowej obiektów technicznych.

Rozdział 2 (*Analiza procesu eksploatacji samolotu M-346 w LSZ RP*) zawiera opis obiektu badań, analizę zmian zdadności obiektu do lotu w latach 2018 (dopuszczenie do eksploatacji) -

2020 (w okresie tym zauważono około 10% spadek zdadności statku do lotu), opis strategii eksploatacji obiektu (z planowanymi pracami profilaktycznymi, według stanu z kontrolowaniem parametrów diagnostycznych, z kontrolowaniem poziomu niezawodności), opis organizacji procesu obsługi technicznego obiektu, opis systemu eksploatacji samolotu (obsługi: bieżące, okresowe, specjalne), opis dokumentacji (technicznej, ewidencyjnej) obiektu w aspekcie pracochłonności obsługi, analizę czasów trwania obsługi okresowych obiektu w latach 2017-2020.

W konkluzji stwierdzono, że czasochłonność obsługi okresowych obiektu istotnie wpływa na zmniejszenie jego wskaźnika zdadności do lotów i wymagane jest zbadanie podatności obsługowej samolotu. Stwierdzono, że dostępna dokumentacja statku powietrznego nie precyzuje kolejności (harmonogramu) realizacji zadań o charakterze obsługowym, nie wskazuje na sposób rejestracji pracochłonności tych zadań i sposobu ich gromadzenia.

Pytania:

1. Jak określa się w praktyce: stan zdadności obiektu, jego stan pośredniej zdadności i stan niezdadności)?
2. Proszę dokonać dyskusji (pod kątem możliwości i przydatności) stosowania w procesie eksploatacji wybranego obiektu technicznego strategii: z planowanymi pracami profilaktycznymi (ok. 30%, str. 24), według stanu z kontrolowaniem parametrów diagnostycznych (ok. 70%, str. 24), z kontrolowaniem poziomu niezawodności (0%).

W rozdziale 3 (*Analiza podatności obsługowej w aspekcie gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych*) Autor podejmuje następujące zagadnienia: podatności obsługowej obiektów technicznych w kontekście ich właściwości i otoczenia procesu eksploatacji. Sformułowano parametryczne miary podatności obsługowej (średni czas trwania zadania obsługowego, górny limit średniego czasu trwania zadania obsługowego, maksymalny czas trwania zadania obsługowego), funkcyjne miary podatności obsługowej (funkcja obsługiwalności, oczekiwany czas trwania zadania obsługowego, procentowy czas trwania zadania obsługowego), gotowość obiektu technicznego.

Uwagi:

1. W rozdziale 3.4. obsługi techniczne obiektu technicznego wprowadzono podziały: funkcjonalny i strukturalny. Do rozważenia jest poprawność użycia wprowadzonych pojęć, gdyż podział strukturalny określonego systemu powiązany jest z jego wyróżnioną strukturą fizykalną, natomiast podział funkcjonalny powiązany jest z funkcjami realizowanymi przez określone wyróżnione elementy struktury badanego obiektu technicznego.
2. W rozdziale 3.7. w pojęciu funkcyjne miary podatności obsługowej obiektu technicznego może należałoby rozważyć użycie pojęcia funkcja zadania obsługowego zamiast pojęcia funkcja obsługiwalności.
3. Rozdział 3 należałoby uzupełnić o wnioski zgodnie z deklarowanym tytułem: *Analiza podatności obsługowej w aspekcie gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych* oraz o spójny model gotowości obiektu technicznego w powiązaniu z jego podatnością obsługową (przydatny dla celu rozprawy).

W rozdziale 4 (*Teza, cel i zakres pracy*) Autor formułuje:

1. tezę pracy w postaci: *wykorzystanie opracowanej metody oceny podatności obsługowej umożliwi zwiększenie gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych w procesie ich eksploatacji*; proponuje się do rozważenia sformułowanie: *Możliwe jest zwiększenie gotowości technicznej obiektu technicznego w rezultacie wdrożenia opracowanej metody oceny jego podatności obsługowej*;
2. cel pracy: *opracowanie metody oceny podatności obsługowej* określonego obiektu technicznego; pytanie: *czym charakteryzuje się przywołana metoda oceny podatności*

- obsługowej obiektu technicznego? proszę o doprecyzowanie;
- zakres pracy, przedstawiono w postaci schematu blokowego, proponuje się wprowadzenie rozwinięcia opisowego zagadnienia.

Należy stwierdzić, że sformułowany problem praktyczny powiązany z procesem eksploatacji wybranego obiektu technicznego został trafnie sformułowany i wpisuje się w aktualne potrzeby w zakresie przyspieszonego opracowywania procedur oceny podatności obsługowej obiektów technicznych (typu krytycznego) dopuszczonych do procesu eksploatacji bez wcześniejszej przedmiotowej wiedzy z praktyki. Uściślenia wymagają wskazane wcześniej zapisy.

W rozdziale 5 (*System akwizycji danych eksploatacyjnych*) Autor opisuje opracowane zespołowo narzędzie pozyskiwania wybranych danych eksploatacyjnych badanego obiektu technicznego.

Rozdział 6 (*Badanie rozkładów prawdopodobieństwa wybranych zadań technicznych*) Autor omawia wyniki przeprowadzonych badań z użyciem autorskiego programu identyfikacji funkcji gęstości rozkładu zmiennej losowej wybranych zadań technicznych powiązanych z eksploatacją obiektu technicznego. Zdefiniowane zadania techniczne obsługi typu CPFI (*Calendar Post-Flight Inspection*) zestawiono w załączniku 1, pomiary czasu trwania zadań technicznych obsługi zestawiono w załączniku 2, a wyniki identyfikacji rozkładów oraz wskaźniki czasu trwania zadań technicznych obsługi zestawiono w załączniku 3. Dane zgromadzono za okres od października 2018 do czerwca 2021 roku, dla każdego ze 101 zadań technicznych wykonano około 20 pomiarów czasów wykonania zadania.

Dla każdego ze 101 wyróżnionych zadań technicznych dokonano identyfikacji rozkładu prawdopodobieństwa spośród: normalnego, logarytmiczno-normalnego, Weibulla, wykładniczego. Następnie obliczono współczynnik determinacji R^2 i wybrano rozkład z najlepszym dopasowaniem do próby danych, i dla wybranego rozkładu przeprowadzono test zgodności Kolmogorowa. Wyniki identyfikacji dla 30 zadań technicznych zestawiono w tabeli 6.7, natomiast w załączniku nr 3 dla wszystkich 101 rozpatrywanych zadań technicznych. Stwierdzono, że 93 zadania techniczne można opisać rozkładem logarytmiczno-normalnym natomiast 8 można opisać rozkładem Weibulla.

Pytania:

- Jaka jest miara zaszeregowania próby do prezentacji określonym rozkładem str.140-142, załącznik 3; Przykładowo dla: zadania numer 58; współczynnik R^2 ; różnica wynosi 0,1%; zadania numer 39; współczynnik R^2 ; różnica wynosi 2,6%.
- Proszę wyjaśnić dla zadania numer 42 różnice w danych prezentowanych na: str.86, tab.6.1; str.137, zał. nr 3.
- Proszę wskazać na przydatność praktyczną wiedzy w zakresie kwalifikacji wybranego zadania technicznego do opisu określonym rozkładem prawdopodobieństwa.

W rozdziale 7 (*Metoda oceny podatności obsługowej samolotu M-346 Bielik*) Autor przedstawił między innymi zagadnienia: szacowania czasu trwania zadań technicznych, sposób harmonogramowania usług statków powietrznych użyciem wykresu Gantta, skumulowany rozkład prawdopodobieństwa czasu trwania usług obiektu z użyciem symulacji Monte Carlo.

Pytanie:

- Proszę przedstawić na schemacie blokowym metodę oceny podatności obsługowej samolotu. Na rys.7.1. brak jest pętli sprzężenia zwrotnego celem weryfikacji założonych kamieni milowych (punktów krytycznych) procesu, wskaźników oceny podatności obsługowej które byłyby porównywane z referencyjnymi. Proszę wskazać dane wejściowe i wyjściowe do przedmiotowych badań, na czym polega weryfikacja harmonogramu badań.

Uwagi:

1. Zadanie techniczne numer 43, parametry wybranego rozkładu μ oraz σ , a ponadto wskaźniki czasu trwania t_{sr} są różne: str. 96-97, rozdział 7.2.1; str. 141, załącznik numer 3; proszę wyjaśnić dlaczego.
2. Zadanie techniczne numer 8, parametry wybranego rozkładu μ oraz σ , są różne: str. 97, rozdział 7.2.2; str. 140, załącznik numer 3; proszę wyjaśnić przyjętą dokładność obliczeniową i prezentowaną w zestawieniach w tabelach.
3. Proszę wyjaśnić przyczynę, dla której parametry wyznaczone równaniami (7.37-7.39) na stronie 117 i zestawione w tabeli 7.2 strona 118 są wartościowo różne.

W rozdziale 8 (*Wnioski*) Autor zadeklarował swoje osiągnięcia naukowe w postaci: opracowanie mobilnej aplikacji do pozyskiwania wybranych danych z procesu eksploatacji samolotu dla potrzeb obsługi, opracowanie algorytmu harmonogramowania obsług okresowych wybranej klasy statków powietrznych (w szczególności: szacowanie czasu trwania pojedynczych zadań technicznych, harmonogramowanie obsług okresowych, szacowanie czasu trwania wybranej obsługi okresowej samolotu), skrócenie o około 50% oczekiwanego czasu obsługi badanego obiektu technicznego co powiązane jest z pojęciem podatności obsługowej (str.45) i jego gotowością eksploatacyjną. Sformułowana teza pracy została dowiedziona.

Rozdział *Bibliografia* obejmuje 95 trafnie dobranych pozycji książkowych, artykułów, normy i publikacji internetowych oraz innych. Trzy przywołane w pracy pozycje są współautorskie. Brak informacji o cytowanych pracach Autora oraz Indeksie Hirscha.

W konkluzji stwierdzam, że sformułowane teza i cele rozprawy są aktualne. Wpisują się one w nurt prac naukowo-badawczych realizowanych w jednostkach naukowo-badawczych w zakresie wykorzystania danych pozyskiwanych z procesu eksploatacji obiektów technicznych dla potrzeb budowy strategii decyzyjnych w ich procesach obsługi, szczególności statków powietrznych.

3. Uwagi ogólne

Przedmiot pracy jest aktualny i istotny z uwagi na aktualne aspekty naukowe i aplikacyjne. Sformułowany został istotny i ciekawy problem praktyczny i naukowy. Podjęta w pracy tematyka stanowi interesujące ujęcie zagadnienia i byłoby właściwe jej ukierunkowane rozwijanie w przyszłości przez Autora.

Praca zawiera uogólnione sformułowania, które należałoby doprecyzowywać w kolejnych publikacjach Kandydata. Ponadto stwierdzono pewne niedoskonałości redakcyjne, które nie wpływają na ogólną wartość merytoryczną pracy.

Autor pracy wykazał, że posiada wiedzę w zakresie formułowania ciekawego problemu badawczego, prowadzenia i metodologii badań eksploatacyjnych oraz wnioskowania i prezentacji wyników, i przedmiotowych konkluzji. Na uwagę zasługuje duży zakres wykonanych badań (wielkość badanej próby) i ich prezentacja, co świadczy o dużej pracowitości Kandydata.

Oryginalnym elementem rozprawy jest opracowanie algorytmu harmonogramowania obsług okresowych wybranej klasy statków powietrznych, co powiązane jest z pojęciem ich podatności obsługowej. Za najważniejsze osiągnięcie Autora uważam przetestowanie z użyciem danych historycznych opracowanego algorytmu z wynikiem pozytywnym.

4. Wnioski

Rozprawa doktorska pt.: *Badania i ocena podatności obsługowej wojskowych statków powietrznych na przykładzie samolotu M-346 BIELIK* została przygotowywana przez Pana mgr inż. Karola Kawka pod opieką promotorów:

1. plk dr hab. inż. Mariusz Zieja, prof. ITWL,
2. dr Mirosław Zieja, (promotor pomocniczy).

W przywołaniu Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85, 374, 695, 875, 1086, z późniejszymi zmianami, Dz.U.2021.478 z 2021 r. poz. 159) stwierdzam, że zgodnie z art. 187 Ustawy (Rozprawa doktorska):

1. Rozprawę doktorską stanowi praca wydana w postaci monografii naukowej nakładem Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych w Warszawie, seria Rozprawa doktorska, Warszawa, 2022. Rozprawa doktorska została opracowana w języku polskim i obejmuje również streszczenia w językach polskim i angielskim.
2. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej;
3. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest przyczynek do rozwiązania problemu naukowego w zakresie budowy algorytmów oceny podatności obsługowej statków powietrznych z wykorzystaniem zbioru danych pozyskanych z procesu eksploatacji i istotny aspekt aplikacyjny, co posiada przełożenie na sferę gospodarczą.

W konkluzji stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Karola Kawki pt. *Badania i ocena podatności obsługowej wojskowych statków powietrznych na przykładzie samolotu M-346 BIELIK* oraz dopuszczenie jej przez Radę Naukową Instytutu Technicznego Wojsko Lotniczych do publicznej obrony.

Janusz Szpytko