

dr hab. inż. pil. Leszek Cwojdziański  
Airbus Poland S.A.  
Aleja Krakowska 110/114  
02 - 256 Warszawa

Poznań, 26 maja, 2023 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Maciejewskiej  
*nt. " Zwiększanie efektywności szkoleń  
w lotnictwie ogólnym za pomocą autorskiej metody  
oceny stanu psychofizycznego kandydata "*

"

Podstawę do opracowania recenzji pracy doktorskiej mgr inż. Marty Maciejewskiej stanowi pismo profesora dra hab. inż. Jacka Pielechy, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 26 .04. 2023 r.

Praca zawarta jest na 101 stronach i jest podzielona na 7 rozdziałów poprzedzonych spisem akronimów, spisem treści i oznaczeń, wstępem, a w zakończeniu wnioskami, spisem liczącym 133 pozycje literatury oraz załącznikami. Dysertację uzupełniono o zestawienia: ankiet, dwie pozycje związane z tematem pracy. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Tomasz Łodygowski, a promotorem pomocniczym dr inż. Marta Galant-Gołębiowska.

### 1. Uwagi wstępne

Praktyczne szkolenie lotnicze jest najbardziej kosztownym szkoleniem realizowanym we współczesnym świecie. Wysokie koszty oraz specyfika tego szkolenia wymagają, aby kandydaci do zawodu pilota posiadali oprócz wysokiej wiedzy teoretycznej odpowiednie predyspozycje psychofizyczne. Praktyczne szkolenie lotnicze odbywa się w specyficznych warunkach. Pilot poddawany jest zmiennym przeciążeniom, wahaniom ciśnienia, wibracji, zmianom temperatury orz bardzo często osamotnieniu. Praca dużej ilości wskaźników i przyrządów kontroli lotu wymaga od pilota ciągłej obserwacji i analizy wskazań.

Wymaga to od pilota umiejętności skupienia, a także podzielności i przerzutności uwagi. Podczas lotu, szczególnie w etapie wstępnego szkolenia towarzyszą pilotowi bardziej lub mniej przeżycia emocjonalne. Mogą one mieć pozytywny lub negatywny wpływ na postępy w szkoleniu lotniczym, oraz na jego bezpieczny przebieg. Przedstawione wybrane aspekty specyfiki pracy pilota wskazują jak dużą rolę odgrywa odpowiedni system selekcji kandydatów do zawodu pilota, a także optymalizacja efektywności szkolenia uwzględniająca stan psychofizyczny pilota. Powyższe wymagania dotyczące zdolności psychofizycznych dotyczą także chociaż w mniejszym stopniu pilotów-operatorów bezzałogowych statków powietrznych.

Niniejsza rozprawa dotyczy zwiększania efektywności szkolenia w lotnictwie ogólnym za pomocą opracowanej, autorskiej metody oceny stanu psychofizycznego pilota, oraz pilota-operatora BSL. W ramach realizacji tematu rozprawy podjęto próbę rozwiązania problemu badawczego jakim jest obiektywizacja oraz sformułowanie zaleceń dotyczących oceny stanu psychofizycznego uczniów-pilotów/operatorów BSP w trakcie szkolenia lotniczego.

## **2. Omówienie pracy**

W przedstawionej do recenzji rozprawie, podjęto tematykę dotyczącą zwiększania efektywności szkoleń w lotnictwie żłogowym i bezzałogowym, przy użyciu nieinwazyjnej metody monitorowania stanu psychofizycznego kandydatów na pilotów/operatorów załogowych i bezzałogowych statków powietrznych. Wprowadzając w tematykę dysertacji Doktorantka omówiła podstawowy podział lotnictwa, system prawny w lotnictwie oraz stan bezpieczeństwa w szkoleniach lotniczych w Polsce. Każdy z przedstawionych elementów jest istotny ze względu na charakterystykę obszaru oraz umiejscowienie działań podjętych w rozprawie. W celu oceny stwierdzenia predyspozycji i stanu psychofizycznego pilota-ucznia do przeprowadzenia operacji lotniczej wskazana została analiza możliwości wykorzystania metod obiektywnych lub opartych na analizach behawioralnych. W związku z powyższym w rozprawie doktorskiej głównym problemem badawczym było podjęcie obiektywizacji oraz sformułowanie zaleceń dotyczących oceny stanu psychofizycznego kandydatów na pilotów w trakcie szkolenia lotniczego.

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy możliwości obiektywnej oceny stanu psychofizycznego pilota-ucznia, poprzez dobór i zastosowanie odpowiednich i nieinwazyjnych metod badawczych oraz opracowanie metod pozwalających instruktorowi na obiektywne sprawdzenie umiejętności ucznia w czasie wykonywania operacji lotniczej. Na

podstawie określonego problemu badawczego sformułowano cel pracy: opracowanie metody pozwalające na zwiększenie efektywności podstawowych szkoleń lotniczych za pomocą obiektywnych kryteriów oceny stanu psychofizycznego ucznia-pilota/ucznia-operatora.

Analiza literatury i doświadczenie Doktorantki oraz wyniki prowadzonych badań wskazują, iż w zakresie literatury przedmiotu zagadnienie opracowania metod pozwalających instruktorowi na obiektywne sprawdzenie umiejętności ucznia w czasie wykonywania operacji lotniczej nie było do tej pory szeroko podejmowane. Doktorantka podjęła próbę wykorzystania metod: behawioralnej, subiektywnej, i obiektywnej do oceny stanu psychofizycznego. Polegają one na łączeniu zagadnień psychologii z metodami inżynierskimi i w sposób obiektywny określają relację pomiędzy bodźcem, a reakcją człowieka. Biorąc pod uwagę fakt, iż metody behawioralne opierają się na wykorzystaniu pomiarów wykonanych metodami obiektywnymi postanowiono zaliczyć je do wspomnianego rodzaju metod.

Wnioski zebrane w trakcie analizy obszaru badawczego, szczególnie w kontekście wykorzystania metod analizy na podstawie przeprowadzonego wielokryterialnego doboru metod do badań pozwalają stwierdzić, że pod względem przyjętych kryteriów, odpowiednimi metodami okazał się być pomiar częstotliwości pracy serca HRV, pomiar elektroencefalograficzny EEG oraz pomiar ruchu gałek ocznych. Według dokonanej analizy najlepiej dobraną metodą jest pomiar częstotliwości pracy serca. Metoda eye tracking'u oraz EEG uzyskały bardzo zbliżone wartości i również mogą być odpowiednie do przeprowadzenia badań nad stanem psychofizycznym operatora oraz pilota w podstawowych szkoleniach lotniczych. W przypadku analiz, dotyczących stanu psychofizycznego człowieka, ważne jest aby wyniki były przedstawiane w sposób ilościowy oraz zależny od czasu. Dzięki takiemu rodzajowi wyników można z łatwością przeprowadzać analizy empiryczne i wyznaczać niezbędne parametry charakteryzujące stan osoby badanej w danym momencie. Całkowita nieinwazyjność urządzenia umożliwia wykonanie pomiaru bez ingerencji w organizm człowieka, środowisko pracy oraz ergonomię stanowiska, na którym wykonywane są czynności przez osobę badaną.

Analizując wspomniane metody pod względem odzwierciedlenia stanu psychofizycznego, zgodnie z przedstawionymi źródłami literaturowymi, najlepszą zastosowaną metodą, która charakteryzuje pracę autonomicznego układu nerwowego człowieka okazał się być pomiar parametrów, opisujących zmienność rytmu serca.

Rezultat pracy ze względu na ilość dokonanych prób oraz wielkość populacji osób poddanych badaniom stanowi wkład w zagadnienie opracowania modelu pozwalającego na ocenę tzw. zgodności z opracowanymi przez Doktorantkę układami odniesienia. Opracowany

model opiera się na analizie jakościowej, do której wykorzystano dane z badań ilościowych, przeprowadzonych w ramach niniejszej rozprawy. Do budowy modelu wykorzystano cechy wartościowane empirycznie, co oznacza iż na wejściu do modelu wprowadza się, przedstawione i zaakceptowane wcześniej wartości. Założeniem modelu jest uzyskanie informacji zwrotnej na temat cechy wartościującej, czyli stanu psychofizycznego ucznia-pilota. Dla instruktora opis analityczny uzyskanych cech wartościowanych byłby bardzo złożony, dlatego biorąc to pod uwagę w opracowanym modelu postanowiono skorzystać z logiki rozmytej, której zastosowanie umożliwia wykorzystanie skali do oceny stanu psychofizycznego. Logika rozmyta stanowi rozszerzenie klasycznego rozumowania (logiki klasycznej, ilościowej) na bliższe jakościowemu. Wprowadza ona wartości pomiędzy standardowe 0 i 1 oraz rozmywa granice pomiędzy nimi dając możliwość zaistnienia wartościom z pomiędzy tego przedziału, stanowiąc tym samym podstawę do przeprowadzenia oceny stanu psychofizycznego przy użyciu metod jakościowych, które znacznie lepiej nadają się do badań oraz analiz, dotyczących stanu człowieka, który to jest bardzo ciężko zamknąć w klasycznym ujęciu systemu binarnego. Do opracowania modelu użytkowego Doktorantka prawidłowo wykorzystwała narzędzia do projektowania systemów opartych na logice rozmytej, będące jedną z aplikacji, wykorzystywanych w oprogramowaniu Matlab, przeznaczonym do rozwijania algorytmów, wizualizacji i analizy danych oraz prowadzenia obliczeń numerycznych. Dzięki wykorzystanemu programowi problemy modelowania można było rozwiązywać szybciej, niż przy wykorzystaniu tradycyjnych języków programowania takich jak C, C++ czy Fortran, a opracowany model użytkowy działa w oparciu o klasyczny układ rozmyty.

Zakres przedmiotowy rozprawy doktorskiej znalazł odzwierciedlenie w jej strukturze.

Rozprawa została podzielona na cztery części:

- część wprowadzającą – rozdział 1 i 2,
  - część teoretyczną – rozdział 3 i 4,
  - część badawczo-analityczną – rozdział 5 i 6,
  - część podsumowującą – rozdział 7, i ma charakter eksperymentalno – badawczy, z zastosowaniem metody porównawczej, oraz metody wielokryterialnego doboru.
- Dysertacja została opracowana w siedmiu rozdziałach. Ze względu na zastosowanie w dysertacji wielu specyficznych skrótów i oznaczeń ich wyjaśnienie zamieszczono w postaci spisu akronimów i spisu oznaczeń poprzedzających rozdział pierwszy.

W rozdziale pierwszym, **Wprowadzenie do tematyki rozprawy** Doktorantka zwięźle przedstawiła uzasadnienie podjęcia tematyki badań i strukturę pracy doktorskiej. Na początku wprowadzenia scharakteryzowano obszar lotnictwa ogólnego oraz przedstawiono najważniejsze regulacje prawne, dotyczące szkoleń w lotnictwie ogólnym. Kolejno została dokonana analiza metod oceny niezawodności działania pilota/operatora oraz oceny jego stanu psychofizycznego, w celu dokonania wyboru odpowiednich technik badawczych. Motywacją do podjęcia tematyki, dotyczącej przebiegu szkoleń lotnictwa ogólnego oraz monitorowania stanu psychofizycznego szkolonych, było zwiększenie bezpieczeństwa wykonywania lotów szkoleniowych.

Doktorantka opisała podstawowe zagadnienie badawcze na podstawie analiz stanu bezpieczeństwa w obszarze szkoleń lotnictwa ogólnego oraz działań dotyczących ograniczania liczby zdarzeń występujących w trakcie ćwiczeń szkoleniowych, przedstawiła konieczność wykonania badania w warunkach rzeczywistych. Dzięki takiej koncepcji wyniki badań umożliwiły opracowanie metody, pozwalającej na monitorowanie stanu psychofizycznego kandydata w trakcie zadań szkoleniowych. Zaproponowała również system oceniania stanu psychofizycznego szkolonych dedykowany Ośrodkom Szkolenia. Lotniczego ATO, stosowany w celu zwiększania efektywności szkoleń podstawowych w lotnictwie ogólnym.

W rozdziale drugim, **Problemy badawcze oraz cel i zakres pracy**, opisane zostały rozwiązania problemu badawczego, jakim jest obiektywizacja oceny przygotowania ucznia-pilota oraz ucznia-operatora w lotnictwie ogólnym do wykonywania samodzielnych lotów. Na podstawie przedstawionego problemu badawczego sformułowano cel pracy: *opracowanie metody pozwalającej na zwiększenie efektywności podstawowych szkoleń lotniczych za pomocą obiektywnych kryteriów oceny stanu psychofizycznego ucznia-pilota/ucznia-operatora.*

W celu osiągnięcia założonych rezultatów pracy podjęto następujące prawidłowo sformułowane zadania badawcze:

1. Analiza procesu licencjonowania pilotów oraz operatorów w lotnictwie ogólnym ze szczególnym uwzględnieniem licencji pilota turystycznego oraz świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowych statków powietrznych.
2. Analiza dostępnych metod z zakresu oceny niezawodności człowieka oraz monitorowania stanu psychofizycznego człowieka.

3. Przeprowadzenie badań na uczniach-pilotach oraz uczniach-operatorach, celem zebrania danych, dotyczących stanu psychofizycznego osób szkolonych w trakcie wykonywania zadań szkoleniowych.
4. Analiza uzyskanych wyników badań, celem wyznaczenia parametrów charakteryzujących stan psychofizyczny uczniów.
5. Opracowanie metodyki oraz koncepcji badawczej zastosowanej w metodzie.
6. Opracowanie autorskiej metody pozwalającej na zwiększenie efektywności podstawowych szkoleń lotniczych.
7. Pierwsze użycie metody w trakcie szkolenia lotniczego.

Dalszą część rozprawy doktorskiej opracowano w sposób następujący:

W etapie teoretycznym w rozdziałach 3 i 4 opisano tło zagadnienia badawczego, przeprowadzono identyfikację problemu i luk badawczych, oraz opis badań związanych z tematem pracy.

Licencjonowanie pilotów zostało opisane w rozdziale 3, **Charakterystyka szkoleń w lotnictwie ogólnym** będącym przeglądem literatury, a także analizą wytycznych do przeprowadzenia szkolenia na licencję PPL, oraz UAVO-VLOS. Doktorantka omówiła licencjonowanie pilotów w wybranych obszarach szkoleń lotniczych, oraz dokonała analizy wytycznych do programów szkoleń i egzaminów w szkoleniach podstawowych lotnictwa ogólnego. W związku z zebranymi faktami w ramach analizy wytycznych do programów szkoleń oraz egzaminów w lotnictwie ogólnym Doktorantka stwierdziła, że podstawowymi problemami w szkoleniach lotnictwa ogólnego są:

1. Zależność oceny predyspozycji i samopoczucia ucznia-operatora oraz ucznia-pilota do wykonywania poszczególnych ćwiczeń oparta na subiektywnej ocenie instruktora.
2. Subiektywna ocena wykonania przez ucznia-pilota oraz ucznia-operatora poszczególnych ćwiczeń.
3. Brak stosowania metod obiektywnych, opartych na behawiorystyce do oceny czynności wykonywanych przez uczniów-pilotów/operatorów w trakcie szkolenia.
4. Niewielka ilość czasu przeznaczona na poszczególne ćwiczenia.
5. W regulacjach prawnych nie ma informacji o możliwości dostosowania programu szkolenia do indywidualnych potrzeb i predyspozycji kandydata.

Zdefiniowane problemy pozwoliły na przeprowadzanie oceny umiejętności ucznia-pilota i ucznia-operatora przez instruktorów lotniczych oraz wyjawienie braku elastyczności w dostosowywaniu programów szkolenia pod indywidualne potrzeby kandydatów. Wyjawione zagdnienia postanowiono scharakteryzować jako te dotyczące efektywności podstawowych szkoleń lotnictwa ogólnego, która w aspekcie rozprawy dotyczy zapewniania bezpieczeństwa. Dotychczasowa analiza programów szkoleń podstawowych lotnictwa ogólnego wskazuje na potrzebę stosowania w trakcie realizacji treningu przez ucznia-pilota i ucznia-operatora metod, które umożliwią w sposób obiektywny dokonania oceny stanu psychofizycznego kandydata, co pozwoli na łatwiejsze odnajdowanie źródeł nieprawidłowości w wykonywaniu przez ucznia poszczególnych manewrów oraz dostosowanie przebiegu szkolenia do indywidualnych potrzeb kandydata.

Rozdział czwarty, **Analiza dostępnych metod z zakresu oceny niezawodności człowieka oraz monitorowania stanu psychofizycznego** poświęcony został analizie metod z zakresu oceny niezawodności, określenia stanu psychofizycznego, oraz zasad ich wielokryterialnego wyboru. Na podstawie analizy źródeł literaturowych wśród wielokryterialnych metod wspomaganie decyzji, Doktorantka przeanalizowała metody addytywne, metody analitycznej hierarchizacji, metody interaktywne oraz metody punktów referencyjnych.

W celu przeprowadzenia wielokryterialnego doboru metod do badań, wykorzystano jedną z metod addytywnych, SAW (ang. *Simple Additive Weighting Method, Prosta metoda wag addytywnych*), będącą jedną z najczęściej używanych oraz jedną z prostszych dyskretnych metod wielokryterialnego doboru. W modelowaniu preferencji Doktorantka wykorzystwała funkcję liniową, polegającą na przygotowaniu macierzy znormalizowanych ocen. Opracowane kryteria i odpowiadające im wagi zastosowane w analizie przy użyciu metody SAW zostały przedstawione w formie tabelarycznej. Analizując metody badawcze pod względem odzwierciedlenia stanu psychofizycznego, biorąc pod uwagę dokonaną analizę wielokryterialną, w tym charakterystykę poszczególnych metod oceny stanu psychofizycznego oraz analizę źródeł literaturowych, badania eksperymentalne Doktorantka przeprowadziła przy użyciu zapisu parametrów zmienności pracy serca.

W części badawczo-analitycznej w rozdziale 5 i 6 przedstawiono opis badań dotyczących stanu psychofizycznego uczniów w trakcie wykonywania lotów szkoleniowych, oraz analizę wyników badań w celu wyznaczenia parametrów charakteryzujących stan

psychofizyczny. Na podstawie uzyskanych wyników Doktorantka opracowała autorską metodę oceny stanu psychofizycznego ucznia pilota/operatora (SPU - stan psychofizyczny ucznia)

W etapie badawczym w rozdziale 5., **Badanie stanu psychofizycznego ucznia - pilota oraz ucznia - operatora** zawarto omówienie metodyki badawczej i dokładne scharakteryzowanie grup badawczych, użytej aparatury oraz przebiegu badań. Badania przeprowadzone zostały w warunkach rzeczywistych, w trakcie dwóch rodzajów szkoleń. Szkolenia do licencji UAVO w warunkach widzialności VLOS, dla lotów ze scenariuszem NSTS-01 oraz w trakcie szkolenia lotniczego do licencji pilota turystycznego (PPL(A)).

Każde z badań składało się z trzech etapów. Etap pierwszy obejmował wypełnienie przez osobę badaną kwestionariusza osobowego. Drugi etap stanowił pomiar referencyjny, wykonywany w trakcie spoczynku ucznia-operatora lub ucznia-pilota. Ostatnim etapem były pomiary wykonywane w trakcie odbywania szkolenia lotniczego. Na podstawie wykonanych pomiarów do przeprowadzenia obliczeń wykorzystano analizę czasową oraz nieliniową.

W etapie badawczym w rozdziale 6., **Próba obiektywizacji uczniów w podstawowych szkoleniach lotnictwa ogólnego**, W niniejszym rozdziale został przedstawiony sposób przeprowadzania badania w trakcie szkolenia, została zaproponowana aparatura badawcza oraz przedstawiony opracowany model, który w łatwy sposób może być wykorzystywany przez instruktorów w trakcie szkolenia lotniczego. Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz Doktorantka opracowała metodykę oceny stanu psychofizycznego ucznia-pilota oraz ucznia-operatora, która może być wykorzystywana przez Ośrodki Szkolenia Lotniczego w ramach przeprowadzanych podstawowych szkoleń w lotnictwie ogólnym. Podstawą wykorzystania metodyki oceny stanu psychofizycznego uczniów jest wprowadzenie do użytkowania w trakcie szkoleń aparatury dokonującej pomiaru parametrów zmienności rytmu serca HRV(ang. *Heart Rate Variability* – zmienność rytmu serca/częstotliwość pracy serca). Przy wykorzystaniu opracowanych w poprzednim rozdziale układów odniesienia (zakresów) instruktor może dokonać oceny stanu psychofizycznego ucznia. W ramach uproszczenia przeprowadzania procesu oceny opracowano kolejny dedykowany model, pozwalający na szybką ocenę zgodności z opracowanymi układami odniesienia w przypadku stanu psychofizycznego ucznia. Opracowany model opiera się na analizie jakościowej, do której wykorzystano dane z badań ilościowych, przeprowadzonych w ramach niniejszej rozprawy. Dzięki pominięciu niektórych wartości, model charakteryzuje



się mniejszym poziomem skomplikowania, co w przypadku opracowanej metody ma istotne znaczenie, ze względu na potrzebę wykorzystywania jej w trakcie lotów przez instruktorów. Opracowany model SPU stanowi podstawę do przygotowania pełnego algorytmu aplikacji i może być jednocześnie wykorzystywany do badań nad uczniami-pilotami oraz uczniami-operatorami. Na podstawie przeprowadzonych analiz oraz opracowanego modelu SPU Doktorantka proponuje usprawnienie podstawowych szkoleń lotnictwa ogólnego o wprowadzenie metody oceny stanu psychofizycznego ucznia-pilota i ucznia-operatora (metoda SPU). Zgodnie z założeniami pracy doktorskiej propozycja może być przedstawiona dla szkolenia do świadectwa kwalifikacji UAVO, uprawniającego do wykonywania lotów w zasięgu wzroku oraz dla licencji PPL(A). Zaproponowane rozwiązanie przeznaczone może być wykorzystywane w ośrodkach kształcenia lotniczego i używane przez instruktorów w trakcie praktycznego szkolenia. Wprowadzenie metody do szkolenia lotniczego powinno nastąpić po odbyciu przez ucznia-pilota kilku godzin lotów, ale przed pierwszym lotem samodzielnym, tak aby sprawdzić stan psychofizyczny w trakcie wykonywania poszczególnych ćwiczeń. Wykorzystanie opracowanej metody związane jest również z modyfikacją tradycyjnego programu szkolenia. W celu sprawdzenia funkcjonalności proponowanej metody SPU oraz opracowanego modelu, przeprowadzono badania walidacyjne w warunkach szkolenia praktycznego realizowanego w ramach zintegrowanego szkolenia. Proponowana metoda SPU wraz z systemem oceniania pozwoli na wcześniejsze wykrycie problematycznych ćwiczeń dla danego ucznia i skupienie się instruktora na doskonaleniu konkretnych umiejętności. Modyfikacja programu pod indywidualne potrzeby ucznia, spowoduje efektywniejsze wykorzystanie godzin szkolenia praktycznego oraz zmniejszy jego koszty.

Ważnym wnioskiem niniejszej rozprawy jest sformułowanie zaleceń oraz potencjalnego wpływu opracowanej metody SPU i proponowanego systemu oceniania na efektywność podstawowych szkoleń lotnictwa ogólnego, szczególnie w aspekcie bezpieczeństwa operacji lotniczych. Potencjalny wpływ zostanie oceniony ze względu na aspekt bezpieczeństwa lotów szkoleniowych, który dodatkowo determinuje zasadność wprowadzenia metody do Ośrodków Szkolenia Lotniczego. Na podstawie przeprowadzonych badań, dotyczących pierwszego użycia metody oraz opracowanej propozycji usprawnienia szkoleń podstawowych lotnictwa ogólnego sformułowano następujące zalecenia dla certyfikowanych Ośrodków Szkolenia Lotniczego:

1. Zgłaszanie wszystkich zdarzeń lotniczych występujących w trakcie lotów szkolnych.

2. Monitorowanie zdarzeń lotniczych występujących w trakcie lotów szkolnych, szczególnie tych z instruktorem na pokładzie.
3. Dokładna analiza zaistniałych zdarzeń oraz wprowadzanie działań prewencyjnych.
4. Poszerzenie zagadnień dotyczących czynnika ludzkiego w trakcie realizacji przez uczniów teoretycznej części szkolenia o wiadomości z zakresu świadomości sytuacyjnej i reakcji na zdarzenia niepożądane pojawiające się w trakcie wykonywania operacji lotniczych.
5. Wdrożenie do praktycznego szkolenia lotniczego obiektywnej metody oceny stanu psychofizycznego ucznia – opracowana metoda SPU.
6. Wdrożenie do praktycznego szkolenia lotniczego debriefingu, polegającego na analizie z uczniem nie tylko podstawowych parametrów lotu ale również jego stanu psychofizycznego podczas wykonywanych ćwiczeń. Wykorzystując dane z pomiarów przeprowadzonych przy użyciu metody SPU.
7. Umożliwienie wprowadzania przez instruktorów indywidualnych zmian w praktycznej części szkolenia lotniczego – tj. rozszerzenie zakresu godzinowego dla danego ucznia, w przypadku braku pewności, dotyczącej prawidłowości podejmowanych przez niego działań w trakcie operacji lotniczej.
8. Wprowadzenie dodatkowych szkoleń z zakresu świadomości sytuacyjnej oraz obiektywnej oceny predyspozycji ucznia do wykonania ćwiczeń szkoleniowych dla zatrudnionych instruktorów oraz kadry kierowniczej i zarządzającej.

Biorąc pod uwagę przedstawione w niniejszym rozdziale rozważania należy przypuszczać, że opracowana metoda SPU razem z dedykowanym system oceniania wpłynie pozytywnie przede wszystkim na bezpieczeństwo operacji lotniczych w lotnictwie ogólnym. Sformułowane rozwiązania, takie jak opracowana metoda SPU, razem z propozycją usprawnienia podstawowych szkoleń lotniczych mogą znaleźć zastosowanie w certyfikowanych ośrodkach szkolenia lotniczego, aby zwiększyć efektywności szkoleń lotniczych i wyszkolenia licencjonowanego pilota przygotowanego do prawidłowego wykonywania operacji lotniczych, świadomego własnych ograniczeń oraz reakcji na poszczególne zdarzenia, mające wpływ na bezpieczeństwo lotów.

Po opracowaniu pełnego algorytmu działania wraz z aplikacją i wdrożeniu metody SPU do obszaru podstawowych szkoleń lotniczych jej stosowanie będzie bardzo łatwe i pomoże instruktorom w dokonywaniu oceny stanu psychofizycznego uczniów przed wykonaniem lotów szkolnych oraz w ich trakcie. Automatyczne przetworzenie danych

oraz uzyskanie konkretnego wyniku w krótkim czasie nie będzie zakłócało przebiegu szkolenia i może pozytywnie wpłynąć na jego efektywność.

Opracowana metoda SPU wraz z zaleceniami stanowi odpowiedź na liczne problemy i pytania, które są stawiane przed certyfikowanymi ośrodkami i może w znaczący sposób wpłynąć na efektywność i bezpieczeństwo realizowanych szkoleń.

Część siódma podsumowująca, **Zakończenie**, zawiera wnioski poznawcze i użytkowe dotyczące możliwości wykorzystania w szkoleniu lotniczym autorskiej metody SPU i jej integracji z programami szkolenia lotniczego, weryfikację tez pracy i hipotez badawczych, ocenę wypełnienia luk badawczych, opis problemów wynikłych podczas realizacji pracy oraz kierunki dalszych badań. Praca zakończona jest podsumowaniem, syntezą oraz wnioskami końcowymi wynikającymi z zaproponowanego metodycznego podejścia do badanego zagadnienia i przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu oraz zrealizowanego procesu badawczego. Jednym ze sposobów zwiększania efektywności szkoleń podstawowych mogą być działania wpływające pozytywnie na stan bezpieczeństwa w operacjach lotnictwa ogólnego. *Jako przykład takiego działania, stanowiący jednocześnie problem badawczy niniejszej dysertacji, podjęto opracowanie obiektywnej metody oceny stanu psychofizycznego uczniów w trakcie podstawowych szkoleń lotniczych oraz zaproponowano jej praktyczne wdrożenie razem z systemem oceniania i sformułowano zalecenia dla certyfikowanych ośrodków szkolenia lotniczego.* Na podstawie przeprowadzonych analiz przyjęty cel pracy: opracowanie metody pozwalającej na zwiększenie efektywności podstawowych szkoleń lotniczych za pomocą oceny stanu psychofizycznego ucznia-pilota/ucznia-operatora został zrealizowany.

Podjęte w pracy doktorskiej rozważania teoretyczne oraz analityczne pozwalają stwierdzić, że wdrożenie opracowanej metody SPU oraz proponowanego systemu oceniania powinno wpłynąć pozytywnie na efektywność podstawowych szkoleń lotnictwa ogólnego przede wszystkim w aspekcie bezpieczeństwa operacji lotniczych. Wdrożenie zaproponowanych zmian może doprowadzić do zwiększenia efektywności jakości szkoleń lotnictwa ogólnego.

Praca doktorska mgr inż. Marty Maciejewskiej stanowi badawcze - analityczno - metodyczne i opisowe opracowanie systemu kompleksowego podejścia z wykorzystaniem wielokryterialnej analizy systemowej do optymalizacji wybranych zagadnień podstawowego szkolenia lotniczego. Jest nowoczesnym kierunkiem badań przedstawionym przez Doktorantkę, może stanowić podstawę do opracowania pomocy dydaktycznych, instrukcji i podręczników oraz zbiorów zadań i ćwiczeń dla słuchaczy kierunków lotniczych uczelni

politechnicznych. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania potwierdzają tezę pracy doktorskiej a ponadto wyznaczają nowe kierunki badań.

Na uznanie zasługują walory tematyki zaprezentowanej w pracy doktorskiej uwzględniające opracowanie zgodnie z koncepcją rozwoju dydaktyki i psychologii lotniczej oraz realizację koncepcji U-space, zakładającej bezpieczną i efektywną integrację lotnictwa załogowego i bezzałogowego.

### 3. Uwagi

W trakcie czytania pracy dostrzeżono drobne nieścisłości, błędy językowe i literowe, co w **żadnym stopniu** nie umniejsza merytorycznej wartości wyników osiągniętych przez Doktorantkę. Wszystkie uwagi i wątpliwości zostały omówione, wyjaśnione, zaakceptowane oraz uwzględnione przez Doktorantkę.

Jednym z wniosków Doktorantki wynikającym z niniejszej rozprawy jest wprowadzenie na podstawie przeprowadzonych badań, dotyczących pierwszego użycia metody SPU, zalecenia dla Ośrodków Szkolenia Lotniczego: **"Wdrożenie do praktycznego szkolenia lotniczego obiektywnej metody oceny stanu psychofizycznego ucznia – opracowana metoda SPU"**.

Pragnę przypomnieć iż pierwotnym źródłem wymagań dla systemu szkolenia i licencjonowania personelu lotniczego, klasyfikacji licencji i uprawnień, zasad certyfikacji ośrodków szkolenia i urzędzeń treningowych, **określenia zdolności psychofizycznej i zdrowia oraz wieku, wiedzy, praktyki i umiejętności kandydatów i członków personelu lotniczego**, jest Załącznik 1. do Konwencji chicagowskiej (ICAO). Szkolenie teoretyczne i szkolenie praktyczne kandydatów musi odbywać się w środowiskach certyfikowanych i nadzorowanych przez Władzę Lotniczą (ULC) ośrodkach szkolenia lotniczego (ATO). Wymagania stawiane organizacjom szkolącym w zakresie wszystkich kategorii licencji Part-FCL zostały określone w tzw. Part-OR. Zgodnie z ich zapisami, wszystkie organizacje szkolące w zakresie licencji LAPL, PPL, CPL, ATPL oraz uprawnień na typ oraz IR, muszą być certyfikowane przez Władzę Lotniczą. Certyfikacji i nadzorowi podlega organizacja szkoleń, urzędzenia szkoleniowe, w tym symulatory lotu, kwalifikacje kadry zarządzającej oraz wykładowców i instruktorów, a także **metody prowadzenia szkoleń i nadzorowania postępów szkolonych pilotów**.

W celu wykazania użytecznych wartości pracy doktorskiej, poproszono Doktorantkę o udzielenie odpowiedzi na następujące pytania:


1. Proszę przedstawić możliwość wykorzystania programu oceny SPU w formie aplikacji na Smartfona.
2. Proszę omówić w jaki sposób programu oceny SPU będzie można wprowadzić do ATO?
3. Jakie główne czynniki psychofizyczne wpływają na różnice w selekcji i szkoleniu praktycznym między pilotami załogowych statków powietrznych, a pilotami BSP?

#### **4. Podsumowanie**

Doktorantka dokonała szczegółowej analizy literatury przedmiotu i na podstawie własnych doświadczeń, badań i analiz sformułowała w swojej pracy podstawowe zagadnienie badawcze, którego słuszność w pełni została potwierdzona przeprowadzonymi badaniami i analizą literatury przedmiotu oraz opracowaniami modelami, wnioskami i zaleceniami. Przeprowadzone przez Doktorantkę analizy i badania świadczą o Jej umiejętnościach w prowadzeniu badań na wysokim poziomie naukowym, zaś wnioski końcowe pracy wskazują na nowe kierunki badań służące ocenie SPU i wykorzystaniu modeli - aplikacji w celu uzyskania wzrostu optymalizacji, efektywności i bezpieczeństwa w podstawowym szkoleniu lotniczym. Rozszerzenie prac możliwe jest także w aspekcie zastosowania innych metod obiektywnej oceny stanu psychofizycznego pilota/operatora, w ramach analizy wielokryterialnej. Wprowadzenie nowych metod monitoringu do opracowanej metodyki i uwzględnienie wyników pomiarów w opracowanym modelu SPU, oraz rezultatów badań i testów psychologicznych pozwoli stworzyć obiektywny, kompleksowy i niepodważalny system oceny uczniów w trakcie praktycznego szkolenia lotniczego, może znacząco zwiększyć efektywność i bezpieczeństwo szkolenia lotniczego.

*Reasumując, uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Marty Maciejewskiej pt.: "Zwiększanie efektywności szkoleń w lotnictwie ogólnym za pomocą autorskiej metody oceny stanu psychofizycznego kandydata" w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574, z późn. zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony*

Uważam osiągnięcia zaprezentowane w rozprawie doktorskiej za ważne i możliwe do zastosowania w praktyce, przy spełnieniu uwarunkowań certyfikujących program do oceny SPU. Praca stanowi kompendium wiedzy nowoczesnego modelowania, a rozwiązane przez Doktorantkę problemy teoretyczne potwierdzone analizami, badaniami i opracowaniem modeli użytkowych nadają recenzowanej pracy charakter poznawczy z dużym potencjałem rozwojowym.



Leszek CWOJDZIŃSKI

dr hab. inż. pil.