

Opinia

o dorobku naukowym i wdrożeniowym

dra inż. Mariusza Krawczyka

z Instytutu Lotnictwa w Warszawie

Opinię opracowano na potrzeby przewodu habilitacyjnego dra Krawczyka na podstawie pisma Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej z dn. 12.05.2014 i w oparciu o dostarczone materiały.

Do oceny przedstawiono następujące materiały:

- Życiorys,
- Rozszerzony autoreferat: *Technika modelowania i sterowania w lotnictwie lekkim i bezzałogowym (wybrane zagadnienia)*;
- Dorobek naukowo-badawczy, wdrożeniowy i dydaktyczny;
- Wykaz jednostek przemysłowych, badawczych i naukowych, z którymi Kandydat współpracował;
- Wykaz osiągnięć w pracy naukowo-badawczej.

1. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Mariusz Krawczyk ukończył Wydział Mechaniki Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej w 1983 r. Po studiach został przyjęty na stanowisko asystenta do Zakładu Osprzętu Lotniczego i Satelitarnego w Instytucie Lotnictwa w Warszawie, gdzie pracuje do chwili obecnej realizując kolejne etapy kariery zawodowej.

Po kilku latach pracy, pod kierunkiem prof. Janusza Morawskiego, przygotował rozprawę doktorską pt. „*Sterowanie ruchem kabiny symulatora lotu w świetle analizy percepcji bodźców ruchowych przez człowieka*”, którą obronił w dyscyplinie *budowa i eksploatacja maszyn* w 1987 r. na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. W tymże roku awansował w Instytucie Lotnictwa na stanowisko adiunkta. W następnych latach uzupełniał swoje

wykształcenie kończąc szkolenia dotyczące zarządzania gospodarką, np. kurs „Zarządzanie Przedsiębiorstwem w Gospodarce Rynkowej”, czy uzyskując Międzynarodowy Certyfikat PRINCE 2 Foundation świadczący o przygotowaniu do kierowania zaawansowanymi projektami międzynarodowymi w zakresie R+D. Posiada również koncesję do kierowania i wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania oraz obrotu materiałów i technologii o przeznaczeniu wojskowym lub policyjnym.

2. Działalność organizacyjna i dydaktyczna

Habilitant od wielu lat angażuje się organizacyjnie w prowadzenie dużych projektów badawczych. Wynika to z charakteru pracy w instytucie przemysłowym i z pozycji, którą w nim zajmuje. Już w roku 1989 został kierownikiem Pracowni Awioniki, a od 2012 r. jest Liderem d/s. Awioniki Instytutu Lotnictwa (Ilot). Jego zadaniem jest koordynacja wszystkich projektów z osprzętu lotniczego prowadzonych w ILot i przestrzeganie zgodności ich rezultatów z międzynarodowymi przepisami lotniczymi.

W 1990 r. zainicjował prace nad pierwszym w Polsce samolotem bezzałogowym SOWA do rozpoznania taktycznego, który był realizowany w ramach krajowego konsorcjum (Ilot, Państwowy Instytut Telekomunikacji, Politechnika Rzeszowska, Państwowe Zakłady Lotnicze Mielec).

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku uczestniczył jako wykonawca i współorganizator w kilku krajowych konsorcjach badawczych, a w kolejnym okresie przeniósł swoją aktywność na szczebel europejski. Imponująca jest liczba instytucji i przedsiębiorstw, z którymi Habilitant współpracował lub współpracuje. W kraju, obok wyżej wyszczególnionych, są to między innymi środowiska techniki lotniczej i kosmonautycznej z Politechniki Warszawskiej, Politechniki Radomskiej, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej, Akademii Obrony Narodowej, Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz środowiska inżynierskie z takich zakładów jak: PZL EADS, Wojskowe Zakłady Lotnicze nr 1 i nr 2. Z firmą Airpol realizował projekty z zakresu systemów sterowania zasobników szybujących, a z firmami Eurotech i Aero-Kros projekty awioniczne i układy sterowania bezzałogowych samolotów. **Kandydat jest więc doskonale znany i ceniony przez środowiska zajmujące się techniką lotniczą.**

Współpracę międzynarodową rozpoczął w 2006 roku, dołączając do konsorcjów realizujących w ramach 6 Programu Ramowego Unii Europejskiej projekty SOFIA (*Safe Automatic Flight Back and Landing of Aircraft*) oraz DRESS (*Distributed and Redundant Electrical Nose Gear Steering System*). W ramach pierwszego z tych projektów kierował polskim zespołem badawczym i współpracował z innymi członkami konsorcjum: ISDFE z Hiszpanii, SkySoft Portugal z Portugalii, Alenia SIA oraz Galileo Avionica z Włoch, Thales Avionics z Francji, Diamond Aircraft z Wielkiej Brytanii oraz Deutsche Flugsicherung z Niemiec. Ostatnio, w 2012 r., włączył się do prac projektowo-badawczych w ramach projektu europejskiego Clean Sky II, głównie we współpracy z firmą Sikorsky, oraz do prac realizowanych w ramach kontraktu zawartego przez Instytut Lotnictwa z Airbus Military. **Jego współpracę międzynarodową można więc uznać za wyróżniającą.**

Ze względu na charakter pracy Kandydat nie prowadził regularnych zajęć ze studentami. Natomiast opiekował się kilkunastoma studentami z Wojskowej Akademii Technicznej i Politechniki Warszawskiej przebywających na praktykach zawodowych w Instytucie Lotnictwa w różnych okresach Jego pracy zawodowej. Ponadto angażował się w warsztaty naukowe prowadzone przez Jego opiekuna prof. J. Morawskiego na Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie. Tam prezentował swoje wyniki modelowania funkcji psychomotorycznych i biomechanicznych człowieka (sportowca) oraz projektowane symulatory: skoku o tyczce, skrętu narciarskiego czy ruchu żaglowców i taktyk żeglarskich.

Ponadto Kandydat był przez 4 lata członkiem Rady Naukowej Instytutu Lotnictwa, współpracuje z Agencją Poszanowania Energii jako niezależny ekspert, bierze udział w grupie eksperckiej przy Prezesie Urzędu Lotnictwa Cywilnego do spraw techniki bezzałogowej.

3. Działalność naukowo-badawcza

Na bazie rozszerzonego (41 stron) autoreferatu pt.: *Technika modelowania i sterowania w lotnictwie lekkim i bezzałogowym (wybrane zagadnienia)* i zbioru artykułów mogę stwierdzić że działalność naukowa Habilitanta koncentrowała się na następującej tematyce.

- Modelowanie obiektów latających na potrzeby ich sterowania i nawigacji.
- Projektowanie układów sterowania i systemów awionicznych dla różnych obiektów lotniczych.

- Projektowanie systemów bezzałogowych z uwzględnieniem bezpieczeństwa lotu, niezawodności bezzałogowych aparatów oraz autonomii wykonywanych zadań.
- Inne zagadnienia według potrzeb Instytutu Lotnictwa i własnych zainteresowań.

Modelowanie obiektów latających należy do zakresu tematycznego mechaniki lotu. Już na potrzeby pracy dyplomowej na Wydziale MEiL Politechniki Warszawskiej opisał pierwszy model – model dynamiki samolotu TU-134. Następnie wyprowadzał (sam lub zespołowo) równania ruchu innych obiektów: samolotów załogowych: TS-11 Iskra, I-22 Iryda, I-23 Manager, samolotów bezzałogowych: Sowa, Ćma, zasobnika szybującego: Szerpa, jachtów regatowych: Finn, Tornado oraz poduszkowca: PRP-560. Modele te służyły do różnych celów, dlatego też poziom ich skomplikowania był różny. Ruchy obiektów były opisywane jako ruch punktu materialnego (model BADA), bryły sztywnej, a nawet jako układy wielobryłowe (bezzałowiec ze spadochronem). Do opisu matematycznego Habilitant wykorzystywał zarówno formalizm Newtona-Eulera, formalizm Boltzmann-Hamela jak i opis kwaternionowy.

Do systemów awionicznych zaliczyć należy zarówno układy sterowania i nawigacji obiektami lotniczymi, systemy uzbrojenia, systemy komfortu pokładowego jak i stacje naziemne oraz symulatory lotu. We wszystkich tych dziedzinach Habilitant ma swój udział jako projektant i badacz. Należy pamiętać, że awionika pod względem sprzętowym i możliwościami programowymi ulega szybkim przekształceniom i modyfikacjom. Wiele więc problemów, które Kandydat rozwiązywał kilkanaście lat temu są obecnie traktowane jako nieistotne, gdyż ich rozwiązania są dostępne handlowo. Tym nie mniej ówczesne doświadczenia można wykorzystywać i są wykorzystywane w rozwiązywaniu nowo pojawiających się problemów. I tak na przykład Habilitant zajmował się problematyką planowania bezpiecznej misji bezzałogowego samolotu poruszającego się w strefie obrony przeciwlotniczej. Na potrzeby sterowania i nawigacji samolotu I-22 Iryda brał udział w konstruowaniu wskaźnika mapowego, który następnie został zastosowany w *glass cockpit* opracowanym przez Wydział Cybernetyki WAT oraz w symulatorze lotu samolotu TS-11 Iskra dla firmy IDS PZL.

Przy realizacji międzynarodowego projektu SOFIA pracował nad systemem zapobiegającym czy też uniemożliwiającym uprowadzenie samolotu przez

terrorystów. Według koncepcji systemu FRF, którego był współautorem, jego uruchomienie służy do w pełni autonomicznego, przez przymusowe wyeliminowanie oddziaływania załogi na układ sterowania, powrotu samolotu na wyznaczone przez system lotnisko. Po zainstalowaniu systemu na samolocie I-23 Manager został on przetestowany w Instytucie Lotnictwa. Uzyskane przy realizacji projektu SOFIA doświadczenie badawcze w zakresie bezpieczeństwa lotu pozwoliło Mu włączyć się w kolejny program międzynarodowy Clean Sky II, gdzie zajmuje się bezpieczeństwem lotu samolotów klasy General Aviation. Jego zadanie polega na współpracy z PZL Mielec Sikorsky przy projektowaniu i testowaniu zaawansowanego autopilota, który zostanie zainstalowany na samolocie PZL M-28 Bryza.

Wśród innych zadań badawczych, którymi Habilitant się zajmował wymienić można:

1. Modelowanie percepcji bodźców ruchowych przez człowieka – modele zostały wykorzystane przede wszystkim w różnego rodzaju symulatorach.
2. Programowanie ruchu samolotu po zadanych punktach drogi z uwzględnieniem omijania przeszkód.
3. Integracja systemów pomiarowych na potrzeby diagnostyki medycznej.
4. System wizyjny umożliwiający obserwację desantu ze śmigłowca.
5. Projektowanie układu sterowania dla stanowiska badań nowego typu podwozi.

Pomimo wielu użytecznych rozwiązań technicznych które opracował - Kandydat nie wykazał *explicite* w dostarczonej dokumentacji, że pozyskał patenty krajowe, międzynarodowe, wzory użytkowe czy przemysłowe. Jedynie w jednym miejscu wspomina o udziale w wystawie międzynarodowej. Nie wiem czy był to wynik lekceważenia ochrony swoich i Instytutowych osiągnięć czy nie uznał za konieczne o takich osiągnięciach wspomnieć.

W całym okresie pracy zawodowej dr inż. Mariusz Krawczyk opublikował 35 prac w czasopismach i 4 w materiałach konferencyjnych, w tym 9 prac samodzielnie. Ponadto wygłosił 40 niepublikowanych referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Z powyższych - tylko 5 pozycji zostało wykonanych przed obroną pracy doktorskiej. W okresie po doktoracie do najważniejszych prac zaliczyć należy 4 artykuły (w tym 1 samodzielnie) w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (*Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, *Journal on Maintenance and Reliability*), 3 w czasopismach i monografiach zagranicznych (*Modeling Simulation and Control of Nonlinear Engineering Dynamical Systems* – Springer, *International Review of Mechanical Engineering -Praise Worthy Prize* –

Naples, *Transport* -Vilnius) oraz 28 w Zeszytach Naukowych polskich uczelni i instytutów badawczych. Wszystkie wymienione pozycje podlegały procesowi recenzowania przez specjalistów z dziedziny lotnictwa i kosmonautyki. **Jest więc dobrze znany i uznany w stosownym środowisku naukowym, co potwierdza powoływanie go na recenzenta artykułów i referatów z tematyki lotniczej.**

4. Osiągnięcia projektowe i wdrożeniowe

Proces projektowania i wdrażania swoich rozwiązań do różnych dziedzin życia powinien być nieodłączną częścią oceny Kandydata do stopni naukowych z dziedziny nauk technicznych. Podczas projektowania Kandydat może wykazać się szeroką wiedzą inżynierską, znajomością praw fizyki i umiejętnościami twórczego przetworzenia tej wiedzy w nowe rozwiązania techniczne. Natomiast metodą oceny prowadzonych przez niego badań i tworzenia przyczynków matematycznych może być konfrontacja modeli z rzeczywistością podczas badań laboratoryjnych, a jeszcze lepiej - przez analizę uzyskanych wdrożeń. Szczególnie uzasadnionym jest taki sposób oceny pracowników instytutów przemysłowych. Dlatego ocenę działalności projektowo-wdrożeniową część w tym przypadku wydzieliłem w postaci osobnego punktu.

Praktycznie od początku pracy w Instytucie Lotnictwa dr inż. Mariusz Krawczyk intensywnie angażował się w projekty badawcze realizowane nie tylko na rzecz Komitetu Badań Naukowych, ale i w projekty o charakterze aplikacyjnym dla krajowego i międzynarodowego przemysłu. Ogółem od 1996 roku był autorem lub współautorem ponad 60 raportów z przeprowadzonych badań zarówno eksperymentalnych jak i wdrożeniowych. Raporty te nie są publikowane, a jedynie są przeznaczone dla użytku Zamawiającego.

Na rzecz KBN dr Krawczyk realizował ostatnio takie tematy jak: *Autonomiczny układ antykolizyjny przeznaczony dla bezzałogowych środków latających wykorzystujący aktywną metodę teledetekcji obiektów; Latający obserwator terenu; Bezinwazyjny system rozproszony do kompleksowych badań screeningowych zespołu bezdechu podczas snu; Dynamika i sterowanie układów mechanicznych o ruchu programowym niepełnym.* Na potrzeby przemysłu zrealizował projekty: *Automatyzacja trymera steru kierunku samolotu PZL-130 Orlik TC; System wizyjny stanowiska desantowego CW-6300 dla śmigłowców Mi-17 i Mi-18; Wskaźnik*

mapowy instruktora symulatora samolotu szkolnego TS-11 Iskra. Ponadto, jak już wspomniano, był lub jest zaangażowany w duże projekty międzynarodowe SOFIA, DRESS oraz krajowe - związane z bezzałogowymi obiektami latającymi.

Należy podkreślić wielodyscyplinowość przedstawionych do opinii prac Habilitanta (publikowanych i niepublikowanych). Aby zrealizować badania Autor musiał korzystać z takich dziedzin wiedzy jak: konstrukcja i dynamika maszyn, aerodynamika i mechanika lotu, teoria sterowania, elektrotechnika, przetwarzanie sygnałów, informatyka, elektronika i energoelektronika, metody identyfikacji. Wiedzą tą posługiwał się racjonalnie i na takim poziomie, który był niezbędny do rozwiązania postawionych zadań badawczych. Należy również wspomnieć o niezwykle szerokiej gamie środków i narzędzi, które Habilitant wykorzystał w swojej pracy. Są to liczne środowiska programowe jak: MES, Matlab/Simulink/ Real Time Workshop, Control Toolbox, , AutoCad, a także cyfrowe rozwiązania sprzętowe takie jak karty dSPACE, RT-DAC USB, National Instruments PCI-6259 czy procesory sygnałowe. Ponadto w badaniach eksperymentalnych stosował różnorodną aparaturę poczynając od sensorów w postaci przyspieszeniomierza trójosiowego, giroskopów, radarów czy kamery termowizyjnej, a kończąc na analizatorach sygnału, rejestratorach i różnego rodzaju miernikach elektrycznych. Wiele z rozwiązań programowych i sprzętowych jest autorstwa Habilitanta, np. wskaźnik mapowy, system planowania lotu w terenie zagrożenia, system antyterrorystyczny czy metoda badania niezawodności lotu, które są oryginalnymi rozwiązaniami technologicznymi. Warto podkreślić, że przy współczesnym poziomie techniki o pozycji i możliwościach badacza obok wiedzy teoretycznej decydują w równej mierze jego umiejętności posługiwania się zarówno aparaturą badawczą jak i dostępnym oprogramowaniem. Obie te umiejętności dr Krawczyk posiada na wysokim poziomie.

Wśród znaczących osiągnięć Kandydata można wyróżnić:

- Dopasowywanie różnych metod modelowania (szczególnie obiektów latających) do zadań stawianych tym modelom;
- Potraktowanie układów awioniki jako systemu, który należy projektować kompleksowo, uwzględniając jego cechy geometryczne, fizyczne i funkcjonalne. Tym samym, zastosowanie podejścia mechatronicznego do rozwiązania zadań stojących przed projektantem układu, na przykład, zastosowanie zautomatyzowanego systemu pomiarowego pozwalającego na wykonanie manewru startu i lądowania w trybie autonomicznym.

- Zebranie i uporządkowanie pełnej wiedzy niezbędnej dla stworzenia systemów zapewniających bezpieczny i niezawodny lot różnych obiektów.
- Umiejętne i twórcze zastosowanie wielu współczesnych metod sterowania w układach awionicznych. Porównanie ich działania w oparciu o przyjęte kryteria. Do tych kryteriów zaliczyć należy czas przetwarzania sygnałów nie tylko w sterowniku ale w całym obwodzie regulacyjnym oraz odporność układu na zaburzenia i zmiany parametrów obiektu.
- Przeprowadzenie pełnego cyklu badań w przypadku rozważanych problemów poprzez realizację szeroko zakrojonych badań analitycznych, symulacyjnych i eksperymentalnych. Opracowanie eksperymentalnych metod badawczych. Habilitant stworzył w ten sposób podstawy do optymalizacji konstrukcji układów awionicznych pod kątem różnych zastosowań.
- Twórcze wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań eksperymentów i metod realizacji celem wskazania drogi ich dalszego doskonalenia.

Za osiągnięcia naukowo-badawcze i projektowo-wdrożeniowe Habilitant otrzymał indywidualnie i zespołowo 8 nagród od Rady Naukowej i Dyrektora Instytutu Lotnictwa. Ponadto w 2011 r. został wyróżniony Medalem za Długoletnią Służbę.

Wymienione osiągnięcia świadczą o znaczącej pozycji naukowej Habilitanta i uważam je za wystarczające do awansu naukowego.

5. Wniosek końcowy

Zgodnie z ustawą o z dn.14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym do postępowania habilitacyjnego może być dopuszczona osoba, która posiada stopień naukowy doktora, osiągnięcia naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej w postaci:

- dzieła opublikowanego w całości lub zasadniczej części, lub jednotematycznego cyklu publikacji,
 - zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego,
 - części pracy zbiorowej, jeśli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
- oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową.

Niestety, Habilitant nie wskazał w sposób jednoznaczny ściśle określonych dzieł spełniających któryś z określonych wyżej warunków, a przedstawił całokształt swoich osiągnięć. Dlatego ja sam wybrałem z jego badań tę część Jego dorobku, którą uznałem za najważniejszą i wnoszącą znaczący wkład do badań nad przyszłością lotnictwa zarówno cywilnego jak i wojskowego. Tą tematyką jest szeroko rozumiane bezpieczeństwo lotu zarówno dużych samolotów komercyjnych, małych samolotów klasy *General Aviation* czy samolotów bezzałogowych. Tą tematyką zajmował się zarówno podczas realizacji projektów międzynarodowych SOFIA, Clean Sky II, jak i w roli eksperta zespołu powołanego przez Prezesa ULC celem opracowania przepisów dopuszczających bezzałogowce do użytkowania w cywilnej przestrzeni powietrznej. Dziełem prezentującym dorobek w tej dziedzinie są publikacje oznaczone w autoreferacie numerami [lit.1-7] oraz raporty projektów międzynarodowych [pm.1-2].

Bogata działalność teoretyczna, projektowa i eksperymentalna dra inż. Mariusza Krawczyka w zakresie budowy i badania układów awionicznych dotyczących sterowania, nawigacji i bezpieczeństwa obiektów latających, a w szczególności bezzałogowych statków powietrznych znalazła swoje odzwierciedlenie w przedstawionym Wysokiej Radzie rozszerzonym autoreferacie i dostarczonych publikacjach. Na podstawie dostarczonych materiałów przez Habilitanta oraz przedłożonej rozprawy habilitacyjnej uważam, że:

- dorobek naukowy dra Krawczyka wypracowany po uzyskaniu doktora nauk technicznych wskazuje na jego znaczący twórczy wkład do rozwoju nauki w zakresie projektowania i badania systemów awionicznych, zwłaszcza układów sterowania, nawigacji i bezpieczeństwa bezzałogowych aparatów;
- dorobek organizacyjny, dydaktyczny, projektowy i wdrożeniowy jest istotny i znaczący;
- rozmiar współpracy z krajowymi przedsiębiorstwami, instytucjami i uczelniami oraz zakres współpracy międzynarodowej wskazują na dobrą pozycję Kandydata w środowiskach techniki lotniczej;
- poziom publikacji z zakresu układów sterowania, nawigacji i bezpieczeństwa spełnia wymagania stawiane dorobkowi naukowo-badawczemu przez stosowną *Ustawę „O tytule naukowym i stopniach naukowych”*.

Wnoszę o dopuszczenie dra inż. Mariusza Krawczyka do dalszego postępowania habilitacyjnego przed Radą Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

J. Ciesiel