

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 16.12.2016
WM/6/588/16

Prof. dr hab. inż. Tomasz Topoliński
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Zakład Inżynierii Biomedycznej
Bydgoszcz

Bydgoszcz, dn. 30.11.2016 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i zawodowego stanowiących podstawę do ubiegania się przez

dr. inż. Sebastiana Głowińskiego

o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych.

1. Podstawa zlecenia

Recenzja została wykonana na zlecenie z dnia 28.09.2016 r. Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej prof. dr. hab. inż. Błażeja Bałasa na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-7379/2016 z dnia 09 września 2016 roku.

2. Podstawa recenzji

- Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2014 r. poz. 1852 ze zm.)
- Rozporządzenie MNiSzW z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
- zalecenia Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów

3. Dokumentacja

Otrzymana wraz ze zleceniem dokumentacja w formie papierowej i elektronicznej zawiera wszystkie te elementy, które umożliwiają wykonanie wymaganej recenzji. Ich analiza pozwala stwierdzić, że dorobek Habilitanta mieści się w dziedzinie **nauki techniczne** i dyscyplinie **budowa i eksploatacja maszyn**.

4. Informacje ogólne o kandydacie

Kandydat studia wyższe inżynierskie ukończył w roku 1996 na Wydziale Lotnictwa Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej, kierunek *Pilot samolotów odrzutowych*. W roku 2000 na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Wyższej Szkoły Pedagogicznej w

Słupsku na kierunku *Fizyka z informatyką* uzyskał dyplom magisterski. W latach 2000-2004 odbył studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej, na zakończeniu których w 2004 roku obronił z wyróżnieniem rozprawę doktorską o tytule „Podstawy prognozowania pracochłonności napraw urządzeń mechanicznych na przykładzie eksploatacji statków powietrznych”, tym samym uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn (promotor prof. Tomasz Krzyżyński).

W latach 2006-7 odbył studia podyplomowe na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej na kierunku Nowoczesne metody projektowania w systemach CAD/CAM/CAE.

W latach 1996-2006 bezpośrednio, a w latach 2006-8 jako instruktor był pilotem wojskowym spędzając w powietrzu na samolotach bojowych i szkoleniowych ponad 700 godzin. Pracownikiem etatowym Politechniki Koszalińskiej został w 2008 roku najpierw jako asystent w Zakładzie Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej, a od 2009 jako adiunkt w tej samej jednostce w obu przypadkach w Instytucie Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Wydziału Technologii i Edukacji.

W roku 2001 odbywał staż naukowy w Fachhochschule w Kolonii w Niemczech.

5. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgłaszane osiągnięcie naukowe dr. inż. Sebastiana Głowińskiego stanowi monografia o tytule *Wybrane zagadnienia projektowania i modelowania egzoszkieletów kończyn dolnych* wydana w serii Monografie o numerze 309 przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej w 2016 roku w Koszalinie, ISBN 978-83-7365-417-4. Wg autora stanowi ona "... przyczynek do zgłębienia tematu w dziedzinie budowy i eksploatacji egzoszkieletów".

Monografia liczy łącznie 198 stron i składa się z sześciu rozdziałów i spisu literatury, a także spisu rysunków, tablic oraz dodatku i streszczenia w języku polskim i angielskim.

Pracę rozpoczyna *Wprowadzenie*. W tej części pracy zwrócono uwagę na dwie istotne przesłanki zainteresowania egzoszkieletami. Pierwsza z nich to konieczność wyposażenia współczesnego żołnierza w środki ułatwiające mu szybkie przemieszczanie wraz z całym ekwipunkiem. Druga to schorzenia układu ruchu człowieka, a w szczególności kręgosłupa, stanowiące obecnie poważny problem cywilizacyjny. Przyczyniają się bowiem do istotnego zwiększenia liczby osób o ograniczonej zdolności lub całkowicie niezdolnych do samodzielnego poruszania czy wykonywania codziennych czynności. Należy zatem uznać, że aspekty związane z projektowaniem i modelowaniem egzoszkieletów jako obiektów technicznych to zagadnienia aktualne i istotne, które z racji rodzajowych problemów mogą być przypisane do dyscypliny naukowej budowa i eksploatacja maszyn. Szerokie możliwości wykorzystania egzoszkieletu w rehabilitacji i opiece nad pacjentami zwracają też uwagę naukowców i klinicystów tej branży. Podstawą podjęcia pracy

przez Autora były wskazane przez niego rozwój robotyki i potencjału obliczeniowego komputerów, odnoszone do zmian demograficznych związanych ze starzejącym się społeczeństwem.

Wprowadzenie zawiera również główny cel pracy, którym jest „podanie uogólnionej metodyki postępowania ułatwiającej projektowanie egzoszkieleatów kończyn dolnych” dla zróżnicowanych napędów. Celem dalszym było zaproponowanie nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych egzoszkieleatów. Końcową część wprowadzenia stanowi opis zakresu monografii.

Rozdział 1 to analiza stanu wiedzy z pogranicza mechaniki, robotyki i rehabilitacji w odniesieniu do egzoszkieleatów w zastosowaniach militarnych, w rehabilitacji i zastosowaniach przemysłowych, wszystko na tle ich rozwoju historycznego. Autor prezentuje także podział egzoszkieleatów wg przyjętych pięciu kryteriów, w tym głównie od przeznaczenia, rodzaju konstrukcji i układów wykonawczych, i określa najczęściej formułowane wobec tych konstrukcji wymagania. Przedstawia autorską koncepcję etapów procesu „życia” egzoszkieleatów od procesu projektowo-konstrukcyjnego poprzez wytwarzanie i eksploatację. W ramach procesu projektowo-konstrukcyjnego przeanalizowano ogólnie znane jego fazy odniesione do omawianych konstrukcji, tj. przyjęcie wstępnych założeń projektowych, modelowanie, badania i symulacje, wykonanie prototypu i jego weryfikację.

W rozdziale 2 o tytule *Układy wykonawcze i źródła zasilania* dokonano analizy różnych rodzajów napędów wykorzystywanych w egzoszkieleatach. Opisano i przeanalizowano napęd pneumatyczny (sztuczne mięśnie), elektryczny i hydrauliczny, wykazując ich słabe i mocne strony szczególnie w zasilaniu rozważanych egzoszkieleatów.

Kinematyka układu szkieletowego człowieka w kontekście wymogów kinematycznych egzoszkieleatu to tytuł rozdziału 3. W jego podrozdziale 2-4 przedstawiono kinematykę układu kostnego o strukturze drzewiastej o 55 stopniach swobody, a dalej opisano typowe profile prędkościowe wykorzystywane do planowania trajektorii ruchu egzoszkieleatu w oparciu o zastosowanie wielomianu o pięciu stopniach swobody. Dokonano także analizy ruchu kończyny i jej charakterystycznych punktów podczas chodu i biegu, opracowując cyklogramy stawu biodrowego ze stawem kolanowym i skokowym. Zaprezentowano algorytm umożliwiający określenie kątów i trajektorii ruchu kończyny dolnej w płaszczyźnie strzałkowej przy wykorzystaniu kinematyki odwrotnej dla maksymalnego komfortu użytkownika z ograniczeniami wskazanymi przez lekarza lub fizjoterapeutę.

W rozdziale 4 Habilitant przedstawił modele egzoszkieleatów kończyny dolnej, w płaszczyźnie strzałkowej, zróżnicowane w zależności od przyjętego napędu. Rozważaniom poddano wcześniej analizowany napęd pneumatyczny, hydrauliczny i

elektryczny. Podstawę wstępną stanowiły określone zależności geometryczne punktów kończyny oraz mocowania egzoszkieletu. Dobierając materiały, z których wykonano poszczególne części egzoszkieletu i wykorzystując literaturowe dane antropometryczne dokonano oceny sił i momentów niezbędnych do wykonania założonych ruchów egzoszkieletu. Oceny te przeprowadzono dla zaproponowanych postaci egzoszkieleatów dla zróżnicowanych napędów, przy analizie od pozycji wyjściowej (przysiad) do pozycji końcowej (pozycja stojąca). Analizy tych ocen wskazały jako najbardziej efektywny egzoszkieleat z napędem hydraulicznym, w którym pompy hydrauliczne byłyby napędzane silnikami elektrycznymi. Dla zastosowań rehabilitacyjnych uznano również jako korzystne egzoszkieleaty z napędem elektrycznym. Z uwagi jednak na dużą masę nie nadają się one do zastosowań w egzoszkieleatach o znacznej mobilności (militarnych).

Problematykę przetwarzania i analizy sygnału EMG w wykorzystaniu do sterowania egzoszkieleatem Habilitant przeprowadził w rozdziale 5. Sygnał elektromiograficzny (EMG) został zaproponowany jako sygnał sterujący na podobieństwo sterowania protezami. Rozpatrzono sygnały z elektrod domięśniowych i powierzchniowych. Pierwszy ze sposobów jest sposobem inwazyjnym, ale w niektórych potrzebach koniecznym. Analizując dane literaturowe dla sygnałów mięśniowych rejestrowanych podczas chodu i biegu, uznano, że propozycja wykorzystania sygnałów EMG do sterowania urządzeniami typu egzoszkieleat jest całkowicie realna.

Krótki rozdział 6 stanowi podsumowanie pracy. W podsumowaniu tym Habilitant stwierdza osiągnięcie postawionych sobie celów. Trudno nie zgodzić się ze stwierdzeniem Habilitanta. Przedstawiona praca to, zgodnie ze słowami Autora, dobrze zrealizowany „... przyczynek do zgłębienia tematu w dziedzinie budowy i eksploatacji egzoszkieleatów”. Habilitant w zakończeniu prezentuje najważniejsze wnioski i roztacza wizję dalszych badań.

Wykorzystana w pracy literatura obejmuje 198 pozycji literatury, z tego 41 pozycji polskojęzycznych. Z lat do 1970 roku w spisie znajduje się 16 pozycji, z lat 1971-1980 8 pozycji, 1981-1990 13, 1991-2000 35, 2001-2010 61 i 2011-do roku bieżącego 53 pozycje. W przypadku 12 z nich są to pozycje internetowe. Wykaz bibliograficzny odzwierciedla aspekty związane z biomechaniką ruchu, w tym elementy anatomii (układu mięśniowego, nerwowego człowieka) oraz podstawy przetwarzania sygnałów elektromiograficznych, a także badań nad projektowaniem, modelowaniem i wdrażaniem egzoszkieleatów w zastosowaniach militarnych, przemysłowych i rehabilitacyjnych. Przegląd literatury należy uznać za dobry.

Po spisie literatury praca zawiera trzy załączniki lub zestawienia załączników. Załącznik A1 – kinematyka połączeń stawowych, A2 – algorytm notacji Denavita-Hartenberga i A3 – napędy hydrauliczne.

Podsumowując, uznaję, że tak przygotowana monografia, będąca oryginalnym osiągnięciem naukowym Kandydata, stanowi ważny i interesujący wkład do nauki polskiej w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.



6. Istotna aktywność naukowa

Tę część recenzji została oparta o *Rozporządzenie MNiSzW z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego*; tak więc kolejne akapity odnoszone będą do paragrafów i punktów tego rozporządzenia stanowiących kryteria oceny Habilitanta.

§ 3p.4a) Habilitant jest współautorem 4 publikacji znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Publikacje wydano w latach 2013-2016, udział własny autorski mieści się pomiędzy 30-85%. Dwie z tych publikacji dotyczą zagadnień związanych z wcześniejszymi zainteresowaniami Habilitanta tj. fotelami katapultowymi i aktywnymi sposobami zawieszenia siedzisk, dwie dotyczą egzoszkieleatów. W moim przekonaniu są to interesujące i znaczące publikacje z obszaru zainteresowań Habilitanta, (umaryczna ilość punktów wg listy MNiSW 80 punktów), sumaryczny IF=4,552. Warto też wrócić uwagę na dobre publikacje, które mają ukazać się w 2017 roku.

§ 3p.4b) jak w opisie p.5 recenzji

§ 3p.4c) -

§ 3p.4d) -

§ 4p.1) Habilitant wskazuje na 1 autorstwo monografii – stanowiącej zrealizowane osiągnięcie naukowe.

Wskazano również łącznie po doktoracie 26 publikacji, w zdecydowanej ilości autorskich (tylko 9 współautorskich), z czego 4 znajdują się w bazie Web of Science. Są one w większości publikowane w języku polskim (4 w języku angielskim), w różnych polskich czasopismach punktowanych wg listy MNiSW od 2 do 10 punktów. Wszystkie prace są zgodne tematycznie i dotyczą najczęściej dwóch obszarów: analiz zachowań fotela katapultowego i modelowania egzoszkieleatów kończyn. W pracach współautorskich udział Habilitanta wynosi od 50 do 85%. Habilitant wymienia także 3 prace w czasopismach niepunktowanych (dwa współautorskie) i dwie prace wysłane do druku do czasopism punktowanych (oba współautorskie).

§ 4 p.2) -

§ 4p.3-5) Sumaryczny impact factor IF według Journal Citation Reports to 4,552, liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science - 2 i indeks Hirscha h-index=1.

§ 4p.6) Habilitant wymienia 1 projekt w którym był/jest wykonawcą – OPUS nr UMO-2013/11/B/ST8/03881 pt. Metody i procedury kształtowania właściwości wibroizolacyjnych układów redukcji drgań, MNiSW.

§ 4p.7) Dr inż. S. Głowiński w obszarze nauki wykazuje 3 nagrody indywidualne Rektora Politechniki Koszalińskiej w latach 2010-2014: jedna II stopnia i dwie II

stopnia. Habilitant jest laureatem programu Top 500 Innovators, staż odbył w Hass School of Business Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley.

§ 4p.8) Habilitant opublikował łącznie 30 materiałów konferencyjnych z czego 4 na konferencjach zagranicznych.

Podsumowując spełnienie kryteriów ministerialnych przez Habilitanta w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych można stwierdzić, że spełnione są one jedynie w części dobrze w 2/4 § 3 i 2/8 § 4, słabo 4/8 § 4 i niedostatecznie 2/4 § 3 i 2/8 § 4.

7. Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Również i tę część recenzji oparto o *Rozporządzenie MNiSzW z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego*, tak więc kolejne akapity odnoszone będą do paragrafu 5 i punktów tego paragrafu stanowiących kryteria oceny Habilitanta w ocenianym zakresie.

1) Habilitant wymienia jeden program, w którego realizacji uczestniczył, jako wykonawca, OPUS nr UMO-2013/11/B/ST8/03881 pt. Metody i procedury kształtowania właściwości wibroizolacyjnych układów redukcji drgań, MNiSW.

2) Dr. S. Głowiński był sekretarzem Konferencji Nowe Kierunki Rozwoju Mechaniki 2015, zorganizowanej przez Oddział Koszaliński Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, Sarbinowo 2015

3) -

4) -

5) -

6) -

7) Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Biomechaniki, Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej oraz European Society of Biomechanics a także American Society of Biomechanics.

8) Opracował tematycznie i prowadził lub prowadzi zajęcia dydaktyczne z następujących przedmiotów (wykłady, ćwiczenia i często zajęcia laboratoryjne):

Mechanika Techniczna I i II, Mechanika analityczna i drgania, Teoria Odnowy i Niezawodności, Statystyka inżynierska, Bionika, podstawy biomechaniki Systemy komunikacyjne nawigacyjne, Podstawy Przedsiębiorczości

na kierunkach *Mechanika i budowa maszyn, Mechatronika i Inżynieria Biomedyczna*

9) -

10) Od 2014 pełni funkcję promotora pomocniczego w realizowanej pracy doktorskiej o temacie *Zastosowanie obiektywnych metod analizy postawy ciała, wykorzystujących rekonstrukcję powierzchni za pomocą sensora światła strukturalnego na potrzeby fizjoterapii* na Wydziale Lekarskim Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego.

11) Odbił szereg staży naukowo-zawodowych w/na:

HAAS School of Business University of Kalifornia Berkeley,
EksoBionics w Ritchmond,

Mechanical Department University of California Berkeley

Laboratorium Bioengineering Group Consejo Superior de Investigaciones CSIC w Madrycie

Wydziale Fizykoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

Ośrodku Rehabilitacji Narządu Ruchu w Krzeszowicach

Laboratorium Biorobotics Institute Scvuola Superiore Sant'Anna School Pontedera-Piza

12) -

13) Jest i był członkiem Eksperskiego Zasobu Informacyjnego w Departamencie Polityki Zbrojeniowej MON, Pełnomocnik Rektora PK ds. współpracy z Departamentem Szkolnictwa MON, Sekretarz Komisji ds. Stopni Naukowych Instytutu/Wydziału Technologii i Edukacji, ekspert w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju.

14) -

Podsumowując ocenę dydaktyczną i popularyzatorską oraz ocenę dotyczącą współpracy międzynarodowej Habilitanta trzeba zauważyć dobre spełnienie 4 kryteriów, 3 słabe i 7 niedostateczne.

8. Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych danych i ocen częściowych stwierdzam uzyskanie przez dr. inż. Sebastiana Głowińskiego osiągnięcia naukowego w postaci monografii o tytule *Wybrane zagadnienia z projektowania i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych*. Monografia ta stanowi wkład w rozwój dyscypliny *budowa i eksploatacji maszyn*, zwłaszcza w odniesieniu do budowy egzoszkieleatów. Jego aktywność naukową oceniam jako ledwo dostateczną. Także dorobek dydaktyczny, popularyzatorski i organizacyjny jest na słabym poziomie. Podsumowując: można stwierdzić, że dr inż. Sebastian Głowiński spełnia w minimalnym stopniu wymagania ustawowe co do przyznania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych.

