

Koszalin, dnia 25.11. 2016 r.

Dr hab. inż. Tadeusz Bil, prof. PK

Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 12.12.2016
WM/6/588/16

RECENZJA

W POSTĘPOWANIU HABILITACYJNYM

DR INŻ. SEBASTIANA GŁOWIŃSKIEGO

WSZCZĘTYM W DNIU 07 CZERWCA 2016 R.

PRZEZ CENTRALNĄ KOMISJĘ DS. STOPNI I TYTUŁÓW NAUKOWYCH

1. Informacje ogólne

Recenzja została sporządzona na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej Dr hab. inż. Błażeja Bałasa, prof. PK, pismo nr PK/WM/DZ/6/492/2016 z dnia 28.09.2016 r. Zlecenie było następstwem pisma Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-7379/2016 z dnia 09.09.2016 r.

Recenzję opracowano na podstawie materiałów załączonych do wniosku z dnia 31 maja 2016 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, w których jako podstawowe osiągnięcie naukowe przedstawiono monografię habilitacyjną, p.t. „Wybrane zagadnienia projektowania i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych”.

W załączonych do wniosku materiałach przedstawiono również:

- kopię dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych;
- autoreferat z wykazem publikacji w języku polskim i angielskim oraz dorobku osiągnięć naukowych, dydaktycznych oraz organizacyjnych;
- oświadczenia współautorów określające ich udział procentowy w opublikowanych pracach naukowych;
- kopie dyplomów ukończenia studiów i kursów oraz certyfikaty i zaświadczenia;
- oświadczenie habilitanta określające procentowy i merytoryczny wkład w powstanie opublikowanych współautorskich prac naukowych;
- dane kontaktowe habilitanta.

2. Ogólna charakterystyka Habilitanta.

Doktor inżynier Sebastian Głowiński w latach:

– 1987–1992 ukończył Technikum Mechaniczne w Słupsku, w specjalności naprawa i eksploatacja pojazdów samochodowych,

– 1992–1996 ukończył studia wyższe na Wydziale Lotnictwa Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej (od 2004 roku w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie), na kierunku pilot samolotów odrzutowych;

– 1998–2000 ukończył studia magisterskie na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Słupsku, w zakresie Fizyka z informatyką;

– 2000–2004 ukończył studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej na kierunku budowa i eksploatacja maszyn;

– 2004 uzyskał stopień doktora nauk technicznych z wyróżnieniem w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej, promotor: prof. dr hab. inż. Tomasz Krzyżyński, temat pracy doktorskiej: „Podstawy prognozowania pracochłonności napraw urządzeń mechanicznych na przykładzie eksploatacji statków powietrznych”.

– 2006–2007 ukończył studia podyplomowe na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, na kierunku nowoczesne metody projektowania w systemach CAD/CAM/CAE.

Po ukończeniu studiów pracował jako:

– Dowódca klucza lotniczego 9 Pułku lotnictwa Myśliwskiego w Zegrzu Pomorskim (od roku 1999 – 9 Eskadra Lotnictwa Taktycznego) w latach 1996-2003, a do 2006 roku w 6. Eskadrze Lotnictwa Taktycznego w Powidzu;

– Specjalista–Instruktor–Pilot w Oddziale Użytkowania i Prób w Locie Statków Powietrznych Szefostwa Wojsk Lotniczych Dowództwa Sił Powietrznych w Warszawie, w latach 2006–2008;

– Asystent w Zakładzie Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej Instytutu Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej Politechniki Koszalińskiej, w latach 2008–2009;

– Adiunkt w Katedrze Mechatroniki i Mechaniki Stosowanej Instytutu Mechatroniki, Nanotechnologii i Techniki Próżniowej (obecnie Wydział Technologii i Edukacji) Politechniki Koszalińskiej – od 2009 r. do chwili obecnej.

W obszarze swojej problematyki naukowej Habilitant współpracował z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi, których wykaz został przedstawiony w autoreferacie.

3. Analiza i ocena dorobku naukowego

3.1. Ocena dorobku naukowego zaprezentowanego w monografii habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Sebastiana Głowińskiego p.t. „*Wybrane zagadnienia projektowania i modelowania egzoszkieleatów kończyn dolnych*” została wydana przez Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej w 2016 r., zawiera 198 stron.

Przedstawiona w monografii tematyka jest aktualna, może być odniesiona do dyscypliny naukowej: „*budowa i eksploatacja maszyn*”. Część zagadnień teoretycznych można odnieść do dyscyplin naukowych „*mechanika*” oraz „*biocybernetyka i inżynieria biomedyczna*”.

Praca składa się z sześciu rozdziałów poprzedzonych wprowadzeniem a zakończonych bibliografią zawierającą 198 pozycji z których 8 to publikacje z udziałem Autora monografii w tym 5 samodzielnych. Brak jest cytowań zgłoszeń patentowych i uzyskanych patentów innych autorów. Praca zawiera również spis rysunków i tablic oraz załączniki i streszczenia w języku polskim i angielskim. We wprowadzeniu Autor przedstawia genezę, w oparciu o krótki przegląd literatury, i formułuje cel pracy. Monografię, moim zdaniem, można podzielić na dwie główne części. Pierwszą stanowią trzy pierwsze rozdziały oparte na przeglądzie literatury zagadnienia a drugą rozdziały czwarty również opracowane w dużej mierze na podstawie przeglądu literatury światowej z większym udziałem propozycji Autora. Dodano również przeglądowe opracowanie w rozdziale piątym dotyczące perspektyw dalszych badań. Praca zakończona jest rozdziałem szóstym zawierającym posumowanie wyników przedstawionych analiz, wnioski z nich wynikające i kierunki przewidywanych badań.

Rozdział 1. pracy p.t. „*Podział egzoszkieleatów i etapy modelowania*”, jest dość szeroko zrealizowanym przeglądem literatury, od początku XIX wieku, do współczesności. Zawiera ok. 90 odwołań do literatury w tym 3 cytowania pozycji z udziałem Autora. W rozdziale tym wskazał On podstawowe zastosowania egzoszkieleatów i trudności w ich projektowaniu. Przedstawił również własną koncepcję poszczególnych etapów modelowania egzoszkieleatu.

W przedstawionej koncepcji w Rozdziale 1. pominięto ważny etap projektowania w postaci modelowania matematycznego, w tym analizę zgodności modeli z układem biologicznym. Tak jak stwierdził to sam Autor jedynie zwrócono w tym rozdziale uwagę na „*wybrane zagadnienia modelowania*”. Nie powołano się również na dane literaturowe, które mogłyby potwierdzić możliwość zastosowania tak uproszczonych modeli. Powołano się na negatywne próby opracowania „*egzoszkieleatu odwzorowującego rzeczywisty staw*”

kolanowy”, chociaż te próby dotyczyły jedynie dokładniejszego, niż połączenie obrotowe, odwzorowania stawu kolanowego.

Przyjęcie przez Habilitanta założenia, że w modelu egzozszkieletu stawu kolanowego występuje tylko ruch obrotowy, jako realizacja jednego stopnia swobody jest dużym uproszczeniem. Pomija się przy tym, że ruch rzeczywisty jest ruchem złożonym, związanym z toczeniem się krzywoliniowych powierzchni po sobie, który może występować również w ramach jednego stopnia swobody. Może to być szczególnie ważne w zastosowaniach rehabilitacyjnych, gdzie każdy dodatkowy ruch niezgodny z układem biologicznym może powodować duży dyskomfort rehabilitanta.

Nie omówiono wpływu występujących w stawach układów biologicznych elementów podatnych i innych elementów elastycznych związanych np. z połączeniem człowieka z egzozszkieletem.

Rozdział 2. pt. „*Układy wykonawcze i źródła zasilania*”, zawiera przegląd poszczególnych rodzajów napędów stosowanych w egzozszkieletach. Jest to również przegląd literatury, w którym wykorzystano ponad 30 pozycji w tym 1 własna Habilitanta.

Rozdział 3. pt. „*Kinematyka układu szkieletowego człowieka w kontekście wymogów kinematycznych egzozszkieletu*” składa się, moim zdaniem, z dwóch części: pierwszej, składającej się z podrozdziałów od 3.1 do 3.4, w której Autor charakteryzuje przestrzenny układ kostny człowieka i możliwości jego opisu oraz drugiej, od podrozdziału 3.5 w którym nastąpiło przejście od układu przestrzennego do układu płaskiego. Zrobiono to bez przedstawienia analiz, uzasadniających taką konieczność i możliwość. W rozdziale tym Autor powołuje się na ok. 60 pozycji literatury w tym 4 własne. Przedstawiony został szeroki zakres prac związanych z wykonaniem badań i ich szczegółową analizą na podstawie opracowanego modelu kończyny dolnej w postaci układu trzech członów połączonych parami obrotowymi modelującego ruch kończyny w płaszczyźnie strzałkowej. Habilitant zauważył, że rozwiązań położenia kończyny może być nieskończenie wiele w sytuacji, kiedy zadawane jest tylko położenie jednego punktu stopy. W tym celu opracował autorski algorytm postępowania. W dalszej części monografii opracował również kryteria optymalizacji w zastosowaniu np. do rehabilitacji. Nie zostało określone w jakich sytuacjach układ o trzech stopniach swobody symuluje układ prostszy, czyli o dwóch stopniach swobody. Normalnym wydaje się być sytuacja kiedy położenie stopy jest określane wg jednego punktu stopy i kierunku jej ułożenia lub przy pomocy dwóch punktów stopy, a do tego potrzebne są wszystkie trzy stopnie swobody analizowanego modelu. Wtedy rozwiązanie jest tylko jedno.

Krytycznie można ocenić cały tok postępowania w Rozdziale 3, gdyż przyjęto bez koniecznej, moim zdaniem, analizy modeli stawów kolanowego i skokowego w postaci przegubów obrotowych w kontekście zgodności ruchów modelu i modelowanego obiektu. W stawie kolanowym występuje ruch elementów względem siebie w postaci na toczenia się złożonych (krzywoliniowych i nieokrągłych) dwóch powierzchni kłykci kości udowej po wklęsłych powierzchniach kości piszczelowej z elastycznymi elementami pośrednimi w postaci łąkotec. Podobne zjawisko występuje w stawie skokowym jednak o mniejszym udziale ruchu złożonego ze względu na znacznie mniejszy zakres ruchu stopy względem podudzia. Wykonano badania ruchu kończyn podczas chodu i biegu, w których określono tylko położenia katowe uda, podudzia i stopy, bez identyfikacji położenia punktów przecinania się linii analizowanych członów co mogłoby uzasadniać zastosowane uproszczenia.

Model kinematyczny kończyny dolnej w postaci przedstawionej w monografii, można prawdopodobnie zastosować w egzozszkieletach militarnych gdzie współpracuje on ze zdrowymi kończynami człowieka pozwalającymi na szeroką adaptację do egzozszkieletu. W egzozszkieletach rehabilitacyjnych ta możliwość może nie występować. To egzozszkielet powinien mieć możliwości dostosowawcze odpowiednio do potrzeb uszkodzonych kończyn. W obu zastosowaniach egzozszkieletu powinna być przedstawiona analiza konsekwencji wykorzystanie proponowanych rozwiązań i określenia obszarów, w których będą one dopuszczalne.

Rozdział 4. „*Analiza kinematyczna i dynamiczna egzozszkieletów*” dotyczy egzozszkieletów kończyny dolnej bazujących na zaproponowanych schematach o napędach: pneumatycznym, hydraulicznym i elektrycznym. Rozważono, na podstawie wcześniejszych ustaleń, modele pozwalające na ruchy tylko obrotowe w stawach, w płaszczyźnie strzałkowej, kończyny dolnej. Przedstawiono szeroki zakres wykonanych prac dotyczących modeli egzozszkieletów i ich obliczeń kinematycznych i dynamicznych z trzema wariantami napędów. Powołano się na ok. 25 pozycji literatury bez cytowania pozycji Autora, chociaż w wykazie opublikowanych prac własnych, znajdują się prace odpowiadające tematyce rozdziału. Porównanie zawartości monografii i publikacji oznaczonej w Autoreferacie jako B.30 wykazało, iż większość tekstu publikacji zawarta jest dosłownie w monografii. Tajemnicą Habilitanta pozostanie dlaczego żaden fragment nie został zacytowany.

Dla napędu w postaci mięśni pneumatycznych, Autor opracował model, którego wyniki symulacji „były zgodne z danymi pomiarowymi”. Nie podano informacji gdzie zostały opublikowane wyniki symulacji oraz w jaki sposób została określona ich zgodność.

W modelu egzoszkieletu z napędem pneumatycznym przedstawiono zakresy kątów ruchów obrotowych w stawach i analizowano zmienność długości mięśni pneumatycznych. Przedstawiony jest schemat układów kinematycznych egzoszkieleto- w zbyt dużym uproszczeniu (nie pokazano siłowników, które stanowią połączenie o ruchu przesuwym). Funkcjonowanie mięśni w pozycji przedstawionej na schemacie nie pozwala na funkcjonowanie analizowanych przegubów w założonym zakresie. W trakcie skracania mięśln, który powinien prostować przegub kolanowy, będzie powodował zginanie. Mam nadzieję, że jest to błąd rysunkowy.

Model egzoszkieletu hydraulicznego nie przedstawia układu członów swobodnych (jak to sugeruje Autor) ale szeregowo-równoległy układ mechanizmów czterocłonowych. W układzie tym powinny być uwzględnione reakcje we wszystkich przegubach obrotowych oraz siły wzdłużne i poprzeczne w siłownikach. W układzie równań opisującym oddziaływania sił zostały pominięte nie tylko siły bezwładności (które przy małych przyspieszeniach można byłoby pominąć) ale i siły ciężkości, co jest moim zdaniem nadmiernym i nieuzasadnionym uproszczeniem. Rozważono tylko układ statyczny sił, chociaż wcześniej przeprowadzono analizę pozwalającą na uwzględnienie dynamiki. Siły bezwładności mogą być znaczne (mogą przekraczać wielokrotnie siły ciężkości). Zastosowane układy równań są niepełne (nie zawierają np. niektórych reakcji), a co za tym idzie wyniki obliczeń są niepoprawne lub uproszczone w stopniu nieokreślonym.

W przypadkach analiz modelowych egzoszkieletu z napędem elektrycznym bez komentarza pozostawiono brak momentów tarcia lub informacji w jakich sytuacjach tarcie można będzie pominąć. Informację o tym, że tarcie pominięto, przedstawiono w modelu egzoszkieletu z napędem hydraulicznym ale bez uzasadnienia dlaczego.

W **Rozdziale 5.** monografii p.t. „*Sygnaly EMG do sterowania egzoszkieletem -perspektywa dalszych badań*” przedstawiono problematykę związaną z pozyskiwaniem sygnałów możliwych do wykorzystania do sterowania egzoszkieletemi. Jest w nim zawarta charakterystyka m.in. elektrod stosowanych przy zbieraniu sygnałów elektromiograficznych i ich rozmieszczenia w stosunku do mięśni. Opracowanie bazuje na przeglądzie literatury. W rozdziale cytowane jest 29 pozycji, brak jest pozycji własnych Autora w tym temacie.

Rozdział 6. – „*Zakończenie*” podsumowuje wyniki przedstawione w monografii. Zawiera są wnioski ogólne wynikające z analizy literatury.

Podsumowanie monografii.

Monografia stanowi przykład pracy naukowej zawierającej szeroki zakres informacji z zakresu budowy i eksploatacji egzoszkieleto- w. Najważniejszym wkładem naukowym jest,

moim zdaniem, opracowana kinematyka prosta i odwrotna egzoszkieletu kończyny dolnej, zrealizowana na podstawie wyników wykonanych badań.

3.2. Ocena dorobku publikacyjnego Habilitanta

Dr inż. Sebastian Głowiński przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora był współautorem 4 publikacji w czasopismach niepunktowanych. Po uzyskaniu pierwszego stopnia naukowego znacząco wzbogacił swój dorobek, jest współautorem 30 publikacji, w tym 19 autorskich. Spośród tych 30 prac 4 to współautorskie publikacje, które ukazały się w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Dwie publikacje z listy JCR dotyczyły tematyki monografii. Habilitant w autoreferacie wykazał dodatkowo 2 publikacje, które zostały zgłoszone ale jeszcze nie zostały opublikowane.

Oprócz tego, dr inż. Sebastian Głowiński jest autorem 30 prac prezentowanych w materiałach konferencyjnych. W przedstawionych materiałach brak jest informacji o wygłoszonych referatach i ich tematyce.

Sumaryczny wskaźnik IF publikacji naukowych z listy A MNiSW (Listy JCR) wynosi 4,552 (2,539 po uwzględnieniu udziału własnego).

W przedstawionych materiałach brak jest informacji o cytowaniach prac Habilitanta.

Indeks Hircha opublikowanych prac wg bazy Web of Science wynosi 2.

Podsumowując omawianie dorobku publikacyjnego, stwierdzam, że został on istotnie pomnożony od czasu uzyskania stopnia naukowego doktora. Istotną część dorobku stanowią artykuły opublikowane w czasopismach z list A i B MNiSW. W przedstawionych materiałach brak informacji o uzyskanych patentach lub zgłoszonych wnioskach patentowych. Próbując odpowiedzieć na pytanie: czy czasopisma, w których zostały opublikowane prace, są reprezentatywne dla danej tematyki prac, odpowiem: **tak** w stosunku do 9 publikacji i **nie** w 21. Tematyka publikacji jest zgodna lub częściowo zgodna z monografią w 14 publikacjach Habilitanta (w tym w 2 z listy A), z tego cytowane w monografii jest tylko 8 pozycji, a z pozostałych duże fragmenty są skopiowane do monografii bez cytowania.

W związku z powyższym działalność publikacyjną uznaję za dostateczną.

3.3. Osiągnięcia w realizacji projektów badawczych

Po uzyskaniu doktoratu dr inż. Sebastian Głowiński uczestniczył, jako wykonawca pracy badawczej, w projekcie OPUS nr UMO-2013/11/B/ST8/03881 „*Metody i procedury kształtowania właściwości wibroizolacyjnych układów redukcji drgań*” finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Działalność Habilitanta w zakresie realizacji projektów badawczych uznaję za dostateczną.

3.4. Osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego, działalności organizacyjnej oraz współpracy międzynarodowej

Dr inż. Sebastian Głowiński od 8 lat uczestniczy w realizacji procesu dydaktycznego w Politechnice Koszalińskiej. Prowadził wykłady oraz zajęcia ćwiczeniowe z następujących przedmiotów: Mechanika Techniczna I i II, Teoria odnowy i niezawodności, Statystyka inżynierska, Bionika i podstawy biomechaniki, Podstawy przedsiębiorczości.

Prowadził również wykłady, zajęcia ćwiczeniowe oraz laboratoryjne z przedmiotów: Mechanika analityczna i drgania, Systemy komunikacyjne i nawigacyjne.

W przedstawionym autoreferacie habilitanta brak jest informacji na temat promotorstwa prac magisterskich i inżynierskich.

Powierzono mu obowiązki promotora pomocniczego w otwartym przewodzie doktorskim przez Radę Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum.

Aktywność w działalności dydaktycznej była prawdopodobnie powodem powierzenia Mu obowiązków dostosowywania programów kształcenia na kierunkach „Mechatronika” i „Transport” do Krajowych Ram Kwalifikacji. Ponadto, w obszarze nauki, dydaktyki i współpracy międzynarodowej, Jego aktywność ujawniła się: Udziałem jako Sekretarz w Konferencji Nowe Kierunki Rozwoju Mechaniki 2015, Członkostwem w Eksperckim Zasobie Informacyjnym Departamentu Polityki Zbrojeniowej MON oraz Członkostwem towarzystw naukowych:

- Polskiego Towarzystwa Biomechaniki;
- European Society of Biomechanics;
- American Society of Biomechanics;
- Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Habilitant odbył krótkoterminowe staże zawodowe w czterech ośrodkach naukowych za granicą (2 w USA, Hiszpania i Włochy) oraz w 2 ośrodkach polskich.

Udział Habilitanta w działalności dydaktycznej i organizacyjnej uznaję za dość dobry a we współpracy międzynarodowej za dobry.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie dokonanych analiz: monografii, dorobku publikacyjnego, aktywności w realizacji projektów badawczych, działalności dydaktycznej, działalności w obszarze współpracy międzynarodowej i działalności organizacyjnej dr inż. Sebastiana Głowińskiego, stwierdzam, że przedstawiony dorobek stanowi wkład w rozwój dyscypliny naukowej *budowa i eksploatacja maszyn* i odpowiada w stopniu dostatecznym warunkom stawianym w *Ustawie o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w zakresie sztuki* z dnia 14 marca 2003 r. (Dziennik Ustaw z nr 65, 2003, poz. 595 – z późniejszymi zmianami). **Wnoszę więc o nadanie dr inż. Sebastianowi Głowińskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej *budowa i eksploatacja maszyn*.**

