

wpt. 3 1. 12. 2018

Prof. dr hab. inż. Romuald Będziński
Doctor Honoris Causa Akademia Medyczna we Wrocławiu
Polska Akademia Nauk- członek korespondent
Polska Akademia Umiejętności- członek korespondent
Corresponding member Academy of Sciences of Bologna in the Class of Physical Sciences,
Honorary Member of European Society of Biomechanics
Honorary Member of Polish Society of Biomechanics
Honorary Members Danubia Adria Society on Experimental Methods,
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Zakład Inżynierii Biomedycznej
ul. prof. Z. Szafrana 4,
65-516 Zielona Góra
Tel-68 3282490
r.bedzinski@ibem.uz.zgora.pl

Wrocław, 10 grudnia 2018

Ocena osiągnięć naukowych dr inż. Wiktorii Wojnicz

**pt.: "BIOMECHANICZNE MODELE UKŁADU MIĘŚNIOWO -SZKIELETOWGO
CZŁOWIEKA" Jednotematyczny cykl publikacji**

*Opinia opracowana na wniosek Rady Wydziału Mechanicznego
Politechniki*

*Łódzkiej, w oparciu o decyzję Centralnej Komisji do Spraw Stopni i
Tytułów z dnia 7 września 2018 roku.*

I. Wprowadzenie.

Dr inż. Wiktoria Wojnicz, starszy wykładowca w Katedrze Mechaniki i Mechatroniki Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej ukończyła studia magisterskie w Państwowej Wyższej Szkole Przemysłu Lekkiego gdzie uzyskała stopień magistra inżyniera w roku 1999 (z wyróżnieniem), w ramach kierunku Automatykacja Procesów Technologicznych i Produkcji .W latach 1999 - 2004 była studentką Studium Doktoranckiego przy Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Od roku 2003 jest zatrudniona w Katedrze Mechaniki i Wytrzymałości Materiałów Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej. Dyplom doktora nauk technicznych uzyskała na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej w roku 2009 przedstawiając dysertację pt; "Modelowanie i symulacja zachowania zespołu mięśni szkieletowych układu ramie-przedramię". Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Edmund Wittbrodt z Politechniki Gdańskiej.

II. ***Analiza dorobku naukowego, w tym monografii.***

Oceniana monografia (tekst wydany drukiem w ramach serii **monografie nr 168; Prace Naukowe Politechniki Gdańskiej**, Gdańsk 2018) ma charakter monograficzny. W omawianej pracy naukowej zawarto wieloletni dorobek Autorki rozprawy w zakresie badań biomechanicznych, dotyczący problemów modelowania zachowania układu mięśniowo-szkieletowego człowieka. Pracą swoją habilitantka włączyła się w bardzo istotny i trudny nurt współczesnej biomechaniki. Badania nad mechanizmami dostosowania struktur tkankowych oraz sposobami leczenia, w tym z zastosowaniem środków technicznych, należą obecnie do najbardziej aktualnych zagadnień biomechaniki układu kostno-stawowego człowieka. Prace badawcze, z uwagi na złożoną budowę (ortotropia) jak i zachodzące procesy (z reguły dynamiczne) w organizmach żywych, napotykają na spore trudności w ich pełnej identyfikacji. Prawidłowa realizacja badań z omawianych zagadnień wymaga od badacza rozległej wiedzy interdyscyplinarnej oraz często zaangażowania specjalistów z różnych dziedzin nauki. Złożoność zagadnień, które są podstawowym elementem badań z dziedziny, jaką jest mechanobiologia, stanowi dla wielu badaczy w tym inżynierów, zupełnie nowe wyzwanie. Należy dodać, że tylko połączenie dobrej wiedzy z takich dziedzin jak fizjologia, w tym w szczególności biologia i fizyka oraz anatomia, stwarza szansę na odrobinę lepsze poznanie i opisanie mechanizmów występujących w strukturach kostno-stawowych człowieka. Szczególnie trudnym obiektem badań biomechanicznych są analizy dotyczące procesów zmian działania struktur tkankowych w warunkach ruchu (wykonywanych czynności). Mamy tu bowiem do czynienia z wieloma, najczęściej wzajemnie powiązаныmi zjawiskami z m.in. nieliniowej mechaniki ciała odkształcalnego, układów sterowania, w tym ze sprzężeniami zwrotnymi, biologii komórki itp. Próba identyfikacji tych zjawisk napotyka najczęściej na trudności niemożliwe do pokonania przez pojedynczego badacza. Szczęśliwie się złożyło, że habilitantka mogła i miała możliwości w swoich badaniach zastosować bardzo różne dyscyplinowo narzędzia badawcze. Należy dodać jednak, że na niewiele zdadzą się nawet najbardziej nowoczesne narzędzia badawcze, jeśli nie zostanie właściwie sformułowana teza i cele badań. Myślę, iż habilitantka postawione sobie zadania rozwiązywała w sposób twórczy i ze założoną myślą przewodnią. Myślą przewodnią w dorobku habilitantki

jest fakt, że opracowanie adekwatnych modeli zachowania układu mięśniowo-szkieletowego człowieka stwarza w miarę dobre warunki do opisu i analizy funkcji oraz procesów życiowych człowieka, w tym związanych z metabolizmem.

Przedstawiona rozprawa składa się z ośmiu rozdziałów opisu przebiegu analizy, bibliografii, które obejmuje 177 pozycji, w tym 19 Autorki rozprawy, streszczeń w języku polskim i angielskim. Całość pracy jest zawarta na 210 stronach.

III. ***Merytoryczna ocena dorobku naukowego.***

Na podstawie analizy przedstawionego do oceny dorobku naukowego można stwierdzić, że przedstawiony do oceny zbiór publikacji oraz monografia zawierają cenne aspekty poznawcze i utylitarne.

Jednym z podstawowych założeń w pracy habilitantki jest postulat, iż struktura tkanki kostnej dąży do osiągnięcia konfiguracji umożliwiającej realizację swoich zadań (czy funkcji) w ten sposób, iż prędkość zmian jakości tej struktury jest w danej chwili optymalna. Rodzi się pytanie, czy rzeczywiście tak jest w strukturach biologicznie czynnych. Ze względu na metabolizm tkanki kostnej zmiany jej architektury wewnętrznej zachodzą stosunkowo wolno. Jeżeli w tkance kostnej, w wyniku trwałej zmiany obciążenia, powstanie nowy rozkład ogólnie rozumianego bodźca przebudowy, to w początkowej fazie tego procesu komórki kostne będą realizować zmiany aktualizując rozkład masy w tkance kostnej i tworząc stopniowo nową strukturę przystosowaną do nowego stanu obciążenia. Inaczej mówiąc, założenie iż struktura mięśniowo-szkieletowego jest strukturą optymalną, zostaje w takim przypadku zastąpione stwierdzeniem, iż działanie układu w celu osiągnięcia prawidłowej z punktu widzenia jej funkcji struktury, jest działaniem optymalnym.

Szczególnie istotne są tu badania Autorki rozprawy dotyczące procesów optymalizacji przebiegu dostosowania się struktur mięśniowo - kostnych człowieka do zmieniających się warunków przenoszenia obciążeń.

Jednym z podstawowych celów badawczych Habilitantki było opracowanie oryginalnych modeli mięśni szkieletowych poprzecznie prążkowanych o budowie wrzecieniowatej oraz pierzastej. Zachowanie poszczególnych mięśni było modelowane w postaci układu reologicznego, w którego skład wchodziły szeregowo połączone masywne i aktywne masowo -sprężysto- tłumiące aktywatory.

Dorobek naukowy dr hab. W. Wojnicz obejmuje obszary dotyczące biomechaniki mięśnia, układów mięśniowo - szkieletowych, biomechaniki układu szkieletowego, biomechaniki chodu oraz zastosowania sygnałów fizjologicznych (EMG) do weryfikacji modeli mechanicznych oraz projektowania urządzeń do rehabilitacji w oparciu o zasady sterowania ruchem układów żywych. Modele matematyczne zostały opracowane na podstawie zasad mechaniki, dynamiki układów wielocłonowych oraz metody elementów skończonych (MES).

Podsumowując można stwierdzić, iż habilitantka podejmując próbę oceny działania układu mięśniowo -szkieletowego udowadnia, iż wpływa to w sposób trwały na zmiany strukturalne układu przy czym odwrócenie tych zmian w zasadzie jest niemożliwe, wnosząc tym samym istotne treści naukowe do dyscypliny **biofizyka** oraz **inżynieria biomedyczna, w tym biomechanika układu mięśniowo - szkieletowego**.

IV. ***Uwagi krytyczne i dyskusja materiału naukowego.***

1. Habilitantka w swoich badaniach raczej lakonicznie odnosi się do budowy anizotropowej struktur tkankowych układu szczególnie w skali mikro. Może warto spojrzeć na budowę i układ struktur kolagenu, a także elastyny, w tym ułożenia tych włókien zgodnie z ciekami odkształceń. Stwarzałoby to warunki do oceny skutków działania układu mięśniowo-tkankowego na procesy adaptacji funkcjonalnej tego układu.
2. Jednym z istotnych przykładów omówionym przez Autorkę jest analiza stanu wiedzy dotycząca modelowania zachowania kończyn z uwzględnieniem reologicznych właściwości mięśni, które były jednym motywów przewodnich badań Autorki. Sądzę, że Habilitantka zbyt w tej analizie przejęła się budową struktury wewnętrznej kości pomijając remodeling. Zjawisko przebudowy ma duże znaczenie w sprzyjaniu rozwoju adaptacji struktur tkankowych, lecz moim zdaniem, metabolizm, w tym przepływy płynów ustrojowych, mają nie mniejszy wpływ na ruch kończyn, w tym na zmiany właściwości mechanicznych tkanek kostnych (procesy komórkowe).

3. Autorka przeprowadziła badania działania struktur kostnych mięśni oraz ścięgien. Moim zdaniem w pracy brakuje powiązania tych, jakże odmiennych struktur układu, zarówno z punktu widzenia fizjologii jak funkcji.
4. Godnym podkreślenia jest próba Autorki do aplikacji opracowanych modeli do konstruowania elementów urządzeń rehabilitacyjnych. Powstaje pytanie czy do każdego modelu takiego urządzenia nie będzie koniecznym opracowanie odrębnego modelu, w tym realizacji obciążeń.

V. **Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego.**

Dorobek naukowy habilitantki obejmuje 13 pozycji, w tym te w których habilitantka jest pierwszą autorką lub jedyną. Dwadzieścia jeden publikacji ukazało się w czasopiśmie naukowych. Siedem prac Habilitantki zostało opublikowanych w czasopiśmie z listy filadelfijskiej. Ponadto habilitantka jest autorką, bądź współautorką, prac opublikowanych w materiałach konferencji krajowych i zagranicznych. Zasadniczo cały omawiany dorobek powstał w okresie 9 lat, tj. po uzyskaniu stopnia doktora nauk. Podstawowa część opublikowanych prac jest związana z ogólnie pojętą biomechaniką mięśni, biomechaniki chodu. Istotnym elementem w dorobku Kandydatki jest zastosowanie sygnałów fizjologicznych do weryfikacji modeli mechanicznych, a także projektowania urządzeń rehabilitacyjnych. Większa część prac została opublikowana w języku angielskim.

W pierwszym okresie działalności naukowej habilitantki Jej dorobek naukowy związany jest z zastosowaniem różnych metod analitycznych do oceny właściwości mechanicznych struktur ruchowych człowieka.

W ostatnim okresie, po rozpoczęciu pracy naukowej w Politechnice Gdańskiej, działalność naukowa habilitantki bardziej jest związana z modelowaniem układu mięśniowo-szkieletowego człowieka, w tym z zastosowaniem metod matematycznych i obliczeniowych. Duża część tych publikacji zawiera w sobie silne akcenty poznawcze oraz aplikacyjne, wnosząc istotną wiedzę w metodykę identyfikacji, między innymi narządu ruchu człowieka. Do tych ostatnich zaliczyłbym prace opublikowane w „Acta Bioengineering and Biomechanics” czy też w „Shell

Structure - Theory and Applications”, a także w materiałach konferencyjnych krajowych i zagranicznych.

Habilitantka jest współautorką monografii: Wojnicz W., Wittbrodt E., Modele dyskretne w analizie dynamiki mięśni szkieletowych układu ramię-przedramię.

Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2012, s. 1-212, ISBN 978-83-7348-424-5 oraz

Wojnicz W., Biomechaniczne modele układu mięśniowo-szkieletowego człowieka.

Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2018, s.1-209, ISBN 978-83-7348-727-7

Z niektórymi z tych publikacji miałem okazję się zapoznać i mogę tu podkreślić, że są one napisane na wysokim poziomie naukowym. Tym bardziej, jeśli się weźmie pod uwagę, że prace publikowane w tych czasopismach podlegają wnikliwym recenzjom. Na uwagę zasługuje również aktywny udział dr Wiktorii Wojnicz w wielu w konferencjach naukowych. Należy podkreślić, iż biorąc pod uwagę relatywnie niezbyt długi, okres działalności naukowej dorobek naukowy habilitantki jest relatywnie duży.

Dr inż. Wiktoria Wojnicz odbyła dwa staże naukowe - krajowy w Katedrze Automatyki, Biomechaniki i Mechatroniki na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej (Opiekun Naukowy Prof. Jan Awrejcewicz) oraz zagraniczny Motor Control Summer School - Florianopolis, Brazil, organizator Motor Control LAB. Department of Kin esiology, The Pennsylvania State University. Uczestniczyła kilkakrotnie w Programach Między innymi w ERASMUS+, Université de Lorraine École Nationale d'Ingénieurs de Metz, Francja, między innymi w listopadzie 2018. Biomechanics (Human movement analysis, Master course).

Dr inż. Wiktoria Wojnicz brała aktywny udział w realizacji projektu własnego (główny wykonawca): N N501 315639; 3156/B/T02/2010/39; MNiSW; Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny; Modelowanie w biomechanice: dynamika kończyny górnej, kończyny dolnej oraz odcinka lędźwiowego kręgosłupa; 2010-2013; Kierownik: Prof. dr hab. inż. E. Wittbrodt. Brała także udział w realizacji projektu. NCN OPUS 9 (jako konsultant): OPUS 9, Nr 2015/17/B/ST8/01700; realizowanego w Politechnice Łódzkiej na Wydziale Mechanicznym; "Modelowanie, analiza kinematyczno-dynamiczna i symulacyjna prototypu egzoszkieletu do rehabilitacji osób z niepełnosprawnością ruchową kończyn dolnych"; 2016-2018; Kierownik: Prof. dr hab. inż. J. Awrejcewicz.

Habilitantka prowadziła w zasadzie wszystkie formy zajęć dydaktycznych tj. ćwiczenia, seminaria oraz wykłady.

Wartym podkreślenia jest fakt prowadzenia kursu autorskiego „Symulacje komputerowe w biomechanice” (8h), Kurs podyplomowy „Symulacje komputerowe dla inżynierów”, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej, sem. letni 2017/2018.

Habilitantka aktywnie uczestniczy w organizacji życia naukowego, brała wielokrotnie udział w pracach komitetów organizacyjnych konferencji.

Wartym podkreślenia jest bardzo aktywny udział w Międzynarodowej Konferencji „BIOMECHANICS 2018”, Zielona Góra, w tym wygłoszenie referatu pt; „Determination of the relationship between lower limb muscle activities, centre of mass and centre of pressure displacement over stepping”, współautorzy: Zagrodny B., Ludwicki M., Mrozowski J., Awrejcewicz J., Wittbrodt E.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Biomechaniki, gdzie pełni funkcję członka Zarządu. Jest także członkiem Sekcji Biomechaniki Komitetu Mechaniki PAN, członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Pełni funkcję p.o. Kierownika Laboratorium Wytrzymałości Materiałów (Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej) od 2009.

Za prace naukowe habilitantka była nagradzana nagrodami Rektora i Dziekana Politechniki Gdańskiej.

VI. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy przedstawionej do oceny rozprawy habilitacyjnej oraz dokumentacji autorskiej stwierdzam, że dr inż. Wiktoria Wojnicz posiada ugruntowany oraz twórczy dorobek naukowy i potrafi samodzielnie prowadzić badania naukowe.

Przedstawiane wcześniej krytyczne uwagi szczegółowe mają charakter dyskusji naukowej.

Przedkładam Radzie Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej wniosek o dopuszczenie doktor **Wiktorii Wojnicz**, na podstawie oceny dorobku naukowego oraz przedstawionej do oceny monografii pt.: „**Biomechaniczne Modele Układu Mięśniowo-Szkieletowego Człowieka**”, do końcowego procesu uzyskania stopnia doktora habilitowanego..

