

Prof. dr hab. inż. Romuald Będziński  
Członek Korespondent PAN  
Członek Korespondent PAU,  
Dr Honoris Causa Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu  
Honorary Member of European Society of Biomechanics

Wrocław 28 marca 2017 r.

Uniwersytet Zielonogórski  
Wydział Mechaniczny  
Instytut Budowy i Eksploatacji Maszyn  
Zakład Inżynierii Biomedycznej  
65-516 Zielona Góra  
Tel-68 3282490 tel. kom. 601612649  
r.bedzinski@ibem.uz.zgora.pl, romuald.bedzinski@pwr.edu.pl

**OPINIA NA TEMAT ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. MARTY EWY  
ROGOWSKIEJ „POMIAR I ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI BIOMECHANICZNYCH  
ROGÓWKI OKA I ICH ZALEŻNOŚCI OD WIEKU”**

Niniejszą recenzję przygotowałem na zlecenie Rady Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, która prowadzi przewód doktorski mgr inż. Marty Ewy Rogowskiej. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. D. Robert Iskander prof. nadzw PWR.

**Ocena rozprawy.**

Koniec ubiegłego wieku i początek obecnego to czas, kiedy nowe technologie jak i nowe biomateriały coraz silniej wpływają na skuteczność leczenia poszczególnych narządów człowieka. Zawansowane technologiczne metody diagnostyki, w tym materiały o zróżnicowanych właściwościach mechanicznych, coraz lepiej dopasowane do budowy strukturalnej tkanek, coraz śmielej wkraczają do medycyny, w tym okulistyki, podnosząc precyzję zabiegów uwzględniającą anatomię pacjentów. To ostatnie staje się też źródłem dalszych usprawnień układów zastępczych człowieka, w szczególności układu widzenia. Recenzowana rozprawa doktorska wpisuje się bardzo dobrze w ten dział współczesnej okulistyki oraz technologii biomateriałów i biomechaniki.

Szczególnie trudnym obiektem badań biomechanicznych jest diagnostyka i leczenie dysfunkcji wzroku człowieka.

Przedstawiona do oceny, rozprawa doktorska, wydana w postaci zwartej opracowania, zawiera dorobek mgr inż. Martyny Ewy Rogowskiej w zakresie badań rogówki człowieka, a także diagnozowania i monitorowania schorzeń ocznych, w tym dla chirurgii refrakcyjnej. Autorka w swoich badaniach zajęła się badaniem zmian właściwości mechanicznych rogówki oka ludzkiego w trakcie zachodzących procesów starzeniowych oraz występowania jaskry. Autorka słusznie założyła następującą tezę „Nieinwazyjną tonometrię bezkontaktową oraz metody komputerowej analizy danych można powodzeniem wykorzystać do badania wpływu wieku pacjenta oraz występowania jaskry na właściwości rogówki oka ludzkiego”.

Całość podjętej tematyki badań Autorka zawarła na 106 stronach maszynopisu. Praca jest ujęta w postaci pięciu rozdziałów, w tym podsumowania oraz wykazu literatury (88 pozycji).

Praca została zrealizowana pod opieką naukową dr hab. inż. D. Roberta Iskandera profesora ndzw PWr.

Pracą swoją doktorantka włączyła się w bardzo istotny i trudny nurt współczesnej inżynierii biomedycznej, a w szczególności biomechaniki układu wzroku człowieka. Na podkreślenie zasługuje nowatorski charakter pracy doktorantki. Należy podkreślić, że literatura dotycząca metodologii tonometrii bezkontaktowej oraz zastosowań komputerowych metod analizy danych w okulistyce jest nadzwyczaj skromna. Na podstawie mojego rozeznania, jest to chyba jedna z pierwszych tego typu prac badawczych, z tego zakresu, w kraju uwzględniająca specyfikę obiektu zastosowań.

Jednym z ważniejszych nurtów pracy było zaproponowanie nowej nieinwazyjnej metody obrazowania rogówki co stanowi istotny element w poprawie dobrej diagnostyki oka. Autorka opracowała własną metodykę badań charakterystyk odkształceniowych rogówki, które jak słusznie założyła, Autorka zmieniały się z wiekiem a także zmieniały się w trakcie procesów chorobowych. Istotnymi elementami rozprawy jest próba stworzenia modeli identyfikacyjnych badanych materiałów; w omawianym przypadku rogówki. Do badań charakterystyk „in vivo” doktorantka zastosowała nowoczesne, nieinwazyjne tonometry, to jest analizatory ORA oraz Scheimpfluga. Na szczególne podkreślenie zasługuje wykorzystanie techniki obrazowania metoda Scheimpfluga z uwagi na możliwość oceny właściwości biomechanicznych rogówki z uwzględnieniem jej dynamiki zmian. Badania zostały zrealizowane na grupie 10 wolontariuszy traktowanych jako grupa kontrolna, czyli z



założenia osób zdrowych. W drugim etapie doktorantka przebadła 71 osób, w tym 52 osoby w celu określenia wpływu wieku na właściwości mechaniczne rogówki oraz 19 osób, w których to badaniach doktorantka określała wpływ jaskry na właściwości mechaniczne. W celu weryfikacji założeń dotyczących oceny charakterystyk biomechanicznych rogówki zostały zrealizowane badania na modelu zwierzęcym. Były to testy jednoosiowego rozciągania „in vitro”. Były to badania na rogówkach świńskich, które jak założyła doktorantka podpierając się analizą literatury, wykazują podobieństwo do rogówek ludzkich.

Rozprawa dowodzi dużej pomysłowości i biegłego posługiwania się przez Doktorantkę metodyką badań, a także specjalistyczną aparaturą do badań właściwości mechanicznych tkanki rogówki, a także różnymi narzędziami badawczymi. W tej części recenzji stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Marty E. Rogowskiej zawiera oryginalny dorobek naukowy i eksperymentalny, a zamieszczone w niej wyniki wnoszą bardzo wartościowy wkład do uprawianej przez Nią dyscypliny naukowej inżynierii biomedycznej, a także inżynierii materiałowej. Istotnym elementem zrealizowanych badań było zastosowanie pachymetru ultradźwiękowego do pomiaru grubości rogówek świńskich. Aczkolwiek rodzą się tu wątpliwości odnośnie dokładności zrealizowanych pomiarów i ich powtarzalności.

Należy na zakończenie tego punktu stwierdzić, że teza pracy o możliwości zastosowania nieinwazyjnych metod oraz metod komputerowej analizy danych dysfunkcji oka, w tym przede wszystkim rogówki, można z powodzeniem stosować do oceny wpływu wieku pacjenta oraz występowania jaskry, a także oceny właściwości biomechanicznych rogówki oka ludzkiego.

#### Uwagi krytyczne:

1. Ważnym elementem realizowanych badań powinna być walidacja zastosowanych metod badań.
2. Zgadzam się z Autorką, że do mapowania niektórych wyników badań na organizm ludzki należy podchodzić bardzo ostrożnie.
3. Realne pomiary właściwości biomechanicznych rogówki w warunkach in vivo nadal stanowią wyzwanie do badania charakterystyk odkształceniowych oka, w tym rogówki.

## **Wniosek końcowy.**

Przesłana do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. **Marty Ewy Rogowskiej** p.t. „**Pomiar i analiza właściwości biomechanicznych rogówki oka i ich zależności od wieku**”, której promotorem jest dr. hab. inż. **D. Robert Iskander**, spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim (Ustawa o stopniach naukowych i o tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku, Dziennik Ustaw Nr 65, poz. 595) dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto biorąc pod uwagę twórcze zaangażowanie doktorantki w realizacji tych niełatwych badaniach, a także jej pomysłowość oraz spory, jak na tak krótki staż dorobek naukowy, stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

