

Prof. dr hab. inż. Ewaryst Tkacz
Politechnika Śląska,
Wydział Inżynierii Biomedycznej,
Katedra Biosensorów i Przetwarzania
Sygnałów Biomedycznych

Zabrze, dn. 21.12.2021 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy : „**Badania porównawcze nieinwazyjnych metod ciągłego pomiaru objętości wyrzutowej serca oraz oporu obwodowego w testach autonomicznego układu nerwowego**”

Autor rozprawy : **Mgr inż. Marek ŻYLIŃSKI**

Promotor rozprawy : **Prof. dr hab. inż. Gerard Cybulski**
Drugi promotor: **Dr hab. inż. Wiktor Niewiadomski**

1. Cel, zakres i charakter rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy bardzo interesujących badań zmierzających do porównania nieinwazyjnych metod ciągłego pomiaru objętości wyrzutowej serca, jak wskazano w tytule rozprawy, w stowarzyszeniu z szacowaniem oporu obwodowego naczyń w odniesieniu do testów autonomicznego układu nerwowego.

Badania układu nerwowego, zarówno jego części współczulnej jak i przywspółczulnej to niezwykle rozległa tematyka, szeroko opisywana w dostępnej literaturze. Uważam, po lekturze rozprawy, że jedną z podstawowych umiejętności zaprezentowanych przez doktoranta jest umiejętność właściwego poruszania się we wspomnianym obszarze, nawet jeśli dotyczy on stosunkowo zawężonego zakresu przeprowadzanych analiz. Od wielu lat bowiem zajmuję się różnymi aspektami analizy zmienności rytmu serca (HRV), który ściśle powiązany jest z czynnością mechaniczną serca. Właściwe rozpoznanie współzależności pomiędzy częścią elektryczną układu sercowo-naczyniowego a jego częścią mechaniczną jest intuicyjnie dość proste, jednak dogłębna analiza piętrzy cały szereg trudności, które w mojej ocenie udało się doktorantowi dobrze przedstawić opatrując je stosownymi komentarzami.

W odniesieniu do zakresu i charakteru rozprawy muszę uczciwie przyznać, że budzi we mnie tzw. „mieszane uczucia”, gdyż dopiero na stronie 44 przy 132 stronicach całej pracy zostały zdefiniowane cele pracy. Wyprowadzenie wzorów dla modelu propagacyjno-objętościowego zaprezentowane na stronach 41 i 42 zawiera błędy. Na temat tych ostatnich wypowiem się jeszcze precyzyjnie w dalszych podrozdziałach recenzji. Sporo konfuzji dostarczyło mi również streszczenie pracy, które powinno syntetycznie ujmować opisane w dalszych rozdziałach zagadnienia. Tymczasem wrażenie z pierwszego czytania jest niepokojące, gdyż albo Autor posiada wybitną wiedzę, o którą nie jest łatwo, albo zawarte w streszczeniu zagadnienia są przedstawione dosyć chaotycznie co utrudnia nabranie przez recenzenta jednoznacznego przekonania odnośnie wartości rozprawy.

Wspomniałem wcześniej, że tematyka rozprawy jest niezwykle ciekawa i ważna z punktu widzenia precyzyjnej diagnostyki układu sercowo-naczyniowego. Występuje bowiem współzależność wielu wielkości fizycznych takich jak MAP, TPR, SV czy wreszcie HR. Wpływ na te wspomniane wielkości ma cały szereg innych parametrów jak np. geometria naczyń układu sercowo-naczyniowego.

Doceniam zatem wagę podejmowanej przez Doktoranta tematyki, ale w moim odczuciu stosunkowo doświadczonego recenzenta rozprawa doktorska powinna w oparciu o przyjęte założenia i postawione cele dowodzić jakiejś tezy. Sformułowania tezy jednak w rozprawie nie znalazłem.

Cele, które Autor rozprawy sobie postawił są bardzo ambitne i brzmią:

1. Określenie wpływu zmiany rytmu serca, zmiany objętości wyrzutowej i zmiany całkowitego oporu obwodowego na zmianę średniego ciśnienia tętniczego w czasie wykonywania wysiłku statycznego typu handgrip na podstawie pomiarów wykonanych metodą referencyjną.
2. Określenie możliwości badania zmiany aktywności układu współczulnego na podstawie analizy odpowiedzi układu krążenia na wysiłek statyczny typu handgrip.
3. Porównanie wyników uzyskanych wybranymi metodami pomiarowymi z wynikami uzyskanymi metodą referencyjną.
4. Określenie przydatności wybranych metod do badania reakcji układu współczulnego na wysiłek statyczny typu handgrip.

Metodą referencyjną, o której Autor piszę w postawionych celach jest metoda dopplerowska, zaś metodą pomiaru fali ciśnienia tzw. metoda Penaza, która po opatentowaniu stała się własnością japońskiej firmy Ohmeda, produkującej urządzenia Finapress i Portapress. Jak wiadomo, ma ona swoje zalety i wady, które chciałbym zapytać Doktoranta podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

2. Zawartość rozprawy

Rozprawa doktorska mgra inż. Marka Żylińskiego jest 132 stronicowym opracowaniem precyzyjnie określonego tematu i składa się z 6 zasadniczych rozdziałów obejmujących po kolei: **wstęp** (zaprezentowany w sposób dość odtwórczy bez wyraźnego uwypuklenia tego co dalej będzie przedstawiane i opisywane), **cel rozprawy** (zdefiniowane 4 podstawowe cele rozprawy bez sformułowania jej tezy), **nową metodę wyznaczania objętości wyrzutowej serca i całkowitego oporu obwodowego** (gdzie Autor pokusił się o pewne podstawy teoretyczne wykorzystywane dalej w przeprowadzanych eksperymentach) **wyniki** (to rozdział szczegółowo opisujący uzyskane rezultaty badań), **dyskusja** (rozdział przedstawiający niezwykle szczegółowo uzyskane wyniki badań w oparciu o wcześniej zdefiniowany układ zastępczy realizujący pomiary reograficzne), **podsumowanie**. Rozprawa zawiera również 4 załączniki, bardzo ciekawie i nowocześnie zaaranżowane i zaprezentowane, łącznie z urządzenie własnej konstrukcji oraz udzielonym dostępem do GitHuba, gdzie zlokalizowano oprogramowane Sigman.

Rozprawa doktorska zakończona jest obszernym, zawierającym 118 pozycji spisem literatury, który w moim odczuciu jest sporządzony dość nietypowo, a mianowicie w sposób znacznie utrudniający recenzentowi bezbłędne stwierdzenie faktu czy taki obszerny spis nie ma charakteru redundancyjnego tzn. czy wszystkie zawarte w nim pozycje są cytowane w tekście. Doszukałem się na początku rozprawy ważnych zwyczajowo pozycji takich jak: spis rysunków i spis tabel, których w tekście pracy jest sporo.

Wrażenie ogólne z czytania rozprawy jest dobre, ponieważ została przygotowana w sposób profesjonalny, a może bardziej precyzyjnie, przy użyciu profesjonalnych narzędzi do edycji tekstów. Zaznaczam, że to pozytywne wrażenie nie wyklucza poprzednich uwag, natomiast

chcę wyraźnie podkreślić, że w moim odczuciu Doktorant osiągnął założone cele polegające na pokazaniu recenzentowi elementów swojego profesjonalizmu.

3. Poprawność i oryginalność tezy rozprawy

Obserwując niezwykle dynamiczny rozwój poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej, dokonujący się w szczególności w ostatnich kilkunastu latach, z pełną odpowiedzialnością uznaję tematykę rozprawy, określone w niej cele jak też ich realizację za nadzwyczajnie aktualne. Na tak zdefiniowanym tle, praca doktorska mgr inż. Marka Żylińskiego wnosi istotny wkład w rozwój badań w obszarze metod pomiarowych dotyczących ciągłego pomiaru objętości wyrzutowej serca oraz oporu obwodowego.

W związku z powyższym uznaję postawioną (niejawnie) w rozprawie tezę dotyczącą potrzeby opracowania nowej metody łączącej zalety innych metod pomiarów objętości wyrzutowej za poprawną, oryginalną oraz przede wszystkim za udowodnioną w stopniu wystarczającym do potwierdzenia kwalifikacji Autora aplikującego o stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii biomedycznej.

4. Analiza źródeł

Wspomniano już wcześniej, że w rozprawie włączono spis bibliograficzny liczący 118 pozycji. Trzeba jednak zaznaczyć, że poruszana w rozprawie tematyka czerpiąca inspirację z nauk biologicznych obfituje w niezwykle bogactwo literatury w zakresie zagadnień pomiarów objętości wyrzutowej oraz oporu obwodowego. Przełożenie tych inspiracji na obszar zagadnień z zakresu metrologii, mówiąc bardzo ogólnie, jest jednak zagadnieniem nowym, zatem w moim odczuciu Autor wykazał znacznie większą niż dostateczną wiedzę, odnoszącą się do wyboru źródeł oraz sposobu ich wykorzystania w tekście rozprawy.

Wspomniano już wcześniej, że jednym z elementów oceny rozprawy doktorskiej jest sprawdzenie, czy wszystkie umieszczone w spisie literatury pozycje są cytowane w tekście rozprawy. Jeśli bowiem jakaś pozycja ze spisu nie byłaby cytowana to oznacza to, że jest w tym spisie zbędna.

Wydaje się, że pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i aktualnych możliwości technicznych i technologicznych reprezentowanych przez literaturę światową w obszarze metod pomiaru objętości wyrzutowej oraz oporu obwodowego znacznie więcej niż przyzwoita. Niektóre błędy wskazane poniżej mogą być usprawiedliwione sporym wskaźnikiem elementów nowatorskich zaczerpniętych z nauk biologicznych.

5. Znaczenie uzyskanych wyników dla dyscypliny naukowej

Rozprawa doktorska mgr inż. Marka Żylińskiego dokonuje wnikliwej analizy możliwych do zastosowania algorytmów odnoszących się do pomiarów objętości wyrzutowej i niestety tę część pracy, ustosunkowując się do niej krytycznie należy uznać za nieco odtwórczą, chociaż, co warto podkreślić, Autor umiejętnie porusza się we wszystkich nachodzących na siebie obszarach problemowych proponując w ten sposób nowe podejście lub nawet kreując pewien nowy standard postępowania w odniesieniu do istniejących metod metrologicznych. Chcę więc podkreślić, że niezwykle trudno jednoznacznie ocenić znaczenie zaprezentowanych wyników dla dyscypliny naukowej, ponieważ jeśli udałoby się je jeszcze w inny sposób zweryfikować (Autor dość krytycznie wypowiada się na temat metody referencyjnej) to może ono być ogromne. Zaprezentowane w pracy przykłady zawierają wprawdzie wyniki pomiarów, ale wrażenie moje, jako recenzenta jest takie, że większy nacisk położono na sprawy techniczno-

konstrukcyjne, niż na elementy interpretacyjne wynikające z przeprowadzonych badań, których w pracy jest stosunkowo dużo.

6. Uwagi krytyczne

W świetle przedstawionych dotąd elementów rozprawy doktorskiej mgra inż. Marka Żylińskiego z radością muszę podkreślić, że uwag krytycznych nie mam zbyt dużo. Jednak, aby recenzja nie była kolorową laurką muszę wspomnieć, o co najmniej kilku. Według mojej wiedzy na stronie 41 i 42 wzory od 16 do 19 zawierają błędy.

Praca przygotowana jest w środowisku umożliwiającym profesjonalną edycję tekstów, co bardzo dobrze świadczy o Autorze. W pracy niestety znalazłem też sporo literówek i niejasnych sformułowań. Część z nich jest niewykrywalna dla większości tzw. „check-spellerów”, ale części można było z pewnością unikać.

7. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wskazane powyżej elementy rozprawy doktorskiej mgra inż. Marka Żylińskiego stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa spełnia wymagania Ustawy o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 (art.13 ust.1 i ust.2). W związku z powyższym wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna, Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego. W szczególności do publicznej obrony rozprawy.

