

Katowice, 30.09.2023

*Prof. dr hab. Grzegorz Juras*  
*Akademia Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach*  
*Katedra Motoryczności Człowieka*  
*ul. Mikołowska 72a*  
*40-065 Katowice*  
*Tel.: +32 2075141*  
*E-mail: [g.juras@awf.katowice.pl](mailto:g.juras@awf.katowice.pl)*

**Recenzja pracy doktorskiej**  
**mgr Piotra Krężałka pt. „Metody optymalizacji statycznej w ocenie zaangażowania**  
**mięśni podczas chodu”**

*Podstawą do sporządzenia recenzji rozprawy mgr Piotra Krężałka i wskazania, czy na jej podstawie zasadnym jest nadanie stopnia doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej, jest pismo Przewodniczącej Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie Prof. dr hab. Anny Marchewki z dnia 12 lipca 2023 roku.*

*Promotor: dr hab. Wiesław Chwała prof. AWF*

*Promotor pomocniczy: dr Anna Bukowska*

Przedłożona do recenzji praca poświęcona została – zgodnie z tytułem rozprawy – opracowaniu metody pozwalającej na zastosowanie zaawansowanego matematycznie kryterium minimum zmęczenia dla układów złożonych z wielu mięśni zaangażowanych podczas chodu. Ponadto, celem pracy było dokonanie weryfikacji opracowanych procedur na przykładach chodu fizjologicznego oraz patologicznego. W pracy sformułowano także cel aplikacyjny, którym było stworzenie propozycji poszerzenia protokołów analizy chodu o dodatkowe informacje o zaangażowaniu poszczególnych mięśni w realizację chodu.

W mojej opinii praca poświęcona została kwestiom ważnym, posiadającym użyteczne znaczenie i jednocześnie relatywnie dobrze poznanym. Analiza chodu stanowi bowiem często podejmowane zagadnienie w badaniach naukowych i klinicznych. Jest to złożona czynność ruchowa angażująca wiele mięśni i obejmująca wiele stopni swobody. Jednak choć dobrze

udokumentowane badania nad chodem trwają od już od prawie 200 lat, wciąż nie mamy pełnej wiedzy na temat mechanizmów i procesów związanych z lokomocją. Być może nowe metody analityczne w połączeniu z postępem technologicznym pozwolą w nieodległej przyszłości odkryć i w pełni opisać mechanizm chodu człowieka. W tym nurcie badań należy umiejscowić wysiłki Doktoranta. Fakt ten zasługuje na szczere słowa uznania, które niniejszym kieruję zarówno pod adresem Doktoranta, jak i Promotora oraz Promotorki Pomocniczej rozprawy.

### *Ocena formalnej strony*

Rozprawę doktorską przygotowano w formie manuskryptu liczącego 133 strony, w tym zbiór piśmiennictwa liczący ponad 90 pozycji, z których znacząca większość jest w języku angielskim, a także streszczenia w języku polskim i angielskim. W pracy znalazł się spis skrótów i oznaczeń oraz wykaz rycin i wykresów.

Wartym podkreślenia jest bogata forma prezentacji danych. To z pewnością ułatwia interpretację wyników zaawansowanych analiz. Szczególnie przedstawienie średnich wartości mocy generowanych przez agonistów i antagonistów w każdej z faz wraz z zaznaczeniem kolorami dodatnich / ujemnych wartości momentu siły (np. ryc. 4.3., str. 51) warta jest pochwały. Jednocześnie jednak chciałem zauważyć, że w mojej subiektywnej ocenie ryc. 4.4. (i podobne) oraz np. 4.24. są zbyt małe.

Struktura pracy jest poprawna i całość pod względem formalnym zasługuje na wysoką ocenę. Z obowiązków recenzenta chciałem jednak zauważyć kilka drobnych błędów cytowań (np. strony 11, 13, 17 czy 21) oraz błędów stylistycznych i językowych (np. ilość zamiast liczba stopni swobody – nawet jeśli jest ich wiele, to jednak są policzalne, str. 93 i 108). Dyskusyjnym, ale w mojej ocenie wartym ponownego przemyślenia, jest kwestia przeniesienia pewnych fragmentów w bardziej adekwatne miejsca w strukturze pracy. Mam tu na myśli przeniesienie niektórych informacji z dyskusji do części teoretycznej, która jest relatywnie skromna (liczy 15 stron) oraz z rozdziału, w którym opisywane są wyniki badań, do rozdziału przedstawiającego metody (ten rozdział akurat jest dosyć obszerny, bo liczy 20 stron, ale nie zmienia to faktu, że informacja nt jak oceniano wrażliwość modelu na zmiany jego parametrów były w rozdziale 4.3. (strona 82), zamiast w rozdziale 3, w którym charakteryzowane są metody wykorzystane w pracy).

Niezależnie od zauważonych niedoskonałości, dokonując oceny rozprawy pod względem formalnym, stwierdzam, że nie budzi ona zastrzeżeń i oceniam ją wysoko.

## *Ocena merytoryczna*

Przedstawiona do recenzji praca doktorska, jak wspomniałem wcześniej, poświęcona została zagadnieniu optymalizacji statycznej chodu. Wartym podkreślenia zabiegiem była weryfikacja modelu w oparciu o dane empiryczne, a także przyłożenie modelu do chodu patologicznego (dwa różne przypadki). Jak wynika z doświadczeń badawczych zawsze warto badać wartości ekstremalne czy też analizować skrajne przypadki (sport / dysfunkcja). Nowoczesne podejście do badania chodu przejawia się także w pracy wyborem procedury analizy chodu pod kątem czterech stopni swobody. W zasadzie mógłbym dłużej wskazywać na rzeczy, które podczas studiowania pracy przypadły mi szczególnie do gustu. Zamiast tego pozwolę sobie pochwały oszczędzić na publiczną obronę, a w recenzji skupię się na uwagach krytycznych:

1. Pierwsza, zasadnicza uwaga dotyczy jednoznacznego opisu w pracy zakresu własnych odkryć i dokonań. Jakie elementy analiz są implementowane, a które stanowią osiągnięcie własne? Czytelnik musi się domyślać i o ile jest to oczywiste, jakie dane referencyjne zaczerpnięto z pozycji Pedotti i wsp. (1978) czy Nigg i Herzog (1994), to jednak trzeba się dłużej zastanawiać w przypadku wytycznych CGA czy propozycji zawartych w pracach Vaughan i wsp. (1992) czy Dul i wsp. (1984). To nie powinno podlegać domysłom.
2. Druga, równie zasadnicza kwestia dotyczy w mojej opinii nadinterpretacji w zakresie przedstawiania w uzasadnieniu zadań wykonywanych przez poszczególne mięśnie poprzez układu sterowania ruchem. Uważam, że zarówno w pytaniu drugim, jak i hipotezie drugiej oraz we fragmencie dyskusji na stronie 102, Autor powinien ostrożniej tłumaczyć uzyskane wyniki procesami sterowania, ponieważ nie były one przedmiotem badań.
3. Trzecia uwaga dotyczy dokonania analizy ograniczeń wynikających z naturalnych przyczyn przy tak zaawansowanych metodach optymalizacji, czy choćby realiów w jakich występować mogą trudności związane z implementacją poszerzonego protokołu analizy chodu w warunkach klinicznych. W tym punkcie wziąłbym pod uwagę także ograniczenia wynikające z faktu weryfikacji wyznaczonego modelu tylko na dwóch przypadkach klinicznych.

Myślę, że zaprezentowane powyżej kwestie będą tematem interesującej dyskusji podczas publicznej obrony pracy. Jednocześnie, chcąc dać pretekst do wykazania się

Doktorantowi podczas debaty proponuję zadać sobie trud interpretacji relacji parametru przesunięcia w modelowaniu z przesunięciem elektromechanicznym występującym w zapisie sygnału EMG.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy, pragnę podkreślić, że mimo stwierdzonych uwag i zastrzeżeń, stanowi ona bardzo interesujące, oryginalne i wartościowe dzieło. Mam jednocześnie nadzieję, że przedstawione uwagi krytyczne pozwolą choć po części zainspirować do dalszej pracy i będą zachętą do podążania trudną, ale jakże fascynującą ścieżką kariery naukowej.

### ***Konkluzja końcowa***

**Po wnikliwym zapoznaniu się z rozprawą doktorską Pana Piotra Krężeloka stwierdzam, że spełnia ona wymagania ustawowe i wnioskuję do wysokiej Rady Naukowej Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie o dopuszczenie wyżej wymienionego do dalszych etapów przewodu promocyjnego i nadanie stopnia doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.**



Grzegorz Juras