

Dr hab. Paweł Linek, prof. AWF  
Laboratorium Elastografii i Ultrasonografii  
Narządu Ruchu, Instytut Badawczo-Rozwojowy  
Fizjoterapii i Nauk o Zdrowiu,  
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego  
Kukuczki w Katowicach

### **Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Daniela Ledwonia**

w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna. Opinia została opracowana na wniosek Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Marka Gzika z dnia 15.07.2022 roku (pismo: RDIB.002.47.2022).

**Temat pracy:** Model matematyczny dynamiki ruchów spontanicznych dzieci w I roku życia w aspekcie wczesnego wykrywania dysfunkcji motorycznych

**Promotor:** prof. dr hab. inż. Andrzej W. Mitas

**Promotor pomocniczy:** dr Iwona Doroniewicz

#### **1. Uwagi ogólne**

W naukach biomedycznych istotną rolę odgrywa możliwość zbierania zobiektywizowanych oraz cechujących się rzetelnością, trafnością oraz zgodnością pomiarów, które finalnie wykorzystywane są do wnioskowania opartego na dowodach naukowych. Inżynierowie stanowią więc bardzo istotne wsparcie dla wszystkich dyscyplin będących częścią dziedziny nauk medycznych i nauk o zdrowiu, i niejako tworzą podwaliny do jej dalszego rozwoju. Przedstawiona do recenzji dysertacja w pełni to potwierdza, gdyż zawiera ona metrologiczne rozważania dotyczące oceny ruchów spontanicznych dziecka w okresie niemowlęcym. Perspektywicznie wiedza ta może stanowić istotne rozszerzenie obecnego stanu wiedzy, gdyż w dostępnej literaturze zauważalna jest ubogość informacji na temat ruchów spontanicznych niemowlaka *per se*, nie wspominając o możliwościach diagnostycznych oceny takich ruchów.

Potrzeba oceny układu ruchu (struktury, funkcji) sprawia, że na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat powstało wiele różnych metod wykorzystywanych w jego analizie. W okresie niemowlęcym ocena ruchu ma szczególne znaczenie, gdyż ruch niemowlaka jest właściwie głównym źródłem informacji o jego rozwoju. W praktyce specjaliści z zakresu

neonatologii, pediatrii oraz fizjoterapii postrzegają oraz analizują stan dziecka opierając się głównie na doświadczeniach związanych z ruchem spontanicznym lub wymuszonym poprzez określoną stymulację. Konieczność poszukiwania nowych narzędzi pomiarowych niezbędnych do obiektywnej analizy narządu ruchu (w tym przypadku ruchów spontanicznych niemowlaka) jednoznacznie pozwala stwierdzić, że praca Autora zasługuje na pełne uznanie. Recenzent jest przekonany, że przeprowadzone badania polegające na dogłębnej analizie nagrań ruchów spontanicznych niemowląt uzyskanych w oparciu o nowatorskie urządzenie, którego Autor niniejszej dysertacji jest współtwórcą, zasługuje na wyrazy uznania. Bowiem w badaniach tych rozważano: a) kalibrację urządzenia; a) poprawność wykrywania wybranych punktów sylwetki; b) dokładność detekcji punktów; c) możliwość wykorzystania zaproponowanego modelu matematycznego dynamiki ruchów spontanicznych do wspomagania podejmowania decyzji w ocenie globalnych wzorców ruchowych.

Ten jakże złożony i dość skomplikowany proces został przez Autora bardzo ładnie przedstawiony i chronologicznie opisany w otrzymanej do recenzji dysertacji. W tym miejscu należy podkreślić, że praca ta została napisana bardzo ładnym językiem, z właściwym doborem słów i praktycznie bez większych błędów językowych. Liczne tabele, ryciny, wykresy oraz wzory są bardzo czytelne i opatrzone odpowiednim komentarzem, co sprawiło, że przedzieranie się przez gąszcz trudnych zagadnień, nie należących bezpośrednio do reprezentowanej przez recenzenta dziedziny, było znacznie ułatwione. To bardzo ważne, że Autor potrafił tak zredagować swoją pracę, by nie tylko przedstawiciele dziedziny, którą sam reprezentuje mogli być jej odbiorcą. To też niejako potwierdza często powtarzane w dysertacji twierdzenie Autora o konieczności interdyscyplinarnego podejścia do badań. Umiejętność prezentowania realizowanych przez siebie zagadnień musi być przecież zrozumiała dla reprezentantów innych dyscyplin naukowych, by można było mówić o zespołach interdyscyplinarnych.

Pomimo bardzo wysokiej oceny ogólnej w oczach recenzenta jawią się również pewne uchybienia w recenzowanej dysertacji. Błędy te nie są na tyle duże by mogły rzutować na ogólną ocenę pracy, ale nieco dezorganizują (np. rozdział 4. *Cele i teza pracy*; rozdział 10. *Wnioski*), a czasem wzbudzają zdziwienie (np. rozdział 8. *Przykłady implementacyjne wybranych tez pracy – przegląd publikacji własnych*; rozdział 9. *Podsumowanie*). Wydaje się, że zabrakło także typowego dla prac naukowych rozdziału – Dyskusja – który pozwoliłby w szerszym i pożądanym przez Autora kontekście omówić wszystkie interesujące go zagadnienia – chociażby opierając się na własnych publikacjach. W części 3 niniejszej

recenzji najważniejsze uwagi wraz z komentarzem zostały zaprezentowane. Ich celem nie było dyskredytowanie osiągnięć Autora, ale wzbudzenie refleksji i polemiki. Część z uwag trudno nawet nazwać błędami, ponieważ są wyrazem innej percepcji poruszanych przez Autora zagadnień.

## **2. Ocena formalna rozprawy**

Rozprawa liczy 129 stron maszynopisu podzielonego na 10 głównych rozdziałów, bibliografię, spis tabel, rycin i skrótów, dodatek A i B oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Przyjęty układ prac jest typowy dla opracowań o charakterze badawczym. Proporcje pomiędzy częścią teoretyczną a empiryczną nie powinny budzić większych zastrzeżeń, gdyż część główna pracy (Cel i teza pracy - Wnioski) stanowi niespełna 70% objętości pracy. Całość napisana ładną polszczyzną i znikomą liczbą błędów ortograficznych, interpunkcyjnych, fonetycznych lub stylistycznych.

Autor przedstawionej dysertacji korzystał z 174 pozycji piśmiennictwa uporządkowanych w kolejności cytowań. W tekście zastosowano system vancouverki podawania źródeł. Parytet książek, podręczników i rozdziałów w odniesieniu do innych prac nie budzi większych zastrzeżeń. W podobnym tonie należy odnieść się do chronologicznego doboru piśmiennictwa – prace z ostatnich 10 lat poprzedzających złożenie pracy doktorskiej stanowią ponad 70% wszystkich uwzględnionych w tekście źródeł. Jest kilka starszych tekstów źródłowych – z lat 60. - 80. – samo w sobie nie jest to błędem, o ile wiedza zawarta w tych publikacjach jest dobrze znana Autorowi i nadal obowiązująca. Podczas redagowania tekstu przedstawionej pracy Doktorant korzystał z wyników badań zagranicznych oraz polskich autorów.

## **3. Ocena merytoryczna rozprawy**

### ***Tytuł pracy***

Jest prawidłowy, aczkolwiek może wprowadzać w błąd czytelnika.

1. Tak naprawdę prowadzono badania niemowlaków w dość ściśle określonym okresie rozwoju. Jak domniemam opracowany system, który był analizowany w dysertacji pozwala jedynie oceniać niemowlaki do max. 5-6 miesiąca życia, gdyż po tym okresie dziecko może obracać się na brzuch i zaczyna być bardziej mobilne (trudno będzie go utrzymać 20 minut w obiektywie kamery) oraz bardziej zainteresowane otaczającym światem (wpatrywanie w obiektyw, czy też ruchy w kierunku obiektywu mogą nie być tymi odruchowymi i pożądanymi w badaniach). W żadnej części pracy nie

odnajdziemy informacji o tych ograniczeniach. W dyskusji byłoby na to idealne miejsce.

2. Ostatni fragment tytułu niejako wręcz sugeruje, że będziemy w pracy analizować materiał kliniczny. Jak bowiem inaczej zinterpretować wykrywanie dysfunkcji motorycznych.

### ***Rozdz. 1. Wprowadzenie***

Treści poprawne, ale zbyt akcentowane są zagadnienia nie będące przedmiotem dysertacji. Praca ta w całości poświęcona jest metrologii – słusznie czytamy: „System techniczny, pozwalający na uzyskanie ilościowych wskaźników ruchu niemowlęcia, stanowiłby cenne uzupełnienie standardowych procedur diagnostycznych wykorzystywanych przez fizjoterapeutów”. To jest jeden skromny akapit tej części pracy (0,5 strony), podczas gdy pozostałe 3,5 strony poświęcone zostały systemowi opieki zdrowotnej, badaniu dziecka, zaburzeniach rozwoju, a nawet mózgowemu porażeniu dziecięcemu (MPD). Te treści nijak mają się do tego czym zajmował się Pan w empirycznej części pracy. Czemu eksponuje Pan MPD? Jest to dla recenzenta kompletnie niejasne. W tej części pracy zwrócono uwagę na jeszcze jeden fragment „...informacja zawarta w kilkuminutowym nagraniu swobodnego ruchu niemowlęcia leżącego na plecach, pozwala na wyciągnięcie wniosków dotyczących jego rozwoju neuromotorycznego”. Jest to zdanie twierdzące – rozumiem, że Autor posiada dowody naukowe uprawniające do tak jednoznacznego stwierdzenia?

### ***Rozdz. 2. Struktura pracy***

Krótki, niespełna dwustronicowy, rozdział, gdzie punktowo przedstawiono kolejne części pracy. Rozdział przydatny i umożliwia chociaż częściowe zrozumienie intencji Autora. To tutaj odnajdziemy implikację, która kierowała Doktorantem podczas pisania wprowadzenia (...formę motywacji, której celem jest umiejscowienie tematu w szerokim kontekście). Recenzent w pełni szanuje to stanowisko. Wydaje się jednak, że „ umiejscowienie tematu w szerokim kontekście” powinno nastąpić dopiero po wyczerpaniu najważniejszych zagadnień związanych z poruszaną problematyką. Problematyka ta dotyczyła oceny i analizy ruchu „zdrowego” niemowlaka – tyle.

### ***Rozdz. 3. Biocybernetyczne aspekty rozwoju motorycznego w pierwszych miesiącach życia.***

Jest to jeden z obszerniejszych rozdziałów dysertacji. Bardzo dobrze uporządkowany i przejrzysty. Czyta się go z prawdziwą przyjemnością. Trudno też dopatrzeć się tutaj

jakichkolwiek błędów merytorycznych. Jeżeli Autor posiadał wiedzę zawartą w tych rozdziałach, to mógłby zawstydzić niejednego studenta 5-go roku fizjoterapii. Nie zmienia to jednak faktu, że w opinii recenzenta część zawartych tutaj informacji mogła zostać potraktowana skrótowo, gdyż nie łączą się one bezpośrednio z realizacją badań i oparte (do strony 22) są na 3-4 ogólnodostępnych pozycjach książkowych. Reasumując, znajomość tych zagadnień na pewno ułatwi Panu lepszą współpracę interdyscyplinarną, ale na potrzeby tej pracy mogły zostać pominięte lub zaprezentowane w zarysie.

Od strony 25 zaczynają się również pojawiać wielce oczekiwane przez recenzenta treści, gdzie Autor zaczyna wprowadzać czytelnika do empirycznej części swojej pracy. W tym miejscu poruszane zagadnienia są z kolei niepełne. Po przeczytaniu części teoretycznej dysertacji (przed rozdziałem 4.0 Cele i teza pracy) nadal kłębiły się w głowie recenzenta następujące pytania:

- jakie są dostępne systemy oceniające ruch?; - jakie są dostępne systemy oparte o kamery?;
- co wyróżnia te systemy?; - jakie mają słabe i mocne strony?

Na bazie tych treści można było z powodzeniem przejść do części empirycznej dysertacji. Byłyby one niejako uzasadnieniem prowadzonych badań – nie dalekosiężnych (diagnostyka etc...) tylko obecnych (takie systemy są, takie mają wady, potrzebujemy czegoś nowego). Na szczęście na szereg postawionych tutaj pytań Autor udzielił odpowiedzi w dalszej części swojej pracy.

Kilka drobnych uchybień:

- brakuje tytułu ryciny na stronie 30
- skrót MPD został wcześniej wprowadzony więc należy go stosować w dalszych częściach pracy (patrz str. 28 jako przykład, jest takich miejsc więcej).

#### **Rozdz. 4** *Cele i teza pracy*

W uwagach ogólnych zwrócono już uwagę, że ta część pracy wprowadza nieco zamieszania. Pan mgr inż. Daniel Ledwoń przedstawia ogólny cel pracy (... Cechy kinematyczne oraz zakresy przestrzenne tej motoryki analizowane są w aspekcie diagnostyki, zwłaszcza przesiewowej), cel naukowo-dydaktyczny („...model matematyczny spontanicznej motoryki niemowląt..., potencjalnie użyteczny w diagnostyce przesiewowej”), cel naukowy, cel użytkowy oraz cel dydaktyczny. W międzyczasie zaproponował jedną hipotezę oraz postawił tezę główną i tezy szczegółowe. Czy naprawdę Autor uważa, że badania stanowiące dysertację realizowały te wszystkie cele? Czy nie można było ich przedstawić w sposób klarowny?

Przy określaniu celów pracy, hipotezy oraz tez nagminnie pojawiają się zbliżone semantycznie sformułowania: „...w aspekcie diagnostyki”, „...wysokiej wartości diagnostycznej...”, a cel naukowy brzmi „...dla zastosowań diagnostycznych do wykrywania dysfunkcji motorycznych o kontekście neurologicznym”. Proszę wskazać fragmenty badań stanowiących dysertację, które pozwoliły dowieść, że opracowany model matematyczny ma zastosowanie do wykrywania dysfunkcji motorycznych o kontekście neurologicznym.

### **Rozdz. 5** *Model dynamiki ruchów spontanicznych*

Bardzo dobrze napisany rozdział. Nie mam żadnych uwag krytycznych, a jedynie dygresję do pierwszego zdania podrozdziału 5.3, gdzie Doktorant pisze:

„Spontaniczna motoryka kończyn niemowlęcia składa się z dowolnych, często złożonych ruchów, generowanych w niedeterministyczny sposób”.

Czy można stwierdzić na pewno, że motoryka niemowlęcia jest niedeterministyczna – czyli jak rozumiem – przypadkowa? Być może zdrowe niemowlęcia generują dowolne, często złożone ruchy w pewien typowy wzorec (a może będzie kilka typów wzorców). A chore atypowe/atypowe... Jeżeli tak, to znaczy, że ich ruch jest zdeterminowany rozwojem, czy też stopniem dojrzałości układu nerwowego. Myślę, że takie właśnie założenie stoi u podstaw poszukiwania wzorców prawidłowych/nieprawidłowych ruchów spontanicznych.

### **Rozdz. 6** *Architektura dedykowanego systemu pomiarowego*

Jest to kolejny bardzo dobrze napisany rozdział dotyczący zagadnień usilnie przez recenzenta oczekiwanych tematyką pracy. Jedyna uwaga krytyczna jaką podnosi recenzent to brak precyzowania do jakich doniesień/autorów Doktorant się odnosi. Przykłady:

- „W opublikowanych do tej pory doniesieniach...” - jakich?
- „Innym argumentem często poruszonym przez badaczy...” – jakich?

Pytania:

- Doktorant w wielu miejscach odnosi do bazy MINI-RGBD (wykorzystano lokalizacje punktów charakterystycznych sylwetki na obrazach pochodzących z bazy MINI-RGBD). Wcześniej jednak sugerowano jej ograniczenia. Jak duże ryzyko błędu jest szacowane z powodu zastosowania tej bazy?
- Proces kalibracji - czy wymiar dziecka ma znaczenie ?

## **Rozdz. 7** *Komputerowe wspomaganie diagnostyki neurorozwojowej*

Jest to główny rozdział dysertacji, gdzie została zgromadzona baza nagrań niemowląt, którą następnie poddano obróbce i licznym analizom. Rozdział ten jest poprawnie przedstawiony, aczkolwiek zawiera szereg niejasności:

### 1. Materiał badany:

A) „...51 zdrowych niemowląt...” – Zgodnie z tym co pisał Pan we wcześniejszych fragmentach pracy nie możemy jednoznacznie stwierdzić czy były zdrowe. Na jakiej podstawie stwierdzano zdrowie dziecka? Kryteria włączenia bardzo ogólne. Brakuje kryteriów wyłączenia.

B) Badania dotyczyły niemowlaków w wieku od 6 do 16 tygodni – dlaczego wskazano tak precyzyjny przedział? Nigdzie nie jest to wyjaśnione. Dla przypomnienia – tytuł mówi o całym roku, a tutaj do 4 miesiąca.

C) Czy na podstawie badania „zdrowego materiału” możemy mówić o diagnostyce neurorozwojowej – patrz tytuł tego rozdziału i cały rozdział 4. Cel i teza pracy.

### 2. Zbieranie materiału filmowego:

A) „...O porze nagrania decydował rodzic w zależności od rytmu dobowego niemowlęcia” – Czy do nagrań wzorcowych nie należało rozważyć tylko takich przypadków, które mają zbliżony rytm dobowy i porę nagrania zawęzić do max. kilku godzin? Dobrze znany jest wpływ pory dnia na fizjologię. W dalszej części czytamy jednak, że czas dokonywania części nagrań był sprecyzowany „...po pierwszej drzemce...” – nie jest to klarowny przekaz względem tego co wcześniej napisano.

B) W tym fragmencie pracy czytamy też, że czasem „...nagrywanie było przerywane i powtarzane...” - czy zbierane były informacje o częstotliwości takich zdarzeń?

3. Detekcja punktów modelu: „W przypadku braku możliwości zlokalizowania danego punktu algorytm zwraca wartość pewności wynoszącą 0, a punkt przyjmuje położenie (0,0)”. – czy często mamy do czynienia z takim zjawiskiem? W zamian stosowano „przybliżenia” – Czy to przybliżenie jeżeli było często stosowane może znacząco zaburzyć realną trajektorię ruchu? Wcześniej pisze się, że jest to metoda skuteczna. Czy była weryfikowana na niemowlakach? Tylko w jednej z przywołanych przez Pana prac (Sakkos i wsp. 2021) badano niemowlaki. Czy Pana doświadczenie pozwala stwierdzić, że tutaj ta skuteczność będzie podobna? Recenzent nie ma w tym aspekcie żadnego doświadczenia.

4. Eliminacja drgań: czy była konieczna? Czy może mieć wartość diagnostyczną? Drżenie kończyn obserwowane jest w różnych chorobach o podłożu neurologicznym. Co więcej, ów drżenie pomaga nakierować klinicystę na określoną chorobę.
5. Ekspert – student: Czy określenie studentów fizjoterapii we wskazywaniu punktów anatomicznych na nagraniach jako ekspertów jest zasadne? Po pierwsze lata studenckie rządzą się swoimi prawami, a po drugie nie mieli oni wcześniej żadnego doświadczenia we wskazywaniu punktów anatomicznych na nagraniach. Z dalszej części pracy wiemy, że wyznaczanie tych punktów było kluczowe do określenia błędu detekcji - czy zaangażowanie wyłącznie studentów na tym etapie nie było więc błędem? Czy odchylenie w zaznaczanych punktach pomiędzy „ekspertami-studentami” było analizowane?
6. Zdanie kluczowe (str. 90): „Analiza modelu dynamiki ... będzie przedmiotem dalszych badań zespołu nad opracowaniem narzędzia komputerowego wspomagania diagnostyki neurorozwojowej”. Dlaczego więc Autor dysertacji chciał usilnie przekonać czytelnika, że dowody na diagnozowanie/wykrywanie dysfunkcji motorycznych znajdzie w tej pracy? (Tytuł pracy, Cel naukowy, teza główna – „..., który docelowo jest wykorzystywany w diagnostyce...”).  
Recenzent w tym miejscu pragnie przypomnieć, że teza to „założenie, które ktoś zamierza udowodnić” (słownik języka polskiego, PWN). Powinna więc być jednoznacznie sformułowana i następnie udowodniona empirycznie. W przywołanym zdaniu mamy potwierdzenie, że w tej pracy tego nie zrobiono.

### **Rozdz. 8** *Przykłady implementacyjne wybranych tez pracy – przegląd publikacji własnych*

Ten fragment, a właściwie cały oddzielny rozdział, dysertacji wzbudził największe zdziwienie w oczach recenzenta. Wydaje się, że najbardziej odpowiednim miejscem na przywołanie własnych prac byłaby dyskusja, której zabrakło w tej dysertacji. Jednakże znaczne fragmenty pracy noszą znamiona dyskusji i mogły stanowić potencjalnie adekwatne miejsce dla przywołania pozostałego dorobku Doktoranta. Uwagi:

- A) W obecnej formule nie można w ogóle mówić o jakimkolwiek przeglądzie, gdyż rozdział ten stanowi po prostu zwykły spis wybranych (wszystkich?) prac Autora z krótkim opisem niektórych publikacji. O jakim rodzaju przeglądu myśli tutaj Doktorant?
- B) Recenzent domniema, że przywołano tutaj wszystkie prace, a nie jak chce Autor, tylko te, które odnoszą się do tez dysertacji. Jak bowiem wytłumaczyć umieszczenie w spisie następujących tytułów (jako przykład tylko wybrane):



a) *„Aspekty badawcze analizy wpływu pobudzeń dźwiękowych na człowieka. Sztuka jako wartość w edukacji i przestrzeni życia”*; b) *„Algorytm badania wpływu preferencji brzmieniowych na percepcję muzyki. Granice wolności w sztuce i edukacji: wybrane konteksty”*; c) *„Technology as a support for rehabilitation patients after stroke”*.

Należy zaznaczyć, że rozdział ten jest integralną częścią dysertacji (nie załącznikiem prezentującym dorobek Autora). Jeżeli uważa Pan, że tytuły te (i pozostałe) są przykładem implementacyjnym wybranych tez pracy, to powinno się wyjaśnić czytelnikowi w jakim zakresie spełniają one tę rolę.

### **Rozdz. 9 Podsumowanie**

Jest to jeden ze słabiej napisanych rozdziałów pracy. To tutaj możemy znaleźć szereg bardzo oryginalnych stwierdzeń Autora:

- „Poziom wiedzy i doświadczenia rodziców jest adekwatny do wieku, co implikuje nierzadko nietrafne zachowania, szczególnie w przypadku pierwszego dziecka.” – jakie są przesłanki Autora do takiego twierdzenia? Jaki związek z pracą doktorską ma to twierdzenie?

- „Subiektywizm oceny osoby słabo wykwalifikowanej w zakresie fizjoterapii dziecięcej jest akceptowalny, gdy wsparty jest odpowiednim szkoleniem, uzupełnionym eksperymentalnie”. Jest to niejasne stwierdzenie. Tak na marginesie - Ocena eksperta też jest subiektywna i może być błędna. Raczej nie akceptowałbym również osób słabo wykwalifikowanych i dążyłbym do poprawy ich kwalifikacji (szkolenie powinno to zapewniać).

- „W przeciętnych warunkach jedynym wyjściem jest skomplikowana logistycznie lub organizacyjnie specjalistyczna konsultacja.” – na czym ta trudność polega? Wszyscy mamy świadomość niewystarczającej wydolności opieki zdrowotnej, ale kontakt z fizjoterapeutą dziecięcym (nawet ekspertem) jest możliwy. Stosowanie zabiegu hiperboli w pracy naukowej jest nieuzasadnione. W badaniach naukowych opis zjawisk powinien zawsze odzwierciedlać stan faktyczny, a wszystkie wywody wolne od emocji i przemyślane.

- „Instytucja promotora pomocniczego w prezentowanej pracy stanowiła naturalne i nadzwyczaj poważne wsparcie, czego przejawy widoczne są w analizie ważniejszych autorskich publikacji (sic!)” – kompletnie niezrozumiałe.

- „W pracy uwzględniono osobny rozdział poświęcony publikacjom z udziałem autora, ponieważ pozwoliło to na uproszczenie prezentacji wybranych przykładów w formie zweryfikowanej procesem wydawniczym.” – jw.

W tej części pracy Autor po raz pierwszy wprowadza również nowy termin – ocena prawdopodobieństwa („Przedmiotowa praca koncentruje się na próbie wykorzystania wybranych cech (biomarkerów) motorycznych do oceny prawdopodobieństwa występowania zaburzeń o neurologicznym podłożu”). W którym fragmencie pracy tę próbę podjęto? Jaki jest wynik tej próby? Dlaczego Autor ogranicza również potencjał możliwości wykorzystania opracowanego systemu do zaburzeń neurologicznych? Jest to sprzeczne z wcześniej artykułowanym ujęciu problemu „w szerokim kontekście”. Być może w oparciu o analizę filmów będzie można dostrzec innego rodzaju zaburzenia (np. dysplazję stawu biodrowego, etc.).

## **Rozdz. 10 Wnioski**

Rozdział ten jest bardzo ogólny i tylko częściowo odnosi się do problemu poruszanego w pracy – przypuszczalnie jako konsekwencja braku uporządkowania rozdziału 4. Niektóre z wniosków, które Autor wyciągnął nie są również w żaden sposób poparte empirycznie (przykład: „Na podstawie przeprowadzonych badań można dojść do wniosku, że możliwe jest uproszczenie wstępnej przesiewowej diagnostyki w przypadku zaburzeń neurorozwojowych u małych dzieci”), a część bardzo enigmatyczna (przykład: „Przeprowadzone eksperymenty zastosowania sztucznej inteligencji prowadzą do wniosku, że zasadniczo, zgodnie z obecnie powszechną tendencją, jest to dobry sposób na poszukiwanie wiedzy, ale wymaga dużej liczby zbadanych przypadków, by uprawnione było wyznaczanie wskaźników w medycynie obowiązujących, jak czułość, czy specyficzność metody”).

## **4. Konkluzja**

Praca Pana mgr inż. Daniela Ledwonია jest oryginalna, nowatorska i w przeważającej większości bardzo dobrze napisana. Wykazane w recenzji uchybienia, uwagi lub zastrzeżenia nie powinny więc w żaden sposób umniejszać wartości całej przedstawionej do recenzji dysertacji. Tym samym stwierdzam, że **mgr inż. Daniel Ledwoń spełnia wymogi formalne, o których mowa w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 ze zm.) w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora.** W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Daniela Ledwonია do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Żywię jednocześnie ogromną nadzieję, że w toku dalszych etapów toczącego się postępowania wszelkie uwagi wskazane w recenzji zostaną przez Autora rozpatrzone w ramach szeroko rozumianej dyskusji akademickiej.

