

Tomasz Topoliński

Bydgoszcz, dn. 15 grudnia 2024 r.

Prof. dr hab. inż.

Centrum Nowoczesnych Technologii Medycznych sp. z o.o.

### Recenzja

dorobku naukowego dr. inż. Piotra Wodarskiego

w postępowaniu habilitacyjnym

Podstawę przygotowania recenzji dorobku dr. inż. Piotra Wodarskiego w postępowaniu habilitacyjnym stanowią: kopia pisma Zastępcy Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej skierowanego na ręce Rektora Politechniki Śląskiej z dnia 16 września 2024 roku informującego o wyznaczeniu mnie na recenzenta w komisji habilitacyjnej wyżej wymienionego, pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej z dnia 24.10.2024 r. o powołaniu mnie na recenzenta w tym przewodzie oraz umowa o dzieło UMC/4162/2024 na wykonanie recenzji, podpisana przez dr. hab. inż. Marcina Basiagę, profesora uczelni w Politechnice Śląskiej zawarta w dniu 29.10.2024 r.

Wobec przyjęcia i podpisania wymienionej wyżej umowy, wywiązanie się z jej wymogów to przygotowanie recenzji dorobku według schematu zgodnego z zasadami §8 pkt. 5 tej umowy. Stąd przyjęta przeze mnie forma edytorska niniejszej recenzji.

1) *przedstawienie podstawowych danych o kandydacie, w tym:*

*a) data uzyskania stopnia doktora oraz nazwa jednostki organizacyjnej, w której ten stopień został nadany,*

Habilitant uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika w dniu 15 czerwca 2016 r. Został on nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej. Podstawą podjęcia uchwały była wyróżniona rozprawa doktorska o tytule *Interaktywny system inżynierskiego wspomaganie diagnostyki kończyn górnych dla osób z problemami neurologicznymi*. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Marek Gzik. Warto podkreślić, iż wcześniej uzyskał on tytuł inżyniera (2011 r.) i magistra

inżyniera (2012 r.) na kierunku Elektronika i Telekomunikacja na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, w obu przypadkach także z wyróżnieniem.

*b) informacja, czy kandydat ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego, w tym – o ile wynika to z dokumentacji sprawy – informacja o przebiegu i zakończeniu wcześniejszego postępowania,*

W dostarczonych dokumentach nie ma informacji na temat wcześniejszego ubiegania się przez kandydata o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

*c) przebieg pracy naukowo-zawodowej (miejsce pracy, zajmowane stanowiska),*

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, od 01.07.2016 r. rozpoczął pracę jako adiunkt naukowo-dydaktyczny w Katedrze Biomechatroniki na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej w Gliwicach, gdzie pracuje do dziś. Wcześniej, w latach 2012-16, na tym samym wydziale prowadził zajęcia dydaktyczne w ramach umów pozaetatowych. W roku 2022 przez miesiąc prowadził także zajęcia na studiach Master of Business Administration w ochronie zdrowia na Śląskim Uniwersytecie Medycznym w Katowicach.

Kandydat uzyskał bardzo różnorodne doświadczenia przemysłowe jako pracownik etatowy, w oparciu o umowy cywilno-prawne czy samozatrudnienie w firmie, której jest współwłaścicielem. Dopasowując się do podziału zaproponowanego przez Habilitanta można wskazać, że w latach 2011-24 był zatrudniony:

- w jednostkach przemysłowych w ramach działań związanych z prowadzeniem prac o charakterze naukowym: zatrudnienie od miesiąca do ponad dwóch lat w takich firmach, jak VRTechnology Sp. z o.o. w Gliwicach, Pracownia Biocybernetyki Fundacji Rozwoju Kardiochirurgii w Zabrze, Szpital Geriatryczny im. Jana Pawła II w Katowicach, Artmedik Sp. z o.o. w Jędrzejowie, SilSense Technologies SA z siedzibą w Gliwicach najczęściej jako projektant i programista,

- w jednostkach przemysłowych w ramach projektów polskich i europejskich: głównie jako ekspert w Górnośląskiej Agencji Przedsiębiorczości i Rozwoju Sp. z o.o. i Katowickiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej S.A., zatrudnienie od miesiąca do dwóch w czterech różnych latach,
- w jednostkach przemysłowych: od września 2022 roku do dziś jako współnik spółki: IDS Idea Development Systems Jurkojć, Wodarski Spółka Jawna, od 2010 roku głównie jako zatrudnienie jednomiesięczne, w takich firmach jak EMT-Systems Sp. z o.o., Technika IT Sp. z o.o., VRTechnology Sp. z o.o., KABE Sp. z o.o. w Mikołowie,
- w jednostkach naukowych w ramach stażu: 2 tygodniowy staż w Department of Neurology, UKSH, Campus Kiel i Christian-Albrechts University, Germany, oraz 2 jednomiesięczne pobyty w Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, a także 3,5 miesięczny pobyt w IBiB-ie w Warszawie,
- w jednostkach przemysłowych w ramach stażów: krótkoterminowych 2-4 miesięczne w takich firmach jak I3D w Gliwicach, Silsense Technology, Solvmed Sp. z o.o., Rehatronics S.A w latach 2012-16 i 10 miesięczny w firmie VRTechnology Sp. z o.o. w Gliwicach w roku 2021.

*2) przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego, w tym o obowiązujących kryteriach oceny,*

W art. 219 ust.1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, (tekst jednolity, Dz.U. z 2024 r. poz. 1571), sformułowano warunki nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego osobie, która, poza koniecznością posiadania stopnia doktora, ma w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

- a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
- b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji

międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub

c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne.

W dostarczonych dokumentach habilitant przedłożył 2 cykle powiązanych tematycznie artykułów naukowych (pkt 2b) wskazując je jako podstawę osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna w ramach dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Habilitant przedstawił także dane potwierdzające, w jego opinii, inną istotną aktywność naukową zgodnie z art. 219 ust.1 pkt 3 Ustawy.

*3) przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych, w tym:*

*a) tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego,*

Habilitant przedstawia dwa osiągnięcia naukowe, powołując się na wymóg ustawy art. 219 ust. 1 pkt. 2b ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, który, wg niego, nakłada na kandydata do stopnia doktora habilitowanego obowiązek wykazania się więcej aniżeli jednym osiągnięciem naukowym. W Ustawie zawarte jest bowiem stwierdzenie, jak przedstawiłem wyżej, o wymogu posiadania osiągnięć naukowych (jako liczba mnoga) w tym co najmniej: 1 monografii lub 1 cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych lub 1 zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego, wszystko z określonymi wymogami. Stąd habilitant przedkłada „dwa osiągnięcia w formie dwóch cykli powiązanych tematycznie artykułów naukowych o następującej tematyce: O1. Zastosowanie metody detekcji chwilowych korekt postawy w różnicowaniu strategii utrzymywania równowagi ciała przez człowieka; O2. Ocena wpływu wybranych parametrów trójwymiarowej wirtualnej scenerii w kontekście możliwości zastosowania technologii wirtualnej rzeczywistości w diagnostyce i terapii zaburzeń równowagi ciała w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych”. Osiągnięcia te (w dokumentach użyto sformułowania rozprawa habilitacyjna?) są wynikiem szerokich badań o tematyce: „Ocena wybranych zmian w sygnałach pochodzących z badań stabilograficznych w kontekście diagnostyki i terapii zaburzeń równowagi ciała człowieka”, a cykle publikacji odpowiadające osiągnięciom O1 to publikacje oznaczone w wniosku jako A od A1 do A6 i dla osiągnięcia O2 odpowiednio B od B1 do B9.

Publikacje A datowane są na lata 2022-2024. Publikacje B to lata 2014-2021 dla publikacji B1-B6 i 2022-2024 dla B7-B9.

*b) dane naukometryczne takie, jak sumaryczny współczynnik Impact Factor, sumaryczna punktacja ministerialna, liczba cytowań oraz indeks Hirscha, którymi legitymuje się kandydat na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego, z podaniem również danych współczynników po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego,*

Sumaryczny Impact Factor (IF) czasopism, w których prace naukowe Habilitanta jako autora lub współautora zostały opublikowane to 52,898.

Według bazy Web of Science liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań wynosi 337, liczba cytowań bez autocytowań to 243.

Według bazy Scopus liczba cytowań wynosi 300, a 459 to liczba cytowań według bazy Google Scholar.

Indeks Hirscha wynosi odpowiednio: według bazy Web of Science oraz bazy Scopus 12, natomiast według bazy Google Scholar 15.

Sumaryczna liczba punktów według wykazu MNiSW (wcześniej też MNiSW, potem MEiN) czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wynosi: 2460 od 1 stycznia 2019 r. i 405 do grudnia 2018 roku.

*c) informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa kandydata, z podaniem również danych informacji po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego,*

Kandydat przedstawił zestawienia liczbowe publikacji przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych i po uzyskaniu tego stopnia. I tak w pierwszym przypadku:

- liczba publikacji naukowych 15? (w wykazie osiągnięć ss. 39-41 znajduje się 13 pozycji od P22 do P34 plus pozycje B1 i B2),
- liczba publikacji uznawanych jako rozdziały w monografii 44.

Po uzyskaniu stopnia doktora te dane są następujące:

- liczba publikacji naukowych 34 (w wykazie osiągnięć znajduje się 21 pozycji od P1 do P21 plus 6 pozycji A i 7 pozycji B),
- liczba publikacji uznawanych jako rozdziały w monografii 84.

Łączna liczba publikacji punktowanych zgodnie z wykazem MNiSW to 68, z czego:

- na osiągnięcie O1 przypada 6, wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora i to z lat, jak wcześniej pisałem, 2022-2024, z sumarycznym IF 17,2 i 720 punktami MNiSW,
- na osiągnięcie O2 przypada 7 publikacji opublikowanych po i 2 publikacje sprzed uzyskania stopnia naukowego doktora, z wartością sumaryczną IF 16,688 i łączną liczbą punktów według wykazów czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych MNiSW obowiązujących po 1 stycznia 2019 r. wynoszącą 2640 pkt. i 50 pkt. zgodnie z punktacją wcześniejszą.

*d) informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których kandydat publikował swoje prace naukowe,*

Przyjętymi miarami jakości publikacji są IF i punkty ministerialne. Informacje dotyczące sumarycznych ich wartości, podane powyżej, pozwalają na określenie średnich wartości przypadających na publikację. I tak dla osiągnięcia:

- O1 są to 2,87 i 120 pkt. i zakresie zmienności dla IF 1 – 5,2 oraz dla punktów ministerialnych 100-140 pkt.,
- O2 odpowiednio 1,85 i 106,7 pkt. (dla 640 pkt. i 6 publikacji) i zakresie zmienności dla IF 0,914 - 3,576 oraz od 15 pkt. (stara lista) do 140 pkt. (nowa lista).

Dla osiągnięcia O1 jeden artykuł mieści się w obszarze TOP2 (2023) i jeden w TOP1 (2024).

W wykazie publikacji po doktoracie, poza zgłoszonymi do O1 lub O2, których autorem lub współautorem jest Kandydat, na 21 pozycji 12 to publikacje z IF o wartościach mieszczących się w zakresie od 0,787 do 3,39.

Można zatem uznać, iż dorobek naukowy Kandydata publikowany jest w dobrych i bardzo dobrych czasopismach, także w polskim czasopiśmie budującym swoją pozycję międzynarodową, tj. Acta of Bioengineering and Biomechanics.

*e) informacja, czy kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych,*

Zgłoszone publikacje w osiągnięciu O1 i O2, poza A1 (pozycja autorska) są publikacjami współautorskimi. Według załączonego do wniosku oświadczenia współautorów dla osiągnięcia O1 średni udział wkładu Habilitanta w przygotowanie tych publikacji to 49,3%, odpowiednio dla O2 to 47,8%. Zgodne oświadczenia najważniejszych współautorów wskazują, że najczęściej jego rolą było: sformułowanie problemu badawczego, opracowanie koncepcji badań, sformułowanie tezy pracy i udział lub współudział w opracowaniu wyników i przygotowaniu wniosków. W 5/5 publikacjach O1 Habilitant uznawany jest za głównego autora, natomiast w O2 w 5/9, w 2 przypadkach Jego udział jest równoważny z drugim współautorem, a w 2 udział jest dominujący. Zatem wiodąca rola Habilitanta w prezentowanych osiągnięciach jest oczywista.

Warto również zwrócić uwagę, że w zgłoszonych przez Kandydata publikacjach P1-P21, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, na 21 publikacji w 2 był pierwszym współautorem, w 6 drugim i w 3 trzecim. Natomiast w wykazie 84 opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych, też po doktoracie, autorem lub pierwszym współautorem Kandydat był w 23 pracach, drugim współautorem w 18 pracach i odpowiednio w 15 trzecim.

*f) ocena wskazanego przez kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej,*

Rozpatrywane w złożonym wniosku habilitacyjnym zagadnienia poparte opublikowanymi artykułami naukowymi są ważne naukowo i społecznie. Z jednej strony ilustrują udokumentowane działania poznawcze i aplikacyjne związane z poszukiwaniem nowych metod analizy wyników badań stabilograficznych poszerzających ich możliwości interpretacyjne i diagnostyczne. Z drugiej zaś strony dotyczą spraw niezwykle ważnych, a związanych ze zmianą struktury wiekowej społeczeństwa, czy uogólniając społeczeństw świata, będącą konsekwencją wydłużania się długości życia człowieka. I to nie tylko liczbowego wydłużenia naszego życia, ale tego wydłużenia w sprawności intelektualnej i fizycznej. Chcemy życia bez chorób o gwałtownym przebiegu, z chorobami przewlekłymi o niedużej dolegliwości, znacznej sprawności i wiedzy o sobie, naszych najbliższych i otaczającym nas świecie. Jednym z ważnych elementów komfortu życia jest utrzymanie równowagi naszego ciała. Stąd wskazana przez Habilitanta tematyka badań, które stanowią obszar jego zainteresowań i podstawę

opiniowanego dorobku, określona jako: „Ocena wybranych zmian w sygnałach pochodzących z badań stabilograficznych w kontekście diagnostyki i terapii zaburzeń równowagi ciała człowieka”. Zaburzenia te to często efekt inwolucji starczej, a więc efekt wielu procesów związanych ze starzeniem się naszych organizmów i niestety zwyrodnieniem układów czynnościowych i anatomicznych o zróżnicowanej dynamice. Dynamika ta związana jest między innymi z czynnikami genetycznymi, środowiskowymi czy ogólną aktywnością osobniczą. Drugą przyczyną są uwarunkowania chorobowe związane z chorobami neurodegeneracyjnymi, w tym np. chorobą Parkinsona. Inwolucja, choć w różnym zakresie, dotyczy wszystkich ludzi, choroby neurodegeneracyjne to w świecie parę milionów przypadków rocznie. Zatem tematyka badawcza, raz jeszcze podkreślę, niezwykle ważna.

W przedstawionych badaniach Habilitant wyróżnia dwa główne kierunki badawcze. Pierwszy z nich dotyczy opracowywania i rozwijania nowoczesnych metod pomiarowych i obliczeniowych wykorzystywanych w badaniach zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka. Drugi kierunek badawczy związany jest z prowadzeniem pomiarów zdolności utrzymywania równowagi w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych. Wprowadzenie warunków proponowanego konfliktu odbywało się poprzez wprawienie w ruch scenerii widzianej przez badanego, przy zastosowaniu technologii wirtualnej rzeczywistości. Celem tych badań było określenie wpływu różnych scenerii, rodzajów jej ruchu i jego parametrów na równowagę osoby badanej. Otrzymane wyniki powinny, z założenia, usprawnić diagnostykę zaburzeń równowagi.

Uzyskane wyniki i ich analizy stanowiły podstawę sformułowania przez dr. inż. Wodarskiego dwóch osiągnięć naukowych, oznaczonych jako O1 i O2, zbieżnych z dwoma wyróżnionymi kierunkami badawczymi. Każdemu z osiągnięć przypisano grupę, wg mojej opinii, znaczących publikacji. Osiągnięciu O1 sześciu i O2 dziewięciu publikacji współautorskich (ich analizę przedstawiono w podpunktach powyżej).

Osiągnięcie O1 Habilitant określił jako: Zastosowanie metody detekcji chwilowych korekt postawy w różnicowaniu strategii utrzymywania równowagi ciała przez człowieka. Obecnie stosowane metody pomiarów wielkości stabilometrycznych bazują głównie na pomiarach rozkładu nacisku na podłoże, rejestrowane w czasie położenia COP lub COM, z najczęściej analizowanymi wielkościami: długością ścieżki podparcia, prędkością ruchu COP, polem elipsy obciążenia, symetrią obciążenia, maksymalnymi wychyleniami i zakresem ruchów. Do tego dochodzą analizy w dziedzinie częstotliwości, w tym FFT, STFT oraz analiza falkowa. W osiągnięciu O1 przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych oraz opracowaną metodykę



analizy wyników na podstawie innowacyjnej, w medycznym zastosowaniu, metody oceny zdolności utrzymywania równowagi ciała. Innowacyjność polega na poddaniu analizie chwilowych korekt postawy, wyznaczanych w oparciu o detekcje zmian trendu sygnału przemieszczeń COP lub przyspieszenia rejestrowanego za pomocą inercyjnych czujników IMU. Opracowano kompleksowy sposób postępowania obejmujący rejestrację sygnału pomiarowego, przygotowanie danych wejściowych do obliczeń oraz sposób prowadzenia obliczeń, w tym wyznaczania kompleksu współczynników TCI (wartości całkowitych i średnich). Ich porównanie ze zmianami w ocenie przebiegu COP (długość ścieżki COP czy pole elipsy podparcia) wypadało korzystniej jeżeli chodzi o wartości współczynników zmienności.

Ważnym osiągnięciem naukowym było opracowanie sposobu oceny zdolności utrzymywania równowagi w oparciu o analizy strukturalne zarejestrowanego sygnału z wykorzystaniem opracowanych współczynników TCI i ich odniesienia do wyników uzyskanych w dziedzinie częstotliwości. Metodę tę wykorzystano do oceny wpływu wprowadzenia wizualnych bodźców destabilizujących, stwierdzając zmniejszenie liczby zmian trendu w paśmie częstotliwości przewidzianym do wykorzystania w kontroli proprioceptywnej.

Osiągnięciem naukowym jest także opracowanie nowego sposobu, bazującego na analizie chwilowych korekt postawy, detekcji zmian w sposobie balansowania ciałem podczas przygotowania posturalnego do reakcji na bodziec wytrącający z równowagi. Warto podkreślić, iż badania prowadzono na grupie osób zdrowych, młodych i starszych, z różnymi stopniami choroby Parkinsona, w warunkach laboratoryjnych i warunkach klinicznych także poza granicami kraju.

Z pola widzenia opisanych działań Habilitanta opisanych we wniosku i zaprezentowanych w wysoko notowanych publikacjach, a przypisanych do osiągnięcia O1, jednoznacznie osiągnięcie to uznaję za istotne naukowo i z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż stanowi ono znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna.

Drugim osiągnięciem zgłoszonym przez Habilitanta było osiągnięcie O2 o temacie: Ocena wpływu wybranych parametrów trójwymiarowej wirtualnej scenarii w kontekście możliwości zastosowania technologii wirtualnej rzeczywistości w diagnostyce i terapii zaburzeń równowagi ciała w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych. Stanowi je zestawienie 9 prac naukowych, z których 6 jest z lat 2014-2021 a 3 z lat 2022-2024. Zatem w większości czasowo i ilościowo osiągnięcie O2 jest rozłączne z O1, a pokrycie, w niewielkim stopniu, dotyczy głównie publikacji B9.

Geneza tego osiągnięcia, co do przyczyn społecznych i zdrowotnych, jest oczywista w związku z opisem dla O1. Jednak w tym przypadku analizy dotyczą naszych zachowań statycznych i dynamicznych z utrzymaniem równowagi ciała, gdy znajdujemy się, nie w znanym nam laboratorium czy gabinecie lekarskim, ale w otoczeniu rzeczywistym: otwartym, zamkniętym, przemieszczającym się, wobec którego i my się przemieszczamy, idąc, jadąc itd., a do tego zmiany tego otoczenia odbywają się w sposób stochastyczny. Badania tego rodzaju trudno jest prowadzić w naturalnym?, rzeczywistym otoczeniu, ale możemy to otoczenie zamodelować. I do tego potrzeba nam wirtualnej rzeczywistości, wirtualnej scenerii, także tej która generuje warunki konfliktu wirtualnego. I wówczas jesteśmy w stanie prześledzić jak pacjent będzie utrzymywał równowagę, jakie i w jakim stopniu parametry zaburzeń zewnętrznych będą na niego wpływały a poddając go właściwemu treningowi możemy zadbać o utrzymywanie układu odpowiedzialnego za utrzymywanie równowagi ciała w jak najlepszej kondycji. I w tym kierunku poszła działalność naukowa dr. inż. Piotra Wodarskiego w obszarze osiągnięcia O2. Modyfikując nieco temat tego osiągnięcia, można mu przypisać działanie polegające na przeprowadzeniu badań eksperymentalnych wpływu wybranych parametrów scenerii wirtualnej rzeczywistości na wielkości stabilograficzne. Realizacja tych badań wymagała opracowania innowacyjnych, na tle doniesień publikacyjnych, sposobów prowadzenia eksperymentów wraz z opracowaniem odpowiednio skutecznych metod analizy rejestrowanych w trakcie testów sygnałów. I to już stanowi, w moim przekonaniu, znaczne osiągnięcie naukowe.

Jakie elementy osiągnięcia O2 są najistotniejsze?

Jednym jest jednoznaczne stwierdzenie oddziaływania scenerii wyświetlanej z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości na balansowanie ciałem z określeniem wpływu wybranych parametrów ruchu tej scenerii na zmiany w sposobie balansowania ciałem. W badaniach określono różnice w wartościach wielkości stabilograficznych, wynikające z zastosowania różnych rodzajów wirtualnych scenerii, sposobów ich projekcji oraz zmieniających się parametrów związanych głównie z oscylacją scenerii. Analizie poddano podstawowe wielkości opisujące zdolność utrzymania równowagi ciała przez człowieka, takie jak długość ścieżki COP, pole elipsy oraz średnią prędkość COP- w części opisanych badań, ale także wielkości przeliczeniowe, jak w analizie częstotliwościowej FFT i STFT, a także w analizie z wykorzystaniem zmian trendu sygnału COP.

W badaniach, w trakcie których dokonywano zmiany częstotliwości ruchów scenerii podczas badania z systemem HMD dowiedziono, że częstotliwość zaburzeń wizualnych scenerii jest widoczna w widmie częstotliwościowym sygnału COP. Wyniki wskazały, że wartość sygnału dla tej częstotliwości stanowi główną harmoniczną składową w ruchu COP, zatem ciało

badanego podążało za ruchem scenarii VR. Analizy amplitudy głównej składowej sygnału COP pozwoliły Habilitantowi potwierdzić większy wpływ scenarii zamkniętej niż scenarii otwartej. Bardzo istotnym, wg mnie, jest potwierdzenie występowania zjawiska przyzwyczajania się do wywoływanych zaburzeń wizualnych i nauki przeciwdziałania tym zaburzeniom – co wskazuje na aspekty terapeutyczne przeprowadzanych badań. Podobne aspekty niosą za sobą analizy związane z wyznaczaniem preferowanej prędkości chodu w badaniach z wykorzystaniem VR oraz określenie wpływu systemu HMD z wirtualną projekcją na stabilność postawy podczas chodu na bieżni, co docelowo mogłoby, w odpowiednim ujęciu być wykorzystane przy kierunkowej rehabilitacji utrzymania równowagi ciała.

W badaniach dr inż. Piotr Wodarski potwierdził, że wpływ zaburzeń wprowadzonych do wirtualnej scenarii oddziaływał na uczestników w sposób indywidualny, tj. wykazywał indywidualną zmienność, a zatem, że ustawienie terapii w zaburzeniach równowagi ciała wymaga odpowiednich badań diagnostycznych. Badania te stanowią cenne źródło informacji dotyczących indywidualnych zmian strategii utrzymywania równowagi ciała także w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych.

Warto też podkreślić, że uruchomienie atrakcyjnych (chyba) ćwiczeń terapeutycznych z proponowanym i przetestowanym zastosowaniem technologii wirtualnej rzeczywistości w eksperymencie, może sprzyjać terapii poprzez podniesienie aktywności pacjenta.

Uznaję, że opisane w osiągnięciu O2 dokonania Habilitanta, potwierdzone 9 publikacjami w dobrych czasopismach, za istotne naukowo i z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, iż stanowią one także znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna.

*g) informacja o spełnieniu przez kandydata kryterium dotyczącego wykazywania się istotną aktywnością naukową lub artystyczną,*

Kandydat prezentuje, poza główną działalnością naukową, szereg elementów działalności, która wskazuje na jego istotną aktywność naukową. Do tych elementów zaliczyć można wykłady na zaproszenie, aktywny udział w konferencjach naukowych: krajowych, międzynarodowych organizowanych w Polsce i zagranicznych. Do elementów tych zaliczyć można także recenzje prac naukowych w uznanych czasopismach i uczestnictwo w projektowych zespołach badawczych.

Wykłady na zaproszenie oraz wykłady plenarne - łącznie 6, z tego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (5). Prace na konferencjach zagranicznych łącznie 11 (5), prace na konferencjach międzynarodowych zorganizowanych w Polsce 17 (15) i prace na konferencjach krajowych 73 (37) – w tym referaty ustne i w ramach sesji plakatowych.

Kandydat wskazuje także na recenzje prac naukowych - łącznie wykonał on 32 recenzje, z czego 19 to recenzje prac z IF od 1,073 do 6,4 oraz od 25 do 200 pkt ministerialnych, a zatem są to recenzje w dobrych i uznanych czasopismach.

Warte też podkreślenia jest jego uczestnictwo, najczęściej jako wykonawcy, w wielu, o zróżnicowanej tematyce, zrealizowanych projektach naukowo-badawczych i naukowo-technicznych w szeroko rozumianej dyscyplinie – *Inżynieria Biomedyczna* - łącznie 16 (4) i jeden w trakcie realizacji.

Nie włączając się w dyskusję czy uzyskany patent lub opracowany wzór użytkowy powinien być uznawany za równoważny z publikacjami naukowymi i być wliczany do dorobku doktoranta czy habilitanta, można bez wątpliwości stwierdzić, że są to zapewne elementy ochrony praw autorskich ten dorobek wspomagający. Habilitant w swym dorobku posiada 2 patenty europejskie, 2 patenty polskie, 6 wzorów użytkowych, 2 wzory przemysłowe i 2 zgłoszenia patentowe, w tym 1 jest zgłoszeniem jednocześnie polskim i europejskim. Tematyka tych patentów to szeroko rozumiana inżynieria biomedyczna.

Przedłożone powyżej fakty, od podpunktu a) do h), potwierdzają istotną aktywność naukową Habilitanta.

*h) informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę kandydata do stopnia doktora habilitowanego,*

Kandydat pełnił i pełni rolę promotora pomocniczego w 6 przewodach doktorskich, w tym w 5 w dyscyplinie: *Inżynieria Biomedyczna* – na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej i w 1 w dyscyplinie: *Nauki o kulturze fizycznej* na Wydziale Wychowania Fizycznego Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach, z których dwa zostały już zakończone uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Habilitant w latach 2012-2023 był łącznie 14 razy, a (7) razy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, członkiem komitetów organizacyjnych konferencji, począwszy od Konferencji Śląska

Inżynieria Biomedyczna, przez Majówkę Młodych Biomechaników im. Prof. Dagmary Tejszerskiej aż po, w ostatnich latach (po 2018 r.), Advance in Applied Biomechanics.

Dr Wodarski opiekował się także dyplomantami na swoim macierzystym wydziale. I tak na poziomie kształcenia inżynierskiego 5-krotnie był promotorem pracy/projektu inżynierskiego, 5-krotnie konsultantem i opiekunem pracy/projektu i 2-krotnie konsultantem. W ramach kształcenia na poziomie magisterskim 9-krotnie był promotorem pracy magisterskiej, 5-krotnie konsultantem i 3-krotnie konsultantem i opiekunem. Tematyka tych prac często powiązana była z zagadnieniami rozwiązywanymi w działalności naukowej Kandydata.

Habilitant jako pracownik naukowo-dydaktyczny musiał zajmować się dydaktyką, w ramach przypisanego mu obowiązkowego pensum. Zajęcia prowadził od roku akademickiego 2012/2013 z niewielką zmiennością liczby realizowanych godzin dydaktycznych w zakresie najczęściej 210-240 godzin, ze znaczną powtarzalnością części przedmiotów. W ostatnich dwóch pełnych latach akademickich, tj. 2022/2023 i 2023/2024 realizował pięć różnych przedmiotów: Mechatronics (wykład i laboratorium), Modelowanie w środowisku wirtualnej rzeczywistości (laboratorium), Systemy sterowania (wykład i laboratorium), Virtual reality modeling (laboratorium) oraz Projektowanie i Eksploatacja urządzeń biomechanicznych (wykład i laboratorium).

Wniosek końcowy.

W mojej opinii dr inż. Piotr Wodarski jest dojrzałym badaczem o znaczących osiągnięciach naukowych i wysokiej aktywności naukowej realizowanej we współpracy z wieloma ośrodkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi o dużym znaczeniu dla rozwoju inżynierii biomedycznej w wymiarze krajowym i światowym. Z pełnym przekonaniem, po analizie Jego dorobku, stwierdzam, że spełnia On wszystkie kryteria wymagane dla uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz.U. z 2024 r. poz. 1571). Zatem przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej wniosek o dopuszczenie dr. inż. Piotra Wodarskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie Nauki Inżynierijno-Technicznej, dyscyplina Inżynieria Biomedyczna.

