



dr hab. inż. Michał Bembenek, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Wytwarzania

Kraków, 20 grudnia 2024r.

RECENZJA

**obejmująca ocenę osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji
pt. „ Studium modelowania dynamiki i badań biomechaniki poruszania się wózkiem
inwalidzkim” oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr. inż. Mateusza Kukli w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora
habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria
mechaniczna**

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo o sygnaturze DIM.075.277.2024 skierowane od dr. hab. inż. Bartosza Gapińskiego, prof. PP – Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej z dnia 29.10.2024r. oraz następujące dokumenty:

- 1) wniosek dr. inż. Mateusza Kukli o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego,
- 2) autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,
- 3) kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych,
- 4) wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
- 5) kopie dyplomów ukończenia studiów wyższych,
- 6) kopie dokumentów poświadczających pełnienie funkcji edytora, recenzenta lub członka stowarzyszeń,
- 7) kopie dokumentów poświadczających odbyte staże i szkolenia,
- 8) kopie dokumentów poświadczających zdobyte nagrody,
- 9) kopie cyklu publikacji pt. „Studium modelowania dynamiki i badań biomechaniki poruszania się wózkiem inwalidzkim”, wskazanego jako osiągnięcie naukowe będące

podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego oraz kopie oświadczeń współautorów prac,

10) kopie dokumentów poświadczających zgłoszone zgłoszenia patentowe i uzyskane patenty,

a także wersje elektroniczne wniosku i ww. załączników.

Postępowanie prowadzone jest zgodnie z Ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742).

2. Ogólne informacje o Kandydacie

Dr inż. Mateusz Kukla jest absolwentem Politechniki Poznańskiej, gdzie w 2012 r. na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania ukończył studia na kierunku mechatronika uzyskując stopień zawodowy inżyniera a następnie w 2013 roku na tym samym kierunku tytuł zawodowy magistra. Kandydat w 2018 r. na podstawie uchwały Rady Wydziału Maszyn Roboczych i Transportu PP nr DR-63/5/2018 z dnia 22.05.2018 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych za pracę pt.: „Kształtowanie cech materiałowych elastomerów magnetoreologicznych w budowie maszyn”. W roku 2020 ukończył studia podyplomowe w Wyższej Szkole Bankowej w Poznaniu na kierunku: Zarządzanie projektem, natomiast w 2021 na kierunku: Zarządzanie zasobami ludzkimi – specjalista ds. HR. Od 2013 do 2018 r. był zatrudniony w Politechnice Poznańskiej na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn na stanowisku asystenta natomiast od 2018 r. do chwili obecnej jest tam zatrudniony na stanowisku adiunkta.

3. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Kandydat jako osiągnięcie, wynikające z artykułu 219. ustęp 1. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) wskazał cykl 7 powiązanych tematycznie publikacji, w tym monografii, opublikowanych od lipca 2021 do sierpnia 2024 roku (zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b) a także 6 przyznanych patentów oraz 7 zgłoszeń patentowych od czerwca 2021 do sierpnia 2024 roku przez Urząd Patentowy RP (zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c). Powyższe publikacje i patenty konstrukcji technicznych tworzą powiązany tematycznie ciąg prac składających się na

osiągnięcie naukowe zdefiniowane jako: *Studium modelowania dynamiki i badań biomechaniki poruszania się wózkiem inwalidzkim.*

3.2. Publikacje, patenty i zgłoszenia patentowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

Wykaz publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:

- [A1] Rolling Resistance Measurements with the Minimisation of Inertia Influence, M. Kukła, D. Mikołajczyk. AIP Conference Proceedings – 2023, vol. 2976, is. 1, s. 1-8. Punktacja MEiN 20 pkt, udział procentowy 80%.
- [A2] An analytical model of the demand for propulsion torque during manual wheelchair propelling. M. Kukła, B. Wieczorek, Ł. Warguła, M. Berdychowski. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology - 2021, vol. 16, no. 1, s. 9-16. Punktacja MEiN 70 pkt., IF: 1,834, udział procentowy 45%.
- [A3] Symmetry Analysis of Manual Wheelchair Propulsion Using Motion Capture Techniques. M. Kukła, W. Maliga. Symmetry - 2022, vol. 14, no. 6, s. 1164-1-1164-11. Punktacja MEiN 70 pkt., IF: 2,7, udział procentowy 70%.
- [A4] Wybrane aspekty badań i modelowania poruszania się wózkiem inwalidzkim w kontekście dynamiki i biomechaniki. M. Kukła. ISBN-978-83-7775-746-8. Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2024. Punktacja MEiN 80 pkt.
- [A5] Manual Wheelchair Equipped with a Planetary Gear - Research Methodology and Preliminary Results. M. Kukła, B. Wieczorek, Ł. Warguła, D. Rybarczyk, J. Górecki. Applied Sciences - 2022, vol. 12, is. 15, s. 1-21. Punktacja MEiN: 100 pkt., IF: 2,7, udział procentowy 50%.
- [A6] Considerations for the Design of a Wheelchair Dynamometer Concerning a Dedicated Braking System. M. Kończak, M. Kukła, Ł. Warguła, D. Rybarczyk, B. Wieczorek. Applied Sciences - 2023, vol. 13, is. 13, s. 7447-1-7447-11. Punktacja MEiN 100 pkt., IF: 2,7, udział procentowy 40%.
- [A7] An Analytical Modelling of Demand for Driving Torque of a Wheelchair with Electromechanical Drive. M. Kukła, B. Wieczorek, Ł. Warguła, J. Górecki, M. Giedrowicz. Energies - 2021, vol. 14, no. 21, s. 7315-1-7315-20. Punktacja MEiN 140 pkt., IF: 3,252 udział procentowy 50%.

Przyznane patenty wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

- [P1] Kukła M., Warguła Ł., Wieczorek B.: Zespół przekładni cięgowych dla wózka inwalidzkiego z napędem ciągowym, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 243033, 2023, udział procentowy 34%.
- [P2] Górecki J., Wieczorek B., Kukła M., Wilczyński D., Wojtkowiak D.: Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 241525, 2022, udział procentowy 10%.
- [P3] Wieczorek B., Kukła M.: Stabilizator osi koła wózka inwalidzkiego, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 239438, 2021, udział procentowy 50%.
- [P4] Wieczorek B., Warguła Ł., Kukła M.: Moduł do uniwersalnego hamulca dźwigniowego koła wózka inwalidzkiego, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 239693, 2021, udział procentowy 15%.
- [P5] Wieczorek B., Warguła Ł., Kukła M., Berdychowski M.: Moduł do uniwersalnego hamulca dźwigniowego koła wózka inwalidzkiego, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 239410, 2021, udział procentowy 15%.
- [P6] Wieczorek B., Warguła Ł., Waluś K.J., Kukła M.: Zestaw modyfikacyjny układu napędu do hybrydowego elektryczno-ręcznego wózka inwalidzkiego, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 239350, 2020, udział procentowy 10%.
- [P7] Warguła Ł., Kukła M., Wieczorek B.: Urządzenie do pomiaru siły oporów toczenia obiektów wyposażonych w układ jezdny, Patent w Urzędzie Patentowym RP, nr prawa wyłącznego PL 244771, 2024, udział procentowy 40%.

Zgłoszenia patentowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

- [Z1] Kukła M., Wieczorek B., Warguła Ł., Rybarczyk D., Kończak M.: Hamownia do wózków inwalidzkich, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.444414, 14.04.2023, udział procentowy 26%.
- [Z2] Kukła M., Kończak M.: Mechanizm przekładni tarczowej dla wózka inwalidzkiego z napędem ciągowym, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.444415, 14.04.2023, udział procentowy 50%.

- [Z3] Kukła M., Wieczorek B., Warguła Ł.: Bezzaczerwone ciągi do wózka inwalidzkiego, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.442651, 26.10.2022, udział procentowy 50%.
- [Z4] Warguła Ł., Kukła M., Wieczorek B.: Mechanizm przekładni cięgnowej dla wózka inwalidzkiego z napędem ciągłym, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.441264, 24.05.2022, udział procentowy 30%.
- [Z5] Kukła M., Wieczorek B., Warguła Ł.: Zespół piasty koła napędowego wózka inwalidzkiego do napędów wielobiegowych, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.443054, 05.12.2022, udział procentowy 50%.
- [Z6] Wieczorek B., Warguła Ł., Kukła M.: Układ adaptera napędu rowerowego do napędu wózka inwalidzkiego, Zgłoszenie patentowe w Urzędzie Patentowym RP, nr P.443053, 05.12.2022, udział procentowy 20%.
- [Z7] Kukła M., Kończak M., Rybarczyk D., Wieczorek B., Warguła Ł.: Mechanizm automatycznej przekładni łańcuchowej dla wózka inwalidzkiego z napędem ciągłym, nr P.447665, 31.01.2024, udział procentowy 35%.

3.3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe dr inż. Mateusz Kukła przedstawił cykl pod tytułem: „Studium modelowania dynamiki i badań biomechaniki poruszania się wózkiem inwalidzkim”. Jedną z prac to publikacja indeksowana w bazie WoS – dotycząca referatu przedstawionego w ramach konferencji międzynarodowej. Wykazana w cyklu publikacji monografia wydana została przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Należy zaznaczyć, że w pięciu z wymienionych publikacji Habilitant wskazany jest jako wiodący autor, natomiast monografia jest autorska. Na tej podstawie należy stwierdzić, że jego udział w powstaniu wymienionego zbioru opracowań jest dominujący. Można również zauważyć, że przedstawiony dorobek publikacyjny składający się na osiągnięcie naukowe powstał po obronie pracy doktorskiej. Sumarycznie osiągnięcie naukowe wynosi 1105 pkt wg punktacji MEiN przy wskaźniku wpływu IF równym 11,152, natomiast w odniesieniu do udziałów Habilitanta wynosi on odpowiednio 467 pkt wg punktacji MEiN oraz IF 5,866. W ramach swojego dorobku Habilitant wskazuje również siedem współautorskich patentów oznaczonych od [P1] do [P7] oraz siedem współautorskich zgłoszeń patentowych oznaczonych od [Z1] do [Z7].

Habilitant bazując na swojej wiedzy i doświadczeniach oraz literaturze przedmiotu zidentyfikował problem analizy i oceny efektywności układów napędowych ręcznych wózków inwalidzkich. Równocześnie wskazuje on na konieczność uwzględnienia w tym procesie dynamiki ruchu wózka, a także parametrów biomechanicznych jego użytkownika. Zgodnie z przeprowadzonym przeglądem dostępnych opracowań literaturowych sformułowany zostaje cel naukowy. Zasadność jego realizacji według autora „wynika z coraz większego zapotrzebowania na technikę asystującą oraz z dążenia do zmniejszenia barier i ograniczeń w użytkowaniu wózków inwalidzkich”. Zbiór opracowań naukowych wskazanych przez Habilitanta uznać należy za udokumentowanie podjętych przez niego działań w zakresie modelowania ruchu wózka inwalidzkiego i wynikających z tego badań dynamiki i biomechaniki. Rozwiązanie zdefiniowanego w opracowaniu problemu ma kompleksowy charakter i obejmuje: modelowanie ruchu wózka inwalidzkiego ([A7] oraz [A2]), badania eksperymentalne zorientowane na wyznaczenie parametrów utworzonego modelu ([A1], [A3] i [A4]), opracowanie metodyki projektowania wózków inwalidzkich – przedstawione w ramach autoreferatu oraz rozwiązań technicznych w tym zakresie ([A4]), a także badania biomechaniki procesu napędzania wózka inwalidzkiego ([A4], [A5], [A6]).

Pozycja [A1] w wykazie prac przedstawianych przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe to współautorskie opracowanie pt. „Rolling Resistance Measurements With the Minimisation of Inertia Influence”. Jest to referat z konferencji naukowej opublikowany w IP Conference Proceedings – 2023, vol. 2976, is. 1, s. 1-8, DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0173424>. W pracy tej autorzy przedstawiają sposób wyznaczania wartości współczynnika oporów toczenia wózka inwalidzkiego podczas rzeczywistych warunków eksploatacji. W pierwszej części opracowania przedstawiona jest metodyka pomiarowa. W jej ramach omówiono wykorzystane w eksperymentach stanowisko badawcze, które pozwala na minimalizację wpływu siły bezwładności ruchu badanego układu. Jak wskazano w tekście jest ono przedmiotem współautorskiego zgłoszenia patentowego. W opracowaniu wskazano, że badaniu podlegały koła stosowane w wózkach inwalidzkich zarówno pełne jak i pneumatyczne. Autorzy przedstawiają przebieg zmienności siły oporu oraz obliczone na tej podstawie wartości siły tarcia i współczynnika oporów toczenia. Pozycja posiadająca oznaczenie [A2] w ramach wykazanego cyklu publikacji posiada tytuł: „An analytical model of the demand for propulsion torque during

manual wheelchair propelling” i została opublikowana w Disability and Rehabilitation: Assistive Technology – 2021, vol. 16, no. 1, s. 9-16, DOI: 10.1080/17483107.2019.1629109. W artykule przedstawione zostaje wyprowadzenie modelu matematycznego pozwalającego obliczyć zapotrzebowanie na moment napędowy niezbędny do napędzania wózka inwalidzkiego. Składa się on z wielu parametrów związanych z dynamiką, kinematyką i biomechaniką takiego ruchu w tym, między innymi: położenie środka ciężkości (zarówno wysokość jak i jego rzut na płaszczyznę ruchu), wartości prędkości i przyspieszenia, bezwładność układu, a także obciążenie poszczególnych osi kół wózka inwalidzkiego i wynikające z tego siły tarcia. W ramach przeprowadzonych eksperymentów zmierzono geometrię wózka oraz rzeczywiste przebiegi prędkości kół podczas jego użytkowania, a na następnie wyznaczono profil przyspieszenia. Pozostałe parametry modelu zostały przyjęte na podstawie badań literaturowych. Opracowany model został wprowadzony do środowiska do obliczeń numerycznych MATLAB, po czym przeprowadzono symulacje obliczeniowe. Wariantami symulacji były: masa układu, kąt wzniesienia wózka, maksymalna średnia prędkość oraz zmienne przyspieszenie (w kontekście osiągnięcia założonej prędkości średniej). W efekcie przeprowadzonych prac autor wskazuje skalę i charakter zmian w zapotrzebowaniu na moment napędowy wózka inwalidzkiego w zależności od przyjętego wariantu obliczeń. Wskazana jako pozycja [A3] została praca pod tytułem: „Symmetry Analysis of Manual Wheelchair Propulsion Using Motion Capture Techniques” opublikowana w czasopiśmie Symmetry – 2022, vol. 14, no. 6, s. 1164-1-1164-11, DOI: 10.3390/sym14061164. Habilitant podejmuje się w niej porównania i oceny różnic jakie występują w kinematyce lewej i prawej kończyny górnej podczas napędzania wózka inwalidzkiego. Artykuł omawia przeprowadzone badania doświadczalne wykorzystujące przetwarzanie obrazu. Skupia się on na wzajemnej relacji odchyleni położenia markerów na dłoni, łokciu i barku od wartości średniej pomiędzy poszczególnymi cyklami napędowymi jednej ręki, a średnimi wartościami odnotowanymi dla drugiej ręki. Analiza zarejestrowanych danych dała autorom podstawę do postawienia wniosku, że uśrednione przebiegi położenia markerów znajdujących się na kończynie górnej dla poszczególnych uczestników badania charakteryzują się większą asymetrią niż ich uśrednione przebiegi dla całej grupy uczestników badań. Dodatkowo stwierdzono, że w ramach grupy uczestników biorących udział w eksperymentach ręka wiodąca nie generowała zauważalnie mniejszego odchylenia od uśrednionego położenia markerów. Pozycja [A4] wykazu to autorska monografia Habilitanta zatytułowana: „Wybrane

aspekty badań i modelowania poruszania się wózkiem inwalidzkim w kontekście dynamiki i biomechaniki” wydana przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej w roku 2024, ISBN 978-83-7775-746-8. Autor rozpoczyna opracowanie od wprowadzenia w tematykę rozwoju wózków inwalidzkich o napędzie ręcznym, po czym przechodzi do uzasadnienia podjęcia pracy, a następnie do sformułowania celów i podzielenia przedsięwzięcia badawczego na etapy. Kolejne rozdziały rozpoczyna opis stanowiący swego rodzaju wprowadzenie teoretyczne związane z opracowanym modelem matematycznym. Jest to rozwinięcie i bardziej szczegółowe omówienie zagadnienia prezentowanego częściowo w opracowaniu [A2]. W ramach tej części pracy opisane są również w streszczony sposób efekty wcześniejszych prac badawczych dotyczących oporów tarcia wózka inwalidzkiego – opisane w referacie [A1]. Kolejno autor poświęca obszerną część tekstu na szczegółowy opis metodyki wyznaczania środka ciężkości na płaszczyźnie ruchu układu człowiek-wózek inwalidzki. Przedstawiane jest również stanowisko badawcze z hamownią do wózków inwalidzkich, a także poruszone zostają kwestie związane z jego budową oraz sposobem działania. W dalszej części opracowania, po omówieniu metodyki prowadzenia badań i obliczeń numerycznych, przedstawiane są wyniki sił obciążających osie wózka inwalidzkiego oraz zapotrzebowania na moment napędowy w zależności analizowanego wariantu. Warianty, które wskazano to kąt nachylenia wózka względem podłoża, a także stałą oraz zmienną prędkość średnią ruchu i wynikające z tego stałe lub zmienne przyspieszenie wózka inwalidzkiego. Dalsza część pracy opisuje zagadnienia związane z wyznacznikiem wysokości położenia środka ciężkości. W tym celu autor wykorzystuje częściowo wyniki eksperymentów opisane szczegółowo w artykule [A3]. Uzyskany zbiór danych posłużył do określenia jak ruch kończyn górnych użytkowników wózka wpływa na położenie środka ciężkości. Cały zbiór zebranych i opisanych w pracy danych z eksperymentów został wprowadzony do modelu matematycznego zaimplementowanego w środowisku do obliczeń numerycznych. Ostatecznie analiza wyników obliczeń posłużyła do oceny indeksu stabilności ruchu wózka inwalidzkiego. Kolejny rozdział monografii poświęcony jest opisowi wynalazków w zakresie układów napędowych ręcznych wózków inwalidzkich. W dalszej części opracowania Autor przedstawia metodykę badań biomechaniki ich napędzania oraz zarejestrowane wyniki. Na tej podstawie przeprowadzona zostaje analiza efektywności procesu ręcznego generowania napędu. Temat ten jest również częściowo poruszany w ramach opracowania [A5]. Można zauważyć, że wskazana monografia stanowi element centralny, który spaja analizowany dorobek. W sposób logiczny

łączy ze sobą pozostałe pozycje składające się na osiągnięcie, co stanowi usystematyzowanie wiedzy przedstawianej przez Habilitanta. Współautorska pozycja wskazana jako [A5] nosi tytuł: “Manual Wheelchair Equipped with a Planetary Gear - Research Methodology and Preliminary Results”. Została ona opublikowana w czasopiśmie Applied Sciences – 2022, vol. 12, is. 15, s. 7737-1-7737-21, DOI: <https://doi.org/10.3390/app12157737>. Artykuł ten opisuje metodykę i wyniki badań efektywności procesu generowania napędu w ręcznym wózku inwalidzkim wyposażonym w przekładnię planetarną. Kładzie on nacisk na badania wykorzystujące elektromiografię powierzchniową oraz techniki przechwytywania obrazu. W opracowaniu przedstawiono i poddano ocenie wybrane parametry biomechaniczne wynikające ze zmian obciążenia mięśni użytkownika wózka inwalidzkiego. Wykazano, że zwiększające się wysiłki podczas generowania napędu wpływa na zmianę kinematyki ruchu kończyn górnych, zmniejszając zakres ich przemieszczania i obszar ruchu. Pozycja [A6] wykazuje to współautorski artykuł zatytułowany “Considerations for the Design of a Wheelchair Dynamometer Concerning a Dedicated Braking System” opublikowany w czasopiśmie Applied Sciences – 2023, vol. 13, is. 13, s. 7447-1-7447-11, DOI: <https://doi.org/10.3390/app13137447>. W artykule przedstawione zostało stanowisko badawcze z hamownią do wózków inwalidzkich. Autorzy w szczególności skupili się na analizie zaimplementowanego w nim mechanizmu hamulcowego pozwalającego generować nastawialną wartość momentu hamującego. Przeprowadzone prace badawcze skupiają się na wyznaczeniu charakterystyki zaprojektowanego układu. Uzyskane wyniki badań pozwoliły wyznaczyć pętle histerezy obserwowane podczas zaciskania i zwalniania hamulca, a także moc hamowania jako funkcja momentu hamowania i prędkości obrotowej. Artykuł wskazany jako pozycja [A7] jest zatytułowany: “An Analytical Modelling of Demand for Driving Torque of a Wheelchair with Electromechanical Drive”. Został on opublikowany w ramach czasopisma Energies – 2021, vol. 14, no. 21, s. 7315-1-7315-20, DOI: <https://doi.org/10.3390/en14217315>. Praca ta związana jest z analizą konstrukcji wózka inwalidzkiego o napędzie elektrycznym. Podjęto się w niej oceny, za pomocą badań eksperymentalnych i modelowych, w jaki sposób zastosowanie dodatkowych akumulatorów wpływa na zapotrzebowanie na moment napędowy, a w efekcie na całkowity czas pracy układu. Wariantami analizy była masa akumulatorów oraz ich przestrzenne rozmieszczenie, a także prędkość ruchu wózka. Opracowanie to można wskazać jako zastosowanie opracowanego przez Habilitanta modelu matematycznego oraz metodyki badawczej. Zostały one wykorzystane w praktyce, żeby finalnie uzyskać zbiór informacji

istotnych z konstrukcyjnego punktu widzenia przydatnych w procesie projektowania wózka inwalidzkiego.

W ramach podsumowania warto podkreślić użyteczny charakter osiągnięcia naukowego Habilitanta. Można do tego zaliczyć opracowany model matematyczny który pozwala na obliczenie zapotrzebowania na moment napędowy wózka inwalidzkiego, a także zespół narzędzi badawczych przeznaczonych do wyznaczania parametrów biomechaniki procesu napędzania wózka inwalidzkiego. Wskazać również warto na opisaną w ramach autoreferatu metodykę projektowania wózków inwalidzkich opierającą się na syntezie zagadnień w zakresie badań eksploatacyjnych, analizy modelowej i szeregu parametrów kinematycznych i biomechanicznych układu człowiek-wózek inwalidzki wypracowaną w ramach realizacji celu naukowego.

Patent wskazany jako [P1] dotyczy zespołu przekładni cięgowych dla wózka inwalidzkiego z napędem ręcznym realizowanym za pomocą ciągów. Wynalazek ten opisuje koncepcję układu napędowego, który został praktycznie wykorzystany do skonstruowania funkcjonalnych prototypów opisanych rozdziale 3.5.3.3 przedstawionego autoreferatu. Na tej podstawie można wskazać praktyczne zastosowanie opracowanej koncepcji do badań eksperymentalnych. Habilitant zadeklarował większościowy udział w opracowaniu tego wynalazku. Wynalazek posiadający oznaczenie [P2] jest zatytułowany: „Urządzenie do symulacji warunków eksploatacji i pomiaru parametrów dynamicznych wózka inwalidzkiego”. W istocie stanowi on układ hamowni do wózka inwalidzkiego wykorzystującej podwójne rolki o małej średnicy dedykowane do współpracy z większym kołem. Jest to urządzenie którego rozwinięcie opisywane jest w ramach autoreferatu. Autor wskazał swój udział procentowy jako 10% i zadeklarował weryfikację zasady działania wynalazku, czego nie można uznać za wkład o znaczeniu kluczowym. Pozycja [P3] dotyczy urządzenia o nazwie: stabilizator osi koła wózka inwalidzkiego. Jest to układ dedykowany do mocowania osi koła wózka inwalidzkiego, w taki sposób aby zwiększyć sztywność tego połączenia. W ramach tego wynalazku wskazano udział na poziomie 50%. Kolejno na pozycjach [P4] oraz [P5] wskazano wynalazki o nazwie „Moduł do uniwersalnego hamulca dźwigniowego koła wózka inwalidzkiego”. Są to w istocie dwa osobne urządzenia o zbieżnej nazwie. Hamulec według opisu [P4] pozwala na zapewnienie blokady ruchu cofania koła lub wózka inwalidzkiego. Z kolei patent oznaczony jako [P5] zapewnia podobną funkcjonalność z tym, że mocowany jest na układzie dźwigniowym. Habilitant podaje, że brał udział w pracach koncepcyjnych wskazując swój udział na poziomie 15%. Patent

wskazany jako pozycja [P6] zatytułowany jest: „Zestaw modyfikacyjny układu napędu do hybrydowego elektryczno-ręcznego wózka inwalidzkiego”. Opisuje on budowę wózka inwalidzkiego wyposażonego w napęd elektryczny w piaście większego koła. Całość zabudowana jest w taki sposób, że daje możliwość ręcznego oraz elektrycznego generowania napędu. Jednocześnie umożliwia także równoległą pracę napędu elektrycznego, wspomagając tym samym wysiłek użytkownika podczas użytkowania wózka. Autor wskazał swój udział procentowy jako 10% i zadeklarował weryfikację zasady działania wynalazku, czego nie można uznać za wkład o znaczeniu kluczowym. Na pozycji [P7] umieszczono opracowanie zatytułowane jako: „Urządzenie do pomiaru siły oporów toczenia obiektów wyposażonych w układ jezdny”. Opis wynalazku ujawnia układ do wyznaczania współczynnika oporów toczenia. Metoda pomiaru polega na przeciąganiu pojazdu i dodatkowego obciążenia przy jednoczesnym pomiarze wartości sił które są niezbędne w tym celu, co finalnie pozwala określić wartość siły oporów toczenia. Habilitant określił swój udział procentowy jako 40% i wskazał, że jest jednym z pomysłodawców wynalazku. Można zauważyć, że opisany wynalazek stanowi układ wykorzystany do badań, które przedstawiono w ramach rozdziału 3.5.2.1 autoreferatu oraz publikacji oznaczonej jako [A1].

Na pozycji [Z1] znajduje się zgłoszenie patentowane zatytułowane jako: „Hamownia do wózków inwalidzkich”. Jest to obszerne zgłoszenie dotyczące wyspecjalizowanego stanowiska przeznaczonego do badań wózków inwalidzkich. Pozwala ono na pomiar szeregu wielkości fizycznych związanych z kinematyką i biomechaniką procesu ręcznego generowania napędu. Można zauważyć, że jest to układ wykorzystywany w badaniach w ramach pracy [A6] oraz opisany w rozdziale 3.5.3.1 autoreferatu. Zgłoszenie patentowe oznaczone jako [Z2] związane jest z mechanizmem dedykowanym do napędu ręcznego wózka inwalidzkiego. Opisuje ono układ w którym rozdzielony zostaje możliwość obrotu ciągów oraz koła wózka inwalidzkiego, a ich ponowne połączenie odbywa się za pomocą dedykowanych tarcz. Tarcze owe mogą współpracować na różnej średnicy co umożliwia realizację różnej wartości przełożenia pomiędzy kołem a ciągiem. Autor zadeklarował swój udział na 50%. Taką samą wartość udziału zadeklarowano w ramach pozycji [Z3] zatytułowanej: „Bezzaczipowe ciągi do wózka inwalidzkiego”. Zgłoszenie to ujawnia wynalazek, którego istotę stanowi ciąg do ręcznego wózka inwalidzkiego sprzęgnięty z kołem za pomocą przekładni oraz dodatkowego prowadzenia. Odbywa się to w taki sposób, że elementy łączące koło i ciąg znajdują się poniżej przestrzeni

w której w normalnych warunkach pracy może znajdować się dłoń użytkownika wózka. Według autorów ma to poprawić komfort napędzania, jako że w takim rozwiązaniu nie ma możliwości kolizji dłoni i elementów łączących koło z ciągiem. Na pozycji [Z4] odnaleźć można wynalazek zatytułowany: „Mechanizm przekładni cięgnowej dla wózka inwalidzkiego”. Jest to układ wykorzystujący wariator pasowy celem uzyskania zmiennego przełożenia pomiędzy ciągiem i większym kołem wózka inwalidzkiego. Można zauważyć, że jest to układ którego konstrukcję opisano w autoreferacie w ramach rozdziału 3.5.3.3. Na pozycji [Z5] umieszczono układ zatytułowany: „Zespół piasty koła napędowego wózka inwalidzkiego do napędów wielobiegowych”. Jest to układ który wykorzystując podwójne osadzenie wałków umożliwia niezależny obrót względem siebie koła i ciągu wózka inwalidzkiego. Można zauważyć, że jest to układ którego konstrukcję opisano w autoreferacie w ramach rozdziału 3.5.3.2. Zgłoszenie patentowe wskazane jako [Z6] ujawnia wynalazek zatytułowany: „Układ adaptera napędu rowerowego do napędu wózka inwalidzkiego”. Opracowanie to opisuje rozwiązanie wykorzystujące piastę oraz przekładnię łańcuchową znaną z rowerów w zastosowaniu do układu napędowego wózka inwalidzkiego. Układ ten podobnie jak opisane powyżej pozwala na realizację zmiennego przełożenia pomiędzy kołami a ciągiem wózka inwalidzkiego. Na pozycji [Z7] zgłoszenie patentowe zatytułowane: „Mechanizm automatycznej przekładni łańcuchowej dla wózka inwalidzkiego z napędem ciągłym”. Wynalazek ten ujawnia wózek inwalidzki z układem napędowym, który pozwala realizować zmienne przełożenie pomiędzy kołem a ciągiem. W tym jednak przypadku opisywany układ jest zautomatyzowany. Według autorów umożliwia on automatyczną lub półautomatyczną pracę w ramach której może realizować szereg przełożeń. Są one realizowane za pomocą przekładni łańcuchowej znanej z rozwiązań w rowerach górskich, skojarzonej z układem pomiaru momentu oraz prędkości obrotowej.

Podsumowując należy stwierdzić, że przedstawiony do oceny dorobek związany z udzielonymi patentami oraz zgłoszeniami patentowymi należy jednoznacznie zaliczyć do inżynierii mechanicznej. Wskazane rozwiązania w całości dotyczą wózków inwalidzkich w aspekcie zasadniczo mechanicznym. Opisują bowiem elementy, układy i rozwiązania związane bezpośrednio z procesami generowania i przekazywania napędu. Równocześnie za warty podkreślenia należy uznać użyteczny charakter opisanego dorobku. Habilitant opisuje w autoreferacie proces konstrukcji i badania wskazanych wynalazków, co posiada znaczenie praktyczne.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta

4.1 Spełnienie warunku wykazania się istotną działalnością naukową poza macierzystą uczelnią zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 3 Ustawy

Habilitant intensywnie współpracował naukowo zarówno z jednostkami krajowymi jak i zagranicznymi. Do tej współpracy można zaliczyć m.in. takie jednostki jak Vilnius Gediminas Technical University, Wilno, Litwa, Karaganda Technical University, Karaganda, Kazachstan, Technical University of Moldova, Chişinău, Mołdawia, University of Food Technologies, Płowdiw Bułgaria, Alexander Dubček University of Trenčín, Słowacja, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Przedstawiona w autoreferacie współpraca obejmowała staże szkoleniowe, dydaktyczne oraz współpracę naukową i zazwyczaj jest podparta wspólnymi publikacjami naukowymi. W mojej ocenie warunek wykazania się istotną działalnością naukową poza jednostką macierzystą został spełniony.

4.2 Charakterystyka i ocena innych opublikowanych prac naukowych oraz pozostałych dokonań naukowo-badawczych Habilitanta

Dorobek naukowy dra inż. Mateusza Kukli dotyczy zagadnień związanych z szeroko rozumianą dyscypliną Inżynieria Mechaniczna a w szczególności konstrukcją i eksploatacją wózków inwalidzkich oraz badaniem właściwości materiałów. Jest on autorem 83 publikacji naukowych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym z czego 66 (4140 punktów wg MEiN) zostało opublikowanych po obronie pracy doktorskiej natomiast 17 (159 punktów wg MeiN) przed. Zostało mu udzielone 17 patentów z czego 16 po obronie pracy doktorskiej oraz 23 zgłoszenia patentowe. Odebrał osiem staży w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich.

Kandydat jest rozpoznawalny w środowisku naukowym. Brał udział w 18 konferencjach naukowych, a także otrzymał 42 międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową lub artystyczną. Wskaźniki bibliometryczne dr. inż. Mateusza Kukli na dzień złożenia wniosku:

- baza Scopus Liczba publikacji 55, liczba cytowań (bez autocytowań) 570/(475), Indeks Hirscha (bez autocytowań) 14/(13),
- baza Web of Science (WoS), Liczba publikacji 48 , Liczba cytowań (bez autocytowań) 429/(347) , Indeks Hirscha 13,

- baza Google Scholar (GSch) , Liczba publikacji 97 , Liczba cytowani 886, Indeks Hirscha 18.

Sumarycznie osiągnięcia naukowe po obronie pracy doktorskiej można podsumować następującymi wskaźnikami 5115 pkt wg punktacji MEiN przy wskaźniku wpływu IF równym 109,26. Habilitant wykonał 51 recenzji prac naukowych.

Dr inż. Mateusza Kukli kierował lub realizował 17 projektów międzynarodowych i krajowych z czego 10 po obronie pracy doktorskiej.

Podsumowując bez wahania stwierdzam, że pozostała działalność naukowa i naukowo-badawcza Kandydata jest wystarczająca do aplikacji o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

5. Ocena działalności dydaktycznej, organizatorskiej i popularyzatorskiej oraz aktywności międzynarodowej Habilitanta

Habilitant prowadzi bądź prowadził na Politechnice Poznańskiej następujące zajęcia dydaktyczne: Geometria i grafika inżynierska, Rysunek techniczny z elementami geometrii wykreślnej, Podstawy konstrukcji maszyn, Układy/Napędy hydrauliczne i pneumatyczne, Mechanika analityczna, Mechanika stosowana, Modelowane układów mechanicznych, Inżynieria ortopedyczna i rehabilitacyjna, Fizyczne aspekty materiałoznawstwa, Podstawy projektowania elementów i zespołów maszyn, Podstawy konstrukcji układów napędowych. Był promotorem 20 prac inżynierskich oraz 5 prac magisterskich, a także wykonał 21 recenzji prac inżynierskich. Prowadził zajęcia dydaktyczne w następujących międzynarodowych jednostkach naukowo-dydaktycznych:

- 18 h – University of Food Technologies – Plovdiv, Bułgaria,
- 18 h – Technical University of Moldova, Kiszyniów, Mołdawia,
- 8 h – Alexander Dubček University of Trenčín, Puchov, Słowacja,
- 24 h – Technical University of Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, Rumunia,
- 8 h – University of Žilina, Žilina, Słowacja.

Brał udział w przygotowaniu licznych programów, warsztatów i seminariów popularno-naukowych m.in. Nocy Naukowców, Projektowaniu Mechatronicznemu, Naukowych Sesjach Studenckich. Aktywnie działa na rzecz rozbudowy infrastruktury dydaktycznej.

Do działalności organizacyjnej Habilitanta można zaliczyć:

- współorganizację wycieczek dla specjalności Mechatronika do zakładów produkcyjnych Volkswagen Poznań,
- członkostwo w Centralnym Uczelnianym Zespole Rekrutacyjnym Politechniki Poznańskiej w 2016,
- członkostwo w Stowarzyszeniu Polskich Racjonalizatorów i Wynalazców od 2023.
- członkostwo w Komitecie organizacyjnym konferencji: The 27th International Polish – Slovak Conference on Machine Modelling and Simulations 2022, Rydzyna 5-8.09.2022
- pełnienie funkcji edytora akademickiego w czasopismach naukowych: Symmetry, wydanie specjalne pt. „Symmetry and Asymmetry in Biomechanics” oraz Machines, wydanie specjalne pt. „Advances in Automatic Control”.

Ocena działalności międzynarodowej została przedstawiona również w punkcie 4.1 niniejszej recenzji.

Podsumowując bez wahania stwierdzam, że działalność dydaktyczna, organizatorska i popularyzatorska oraz aktywność międzynarodowa Habilitanta jest wystarczająca do aplikacji o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr. inż. Mateusza Kukli oraz ocenę jego aktywności naukowej stwierdzam, co następuje:

1. **Osiągnięcie naukowe** przedstawione w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, patentów i wniosków patentowych będącego podstawą wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, **a także dorobek naukowy Habilitanta należą do dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych i mieszczą się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**
2. Przedstawione do oceny **osiągnięcie naukowe stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.** Spełnia ono wymagania stawiane osiągnięciom naukowym niezbędnym do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.
3. **Dorobek naukowy oraz osiągnięcia naukowe Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora są świadectwem jego istotnej aktywności naukowej realizowanej we współpracy z innymi ośrodkami, w tym z ośrodkami zagranicznymi.**

Na tej podstawie stwierdzam, że dorobek dr. inż. Mateusza Kukli spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 poz. 742). W związku z powyższym popieram wniosek o nadanie dr. inż. Mateuszowi Kukli stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

A handwritten signature in red ink, appearing to read "Mariusz Berner", is positioned to the right of the main text block.