

WPLYNĘŁO DNIA	
15. 05. 2023	
Kierownik administracyjny	data
wydziału	
nr pisma	podpis
	Kamila Czerniak

Prof. dr hab. inż. Tomasz Lech Stańczyk
Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu
Politechnika Świętokrzyska

Kielce 28.04.2023r.

O C E N A

osiągnięć naukowo-badawczych

dr inż. Bartosza Wieczorka,

przygotowana w związku z wszczętym postępowaniem habilitacyjnym

Podstawa sporządzenia opinii: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Politechniki Poznańskiej z dnia 06.03.2023 r. (działającego w imieniu Rady Doskonałości Naukowej oraz z jej upoważnienia przesłanego pismem z dnia 13.02.2023 r. nr DRKN.Z2.400.166.2022) wraz z załączonymi dokumentami.

1. SYLWETKA KANDYDATA

Dr inż. Bartosz Wieczorek. Studiował na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Studia na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn ukończył w roku 2012, uzyskując dyplom magistra inżyniera w zakresie: Inżynieria Wirtualna Projektowania.

Studia doktoranckie, na tym samym wydziale Politechniki Poznańskiej ukończył w roku 2015, uzyskując stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn. Stopień doktora uzyskał broniąc pracę pod tytułem „Studia nad rozwojem środków lokomocji techniki asystującej (na przykładzie innowacyjnych wózków inwalidzkich i ich rodzin)”.

W 2015 roku rozpoczął pracę, jako asystent, a od roku 2016 do 2000 jako adiunkt w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Od roku 2000 do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Konstrukcji Maszyn na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej.

2. OCENA PODSTAWOWEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Głównym nurtem działalności naukowej dr inż. Bartosza Wieczorka jest problematyka rozwoju konstrukcji i badań wózków inwalidzkich. Zagadnienia te były tematem jego pracy doktorskiej. Po doktoracie kontynuował tę tematykę rozwijając ją i wzbogacając. Główną przesłanką dla podjęcia pracy naukowo-badawczej w tym zakresie było stwierdzenie faktu niedostosowania ręcznych układów napędowych wózków inwalidzkich do stopnia niepełnosprawności i indywidualnych możliwości fizycznych poszczególnych użytkowników. Niedopasowanie wózka inwalidzkiego do użytkownika skutkuje skróceniem możliwego czasu eksploatacji wózka z napędem ręcznym, gdyż wiele osób niepełnosprawnych rezygnuje z korzystania z tego typu wózków ze względu na swoje ograniczenia fizyczne. Wybierają wózki z napędem elektrycznym, nie wymagające od nich nadmiernego wysiłku. Jednak ręczny układ napędowy ma wbrew pozorom olbrzymią zaletę, gdyż zapewnia jednocześnie realizację zarówno funkcji lokomocji, jak i bardzo ważnej dla osób niepełnosprawnych funkcji rehabilitacji.

Wobec powyższego wybór tematyki pracy naukowo-badawczej Habilitanta należy uznać za wartościowy i przemyślany. Fakt, że niemal wszystkie projekty badawcze, publikacje i patenty poświęcone są tej tematyce wskazuje, że konsekwentnie realizuje On swój plan.

Jako podstawowe osiągnięcie naukowe (wynikające z artykułu 219. ustęp 1 pkt. 1 i 2 lit. a-c ustawy z dnia 14 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z późniejszymi zmianami), Habilitant przedstawił cykl **28** powiązanych tematycznie prac opublikowanych w latach 2016-2022 oraz **12** przyznanych patentów w latach 2016-2022 roku przez Urząd Patentowy RP.

Przedstawione publikacje i patenty konstrukcji technicznych tworzą powiązany tematycznie ciąg prac składających się na osiągnięcie naukowego zatytułowane jako:

„Rozwój ręcznych napędów wózków inwalidzkich w aspekcie dopasowania ich do indywidualnych potrzeb użytkownika”.

W zaprezentowanym cyklu prac opublikowanych, wskazanych jako elementy osiągnięcia naukowego, sześć prac jest samodzielnych (jeden artykuł, cztery rozdziały w monografiach i jedna publikacja w materiałach konferencyjnych) zaś pozostałe dwadzieścia dwie mają charakter współautorski, przy czym w siedemnastu pracach z tej grupy udział Habilitanta jest dominujący.

Wśród tych dwudziestu ośmiu opublikowanych prac – trzynaście to artykuły w czasopiśmie naukowych, siedem – to rozdziały w monografiach, zaś osiem jest opublikowanych w materiałach konferencyjnych, spośród których pięć jest indeksowanych w bazie Web of Science.

Omówiony powyżej cykl dwudziestu ośmiu prac, Habilitant uzupełnił cyklem dwunastu patentów dotyczących zgłoszonego osiągnięcia naukowego. Wszystkie patenty mają charakter współautorski, ale w ośmiu spośród nich udział Habilitanta jest dominujący.

Zakres prac badawczo-rozwojowych realizowanych w ramach osiągnięcia naukowego przedstawił dr B. Wieczorek w swoim Autoreferacie. Sformułował ogólny problem badawczy i projektowy jako: **zwiększenie dostępności ręcznych wózków inwalidzkich poprzez ich adaptację do indywidualnych możliwości fizycznych użytkownika**. Wykonywane przez Niego prace badawcze były konsekwentną realizacją działań zmierzających do rozwiązania tego problemu.

Pierwszym podejściem do realizacji celu, jakim było dostosowanie wózka inwalidzkiego do indywidualnych możliwości fizycznych użytkownika było opracowanie koncepcji modułowej konstrukcji wózka inwalidzkiego. Podstawą dla zabudowy poszczególnych modułów konstrukcyjnych miała być wspólna platforma bazowa. Opracowano metodykę tworzenia struktury funkcjonalnej wózka oraz przypisywania poszczególnych funkcji do modułów umożliwiających budowę zindywidualizowanego funkcjonalnie wózka inwalidzkiego. Efektem tych prac był patent [P9] i publikacja [A22].

Prace nad koncepcją modułowej konstrukcji wózków inwalidzkich ukierunkowały dalsze działania naukowe Habilitanta na skupieniu się na rozwoju i badaniach układu napędowego jako odrębnego modułu wchodzącego w skład systemu nazywanego wózkiem inwalidzkim [A19]. Przyjął On hipotezę roboczą, że moduł ten może być dowolnie modyfikowany oraz wymieniany nawet w klasycznych ręcznych wózkach inwalidzkich. Wyodrębnienie ręcznego napędu jako jednego modułu pozwoliło uszczegółowić problem badawczo-rozwojowy i skupić się na badaniach oraz analizie tylko tych parametrów biomechanicznych, które powiązane są z napędzaniem ręcznego wózka inwalidzkiego i umożliwiają ocenę dopasowania środka technicznego do użytkownika. Prace dotyczące tego problemu realizował w ramach dwóch grantów finansowanych przez NCBiR. Pierwszy

z nich, którego był kierownikiem, to „Badania biomechaniki napędzania ręcznych wózków inwalidzkich dla innowacyjnych napędów ręcznych i hybrydowych”, zaś drugi, w którym pełnił funkcję głównego badacza, to „Innowacyjne Układy Napędowe Wózków Inwalidzkich – Projekt, Prototyp, Badania”. Merytoryczne podsumowanie tych prac przedstawione zostały w autorskiej publikacji [A15].

Ten wstępny etap prac badawczych umożliwił dr B. Wieczorkowi sformułowanie bardzo poprawnego pod względem metodologicznym i kompleksowego planu dalszych badań. Plan ten obejmował następujące etapy:

1. opracowanie metod badawczych sytemu człowiek - wózek inwalidzki, umożliwiających pomiar parametrów biomechanicznych wpływających na użytkowanie ręcznego układu napędowego;
2. opracowanie i budowa prototypów badawczych;
3. badania eksploatacyjne weryfikujące poprawność przyjmowanych założeń i służące ocenie funkcjonalności zbudowanych prototypów.

Główne zadanie w pierwszym etapie to: rozwój metod badawczych umożliwiających pomiar parametrów biomechanicznych związanych z użytkowaniem układu napędowego wózka inwalidzkiego. Równolegle prowadzone były prace nad metodami realizacji pomiaru parametrów biomechanicznych, metodami analizy i przetwarzania mierzonych sygnałów pomiarowych oraz budowie specjalnych stanowisk badawczych. Opracowywanie metody badawczej było ściśle powiązane z budową stanowisk badawczych. Najważniejszym i najbardziej skomplikowanym stanowiskiem badawczym była hamownia do wózków inwalidzkich. Hamownie (podwoziowe, czy silnikowe) są stanowiskami znanymi i od wielu lat wykorzystywanymi do badań w technice samochodowej. Jednak zbudowanie hamowni do wózków inwalidzkich to pomysł oryginalny wymagający specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych wielu podzespołów i układu pomiarowego. Oryginalność i specjalne wymagania wielu rozwiązań szczegółowych spowodowane są faktem, że w istocie nie jest badany wózek, lecz system antropotechniczny: człowiek – wózek inwalidzki. Zbudowanie hamowni do wózków inwalidzkich w pełni zasługuje na miano działania innowacyjnego. Konstrukcja tej hamowni oraz jej wykorzystanie w badaniach opisano w pracy [A20]. Specyfika wykorzystywania hamowni powodowała, że oprócz pomiaru parametrów mechanicznych (prędkość obrotowa, moment, przyspieszenie hamowania) typowych dla stanowisk hamownianych, realizowane było również badanie elektromiograficzne (EMG) pozwalające na ocenę funkcji mięśni człowieka.

Inne badania z wykorzystaniem zbudowanej hamowni opisane zostały w pracach [A3] i [A4]. Oryginalną metodę wyznaczania trajektorii wózka inwalidzkiego podczas badań na hamowni (nazwaną metodą trapezów) opisano w artykule [A11]. Opis metodyki pomiaru i analizy pozostałych badanych parametrów kinematycznych na hamowni przedstawiono w publikacji [A16]. Oryginalną metodą opracowaną na potrzeby przetwarzania danych mierzonych na hamowni do wózków inwalidzkich była również metoda określania położenia środka ciężkości ciała człowieka (w płaszczyźnie poziomej) w warunkach dynamicznych [A12]. Pozwalała ona określać położenie środka ciężkości, gdy ciało człowieka porusza się podczas napędzania wózka inwalidzkiego. Ponieważ wyniki uzyskiwane w tym pomiarze miały postać „chmury punktów” trudnej w interpretacji statystycznej i implementacji do modeli matematycznych, Habilitant opracował dodatkowo metodę opisu zbioru tych punktów obszarami eliptycznymi. Dokładny algorytm metody oraz jej zastosowanie przy analizie wybranych eksperymentów opisano w publikacji [A1]. Metoda ta nie pozwalała jednak na określenie położenia środka ciężkości na osi pionowej. W związku z tym dr B. Wieczorek opracował analityczną metodę wyznaczania położenia środka ciężkości bazującą na podziale ciała człowieka na czternaście segmentów (tułów, głowa, przedramiona, ramiona itd.). Metoda ta została opisana w pracy [A25]. Zastosowanie tej metody wymagało znajomości

kątów pomiędzy analizowanymi segmentami. Aby wyznaczyć te dane podczas badań, rozwiązano problem określania położenia poszczególnych segmentów ciała człowieka w warunkach dynamicznych [A26]. Opracowano specjalny moduł pomiarowy składający się z kamery i lampy doświetlającej, a na ciele badanej osoby zamocowano specjalne markery. Ponieważ na ciele człowieka mocowano również elektrody mierzące sygnał EMG (badanie elektromiograficzne), tak zaprojektowany układ pomiarowy umożliwiał powiązanie pomiaru aktywności mięśniowej z kinematyką ciała człowieka.

Bardzo poprawne z punktu widzenia metodologii badań jest kolejne działanie Habilitanta. Mając świadomość zastosowania w badaniach wielu nowych algorytmów i prototypowego charakteru aparatury postanowił zweryfikować działanie metody i określić jej dokładność. Stwierdzono że błąd w detekcji markera i prawdopodobieństwo detekcji jest powiązane z jakością kamery i prędkością ruchu markera. Wyniki tych badań opublikowano w pracy [A13]. Na podstawie uzyskanych wyników dopuszczono metodę pomiaru do dalszych badań, ponieważ błąd względny dla pomiarów prędkości obserwowanych w kinematyce ręki i wózka inwalidzkiego osiągał wartość akceptowalną dla badań systemów antropotechnicznych.

Kolejnym krokiem w doskonaleniu procedur badawczych było opracowanie metody przetwarzania sygnału EMG na wysiłek mięśniowy wyrażany w procentowym wykorzystaniu analizowanej grupy mięśniowej. Umożliwiło to powiązanie czynności napędzania wózka inwalidzkiego z wykorzystaniem dostępnych dla użytkownika wózka, jego zasobów energetycznych. Prowadzone w tym obszarze badania doprowadziły do opracowania metody przeprowadzania testu maksymalnego dobrowolnego skurczu mięśnia (MVC Maximum Voluntary Contraction), który zrealizowano dla grup mięśniowych najbardziej aktywnych podczas napędzania wózka inwalidzkiego. Opis metody oraz wyniki opisano w pracy [24]. Metoda ta była wykorzystywana przez Habilitanta we wszystkich późniejszych pracach, w których pojawiało się zagadnienie wysiłku mięśniowego.

Wykorzystując powyżej opisane procedury, metody oraz stanowiska badawcze opracowano metodykę kompletnej próby pomiarowej parametrów biomechanicznych związanych z eksploatacją wózków z napędem ręcznym na zbudowanej hamowni do wózków inwalidzkich. Metodykę tę oraz badania opisano w publikacji [A17]. Opracowana procedura badawcza składała się z kilku pod-procedur wykorzystujących własną aparaturę pomiarową, która stanowiła moduły dodatkowe hamowni. Moduły te mogły również pracować niezależnie od hamowni. Umożliwiło to wykonywanie wybranych badań w warunkach rzeczywistej eksploatacji wózka.

W ramach realizacji opisywanych badań oraz dwóch projektów badawczych finansowanych przez NCBiR zaprojektowano, opatentowano i zbudowano dwa stanowiska: hamownię do wózków inwalidzkich [P12] oraz stanowisko do pomiaru oporów ruchu wózka inwalidzkiego [P11]. W obu tych działaniach udział Habilitanta był znaczący. W ramach realizacji drugiego projektu NCBiR hamownia została przebudowana i ulepszona funkcjonalnie.

Opracowane metody badawcze i modele analityczne przedstawione w wyżej omawianych pracach są oryginalne i są autorskim osiągnięciem dr B. Wieczorka, a uzyskane wyniki mają dużą wartość użytkową.

Drugi etap prac określony w Autoreferacie, to opracowanie i budowa prototypów badawczych. Prace w tym etapie mają głównie charakter prac konstrukcyjno-projektowych w ramach których opracowywane były funkcjonalne prototypy innowacyjnych wózków inwalidzkich i ich układów napędowych. Realizacja tego etapu dostarczyła obiektów badawczych. Wnioski z badań opracowanych prototypów wykorzystywano do ich modyfikacji, dzięki czemu możliwa była poprawa parametrów biomechanicznych charakteryzujących współpracę człowieka z ręcznym wózkiem inwalidzkim.

W trakcie prac koncepcyjno-projektowych wykorzystane zostały metodyki projektowania zorientowanego na człowieka (Human Centred Design). Podejście to nakazuje twórcy produktu uwzględnić następujące pytania: kim jest użytkownik, jakie są jego problemy i ograniczenia, jakie umiejętności posiada oraz jakie ograniczenia zewnętrzne może on napotkać? Biorąc pod uwagę, że projektowane obiekty są przeznaczone dla bardzo specyficznej grupy osób, jakimi są osoby niepełnosprawne, przyjęcie takiego podejścia zasługuje na szczególnie wysoką ocenę.

W ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego Habilitant zaprojektował i zbudował prototypy następujących urządzeń: dźwigniowy system napędowy wózka inwalidzkiego [P1], piastę przekładniową wielobiegową do ręcznych wózków inwalidzkich [P2], zestaw modyfikacyjny hybrydowego układu napędowego elektryczno-ręcznego [P6].

Spośród wyżej wymienionych wynalazków, szczególne uznanie zyskał hybrydowy układ napędowy, który zdobył wiele nagród na krajowych i zagranicznych targach i wystawach wynalazków (odpowiednie dyplomy załączone zostały do wniosku). Napęd ten posiada kilka trybów pracy. Tryby napędu ręcznego i elektrycznego wykorzystują tylko jedno źródło energii, czyli siłę mięśni lub energię skumulowaną w akumulatorze. W trybach tych wózek inwalidzki jest napędzany tak jak w klasycznym ręcznym wózku inwalidzkim lub tak jak w klasycznym wózku z napędem elektrycznym. Ciekawą propozycją jest tryb asysty pokonywania wzniesień, który przy pomocy zainstalowanych sensorów rozpoznaje pochylenie terenu i dostarcza do układu moment napędowy generowany przez silniki napędowe. Celem trybu wspomagania napędu ręcznego jest utrzymywanie stałego momentu wspomagającego, ustawianego indywidualnie przez użytkownika. Moment wspomagający generowany jest przez odpowiednio sterowane silniki elektryczne. Ostatni tryb - wspomagania rozpędzania ma za zadanie utrzymywać stałą prędkość wózka inwalidzkiego w fazie ruchu powrotnego dłoni na pozycję początkową na ciągach.

Biorąc pod uwagę szczególne uznanie jakie zyskał hybrydowy układ napędowy na wielu forach oraz fakt, że w największym stopniu spełnia on warunek dopasowania do indywidualnych możliwości fizycznych osoby niepełnosprawnej postanowiono wzbogacić ten napęd o dwa moduły zwiększające jego funkcjonalność. Pierwszy z nich to karoseria wózka inwalidzkiego z zespołem mocowania [P7], a drugi to system kontroli gestem ruchu wózka [P8]. Sterowanie odbywa się za pomocą ugięcia palca wskazującego i środkowego. Każdy z palców steruje jednym kołem napędowym, a kąt ugięcia palca określa prędkość obrotową silnika elektrycznego [P6].

Przedstawione w tej części nowe układy napędowe (moduły) wymagają znacznej ingerencji w konstrukcję bazową wózka inwalidzkiego. Spowodowało to konieczność opracowania specjalnych adapterów dopasowujących przyłącza na ramie do tych nowych modułów napędowych [P2] i [P3].

Wraz ze współpracującym zespołem, Habilitant opracował również mniej kosztowne moduły wzbogacające klasyczny napęd ciągowy bez konieczności wymiany koła napędowego i używania adapterów. Pierwszy z nich to moduł ciągu do wózka inwalidzkiego, w którym zastosowano sprzęgło jednokierunkowe. Zapewnia ono napędzanie wózka jak w klasycznym napędzie ciągowym ale pozwala na powrót dłonią na pozycję początkową bez konieczności puszczenia dłonią ciągu [P4]. Drugi to moduł do uniwersalnego hamulca dźwigniowego opracowany w dwóch wariantach [P5] i [P10]. W obu wariantach moduł ten wspomaga podjazd pod wzniesienie, aby podczas fazy powrotnej dłoni napędzającej ciągu nie nastąpiło staczanie się wózka. Moduły te blokują automatycznie ruch wsteczny wózka znajdującego się na wzniesieniu. Jednocześnie spełniają one funkcję hamulca postojowego.

Reasumując ten etap realizowanych przez dr B. Wieczorka prac badawczo - rozwojowych należy podkreślić dwie cechy. Pierwsza z nich to oryginalność opisywanych rozwiązań. Jej potwierdzeniem jest fakt uzyskania na przedstawiane tu rozwiązania konstrukcyjne aż 9 patentów. Wprawdzie wszystkie te patenty mają charakter współautorski,

ale w 5 spośród nich udział Habilitanta jest dominujący, a w 3 proporcjonalny do liczby współautorów. Drugą, szczególnie ważną w naukach technicznych cechą jest użyteczność. Wszystkie zaproponowane rozwiązania poprawiają funkcjonalność wózków inwalidzkich, zwiększając ich dopasowanie do indywidualnych potrzeb osób niepełnosprawnych.

W trzecim etapie realizowane były różnorodne badania eksploatacyjne wózków inwalidzkich, weryfikujące poprawność przyjmowanych założeń i służące ocenie funkcjonalności zbudowanych prototypów. W badaniach tych Habilitant analizował takie parametry biomechaniczne, jak położenie środka ciężkości ciała człowieka w warunkach dynamicznych, jego aktywność mięśniową, kinematykę i dynamikę ruchu wózka oraz kinematykę ciała człowieka.

Istotnym elementem prowadzonych badań była analiza wpływu napędzania wózka inwalidzkiego na rozkład położenia środka ciężkości jadącego człowieka. Wykorzystana tu została opisana w etapie pierwszym metoda pomiaru i analizy tego parametru w warunkach dynamicznych, która stanowi nowość ponieważ powszechnie pomiar położenia środka ciężkości wykonywany jest w warunkach statycznych. Pierwszym krokiem było badanie jaki wpływ na zmianę położenia środka ciężkości ciała człowieka ma rodzaj wykorzystywanego układu napędowego wózka. Zbadano trzy rodzaje wózków: z klasycznym napędem ciągłym, z piastą wielobiegową oraz z napędem hybrydowym ręczno-elektrycznym. Wyniki tych badań przedstawione zostały w pracy [A6]. Badania wykazały, że rodzaj wykorzystywanego układu napędowego wózka ma wpływ na zakres zmienności położenia środka ciężkości, przy czym korzystne jest stosowanie układów wspomagających ręczny napęd ciągły. Występuje wówczas najmniejsza zmienność położenia środka ciężkości ciała człowieka podczas zmian parametrów eksploatacji wózka. Pozytywny wynik tych badań skłonił Autora do rozszerzenia badań i przeanalizowania jak na zmienność położenia środka ciężkości ciała człowieka wpływa trajektoria ruchu wózka. Badania te opisano w pracy [A7]. Kolejnym badanym czynnikiem była analiza wpływu przełożenia przekładni napędu wielobiegowego na wymiary i geometrię obszarów zmienności położenia środka ciężkości opisana w pracy [A10]. Badano wpływ takich parametrów eksploatacji wózka jak jego pochylenie, prędkość ruchu i przełożenie układu napędowego. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci eliptycznych obszarów zmienności położenia środka ciężkości we wskazanej powyżej pracy [A10].

Dobrym sposobem oceny dopasowania układu napędowego wózka do możliwości fizycznych użytkownika jest analiza wysiłku mięśniowego. Do tego typu analiz Habilitant wykorzystuje opracowaną (opisaną w etapie pierwszym) metodę przetwarzania sygnału EMG na wysiłek mięśniowy. Badania aktywności mięśniowej przeprowadził dla każdego z zaprojektowanych ręcznych układów napędowych, co pozwoliło ulepszyć opracowywane konstrukcje. Przykładem może tu być analiza wpływu wykorzystania modułu uniwersalnego hamulca dźwigniowego na wysiłek mięśniowy i prędkość ruchu wózka. Badania aktywności mięśniowej zrealizowano dla czterech mięśni kończyny górnej, na grupie ośmiu osób [A8]. Otrzymano interesujący wynik, pokazujący, że dla większości badanych, podczas wykorzystywania tego modułu przy podjeździe pod rampę układ mięśniowy narażony był na większy wysiłek fizyczny niż podczas podjazdu bez jego użycia.

Podobne badania wykonane zostały również dla napędu wielobiegowego i hybrydowego. W obu tych przypadkach sprawdzono jak wartość momentu oporów wpływa na średni wysiłek całej kończyny górnej, który został zdefiniowany jako średnia wartość wysiłku mięśniowego wszystkich mierzonych grup mięśniowych. Otrzymane wyniki pokazały pozytywny wpływ obu rodzajów napędu na redukcję wysiłku mięśniowego użytkownika wózka. Wyniki te zawarte są w raporcie końcowym projektu finansowanego przez NCBiR pt. „Badania biomechaniki napędzania ręcznych wózków inwalidzkich dla innowacyjnych napędów ręcznych i hybrydowych”, którego Habilitant był kierownikiem.

Dr B. Wieczorek uczestniczył ponadto, jako członek zespołu w badaniach parametrów kinematycznych i dynamicznych zbudowanych prototypów wózków. Badano jak rozmieszczenie układu zasilania wózka inwalidzkiego z napędem hybrydowym wpływa na zmiany momentu siły oporów ruchu. Wyniki tych badań opisano w cytowanej już publikacji [A3], a w badaniach wykorzystano omawiany wcześniej model analityczny [A4]. Innym przykładem mogą być zainicjowane przez niego badania wpływu zmian pozycji ciała osoby napędzającej wózek na wartość siły oporów ruchu, przedstawione w pracy [A5]. Podczas tych ostatnich badań wykorzystano wyniki uzyskane przez zespół badawczy (Habilitant był jego członkiem) i przedstawione w referatach konferencyjnych [A14] i [A15].

Wyposażenie opracowanego napędu hybrydowego ręczno-elektrycznego w różne tryby pracy wpływało na kinematykę całego układu antropotechnicznego. Przetestowano (z udziałem trzech osób badanych), jak tryb asysty pokonywania wzniesień oraz tryb wzmacniania momentu wpływa na prędkość wózka podczas podjazdu pod wzniesienie. Wyniki badań, w których stwierdzono, że zastosowanie hybrydowych układów napędowych wpływa pozytywnie na zmiany kinematyki wózka inwalidzkiego opublikowano w pracy [A9]. Zbadano również, jak zastosowanie modułu blokady cofania wpływa na kinematykę ruchu układu. Wyniki badań przedstawione zostały w artykule [A8], spośród których najważniejsze było stwierdzenie, że dla większości spośród dziesięciu osób badanych, zastosowanie tego modułu nie wpływało negatywnie na kinematykę ruchu wózka.

Dla zrealizowania postulatu dopasowania ręcznych napędów wózków inwalidzkich do indywidualnych potrzeb użytkownika niezbędne były również badania kinematyki segmentów ciała człowieka i powiązanie ich z wcześniej badanymi parametrami biomechanicznymi. W ramach tej problematyki badawczej opracowano model kąta obrotu koła napędowego podczas fazy napędowej przedstawiony w autorskim artykule [A27] oraz mapę wysiłku mięśniowego. Mapę tę sporządzono na podstawie wyników eksperymentu polegającego na napędzaniu wózka inwalidzkiego pod wzniesienie, przy czym badano wózek bez modyfikacji oraz dwa wózki wyposażone w dwa różne typy modułu blokady cofania. Wyniki eksperymentu opublikowano w pracy [A28].

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe stanowi spójny tematycznie cykl publikacji oraz patentów, poświęcony problematyce rozwoju konstrukcji i badań wózków inwalidzkich. Publikacje związane z wypracowaniem koncepcji, a następnie badaniami systemu antropotechnicznego: człowiek – wózek inwalidzki mają wysoką wartość poznawczą, ale również użyteczną. Wartość użyteczną prowadzonej przez Habilitanta działalności naukowo – badawczej dodatkowo potwierdzają uzyskane patenty. Wprawdzie wszystkie te patenty mają charakter współautorski, ale w ośmiu spośród nich udział dr B. Wieczorka jest dominujący, a w trzech proporcjonalny do liczby współautorów.

Ogólnym celem, jaki sobie postawił Habilitant już w początkowym okresie swojej działalności naukowej było dostosowanie wózka inwalidzkiego do indywidualnych możliwości fizycznych użytkownika. Pierwszym podejściem do realizacji tego celu, było opracowanie koncepcji modułowej konstrukcji wózka inwalidzkiego, przy czym każdy z modułów miał przypisaną określoną funkcję. Prace nad koncepcją konstrukcji modułowej ukierunkowały Jego dalsze działania naukowe na rozwoju i badania układu napędowego jako odrębnego modułu wchodzącego w skład systemu nazywanego wózkiem inwalidzkim.

Ten wstępny etap prac badawczych umożliwił Habilitantowi sformułowanie bardzo poprawnego pod względem metodologicznym i kompleksowego planu dalszych badań. Plan ten obejmował trzy etapy. Etap pierwszy to opracowanie metod badawczych, umożliwiających pomiar parametrów biomechanicznych wpływających na użytkowanie ręcznego układu napędowego wózka. Opracowywanie metody badawczej było ściśle powiązane z budową stanowisk badawczych. Najważniejszym i najbardziej skomplikowanym stanowiskiem była hamownia do wózków inwalidzkich. Zbudowanie hamowni do wózków

inwalidzkich należy uznać za pomysł oryginalny wymagający specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych wielu podzespołów i układu pomiarowego. zasługuje on na miano działania innowacyjnego.

Etap drugi poświęcony opracowaniu i budowie prototypów badawczych charakteryzują dwie cechy. Pierwsza to oryginalność tworzonych rozwiązań, której potwierdzeniem jest długa lista uzyskanych patentów, a druga to użyteczność.

Etap trzeci to realizacja badań eksploatacyjnych. Uznanie budzi zakres, jakość i dociekliwość tych badań. Zaproponowane metody i warunki badań oraz sposoby wyznaczania wartości wielu parametrów są oryginalne i są autorskim osiągnięciem Habilitanta, a uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą i użyteczną.

Jedynym zastrzeżeniem jakie tu można sformułować jest zaliczenie do podstawowego osiągnięcia naukowego publikacji [A2]. Dotyczy ona energochłonności procesu rozdrabniania drewna, czyli całkiem innego problemu niż przedstawione osiągnięcie naukowe,

3. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ HABILITANTA

W załączniku nr 4 dr B. Wieczorek swoją aktywność charakteryzuje następująco:

1. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach obejmuje 8 pozycji, z czego 6 wchodzi w skład omawianego powyżej podstawowego osiągnięcia naukowego. Dwie pozostałe, to współautorskie publikacje dotyczące również problematyki konstrukcji i badań wózków inwalidzkich.
2. W Informacji o członkostwie w redakcjach naukowych monografii podaje funkcję redaktora naukowego monografii *Research on the biomechanics of manual wheelchair drive for innovative manual and hybrid drives. Publishing House Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom, Radom, 2019 - 162 s.*
3. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych obejmuje 35 pozycji, z czego 21 wchodzi w skład podstawowego osiągnięcia naukowego. Wśród pozostałych 14 artykułów (współautorskich), 4 dotyczą problematyki wózków inwalidzkich, a pozostałe 10 różnorodnych zagadnień z zakresu inżynierii mechanicznej.
4. W Informacji o wystąpieniach na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych podano 7 wystąpień, z czego 4 miały miejsce na konferencjach zagranicznych (Słowacja i Ukraina), a 3 w Polsce, na konferencjach międzynarodowych.
5. Habilitant trzykrotnie uczestniczył w międzynarodowych targach wynalazków.
6. Był jeden raz członkiem komitetu naukowego i również jeden raz członkiem komitetu organizacyjnego konferencji.
7. W informacji o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych podane są dwa projekty omówione w części poświęconej ocenie podstawowego osiągnięcia naukowego, przy czym w jednym z nich pełnił funkcję kierownika, a w drugim należał do kluczowego personelu B+R.
8. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach:
 - Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauki, Wydział V Nauk Technicznych, członek zwyczajny od 3.02.2020r.
 - Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów, członek zwyczajny od 18.02.2019r.
9. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach:
 - **Symmetry**, wydanie specjalne pt. „Symmetry and Asymmetry in Biomechanics” edytor akademicki, ISSN: 2073-8994;

- **Technologies**, członek zespołu recenzentów, ISSN: 2227-7080.
- 10. Informacja o recenzowanych pracach naukowych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych - opracowanych 20 recenzji artykułów do czasopism: Applied Sciences, Sensors, Symmetry, Technologies, Disability and Rehabilitation.
- 11. Informacja o udziale w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. 7. – udział w jednym grantie rektorskim, 2020r (jednorocznym), zaliczony do kluczowego personelu B+R.
- 12. Informacja o przyznanych nagrodach za działalność naukową:
 - XIII edycja Ogólnopolskiego Konkursu Państwowego Funduszu Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych „Otwarte Drzwi” – pierwsze miejsce w kategorii prace doktorskie, 2016r.;
 - Nagroda doktorska za wyróżniającą się pracę doktorską, przyznana przez Dziekana Wydziału Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej, 2016r.;
 - Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe uzyskane w roku ak. 2019/2020;
 - Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe uzyskane w roku ak. 2021/2022.
- 13. Informacja o przyznanych nagrodach za działalność dydaktyczną – wypromowana przez Habilitanta w roku ak. 2019/2020 praca dyplomowa inżynierska uzyskała:
 - II miejscem w konkursie o nagrodę Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej za wyróżniającą się pracę dyplomową, 2021r.;
 - Wyróżnienie w konkursie organizowanym przez Radę NOT w Poznaniu, 2021r.
- 14. Informacja o przyznanych nagrodach za opracowane wynalazki.
Habilitant otrzymał jako członek zespołu 19 medali, nagród i dyplomów za opracowane wynalazki: złoty medal na wystawie w Bangkoku 2019, srebrny medal na wystawie w Kuala Lumpur 2019, Medal Expo Silesia 2019, brązowy medal na wystawie w Genewie 2019, 2 nagrody specjalne w Genewie 2019, złoty medal na wystawie w Jassy, Rumunia 2019, srebrny medal na wystawie w Katowicach 2019, nagrodę specjalną Prezes NOT oraz nagrodę specjalną delegacji marokańskiej, na targach w Katowicach 2019, brązowy medal na Silicon Valley International Invention Festival, 2019 Kalifornia, USA, dwa złote medale na International Warsaw Invention Show 2019, 3 Dyplomy ministra nauki i szkolnictwa wyższego za wysokiej rangi nagrody na 13, 14 i 15 Międzynarodowych Targach Wynalazków i Innowacji w latach 2020, 2021 i 2022, jeden złoty i dwa srebrne medale na Invention and Innovation Show w Katowicach, w latach 2021 i 2022.

Przedstawione powyżej zestawienie istotnej aktywności naukowej dr B. Wieczorka wskazuje, że jest ono bogate i różnorodne. Szczególne uznanie budzi podana w ostaniem punkcie liczba medali i wyróżnień za opracowane wynalazki. Należy również docenić uzyskanie w tak krótkim czasie działalności naukowej 4 nagród za działalność naukową. Także zaproszenie do opracowania 20 recenzji przez czasopisma zagraniczne oraz zaproszenie w charakterze edytora akademickiego wydania specjalnego czasopisma Symmetry świadczą, że dorobek naukowy dr B. Wieczorka jest dostrzegany i pozytywnie oceniany. Pozostałe przedstawione powyżej działania można ocenić, jako adekwatne do czasu działalności naukowej Habilitanta i jego statusu naukowego.

4. INFORMACJA O WSPÓŁPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

Jako swój dorobek w tym obszarze przedstawił Habilitant wykaz 13 patentów, których jest współautorem. Dwanaście spośród nich przedstawione i omówione zostało, jako istotny

składnik podstawowego osiągnięcia naukowego. Trzynasty patent, również współautorski, ma charakter udoskonalenia technologicznego, nie związanego z główną tematyką działalności Habilitanta. Wykaz uzyskanych patentów, zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej jest elementem oceny w tym obszarze i ten element zasługuje na wysoką ocenę.

W zakresie współpracy z sektorem gospodarczym dr B. Wieczorek wymienia we wniosku jedną pozycję: „Opracowanie koncepcji stanowiska do badania pomp i zespołów pomp pożarowych” dla Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie. W pracy tej pełnił funkcję kierownika.

Jeśli chodzi o pozostałe aspekty wskazywane przez RDN w tym obszarze (takie jak wykonane ekspertyzy i inne opracowania wykonywane na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorstw), to Habilitant nie wykazał w swoim wniosku żadnych działań. Biorąc jednak pod uwagę wysoką ocenę działalności patentowej dr B. Wieczorka oraz wysoką oceną jego działalności naukowej może to zostać zaakceptowane.

5. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Informacja o parametrze Impact Factor

Liczba opublikowanych artykułów, posiadających Impact Factor	16
Sumaryczny Impact Factor	52,956
Sumaryczny Impact Factor z uwzględnieniem udziału procentowego	21,150

2. Informacja o liczbie cytowań publikacji wnioskodawcy

Liczba cytowań wg. Web of Science z uwzględnieniem autocytowań	114
Liczba cytowań wg. Web of Science bez uwzględniania autocytowań	105
Liczba cytowań wg. bazy Scopus z uwzględnieniem autocytowań	162
Liczba cytowań wg. bazy Scopus bez uwzględniania autocytowań	124
Liczba cytowań wg. Google Scholar z uwzględnieniem autocytowań	306

3. Informacja o indeksie Hirscha

H-Index wg. Web of Science	8
H-Index wg. bazy Scopus	7
H-Index wg. Google Scholar	12

Reasumując dorobek naukowo-badawczy dr Bartosza Wieczorka należy stwierdzić, że jest on wartościowy. Analiza publikacji i patentów opracowanych po uzyskaniu stopnia doktora wykazuje, że kontynuując tematykę prowadzonych badań, poszerzył On znacznie ich zakres. Bardzo sprawnie posługuje się nowoczesnym aparatem matematycznym i techniką komputerową. Uznaniem budzi zakres i jakość prowadzonych badań eksperymentalnych. Wysoko oceniam przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe. Ogólną liczbę publikacji naukowych można uznać za zadawalającą, biorąc pod uwagę młody wiek i stosunkowo krótki okres pracy naukowej Habilitanta.

6. WNIOSEK KOŃCOWY

1. Dr inż. Bartosz Wieczorek zgromadził duży, ukierunkowany i wartościowy dorobek naukowy. Na uznanie zasługuje Jego wysoka aktywność naukowa, w ciągu krótkiego okresu dotychczasowej pracy naukowej.
2. Habilitant wykazywał bardzo wysoką aktywność w realizacji prac badawczych finansowanych ze środków na rozwój nauki. Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczył w realizacji 2 projektów badawczych finansowanych ze środków NCBiR. W jednym z nich był kierownikiem. Łączny czas realizacji tych projektów do chwili złożenia wniosku habilitacyjnego wyniósł 4,5 roku.
3. Na szczególne uznanie zasługuje bardzo wysoka aktywność patentowa Dr B. Wieczorka. Wprawdzie wszystkie uzyskane patenty mają charakter współautorski, ale w naukach technicznych, przy realizacji znaczących projektów typową sytuacją jest praca zespołowa. Jednak należy zaznaczyć, że w ośmiu patentach udział dr B. Wieczorka jest dominujący, a w trzech proporcjonalny do liczby współautorów.
4. Wysoko należy również ocenić fakt, że opracowane wynalazki zyskały olbrzymie uznanie na wielu krajowych i zagranicznych targach i wystawach wynalazczości. Potwierdzeniem tego jest podana we wniosku liczba uzyskanych na tych imprezach dziewiętnastu medali i wyróżnień.
5. Cechą charakterystyczną zarówno realizowanych przez Habilitanta projektów badawczych, jak i publikacji naukowych jest silny nacisk na aspekt użytkowy prowadzonych badań, co w naukach technicznych jest szczególnie istotne.
6. Analiza prac i publikacji dowodzi, że dr B. Wieczorek wykazał się doskonałą znajomością problematyki badań, a na podkreślenie zasługują Jego rzetelność naukowa i opanowanie „warsztatu naukowego”. Uznanie budzi zakres i jakość przeprowadzonych badań eksperymentalnych.

Uwzględniając powyższe uważam, że osiągnięcia naukowo-badawcze, dr inż. Bartosza Wieczorka w zupełności odpowiadają warunkom stawianym przez Ustawę z dnia 14 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późniejszymi zmianami), kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Dlatego w pełni popieram postępowanie o nadanie Mu tego stopnia.

