

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Łukasza BERESIA**
pt. „Badania i rozwój technik pozyskiwania energii mechanicznej człowieka do napędu
lekkich pojazdów transportowych”

**Podstawa opracowania: Pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria
Mechaniczna Politechniki Warszawskiej
Dra hab. inż. Marka Wojtyny, prof. uczelni
nr RND IM.521.I.2025 z dnia 20 października 2025r.**

1. Motywacja podjęcia tematu rozprawy doktorskiej i jej zakres

Światowe przemiany gospodarcze skutkujące gwałtownym wzrostem aglomeracji miejskich i koncentracją w nich miejsc pracy wpływają istotnie na strukturę rozwiązań transportowych. Nakłada się na to również tendencja ograniczania lokalnych połączeń autobusowych i kolejowych w mniejszych miejscowościach, a z drugiej strony dynamicznie rosnąca liczba samochodów osobowych. Skutkuje to powstawaniem korków drogowych, jak również rosnącym społecznym problemem wykluczenia transportowego. Przy dynamicznym rozwoju ścieżek rowerowych częściowym rozwiązaniem tego problemu, jak pisze Autor, może być ... *kompaktowy rower o cechach użytkowych lekkiego samochodu osobowego* ... Rozwiązanie takie nie wymaga procesu homologacji, czy uprawnień do prowadzenia samochodów osobowych, a z drugiej strony sprzyja utrzymaniu dobrego zdrowia poprzez upowszechnienie aktywności fizycznej. Proponowany temat i zakres pracy doktorskiej docelowo może istotnie wpłynąć na możliwość transformacji systemów mobilności, szczególnie w dużych miastach.

Opiniowana rozprawa doktorska, będąca pracą o charakterze konstrukcyjno-doświadczalnym, realizowana jest w oparciu o ścieżkę dorobku naukowego zawierającą spójne tematycznie opublikowane prace naukowe oraz uzyskane patenty Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej. Rozprawa poprzedzona jest obszernym wprowadzeniem dotyczącym badań i rozwoju mechanizmów do odbioru energii mechanicznej generowanej siłą mięśni człowieka, w tym badań własnych Doktoranta w zakresie napędów rowerów o

cechach lekkich pojazdów transportowych. Odpowiada to wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. 1571 z 2024 r. z późn. zm.).

Jako publikacje stanowiące przedmiot rozprawy Doktorant przedstawił 4 artykuły opublikowane w następujących czasopismach: Applied Bionics and Biomechanics, Scientific Reports oraz Engineering Transactions. Wg obowiązującej listy czasopism MNiSW dwa z tych artykułów punktowane są po 140 pkt., pozostałe dwa po 70 pkt. Doktorant załączył również do swojego dorobku 6 udzielonych patentów Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej, 3 zgłoszenia do UP RP oraz 2 wystąpienia na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Autor przedstawia cel i zakres pracy ilustrowane szczegółowymi schematami blokowymi dotyczącymi własnych koncepcji i prac rozwojowych oraz zakresu przedmiotowych prac badawczych napędu suwnicowego w badaniach statycznych i dynamicznych. Właściwie formułuje tezę naukową rozprawy, co nie zawsze jest standardem w realizowanych aktualnie pracach doktorskich. Najważniejsze merytorycznie dla pracy to rozdziały 2.4 i 2.5, w których przedstawia wyniki i analizę stanowiskowych badań statycznych i dynamicznych wariantowych rozwiązań konstrukcyjnych lekkich pojazdów transportowych jako roweru o cechach użytkowych samochodu osobowego wykorzystujących mechanizm napędu suwnicowego. W rozdziale 3 przedstawia prototypy wykonanych rowerów/pojazdów. Tą część rozprawy zamykają rozdziały 4 i 5 zawierające wnioski i definiujące kierunki dalszych badań.

Doktorant swoje prace koncepcyjne prowadził już od wielu lat w zakresie zastosowań w napędzie rowerów silników spalinowych o małej mocy, czy napędu elektrycznego opartego o silnik bezszczotkowy. Czytając pracę jednoznacznie chcę podkreślić Jego zaangażowanie badawcze, wręcz pasję twórczą, w poszukiwaniu alternatywnych rozwiązań konstrukcyjnych rowerów jako lekkich pojazdów transportowych.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca dotyczy, jednego z kluczowych zagadnień biomechaniki inżynierskiej, analiz układu człowiek-maszyna, w zakresie technik wykorzystania energii mechanicznej generowanej pracą mięśni człowieka do napędu rowerów o cechach użytkowych lekkiego pojazdu transportowego. Głównym jej celem było opracowanie wariantowych rozwiązań napędu suwnicowego oraz poprzez statyczne i dynamiczne badania stanowiskowe porównanie ich z powszechnie stosowanym napędem

korbowym. Badania Doktoranta wykazały, że istnieje wiele aspektów świadczących o korzyści zastosowania układu suwnicowego. Napęd suwnicowy pozwala na generowanie wyższych momentów i prędkości obrotowych przy porównywalnych sprawnościach w stosunku do rozwiązania korbowego napędzanego nogami. Umożliwia otrzymywanie większych pików mocy, co przekłada się na wyższe chwilowe przyspieszenia pojazdu. Suwnica zapewnia również minimalizację przestrzeni roboczej konstrukcji, która jest szczególnie istotna w konstrukcji lekkich pojazdów transportowych wspomaganych elektrycznie. Nie bez znaczenia są również korzystne aspekty ergonomiczne i środowiskowe.

Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta moim zdaniem należy zaliczyć:

- opracowanie koncepcji wariantowych rozwiązań konstrukcyjnych lekkich pojazdów transportowych jako roweru o cechach użytkowych samochodu osobowego wykorzystujących mechanizm napędu suwnicowego,
- wykonanie stanowisk badawczych do badań statycznych i dynamicznych; w zakresie analiz statycznych wykonanie badań dla rozwiązań konstrukcji fotela prostokątnego i profilowanego oraz prosto i krzywoliniowego napędu suwnicowego z obrotową płytą naciskową, w tym z rozwiązaniem suwnicy opartej na wahliwej dźwigni; w zakresie analiz dynamicznych wyznaczenie sprawności oraz krzywych mocy układu człowiek-mechanizm z uwzględnieniem aspektów ergonomicznych i środowiskowych; należy zaznaczyć, że w badaniach tych rama stanowiska badawczego umożliwia analizę wariantowych mechanizmów odbioru energii mechanicznej (napęd suwnicowy, korbowy, wykorzystanie mięśni kończyn dolnych i górnych człowieka),
- wykonanie prototypów lekkich pojazdów trzy i czterokołowych, w tym wersji wyposażonej w bezszczotkowy silnik elektryczny oraz w wersjach pojazdu/roweru wyposażonego w przedmiotowy dla rozprawy doktorskiej napęd suwnicowy; jeden z tych prototypów wyposażony w instalację elektryczną, power bank dużej mocy oraz z możliwością podłączenia panelu fotowoltaicznego oraz silników połączonych z bezstopniowymi przekładniami planetarnymi wspomagającymi napęd w trakcie rekuperacji energii można by wręcz sklasyfikować jako miękką hybrydę.
- Uzyskanie 6 patentów Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej dotyczących rozwiązań konstrukcyjnych układów napędowych lekkich

pojazdów transportowych; w ramach wszystkich zespołów współautorskich Doktorant był pierwszym autorem,

- Uzyskanie poziomu TRL7 (ang. Technology Readiness Level) w 9 stopniowym technologicznym poziomie wdrożeniowym produktu opracowanego w ramach projektu Grant na Prototyp pt. „Rower o cechach użytkowych samochodu osobowego wyposażony w napęd suwnicowy i wspomagający silnik elektryczny”.

3. Uwagi krytyczne

Generalnie w tym punkcie nie mam zasadniczych uwag merytorycznych. Praca jest ujęta syntetycznie i logicznie, napisana poprawną polszczyzną, starannie zredagowana graficznie i edycyjnie. Przedstawiam zatem tylko nieliczne uwagi krytyczne, po części o charakterze polemicznym, które nasunęły mi się po zapoznaniu się z recenzowaną pracą:

- w układzie przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej jej istotną częścią jest obszerne wprowadzenie do załączonego cyklu 4 publikacji naukowych, 2 wystąpień konferencyjnych oraz 6 uzyskanych patentów UP RP i 3 zgłoszeń patentowych; w treści tego wprowadzenia uwzględniony jest skromny, składający się z 43 pozycji, wykaz bibliograficzny w bardzo małym zakresie zawierający aktualne pozycje literaturowe dotyczących przedmiotowych dla rozprawy rozwiązań konstrukcyjnych, czy systemów pomiarowych; wykaz ten zawiera w dużej mierze odniesienia do ‘historycznych’ już koncepcji rozwiązań napędu suwnicowego; brak jest również dyskusji własnych rozwiązań na tle osiągnięć innych Autorów, a taki element stanowi o dysertacyjnym charakterze rozpraw naukowych,
- moim zdaniem można się było pokusić również o szerszą analizę kinematyczną wariantowych systemów konstrukcyjnych z punktu widzenia teorii mechanizmów i maszyn jako układów wieloczołonowych rozważanych modeli fizycznych,
- przedstawione w punkcie 2.6.1 stwierdzenie *...w badaniach dynamicznych na mocach 50 W brała udział znaczna liczba osób aby móc przeprowadzić analizy statystyczne...* jest zbyt enigmatyczne; w badaniach doświadczalnych wymagane jest dokładne zdefiniowanie grupy/szarży badawczej oraz stosowna analiza statystyczna otrzymanych wyników badań,

- jako uwaga szczegółowa - brak jest w rozprawie numeracji wzorów, co stanowi standard w pracach naukowych, szczególnie o charakterze technicznym,
- Doktorant używa konsekwentnie określenia ‘okorbowanie’; czy nie jest to zbyt ni kolokwializm w stosunku do bardziej precyzyjnego pojęcia układu korbowego jako mechanizmu składającego się z zespołu elementów.

4. Wniosek końcowy

W swojej rozprawie doktorskiej mgr inż. Łukasz Bereś przedstawił własną, oryginalną koncepcję konstrukcyjną oraz metodologię badawczą dotyczącą analiz układu człowiek-maszyna w zakresie technik wykorzystania energii mechanicznej generowanej pracą mięśni człowieka do napędu rowerów o cechach użytkowych lekkiego pojazdu transportowego. Jako recenzent stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska zawiera nowe aspekty praktyczne i poznawcze, postawiona teza naukowa została udowodniona, a cele badawcze zrealizowane.

Rozprawę doktorską można sklasyfikować w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Łukasza Beresia odpowiada wymaganiom stawianym w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. 1571 z 2024 r. z póź. zm.). Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie Autora do publicznej obrony przed Radą Naukową Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej.

