

Dr hab. inż. Monika Madej, prof. PŚk
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn
Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7
27-314 Kielce

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. *Aleksandry Mikulikovej*
pt. *„Pojazd manualny dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową*
o konstrukcji zoptymalizowanej do wytwarzania generatywnego”

Promotor pracy: **dr hab. inż. Marek Wyleżoł, prof. PŚ**

Promotor pomocniczy: **dr inż. Małgorzata Muzalewska**

Podstawa opracowania: pismo z dnia 30 kwietnia 2024 roku Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak (RDJMe.5.12. 3.2024), w oparciu o Uchwałę Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z dnia 24 kwietnia 2024 roku.

OCENA DOBORU PROBLEMATYKI BADAWCZEJ I TEMATU ROZPRAWY

Wykorzystanie technologii generatywnych w projektowaniu i produkcji urządzeń rehabilitacyjnych otwiera nowe możliwości w zakresie personalizacji i dostosowania sprzętu do indywidualnych potrzeb użytkowników. Dzieci z niepełnosprawnością ruchową mają ograniczone możliwości samodzielnego poruszania się, co znacząco wpływa na ich jakość życia oraz rozwój społeczny. Zapewnienie odpowiednich narzędzi umożliwiających im mobilność stanowi wsparcie w codziennym funkcjonowaniu oraz stymuluje ich rozwój fizyczny i psychiczny.

Wytwarzanie generatywne jest nowoczesnym podejściem do projektowania i produkcji, wykorzystującym algorytmy komputerowe do tworzenia optymalnych konstrukcji. Algorytmy te analizują parametry jak na przykład materiały obciążenia, wymiary, a następnie generują różne warianty konstrukcji. Mogą one obejmować techniki optymalizacji topologicznej, sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Optymalizacja topologiczna jest kluczowym narzędziem w nowoczesnej technice, umożliwiając tworzenie coraz bardziej efektywnych, lekkich i wytrzymałych komponentów. Jest także zaawansowaną metodą projektowania inżynierskiego, pozwalającą na uzyskanie optymalnego rozkładu materiału w danej przestrzeni projektowej. Zainteresowanie nią wynika z licznych zalet: redukcji ilości zastosowanego materiału przy jednoczesnym zachowaniu wytrzymałości konstrukcji, szybszego tworzenia i optymalizacji projektów, innowacyjności w zakresie nowych, niekonwencjonalnych struktur oraz tworzenia dopasowanych do indywidualnych potrzeb projektów.

Biuro Dziekana

zakończono dnia 08.07.2024
RDJMe.122151/2024
Zat.

Problematyka poruszona w rozprawie doktorskiej mgr inż. Aleksandry Mikulikovej pt. „Pojazd manualny dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową o konstrukcji zoptymalizowanej do wytwarzania generatywnego” dotyczy interdyscyplinarnych zagadnień zakresu inżynierii mechanicznej, ergonomii i inżynierii rehabilitacyjnej. Jak wskazuje doktorantka, obecny rynek oferuje niewiele możliwości adaptacyjnych pojazdów, które mogłyby „rosnąć” razem z dzieckiem. Projektowanie takich pojazdów przy użyciu technologii generatywnej, jak FDM, pozwala na tworzenie bardziej zaawansowanych i dostosowanych do indywidualnych potrzeb urządzeń rehabilitacyjnych. Optymalizacja topologiczna pozwala na redukcję masy pojazdu, co zwiększa jego funkcjonalność i bezpieczeństwo, jednocześnie obniżając koszty produkcji. Innowacyjność pracy wynika z zastosowania zaawansowanych metod obliczeniowych, które umożliwiają tworzenie struktur o optymalnej wytrzymałości i minimalnej masie. Wykorzystanie druku 3D przy produkcji pojazdu umożliwia szybkie prototypowanie i modyfikowanie projektu. Jest to istotne w kontekście indywidualnych potrzeb użytkowników.

Recenzowana rozprawa doktorska ma istotne znaczenie naukowe i wpisuje się w dyscyplinę naukową *inżynieria mechaniczna*. Przyczynia się bowiem do rozwoju wiedzy w zakresie projektowania i wytwarzania generatywnego. Zasadność podjętej tematyki potwierdza także rosnące zapotrzebowanie na innowacyjne rozwiązania w obszarze rehabilitacji dzieci z niepełnosprawnością ruchową. Podsumowując, tematyka podjęta w rozprawie doktorskiej Aleksandry Mikulikovej pt. „Pojazd manualny dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową o konstrukcji zoptymalizowanej do wytwarzania generatywnego” jest zasadna, zarówno z perspektywy naukowej, jak i społecznej. Biorąc pod uwagę znaczenie i potencjalny zakres problematyki podjętej w pracy przez mgr inż. Aleksandrę Mikulikową, uważam wybór tematu pracy doktorskiej za trafny i w pełni uzasadniony.

ZAKRES, CHARAKTERYSTYKA I OCENA ROZPRAWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Mikulikovej została przedstawiona na 151 stronach tekstu i zawiera różnorodny materiał ilustracyjny w postaci 87 rysunków, fotografii i wykresów przedstawiających wizualizacje modeli, wyniki analiz wytrzymałościowych oraz ilustracje prototypów oraz 19 tabel ze szczegółowymi danymi parametrów technicznych, wyników testów oraz analiz porównawczych.

Praca doktorska poprzedzona jest spisem treści (2 str.), wykazem skrótów (1 str.). Zawiera wstęp (8 str.), 3 rozdziały merytoryczne (117 str.), a zakończona została podsumowaniem, w którym zawarto wnioski z badań oraz wskazówki kierunków dalszych badań (7 str.). Załączono także spis cytowanej literatury, w której zamieszczono 148 pozycji literaturowych – w tym 3 współautorskie doktorantki oraz strony internetowe. Znaczną część cytowanych pozycji literaturowych stanowią publikacje aktualne. Wybór literatury uważam za trafny. Praca napisana została w układzie klasycznym, tzn. podzielona na dwie zasadnicze części: teoretyczną, poprzedzoną wstępem oraz doświadczalną. Objętość rozprawy jest uzasadniona i wynika z potrzeby opisu rozważań teoretycznych, metodycznych oraz przeprowadzonych eksperymentów.

Tytuł recenzowanej rozprawy „Pojazd manualny dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową o konstrukcji zoptymalizowanej do wytwarzania generatywnego” w pełni koresponduje z treścią zawartą w pracy. Pod względem formalnym rozprawa została opracowana poprawnie, jej struktura odpowiada przyjętym zasadom, a treść poszczególnych rozdziałów rozmieszczona jest zgodnie z postawionymi celami. Doktorantka na początku przedstawiła problem badawczy, sformułowała cele

i tezy badawcze, następnie dokonała analizy stanu wiedzy, po czym przeprowadziła szereg symulacji, badań i analiz, na podstawie których sformułowała wnioski końcowe i określiła kierunki dalszych badań. Praca zawiera także streszczenia w języku polskim i angielskim.

W rozdziale pierwszym doktorantka dokonała wprowadzenia do podjętego tematu badań, opisując historię konstruowania inżynierskiego, rozwoju procesu projektowo-konstrukcyjnego oraz narzędzi wspomagających proces projektowania ze szczególnym uwzględnieniem optymalizacji topologicznej. Doktorantka kompleksowo omawia dynamiczne zmiany w inżynierii mechanicznej, szczególnie w kontekście wprowadzenia systemów komputerowych i metod obliczeniowych. Autorka podkreśla znaczenie optymalizacji topologicznej, która jest kluczowym elementem pracy. Zdefiniowała także problem naukowy, sformułowała cele, tezy oraz określiła zakres pracy. Przedstawiony problem badawczy dotyczy ograniczonego dostępu do adaptacyjnych pojazdów rehabilitacyjnych dla dzieci. Doktorantka wskazuje na brak na rynku pojazdów dostosowanych do rosnących dzieci z dysfunkcją kończyn dolnych w zakresie wiekowym od 9 miesięcy do 4 lat, które byłyby przystępne cenowo. Celem pracy jest skonstruowanie pojazdu o napędzie manualnym, który będzie dostosowany do technologii FDM. Główny cel naukowy rozprawy dotyczy: **„optymalizacji konstrukcji za pomocą m.in. implementacji procedur optymalizacji topologicznej w proces projektowo-konstrukcyjny”**. Celem szczegółowym badań jest także ocena wpływu parametrów druku FDM na wytrzymałość i jakość konstrukcji oraz nadanie konstrukcji cech adaptacyjnych umożliwiających dostosowanie pojazdu do rosnącego dziecka. Doktorantka sformułowała następujące tezy badawcze pracy:

1. *Możliwe jest wytworzenie w pełni funkcjonalnego urządzenia rehabilitacyjnego za pomocą najpowszechniejszej oraz stosunkowo najtańszej technologii przyrostowej - FDM, co wpłynie na cenę końcową oraz popularyzację możliwości wytwarzania tego typu urządzeń.*
2. *Optymalizacja topologiczna struktury wewnętrznej elementów składowych urządzenia rehabilitacyjnego - wytwarzanych za pomocą technologii przyrostowej FDM - umożliwi uzyskanie struktury odpowiednio wytrzymałej w kontekście zdefiniowanych przypadków obciążeń oraz pozwoli na minimalizację masy urządzenia.*

Cele i tezy pracy zostały sformułowane prawidłowo i zawierają aspekty naukowo-badawcze, a dodatkowo mają charakter użytkarny. Osiągnięcie celów wymagało opracowania programu badań, do których doktorantka zaliczyła:

- Dokonanie przeglądu i analizy dostępnych rozwiązań sprzętu do rehabilitacji oraz istniejących norm i przepisów dotyczących tego typu urządzeń.
- Zdefiniowanie użytkownika docelowego i określenie jego parametrów, determinujących postać geometryczną projektowanego urządzenia.
- Wybór technologii wytwarzania i docelowego materiału.
- Określenie kryteriów i wymagań wynikających z konstrukcji, przeznaczenia oraz użytkowania pojazdu.
- Opracowanie postaci konstrukcyjnej pojazdu manualnego przeznaczonego do samodzielnego przemieszczania się dzieci z niepełnosprawnością ruchową kończyn dolnych.
- Dostosowanie poszczególnych elementów wyrobu do wytwarzania za pomocą technologii FDM.
- Wytworzenie i weryfikacja prototypu, szczególnie pod względem ergonomii oraz bezpieczeństwa obsługi.

- Optymalizacja konstrukcji poprzez rozpatrzenie różnych przypadków wypełnienia objętości modeli, m.in. za pomocą optymalizacji topologicznej.
- Analizę wyników wykonanych badań z uwzględnieniem wymagań konstrukcyjnych i technologicznych.

Część literaturowa obejmuje **drugi rozdział** i zawiera 4 podrozdziały. Wprowadzenie literaturowe to ok. 30 % całego tekstu. Pozostałe rozdziały związane są z badaniami własnymi doktorantki. Doktorantka zawarła w nim przegląd istniejącego stanu wiedzy na temat historii i różnorodności konstrukcji wózków inwalidzkich z uwzględnieniem pojazdów przeznaczonych dla dzieci, opisy wyselekcjonowanej grupy docelowej i optymalizacji konstrukcji z naciskiem na optymalizację topologiczną oraz jej zastosowań praktycznych w różnych dziedzinach. Autorka przedstawia szczegółową analizę istniejących rozwiązań w zakresie wózków inwalidzkich oraz ich zastosowań. Wskazuje także istniejące rozwiązania i ich ograniczenia. Omawia historię rozwoju tych urządzeń, zaczynając od pierwszych konstrukcji, aż po nowoczesne, zaawansowane technologicznie modele. Przedstawiła w nim również analizę najnowszych badań i publikacji dotyczących wózków inwalidzkich, ich budowy oraz ergonomii użytkowania. Doktorantka skupiła się na problemach, z jakimi borykają się dzieci z niepełnosprawnością ruchową, podkreślając potrzebę innowacyjnych rozwiązań. Omówione zostały technologie wytwarzania ze szczególnym uwzględnieniem technologii addytywnych - druku 3D i wskazaniem w jaki sposób te technologie mogą być wykorzystane do tworzenia bardziej funkcjonalnych i estetycznych pojazdów rehabilitacyjnych. Analiza literatury obejmuje różnorodne podejścia do optymalizacji topologicznej, w tym jej zastosowania w inżynierii mechanicznej oraz medycznej. Autorka omówiła różne algorytmy i narzędzia obliczeniowe stosowane w optymalizacji topologicznej. Opisała także materiały wykorzystywane w technologii druku 3D (PLA, ABS, kompozyty wzmacniane włóknami węglowymi). Doktorantka dokonała przeglądu norm i standardów dotyczących projektowania i użytkowania wózków inwalidzkich. Zwróciła uwagę na najważniejsze wytyczne i regulacje, które powinny być brane pod uwagę podczas projektowania urządzeń rehabilitacyjnych. Rozdział zakończony jest podsumowaniem najważniejszych wniosków z przeglądu literatury oraz wskazaniem kierunków dalszych badań. Rozdział 2 stanowi solidną podstawę teoretyczną dla dalszych badań i analiz przedstawionych w pracy. Przegląd literatury jest wszechstronny i dobrze udokumentowany, co świadczy o dogłębnym zrozumieniu tematu przez doktorantkę.

Trzeci rozdział to część eksperymentalna zawierająca opis wykorzystanych materiałów, zrealizowanych badań własnych doktorantki wraz z dyskusją wyników zawiera 2 podrozdziały. Doktorantka przedstawiła w nim założenia projektowe, możliwe rozwiązania i koncepcje pojazdu. Szczegółowo zaprezentowała geometryczne cechy konstrukcyjne, materiałowe, technologiczne oraz dynamiczne. W tym rozdziale doktorantka zdefiniowała najważniejsze założenia projektowe obejmujące takie parametry jak: funkcjonalność, ergonomię, bezpieczeństwo i łatwość obsługi pojazdu. Następnie przeprowadziła analizę różnych możliwych rozwiązań konstrukcyjnych, uwzględniając specyficzne wymagania dzieci z niepełnosprawnością ruchową. Dokonała szczegółowego, pod kątem potrzeb użytkowników, doboru materiałów, analizując ich właściwości mechaniczne i wytrzymałościowe decydując ostatecznie, że materiałem do budowy pojazdu będzie poliaktyd PLA. Omówiła różne techniki wytwarzania, ze szczególnym uwzględnieniem technologii addytywnych. Zastosowała optymalizację topologiczną w celu zminimalizowania masy konstrukcji przy zachowaniu jej wytrzymałości. Opisała proces optymalizacji, modelowania i symulacji komputerowe, aby ocenić wytrzymałość i stabilność konstrukcji. Przedstawiła proces tworzenia prototypu pojazdu,

w tym szczegóły dotyczące drukowania 3D poszczególnych elementów. Przeprowadziła testy wytrzymałościowe prototypu, aby sprawdzić jego odporność na obciążenia i długotrwałe użytkowanie. Wykonała testy ergonomiczne z uwzględnieniem opinii użytkowników. Zwróciła uwagę na kwestie bezpieczeństwa, takie jak stabilność pojazdu, systemy hamowania i ochrona przed przewróceniem wprowadzając dodatkowe stabilizatory. Uwzględniła różne aspekty wizualne, aby pojazd był atrakcyjny dla dzieci. Opisała proces produkcji poszczególnych elementów pojazdu w technologii druku 3D. Doktorantka wyceniła koszty produkcji pojazdu na kwotę 784 PLN. Rozdział kończy się wnioskami końcowymi, w których autorka podkreśla, że opracowany pojazd spełnia wszystkie założone cele projektowe i jest gotowy do dalszych testów oraz wdrożenia do produkcji. Doktorantka w tym rozdziale przedstawiła kompleksowy proces tworzenia innowacyjnego pojazdu rehabilitacyjnego dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową.

W rozdziale czwartym zawarto badania symulacyjne prowadzone na modelu bryłowym pojazdu, zaczynając od warunków brzegowych i różnych przypadków obciążeń działających na pojazd. Autorka szczegółowo opisuje przeprowadzone symulacje komputerowe, które miały na celu ocenę wytrzymałości i stabilności konstrukcji pojazdu w zależności od różnych warunków użytkowania. Wykorzystała zaawansowane narzędzia do symulacji - Metodę Elementów Skończonych (MES), aby dokładnie przeanalizować rozkład naprężeń i deformacji w konstrukcji pojazdu. Umożliwiło jej to wskazanie obszarów konstrukcji, które wymagają dodatkowego wzmocnienia. Doktorantka przeprowadziła analizę różnych konfiguracji wypełnienia wydruków 3D, uwzględniając różne parametry wpływające na wzór i gęstość wypełnienia elementów wykonanych w technologii FDM oraz przeprowadziła optymalizację topologiczną wypełniania modeli. Zestawiła również wyniki analizy i porównała różne rodzaje wypełnienia druków i ich wpływ na masę końcowego modelu, zużycie materiału oraz czas wytwarzania. Przeprowadziła także badania porównawcze właściwości mechanicznych poliaktydu i kompozytu wzmocnianego włóknem węglowym. Określiła również wpływ grubości warstwy, gęstości wypełnienia i orientacji druku na parametry wytrzymałościowe finalnego produktu. Doktorantka przeanalizowała badania stabilności i zachowania pojazdu podczas jazdy po różnych powierzchniach symulujących rzeczywiste warunki użytkowania. W wyniku przeprowadzonych symulacji wskazała na model z regularną siatką wypełnienia o gęstości 20% jako optymalny. Autorka, podsumowując rozdział wskazuje na konkretne obszary, wymagające dodatkowych testów w celu poprawy funkcjonalności i bezpieczeństwa pojazdu.

Rozdział piąty jest ostatnim pracy i zawiera podsumowanie i wnioski z przeprowadzonych badań oraz propozycje kierunków dalszych badań. Zostały przedstawione w nim główne osiągnięcia recenzowanej rozprawy, wskazując na innowacyjność zastosowanych metod oraz praktyczne znaczenie wyników dla projektowania pojazdów rehabilitacyjnych. Doktorantka szczegółowo omówiła rezultaty optymalizacji topologicznej, która pozwoliła na znaczne zmniejszenie masy pojazdu przy jednoczesnym zachowaniu jego wytrzymałości i stabilności. Wyniki badań wytrzymałościowych i ergonomicznych potwierdziły, że opracowany pojazd spełnia wszystkie założone w pracy cele. Autorka przedstawiła także rekomendacje dotyczące dalszych badań i rozwoju pojazdu manualnego. Wskazała na potrzebę przeprowadzenia długoterminowych testów użytkowania pojazdu w rzeczywistych warunkach w celu zgromadzenia danych o trwałości i funkcjonalności omawianego urządzenia rehabilitacyjnego. Zwróciła także uwagę, że technologia druku 3D ma potencjał i może przyczynić się do tworzenia bardziej zaawansowanych i spersonalizowanych rozwiązań. W pracy wskazano na możliwości dalszej komercjalizacji projektu oraz jego potencjalny wpływ na rynek

urządzeń rehabilitacyjnych. Autorka przedstawia także sugestie dotyczące możliwych modyfikacji projektu w odpowiedzi na opinie użytkowników i ekspertów. Wskazuje na konieczność dalszego rozwoju systemów bezpieczeństwa pojazdu oraz jego adaptacyjnych funkcji.

Pod względem formalnym rozprawa została opracowana poprawnie, a treści zawarte w poszczególnych rozdziałach rozmieszczone zostały zgodnie z postawionymi celami. Układ pracy jest prawidłowy i zgodny z zasadami twórczości naukowej. Podjęty w rozprawie temat jest ważny dla nauki w zakresie inżynierii mechanicznej, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień wytwarzania innowacyjnego pojazdu rehabilitacyjnego dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową.

Recenzowana rozprawa posiada logiczną i spójną konstrukcję, typową dla prac naukowych. Praca napisana jest poprawną polszczyzną. Mgr inż. Aleksandra Mikulikova w dysertacji potwierdza znajomość literatury i problematyki przedmiotu. Wiedzę tę właściwie potrafiła wykorzystać podczas realizacji badań własnych. Do najważniejszych osiągnięć doktorantki należy zaliczyć:

- **opracowanie oryginalnego i innowacyjnego konstrukcyjnie pojazdu rehabilitacyjnego przeznaczonego dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową kończyn dolnych,**
- **stworzenie w pełni funkcjonalnego urządzenia za pomocą popularnej technologii druku 3D – FDM,**
- **opracowanie zoptymalizowanej topologicznie struktury wypełnienia modeli wytwarzanych w technologii FDM,**
- **przeprowadzenie analizy wytrzymałościowej i porównanie wykonanych modeli wirtualnych z różną strukturą wypełnienia.**

Praca ma istotne znaczenie teoretyczno-poznawcze oraz walory użytkowe. Doktorantka właściwie zaplanowała i przeprowadziła bogaty program badawczy, a postawione w pracy cele w pełni zrealizowała. Wykonane badania własne: symulacyjne i doświadczalne doktorantki są kompleksowe, metodyka badań, wykorzystane narzędzia badawcze oraz przeprowadzone analizy wyników badań uznają za rzetelne i wiarygodne. Mgr inż. Aleksandra Mikulikova wykazała się umiejętnością samodzielnej realizacji pracy naukowej. Wykorzystanie przez nią różnorodnych metod i narzędzi badawczych świadczy o bardzo dobrym warsztacie metodycznym doktorantki.

Przeprowadzone badania i analizy zostały opracowane poprawnie i z dużą starannością. Przedstawiona do recenzji praca doktorska jest wartościowym opracowaniem naukowym i zawiera wnioski poznawcze, które mają znaczenie aplikacyjne. Rezultaty recenzowanej rozprawy doktorskiej stanowią oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego.

UWAGI, PYTANIA

Proszę o odniesienie autorki do następujących pytań o charakterze poznawczym:

- Jakie były najważniejsze wyzwania, z którymi się Pani spotkała podczas projektowania pojazdu rehabilitacyjnego?
- W jaki sposób opinie dzieci i rodziców wpłynęły na ostateczny kształt i funkcjonalność pojazdu?
- Jakie kryteria były kluczowe przy doborze materiałów do produkcji pojazdu?
- Czy kontynuowała Pani po złożeniu pracy doktorskiej testy długoterminowe wytrzymałości i bezpieczeństwa pojazdu? Jeśli tak, to jakie były ich wyniki?

- Jakie technologie wytwarzania addytywnego uważa Pani za najbardziej obiecujące dla produkcji tego typu urządzeń rehabilitacyjnych?
- Jakie dodatkowe funkcje lub ulepszenia chciałaby Pani wprowadzić w przyszłych wersjach pojazdu?

Uwagi edytorskie:

- W spisie literatury nie ma konsekwencji w zapisie cytowanych artykułów. Wielokrotnie brakuje podania roku publikacji, podanie go na końcu lub po nazwiskach autorów.
- Str. 30-32 rysunki 16 i 17 powinny znaleźć się na jednej stronie
- str. 35 powtórzenie wyrazu "Rys." ... Rys.Rys. 19c...".
- str.52 brakuje słowa, jakiego pochodzenia jest poliaktyd
- str. 53 Tabelę 4 należało przesunąć na następną stronę.
- str.54 Tabelę 5 należało przesunąć na następną stronę.
- str. 94 Tabelę 11 należało przesunąć na następną stronę, ponieważ na str. 94 zmieścić się jedynie jej opis.

WNIOSEK KOŃCOWY

Opiniowana rozprawa doktorska posiada oryginalne cechy nowatorskie oraz istotne walory użyteczne. Przedstawiona do recenzji dysertacja wpływa na stan istniejącej wiedzy w dyscyplinie inżynieria mechaniczna zarówno pod względem: metodologicznym, metodycznym i poznawczym. Podsumowując moją ocenę stwierdzam, że rozprawa:

- stanowi oryginalne rozwiązanie przez doktorantkę problemu naukowego,
- potwierdza jego ogólną wiedzę w dyscyplinie inżynieria mechaniczna,
- poprzez zrealizowane badania własne stanowi wkład w rozwój badań nad wytwarzaniem innowacyjnych pojazdów dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową.

Po zapoznaniu się z pracą mgr inż. Aleksandry Mikulikovej pt. „*Pojazd manualny dla dzieci z niepełnosprawnością ruchową o konstrukcji zoptymalizowanej do wytwarzania generatywnego*” uważam, że spełnia ona wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy - Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668). Dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Mikulikovej do publicznej obrony. Jednocześnie, biorąc pod uwagę walory naukowe i użyteczne recenzowanej rozprawy oraz wkład pracy, wnioskuje do Komisji Doktorskiej o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Kielce, dn. 7 lipca 2024 roku

