

Poznań, dnia 21.11.2025

PROTOKÓŁ

z posiedzenia Komisji Doktorskiej powołanej przez Radę Wydziału Inżynierii Mechanicznej
Politechniki Poznańskiej dotyczącego publicznej obrony rozprawy doktorskiej
mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka

Tytuł rozprawy: Kinematyka i dynamika automatycznego pociągu logistycznego

Dyscyplina: Inżynieria Mechaniczna

Data obrony: 21 listopada 2025 r.

Na posiedzeniu Komisji w dniu 21.11.2025 roku obecni byli:

Przewodniczący Komisji:	dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni, Politechnika Poznańska
Promotor:	dr hab. inż. Tomasz Bartkowiak, prof. uczelni, Politechnika Poznańska
Promotor pomocniczy:	dr inż. Marcin Pelic
Recenzenci:	dr hab. inż. Dariusz Więckowski, Politechnika Warszawska prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor, Politechnika Morska w Szczecinie dr hab. inż. Andrzej Urbaś, prof. uczelni, Uniwersytet Bielsko-Bialski
Członkowie:	dr hab. inż. Paweł Jasion dr hab. inż. Hubert Jopek dr hab. inż. Dominik Rybarczyk dr hab. inż. Piotr Siwak dr hab. inż. Marcin Suszyński dr hab. inż. Dominik Wilczyński
Sekretarz:	dr inż. Jakub Czyżycki

I. CZĘŚĆ PUBLICZNA

Posiedzenie Komisji odbyło się w Sali Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej im. prof. F. Tychowskiego (sala 208) przy ul. Piotrowo 3.

Posiedzenie Komisji otworzył Przewodniczący Komisji, dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni. Przedstawił obecnych członków Komisji, oraz poinformował, że dr hab. inż. Łukasza Warguła, prof. uczelni jest nieobecny, swą nieobecność wcześniej usprawiedliwił obecnością w konferencji. Dodatkowo Przewodniczący przedstawił sekretarza dr inż. Jakuba Czyżyckiego.

Przewodniczący Komisji poinformował o możliwości zadawania pytań, oraz aby sformułować je na przygotowanych w tym celu kartkach.

Przewodniczący Komisji zapoznał zebranych z przebiegiem postępowania w sprawie nadania stopnia doktora mgr inż. Wojciechowi Paszkowiakowi. Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora zostało wszczęte w dniu 15.02.2021 roku. Komisja powołana przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej do spraw postępowania w sprawie nadania stopnia doktora mgr inż. Wojciechowi Paszkowiakowi przyjęła jego pracę doktorską po uzyskaniu trzech pozytywnych recenzji w dniu 15.10.2025 roku. Przewodniczący poinformował, że recenzje są dostępne w Biuletynie Informacji Publicznej Politechniki Poznańskiej.

Po tych informacjach odczytany został życiorys mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka przez sekretarza.

Następnie doktorant przedstawił w formie prezentacji główne cele oraz wyniki swojej pracy doktorskiej. W ostatniej fazie prezentacji mgr inż. Wojciech Paszkowiak przedstawił podsumowanie oraz wnioski, w tym kierunki dalszych badań.

Po zakończeniu prezentacji przez doktoranta Przewodniczący Komisji poprosił promotora o przedstawienie opinii na temat pracy doktoranta mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka. Promotor podkreślił, że praca ma charakter interdyscyplinarny i wpisuje się w aktualne trendy rozwoju logistyki wewnętrznej, dotyczy projektowania autonomicznych systemów transportowych. Przypomniał cel pracy, którym było opracowanie wiarygodnego modelu fizycznego pociągu logistycznego w różnych konfiguracjach układów skrętnych. Wspomniał, że doktorant opracował zaawansowane modele kinematyczne i dynamiczne, uwzględniające wiele czynników, w tym możliwość zastosowania kół swobodnie skrętnych. Dodatkowo wspomniał o rozwoju hybrydowego modelu układu sterowania bazującego na połączeniu regulatora PID, sztucznych sieci neuronowych oraz algorytmu ewolucyjnego. Praca zawiera zarówno badania symulacyjne jak i eksperymentalne. Promotor zwrócił uwagę na dużą złożoność prowadzonych analiz oraz umiejętność integracji zagadnień teoretycznych z praktyczną inżynierską realizacją. Opisał także dorobek naukowy doktoranta, współpracę z doktorantem ocenił bardzo pozytywnie.

Przewodniczący Komisji poprosił o wygłoszenie opinii o doktorancie promotora pomocniczego. Promotor pomocniczy podkreślił dużą pracowitość i skrupulatność doktoranta.

Następnie dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni poprosił recenzenta dr hab. inż. Dariusza Więckowskiego o przedstawienie swojej recenzji na temat pracy mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka. Recenzent zaczął od tego, że dostał odpowiedzi od doktoranta na zadane w recenzji pytania i je akceptuje. Recenzent przedstawił cele pracy oraz problem badawczy. Wspomniał, że tematyka pracy jest bardzo ciekawa i aktualna. Pozytywnie ocenił układ oraz edycję pracy doktorskiej. Recenzent nadmienił, że umieścił w recenzji uwagi edycyjne które nie wpływają na ostateczną ocenę pracy, a bardziej mają one wskazywać na pewne niekonsekwencje w redagowaniu tekstu oraz mieszanie sformułowań kolokwialnych z naukowymi. Dr hab. inż. Dariusz Więckowski przedstawił zalety rozprawy, z których najważniejsze to problem badawczy który polegał na możliwości opracowaniu algorytmu sterowania, który zapewni bezkolizyjny przejazd pociągu logistycznego przez zamknięty korytarz transportowy. Dodatkowo były to: opracowanie kompleksowej metodyki badań symulacyjnych oraz przeprowadzenie badań eksperymentalnych. Nadmienił, że przeprowadzone badania symulacyjne poparte eksperymentem wpisują się w obecnie występującą tendencję. Recenzent opisał pracę jako możliwą do przygotowania podstaw do wdrożenia automatycznego sterowania w środowisku przemysłowym. Dodatkowo ocenił pozytywnie strukturę pracy, która dowodzi poprawności i możliwości praktycznego zastosowania. W zakresie uwag krytycznych recenzent zwrócił uwagę,

że cel pracy przedstawiono dopiero na stronie 50, zwrócił uwagę na nielogiczne użycie określenia „wiarygodny model”. Podkreślił, że w podsumowaniu zabrakło opisu badań eksperymentalnych jako weryfikacji modeli symulacyjnych. Ostatecznie recenzent przytoczył jeden z punktów planu dalszych badań doktoranta dotyczącego „z optymalizowania kół”, oraz poprosił o odniesienie się do tego po odczytywaniu recenzji. Podsumowując recenzent określił pracę jako istotną oraz skupiającą się na aktualnych problemach naukowych i technicznych z obszaru Inżynierii Mechanicznej oraz transportu. Oceniał, że w pracy zrealizowano jej założone cele. Oceniał możliwość podejmowania przez mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka samodzielnych badań naukowych. Podsumowując, stwierdził, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w stosunku do przytoczonej ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dodatkowo recenzent poinformował o wnioskowaniu o wyróżnienie rozprawy.

Kolejno Przewodniczący Komisji poprosił prof. dr hab. inż. Mirosława Pajora o przedstawienie swojej recenzji na temat pracy mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka. Recenzent zaczął od poinformowania, że rozprawa zrobiła na nim wielkie wrażenie oraz była bardzo interesująca pod kątem poznawczym. Recenzent opisał strukturę dysertacji. Podsumował, że na podstawie wyników symulacyjnych oraz eksperymentalnych autor rozwiązał postawiony problem naukowy i wykazał skuteczność działania opracowanych modeli do planowania trajektorii ruchu pociągów logistycznych. Wspomniał o obszerności pracy mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka, jej multidyscyplinarności oraz jej dużym poziomie innowacyjności. Recenzent zwrócił uwagę na dużą biegłość doktoranta w badaniach eksperymentalnych oraz o przeprowadzonych w dużej ilości symulacjach numerycznych. Podkreślił największe osiągnięcia pracy jakimi było opracowanie badań symulacyjnych różnych wariantów konstrukcyjnych pociągów logistycznych, przeprowadzenie symulacji w nowoczesnych środowiskach do tego przeznaczonych. Opisał wyniki symulacji jako stanowiące kompendium wiedzy do modelowania pojazdów logistycznych oraz ich trajektorii ruchu. Dodatkowo recenzent wspominał o badaniach eksperymentalnych, które były walidacją badań symulacyjnych. Następnie prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor przeszedł do uwag technicznych do rozprawy, przy czym potwierdził otrzymanie odpowiedzi na zamieszczone w recenzji pytania i ocenił, że w pełni rozwijają one jego wątpliwości. Recenzent spośród wszystkich pytań w recenzji odczytał trzy z nich oraz poprosił doktoranta o ustosunkowanie się do nich w czasie obrony.

- 1) Na str. 172 oraz 186, Autor zamieścił dość niefortunne stwierdzenie, że mierzone odchyłki od zadanej trajektorii to wynik niedokładności pomiaru. Takie stwierdzenie podważa sens całego eksperymentu. Jeżeli błędy pomiaru są większe od rzeczywistych błędów trajektorii to wyniki pomiarów błędów są położone w przedziale niepewności pomiarowej, zatem są fikcją.
- 2) Na str. 179 do 181 analizowane są błędy orientacji w modelowaniu trajektorii ruchu wózków pociągu logistycznego. Czy można wyjaśnić, dlaczego błąd orientacji wózka 1 i 2 jest zdecydowanie większy od błędów wózka 3 i 4? Logicznym wydaje się, że z uwagi na kumulację błędów obliczeń powinno być na odwrót. Z kolei na str. 183 do 185 analizowane są błędy pozycji w modelowaniu trajektorii ruchu wózków pociągu logistycznego. W tym przypadku, dla dyszla z przodu, jest podobnie jak w błędach orientacji, 1 i 2 większy błąd, 3 i 4 mniejszy błąd. Natomiast dla dyszla odwróconego jest inaczej (odwrotnie), wózki 1 i 2 są dokładniej odwzorowane w modelu, a 3 i 4 mają większy błąd. Czy można to jakoś logicznie wytłumaczyć? Ponadto porównując model kinematyczny KM z modelami z uwzględnieniem tarcia, nie widać wyraźnej poprawy dokładności odwzorowania trajektorii, wręcz niekiedy jest nieco gorzej. Proszę o skomentowanie tego, bo to sugeruje, że model kinematyczny jest wystarczający – po co zatem komplikować model jak nie uzyskując się wyraźnej poprawy dokładności.

- 3) Na str. 189 wniosek IX nie jest w pełni uzasadniony. Wiąże się to bezpośrednio z uwagą nr 2) (jej druga część).

Recenzent stwierdził, że rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dodatkowo nadmienił, że zrealizowana przez mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka praca charakteryzuje się wysokim poziomem innowacyjności w obszarze wdrażania technologii cyfrowych bliźniaków do budowy modeli symulacyjnych zaawansowanych obiektów mechatronicznych oraz ma duży potencjał wdrożeniowy. Praca ta stanowi oryginalne rozwiązanie sformułowanego problemu badawczego, wnosi nową wiedzę w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna oraz wskazuje na duży poziom wiedzy teoretycznej i praktycznej jej Autora. Reasumując recenzent stwierdził, że opiniowana rozprawa doktorska może być dopuszczona do publicznej obrony. Dodatkowo prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor poinformował o złożeniu wniosku o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka.

Ostatnią recenzję przedstawił dr hab. inż. Andrzej Urbaś, prof. uczelni, który poinformował, że recenzja rozprawy składa się z sześciu punktów. Pierwszy z nich nawiązuje do podstawy jej realizacji - pisma dziekana Politechniki Poznańskiej, drugi opisuje ogólną charakterystykę a trzeci dotyczy oceny merytorycznej rozprawy. Recenzent przeszedł do odczytania punktu trzeciego recenzji. Najważniejszymi elementami tego punktu było podkreślenie przez recenzenta, że podjęty temat badawczy przez doktoranta w rozprawie doktorskiej jest oryginalny, aktualny i wpisuje się w dyscyplinę naukową Inżynieria Mechaniczna. Z kolei mankamentem rozprawy jest brak tezy naukowej, która według recenzenta ma istotne znaczenie w ocenie rozprawy doktorskiej. Recenzent omówił rozdziały rozprawy, oraz pozytywnie ocenił trzy cele rozprawy, które w pewnym stopniu rekompensują brak wspomnianej tezy. Wspomniał, że doktorant ograniczył się do zdawkowego i nieudowodnionego stwierdzenia ze str. 185 *"głównym źródłem obserwowanych odchylek nie jest jakość opracowanych modeli, lecz niedokładności związane z pomiarem"*. W odczytanym rozdziale rozprawy recenzent wspomniał o uwagach merytorycznych oraz pozytywnych aspektach rozprawy jakimi jest duża wartość poznawcza oraz walory aplikacyjne. Następnie recenzent przeszedł do odczytania dziewięciu uwag do rozprawy. Wspomniał, że otrzymał obszerną odpowiedź na wszystkie zadane pytania i w pełni je przyjmuje. Poprosił natomiast o odniesienie się do pytania:

„Doktorant pisze na str. 124 *"Zastosowane nastawy regulatora PD dobrano eksperymentalnie w taki sposób, aby zapewnić wysoką jakość śledzenia trajektorii przez ciągnik"*. Jaki zakres nastaw przyjęto do eksperymentu? Jakie kryterium oceny przyjęto? W jaki sposób przyjęto nastawy do regulatora PID?”

Recenzent przeszedł do odczytania kolejnego punktu recenzji dotyczącego oceny redakcyjnej i edycyjnej rozprawy. Określił pracę jako zredagowaną w sposób właściwy, stosując język precyzyjny i zrozumiały. Ostatecznie odczytany został ostatni punkt recenzji zawierający podsumowanie i wniosek końcowy. Rozprawa mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka została oceniona pozytywnie i spełnia ona warunki stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Recenzent poinformował, że wnioskował o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Po wysłuchaniu trzech recenzji Przewodniczący Komisji poprosił doktoranta mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka o odpowiedź na zadane pytania przez recenzentów, a następnie o odpowiedź na pytania od publiczności.

Odpowiedzi na pytania recenzentów:

1. dr hab. inż. Dariusz Więkowski, Politechnika Warszawska

Pytanie: *"Zastosowanie zoptymalizowanych kół swobodnie skrętnych, które mogą poprawić właściwości jezdne i zwiększyć powtarzalność trajektorii, szczególnie podczas zawracania, gdzie ich wpływ jest najbardziej zauważalny."* Co znaczy: "zoptymalizowanych kół", "poprawić właściwości jezdne".

Odpowiedź: Doktorant wyjaśnił, że miał na myśli koła skrętne które minimalizują wpływ koła skrętnego na trajektorię, ustawiane przez pojazd. Z założenia takie koło dostosowuje się do kierunku jazdy w sposób który minimalnie wpływa na trajektorię pojazdu. W przypadku standardowych kół skrętnych manewrując w małym obszarze wymagany jest obrót takiego koła o 180°, co wywołuje zmianę kierunku ruchu pojazdu.

2. prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor, Politechnika Morska w Szczecinie

Pytanie: Na str. 172 oraz 186, Autor zamieścił dość niefortunne stwierdzenie, że mierzone odchyłki od zadanej trajektorii to wynik niedokładności pomiaru. Takie stwierdzenie podważa sens całego eksperymentu. Jeżeli błędy pomiaru są większe od rzeczywistych błędów trajektorii to wyniki pomiarów błędu są położone w przedziale niepewności pomiarowej, zatem są fikcją.

Odpowiedź: Doktorant zaznaczył, że opisywane stwierdzenie było użyte niefortunnie oraz niewłaściwie. Autor rozprawy miał na myśli niedokładności związane z realizacją tego eksperymentu które wynikały przede wszystkim z ograniczenia czasowego dostępności przestrzeni (hali) do badań oraz sprzętu pomiarowego. Mgr inż. Wojciech Paszkowiak przedstawił na wybranym slajdzie prezentacji zastosowane markery umieszczone na badanym wózku transportowym oraz jego wagonikach. Wspomniał, że istniało ryzyko ich przemieszczenia podczas ruchu pociągu. Dodatkowo pozycja początkowa pociągu znajdowała się poza obszarem pomiarowym.

Pytanie: Na str. 179 do 181 analizowane są błędy orientacji w modelowaniu trajektorii ruchu wózków pociągu logistycznego. Czy można wyjaśnić, dlaczego błąd orientacji wózka 1 i 2 jest zdecydowanie większy od błędu wózka 3 i 4? Logicznym wydaje się, że z uwagi na kumulację błędów obliczeń powinno być na odwrót. Z kolei na str. 183 do 185 analizowane są błędy pozycji w modelowaniu trajektorii ruchu wózków pociągu logistycznego. W tym przypadku, dla dyszla z przodu, jest podobnie jak w błędach orientacji, 1 i 2 większy błąd, 3 i 4 mniejszy błąd. Natomiast dla dyszla odwróconego jest inaczej (odwrotnie), wózki 1 i 2 są dokładniej odwzorowane w modelu, a 3 i 4 mają większy błąd. Czy można to jakoś logicznie wytłumaczyć?

Odpowiedź: Doktorant przyznał, że podczas opracowywania rozprawy nie podjął się dogłębnej analizy wyjaśnienia zależności poszczególnych odchyłek pozycji wózków. Wynikało to z zadowalających wyników uzyskanych z badań eksperymentalnych. Doktorant natomiast przeprowadził taką analizę później, gdzie wyznaczył kilka czynników które mogły spowodować opisywaną w pytaniu sytuację. Pierwszymi z nich mogła być odmienna długość trasy każdego z wózków. Kolejnym czynnikiem mógł być wpływ początkowego ustawienia poszczególnych wózków. Różnice wynikające z pozycji dyszla wynikają z tego, że wózki z dyszlem z przodu mają tendencję do ścinania zakrętów. Z kolei wózki z konfiguracją odwróconego dyszla mają tendencję do naddawania trajektorii ruchu.

Pytanie: Ponadto porównując model kinematyczny KM z modelami z uwzględnieniem tarcia, nie widać wyraźnej poprawy dokładności odwzorowania trajektorii, wręcz niekiedy jest nieco gorzej. Proszę o skomentowanie tego, bo to sugeruje, że model kinematyczny jest wystarczający – po co zatem komplikować model jak nie uzyskując się wyraźnej poprawy dokładności.

Odpowiedź: Doktorant przytoczył, że badania eksperymentalne potwierdziły poprawność opracowanych modeli w warunkach testowych. Jeśli chodzi o sprawdzenie modelu dynamicznego wymagane byłoby zapewnienie warunków dynamicznej jazdy, gdzie w eksperymencie przejazd miał charakter quasi-statyczny.

Recenzent stwierdził, że odpowiedź na powyższe pytania jednocześnie spełniła odpowiedź na ostatnie pytanie: „Na str. 189 wniosek IX nie jest w pełni uzasadniony. Wiąże się to bezpośrednio z uwagą nr 2) (jej druga część)”.

3. dr hab. inż. Andrzej Urbaś, prof. uczelni, Uniwersytet Bielsko-Bialski

Pytanie: Doktorant pisze na str. 124 *"Zastosowane nastawy regulatora PD dobrano eksperymentalnie w taki sposób, aby zapewnić wysoką jakość śledzenia trajektorii przez ciągnik"*. Jaki zakres nastaw przyjęto do eksperymentu? Jakie kryterium oceny przyjęto? W jaki sposób przyjęto nastawy do regulatora PID?

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział, że dostosował układ sterowania, śledzenia trajektorii modelu dynamicznego w taki sposób, żeby jak najbardziej zminimalizować wpływ nastaw na niedokładność odzwierciedlenia trajektorii. Dobór był wykonany metodą prób i błędów uzyskując jak najmniejszy błąd pozycji między zadaną trajektorią a pozycją holownika podczas przejazdu.

Odpowiedzi na pytania publiczności:

1. dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

Pytanie: Czy niejednorodność tarcia na powierzchni korytarza i jej nierówności mogą być kolejnym wyzwaniem badawczym?

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział twierdząco i stwierdził, że kierunkiem dalszych badań mogłoby być rozszerzenie modeli o modele trójwymiarowe, w których uwzględnia się zawieszenie. Określił, że wspomniany współczynnik tarcia będzie się zmieniał dodatkowo w wyniku zużywania się opon i kół. Podsumował, że należałoby dążyć do opracowania z użyciem sztucznej inteligencji metod, które na bieżąco podczas przejazdu estymowałyby wartość współczynnika tarcia.

Pytanie: Jaka jest potrzebna wartość marginesu bezpieczeństwa wyznaczonej trajektorii w celu uniknięcia kolizji ze ścianami korytarza ze względu na możliwe błędy powtarzalności jej realizacji?

Odpowiedź: Doktorat odpowiedział, że jest to bardzo trudne do oszacowania. W przypadku algorytmu sterowania wymagałoby to sprawdzenia na rzeczywistym obiekcie i weryfikacji odwzorowania toru rzeczywistego z tym z symulacji.

2. dr hab. inż. Dominik Rybarczyk

Pytanie: Czy w układzie sterowania uwzględniono wpływ zakłóceń (zmienne obciążenie, nierównomierne rozmieszczenie)? Czy w sterowaniu uwzględniono wpływ takich obiektów jak szklane drzwi lub przeszklenia?

Odpowiedź: Mgr inż. Wojciech Paszkowiak odpowiedział, że elementy przeszkłone nie były brane pod uwagę w symulacji, ale potwierdził zasadność uwzględnienia takich przeszkód w dalszych badaniach. Doktorant odpowiedział, że w algorytmie ewolucyjnym zastosowany był model dynamiczny w którym była dopuszczona możliwość występowania tarcia poprzecznego.

3. dr inż. Adam Myszkowski

Pytanie: Czy był badany wpływ nierównomiernego obciążenia wagonów na trasę przejazdu, a także najgorszy przypadek obciążonego tylko ostatniego wagonu przy układzie „odwróconego dyszla”. Czy opracowany model pozwala na takie badania?

Odpowiedź: Doktorant stwierdził, że model pozwala na przeprowadzenie takich badań. Powiedział, że wykonał wiele scenariuszy badań symulacyjnych które nie zostały zamieszczone w pracy z chęcią uniknięcia zbyt dużej obszerności rozprawy.

4. dr hab. inż. Tomasz Bartkowiak, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

Pytanie: Czy czas obliczeń modelu fizycznego obiektu pozwoli na jego zastosowanie w rzeczywistym autentycznym pociągu logistycznym np. w trakcie omijania przeszkód, jazdy do tyłu czy detekcji kolizji? Czy można usprawnić złożoność obliczeniową obiektu albo skrócić czas obliczeń?

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział, że czas obliczeń pozwoli na zastosowanie takiego obiektu w autentycznym pociągu logistycznym. Dodatkowo wspomniał, że jest przestrzeń na optymalizację czasu obliczeń. Wspomniał, że nauka przejazdu może być wykonywana w środowisku symulacyjnym jak i na rzeczywistym obiekcie. Natomiast symulacja posiada przewagę możliwości wykonania kilku przejazdów jednocześnie.

5. dr hab. inż. Tomasz Stręś, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

Pytanie: Algorytm neuroewolucyjny - wagi sztucznej sieci neuronowej wyznaczone są z użyciem algorytmów genetycznych. Czy jest to rzeczywiście autorski algorytm czy jest modyfikacją istniejącego i znanego algorytmu?

Odpowiedź: Doktorant potwierdził, że algorytm jest autorskim rozwiązaniem, model sztucznej sieci był implementowany indywidualnie. Zapewniło to krótszy czas obliczeniowy niż istniejące gotowe rozwiązania.

Pytanie: Czy odległość między wózkami i rodzaj ich połączenia (np. dyszla) mogą poprawić „dokładność” ruchu?

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział, że odległość pomiędzy wózkami jak pozostałe parametry kinematyczne mają ogromne znaczenie na uzyskiwane skrajne trajektorie pociągu logistycznego.

Pytanie: Jakie metody numeryczne zastosowano do rozwiązywania różniczkowych równań ruchu? Program Mathematica daje możliwość użycia różnych metod więc warto przedstawić które zostały użyte.

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział, że skorzystał z domyślnej funkcji, czyli parametrycznego rozwiązywania równań różniczkowych oraz funkcji NDSolve. Zastosowana metoda to IDA (ang. Implicit Differential-Algebraic system solver), przeznaczona do układów równań różniczkowo-algebraicznych.

6. dr hab. inż. Hubert Jopek

Pytanie: Czy oprócz metod neuroewolucyjnych próbowano też wykorzystać metody analityczne do wyznaczania trajektorii?

Odpowiedź: Doktorant odpowiedział, że metoda neuroewolucyjna może posłużyć do planowania trajektorii czyli nauczyć sztuczną sieć sterowania pociągiem a następnie wyznaczyć z tego

trajektorię, aby następnie zadać ją na rzeczywisty obiekt. Stwierdził, że nie korzystano z innych metod planowania trajektorii.

Pytanie: W jaki sposób zbudowany został model tarcia poprzecznego?

Odpowiedź: Doktorant opisał na przykładzie prezentacji, że model bazuje na funkcji sigmoidalnej. W pracy analizowano pojazd z gładką powierzchnią kół bez bieżnika, stąd wykorzystanie przedstawionego modelu.

7. dr hab. inż. Piotr Siwak

Pytanie: Czy w ramach pracy analizowane było zużycie kół wózków oraz ciągnika?

Odpowiedź: Doktorant zaprzeczył aby w ramach pracy taka analiza była przeprowadzona. Natomiast wspomniał o przeprowadzonych badaniach których wyniki opublikowano w formie artykułu naukowego. W tych badaniach testowano zużycie w szczególności koła skrętnego pod wpływem obciążenia. Zaprezentowany w rozprawie algorytm nie uwzględnia zużycia kół, natomiast jest możliwość opracowania takiego algorytmu który na bieżąco estymuje wartość współczynnika tarcia poprzecznego.

8. dr inż. Michał Zieliński

Pytanie: Czy zaobserwowano podczas badań eksperymentalnych negatywny wpływ luzów między uchem dyszla a widełkami zaczepów i sworzniami na wyniki badań?

Odpowiedź: Doktorant jednoznacznie odpowiedział, że takiego wpływu nie zaobserwowano. Zastosowano śruby pasowane które potencjalny luz kasowały.

9. dr hab. inż. Jarosław Markowski, prof. uczelni, Politechnika Poznańska

Pytanie: Czy w swoim modelu uwzględniał Pan siły pochodzące od bezwładności składowych pociągu podczas hamowania?

Odpowiedź: Doktorant potwierdził, że siły te były uwzględniane w równaniu Lagrange'a 2 rodzaju które zawierało energię kinetyczną, gdzie ta bezwładność była uwzględniana.

Przewodniczący Komisji zamknął dyskusję w części jawnej oraz zaprosił członków Komisji oraz promotorów i sekretarza do sali 212 na posiedzenie niejawne.

II. CZĘŚĆ NIEJAWNA

Niejawne posiedzenie Komisji odbyło się w sali 212 Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej przy ul. Piotrowo 3.

Przewodniczący Komisji otworzył dyskusję na temat wystąpienia publicznego mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka w związku z przygotowaną dysertacją. Poprosił o rozpoczęcie dyskusji przez recenzentów a następnie członków komisji.

- **dr hab. inż. Dariusz Więckowski, Politechnika Warszawska** – podtrzymał opinię, którą wyraził podczas części publicznej, ocenił, że praca wywarła na nim wielkie wrażenie oraz podkreślił zaangażowanie doktoranta. Recenzent przychylił się do nadania stopnia doktora oraz potwierdził złożenie wniosku o wyróżnienie.
- **prof. dr hab. inż. Mirosław Pajor, Politechnika Morska w Szczecinie** – recenzent podtrzymał swoją wysoką ocenę merytoryczną pracy, wspomniał, że doktorant zrobił na nim duże wrażenie, zaznaczył ogromną wiedzę oraz zainteresowanie badanym tematem. Rozprawę ocenił pozytywnie, przychylił się do nadania stopnia doktora oraz podtrzymał wniosek o wyróżnienie. Określił rozprawę jako mogącą służyć za kompendium wiedzy,

dotatkowo stwierdził, że dużą zaletą było udostępnienie przez doktoranta kodów źródłowych wykorzystanych w rozprawie autorskich programów.

- **dr hab. inż. Andrzej Urbaś, prof. uczelni, Uniwersytet Bielsko-Bialski** – na wstępie ocenił bardzo pozytywnie pracę oraz wystąpienie doktoranta. Recenzent stwierdził, że doktorant udzielał odpowiedzi w sposób płynny i rzeczowy, wykazując dobrą orientację w poruszanych zagadnieniach. Recenzent w pełni poparł nadanie stopnia doktora oraz wyróżnienie pracy.
- **dr hab. inż. Piotr Siwak** – ocenił, że doktorant wywarł na nim pozytywnie wrażenie, ocenił pozytywnie prezentację oraz bardzo dobrą znajomość swojej rozprawy. Nadmienił o doświadczeniu praktycznym doktoranta w pracy zawodowej. Temat rozprawy ocenił na trudny.
- **dr hab. inż. Hubert Jopek** – zaznaczył, że prezentacja była zwięzła a pomimo dużej obszerności pracy doktorant sprawnie ją zsyntetyzował. Docenił część dotyczącą zakresu mechaniki, a nie skupienie się tylko na algorytmach sztucznych sieci neuronowych.
- **dr hab. inż. Paweł Jasion** – ocenił, że wystąpienie doktoranta wywarło na nim dobre wrażenie. Pozytywnie ocenił znajomość rozprawy przez doktoranta. Pracę opisał jako obszerną natomiast wspominał o braku opisu problemu i jego rozwiązań przez innych badaczy.
- **dr hab. inż. Dominik Rybarczyk** – ocenił pracę doktoranta oraz wystąpienie jako na bardzo wysokim poziomie, interesujący okazał się zaproponowany układ sterowania oraz podejście do sterowania badanym obiektem.
- **dr hab. inż. Marcin Suszyński** – wspominał o dużym wkładzie w pracę doktoranta w laboratorium nad tematem rozprawy oraz powiązanymi projektami. Sam temat ocenił jako trudny i wymagający.
- **dr hab. inż. Dominik Wilczyński** – pozytywnie ocenił wysoki poziom merytoryczny rozprawy, oraz odniósł się do swobodnie przez doktoranta przeprowadzonej prezentacji oraz odpowiedzi na zadawane pytania. Dodał pozytywny aspekt przeprowadzonych badań eksperymentalnych. Edycyjnie pracę ocenił jako bardzo dopracowaną.
- **dr hab. inż. Tomasz Bartkowiak, prof. uczelni, Politechnika Poznańska** – podtrzymał swoją wcześniej przedstawioną pozytywną opinię o doktorancie.
- **dr inż. Marcin Pelic** – podobnie podtrzymał swoją wcześniej pozytywnie wypowiedzianą opinię.
- **dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni, Politechnika Poznańska** – podkreślił, że rozprawa doktorska jest kontynuacją pracy magisterskiej doktoranta. Ocenił temat rozprawy jako wybrany w sposób przemyślany, nawiązujący do tematyki prowadzonych projektów badawczych instytutu. Określił stawiane podczas obrony pytania oraz stwierdzenia jako wskazówkę do dalszych badań doktoranta.

Po wypowiedziach członków Komisji Doktorskiej Przewodniczący zarządził tajne głosowanie nad wnioskiem do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej o nadanie mgr inż. Wojciechowi Paszkowiakowi stopnia doktora nauk technicznych. Przewodniczący określił liczbę osób uprawnionych do głosowania – 11, obecnych – 10.

Wyniki tego głosowania przedstawia poniższa tabela:

Głosowanie w sprawie przyjęcia publicznej obrony mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka	
Odpowiedź	Liczba oddanych głosów
Za	10
Przeciw	0
Wstrzymuje się	0

Następnie Przewodniczący Komisji doktorskiej poinformował, że dwie recenzje – dr hab. inż. Dariusza Więckowskiego oraz prof. dr hab. inż. Mirosława Pajora – zawierają jednoznaczne wnioski o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka. We wnioski o wyróżnienie stwierdzono, że rozprawa spełnia kryteria określone w § I pkt 1–2 Regulaminu wyróżniania rozpraw doktorskich RD IMech, wskazując na jej oryginalność, wysoki poziom merytoryczny oraz wartość aplikacyjną. Oryginalność pracy przejawia się m.in. w opracowaniu nowatorskiego modelu matematycznego pociągu logistycznego, sformułowaniu innowacyjnego problemu badawczego, zaprojektowaniu algorytmu sterowania opartego na ograniczonej informacji sensorycznej oraz przygotowaniu zaawansowanych modeli i procedur obliczeniowych w środowiskach Python i Wolfram Mathematica, które zostały zweryfikowane eksperymentalnie. Wysoki poziom merytoryczny rozprawy potwierdzają szerokie i spójne analizy symulacyjne oraz ugruntowanie wyników w wiedzy z zakresu kinematyki, dynamiki i sterowania układami mobilnymi. Wartość aplikacyjna została podkreślona poprzez możliwość zastosowania opracowanej metody w automatycznym sterowaniu pociągiem logistycznym, jej przydatność w rzeczywistych systemach transportu wewnętrznego oraz przygotowanie podstaw do wdrożenia przemysłowego. Dokumentacja modeli stanowi ponadto istotne kompendium wiedzy dla dalszego rozwoju układów mobilnych. Stwierdzono, że zebrane argumenty jednoznacznie uzasadniają rekomendację wyróżnienia rozprawy.

Następnie Przewodniczący Komisji zarządził tajne głosowanie nad wnioskiem o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka pt. *Kinematyka i dynamika automatycznego pociągu logistycznego*.

Wyniki tego głosowania przedstawia poniższa tabela:

Głosowanie w sprawie wyróżnienia pracy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka	
Odpowiedź	Liczba oddanych głosów
Za	10
Przeciw	0
Wstrzymuje się	0

W rezultacie głosowania Komisja postanowiła wystąpić do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej o nadanie mgr inż. Wojciechowi Paszkowiakowi stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjnych i technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, oraz o wyróżnienie pracy. Na tym Komisja zakończyła obrady w części niejawnej.

Po zakończeniu obrad Komisja udała się do sali Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej, gdzie w obecności Doktoranta i wszystkich zebranych odczytano wyniki i złożono gratulacje mgr inż. Wojciechowi Paszkowiakowi, który następnie podziękował wszystkim obecnym.

Sekretarz Komisji


dr inż. Jakub Czyżycki

Przewodniczący Komisji


dr hab. inż. Grzegorz Ślaski, prof. uczelni,
Politechnika Poznańska

