

**Opinia promotora pomocniczego o pracy doktorskiej**  
**mgr inż. Wojciecha Paszkowiaka**  
**pt. *Kinematyka i dynamika automatycznego pociągu logistycznego***

Geneza problematyki podjętej przez autora w dysertacji stanowi bezpośrednią kontynuację jego badań prowadzonych na etapie pracy magisterskiej. Analiza wyników tych badań ujawniła ograniczenia użytego wówczas modelu, co istotnie utrudniało implementację zaawansowanych algorytmów sterowania pojazdów autonomicznych. Dodatkową motywacją do pogłębienia tematyki stanowiły doświadczenia zawodowe autora we wdrażaniu pociągów logistycznych w wewnątrzzakładowych systemach transportowych, gdzie manualne prowadzenie zestawów charakteryzowało się niską powtarzalnością toru ruchu, szczególnie przy dużej liczbie przyczep.

Zasadniczym celem dysertacji jest opracowanie weryfikowalnego eksperymentalnie modelu matematycznego pociągu logistycznego, uwzględniającego kluczowe zjawiska dynamiczne, takie jak poślizgi boczne i wzdłużne, siły oporów toczenia oraz nieliniowe sprzężenia pomiędzy członami zestawu. Kolejnym celem jest opracowanie układu sterowania umożliwiającego automatycznemu pociągowi logistycznemu bezkolizyjny przejazd przez korytarz transportowy. Cel aplikacyjny dysertacji stanowi eliminacja obsługi manualnej na rzecz sterowania automatycznego, gwarantującego wysoką powtarzalność trajektorii i najlepsze użycie dostępnej szerokości pasa ruchu.

Zakres pracy obejmuje krytyczny przegląd aktualnego stanu wiedzy dotyczącego modeli kinematycznych i dynamicznych oraz metod sterowania pojazdów przegubowych, opracowanie szeregu modeli matematycznych uwzględniających więzy nieholonomiczne oraz różne formy poślizgu, a także opracowanie modelu sterowania opartego na sztucznych sieciach neuronowych z globalną optymalizacją wag za pomocą algorytmu ewolucyjnego. Zakres obejmuje również przeprowadzenie kompleksowych badań symulacyjnych i eksperymentalnych, mających na celu ocenę wpływu różnych konfiguracji układów skrętnych, parametrów pojazdu i warunków poślizgu, jak również walidację eksperymentalną zaproponowanych modeli matematycznych na pełnowymiarowym zestawie pojazdu logistycznego. Prace obejmują różne konfiguracje układów napędowych i skrętnych, istotnych z punktu widzenia praktyki przemysłowej. Finalnym efektem jest kompleksowy model matematyczno-symulacyjny oraz optymalny system sterowania, umożliwiający automatyzację przejazdów pociągów logistycznych w środowiskach przemysłowych.

Podejmowana problematyka koresponduje z aktualnymi trendami rozwoju intralogistyki, której priorytetem jest zwiększanie efektywności i elastyczności przepływów materiałowych poprzez automatyzację, cyfrowe bliźniaki oraz technologie sztucznej inteligencji, osadzone w paradygmacie Przemysłu 4.0. Opracowany model dynamiczny oraz hybrydowy układ sterowania umożliwiają cyfrową walidację i optymalizację scenariuszy transportowych, co przekłada się na wzrost niezawodności systemów logistycznych i obniżenie kosztów operacyjnych. Rezultaty dysertacji dostarczają zatem