

Szczecin, dnia 25 listopada 2020 r.

dr hab. inż. Magdalena Kaup, prof. AMS
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Nawigacyjny
Katedra Ratownictwa i Zarządzania Ryzykiem

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Głodowskiej

**pt. "*Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego
w procesach kompletacji*"**

napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Andrzeja Świderskiego

PODSTAWA FORMALNA RECENZJI:

*Pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport
prof. dr hab. inż. Andrzeja Garbacza z dnia 28.09.2020 r.*

PODSTAWA PRAWNA RECENZJI

- *Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.¹*
- *Ustawa z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw²*
- *Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.³*

¹ Dz. U. z 2016 r. poz. 882 i 1311

² Dz. U. z 2017 r. poz. 859

³ Dz.U. 2018 poz. 261, § 6.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej w aspekcie spełnienia warunków stanowiących podstawę do nadania stopnia naukowego w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport, tj. w zakresie ogólnej wiedzy teoretycznej, umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i opracowania oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

Biorąc pod uwagę wymagania w/w Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz Ustawy z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, przy ocenie przekazanej mi do recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Głodowskiej przyjąłam następujące kryteria oceny:

- wybór przedmiotu badań i aktualność tematyki rozprawy,
- poprawność sformułowanych celów i tezy pracy,
- zasadność zastosowanej metodyki badań,
- poprawność układu pracy i struktury podziału treści,
- walory rozprawy, oryginalność i jej przydatność praktyczna,
- uwagi krytyczne,
- wnioski końcowe.

1.2. Wybór przedmiotu badań i aktualność tematyki rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Głodowskiej koncentruje się na problematyce efektywności transportu wewnętrznego, a w szczególności na jego znaczeniu w procesach kompletacji w obiektach magazynowych. Zagadnienie to jest aktualne z punktu widzenia minimalizacji czasu obsługi towarów we wciąż rozwijających się obiektach logistycznych, przy praktycznie stale wzrastającej liczbie zamówień.

Czynności związane z kompletacją zamówień są zarówno czasochłonne, jak i pracochłonne, przy czym podczas procesu kompletacji zamówień czas przemieszczania stanowi około połowę całkowitego czasu składającego się na kompletację. Jest to dowód na to, że optymalizacja tego procesu jest niezwykle istotna. Dodatkowo, z praktyki gospodarczej wynika, iż poprzez poprawę organizacji magazynu i pracy w magazynie, a także dzięki szybkim i sprawnym procesom kompletacji można znacząco przyspieszyć rotację towarów, a w konsekwencji obniżyć koszty ich składowania. Bezpośrednio na wydajność i czasochłonność procesów kompletacji wpływ mają: kongestie, tworzenie się kolejek, zatory czy też blokowanie pracowników podczas realizacji czynności kompletacji. Rzutuje to bezpośrednio na efektywność procesów kompletacji i wydłuża czas transportu realizowany w tych procesach.

Sam proces kompletacji zamówień cechuje się generowaniem wysokich kosztów, a jednocześnie jest bardzo istotny z punktu widzenia klienta końcowego, zatem poszukiwanie usprawnień procesów kompletacji jest słuszne i racjonalne.

Uważam, że wybór przez Autorkę problematyki doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji jako przedmiotu badań należy uznać za w pełni uzasadniony, a sformułowanie tematu jako trafne.

Doktorantka na potrzeby rozprawy dokonała krytycznego przeglądu literatury z zakresu procesów kompletacji, technologii stosowanych w magazynach oraz transportu wewnętrznego. Z badań tych wynika, że opracowań dotyczących wyżej wymienionej tematyki jest niewiele. W literaturze nie odnajduje się metody pozwalającej na dobór technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji, pozwalającej jednocześnie:

- optymalizować czas na przemieszczenia w procesach kompletacji;
- optymalizować wykorzystanie ładowności środków transportu wewnętrznego;
- ustalać liczbę potrzebnych pracowników do wykonywanego zadania.

Powyższe czynniki świadczą o celowości badań przeprowadzonych przez mgr inż. Katarzynę Głodowską. Dlatego należy stwierdzić, że istnieje potrzeba opracowania metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji, co przyczyni się do wypełnienia luki badawczej w tej dziedzinie nauki i praktyki gospodarczej.

2. CELE I TEZA PRACY

Autorka sformułowała **tezę rozprawy**, jako:

"Metody modelowania matematycznego umożliwiają racjonalny dobór technologii transportu wewnętrznego w magazynie w procesach kompletacji".

Dla udowodnienia postawionej tezy Autorka określiła merytoryczny cel pracy, tj.: "Opracowanie metody doboru technologii transportu wewnętrznego z zastosowaniem modelowania matematycznego i symulacyjnego".

Z kolei szczegółowe **problemy badawcze** mają następującą treść:

- W jaki sposób wykorzystać metody modelowania matematycznego do doboru technologii transportu wewnętrznego?
- W jaki sposób wykorzystać modelowanie symulacyjne do doboru technologii transportu wewnętrznego?
- W jaki sposób zaimplementować opracowaną metodę?
- W jaki sposób odpowiedni dobór technologii transportowej wpłynie na realizację procesów kompletacji?

Uważam, że główny cel rozprawy i problemy badawcze są sformułowane prawidłowo i logicznie oraz jednoznacznie określają kierunek i plan badań, adekwatnie do przyjętego zakresu badawczego rozprawy. W pełni i jasno określiły one strukturę zarówno części teoretycznej, jak i empirycznej. Autorka przedstawiając, analizując i oceniając uzyskane w trakcie badań wyniki, konsekwentnie dążyła do realizacji celu i rozwiązania przyjętych problemów badawczych, co ostatecznie osiągnęła. Pewne wątpliwości może wykazywać poziom szczegółowości określonego celu. Autorka nie podała celów szczegółowych, które mogłyby rozwijać i dopełniać cel główny. Wówczas można w większym stopniu uwzględnić aplikowanie opracowanej metody.

3. UKŁAD PRACY I STRUKTURA PODZIAŁU TREŚCI

Recenzowana rozprawa doktorska będąca przedmiotem oceny ma formę monografii naukowej i obejmuje:

- 165 stron tekstu zasadniczego,
- 31 tabel i 75 rysunków ponumerowanych, podpisanych i umieszczonych w tekście zasadniczym,
- literaturę obejmującą 166 krajowych i zagranicznych pozycji bibliograficznych, w tym: 59 w języku angielskim i 5 artykułów Autora rozprawy (w tym: 1 autorski i 4 współautorskie).

Treść zasadnicza rozprawy doktorskiej obejmuje wstęp, 8 rozdziałów zasadniczych oraz podsumowanie. Ponadto zamieszczono w niej streszczenie w języku polskim i angielskim, słowa kluczowe, definicje podstawowych pojęć, wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów, bibliografię, spisy tabel i rysunków.

Układ pracy i struktura podziału treści są poprawne, zgodne z koncepcją badawczą i wynikają z przyjętego celu i problemów badawczych. Materiał ilustrujący tekst dysertacji pozwala zrozumieć przedłożone rozważania, a załączony wykaz literatury jest bogatym materiałem bibliograficznym, świadczącym o dobrej znajomości problematyki będącej przedmiotem rozprawy doktorskiej.

Oceniając strukturę rozprawy stwierdzam, że jest ona poprawna i zgodna z przyjętą koncepcją badawczą. Autorka wykazała się nie tylko ogólną wiedzą teoretyczną w reprezentowanej dyscyplinie nauki, ale także dobrą znajomością przedmiotu badań oraz umiejętnością analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem.

Wstęp pracy w zwięzły sposób przedstawia podjętą tematykę rozprawy i jej ogólny układ. Zawiera on wyjaśnienie znaczenia procesów kompletacji w funkcjonowaniu obiektów logistycznych, a także zasadność zastosowania modelowania symulacyjnego do oceny technologii transportu wewnętrznego. W tej części pracy Autorka opisała także poszczególne rozdziały dysertacji.

Pierwszy rozdział recenzowanej rozprawy doktorskiej Autorka poświęciła charakterystyce obszaru badawczego. W poprawny sposób przedstawiła pojęcie transportu wewnętrznego, wykazując jednocześnie jego kluczową rolę w systemach logistycznych. Poprzez zdefiniowanie pojęć takich jak system logistyczny i transport oraz przedstawienie ich klasyfikacji i podstawowych elementów wskazała na ich ścisłe powiązania, wynikające z procesów przestrzenno-czasowej transformacji dóbr. Autorka zwróciła szczególną uwagę na różnorodność definicji i klasyfikacji transportu wewnętrznego, określiła wymagania, jakim powinien on odpowiadać. Wskazała również, jak ważnym elementem systemu transportu wewnętrznego są urządzenia przeładunkowe i transportowe, a przeprowadzony w tym zakresie przez Autorkę przegląd literatury wykazał różnorodność ich klasyfikacji. Oprócz tego w rozdziale Doktorantka scharakteryzowała obiekty magazynowe i pełnione przez nie funkcje. Wyróżniła cechy, które wynikają z ich roli w sieci transportowo-logistycznej i realizowane przez nie zadania, a poprzez umiejętne wykorzystanie licznych źródeł literaturowych pokazała, iż rosnące wymagania rynku sektora TSL, a zwłaszcza jego uczestników, nadały nowy wymiar obiektom magazynowym, w których zmianie uległo przede wszystkim podejście do realizowanych przez magazyn zadań. Doktorantka jako jeden

z obszarów badawczy wyróżniła zagadnienie kompletacji, jako złożonego procesu magazynowania, wymagającego sprawnej organizacji pracy i bezpośrednio rzutującego na poziom obsługi klienta. Omawiając podstawowe zadania kompletacji, szczególną uwagę zwróciła na błędne zamienne stosownie pojęć: komisjonowanie i kompletacja, jednocześnie podkreślając zakres i specyfikę każdego z nich. W tej części rozprawy Autorka przedstawiła czynności technologiczne procesów kompletacji, które zaprezentowała w formie schematu, z wyróżnieniem charakterystycznych stref i rodzajów przepływów. Ponadto przeanalizowała funkcje kompletacji, jej rodzaje oraz czas wykonywania poszczególnych czynności magazynowych w procesach kompletacji. Taka analiza pozwoliła na potwierdzenie słuszności podjęcia tematu badawczego, istotnego z punktu widzenia sprawnego i efektywnego funkcjonowania obiektu logistycznego. Szczególną uwagę zwrócono tu na wysoki udział (50%) czynności przemieszczania w czasie realizacji procesów kompletacji, który jest nieporównywalnie duży w stosunku do pozostałych czynności. Doktorantka opisała także układy technologiczne magazynów, gdyż mają one wpływ na realizację transportu wewnętrznego. W rozdziale tym Autorka wyróżniła również technologie stosowane w procesach , magazynowych, podkreślając znaczenie technologii składowania czy też technologii transportu wewnętrznego, z podziałem na technologie ręczne, zmechanizowane i automatyczne. Na tym etapie rozprawy Autorka podkreśliła kluczowość technologii magazynowych i ich wpływ na wydajność, sprawność, jakość pracy czy niezawodność magazynu. Zauważono, że Autorka błędnie zdefiniowała gałęzie transportu i nie wyjaśniła podziału na transport zewnętrzny i wewnętrzny (np. brak kryterium podziału).

Przedmiotem rozważań **drugiego rozdziału** rozprawy doktorskiej było zagadnienie doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynie. W tym rozdziale Autorka przeanalizowała warunki, kryteria i poszczególne kroki algorytmu doboru technologii w magazynie. Odniosła się również do przeprowadzonego przez nią przeglądu literatury dotyczącego metod doboru technologii do zadań logistycznych, na podstawie którego pokazała istotność technologii składowania dla utrzymania ciągłości przepływów materiałowych. Wskazała na konieczność wspólnego rozpatrywania technologii składowania i transportu wewnętrznego, gdyż mają one dwa wspólne parametry, jakimi są szerokość korytarzy i wysokość składowania. Następnie omówiła czynniki, które mają znaczący wpływ na wybór i zastosowanie określonej technologii transportowej. Do tych czynników Autorka zaliczyła rodzaje urządzeń transportowych czy też podatność transportową ładunków. Dodatkowo Autorka przeanalizowała kryteria doboru technologii transportu wewnętrznego, wyszczególniając kryteria techniczne i ekonomiczne oraz wyodrębniła podstawowe uwarunkowania procesów automatyzacji transportu wewnętrznego. Następnie Doktorantka zaprezentowała algorytm postępowania podczas doboru technologii w formie graficznej i opisowej. W algorytmie tym wyodrębniła ponad 20 kroków, które posłużyły do identyfikacji poszczególnych zadań realizowanych podczas przemieszczania towarów oraz czynników mających istotne znaczenia dla przebiegu całego procesu. Podkreśliła także konieczność uwzględnienia w analizie wszystkich obszarów funkcjonalnych obiektu logistycznego. Na końcu tego rozdziału Autorka zaprezentowała algorytm procesu kompletacji, który w sposób usystematyzowany wyznacza kolejność działań osobom realizującym zlecenie. Budzi jednak wątpliwość brak jakiegokolwiek sprzężenia zwrotnego czy też pewnych alternatyw w przedstawionym algorytmie doboru technologii transportu wewnętrznego (Rys. 4).

W **rozdziale trzecim** Autorka zdefiniowała cel i tezę pracy, a także wyszczególniła 4 problemy badawcze. Po dokonaniu krytycznego przeglądu literatury w zidentyfikowanych obszarach badawczych tj. z zakresu procesów kompletacji, technologii stosowanych w magazynach oraz transportu wewnętrznego Autorka przedstawiła najważniejsze wnioski. Na ich podstawie sformułowała precyzyjny cel naukowy rozprawy tj. opracowanie metody doboru technologii transportu wewnętrznego z zastosowaniem modelowania matematycznego i symulacyjnego. Sformułowała również tezę rozprawy, tj. metody modelowania matematycznego umożliwiają racjonalny dobór technologii transportu wewnętrznego w magazynie w procesach kompletacji. Ponadto Doktorantka określiła następujące problemy badawcze:

- W jaki sposób wykorzystać metody modelowania matematycznego do doboru technologii transportu wewnętrznego?
- W jaki sposób wykorzystać modelowanie symulacyjne do doboru technologii transportu wewnętrznego?
- W jaki sposób zaimplementować opracowaną metodę?
- W jaki sposób odpowiedni dobór technologii transportowej wpłynie na realizację procesów kompletacji?

W rozdziale tym Autorka przedstawiła zakres rozprawy wraz ze zwięzłą charakterystyką poszczególnych elementów rozprawy, a także metodyki, która posłużyła dowiedzeniu słuszności postawionej tezy naukowej rozprawy.

Rozdział czwarty recenzowanej rozprawy doktorskiej zawiera opis opracowanej przez Autorkę metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji. W metodzie tej wyodrębniono 4 etapy postępowania, tj. zebranie danych wejściowych, modelowanie matematyczne, modelowanie symulacyjne i weryfikacja metody. W celu uszczegółowienia metody Autorka opracowała algorytm wyróżniający 23 kroki postępowania przy doborze metody, a następnie utworzyła algorytm modelowania matematycznego transportu wewnętrznego. Algorytm ten został zastosowany w modelu matematycznym. W dalszej kolejności w rozdziale tym opracowano algorytm modelowania symulacyjnego i dokonano opisu zastosowanego programu komputerowego. Na potrzeby prowadzonych badań Doktorantka opracowała cztery różne strategie dokonywania procesów kompletacji w magazynie: "kto pierwszy" (KP), "najkrótszy dystans" (ND), "najkrótsza kolejka" (NK), "karuzela" (OK). W badaniach przyjęto również dwa układy strefy kompletacji: jednosektorowy i trzysektorowy. Do opracowania strategii symulacyjnych wykorzystujących wizualizację przestrzenną 3D Doktorantka zastosowała program komputerowy FlexSim w środowisku Windows. Aplikacja ta posiada nie tylko rozbudowane środowisko symulacyjne, ale również pozwala na tworzenie autorskich rozwiązań z zastosowaniem języka programowania C++. W dalszej części tego rozdziału Autorka zaprezentowała podstawowe funkcje aplikacji, zasady organizacji i projektowania procesu kompletacji oraz opisała szczegółowo przebieg symulacji doboru technologii transportu wewnętrznego. Po wprowadzeniu danych wejściowych i parametrów przeprowadzone zostały symulacje dla każdej technologii (AGV, PP, WW) i dla każdej strategii (KP, NK, ND, OK) w trzech wariantach ilościowych (AGV – 4, 8, 12; PP – 6, 12, 18; WW – 1, 2, 3). W pracy charakterystyki parametrów czy też zaproponowanych strategii jedno i trzy sektorowości zaprezentowano w formie tabelarycznej, co jasno i klarownie uszczegółowiło przedmiot badań. W opracowanym narzędziu Autorka zadbała o usystematyzowanie wprowadzania danych i właściwą wizualizację poszczególnych modułów oraz uzyskiwanych wyników. Na

potrzeby prowadzonych badań doktorantka zaprojektowała i zbudowała 36 modeli symulacyjnych dla każdej strefy (łącznie 72). Warto podkreślić, że opracowane modele wizualizują i odzwierciedlają pracę w strefie kompletacji i składowania, a każdy z nich opiera się na tym samym sposobie funkcjonowania. Celem symulacji była realizacja wszystkich zleceń kompletacyjnych (w odpowiednich proporcjach na dane pole odkładcze) w jak najkrótszym czasie, jednocześnie nie przekraczając istotnych parametrów (np. ładowności środka transportu). Zauważono, że znaczący wpływ na wynik tej symulacji ma rodzaj zastosowanej strategii. Na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych Doktorantka otrzymała dane dotyczące m.in. czasu realizacji zleceń kompletacyjnych, czasu opróżnienia regałów, rzeczywistego czasu pracy pojedynczego środka transportu wewnętrznego czy też ilości przetransportowanego przez niego asortymentu.

W rozdziale piątym Autorka skoncentrowała się na przedstawieniu zapisu matematycznego transportu wewnętrznego w procesach kompletacji. Opisała modelowanie w ujęciu teoretycznym. Dokonała klasyfikacji modeli matematycznych, wykorzystując dostępne źródła literaturowe, określiła założenia do modelu i elementy procesu transportu wewnętrznego w procesach kompletacji, następnie zidentyfikowała dane wejściowe i określiła parametryzację elementów procesów kompletacji. Ponadto Doktorantka przedstawiła organizację procesów kompletacji w obiekcie logistycznym, zdefiniowała zmienne decyzyjne, a także odwzorowała warunki i ograniczenia wynikające z poprawności realizacji procesów kompletacji i usystematyzowała kryteria oceny tego procesu. Następnie wychodząc z powszechnie znanych zasad budowy modeli matematycznych, Autorka zaproponowała własny ogólny model matematyczny transportu wewnętrznego w procesach kompletacji (skrót MTWPK). Model ten stanowi podstawę do konstruowania modeli szczegółowych, dotyczących konkretnych obiektów. Wyrazem tego modelu jest odpowiednie zadanie optymalizacyjne. Warto tu podkreślić, że wybór technologii transportu wewnętrznego jest istotnym zagadnieniem dotyczącym całego obiektu logistycznego

Aplikacyjną część recenzowanej rozprawy doktorskiej Autorka zamieściła **w rozdziale szóstym i siódmym**. Zaprezentowała w nich wyniki badań przeprowadzone z wykorzystaniem programu komputerowego FlexSim w środowisku Windows.

Badania dotyczące doboru strategii technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji dla magazynów jednostrefowych zostały zaprezentowane **w rozdziale szóstym**. Badania miały na celu określić, która z zastosowanych technologii, oraz w jakiej liczbie środków transportu wewnętrznego będzie optymalna dla badanego przypadku. Przyjęto, iż wszystkie środki transportu wewnętrznego poruszają się po całej dostępnej przestrzeni magazynowej z dziewięcioma regałami, a każdy regał posiada inną masę paczek, trzy pola odkładcze oraz trzy warianty ilościowe środków transportu wewnętrznego. Dla przyjętych autorskich czterech strategii (tj. KP, ND, NK, OK) uzyskano różne czasy pracy środków transportu wewnętrznego, co zostało zaprezentowane na rysunkach 36 - 47 i w tabelach 8 - 19, wraz z innymi danymi opisującymi zlecenie kompletacyjne. Doktorantka wskazała również na istotność równomiernej pracy środków transportu wewnętrznego i dlatego szczegółowo przedstawiła ilość asortymentu przetransportowanego przez konkretny środek transportu wewnętrznego stosując przy tym cztery wcześniej opisane strategie.

W rozdziale siódmym rozprawy doktorskiej Autorka przeanalizowała uzyskane wyniki badań dotyczące doboru odpowiedniej technologii transportowej, ale tym razem dla trzysektorowego układu magazynowego. Oznaczało to, że środki transportu

wewnętrznego zostały przydzielone do swoich stref i poruszały się tylko w ich obrębie, realizując przy tym razem wszystkie zlecenia kompletacyjne tak, jak w przypadku jednej strefy. Paczki asortymentowe o różnych przedziałach wagowy rozmieszczono na 9 regałach w przestrzeni kompletacyjnej, w której znajdowały się trzy pola odkładcze i które są jednoznaczne z trzema realizowanymi zleceniami kompletacyjnymi oraz trzema wariantami środków transportu wewnętrznego. Z dokonanych symulacji komputerowych wynika, że dla określonych strategii środki transportu wewnętrznego, wykonując te same zadania, uzyskiwały inne czasy pracy. Tak jak w poprzednim rozdziale dla czterech strategii, przeanalizowano po trzy warianty zleceń kompletacyjnych dla trzech technologii automatycznej (AGV), ręcznej (PP) i zmechanizowanej (WW). Uzyskane wyniki Autorka zaprezentowała na rysunkach od 48 - 59 i w tabelach 20 - 31.

Rozdział ósmy recenzowanej rozprawy zawiera weryfikację opracowanej metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji z zastosowaniem programu komputerowego. Autorka poddała analizie opracowany algorytm i omówiła otrzymane wyniki dla jedno i trzy sektorowości. Weryfikacja wyników modelu symulacyjnego polegała na porównaniu ze sobą opracowanych wariantów, a także porównaniu wybranych parametrów, którymi były czas realizacji zleceń kompletacyjnych, czas poruszania się poszczególnych środków transportu, dystanse pokonane przez środki transportu oraz równomierność rozłożenia pracy środków transportu. Otrzymane wyniki zostały opisane i zaprezentowane w formie graficznej (Rys. 60 - 75). Efektem weryfikacji było wskazanie rozwiązania optymalnego, z punktu widzenia przyjętych kryteriów (tj. minimalizacja czasu realizacji zlecenia, równomierność rozłożenia pracy itp.). W wyniku prowadzonych badań Autorka zauważa, że w kilku przypadkach nie miały znaczenia liczba środków transportu wewnętrznego lub liczba pracowników przypisanych do realizacji zadań, a ich zwiększenie okazywało się nieuzasadnione ekonomiczne. W wyniku przeprowadzonych symulacji komputerowych udowodniono jak duże znaczenie ma badanie wybranych parametrów procesów kompletacji dla sprawnej realizacji zleceń kompletacyjnych. Odzworowując tym samym wpływ doboru strategii, parametrów oraz wariantu na całkowite wykonanie zadania. Modelowanie symulacyjne uwypukliło mankamenty i zalety wybranych rozwiązań, wynikające z zastosowanej strategii. Należy podkreślić, że przeprowadzenie takich symulacji na obiekcie rzeczywistym byłoby dość kosztowne i czasochłonne, a efektywność mogłaby być dość niska. Badania symulacyjne przeprowadzone dla jednosektorowości i trzysektorowości, przy tych samych założeniach, wskazały na tą samą technologię zmechanizowaną i strategię OK.

Recenzowaną rozprawę doktorską kończy **podsumowanie**, w którym Autorka przedstawiła osiągnięte wyniki badań, przeprowadziła analizę stopnia realizacji założonego celu pracy oraz dokonała oceny rozwiązania problemów badawczych i potwierdzenia postawionej tezy. W tej części pracy Doktorantka wskazała przydatność i zasadność stosowania zaproponowanej w rozprawie metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji. Przedstawiła efekty uzyskane w rozprawie w wyniku przeprowadzonych rozważań, z podziałem na wyniki uzyskane na podstawie modelowania matematycznego i modelowania symulacyjnego. Autorka określiła także dalsze kierunki prac naukowych w tym obszarze.

Oceniając układ i treści recenzowanej rozprawy doktorskiej stwierdzam jednoznacznie, że treść rozdziałów jest powiązana z tytułem pracy i stanowi rozwinięcie tezy badawczej, a także w pełni odpowiada sformułowanemu celowi pracy.

Przeprowadzone przez Doktorantkę badania mają istotne znaczenie zarówno naukowe, jak i aplikacyjne, a ich wyniki przyczynią się do poprawy sprawności realizacji zleceń kompletacyjnych. W efekcie rozwiązywania problemów badawczych postawionych w niniejszej rozprawie Doktorantka udowodniła postawioną tezę i osiągnęła cele badawcze wykorzystując nowatorskie pod względem merytorycznym metody badawcze.

Reasumując, stwierdzam, że efektem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie zagadnienia doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji.

4. UWAGI KRYTYCZNE

Autorka recenzowanej rozprawy doktorskiej przygotowała tekst bardzo starannie i poprawnie pod względem językowym i stylistycznym. Wypowiedzi sformułowała w sposób jasny i jednoznaczny. Niestety nie ustrzegła się pewnych błędów redakcyjnych.

Zamieszczony materiał ilustrujący tekst pracy w postaci rysunków, schematów i tabel ułatwia śledzenie toku rozumowania Autora, niestety w niektórych przypadkach należy stwierdzić nieczytelność rysunków. (np. Rys. 11, 16, 24). Dodatkowo w wykazie ważniejszych oznaczeń brak jest jednostek miar.

W recenzowanej rozprawie nie zachowano właściwych proporcji treści pomiędzy rozdziałami, w szczególności dotyczy to rozdziału trzeciego, który obejmuje zaledwie 4 strony.

Pominięto w rozprawie obecne priorytety inwestycyjne (np. cyfryzacja, łączność, wykorzystanie sztucznej inteligencji) w obiektach magazynowych, czy był to efekt zamierzony?

Pomimo zgłoszonych uwag praca napisana jest poprawnie pod względem edytorskim, językowym i stylistycznym. Praca jest ciekawa, wartościowa i przydatna dla praktyki gospodarczej.

5. WALORY ROZPRAWY I JEJ PRZYDATNOŚĆ PRAKTYCZNA

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter teoretyczny i praktyczny. Autorka stworzyła metodę doboru technologii transportu wewnętrznego z zastosowaniem modelowania matematycznego i symulacyjnego. Opracowała algorytmy: metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji, modelowania matematycznego oraz modelowania symulacyjnego. Koncentrując się na problematyce matematycznego modelowania doboru strategii Autorka sprecyzowała zasady budowy modeli matematycznych oraz scharakteryzowała poszczególne etapy procesu modelowania. Opracowany model zaimplementowała do programu komputerowego umożliwiającego przeprowadzenie symulacji doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji dla różnych wariantów. W ramach weryfikacji zaproponowanej metody Doktorantka dokonała badań dla 72 wariantów strategii, co pozwoliło na skuteczną analizę oraz wybór racjonalnego i jednocześnie najlepszego rozwiązania. Ponadto wskazała, że dotychczas w niewielkim i niepełnym zakresie opisywano wyznaczanie technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji.

Jako najważniejsze oryginalne osiągnięcia przedstawione przez mgr inż. Katarzynę Głodowską należy uznać:

- Opracowany schemat badań, dający możliwość osiągnięcia celu i problemów badawczych sformułowanych w rozprawie.
- Identyfikację czynników wpływających na dobór technologii transportu wewnętrznego w obiektach magazynowych.
- Usystematyzowanie wiedzy w zakresie dostępnych technologii transportu wewnętrznego i strategii stosowanych podczas ich doboru.
- Zastosowanie Autorskiego modelu obliczeniowego do wyboru technologii transportowej w magazynie w procesach kompletacji, zaimplementowanego do programu komputerowego FlexSim.
- Zaproponowanie jako narzędzia wspomagającego proces podejmowania trafnych decyzji w transporcie wewnętrznym w obiektach logistycznych metody doboru strategii i liczby środków transportu wykonanego w języku programowania C++ w postaci aplikacji MTWPK.

Wartość naukowa i praktyczna przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej nie budzi moich wątpliwości. Praca zawiera wiele oryginalnych treści i zależności analitycznych nigdzie nie publikowanych i odnoszących się do systemowego ujęcia, które uwzględniałoby kompleksowo specyfikę realizacji zadań w obiektach magazynowych, przy różnych strategiach dokonywania procesów kompletacji, co jest szczególnie istotne z punktu widzenia efektywności i kosztów.

Zaproponowana metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynie pozwala na wybór wariantu ze względu na czas realizacji zleceń kompletacyjnych, czas poruszania się poszczególnych środków transportu, dystanse pokonane przez środki transportu oraz równomierność rozłożenia pracy środków transportu.

Praktyczne zastosowanie opracowanego w rozprawie narzędzia do rozwiązywania realnych problemów decyzyjnych pozwala na zastosowanie efektywnej technologii transportu wewnętrznego w zależności od specyfiki zadania, co jest bardzo istotne dla prawidłowego funkcjonowania obiektów logistycznych.

Zaproponowana przez Doktorantkę w recenzowanej rozprawie doktorskiej metoda jest cennym narzędziem wspomagającym podejmowanie decyzji w zakresie doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji czy też doboru strategii i liczby potrzebnych środków transportu.

Wyniki rozprawy przyczynią się do istotnego poszerzenia wiedzy z zakresu procesów kompletacji w transporcie wewnętrznym. Na podstawie opracowanej metody oraz przeprowadzonych symulacji, możliwe jest badanie istotności i zasadności doboru wybranej technologii transportu wewnętrznego do obiektu logistycznego.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Zaproponowana przez Autorkę metoda doboru technologii transportowych w procesach kompletacji pozwoliła na utworzenie koncepcji transportu wewnętrznego w obiektach logistycznych w aspekcie efektywności realizacji zadań.

W recenzowanej rozprawie Autorka wykazała, iż metody modelowania matematycznego umożliwiają racjonalny dobór technologii transportu wewnętrznego w magazynie w procesach kompletacji.

Autorskim wkładem w tworzeniu elementów podstaw teoretycznych doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji jest przedstawiona w rozprawie metoda oparta na modelowaniu matematycznym oraz zaimplementowana i zweryfikowana z wykorzystaniem programu komputerowego FlexSim.

Recenzowana rozprawa jest cennym przyczynkiem teoretycznym i praktycznym do opracowania metodyki doboru technologii transportowych w procesach kompletacji.

Podsumowując recenzję niniejszej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- wybór tematu rozprawy doktorskiej jest właściwy,
- przyjęta teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel rozprawy został osiągnięty,
- rozprawa zawiera oryginalne myśli i sformułowania stanowiące własny dorobek naukowy Autorki i wnoszące nowe elementy do problematyki transportu wewnętrznego w obiektach logistycznych,
- praca spełnia formalne, metodyczne, merytoryczne i kwalifikacyjne kryteria stawiane rozprawom doktorskim,
- Autorka wykazała się wiedzą i dobrą znajomością problemu, odpowiednim poziomem wiedzy teoretycznej w reprezentowanej dyscyplinie nauki, zdolnością do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany przedmiot badań oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia przez nią pracy naukowo-badawczej.
- dobrała i właściwie wykorzystała dostępną literaturę naukową oraz wykazała się umiejętnością rozwiązywania problemów naukowych.

Reasumując stwierdzam, że Rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Głodowskiej pt.: *"Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji"* spełnia warunki i wymagania przewidziane w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami. Wnoszę zatem o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji jako rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Głodowskiej na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Magdalena Kaup
