

Prof. dr hab. inż. Edward Michłowicz
Akademia Górniczo – Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
e-mail: michlowi@agh.edu.pl

Kraków, 16.11.2020



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny GŁODOWSKIEJ

na temat:

Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo RND ILIT/119/2020 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej - prof. dr. hab. inż. Andrzeja Garbacza z dnia 28 września 2020 roku.

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia oceny stanowił egzemplarz rozprawy pt. *Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji*.

Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Andrzej Świderski, a promotorem pomocniczym – dr inż. Arkadiusz Jóźwiak.

1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Głodowskiej zawarta jest na 184 stronach i składa się ze streszczenia w języku polskim oraz języku angielskim, z ośmiu numerowanych rozdziałów, podsumowania, bibliografii (166 pozycji), definicji podstawowych pojęć, wykazu ważniejszych oznaczeń i skrótów, spisu rysunków oraz spisu tabel.

Pracę można podzielić na trzy zasadnicze części:

- część pierwszą (rozdziały od 1 do 2, ok. 40 stron) stanowią treści związane z obszarem badawczym – charakterystyką transportu wewnętrznego, procesów magazynowych oraz technologii transportu stosowanych w magazynach (przegląd literatury)

- część drugą (rozdziały 3, 4 i 5, ok. 50 stron), która zawiera sformułowanie tezy, celu pracy, opis metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji oraz model matematyczny rozważanego procesu,

- część trzecią (rozdziały 6, 7 i 8, ok. 60 stron) stanowią obszerne badania symulacyjne wielu wariantów zaproponowanych technologii kompletacji oraz weryfikacja zaproponowanej metody doboru technologii transportu w procesach kompletacji.

W rozdziale pierwszym (*Identyfikacja obszaru badawczego*) Doktorantka przedstawiła różne definicje i pojęcia związane z transportem wewnętrznym, obiektami i procesami magazynowymi. Rozdział zawiera także opisy procesów kompletacji oraz technologii stosowanych w procesach magazynowych. Zdecydowana większość zaprezentowanych opisów wynika z dobrego przeglądu literatury obiektu badań.

Rozdział drugi (*Zagadnienie doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynie*) zawiera opisy dostępnych w literaturze zagadnień związanych z problemami doboru technologii oraz przyjmowanymi kryteriami doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynie.

Ponadto rozdział zawiera opisy dwóch algorytmów: doboru technologii transportu wewnętrznego oraz procesu kompletacji.

W rozdziale trzecim (*problemy badawcze, cel i teza pracy*) Doktorantka opisała problemy badawcze związane z doбором odpowiedniej technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji, sformułowała tezę oraz cel swojej pracy.

Rozdział czwarty (*Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji*) zawiera autorską propozycję metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji. W rozdziale Doktorantka szczegółowo opisała opracowaną metodę doboru, ponadto zaprezentowała algorytmy doboru technologii transportu wewnętrznego oraz modelowania matematycznego transportu wewnętrznego. Zakończenie rozdziału stanowi opis programu komputerowego FlexSim.

W rozdziale piątym rozprawy (*Modelowanie matematyczne transportu wewnętrznego w procesach kompletacji*) Doktorantka opisała zagadnienie modelowania matematycznego transportu w procesach kompletacji, a także zaprezentowała swój model transportu MTWPK (*Model Transportu Wewnętrznego w Procesach Kompletacji*). W drugiej części rozdziału doktorantka sformułowała zmienne decyzyjne, ograniczenia oraz kryteria oceny procesów kompletacji.

Rozdział szósty (*Modelowanie symulacyjne strategii doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji w magazynach jednosektorowych*) zawiera wyniki badań symulacyjnych wielu wariantów (36) strategii doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynach jednosektorowych.

W rozdziale siódmym (*Modelowanie symulacyjne strategii doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji w magazynach trzysektorowych*) zawiera wyniki badań symulacyjnych 36 wariantów strategii doboru technologii transportu wewnętrznego w magazynach trzysektorowych.

Rozdział ósmy (*Weryfikacja opracowanej metody*) obejmuje analizę wyników badań symulacyjnych przedstawionych w rozdziałach 6 i 7. Wyniki analiz posłużyły Doktorantce do ustalenia możliwości opracowanej metody do dokonania doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji (dla przyjętych w pracy technologii).

W ostatnim rozdziale (*Podsumowanie*) Doktorantka opisała osiągnięte wyniki badań, przeprowadziła analizę stopnia realizacji celu pracy, sformułowała wnioski końcowe oraz przedstawiła propozycje kierunków dalszych badań (s. 165).

Nie wnikając w szczegółową ocenę merytoryczną rozprawy stwierdzam, że praca została poprawnie i starannie napisana zarówno pod względem językowym, jak i edytorskim (niewielkie uwagi dotyczą małej rozdzielczości ilustracji wizualizacji stref magazynowania).

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Zagadnienia optymalizacji złożonych procesów transportowych należą do jednego z trudniejszych problemów do rozwiązania w obszarach transportu i logistyki. Procesy transportowe występujące w systemach magazynowania i produkcyjnych są realizowane zazwyczaj poprzez transport wewnętrzny i technologiczny. Jako kryteria optymalizacji przyjmuje się w tych systemach najczęściej czas realizacji oraz koszt realizacji zadania (transportowego, logistycznego).

Problematyka racjonalnego projektowania i eksploataowania systemów transportu wewnętrznego jest od wielu lat przedmiotem badań naukowych w różnych ośrodkach.

W Polsce wiodącym w tym zakresie ośrodkiem jest Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, gdzie powstała swego rodzaju szkoła kształcąca bardzo dobrych naukowców – znawców problemów transportu i logistyki.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest w mojej ocenie jednym z wielu dobrych opracowań realizowanych w tejże szkole.

Uwagi wstępne

Tematem rozprawy jest autorska metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji.

W moim odczuciu jest to dobrze napisana rozprawa zawierająca wszystkie elementy niezbędne do uznania spełnienia wymogów stawianych pracom doktorskim.

Po obszernym przeglądzie literaturowym zagadnień związanych z identyfikacją obszaru badań oraz problemów związanych z doбором odpowiedniej technologii transportu wewnętrznego – Doktorantka sformułowała tezę oraz cel pracy.

Zgodnie z tytułem rozprawy – w kolejnym kroku realizacji celu – przedstawiła opracowaną przez siebie metodę doboru transportu w procesach kompletacji. Metodę charakteryzuje etapowość (cztery etapy). Zatem kolejne rozdziały stanowią rozwinięcie tych etapów (z różną szczegółowością sformułowań).

Po sformułowaniu modelu procesu transportu Doktorantka przeprowadziła wielowariantowe badania symulacyjne, wykorzystując aplikację FlexSim. Procedurę doboru technologii zamyka weryfikacja uzyskanych rozwiązań. Rozprawę kończy podsumowanie zawierające poprawnie sformułowane wnioski oraz wyznaczenie kolejnych etapów poznawczych.

Zatem stwierdzam, że praca przygotowana przez mgr inż. Katarzynę Głodowską, to dobra i wartościowa rozprawa.

Temat, teza i cel pracy

Wybór tematyki pracy uważam za celowy, uzasadniony i bardzo aktualny. Także tytuł pracy: *Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji* w moim przekonaniu jednoznacznie określa rozwiązywany i badany problem.

Mgr inż. Katarzyna Głodowska w swojej rozprawie (str. 49) pisze, że: -
„W wyniku przeglądu (literatury – EM) stwierdza się, iż polskojęzycznych i obcojęzycznych opracowań dotyczących wyżej wymienionej tematyki jest niewiele”.

Na tej podstawie sformułowała tezę swojej dysertacji (str. 50):

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

Ponadto na tej samej stronie, poniżej stwierdza, że celem rozprawy jest: ***opracowanie metody doboru technologii transportu wewnętrznego z zastosowaniem modelowania matematycznego i symulacyjnego.***

Uważam, że zarówno teza, jak i cel pracy są poprawnie sformułowane.

Przez wiele lat wymagano od Doktorantów sformułowania tezy rozprawy. Moim zdaniem stawianie tezy nadal ma sens, ale wyłącznie w przypadkach nietrywialnych.

Doktorantka uważa, że metody modelowania matematycznego umożliwiają racjonalny dobór technologii...Współcześnie wydaje się to tak oczywiste, że nie ma konieczności udowadniania prawdziwości tego stwierdzenia.

Natomiast cel pracy jest jednoznacznie określony i nie wymagałby żadnych komentarzy, gdyby terminy użyte w sformułowaniu celu zostały w pracy precyzyjnie zdefiniowane.

Tymczasem w różnych częściach pracy można wyczytać zmienne opisy pojęć: *technologia transportu wewnętrznego i proces kompletacji*.

Przy wykorzystywaniu swej pracy do publikacji Doktorantka powinna jednoznacznie określić znaczenie tych terminów (takie, jak przyjmuje).

Przykładowo:

Na potrzeby rozprawy przyjęto, że procesem kompletacji są czynności mające na celu wybieranie z określonych miejsc składowania lub przygotowania odpowiedniej liczby artykułów oraz zestawienie ich w odrębną, wydzieloną całość. Następnie przekazane będą one do strefy wydań z magazynu (EM - czy tak jest w opracowaniu ?).

Realizacja procesów kompletacji następuje w strefie kompletacji. (s. 22)

Jakie zatem zadania transportowe są realizowane w całym procesie kompletacji ?

Technologia transportu wewnętrznego, to wiedza o: środkach..., układach..., procesach..., infrastrukturze..., metodach i technikach... (s.32)

Technologia transportu wewnętrznego, to sposób realizacji procesu transportu i magazynowania wynikającego z zadania logistycznego w obiektach logistycznych (s.35).

Mam także zastrzeżenia do innych fragmentów, np.

Stosowanie różnych środków transportu będzie warunkowane poprzez to jakie rodzaje regałów zostały zastosowane w magazynie. Wobec tego technologię składowania i transportu wewnętrznego należy rozpatrywać wspólnie. Dwoma podstawowymi parametrami, jakie są wspólne dla tych technologii, to szerokość korytarzy i wysokość składowania.

Technologie transportu wewnętrznego cechują się m.in. określonymi rodzajami stosowanych środków transportu. Do środków transportu zalicza się wózki transportowe często nazywane widłowymi (s. 37); (EM - nie wszystkie wózki są widłowe !).

Czytając takie sformułowania, szczególnie dotyczące środków transportu wewnętrznego, odnosi się wrażenie, że cała praca dotyczy problemu kompletacji w magazynie z kilkoma rzędami regałów, pomiędzy którymi przemieszcza się wózek, na dodatek widłowy. Pytań tu wiele – np.

- co jeśli składowane jednostki ładunkowe to kartony z lekarstwami, armaturą (nie na paletach) ?,

- czy przy kompletacji takich jednostek nie byłyby przydatne przenośniki (rolkowe),

- co jeśli w ogóle nie ma regałów, a składowane są kręgi blach (1 Mg, 5 Mg, 10 Mg...) oraz blachy w arkuszach ?,

- czy wtedy nie byłyby przydatne urządzenia dźwigowe ?

- co jest przedmiotem doboru – jaka technologia? ręczna, zmechanizowana, zautomatyzowana ? czy może jeszcze coś innego ?

I oczywiście może tak być, jednak pod warunkiem, że te wszystkie założenia i ograniczenia byłyby w pracy zgrupowane w jednym miejscu, wręcz w jednym z podrozdziałów, np. w rozdziale 3. Wiele z tych założeń zawiera podrozdział 4.3. *Charakterystyka i zastosowanie programu komputerowego* – na pewno opisy ze stron od 70 do 81 nie reprezentują zastosowania programu komputerowego ! To jest przede wszystkim program badań (warianty) oraz opis struktur przyjętych do badań.

Proszę o ustosunkowanie się do tych (moich) wątpliwości.

Ocena przeprowadzonych badań i analiz, uwagi i wątpliwości

To co najważniejsze w pracy i decyduje o wartości rozprawy zostało zawarte w dwóch rozdziałach:

- rozdział 4: *Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji,*
- rozdział 5: *Modelowanie matematyczne transportu wewnętrznego w procesach kompletacji.*

Dodatkową wartością pracy jest implementacja komputerowa zaproponowanej przez Doktorantkę metody doboru technologii poprzez aplikację FlexSim. Dzięki temu możliwe było przeprowadzenie obszernych badań symulacyjnych (rozdz. 6 i 7). Opisy wyników uzyskiwanych w poszczególnych wariantach (72 warianty) są niepotrzebnie za szczegółowe. Percepcja opisów jest zawsze mniejsza, niż wizualizacja wyników. Ważne jednak, że zaproponowana metoda doboru technologii może być wykorzystywana w praktyce inżynierskiej. To bardzo cenna wartość pracy.

Uwagi do *Metody doboru...*(rozdz. 4)

Moim zdaniem to najważniejsze osiągnięcie Doktorantki. Zaproponowane podejście oceniam wysoko, ale polecam Doktorantce poddanie wnikliwej analizie działań zawartych w etapie pierwszym. Większość moich uwag można byłoby uniknąć, gdyby etap pierwszy został precyzyjnie sformułowany. Z analizy metody wynika, że wszystkie założenia i ograniczenia dotyczące struktur magazynowych i transportowych powinny zostać sformułowane w tym etapie.

Doprecyzowania wymaga także etap czwarty – *weryfikacja metody*. Zapis na stronie 54 ...*„przeprowadza się tu ocenę opracowanej metody”* wymaga uzupełnienia. Trzeba zaproponować kryteria tej oceny. W moim odczuciu kryteria te powinny być silnie związane z kryteriami zawartymi w modelu (etap drugi).

Uwagi do *modelu transportu MTWPK...*(rozdz. 5.2)

Kluczowym pytaniem jakie powinno być postawione w etapie drugim zaproponowanej metody jest – **model matematycznego czego ?**

Może to być model procesu kompletacji z uwzględnieniem transportu (1) lub też model transportu wewnętrznego w procesach kompletacji (2).

Doktorantka enigmatycznie formułuje polecenie ...*opracowanie modelu matematycznego (ETAP 2, rys. 6., s. 53)* oraz:

Opracowanie modelu matematycznego umożliwiającego dobór technologii transportu wewnętrznego w magazynie w procesach kompletacji (dla realizacji celu pracy) będzie możliwe, posiadając informację m.in. o kryteriach i ograniczeniach (s.88).

Model transportu wewnętrznego w procesach kompletacji dotyczy organizacji przewozu ładunków wynikających z zapotrzebowania określonego na listach kompletacyjnych (s.90).

Sformułowania te są nieprecyzyjne – przykładowo, czy organizacja przewozu obejmuje czynności związane z pobieraniem jednostki ładunkowej z miejsca składowania (z regału, z podłoża).

Na str. 90 Doktorantka stwierdza, że:

Model Transportu Wewnętrznego w Procesach Kompletacji wyznaczony zostanie w wyniku rozwiązania odpowiedniego zadania (s.90).

To stwierdzenie jest jakimś dużym niezrozumieniem problemu, przecież zaproponowana metoda przewiduje w etapie 2 opracowanie modelu dla struktur przyjętych w etapie 1 !

Czytając pracę odnosiłem wrażenie, jakby Doktorantka czasami zapominała o tym, co już wcześniej napisała. Na dodatek są to także czasami sformułowania zmieniające wcześniejsze pojęcia. Tak też jest w przypadku modelowania matematycznego.

Na stronie 90 Doktorantka poprawnie i jednoznacznie stwierdza, że:

*„Stosując metody modelowania matematycznego opracowano **Model Transportu Wewnętrznego w Procesach Kompletacji (MTWPK)**. W modelu uwzględniono te elementy procesu, które umożliwiają odwzorowanie przebiegu zmian stanów procesu dla różnych sytuacji decyzyjnych”.(s.90)*

Natomiast w podsumowaniu trudnego procesu modelowania stwierdza, że *Opracowany Model Transportu Wewnętrznego w Procesach Kompletacji (MTWPK) ma na celu opracowanie metody doboru technologii transportu wewnętrznego dla badanego obiektu, tak aby zoptymalizować wybór środków transportu. (s.102)*

A przecież metoda już jest (!), a to właśnie zaproponowana metoda wymaga opracowania modelu (s.53, Etap 2).

Ogólnie – model matematyczny opisany na stronach od 90 do 102 świadczy o dużej umiejętności Doktorantki w zakresie modelowania złożonych procesów, także formułowania i budowy złożonych zmiennych, ograniczeń i kryteriów.

Do modelu mam jednak kilka pytań i wątpliwości:

1. Na str. 91 model został opisany jako uporządkowana piątka

$MTWPK = \langle GK, EK, FK, ZK, OK \rangle$;

GK – graf struktury procesu

pytanie: jakiego procesu – transportu czy kompletacji, z pracy wynika, że GK to struktura procesów kompletacji, zatem jaka jest postać tej struktury, jak został odwzorowany proces kompletacji i transportu ?

2. Jak zamodelowano urządzenia transportowe (charakterystyki, własności)?

*Symbolem **U** określono zbiór numerów typów środków transportu oraz w celu przyporządkowania typu urządzenia do technologii na elementach iloczynu kartezjańskiego zbiorów **TK** i **U** zadane zostało odwzorowanie λ przeprowadzające jego elementy w zbiór $\{0,1\}$; (s. 96)*

moja wątpliwość: **TK** – to zbiór numerów technologii,

jak zatem dokonać wyboru środka transportu do numerowanej technologii ?

3. Jak należy rozumieć ograniczenia ze względu na koszt ? (s.101)

- koszt czego ?

- co to jest $c(u)$; w praktyce niemal nie do zidentyfikowania,

- K_{max} co oznacza ?

4. Kryterium *równomierność wykorzystania urządzeń* (s.99)

Z opisu na str.99 wynika, że sumowane są czasy załadunku jednostek ładunkowych, Zatem:

- jak jest interpretowane wyżej wymienione pojęcie ?

- skąd na końcu kryterium koszty K_{max} ?

Uwagi do Modelowania symulacyjnego...(rozdz. 6 i 7)

W zasadzie nazwa *modelowanie symulacyjne* nie jest do końca uzasadniona, gdyż moim zdaniem Doktorantka nie zbudowała modelu symulacyjnego. Do badań symulacyjnych została wykorzystana znana aplikacja FlexSim. Zatem rozdziały to raczej *program badań symulacyjnych*. Natomiast na pewno wartościowe jest opracowanie strategii i tak wielu wariantów symulacji. Dla łatwiejszej identyfikacji poszczególnych wariantów warto było prościej je oznaczyć, np.:

- obiekt jednosektorowy I, warianty W_{1k} , dla $k=1...36$; stąd byłoby $W_1 1, W_1 2, ...W_1 36$,

- obiekt trzysektorowy III, warianty W_{IIIk} , dla $k=1...36$; stąd byłoby $W_{III1}, ..., W_{III36}$.

Uwagi do **Weryfikacji opracowanej metody...**(rozdz. 8)

Rozdział 8 jest trudny do oceny. Z treści zawartych w tym rozdziale wynika, że jest to analiza wyników uzyskanych z badań symulacyjnych oraz wybór najlepszych technologii dla przyjętych strategii. Jeśli rozdział zostałby oceniony z tego punktu widzenia (mojego – EM), to ocena jest pozytywna.

Natomiast trudno zgodzić się ze stwierdzeniem Doktorantki, że:

Weryfikacja polegała na porównaniu ze sobą opracowanych wariantów i strategii jednosektorowości oraz trzysektorowości dla wybranych parametrów (s.149).

To nie jest weryfikacja – weryfikacja to rzeczywiście porównanie – ale nie ze sobą, lecz z....(czymś) np. wyników modelowania z modelem wzorcowym, systemem rzeczywistym czy wynikami doświadczalnymi. *Efekt weryfikacji jest wybranie jednego rozwiązania, które będzie dążyło do uzyskania najlepszych wyników badanych parametrów.(s.149)* - nie po to jest przeprowadzana weryfikacja.

Odnoszę wrażenie, że takie rozumienie weryfikacji (jak w pracy) wynika ponownie ze zbyt ogólnie zapisanego etapu czwartego zaproponowanej metody (s. 53, *Etap 4: Weryfikacja metody*) – moje uwagi na stronie poprzedniej.

Zatem w pracy należało porównać na przykład zmienne i kryteria zawarte w modelu matematycznym z tymi, które zostały przyjęte w badaniach symulacyjnych.

W rozprawie na stronie 149 Doktorantka napisała:

W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano wyniki dotyczące:

- czasu realizacji zleceń kompletacyjnych;
- czasu pracy poszczególnych środków transportu wewnętrznego;
- dystansu jakie pokonano w trakcie wykonywanych zadań;
- równomierności rozłożenia pracy dla każdego środka transportu wewnętrznego.

a trochę niżej:

Badanymi parametrami były: czas realizacji zleceń kompletacyjnych, czas poruszania się poszczególnych środków transportu, dystanse pokonane przez środki transportu oraz równomierność rozłożenia pracy środków transportu. s.149

Natomiast w opisie modelu znajdujemy kryteria (s.102):

- minimalizacja czasu pracy urządzeń,
- równomierność wykorzystania urządzeń (mierzona kosztem - K_{max} ?)

Ponadto na pewno można zweryfikować, czy struktury magazynowania, transportu, zamówień przyjęte w ETAPIE 1 metody są prawidłowo odwzorowane w modelu (programie) symulacyjnym.

Uwag wiele, ale zakładam, że większość z nich wynika z braku doświadczenia Doktorantki, w szczególności jest to widoczne przy weryfikacji przydatności dość skomplikowanego modelu matematycznego (dużo odwzorowań) z wynikami uzyskanymi z badań symulacyjnych.

Pomimo tych uwag nie zmieniam swojego pozytywnego zdania o wartości całej rozprawy.

Sformułowany przez Doktorantkę model matematyczny odwzorowujący działanie transportu wewnętrznego podczas procesów kompletacji oraz opracowaną metodę doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji oceniam wysoko.

Ponadto, stwierdzam, że przedstawione w zakończeniu rozprawy wnioski są w pełni uzasadnione.

Dodatkowe pytania i uwagi szczegółowe (wybrane)

1. Nazbyt wiele niezręcznych, nie technicznych zapisów, np.
 - ...do każdego pola odkładczego musi dojechać jeden środek,
 - ...operator kompletacji idzie lub jedzie do miejsca...,
 - ...po pobraniu odpowiedniej ilości pozostała część ponownie wraca do magazynu,
 - ile czasu potrzeba na zdjęcie paczki z półki regału w jednostce s/kg,
 - minimalizowanie czasu poświęcanego na przemieszczanie (EM-czasu przemieszczania!)
2. Za dużo w pracy różnych „optymalizacji”, np.
 - ...**(MTWPK)** ma na celu opracowanie metody...tak aby zoptymalizować wybór środków transportu (s. 102),
 - optymalny proces kompletacji
 - przeprowadzenie symulacji miało na celu..., która technologia .. będzie optymalna (s.149)
 - ...że optymalną będzie strategia OK i dla niej technologia zmechanizowana (WW). s.159Mamy: optymalny wybór, optymalny proces, optymalną technologię, optymalną strategię - niekoniecznie wszystkie rozwiązania muszą być optymalne (z rozważanych wariantów wybieramy najlepsze).
3. Dlaczego rozważono tyle wariantów, skoro w bardzo wielu rozważanych przypadkach proces przebiegał co najmniej dziwnie, np.
 - ...dla wariantu pierwszego (6PP) zauważa się, że **nie wszyscy pracownicy pracowali**. Łącznie ze wszystkich pracowników (18 osób) pracowało tylko 4.... . Najmniejszą liczbę przetransportowanego asortymentu uzyskał jeden z pracowników pracujących i wyniosła ona **288 szt.**, zaś największą **1634 szt.**...(s.113),
 - ...wariant trzeci (12AGV) podobnie jak poprzednie wykazuje bardzo nie równomierną pracę wózków (pomimo identycznego udziału procentowego, na 36 wózków pracowały tylko trzy). Wyniki pracy są takie same jak w wariantach poprzednich. (s.134),
 - ...łączny dystans jaki wózki pokonały **26 901,0 m**, najkrótszy dystans wyniósł **8856,0 m**, zaś najdłuższy **9160,5 m**. Różnica dystansów wyniosła **304,5 m** (s. 134) – po co taka informacja ?
4. Jaki był czas symulacji procesów i czy zdaniem Doktorantki jest on wystarczający do wnioskowania ?
 - ...uzyskano tu wynik 2 godzin 31 minut i 15 sekund (9075 s), w porównaniu do najlepszego rozwiązania dla trzysektorowości 3 godziny 17 minut i 45 sekund (11 865 s) dla technologii zmechanizowanej (1WW) i strategii „najkrótszy dystans” (ND), (s.159)
5. Czy badania symulacyjne umożliwiają uzyskanie rozwiązań optymalnych ?

3. Podsumowanie i ocena końcowa

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Głodowskiej pt. *Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji* podejmuje istotne problemy poznawcze o znacznym potencjale aplikacyjnym.

Poziom naukowy i aplikacyjny, a także całość przedstawionej rozprawy oceniam wysoko. Autorka bardzo zasadnie opisuje wybór tematu, podaje cele, dokonuje bardzo obszernego przeglądu osiągnięć innych badaczy (zarówno polskich, jak i zagranicznych), w sposób naukowy buduje model obiektu badań, opracowuje wartościową metodę doboru technologii transportu, przeprowadza jego implementację komputerową (aplikacja FlexSim), dokonuje właściwej oceny rozwiązań. Część niedociągnięć, zwłaszcza dotyczących szczegółowych opisów wyników symulacji oraz

nadmiernego „optymalizowania” różnych procesów i obiektów przypisuję brakowi doświadczenia w formułowaniu złożonych systemów.

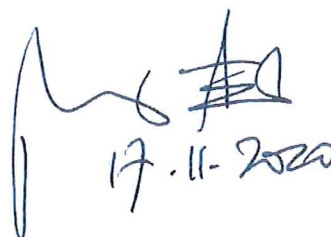
Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki zaliczam:

- opracowanie modelu matematycznego transportu wewnętrznego w procesach kompletacji,
- sformułowanie metody doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji,
- opracowanie szczegółowych algorytmów: metody doboru transportu technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji oraz algorytmu modelowania matematycznego procesów transportu wewnętrznego,
- umiejętność implementacji autorskiego modelu poprzez aplikację cyfrową.

Ważnym elementem przedstawionej rozprawy jest także wskazanie przez Doktorantkę kierunków dalszych badań (str. 165). Szczególnie istotnymi propozycjami są: zastosowanie technologii automatycznej oraz zastosowanie autonomii w transporcie wewnętrznym.

Na podstawie sporządzonej recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Głodowskiej pt. *Metoda doboru technologii transportu wewnętrznego w procesach kompletacji* jestem przekonany, że spełnione zostały wymagania określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o *Stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* w brzmieniu po wejściu w życie ustawy z dnia 23 czerwca 2016 roku o *zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym oraz niektórych innych ustaw*.

Tym samym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Głodowskiej do publicznej obrony i do ubiegania się o stopień doktora w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.



17.11.2020