Częstochowa, dnia 19.04.2022 r.

Dr hab. inż. Marta Starostka-Patyk, prof. PCz.

Wydział Zarządzania

Politechnika Częstochowska

Recenzja rozprawy doktorskiej

autorstwa mgr Kateryny Czerniachowskiej

pt.: *Shelf space allocation methods for nested product categories and virtual segments in retail management*

napisanej pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Marcina Hernesa, prof. UEW

Podstawę formalną sporządzenia recenzji stanowi pismo Pani Dziekan Wydziału Zarządzania dr hab. Estery Piwoni-Krzeszowskiej, prof. UEW z dnia 09.03.2022 roku informujące o powołaniu mnie na recenzenta przedmiotowej rozprawy doktorskiej przez Radę Naukową Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Uchwałą z dnia 24.02.2022 r. Podstawy prawne recenzji regulują: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, (Dz.U. 2018 poz. 1668); art. 187.1 – 41; Rozporządzenie MNiSzW 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 (Dz.U. 2018 poz. 261). Recenzja została opracowana w oparciu o najważniejsze kryteria oceny prac naukowych.

Praca doktorska o metodach alokacji przestrzeni półkowej w odniesieniu do zagnieżdżonych kategorii produktów i wirtualnych segmentów w zarządzaniu sprzedażą detaliczną jest napisana w języku angielskim, zatem niniejszą recenzję sporządzono w oparciu o metodę wolnego tłumaczenia, które oddaje ogólną treść oryginalnego materiału, ale nie jest tłumaczeniem dosłownym.

Recenzowana rozprawa doktorska porusza ważną z punktu widzenia teorii i praktyki tematykę alokacji zasobów w zarządzaniu sprzedażą detaliczną, osadzoną w zakresie nauk o zarządzaniu i jakości. Podjęty w pracy problem jest złożony i niezwykle

M. Pafl

istotny współcześnie, zarówno dla producentów wyrobów jak i ich dystrybutorów, wpisujący się jednocześnie w całokształt przepływów fizycznych towarowych łańcuchów dostaw. Zarządzanie dystrybucją detaliczną w obszarach asortymentu produktów oraz planowania przestrzeni półkowej jest jednym w kluczowych elementów sukcesu systemów logistycznych, zapewniając ich lepszą efektywność i wzrost satysfakcji klientów.

Stąd też, podjęcie badań nad rozszerzonym problemem alokacji przestrzeni półkowej (ang. s*helf space allocation problem* - SSAP) w zarządzaniu sprzedażą detaliczną, czyli problemem alokacji produktów na półkach, którego efektem jest m.in. maksymalizacja całkowitego zysku planogramów, można uznać za niezwykle istotny kierunek pod względem nie tylko teoriopoznawczym, ale również utylitarnym.

Uważam, że dokonany przez Doktorantkę wybór problemu naukowego spełnia oczekiwania i wymogi stawiane w tym względzie dysertacjom doktorskim. Autorka na podstawie krytycznego przeglądu literatury określiła, bardzo zasadnie zresztą, pięć obszarów problemowych dla badanego zagadnienia, które stanowią luki w literaturze. Na tej podstawie również wybór tematu rozprawy uznaję za zasadny, aktualny i ważny, posiadający walory zarówno badawcze (poznawcze), jak i aplikacyjne (praktyczne), wzbogacające nauki o zarządzaniu i jakości, szczególnie z punktu widzenia subdyscypliny logistyki i jej podsystemu dystrybucji.

Praca obejmuje 229 ponumerowanych stron, z czego 203 strony stanowią: strona tytułowa, spis treści, abstrakt, notacje matematyczne i opis skrótów zastosowanych w pracy oraz sześć głównych rozdziałów, z których pierwszy jest wstępem a ostatni zakończeniem. Pozostałe strony obejmują bibliografię i wykaz rysunków oraz tabel. W pracy zamieszczono 19 rysunków i 28 tabel.

Ogólnie praca ma charakter metodyczny, teoretyczno-empiryczny, a dodatkowo zawiera elementy eksploracyjno-eksplanacyjne. Rozprawa doktorska składa się z sześciu rozdziałów. Pierwszy z nich jest wstępem, następne dwa mają charakter teoretyczny, kolejne dwa to rozdziały badawcze, ostatni, szósty rozdział to podsumowanie i wnioski.

W rozdziale pierwszym, będącym wstępem, przedstawiono wprowadzenie do pracy określając problem badawczy i motywy jego podjęcia, postawione cele i hipotezy, zastosowaną metodologię badawczą, a także dalszą strukturę prowadzonego wywodu.

M. Pa

Moim zdaniem bardziej zasadne byłoby umieszczenie tych elementów we wstępie niebędącym rozdziałem, jednak nie zaburza to znacząco struktury pracy, zatem uwaga ma wyłącznie charakter sugerujący.

W rozdziale drugim został scharakteryzowany proces zarządzania sprzedażą detaliczną, a także systemy informatyczne dedykowane dla handlu detalicznego wraz z przybliżeniem ich architektury oraz znaczenia. W podrozdziale 2.3. Doktorantka zdefiniowała ramy architektury systemu zarządzania sprzedażą detaliczną. Następnie dokonała charakterystyki poszczególnych modułów systemu. Analizowana jest głównie motywacja i podstawy teoretyczne wyodrębnienia tych modułów w systemie. Pewien niedosyt budzi jednak analiza funkcji poszczególnych modułów. Funkcje modułu alokacji przestrzeni na półkach są wprawdzie szeroko analizowane w pracy, jednak podstawowe funkcje pozostałych modułów są opisane w niewielkim stopniu. Dlatego chciałabym poprosić Doktorantkę o doprecyzowanie: jakie funkcje posiadają moduły zarządzania asortymentem, strategii cenowych oraz promocji w proponowanej architekturze systemu zarządzania sprzedażą detaliczną?

Rozdział trzeci omawia istniejące badania z zakresu problemu alokacji produktów na półkach. Scharakteryzowany został tu kontekst planowania asortymentu i przestrzeni półkowej wraz z podstawowymi dla tego obszaru modelami i funkcjami. Dokonano też analizy problemu plecakowego w modelach alokacji miejsca na półkach wraz z podsumowaniem różnych podejść w tym zakresie.

Empiryczną część pracy stanowią dwa rozdziały: czwarty i piąty, gdzie zaprezentowano analizę wyników pozyskanych z badań własnych. W rozdziale czwartym przybliżono zagadnienia dotyczące optymalizacji z ograniczeniami oraz przesłanki do opracowania nowych metod alokacji powierzchni półkowej. Szczególną uwagę poświęcono w tym rozdziale na wymagania względem merchandisingu, które powodują ograniczenia w alokacji miejsca na półkach. Natomiast rozdział piąty prezentuje zagadnienia projektowania nowych metod alokacji miejsca na półkach. Przedstawione zostały tu modele matematyczne i różne podejścia rozwiązania zdefiniowanych w badaniach problemów: SSAP z zagnieżdżonymi kategoriami produktów (SSAP-N) oraz SSAP z wirtualnymi segmentami (SSAP-S). Dodatkowo, poddano analizie opracowane heurystyki, algorytmy genetyczne, symulowane wyżarzanie i ich zastosowanie w problemach zarządzania przestrzenią półkową. Opisano również wyniki

M. Bo[illegible]

eksperymentów obliczeniowych oraz wpływ opracowanych metod na usprawnienie procesów alokacji powierzchni sklepowej, a także przedstawiono wyniki porównania różnych metod zarówno dla problemów SSAP-N, jak i SSAP-S.

Doktorantka zdefiniowała problemy SSAP-S (*shelf space allocation problem with virtual segments*) i SSAP-N (*shelf space allocation problem with nested product categories*) proponując ich rozwiązanie komercyjnym solver'em oraz za pomocą opracowanych własnych algorytmów. Z punktu widzenia zastosowań komercyjnych proponowanego podejścia dla zdefiniowanych problemów SSAP, zabrakło mi analizy złożoności obliczeniowej. Ponadto, w wynikach badań empirycznych warto byłoby też zwrócić uwagę nie tylko na złożoność czasową, ale również na złożoność pamięciową proponowanych algorytmów. Kompleksowa analiza złożoności pozwoliłaby na oszacowanie wymaganych zasobów jednostki.

Zabrakło mi również głębszej analizy zbieżności, a także głębszej analizy wrażliwości badanych algorytmów dla zdefiniowanych problemów SSAP. W mojej opinii, po pierwsze, liczba instancji dla badanych algorytmów jest zbyt mała, gdyż raczej pozwala tylko na subiektywną interpretację uzyskanych wyników eksperymentów. To ma szczególne znaczenie przy dużej złożoności obliczeniowej algorytmów. Zbadanie większej liczby instancji pozwoliłoby wyeliminować przypadkowość wyników, tym samym podnosząc słuszność dokonanej analizy. Po drugie, zakres zmienności parametrów wejściowych (produktów, półek, itd.), nie jest wystarczająco wysoki, aby podkreślić znaczenie opracowania heurystyk, metaheurystyk i hiperheurystyk w celu rozwiązania tych problemów. Proszę zatem o wyjaśnienie: jeżeli większość przypadków możemy rozwiązać za pomocą dokładnej metody, to jakie znaczenie ma opracowanie metod heurystycznych? Ponadto, czym Autorka kierowała się dobierając taki zakres zmienności tych parametrów?

Ostatni, szósty rozdział, jest podsumowaniem zawartości pracy. Zawiera on wnioski z przeprowadzonych badań, perspektywę prowadzenia dalszych tematów i prac badawczych w analizowanym obszarze, a także wskazania na rozbieżności między modelowaniem naukowym a konkretną praktyką handlu detalicznego. Podobnie jak w przypadku wstępu uważam, że to podsumowanie powinno być niezależnym elementem struktury pracy w formie zakończenia. Jednak mając na względzie przyjęty schemat pracy, a tym samym konsekwentną jego realizację, ta uwaga jest wyłącznie sugestią.

M. Pop

Mając na uwadze powyższe, stwierdzam, że pomimo drobnych uchybień w postaci zaliczenia wstępu i podsumowania do rozdziałów głównych, ogólna struktura pracy jest prawidłowa, treści są uporządkowane logicznie, a wkład merytoryczny jest zbliżony w poszczególnych rozdziałach. Układ pracy jest typowy dla prac doktorskich, podporządkowany celom i hipotezom. Jest też spójny co do zawartości merytorycznej z tematem pracy i podjętym problem badawczym. Tym samym tak zaprojektowaną strukturę pracy należy uznać za poprawną.

Dodatkowo, mając na uwadze przyjętą strukturę, należy stwierdzić, że zakres rozdziałów teoretycznych odpowiada zakresowi tematycznemu pracy, a rozważania poparto bogatym i poprawnie zastosowanym cytowaniem 372 pozycji bibliograficznych (anglojęzycznych). Dobór źródeł należy uznać za prawidłowy.

Oceniając konstrukcję pracy, konieczne jest również odnotowanie wysokiego poziomu strony redakcyjnej recenzowanej pracy doktorskiej. Rozplanowanie tekstu, wygląd rysunków i tabel są bez zastrzeżeń, a omawiane tematy są odpowiednio dobrze zilustrowane, co zdecydowanie poprawia percepcję pracy oraz uzasadnia logikę wywodu i następstwa omawianych obszarów tematycznych. Ponadto, praca jest napisana starannie, w dobrym i dojrzałym naukowo stylu. Autorka wykazała się erudycją i bardzo dobrą znajomością analizowanej tematyki. Jedyne moje zastrzeżenia budzi brak źródeł na podstawie których zostały opracowane wykorzystane w pracy rysunki i tabele. Jednak mając na uwadze poprawność wszystkich pozostałych cytowań można założyć, że są one opracowaniem własnym Autorki i celowo nie zostały oznaczone. Ta uwaga nie umniejsza mojej oceny. Zarówno stronę formalną jak i językową pracy oceniam wysoko i poprawnie.

Z punktu widzenia oceny merytorycznej, metodologicznej i metodycznej pracy istotny jest rozdział pierwszy, w którym Autorka, po wprowadzeniu i uzasadnieniu wyboru tematu rozprawy doktorskiej, wskazała jej cele, hipotezy i metodologię badawczą.

Główny cel badań stanowi *opracowanie nowych metod rozwiązywania problemu alokacji produktów na półkach z punktu widzenia detalisty, co stanowi rozszerzenie klasycznego SSAP o zagnieżdżone kategorie produktów i wirtualne segmenty na półkach*.

Cel ten został uszczegółowiony aspektami teorio-poznawczymi w postaci: *analizy i oceny procesu zarządzania handlem detalicznym; analizy i oceny istniejących teorii*

M. Popek

i metod rozwiązywania problemów alokacji miejsca na półkach; analizy i oceny rozszerzonych SSAP z zagnieżdżonymi kategoriami produktów (ang. shelf space allocation problem with nested product categories - SSAP-N) i wirtualnymi segmentami (ang. shelf space allocation problem with virtual segments - SSAP-S) za pomocą podejścia heurystycznego, metaheurystycznego i hiperheurystycznego.

Szczegółowo wskazano również cele metodyczne: *identyfikacja elementów metod SSAP i ich właściwości; opracowanie modeli matematycznych i metod rozwiązań dla rozszerzonego SSAP z zagnieżdżonymi kategoriami produktów i wirtualnymi segmentami; opracowanie teoretycznych ram koncepcyjnych systemu informatycznego zarządzania sprzedażą*.

Wskazany został także cel utylitarny: *weryfikacja opracowanych metod za pomocą eksperymentów badawczych przeprowadzonych w odniesieniu do danych testowych, które zostały wygenerowane na podstawie rzeczywistych charakterystyk danych z punktu widzenia detalistów i klientów*.

Na tej podstawie Autorka zdefiniowała zakres badań obejmujący: *analizę procesu zarządzania detalicznego; matematyczne modelowanie problemów; projektowanie i wdrażanie algorytmów heurystycznych, metaheurystycznych i hiperheurystycznych; przeprowadzenie eksperymentów badawczych z wykorzystaniem danych generowanych na podstawie rzeczywistych charakterystyk danych; analizowanie wyników eksperymentów w celu oceny efektywności wdrożonych metod oraz zdobycia wiedzy o badanych problemach; opracowanie ram koncepcyjnych RIS*.

Na podstawie powyższych w pracy postawiono następującą, główną hipotezę badawczą: *opracowane nowe metody alokacji miejsca na półkach w odniesieniu do zagnieżdżonych kategorii produktów i wirtualnych segmentów pozwalają zwiększyć zysk planogramu;* oraz trzy hipotezy pomocnicze:

1. *Opracowane metody pozwalają na skrócenie czasu obliczeń w porównaniu z istniejącymi rozwiązaniami komercyjnymi.*
2. *Opracowane metody pozwalają zmniejszyć poziom nieprzydzielonej wolnej przestrzeni na półkach.*
3. *Opracowane metody pozwalają poprawić wydajność planogramu pod kątem efektu zamiany.*

Cele badawcze zostały określone poprawnie, adekwatnie do tematyki pracy. Podobnie, postawione w pracy hipotezy są sformułowane odpowiednio i zawierają potencjał badawczy wymagający weryfikacji.

Do realizacji i weryfikacji założeń badawczych wykorzystano metodologię badawczą zbudowaną z sześciu etapów (Rys. 1.2, s. 26). Poszczególne kroki badawcze służyły kolejno: *(1) identyfikacji i analizie obszaru badawczego; (2) analizie procesu zarządzania handlem detalicznym; (3) sformułowaniu nowych modeli SSAP; (4) opracowaniu nowych metod SSAP dla zagnieżdżonych kategorii produktów i wirtualnych segmentów; (5) przeprowadzeniu eksperymentów w celu przetestowania opracowanych metod; (6) sformułowaniu wniosków z efektów badań*. Tak skonstruowaną metodologię uważam za prawidłową i zasadną, a przeprowadzone na podstawie jej realizacji wnioskowanie można uznać za pełne i względnie wyczerpujące.

Przeprowadzone badania empiryczne zostały zrealizowane zgodnie z obowiązującym rygorem badawczym, uzyskane wyniki zinterpretowano poprawnie. Wybrana metodologia badań oraz tok postępowania badawczego są poprawne merytorycznie i pokazują dojrzałość warsztatu naukowego Doktorantki.

Reasumując ocenę teoretycznej części pracy uważam, że wszystkie kluczowe z punktu widzenia problemu badawczego pojęcia i zagadnienia są dobrze omówione, poparte właściwą bibliografią. Natomiast w ocenie części empirycznej należy podkreślić rzetelność i kompleksowość przeprowadzonych badań oraz szerokość wnioskowania. Jako jedno z najważniejszych osiągnięć Doktorantki, o dużej wartości aplikacyjnej, można wskazać opracowanie rozwiązania SSAP z punktu widzenia detalistów, aby lepiej sprostać wyzwaniom zgłaszanym przez detalistów i dopasować rzeczywiste wymagania do odpowiednich modeli decyzyjnych.

Należy również podkreślić wkład badań zrealizowanych w recenzowanej pracy w teorię i praktykę problemu zarządzania alokacją produktów na półkach w postaci:

- Opracowania metod SSAP do sprzedaży detalicznej (SSAP-N1, SSAP-N2, SSAP-S) z uwzględnieniem wieloograniczonych funkcji SSAP i wizualnego merchandisingu.
- Opracowania metody alokacji produktów na różnych poziomach wertykalnych w oparciu o ich podkategorię cenową (SSAP-N).

M. Popel

- Opracowania metody alokacji produktów na różnych segmentach poziomych półek w oparciu o charakter i wykorzystanie produktów oraz ruch klientów wewnątrz sklepu (SSAP-S).
- Uwzględnienia we wszystkich opracowanych metodach i modelach SSAP nie tylko fejsingów, ale także kappigów i nestingów.
- Dostosowania hiperheurystyki SA do rozwiązywania detalicznego SSAP (SSAP-S).
- Dostosowania metaheurystyki GA do rozwiązywania detalicznego SSAP (SSAP-N1, SSAP-S).
- Opracowania szybkiej heurystyki dla detalicznego SSAP (SSAP-N2) z poprzedzającym alokacją produktu do półki pozwala na uzyskanie tylko odpowiednich rozwiązań, które spełniają wszystkie ograniczenia.
- Wdrożenia usprawniania rozwiązania (w SSAP-N1, SSAP-S), realokacji produktu (w SSAP-S), mutacji (w SSAP-N1, SSAP-S) pozwalają na uzyskanie bardziej opłacalnego rozwiązania w niewielkiej liczbie iteracji.

W przeprowadzonych badaniach Doktorantka opracowała również ramy koncepcyjne Systemu Informatycznego Zarządzania Sprzedażą (*ang. retail information system - RIS*). Kluczowe korzyści płynące z ich praktycznego wykorzystania to:

- Wykorzystanie otwartych przestrzeni na półkach w sklepach w celu maksymalizacji wydajności.
- Zapewnienie dystrybucji właściwych artykułów na właściwe pozycje we właściwych sklepach.
- Zwiększenie lojalności klientów dzięki dostępności asortymentów i prezentacji planogramów.
- Redukcja kosztów oraz maksymalizacja przychodów.
- Poprawa efektywności pracowników i ułatwienie tworzenia dla nich harmonogramu pracy.
- Kompatybilność z innymi systemami, np. systemami prognozowania, inwentaryzacji i uzupełniania zapasów), które umożliwiają łączność z łańcuchem dostaw.

Wnioski wynikające z realizacji zamierzeń badawczych przedstawione zostały w zakończeniu pracy (rozdział szósty). Tutaj Autorka starannie udowadnia zasadność podjęcia tematu pracy oraz istotność uzyskanych w toku badań rezultatów. Wskazuje tu

M. Pop

również w jaki sposób wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na osiągnięcie założonych celów badawczych oraz weryfikację postawionych hipotez. Dodatkowo, wskazane zostały też ograniczenia opracowanych metod oraz kierunki przyszłych badań w analizowanym obszarze.

Na podstawie powyższego można stwierdzić, że Doktorantka jest bardzo dobrze zorientowana w problematyce podjętej w rozprawie doktorskiej. Wszelkie uwagi krytyczne czy postawione pytania wynikają wyłącznie z ciekawości naukowej i możliwości wskazania obszarów dyskusyjnych, nie podważają mojej ogólnie wysoce pozytywnej oceny pracy.

Podsumowując, mając na uwadze potwierdzony wkład teoretyczno-koncepcyjny w zakresie podjętej w dysertacji problematyki do nauk o zarządzaniu i jakości, nowości sposobu ujęcia i opracowania tematu, zastosowanych metod badawczych oraz realizacji założeń badawczych w sposób posiadający wszelkie znamiona postępowania naukowego stwierdzam, że recenzowania praca może stanowić podstawę do nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

Rozprawa doktorska Pani mgr Kateryny Czerniachowskiej pt.: *Shelf space allocation methods for nested product categories and virtual segments in retail management* spełnia wymogi prac doktorskich określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zatem wnoszę o dopuszczenie jej do obrony.

M. Starostka-Patyk