

Michał Kłodawski¹
Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Klasowe metody rozmieszczenia asortymentu i ich wpływ na wydajność procesu kompletacji

WPROWADZENIE

Pojęcie procesu komisjonowania bardzo często traktowane jest tożsamo z pojęciem kompletacji, jednak nie zawsze jest to poprawne. W niniejszej artykule, w celu jednoznacznego opisu problemu badawczego, terminy kompletacji i komisjonowania zostaną rozróżnione. Kompletacja rozumiana będzie jako proces podrzędny w stosunku do komisjonowania, będący równocześnie jego składową. W ramach komisjonowania, oprócz typowych czynności kompletacyjnych (związanych z formowaniem niejednorodnych jednostek ładunkowych wg zamówień klientów) realizowane są także czynności związane z przygotowaniem i organizacją systemu komisjonowania. Mowa tu o przetwarzaniu zamówień klientów, generowaniu oraz grupowaniu i odpowiednim rozdziale list kompletacyjnych (w przypadku określonych strategii kompletacji), klasyfikacji asortymentu i usystematyzowaniu miejsc oferowania, a także rozmieszczeniu asortymentu w strefie kompletacji, uzupełnianiu braków asortymentowych w miejscach oferowania, opracowywaniu tras pracowników i innych (Rys. 1).

Przedmiotem badań niniejszego artykułu jest rozmieszczenie asortymentu w strefie kompletacji, w tym klasowe metody przydziału artykułów do miejsc oferowania. Założono, że rozmieszczenie asortymentu traktowane jest w tym przypadku jako element organizacyjny systemu i procesu komisjonowania. Analizie jak poddano zachowanie się systemu i realizowanych w nim procesów w różnych wariantach organizacyjnych, tj. przy różnym rozlokowaniu artykułów w strefie kompletacji. Jako miernik oceny poszczególnych wariantów wykorzystana będzie wydajność procesu kompletacji mierzona liczbą linii pobieranych przez pracowników w jednostce czasu (minucie).

W przeprowadzonych badaniach poza wariantowaniem rozmieszczenia asortymentu uwzględniono również problem kongestii w strefie kompletacji wynikającej z realizacji procesu kompletacji przez więcej niż jednego pracownika.



Rys. 1. Proces komisjonowania jako proces nadrzędny w stosunku do kompletacji

Źródło: opracowanie własne.

¹ mkloda@it.pw.edu.pl

1. METODY ROZMIESZCZENIA ASORTYMENTU

Problematyka rozmieszczenia asortymentu dotyczy podjęcia decyzji gdzie i jak rozlokować zbiory artykułów poszczególnych rodzajów (jednostek asortymentowych), aby zapewnić optymalne działanie systemu logistycznego [1]. Asortyment może być rozdzielany pomiędzy poszczególne strefy funkcjonalne (obszary) obiektu logistycznego lub też przydzielany do konkretnych miejsc oferowania (składowania) w tych strefach.

W pierwszym przypadku przytaczany jest tzw. „*forward-reserve problem*”, czyli problem podziału strefy składowania i oferowania na dwie części: przednią i tylną oraz przydzielenia im odpowiedniej liczby i rodzaju asortymentu. Część przednia wykorzystywana jest do tzw. „szybkiego kompletowania”. W niej lokowany jest asortyment najszybciej rotujący i cieszący się największym zainteresowaniem klientów. Część tylna służy do składowania artykułów przeznaczonych do uzupełniania strefy przedniej, a także przechowywania i oferowania tych, które nie zostały wcześniej nigdzie przydzielone (czyli wolniej rotujących).

Zatem, problem rozmieszczenia asortymentu dotyczy także fizycznego przydzielania artykułów poszczególnych rodzajów do określonych miejsc składowania i/lub oferowania. Do najczęściej stosowanych metod przedstawianych w literaturze problemu zalicza się:

- metody losowe,
- metody klasowe,
- metody dedykowane.

Metody losowe charakteryzują się tym, iż każda jednostka asortymentu przydzielana jest do losowo wybranej, spośród aktualnie dostępnych, lokalizacji. Mogą być one jednak implementowane tylko w z informatyzowanych obiektach logistycznych, w których system zarządzania magazynem (WMS) będzie przechowywał informacje o liczbie i lokalizacji aktualnie nieprzydzielonych miejsc oferowania, a także wspomagał odnalezienie poszczególnych (rozproszonych po strefie kompletacji) jednostek asortymentowych podczas procesu kompletacji.

Metody klasowe są kombinacją metod losowych i dedykowanych. I główną ideą jest podział dostępnego asortymentu na podzbiory (klasy), a następnie przydzielanie ich do odpowiednich miejsc oferowania. Artykuły wewnątrz klas przydzielane są losowo lokalizacji w danej podstrefie kompletacji.

Najlepiej znaną i najczęściej stosowaną metodą przydziału asortymentu do miejsc składowania/oferowania opartą na klasach jest metoda ABC. Według niej wszystkie artykuły dzielone są na trzy grupy. W grupie pierwszej - klasie A znajdują się artykuły najszybciej rotujące, w klasie B średnio-rotujące, natomiast w klasie C wolno-rotujące. Asortyment klasy A lokalizowany jest w miejscach najdogodniejszych z punktu widzenia dostępu z punktu zdawczo-pobraniowego (startu/końca kompletacji) a następnie kolejno klasy B i C. Przydział poszczególnych rodzajów asortymentu do określonych grup odbywa się na podstawie wartości parametrów α^{ABC} i β^{ABC} , które określają graniczne wartości skumulowanego udziału procentowego w poszczególnych klasach.

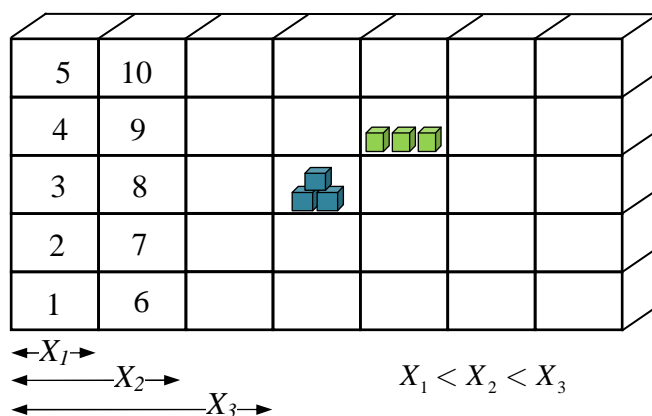
Inną metodą klasową jest metoda XYZ, która jest pewną odmianą metody ABC. Charakteryzuje się tym, iż asortyment przydzielany jest odpowiednio do klas X, Y oraz Z, zazwyczaj na podstawie regularności częstości bądź wielkości zapotrzebowania na niego. W tym przypadku rolę skumulowanego wskaźnika udziału procentowego pełni współczynnik zmienności, będący stosunkiem odchylenia standardowego i wartości średniej odstępów czasu pomiędzy pobraniami danego rodzaju asortymentu bądź też liczbami pobieranych jego sztuk. Klasy X, Y oraz Z określane są podobnie jak A, B, C na podstawie wartości parametrów α^{XYZ} i β^{XYZ} .

Metoda ABC/XYZ jest kombinacją obu wcześniej omówionych metod, będąc tym samym metodą klasową. W tym przypadku jednostki asortymentowe przydzielane są niezależnie najpierw do klas A, B, C, a następnie X, Y, Z. W dalszej kolejności łączone są w większe grupy: AX, AY, AZ, ..., CY, CZ. Sklasyfikowanie w ten sposób asortymentu stanowi podstawę do dalszego rozdzielania go pomiędzy dostępne i odpowiednio usystematyzowane miejsca oferowania w strefie kompletacji.

Metody dedykowane charakteryzują się tym, iż każda jednostka danego rodzaju asortymentu przydzielana jest do konkretnego (stałego dla niego) miejsca oferowania. W tym przypadku najczęściej analizowanymi są: metoda COI („Cube-per-Order Index”) oraz metoda „Volume-based”. Pierwsza z nich sortuje artykuły według współczynnika COI, będącego stosunkiem całkowitej przestrzeni niezbędnej do składowania wszystkich artykułów danego asortymentu do liczby pobrań tego artykułu w rozpatrywanej jednostce czasu. Artykuły z najniższymi wartościami współczynnika COI umieszczane są w lokalizacjach najdogodniejszych z punktu widzenia dostępu z punktu zdawczo-pobraniowego. W przypadku metody „volume-based” artykuły przydzielane są do miejsc składowania (oferowania) według ustalonego parametru, np. liczby pobrań na jednostkę czasu. Im częściej dane artykuły są pobierane tym "lepszą" lokalizacja jest mu przydzielana.

Przedstawione metody klasyfikacji asortymentu wskazują jedynie jak uszeregować i pogrupować dostępny w systemie komisjonowania asortyment. Pozostaje jeszcze problem zidentyfikowania najdogodniejszych, z punktu widzenia dostępu z punktu zdawczo-pobraniowego, miejsc oferowania oraz odpowiedniego przydzielenia im asortymentu.

W większości przypadków metody rozmieszczenia przydzielają uszeregowany asortyment kolejno do najbliższych względem punktu zdawczo-pobraniowego miejsc oferowania. W pracy [3] przedstawiono szerzej charakterystykę metod rankingowania (nadawania odpowiednich priorytetów) lokacjom w strefie komisjonowania. Należą do nich metody oparte na: czasie dostępu (względem punktu zdawczo-pobraniowego) do lokacji, jak również takie, które szeregują lokacje wzdłuż i w poprzek korytarzy roboczych. Na przykład metoda rankingowania miejsc oferowania oparta na ich odległości od punktu zdawczo-pobraniowego polega na tym, iż wyznaczana jest długość drogi niezbędnej do pokonania, w celu dotarcia do każdej kolumny regałowej (Rys. 2).



Rys. 2. Przykład rankingowania miejsc oferowania wg odległości od punktu Z/P

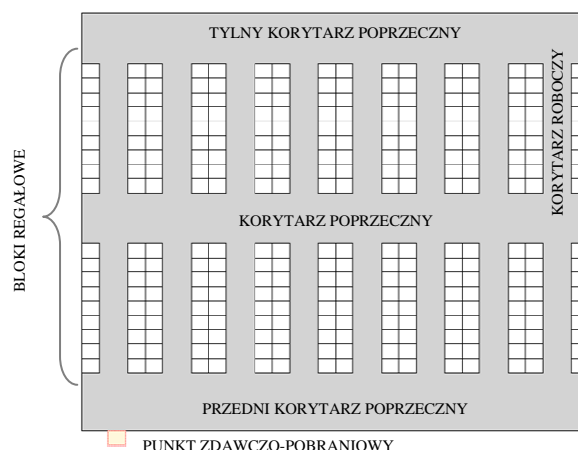
Źródło: opracowanie własne.

2. ANALIZA WPŁYWU ROZMIESZCZENIA ASORTYMENTU NA WYDAJNOŚĆ KOMPLETACJI

Na potrzeby badań opracowany został model systemu komisjonowania, wykorzystywany do symulacji procesu kompletacji, realizowanego wg różnych wariantów rozmieszczenia asortymentu i liczby pracowników. Strefę kompletacji wykorzystaną w modelu scharakteryzowano następująco:

- zastosowano rzędowe ramowe regały paletowe,
- w strefie kompletacji zlokalizowano 1152 miejsca oferowania artykułów,
- w strefie kompletacji zastosowano dwa niezależne bloki regałowe,
- w każdym z bloków zlokalizowano 8 korytarzy roboczych,
- każdy rząd regałowy składa się z 9 kolumn regałowych,
- w strefie kompletacji są 4 poziomy składowania/oferowania,
- punkt zdawczo-pobraniowy zlokalizowano na czole pierwszego od lewej korytarza roboczego (Rys. 3),
- szerokość korytarza roboczego i poprzecznego wynoszą odpowiednio 2m oraz 3m,

- parametry miejsc oferowania wynoszą odpowiednio: 1m, 1,2m, 1,4m (szerokość, głębokość, wysokość).



Rys. 3. Schemat układu strefy komisjonowania

Źródło: opracowanie własne - autorska aplikacja SymPick.

Zakładamy, że proces kompletacji realizowany jest w strefie rezerw, rozumianej jako strefa kompletacji, wg metody „człowiek do towaru”. Pracownicy poruszają się po strefie przy użyciu wózków do kompletacji dwuwymiarowej (wysokiej) z podnoszoną kabiną operatora. Mogą zatem pobierać artykuły ze wszystkich poziomów składowania (oferowania).

Ze względu na to, iż w każdym z analizowanych wariantów systemu komisjonowania proces kompletacji realizowany będzie przez 5, 10 lub 15 pracowników, a każdy z pracowników rozpoczynać będzie kompletację w tym samym momencie, niezbędne jest uwzględnienie w badaniach problemu kongestii i zjawiska blokowania się pracowników. Może być ono bowiem przyczyną zatorów i przestoju w strefie kompletacji, spadku wykorzystania czasu pracy poszczególnych pracowników, a tym samym spadku wydajności całego procesu.

W analizowanym systemie komisjonowania zastosowano wąskie korytarze robocze. Uniemożliwia to minięcie się w nich pracowników. Ze względu na to, iż w korytarzach pracują wózki typu VNA założono, że każdym korytarzu roboczym może znajdować się równocześnie tylko jeden pracownik. Wobec tego, jeżeli w którymkolwiek z korytarzy roboczych ktoś się znajduje, wszyscy inni pracownicy, którzy chcą się do niego dostać oczekują w korytarzu poprzecznym do momentu aż zajęty korytarz roboczy się zwolni. Przykłady uwzględnianych w badaniach sytuacji blokowania się pracowników przedstawiono na Rys. 5. Dodatkowo założono, iż pracownicy poruszający się w korytarzach poprzecznych w tym samym kierunku nie mogą się wyprzedzać (Rys. 5e).

Symulowany na potrzeby badań proces kompletacji wykonywany został według strategii kompletacji pojedynczych zleceń (*Single Picking*). Oznacza to, iż każdy pracownik może zestawiać równocześnie artykuły zawarte tylko w jednej liście kompletacyjnej.

Do symulacji procesu komisjonowania przyjęto następujące założenia:

- pracownicy (wózki kompletacyjne) poruszają się po strefie kompletacji ze stałą prędkością 3,5 km/h,
- prędkość podnoszenia/opuszczania kabiny operatora wynosi 2,5 m/sek.,
- czas pobrania pojedynczego artykułu z miejsca oferowania i potwierdzenia czynności jest stały i wynosi 4,5 sek.

Do badań wykorzystano różne odmiany czterech klasowych metod rozdziału asortymentu: ABC, XYZ, ABC/XYZ, COI, oraz metodę losową. Zestawienie powyższych metod wraz z parametrami klasyfikacji artykułów przedstawiono w Tab. 1.

Tab. 1. Wykorzystane metody przydziału asortymentu do miejsc oferowania

| Rodzaj metody | Oznaczenie metody | Klasyfikacja asortymentu | |
|---------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| | | symbol | parametr klasyfikacyjny |
| Losowa | LOS | LOS | - |
| Klasowa | ABC | ABC1 | częstość pobrań |
| | | ABC2 | wielkość pobrań |
| | XYZ | XYZ1 | regularność częstości pobrań |
| | | XYZ2 | regularność wielkości pobrań |
| | ABC/XYZ | A1X2 | częstość pobrań / regularność wielkości pobrań |
| | | A2X1 | wielkość pobrań / regularność częstości pobrań |
| COI | COI | wskaźnik COI | |

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku metod klasowych niezbędne jest także określenie wartości parametrów granicznych umożliwiające odpowiedni przydział asortymentu do klas (α^{ABC} , β^{ABC} , α^{XYZ} , β^{XYZ} , itd.). Liczby wykorzystanych klas oraz wartości przyjętych parametrów zestawiono w Tab. 2.

Tab. 2. Sposób podziału asortymentu na grupy w poszczególnych metodach klasowych

| Symbol metody | Liczba klas | Parametry przydziału asortymentu do klas | |
|---------------|-------------|------------------------------------------|---------------------------------|
| | | Numery klas | Wartości parametrów granicznych |
| ABC1/ABC2 | 3 | 1 | < 50% |
| | | 2 | 50% - 75% |
| | | 3 | > 75% |
| XYZ1/XYZ2 | 3 | 1 | < 50% |
| | | 2 | 50% - 70% |
| | | 3 | > 70% |
| COI2 | 5 | 1 | < 20% |
| | | 2 | 20% - 40% |
| | | 3 | 40% - 60% |
| | | 4 | 60% - 80% |
| | | 5 | > 80% |

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku metod typu ABC/XYZ niezbędne było określenie rankingu klas asortymentowych, na podstawie którego ustalana jest sekwencja przydzielania poszczególnych rodzajów asortymentu do miejsc oferowania. Szczegóły przedstawiono w Tab. 3.

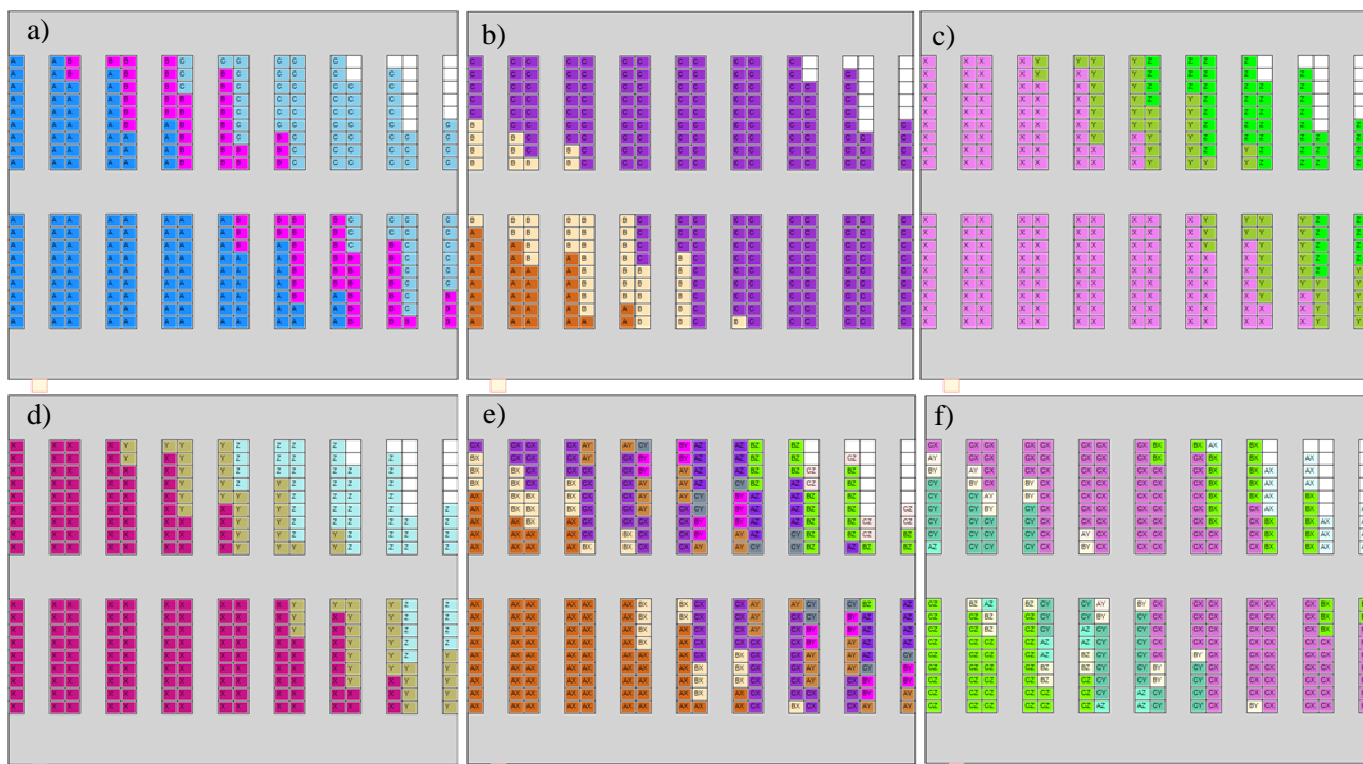
Tab. 3. Wykorzystany w badaniach ranking klas metod typu A1X2 oraz A2X1

| Składowe klasy A1X2/A2X1 | X | Y | Z |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| A | 1/9 | 4/6 | 7/3 |
| B | 2/8 | 5/5 | 8/2 |
| C | 3/7 | 6/4 | 9/1 |

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku metody A1X2 najwyższą wagę przydzielono klasie AX. Zgrupowano w ten sposób tam są jednostki asortymentowe, które charakteryzują się największą częstością pobrań oraz regularnymi wielkościami zapotrzebowania. Najgorzej sklasyfikowano grupę CZ, z której artykuły pobierane są rzadko i w nieregularnej (trudnej do przewidzenia) liczbie. Całkowicie odwrotnie uszeregowano klasy wg metody A2X1. Jako najlepszą wybrano grupę z asortymentem pobieranym nieregularnie oraz w najmniejszej liczbie (CZ), natomiast jako najgorszą klasę (AX), tzn. klasę zawierającą artykuły pobierane regularnie i w największej liczbie.

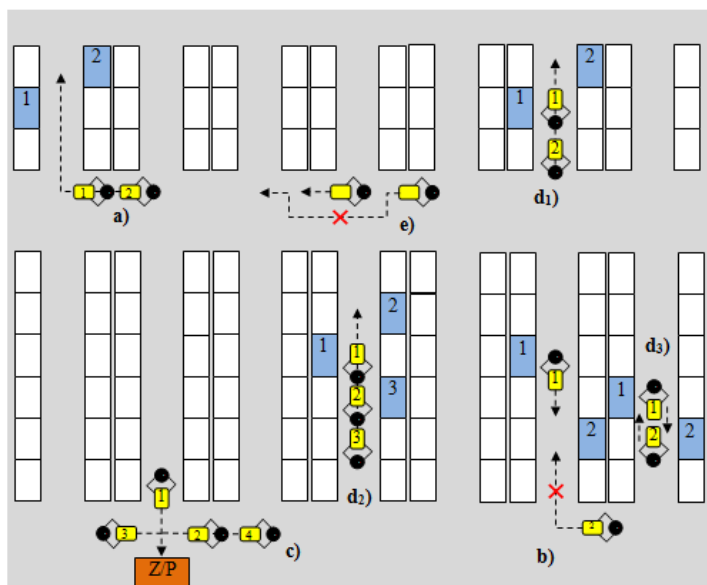
Wszystkie artykuły przedstawione powyżej klasowe metody rozmieszczenia asortymentu wykorzystują sposób rankingowania miejsc oferowania wg odległości względem punktu zdawczo-pobraniowego. Przykłady rozmieszczenia asortymentu wg zaproponowanych metod przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Rozmieszczenie asortymentu wg metody: a) ABC1, b) ABC2, c) XYZ1, d) XYZ2, e) A1X2, f) A2X1

Źródło: opracowanie własne - autorska aplikacja SymPick.

W celu zwiększenia dokładności prowadzonych badań symulację procesu kompletacji w każdym z założonych wariantów rozmieszczenia asortymentu przeprowadzono trzydziestokrotnie. Każda symulacja być została zinterpretowana jako niezależny dzień. W ten sposób otrzymano odwzorowywanie miesięcznego (30-sto dniowego) okresu pracy modelowanego systemu komisjonowania. Dla każdego dnia generowano listy kompletacyjne, na podstawie których realizowany był proces kompletacji. Struktura list ściśle związana była z rocznymi danymi historycznymi wprowadzonymi do analizowanego modelu.



Rys. 5. Przykładowe zjawiska blokowania a), b), e) w korytarzach poprzecznych, c) punkcie zdawczo-pobraniowym, d) w korytarzach roboczych

Źródło: opracowanie własne.

Listy kompletacyjne realizowano wariantowo przez 5, 10, 15 bądź 20 pracowników. Takie rozwiązanie wymagało pogrupowania dostępnych list i przydzielenia ich odpowiednim pracownikom. W celu skrócenia czasu kompletacji listy przydzielane pracownikom grupowano wg kryterium równego obciążenia pracą. Oznacza to, iż liczba sztuk artykułów niezbędna do pobrania przez każdego z nich była taka sama bądź zbliżona.

Wszyscy pracownicy poruszali się po strefie kompletacji wg heurystycznej metody trasowania – Sshape.

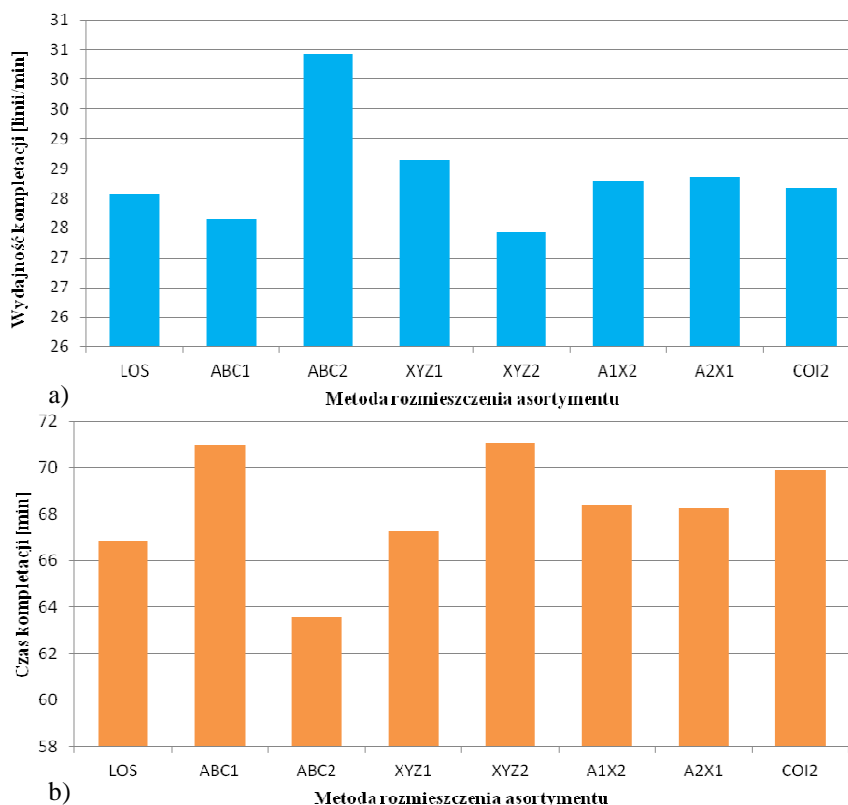
Dla przedstawionych założeń wygenerowano warianty systemu komisjonowania, dla których przeprowadzono badania symulacyjne procesu kompletacji oraz obliczono podstawowe mierniki efektywności i wydajności procesu.

Do realizacji badań wykorzystano autorską aplikację komputerową *SymPick*. Umożliwia ona modelowanie systemów komisjonowania i symulację realizowanego w nich procesu kompletacji. Na podstawie symulacji szacowany jest czas realizacji procesu kompletacji, jego wydajność, czas kompletowania, czas jazdy swobodnej, blokowania każdego z pracowników, a także jego wykorzystanie czasu pracy.

3. DYSKUSJA WYNIKÓW

W pierwszym etapie badań dokonano analizy procesu komisjonowania realizowanego wg wariantu charakteryzującego się kompletacją wykonywaną przez 5 pracownikami wg strategii pojedynczych zleceń. Wykorzystane zostały wszystkie klasowe metody przydziału asortymentu oraz metoda losowa. Uzyskano w ten sposób 8 różnych wariantów rozmieszczenia artykułów w strefie kompletacji. Dla każdej z nich zasymulowano proces kompletacji i oszacowano jego wydajność dla poszczególnych dni analizy.

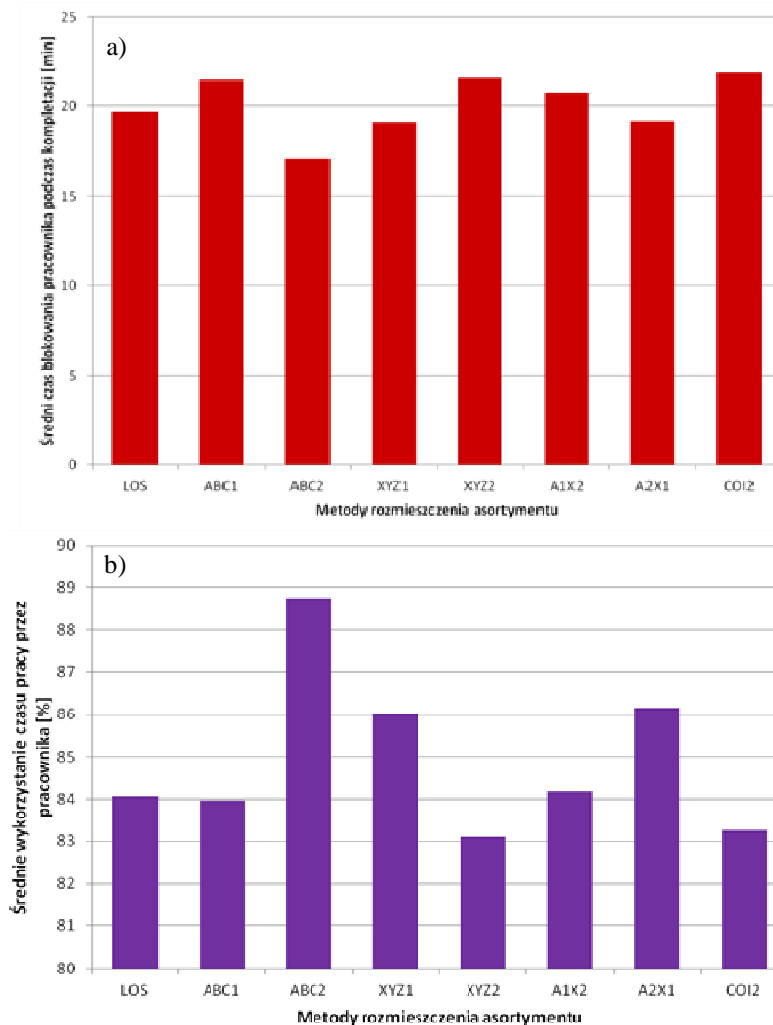
Oczekiwaną wydajność i czas procesu kompletacji w omawianych wariantach dla całego analizowanego okresu (30 dni) przedstawiono w postaci wykresów na Rys. 6.



Rys. 6. Wydajność (a) i czas (b) kompletacji realizowanej przez 5 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

Źródło: opracowanie własne.

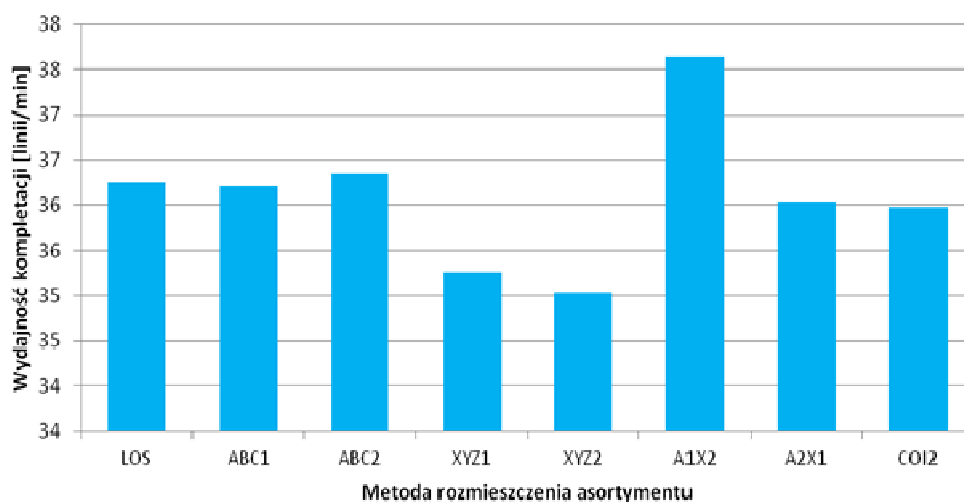
W tym przypadku największą wydajnością procesu charakteryzuje się wariant z rozmieszczeniem asortymentu wg rosnącej wielkości pobrań (ABC2), najmniejsza natomiast ten, w którym artykuły klasyfikowane były na podstawie regularności wielkości pobrań (XYZ2). Otrzymane poziomy wydajności wynikają bezpośrednio z czasu realizacji procesu kompletacji (Rys. 6). Był on odpowiednio najmniejszy dla metody ABC2 oraz największy dla XYZ2. Należy zwrócić także uwagę na przeciętny czas blokowania pracownika w z każdej metod oraz średnie wykorzystanie czasu pracy będące odniesieniem czasu blokowania do sumarycznego czasu pozostałych czynności składowych kompletacji. Te parametry bezpośrednio determinują długość czasu kompletowania w każdej z metod (Rys. 7). Im mniejsze wykorzystanie czasu pracy tym większy udział czasu blokowania w całym czasie kompletacji.



Rys. 7. Średni czas blokowania (a) oraz średnie wykorzystanie czasu pracy (b) pracownika podczas kompletacji realizowanej przez 5 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

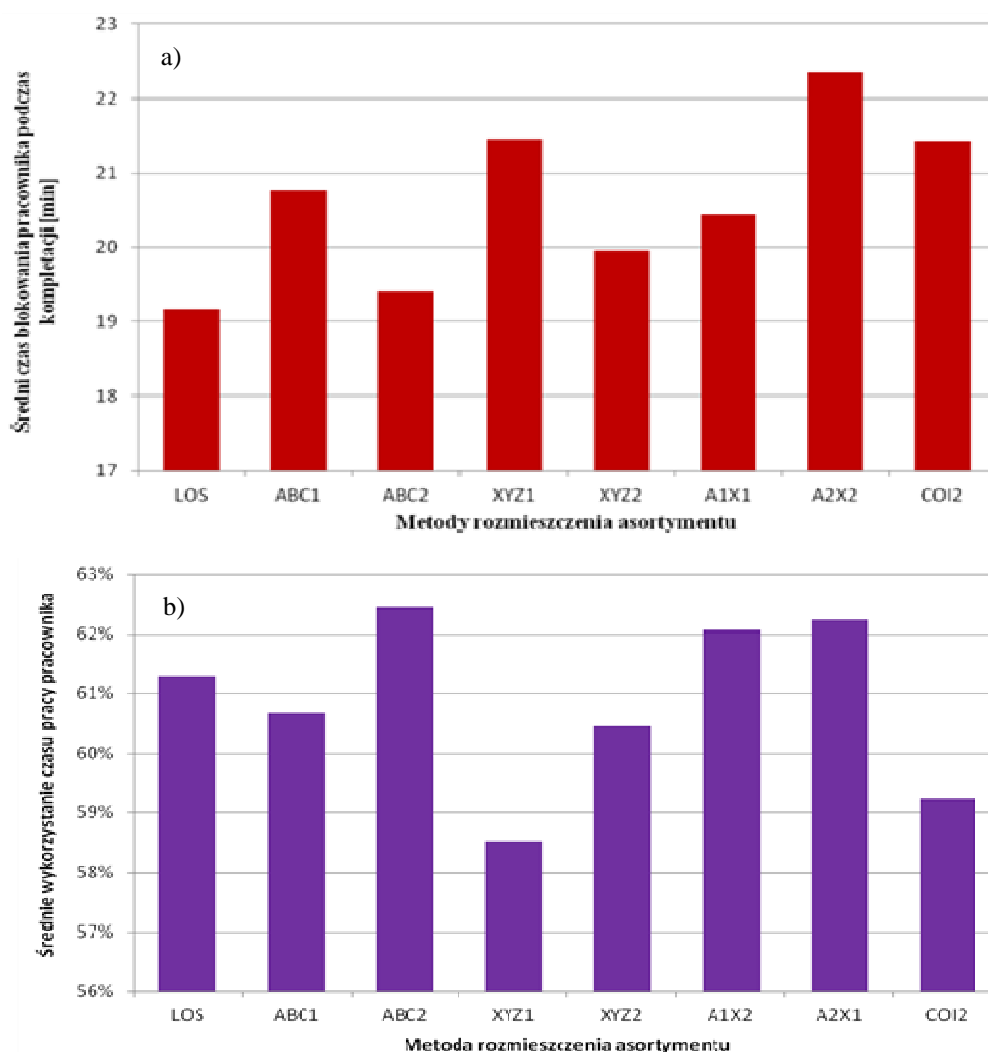
Źródło: opracowanie własne.

W wariacie systemu komisjonowania wykorzystującym 10 pracowników również najgorsza okazała się metoda rozmieszczająca asortyment według regularności wielkości pobrań (XYZ2) - Rys. 8. Należy jednak zauważyć, iż w tym przypadku średni czas blokowania pracowników nie jest najwyższy (a wręcz jeden z niższych), a wykorzystanie czasu pracy przez pracownika najniższe (Rys. 9). Oznacza to, iż w przypadku metody XYZ2 i przy 10 kompletujących osobach czas jazdy (poruszania się pomiędzy miejscami oferowania), a tym samym droga kompletacji była dłuższa niż w przypadku innych metod. Najlepszą wydajnością natomiast charakteryzował się wariant wykorzystujący metodę A1X2, szeregującą asortyment na podstawie częstości i regularności wielkości jego pobrań (Rys. 8). W tym przypadku najbliżej punktu zdawczo-pobraniowego lokalizowanego były artykuły pobierane często i w stałych (regularnych) wielkościach.



Rys. 8. Wydajność kompletacji realizowanej przez 10 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

Źródło: opracowanie własne.

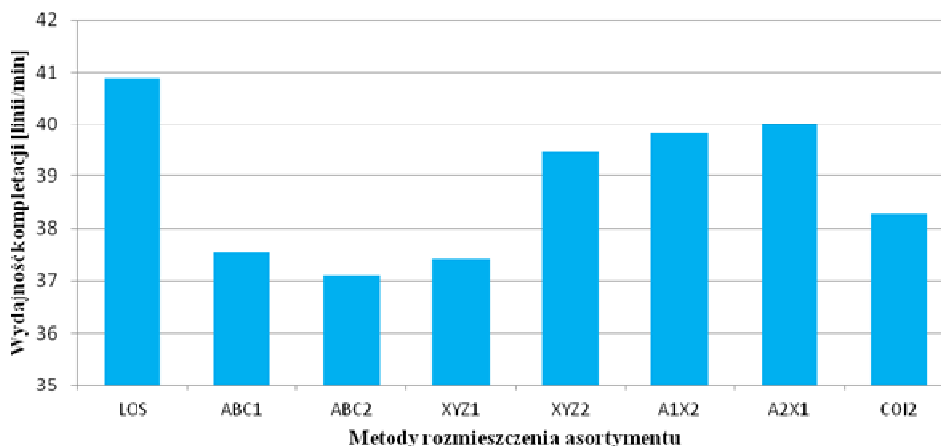


Rys. 9. Średni czas blokowania (a) oraz średnie wykorzystanie czasu pracy (b) pracownika podczas kompletacji realizowanej przez 10 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

Źródło: opracowanie własne.

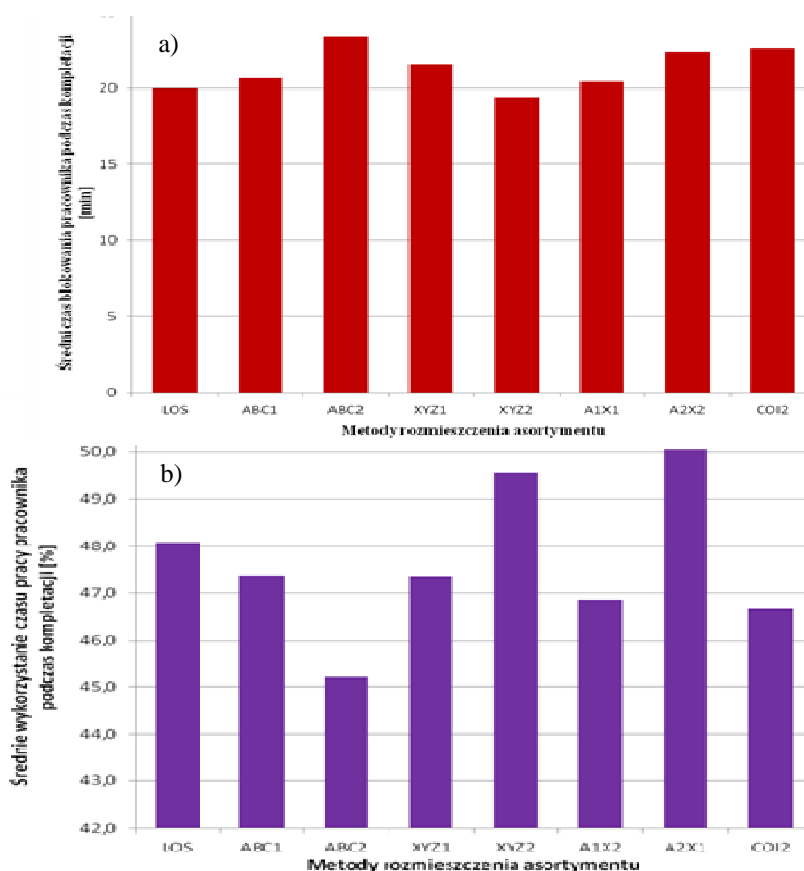
W przypadku kompletacji realizowanej przez 15 pracowników, najniżej pod względem wydajności klasyfikują się metody ABC2, XYZ2 oraz ABC1, najlepiej natomiast metoda losowa i A2X1. Należy

zauważyć, iż metoda A2X1 rozmieszczała asortyment w dość specyficzny sposób. W lokalizacjach najbliższych punktowi zdawczo-pobraniowemu umieszczane były artykuły pobierane nieregularnie oraz w najmniejszej liczbie. Pomimo to, wydajność procesu była jedną z wyższych spośród analizowanych wariantów. Powodem tego był fakt, iż regularne i duże zapotrzebowania realizowane były w najodleglejszych miejscach strefy. W wyniku tego wiele z tras pracowników nie przebiegało przez pierwszy od lewej (najczęściej odwiedzany) korytarz roboczy. To z kolei umożliwiło ograniczenie czasu blokowania pracowników (Rys. 11a). Niestety powodowało również wydłużenie tras i czasu jazdy swobodnej co zaobserwować można na podstawie dużego wykorzystania czasu pracy (Rys. 11b).



Rys. 10. Wydajność kompletacji realizowanej przez 15 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 11. Średni czas blokowania (a) oraz średnie wykorzystanie czasu pracy (b) pracownika podczas kompletacji realizowanej przez 15 pracowników w zależności od wykorzystanej metody rozmieszczenia asortymentu

Źródło: opracowanie własne.

Porównanie wszystkich wariantów systemu komisjonowania wskazuje, iż wraz ze wzrostem liczby pracowników rośnie również wydajność procesu kompletacji dla każdej z metod. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż rośnie wówczas także średni czas blokowania się pracowników oraz maleje ich średnie wykorzystanie pracy. Wzrost wydajności pomiędzy wariantami realizowanymi przez 10 i 15 pracowników nie jest już tak duży jak w przypadku 5 i 10 kompletujących. Może to sugerować, iż wraz z dalszym wzrostem liczby pracowników wydajność, przy zadanym układzie strefy kompletacji, procesu zaczęła by spadać. Nie mniej jednak każda z analizowanych metod charakteryzuje się inną wrażliwością na zmianę liczby pracowników i czasu blokowania.

Podsumowując, należy również zwrócić uwagę na to, iż w przypadku metod klasowych rozmieszczenia asortymentu niezwykle istotne są wartości parametrów granicznych umożliwiające odpowiedni przydział artykułów do klas (α^{ABC} , β^{ABC} , α^{XYZ} , β^{XYZ} , itd.). Ich zmiana skutkowałaby innym rozlokowaniem materiału w strefie kompletacji, a tym samym mogłaby doprowadzić do zmiany obciążenia jej podstref. To z kolei wpłynęłoby na czas blokowania się pracowników i wydajność procesu kompletacji.

Streszczenie

Artykuł dotyczy problematyki rozmieszczenia asortymentu w strefie kompletacji z wykorzystaniem klasowych metod przydziału artykułów do miejsc oferowania. Rozmieszczenie asortymentu traktowane jest jako element organizacyjny systemu i procesu komisjonowania. Analizie poddane zostało zachowanie systemu i realizowanych w nim procesów kompletacyjnych w różnych wariantach organizacyjnych, czyli przy różnym rozlokowaniu artykułów w strefie kompletacji. Jako miernik oceny poszczególnych wariantów wykorzystana została wydajność procesu kompletacji mierzona liczbą linii pobieranych przez pracowników w jednostce czasu (minucie). Poza wariantowaniem rozmieszczenia asortymentu uwzględniono również problem kongestii w strefie kompletacji wynikającej z realizacji procesu kompletacji przez więcej niż jednego pracownika.

Słowa kluczowe: klasowe metody rozmieszczenia asortymentu, komisjonowanie, wydajność procesu kompletacji.

Class based assignment and its impact on order picking efficiency

Abstract

The paper presents the storage assignment problem with class based assignment methods. Storage assignment is treated in this case as a part of the order picking system organization. In paper authors analyze impact of these methods on order picking productivity. Order picking productivity is measured in SKU per time unit (minute). In research, authors also consider the problem of congestion in the order picking area resulting from using more than one picker.

Key words: class based assignment, order picking, order picking efficiency.

LITERATURA

- [1] De Koster R., Le Duc T., Rootbergen K., Design and control of warehouse order picking: a literature review, Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, 2006
- [2] Fijałkowski J., Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia, OWPW, Warszawa, 1995
- [3] Kłodawski M., Jacyna M., Selected aspects of research on order picking productivity in aspect of congestion problems, Conference Proceedings, International Conference on Industrial Logistics, 14-16 June 2012, Zadar, Croatia.
- [4] Korzeń Z., Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom II, Biblioteka Logistyczna
- [5] Niemczyk A., Zapasy i magazynowanie. Tom II, Biblioteka Logistyczna, Poznań, 2006
- [6] Słownik terminologii logistycznej, Biblioteka logistyczna, Poznań, 2006.

Acknowledgment

"Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy". Projekt N N509 601839 pt. Metodyka kształtowania sieci transportowo-logistycznej w wybranych obszarach.