

Krzysztof Dmytrów

Procedura kompletacji zakładająca oczyszczanie lokalizacji

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 31/2, 23-36

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Krzysztof Dmytrów*

Uniwersytet Szczeciński

PROCEDURA KOMPLETACJI ZAKŁADAJĄCA OCZYSZCZANIE LOKALIZACJI

Streszczenie

W artykule zaproponowano procedurę kompletacji produktu w magazynie zapewniającą oczyszczenie maksymalnej liczby lokalizacji, w których produkt ten występuje. Ma to znaczenie, gdy decydent zamierza zmniejszyć rozproszenie występowania produktów w magazynie. Po zaprezentowaniu specyfikacji badanego magazynu i przedstawieniu procedury zagadnienie zobrazowano przykładem numerycznym. Autor podał także przyszłe rozwinięcie zagadnienia poprzez dodanie pewnych nowych założeń oraz zwiększenie liczby rodzajów produktów.

Słowa kluczowe: kompletacja, zarządzanie łańcuchem dostaw, optymalizacja

Wprowadzenie

Gospodarka magazynowa stanowi istotny element zarządzania przedsiębiorstwem z kilku powodów. Z jednej strony, magazyn generuje duże koszty, w tym:

- koszty zatrudnienia pracowników,
- koszty wynajmu lub zakupu powierzchni magazynowej,

* Adres e-mail: krzysztof.dmytrow@wneiz.pl.

- koszty zakupu i utrzymania urządzeń niezbędnych do przeprowadzania operacji magazynowych (wózki widłowe, żurawie, suwnice, manipulatory itp.).

Z drugiej strony, utrzymywanie magazynu ma swoje istotne zalety, do których należą: zapewnienie ciągłości dostępności produktów (przynajmniej do pewnego stopnia) czy redukcja kosztów transportu produktów od producentów do punktów sprzedaży.

Gospodarka magazynowa oraz procesy dystrybucji razem tworzą procesy logistyczne¹. Spośród wielu operacji magazynowych, takich jak: przyjmowanie towaru, odkładanie towaru do lokalizacji, kompletacja, sprawdzanie i pakowanie oraz przesyłanie, najbardziej pracochłonna i czasochłonna jest kompletacja, czyli pobieranie towarów z lokalizacji. O ile sam proces kompletacji (czyli ustalenie drogi, którą musi pokonać magazynier, aby skompletować zamówienie) jest w literaturze przedmiotu dobrze rozpoznany i opisany, o tyle mało uwagi poświęcono wyborowi konkretnych lokalizacji spośród wielu dostępnych, w których występuje pobierany produkt. Problem ten nie występuje w przypadku, gdy dany produkt jest przypisany do konkretnej lokalizacji i nie ma go w żadnym innym miejscu w magazynie. Jeżeli zaś dany produkt występuje w wielu lokalizacjach, należy wybrać te, które magazynier ma odwiedzić, żeby go pobrać (a samą drogę, którą musi pokonać, można wyznaczyć na przykład w drugim etapie). Lokalizacje, które musi odwiedzić magazynier, można wybierać następująco:

1. Wybiera się lokalizacje, które z jednej strony znajdują się jak najbliżej punktu startowego i punktu zdania towaru oraz z drugiej strony takie, w których znajduje się możliwie największa liczba jednostek danego produktu – będzie to kryterium minimalizacji czasu kompletacji.
2. Wybiera się lokalizacje, które zostały zapełnione najwcześniej. Ma to znaczenie w przypadku produktów o ograniczonym okresie przydatności. Najpierw pobieramy produkty najstarsze, potem coraz nowsze.
3. Wybiera się lokalizacje, w których występuje najmniejsza liczba jednostek danego produktu – za pomocą tej metody można oczyścić lokalizacje z niewielkiej liczby jednostek danego produktu i w konsekwencji zmniejszyć rozproszenie występowania danego produktu w maga-

¹ C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 1999, s. 23–27.

zynie. Należy jednak mieć na uwadze fakt, że magazynier będzie miał do pokonania dłuższą drogę niż w pierwszym i drugim przypadku.

Celem artykułu jest zaproponowanie procedury kompletacji pojedynczego produktu w przedsiębiorstwie zakładającej oczyszczenie jak największej liczby lokalizacji.

1. Rodzaje magazynów, operacje magazynowe

W praktyce występuje bardzo wiele typów magazynów, które można podzielić głównie ze względu na rodzaj klientów, które obsługują. Najważniejsze rodzaje magazynów to²:

- centrum dystrybucji detalicznej,
- centrum dystrybucji części zamiennych,
- centrum dystrybucyjne e-commerce lub sprzedaży wysyłkowej na podstawie katalogów,
- magazyn 3PL,
- magazyn produktów psujących się.

Centrum dystrybucji detalicznej jest magazynem, który obsługuje duże sieci super- czy hipermarketów. Typowe pojedyncze zamówienie składane do takiego magazynu składa się nawet z tysięcy produktów. Jako że pojedyncze centrum dystrybucji detalicznej może obsługiwać setki super- lub hipermarketów, przepływ towarów jest w nich olbrzymi.

Centrum dystrybucji części zamiennych zajmuje się dostawami bardzo często drogich części zamiennych producentom samochodów, samolotów, sprzętu komputerowego, AGD czy RTV. Zarządzanie takim magazynem jest bardzo dużym wyzwaniem, gdyż z jednej strony należy zapewnić w miarę możliwości ciągłe dostawy części producentom, z drugiej strony części te są często bardzo drogie, przez co przechowywanie dużej ich liczby powoduje zamrożenie dużych ilości kapitału. Takie magazyny obsługują dwa rodzaje zamówień: zamówienia seryjne oraz awaryjne. Zamówienia seryjne są statystycznie przewidywalne, opierają się na obserwacji zapotrzebowania na produkty w przeszłości, natomiast zamówienia awaryjne występują dla części, na które popyt jest

² J.J. Bartholdi, S.T. Hackman, *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE*, Release 0.95, The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta 2011, s. 8–10.

rzadki, incydentalny, ale są to na ogół części drogie i ważne, na które klient nie może długo czekać.

Centrum dystrybucyjne e-commerce lub sprzedaży wysyłkowej na podstawie katalogów jest magazynem, który przyjmuje zwykle niewielkie, pojedyncze zamówienia od klientów telefonicznie albo przez internet. Jednak zamówień tych jest bardzo dużo oraz muszą być realizowane w bardzo krótkim czasie.

Magazyn typu 3PL jest magazynem, który działa na zasadzie outsourcingu. Przedsiębiorstwo powierza przechowywanie swoich produktów oraz wszelkie operacje związane z gospodarką magazynową firmie zewnętrznej.

Magazyn produktów psujących się jest magazynem, w którym przechowuje się produkty o krótkim okresie przydatności (żywność, świeże kwiaty, szczepionki oraz inne produkty, które muszą być przechowywane w warunkach chłodniczych). Tym, co wyróżnia takie magazyny, jest to, że produkty są przechowywane bardzo krótko (często czas przechowywania jest rzędu kilku godzin). Kładzie się też w nich duży nacisk na efektywne wykorzystanie przestrzeni magazynowej, gdyż w połączeniu z koniecznością zapewnienia warunków chłodniczych jest ona bardzo droga. Produkty przechowywane w takich magazynach muszą być dostarczane klientom według jednej z dwóch zasad: FIFO (First-In-First-Out) albo FEFO (First-Expired-First-Out).

Magazyn jest jednym z elementem łańcucha dostaw (*supply chain*). Łańcuchem dostaw nazywamy proces, w którym produkt przechodzi od miejsca powstania do odbiorcy końcowego. Na poszczególnych etapach procesu produkt jest przechowywany/transportowany w różnych jednostkach. Przesuwając się w dół łańcucha dostaw, produkt jest przechowywany w coraz mniejszych jednostkach:

- palety,
- warstwy,
- skrzynie lub kartony,
- opakowania wewnętrzne,
- sztuki lub inne jednostki (pudełka, worki itp.).

Bardzo ważne jest, aby ustalić odpowiedni sposób przechowywania produktów w magazynie. Istnieją dwa sposoby przechowywania:

- a) przechowywanie dedykowane – dany produkt przechowywany jest tylko w jednej lokalizacji i dana lokalizacja przypisana jest wyłącznie do jednego produktu;

- b) przechowywanie współdzielone – dany produkt może być przechowywany w różnych lokalizacjach i w danej lokalizacji może być przechowywanych wiele rodzajów produktów (inna nazwa to magazyn chaotyczny).

Zaletą przechowywania dedykowanego jest to, iż magazynierzy mogą łatwo zapamiętać lokalizacje, w których przechowywany jest każdy produkt, co czyni procedurę kompletacji szybką i efektywną. Wadą przechowywania dedykowanego jest nieefektywne wykorzystanie przestrzeni magazynowej. Jeżeli dana lokalizacja jest przypisana tylko do jednego produktu, to po uzupełnieniu zapasów danego produktu (załóżmy, że zamówiono taką jego ilość, żeby cała przestrzeń magazynowa w danej lokalizacji była wypełniona w stu procentach), jego poziom stopniowo maleje na skutek zapotrzebowania i jak spadnie do zera, nadchodzi kolejne zamówienie uzupełniające. W takim przypadku przestrzeń magazynowa jest wypełniona przeciętnie jedynie w połowie.

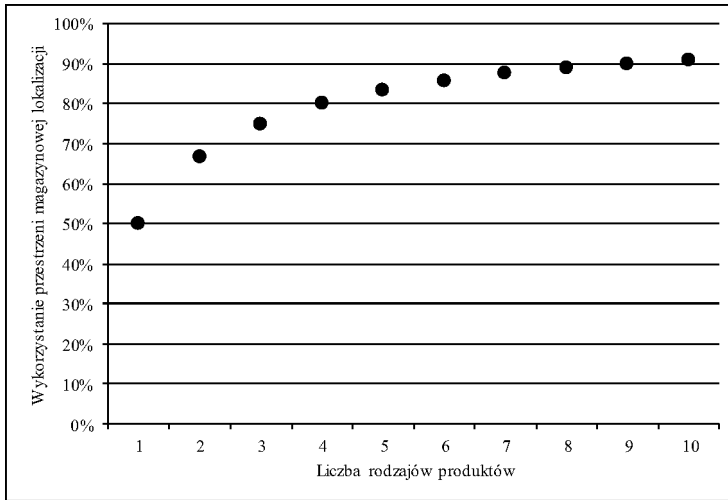
Wady tej pozbawione jest przechowywanie współdzielone. W tym przypadku lokalizacja, w której jest wolne miejsce, może być wypełniona dowolnym produktem (o ile się w niej zmieści) bez potrzeby czekania, aż zapas pierwotnego produktu wyczerpie się do zera. Generalnie, im więcej produktów może być przechowywanych w danej lokalizacji i im więcej jest lokalizacji, w których przechowywany jest dany produkt, tym prędzej dana lokalizacja jest czyszczona z danego produktu i tym prędzej przestrzeń magazynowa w danej lokalizacji jest ponownie wypełniana. Przechowywanie współdzielone ma także wady. Jedną z nich jest to, że zmieniają się miejsca przechowywania produktów i zmienia się lista produktów w danej lokalizacji. Wymaga to komputerowego systemu wspomaganego gospodarowania magazynem.

Można zadać pytanie, jaki procent przestrzeni magazynowej wykorzystamy, przechowując w niej k produktów. Zakładając, że przestrzeń magazynowa w każdej lokalizacji jest taka sama i że zapotrzebowanie na każdy produkt jest stałe w czasie, wykorzystanie lokalizacji dane jest wzorem³: $\frac{k}{k+1}$.

Procent wykorzystania przestrzeni magazynowej w danej lokalizacji w zależności od liczby produktów w niej przechowywanych przedstawiono na rysunku 1.

³ *Ibidem*, s. 17.

Rysunek 1. Wykorzystanie przestrzeni magazynowej w danej lokalizacji w zależności od liczby produktów



Źródło: J.J. Bartholdi, S.T. Hackman, *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE, Release 0.95*, The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta 2011, s. 17.

Mimo że w magazynie przechowywane są różne produkty na różnym etapie łańcucha dostaw, czyli są przyjmowane w różnych jednostkach przechowywania i tak samo w różnych jednostkach są wysyłane do odbiorców, można wyróżnić wspólne dla wszystkich produktów operacje magazynowe (w nawiasach podano udział kosztów danej operacji w ogólnych kosztach operacyjnych magazynu)⁴:

- przyjmowanie towaru (10%),
- odkładanie towaru do lokalizacji (15%),
- kompletacja (55%),
- sprawdzanie i pakowanie,
- przesyłanie,
- inne.

Do innych operacji magazynowych zaliczamy na przykład: organizowanie zwrotów, przepakowywanie, etykietowanie, wystawianie faktur i inne. Trzy ostatnie operacje stanowią razem około 20% ogólnych kosztów operacyjnych

⁴ *Ibidem*, s. 23–30.

magazynu. Jak widać, najbardziej pracochłonnym procesem jest kompletacja. Ją z kolei można rozbić na następujące czynności zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1. Udziały czasów trwania poszczególnych czynności
w łącznym czasie procesu kompletacji

Czynności	Procent czasu trwania procesu kompletacji
Przemieszczanie się	55
Szukanie	15
Pobieranie towaru	10
Dokumentowanie i inne czynności	20

Źródło: J.J. Bartholdi, S.T. Hackman, *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE, Release 0.95*,
The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering,
Georgia Institute of Technology, Atlanta 2011, s. 25.

2. Specyfikacja badanego przedsiębiorstwa i procedura kompletacji

Badane przedsiębiorstwo jest centrum dystrybucyjnym dużego przedsiębiorstwa zajmującego się produkcją i dystrybucją narzędzi i odzieży roboczej. Przedsiębiorstwo jest w trakcie przechodzenia od dedykowanego do współdzielonego sposobu przechowywania produktów. Ponieważ produkty są rozpraszone w wielu lokalizacjach, jednym z celów działu gospodarki materiałowej jest zbieranie produktów z tych lokalizacji, w których jest ich najmniej, żeby oczyścić ze zbieranego produktu jak największą ich liczbę, mimo iż nie jest to optymalne z punktu widzenia minimalizacji całkowitej drogi, którą należy pokonać, kompletując produkt. Celem takiego działania jest przygotowywanie miejsc znajdujących się blisko punktu startu i odkładania towaru do składowania produktów zamawianych najczęściej, a głębiej w magazynie – produktów zamawianych rzadziej.

Procedurę kompletacji produktu można opisać następującymi etapami:

1. Należy podać liczbę jednostek produktu A, którą trzeba skompletować (n).
2. Trzeba uporządkować lokalizacje rosnąco według liczby jednostek produktu A: A_1, A_2, \dots, A_l .

3. Należy zsumować liczbę jednostek produktu A w każdej lokalizacji, poczynając od najmniejszej do największej liczby jednostek ($n_{A1} + n_{A2} + \dots + n_{Ak}$).
4. Należy wybrać k pierwszych lokalizacji takich, dla których suma $n_{A1} + n_{A2} + \dots + n_{Ak} \geq n$, takich, że n będzie w przedziale (n_{skAk-1}, n_{skAk}) (n_{sk} – liczebność skumulowana).
5. Wybrane w poprzednim punkcie lokalizacje będą lokalizacjami odwiedzanymi i zostanie im przypisana wartość 1 (wszystkim lokalizacjom, których nie odwiedzamy, przypisujemy wartość 0).
6. Należy zapisać macierz odległości pomiędzy punktem startowym S a wszystkimi lokalizacjami oraz pomiędzy każdą parą lokalizacji. Odległości te oznaczono jako a_{ij} (i – numer lokalizacji, z której magazynier wychodzi, j – numer lokalizacji, do której magazynier zmierza).
7. Zmienne decyzyjne x_{ij} będą oznaczały przejście (lub nie) z lokalizacji i -tej do lokalizacji j -ej. Będą to zmienne binarne. Jeżeli zmienna przyjmie wartość 1, oznacza to, że magazynier idzie z lokalizacji i -tej do lokalizacji j -ej, a jeżeli przyjmie wartość 0 – nie idzie.
8. Należy znaleźć optymalną drogę przejścia przez wszystkie odwiedzone k lokalizacje, rozwiązując zagadnienie komiwojażera. Oczywiście, znajdowanie w tym przypadku rozwiązania optymalnego na sens jedynie wówczas, gdy trzeba odwiedzić stosunkowo niewielką liczbę lokalizacji (do kilkunastu). Jeżeli ich liczba jest większa, wówczas znalezienie rozwiązania optymalnego jest na tyle długie, że bardziej efektywne byłoby zastosowanie metod heurystycznych znalezienia drogi. Model decyzyjny zostanie zaprezentowany w dalszej części pracy.
9. Zmienne zapisuje się w postaci macierzy, w której wiersze oznaczają lokalizacje startowe, a kolumny – lokalizacje, do których trzeba dojść. W pierwszym wierszu i w pierwszej kolumnie występuje punkt startowy S (zakłada się, że po skompletowaniu wszystkich produktów wracamy do tego samego punktu).
10. Rozwiązanie odczytuje się następująco:
 - a) wartość jeden w wierszu pierwszym mówi, do której lokalizacji zmierzamy z punktu startowego S (odczytujemy lokalizację z kolumny, w której jest jedynka);

- b) następnie w lokalizacji w wierszu odpowiadającemu lokalizacji z kolumny, w której była jedynka w poprzednim punkcie, poszukuje się kolejnej wartości 1 – w kolumnie będzie to kolejna lokalizacja, do której magazynier ma pójść;
 - c) procedurę powtarza się do momentu, aż lokalizacja, do której należy zmierzać, będzie znajdowała się w pierwszej kolumnie – będzie to punkt startowy S i będzie to koniec trasy.
11. Oblicza się, ile jednostek produktu pobieramy z każdej lokalizacji.

3. Model decyzyjny i przykład numeryczny

W przykładzie wykorzystano prosty liniowy model decyzyjny opisujący zagadnienie komiwojażera⁵:

Funkcja celu:

$$L(x) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k a_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

Warunki ograniczające:

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1, i = 0, 1, \dots, k \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = 1, j = 0, 1, \dots, k \quad (2)$$

$$x_{ij} + x_{ji} \leq 1 \quad (3)$$

Warunki brzegowe:

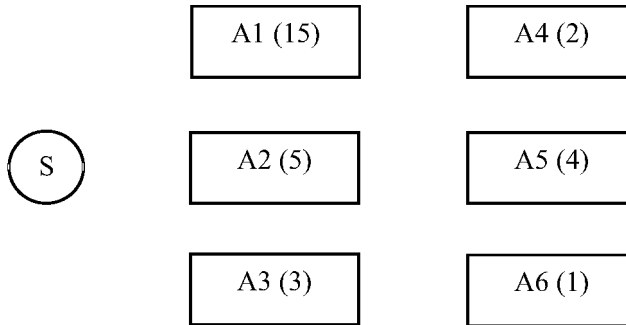
$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

⁵ S. Krawczyk, *Metody ilościowe w logistyce (przedsiębiorstwa)*, C.H. Beck, Warszawa 2001, s. 322.

- punkt startowy ma indeks 0, zaś lokalizacje, w których następuje kompletacja, mają indeksy $1, 2, \dots, k$,
- warunek (1) mówi o tym, że z danej lokalizacji można wyjść tylko raz,
- warunek (2) mówi, że do danej lokalizacji można wejść tylko raz,
- warunek (3) mówi, że drogę pomiędzy i -tą a j -ą lokalizacją można pokonać co najwyżej jeden raz.

Na potrzeby przykładu założono bardzo prosty magazyn z sześcioma lokalizacjami. Przedstawia go rysunek 2 (w nawiasach podano liczbę sztuk produktu w każdej lokalizacji).

Rysunek 2. Schemat magazynu



Źródło: opracowanie własne.

Założono, że należy skompletować 9 sztuk produktu. W podejściu klasycznym, rozwiązaniem optymalnym byłoby udanie się z punktu startowego S do lokalizacji A1, pobranie z niej 9 sztuk produktu i powrót do punktu startowego. Zakładając jednak, że należy oczyścić z produktu jak najwięcej lokalizacji, należy najpierw uporządkować je rosnąco według liczby sztuk w każdej lokalizacji: A6, A4, A3, A5, A2, A1. Skumulowane liczby elementów w kolejnych lokalizacjach będą następujące: 1-3-6-10-15-30. Widać więc, że chcąc zebrać 9 sztuk produktu, możemy oczyścić trzy pierwsze lokalizacje (A6, A4 oraz A3), a w czwartej lokalizacji (A5) pozostanie jeszcze jedna sztuka.

Dla uproszczenia założono, że odległość pomiędzy sąsiednimi lokalizacjami wynosi jedną jednostkę, a pomiędzy lokalizacjami po przekątnej – dwie jednostki. Macierz odległości przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Macierz odległości (a_{ij}) pomiędzy lokalizacjami

	S	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S	0	2	1	2	3	2	3
A1		0	1	2	1	2	3
A2			0	1	2	1	2
A3				0	3	2	1
A4					0	1	2
A5						0	1
A6							0

Źródło: opracowanie własne.

Rozwiązanie optymalne przedstawia tabela 3.

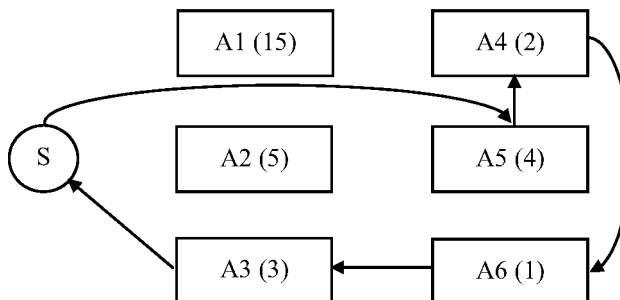
Tabela 3. Rozwiązanie optymalne zagadnienia

	S	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S						1	
A1							
A2							
A3	1						
A4							1
A5					1		
A6				1			

Źródło: opracowanie własne.

Graficznie rozwiązanie przedstawiono na rysunku 3.

Rysunek 3. Trasa optymalna



Źródło: opracowanie własne.

Magazynier powinien pójść z punktu S do lokalizacji A5, tam pobrać 3 sztuki produktu (nie może pobrać wszystkich, bo, jak wspomniano wcześniej, skumulowana liczba sztuk w czterech pierwszych lokalizacjach wynosi 10, a więc z lokalizacji o największej liczbie sztuk, czyli z lokalizacji A5, należy pobrać o jedną mniej, niż się w niej znajduje), następnie powinien udać się do lokalizacji A4 i pobrać 2 sztuki, potem przejść do A6 i pobrać 1 sztukę, potem do lokalizacji A3, pobrać 3 sztuki i udać się do punktu startowego S. Dla takiego planu kompletacji długość trasy będzie minimalna i wyniesie 8 jednostek. Nie jest to oczywiście jedyna możliwa trasa optymalna, inną mogłaby być na przykład trasa S–A4–A5–A6–A3–S albo obecna trasa tylko pokonana w drugą stronę. Za każdym razem magazynier musiałby pokonać 8 jednostek.

Podsumowanie

W artykule zaprezentowano procedurę kompletacji pojedynczego produktu w przedsiębiorstwie. Zobrazowano ją prostym przykładem numerycznym. Oczywiście przykład ten nie wyczerpuje wszystkich rzeczywistych założeń, które mogą się pojawić w trakcie opracowywania planu kompletacji. Autor obecnie jest na etapie wprowadzania dodatkowych założeń do modelu, są to:

Blokada pewnej liczby sztuk produktu spowodowana przyjętym wcześniej, a jeszcze niezrealizowanym zamówieniem.

Sytuacja, w której magazynier, pobierając produkt z lokalizacji, stwierdza, że liczba sztuk jest inna niż wykazana w systemie (na przykład kompletując opakowanie 100 gwoździ, stwierdza, że jest ich w opakowaniu mniej i trzeba dokonać zwrotu).

Sytuacja, w której magazynier nie może podejść do danej lokalizacji, bo ta jest w danej chwili zajęta. Należy podjąć decyzję, czy magazynier będzie czekał, aż się ona zwolni (co będzie miało miejsce, jeżeli dana lokalizacja będzie jedyną, w której będzie występował dany produkt lub jeżeli będzie to ostatnia lokalizacja zawierająca dany produkt), czy trzeba wyznaczyć od początku trasę pobrania pozostałych jednostek produktu.

Sytuacja, w której magazynier dostaje informację, że klient zrezygnował z części lub z całości swojego zamówienia. W zależności od sytuacji magazynier musi odłożyć na półki to, co już zebrał (albo część tego, co zebrał) lub zakończyć kompletację, jeżeli nie zebrał jeszcze niczego.

Opracowanie procedury kompletacji z powyższymi założeniami dla więcej niż jednego produktu.

Dodatkowym problemem będzie duża liczba lokalizacji do odwiedzenia, co spowoduje niemożność znalezienia rozwiązania optymalnego w zagadnieniu komiwojażera (proces poszukiwania rozwiązania optymalnego będzie na tyle długi, że oszczędność czasu spowodowana przejściem najkrótszą drogą nie będzie rekompensowała czasu obliczeń). W takim przypadku trzeba będzie zastosować metody heurystyczne kompletacji produktów w magazynie. Do najczęściej stosowanych należą⁶:

- metoda S-shape,
- metoda Midpoint,
- metoda Largest Gap,
- metoda Return,
- metoda Combined.

Literatura

- Bartholdi J.J., Hackman S.T., *Warehouse & Distribution Science, Release 0.95*, The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta 2011.
- Kłodawski M., Jacyna M., *Wpływ układu strefy komisjonowania na długość drogi kompletowania*, „Logistyka” 2010, nr 4.
- Krawczyk S., *Metody ilościowe w logistyce (przedsiębiorstwa)*, C.H. Beck, Warszawa 2001.
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 1999.

⁶ M. Kłodawski, M. Jacyna, *Wpływ układu strefy komisjonowania na długość drogi kompletowania*, „Logistyka” 2010, nr 4.

ORDER-PICKING WITH ASSUMPTION OF LOCATIONS CLEANING

Abstract

The article presents order-picking procedure of a single with assumption of cleaning of maximum number of locations in which the product exists. It is important when the decision maker intends to decrease dispersion of arrangement of products in warehouse. After presentation of specification of analysed warehouse and procedure, the problem was illustrated by simple, numerical example. The author also showed future development of the problem by adding some new assumptions and increasing the number of products.

Keywords: order-picking, supply chain management, optimisation

Kody JEL: C44, C61

Translated by Krzysztof Dmytrów