

# Krzysztof Dmytrów

---

## Uwzględnienie czasu pobrań w wyborze lokalizacji owiedzanych przez magazyniera podczas kompletacji produktów

---

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 45/1, 229-240

---

2016

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



DOI: 10.18276/sip.2016.45/1-18

**Krzysztof Dmytrów\***

Uniwersytet Szczeciński

## UWZGLĘDNIANIE CZASU POBRAŃ W WYBORZE LOKALIZACJI ODWIEDZANYCH PRZEZ MAGAZYNIERA PODCZAS KOMPLETACJI PRODUKTÓW

### Streszczenie

Wybór lokalizacji, które ma odwiedzić magazynier podczas kompletacji produktów, oraz wybór kolejności ich odwiedzania jest jednym z podstawowych problemów w gospodarce materiałowej. Zazwyczaj celem, który chce osiągnąć decydent, jest minimalizacja pokonywanej przez magazyniera odległości. Ma to swoje uzasadnienie, ponieważ czas przemierzania się magazyniera stanowi ponad połowę czasu kompletacji zlecenia. Możliwa jest jednak sytuacja, w której magazynier będzie musiał odwiedzić więcej lokalizacji podczas pokonywania krótszej drogi, przez co poświęci więcej czasu na sam proces pobierania produktów. Celem artykułu jest analiza czasu pobrań produktów i jego wpływu na łączny czas kompletacji zamówienia. Same lokalizacje będą wybrane za pomocą zmiennej syntetycznej zwanej *Taksonomiczną Miarą Atrakcyjności Lokalizacji (TMAL)*.

**Słowa kluczowe:** gospodarka magazynowa, kompletacja, metody taksonomiczne

### Wstęp

Pomimo coraz powszechniejszego stosowania zaawansowanych technologii wspomagających gospodarkę magazynową wciąż najpowszechniejszym systemem kompletacji jest tradycyjny system niskiego składowania typu *człowiek do towaru*

---

\* Adres e-mail: [krzysztof.dmytrow@usz.edu.pl](mailto:krzysztof.dmytrow@usz.edu.pl).

(*picker to parts*), w którym magazynier odwiedza lokalizacje (najczęściej regały, na których znajdują się produkty) i ręcznie pobiera odpowiednie ich ilości.

Taki system ma sporo zalet (Gudehus, Kotzab, 2012, s. 542):

- a) niepotrzebny jest duży wkład techniczny, a więc system jest tani;
- b) prosta organizacja ze wsparciem komputerowym albo bez;
- c) krótki czas realizacji zamówień;
- d) różne rodzaje zamówień mogą być realizowane równolegle;
- e) duża elastyczność ze względu na zmienny popyt i zmiany asortymentu;
- f) może być stosowany dla wszystkich rodzajów towarów – od niewielkich i lekkich do dużych i ciężkich.

Wady tego systemu są następujące (Gudehus, Kotzab, 2012, s. 542):

- a) produkty, które mają duże wymiary, wymagają większej liczby magazynierów, niż ma to miejsce w przypadku innych rozwiązań;
- b) wymagane są dodatkowe obszary dla miejsc dostępu oraz alejek;
- c) problemy z uzupełnieniem, gdy ostatnia jednostka produktu została pobrana, a kolejne są wymagane w tym samym zamówieniu.

Ze względu na wspomniane wyżej zalety i pomimo wad systemy te stanowią około 80% wszystkich systemów magazynowych (De Koster, Le-Duc, Roodbergen, 2007, s. 486). Podczas wyboru lokalizacji do odwiedzenia przez magazyniera i następnie podczas ustalania kolejności ich odwiedzania zazwyczaj stosuje się jedno kryterium – minimalizację drogi pokonywanej przez magazyniera podczas procesu kompletacji (Gudehus, Kotzab, 2012, s. 575–579). Ma to swoje uzasadnienie, ponieważ przemieszczanie się magazyniera pochłania najwięcej (55%) czasu procesu kompletacji, 25% czasu zajmuje szukanie i pobieranie, a resztę stanowi dokumentowanie i inne czynności (Bartholdi, Hackman, 2014, s. 25). Minimalizację długości trasy pokonywanej przez magazyniera można zapewnić poprzez zastosowanie *zagadnienia komiwojażera*. Jednak dla dużych zleceń, w których trzeba odwiedzić na przykład kilkadziesiąt lokalizacji, wyznaczenie rozwiązania optymalnego zajmuje bardzo dużo czasu. Dlatego zazwyczaj stosuje się różnego rodzaju metody heurystyczne, które co prawda zwykle dają trasy dłuższe od optymalnej, za to ich wyznaczenie zajmuje relatywnie niewiele czasu. Stosowane są następujące heurystyki: *s-shape*, *return*, *largest gap*, *combined* oraz *midpoint* (Tarczyński, 2012). Najczęściej stosowana (i najprostsza) jest heurystyka *s-shape* i taka zostanie zastosowana w niniejszym artykule.

Zdaniem autora sama minimalizacja długości pokonywanej drogi niekoniecznie jest prawidłowa. Dzieje się tak szczególnie przy przechowywaniu współdzielonym, w którym dany produkt może być przechowywany w różnych lokalizacjach oraz

w jednej lokalizacji może znajdować się wiele różnych produktów. W odróżnieniu od przechowywania dedykowanego, w którym dany produkt znajduje się w jednej lokalizacji i dana lokalizacja przydzielona jest do przechowywania jednego produktu, stosowanie przechowywania współdzielonego znacznie lepiej wykorzystuje przestrzeń magazynową. Jednak jego wadą jest to, że często dochodzi do rozproszenia rozmieszczenia produktu w magazynie (Bartholdi, Hackman, 2014, s. 14–18). Może wystąpić taka sytuacja, szczególnie dla szybko rotujących produktów, że dany produkt jest często zamawiany przez klientów, co powoduje konieczność częstego uzupełniania jego zapasu w magazynie. Przy przechowywaniu współdzielonym produkty często rozmieszcza się w sposób chaotyczny albo tam, gdzie w danym momencie jest dostępne miejsce. A więc może być tak, że w wyniku zamówień składanych przez klientów produkt ten będzie pobierany najpierw z lokalizacji położonych bliżej punktu odkładczego. Wtedy w tych lokalizacjach mogą pozostać niewielkie ilości tego produktu. W lokalizacjach położonych dalej będą większe jego ilości. Podczas realizacji jakiegoś zamówienia może się zdarzyć tak, że aby skompletować zamówioną przez klienta liczbę jednostek produktu, trzeba będzie odwiedzić wiele lokalizacji położonych blisko punktu odkładczego (wtedy magazynier pokona relatywnie krótką drogę podczas kompletacji, ale długo będzie szukał i pobierał produkt), albo odwiedzić jedną lokalizację położoną dalej (wtedy pokona dłuższą drogę, przy tym krótko będzie szukał i pobierał produkt).

Wybór lokalizacji do odwiedzenia przez magazyniera, żeby pobrać dany produkt, zostanie dokonany za pomocą *Taksonomicznej Miary Atrakcyjności Lokalizacji (TMAL)* (Dmytrów, Doszyń, 2015). Celem artykułu będzie zaprezentowanie prostej metody uwzględnienia wpływu czasu pobrań na łączny czas procesu kompletacji produktów w magazynie.

## 1. Metodyka

Do konstrukcji współczynnika *TMAL* wykorzystano następujące zmienne:

- odległość od startu,
- stopień zaspokojenia zapotrzebowania,
- liczba innych kompletowanych produktów w sąsiedztwie danej lokalizacji,

Za pomocą tych zmiennych opisano wszystkie lokalizacje, w których występuje kompletowany produkt. Tak więc lokalizacje są tutaj obiektami. Wszystkie zmienne zostały poddane standaryzacji oraz zastosowano siedem wariantów wag. Przedstawiono je w tabeli 1.

Tabela 1. Warianty wag nadawanych zmiennym

Warianty	Odległość $x_1$	Stopień zaspokojenia zapotrzebowania $x_2$	Liczba innych produktów w sąsiedztwie $x_3$
W1	0,333	0,333	0,333
W2	0,5	0,25	0,25
W3	0,25	0,5	0,25
W4	0,25	0,25	0,5
W5	0,4	0,4	0,2
W6	0,4	0,2	0,4
W7	0,2	0,4	0,4

Źródło: opracowanie własne.

Wagi są nadawane subiektywnie. W wariancie pierwszym zakłada się jednakowe wagi dla wszystkich zmiennych. W wariantach W2, W3 i W4 założono, że jedna zmienna jest dwa razy ważniejsza od pozostałych, a w trzech ostatnich, że dwie zmienne mają 2-krotnie większą wagę niż pozostała zmienna.

Przebieg procedury wyznaczania współczynnika *TMAL* można znaleźć w pracy (Dmytrów, 2016). Współczynnik *TMAL* liczymy dla każdego wariantu wag i dla każdego produktu osobno. W wyniku obliczeń lokalizacje zostaną uporządkowane od najbardziej do najmniej atrakcyjnej z punktu widzenia badanego zlecenia. Wybieramy lokalizację znajdującą się na pierwszym miejscu w rankingu. Jeżeli ilość produktu znajdująca się w tej lokalizacji nie zaspokoi w całości zapotrzebowania na ten produkt w zleceniu, wybieramy także drugą itd. Po wybraniu wszystkich lokalizacji za pomocą metody *s-shape* wyznaczamy trasę, którą musi pokonać magazynier, i liczymy jej łączną długość. Ponieważ mamy siedem wariantów wag, otrzymamy siedem tras (może się tak zdarzyć, że niektóre będą takie same). Ich długości będą oznaczone przez  $D_1, D_2, \dots, D_7$ . Wybieramy najkrótszą trasę – w ten sposób dążymy do minimalizacji łącznej drogi, którą pokona magazynier podczas kompletacji.

Jeżeli chcemy zastosować kryterium minimalizacji czasu kompletacji, wówczas należy wziąć pod uwagę łączny czas potrzebny do pokonania przez magazyniera całej trasy oraz czas potrzebny na poszukiwanie i zebranie produktów z lokalizacji. Dla uproszczenia przyjmiemy, że dla każdej lokalizacji, dla każdego produktu i dla każdej jego ilości będzie on taki sam. Te dwa czasy w całości różnicują nam poszczególne warianty tras. Zakładamy jednocześnie, że trzeci element łącznego czasu kompletacji obejmujący dokumentację i pozostałe czynności będzie taki sam niezależnie od wariantu. Oznacza to, że nie ma on wpływu na samo przemieszczanie

się magazyniera i pobieranie produktów. W takim przypadku optymalny wariant będzie następujący:

$$\min_i \{T_i = t_d \cdot D_i + t_p \cdot n_i\}, i = 1, 2, \dots, 7 \quad (1)$$

gdzie:

$T_i$  – łączny czas kompletacji w  $i$ -tym wariantcie,

$t_d$  – czas przejścia przez magazyniera jednostki odległości w magazynie,

$t_p$  – czas przeszukania pojedynczej lokalizacji i pobrania z niej produktu,

$D_i$  – łączna droga pokonana przez magazyniera w  $i$ -tym wariantcie,

$n_i$  – liczba odwiedzonych przez magazyniera lokalizacji w  $i$ -tym wariantcie.

Należy tutaj zaznaczyć, że nie budujemy w tym przypadku modelu decyzyjnego w ścisłym tego słowa znaczeniu, gdyż nie stosujemy metod optymalizacyjnych *sensu stricto*. Zaprezentowana metoda jest jedynie prostym sposobem uwzględnienia czasu pobrań w celu oszacowania łącznego czasu procesu kompletacji. Nie staramy się także znaleźć żadnych ogólnych związków łączących współczynniki kosztów.

## 2. Przykład numeryczny

Przykład dotyczy siedmiu rzeczywistych zleceń kompletacyjnych w przedsiębiorstwie będącym centrum dystrybucyjnym dużej firmy zagranicznej zajmującej się produkcją narzędzi oraz odzieży roboczej. Zleceń było więcej, jednak w większości z nich rozmieszczenie produktów przypominało raczej przechowywanie dedykowane (prawie każdy produkt znajdował się tylko w jednym miejscu w magazynie).

Jednostką odległości jest szerokość regału (jest to odległość umowna, na jej podstawie można obliczyć odległości miejskie pomiędzy wszystkimi lokalizacjami w magazynie).

Przyjęto następujące wartości czasów  $t_d$  oraz  $t_p$  (w sekundach):

$$t_d = 2 \text{ s,}$$

$$t_p = 10 \text{ s.}$$

Powyższe wielkości oszacowano na podstawie rozmów z magazynierami w badanym przedsiębiorstwie. O ile czas pokonania jednostki odległości był w zasadzie określony przez magazynierów jednomyślnie, o tyle czas przeszukania lokalizacji i pobrania z niej produktu w ocenie magazynierów różnił się w zależności od rodzaju pobieranego produktu. Zdecydowano się uśrednić ten czas. W dalszych badaniach zostanie on potraktowany jako zmienna losowa.

Wyniki obliczeń dla wszystkich wariantów wag przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki obliczeń

Warianty	Zlecenie 1					Zlecenie 2				
	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu
W1	205	10	510	5	4	220	22	660	5	5
W2	202	11	514	3	5	226	21	662	6	6
W3	205	9	500	5	3	217	19	624	4	3
W4	160	11	430	1	2	200	19	590	1	1
W5	220	10	540	7	7	282	23	794	7	7
W6	202	11	514	3	5	211	23	652	2	4
W7	167	9	424	2	1	211	20	622	2	2
Warianty	Zlecenie 3					Zlecenie 4				
	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu
W1	324	15	798	6	5	118	12	356	1	5
W2	330	19	850	7	7	140	15	430	7	7
W3	274	13	678	2	2	118	9	326	1	1
W4	261	13	652	1	1	118	10	336	1	2
W5	298	17	766	4	4	118	11	346	1	4
W6	322	16	804	5	6	118	15	386	1	6
W7	280	14	700	3	3	118	10	336	1	2
Warianty	Zlecenie 5					Zlecenie 6				
	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu
W1	389	39	1168	3	4	437	35	1224	5	5
W2	421	41	1252	5	7	443	39	1276	7	7
W3	389	29	1068	3	2	437	29	1164	5	3
W4	336	38	1052	1	1	389	39	1168	1	4
W5	421	33	1172	5	5	411	32	1142	3	1
W6	357	39	1104	2	3	407	41	1224	2	5
W7	439	33	1208	7	6	411	32	1142	3	1
Warianty	Zlecenie 7									
	$D_i$	$n_i$	$T_i$	Ranking według odległości	Ranking według czasu					
W1	106	34	552	3	6					
W2	106	34	552	3	6					
W3	114	26	488	6	3					
W4	56	35	462	1	1					
W5	114	32	548	6	5					
W6	56	35	462	1	1					
W7	106	33	542	3	4					

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione w tabeli 2 długości tras  $D_i$  są podane w jednostkach umownych, czyli w szerokościach regałów, a czasy  $T_i$  – w sekundach.

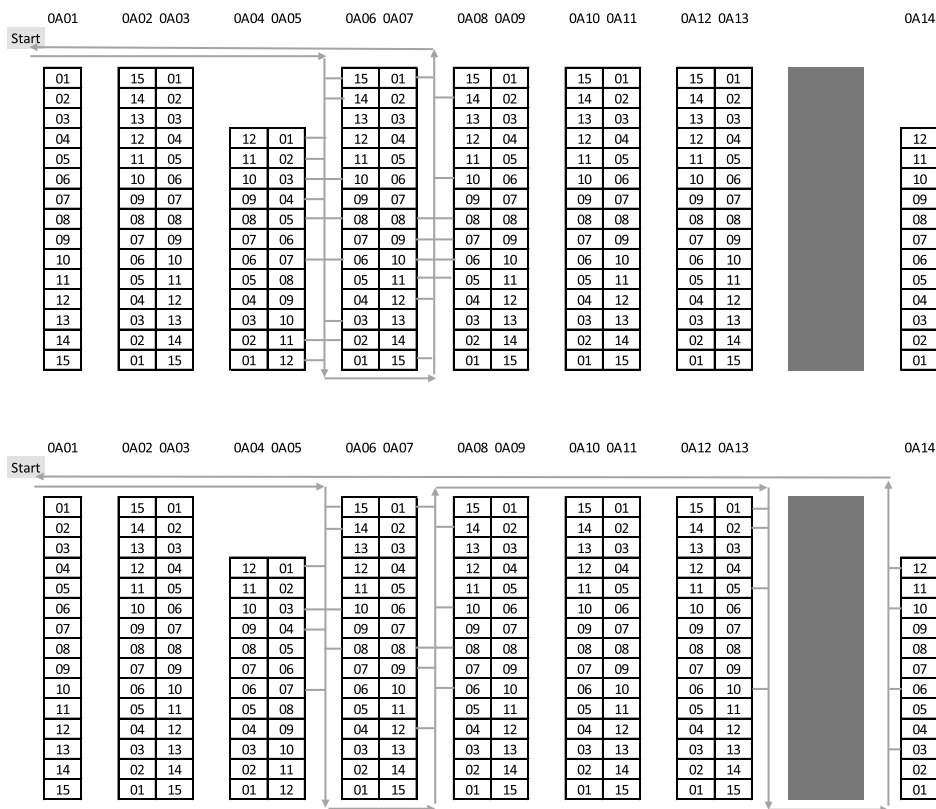
Jak widać, w większości przypadków kolejność wyznaczonych tras dla zleceń według ich długości jest zbieżna z kolejnością według czasu trwania kompletacji. Różnicę widać w zleceniu 1, gdzie łączna długość trasy w najkrótszym wariantcie (W4) wynosi 160 jednostek, a w drugim (W7) – 167. Jednak w wariantcie W4 trzeba odwiedzić o dwie lokalizacje więcej, dlatego łączny czas był dłuższy. Największą różnicę w obu rankingach widać w zleceniu 6. Jeżeli bierzemy pod uwagę odległość, którą musi pokonać magazynier, to jest ona najkrótsza w wariantcie W4 i wynosi 389 jednostek. Druga w kolejności odległość jest dla wariantu W6 – 407 jednostek, a trzecia – w wariantach W5 i W7 (411 jednostek). Z kolei jeżeli weźmiemy pod uwagę czas kompletacji, to najlepszy jest on dla wariantów W5 i W7 – 1142 sekund. Warianty W4 i W6 są w tym rankingu na dalszych pozycjach. Wynika to z tego, że w wariantach W5 i W7 trzeba odwiedzić relatywnie niedużo lokalizacji – 32, zaś w wariantcie W4 było ich 39.

Interesującym przypadkiem jest zlecenie 4. Jeżeli chodzi o łączną długość trasy pokonywanej przez magazyniera, to poszczególne warianty w bardzo niewielkim stopniu ją różnicują. Dla wszystkich wariantów, poza drugim, jest ona taka sama i wynosi 118 jednostek (dla W2 – 140). Jeżeli zaś dodamy do tego czas pobierania produktów z lokalizacji, to wówczas najlepszym wariantem okaże się W3, dla którego łączny czas kompletacji jest najkrótszy i wynosi 326 sekund. Tak więc można znaleźć dodatkowe uzasadnienie brania pod uwagę czasu kompletacji – pozwala na większe zróżnicowanie poszczególnych wariantów i ułatwia wybór najlepszego.

Innym ciekawym zleceniem jest zlecenie 7. Zakładając zarówno minimalizację odległości, jak i minimalizację czasu kompletacji, na pierwszym miejscu są warianty W4 i W6 (łączna droga pokonana przez magazyniera będzie miała długość 56 jednostek, a łączny czas kompletacji – 462 sekundy). Ciekawe jest to, że dla kryterium minimalizacji odległości wariant W3 był na ostatnim miejscu wraz z wariantem W5 (z odległością 114 jednostek), a przy minimalizacji czasu zajął trzecie miejsce, z drugim najniższym wynikiem (488 sekund). Jego pozycję w rankingu podniosła najniższa liczba lokalizacji do odwiedzenia (co nie zmienia faktu, że w przypadku tego zlecenia decydent zawsze wybierze wariant W4 albo W6 – obojętnie, czy będzie minimalizował odległość, czy czas kompletacji). W celu przykładowego zobrazowania różnic pomiędzy wariantami W4 i W6 a wariantem W3 łączną trasę pokonywaną przez magazyniera oraz odwiedzone lokalizacje w zleceniu 7 przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Trasa kompletacji w zleceniu 7 w wariantach W4 i W6 (górze) oraz W3 (dół)



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 1 przedstawia jeden z sektorów magazynu w badanym przedsiębiorstwie. Pole z napisem „Start” jest miejscem, w którym rozpoczyna się i kończy każde zlecenie kompletacyjne – jest więc punktem odkładczym. Wyraźnie widać, że trasa w wariantcie W3 jest ponad 2-krotnie dłuższa niż w wariantach W4 i W6, jednak odwiedzanych jest dużo mniej lokalizacji (licząc zaznaczone lokalizacje widać, że jest ich mniej niż odpowiednich liczb w tab. 2 – wynika to z tego, że przedstawione lokalizacje są regałami i w niektórych miejscach odwiedzamy faktycznie nie jedną, a kilka lokalizacji). Tak więc pomimo przejścia dużo dłuższej trasy magazynier skompletuje zamówienie w czasie niewiele dłuższym.

Generalnie widać, że podejście zakładające minimalizację łącznej drogi pokonywanej przez magazyniera preferuje na ogół warianty W4 i W7 (dla nich jest ona

zwykle najkrótsza). Dzieje się tak dlatego, że w wariantach tych podczas tworzenia zmiennej syntetycznej *TMAL* największą wagę ma zmienna  $x_3$  – liczba innych produktów w sąsiedztwie badanej lokalizacji (w wariancie W7 także wysoką wagę ma zmienna  $x_2$  – stopień zaspokojenia zapotrzebowania). Pozwala to wybrać lokalizacje położone bliżej siebie w magazynie, dzięki czemu magazynier zbierze dużo produktów w lokalizacjach położonych blisko siebie, co zmniejszy długość pokonywanej przez niego drogi (jednak często kosztem zwiększenia liczby odwiedzanych lokalizacji).

Z drugiej strony podejście zakładające minimalizację łącznego czasu kompletacji na ogół daje wysoką pozycję wariantowi W7 i w stosunku do samej odległości podnosi pozycję wariantu W3 w rankingu. Jest to spowodowane tym, że w wariantach W3 i W7 wysoką wagę ma zmienna  $x_2$  (w wariancie W7 dodatkowo wysoką wagę ma również zmienna  $x_3$ ). W wyniku tego preferowane są lokalizacje, w których jesteśmy w stanie maksymalnie zaspokoić zapotrzebowanie na kompletowane produkty. To z kolei pozwoli zmniejszyć liczbę odwiedzanych lokalizacji (kosztem pokonywanej przez magazyniera drogi – gdyż często wybierane są lokalizacje położone dalej od innych, jeżeli zaspokoimy w nich w całości zapotrzebowanie na dany produkt).

Widać też, że duża waga nadawana zmiennej  $x_1$  – odległości od punktu odładowczego – nie jest zazwyczaj racjonalna ani z punktu widzenia łącznej drogi pokonywanej przez magazyniera, a nie z punktu widzenia łącznego czasu kompletacji. Zmienna ta ma za zadanie raczej zróżnicować między sobą lokalizacje, jeżeli pozostałe zmienne przyjmują podobne wielkości (co zdarza się znacznie częściej niż dla odległości od punktu odładowczego).

## Podsumowanie

Celem artykułu było przedstawienie prostego sposobu uwzględnienia czasu pobierania produktów w procesie kompletacji. Za jego pomocą można dokonać wyboru najlepszego wariantu. Należy zwrócić uwagę, że nie starano się formułować żadnych daleko idących wniosków, na przykład dla jakiej liczby odwiedzanych lokalizacji bardziej opłaca się brać pod uwagę łączny czas kompletacji, a nie łączną drogę pokonywaną przez magazyniera. Także nie szukano żadnych związków między zastosowanymi jednostkowymi czasami (pokonywania jednostki odległości oraz szukania i pobierania produktu z lokalizacji). Należy również pamiętać, że w większości przypadków krótsza trasa będzie oznaczała krótszy czas kompletacji. Może się jednak

zdarzyć, że proste uwzględnienie czasu przeszukiwania lokalizacji i pobierania z niej produktu pozwoli wybrać inny wariant trasy – być może dłuższy, ale szybszy.

Przedstawionych siedem przykładów pokazuje, że uwzględnienie tego czasu może być pomocne w większym zróżnicowaniu wariantów, niż miałyby to miejsce tylko dla minimalizacji łącznej drogi pokonywanej przez magazyniera. Oczywiście zaprezentowana liczba zleceń jest jeszcze zbyt mała, aby wyciągać uogólniające wnioski.

W dalszym toku badań nad przedstawionym zagadnieniem poddana analizie zostanie większa liczba zleceń. Zostanie to również zbadane nie tylko dla rzeczywistych zleceń (których liczba wciąż może być zbyt mała), ale zostaną też przeprowadzone symulacje. Możliwe będzie zbadanie nie tylko samego rozproszenia produktów w magazynie, ale i jego połączenia z wielkością zamówienia (liczbą produktów do skompletowania w pojedynczym zleceniu).

## Literatura

- Bartholdi, J.J., Hackman, S.T. (2014). *Warehouse & Distribution Science, Release 0.96*. The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332-0205 USA.
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J. (2007). Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 182 (2), 481–501.
- Dmytrów, K. (2016). Grupowanie lokalizacji w magazynie podczas procesu kompletacji produktów. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego*, 44 (2), 187–198. DOI: 10.18276/sip.2016.45/2-15.
- Dmytrów, K., Doszyń, M. (2015). Taksonomiczna procedura wspomagania kompletacji produktów w magazynie. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 385, *Taksonomia*, 25, 71–80.
- Gudehus, T., Kotzab, H. (2012). *Comprehensive Logistics*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-24367-7.
- Tarczyński, G. (2012). Analysis of the Impact of Storage Parameters and the Size of Orders on the Choice of the Method for Routing Order Picking. *Operations Research and Decisions*, 22, 105–120.

## CONSIDERATION OF PICKING TIME IN SELECTION OF LOCATIONS IN THE ORDER-PICKING

### Abstract

Selection of locations that are to be visited by the picker and selection of their visiting order is one of main problems in warehouse management. Generally, the main goal that is to be achieved by the decision maker is minimisation of distance. It is justified, because travelling constitutes over half of order-picking time. However, it is possible that the picker would have to visit more locations in shorter path, what may result in longer searching and picking time. Therefore, the picking time and its influence on the total order-picking time will be analysed. Locations will be selected by means of the synthetic variable called the *Taxonomic Measure of Location's Attractiveness* (Polish abbreviation – *TMAL*).

*Translated by Krzysztof Dmytrów*

**Keywords:** order-picking, supply chain management, optimisation

**JEL Codes:** C44, C61

