

**KATARZYNA GACA**

**Katedra Zarządzania Produkcją  
Politechniki Łódzkiej**

## **ROZŁOKOWANIE TOWARÓW JAKO CZYNNIK DETERMINUJĄCY EFEKTYWNOŚĆ PROCESU KOMPLETACJI**

Opiniodawca: **prof. dr hab. Józef Bendkowski**

*W artykule zaprezentowano wyniki badań dotyczące elementów wpływających na efektywność funkcjonowania procesu kompletacji w Centrum Logistycznym Dystrybucji. Artykuł porusza aspekt istotności rozłokowania asortymentów w dobie rozwoju technik magazynowania i ogólnego przekonania, iż wydajność procesu zależy głównie od środków wspomagających proces.*

### **1. Wprowadzenie**

„Kluczowymi obszarami efektywności są te elementy jednostki bądź organizacji, które muszą skutecznie funkcjonować, aby cała jednostka czy organizacja osiągnęła sukces”<sup>1</sup> Proces kompletacji jest procesem decydującym o skuteczności pracy magazynu. Od sprawności jego realizacji zależy bezpośrednio szybkość procesu wydania towaru, a co za tym idzie terminowość realizowanych zleceń i zadowolenie klienta. Zatem istotne jest wyróżnienie czynników mających wpływ na jego efektywność.

Efektywność procesu jest nierozzerwalnie związana z wydajnością, bowiem z definicji zaprezentowanej przez J. A. F. Stonera „efektywność jest relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów”, natomiast odpowiednio interpretowana wydajność jest „miernikiem efektywności”. Odpowiednia interpretacja wiąże się z rozumieniem efektów i nakładów. Jeżeli na przykład jako nakład rozumie się czas, a jako efekt ilość jednostkowych zleceń zrealizowanych w tym czasie, to można uznać, iż efektywność jest równoznaczna z wydajnością procesu realizacji zleceń.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> J. A. F. Stoner, Ch. Wankel: *Kierowanie*, PWE, Warszawa 1997, s. 469.

<sup>2</sup> J. A. F. Stoner, Ch. Wankel: *Kierowanie...*, dz. cyt., s. 29-30.

Celem niniejszego artykułu jest określenie wpływu rozlokowania towarów na efektywność procesu kompletacji. Artykuł został napisany w oparciu o badania przeprowadzone w Centrum Logistycznym Dystrybucji części samochodowych, gdzie towar kompletowany jest ręcznie z regałów półkowych, a cały proces wspomagany jest przez szereg środków technicznych. Za pomocą badań zweryfikowana została słuszność stwierdzenia, iż rozlokowanie towarów ma w badanym przedsiębiorstwie większy wpływ na wydajność procesu kompletacji niż zastosowane nowoczesne środki techniczne wspomagające proces.

## 2. Charakterystyka obiektu badań

Wybraną w celu przeprowadzenia badań firmą jest Centrum Logistyczne (dystrybucyjne), branżowe, znajdujące się w Łodzi. Jest to magazyn centralny części zamiennych do samochodów osobowych i ciężarowych obsługujący obszar całego kraju. Firma posiada największą sieć dystrybucji oraz prowadzi największą w Polsce sieć niezależnych warsztatów. Spółka uruchomiła również trzy magazyny poza granicami kraju: na Węgrzech, w Czechach i na Ukrainie.

Centrum Logistyczne wykorzystuje nowoczesne techniki i urządzenia stosowane w europejskich centrach dystrybucyjnych, w tym system przenośników sterowanych komputerowo i system automatycznej identyfikacji kodów kreskowych. Wszystkie oddziały i magazyny regionalne połączone są z Centrum Logistycznym rozległą siecią komputerową, co w efekcie daje bardzo sprawny system logistyczny obejmujący swoim zasięgiem nie tylko całą Polskę, ale i wybrane kraje Europy Środkowo-Wschodniej.

Miesięcznie centrum logistyczne opuszcza ponad 200 000 różnych produktów. Trafiają one do warsztatów, hurtowni i sklepów w Polsce, Czechach, na Węgrzech i Ukrainie. Zadaniem centrum logistycznego jest zaopatrywanie w produkty sieć sklepów oferujących części samochodowe. Firma współpracuje z czołowymi producentami części zamiennych, m.in. Bosch, Delphi, Luk, Goodyear, SKF, Mobil, Filtron, Philips, Valvilne. Zaopatrują oni zarówno producentów samochodów w części oryginalne, jak i niezależnych dystrybutorów w części o porównywalnej jakości. Przedsiębiorstwo współpracuje również z licznymi, mniej znanymi dostawcami wytwarzającymi tańsze części o dobrej jakości. W sumie w ofercie znajdują się produkty ponad 200 starannie dobranych dostawców.

Celem działalności magazynu centralnego jest dostarczanie produktów do sklepowych magazynów oraz warsztatów zgodnie z zamówieniami. Magazyn centralny zbiera zamówienia na poszczególne produkty ze sklepów i warsztatów z całego kraju.

Pod względem przeznaczenia magazynu należy on do grupy magazynów dystrybucyjnych (handlowych), którego celem jest zapewnianie rozdziału towarów oraz ciągłość zaopatrzenia asortymentowego.

Ze względu na postać przechowywanych materiałów przyporządkowany jest do magazynu materiałów sztukowych, czyli uformowanych i składowanych w postaci różnego rodzaju jednostek ładunkowych. Dodatkowo, z uwagi na rozwiązania techniczne i organizacyjne, jest to magazyn o składowaniu zapewniającym bezpośredni dostęp do każdej jednostki ładunkowej w dowolnej chwili (bez konieczności przemieszczania innych jednostek).

Operacje, które są wykonywane od momentu przyjęcia towaru są zdeterminowane przez przenośnik taśmowo-rolkowy, windy oraz system, który steruje zarówno nimi, jak i tym co mają robić poszczególni pracownicy.

System decyduje, do jakiej lokalizacji ma trafić towar, który został dostarczony do firmy. Po ustaleniu, w jakiej strefie ma się on znaleźć, trafia do niej bądź za pomocą przenośnika, umieszczony w kuwecie, bądź bezpośrednio na palecie do miejsca magazynowania.

Pobranie towaru z danej strefy jest możliwe jedynie wtedy, gdy pracownik otrzyma na swoim skanerze polecenie skompletowania zamówienia. Pobiera on wówczas towar z wskazanych lokalizacji, umieszcza w kuwecie i stawia na taśmociągu, za pomocą którego trafi on do strefy wydań.

W celu przeanalizowania działania wyżej wymienionego systemu kompletowania oraz wyznaczenia czynnika determinującego jego funkcjonowanie poddano szczegółowym badaniom:

- działanie oraz wydajność przenośnika i windy,
- obciążenie buforów na piętrze magazynu,
- wykorzystanie wózków widłowych używanych w przedsiębiorstwie,
- ustawienie regałów i sposób rozlokowania asortymentu.

### **3. Analiza wydajności elementów wspomagających realizację procesu kompletacji**

Badania rozpoczęto od ustalenia wydajności przenośnika oraz windy. Wydajność przenośnika wyliczana jest z wzoru:<sup>3</sup>

$$W_{teor.} = 3600 \times \frac{V}{a} [szt / h] \quad (1)$$

gdzie: V – prędkość liniowa,

a – suma długości pojemnika transportowego i minimalnej dopuszczalnej odległości między pojemnikami umieszczanymi na przenośniku.

W badanym systemie transportowym zastosowano pojemniki transportowe o długości 0,45 m, natomiast dopuszczalna minimalna odległość między nimi to 0,3 m.

---

<sup>3</sup> Z. Korzeń: *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, Biblioteka Logistyka, IliM, Poznań 1998, s. 125.

Kolejnym krokiem było wyliczenie prędkości przemieszczania się pojemników po przenośniku. Prędkość jest uzależniona od ilości buforów napotykanym po drodze, gdyż przy każdym pojemnik zostaje zatrzymany. Z tego powodu analizowaną halę magazynową podzielono na dwa obszary: odcinek AC i DI. Następnie wyznaczono prędkości. Wyniki pomiarów przedstawiają tabela 1 i tabela 2.

Tabela 1. Wyznaczenie prędkości przemieszczania się pojemnika na odcinku AC

| POMIAR  | CZAS (s)     | DROGA(m)      | PRĘDKOŚĆ (m/s) |
|---------|--------------|---------------|----------------|
| 1       | 272,72       | 104,41        | <b>0,38</b>    |
| 2       | 288,48       | 104,41        | <b>0,36</b>    |
| 3       | 368,84       | 104,41        | <b>0,28</b>    |
| 4       | <b>261,8</b> | <b>104,41</b> | <b>0,40</b>    |
| 5       | 261,92       | 104,41        | <b>0,39</b>    |
| 6       | 266,32       | 104,41        | <b>0,39</b>    |
| 7       | 261,99       | 104,41        | <b>0,40</b>    |
| średnia |              |               | 0,38           |

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 2. Wyznaczenie prędkości przemieszczania się pojemnika na odcinku DI

| POMIAR  | CZAS (s)      | DROGA(m)      | PRĘDKOŚĆ (m/s) |
|---------|---------------|---------------|----------------|
| 1       | <b>274,11</b> | <b>123,52</b> | <b>0,45</b>    |
| 2       | 272,4         | 123,52        | <b>0,45</b>    |
| 3       | 278,62        | 123,52        | <b>0,44</b>    |
| 4       | 285,16        | 123,52        | <b>0,43</b>    |
| średnia |               |               | 0,45           |

Źródło: Opracowanie własne.

Jak wynika z przeprowadzonych obliczeń średnia prędkość na odcinku AC wynosi 0,38 m/s, natomiast średnia prędkość na odcinku DI 0,45 m/s. Zatem wydajność przenośnika wynosi odpowiednio:

– na odcinku AC

$$W_{teor} = 3600 \times \frac{0,38m/s}{(0,3m + 0,45m)}$$

$$W_{teor} = 1824 \text{ szt./h}$$

$$W_{teor} = 3600 \times \frac{0,45m / s}{(0,3m + 0,45m)}$$

– na odcinku DI

$$W_{teor} = 2160 \text{ szt./h}$$

Kolejne pomiary dotyczyć będą wydajności windy. Wydajność teoretyczną windy policzono wykorzystując następujący wzór:<sup>4</sup>

$$W_{teor.} = 3600 \times \frac{V}{a} [szt / h] \quad (2)$$

gdzie: V – prędkość liniowa,  
a – odległość między półkami.

Do obliczenia tej zależności niezbędna jest prędkość liniowa windy, którą wyznaczono mierząc czas, w jakim jedna półka pokonuje wysokość 5 m. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Pomiary prędkości windy karuzelowej

| Środek transportu | Droga s[m] | Czas przejazdu t[s] | Prędkość liniowa V[m/s] | Średnia prędkość V <sub>sr</sub> [m/s] |
|-------------------|------------|---------------------|-------------------------|--|
| Winda pojemników  | 5m         | 8,84                | 0,57                    | 0,57                                   |
|                   |            | 8,64                | 0,58                    |  |
|                   |            | 9,01                | 0,55                    |  |

Źródło: Opracowanie własne.

Zatem wydajność teoretyczna windy pojemników wynosi:

$$W_{teor} = 3600 \times \frac{0,57m / s}{1m} = 2052 \text{ szt / h}$$

Kolejnym obszarem systemu, jaki zostanie poddany analizie będzie obciążenie buforów na piętrze magazynu.

W celu sprawdzenia obciążenia poszczególnych buforów w wyznaczonym odstępie czasu (co 10 minut), sprawdzano ile kuwet nierozładowanych znajduje się na buforze bądź w jego bezpośredniej okolicy. Bowiem w momencie, kiedy zostanie przekroczona pojemność bufora pracownicy zestawiają pojemniki z towarem obok przenośnika. Taka sytuacja nie powinna mieć miejsca.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 4, a następnie dla dokładniejszego zobrazowania na rysunku 1.

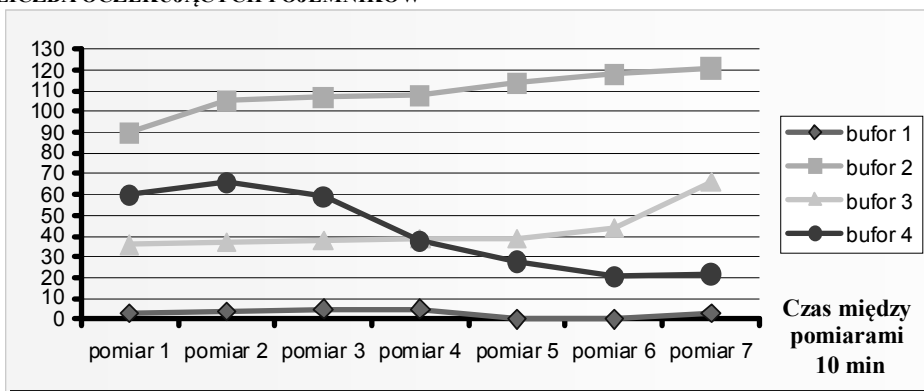
<sup>4</sup> Z. Korzeń: *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*, Biblioteka Logistyka, IliM, Poznań 1998, s. 125.

Tabela 4. Pomiar ilości kuwet na buforach

|         | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Pomiar 5 | Pomiar 6 | Pomiar 7 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| bufor 1 | 3        | 4        | 5        | 5        | 0        | 0        | 3        |
| bufor 2 | 90       | 105      | 107      | 108      | 114      | 118      | 121      |
| bufor 3 | 36       | 37       | 38       | 39       | 39       | 44       | 66       |
| bufor 4 | 60       | 66       | 59       | 38       | 28       | 21       | 22       |
| bufor 5 | 9        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| bufor 6 | 68       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |

Źródło: Opracowanie własne.

#### LICZBA OCZEKUJĄCYCH POJEMNIKÓW



Rys. 1. Wykres obrazujący pomiar ilości oczekujących pojemników w czasie [min]

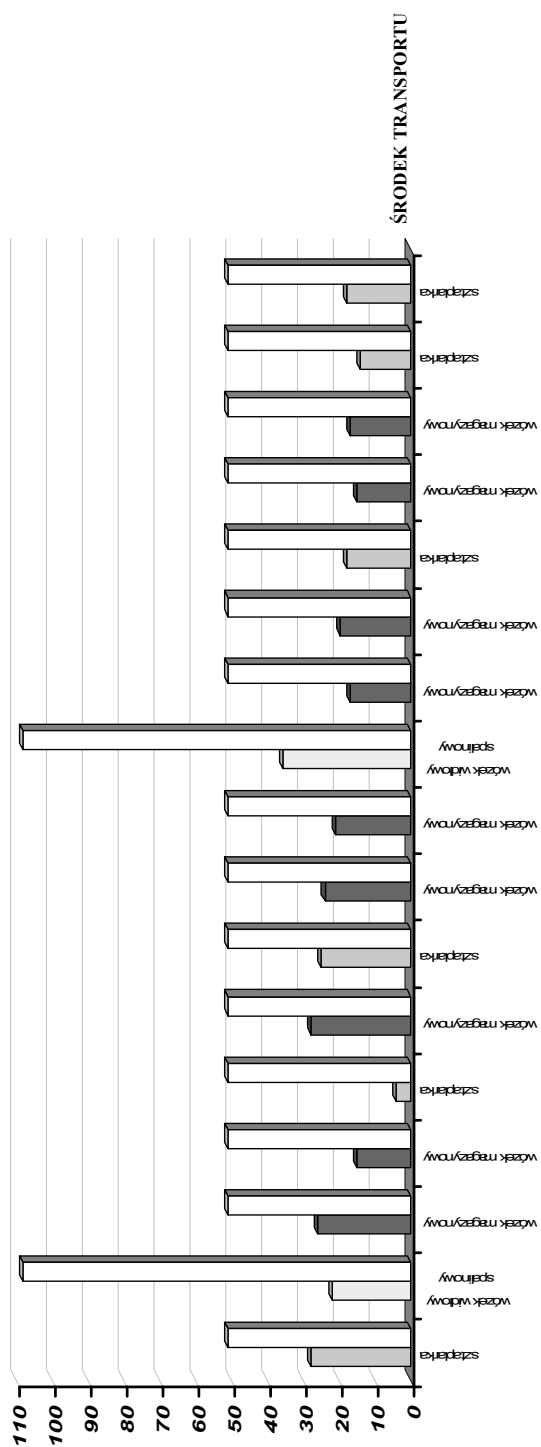
Źródło: Opracowanie własne.

Z rysunku 1 wyraźnie wynika, iż najbardziej obciążony jest bufor 2. Sytuacja, która mogłaby zostać uznana za prawidłową występuje jedynie na buforze 1, gdyż utrzymany był tam stale niski poziom oczekujących na rozładunek pojemników.

Pomiary były przeprowadzane przez okres dwóch godzin i wynika z nich, iż występuje nierównomierne obciążenie buforów, przez co pracownicy na poszczególnych strefach są nierówno obciążeni pracą.

Z obserwacji wyniknęło, iż jeden z buforów jest cały czas przepelniony, pracownicy nie nadążają z umieszczaniem towarów w ich lokacjach, a co za tym idzie towary są dostępne dla klientów w późniejszym czasie niż mogłyby być.

Kolejnym elementem systemu transportowego były użytkowane w procesie wózki jezdniowe. Wyniki przeprowadzonych w tym obszarze badań prezentuje rysunek 2.



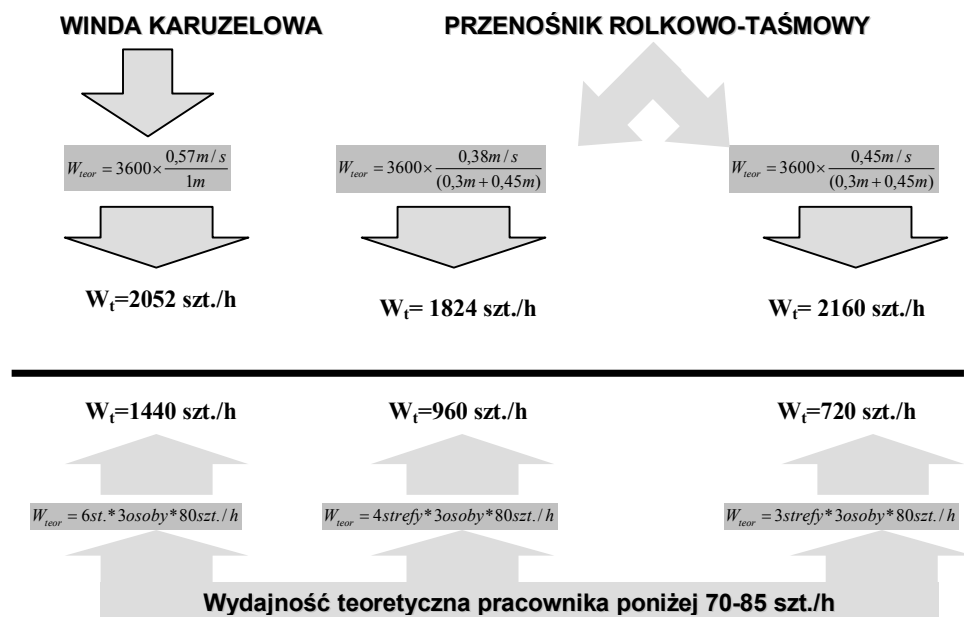
Rys. 2. Wykorzystanie wózków jezdniowych  
Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresie kolorem biały pokazano dysponowany fundusz czasu pracy wyliczony dla danego typu wózka. Kolorem szarym oznaczono czas faktycznej jego pracy w badanym okresie. Zasadnicza różnica między dysponowanym czasem pracy badanych środków transportu wynika stąd, iż dwa wózki są wózkami spalinowymi, a więc mogą pracować w ciągu każdej zmiany maksymalnie 7,5 h, natomiast pozostałe wózki wyposażone są w akumulatory, które są determinantem ich czasu pracy w ciągu danego dnia roboczego.

Nawet w przypadku założenia, iż najbardziej optymalne byłoby wykorzystanie wózków w 80% ich dysponowanego czasu, w badanym przedsiębiorstwie granica ich średniego wykorzystania wynosi poniżej 50%.

Reasumując, wyniki badań dotyczące wózków wykazały, iż możliwe byłoby ich większe wykorzystanie, zatem w przypadku badanego przedsiębiorstwa nie są one czynnikiem, który ogranicza czy też determinuje jego działalność.

Rysunek 3 przedstawia podsumowanie przeprowadzonych badań odnośnie do wydajności stosowanych środków technicznego wspomaganie procesu magazynowego.



Rys. 3. Podsumowanie badań odnośnie wydajności środków technicznych

Źródło: Opracowanie własne.



#### **4. Metoda „ABC” i „XYZ” jako warunek konieczny właściwego rozlokowania towarów**

W każdym magazynie towary na półkach są rozlokowane według ustalonej metody. W analizowanym magazynie znajduje się około 17 różnych stref, z czego w każdej rozłożonych jest ponad 1000 różnorodnych pozycji asortymentowych. Jak wynika z przeprowadzonych wywiadów towary są rozlokowane w każdej ze stref według współczynnika rotacji każdego z asortymentów.

Rozłożenie to poddano szczegółowej analizie. W oparciu o dane z systemu, odnośnie do poszczególnych pozycji asortymentowych, przeprowadzono analizę „ABC” oraz „XYZ”.

Ponieważ metodyka przeprowadzania analizy „ABC” i „XYZ” będzie wyglądała tak samo w przypadku każdej ze stref, w niniejszej pracy zdecydowano się przeanalizować jedną przykładową strefę. W strefie tej na regałach półkowych jest rozłożonych 1331 różnych indeksów. Zatem badana próba będzie miała 1331 elementów.

Jako wielkości, na podstawie których będzie dokonywana analiza wybrano sumę skompletowanych pojemników transportowych zawierających dany indeks w analizowanym okresie oraz liczbę dni, w których wybierano tę pozycję.

Liczba dni będzie symbolizowała częstotliwość pobrań – jest to wielkość bardzo ważna, ponieważ na półkach znajdują się towary, po które pracownicy chodzą każdego dnia oraz takie, po które idą raz w miesiącu.

Suma skompletowanych pojemników symbolizuje wartość. Ta wartość w rzeczywistości jest kosztem, który chcielibyśmy zminimalizować.

Zachowana zostaje jednak idea metody „ABC”, czyli w tym przypadku również towarami, które powinny być pod ścisłą kontrolą będą te, które generują największy koszt.

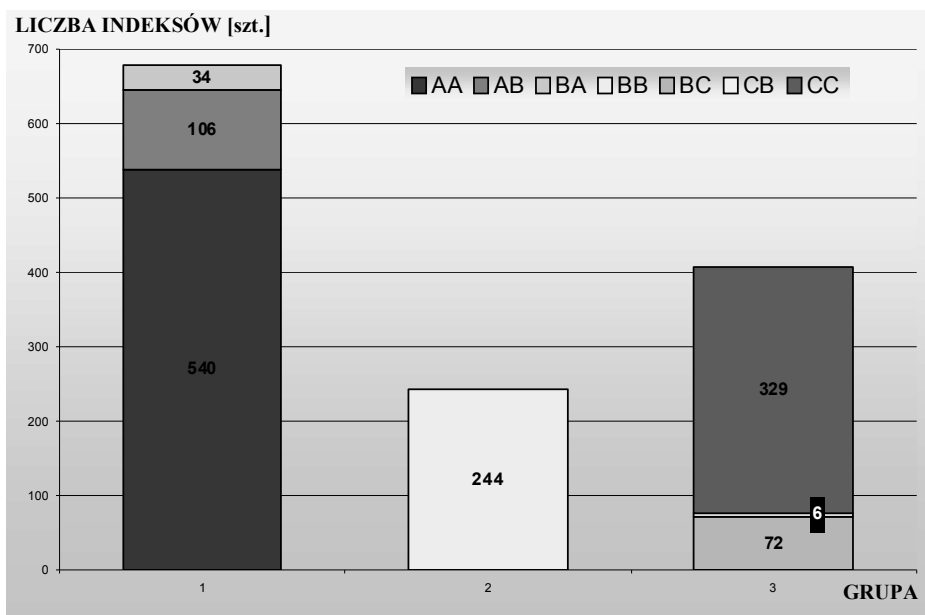
Koszt ten wyrażany jest poprzez czas pracy pracownika, bowiem każde pójście po pojemnik zabiera pracownikowi jakąś część jego czasu pracy. Zatem towary, po które chodzi najczęściej powinny być jak najbliżej przenośnika, bo wtedy kompletowanie ich zajmie mu stosunkowo mniej czasu niż gdyby były rozłożone na końcu hali, a co za tym idzie będzie mógł skompletować więcej pozycji w krótszym czasie. Można powiedzieć, że skrócony czas wybierania indeksów, po które pracownik chodzi najczęściej i wybiera najczęściej będzie stanowił dla firmy wartość dodaną.

Aby możliwe było przeprowadzenie analizy „ABC” konieczne było zgromadzenie wszystkich potrzebnych danych w tabeli. Następnie tabela ta umieszczona została w arkuszu aplikacji MS Excel, gdzie za pomocą utworzonych funkcji została przeprowadzona analiza.

W pierwszej kolejności zdecydowano się przeanalizować grupę produktów pod kątem wartości i ilości dni zsumowanych z okresu pół roku. Zabieg ten miał na celu wyeliminowanie już w początkowej fazie badań pozycji, które w ciągu 6 miesięcy były wybierane najmniej razy i najrzadziej. Pozwoliłoby to skupić uwagę

na pozycjach mających większy wpływ na czas poświęcony na proces kompletacji, czyli mających największą wartość.

W pierwszej kolejności przeprowadzono analizę „ABC” pod kątem liczby wybieranych pojemników. Następnie, zupełnie niezależnie, przeprowadzono analizę „ABC” całej grupy pod kątem liczby dni w ciągu badanego okresu, w których towar był wybierany z półki. Obie analizy zostały przeprowadzone niezależnie, pod kątem zsumowanych wartości badanej cechy z okresu 6 miesięcy. Kolejnym krokiem było zestawienie indeksów pod kątem przynależności do wyznaczonych grup. W ten sposób stwierdzono, które indeksy reprezentują największą wartość pod względem obu czynników, czyli należą do grupy „AA”, a które stanowią wartość najmniejszą i należą do grupy „CC”. Uzyskane wyniki i liczebności grup prezentuje rysunek 4.



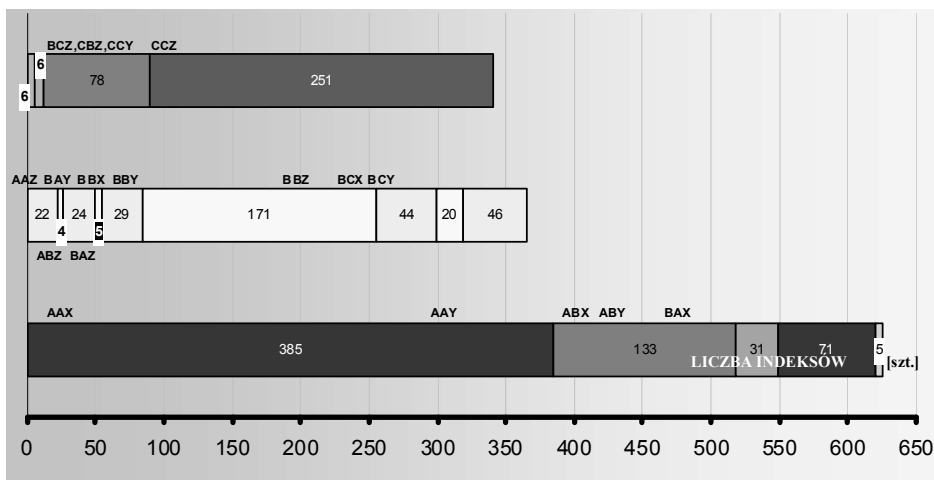
Rys. 4. Wyniki połączonej, dwu-obszarowej metody „ABC”, reprezentujące strukturę ilościową powstałych grup

Źródło: Opracowanie własne.

Grupy „AC” i „CA” nie reprezentowały żadne indeksy. Najbardziej liczna okazała się grupa „AA”, do której należy blisko 41% indeksów.

W trakcie przeprowadzonej analizy dostrzeżono, że niektóre indeksy w okresie 6 miesięcy wybierane były w bardzo dużej ilości, ale tylko w jednym miesiącu. Wybierana ilość pojemników i liczba dni w jednym miesiącu była na tyle duża, że pozwoliła na zaklasyfikowanie ich do grupy „AA”. Nie jest to prawidłowe, gdyż nie mamy pewności, że taki miesiąc jeszcze się powtórzy i czy taka częstość wybrań w jednym miesiącu nie była spowodowana np. jednorazowymi działaniami marketingowymi. Traktowanie takich towarów jako najważniejsze jest niewłaściwe.

Biorąc pod uwagę powyższe spostrzeżenia, zdecydowano się przeprowadzić dodatkowo klasyfikację „XYZ” pod kątem zmienności liczby dni, w których są wybierane indeksy w poszczególnych 6 miesiącach. Następnie wyniki tej analizy zestawiono z wynikami poprzednich analiz. W ten sposób uzyskano 27 grup. Wyniki prezentuje rysunek 5.



Rys. 5. Wyniki połączonej, dwu-obszarowej metody „ABC” z analizą „XYZ”, reprezentujące strukturę ilościową powstałych grup

Źródło: Opracowanie własne.

Za najbardziej wartościową grupę uznano indeksy umieszczone na rysunku 5 w ostatnim wierszu. Są to indeksy, które w każdej z przeprowadzonych analiz zajęły najbardziej znaczące pozycje. Zaliczono do nich w sumie 625 indeksów. Zakwalifikowały się one do przeprowadzenia kolejnych, bardziej szczegółowych analiz, które zostaną wykonane dla każdego miesiąca osobno.

Aby przeprowadzona analiza stała się użyteczna, konieczne było zweryfikowanie czy indeksy w kolejnych miesiącach będą przynależą do tych samych grup. Wymagało to zastosowania analizy „XYZ” oraz „ABC” w stosunku do uzyskanych wyników.

Wartością, której zmienność analizowano była przynależność do grupy. Ponieważ sama przynależność nie jest wartością mierzalną, należało przyjąć jakieś kryteria umożliwiające przeprowadzenie analizy. Zdecydowano się przynależność do grupy zamienić na punkty. Indeks, za przynależność do grupy „A” miał przyznane 3 punkty, za przynależność do grupy „B” 2 punkty, za przynależność do grupy C 1 punkt, natomiast, jeżeli znalazł się w grupie „Co” nie dostawał żadnych punktów.

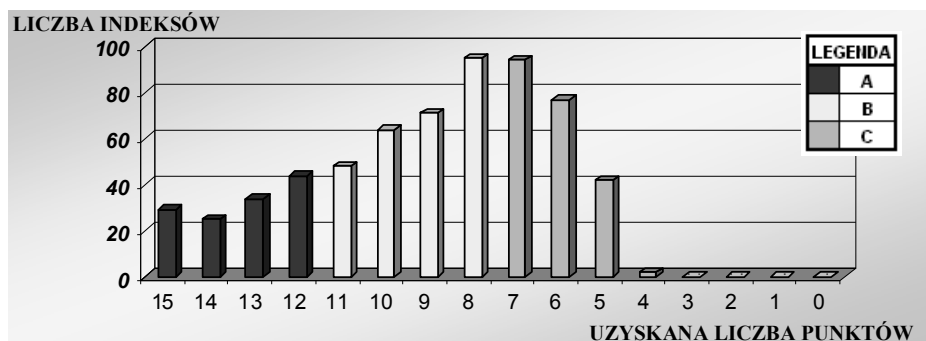
W pierwszej kolejności przeprowadzono metodę „ABC”, dzięki której poznano wartość danego indeksu. Jeżeli indeks zawsze należał do grupy A uzyskał w zestawieniu 15 punktów. Aby możliwy był podział na grupy „A”, „B”, „C” pogrupowano indeksy pod kątem uzyskanego wyniku. Grupowanie i przeprowadzoną analizę prezentuje tabela 5.

Tabela 5. Przeprowadzona analiza „ABC”

| Liczba punktów | Ilość indeksów | Udział % | Skumulowany udział % | Grupa |
|----------------|----------------|----------|----------------------|-------|
| 15             | 29             | 5%       | 5%                   | A     |
| 14             | 25             | 4%       | 9%                   | A     |
| 13             | 34             | 5%       | 14%                  | A     |
| 12             | 44             | 7%       | 21%                  | A     |
| 11             | 48             | 8%       | 29%                  | B     |
| 10             | 64             | 10%      | 39%                  | B     |
| 9              | 71             | 11%      | 50%                  | B     |
| 8              | 95             | 15%      | 66%                  | B     |
| 7              | 94             | 15%      | 81%                  | C     |
| 6              | 77             | 12%      | 93%                  | C     |
| 5              | 42             | 7%       | 100%                 | C     |
| 4              | 2              | 0%       | 100%                 | C     |
| 3              | 0              | 0%       | 100%                 | C     |
| 2              | 0              | 0%       | 100%                 | C     |
| 1              | 0              | 0%       | 100%                 | C     |
| 0              | 0              | 0%       | 100%                 | C     |
| <b>SUMA</b>    | <b>625</b>     |          |                      |       |

Źródło: Opracowanie własne.

Wyniki analizy „ABC” prezentuje rysunek 6. Oś rzędnych reprezentuje uzyskaną ilość punktów w analizie, a oś odciętych liczbę indeksów, które taki wynik uzyskały.

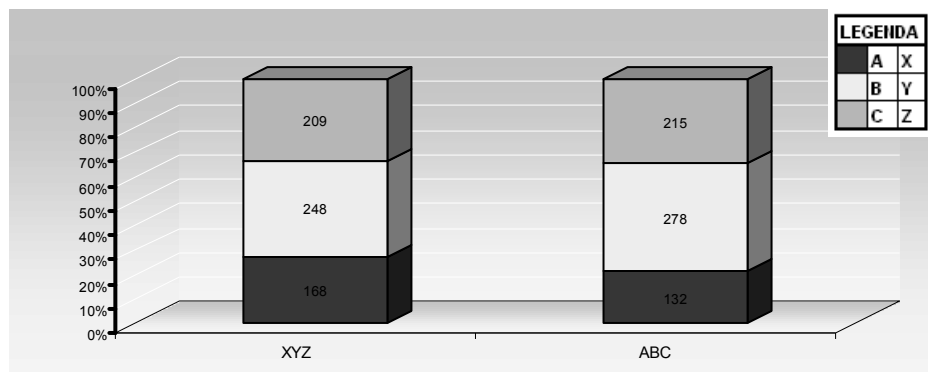


Rys. 6. Podział uzyskanych metodą „ABC” wyników

Źródło: Opracowanie własne.

Kolejnym krokiem było przeprowadzenie wobec tej samej grupy wyników analizy zmienności, czyli „XYZ”. Konieczność taka była związana z tym, iż na poszczególne wyniki liczbowe mogły się złożyć różne kombinacje liczb. Przykładowo indeks, który zdobył 12 punktów mógł być przez 4 miesiące w grupie A, 1 – w grupie Co, albo 3 miesiące być w grupie A, a przez 2 w grupie B itp. Dlatego wykonanie kolejnej analizy było niezbędne.

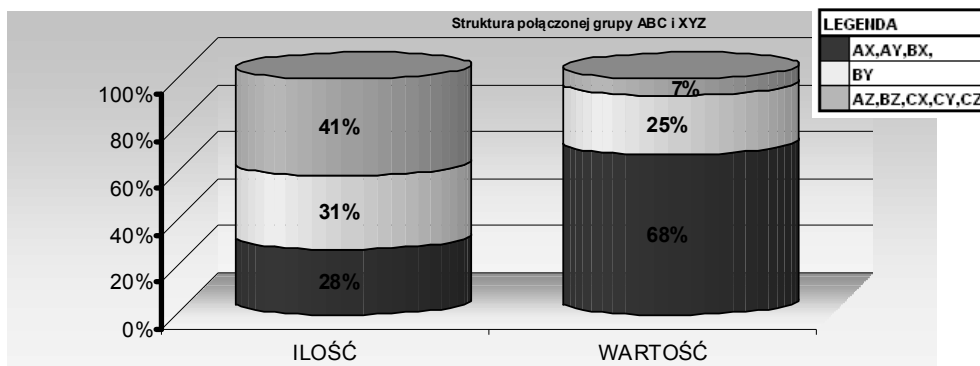
Rysunek 7 prezentuje wyniki uzyskane przez 2 metody.



Rys. 7. Zestawienie wyników analizy „ABC” i „XYZ”

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzanych analiz.

Kolejnym krokiem było utworzenie grup poprzez połączenie wyników analizy „ABC” z wynikami analizy „XYZ”. Strukturę grupy powstałej w wyniku połączenia obrazuje rysunek 8.

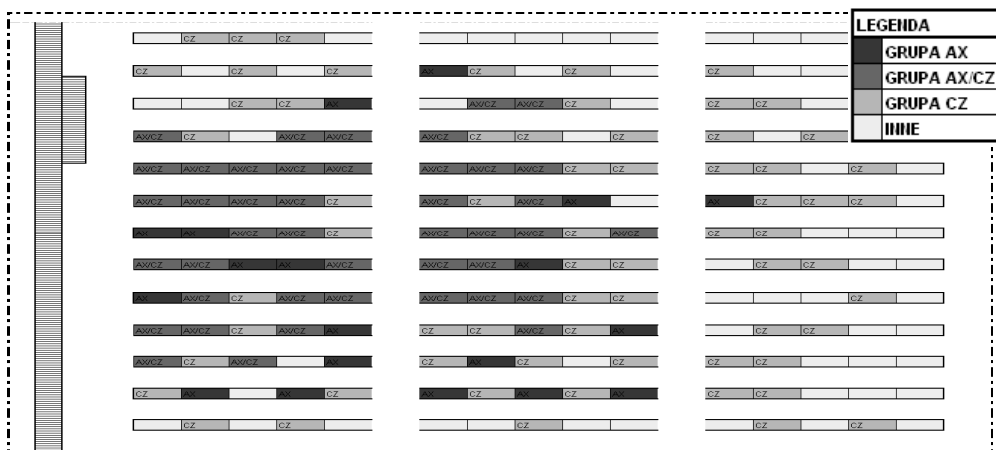


Rys. 8. Wynik końcowy analiz, struktura połączonej grupy „ABC” i „XYZ”

Źródło: Opracowanie własne.

Końcowa analiza wykazała, iż na szczególną uwagę i na umieszczenie najbliższej przenośnika zasługuje 28% indeksów, które stanowią 68% wartości. Kolejna grupa generuje 25% kosztów, a najbardziej liczna grupa stanowi jedynie 7% wartości.

Ponieważ przeprowadzenie powyższych analiz miało na celu weryfikację rozłożenia towarów, należało sprawdzić jak wygląda obecne rozlokowanie indeksów w badanej strefie i odnieść to do ich przynależności do grup.



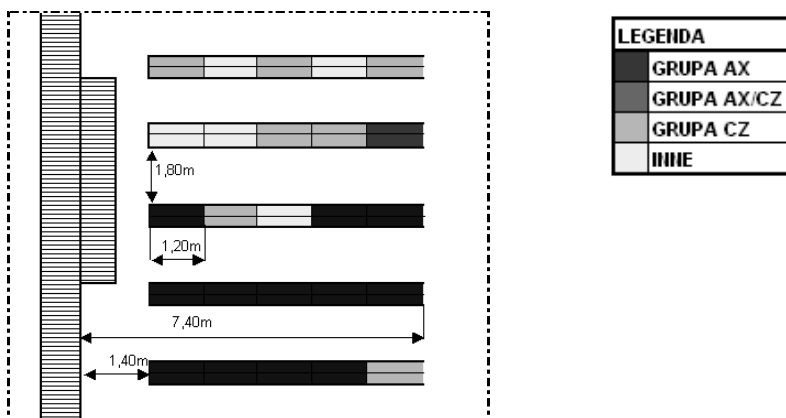
Rys. 9. Weryfikacja rozłożenia indeksów w badanej strefie

Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 9 kolorem szarym oznaczono indeksy przynależące do grupy „CZ”, czyli tej, która generuje poniżej 7% wartości. Kolorem najciemniejszym oznaczono indeksy należące do grupy „AX”, czyli najbardziej wartościowej. Kolorem pośrednim oznaczono takie gniazda, gdzie znajdują się razem zarówno indeksy przyporządkowane do grupy „AX”, jak i indeksy z grupy „CZ”. Kolorem jasnoszarym oznaczono indeksy z pozostałych grup.

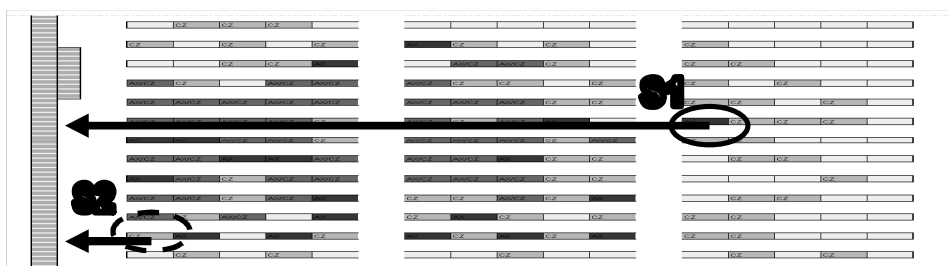
Połączenie w jednym gnieździe towarów należących do najbardziej i najmniej wartościowych świadczy o tym, iż obecnie stosowany podział ze względu na asortymenty jest niewłaściwy. Już podczas analizy dostrzeżono, iż towary z tej samej grupy asortymentów mogą osiągać całkiem różne wyniki, jeżeli chodzi o częstość ich wybierania.

Aby lepiej ocenić skalę problemu zdecydowano się pomierzyć odległości, jakie muszą pokonywać pracownicy. Wyniki pomiarów prezentuje rysunek 10. Rysunek 11 pokazuje przykładowe drogi konieczne do pokonania przy kompletowaniu asortymentu.



Rys. 10. Odległości, jakie pokonują pracownicy kompletując towar

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych pomiarów.



Rys. 11. Odległości, jakie pokonują pracownicy kompletując towar

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych pomiarów.

Jak wynika z rysunku 11 najbardziej oddalony od przenośnika indeks należący do grupy „AX” jest umieszczony w 1 gnieździe w trzecim rzędzie regałów (pozycja S1). Zatem w najlepszym przypadku, licząc w linii prostej od przenośnika pracownik musi pokonać drogę równą:

$$S = 1,4 \text{ m} + 5 \cdot 1,2 \text{ m} + 1,4 + 5 \cdot 1,2 \text{ m} + 1,4 \text{ m} + 0,6 \text{ m} = \underline{16,8 \text{ m}}$$

przy dodatkowym założeniu, że indeks znajduje się w połowie gniazda regałowego.

Gdyby ten sam indeks znajdował się najbliżej przenośnika, czyli w pierwszym rzędzie regałów, w pierwszym gnieździe (pozycja S2), odległość ta byłaby równa:

$$S = 1,4 \text{ m} + 0,6 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

Zatem pracownik, przy rozłożeniu towarów według proponowanych grup, skróciłby w tym przypadku pokonywaną drogę o 88%.

Ponieważ wszystkie wcześniejsze analizy wykonywane były pod kątem czasu, przeliczono używając normy czasu zaczerpnięte z MTM (Methods Time Measurement) przebyte drogi na czas potrzebny do ich pokonania. Wybrane normy prezentują jednostkowe czasy czynności pracy ludzkiej:<sup>5</sup>

- 1 krok (60 cm) = 0,0102 min,
- skrócenie ciała = 0,018 min,
- schylenie = 0,021 min,
- wyprostowanie = 0,021 min,
- sięganie na odległość  $L > 30$  cm  $0,0018 + (L \times 0,0006)/2,5$ ,  
 $L < 30$  cm  $0,0024 + (L \times 0,0006)/2,5$ ,
- proste uchwycenie = 0,012 min,
- zwolnienie uchwytu = 0,0060 min.

Powyższe normy pozwalają na dokładne wyliczenie czasu wykonywanej w trakcie procesu ręcznej kompletacji czynności. Jednakże w obu przypadkach rozlokowania towaru główna różnica będzie w czasie przebywanej drogi.

Zatem obecnie pracownik pokonuje 16,8 metra, co przekłada się na 28 kroków, które zgodnie z normą pracownik przejdzie w ciągu 0,2856 min, czyli około 18 sekund. W przypadku tego indeksu ilość pojemników transportowych, kompletowanych średnio w miesiącu to 45. Zatem według norm MTM w ciągu miesiąca pracownik na kompletowanie tego indeksu poświęca średnio około 14 minut.

Jeżeli indeks ten znajdowałby się przy przenośniku, pokonywana droga wynosiłaby 2 metry, co przekłada się zaokrąglając na 4 kroki, zatem 0,04 min, czyli 2,5 sekundy. W przeciągu miesiąca czas ten, zakładając wybieranie 45 pojemników, wyniosłoby 112 sekund, czyli 2 minuty.

Zatem rozkładając indeksy według proponowanej metody, sam czas dojścia zostanie skrócony w przypadku analizowanego indeksu z 28 do 4 minut (pracownik kompletując jeden pojemnik pokonuje drogę dwukrotnie).

Zatem wartość dodana, dzięki tej jednej wybieranej pozycji wyniosłaby około 24 minut. W analogiczny sposób uzyskamy wartość dodaną z prawidłowego rozmieszczenia pozostałych pozycji.

Powyższe analizy i wyliczenia udowodniły, że prawidłowe rozlokowanie towaru jest determinantem czasu trwania procesu kompletacji.

## 5. Podsumowanie

Magazyn w ujęciu generalnym jest jednym z elementów systemu logistycznego, wpływającym w istotny sposób na funkcjonowanie całego systemu. W ujęciu szczegółowym należy rozpatrywać magazyn jako swoisty zbiór wzajemnie powiązanych i oddziałujących na siebie procesów, które tworzą wewnętrzny system logistyczny.

---

<sup>5</sup> J. Fijałkowski: *Transport wewnętrzny w systemach logistycznych*, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003, s. 63.



Działalność tego systemu jest determinowana poprzez proces kompletacji uznawany za jeden z głównych procesów magazynowych. Pozostałe procesy główne, czyli rozkładanie i dostawa towarów, są procesami mającymi zasadniczy wpływ na kompletację.

Proces kompletacji jest uznawany za efektywny wtedy, gdy realizowane są założone normy wydajności procesu wyrażone poprzez ilość skompletowanych pozycji na godzinę. Większa efektywność będzie uzyskana w momencie, kiedy bez ponoszenia dodatkowych nakładów będzie uzyskanych więcej efektów, czyli przykładowo w tym samym czasie zostanie skompletowanych więcej zleceń.

Na efektywność realizowania procesu kompletacji mogą mieć wpływ różne czynniki. Począwszy od środków technicznych, jakimi dysponuje przedsiębiorstwo, poprzez właściwie zorganizowany przepływ informacji, aż do organizacji pracy i efektywności pracy osób kompletujących towar.

W analizowanym przedsiębiorstwie wykazano, iż przebieg procesu pozwalał na wykorzystanie około 40% wydajności przebadanych środków technicznych umożliwiających transport kompletowanych pozycji. Zatem fakt, iż przenośnik jest w stanie transportować kilkadziesiąt pojemników na godzinę nie jest równoznaczny z tym, iż tyle ich będzie transportowane. Zwiększenie jego potencjalnej wydajności również nie przyczyniłoby się do wzrostu szybkości procesu kompletacji. Szybkość procesu jest bowiem determinowana przez inne czynniki, takie jak rozlokowanie towarów względem przenośnika transportowego.

Z przeprowadzonych badań oraz analiz rozmieszczenia towaru i możliwych zmian tegoż rozmieszczenia jasno wynika, iż rozłożenie towarów wpływa znacząco na czas trwania procesu kompletacji. W analizowanym przedsiębiorstwie, dzięki wdrożeniu zaproponowanych zmian rozmieszczenia towarów, możliwe jest skrócenie czasu trwania procesu kompletowania o około 50%, biorąc pod uwagę skalę miesiąca i wszystkie produkty z badanej strefy. Analizując przykładowy produkt, wykazano, iż czas jego kompletacji zostanie łącznie zredukowany z 28 do 4 minut. Tak duża redukcja czasu nie byłaby możliwa dzięki innym zmianom, zatem to rozłożenie towarów jest czynnikiem determinującym czas trwania procesu kompletacji zamówienia przeprowadzanego w magazynie, gdzie towar jest kompletowany przez człowieka z regałów półkowych.

## Literatura

- [1] **Fijałkowski J.:** *Transport wewnętrzny w systemach logistycznych*. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
- [2] **Korzeń Z.:** *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*. Biblioteka Logistyka, IliM, Poznań 1998.
- [3] **Stoner J. A. F., Wankel Ch.:** *Kierowanie*. PWE, Warszawa 1997.

## **LOCATION OF GOODS IN WAREHOUSE AS FACTOR DETERMINING THE EFFECTIVENESS OF PICKING PROCESS**

### **Summary**

The article presents the results of research on the elements affecting the efficiency of the functioning of the completion process in Logistic Distribution Center. Article addresses the relevance aspect of location of goods in warehouse in the time of the dynamic development of techniques and general belief that the efficiency of the process of storage depends mainly on of the technical support of the process.