

Monika ODLANICKA-POCZOBUTT
Politechnika Śląska
monika.odlanicka-poczobutt@polsl.pl

Ewa KULIŃSKA
Politechnika Opolska
ekulinska@po.opole.pl

IDENTYFIKACJA ZAKŁÓCEŃ W CYKLU REALIZACJI ZAMÓWIENIA W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE HANDLOWYM

Streszczenie. Celem artykułu było zaproponowanie usprawnienia procesu kompletacji w hurtowni działającej w branży elektrotechnicznej, które polegało na zaprojektowaniu systemu kodów lokalizacji produktów. Dokonano pomiarów czasów poszczególnych czynności wykonywanych podczas realizacji zamówienia klienta oraz ustalono korelację między liczbą pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu a czasem trwania czynności przygotowania produktów do odbioru. Na podstawie szeregu rozdzielczego punktowego ustalono średni czas trwania czynności przygotowania produktów po wprowadzeniu zaproponowanego rozwiązania.

Słowa kluczowe: gospodarka magazynowa, magazyn, kompletacja, cykl realizacji zamówienia, przedsiębiorstwo handlowe

IDENTIFICATION OF INTERFERENCES IN THE CYCLE OF ORDER FULFILLMENT IN THE SELECTED TRADING COMPANY

Abstract. The aim of the article was to propose the improvement of the picking process in an electrical engineering wholesaler, which consisted in designing the product localization code system. Time measurements of individual actions carried out during the execution of the customer's order were measured and also a correlation between the number of assortment items in the executed order and the duration of the preparation of the goods for delivery was established. On the basis of the point distributive series, the average duration of the preparation of the goods after the proposed solution was determined.

Keywords: warehouse management, warehouse, picking, order fulfillment, trading company

1. Wprowadzenie

Rozwój gospodarki zmienił sposób funkcjonowania przemysłu i handlu. Pociągnęło to za sobą zmiany charakteru magazynów, wymagań im stawianych i spełnianych przez nie funkcji. Zasadniczym przemianom podlegała struktura przechowywanych zapasów. Nastąpił wzrost znaczenia magazynów dystrybucyjnych przy równoczesnym spadku roli magazynów surowców. Coraz większą rolę zaczął odgrywać czas realizacji czynności magazynowych, gdyż niektóre z nich w istotny sposób wpływają na długość cyklu realizacji zamówienia.

Organizacja procesu magazynowania polega na przyjmowaniu materiałów, rozmieszczeniu towarów na magazynie, składowania, konfekcjonowania i jego wydawania. Prawidłowe działanie tych czynności pozwala na osiągnięcie pożądanego efektu końcowego¹. Magazyn, jako nieodłączny element łańcucha logistycznego, jest ogniwem, które generuje określone koszty, w wyniku częściowo zbędnego zatrzymania przepływu dóbr. Wstrzymanie tego przepływu traktowane jest jako niepożądane, jeżeli nie generuje wartości dodanej². Czynnikiem, który przyczynić się może do redukcji tych kosztów, jest określona dla danego magazynu struktura, która pozwala m.in. na efektywne i sprawne zarządzanie dla zapewnienia wysokiego poziomu obsługi klienta, a także dbałości, aby założony poziom obsługi utrzymać przy możliwie jak najniższych kosztach³. Każde przedsiębiorstwo posiada odrębne akty regulujące organizację pracy, które mogą zawierać inne zapisy w zależności od rodzaju branży czy też świadczonych usług. Magazyn ma do spełnienia podstawową funkcję, którą jest zapewnienie sprawnego i efektywnego przepływu zasobów we wszystkich fazach obrotu materiałowego⁴.

Gospodarka magazynowa to działalność przedsiębiorstwa lub innej jednostki organizacyjnej, której celem jest właściwe przechowywanie dóbr materiałowych, pozwalające zabezpieczyć działalność przedsiębiorstwa lub jednostki organizacyjnej⁵, zatem jest celową działalnością związaną z przechowywaniem zasobów, w której zakres wchodzi wszystkie działania związane ze składowaniem dóbr, przepakowywaniem, przeładunkiem, sortowaniem czy konsolidowaniem jednostek ładunkowych. Właściwe gospodarowanie magazynem przyczynia się przede wszystkim do zwiększenia szybkości wykonywanych operacji oraz do zmniejszenia obciążenia personelu i sprzętu⁶.

¹ Bendkowski J., Radziejowska G.: Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s.102

² Pacana A., Pawłowska B., Perłowski R., Stachowicz F., Zielecki W. (red.): Logistyka w przedsiębiorstwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Rzeszów 2010, s. 69.

³ Krzyżaniak S. i inni: Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych. Biblioteka Logistyka, Poznań 2013, s. 13-14.

⁴ Por. Niemczyk A.: Zarządzanie magazynem. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2010, s. 190

⁵ Grzybowska K.: Gospodarka zapasami i magazynem, cz. 2 – Zarządzanie magazynem. Difin, Warszawa 2010, s. 13.

⁶ Por. Dudziński Z.: Vademecum organizacji gospodarki magazynowe. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2008, s. 46.

Ważną czynnością w procesie magazynowania jest kompletacja, która jako jedna z funkcji technologicznego procesu magazynowego stanowi istotny element cyklu realizacji zamówienia. Obecnie sprawność procesów kompletacji jest jednym z decydujących elementów logistyki każdego przedsiębiorstwa, który rzutuje znacząco na poziom oraz jakość współpracy z partnerami (dostawcami i odbiorcami). Opracowanie koncepcji usprawnienia procesu kompletacji musi być poprzedzone zebraniem i opracowaniem danych charakteryzujących proces kompletacyjny, a także technologiczny proces magazynowy, w ramach którego kompletacja będzie realizowana.

Kompletacja jako jedna z głównych czynności magazynowych jest jednocześnie jednym z najbardziej newralgicznych obszarów w cyklu realizacji zamówienia klienta⁷. Podstawowym problemem przy zarządzaniu procesem kompletacji jest rzetelna informacja dostarczona pracownikowi o lokalizacji wyrobów, czyli informacja, z jakiego miejsca i jaki produkt należy pobrać.

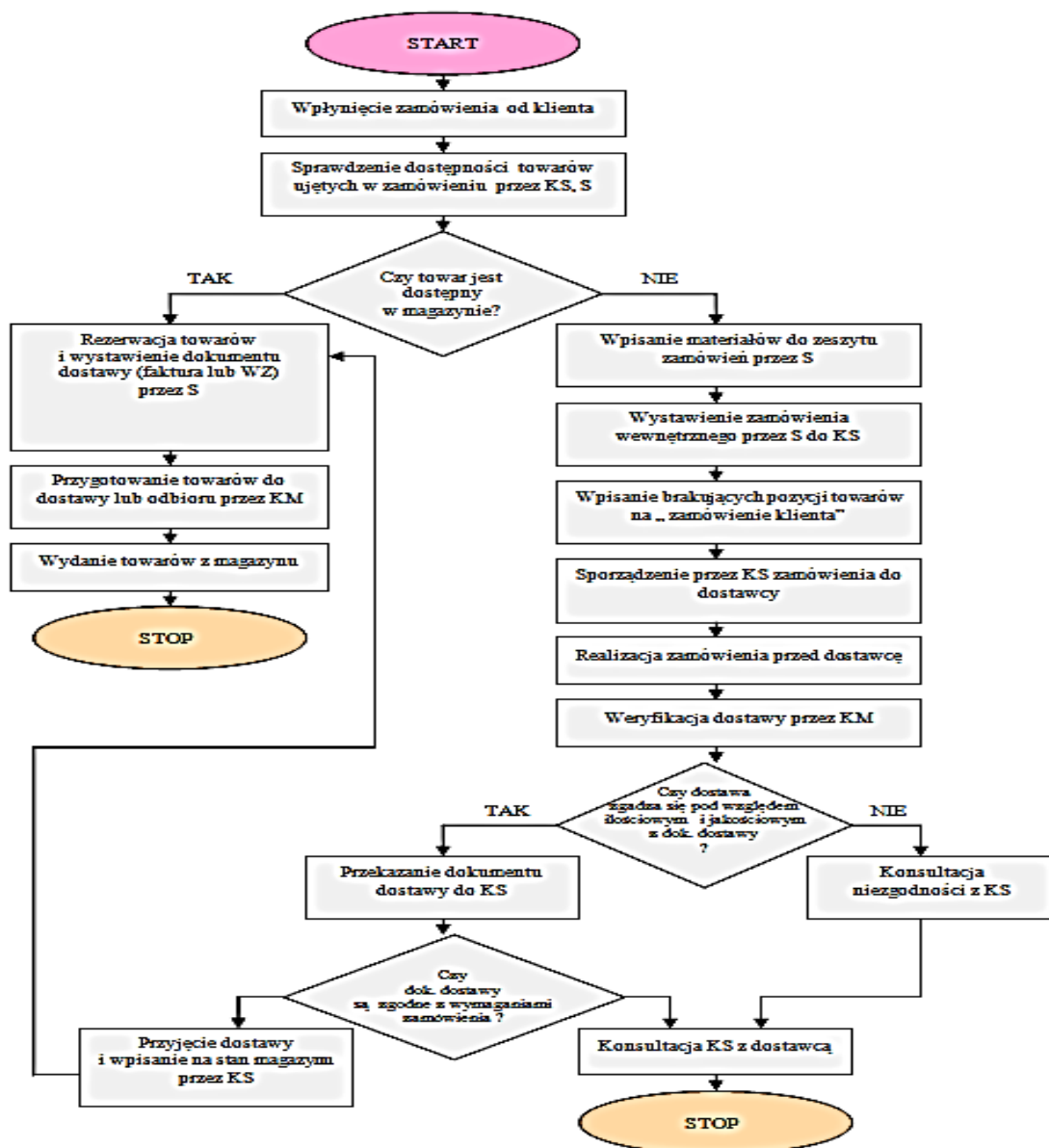
Celem artykułu było zaproponowanie usprawnienia procesu kompletacji w hurtowni działającej w branży elektrotechnicznej, stanowiącej podmiot badań, które polegały na zaprojektowaniu systemu kodów lokalizacji produktów. Założono, że zastosowanie proponowanego systemu kodowania pozwoli nie tylko na usprawnienie procesu kompletacji, ale może się także przyczynić do skrócenia cyklu realizacji zamówienia w badanym przedsiębiorstwie. Zaproponowane rozwiązanie, oparte na systemie kodów informujących o lokalizacji danego produktu, nie jest jednak rozwiązaniem uniwersalnym – może znaleźć zastosowanie w przedsiębiorstwach, które w swoich obiektach magazynowych stosują metodę stałych miejsc składowania produktów.

2. Przebieg procesu realizacji zamówienia w badanym przedsiębiorstwie

Badania przeprowadzono w przedsiębiorstwie działającym w branży elektrotechnicznej, funkcjonującym na rynku polskim jako hurtownia artykułów elektrotechnicznych. Rynek elektrotechniczny w Polsce podzielony jest na dwa rodzaje podmiotów: grupy zakupowe oraz hurtownie niezrzeszone. Na polskim rynku działa 8 grup zakupowych zajmujących się dystrybucją artykułów elektrotechnicznych, posiadających razem ok. 64% udziałów. Największą z nich obecnie stanowi grupa Forum-Rondo, zrzeszająca 51 członków i posiadająca łącznie 90 punktów sprzedaży. Hurtownie niezrzeszone stanowią 36% rynku elektrotechnicznego, z czego największy udział przypada spółce Alfa-Elektro, która posiada 5,8% udziałów w rynku.

⁷ Por. Kulińska E., Odlanicka-Poczobutt M.: Identyfikacja błędów w procesie kompletacji – casestudy, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, t 1. Oficyna Wydawnicza. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014, s. 973-982.

Badana firma nie jest członkiem żadnej grupy zakupowej – jest hurtownią niezrzeszoną. Na podstawie zgromadzonych materiałów oraz informacji uzyskanych w drodze przeprowadzonych wywiadów bezpośrednich wśród pracowników stwierdzono, że hurtownia artykułów elektrotechnicznych posiada ugruntowaną pozycję w regionie, pomimo trudnej sytuacji w branży, w której wzrost dużych hurtowni i przystępowanie nowych członków do grup zakupowych zwiększa koncentrację na rynku, kosztem małych hurtowni, jaką jest prezentowany podmiot badawczy. Przeprowadzona analiza działalności firmy obejmowała charakterystykę logistyki zaopatrzenia i dystrybucji – czynności składające się na proces realizacji zamówienia klienta zostały przedstawione w postaci algorytmu na rys. 1, gdzie zaprezentowano szczegółowo proces zamawiania materiałów oraz działania podejmowane przy ich dostawie.



Rys. 1. Algorytm przedstawiający proces realizacji zamówienia klienta

Źródło: Opracowanie na podstawie danych firmy

Realizacja zamówienia klienta obejmuje wiele czynności. Algorytm ukazuje dwie sytuacje: zamawiany towar znajduje się w magazynie oraz przypadek jego braku na stanie. W przypadku pierwszym przebieg realizacji zamówienia zaczyna się wpłynięciem zamówienia od klienta. Kolejnym krokiem jest sprawdzenie przez kierownika sprzedaży lub sprzedawcę dostępność materiałów w magazynie i ich rezerwacja. Następnie osoba odpowiedzialna za zamówienie wystawia dokument zamówienia w postaci faktury lub dokumentu WZ.

Każdy dokument wydania zewnętrznego opatrzony jest unikalnym numerem i zawiera dane klienta, datę wystawienia i wydania oraz specyfikację zamówienia (listę towarów do wydania, ich liczbę, kody oraz cenę). Tak wygenerowany dokument wydania (WZ lub faktura sprzedaży) zostaje wydrukowany przez pracownika działu sprzedaży i przekazany do działu magazynowego. Na podstawie przekazanego dokumentu pracownicy magazynu przygotowują towar do wysyłki klientowi lub odbioru osobistego. Przygotowanie wiąże się z lokalizacją produktów w magazynie i procesem kompletacji.

Lokalizacja poszczególnych towarów jest utrudniona ze względu na brak oznakowania rzędów i kolumn oraz gniazd regałowych. Dla poszczególnych grup asortymentów są wyznaczone stałe miejsca składowania (gniazda regałowe), jednak dość często zdarzają się sytuacje pobrania niewłaściwego produktu przez osobę dokonującą kompletacji. Dokumenty generowane są w systemie Comarch Optima. Na rys. 2 został przedstawiony zrzut ekranowy okna dialogowego przyjęcia zewnętrznego, generowanego w systemie.

Wydanie zewnętrzne WZ/19565/2010

1 Ogólne 2 Kontrahent 3 Dodatkowe 4 Dokumenty 5 Atrybuty

Dokument: WZ Numer: WZ 19565 2010 klient

Kontrahent: KAMAR Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe

Kategoria: Magazyn: MAGAZYN Magazyn główny

Data wystawienia: 2010-06-28 Rabat: 0.32 % Razem: 1.648.71 PLN

Data wydania: 2010-06-28 data wystawienia dokumentu WZ Netto: 1.351.40 PLN

Dokum. liczony od: netto data wydania towarów

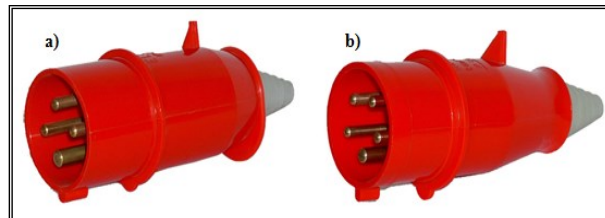
Lp.	Kod	Nazwa	Ilość	Jm	Rabat	Cena	KGO	Wartość	Marża %	Marży
1	OPK40	Opr.SATURN 2X18 biała/klosz ml. 124136	8	szt.	0.00 %	123.05	0.00	984.40	105.45	12.00
2	OPK43	Pierścieni SATURN ABS Czarny	8	szt.	0.00 %	11.50	0.00	92.00	12.00	15.00
3	OP10B	Opr.CODAR 2x36 Practic line IP-65 TERMUS	5	szt.	1.54 %	55.00	0.00	275.00	30.00	12.24

lista towarów do wydania

Rys. 2. Zrzut ekranowy okna dialogowego dokumentu WZ generowanego w systemie informacyjnym badanego obiektu

Źródło: Opracowanie na podstawie danych firmy.

Pomyłki w pobieraniu produktów w trakcie kompletacji mają związek ze specyfiką asortymentu towarów należących do artykułów elektrotechnicznych. W wielu wypadkach różne produkty są bardzo do siebie podobne, często różnią się jedynie parametrami technicznymi. Rysunek 3 przedstawia dwa typy wtyczek izolacyjnych, które na pierwszy rzut oka wyglądają identycznie, lecz różnią się jedynie liczbą bolców.



Rys. 3. Wtyczka izolacyjna przenośna: a) 32 A 3p+z , b) 32A 3p+n+z
Źródło: Opracowanie na podstawie danych firmy.

Kolejną czynnością po kompletacji jest wydanie towarów z magazynu i przekazanie klientowi. W przypadku gdy zamówiony towar nie występuje na stanie magazynowym, osoba przyjmująca zamówienie wystawia zamówienie wewnętrzne kierownikowi sprzedaży, który na jego podstawie generuje w systemie Comarch Optima zamówienie do dostawcy.

Realizacja zamówienia u dostawcy może trwać od 1 do 7 dni. Zamówiony u producenta towar może zostać odebrany przez pracownika firmy w dniu wysłania zamówienia. W przypadku zamówienia produktu niebędącego aktualnie na stanie magazynowym producenta czas oczekiwania wydłuża się. Niektórzy dostawcy firmy dostarczają towar własnym transportem, w określone dni tygodnia, co wpływa na zróżnicowanie czasu realizacji zamówienia.

Każda przyjęta dostawa weryfikowana jest pod względem ilościowym i jakościowym. Po zakończonej weryfikacji pozycje zostają wpisane na stan magazynowy przez kierownika sprzedaży, a produkty zamówione przez klienta mogą mu zostać przekazane.

3. Obserwacja i pomiar czasu czynności w cyklu realizacji zamówienia – metodyka badań

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji dokonano pomiaru czasu poszczególnych czynności realizowanych w cyklu realizacji zamówienia w badanej firmie. Pomiar czasu realizacji zamówienia były dokonywane w następujących warunkach:

- Zamówienie od klientów zostało złożone osobiście w siedzibie firmy.
- Zamówiony towar znajduje się na stanie magazynowym.
- Zamówienie dotyczy maksymalnie 10 pozycji asortymentowych.

Dokonano 20 pomiarów poszczególnych czynności wykonywanych podczas cyklu realizacji zamówienia klienta. Wyniki pomiarów zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Czasy trwania czynności wykonywanych w cyklu realizacji zamówienia klienta

Lp.	Czynność	Pomiar																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Ilość pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu																			
		6	1	2	5	7	6	3	10	9	10	5	1	3	5	8	6	4	3	10	2
Czas trwania czynności [min]																					
I	Wpłynięcie zamówienia od klienta	3,25	1	1,25	2,5	3,5	3,2	2,5	4	4,5	5	2,4	1,5	2,5	2,4	4	3	2	2	4,5	1,5
II	Sprawdzenie dostępności towarów	1,5	0,5	0,7	1,5	1,75	1,5	0,5	2,5	2	2,5	1,3	0,6	0,5	1,2	1,8	1,5	1	0,5	2,6	0,5
III	Rezerwacja towarów i wystawienie dokumentu dostawy	2,5	2	2	2,25	2,75	2,6	2,75	3,2	3	3	2,3	1,5	2,75	2,35	3	2,5	2,2	2,75	3	2
IV	Przygotowanie towaru do odbioru	5,2	4	4,2	5	5,25	5	4,5	5,5	5,75	6	4,8	3	4,75	4,75	5,5	5	4,75	4,5	5,5	4
V	Wydanie towaru z magazynu klientowi	0,75	0,5	0,6	0,75	0,8	0,7	0,5	1	1	1,25	0,8	0,6	0,5	0,55	0,8	0,7	0,75	0,5	0,8	0,5

Źródło: Opracowanie na podstawie Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych, praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.

Czasy 20 pomiarów każdej wykonywanej czynności zostały uporządkowane w szereg rozdzielczy punktowy, w którym poszczególnym czasom trwania danej czynności przyporządkowano odpowiadającą liczbę pomiarów.

Do obliczenia średniego czasu trwania każdej czynności (\bar{x}) posłużono się wzorem (1), natomiast odchylenie przecięte od średniego czasu trwania czynności (d) obliczono ze wzoru (2). W tabeli 2 przedstawiono szereg rozdzielczy punktowy dla czasów trwania czynności I.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i n_i}{N} \quad (1)$$

$$d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k |x_i - \bar{x}| n_i \quad (2)$$

Tabela 2

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności I

Czynność I		Obliczenia pomocnicze		
Czas trwania czynności x_{li} [min]	Liczba pomiarów n_{li}	$x_{li} n_{li}$	$ x_{li} - \bar{x} $	$ x_{li} - \bar{x} n_{li}$
1	1	1	1,825	1,825
1,25	1	1,25	1,575	1,575
1,5	2	3	1,325	2,65
2	2	4	0,825	1,65
2,4	2	4,8	0,425	0,85
2,5	3	7,5	0,325	0,975

cd. tabeli 2

3	1	3	0,175	0,175
3,2	1	3,2	0,375	0,375
3,25	1	3,25	0,425	0,425
3,5	1	3,5	0,675	0,675
4	2	8	1,175	2,35
4,5	2	9	1,675	3,35
5	1	5	2,175	2,175
Suma	20	56,5		19,05

Źródło: Opracowanie na podstawie: Sobczyk M.: Statystyka. PWN, Warszawa 2000, s. 33-47.

Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (3).

$$\bar{x}_I = \frac{56,5}{20} = 2,825 \text{ [min]}, d_I = \frac{19,05}{20} = 0,9525 \text{ [min]} \quad (3)$$

Średni czas wpłynięcia zamówienia od klienta wynosi 2 min 50 s, a pozostałe pomiary czasu tej czynności różnią się średnio od tej wartości o 57 s.

W tabeli 3 przedstawiono szereg rozdzielczy punktowy dla czasów trwania czynności II.

Tabela 3

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności II

Czynność II		Obliczenia pomocnicze		
Czas trwania czynności x_{II} [min]	Liczba pomiarów n_{II}	$x_{II} n_{II}$	$ x_{II} - \bar{x}_{II} $	$ x_{II} - \bar{x}_{II} n_{II}$
0,5	5	2,5	0,8225	4,1125
0,6	1	0,6	0,7225	0,7225
0,7	1	0,7	0,6225	0,6225
1	1	1	0,3225	0,3225
1,2	1	1,2	0,1225	0,1225
1,3	1	1,3	0,0225	0,0225
1,5	4	6	0,1775	0,71
1,75	1	1,75	0,4275	0,4275
1,8	1	1,8	0,4775	0,4775
2	1	2	0,6775	0,6775
2,5	2	5	1,1775	2,355
2,6	1	2,6	1,2775	1,2775
Suma	20	26,45		11,85

Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (4).

$$\bar{x}_{II} = \frac{26,45}{20} = 1,3225 \text{ [min]}, d_{II} = \frac{11,85}{20} = 0,5925 \text{ [min]} \quad (4)$$

Średni czas sprawdzenia dostępności towarów wynosi 1 min 19 s, a pozostałe pomiary czasu trwania tej czynności różnią się średnio od tej wartości o 36 s.

Tabela 4 prezentuje szereg rozdzielczy punktowy dla czasów trwania czynności III.

Tabela 4

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności III

Czynność III		Obliczenia pomocnicze		
Czas trwania czynności x_{III} [min]	Liczba pomiarów n_{III}	$x_{III}n_{III}$	$ x_{III} - \bar{x}_{III} $	$ x_{III} - \bar{x}_{III} n_{III}$
1,5	1	1,5	1,02	1,02
2	3	6	0,52	1,56
2,2	1	2,2	0,32	0,32
2,25	1	2,25	0,27	0,27
2,3	1	2,3	0,22	0,22
2,35	1	2,35	0,17	0,17
2,5	2	5	0,02	0,04
2,6	1	2,6	0,08	0,08
2,75	4	11	0,23	0,92
3	4	12	0,48	1,92
3,2	1	3,2	0,68	0,68
Suma	20	50,5		7,2

Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (5).

$$\bar{x}_{III} = \frac{50,5}{20} = 2,52 \text{ [min]}, d_{II} = \frac{7,2}{20} = 0,36 \text{ [min]} \quad (5)$$

Średni czas rezerwacji towarów i wystawienia dokumentu dostawy wynosi 2 min 31 s, a pozostałe pomiary czasu trwania tej czynności różnią się średnio od tej wartości o 22 s.

W tabelach 5 i 6 przedstawiono szeregi rozdzielcze punktowe dla czasów trwania odpowiednio – czynności IV i czynności V.

Tabela 5

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności IV

Czynność IV		Obliczenia pomocnicze		
Czas trwania czynności [min] x_{IV}	Liczba pomiarów n_{IV}	$x_{IV}n_{IV}$	$ x_{IV} - \bar{x}_{IV} $	$ x_{IV} - \bar{x}_{IV} n_{IV}$
3	1	3	1,8475	1,8475
4	2	8	0,8475	1,695
4,2	1	4,2	0,6475	0,6475
4,5	2	9	0,3475	0,695
4,75	3	14,25	0,0975	0,2925
4,8	1	4,8	0,0475	0,0475
5	3	15	0,1525	0,4575
5,2	1	5,2	0,3525	0,3525
5,25	1	5,25	0,4025	0,4025
5,5	3	16,5	0,6525	1,9575
5,75	1	5,75	0,9025	0,9025
6	1	6	1,1525	1,1525
Suma	20	96,95		10,45

Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (6).

$$\bar{x}_{IV} = \frac{96,95}{20} = 4,8475 \text{ [min]}, d_{II} = \frac{10,45}{20} = 0,5225 \text{ [min]} \quad (6)$$

Średni czas przygotowania produktów do odbioru wynosi 4 min 51 s, a pozostałe pomiary czasu trwania tej czynności różnią się średnio od tej wartości o 31 s.

Tabela 6

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności V

Czynność V		Obliczenia pomocnicze		
Czas trwania czynności [min] x_{Vi}	Liczba pomiarów n_{Vi}	$x_{Vi}n_{Vi}$	$ x_{Vi} - \bar{x}_V $	$ x_{Vi} - \bar{x}_V n_{Vi}$
0,75	1	0,75	0,0325	0,0325
0,5	5	2,5	0,2175	1,0875
0,55	1	0,55	0,1675	0,1675
0,6	2	1,2	0,1175	0,235
0,7	2	1,4	0,0175	0,035
0,75	2	1,5	0,0325	0,065
0,8	4	3,2	0,0825	0,33
1	2	2	0,2825	0,565
1,25	1	1,25	0,5325	0,5325
Suma	20	14,35		3,05

Źródło: Opracowanie własne.

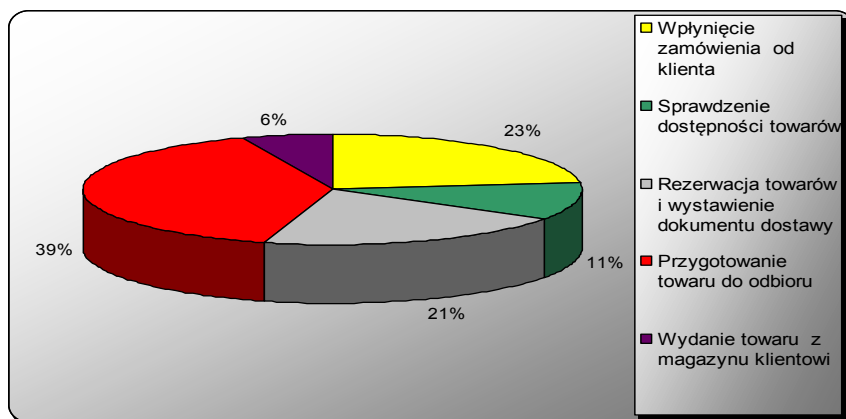
Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (7).

$$\bar{x}_V = \frac{14,35}{20} = 0,7175 [\text{min}], d_{II} = \frac{3,05}{20} = 0,1525 [\text{min}] \quad (7)$$

Średni czas wydania produktów z magazynu wynosi 43 s, a pozostałe pomiary czasu trwania tej czynności różnią się średnio od tej wartości o 9 s.

Dzięki wyznaczeniu średnich czasów trwania poszczególnych czynności wykonywanych w ramach procesu realizacji zamówienia oraz ich zsumowaniu obliczono średni czas cyklu realizacji zamówienia.

Średni czas cyklu realizacji zamówienia w badanym przedsiębiorstwie wynosi 12,23 min, z czego aż 39% zajmuje czynność przygotowania produktów do odbioru, która wiąże się z lokalizacją towarów na magazynie i ich kompletacją, czyli pobraniem odpowiedniej liczby towarów z posiadanych zapasów zgodnie z zamówieniem. Rysunek 4 przedstawia udział czasów trwania poszczególnych czynności w całkowitym czasie realizacji zamówienia.



Rys. 4. Udział poszczególnych czynności w całkowitym czasie realizacji zamówienia

Źródło: Opracowanie na podstawie danych firmy.

Największy udział w całkowitym czasie realizacji zamówienia ma czynność związana z przygotowaniem produktów do odbioru. Czas trwania procesów lokalizacji towarów oraz kompletacji zależny jest przede wszystkim od liczby pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu.

Dla zbadania siły i kierunku zależności między zmiennymi (czasem trwania czynności przygotowania produktów do odbioru i liczbą pozycji asortymentowych w zamówieniu) ustalono współczynnik korelacji liniowej Pearsona r_{xy} , określony wzorem (8).

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x, y)}{s(x)s(y)}, \quad (8)$$

gdzie:

$$\text{cov}(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}),$$

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}},$$

$$s(y) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}.$$

Czasy trwania 20 pomiarów czynności IV – przygotowania towarów do odbioru (y_i) oraz odpowiadające im liczbie pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu (x_i) – zostały przedstawione w tabeli 7, która zawiera obliczenia pomocnicze, służące do wyznaczenia współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

Tabela 7

Korelacja między liczbą pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu a czasem trwania czynności przygotowania produktów do odbioru – obliczenia pomocnicze

	Liczba pozycji asortymentowych	Czas trwania czynności IV	Obliczenia pomocnicze				
			x_i	y_i	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
	1	4	-4,3	-0,8475	3,64425	18,49	0,718256
	1	3	-4,3	-1,8475	7,94425	18,49	3,413256
	2	4,2	-3,3	-0,6475	2,13675	10,89	0,419256
	2	4	-3,3	-0,8475	2,79675	10,89	0,718256
	3	4,5	-2,3	-0,3475	0,79925	5,29	0,120756
	3	4,75	-2,3	-0,0975	0,22425	5,29	0,009506
	3	4,5	-2,3	-0,3475	0,79925	5,29	0,120756
	4	4,75	-1,3	-0,0975	0,12675	1,69	0,009506
	5	5	-0,3	0,1525	-0,04575	0,09	0,023256
	5	4,8	-0,3	-0,0475	0,01425	0,09	0,002256
	5	4,75	-0,3	-0,0975	0,02925	0,09	0,009506
	6	5,2	0,7	0,3525	0,24675	0,49	0,124256
	6	5	0,7	0,1525	0,10675	0,49	0,023256
	6	5	0,7	0,1525	0,10675	0,49	0,023256
	7	5,25	1,7	0,4025	0,68425	2,89	0,162006

cd. tabeli 7

	8	5,5	2,7	0,6525	1,76175	7,29	0,425756
	9	5,75	3,7	0,9025	3,33925	13,69	0,814506
	10	5,5	4,7	0,6525	3,06675	22,09	0,425756
	10	6	4,7	1,1525	5,41675	22,09	1,328256
	10	5,5	4,7	0,6525	3,06675	22,09	0,425756
Suma	106	96,95			36,265	168,2	9,317375

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Sobczyk M.: Statystyka. PWN, Warszawa 2000, s. 218-226.

Otrzymane wyniki przedstawiono wzorem (9).

$$\begin{aligned} \text{cov}(x, y) &= \frac{36,265}{20} = 1,813, \\ s(x) &= \sqrt{\frac{168,2}{20}} = 2,9, \\ s(y) &= \sqrt{\frac{9,317}{20}} = 0,68, \\ r_{xy} &= \frac{\text{cov}(x, y)}{s(x)s(y)} = \frac{1,813}{2,9 * 0,68} = 0,92 \end{aligned} \quad (9)$$

Otrzymany wynik ($r_{xy} = 0,92$) świadczy o tym, iż korelacja między liczbą pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu a czasem trwania czynności przygotowania produktów do obioru jest bardzo silna. Współzależność dodatnia oznacza, że wzrost liczby pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu powoduje wydłużenie się czasu czynności przygotowania produktów do odbioru.

Znając wartość współczynnika korelacji liniowej ($r_{xy} = 0,92$), obliczono współczynnik determinacji ($r_{xy}^2 = (0,92)^2 = 0,85$). Otrzymany wynik oznacza, że w 85% zmiana czasu realizacji czynności związanej z przygotowaniem produktów do odbioru jest uwarunkowana zmianą liczby pozycji asortymentowych w zamówieniu.

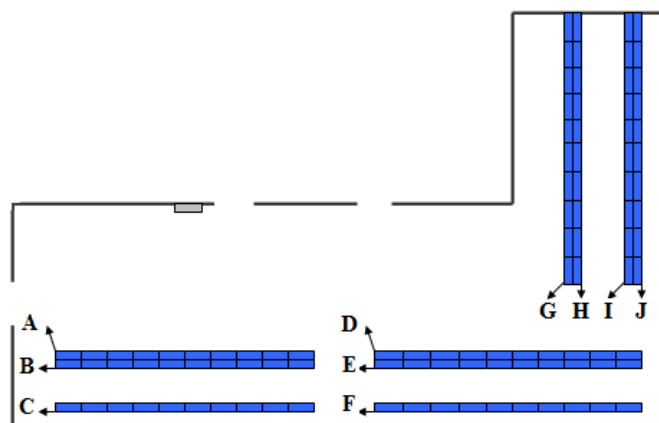
Na czas trwania czynności przygotowania produktów do odbioru oprócz liczby pozycji asortymentowych wpływają jeszcze inne czynniki. Przygotowanie produktów do odbioru wiąże się z ich lokalizacją i kompletacją. Sprawny przebieg procesu kompletacyjnego w magazynie uwarunkowany jest również przestrzeganiem określonych zasad organizacyjno-technologicznych, w tym szczególnie istotne znaczenie mają prawidłowy system zagospodarowania powierzchni magazynowej oraz właściwy dobór urządzeń do formowania jednostek magazynowych w czasie składowania i przemieszczania wewnątrz magazynu.

W magazynie badanej firmy zaobserwowano następujące uchybienia:

- niewłaściwe zagospodarowanie powierzchni magazynowej w urządzenia do składowania (regały w magazynie badanego obiektu są rozmieszczone dość chaotycznie i przypadkowo, liczby kolumn w poszczególnych rzędach są różne,
- brak systemu oznakowania rzędów, segmentów oraz gniazd regałowych.

Rysunek 5 przedstawia propozycję nowego sposobu zagospodarowania powierzchni magazynowej, z wykorzystaniem typowych urządzeń do składowania – regałów półkowych. Zaproponowano ułożenie regałów w 10 rzędów, gdzie każdy rząd składa się z 10 segmentów.

Nowy sposób ustawienia regałów pozwala na lepsze wykorzystanie powierzchni manipulacyjnej i większą swobodę dotarcia do miejsc składowania.

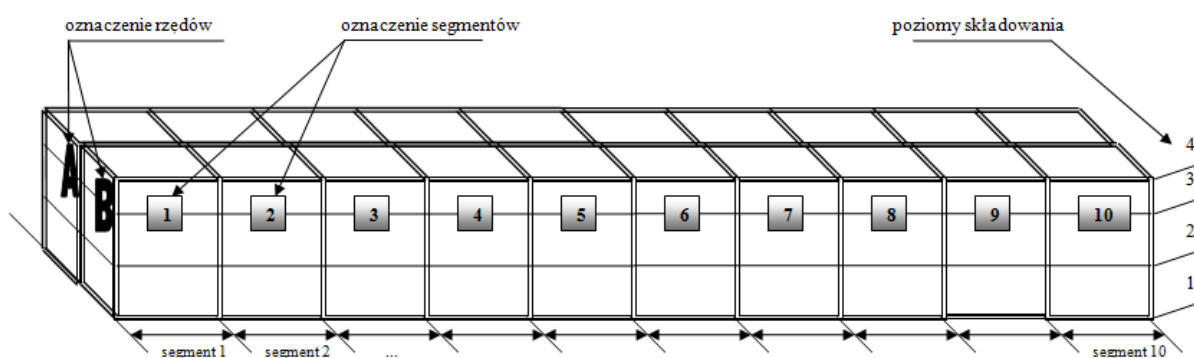


Rys. 5. Nowy sposób zagospodarowania powierzchni magazynowej

Źródło: Opracowanie na podstawie Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.

Rysunek 6 przedstawia propozycję oznakowania rzędów, kolumn i gniazd regałowych. Rzędy regałów oznakowano dużymi literami alfabetu (od A do J), umieszczonymi na tabliczkach przymocowanych do kolumn czołowych. Kolumny w poszczególnych rzędach zostały oznakowane liczbami (od 1 do 10), umieszczonymi na poprzeczkach regałowych na wysokości wzroku pracownika.

Zaproponowane rozwiązania w zakresie sposobu zagospodarowania powierzchni oraz odpowiedniego oznakowania regałów stały się punktem wyjścia do zaprojektowania systemu kodów lokalizacyjnych w magazynie badanej firmy.



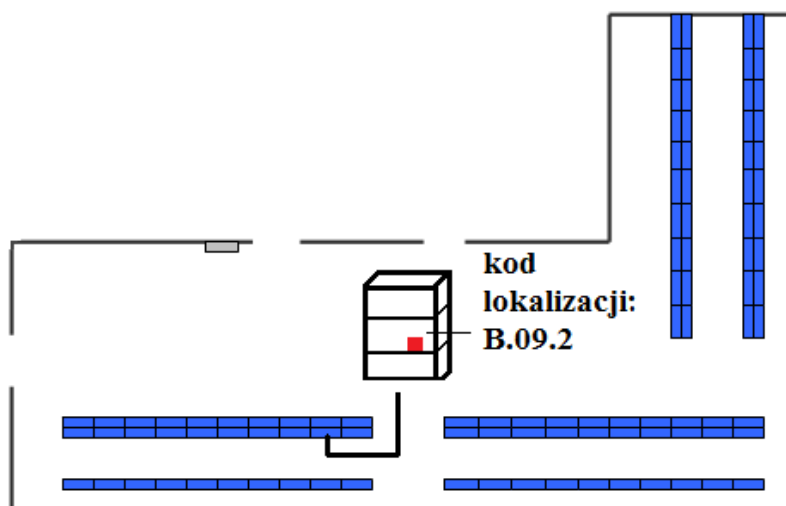
Rys. 6. Projekt oznakowania regałów

Źródło: Opracowanie Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.

Symulacja wprowadzenia systemu kodów, które będą informowały o rzeczywistej lokalizacji danego produktu, została przedstawiona na przykładzie konkretnej pozycji

asortymentowej – oprawy stałej oświetleniowej. W magazynie badanej firmy poszczególne pozycje asortymentowe są składowane w stałych miejscach – gniazdach regałowych. Dzięki odpowiedniemu oznaczeniu miejsc składowania można opisać miejsca składowania każdego produktu kodem lokalizacyjnym.

Na rysunku 7 zostało przedstawione przykładowe miejsce magazynowania oprawy stałej oświetleniowej, model oval 60, kolor biały. Pozycja asortymentowa jest składowana w rzędzie B, w dziewiątym segmencie, w drugim gnieździe regałowym (poziom składowania). Kod lokalizacji tego produktu zatem to: **B.09.2**.

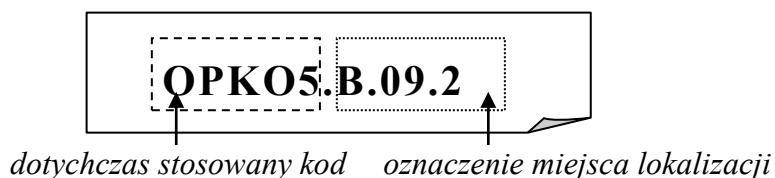


Rys. 7. Oznaczenie kodem miejsca składowania oprawy oświetleniowej

Źródło: Opracowanie Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.

Dotychczasowy system kodowania w magazynie badanej firmy nie wskazywał lokalizacji produktu. Stosowano go jedynie w celu uniknięcia długich i szczegółowych opisów produktów po wdrożeniu skomputeryzowanego systemu ewidencji.

Propozycja usprawnienia polega na utworzeniu systemu kodów opartego na „starych” kodach oraz kodzie lokalizacyjnym. Budowa takiego kodu na przykładzie oprawy stałej oświetleniowej, model oval 60, kolor biały została przedstawiona na rys. 8.



Rys. 8. Budowa kodu na przykładzie oprawy oświetleniowej

Źródło: Opracowanie Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.

Kod powinien składać się z dwóch części. Pierwsza część, zaznaczona na rysunku przerywaną linią, to kod stosowany dotychczas w badanej firmie. Fragment zaznaczony linią kropkowaną stanowi oznaczenie miejsca lokalizacji produktu: B – rząd, 09 – segment w danym rzędzie, 2 – gniazdo (poziom składowania).

Utworzenie nowego systemu kodów, będącego połączeniem obecnego kodu oraz kodu lokalizacji, powinno pozwolić na skrócenie czasu realizacji czynności przygotowania produktu do odbioru. Przekazany dokument (WZ lub faktura) zawiera specyfikację zamówienia: listę produktów do wydania, liczbę, cenę oraz kod. Na podstawie przeprowadzonych symulacji ustalono, że dzięki wprowadzeniu nowego systemu kodów czas przygotowania do odbioru jednej pozycji asortymentowej w realizowanym zamówieniu może skrócić się o 12 s.

W odniesieniu do dokonanych obserwacji i 20 pomiarów czasu trwania poszczególnych czynności składających się na cykl realizacji zamówienia, których wyniki zostały przedstawione w tabeli 6 dokonano kolejnych pomiarów. Tabela 8 przedstawia wyniki pomiarów, przy założeniu że czas przygotowania do odbioru jednej pozycji asortymentowej w realizowanym zamówieniu może skrócić się o 12 s czyli o 0,2 min. Czas realizacji pozostałych czynności (I, II, III i V) nie uległ zmianie.

Tabela 8

Wyniki pomiarów przy założeniu iż czas przygotowania do odbioru 1 pozycji asortymentowej jest krótszy o 12 s

Lp.	Czynność	Pomiar																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Ilość pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu																			
		6	1	2	5	7	6	3	10	9	10	5	1	3	5	8	6	4	3	10	2
Czas trwania czynności [min]																					
I	Wpłynięcie zamówienia od klienta	3,25	1	1,25	2,5	3,5	3,2	2,5	4	4,5	5	2,4	1,5	2,5	2,4	4	3	2	2	4,5	1,5
II	Sprawdzenie dostępności towarów	1,5	0,5	0,7	1,5	1,75	1,5	0,5	2,5	2	2,5	1,3	0,6	0,5	1,2	1,8	1,5	1	0,5	2,6	0,5
III	Rezerwacja towarów i wystawienie dokumentu dostawy	2,5	2	2	2,25	2,75	2,6	2,75	3,2	3	3	2,3	1,5	2,75	2,35	3	2,5	2,2	2,75	3	2
IV	Przygotowanie towaru do odbioru	4	3,8	3,8	4	3,85	3,8	3,9	3,5	3,95	4	3,3	2,8	4,15	3,75	3,9	3,8	4,15	3,9	3,5	3,6
V	Wydanie towaru z magazynu klientowi	0,75	0,5	0,6	0,75	0,8	0,7	0,5	1	1	1,25	0,8	0,6	0,5	0,55	0,8	0,7	0,75	0,5	0,8	0,5

Źródło: Opracowanie własne.

W celu obliczenia średniego czasu trwania czynności przygotowania produktów do odbioru (czynność IV) przy uwzględnieniu przyjętego założenia – ustalone czasy 20 pomiarów zostały uporządkowane w szereg rozdzielczy punktowy, w którym poszczególnym czasom trwania tej czynności przyporządkowano odpowiadającą liczbę pomiarów (tabela 9).

Tabela 9

Szereg rozdzielczy punktowy – czasy trwania czynności IV po wprowadzeniu zmian

Czynność IV – Przygotowanie produktu do odbioru		Obliczenia pomocnicze
Czas trwania czynności x_{IVi} [min]	Liczba pomiarów n_{IVi}	$x_{IVi}n_{IVi}$
2,8	1	2,8
3,3	1	3,3
3,5	2	7
3,6	1	3,6
3,75	1	3,75
3,8	4	15,2
3,85	1	3,85
3,9	3	11,7
3,95	1	3,95
4	3	12
4,15	2	8,3
Suma	20	75,45

Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymany wynik przedstawiono wzorem (10).

$$\bar{x}_{IV} = \frac{75,45}{20} = 3,77 \text{ [min]} \quad (10)$$

Na podstawie szeregu rozdzielczego punktowego obliczono średni czas trwania czynności przygotowania produktów do odbioru, który wyniósł 3,77 min, czyli **3 min 46 s**.

Reasumując – średni czas cyklu realizacji zamówienia w badanym przedsiębiorstwie trwa 12 min 7 s, z czego czas trwania czynności przygotowania produktów do odbioru wynosi 4 min 51 s. Czas tej czynności może ulec skróceniu do 3 min 46 s, dzięki wprowadzeniu rozwiązania opartego na systemie kodów informujących o rzeczywistej lokalizacji produktów. Zatem średni czas cyklu realizacji zamówienia skróci się o 1 min 5 s.

4. Podsumowanie

Przeprowadzona charakterystyka gospodarki magazynowej w hurtowni artykułów elektrotechnicznych wykazała, iż magazyn badanej firmy jest dobrze zorganizowany pod względem technicznym i technologicznym. Wyposażenie magazynu jest dostosowane do wymogów technologicznego procesu magazynowego, przystosowane do właściwości składowanych zapasów oraz do warunków technicznych budynku magazynowego.

Analiza technologii i organizacji prac magazynowych w badanym obiekcie, z uwzględnieniem rozwiązań technologiczno-organizacyjnych dotyczących poszczególnych faz procesu magazynowego, nie wykazała poważnych uchybień. Nieprawidłowością, którą zaobserwowano, było chaotyczne rozmieszczenie regałów magazynowych oraz brak

oznakowań rzędów regałów, kolumn i gniazd regałowych, co zaburzało prawidłowość procesu kompletacji.

Analiza przebiegu procesu realizacji zamówienia w firmie wykazała, że przygotowanie produktów do odbioru, które wiąże się z lokalizacją jednostek w magazynie i ich kompletacją, przebiega z zakłóceniami, które są wynikiem braku oznakowania regałów magazynowych oraz specyfiką towarów należących do grupy artykułów elektrotechnicznych.

Wyniki dokonanych pomiarów czasów poszczególnych czynności w cyklu realizacji zamówienia poddano analizie statystycznej, która wykazała, że średni czas cyklu w badanym przedsiębiorstwie trwa 12,23 min, z czego aż 39% stanowi czynność przygotowania produktów do odbioru. Wzrost liczby pozycji asortymentowych w realizowanym zamówieniu powoduje wydłużenie się czasu trwania tej czynności i jest to współzależność bardzo silna. Ustalono także, że w 85% zmiana czasu realizacji czynności związanej z przygotowaniem produktów do odbioru jest uwarunkowana zmianą liczby pozycji asortymentowych w zamówieniu. Otrzymany wynik pozwolił stwierdzić, że na czas trwania czynności przygotowania produktów do odbioru oprócz liczby pozycji asortymentowych niewątpliwie wpływa na sprawny przebieg procesu kompletacyjnego.

Zaproponowany nowy sposób zagospodarowania powierzchni magazynowej, odpowiednie oznakowania rzędów, kolumn i gniazd regałowych oraz zastosowanie kodów lokalizacyjnych w badanej hurtowni artykułów elektrotechnicznych, może wpłynąć na skrócenie czasu realizacji zamówienia, pozwalając również na sprawniejszy jego przebieg dzięki minimalizowaniu błędów podczas procesu kompletacji. Zaproponowane rozwiązanie pozwoliłoby na skrócenie czasu realizacji zamówienia o 1 min i 5 s, przy średnim czasie trwania cyklu realizacji zamówienia w badanym przedsiębiorstwie: 12 min 7 s, gdzie czas trwania czynności przygotowania produktów do odbioru związanych z lokalizacją i kompletacją, wynosi obecnie 4 min 51 s.

Ze względu na ograniczenia zasygnalizowane na wstępie artykułu rozwiązanie może znaleźć zastosowanie w magazynach, gdzie stosuje się metodę stałych miejsc składowania.

Bibliografia

1. Bendkowski J., Radziejowska G.: Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
2. Dudziński Z.: Vademecum organizacji gospodarki magazynowej. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2008.
3. Grzybowska K.: Gospodarka zapasami i magazynem, cz. 2 – Zarządzanie magazynem. Difin, Warszawa 2010.

4. Krzyżaniak S. i inni: Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych. Biblioteka Logistyka, Poznań 2013.
5. Kulińska E., Odlanicka-Poczobutt M.: Identyfikacja błędów w procesie kompletacji – case study, [w:] Knosala R (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, t. 1. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014.
6. Materiały uzyskane z przedsiębiorstwa, <http://www.elektra.net.pl/>.
7. Niemczyk A.: Zarządzanie magazynem, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2010.
8. Pacana A., Pawłowska B., Perłowski R., Stachowicz F., Zielecki W. (red.): Logistyka w przedsiębiorstwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Rzeszów 2010.
9. Sobczyk M.: Statystyka, PWN, Warszawa 2000.
10. Wróbel K.: Znaczenie gospodarki magazynowej w firmie handlowej na przykładzie hurtowni artykułów elektrotechnicznych. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.