

Jacek Zając  
Instytut Logistyki i Magazynowania

# Aspekty organizacyjno-technologiczne wybranych systemów kompletacji<sup>1</sup>

Artykuł zawiera opis ostatniego z opracowanych modeli kompletacji – modelu z wykorzystaniem komponentów automatycznych. Pamiętać należy, że wydajność systemów dystrybucji jest zależna w głównej mierze od sprawności procesu kompletacji zamówień. Stawiane przez odbiorców wymagania dotyczące terminowości, kompletności, zgodności i jakości dostaw zmuszają firmy do poszukiwania coraz bardziej efektywnych systemów kompletacji w zakresie stosowanych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych.

Kluczowym, z punktu widzenia działalności rynkowej przedsiębiorstw, jest pojęcie efektywności systemu kompletacji rozumiane jako stosunek poniesionych nakładów i kosztów jego działania do założonych efektów operacyjnych. Innymi słowy chodzi o uzyskanie wymaganej wydajności procesu przy możliwie niskich kosztach jego organizacji.

Dlatego też w ramach prac badawczych podjęto się zadania opracowania ostatniego modelu kompletacji z wykorzystaniem komponentów automatycznych, który pozwoli na porównywanie z modelami powszechnie stosowanymi (opisanymi w artykule M. Nowaka i J. Zająca pt. „Aspekty organizacyjno-technologiczne wybranych systemów kompletacji”, który ukazał się w nr 5/2012 „Logistyki”).

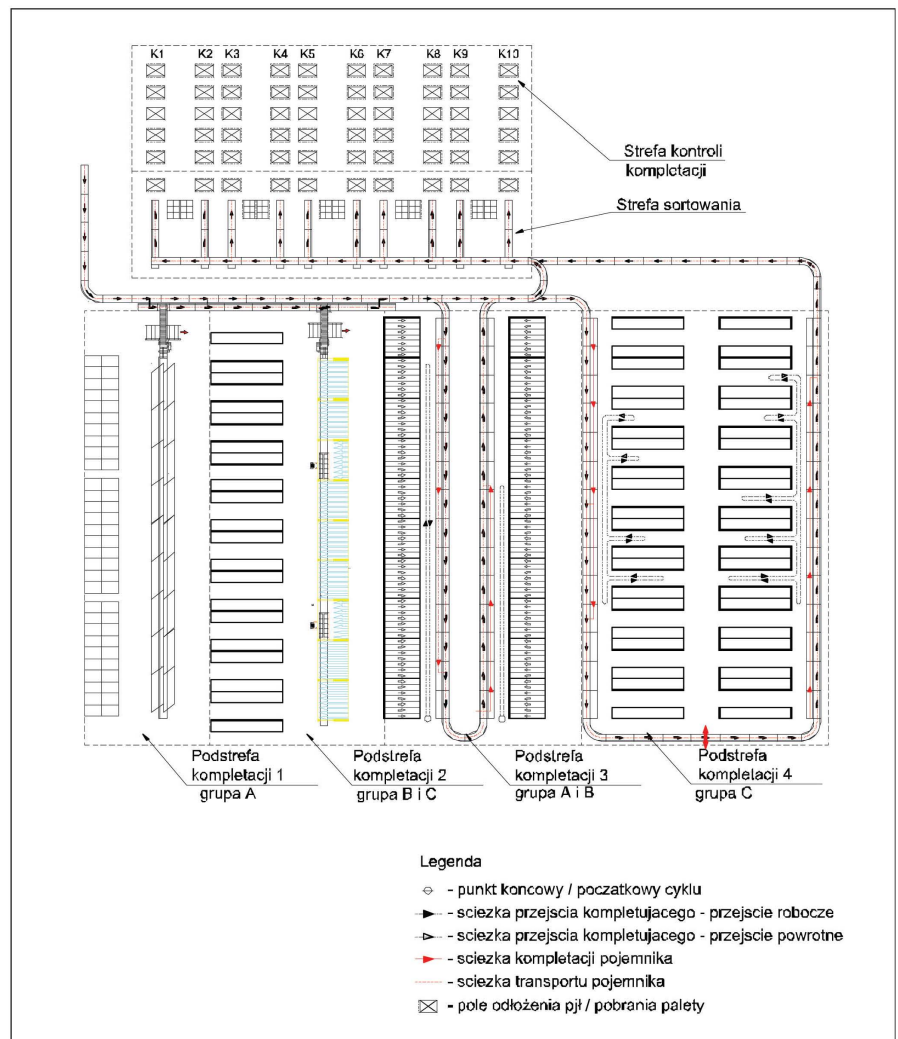
## Model procesu kompletacji

**Model F – Kompletacja wielostrefowa równoległa – z wykorzystaniem komponentów automatycznych.**

W modelu kompletacji z wykorzystaniem komponentów automatycznych założono wykorzystanie technologii magazynowych o wysokim poziomie automatyzacji procesów kompletacji zamówień, do których należą:

- A-Frame<sup>2</sup> – system automatycznej kompletacji dla asortymentów szybkrotujących

- PPS (Paralel Picking System)<sup>3</sup> – półautomatyczny system kompletacji równoległej towarów:
  - średniorotujących z kanałów przepływowych do opakowań
  - wolnorotujących z regałów półkowych
- Manual Picking – system ręcznej kompletacji towarów z wykorzystaniem przenośników automatycznych do transportu towarów oraz:
  - kanałów przepływowych do składowania asortymentów średniorotujących



Rys. 1. Schemat ideowy strefy kompletacji dla modelu F.  
Źródło: opracowanie własne [11].

<sup>1</sup> Artykuł jest kontynuacją – uzupełnieniem publikacji autorstwa Mirosława Nowaka i Jacka Zająca pt. „Aspekty organizacyjno-technologiczne wybranych systemów kompletacji”, która ukazała się w nr 5/2012 „Logistyki”, ss. 35-40 (przyp. red.).

<sup>2</sup> Nazewnictwo stosowane przez firmę SSI Schäfer.

<sup>3</sup> Nazewnictwo stosowane przez firmę SSI Schäfer.

Tab. 1. Założenia technologiczne dla modelu F.

PODSTREFA KOMPLETACJI	TECHNOLOGIA KOMPLETACJI (POBRAŃ)	TECHNOLOGIA SKŁADOWANIA W STREFIE KOMPLETACJI	REKOMENDOWANE PARAMETRY ASORTYMENTÓW				
			PODATNOŚĆ NA USZKODZENIA	ROTACJA	POSTAĆ JEDN. ŁADUNKOWEJ W SKŁADOWANIU	POSTAĆ JEDN. ŁADUNKOWEJ W KOMPLETACJI	WIELKOŚĆ WYDAŃ NA LINIE
1	automatyczna - A-Frame	w gnieździe (kanale) automatu A-Frame	niepodatne	A	op. jedn.	op. jedn.	<1szt. ; 5 szt.>
2	półautomatyczna - PPS (Paralel Picking System)	w gnieździe (kanale) regału przepływowego	niepodatne	B	op. zbiorcze	op. jedn.	< 1 oz
		w gnieździe regału półkowego		C			
3	manualna z regału przepływowego (Manual Picking)	w gnieździe (kanale) regału przepływowego	podatne	A B	op. zbiorcze	- op. jedn. - op. zbiorcze	
			niepodatne	A		op. zbiorcze	
4	manualna z regału półkowego (Manual Picking)	w gnieździe regału półkowego	podatne	C	op. zbiorcze	- op. jedn. - op. zbiorcze	
			niepodatne			op. zbiorcze	

Źródło: opracowanie własne [11].

- regałów półkowych do składowania asortymentów wolno-rotujących
- urządzenia sortujące (sortery) w strefie pakowania na nośniki wysyłkowe.

Połączenie tych komponentów automatycznych w system kompletacji był podstawą tego modelu. Schemat ideowy strefy kompletacji dla modelu F przedstawia rysunek 1. Natomiast podstawowe założenia technologiczne dotyczące procesu kompletacji przedstawiono w tabeli 1.

Dla potrzeb opracowania modelu kompletacji przyjęto szereg założeń funkcjonalnych. Wynikały one przede wszystkim z możliwości parametryzacji procesu kompletacji oraz ograniczeń posiadanego narzędzia informatycznego. Przyjęte założenia dotyczyły rozwiązań organizacyjnych oraz technologii magazynowych.

### Organizacja procesu

Przyjęte do opracowania modelu założenia organizacyjne procesu kompletacji przedstawiono poniżej.

1. W organizacji procesu kompletacji wykorzystywany jest magazynowy system informatyczny (MSI) wspomagający procesy zarządzania magazynem.
2. Do automatycznej identyfikacji jednostek ładunkowych i miejsc ich składowania wykorzystano system ADC oparty o kody kreskowe zgodne ze standardem GS1.
3. Ścieżka kompletacji w ramach cyklu roboczego uwzględnia przyjęty rozkład asortymentów w strefie kompletacji.
4. Po zakończeniu procesu kompletacji formowana jednostka ładunkowa wydań dla Klienta odstawiona jest na wydzielone pole odkładcze w strefie wydań, gdzie po kontroli i zabezpieczeniu oczekuje na załadunek na środek transportu zewnętrznego.
5. Strefa kompletacji obejmuje wszystkie lokalizacje towarowe dostępne dla pracowników magazynowych z poziomu posadzki magazynu.
6. Strefa kompletacji podzielona została na 4 odrębne podstrefy przeznaczone do obsługi określonych grup asortymentowych i charakteryzujące się odrębnymi technologiami kompletacji (tabela 1).
7. Składowany w strefie kompletacji zapas magazynowy został podzielony na odrębne grupy według następujących kryteriów:
  - podatność na uszkodzenia
  - wyniki analizy Pareto według wielkości wydań – podział na strefy technologiczne składowania poszczególnych grup towarowych (A, B, C) w układzie poziomym (horyzontalnym)
  - rodzaj i wielkość jednostki logistycznej w kompletacji (opakowania) – towary kompletowane w opakowaniach jednostkowych (ilości sztukowe) lub w opakowaniach zbiorczych (ilości zbiorcze).
8. Adres lokalizacji asortymentu stanowi:
  - w systemie A-Frame – numer gniazda (kanału) dla towarów grupy A
  - w systemie PPS
    - numer gniazda (kanału) regału przepływowego dla towarów grupy B
    - numer gniazda regału półkowego dla towarów grupy C
  - w systemie Manual Picking
    - numer gniazda (kanału) regału przepływowego dla towarów grupy A i B
    - numer gniazda regału półkowego dla towarów grupy C.
9. Strefę składowania zapasu asortymentów ulokowano w odrębnej części magazynu w bezpośrednim sąsiedztwie strefy kompletacji.
10. Realizacja zleceń odbywa się kolejno według porządku wejścia (zgłoszenia w systemie).
11. Realizacja zleceń odbywać się może wariantowo:
  - w sposób równoległy we wszystkich strefach kompletacji
  - w sposób mieszany, równoległe w strefach 1 i 2 oraz szeregowo w strefach 3 i 4.
12. Każdy z korytarzy roboczych obsługiwany jest przez innego pracownika magazynu.
13. Skompletowane towary transportowane są za pomocą przenośnika wałkowego do strefy pakowania.
14. Rozdział skompletowanych towarów odbywa się na urządzeniu sortującym (sorterze) w strefie pakowania, skąd pojemniki są kierowane na odpowiednie stanowiska pakowania.
15. Podstawą formowania jednostki ładunkowej do wydania jest „Zlecenie wydania”.



16. Liczba stanowisk pakowania odpowiada liczbie jednocześnie realizowanych zleceń wydania.
17. Minimalna liczba pracowników do obsługi procesu kompletacji wynika z przyjętych założeń:
  - 1 pracownik obsługuje 1 korytarz w strefie kompletacji
  - 1 pracownik obsługuje 2 przenośniki (2 zlecenia) w strefie pakowania.
18. Uzupelnianie lokalizacji kompletacyjnych odbywa się ze strefy składowania zapasu umieszczonej bezpośrednio za strefą kompletacji, przy czym:
  - dla asortymentów grupy A jednostki ładunkowe towarów pobieranych do uzupełnienia będą miały postać jednorodnych pjt<sup>4</sup>
  - dla asortymentów grupy B i C jednostki ładunkowe towarów pobieranych do uzupełnienia będą miały postać niejednorodnych pjt zawierających opakowania zbiorcze asortymentów przeznaczonych dla 1 korytarza roboczego w strefie kompletacji.

### Technologia magazynowa

Przyjęte do opracowania modelu założenia technologiczne przedstawiono poniżej.

1. Wielkość strefy kompletacji wynika z ilości składowanych asortymentów towarowych, wielkości zapasu asortymentów, przyjętej technologii składowania oraz parametrów jednostek ładunkowych.
2. Liczba poziomów składowania wynika z przyjętej technologii oraz wysokości składowanych jednostek ładunkowych poszczególnych grup towarowych A, B i C i jest ograniczona maksymalną założoną wysokością obsługi ręcznej urządzeń z poziomu posadzki.
3. Pojemność adresu kompletacji wyznaczono w zależności od przyjętej częstości ich uzupełnień.
4. Szerokości korytarzy roboczych wynikają z wymaganych parametrów dla ręcznej obsługi regałów oraz dla zastosowanych wózków magazynowych.
5. W procesie kompletacji wykorzystywane są:
  - przenośniki wałkowe napędzane (transportowe) do transportu pojemników:
    - z punktu zasilania (pojemników) do strefy kompletacji
    - w podstrefach kompletacji
    - ze strefy kompletacji do strefy rozdziału i pakowania
  - przenośniki wałkowe nienapędzane (kompletacyjne) do ręcznego przemieszczania pojemników kompletacyjnych w podstrefach kompletacji.
6. Do kompletacji wydań wykorzystywane są pojemniki kompletacyjne, które są przypisywane w systemie do zlecenia pobrania i automatycznie pobierane z magazynku pojemników.
7. Do uzupełniania strefy kompletacji wykorzystywane są:
  - wózki podnośnikowe – do pobierania i transportu pjt ze strefy składowania zapasu na czoło regałów w strefie kompletacji
  - wózki unoszące do uzupełniania lokalizacji w strefie kompletacji.

### Przebieg procesu kompletacji w modelu

Podstawą uruchomienia procesu jest dokument „Zlecenie wydania”, który w sensie asortymentowym i ilościowym jest odzwierciedleniem przyjętego do realizacji „Zamówienia” Klienta.

Na podstawie wprowadzonego do systemu magazynowego (MSI) „Zlecenia wydania” w sposób automatyczny tworzy się „Lista pobrań”. W przypadku pobrań asortymentów z różnych podstref liczba tych dokumentów odpowiada liczbie aktywnych stanowisk roboczych w podstrefach kompletacji, przy uwzględnieniu granicznej pojemności nośnika kompletacji. Pojemność graniczna nośnika oznacza:

- maksymalną ilość kompletowanych jednostek ładunkowych w jednym cyklu pracy urządzenia A-Frame
- maksymalną pojemność pojemnika wrzutowego w systemie PPS
- maksymalną pojemność pojemnika kompletacyjnego.

Przykładowy opis przebiegu procesu kompletacji w poszczególnych podstrefach kompletacji przedstawiono poniżej.

#### 1. PODSTREFA 1 (automat A-Frame)

W podstrefie 1 kompletacja zlecenia odbywa się w sposób automatyczny. Lista pobrań z systemu MSI transferowana jest do wewnętrznego systemu zarządzania pracą automatu, który uruchamia określone kanały asortymentowe w określonych sekwencjach czasowych (zwalnia blokady) dokonując zrzutu asortymentów według listy pobrań na wyznaczony odcinek taśmy przenośnika. Następnie wszystkie asortymenty są transportowane do kanału zasypowego, gdzie po podstawieniu pojemnika kompletacyjnego są do niego zrzucane. Następnie pojemnik kompletacyjny, w zależności od stopnia jego wypełnienia i struktury zlecenia, może być przemieszczany za pomocą przenośnika transportowego:

- do kanału zasypowego systemu PPS
- lub do 3 podstrefy kompletacji
- lub do 4 podstrefy kompletacji
- lub do strefy rozdziału (sortowania).

#### 2. PODSTREFA 2 (system PPS)

W systemie PPS kompletacja jest realizowana na specjalnych stanowiskach roboczych i odbywa się dwustopniowo. Pobieranie asortymentów z lokalizacji składowych realizowane jest według asortymentów, zaś ich rozdział na stanowisku roboczym odbywa się „według zleceń”. Pracownik obsługujący stanowisko robocze kompletacji odczytuje „Listę pobrań zbiorczych w strefie” na terminalu. Następnie udaje się do wskazanej lokalizacji składowej, skąd pobiera określoną ilość opakowań jednostkowych danego asortymentu. Pobrane opakowania odkłada do wskazanych kanałów (szybów) zrzutowych, których ilość oznacza liczbę jednocześnie realizowanych zleceń. Właściwe kanały oraz ilości opakowań do odłożenia w każdym z nich wyświetlane są na specjalnych wyświetlaczach umieszczonych przy kanałach zrzutowych. Po skompletowaniu wszystkich asortymentów w danym kanale jego zawartość jest zrzucana na ta-

<sup>4</sup> Pjt – paletowa jednostka ładunkowa (przyp. red.).



smę przenośnika, który przemieszcza je do kanału zasypowego. Tam, po podstawieniu właściwego pojemnika kompletacyjnego, opakowania są do niego zrzucone.

Pojemnik kompletacyjny w zależności od stopnia jego wypełnienia i struktury zlecenia może być przemieszczany za pomocą przenośnika transportowego:

- do 3 podstrefy kompletacji
- lub do 4 podstrefy kompletacji
- lub do strefy rozdziału (sortowania).

### 3. PODSTREFA 3 (system Manual Picking)

Pracownik obsługujący dany korytarz w strefie kompletacji odczytuje „Listę pobrań w strefie” na terminalu. Pobiera z przenośnika nośnik (pojemnik kompletacyjny), skanuje jego kod i udaje się pod wskazany na terminalu pierwszy adres lokalizacji asortymentu. Do transportu pojemnika wykorzystuje przenośnik wałkowy kompletacyjny (nienapędzany).

Po przybyciu na miejsce skanuje kod lokalizacji potwierdzając właściwy adres pobrania oraz kod pobieranego towaru. Następnie pobiera towar w ilości wskazanej na „Liście pobrań w strefie” i odkłada do pojemnika. W przypadku pobrań całych opakowań zbiorczych o dużych gabarytach odkłada je bezpośrednio na przenośnik transportowy (napędzany). Pobraną ilość potwierdza przez wpisanie jej na terminalu. Następnie udaje się do kolejnej lokalizacji innego asortymentu wskazanego na terminalu i powtarza czynności kompletacji towaru. Po skompletowaniu wszystkich pozycji z „Listy pobrań w strefie” potwierdza wykonanie kompletacji za pośrednictwem terminalu. W systemie następuje automatyczne potwierdzenie realizacji dokumentu „Lista pobrań w strefie”. Magazynier przesuwając pojemnik na przenośnik wałkowy napędzany, który transportuje towar:

- do kolejnego korytarza kompletacyjnego w podstrefie
- lub do 4 podstrefy kompletacji
- lub strefy rozdziału (sortowania).

### 4. PODSTREFA 4 (system Manual Picking)

W podstrefie 4 kompletacja wygląda analogicznie jak w podstrefie 3, z tą różnicą, że towary pobierane są z gniazda regału półkowego, a pojemniki i opakowania zbiorcze transportowane są bezpośrednio do strefy rozdziału (sortowania). Po skompletowaniu wszystkich pozycji asortymentowych zlecenia pojemniki i opakowania zbiorcze transportowane są za pomocą przenośnika wałkowego napędzanego do strefy rozdziału. Znajdujące się tam urządzenie sortujące (sorter) kieruje skompletowane jednostki ładunkowe na odpowiednie przenośniki wałkowe (grawitacyjne), z których każdy jest miejscem

gromadzenia towarów dla jednego Klienta. Pracownik strefy sortowania, na podstawie „Zlecenia wydania” przepakowuje towary i formuje z nich jednostkę ładunkową wydania. Czynność tę potwierdza skanując kody przekładanych opakowań zbiorczych, pojemników wydań. W trakcie realizowanych czynności dokonuje jednocześnie kontroli ilościowej i jakościowej kompletacji. Po skompletowaniu całego zlecenia za pomocą wózka unoszącego transportuje jednostkę do strefy wydań. Czynność tę potwierdza skanując kod adresu lokalizacji pola odkładczego. Po skompletowaniu wszystkie jednostki ładunkowe wydania są zabezpieczane przed rozformowaniem oraz oznakowywane etykietą logistyczną. Następnie wydanie jest odkładane na właściwe dla spedytora pole odkładcze przy bramie załadunkowej.

Przedstawiony model kompletacji został zaimplementowany do przedstawionej w poprzednim artykule (Logistyka nr 5/2012) aplikacji informatycznej KMA (Kompletacja Magazyn). W następnym artykule zostaną omówione aspekty organizacyjne kompletacji jednostopniowej i dwustopniowej mającej wpływ na wydajność kompletacji.

#### LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

1. Fijałkowski J., *Technologia magazynowania. Wybrane zagadnienia*, Politechnika Warszawska, Warszawa 1995.
2. Fijałkowski J., *Transport wewnętrzny w systemach logistycznych. Wybrane zagadnienia*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2000.
3. Vogt G., *Kommissionier Handbuch 1989*, Verlag Moderne Industrie, Landsberg 1989.
4. Kaczmarek M., *Mechanizacja procesów kompletacji w magazynach wyrobów sztukowych*, Instytut Gospodarki Magazynowej, Poznań 1989.
5. Korzeń Z., *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania (tom I i II)*, ILiM, Poznań 1999.
6. Praca zbiorowa: *Słownik terminologii logistycznej*, ILiM, Poznań 2005.
7. Praca zbiorowa: *Zarządzanie gospodarką magazynową*, PWE 1997.
8. Praca zbiorowa: S-1310-0-2003 – *Zintegrowany system generowania wariantowych rozwiązań technologiczno – organizacyjnych magazynów*, ILiM, Poznań 2003.
9. Praca zbiorowa: S-2950-0-2009 – *Rozwój kompetencji i narzędzi w obszarze zarządzania magazynem*, ILiM, Poznań 2010.
10. Praca zbiorowa: S-3260-0-2011 – *Rozwój metodyki i narzędzi wspomagających prowadzenie prac doradczych dotyczących logistyki przedsiębiorstw*, ILiM, Poznań 2011.
11. Praca zbiorowa: S-3371-0-2012 – *Rozwój metodyki i narzędzi (w tym aplikacji informatycznych) wspomagających analizę i usprawnianie procesów logistycznych przedsiębiorstw i łańcuchów dostaw*, ILiM, Poznań 2012.
12. Gudehus T., *Grunlagen der Kommissioniertechnik. Dynamik der Warenverteil- und Lagersysteme*, W. Girardet, Essen 1973.
13. Wojciechowski Ł., *Kompletacja a warianty wyposażenia magazynu*, „Magazynowanie i Dystrybucja”, nr 2/2008.
14. Niemczyk A., *Zarządzanie magazynem*, WSL, Poznań 2010.
15. Jacyna M., Klodawski M., *Wybrane aspekty badania wydajności procesu komisjonowania*, „Logistyka”, nr 2/2012.