

AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA

KATEDRA ZARZĄDZANIA PRZEDSIĘBIORSTWEM

Praca dyplomowa
magisterska

Analiza procesów magazynowania wyrobów gotowych.
Analysis of finished product storage processed.

Autor:

Kierunek studiów:

Opiekun pracy:

Klaudia Paulina Bieniek

Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

dr hab. inż. Marek Dudek

Kraków, 2020

„Uprowadzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystyczne wykonanie albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprowadzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.) „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej "sądem koleżeńskim"”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.”

Data i podpis dyplomanta

Spis treści

Wstęp	4
1. Miejsce i rola magazynu wyrobów gotowych w przedsiębiorstwie	6
1.1. Magazyn i magazynowanie	6
1.2. Klasyfikacja magazynów.....	10
1.3. Charakterystyka magazynów.....	14
1.4. Funkcje i zadania magazynów.....	19
2. Organizacja procesów magazynowania	22
2.1. Strefy magazynowania	22
2.2. Układy technologiczne magazynów	24
2.3. Składowanie jednostek ładunkowych.....	29
2.4. Etapy organizacji magazynu.....	34
3. Projektowanie organizacji strefy kompletacyjnej magazynu	41
3.1. Kompletacja i wybrane systemy automatycznej identyfikacji	41
3.2. Kompletacja przy wykorzystaniu rozpoznawania głosowego.....	45
3.3. Kompletacja przy wykorzystaniu kodów kreskowych	49
3.4. Porównanie metod kompletacji	53
4. Projekt modyfikacji wybranych procesów magazynowania wyrobów gotowych	57
4.1. Opis przedmiotu badań.....	57
4.2. Analiza błędów w funkcjonowaniu magazynu.....	62
4.3. Analiza implementacji rozwiązań kompletacyjnych.....	65
4.4. Projekt organizacji magazynu na bazie kompletacji	68
Zakończenie	72
Literatura	74
Spis rysunków i tabel	76

Wstęp

Potrzeba magazynowania towarów towarzyszy człowiekowi od dawien dawna. Początkowo dotyczyła ona przede wszystkim żywności. Jej głównym celem było chronienie życia w okresie ograniczonego dostępu do pożywienia. Z tego powodu też posiadanie rezerw w czasie niepokoju o ich dostępność, czy też niespodziewane wydarzenia, było tak kluczowe. Pojawienie się deficytowego towaru na rynku pozwalało dowolnie manipulować jego ceną, gdyż możliwość jego nabycia była o wiele ważniejsza od jego ceny. Stworzenie przestrzeni magazynowej zawierającej zakumulowany zapas, pozwalał na tymczasowe zaspokojenie podstawowych potrzeb człowieka.

Tożsamy stan rzeczy odnosi się również do ogólnie pojętych zagadnień gospodarczych, związanych z zarządzaniem zapasami oraz procesem ich magazynowania. Sprawowanie kontroli nad stanami magazynowymi wymusza na jednostkach magazynowych zidentyfikowanie zależności podobnych do tych, które związane są z gospodarstwami domowymi. Różnica wiąże się przede wszystkim z o wiele większą ilością i różnorodnością asortymentu. Optymalne zarządzanie procesem weryfikacji i kompletacji dóbr magazynowych jest jednym z kluczowych czynników wpływających na kosztochłonność oraz tak ważną w tych czasach satysfakcję klienta.

Dzięki składowaniu zapasów, klienci jednostek magazynowych mogą pozwolić sobie na nieprzewidziane trudności, biorące się zarówno z wewnętrznych jak i zewnętrznych czynników kształtujących poziom sprzedaży wyrobów gotowych. Nie można przewidzieć każdej sytuacji, natomiast można przygotować się na wypadek napotkania zakłóceń takich jak nagły wzrost popytu, kryzys gospodarczy, ustanie ciągłości produkcji, nieplanowane akcje promocyjne i tym podobne. Dlatego tak ważnym jest, aby klient otrzymał odpowiedni produkt, w odpowiednim czasie i na odpowiednie miejsce.

Rynek oferowanych usług magazynowych stale rejestruje nowe osiągnięcia w dziedzinie technologii kompletacji, przyczyniając się tym samym do jeszcze lepszej obsługi klienta. Satysfakcja obsługi polegająca na szybkim i bezbłędnym przygotowaniu przesyłki, która trafi do odbiorcy finalnego jest na tyle ważna, że możemy obserwować stały postęp technologiczny w dziedzinie operacji kompletacji, który w znacznym stopniu zwiększył jej wydajność i dokładność. Przy okazji zmiany te zapewniają sensowny zwrot z inwestycji.

Celem pracy było przedstawienie i porównanie dwóch wybranych systemów automatycznej identyfikacji towarów magazynowych: Bar Code oraz Voice Picking, dodatkowo zapoznanie się z teoretycznymi aspektami określania wydajności procesu kompletacji, jego poprawności oraz jednostkowego kosztu przejścia palety towarów przez magazyn, co pozwoliło na analizę implementacji szczupłego rozwiązania i zidentyfikowanie optymalnego rozwiązania kompletacji. Dzięki temu, kadra kierownicza będzie w stanie sprawnie zarządzać nie tylko zapasem, ale też całym procesem i dystrybucjom, co przeniesie się na kondycję całego magazynu oraz przedsiębiorstw z nim współpracujących.

Praca ma charakter teoretyczno-empiryczny i składa się z czterech rozdziałów.

W rozdziale pierwszym zdefiniowano pojęcie magazynu oraz roli magazynowania w przedsiębiorstwie oraz dokonano jego klasyfikacji. Ponadto wymieniono funkcje i zadania jednostek magazynowych z jakimi zmagają się one na co dzień. Dodatkowo poddano charakterystyce różne rodzaje magazynów.

W rozdziale drugim skupiono się na organizacji procesów magazynowania, które dotyczą stref magazynowania, układów technologicznych magazynów, składowania jednostek ładunkowych oraz poszczególnych etapów organizacji jednostek magazynowych.

W rozdziale trzecim udzielono informacji dotyczących wybranych sposobów projektowania szczupłej organizacji magazynu. Zdefiniowano pojęcie szczupłej organizacji magazynowania oraz wymieniono i opisano wybrane systemy automatycznej identyfikacji produktu, takie jak Voice Picking oraz Bar Code, po czym dokonano ich porównania.

W rozdziale czwartym opisano przedmiot poddany badaniom. Przeanalizowano i oceniono występujące błędy w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa magazynowego, w wyniku czego została podjęta próba działań naprawczych, która następnie przedstawiona została w postaci analizy implementacji szczupłych rozwiązań. Na koniec zaproponowano zmiany mogące przynieść korzyści, związane z zarządzaniem procesem kompletacji zamówień magazynowych.

W pracy wykorzystano źródła literaturowe w postaci książek, czasopism i artykułów polskojęzycznych, źródeł internetowych oraz materiały udostępnione przez obiekt badań. W trakcie zbierania danych jak i ich analizy wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa oraz metodę monograficzną.

Ze względu na wykorzystanie danych chronionych, w pracy użyto odpowiedniego zmodyfikowanych danych poddanych analizie.

1. Miejsce i rola magazynu wyrobów gotowych w przedsiębiorstwie

1.1. *Magazyn i magazynowanie*

Magazyn stanowi w systemie logistycznym ogniwo, gdzie wyroby są czasowo gromadzone i przetrzymywane, po czym przekazywane do dalszych ogniw systemu. Miejsce jego występowania może oznaczać, że jest to punkt dostawy i odbioru czy też obszar rozdziału strumieni towarów lub punkt koncentracji. Zachodzące w magazynie procesy, jak również dominacja niektórych z nich, w dużej mierze uwarunkowane są od jego funkcji. Ta z kolei wywiera wpływ na jego położenie, wykorzystywaną technologię i plan prac.

Zmiany w funkcjonowaniu przemysłu i handlu wywołane rozwojem gospodarczym postawiły nowe wymagania magazynom. Szczególne zmiany dotyczyły struktury zapasów, które znacząco zwiększyły istotność magazynów dystrybucyjnych, obniżając tym samym rolę magazynów surowcowych. Czas operacji zachodzących w magazynach jest kolejnym ważnym czynnikiem ze względu na nieustanny wzrost potoku towarów. Stawia on potrzebę wdrażania nowych urządzeń i metod pracy, co przyczynia się do nieustannej reorganizacji powierzchni magazynowych. Wszystkie te zależności prowadzą do rozwoju informatycznych narzędzi i technologii magazynowania. [16, s. 9-10]

Prawidłowe zarządzanie magazynem w przedsiębiorstwie jest niezmiernie ważnym zadaniem. Wedle normy PN-84/N-01800 jest on definiowany jako jednostka funkcjonalno-organizacyjna, której przeznaczeniem jest magazynowanie dóbr materialnych w wydzielonym obszarze (budowla magazynowa), wedle określonej technologii, która jest wyposażona we właściwe urządzenia oraz środki techniczne, obsługiwana i zarządzana za pośrednictwem zespołu ludzi o stosownych umiejętnościach. Odbywający się tam proces magazynowania określa zbiór działań związanych z czasowym przyjmowaniem, przemieszczaniem, przechowywaniem, składowaniem, ewidencjonowaniem, konserwacją, kontrolą, kompletacją i wydaniem zapasów. [18, s. 3]

Magazynem można również określić zaplanowaną i zorganizowaną przestrzeń mającą pomóc w składowaniu i manipulacji zapasów. Elementy jakie w sobie zawiera to [5, s. 98]:

- wyodrębniona przestrzeń, najczęściej budowla, dająca możliwość bezpiecznego i sprawnego dokonywania procesu składowania.
- organizacja gospodarki składająca się na zharmonizowane działania mające na celu zapewnienie efektywnego magazynowania zapasów. To przede wszystkim metody, zasady, ogół środków oraz dobór najlepszej struktury organizacyjnej.
- zespół magazynowy jako personel pracujący oraz wykonujący prace bezpośrednio związane z działalnością magazynową.
- koszty, określające nakłady pieniężne ściśle związane z wykonywaniem działań magazynowych.
- wyposażenie, odnoszące się do wyposażenia instalacyjno-budowlanego (służące do stworzenia odpowiednich warunków oświetleniowych, klimatycznych, bhp, bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz prewencyjnego) a także technologicznego (dające możliwość realizacji prac związanych z technologicznym procesem magazynowania oraz wynikających z funkcji magazynu).
- zapasy to wolumen dóbr z dokładnie przypisaną lokalizacją, opisany miarą wartościową bądź ilościową.

Rysunek 1.1 Elementy magazynu



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Fertsch, *Słownik terminologii logistycznej*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006

Magazynowaniem określamy zespół czynności (proces) związanych z okresowym przyjmowaniem, składowaniem, przetrzymywaniem, kompletacją, przesunięciem, konserwacją, katalogowaniem, monitorowaniem oraz wydawaniem dóbr materialnych. To działalność służąca do gromadzenia, przechowywania i obsługi zapasów, która wiąże się z zaangażowaniem środków służących przygotowaniu odpowiedniego miejsca. [12, s. 46-48]

Procedura magazynowania zaczyna się od odebrania dostawy, dalej następuje wydanie oraz przyjęcie do poszczególnych obszarów magazynowych, po czym następuje kompletacja wraz z przygotowaniem wysyłki towarów zamówionych przez klienta. Każdy element procedury magazynowania odbywa się w specjalnie do tego celu przygotowanej lokalizacji na magazynie, która spełnia jednocześnie określone warunki technologiczne i organizacyjne. Proces ten to nic innego jak przepływ informacji oraz materiałów przeprowadzany przy użyciu systemu magazynowego, którego główne zadanie polega na efektywnym wykorzystaniu przestrzeni i optymalnej organizacji prac na magazynie, takich jak [16, s. 9-10]:

- przyjęcie towaru,
- odbiór towaru,

- rozmieszczenie towaru,
- ułożenie towaru,
- przechowywanie towaru,
- wydanie towaru.

Przyjęcie towaru na magazyn wraz z pokwitowaniem od dostawcy można podzielić na dwa rodzaje:

- wewnętrzne – od dostawcy wewnętrznego, przy użyciu środków transportu wewnętrznego (w przypadku, kiedy lokalizacja dostawcy wewnętrznego znajduje się poza magazynem – przy użyciu środków transportu zewnętrznego),
- zewnętrzne – od dostawcy zewnętrznego, przy użyciu środków transportu zewnętrznego.

1.2. Klasyfikacja magazynów

Budowla magazynowa definiowana jako konstrukcja inżynierska spełniająca normy bezpiecznego i sprawnego realizowania czynności technologicznych w zakresie przyjęcia, przechowania i wydania zapasów magazynowych, musi zapewnić najlepsze warunki przechowywania, wymagane przez zapasy, celem utrzymania jakości i ilości składowanych towarów. Duża różnorodność budowli magazynowych dyktowana jest przez [11, s. 9-15]:

- rodzaj towarów oraz ich podatność magazynową,
- czas przechowywania zapasów,
- rotację zapasów na magazynie,
- automatyzację i mechanizację procesów,
- poziom gotowości zapasu do zmechanizowanych manipulacji.

W rzeczywistości gospodarczej mamy do czynienia z szerokim zakresem kategorii magazynów, których klasyfikacja uzależniona jest od kryteriów podziału. Najbardziej popularny prezentuje się na Rysunku 1.2.1.

Oprócz tych najpopularniejszych, literatura wskazuje także wiele innych kryteriów podziału:

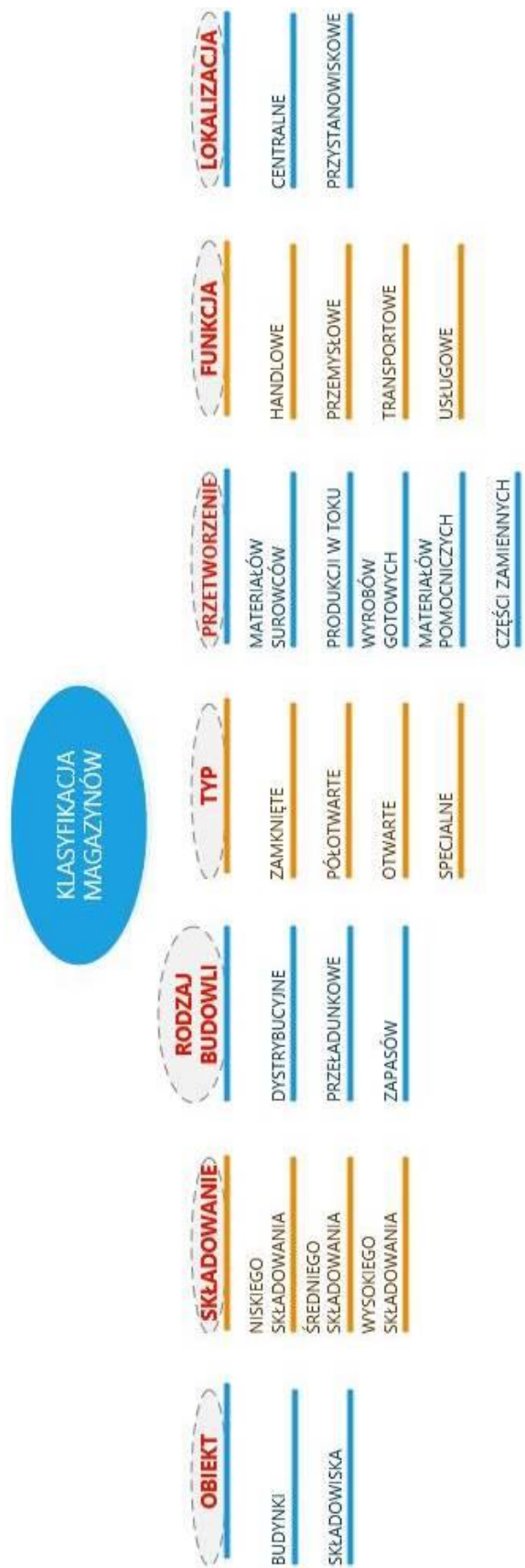
1) Stopień mechanizacji procesów magazynowych [23, s. 197-200]:

- zautomatyzowane,
- zmechanizowane,
- niezmechanizowane.

2) Technologia składowania:

- m. składowania dynamicznego,

Rysunek 1.2 Najpopularniejsza klasyfikacja magazynów



Źródło: opracowanie na podstawie: M. Dudek, *Projektowanie szczupłych systemów wytwarzania. Wybrane zagadnienia*, Difin,

Warszawa 2016

- m. składowania statycznego,
- m. składowania statyczno – dynamicznego.

3) Metoda techniczno – organizacyjna składowania:

- m. bezpośredniego dostępu w dowolnej chwili do każdej jednostki ładunku niewymagające przemieszczania innych jednostek,
- m. pośredniego dostępu w dowolnej chwili do każdej jednostki ładunku wymagające przemieszczenia innych jednostek,
- m. mieszane z częściowo bezpośrednim a częściowo pośrednim dostępem w dowolnej chwili do każdej jednostki ładunku.

4) Poziom zabezpieczeń podatności magazynowej zapasu oraz metoda techniczno – budowlana:

- m. otwarty (np. plac składowy),
- m. półotwarty (np. szopa, wiata),
- m. zamknięty:
 - m. naziemny (rampowy, bezrampowy, niskiego składowania, wysokiego składowania, parterowy, wielokondygnacyjny),
 - m. podziemny (piwnica, kopiec, bunkier).
- m. specjalny (np. chłodnia, materiałów łatwo palnych, materiałów wybuchowych, materiałów toksycznych).

5) Podatność magazynowa ładunku:

- zbiornik (towary ciekłe i gazowe),
- silos (towary sypkie),
- m. uniwersalny (towary w opakowaniach bądź bez).

6) Czas i funkcja składowania:

- m. długoterminowego składowania:

- m. centralny,
- m. regionalny.
- m. przerobowy (manipulacyjny krótkotrwałego składowania),
- m. operacyjny (manipulacyjny krótkotrwałego składowania),
- m. przeładunkowy (manipulacyjny krótkotrwałego składowania).

7) Szczeble magazynowania:

- m. zakładowy – występujący w miejscu wytwarzania składowanych towarów,
- m. centralny – główny magazyn dla całego towaru wytworzonego na danym obszarze produkcyjnym,
- m. regionalny – przybliżający miejsce produkcji do miejsca zbytu, wspierające niższe oraz wyższe szczeble magazynowania,
- m. wysyłkowy – przypisany konkretnemu rejonowi sprzedażowemu o najniższym szczeblu.

8) Przeznaczenie gospodarcze:

- m. przemysłowy (m. zaopatrzenia materiałowego, m. wyrobów gotowych),
- m. handlowy (hurt, detal, skup),
- m. usługowy,
- m. transportowy (przewoźników, spedycyjny, portów lotniczych, wodnych),
- m. zasobowy,
- i inne.

9) Forma własności:

- m. własny,
- m. obcy.

1.3. Charakterystyka magazynów

Magazyn otwarty jest nieosłoniętą formą obiektu, stanowiącą jednocześnie jej najtańszą postać. Służy składowaniu towarów odpornych na czynniki atmosferyczne (oddziaływanie promieni słonecznych, wysoka temperatura, zanieczyszczenia powietrza, wilgoć, mróz, opady). Z reguły jest to ogrodzony teren występujący jako [3, s. 147-155]:

- zasiek (rys. 1.4) – do składowania towarów kawałkowych i sypkich luzem (np. węgiel, nawóz, drewno),
- plac składowy (rys. 1.5) – do składowania towarów opakowanych, sztukowych i luzem (np. ruda, odlewy, żwir),
- otwarty zbiornik (rys. 1.3) – betonowy bądź ziemny, do składowania towarów półpłynnych i płynnych (np. nawozy płynne, wapno lasowane).

Rysunek 1.4 Zasiek na węgiel



Źródło:

<https://www.conrad.pl/p/zasieki-na-wegiel-faller-skala-h0-249962>

Rysunek 1.3 Otwarty zbiornik żelbetowy



Źródło:

<https://www.wolfsystem.pl/referencje/zbiorniki-zielbetowe>

Rysunek 1.5 Plac składowy



Źródło: <https://www.profirolbud.pl/psb-profi-przazewo,pgdkr.html>

Magazyn półotwarty jest budowlą częściowo zasłoniętą, złożoną z dachu, jednej, dwóch bądź trzech ścian, które nie muszą być umocowane na stałe. Może składać się z przenośnych elementów składanych. Chronią składane w nich materiały przed bezpośrednim wpływem warunków atmosferycznych, które charakteryzują się jednocześnie odpornością na zmiany temperatur. Magazyn półotwarty występuje jako [3, s. 147-155]:

- wiata magazynowa (rys. 1.6) – do składowania towarów opakowanych i nieopakowanych (np. materiały budowlane, maszyny i urządzenia, wyroby metalowe).

Rysunek 1.6 Wiata rolnicza



Źródło: <https://www.borga.pl/hale-stalowe/rolnictwo/wiaty/>

Magazyn zamknięty to budowla w całości osłonięta, mająca cztery ściany, drzwi, podłogę, opcjonalnie również okna. Należy do grupy najczęściej stosowanych tego typu rozwiązań. Służy do składowania towarów cechujących się brakiem odporności na warunki atmosferyczne jednocześnie wymagających specjalnego zabezpieczenia. Występuje jako [3, s. 147-155]:

- budynek magazynowy (rys. 1.8) – do składowania towarów opakowanych, nieopakowanych, kawałkowych, sztukowych. Rozróżnia się magazyny jedno- i wielokondygnacyjne,
- piwnica, bunkier (rys. 1.7) – do składowania towarów niebezpiecznych czy chemicznych,
- silos, zbiornik zamknięty (rys. 1.9) – do składowania towarów płynnych, sypkich luzem, gazowych.

Rysunek 1.7 Budowla magazynowa



Źródło:

<https://www.axiimmo.com/magazyn-dowynajecia-chorzow-3-300-mkw>

Rysunek 1.9 Silosy



Źródło:

<https://www.industryweek.com/leadership/change-management/article/22007308/why-do-silos-form-and-how-can-we-knock-them-down>

Rysunek 1.8 Bunkier we Wrocławiu



Źródło:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Bunkier_przy_placu_Strzegomskim_we_Wroc%C5%82awiu

Magazyn specjalny to budowla magazynowa konstruowana na specjalne potrzeby określonego towaru, który ma być w nim składowany. Zaliczamy do nich np. chłodnie (rys. 1.10), spichlerze, stalowe zbiorniki do przetrzymywania cieczy. [3, s. 147-155]

Rysunek 1.10 Chłodnia Pago, oddział w Gnatowicach Starych



Źródło: <https://www.pago.net.pl/pl/lokalizacje/oddzial-w-gnatowicach-starych>

Magazyn zapasów zapewnia towar dla działów zaopatrzenia oraz wytwarzania. Występujące tutaj procesy przemieszczania są zdecydowanie rzadsze od procesów składowania.

Magazyn przeładunkowy dedykowany jest krótkoterminowemu przechowywaniu towarów oczekujących na przejście z jednego środka transportu na drugi w wyniku czego, występujące tutaj procesy przemieszczania są zdecydowanie częstsze od procesów składowania.

Magazyn dystrybucyjny przeznaczony jest zmianie strumienia materiałów, pełniąc funkcję zarówno odbiorczą jak i wysyłkową. Spływające w tym miejscu towary od grona dostawców są odpowiednio kompletowane, aby następnie trafić do jednego lub kilku odbiorców. Procesy przemieszczania występują tutaj równie często, co procesy składowania.

Magazyny wysokiego składowania dedykowane są przede wszystkim dla przemysłu maszynowego, w którym zakłady montażowe mają niejednokrotnie do czynienia z kilkunastoma tysiącami pozycji przechowywanych komponentów. Występuje w postaci zamkniętego magazynu o wysokim (ok. 30 m) obszarze jednokondygnacyjnym. Zautomatyzowany bądź zmechanizowany, usprzętowany w sterowane komputerowo, automatyczne manipulatory. Magazyn wysokiego składowania może pracować cyklem półautomatycznym bądź automatycznym. Koszty wyposażenia a także budowy obiektu wysokiego składowania jest niemal pięciokrotnie większy od kosztu wyposażenia i budowy magazynu niskiego składowania. [17, s. 119-123]

Magazyn surowców składowuje materiały, które stanowią zapas zaopatrzeniowy procesu wytwórczego. Magazyn produkcji w toku oraz magazyn wyrobów gotowych gromadzą odpowiednio zapasy międzystanowiskowe półfabrykatów i wyroby finalne całego procesu produkcyjnego. Magazyn materiałów pomocniczych wraz z magazynem części zamiennych stanowią magazyn pomocniczy dla procesu głównego.

Magazyn przystanowiskowy ma za zadanie zapewnić ciągłość pracy na stanowisku roboczym.

Magazyn centralny to miejsce do składowania wyrobów gotowych, w odpowiedni sposób przetworzonych na poszczególnych etapach procesów przemysłowych (tj. materiały wejściowe, półfabrykaty gwarantujące ciągłość procesu wytwórczego, wyroby gotowe, sprzęt). Można dokonać klasyfikacji magazynów centralnych na [14, s. 145-151]:

- m. dynamiczne – często w formie przenośnika podwieszanego bądź podłogowego pełniącego rolę magazynowo – transportową,
- m. statyczne – jako regały wysokiego składowania obsługiwane za pomocą układarki przejezdnej. Te można zaś podzielić na:
 - m. wewnętrzny – gdzie w centralnej części znajduje się magazyn ze znajdującymi się wokół stanowiskami roboczymi, obsługiwany przez układarki przejezdne,
 - m. zewnętrzny – gdzie magazyn znajduje się na końcu systemu transportowego na długości którego znajdują się stanowiska robocze, obsługiwane przez suwnice, zdalnie sterowane wózki, przenośniki podwieszane bądź podłogowe.

1.4. Funkcje i zadania magazynów

Składowanie towarów gotowych jest konieczne, kiedy istnieje potrzeba zapewnienia ciągłości sprzedaży, ale też, kiedy trzeba przechować wyroby, które do tej pory nie znalazły odbiorcy. Niemniej jednak do podstawowych zadań realizowanych przez magazyny należy [16, s. 10-12]:

- składowanie towaru – oznaczające proces, podczas którego nie dochodzi do żadnego przemieszczenia, a wyroby pozostają w bezruchu. Dotyczy on także fazy pomiędzy następującymi po sobie operacjami manipulacyjnymi. Składowanie wiąże się z zapewnieniem odpowiednich warunków przechowywania magazynowanych towarów;
- manipulacje – działania podejmowane w trakcie przemieszczania towarów w obszarze kompletacji, składowania oraz te, w wyniku których dochodzi do zmiany postaci ładunków. Występują głównie w procesie przyjęcia i wydania dóbr materialnych.

Zaś do zadań pomocniczych magazynów przypisuje się [21, s. 142-145]:

- ciągle podtrzymywanie poziomu zapasów na potrzeby ciągłości produkcji,
- konsolidację jako przeobrażanie wielu mniejszych partii przesyłek w jedną wielką, celem dostarczenia wysyłki przy pomocy jednego środka transportu lub jednego opakowania zbiorczego,
- dekonsolidację jako przeobrażenie jednej wielkiej przesyłki na wiele mniejszych partii zgodnie z wymogami odbiorców,
- konfekcję jako złożenie w jednym miejscu wielu różnych produktów zgodnie z zamówieniem klienta,
- inicjację impulsów transportowych i wytwórczych,
- niwelację różnic w stanach zapasowych powstałych na skutek zakłóceń w procesach (magazynowanie nadmiarów).

W działalności logistycznej, magazyn spełnia zasadnicze funkcje, do których należą [16, s. 10-12]:

- wspieranie działań produkcyjnych, w wyniku magazynowania odpowiedniej ilości surowców i opakowań niezbędnych do podtrzymania ciągłości zasilania produkcji, jednocześnie dbając o systematyczny odbiór finalnych wyrobów gotowych,
- redukcja kosztów transportu, przy ograniczeniu ilości dostaw wynikających ze zwiększenia ich wielkości,
- koordynacja ilości podaży i popytu, szczególnie istotna przy towarach charakteryzujących się dużymi wahaniami rynkowymi (np. napoje, artykuły rolne),
- wspieranie akcji marketingowych, służąc odpowiednio zgromadzonym poziomem zapasów niezbędnych do stworzenia pakietów promocyjnych wykorzystywanych w akcjach marketingowych.

Niezależnie od miejsca zajmowanego przez magazyn w strukturze organizacyjnej, każdy z nich spełnia dwie podstawowe funkcje [21, s. 142-145]:

- funkcja ochrony fizycznej zapasów. Magazyn musi zapewnić ochronę magazynowanych produktów w zakresie wartości użytkowej, zdarzeń nadzwyczajnych (np. kradzież), minimalizacji ubytku, zachowania norm.
- funkcja manipulacyjna, dotycząca działań związanych z przyjęciem, przemieszczeniem wewnętrznym oraz wydaniem towaru. Magazyn musi wykazywać się wysoką dynamiką i sprawnością działania.

Poprawna realizacja tych funkcji jest szczególnie ważna przez wzgląd na potrzebę minimalizacji kosztów, wynikającą z wykorzystania wysokiego potencjału magazynu.

Magazyn w wewnętrznym obszarze realizacji czynności, zawiera dodatkowe funkcje jakie winien spełniać:

- obsługiwanie klientów, czyli zaspokojenie popytu w przypadku jego wystąpienia z zapasów magazynowych,
- zestawienie wyrobów, służące do uzyskania wcześniejszego terminu wysyłki oraz sprawnego jej kompletowania, szczególnie ważne tam, gdzie obszary dostawy są od siebie mocno oddalone,

- konsolidacje ładunków transportowych, czyli łączenie wielu partii towaru od różnych dostawców odpowiednio do zgłoszonego popytu w jedną wysyłkę, dające znaczne oszczędności kosztów transportowych,
- wygładzanie przepływu materiałów, czyli wystrzeganie się wytwarzania podczas niskiego poziomu produkcyjnego oraz w nadgodzinach dla towarów sezonowych w momencie wystąpienia wzrostu popytu na nie,
- zabezpieczenie na wypadek nieprzewidzianych sytuacji, czyli utworzenie rezerwy na wypadek wszelkiego typu zdarzeń losowych, opóźnień czy wyczerpania zapasów.

Magazyn w zewnętrznym obszarze realizacji czynności również powinien zawierać dodatkowe funkcje [1 s. 564]:

- ewidencji,
- przyjęcia towarów,
- przechowywania stałego i okresowego,
- kompletacji i konserwacji,
- dotyczące działań rotacyjnych, przeładunkowych, składowania, przemieszczenia, wydawania,
- ochrony fizycznej i fizykochemicznej.

Najbardziej pożądaną funkcją magazynu jest oczywiście składowanie i serwis zapasów w taki sposób, aby każda ze stron procesu miała zapewnioną możliwość dostępu do towaru.

2. Organizacja procesów magazynowania

2.1. Strefy magazynowania

Powierzchnia magazynu, zależnie od realizowanych w danej przestrzeni procesów magazynowania, podzielona jest na strefy. W zależności od określonej funkcji magazynowania, wyodrębnia się takie strefy jak [22, s. 121-128]:

- strefa przyjęć – powierzchnia znajdująca się przy rampach wyładowniczych. Prowadzi się tutaj czynności związane z przyjęciem towarów takie jak wyładunek, kontrola ilości i jakości, rozpakowanie, znakowanie, sortowanie. Wielkość strefy przyjęć zależy od gabarytów przyjmowanego towaru oraz czasu potrzebnego do wykonania czynności przyjęcia, konieczności usytuowania urządzeń mierniczych i kontrolnych (np. wag, stołów);
- strefa składowania – powierzchnia przeznaczona do składowania długo- lub krótkoterminowego, z zasady największa część magazynu co wynika z rodzaju przetrzymywanych produktów oraz technologii składowania. Na strefę tę, która zwykle podzielona jest na mniejsze podstrefy, składają się regały oraz występujące między nimi drogi transportowe. W tym obszarze zostają zapewnione odpowiednie warunki przechowywania towaru;
- strefa kompletacji – powierzchnia przeznaczona do realizacji zadań ściśle związanych z przygotowaniem towarów i materiałów preferowanych przez odbiorcę (dot. wybrania towarów i materiałów zgodnych z warunkami zamówienia oraz ich przygotowanie do wysyłki a następnie przemieszczenie do wydania);
- strefa wydania – powierzchnia znajdująca się przy rampach załadowniczych. Prowadzi się tutaj czynności związane z wydaniem towarów z magazynu, takie jak kontrola ilości i jakości, przygotowywanie partii wysyłkowych, formowanie, zabezpieczenie towaru na czas transportu, znakowanie. Do prac załadunkowych wykorzystuje się środki transportu magazynowego. Wielkość strefy wydań zależy od ilości i gabarytów wydawanych partii towaru oraz czasu potrzebnego na przygotowanie wszystkich partii towarów wchodzących na środek transportu.

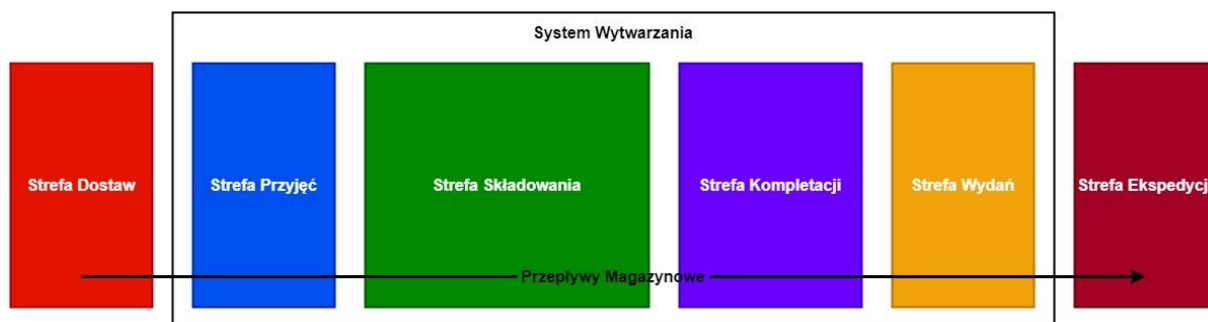
Działalność magazynów wiąże się z koniecznością występowania innych elementów struktury zewnętrznej, które wchodzą w skład obszarów takich jak [22, s. 121-128]:

- obszar administracyjny,
- obszar socjalny,
- obszar dróg ewakuacyjnych,
- obszar ochrony przeciwpożarowej,
- obszar postoju środków transportu magazynowego,
- obszar ładowania akumulatorów,
- obszar wynikający z charakteru pracy, specyfiki i rodzaju towarów.

Oprócz wymienionych już stref, podczas procesu projektowania wyszczególnia się również strefy dodatkowe [10, s. 203]:

- strefa dostaw,
- strefa kompletacji,
- strefa ekspedycji.

Rysunek 2.1 Strefy magazynowania



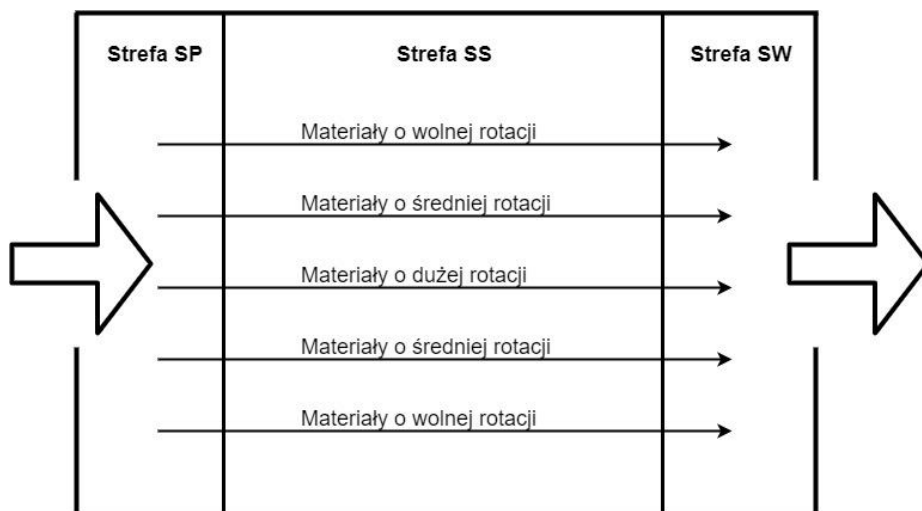
Źródło: M. Dudek, *Projektowanie szczupłych systemów wytwarzania*, op. cit.

2.2. Układy technologiczne magazynów

Ruch towarów związanych z ich przemieszczeniem między poszczególnymi strefami magazynowymi, zwany przepływem magazynowym, dzieli się na [9, s. 107]:

- Przepływ prosty – w którym strefa przyjęć i strefa wydań umieszczone są na przeciwległych stronach magazynu.

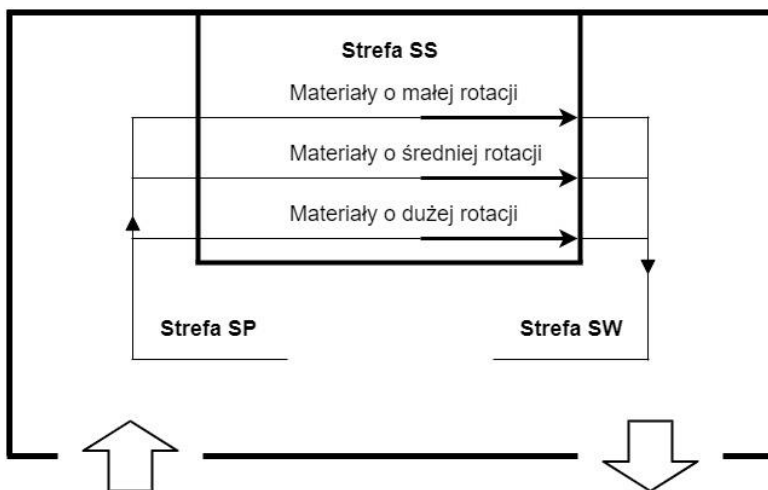
Rysunek 2.2 Schemat przepływu prostego przez magazyn



Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Bendkowski, G. Radziejowska, *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie...*, op. cit.

- Przepływ „U” – w którym strefa przyjęć i strefa wydań umieszczone są z jednej strony magazynu.

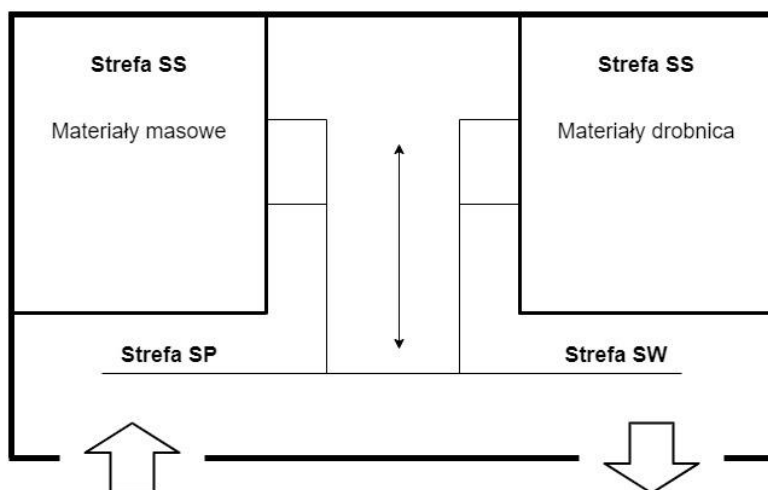
Rysunek 2.3 Schemat przepływu materiałów w kształcie U



Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Bendkowski, G. Radziejowska, *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie...*, op. cit.

- Przepływ „L” – w którym strefa przyjęć i strefa wydań umieszczone są po tej samej stronie magazynu, przy zachowaniu rozdzielności składowania towarów masowych i pozostałych.

Rysunek 2.4 Schemat przepływu materiałów w kształcie litery T



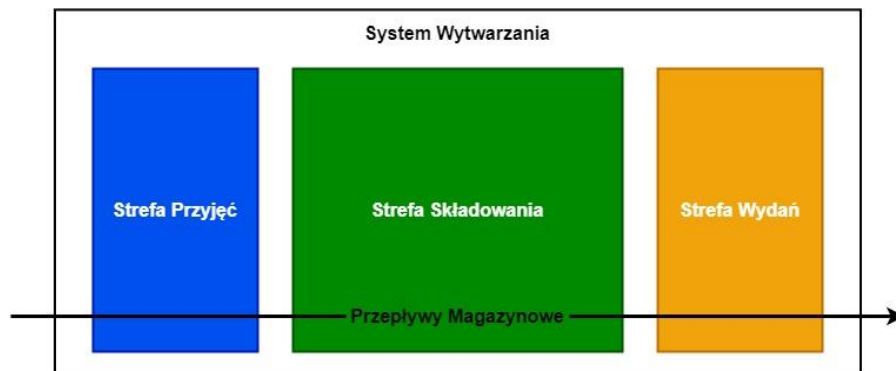
Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Bendkowski, G. Radziejowska, *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie...*, op. cit.

Nie tylko kierunek, ale i kształt przepływów magazynowych posiada swoje odzwierciedlenie w układach technologicznych magazynów, które posiadają wpływ na kształt oraz lokalizację stref magazynowych. Na potrzeby projektowania wyróżnia się układy technologiczne takie jak [9, s. 107]:

- przelotowy prosty – cechujący się położeniem strefy przyjęć i strefy wydań po przeciwnych stronach strefy składowania.¹ Charakteryzuje się układem uporządkowanym z szybkim przemieszczaniem ładunków i towarów z możliwością stworzenia przepływów jednokierunkowych. Drogi transportowe nie ulegają krzyżowaniu a strumienie przyjęcia i wydania pozostają rozdzielone. Posiada wydłużone drogi transportowe oraz trudności efektywnego wykorzystania zasobów.

¹ Na potrzeby Rysunków 2.5 – 2.9 strefę kompletowania zaliczono do strefy składowania.

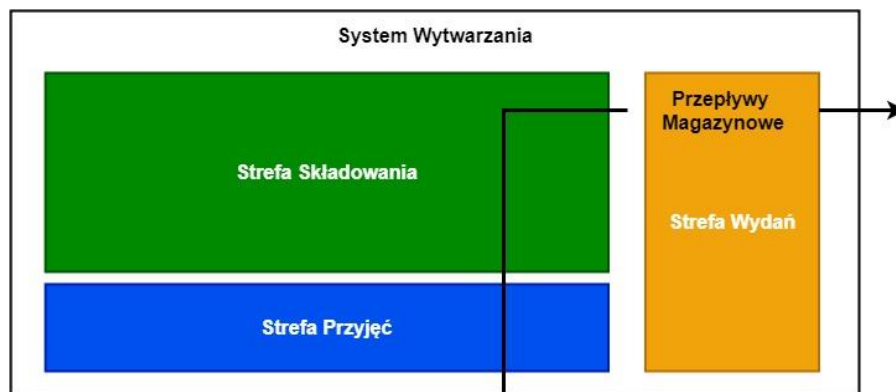
Rysunek 2.5 Układ technologiczny magazynu przelotowy prosty



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

- kątowy – cechujący się położeniem strefy przyjęć i strefy wydań przy sąsiednich stronach strefy składowania. Charakteryzuje się układem uporządkowanym z możliwością stworzenia przepływów o zróżnicowanym natężeniu. Drogi transportowe mogą zostać zaprojektowane w zróżnicowany sposób. Posiada niedogodności związane z zagospodarowaniem powierzchni.

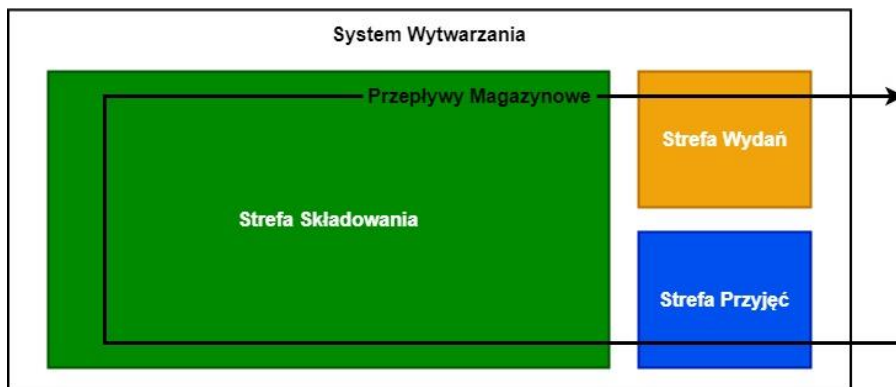
Rysunek 2.6 Układ technologiczny magazynu kątowy



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

- workowy rozdzielony – cechujący się położeniem strefy przyjęć i strefy wydań przy tej samej ścianie strefy składowania, przy czym strefy te są oddzielne i sąsiadujące. Charakteryzuje się układem uporządkowanym z możliwością mieszania się strumieni przepływu. Drogi transportowe mogą zostać zaprojektowane w zróżnicowany sposób z możliwością ich skrócenia i krzyżowania się tras. Posiada niskie zróżnicowanie wykorzystywanych środków magazynowania.

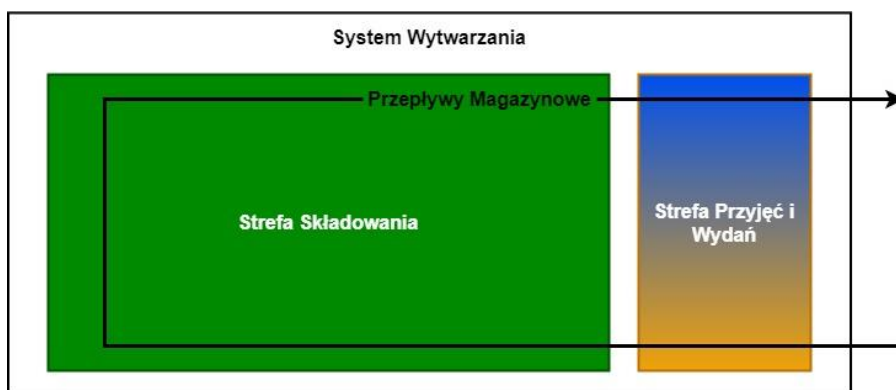
Rysunek 2.7 Układ technologiczny magazynu workowy rozdzielony



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

- workowy współdzielony – cechujący się położeniem strefy przyjęć i strefy wydań przy tej samej ścianie strefy składowania, przy czym strefy te są połączone. Charakteryzuje się układem mało uporządkowanym z możliwością lepszego wykorzystania zasobów. Drogi transportowe mogą zostać zaprojektowane w zróżnicowany sposób z możliwością ich skrócenia i krzyżowania się tras. Nie posiada żadnego zróżnicowania wykorzystywanych środków magazynowania.

Rysunek 2.8 Układ technologiczny magazynu workowy współdzielony

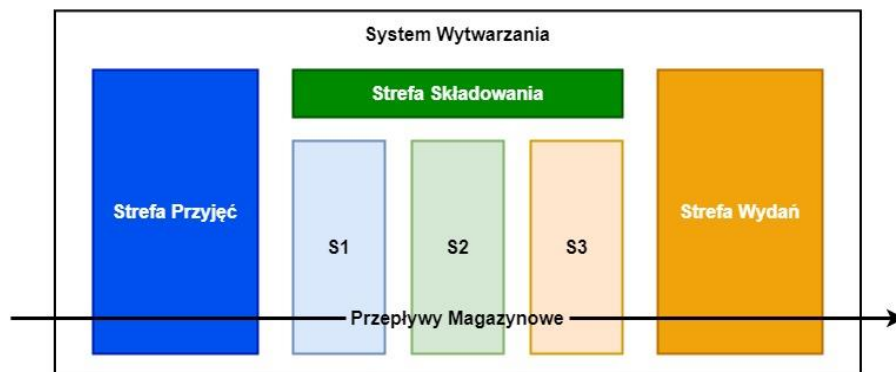


Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

- przepływowy złożony – cechujący się położeniem strefy przyjęć i strefy wydań po przeciwnych stronach strefy składowania, przy czym w strefie składowania występuje podział na wiele mniejszych stref przepływowych. Charakteryzuje się układem uporządkowanym ze stabilnymi warunkami wytwarzania. Drogi transportowe nie ulegają krzyżowaniu się, ale koniecznym jest opracowanie projektu

pętli logistycznych. Obarczona jest trudnościami związanymi z efektywnym wykorzystaniem zasobów.

Rysunek 2.9 Układ technologiczny magazynu przepływowy złożony



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

Najważniejszą zasadą stosowaną w trakcie planowania rozmieszczenia stref i wyboru układu technologicznego magazynu jest maksymalizacja wykorzystania pojemności magazynu. Założenie to może zostać spełnione dzięki zmniejszeniu szerokości przejść na rzecz zwiększenia miejsc przeznaczonych do składowania. Takie podejście jest oczywiście uzależnione od wielkości rotacji zapasów; im jest ono niższe tym węższe są przejścia i większe miejsca składowania, natomiast odwrotnie jest w przypadku wysokiej rotacji zapasów. Istnieje także możliwość modyfikacji układu technologicznego w zależności od rodzaju przepływu (szczególnie w obszarze składowania).

2.3. Składowanie jednostek ładunkowych

Składowanie jednostek ładunkowych dotyczy czynności służących umieszczeniu towarów w przestrzeni magazynowej w pewien usystematyzowany sposób, adekwatny do istniejących warunków i charakterystyki zapasów. [18, s. 19]

Składowanie jako proces magazynowy, uwarunkowany jest poprzez dwa elementy [3, s. 202]:

- system składowania, czyli sposób wykonywania działań piętrzących jednostki;
 - ręczny – działania fizyczne, wykonywane przez pracownika,
 - zautomatyzowany – sterowane automatycznie działania wykonywane przez urządzenia mechaniczne.
- sposób składowania, czyli sposób piętrzenia jednostek;
 - w stosach – przy wykorzystaniu systemu blokowego bądź rzędowego,
 - w urządzeniach – przy wykorzystaniu regałów, wieszaków, stojaków.

Możliwości składowania ładunków mogą być następujące [14, s. 145-151]:

- w zwykłych regałach (towar w opakowaniu, pojemniku, luzem),
- w regałach paletowych (towar znormalizowany, na paletach skrzyniowych bądź płaskich),
- w regałach przelotowych (w pojemnikach tego samego rodzaju bądź na paletach),
- na podłodze w jednej warstwie (potrzebna duża powierzchnia, szerokie ścieżki transportowe),
- na podłodze w stosach.

Jednostki ładunkowe mogą być rozłożone w różny sposób względem drogi transportowej. Położenie dłuższego boku jednostki towaru do drogi daje trzy możliwe ułożenia [16, s. 18-24]:

- prostopadłe,
- równoległe,
- skośne.

Najczęściej stosowanymi w magazynach sposobami składowania to rzędowe i blokowe.

Składowanie rzędowe opiera się na rozmieszczeniu jednostek towarowych w rzędach przy zachowaniu swobodnego dostępu do każdej z nich. Towary można umieszczać w wielopoziomowych regałach, piętrzyć w stosy bądź składować na jednym poziomie. Dostęp do nich umożliwiają drogi transportowe występujące między rzędami. Tylko w nielicznych przypadkach występuje dojście także do górnej jednostki ładunkowej. Zależnie od specyfiki towaru, zapotrzebowanie na wielkość zajmowanego miejsca na regale czy polu odkładczym nie jest takie samo. [16, s. 38-40]

Zaletami tego typu składowania są:

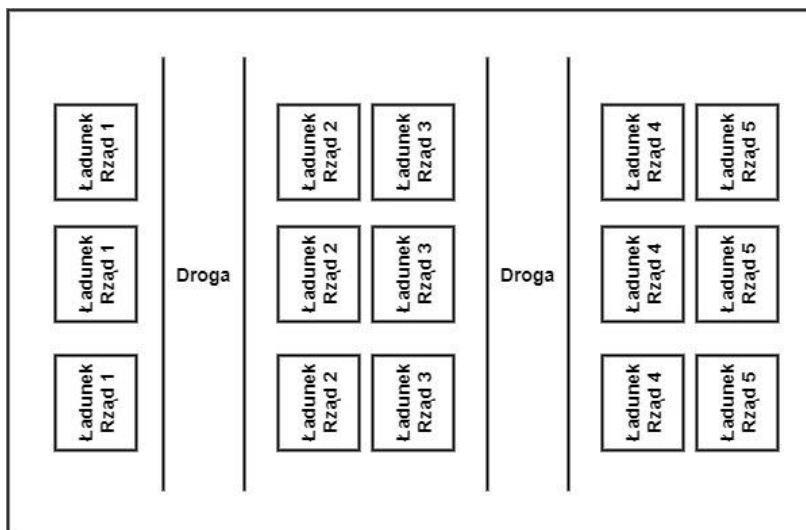
- przejrzysty rozkład towaru,
- nieskrępowany dostęp do asortymentu i prawie każdej górnej jednostki ładunkowej,
- jasna organizacja pracy.

Do wad składowania rzędowego należy zaliczyć:

- mały wskaźnik wykorzystania powierzchni magazynowej,
- mnogość dróg transportowych.

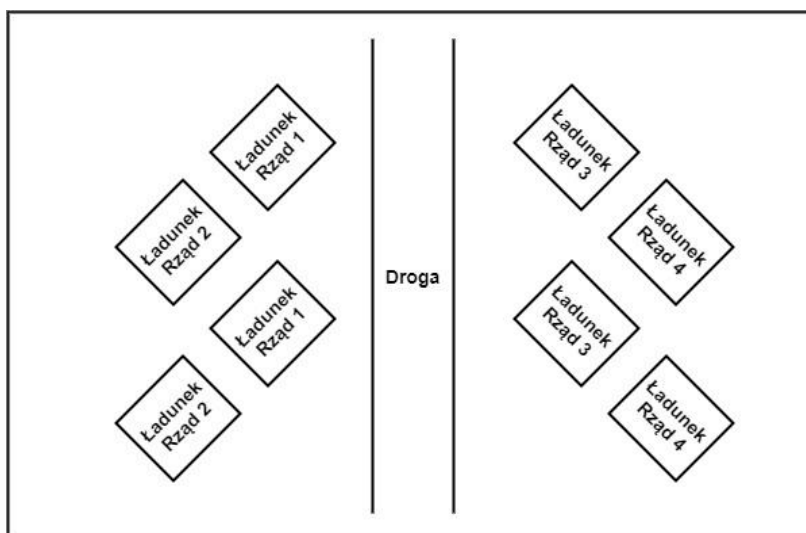
Przykładowe schematy składowania rzędowego przedstawione zostały na Rysunku 2.10 oraz Rysunku 2.11.

Rysunek 2.10 Składowanie towarów rzędowo; równoległe do drogi



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

Rysunek 2.11 Składowanie towarów rzędowo; równoległe do drogi, pod kątem



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

Składowanie blokowe opiera się na składowaniu jednostek ładunkowych jedna przy drugiej z zachowaniem wymaganych luzów manipulacyjnych między poszczególnymi jednostkami, zabezpieczając w ten sposób przed ich uszkodzeniami mechanicznymi. Na potrzeby ilościowe towaru formuje się bloki dwu-, trzy- oraz wielorzędowe, po kilka jednostek towarowych na rząd. Dostępność wewnętrznych jednostek ładunkowych jest możliwa po przemieszczeniu jednostek towarowych oddzielających je od drogi transportowej. Towary można umieszczać z wyłączeniem urządzeń w jednym poziomie bądź w kilku (piętrzenie w stopy) oraz w blokach przy użyciu regałów (przepływowych bądź

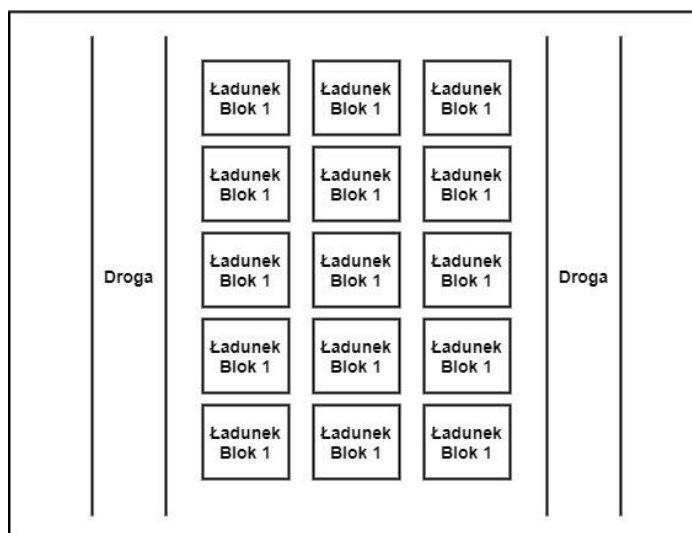
zblokowanych). Ten rodzaj składowania uzasadniony jest w przypadkach małej ilości pozycji asortymentowej o dużej liczebności.

Dużą zaletą składowania blokowego jest wysoki wskaźnik wykorzystania powierzchni magazynowej. Sprzyja ono także zastosowania zasadzie kolejności wydań LIFO.

Problemami pojawiającymi się w tego typu rozwiązaniu są niedogodności w wydawaniu towarów, które jako pierwsze wpłynęły na magazyn, stąd zastosowanie zasady kolejności FIFO jest niekorzystne. Wadą jest także pośredni dostęp do rzędów znajdujących się w środku bloku. [16, s. 40-42]

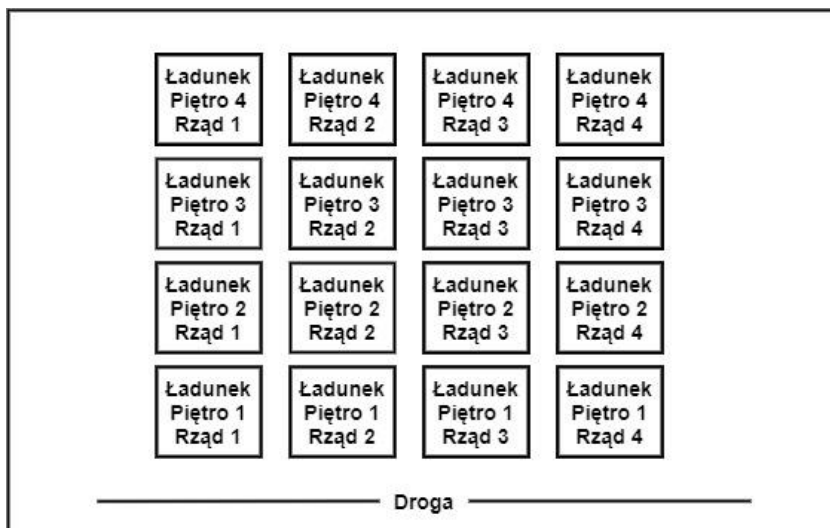
Przykładowe schematy składowania blokowego przedstawione zostały na Rysunku 2.12 oraz Rysunku 2.13.

Rysunek 2.12 Składowanie towarów blokowe prostopadłe do drogi



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

Rysunek 2.13 Składowanie towarów blokowe prostopadłe do drogi, piętrowe



Źródło: Opracowanie własne na podstawie A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie...*, op. cit.

2.4. Etapy organizacji magazynu

Zapewnienie prawidłowego przebiegu organizacji prac magazynowych wymaga ustalenia kto, jak, co, kiedy, czym i gdzie świadczy swoje obowiązki. Pracownikom magazynu przyporządkowuje się dokładnie sformułowane działania operacyjne magazynu, których porządek określony został przez przewidziany sposób postępowania.

To czy dane zadanie może zostać wykonane przez konkretnego pracownika, uwarunkowane jest jego uprawnieniami oraz kwalifikacjami a także koniecznością wcześniejszego przeszkolenia z powierzonych mu zadań. Niezbędne jest także odpowiednie wyposażenie mające posłużyć wykonaniu dyspozycji.

Polecenie wykonania jest informacją początkującą czynność. Relacja z przebiegu prac jest na bieżącą rejestrowana dzięki stałemu przekazywaniu powiadomień do systemu informatycznego bądź notowaniu na dokumencie (np. odhaczanie kolejnych pozycji listu przewozowego). Większość działań występujących na magazynie wiąże się z przemieszczeniem towaru (np. przewiezienie jednostki paletowej z środka transportu na pole odkładcze) lub zmianą postaci jednostki ładunkowej (np. transformacja niejednorodnej jednostki ładunkowej na jednorodne jednostki ładunkowe). Dostarczenie wiadomości potwierdzającej wykonanie zadania świadczy o jego zrealizowaniu (np. oddanie sprawdzonego listu przewozowego).

W celu sprawnego funkcjonowania, wyróżniamy cztery główne etapy organizacji magazynu [4, s. 139-143]:

- przyjęcie,
- składowanie,
- kompletowanie,
- wydawanie.

Przyjęcie towaru od dostawcy związane jest z koniecznością wystawienia pokwitowania oznaczającego potwierdzenie odbioru. Od tej chwili spada z dostawcy odpowiedzialność za przesyłkę, która automatycznie przechodzi na magazyn. Wyróżniamy dwa rodzaje przyjęcia:

- zewnętrzne – od zewnętrznego dostawcy,

- wewnętrzne – od wewnętrznego dostawcy w ramach jednego przedsiębiorstwa. Charakter tego typu przyjęcia pozwala na wykorzystanie środków transportu wewnętrznego (wydziały sąsiadujące z magazynem) bądź środków transportu zewnętrznego (lokalizacja wewnętrznego dostawcy znajduje się poza siedzibą magazynu).

Przyjęcie towaru na magazyn zaczyna się już od chwili dostarczenia i zawiera zasadnicze zadania do wykonania [16, s. 62-65]:

- rozładunek,
- sortowanie,
- identyfikacja,
- kontrola jakości i ilości,
- przygotowanie towaru do składowania,
- przekazanie towaru z dostawy do strefy składowania.

Do rozładunku wykorzystuje się dostępne środki transportu wewnętrznego i przeładunkowego, które wraz z postacią ładunku wpływają na przebieg tegoż procesu. To czy dostawa posiada postać jednostek ładunkowych czy nie, wpływa na możliwość wykonania prac w sposób mechaniczny lub ręczny.

Sortowanie polega na wstępnej segregacji towaru w zależności od stopnia podobieństwa jego cech fizycznych. Jedną z ważniejszych kwestii na tym etapie, jest określenie warunków składowania poszczególnych jednostek towarowych, na podstawie których następuje łączenie w grupy, które w późniejszym etapie trafią w odpowiednią strefę składowania czy przechowalniczą. Często stosowanym wyznacznikiem porządkowania towarów jest dostawca, odbiorca czy kategoria asortymentowa. [19, s. 64]

Identyfikacja polega na rozpoznaniu towaru w sposób jednoznaczny, co oznacza odczytanie jego pełnej nazwy, producenta, kodu towaru, terminu ważności, daty produkcji, numeru serii i deklarowanej ilości. W tym celu coraz powszechniej stosuje się odpowiednie kody kreskowe globalnego systemu GS1. Tak zaszyfrowane informacje znajdują się na jednostce ładunkowej w postaci etykiety logistycznej, która następnie jest zdekodowana za pomocą czytnika, który automatycznie przesyła odczytane dane do informatycznego systemu magazynowego. Rysunek 2.14 prezentuje przykładową etykietę logistyczną.

Rysunek 2.14 Etykieta logistyczna GS1



Źródło: <https://blog.etisoft.com.pl/etykieta-logistyczna-gs1/>

Kontrola ilości i jakości obejmuje kontrolę ilościową stanu faktycznego dostarczonego towaru z ilością zadeklarowaną w dokumentach towarzyszących dostawie. Zwykle polega ona na zważeniu, przeliczeniu ilości sztuk i zmierzeniu a następnie porównaniu otrzymanych wyników z dokumentami dostawy (np. WZ dostawcy, faktura). Jakość dostawy kontroluje się zależnie od wymogów, jednak najczęściej jest to metoda wzrokowa – stwierdzenie ewentualnych znaków uszkodzeń ładunku i jego zabezpieczenia. Dla niektórych towarów wymagane jest wykonanie odpowiednich badań pobranych próbek i dopiero po odebraniu satysfakcjonujących wyników towar może zostać przyjęty na stan magazynu. Ponadto sprawdzana jest zgodność asortymentowa oraz jakość przyjętej dostawy. [19, s. 72-73]

Przygotowanie towaru do składowania to nic innego jak zmiana wysokości jednostek ładunkowych lub utworzenie ich od podstaw (np. zdjęcie górnych warstw z palety, ułożenie asortymentu na pustej paletce od nowa), właściwym oznakowaniu czy przełożeniu do innego opakowania, pojemnika.

Przekazanie towaru z dostawy do strefy składowania leży najczęściej po stronie pracowników wyznaczonych do przyjęcia dostawy. Zdarza się jednak też tak, że przewożenie przyjętych dopiero co na magazyn towarów do strefy składowania wykonywane jest przez obsługę strefy składowania.

Składowanie określa wszystkie czynności dotyczące ułożenia towaru w przestrzeni magazynowej wedle określonej systematyki zgodnej z panującymi warunkami i właściwościami towaru. Etap ten jest związany z podstawową funkcją magazynu dotycząca czasowego przechowania i składa się z takich czynności jak [23, s. 197-200]:

- odbiór towaru z strefy przyjęcia,
- rozłożenie towarów w strefie składowania,
- przechowywanie towarów,
- kontrola okresowa,
- przekazanie składowanych towarów do strefy kompletacji.

Odbiór towaru z strefy przyjęcia jest realizowany przez pracowników strefy składowania w przypadku, kiedy pracownik przyjmujący towar na magazyn nie przekazał ich sam do kolejnej strefy.

Rozłożenie towarów w strefie składowania zależy od wielu zmiennych, takich jak rodzaju jednostki ładunkowej występującej w składowaniu, wykorzystywanej technologii składowania, warunków przechowywania, wielkości obrotu poszczególnych grup asortymentowych. Warunki przechowywania muszą być odpowiednie do wymagań towaru w tej kwestii, temperatura, zawilgocenie, obowiązujące przepisy przeciwpożarowe lub wymogi mówiące o ograniczonym dostępie. Od sposobu zagospodarowania i zastosowanej technologii zależy, czy jednostki ładunkowe będą składowane przy użyciu odpowiednich urządzeń służących do tego celu czy z ich pominięciem. Do rozmieszczenia towaru może dojść na kilka sposobów. W przypadku wspomaganie przez system informatyczny to on kieruje pracownika najkrótszą drogą do miejsca, w którym złożony ma być towar, jeśli składowana jednostka jest niejednorodna, system wskaże kolejne lokalizacje wyznaczając najkrótszą trasę przejścia. Każdorazowe odłożenie towaru na wskazane miejsce winno zostać potwierdzone poprzez odczytanie kodu kreskowego adresu lokalizacji. Towar można jeszcze rozmieścić samodzielnie wybierając lokalizację odłożenia towaru, jednak i w tym przypadku należy ją wskazać systemowi poprzez zeskanowanie kodu kreskowego wybranej lokalizacji w celu gwarancji szybkiego odszukania towaru. [3, s. 218]

Przechowywanie towarów polega głównie na zapewnieniu stale tych samych, wymaganych warunków składowania.

Przekazanie składowanych towarów do strefy kompletacji występuje, jeśli magazyn ma wydzieloną taką strefę i ma na celu uzupełnienie zapasów. W przypadku, kiedy magazyn nie posiada takiej strefy, kompletacja towaru ma miejsce w momencie pobierania towaru ze strefy składowania. Innym sposobem przekazania towaru do strefy kompletacji jest zamiana pełnej jednostki ładunkowej pobranej z lokalizacji strefy składowania i umieszczeniu w tym miejscu napoczętej jednostki ładunkowej pobranej ze strefy kompletacji.

Kompletowanie polega na zebraniu zapasów ze stosów czy urządzeń do składowania celem stworzenia zbioru produktów zgodnych pod względem ilościowym oraz asortymentowym z warunkami zamówienia. Operacja ta może zostać wykonana w strefie składowania bądź poza nią i polega na [3, s. 226-235]:

- przygotowaniu jednostek ładunkowych,
- skompletowaniu zamówienia,
- skontrolowaniu ilościowym,
- spakowaniu i uformowaniu jednostki transportowej,
- przemieszczeniu do strefy wydań.

Przygotowanie jednostek ładunkowych na potrzeby kompletacji pozwala na bezpośredni i szybki dostęp do towaru, który ma zostać pobrany. Nie dotyczy ono sytuacji, w której jednostka ładunkowa która została przyjęta na magazyn w całości zawiera się w zamówieniu i nie wymaga zmian. W innym przypadku koniecznym może okazać się usunięcie folii z paletowej jednostki ładunkowej, umieszczenie opakowania zbiorczego w kanałach regałów przepływowych. Towary mogą znajdować się w opakowaniu jednostkowym bądź zbiorczym lub na jednostce ładunkowej jednorodnej (np. paleta, karton). Pobranie odpowiedniej ilości opakowań jednostkowych może wiązać się z przełożeniem ich do odpowiednich pojemników lub na otwarciu opakowania zbiorczego.

Do skompletowania zamówienia może dojść zarówno w strefie kompletacji jak i w strefie składowania. Proces ten może być realizowany wedle zamówień lub wedle asortymentów przy wykorzystaniu metody człowiek do towaru czy towar do człowieka. [12, s. 26-30]

Kontrola ilości zapewnia poprawność stworzonego zlecenia kompletacyjnego po względem nie tylko ilości, ale też poprawności asortymentowej. Zabezpiecza ona również

magazyn przed wystąpieniem braków w wyniku pomyłki oraz kosztów związanych z wysłaniem zbyt dużej ilości towaru. Kontrola wymaga sprawdzenia każdego opakowania pod względem terminu ważności, serii produkcyjnej lub numeru partii, co może wymagać dostępności dodatkowego nośnika, na który mogą zostać tymczasowo przełożone sprawdzane towary. Pozytywny wynik kontroli oznacza, że możemy ostatecznie spakować, uformować i oznaczyć jednostkę ładunkową.

Spakowanie i uformowanie jednostki transportowej, służy przede wszystkim zabezpieczeniu produktów na czas transportu, zapewnieniu identyfikacji przesyłki, efektywnemu wykorzystaniu przestrzeni środka transportowego, łatwemu przemieszczeniu. Pakowanie i formowanie, jest adekwatne do wymagań ustalonych z odbiorcą i dotyczy ciężaru oraz gabarytów jednostki ładunkowej, jej oznakowania, zabezpieczenia przed rozformowaniem oraz użycia konkretnego rodzaju nośnika. [12, s. 281-295]

Przemieszczenie do strefy wydań gotowych jednostek ładunkowych jest związane z ich odłożeniem w miejscu powiązanim z późniejszym ich wydaniem.

Wydanie towarów z magazynów należy do ostatniego etapu procesu magazynowania i zawiera zadania związane z wydaniem towarów z magazynu co potwierdzają dokumenty towarzyszące wydaniu mówiące o przekazaniu jednostek ładunkowych do odbierającego. Tak jak było to na etapie przyjęcia, tutaj także wyróżniamy dwa typy wydań [11, s. 1-6]:

- zewnętrzne – od zewnętrznego odbiorcy,
- wewnętrzne – od wewnętrznego odbiorcy w ramach jednego przedsiębiorstwa. Charakter tego typu wydania pozwala na wykorzystanie środków transportu wewnętrznego (wydziały sąsiadujące z magazynem) bądź środków transportu zewnętrznego (lokalizacja wewnętrznego odbiorcy znajduje się poza siedzibą magazynu).

W skład etapu kończącego proces magazynowania wchodzi:

- spakowanie i uformowanie jednostek transportowych,
- kontrola wydania,
- załadunek na środek transportu.

Spakowanie i uformowanie jednostek transportowych w strefie wydań występuje tylko wtedy, kiedy czynności te nie zostały zrobione na etapie kompletowania zamówienia. Jeśli

proces ten został przerzucony do strefy wydań, wygląda on tak samo jak w strefie kompletacji.

Podczas kontroli wydawanych jednostek ładunkowych dochodzi do sprawdzenia poprawności oznaczeń znajdujących się na jednostkach z dokumentami wydania. Kontroli poddana jest także ilość i kompletność przygotowanych jednostek ładunkowych oraz prawidłowość ich uformowania i oznaczenia.

Jeśli etap kontroli przebiegł pomyślnie, można wreszcie przejść do załadunku środków transportowych. Pogrupowane według odbiorców, kierunków wydań i tras jednostki ładunkowe są przemieszczane z magazynu do wnętrza środka transportowego. Stopień mechanizacji tej czynności zależy od postaci jednostek ładunkowych, typu frontu przeładunkowego i środka transportu. Niestety niektóre towary wymagają załadunku ręcznego, co znacznie wydłuża czas pracy. Kolejność ładowanych jednostek zależy od przebiegu trasy transportowej – dla ostatniego w kolejności odbiorcy towary są ładowane jako pierwsze. Cały proces zakończony jest przekazaniem dokumentów wydania kierowcy.
[16, s. 69-70]

3. Projektowanie organizacji strefy kompletacyjnej magazynu

3.1. *Kompletacja i wybrane systemy automatycznej identyfikacji*

Proces magazynowy, który może zabrać czas w największym stopniu jednocześnie prowadząc do zwiększenia kosztów, to kompletacja. Wykonywanie jej w nieodpowiedni sposób, przy użyciu przestarzałych metod może prowadzić do sytuacji, w której zamówienia nie wyjdą na czas lub będą zawierać błędy, powstaną braki na magazynie a napływające zwroty i skargi odbiorców doprowadzą do wzrostu kosztów, zachwiania płynności prac magazynowych oraz utraty wiarygodności w oczach kontrahentów. [6]

Menadżerowie magazynów mają do dyspozycji różne typy strategii kompletowania towaru zgodnie z zamówieniem. W każdym z nich należy zwrócić przede wszystkim uwagę na obszar generujący koszty w największym stopniu – obszar poruszania się między lokalizacjami w operacji pobrania. Może zająć on nawet do pięćdziesięciu procent czasu operacji, dlatego też celem jest zoptymalizowanie drogi przebytej przez pracownika w procesie kompletacyjnym zamówienia. Na całkowity czas wykonania procesu składa się także czas pobrania – który skraca się wraz ze zwiększeniem ergonomii i komfortu pracy a także przekazaniem informacji o pobieranych produktach w sposób najbardziej optymalny dla człowieka. [19, s. 136]

Czynności kompletacyjne stanowią bardzo pracochłonną część procesu magazynowania, która w sposób bezpośredni wpływa na relacje z klientami oraz odbiorcami. Wykonywane przez człowieka, mogą generować dużą ilość błędów. Coraz nowsze technologie pobrań ograniczają możliwość popełnienia błędu, jednak nie wykluczają go. Sposób realizacji zamówień oddziałuje także na organizację pracy całego magazynu, dlatego tak ważnym jest, aby zachować jak najlepszy przepływ informacji między pracownikiem kompletującym a dyspozytorem magazynowym. [2, s. 75]

Działalność kompletacyjna może zostać wykonana na wiele różnych sposobów, poczynając od najprostszych jakim jest przemieszczanie się pracownika magazynowego po obiekcie i zbieranie towarów, kończąc na zaawansowanych, w których udział bierze całkowicie zautomatyzowany system wyposażony w zmechanizowaną kompletację. Każda z takich metod posiada swoje pewne ograniczenia, ale też każdej z nich można też przypisać jedno lub kilka zastosowań. [13, s. 54-56]

Proces kompletacji jest na tyle ważnym z punktu widzenia finansowego, ponieważ trzeba pamiętać, że źle zaprojektowany obiekt generuje koszty kompletacji w wysokości mogącej przekroczyć 60% kosztów eksploatacji. Ograniczenie wydatków w tym obszarze nierzadko stanowi o konkurencyjności firmy, a dokładniej o jej pozostaniu na rynku bądź zniknięciu z niego. Stąd też już na etapie projektowania hali magazynowej zwraca się szczególną uwagę na to, w jaki sposób będą przygotowywane zamówienia. [19, s. 163-164]

Kompletacja stanowi obszar prac magazynowych, który postęp technologiczny doprowadził do znacznych zmian a także w istotny sposób polepszył wydajność i dokładność prac. Nowe metody kodów kreskowych, technologii świetlnej oraz technologii głosowej zapewniły nie tylko znaczne usprawnienia, ale zagwarantowały też interesujący zwrot z inwestycji. Celem usprawnienia procesu kompletacji, wykorzystuje się nowoczesne narzędzia służące automatycznej identyfikacji towaru opierające się o technologie [2, s. 75]:

- kodów kreskowych (*Bar Code*),
- fal radiowych (*Radio Frequency Identification*),
- rozpoznawania obrazów (*Vision Systems*),
- rozpoznawania znaków (*Optical Character Recognition*).

Technologia wykorzystująca kody kreskowe jest powszechnie używana ze względu na prostotę wdrożenia, precyzję, efektywność, nieduże koszty odczytu danych a także ich implementacji do systemu informatycznego. Kod kreskowy przetrzymuje dane pozwalające na identyfikację towaru, nie zawiera informacji o nim. Budowa kodu zawiera czarno – białe kształty, które są najczęściej liniami o różnej grubości oraz wielkości stanowiące sekwencję znaków kodu liczbowego. Odczyt kodu możliwy jest dzięki zjawisku odbijania światła przez białe pola oraz pochłanianiu go przez pola czarne. Odbite światło jest przechwytywane i przetwarzane przez czytnik kodów na sygnały elektryczne o różnej częstotliwości zależnej od grubości linii. Tak uzyskany sygnał jest następnie przetworzony przez dekodery i wysłany do komputera w postaci kodu towaru składającego się z liczb, liter i znaków. Komputer przy użyciu odpowiedniego systemu przechwytuje rozszyfrowany kod, gdzie przy pomocy przechowywanych w bazie danych informacji, wykonuje odpowiednie działania. [2, s. 76, 78-81]

Technologia fal radiowych (RFID) jest kolejną metodą umożliwiającą kontrolę ruchu i lokalizacji towarów oraz informującą o przebiegu działań. Pod wieloma względami jest ona

o wiele lepszą metodą niż powszechnie stosowane kody kreskowe. Ogromną zaletą RFID jest opcja powtórnego zapisania danych na tagach (transponderach), możliwość ich modyfikacji, redukcja prawdopodobieństwa zniszczenia czy uszkodzenia nośnika dzięki jego wysokiej trwałości. Bardzo dużym plusem tego typu rozwiązania jest sposobność odczytu nawet przy dużej odległości od czytnika. Budowa transpondera RFID to chip, antena i opakowanie, którym jest najczęściej papierowa etykieta, plastik lub szklana kapsuła. Odległość w jakiej tag może się znajdować od czytnika jest zależna od anteny, rodzaju taga, częstotliwości oraz zakłóceń i wynosi ona od kilkunastu centymetrów do kilkudziesięciu metrów. W tym samym czasie czytnik RFID może obsłużyć dziesiątki etykiet w przeciwieństwie do kodów kreskowych, które jednocześnie są w stanie odczytać tylko jeden kod. Również pod względem odporności są o wiele lepsze, gdyż wykazują wytrzymałość na temperaturę, warunki atmosferyczne, promieniowanie UV, wstrząsy mechaniczne i wodę. Rozróżnia się dwa rodzaje tagów [13, s. 74-75]:

- pasywne – nie posiadające własnego zasilania, czerpiące energię z czytników wedle reguły odbitej fali, o małym zasięgu między kilka centymetrów a kilka metrów. Często stosowane do zabezpieczeń przed kradzieżą w sklepach oraz w identyfikatorach firmowych.
- aktywne – posiadające własne zasilanie, o zwiększonym zasięgu do kilkudziesięciu metrów, mające możliwość przechowania większej ilości danych. Dużo większa cena decyduje o ich rzadszym użyciu.

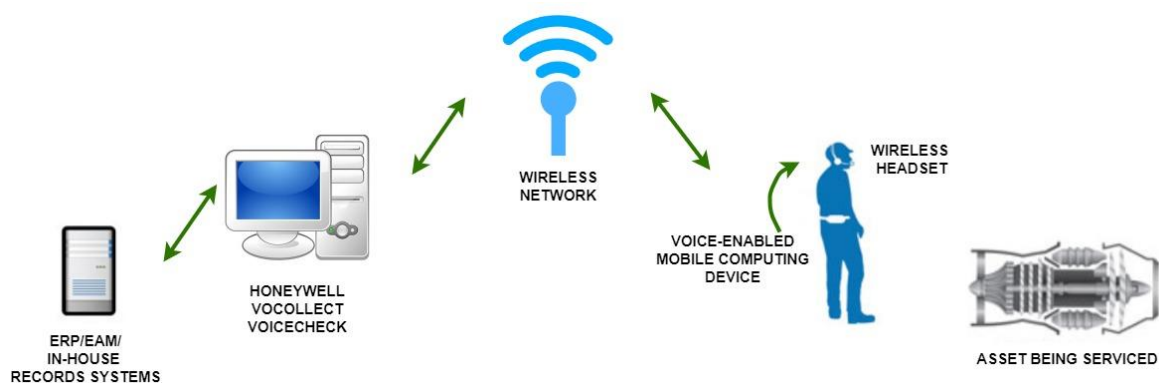
System rozpoznawania znaków (OCR) służy przetwarzaniu tekstu odręcznego bądź drukowanego na tekst cyfrowy z możliwością edycji. Jest to możliwe dzięki skanerowi o bardzo dobrej rozdzielczości i odpowiednio skonfigurowanym oprogramowaniu, który po rozpoznaniu kształtów poszczególnych znaków (na podstawie kroju czcionki) zapisuje je w formie zwykłego tekstu. System rozpoznawania obrazów (VS) działa na podstawie zdefiniowanych wcześniej i wprowadzonych do aplikacji wzorców, które stanowią odniesienie do kodowania na pożądanym obiekcie. Czytanie symboli graficznych, znaków, liter, struktur i kształtów zachodzi w procesie odwrotnym, kiedy to obraz jest odczytywany i poddawany analizie zgodności z wzorcami zamieszczonymi w bazie danych. Dzięki temu zabiegowi dochodzi do szybkiego rozpoznania i przetworzenia fragmentów tekstu a nawet pojedynczych wyrazów. Systemy rozpoznawania obrazów i znaków znajdują swe zastosowanie w automatycznych magazynach przy procesie sortowania towarów ze względu

na zamówienia. Towary są identyfikowane a następnie przenoszone między przenośnikami rolkowymi i transportowane w odpowiednie miejsca na magazynie.[7]

3.2. *Kompletacja przy wykorzystaniu rozpoznawania głosowego*

Coraz popularniejszą technologią kompletowania zamówień staje się metoda rozpoznawania głosu (*Voice Picking*). Osoba pobierająca towar wyposażona jest w zestaw głośnomówiący i mikrofon z terminalem znajdującym się najczęściej na nadgarstku lub przy pasku. System magazynowy WMS przekazuje informację do komputera poprzez transmisję fal radiowych, wykorzystując do tego celu transmittersy rozmieszczone w magazynie, które przekształcają wiadomość na komendę głosową. Pracownik wykonuje wskazaną czynność, po czym potwierdza jej wykonanie w sposób głosowy. Technologia ta pierwszy raz została użyta ok. 20 lat temu na magazynach chłodniczych, gdzie niska temperatura i konieczność stosowania odzieży ochronnej w znacznym stopniu utrudniała kompletację przy użyciu zwykłych list papierowych czy skanerów kodów kreskowych. Nowe rozwiązanie wyeliminowało konieczność użycia obu rąk do noszenia terminala oraz jego manualnej obsługi. Przyczyniło się to do znacznego usprawnienia i przyspieszenia kompletacji towarów. Dodatkowo procedura skanowania kodu kreskowego lokacji regału oraz kodu kreskowego produktu, którego poprawność zatwierdza lub nie komunikat głosowy, pozwala wyeliminować w dużo większym stopniu możliwość popełnienia błędu. [15, s. 2-8]

Rysunek 3.1 Schemat działania Systemu Voice Picking



Źródło: Opracowanie własne

Korzyści płynące z zastosowania metody *Voice Piking* są dość spore [15, s. 2-8]:

- wzrost wydajności,
- zwiększona precyzja,
- ograniczenie ilości błędów dzięki braku konieczności odczytu, rutynowości przepisywania danych,
- aktualizacja danych w czasie rzeczywistym,
- uwolnienie rąk i wzroku (co pozwala na zwiększone bezpieczeństwo),
- ograniczenie ilości uszkodzeń,
- znaczne skrócenie czasu kompletowania zamówień,
- niskie koszty szkolenia,
- łatwa integracja z wieloma systemami,
- możliwość zmiany języka poleceń głosowych,
- często szybki zwrot z inwestycji.

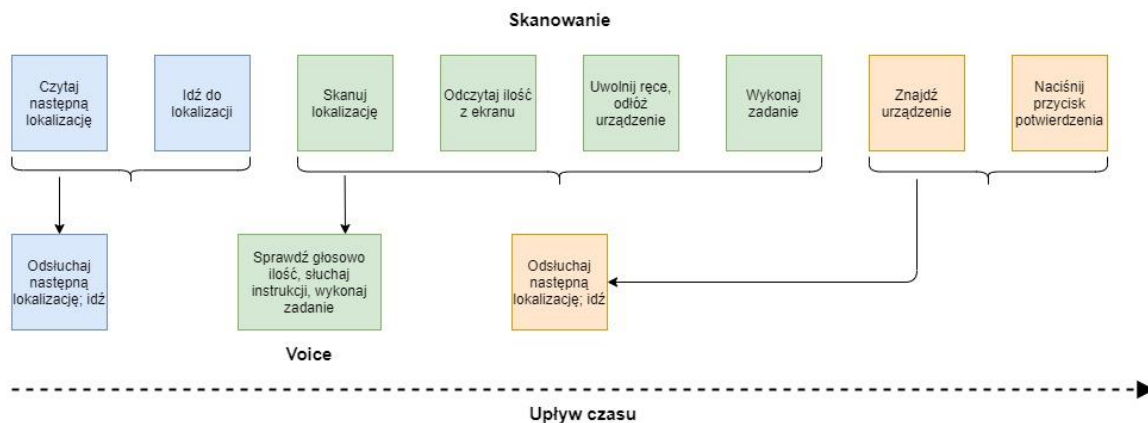
System ten znalazł swoje szerokie zastosowanie szczególnie w branży spożywczej, gdzie przede wszystkim sprawdza się w otoczeniu chłodniczym – ze względu na konieczność zakładania grubych rękawic ochronnych, które psują komfort użycia skanera kodów kreskowych. Zwiększona dokładność pracy pozwala na likwidację dodatkowego etapu kontroli skompletowanego zamówienia (niektóre firmy zabezpieczają się poprzez dołożenie do procesu kompletacji procedury skanowania kodu pobieranego produktu). Większość magazynów, które zdecydowały się na wprowadzenie tego rozwiązania, odnotowują znaczący spadek ilości popełnianych błędów.

Przedsiębiorstwa inwestujące w systemy oparte na technologii głosowej szczyłą się wzrostem poprawności nawet do 99,90% a także krótszym czasem szkolenia oraz zmniejszoną rotacją pracowników. Jednym z ważniejszych aspektów *Voice Piking* jest bezpośredni wpływ na zwrot poniesionych kosztów w okresie krótszym niż jeden rok. Wystarczy osiągnąć tylko wzrost dokładności pobrań. [19, s. 138-145]

Nawet niewielka poprawa dokładności może skutkować oszczędnościami rzędu kilkudziesięciu tysięcy złotych rocznie. Dla przykładu, na magazynie o ilości pobrań 500 000 tygodniowo o dokładności 99,80% uzyskamy wynik 52 000 błędów w skali roku. Zakładając, że jeden błąd kosztuje 150 zł, daje to kwotę aż 7 800 000 zł kosztów rocznie. Jeśli by poprawić tę wydajność do 99,96%, co minimalizuje liczbę popełnianych błędów do 10 400 w skali roku, a to przekłada się na 6 240 000 zł oszczędności.

Poprawę dokładności i produktywności osiągnąć można dzięki wyeliminowaniu wielu kroków niezbędnych do wykonania przy zastosowaniu skanerów kodów kreskowych, co obrazuje Rysunek 3.1.

Rysunek 3.2 Zwiększenie wydajności przy zastąpieniu technologii skanowania na technologię głosową



Źródło: Opracowanie własne na podstawie G. Richards, *Zarządzanie logistyką magazynową...*, op. cit.

Wielkość zwrotu z inwestycji będzie dla każdego przedsiębiorstwa różna i zależna od takich czynników jak [19, s. 277]:

- aktualnie wykorzystywanej metody kompletacji,
- aktualnie utrzymywanego poziomu produktywności,
- ilości zmian pracowników odpowiedzialnych za kompletację zamówień w ciągu jednego dnia roboczego,
- ilości przeprowadzanych kontroli systemowych,
- obecnego poziomu infrastruktury radiowej,

— możliwości obsługi nowej technologii przez WMS.

Rozwiązanie kompletacji głosowej nie musi sprawdzać się w każdej sytuacji. W miejscach, gdzie koniecznym jest wprowadzenie numeru partii czy numeru serii produktu, technologia głosowa potrzebuje wsparcia rozwiązań z użyciem metod fotografii czy skanowania. Bez tej pomocy może okazać się, że nie jest ona stuprocentowo skuteczna ze względu na fakt, iż zakłada ona znajdowanie się konkretnego produktu w konkretnej lokalizacji. Część firm stosuje technikę, pozwalającą potwierdzić poprawność pobranego produktu polegającą na powtórzeniu na głos czterech ostatnich cyfr kodu kreskowego towaru. [19, s. 138-145]

Rysunek 3.3 Voice Picking System



Źródło: <https://www.realtimelogistics.com.au/technologies/voice-picking-systems/>

3.3. *Kompletacja przy wykorzystaniu kodów kreskowych*

System kodów kreskowy, dla którego technologia działania wstępnie opisana została w rozdziale 3.1., stosuje się w celu rozpoznania identyfikacji lokalizacji magazynowej oraz znajdujących się w niej kontenerów, produktów, numerów partii i serii. Niestety, ale nie istnieje coś takiego jak uniwersalny kod kreskowy danego produktu, jednakowy dla każdego przedsiębiorstwa czy firmy w każdym kraju. Sytuacja ta może być przyczyną wielu trudności podczas transferu towaru między krajami czy nawet między firmami.

Najpopularniejsze kody kreskowe należące do głównych standardów to [8, s. 148-154]:

- EAN-8 – krótki, jednowymiarowy kod typu 4W w którym występują paski o czterech różnych szerokościach, dedykowany dla małych produktów detalicznych w Europie. Jego budowę stanowią 3 części: prefiks (oznaczający kod kraju; 2-3 cyfry), kod towaru (4-5 cyfr), suma kontrolna (1 cyfra). Kod ten może uzyskać każda firma, jednak niema możliwości przetłumaczenia go na EAN-13. Każdy z takich kodów musi być przechowywany w bazie jako osobny. Istnieją także kody EAN-8+2 oraz EAN-8+5 uzupełnione o dodatkowe cyfry (w ilości odpowiednio 2 i 5) umieszczone po prawej stronie kodu, stosowane w czasopiśmie i wydawnictwach.
- EAN-13 – szeroko rozpowszechniony kod stosowany w handlu detalicznym oraz branży spożywczej w całej Europie. Widzimy go na prawie każdym produkcie podczas zakupów w supermarkecie. Jego budowę stanowią 3 części: prefiks (oznaczający kod kraju; 3 cyfry), kod producenta (4 cyfr), kod towaru (5 cyfr), cyfra kontrolna (1 cyfra). Dodatkowo kod ten posiada kreski oznaczające START i STOP. Posiada on wysoką odporność na zniszczenia, jednak jego rozmiar powoduje problemy ze skalowaniem w związku z czym ciężko się go skaluje i drukuje w dowolnym wymiarze. Nie jest łatwy do stosowania na małych produktach.
- Code 128 – jednowymiarowy kod typu 4W w którym występują paski o czterech różnych szerokościach. Ciągły, o bardzo dużej gęstości, modułarny. W odróżnieniu od pozostałych dwóch kodów numerycznych, w skład zestawu znaków wchodzi znaki alfanumeryczne – wielkie i małe litery, znaki kontrolne, znaki interpunkcyjne. Ilość znaków w kodzie 128 jest dowolna. Jego budowę stanowią: cicha strefa (co najmniej 10x szersza niż wąski pasek), znak START, zmienny odcinek danych, cyfra kontrolna, znak STOP, cicha strefa (co najmniej 10x szersza niż wąski pasek). Kod

128 posiada szerokie zastosowanie w magazynach, logistyce opakowań, sprzedaży detalicznej. Spośród wszystkich kodów linearnych, ten zużywa najmniej miejsca do zakodowania 6-ciu cyfr.

Istnieją także kody dwuwymiarowe, których plusem jest możliwość zapisania większej ilości danych przy użyciu dużo mniejszej przestrzeni, co daje mu przewagę nad pozostałymi kodami kreskowymi.

Czytniki kodów kreskowych występują pod różnymi postaciami, między innymi są to czytniki ręczne, na nadgarstek, statyczne, montowane na ciężarówce. Ręczny skaner zbudowany jest ze spustu i ekranu. Po zeskanowaniu i odczytaniu, kod kreskowy zostaje zapamiętany bądź przetransmitowany do komputera. W większości przypadków skanerów, są one zdolne odczytać różne rodzaje kodów kreskowych, jednak ta funkcja zależna jest od konkretnego modelu i producenta urządzenia. Obecnie są dostępne na rynku także telefony i tablety z możliwością odczytu jedno- i dwuwymiarowych kodów kreskowych, których odczyt może zostać zapisany na urządzeniu, przeniesiony do komputera przy użyciu kabla USB lub transmitowany w czasie rzeczywistym do bazy. [8, s. 148-154]:]

Długopisowa forma skanera czyta kod poprzez przesunięcie urządzenia wzdłuż kodu. Dzięki rozwiązaniu ręcznych skanerów z transmisją danych w czasie rzeczywistym znacznie wzrosła produktywność pracowników kompletacji. Wyeliminowano konieczność każdorazowego korzystania z instrukcji dla osobnych czynności, a co za tym idzie uniknięto strat czasu poświęconego na chodzenie po wytyczne do biura po każdorazowo ukończonej czynności. Zamiast tego, polecenia kolejnych czynności znajdują się na rozwijalnej liście ekranu skanera znajdującego się cały czas w posiadaniu pracownika. Niemniej jednak rozwiązanie to posiada także swoje minusy. Zaliczyć do nich należy potrzebę odłożenia skanera na czas wykonywania czynności czy też zmagania się z nim przy jednoczesnym pobieraniu produktu. Takie sytuacje mogą spowodować uszkodzenie towaru na skutek wyślizgnięcia się go z rąk lub wystąpienie błędnego pobrania z następnej lokalizacji. Szczególnym zagrożeniem jest jednoczesne czytanie poleceń i ich wykonywanie, co może spowodować utratę czujności i spowodować niebezpieczeństwo. Występuje także ryzyko zniszczenia sprzętu poprzez jego upuszczenie. Jeśli skaner pracuje w połączeniu z różnego rodzaju taśmami czy przenośnikami, należy zwracać szczególną uwagę na położenie kodu kreskowego na produkcie – aby był on w miejscu widocznym dla skanera w momencie przesunięcia. [8, s. 148-154]:]

Najpowszechniejszym jak dotąd i najczęściej używanym jest skaner w postaci przenośnego minikomputera, dzięki któremu pracownik uwalnia obie ręce. Ten rodzaj urządzenia noszony jest zazwyczaj na nadgarstku lub ramieniu, wyposażony w klawiaturę i ekran, bądź ekran dotykowy. Łączy się on ze skanerem pierścieniowym zakładanym na palec za pomocą kabla bądź technologii Bluetooth. Implementacja tego rozwiązania nie wymaga szczególnych zmian i aktualizacji oprogramowania (w przypadku, kiedy wcześniej operacje te były wykonywane przy użyciu laptopów) a także nie wymusza zbyt dużej ilości szkoleń. Obecnie waga takiego urządzenia to około kilkaset gramów, co nie powoduje specjalnego zmęczenia i dyskomfortu pracownika. Zasilanie to najczęściej bateria montowana na plecach bądź ramieniu urządzenia. Przenośne minikomputery przyspieszają proces kompletacji i obniżają ryzyko popełnienia błędu co przekłada się na znaczne oszczędności nie tylko czasu, ale też pieniędzy. Wadą jaką można napotkać przy użyciu tego typu rozwiązania jest konieczność ręcznego wpisania kod kreskowego w przypadku jego zniszczenia i niemożności zeskanowania. [15, s. 2-8]]

Poniżej przedstawione są dwa rysunki – Rysunek 3.4 oraz Rysunek 3.5, na których można zauważyć pewność uchwytu produktu przy zastosowaniu skanera ręcznego oraz przenośnego minikomputera.

Rysunek 3.4 Pewność uchwytu produktu przy zastosowaniu skanera ręcznego



Źródło: <https://www.keymas.co.uk/advantages-of-barcode-scanning-over-pick-to-voice/>

Rysunek 3.5 Pewność uchwytu produktu przy zastosowaniu skanera w postaci przenośnego minikomputera



Źródło: <https://www.alamy.com/stock-photo-warehouse-worker-using-hand-scanner-105647758.html>

3.4. Porównanie metod kompletacji

Ogólnie wiadomą prawdą jest, że duża liczba błędów skutkuje zwiększeniem kosztów. Obliczenia kosztów niepoprawnego pobrania można dokonać na wiele sposobów. Niepoprawnie dokonana kompletacja, obejmuje składniki takie jak [19, s. 156-159]:

- Koszt odzyskania przedmiotu,
- Koszt pracy związanej z przyjęciem i sprawdzeniem zwracanego przedmiotu,
- Koszt pobrania przedmiotu zastępczego,
- Koszt przepakowania,
- Koszt ponownej dostawy,
- Koszty administracyjne związane z obsługą należności kredytowych itd.,
- Przepływ gotówki związanej z niezapłaceniem faktury,
- Potencjalną utratę sprzedaży źle wysłanego produktu,
- Koszt dodatkowego szkolenia załogi oraz
- Możliwość straty, jeśli zwracany przedmiot przeterminuje się lub zostanie uszkodzony w transporcie.

Co więcej, kiedy nieprawidłowość wynika z powodu niekompletnego pobrania, może to skutkować stratą sprzedaży co wiąże się z mniejszym wpływem. Jeżeli zaś chodzi o nadmierne pobranie występują koszty wynikające z ponownego przyjęcia towaru i koszty pracy jak powyżej, bądź ewentualna strata marży, w sytuacji namówienia klienta do zachowania towaru. Błąd, o którym nie wiemy jest utratą i produkty, i marży. Jeżeli takie sytuacje zdarzają się nadmiernie często, przypuszczalnie efektem takiego działania może być utrata klienta. Szacunkowy koszt niepoprawnego pobrania waha się pomiędzy 125zł - 200zł. Oczywiście wszystko zależy od rodzaju produktu i sektora rynku. [15, s. 2-8]]

Tabela 1 Porównanie zastosowania oraz szybkości pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej

Skanowanie kodów kreskowych	Kompletacja głosowa
<ul style="list-style-type: none"> • Większość operacji magazynowych, • < 100 linii/godz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Większość operacji magazynowych, • Znakomite rozwiązanie do obszarów kontrolowanej temperatury, • Idealne do ciężkich, niewygodnych artykułów, • 100 – 250 linii/godz.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *G. Richards, Zarządzanie logistyką magazynową... op. cit*

Tabela 2 Porównanie zalet pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej

Skanowanie kodów kreskowych	Kompletacja głosowa
<ul style="list-style-type: none"> • Zwiększona precyzja pobrania, • Nie wykorzystuje papieru, • Elastyczność, • Aktualizacja zapasów w czasie rzeczywistym, • Możliwość obsługi lokalizacji multi-SKU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nie wykorzystuje papieru, • Elastyczność, • Zwiększona precyzja pobrania, • Wolne obie ręce, • Zwiększona produktywność, • Szybkie szkolenie z obsługi, • Wolne ręce/wolne oczy, • Większe bezpieczeństwo, • Mniejsze obciążenia pracowników, • Mniejsze szkody, • Aktualizacja zapasów w czasie rzeczywistym.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *G. Richards, Zarządzanie logistyką magazynową... op. cit*

Tabela 3 Porównanie wad pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej

Skanowanie kodów kreskowych	Kompletacja głosowa
<ul style="list-style-type: none"> • Niska/średnia prędkość pobrania, • Zajęte ręce, • Może trwać dłużej niż pobranie głosowe, • Wysoki koszt sprzętu, • Wymaga kodów kreskowych na produktach, • Problemy z międzynarodowymi standardami, • Wymaga interfejsu systemowego, • Wymaga konserwacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoki koszt zakupu sprzętu, • Problemy w hałaśliwym otoczeniu, • Wymaga interfejsu systemowego, • Wymaga konserwacji, • Problemy z lokalizacjami multi-SKU, • Wprowadzenie numeru serii jest problemem, • Niesprawdzony długotrwały wpływ na zdrowie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *G. Richards, Zarządzanie logistyką magazynową... op. cit*

Decyzja o wyborze systemu kompletacji i sprzętu jest bardzo poważną kwestią dla wielu kierowników magazynów walczących z niedostatkami siły roboczej i dużym naciskiem na redukcję kosztów, przy równoczesnym przyroście dokładności, wydajności i poziomu obsługi klienta. Przed podjęciem ostatecznej decyzji warto przeanalizować poniższe czynniki [15, s. 2-8], [19, s. 163-164], [20]:

- *Zwrot z inwestycji i okres zwrotu* dla dużych inwestycji kapitałowych mogą mieć ogromne znaczenie, czy zastosować procesy automatyczne czy jednak ręczne. Uważa się, że okres od 3 do 5 lat, po których nastąpi zwrot z inwestycji, jest w miarę sensowny w przypadku inwestycji w nowe operacje magazynowe.
- *Ergonomia i kwestie ochrony środowiska* są równie ważne w podejmowaniu decyzji w tym zakresie. Troska o konsumpcję energii i ewentualne kary za stosowanie technologii nieprzyjaznych środowisku są elementami, na które warto zwrócić uwagę.
- *Długoterminowa strategia* przedsiębiorstwa jest kluczowym elementem w podejmowaniu decyzji o inwestycjach w nowe rozwiązania. Jakkolwiek przeprowadzka przedsiębiorstwa, zmiana profilu produkowanych towarów czy choćby kanałów dystrybucji, zmusza do bardzo skrupulatnego przeanalizowania

opcji inwestowania w nieelastyczną automatykę. Ewentualna deinstalacja i ponowna instalacja sprzętu prawdopodobnie będzie wynosić bardzo wiele.

- *Duże skoki w ilości sprzedaży w szczycie sezonu* np. w porze przedświątecznej nie jest wystarczającym impulsem do pełnej automatyzacji procesu.
- *Dostępność siły roboczej* też jest kwestią mocno kluczową biorąc pod uwagę poziom zautomatyzowania. Dostęp do odpowiedniej i stałej siły roboczej w formie wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych pracowników za racjonalne stawki pozwala na bycie bardziej elastycznym, możliwość osiągnięcia potencjalnych oszczędności na inwestycjach i dużą poprawę przepływu pieniężnego.

4. Projekt modyfikacji wybranych procesów magazynowania wyrobów gotowych

4.1. Opis przedmiotu badań

Dane wykorzystane w niniejszej pracy pochodzą z jednego z magazynów firmy „UPS Supply Chain Solutions” znajdującego się w mieście Venlo (Królestwo Niderlandów). Początki UPS’a sięgają ok. 1920 r., kiedy to jego założyciel pożyczył 100 dolarów na założenie małej firmy transportowej. Centrala światowa UPS znajduje się w Atlancie a na jego czele stoi Carol Tome. Obecnie firma zatrudnia niespełna pół miliona pracowników i działa na terenie wszystkich krajów, posiada ponad 1 800 jednostek operacyjnych, notuje dziennie 294,9 milionów żądań monitorowania, 11,5 miliona nadawców i odbiorców paczek oraz 5,5 miliarda doręczonych paczek w skali roku. Wykorzystuje środki transportu drogowego kolejowego, powietrznego i oceanicznego (sama posiada ok. 125 tysięcy samochodów dostawczych, furgonetek, samochodów ciężarowych i motocykli a także ponad 10 300 pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi i zaawansowanych technologicznie). Linie lotnicze UPS liczą 572 własnych, leasingowych oraz czarterowych samolotów, które obsługują 807 portów lotniczych i notują ok. 2 300 lotów dziennie. W 2019 roku firma odnotowała zysk na poziomie 13 miliardów USD.

Magazyn, z którego zaczerpnięto informacje na cele niniejszej pracy, świadczy usługi dla „ConvaTec”, międzynarodowej firmy dostarczającej produkty medyczne oraz rozwiązania technologiczne w opiece stomijnej, opiece szpitalnej, leczeniu ran i produkcji urządzeń infuzyjnych. W ramach logistyki kontraktowej na magazynie procesowano produkty firmy ConvaTec takie jak różnego rodzaju opatrunki i hydrożele z linii AQUACEL, Granuflex, GranuGEL, Kaltostat.

Magazyn składał się z kilku współpracujących ze sobą działów, takich jak:

- Inbound – strefa przyjęcia dostaw od producenta na której wykonywany był rozładunek samochodów, sprawdzenie poprawności dostawy, wprowadzenie produktów na stan magazynowy oraz fizyczne umieszczenie jednostek towarowych w regałach.
- Outbound – strefa załadunku przeprocesowanych wcześniej zamówień na działach FTL / LTL, Special Area, Small Packs.
- FTL / LTL – strefa przygotowania zamówień pełnopaletowych dla hurtowni i mniejszych magazynów, które charakteryzowały się dużą ilością tego samego

produktu przy jednoczesnym zachowaniu niskiego poziomu różnorodności towaru. Kompletowane były w sposób pełnopaletowy bądź kartonowy.

- Small Packs – strefa przygotowania zamówień dla klientów indywidualnych, które charakteryzowały się niewielką ilością tego samego produktu. Kompletowane były w sposób sztukowy, a pakowane do kartonu o danym rozmiarze, który był w stanie pomieścić wskazaną ilość produktów.
- Checking Area – strefa, w której sprawdzano poprawność kompletacji zamówień na dziale Small Packs.
- Dispatch – strefa przygotowania list kompletacyjnych, odpowiednich kartonów do pakowania skompletowanego towaru czy nadawania priorytetu danym zamówieniom.
- Stacking Area – strefa układania na paletach spakowanych zamówień ze strefy Small Packs wedle kraju przeznaczenia i gabarytu kartonów.
- Special Area – strefa przygotowania zamówień specjalnych dla hurtowni i mniejszych magazynów, charakteryzowały się one innym sposobem zabezpieczenia, spakowania czy dodatkowymi etykietami.

Rysunek 4.1 Schemat oznaczania regałów magazynowych



Źródło: Opracowanie własne

Kompletowanie zamówień na magazynie odbywa się przy pomocy skanera naręcznego marki Zebra/Motorola z końcówką skanującą montowaną na palcu. Rozwiązanie takie pozwala na swobodne używanie obu rąk do pracy. Proces kompletacji odbywa się poprzez pobranie towarów z regałów ustawionych obok siebie i oznaczonych od regału AB do regału AY. Dodatkowo półki na regałach oznaczone są numerycznie od półki 00 do półki 35, parzyste po jednej stronie, nieparzyste po drugiej. Półka dzieli się jeszcze na 4 miejsca A, B, C i D. Regał mieści na wysokość 5 półek, najniższy poziom mieści towar do kompletacji

sztukowej, bądź kartonowej, każda kolejna towar do kompletacji paletowej. Przykładowo lokalizacja AD 2300A oznacza regał AD, 23 półkę, 00 oznacz najniższy poziom, A oznacza miejsce na półce.

Poniżej przedstawione są różne wskaźniki pozwalające ocenić poziom wydajności, poprawności kompletacji czy kosztowności. Przy użyciu tych wskaźników w łatwy sposób możemy obliczyć w jakim stopniu wykorzystujemy nasze zasoby, a dzięki temu sprawdzić czy któryś z działów/obszarów na magazynie nie wymaga poprawy poprzez wprowadzenie nowych rozwiązań bądź wyeliminowania szkodliwych czynności czy zachowań.

Pierwszym ze wskaźników, które nas interesują jest wydajność pracy, pozwala nam on określić w uśrednieniu, ile palet do przeprosowania przypada na jednego pracownika w skali miesiąca. Poprzez przeprosowanie rozumiemy całą drogę palety od przyjęcia, poprzez składowanie, kompletację, umieszczenie wartości dodanej aż po wydanie. Drugim z omawianych wskaźników jest intensywność pracy magazynierów określona przez ilość palet na roboczogodzinę pracy pracownika w skali miesiąca. Kolejnym ze wskaźników jest wydajność kompletacji pozwalająca sprawdzić, ile sztuk towaru jeden pracownik jest w stanie skompletować w ciągu jednej godziny. Następnym ze wskaźników jest poprawność kompletacji wyrażona w procentach, dzięki niej możemy sprawdzić, ile wynosi nasza skuteczność w kompletacji zamówień. Ostatnim ze wskaźników jest koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn wyrażony jest on w euro za jedną paletę. Z racji, że UPS jest tylko dostawcą rozwiązań logistycznych dla klienta, w tym koszcie zawierają się wszystkie koszty związane z utrzymaniem pracowników, wynajmem hali, wynajmem sprzętu itp.

Wydajność pracy

$$W_{pr} = \frac{W_{om}}{L_p} \quad (1)$$

Gdzie:

W_{pr} – wydajność pracy,

W_{om} – wielkość obrotu magazynowego (suma przyjęć i wydań),

L_p – liczba pracowników.

Intensywność pracy magazynierów

$$I_p = \frac{W_{om}}{L_h * L_p} \quad (2)$$

Gdzie:

I_p – intensywność pracy magazynierów,

W_{om} – wielkość obrotu magazynowego (suma przyjęć i wydań),

L_h – liczba godzin przepracowanych przez magazyniera (roboczogodzin),

L_p – liczba pracowników.

Wydajność kompletacji

$$W_k = \frac{L_{sp}}{L_p * t_{pr}} \quad (3)$$

Gdzie:

W_k – wydajność kompletacji,

L_{sp} – liczba skompletowanych pozycji,

L_p – liczba pracowników,

t_{pr} – nominalny czas pracy.

Poprawność kompletacji

$$P_k = \frac{L_{spp}}{L_{sp}} * 100\% \quad (4)$$

Gdzie:

P_k – poprawność kompletacji,

L_{spp} – liczba pozycji skompletowanych poprawnie,

L_{sp} – liczba skompletowanych pozycji.

Koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn

$$K_p = \frac{K_{rm}}{P_r} \quad (5)$$

Gdzie:

K_p – koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn,

K_{rm} – roczny koszt magazynowania,

P_r – roczny przepływ jednostek przez magazyn.

Dane uzyskane z magazynu przedstawiono w tabeli poniżej. Ze względu na tajemnice przedsiębiorstwa dane te są odpowiednio zmienione, jednakże zachowana jest

proporcja do danych rzeczywistych. Są już odpowiednio opracowane i przeliczone na interesujące nas jednostki.

Tabela 4 Dane pozyskane z magazynu przed wprowadzeniem zmian

Symbol	Definicja	Wartość	Jednostka
W_{om}	wielkość obrotu magazynowego (suma przyjęć i wydań)	93 407	Paleta
L_p	liczba pracowników	109	Pracownik
L_h	liczba godzin przepracowanych przez magazyniera (roboczo godzin)	168	Godzina
L_{sp}	liczba skompletowanych pozycji	112 088 321	Sztuki
L_{spp}	liczba pozycji skompletowanych poprawnie	106 483 904	Sztuki
t_{pr}	nominalny czas pracy	18 312	Godziny
K_{rm}	roczny koszt magazynowania	3 957 624 219	Euro
P_r	roczny przepływ jednostek przez magazyn	1 345 063	Paleta

4.2. Analiza błędów w funkcjonowaniu magazynu

Dane przedstawione w poprzednim rozdziale zostały podstawione do interesujących nas wskaźników co pozwoliło wykonać obliczenia i uzyskać wyniki na podstawie, których została przeprowadzona analiza, w jakich obszarach można wprowadzić ulepszenia poprawiające funkcjonowanie magazynu.

Poniżej przedstawiono obliczenia wcześniej omawianych wskaźników na podstawie danych uzyskanych z magazynu.

Wydajność pracy na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$W_{pr} = \frac{93\,407}{109} = 856,94$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że na jednego pracownika w skali miesiąca przypada ok. 857 palet do przeprocesowania.

Intensywność pracy magazynierów po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$I_p = \frac{93\,407}{168 * 109} = 5,1$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że na jedną roboczogodzinę pracy na jednego pracownika magazynowego przypada ok. 5 palet do przeprocesowania.

Wydajność kompletacji na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$W_k = \frac{112\,088\,321}{109 * 18\,312} = 56,16$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że jeden pracownik w ciągu jednej godziny jest w stanie skompletować ok. 56 sztuk towaru.

Poprawność kompletacji na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$P_k = \frac{106\,483\,904}{112\,088\,321} * 100\% = 94,99\%$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że poprawność kompletacji wynosi jedynie 94,99%.

Koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$K_p = \frac{3\,957\,624\,219}{1\,345\,063} = 2\,942,33\text{€}$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn wynosi 2 942,33€, w tym koszcie zawarte są wszystkie poboczne koszty związane z tym procesem.

W następnej tabeli zostały przedstawione zbiorczo dla lepszego oglądu wyniki obliczeń wszystkich wcześniej omawianych wskaźników.

Tabela 5 Wartości danych wskaźników

Wskaźnik	Definicja	Wynik obliczeń	Jednostka
W_{pr}	Wydajność pracy	856,94	Paleta
I_p	Intensywność pracy magazynierów	5,1	Paleta
W_k	Wydajność kompletacji	56,16	Sztuka
P_k	Poprawność kompletacji	94,99	%
K_p	Koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn	2 942,33	€

Powyższe informację, które uzyskano dzięki obliczeniu wskaźników jasno wskazują, że na magazynie jest problem z poprawnością kompletacji, wynik na poziomie 94,99% jest niewystarczający. W idealnym świecie wskaźnik ten powinien wynosić 100%, ale pomyłki zawsze się zdarzają, jednakże blisko 5% pomyłek to bardzo dużo i należy je wyeliminować. Jeżeli zaś chodzi o wydajność, intensywność pracy czy wydajność kompletacji sprawa nie jest aż tak prosta. Ciężko ocenić czy poziomy, na których się te wskaźniki kształtują są wysokie czy niskie, nie mając wyników z innych lat czy z podobnych magazynów, do których można je przyrównać. Oczywiście zawsze można podjąć działania mające na celu zwiększenie tych wskaźników, czy to poprzez zwiększenie wolumenu procesowanego towaru czy zmniejszenie liczby personelu pracującego na danym magazynie. Jednakże takie

działania mogą być ciężkie do zrealizowania, nie zwiększymy wolumenu, jeżeli ogranicza nas hala magazynowa, która nie pomieści większej ilości palet. Jeżeli chodzi o liczbę wymaganego personelu warto przed podjęciem decyzji o redukcji sprawdzić jak nasze wyliczenia mają się do rzeczywistości. Czy nasi pracownicy, jeżeli zwiększymy im ilość palet do przeprosowania będą w stanie podołać nowym, większym ilością.

4.3. *Analiza implementacji rozwiązań kompletacyjnych*

Na podstawie uzyskanych w poprzednim rozdziale wyników, jasno widać, że najbardziej problematycznym ze wskaźników jest poprawność kompletacji, którą trzeba jak najbardziej zbliżyć do 100%. Dodatkowo warto się zastanowić czy zatrudnienie, aż tak wielu pracowników jest zasadne czy może jednak mniejsza załoga poradzi sobie z takim samym wolumenem, co będzie miało wpływ na zwiększenie wydajności pracy, intensywności pracy magazynierów czy nawet na wydajność kompletacji.

Pierwszy z problemów, mianowicie, poprawność kompletacji postanowiono rozwiązać wprowadzając system kompletacji głosowej (pick by voice albo voice picking). Firma UPS Supply Chain Solutions zdecydowała się na wybór systemu Honeywell Vocollect Voice Solutions składał się on z 35 terminali głosowych typu Talkman A710 oraz bezprzewodowych zestawów słuchawkowych serii SRX2.

Rysunek 4.2 Talkman A710 firmy Honeywell



Źródło: <https://aidc.honeywell.com/Pages/Product.aspx?category=vocollect-a700-solutions&cat=HSM&pid=a710>

Dany system kompletacji głosowej został wybrany przede wszystkim z racji na kompatybilność z wykorzystywanym magazynowym systemem informatycznym RedPrairie firmy JDA. Wdrożenie systemu kompletacji głosowej wymagało nie tylko zakupienia odpowiednich terminali głosowych i współpracujących z nimi słuchawek, ale również zamontowania specjalnych odbiorników oraz przekaźników jak również zainstalowanie specjalnego oprogramowania kompatybilnego z systemem wykorzystywanym na magazynie do obsługi informatycznej. Ze względu na tajemnice przedsiębiorstwa koszty wprowadzenia systemu kompletacji głosowej nie zostały udostępnione, jedyne dane

związane z kosztami, które zostały udostępnione to ROI (ang. Return on investment) czyli zwrot z inwestycji szacowany na całkowity zwrot w ciągu 3 lat.

Rysunek 4.3 Zestaw słuchawkowy serii SRX2



Źródło: <https://www.adverts.ie/headphones-earphones/vocollect-srx2-wireless-bluetooth-headset/16931403>

System Honeywell Vocollect Voice Solutions jest systemem bardzo łatwym w obsłudze oraz intuicyjnym w użyciu. Rozwiązanie to daje możliwość równoległej obsługi w kilku językach co bardzo ułatwia kompletację w omawianym magazynie, który w dużej części bazuje na wielokulturowej załodze oraz na pracownikach tymczasowych w okresie wakacyjnym. Kolejną z zalet tego rozwiązania jest prostota i łatwość obsługi co pozwala maksymalnie skrócić czas poświęcony na trening pracowników w użyciu systemu kompletacji głosowej. Jest to bardzo pomocne zwłaszcza w okresie zatrudniania pracowników tymczasowych i dużej ich rotacji, gdzie ważnym jest, aby pracownik jak najszybciej był gotowy do wykonywania zleconych mu zadań. Czas szkolenia w zależności od pracownika wynosi od paru godzin do maksymalnie dwóch dni. Wprowadzenie danego rozwiązania skutkować powinno:

- wzrostem poprawności kompletacji (nawet do 99,99%)
- wzrostem efektywności pracy (15-35%)
- eliminacją popełnianych błędów związanych z lokalizacją palet
- ograniczeniem spóźnień w kompletacji
- skróceniem czasu realizacji zamówień
- zwiększeniem bezpieczeństwa pracowników magazynu
- skróceniem czasu szkolenia pracowników magazynu

Już samo zwiększenie poprawności kompletacji skutkować będzie ogromną poprawą procesu, nie wspominając już o kolejnych korzyściach płynącym z wprowadzenia tego rozwiązania. Dzięki wzrostowi efektywności pracy możliwe będzie zmniejszenie liczby pracowników co wiązać się będzie z mniejszymi kosztami obsługi magazynu co idąc dalej zamieni się w oszczędności dla klienta, którego obsługuje UPS SCS. Przyspieszenie procesu kompletacji będzie miało wpływ na zmniejszenie liczby spóźnień w kompletacji co wiąże się koniecznością zapłacenia kar za opóźnienia. Wyeliminowanie takich spóźnień będzie sporą oszczędnością dla operatora logistycznego. Podobna sytuacja ma się co do skrócenia czasu realizacji zamówień, pozwoli to zwiększyć ilość procesowanych palet w skali dnia/miesiąca/roku. Z racji, że system kompletacji głosowej polega na odsłuchiwanie poleceń wydawanych do zestawu słuchawkowego oraz potwierdzaniu tychże poleceń komendami głosowymi, jest on o wiele mniej absorbujący niż odnajdywanie i czytanie informacji na skanerze, co ma bezpośrednie przełożenie na bezpieczeństwo pracowników. Pracownik jest w stanie na czas zauważyć jakąś niebezpieczną sytuację i odsunąć się w bezpieczne miejsce, nie jest zapatrzony w ekran skanera oraz ma dwie wolne ręce, które może wykorzystać do asekuracji bądź powstrzymania niebezpieczeństwa.

Dodatkowo kierownictwo firmy UPS po kilku testach oraz symulacjach jak również po wyliczeniu danych wskaźników doszło do wniosku, że zatrudniana jest zbyt duża liczba osób. Biorąc pod uwagę również wprowadzanie systemu kompletacji głosowej, kierownictwo zdecydowało o zmniejszeniu liczby pracowników o 11 osób co przekładać się ma na mniejsze koszty utrzymania oraz wzrost wydajności pracy, intensywności pracy magazynierów oraz wydajność kompletacji. Redukcji etatów dokonano wśród najmniej efektywnych oraz powodujących najwięcej błędów pracowników.

4.4. Projekt organizacji magazynu na bazie kompletacji

Dzięki wprowadzeniu systemu kompletacji głosowej Honeywell Vocollect Voice Solutions oraz redukcji liczby pracowników o 11 osób, udało się uzyskać poprawę w prawie wszystkich wymienionych wcześniej wskaźnikach. Poprawa widoczna była już od pierwszego miesiąca od wprowadzenia tych rozwiązań. Poniżej przedstawione zostaną dane uzyskane po 2 miesiącach od wprowadzenia rozwiązań mających na celu poprawę procesu oraz jego rentowność.

Tabela 6 Dane uzyskane dwa miesiące po wprowadzeniu zmian

Symbol	Definicja	Wartość	Jednostka
W_{om}	wielkość obrotu magazynowego (suma przyjęć i wydań)	104 628	Paleta
L_p	liczba pracowników	98	Pracownik
L_h	liczba godzin przepracowanych przez magazyniera (roboczogodzin)	176	Godzina
L_{sp}	liczba skompletowanych pozycji	125 553 511	Sztuki
L_{spp}	liczba pozycji skompletowanych poprawnie	124 976 492	Sztuki
t_{pr}	nominalny czas pracy	17 248	Godziny
K_{rm}	roczny koszt magazynowania	3 957 624 219	Euro
P_r	roczny przepływ jednostek przez magazyn	1 345 063	Paleta

Ze względu na tajemnice przedsiębiorstwa dane te są odpowiednio zmienione, jednakże zachowana jest proporcja do danych rzeczywistych oraz przedstawionych w rozdziale 4.1. Są już odpowiednio opracowane i przeliczone na interesujące nas jednostki.

Poniżej przedstawiono obliczenia omawianych wskaźników na podstawie danych uzyskanych z magazynu po wprowadzeniu zmian.

Wydajność pracy na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$W_{pr} = \frac{104\,628}{98} = 1067,63$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że na jednego pracownika w skali miesiąca przypada ok. 1067 palet do przeprosowania.

Intensywność pracy magazynierów po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$I_p = \frac{104\,628}{176 * 98} = 6,07$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że na jedną roboczogodzinę pracy na jednego pracownika magazynowego przypada ok. 6 palet do przeprosowania.

Wydajność kompletacji na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$W_k = \frac{125\,553\,511}{98 * 17\,248} = 74,28$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że jeden pracownik w ciągu jednej godziny jest w stanie skompletować ok. 74 sztuk towaru.

Poprawność kompletacji na magazynie po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$P_k = \frac{124\,976\,492}{125\,553\,511} * 100\% = 99,54\%$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że poprawność kompletacji wynosi jedynie 99,54%.

Koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn po obliczeniu kształtuje się następująco:

$$K_p = \frac{3\,957\,624\,219}{1\,345\,063} = 2\,942,33\text{€}$$

Na podstawie tego wskaźnika możemy zauważyć, że koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn wynosi 2 942,33€, w tym koszcie zawarte są wszystkie poboczne koszty związane z tym procesem.

W następnym tabeli zostały przedstawione zbiorczo dla lepszego oglądu wyniki obliczeń wszystkich wcześniej omawianych wskaźników przed wprowadzeniem zmian oraz już po wprowadzeniu zmian.

Tabela 7 Wartości danych wskaźników

Wskaźnik	Definicja	Wartość przed wprowadzeniem zmian	Wartość po wprowadzeniu zmian	Jednostka
W_{pr}	Wydajność pracy	856,94	1067,63	Paleta
I_p	Intensywność pracy magazynierów	5,1	6,07	Paleta
W_k	Wydajność kompletacji	56,16	74,28	Sztuka
P_k	Poprawność kompletacji	94,99	99,54	%
K_p	Koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn	2 942,33	2 942,33	€

Jak łatwo zauważyć pomimo zwiększenia się wielkości obrotu magazynowego o ok. 11 tysięcy palet i liczby skompletowanych pozycji o ok. 13,5 miliona sztuk oraz delikatnej różnicy w godzinach wynikającej z większej liczby dni roboczych w danym miesiącu, udało się uzyskać dużo lepsze wartości wskaźników niż przed wprowadzeniem zmian.

Dzięki wprowadzeniu zmian wydajność pracy podniosła się aż o 210,69 palet w skali miesiąca na jednego pracownika. Intensywność pracy magazynierów zwiększyła się o 0,97 palety w skali jednej roboczogodziny na jednego pracownika. Wydajność kompletacji zamówień zwiększyła się o 18,12 sztuk w ciągu jednej roboczogodziny na jednego pracownika. Poprawność kompletacji zamówień zwiększyła się aż o 4,55% co w skali wszystkich zamówień w omawianym miesiącu wynosi aż 5 712 684 sztuk, wynik ten jest bardzo satysfakcjonujący. Mimo, że według obliczeń koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn nie zmienił się, nie jest to do końca prawda. Obliczenia bazują na

danych z poprzedniego roku, wprowadzając usprawnienia w trakcie trwającego roku jesteśmy w stanie przez kolejne miesiące obniżyć koszty obsługi logistycznej, choćby przez wspomnianą redukcję liczby pracowników, mniejszą ilość błędów co powoduje mniej poświęconego czasu na naprawę tychże błędów. Zwiększając wydajność będziemy w stanie w tym samym czasie przeprosować większą ilość towaru co pozwoli obniżyć ogólny koszt.

Zakończenie

W pracy dokonano analizy wybranych systemów automatycznej identyfikacji towaru w procesie kompletacji. Były to mianowicie:

- system Voice Picking,
- system Bar Code.

Obliczone i przedstawione zostały również wskaźniki obrazujące wydajność oraz intensywność pracy magazynierów, jak również wydajność i poprawność procesu kompletacji. Ostatnim z obliczonych wskaźników był koszt przejścia jednej jednostki paletowej przez magazyn.

Po przeanalizowaniu otrzymanych wyników stwierdzono, że korzystnym dla firmy jest rozważenie przejścia na system kompletacji głosowej oraz ograniczenie liczby zatrudnianego personelu co może mieć potencjalny wpływ na redukcję kosztów.

Dzięki wprowadzeniu systemu kompletacji głosowej udało się uzyskać wzrost wskaźnika poprawności kompletacji do poziomu 99,54% co jest wynikiem bardzo imponującym w tak krótkim czasie. Zmniejszenie ilości dokonywanych błędów w trakcie kompletacji ma wpływ na zwiększenie efektywności pracy magazynierów, skrócenie czasu trwania całego procesu kompletacji, zmniejszenie kosztów operacyjnych choćby poprzez zmniejszenie ilości pracowników czy skrócenie czasu ich szkolenia. Dodatkowo przewidywany czas po jakim inwestycja w system kompletacji głosowej się zwróci wynosi ok. 3 lat, co w porównaniu do natychmiastowej poprawy jest bardzo korzystne dla przedsiębiorstwa. Duży wpływ na zwiększenie wartości pozostałych wskaźników miało zredukowanie liczby pracowników o 11 osób. Dzięki temu zabiegowi zwiększyła się zarówno wydajność pracy magazynierów jak również intensywność ich pracy, rozwiązanie to może mieć nawet wpływ na obniżenie kosztów prowadzenia i obsługi magazynu w skali całego roku.

Niniejsza praca stanowi analizę sytuacji zaobserwowanej w magazynie firmy UPS. Dodatkowo nakłania do przemyślenia przeprowadzania kolejnych analiz poprawności danego procesu co może skutkować wprowadzeniem kolejnych usprawnień pozwalających zwiększyć zadowolenie klientów, renomę firmy oraz w dużym stopniu ograniczyć koszty ponoszone przez klientów jak i operatora logistycznego. Dzisiejsze tempo zmian występujące na rynku wymaga, aby przedsiębiorcy nadążali i korzystali z oferowanych

rozwiązań, jeśli pragną utrzymania osiągniętej już pozycji na rynku, nie wspominając o dalszym rozwoju.

Literatura

- [1] Coyle J.J., Bardi E., Langley C.J., *Zarządzanie logistyczne*, PWE, Warszawa 2002
- [2] Długosz J., *Nowoczesne technologie w logistyce*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009
- [3] Dudziński Z., *Vademecum Gospodarki Magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002
- [4] Fertsch M., *Podstawy Logistyki. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk. Praca zbiorowa. Wydanie 2*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008
- [5] Fertsch M., *Słownik terminologii logistycznej*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006
- [6] Gooley T., *Lean your warehouse workforce*, <https://www.dcvelocity.com/articles/26431-lean-your-warehouse-workforce>
- [7] Group A., *Warehouse Operations: Increase Responsiveness through Automation*, MA: Aberdeen Group, Boston 2009
- [8] Jerczyńska M., *Kody Kreskowe – rodzaje standardy sprzęt zastosowania*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2000
- [9] Kaczmarek M., Korzeniowski A., Skowroński Z., Weselik A., *Zarządzanie gospodarką magazynową*, PWE, Warszawa 1997
- [10] Korzeń Z., *Inteligentne magazyny – logistyczne uwarunkowania integracji systemów*, <https://www.logistyka.net.pl/images/articles/5256/Ref-15.pdf> [data dostępu: 22.08.2020]
- [11] Korzeń Z., *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom 1*, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998
- [12] Krawczyk S., *Zarządzanie procesami logistycznymi*, PWE, Warszawa 2001
- [13] Lorenc A., *Metody klasyfikacji produktów jako narzędzia poprawy efektywności kompletacji zamówień typu człowiek do towaru – najnowsze osiągnięcia*, Wydawnictwo PK, Kraków 2018
- [14] Mazur Z., Mazur G., Dudek M., Obrzud J., *Zarządzanie produkcją – zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Scriptorium Textura, Kraków 2001
- [15] Miller A., *Order picking for 21st century. Voice vs. Scanning Technology. White Paper*, Tompkins Associates, 2004
- [16] Niemczyk A., *Zapasy i magazynowanie. Tom II Magazynowanie*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007
- [17] Pfohl H., *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji zarządzania*, Bibliotek Logistyka, Poznań 1998
- [18] PN-84/N-01800 Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa.

- [19] Richards G., *Zarządzanie logistyką magazynową*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016
- [20] Schrufer M., *Plusy i Minusy: Pick-by-Voice kontra Pick-by-Light*, <https://www.materialfluss.de/kommisioniertechnik/pro-und-contra-pick-by-voice-versus-pick-by-light-2.htm>
- [21] Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2008
- [22] Szalek B., Milewska B., Milewski D., *Problemy mikrologistyki*, Polskie Tow. Ekonomiczne, Szczecin 1994
- [23] Twaróg J., *System magazynowania i obsługi zapasów w przedsiębiorstwie*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 1999

Spis rysunków i tabel

Spis Rysunków

Rysunek 1.1 Elementy magazynu	8
Rysunek 1.2 Najpopularniejsza klasyfikacja magazynów.....	11
Rysunek 1.3 Otwarty zbiornik żelbetowy	14
Rysunek 1.4 Zasiłek na węgiel.....	14
Rysunek 1.5 Plac składowy.....	14
Rysunek 1.6 Wiata rolnicza.....	15
Rysunek 1.7 Budowla magazynowa.....	16
Rysunek 1.8 Bunkier we Wrocławiu.....	16
Rysunek 1.9 Silosy	16
Rysunek 1.10 Chłodnia Pago, oddział w Gnatowicach Starych.....	16
Rysunek 2.1 Strefy magazynowania	23
Rysunek 2.2 Schemat przepływu prostego przez magazyn.....	24
Rysunek 2.3 Schemat przepływu materiałów w kształcie U	24
Rysunek 2.4 Schemat przepływu materiałów w kształcie litery T	25
Rysunek 2.5 Układ technologiczny magazynu przelotowy prosty	26
Rysunek 2.6 Układ technologiczny magazynu kątowy	26
Rysunek 2.7 Układ technologiczny magazynu workowy rozdzielony	27
Rysunek 2.8 Układ technologiczny magazynu workowy współdzielony	27
Rysunek 2.9 Układ technologiczny magazynu przepływowy złożony	28
Rysunek 2.10 Składowanie towarów rzędowo; równoległe do drogi	31
Rysunek 2.11 Składowanie towarów rzędowo; równoległe do drogi, pod kątem.....	31
Rysunek 2.12 Składowanie towarów blokowe prostopadłe do drogi.....	32
Rysunek 2.13 Składowanie towarów blokowe prostopadłe do drogi, piętrowe.....	33
Rysunek 2.14 Etykieta logistyczna GS1.....	36
Rysunek 3.1 Schemat działania Systemu Voice Piking	45
Rysunek 3.2 Zwiększenie wydajności przy zastąpieniu technologii skanowania na technologię głosową.....	47

Rysunek 3.3 Voice Picking System.....	48
Rysunek 3.4 Pewność uchwytu produktu przy zastosowaniu skanera ręcznego.....	51
Rysunek 3.5 Pewność uchwytu produktu przy zastosowaniu skanera w postaci przenośnego minikomputera.....	52
Rysunek 4.1 Schemat oznaczania regałów magazynowych.....	58
Rysunek 4.2 Talkman A710 firmy Honeywell.....	65
Rysunek 4.3 Zestaw słuchawkowy serii SRX2.....	66

Spis Tabel

Tabela 1 Porównanie zastosowania oraz szybkości pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej.....	54
Tabela 2 Porównanie zalet pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej.....	54
Tabela 3 Porównanie wad pobrania pomiędzy pobraniem w technologii skanowania kodów kreskowych skanerem ręcznym a pobraniem w technologii kompletacji głosowej.....	55
Tabela 4 Dane pozyskane z magazynu przed wprowadzeniem zmian.....	61
Tabela 5 Wartości danych wskaźników.....	63
Tabela 6 Dane uzyskane dwa miesiące po wprowadzeniu zmian.....	68
Tabela 7 Wartości danych wskaźników.....	70