

- SZ – system zarządzania,
- SI – system informacyjny,
- R – relacje pomiędzy systemami oraz pomiędzy systemami a otoczeniem.

System SPM przepływu materiałów zdefiniowano poprzez podsystemy zaopatrzenia realizacji zadania i dystrybucji wyrobów gotowych:

$$SPM = \{SZD, SP, SDW\}, \quad (2)$$

gdzie:

- SZD – system zamówień i dostaw materiałów (system zaopatrzenia),
- SP – system realizacji zadania produkcyjnego,
- SDW – system dystrybucji i komisjonowania (kompletowania) wyrobów gotowych.

W poszczególnych systemach powinny być uwzględnione wszystkie zadania realizowane w podsystemach (Michłowicz, 2009, s. 453–462).

2.1.3. Podział systemów logistycznych

System logistyczny funkcjonuje w trzech płaszczyznach, strukturach (Topolska i Topolski, 2006, s.70):

- **przestrzennej** – łączy elementy systemu i przepływ strumieni,
- **organizacyjnej** – organizuje elementy systemu,
- **informacyjnej** – przejawia się w przepływie strumieni finansowych i informacji.

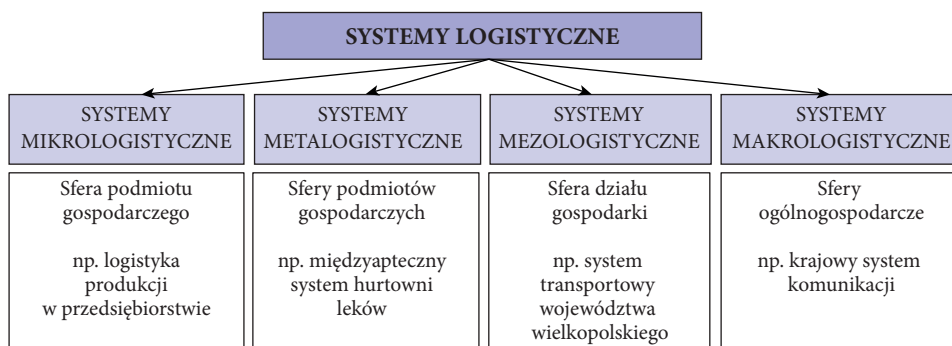
Klasyfikacja systemów według kryterium przestrzennego obejmuje dwie niezależne klasyfikacje. Pierwsza to podział z uwzględnieniem przestrzeni relacyjnej na systemy (rysunek 2.1):

- **mikrologistyczne** – dotyczące poszczególnych przedsiębiorstw, podmiotu gospodarującego, logistyki przedsiębiorstwa – na tym poziomie można wymienić na przykład logistykę przedsiębiorstw przemysłowych, logistykę przedsiębiorstw handlowych, logistykę przedsiębiorstw usługowych;
- **makrologistyczne** – dotyczące tworzenia ogólnogospodarczych systemów logistycznych, procesów logistycznych zachodzących w obrębie całej gospodarki krajowej;
- **mezologistyczne** – zajmujące się procesami logistycznymi zachodzącymi w obrębie pojedynczego działu gospodarki, obejmujące procesy logistyczne

między przedsiębiorstwami i obsługą osób ograniczoną terytorialnie do powiatów, województw, rejonów czy inaczej określonych obszarów niepokrywających zasięgiem całego kraju;

- **metalogistyczne** – mające charakter międzyorganizacyjny, są to na przykład kanały dystrybucji i łańcuchy dostaw.

Takie ujęcie struktury przestrzennej systemów logistycznych związane jest z kryterium instytucjonalnym (liczbą i rodzajem instytucji) podstawowych struktur systemów logistycznych.



Rysunek 2.1. Podział systemów logistycznych ze względu na sferę działalności gospodarczej (instytucjonalny)

Źródło: Na podstawie (Topolska i Topolski, 2006).

Druą klasyfikacja systemów według kryterium przestrzennego dotyczy przestrzeni geograficznej. W tej klasyfikacji wymienia się łańcuchy dostaw lokalne, regionalne, krajowe, euro i globalne.

Struktura informacyjna systemu logistycznego uzupełnia strukturę organizacyjną poprzez realizację funkcji informacyjnych wiążących się z przepływem fizycznym zasobów i wyrobów. Jako element łączący strukturę organizacyjną i przestrzenną systemu logistycznego umożliwia zarządzanie całym systemem, niezależnie od przepływów fizycznych, ponieważ odwzorowuje te struktury w postaci odpowiednich systemów (Klepacki, 2021).

H. Ch. Pfohl (2001, s. 73) dokonał podziału systemów logistycznych według dwóch kryteriów:

- **fazowego,**
- **funkcjonalnego.**

Podział fazowy jest szczególnie bliski logistyce, gdyż kładzie się w nim nacisk na fazy przepływu materiałów, półfabrykatów, wyrobów gotowych w systemie logistycznym, począwszy od pozyskania ich z rynku, a zatem podsystemu zaopatrzenia,

przez produkcję, dystrybucję, logistykę części zamiennych, aż do powtórnego zagospodarowania odbieranych od klientów zużytych lub zepsutych produktów.

Podział fazowy wyróżnia następujące podsystemy logistyki:

- logistykę zaopatrzenia,
- logistykę produkcji,
- logistykę dystrybucji,
- logistykę części zamiennych i powtórnego zagospodarowania.

Logistyka zaopatrzenia stanowi połączenie między logistyką dystrybucji dostawców a logistyką produkcji w przedsiębiorstwie. Jest ona systemem logistycznym związanym z rynkiem i dotyczy surowców, materiałów, półwyrobów, części, modułów, które należy udostępnić przedsiębiorstwu zgodnie z zapotrzebowaniem. Wykorzystuje istniejące możliwości zaopatrzenia, koordynując przepływ towarów i informacji w celu zapewnienia przedsiębiorstwu materiałów używanych do produkcji.

Logistyka produkcji jest zlokalizowana pomiędzy logistyką zaopatrzenia a logistyką dystrybucji, łącząc je ze sobą. Obejmuje wszystkie czynności związane z zaopatrzeniem procesu produkcji w materiały, półwyroby, części zamienne oraz czynności związane z przekazywaniem półwyrobów i wyrobów gotowych do magazynu wyrobów gotowych (Matulewski i in., 2007).

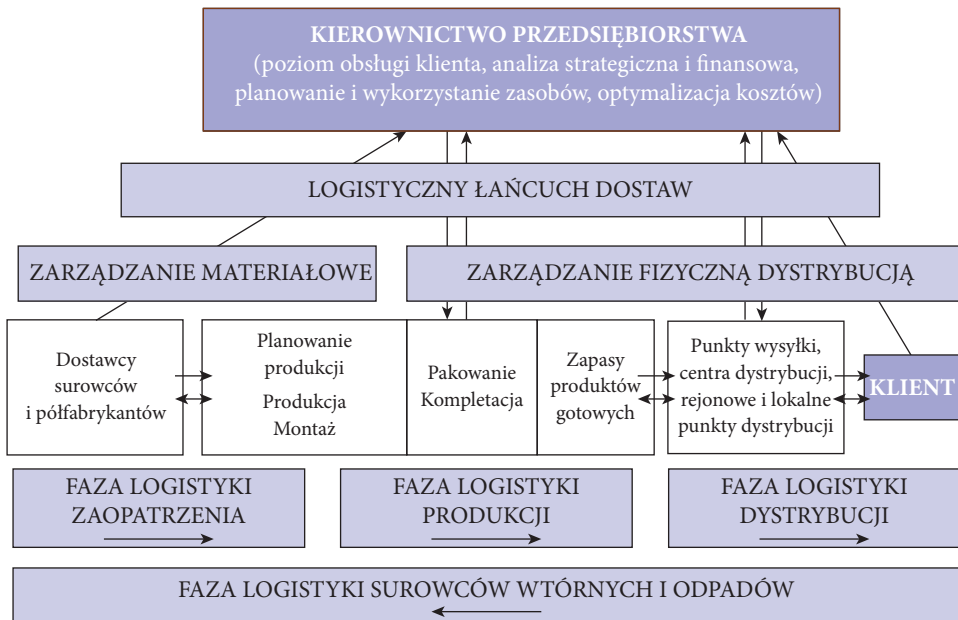
Logistyka dystrybucji integruje wszystkie fizyczne procesy i strumienie występujące w sferze zbytu i sprzedaży w jeden system zarządzania, którego głównym zadaniem jest minimalizacja kosztów sprzedaży przy optymalnym poziomie obsługi klienta i zaspokojeniu jego potrzeb. Główną zasadą systemów logistycznych podkreślającą znaczenie obsługi klienta jest zasada dotycząca dysponowania właściwym produktem, we właściwym czasie, we właściwej ilości, bez strat, bez uszkodzeń i u właściwego klienta.

Logistyka powtórnego zagospodarowania to system logistyczny zajmujący się czwartą fazą przepływu między innymi surowców wtórnych, towarów uszkodzonych, zwrotów, opakowań zwrotnych, używanych pojemników, opakowań i odpadów.

Fazowy podział systemów logistycznych przedstawiono na rysunku 2.2.

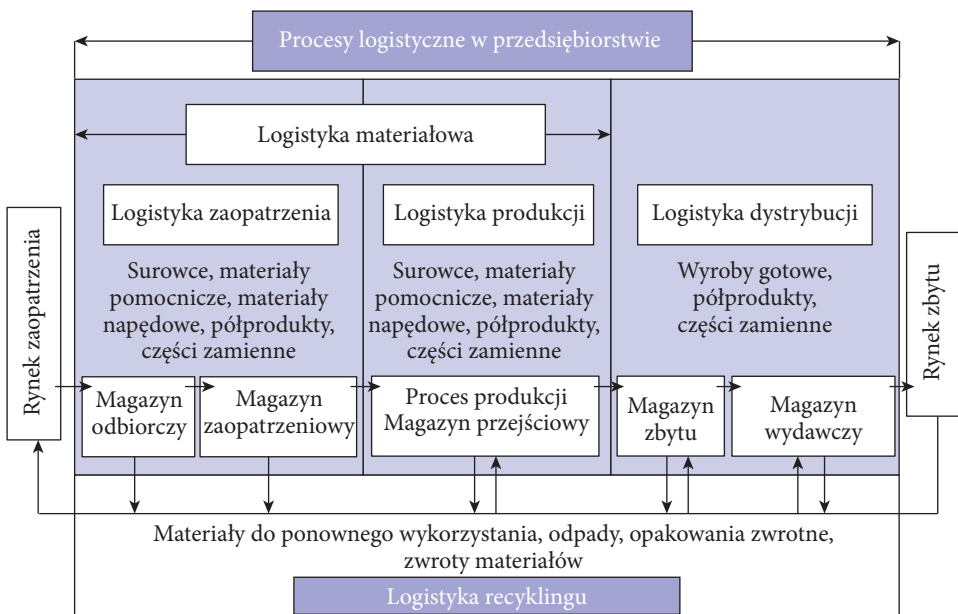
Natomiast w **podziale funkcjonalnym** (rysunek 2.3.) H.Ch. Pfohl (2001, s. 73–74 i 173) skupił się na podziale systemu logistycznego według kluczowych działań realizowanych w nim przez poszczególne działy i w ten sposób wyodrębnił między innymi:

- obsługę zamówień,
- gospodarkę magazynową,
- magazynowanie,
- opakowania,
- transport.



Rysunek 2.2. Fazowy podział systemów logistycznych

Źródło: (Stajniak, 2012).



Rysunek 2.3. Funkcyjny podział systemów logistycznych

Źródło: (Szymonik i Nowak, 2018, s.100).

W związku z pojawiającymi się w literaturze różnymi klasyfikacjami systemów logistycznych należy jasno rozgraniczyć podsystemy logistyczne i podsystemy przedsiębiorstwa. W najprostszym ujęciu podsystemy przedsiębiorstwa można podzielić na logistykę, produkcję i marketing, natomiast podsystemy logistyczne na logistykę zaopatrzenia, logistykę produkcji i logistykę dystrybucji.

2.1.4. Cechy systemu logistycznego

Warto zwrócić uwagę na kilka kluczowych cech systemu logistycznego, który – aby móc faktycznie osiągać dodatnie efekty synergiczne – powinien być (Matulewski i in., 2007):

- **otwarty** – możliwe jest dołączanie kolejnych podsystemów lub ich odłączanie w zależności od potrzeb; system logistyczny jest otwarty, ponieważ logistyka w każdym ujęciu wiąże się z rynkiem i obsługą klienta, co oznacza, że aby spełnić rosnące i zmieniające się oczekiwania klientów, przedsiębiorstwa współpracują z otoczeniem, tworząc złożone systemy logistyczne takie jak sieci dostaw składające się z wielu przedsiębiorstw, niejednokrotnie zlokalizowanych w różnych częściach świata;
- **elastyczny** – czyli zdolny do szybkiego reagowania na zmiany występujące w jego otoczeniu ekonomicznym, konkurencyjnym;
- **celowo zorganizowany** – jego istnienie powinno wynikać z określonego celu, jaki postawili sobie na przykład właściciele przedsiębiorstwa;
- **spójny** – dzięki właściwym relacjom pomiędzy jego podsystemami zmiana w jednym z podsystemów pociąga za sobą adekwatne zmiany adaptacyjne w pozostałych podsystemach.

2.2. Logistyka w ujęciu procesowym

W podejściu systemowym można dokonać podziału systemu logistycznego na określone funkcje. Często w przedsiębiorstwie funkcje te odzwierciedla struktura organizacyjna nazywana pionową, funkcjonalną. Wyróżniamy wówczas, tak jak na rysunku 2.1, działy (wydziały) nazywane pionami organizacyjnymi, na przykład dział produkcji, marketingu, badań i rozwoju, finansów czy też logistyki. Zatem funkcja bywa definiowana jako praca określonego departamentu, dywizji, działu i jest obszarem działalności, na który składają się specyficzne umiejętności czy narzędzia.

4.2. Planowanie przepływów materiałowych

Obecnie planowanie przepływów materiałowych odbywa się z zastosowaniem metody planowania zapotrzebowania materiałowego (*material requirements planning* – MRP). W planowaniu zapotrzebowania materiałowego wykorzystuje się główny plan uwzględniający zakładane zużycie materiałów. MRP jest procesem powiązanych ze sobą logicznie procedur, reguł i rejestrów, których celem jest przeniesienie głównego planu produkcji na rozłożone w czasie zapotrzebowanie netto na zapasy i planowane pokrycie tych potrzeb (Durlik, 2007). Planowanie zapotrzebowania można opisać w formie prostego wzoru:

$$\text{potrzeby brutto} - \text{aktualny zapas} - \text{zapas już zamówiony} = \text{potrzeby netto}.$$

MRP – jako rozwiązanie uwzględniające zapotrzebowanie na potrzeby bieżącej produkcji oraz prognozy dotyczące przyszłej pracy – powinno zadbać o dostępność materiałów potrzebnych do produkcji i dostawy do klienta oraz zapewnić właściwe opracowywanie harmonogramu działalności wytwórczej. Zanim system MRP oraz komputery wspomagające metodę stały się powszechne na rynku, do zarządzania zapasami była powszechnie wykorzystywana metoda ekonomicznej wielkości zamówienia (*economic order quantity*)*.

Autorem metody planowania potrzeb materiałowych jest J. Orličky. Metoda ta była odpowiedzią na potrzeby programu korporacji TOYOTA w 1964 roku. Pierwszym przedsiębiorstwem, które zastosowało system w praktyce, było Black & Decker z Dickiem Albanem jako kierownikiem projektu. Metoda ta okazała się na tyle efektywna, że w 1975 roku została wdrożona w około 150 firmach. Równolegle ewolucja komputerów sprzyjała popularności tej metody do tego stopnia, że liczba ta wzrosła do około 8000 w ciągu kolejnych pięciu lat. Rosnąca popularność metody wynika nie tylko z podniesienia efektywności firm, które wdrożyły system, ale także z kampanii promocyjnych prowadzonych przez stowarzyszenie American Production and Society Inventory (Pyrek, 2007).

Główne cele osiągnięte dzięki planowaniu potrzeb materiałowych to:

- zapewnienie wystarczającej ilości materiałów na potrzeby zaplanowanej produkcji;
- utrzymanie możliwie najniższego poziomu zapasów;
- dokładne określanie czasu dostaw surowców i półproduktów;
- skuteczne tworzenie planów produkcji, harmonogramów dostaw i zakupów;
- lepsze wykorzystanie posiadanej infrastruktury (magazynów, linii produkcyjnej);

* Metoda opisana w rozdziale 6.

- dokładne wyznaczanie kosztów produkcji.

Planowanie zapotrzebowania materiałowego polega na przetworzeniu informacji wejściowych o planowanej produkcji bądź potencjalnych zamówieniach lub wolumenie sprzedaży. Na podstawie zebranych informacji system przygotowuje plany dostaw potrzebnych materiałów w postaci dokumentu BOM (*bill of materials*). Dokument ten zawiera wszystkie elementy konieczne do przeprowadzenia procesu produkcyjnego, stanowiące zestawienie surowców, części i narzędzi potrzebnych do wytworzenia określonego produktu. Wykaz ten może również obejmować komponenty i podzespoły wchodzące w skład produktu, jak również ich niezbędne ilości. Dzięki BOM przedsiębiorstwo może właściwie zaplanować zakup surowców, precyzyjnie określić koszty materiałów oraz wyeliminować potencjalne błędy w procesie produkcji. BOM może przybierać dwie formy – sumaryczną i wielopoziomą. Sumaryczna przedstawia zastosowane ilości materiałów, natomiast wielopoziomowa określa strukturę wyrobu i uwzględnia rozwinięcie konstrukcyjne. Pokazuje nie tylko materiały, części i składniki, ale także kolejność działań.

Istnieją specjalistyczne rodzaje zestawień materiałów przystosowanych do określonej działalności, przykładowo wyróżnia się:

- MBOM (*manufacturing bill of materials*) – zestawienie materiałów produkcyjnych zawiera informacje na temat wszystkich części i czynności koniecznych do wykonania danego wyrobu oraz materiałów wykorzystywanych do pakowania produktu finalnego;
- EBOM (*engineering bill of materials*) – umożliwia opracowanie projektu bądź rysunku danego wyrobu zazwyczaj przy użyciu oprogramowania, na przykład CAD/CAM (oprogramowanie do projektowania i wytwarzania prototypów, gotowych produktów oraz serii produkcyjnych), lub metodologii EDA (automatyzacja projektowania elektronicznego);
- SBOM (*service bill of materials*) – serwisowy wykaz materiałów uwzględniający etapy posprzedażowe produktu;
- *sales bill of materials* – zestawienie materiałów sprzedażowych określające wszelkie szczegóły wyrobu gotowego przed jego montażem oraz na etapie sprzedaży; dokument ten zawiera wyrób gotowy, jak i jego komponenty jako oddzielne artykuły zamówienia sprzedażowego.

MRP jest w szczególności adresowane do przedsiębiorstw produkujących produkty złożone i wymagające wielu poziomów montażu podzespołów, a ich cena rynkowa jest wysoka. Dodatkowo czas przetwarzania surowców jest duży, cykl produkcyjny jest długi i istnieje prawdopodobieństwo częstego przerywania cyklu produkcyjnego.

Procedura MRP jest oparta na trzech zbiorach danych: głównym planie produkcji, rejestrze magazynowym oraz specyfikacji materiałowej. Na podstawie tych informacji otrzymuje się plan produkcji dla każdego z elementów, które muszą być wykonane z wyszczególnieniem ilości wymaganych materiałów i terminów dla zleceń produkcyjnych oraz plan zamówień z wyszczególnieniem dat i wielkości zamówień.

W 1989 roku powstało opracowanie opublikowane przez American Production and Inventory Control Society, które przedstawia udoskonalenie i rozwinięcie metody planowania zapotrzebowania materiałowego. Powstało MRP II – planowanie zasobów produkcyjnych jako kompleksowy system planowania procesu produkcyjnego ułatwiający koordynowanie pracy w całym przedsiębiorstwie. System MRP II spełnia trzy główne funkcje:

- minimalną, która obejmuje: planowanie sprzedaży i potrzebnych zasobów, zarządzanie popytem, planowanie potrzebnych zasobów, wstępne planowanie zdolności produkcyjnych oraz współpracę z modułem finansowym;
- rozwiniętą, w skład której dochodzą: moduły harmonogramowania spływu produkcji, zarządzanie stanowiskiem roboczym, planowanie zasobów dystrybucyjnych oraz zarządzanie pomocami warsztatowymi;
- zaawansowaną, w skład której wchodzi dodatkowo: zarządzanie zmianami konstrukcyjnymi i technologicznymi, integracja z systemami CAD/CAM, zarządzanie remontami, jakością, serwisem, dystrybucją, rachunkowość zarządcza, controlling, generowanie raportów, zarządzanie strumieniami środków płatniczych, multimedia, przeglądarki baz danych.

Model MRP II jest traktowany jako rozwinięcie metody MRP i obejmuje przede wszystkim: planowanie produkcji, planowanie potrzeb materiałowych (MRP) oraz planowanie zdolności produkcyjnych (*capacity requirements planning* – CRP). W porównaniu do poprzedniej wersji MRP II zostało rozbudowane o planowanie zdolności produkcyjnych (CRP) oraz elementy związane z procesem sprzedaży i wspierające podejmowanie decyzji strategicznych. Nowe funkcje MRP umożliwiają między innymi:

- stałą kontrolę przebiegu procesu produkcyjnego i związaną z tym prezentację na bieżąco stanu jego zaawansowania w zakresie wytwarzania zamówionych wyrobów;
- natychmiastową reakcję na zmiany charakterystyki i wolumenu produkowanych dóbr;
- wyznaczanie pożądanej wielkości zapasów;
- określanie stopnia obciążenia wykorzystywanych urządzeń produkcyjnych;
- kształtowanie kosztów wytwarzania.

Zaletą MRP II jest to, że cały cykl produkcyjny zostaje szczegółowo opisany, począwszy od zamówień materiałów, przez wszystkie fazy produkcji, aż do dystrybucji wyrobów gotowych. Poza surowcami i komponentami związanymi bezpośrednio z produkcją MRP II uwzględnia także: materiały pomocnicze, zasoby ludzkie, zasoby produkcyjne, zasoby finansowe i czas.

MRP II, poza licznymi zaletami, posiada również pewne wady, lecz w praktyce biznesowej nie mają one większego znaczenia. Głównym celem MRP II było stworzenie systemu w pełni zintegrowanego, jednak absolutna integracja może być niekiedy trudna w praktyce. Z tego powodu wiele organizacji wykorzystuje część tego systemu pod różnymi określeniami, na przykład: planowanie dystrybucji zasobów, planowanie wydajności, planowanie zapotrzebowania na surowce. Dodatkową wadą są wysokie koszty stworzenia oprogramowania komputerowego, a także aplikacji wspomagających planowanie oraz kierowanie produkcją.

4.3. Koncepcje zarządzania produkcją i ich wpływ na logistykę

Rozważania na temat zarządzania produkcją warto rozpocząć od *just in time* – **JIT**. Choć tę koncepcję często łączy się z zarządzaniem zapasami (a nie bezpośrednio samą produkcją), w praktyce to właśnie przedsiębiorstwa produkcyjne często z powodzeniem z niej korzystają. JIT zakłada minimalizację poziomu zapasów wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. JIT nie oznacza zatem eliminacji wszystkich grup i miejsc utrzymywania zapasów, a jedynie tych, których utrzymywanie jest ekonomicznie nieuzasadnione. Zgodnie z JIT dostawy są realizowane bezpośrednio na linię produkcyjną, według zdefiniowanego harmonogramu. A eliminacja składowania przedprodukcyjnego ma obniżyć koszty utrzymania zapasów bez utraty płynności procesów produkcyjnych. JIT zakłada małe dostawy o częstej realizacji, minimalizowanie zapasów, maksymalną niezawodność dostaw. JIT sprawdza się najlepiej, gdy produkcja ma charakter powtarzalny. Zapas powinien być dostępny wtedy, gdy przedsiębiorstwo go potrzebuje (Coyle i in., 2002, s. 124).

Modyfikacją koncepcji JIT jest *just in sequence* (**JIS**) – zgodnie z JIS przyjmuje się, że dostawy są realizowane nie tylko „na czas”, ale także „w określonej kolejności”. Posługując się przykładem producenta dostarczającego opony na linię montażową samochodów, dostawa JIT oznacza dostawę partii opon bezpośrednio na linię produkcyjną, JIS – dodatkowo odpowiednie ułożenie tych opon w ramach realizowanej dostawy (aby na przykład kolejność opon ułożonych w danej partii odpowiadała kolejności montażu konkretnych pojazdów na linii produkcyjnej).

Jednym z pionierów zarządzania produkcją pozostaje Toyota. Nie bez powodu **Toyota production system (TPS)** to do dziś jeden ze wzorów filozofii efektywnego zarządzania produkcją. Koncepcja ta opiera się na dwóch podstawowych elementach. Jednym z nich jest wspomniane *just in time*, drugim **jidoka**. Japoński termin *jidoka* oznacza „automatyzację z ludzkim dotykem”. To metoda szybkiego identyfikowania i korygowania wszystkich elementów, które mogą prowadzić do awarii i przestoju w procesie produkcyjnym. Automatyczne wykrywanie zdarzeń przez automatykę w połączeniu z odpowiednim przepływem informacji i elastycznym reagowaniem pozwalają na przykład na kontynuację produkcji na innych urządzeniach, zapewniając odpowiednią jakość i wysoką produktywność. Koncepcja TPS (a także jej dwa podstawowe filary) były konsekwentnie rozwijane od drugiej połowy XX wieku. Wraz ze zmieniającą się rzeczywistością gospodarczą akcentowane są także inne, dodatkowe elementy TPS (na przykład zmniejszanie poziomu odpadów) (Toyota-europe.com, 2022).

Maksymalizacja efektywności produkcji wymaga standaryzacji postępowania. Wśród koncepcji minimalizacji produkcji w toku wskazuje się między innymi metodę **kanban**. Metoda ta opracowana została w latach 50. XX wieku. Słowo *kanban* jest tłumaczone jako karta, etykieta lub spis. System opiera się na specjalnych kartach przemieszczanych pomiędzy stanowiskami produkcyjnymi (lub innymi zdefiniowanymi lokalizacjami), co pozwala na przekazywanie niezbędnych informacji o stanie zapasu czy niedoborach. W praktyce *kanban* oznacza często zamknięty obieg pojemników z elementami niezbędnymi w procesie produkcyjnym. Wraz ze spadkiem poziomu zapasu pusty pojemnik wraz z kartą *kanban* przekazywane są do zdefiniowanej lokalizacji w celu uzupełnienia. To pozwala na sprawne zarządzanie informacją i szybkie uzupełnianie zapasów. Elementem związanym z metodą jest także **tablica kanban** – polegająca na przedstawieniu na tablicy zdefiniowanych wcześniej, konkretnych elementów procesu, z podziałem na kolumny odpowiadające przepływowi czy kolejnym fazom realizacji procesu, a także realizowanymi zadaniami i ich statusami (Cieśliński, 2009, s. 147–148).

Japońską genezę ma także filozofia **kaizen**. To koncepcja ciągłego doskonalenia procesów związanych z zarządzaniem i produkcją. Po ponad 30 latach od debiutu stanowi ona dziś ważny filar zarządzania opartego na ciągłym usprawnianiu biznesu, życia, pracy (które dotyczy zarówno menedżerów, jak i szeregowych pracowników). Koncepcja ta opiera się na pięciu podstawowych elementach: tworzeniu wartości dla klienta, minimalizacji strat i odpadów, transparentności, organizacji pracy zespołowej i podążaniu za aktualną sytuacją i zmianami. Elementy te mają się przekładać na wzrost jakości, produktywności oraz budowanie relacji na linii pracownicy–kadra kierownicza (Kaizen, b.d.).

- **długowieczność** – z założenia okres eksploatacji elementów infrastruktury jest długi (liczony często w dziesiątkach lat), a jako inwestycja ma ona długi okres zwrotu;
- **immobilność** – infrastruktura dostępna jest w danym miejscu i czasie, nie można jej przenieść, nie można jej importować czy eksportować;
- **kapitałochłonność** – budowa infrastruktury wymaga wysokich nakładów kapitałowych, stąd częste zaangażowanie sektora publicznego i organizmów państwowych, dodatkowo **zasochłonność** związana z długim czasem realizacji inwestycji infrastrukturalnych;
- **komplementarność** – elementy infrastruktury wzajemnie się uzupełniają (są komplementarne, niesubstytucyjne);
- **służebność** – infrastruktura nie jest celem sama w sobie, jest tworzona na potrzeby transportu innych podmiotów (pasażerów, ładunków, konsumentów, przedsiębiorstw);
- **bryłowość/niepodzielność techniczna** – wybrane elementy infrastruktury (na przykład most) należy traktować zero-jedynkowo, nie mogą funkcjonować w części i muszą być całkowicie zrealizowane, by spełniały swoją funkcję, często jest z tym związana **skokowość nakładów** na infrastrukturę.

Doprecyzowania wymaga tu pojęcie dostępność: **dostępność transportowa** rozumiana jest jako możliwość skorzystania z danej gałęzi transportu wybranej lokalizacji. Jako pojęcie subiektywne często dotyczy lokalizacji i infrastruktury transportowej.

Infrastruktura poszczególnych gałęzi transportu rozwija się nierównomiernie, co powoduje ryzyko. To następstwo cech infrastruktury opisanych powyżej. Zasadniczo rozbudowa infrastruktury odgrywa rolę pozytywną. **Prorozwojowa rola infrastruktury** oznacza, że pojawienie się nowej infrastruktury wpływa pozytywnie na procesy gospodarcze – zachęca do osiedlania się na nowych terenach czy lokalizowania działalności gospodarczej. Sporadycznie rozwój infrastruktury może prowadzić do pogorszenia warunków ruchu – na przykład gdy rozwój dróg podnosi atrakcyjność transportu samochodowego kosztem transportu publicznego w miastach.

7.3. Transport wewnętrzny

W celu efektywnego funkcjonowania magazynów stosuje się środki transportu wewnętrznego, które umożliwiają przemieszczenie ładunków w danym obiekcie. Obecnie są to urządzenia w większości zautomatyzowane i oparte na robotyce, które pozwalają na prowadzenie czynności związanych z rozładunkiem dostawy,

piętrzenia czy kompletowania, oraz załadunkiem towarów. System transportu wewnętrznego obejmuje wszystkie działania związane z przemieszczaniem ładunków w obrębie zakładu od momentu przyjęcia surowców i półproduktów z transportu zewnętrznego, poprzez cały okres produkcyjny, aż do przekazania gotowego wyrobu lub odpadu ponownie transportowi zewnętrznemu (Szymonik, 2012). Transport wewnętrzny jest najczęściej dzielony na dwie podstawowe kategorie: transport składowo-magazynowy i transport produkcyjny. Transport produkcyjny dzieli się na transport międzywydziałowy i transport wewnątrzwydziałowy (stanowiskowy i międzystanowiskowy).

Transport produkcyjny to przemieszczanie ładunków, które jest bezpośrednio związane z procesami dotyczącymi linii produkcyjnej. Wyróżnia się:

- **transport produkcyjny międzywydziałowy** – obejmujący operacje transportowe między poszczególnymi wydziałami oraz magazynami i polami składowymi lub odkładczymi;
- **transport produkcyjny wewnątrzwydziałowy** – dotyczący wyłącznie operacji transportowych wewnątrz hal produkcyjnych i obsługujący proces technologiczny; w jego skład wchodzi transport międzystanowiskowy (który odbywa się pomiędzy poszczególnymi stanowiskami roboczymi i polami odkładczymi) oraz transport stanowiskowy (odbywający się na samym stanowisku). Transport jest zgodny z ustaloną kolejnością wykonywanych operacji produkcyjnych (Michłowicz, 2002).

Transport wydziałowy polega na przewozie pomiędzy stanowiskami roboczymi czy polami odkładczymi (transport międzystanowiskowy) oraz na samym stanowisku (transport stanowiskowy).

Transport magazynowy polega z kolei na przyjmowaniu i wydawaniu ładunku, a także jego przemieszczaniu, komisjonowaniu oraz kompletowaniu w magazynach i na składach.

Najogólniej środki transportu wewnętrznego można podzielić na cztery grupy: przenośniki, dźwigi, ładowarki oraz wózki (rysunki 7.1–7.3).

Przenośniki są wykorzystywane do transportu materiałów sypkich lub towarów jednostkowych. Dźwigi służące do transportu pionowego są wyposażone w hydrauliczny bądź elektryczny napęd. Wyróżniamy dźwigi osobowe, towarowe, budowlane i podesty transportowe. Ładowarki są przeznaczone do załadunku i transportu sypkich, luźnych materiałów, dzieli się je na łyżkowe i przenośnikowe. Wózki, które są jedną z najpopularniejszych środków transportu wewnętrznego, służą do przewożenia palet lub towaru drobnicowego. Zgodnie z normą PN-ISO 5053 (marzec 1999) oraz postanowieniami rozporządzenia Rady Ministrów wózki podnoszone dzielą się na:

- wózki podnośnikowe (podlegające dozorowi technicznemu), określone jako wózki z przymocowaną platformą, widłami lub innymi urządzeniami do manipulowania ładunkami, przystosowane do podnoszenia ładunku spaletyzowanego lub niespaletyzowanego, na wysokość umożliwiającą składowanie i pobieranie ładunku, a także układanie w gniazdach i podejmowanie z gniazd;
- wózki unoszące (niepodlegające dozorowi technicznemu), określone jako wózki z przymocowaną platformą lub widłami, dostosowane do podnoszenia ładunku jedynie na wysokość umożliwiającą jego transport.

Do wózków podlegających w Polsce dozorowi technicznemu należą:

- wózek podnoszący – jezdniowy, przystosowany do załadowywania, podnoszenia i transportowania ładunków;



Rysunek 7.1. Wózek podnoszący, jezdniowy

Źródło: Zdjęcie udostępnione przez Still Polska Sp. z o.o.

- wózek podnośnikowy – z przymocowaną platformą, widłami lub innymi urządzeniami do manipulowania ładunkami, przystosowany do podnoszenia ładunku paletyzowanego lub nie, na wysokość umożliwiającą składowanie i pobieranie ładunku, a także układanie w gniazdach i podejmowanie z gniazd;
- wózek podnośnikowy czołowy – z przymocowanymi widłami (które można zastąpić innym urządzeniem), na którym umieszcza się ładunek w pozycji podpartej na przednich kołach i równoważony masą wózka;



Rysunek 7.2. Wózek podnośnikowy czołowy

Źródło: Zdjęcie udostępnione przez Still Polska Sp. z o.o.

- wózek podnośnikowy z masztem wewnętrznym nieobejmujący ładunku (z masztem lub karetką wysuwaną) – może przemieszczać ładunek za pomocą masztu lub karetki z widłami;
- wózek podnośnikowy z masztem wewnętrznym obejmujący ładunek (z masztem stałym) – posiada widły umieszczone pomiędzy łapami ramy jezdnej, a środek ciężkości ładunku znajduje się zawsze w obrębie wieloboku stabilności;
- wózek podnośnikowy widłowy z masztem wewnętrznym – zęby widel znajdują się ponad łapami ramy jezdnej;
- wózek podnośnikowy platformowy z masztem wewnętrznym – wózek spiętrzający z platformą ładunkową znajdującą się ponad łapami ramy jezdnej;
- wózek podnośnikowy z operatorem podnoszonym wraz z ładunkiem – platforma operatora może być podnoszona z ładunkiem w celu jego spiętrzania;
- wózek podnośnikowy boczny (tylko z jednego boku) – z masztem lub karetką z widłami, które mogą być wysuwane lub wciągane pomiędzy osiami i prostopadle do wzdłużnej osi wózka, co umożliwia odbieranie i podnoszenie ładunku w pozycji równoważnej w stosunku do jednego boku wózka oraz jego spiętrzanie i rozpiętrzanie obok wózka;
- wózek podnośnikowy czołowy terenowy – wózek kołowy zrównoważony przeznaczony przede wszystkim do działania w niewyrównanym terenie naturalnym i zniekształconym terenie, na przykład budowy;
- wózek podnośnikowy czołowy boczny (obustronny) – dostosowany do spiętrzania i odbierania ładunków z obu stron kierunku jazdy;



Rysunek 7.3. Wózek podnośnikowy, z operatorem podnoszonym wraz z ładunkiem

Źródło: Zdjęcie udostępnione przez Still Polska Sp. z o.o.

- wózek podnośnikowy czołowo-boczny – dostosowany do spiętrzania i odbierania ładunków z przodu i z obu stron kierunku jazdy;
- wózek podnośnikowy bramowy – rama i element podnoszący obejmują ładunek w celu jego podniesienia, przemieszczenia i spiętrzania;
- wózek kompletacyjny – podnośnikowy, z przymocowaną platformą operatora, która może być unoszona wraz z platformą lub widłami, co umożliwi operatorowi załadowanie i rozładowanie towarów z regału na podstawę ładunkową.

Do wózków niepodlegających dozorowi technicznemu należą: wózek naładowany platformowy (wózek ze stałą platformą), wózek ciągnikowy, wózek pchający oraz wózek unoszący widłowy prowadzony, wózek unoszący platformowy prowadzony oraz wózek unoszący bramowy.

7.4. Transport intermodalny

W praktyce gospodarczej duże przedsiębiorstwa korzystają przy przewozie ładunku z kilku gałęzi transportu. Przemieszczanie ładunków różnymi środkami przewozu można podzielić na kilka rodzajów:

- transport multimodalny,
- transport intermodalny,
- transport bimodalny.