

Agnieszka Szmelter-Jarosz

LOGISTYCZNE ASPEKTY RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH



Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

LOGISTYCZNE ASPEKTY
RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA
SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Agnieszka Szmelter-Jarosz

LOGISTYCZNE ASPEKTY
RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA
SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
Gdańsk 2020

Recenzent
dr hab. Jagienka Rześny-Cieplińska, prof. WSB

Redakcja wydawnicza
Anna Herzog-Grzybowska

Korekta
Jolanta Stecewicz

Projekt okładki i stron tytułowych
Filip Sendal

Skład i łamanie
Urszula Jędryczka

Publikacja sfinansowana ze środków projektu „PROgram Rozwoju
Uniwersytetu Gdańskiego (ProUG) realizowanego w ramach Programu Operacyjnego
Wiedza Edukacja Rozwój na podstawie umowy nr POWR.03.05.00-00-Z308/17-00,
zawartej pomiędzy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju
a Uniwersytetem Gdańskim w dniu 11.12.2017 roku”
oraz ze środków Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego



**Fundusze
Europejskie**
Wiedza Edukacja Rozwój



Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



© Copyright by Uniwersytet Gdański
Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

ISBN 978-83-8206-059-1
ISBN 978-83-8206-096-6 (online)

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel./fax 58 523 11 37, tel. 725 991 206
e-mail: wydawnictwo@ug.edu.pl
www.wyd.ug.edu.pl

Księgarnia internetowa: www.kiw.ug.edu.pl

Druk i oprawa
Zakład Poligrafii Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel. 58 523 14 49; fax 58 551 05 32

Moim Studentom

Spis treści

Wstęp	9
1. Wspólna płaszczyzna informatyki i logistyki	13
1.1. Wprowadzenie	13
1.2. Informacja – szczególny rodzaj zasobu	16
1.3. Logistyka informacji	22
1.4. Zintegrowane systemy informatyczne	31
2. Elektroniczna wymiana danych	39
2.1. Wprowadzenie	39
2.2. Schemat działania EDI	42
2.3. Web-EDI	47
3. Charakterystyka systemów klasy ERP	51
3.1. Wprowadzenie	51
3.2. Rozwój systemów klasy ERP	53
3.3. Cechy systemów ERP	60
3.4. Metodologia MRP II i proces wdrożenia systemów ERP.	71
3.5. Komunikacja systemów ERP i WMS	80
4. Charakterystyka systemów klasy WMS	85
4.1. Wprowadzenie	85
4.2. Gospodarka magazynowa	86
4.3. Oprogramowanie w magazynie	97

4.4. Konfiguracja systemu WMS.	100
4.5. Zadania systemów klasy WMS	102
4.6. Struktura magazynu w systemie WMS.	113
5. Systemy automatycznej identyfikacji obiektów.	119
5.1. Wprowadzenie	119
5.2. Kody kreskowe	121
5.3. Standardy GS1	126
5.4. Radiowa identyfikacja towarów (RFID) i standard EPC	132
5.5. Pozostałe technologie automatycznej identyfikacji danych	135
6. Inne wybrane rozwiązania informatyczne w logistyce.	139
6.1. Wprowadzenie	139
6.2. Systemy telematyczne w transporcie	140
6.3. Elektroniczne giełdy transportowe	141
6.3.1. Giełda Trans.eu	145
6.3.2. Giełda TimoCom	148
6.4. Systemy analityki danych	150
6.5. Kierunki rozwoju rozwiązań informatycznych w logistyce	151
Zakończenie	153
Bibliografia	157
Spis rysunków	169
Spis tabel	171

Wstęp

Nie ma niczego bardziej praktycznego niż dobra teoria.
Ludwig E. Boltzmann

W dobie wszechobecnej cyfryzacji i digitalizacji życia gospodarczego zarządzanie zasobami informacyjnymi stało się kluczowym elementem kształtowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw. Budowanie systemów informacyjnych zostało oparte na szeregu rozwiązań o charakterze informatycznym, coraz rzadziej wykorzystujących tradycyjne kanały komunikacyjne. Konwergencja medialna¹ oraz rosnące znaczenie internetu w życiu społecznym i gospodarczym zainicjowały tworzenie nowych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych w sferze zarządzania informacją. Jednakże w literaturze często pomija się kwestie związane z zaopatrzeniem informacyjnym, by skupić się jedynie na technicznych aspektach wdrażania nowych rozwiązań informatycznych, które są jedynie narzędziem wspomagającym przepływ informacji i nie funkcjonują dobrze bez odpowiednio zaprojektowanej logistyki.

Dawniej logistyka była postrzegana jako obszar działalności organizacji związany ze wsparciem procesu przepływu dóbr fizycznych. Dzisiaj informacja jako jeden z głównych rodzajów zasobów jest przedmiotem zainteresowania logistyki. Obecnie budowanie systemów zaopatrzenia informacyjnego

¹ A. Szmelter, *Rozwój technologii agentowych w kontekście zjawisk konwergencyjnych w przemyśle motoryzacyjnym* (w:) *Innowacje w transporcie, logistyce i infrastrukturze*, A.K. Prokopowicz, M. Antonowicz, Infratrans/IGIEL Publishing Office, Corpus Christi, Warszawa 2014, s. 282.

stanowi jeden z kluczowych elementów strategii organizacji. W niektórych z nich strategia IT oraz strategia logistyczna pełnią wiodącą funkcję. Jedynie łączenie wielu rozwiązań o charakterze organizacyjnym i informatycznym umożliwia realizację niezakłóconego przepływu informacji w organizacji oraz sprawną komunikację z podmiotami z zewnątrz.

Celem niniejszego opracowania jest przybliżenie specyfiki elementów systemu logistyki informacji zarządczej i ich roli w funkcjonowaniu współczesnych organizacji, dokładniej – roli we wspieraniu realizacji procesów biznesowych. Szczególnie dużą uwagę poświęcono w nim technologiom automatycznej identyfikacji i elektronicznej wymianie danych oraz wybranym, najbardziej popularnym narzędziom, które je wykorzystują – systemom klasy ERP, WMS, elektronicznym giełdom transportowym. Książka ma wprowadzić czytelnika w tematykę zintegrowanych systemów informatycznych w logistyce oraz związanych z nimi technologii. W celu zaprezentowania praktycznego wymiaru logistyki informacji oprócz podstawowych pojęć omówiono również praktyczne przykłady zastosowania rozwiązań logistycznych, elektronicznych, telematycznych i informatycznych.

Przedstawienie problematyki logistycznej w pierwszej części opracowania było celowe, ponieważ zastosowanie informatyki w logistyce wymaga posiadania wiedzy o procesach i systemach logistycznych – nie trzeba być informatykiem, aby zaprojektować dobry system informatyczny dla logistyki. Ponadto wdrożenie jakiegokolwiek systemu informatycznego powinno być poprzedzone identyfikacją, analizą i ewentualnym przeprojektowaniem procesów realizowanych przez organizację. Dlatego też nie można było właściwie zaprezentować idei funkcjonowania systemów informatycznych w logistyce bez uprzedniego omówienia procesów, które wspierają.

Podobne przesłanki towarzyszyły mi również podczas tworzenia rozdziałów dotyczących konkretnych rozwiązań informatycznych. Uporządkowanie wiedzy na ich temat daje podstawę do wyjaśnienia funkcjonowania dzisiejszych złożonych łańcuchów dostaw, coraz częściej mających charakter wirtualny, a co za tym idzie – do przedstawienia narzędzi wykorzystywanych przez decydentów do planowania zasobów, co ma im pomóc sprostać wymogom konkurencyjności na globalnym rynku².

² A. Jezierski, *Mezoekonomiczne uwarunkowania kształtowania konkurencyjności łańcuchów dostaw*, „Studia Ekonomiczne: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, nr 315, s. 45.

Z tego powodu podstawową metodą wykorzystaną w tworzeniu treści książki był systematyczny przegląd literatury przy wykorzystaniu dwóch procedur i ich modyfikacji na potrzeby prezentacji wybranych zagadnień, przeprowadzony dwiema ścieżkami, odrębnie dla źródeł polsko- i anglojęzycznych³. Przegląd ten polegał na wybraniu słów kluczowych, wyszukiwaniu ich w abstraktach źródeł w wyszukiwarkach naukowych⁴, następnie eliminacji duplikatów, analizie abstraktów i analizie treści. Ostatni etap skutkowało powstaniem podstawowej bazy źródeł wykorzystanej przy tworzeniu treści. Ze względu na praktyczny wymiar tematu tekst książki został uzupełniony przez dodanie źródeł pozaliteraturowych, szczególnie opracowań branżowych i materiałów graficznych prezentujących wizualnie rozwiązania stosowane w przedstawianym obszarze wiedzy.

Książka jest skierowana do wszystkich odbiorców zainteresowanych tematyką systemów informacyjnych planowania zasobów w logistyce, m.in. systemami klasy ERP, WMS, systemami automatycznej identyfikacji obiektów, elektronicznymi giełdami transportowymi. W trakcie przygotowywania jej treści przyświecał mi cel, aby w sposób syntetyczny omówić zagadnienia związane z funkcjonowaniem systemów informacyjnych w organizacjach oraz rolę systemów informatycznych w kształtowaniu ich efektywności. Mam nadzieję, że zaprezentowane obszary tematyczne zainteresują odbiorców i skłonią do dalszego pogłębiania wiedzy z zakresu logistyki.

Oddaję więc książkę w ręce czytelników i liczę na jej życzliwe przyjęcie.

Agnieszka Szmelter-Jarosz

Sopot, 15 września 2019 roku

³ D. Denyer, D. Tranfield, P. Smart, *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*, „British Journal of Management” 2003, Vol. 14, s. 207–222; W. Czakon, *Metodyka systematycznego przeglądu literatury* (w:) *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, red. W. Czakon, Wydawnictwo Nieoczywiste, Warszawa 2016, s. 119–140.

⁴ Dla źródeł polskojęzycznych wykorzystano wyszukiwarki: BazEkon, Infona i Google Scholar. Dla źródeł anglojęzycznych wykorzystano wyszukiwarki: DOAJ, EBSCOhost, JSTOR, Springer, Scopus, ScienceDirect, Wiley, Google Scholar.

1. Wspólna płaszczyzna informatyki i logistyki

Granica między nieładem a porządkiem leży w logistyce.
Sun Tzu

1.1. Wprowadzenie

Obsługa logistyczna procesów podstawowych (produkcyjnych) w organizacjach gospodarczych i pozagospodarczych ma na celu zapewnienie właściwych zasobów, we właściwym czasie, we właściwym miejscu, we właściwej ilości i po właściwym koszcie (5W)¹. Realizacja każdego procesu podstawowego na każdym jego etapie wymaga wsparcia logistycznego – działań dobrze skoordynowanych i stanowiących zintegrowany układ dopasowanych elementów². Zatem powodzenie realizacji procesów podstawowych w organizacji jest silnie uzależnione od dobrze dobranych komponentów systemu wsparcia logistycznego (SWL)³.

Prowadzenie działalności o charakterze gospodarczym lub pozagospodarczym wiąże się z nieustannym podejmowaniem decyzji na różnych stanowiskach i poziomach zarządzania w strukturze organizacyjnej podmiotu.

¹ M. Chaberek, *Mikro- i makroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2002, s. 23.

² G. Karwacka, *Monitoring informatycznych komponentów systemu logistycznego przedsiębiorstwa (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010, s. 78.

³ M. Chaberek, *Theoretical, regulatory and practical implications of logistics*, „LogForum” 2014, Vol. 10, No. 1, s. 5.

Podjęcie jakiejkolwiek decyzji musi być związane z wcześniejszym przeanalizowaniem informacji, która staje się dziś często najważniejszym zasobem.

Nie ulega wątpliwości, że to właśnie rozwój logistyki informacji zapoczątkował zmiany w koncepcjach logistycznych w sferze przepływu dóbr rzeczowych. Obecnie osiągnięcie celów logistyki na poziomie 5W byłoby niemożliwe bez wsparcia narzędzi informatycznych, zwłaszcza w obliczu wszechobecnej cyfryzacji i digitalizacji życia gospodarczego⁴.

Logistyka jest interdyscyplinarną dziedziną wiedzy, ponieważ oddziałuje na podstawowe procesy w różnych branżach gospodarki. Podobnie jest z informatyką – wspiera rozwój wielu sektorów. Obie dziedziny mają obszar wspólny, łączący informatykę (szczególnie informatykę ekonomiczną) z logistyką, skupiający się m.in. na osiągnięciu celów 5W w zakresie dostępu do informacji⁵.

Procesy decyzyjne w logistyce można podzielić na nieustrukturyzowane (wiążące się z wysokim ryzykiem podejmowania decyzji) i zestrukturyzowane (wiążące się z niskim ryzykiem). Zestrukturyzowane procesy podejmowania decyzji występują głównie na niższych szczeblach zarządzania, w których obowiązują ścisłe warunki działania, np. procedury określają, w jaki sposób należy postępować w danej sytuacji. W takich sytuacjach kreatywność decydentów jest bardzo ograniczona, wręcz zablokowana, i często sprowadza się do wykonywania rutynowych czynności, co nie sprzyja wykorzystywaniu nadarzających się okazji do udoskonalania procesów. Obecnie jednak – zgodnie z koncepcją elastycznego zarządzania – dąży się do zwiększenia elastyczności działania osób związanych z podejmowaniem decyzji również na najniższych szczeblach, czyli kształtowania nieustrukturyzowanych procesów decyzyjnych⁶.

Wspólną płaszczyzną informatyki i logistyki są więc systemy informatyczne wykorzystywane w logistyce. Stanowią one element systemów informacyjnych, a te – systemów logistycznych.

Procesy realizowane w systemach informacyjnych powinny być najpierw projektowane lub usprawniane przez tzw. właścicieli procesów, czyli osoby, które te procesy realizują, znają ich przebieg, mocne i słabe strony, potrzeby

⁴ D. Weiland, *Logistyka informacji jako podstawowy element w budowaniu przewagi konkurencyjnej w e-commerce*, „Studia Ekonomiczne: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 306, s. 98.

⁵ M. Chaberek, *Praktyczne i teoretyczne aspekty kontaminacji i atomizacji logistyki i informatyki ekonomicznej (w:) Informatyczne narzędzia...*, s. 13.

⁶ *Ibidem*, s. 14.

i główne problemy z nimi związane⁷. Pomocni w tym zakresie są zawsze logiści znający kontekst wykonywania danych zadań i realizacji procesów oraz ich powiązania z innymi procesami i elementami systemu logistycznego (tego w skali mikro – pojedynczej organizacji oraz w skali mezo i makro, czyli systemu całych łańcuchów dostaw czy gospodarek państw). Pomoc ta polega m.in. na unikaniu negatywnych skutków zjawiska *trade off*⁸. Z kolei do informatyków należy przełożenie poleceń od tych osób na język zrozumiały dla maszyn, przy uwzględnieniu możliwości technicznych organizacji oraz własnego doświadczenia. Mogą oni także proponować pewne rozwiązania, których nie znają logiści i właściciele procesów, a które mogą się przyczynić do skrócenia czasu realizacji zadań. Tylko dobra współpraca tych wszystkich ogniw może trwale poprawić pozycję konkurencyjną organizacji.

Wśród pozytywnych efektów stosowania wsparcia informatycznego we współczesnej logistyce można wymienić m.in.⁹:

- przyspieszenie przepływu informacji w organizacji i łańcuchu dostaw,
- eliminację papierowego obiegu dokumentacji,
- lepsze dopasowanie prognoz popytu do jego faktycznego poziomu (i w konsekwencji – niższe stany zapasów, np. wyrobów gotowych)¹⁰,
- skrócenie czasu realizacji zamówień/zleceń/zadań,
- ograniczenie liczby pośredników uczestniczących w przekazywaniu informacji i przepływie zasobów fizycznych,
- ograniczenie liczby dokumentów w obiegu informacji,
- skrócenie procedur (nie tylko dotyczących przepływu informacji),
- obniżenie kosztów operacyjnych,
- skrócenie czasu reakcji na zmiany rynkowe,
- ograniczenie liczby błędów w realizacji zadań.

⁷ R. Rathilall, S. Singh, *Improving quality and productivity at an automotive component manufacturing organisation in Durban – South Africa*, „African Journal of Business Management” 2011, Vol. 22, No. 5, s. 8855; T. Ohno, *Workplace Management*, Gemba Press, Mukilteo (WA) 2007, s. 30.

⁸ *Trade off* – zjawisko polegające na tym, że poprawa wyników w jednym procesie przyczynia się do pogorszenia wyników w innym, np. zwiększenie częstotliwości dostaw do magazynu powoduje obniżenie kosztów magazynowania, ale jednocześnie zwiększa koszty transportu.

⁹ B. Tundys, M. Sowa, *Wpływ informatycznego wsparcia procesów logistycznych na konkurencyjność łańcucha dostaw* (w:) *Informatyczne narzędzia...*, s. 118.

¹⁰ L. Reszka, *Prognozowanie popytu w logistyce małego przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2010, s. 24, 43.

Analizując rolę systemów informatycznych we współczesnych systemach logistycznych, należy zawsze pamiętać, że systemy te są jedynie wsparciem dla dobrze zorganizowanego systemu informacyjnego organizacji. Bez odpowiednio zaprojektowanego i wdrożonego systemu przepływu informacji podmiot nie jest w stanie poprawić wyników swojej działalności tylko przez wdrożenie systemu informatycznego, choćby najwyższej jakości¹¹. Dlatego też wszelkie działania wdrożeniowe powinny być podejmowane dopiero po identyfikacji i zmapowaniu procesów podstawowych oraz logistycznych w organizacji, rozpoznaniu ich słabych punktów oraz podjęciu działań naprawczych. Niekiedy konieczne okazuje się przeprojektowanie procesów (*reengineering* – BPR¹²), czyli zaprojektowanie ich od nowa, a dopiero później rozważanie zasadności wdrożenia jakichkolwiek systemów informatycznych. Implementacja nowego oprogramowania nie ma też sensu w przypadku braku chęci zmian ze strony kierownictwa podmiotu oraz samych pracowników. Zmiany w procesach i organizacji pracy będą konieczne niezależnie od tego, jak wysoką jakość i sprawność prezentują obecne procesy.

1.2. Informacja – szczególny rodzaj zasobu

Informacja jest obecnie jednym z głównych rodzajów zasobów. Powstaje w wyniku nadania etykiet zebranym wcześniej danym i podlega takim samym procesom, jak pozostałe zasoby, także w zakresie obsługi logistycznej w sferze zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji. Przepływ informacji jest związany z następującymi podprocesami:

- pozyskiwaniem informacji,
- generowaniem informacji,
- magazynowaniem informacji,
- przetwarzaniem informacji,
- użytkowaniem informacji,
- przesyłaniem informacji,
- sprzedażą informacji.

¹¹ C. Mańkowski, D. Weiland, *Logistics of information in intermodal transport*, „Web of Conferences” 2018, Vol. 235, art. no. 00013, s. 1–5.

¹² BPR – *Business Process Reengineering*. Por. A. Martel, W. Klibi, *A Reengineering Methodology for Supply Chain Networks Operating Under Disruptions* (w:) *Supply Chain Disruptions: Theory and Practice of Managing Risk*, eds. H. Gurnani, A. Mehrotra, S. Ray, Springer, London 2012, s. 244–245.

Realizacja procesów związanych z przepływem informacji wiąże się z ponoszeniem kosztów, dlatego też należy przykładać szczególną wagę do informacji jako zasobu i gospodarować nim w podobny sposób, jak innymi zasobami. Z tego powodu mówi się o popycie na informację, podaży informacji, wartości informacji, dostępności fizycznej i prawnej oraz o innych kategoriach ekonomicznych. Trzeba jednak pamiętać, że informacja różni się tym od pozostałych rodzajów zasobów, że charakteryzuje ją wysoki poziom heterogeniczności, tj. różne informacje są generowane przez różne podmioty, przesyłane i magazynowane za pomocą różnych kanałów, nośników itp.¹³

Informację opisuje szereg cech, dzięki którym łatwo jest uchwycić jej specyfikę i szczególny charakter. Przede wszystkim jest niematerialna i dlatego wymagany jest nośnik lub kanał komunikacyjny, dzięki którym można wykonywać operacje związane z jej przepływem¹⁴. Cechuje ją nieograniczona mobilność (może być przemieszczana w czasie i przestrzeni) i niewyczerpywalność (nie zużywa się ani się nie niszczy). Dzielenie się informacją nie przyczynia się do jej ubytku, choć może spowodować obniżenie jej wartości. Jest trwała, łatwa w powielaniu. Może ulegać i często ulega dezaktualizacji. Sposoby dotarcia do niej są niekiedy limitowane, co przyczynia się do asymetrii informacji, czyli nierównego do niej dostępu. Może być różnie interpretowana przez różnych odbiorców, zatem charakteryzuje się zarówno obiektywnością, jak i subiektywnością¹⁵. Przyczynia się do tworzenia efektu synergii¹⁶ – interpretowanie kilku informacji naraz skutkuje zwykle wnioskami o większej wartości dla organizacji niż analizowanie ich oddzielnie. Zjawisko to wpływa pozytywnie na podejmowanie właściwych decyzji. Jednak czasem może dojść do powstania zjawiska dyssynergii¹⁷, np. w wyniku otrzymania

¹³ B. Salgues, *Society 5.0. Industry of the Future, Technologies, Methods and Tools*. ISTE, Wiley, London–Hoboken 2018, s. 10.

¹⁴ A.G. Knief, *Analysis of automotive supplier parks and the applicability of alternative solutions in Mexico*, Universidad de las Américas Puebla 2008, s. 4, http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/bce/knief_ag/capitulo2.pdf (dostęp: 11.07.2019).

¹⁵ Ł. Grudzień, *Koncepcja oceny jakości informacji o procesach w systemach zarządzania* (w:) *Materiały XV Konferencji Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, Wydawnictwo UO, Opole 2012, s. 635–637.

¹⁶ Por. C. Mańkowski, *Synergia w logistyce*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2010, s. 85.

¹⁷ Szerzej: A. Szmelter, *Synergy phenomenon in supply logistics*, LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken 2014.

sprzecznych bądź niepełnych informacji, na podstawie których należy podjąć decyzję.

Pochodną informacji, a właściwie wynikiem jej przetworzenia, zwykle za pomocą ludzkiego umysłu, jest wiedza. Można ją rozwijać przez pozyskiwanie jej od klientów, współpracowników, firm szkoleniowych, np. przez rozmowy z nimi, dzielenie się doświadczeniami. Jednak głównym źródłem wiedzy jest doświadczenie pracownika zdobywane podczas pracy, m.in. w wyniku regularnego przepływu informacji docierających do pracownika. Zarządzanie wiedzą jest nieodłącznym elementem zintegrowanego systemu zarządzania organizacją¹⁸.

W dobie komputeryzacji system zaopatrzenia informacyjnego będący częścią systemu logistycznego funkcjonuje m.in. dzięki infrastrukturze informatycznej, która staje się częścią infrastruktury logistycznej. Zatem jakość obsługi logistycznej zależy od jakości komponentów systemu logistycznego, w tym infrastruktury logistycznej, czyli także informatycznej. Stąd wniosek, że właściwie realizowane zaopatrzenie informacyjne powinno maksymalnie wykorzystywać dostępne narzędzia, technologie i urządzenia, aby realizować we właściwy sposób procesy logistyczne¹⁹, po uprzednim zaprojektowaniu tego zaopatrzenia. Infrastruktura logistyczna dotycząca tego systemu decyduje m.in. o tzw. metabolizmie informacji, czyli wielkości strumienia informacji, który może być obsługiwany przez daną organizację²⁰.

Niektóre organizacje ze względu na profil swojej działalności są zobligowane do utrzymywania wysokiego poziomu metabolizmu informacji. Wynika to często z realizowanych przez nie procesów podstawowych. Na przykład agencje informacyjne, stacje telewizyjne, operatorzy telefoniczni, dostawcy internetu i inne podmioty związane z sektorem medialnym i telekomunikacyjnym²¹ muszą posiadać dobrze zorganizowany system zaopatrzenia informacyjnego, aby móc na bieżąco reagować na pojawiające się problemy,

¹⁸ *Informacja i wiedza w zintegrowanym systemie zarządzania*, red. R. Borowiecki, M. Kwieciński, Kantor Wydawniczy Zakamycze, Zakamycze 2004, s. 41.

¹⁹ A. Szmelter, *Business Intelligence jako element systemu zaopatrzenia informacyjnego*, „Roczniki Naukowe WSB w Toruniu” 2013, nr 12 (12), s. 128.

²⁰ T.W. Powell, *The Information Metabolism*, „Competitive Intelligence Review” 1995, Vol. 6, No. 4, s. 41.

²¹ P.K. Jagersma, *Competitive information logistics*, „Business Strategy Series” 2011, No. 12, s. 143.

a każda sekunda awarii systemów informatycznych związanych z przepływem informacji skutkuje ogromnymi stratami finansowymi i wizerunkowymi.

W związku z koniecznością gromadzenia coraz większej ilości danych powstało pojęcie *big data analysis* (analiza wielkich wolumenów danych), odnoszące się do projektów związanych z podnoszeniem przewagi konkurencyjnej oraz optymalizacji procesów biznesowych przy wykorzystaniu analizy danych, które do tej pory były niemożliwe do zbadania. Zainteresowanie *big data* widać szczególnie w branżach związanych z docieraniem do klienta końcowego, który nie do końca postępuje zgodnie z logiką rynkową. Dlatego też tematyka ta cieszy się dużym zainteresowaniem usługodawców telekomunikacyjnych, sieci detalicznych, wydawnictw, instytucji finansowych i ubezpieczeniowych, mediów²², a także naukowców zajmujących się na przykład ekonomią behawioralną²³.

Każda organizacja powinna opracować własną strategię w zakresie zarządzania informacją, podobnie jak czyni to w wypadku działalności marketingowej, produkcyjnej czy finansowej²⁴. Strategia organizacji w zakresie funkcjonowania systemu informacyjnego składa się z kilku elementów: strategii przepływu informacji, strategii w zakresie technologii, strategii zarządzania informacją, strategii zarządzania zmianą²⁵. Strategia ta, często jako część strategii logistycznej, powinna współgrać z innymi strategiami funkcjonalnymi (strategią produkcyjną, marketingową, finansową) i pełnić wobec nich funkcję pomocniczą, co nadaje jej charakter logistyczny.

W dzisiejszych czasach walka konkurencyjna wiąże się z jak najszybszym uzyskaniem dostępu do nowej informacji, a także jak najlepszym przetworzeniem jej w wiedzę, niezbędną do podejmowania decyzji. Tę walkę mogą wygrać jedynie organizacje samouczące się, inteligentne, fraktalne i wirtualne²⁶. Najniższą formę zintegrowania przepływu informacji i wiedzy stanowią

²² *Wielkie dane w polskich organizacjach*, „Computerworld”, 27.08.2014, s. 6–8.

²³ A. Abbasi, S. Sarker, R.H.L. Chiang, *Big Data Research in Information Systems: Toward an Inclusive Research Agenda*, „Journal of the Association for Information Systems” 2016, Vol. 17, No. 2, s. 3.

²⁴ T. Yang, W. Fan, *Information management strategies and supply chain performance under demand disruptions*, „International Journal of Production Research” 2016, Vol. 54, Iss. 1, s. 9.

²⁵ D.E. Leidner, J. Lo, D. Preston, *An empirical investigation of the relationship of IS strategy with firm performance*, „Journal of Strategic Information Systems” 2013, No. 20, s. 420.

²⁶ *Informacja i wiedza...*, s. 35.

organizacje uczące się i samouczące się. Cechują się wysokim poziomem skłonności do podejmowania ryzyka, grupowym uczeniem się przez powtórzenie pewnych czynności (ang. *learning by doing*) albo przez obserwowanie najlepszych praktyk (ang. *learning by watching*). Uczenie się jest dla nich jednocześnie dążeniem do doskonałości i celem samym w sobie (ang. *learning to learn*)²⁷. Spłaszczona struktura organizacyjna umożliwia im szybsze przesyłanie informacji do odpowiednich odbiorców, a wysoki poziom innowacyjności²⁸ – absorbowanie najlepszych praktyk z branży i nowych rozwiązań, które mogą się przydać w procesie doskonalenia procesów biznesowych.

W gospodarce opartej na wiedzy pojawiły się również bardziej zaawansowane formy systemu przepływu informacji i wiedzy. Inteligentne organizacje (ang. *intelligent organizations*) są to podmioty, które osiągnęły stan idealny w procesach uczenia się, dzięki czemu mogą błyskawicznie reagować na zmiany rynkowe. Co więcej, rozumieją je i unikają błędów w swojej działalności, stale doskonaląc procesy przez realizację projektów (organizacja projektowa)²⁹. Inteligencję takiej organizacji można rozpatrywać w dwóch płaszczyznach³⁰:

- jako efekt złożenia inteligencji poszczególnych pracowników,
- jako efekt zintegrowania poszczególnych inteligencji funkcjonalnych (np. marketingowej, logistycznej, społecznej).

Z kolei organizacje fraktalne (ang. *fractal organizations*) stanowią głównie jednostki wchodzące w skład dużych grup kapitałowych, w których następuje konieczność stworzenia sprawnego systemu zaopatrzenia informacyjnego w spółkach córkach, ale również systemu przepływu między nimi a spółką matką. Cechują się przede wszystkim samooptrymalizacją, dużą autonomią działania, samoregulacją, samoorganizacją oraz orientacją na kreowanie wartości dodanej dla klienta³¹.

²⁷ A.M. Weresa, *Systemy innowacyjne a konkurencyjność w świetle wybranych koncepcji teoretycznych*, SGH, Warszawa 2012, s. 16, http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KGS/struktura/IGS-KGS/publikacje/Documents/Weresa_311.pdf (dostęp: 17.06.2020).

²⁸ M. Kłak, *Zarządzanie wiedzą we współczesnym przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo WSEiP, Kielce 2010, s. 165.

²⁹ A. Szmelter, *Wpływ konwergencji mediów na komunikację w korporacjach globalnych* (w:) *Zmiany medialne i komunikacyjne: media, wizerunek, biznes*, red. K. Kopeccka-Piech, Katedra, Gdańsk 2015, s. 136–140.

³⁰ W. Jonasz, *Identyfikacja i realizacja procesów innowacyjnych w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo US, Szczecin 1995, s. 70.

³¹ M. Kłak, *Zarządzanie wiedzą...*, s. 224.

Organizacje wirtualne (ang. *virtual organizations*) są zwykle tworzone w celu realizacji projektu, którego zakończenie jednocześnie oznacza koniec istnienia organizacji. Procesy przepływu informacji w tego typu kooperacji podmiotów są zorientowane na wykorzystanie narzędzi elektronicznych głównie opartych na internecie jako głównym kanale komunikacyjnym. Te organizacje w największym stopniu wykorzystują rozwiązania typu ERP, CRM i BI³², portale korporacyjne, technologie agentowe oraz sieci neuronowe³³.

Za jeden z rodzajów organizacji wirtualnych można uznać wirtualny łańcuch dostaw, ze względu na zastosowanie technologii ICT³⁴ często określane również jako e-łańcuch dostaw lub elektroniczny łańcuch dostaw. Dzięki tego typu rozwiązaniom możliwe jest realizowanie procesów biznesowych przez przedsiębiorstwa z różnych stron świata, podczas gdy wymiana informacji odbywa się w czasie rzeczywistym³⁵.

Funkcjonowanie wirtualnych łańcuchów dostaw jest zorientowane na dynamizm i szybkie reagowanie na napływające komunikaty i zawarte w nich informacje. W związku z tym relacje między uczestnikami łańcucha są o wiele bardziej nietrwałe aniżeli w wypadku tradycyjnych łańcuchów. Z racji na ich nietrwałość i periodiczność określa się je jako quasi-organizacje lub mówi się w kontekście relacji między ich elementami o quasi-integracji³⁶. Ze względu na te cechy procesy logistyczne w wirtualnych łańcuchach dostaw bardzo często zachodzą przy wsparciu technologii agentowych, realizujących samosterowanie w systemach informatycznych³⁷.

W epoce gospodarki opartej na wiedzy, społeczeństwa informacyjnego i e-gospodarki musiało dojść do wyodrębnienia również e-logistyki będącej

³² ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) – systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa, CRM (ang. *Customer Relationship Management*) – systemy zarządzania relacjami z klientami, BI (ang. *Business Intelligence*) – systemy zaawansowanej analityki danych.

³³ A. Szmelter, *Wpływ konwergencji...*, s. 7–8.

³⁴ ICT (*Information and Communication Technologies*) – technologie informacyjno-komunikacyjne.

³⁵ *Czynniki rozwoju wirtualnych łańcuchów dostaw*, red. D. Kisperska-Moroń, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009, s. 35.

³⁶ *Ibidem*, s. 37.

³⁷ Szerzej na temat technologii agentowych i organizacji holonicznej w: *Czynniki rozwoju...*, s. 39; P. Dhavachelvan, G.V. Uma, V.S.K. Venkatachalapathy, *A new approach in development of distributed framework form automated software testing using agents*, „Knowledge-Based Systems” 2006, No. 19, s. 238; M.J. Wooldridge, *An Introduction to Multiagent Systems*, John Wiley, New York 2002, s. 48, 94.

częścią e-handlu. E-gospodarka to gospodarka zdominowana przez rozwój technologiczny, dzięki któremu większość procesów zachodzi w przestrzeni wirtualnej (np. e-bankowość, e-administracja). Do państw, których gospodarki można nazwać e-gospodarkami, zalicza się m.in. USA, Kanadę, Australię i kraje skandynawskie, jednak obecnie w innych krajach, szczególnie w Europie, dążenie do stworzenia e-gospodarki jest coraz bardziej zauważalne. E-biznes jest częścią e-gospodarki, ale występuje również w gospodarkach mniej rozwiniętych technologicznie. Polega na prowadzeniu działalności gospodarczej w internecie, jednak może ona dotyczyć zarówno sprzedaży produktów cyfrowych, usług, jak i dóbr fizycznych. E-biznes przez długi czas był niesłusznie utożsamiany z e-handlem (*e-commerce*), czyli oferowaniem dóbr i usług dostępnych w tradycyjnych kanałach dystrybucji również za pomocą internetu (np. sklepy internetowe).

E-logistyka polega na realizacji procesów logistycznych za pomocą narzędzi informatycznych i telekomunikacyjnych (IT³⁸). Do zadań e-logistyki można zaliczyć na przykład składanie zamówień zakupowych, realizację zamówień sprzedażowych, kontrolę statusu przesyłki. Rozwiązania proponowane przez rynek obejmują w tym zakresie m.in. sklepy internetowe, portale B2B i B2C (ang. *Business-to-Business*, *Business-to-Customer*).

1.3. Logistyka informacji

Wzrost znaczenia informacji jako zasobu w działalności współczesnych organizacji spowodował rozwój nowych rozwiązań logistycznych wspierających ich przepływ³⁹. Z biegiem czasu wykształciła się odrębna dziedzina wiedzy – logistyka informacji. Przedmiotem jej zainteresowań jest przepływ informacji w różnych procesach zachodzących w organizacji, również procesach logistycznych. System logistyki informacji (system zaopatrzenia informacyjnego) obejmuje wszystkie procesy informacyjne w organizacji⁴⁰, zarówno wewnętrzne, jak i realizowane wspólnie z kooperantami z zewnątrz, i obsługuje system informacyjny składający się z osób i maszyn, pomiędzy którymi zachodzi przepływ informacji dokonywany dzięki systemom

³⁸ IT – *Information and Telecommunication*.

³⁹ W.Y. Svrcek, D.P. Mahoney, B.R. Young, *A Real-Time Approach to Process Control*, 3rd Edition, Wiley, Chichester 2014, s. 5.

⁴⁰ J. Bendkowski, M. Kramarz, *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy*, cz. 2, Wydawnictwo PŚ, Gliwice 2006, s. 483.

informatycznym. Zatem systemy informatyczne są częścią systemów informacyjnych.

Logistyka pełni funkcje kreatywną i integrującą⁴¹ w budowaniu systemu zaopatrzenia informacyjnego organizacji, określanego także jako system logistyki informacji. Pierwsza z funkcji polega na ustaleniu, które informacje, w jakiej postaci i z jaką częstotliwością mają trafiać do konkretnych odbiorców. Druga z kolei obejmuje znalezienie kompromisu pomiędzy potrzebami adresata wdrożenia systemu a kosztami realizacji projektu wdrożeniowego i utrzymania systemu. W ten sposób usprawnia się proces podejmowania decyzji i optymalizuje proces przepływu informacji w organizacji, jednocześnie kształtując koszty na akceptowalnym dla niej poziomie. Wynikiem tego w dłuższym okresie jest również wzrost wartości organizacji⁴².

System logistyki informacji spełnia wiele funkcji: planującą, sterującą, koordynującą i komunikacyjną. Ich realizacja jest wspierana przez strumień danych z głównej bazy danych⁴³. Elementy systemu pełnią funkcję integratorów⁴⁴. Można je podzielić na sprzętowe (ang. *hardware*) i programowe (ang. *software*). Sprzętowe integratory to grupa elementów, które fizycznie biorą udział w przepływie informacji, np. okablowanie, karty sieciowe, routery, serwery, komputery. Z kolei integratory programowe to aplikacje informatyczne odpowiedzialne za operacje wykonywane na danych i informacjach, np. oprogramowanie baz danych, wyszukiwarek sieciowych, poczty elektronicznej, archiwów oraz wspierające funkcjonowanie sieci bezprzewodowych. Naturalnie, żadna z wymienionych dwóch grup nie jest autonomiczna, w związku z tym muszą współdziałać ze sobą w celu realizacji przepływu informacji w organizacji i między nią a otoczeniem zewnętrznym⁴⁵.

W innym ujęciu, ze względu na poziom konieczności zaistnienia integratorów w przepływie informacji można wyróżnić integratory konieczne

⁴¹ M. Chaberek, *Logistyka informacji zarządczej w kontrolingu przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2001, s. 35.

⁴² C.M. Olszak, *Tworzenie i wykorzystywanie systemów Business Intelligence na potrzeby współczesnej organizacji*, Wydawnictwo AE, Katowice 2007, s. 85; W.Y. Svrcek, D.P. Mahoney, B.R. Young, *A Real-Time Approach...*, s. 7.

⁴³ J. Bendkowski, M. Kramarz, *Logistyka stosowana...*, s. 486.

⁴⁴ *Informacja i wiedza...*, s. 55.

⁴⁵ H. Stadler, *Supply Chain Management – An Overview* (w:) *Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software and Case Studies*, Fourth Edition, red. H. Stadler, C. Kilger, Springer, Berlin–Heidelberg 2008, s. 16.

i uzupełniające⁴⁶. Do pierwszej grupy zalicza się sprzęt komputerowy i podstawowe oprogramowanie umożliwiające komunikację komputer–komputer. Ich możliwości są bardzo ograniczone i tak naprawdę nie przyczyniają się do wzrostu efektywności działania systemu przepływu informacji, jednakże stanowią bazę do jego zbudowania. Z kolei do uzupełniających integratorów zalicza się zintegrowane systemy zarządzania, bazy danych i aplikacje, które umożliwiają korzystanie z nich, a także urządzenia, które obsługują złożone systemy informatyczne, np. anteny, serwery, bramki RFID.

Głównym zadaniem systemu logistyki informacji jest dostarczanie właściwych informacji (zasobu informacyjnego o właściwej jakości) we właściwe miejsce (do właściwego odbiorcy), we właściwym czasie (w pożądanym terminie), we właściwej ilości (unikanie nadmiaru i redundancji informacji) oraz po właściwym koszcie (opisywanym jako koszt pozyskania, przetworzenia i przesłania informacji)⁴⁷. Zbiór informacji dostarczanych przez wsparcie logistyczne pozwala na podjęcie wyznaczonym osobom najlepszych decyzji ze zbioru decyzji możliwych i dopuszczalnych, wybranych ze zbioru decyzji potencjalnych.

Po podjęciu decyzji trafia ona z powrotem do systemu, skąd następuje generowanie sygnałów i poleceń kierowanych do sfery przepływów fizycznych. Po wykonaniu tych zadań odbywa się kontrola ich wyników oraz są podejmowane działania korekcyjne, korygujące i zapobiegawcze⁴⁸. W ten sposób następuje zamknięcie cyklu obiegu informacji między systemem logistyki informacji, sferą decyzyjną i sferą przepływów innych zasobów, w tym fizycznych⁴⁹. Zatem istotą funkcjonowania systemu logistyki informacji jest gromadzenie, przetwarzanie i przechowywanie właściwych danych w celu uzyskania właściwych informacji wykorzystywanych do podejmowania właściwych decyzji i tym samym sterowania działaniami logistycznymi⁵⁰.

⁴⁶ *Ibidem*, s. 56.

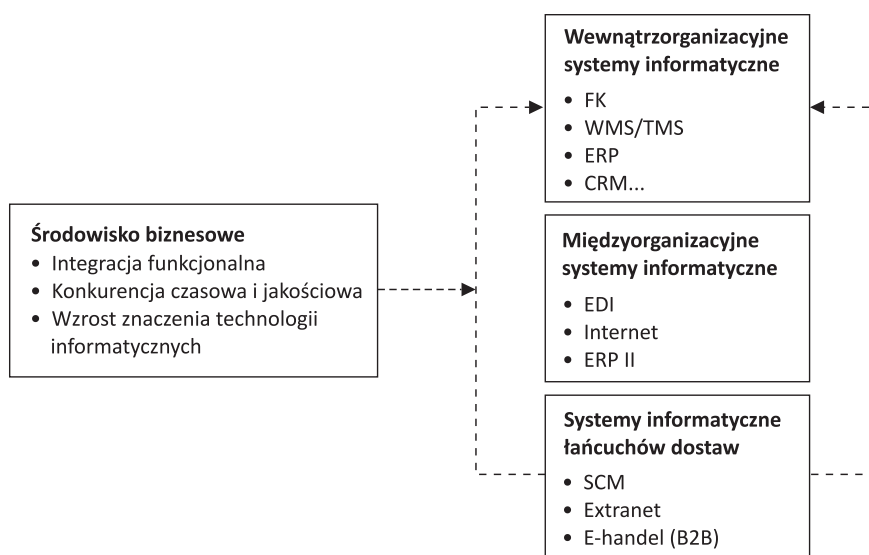
⁴⁷ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce* (w:) *Informatyka ekonomiczna. Teoria i zastosowania*, red. S. Wrycza i J. Maślankowski, PWN, Warszawa 2019, s. 730.

⁴⁸ Działania korekcyjne – działania mające na celu usunięcie skutków niezgodności zidentyfikowanej w procesie. Działania korygujące – działania mające na celu usunięcie przyczyny niezgodności zidentyfikowanej w procesie. Działania zapobiegawcze – działania mające na celu wyeliminowanie przyczyn potencjalnych, jeszcze niewystępujących niezgodności w procesie.

⁴⁹ L. Kjellsdotter Ivert, P. Jonsson, *The potential benefits of advanced planning and scheduling systems in sales and operations planning*, „Industrial Management & Data Systems” 2010, Vol. 11, No. 5, s. 660–661.

⁵⁰ *Czynniki rozwoju...*, s. 44–45.

Wypełnianie zadań logistyki informacji byłoby więc niemożliwe, gdyby nie rozwiązania informatyczne. W łańcuchach dostaw można wyróżnić trzy rodzaje tych rozwiązań: wewnątrzorganizacyjne systemy informatyczne, międzyorganizacyjne systemy informatyczne, systemy informatyczne łańcuchów dostaw (por. rysunek 1.1.). W każdym z nich stosuje się inne rozwiązania w zakresie funkcjonowania systemów informacyjnych. Na przykład systemy klasy ERP i WMS należą do narzędzi stosowanych w pierwszym z wymienionych obszarów i stanowią podstawę do późniejszej wirtualizacji łańcuchów dostaw.



Rysunek 1.1. Rodzaje rozwiązań informatycznych w systemach informacyjnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Czynniki rozwoju...*, s. 47.

Jednym z najważniejszych zadań kadry zarządzającej organizacją jest zbudowanie systemu zaopatrzenia informacyjnego⁵¹. Każdy podmiot posiada własny system przepływu informacji, powiązany z systemami przepływu innych organizacji (kooperantów, organów państwowych itp.). Integracja wielu systemów zaopatrzenia informacyjnego, np. w łańcuchu dostaw, napotyka często wiele barier, głównie technicznych, związanych z powszechnym

⁵¹ M. Chaberek, *Logistyka informacji...*, s. 35–40.

stosowaniem wielu technologii rejestracji, przechowywania, przetwarzania i udostępniania informacji⁵². Sytuacja ta powoli ulega zmianie, wprowadza się coraz więcej rozwiązań uniwersalnych, możliwych do zintegrowania z podobnymi produktami, co daje nadzieję na likwidację wspomnianych problemów w przyszłości.

System zaopatrzenia informacyjnego łączy poszczególne komórki organizacyjne zlokalizowane w różnych miejscach w strukturze organizacyjnej podmiotu (otoczenia wewnętrznego) oraz jego kooperantów (otoczenia zewnętrznego)⁵³. Komórki te stanowią punkty nadania i odbioru komunikatu. Komunikat składa się z danych lub informacji. Odbiorcy analizują nadany komunikat i korzystając z własnej wiedzy (która ulega poszerzeniu dzięki otrzymanemu komunikatowi), podejmują decyzję⁵⁴. Jeśli decydentami są osoby znajdujące się wysoko w strukturze organizacji, przesyłają informacje o podjętej decyzji do stanowisk wykonawczych⁵⁵. Wykonanie zleconych zadań powoduje zgromadzenie kolejnych danych, przekazywanych z powrotem do decydentów, którzy podejmują kolejne decyzje itp. Istnieje więc pętla zwrotna w przepływie informacji, a system łączy w jedną całość wszystkie składniki procesu przepływu informacji⁵⁶.

Głównym celem funkcjonowania systemu informacyjnego organizacji jest dostarczenie informacji niezbędnej do zdobycia wiedzy i w efekcie – do podjęcia decyzji, co ma skutkować sprawnym funkcjonowaniem i rozwojem organizacji. Decyzje te mają uwzględniać bieżące wyniki realizacji procesów w organizacji: procesów produkcyjnych, zaopatrzeniowych i dystrybucyjnych. Cel ten jest osiągany dzięki celom szczegółowym, czyli na przykład pozyskiwaniu odpowiednich informacji w stosunku do charakteru decyzji, planowaniu potrzeb materiałowych zgodnie ze strategią zamawiania i zasadami

⁵² W.Y. Svrcek, D.P. Mahoney, B.R. Young, *A Real-Time Approach...*, s. 16.

⁵³ K.N. Gourdin, *Global Logistics, Management. A Competitive Advantage for the 21st Century*, Blackwell Publishing, Oxford 2006, s. 96, 145.

⁵⁴ A.M.T. Thomé, R.L. Hollmann, L.S. do Carmo, *Research synthesis in collaborative planning forecast and replenishment*, „Industrial Management & Data Systems” 2014, Vol. 114, No. 6, s. 948.

⁵⁵ K.A. Merchant, W.A. Van der Stede, *Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation and Incentives*, wyd. 4, Financial Times (Prentice Hall), Harlow 2017, s. 132, 267.

⁵⁶ J. Bendkowski, M. Kramarz, *Logistyka stosowana...*, s. 481.

zarządzania zapasami itp. Cele cząstkowe zależą głównie od sfer funkcjonalnych, w których będą zachodzić procesy decyzyjne⁵⁷.

Celem systemu zaopatrzenia informacyjnego jest dostarczanie informacji do wyznaczonych odbiorców na różnych szczeblach zarządzania przedsiębiorstwem:

- informacji wykorzystywanych do celów strategicznych (np. planowania polityki organizacji, określenia strategii rozwoju);
- informacji wykorzystywanych na średnim szczeblu zarządzania (np. do sporządzenia głównego planu produkcji, do projektowania wyrobów, kontroli produkcji);
- informacji wykorzystywanych na poziomie operacyjnym (np. dokonywanie zakupów, obsługa zamówienia klienta).

Do funkcji systemów informacyjnych przedsiębiorstw zalicza się funkcje⁵⁸:

- inicjującą (np. tworzenie dokumentów sprzedażowych do konkretnego zamówienia klienta);
- planistyczną (np. prognozowanie popytu pierwotnego i wtórnego⁵⁹);
- kontrolną (np. porównanie rzeczywistej wielkości sprzedaży z planowaną);
- koordynacyjną (np. tworzenie harmonogramu produkcji);
- integrującą (np. łączenie systemów informatycznych dostawców i odbiorców).

System informacyjny organizacji jest określany jako „wielopoziomowa struktura, która pozwala użytkownikowi tego systemu na transformowanie określonych informacji wejścia na pożądane informacje wyjścia za pomocą odpowiednich procedur i modeli”⁶⁰. Jest „zbiorem wszystkich metod, instrumentów i narzędzi, pozostających w ścisłym, wzajemnym powiązaniu,

⁵⁷ M. Ciesielski, *Strategie logistyczne przedsiębiorstw*, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 1998, s. 31; D. Barnes, *Operations Management – An International Perspective*, Royal Holloway, University of London, Cengage Learning, London 2008, s. 23; J. Mangan, Ch. Lalwani, T. Butcher, *Global Logistics and Supply Chain Management*, John Wiley & Sons, New York 2008, s. 37.

⁵⁸ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki*, ILiM, Poznań, 2002, s. 17.

⁵⁹ Popyt pierwotny (niezależny) – popyt zgłaszany przez klienta; popyt wtórny (zależny) – popyt na materiały do produkcji zgłaszany przez przedsiębiorstwo na podstawie popytu pierwotnego. Por. *Słownik terminologii logistycznej*, red. M. Fertsch, ILiM, Poznań 2006, s. 141–142, 243–245.

⁶⁰ J. Kisielnicki, H. Sroka, *Systemy informacyjne biznesu. Informatyka dla zarządzania*, Placet, Warszawa 2005, s. 18.

wykorzystywanych do pozyskiwania, gromadzenia i przetwarzania informacji oraz jej przepływu w organizacji⁶¹. W systemie informacyjnym organizacji każdy pracownik ma określoną rolę, której właściwe odgrywanie przyczynia się do sprawnego funkcjonowania systemu (por. tabela 1.1). Role te determinują popyt na informacje i informują o poziomie agregacji tych informacji. Zwykle im wyższe stanowisko w hierarchii organizacji, tym większy popyt na ogólne, zagregowane informacje.

Tabela 1.1. Przykłady ról w systemie zaopatrzenia informacyjnego organizacji

Rola	Pełnione funkcje	Rola	Pełnione funkcje
konstruktor	<ul style="list-style-type: none"> – projektowanie nowych wyrobów – rozwój istniejących wyrobów – stworzenie strukturalnych powiązań wyrobów – dobór właściwego materiału surowcowego do produkcji – określanie nazewnictwa pozycji materiałowych 	magazynier	<ul style="list-style-type: none"> – weryfikacja towaru na wejściu do przedsiębiorstwa (kontrola ilościowa i niekiedy również jakościowa) – obsługa dokumentów magazynowo-księgowych – nadawanie symboli indeksów materiałowych
technolog	<ul style="list-style-type: none"> – korzystanie z danych wprowadzonych przez konstruktora – tworzenie procesów technologicznych – określenie rozmieszczenia urządzeń produkcyjnych – dobór materiałów eksploatacyjnych – określanie czasu wykonywania operacji – opis stanowisk produkcyjnych 	planista sprzedaży	<ul style="list-style-type: none"> – aktualizacja danych o odbiorcach – projektowanie procedur dotyczących wysyłki towaru – ocena i weryfikacja potencjalnych odbiorców – określanie poziomów zapasów produktów – analizowanie wyników sprzedaży i tworzenie prognoz

⁶¹ *E-logistyk@*, red. W. Wieczerzycki, PWE, Warszawa 2012, s. 19.

Rola	Pełnione funkcje	Rola	Pełnione funkcje
planista spływu produkcji	<ul style="list-style-type: none"> - tworzenie harmonogramu produkcji na podstawie kartotek opracowanych przez konstruktora, technologa, prognozę sprzedaży 	kontroler produkcji	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola wykonania planu produkcji - dostarczanie danych o przebiegu produkcji
planista zapasów	<ul style="list-style-type: none"> - realizacja procesu planowania potrzeb materiałowych - sterowanie procesem zakupu materiałów - określanie poziomu bezpieczeństwa stanów magazynowych - prowadzenie inwentaryzacji - wycena stanów magazynowych 	sprzedawca	<ul style="list-style-type: none"> - sprzedaż produktów - doradzanie klientowi w zakresie zakupu - przyjmowanie zamówień i wprowadzanie ich do bazy danych - kontrola kondycji finansowej klientów
księgowy	<ul style="list-style-type: none"> - rejestracja dostaw i płatności - rejestracja kosztów zakupu - rejestracja sprzedaży i płatności - podejmowanie decyzji w sprawie udzielania kredytów kupieckich - aktualizacja stanu finansowego przedsiębiorstwa - sporządzanie sprawozdań finansowych 	zaopatrzeniowiec	<ul style="list-style-type: none"> - wybór, kwalifikacja i ocena dostawców - weryfikacja dostaw - wystawianie zamówień zakupowych - aktualizacja cen zakupu nabywanych dóbr

Źródło: J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 37–44.

W tradycyjnych systemach informacyjnych informacje były przetwarzane przez człowieka. Nawet jeśli występowało w nich oprogramowanie informatyczne, miało ono charakter „wyspowy” – poszczególne aplikacje nie były ze sobą w żaden sposób połączone, więc nadal człowiek przekazywał odpowiednie

informacje do określonych odbiorców. W dzisiejszych systemach informacyjnych przedsiębiorstw i innych organizacji każdy użytkownik ma sprecyzowane możliwości działania i obowiązki związane z obsługą przepływu informacji. Ułatwia to w znacznym stopniu szkolenie i wdrożenie nowych użytkowników do działania w takim systemie i podział odpowiedzialności (w tym odpowiedzialności za dane). Trzeba przy tym pamiętać, że role w systemie informacyjnym mogą się różnić w zależności od profilu działalności organizacji. Na przykład w przedsiębiorstwie dystrybucyjnym nie występuje sfera produkcji, więc w systemie informacyjnym nie będą funkcjonować takie osoby, jak konstruktor czy planista splotu produkcji.

Technologie i narzędzia informatyczne w znacznym stopniu przyczyniają się do realizowania kryteriów optymalizacji działań logistycznych w systemach zaopatrzenia informacyjnego⁶². Ich wykorzystanie jest uzasadnione dopiero wówczas, gdy zostało w pełni przeanalizowane, a przepływ informacji – kompleksowo zaprojektowany. Wybór odpowiednich rozwiązań w tym zakresie wydaje się pozornie łatwy, ponieważ oferta rynkowa jest bogata. Dlatego wiele organizacji ulega pokusie zastąpienia odpowiednio zaprojektowanego systemu informacyjnego atrakcyjnym oprogramowaniem. W wielu przypadkach nie znajduje to odzwierciedlenia w wynikach organizacji, a niekiedy prowadzi do jej upadku.

Infrastruktura informacyjna, szczególnie oprogramowanie, powinna być poddawana regularnym kontrolom w celu zapewnienia jak najwyższego poziomu bezpieczeństwa danych przechowywanych w archiwach organizacji. Szczególnie duże zagrożenie niesie ze sobą częste wykorzystywanie sieci internet jako środka pośredniczącego zarówno w wymianie informacji wewnątrz organizacji, jak i między organizacjami. Inną przyczyną problemów związanych z bezpieczeństwem systemów informacyjnych jest niedoskonałość urządzeń, które obsługują przepływ informacji, np. przerwy w dostawie prądu, brak zapasowych kopii baz danych, brak odpowiedniego uwierzytelniania rozmówców i wiele innych⁶³.

Zagrożenie dla bezpieczeństwa informacyjnego organizacji jest generowane zarówno ze strony osób z zewnątrz, jak i samych pracowników. Używanie

⁶² L. Reszka, *Możliwości wykorzystania metody AHP do rozwiązywania wielokryterialnych problemów optymalizacyjnych w logistyce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka. Modelowanie Procesów i Systemów Logistycznych” (cz. 13) 2014, nr 51, s. 251–259.

⁶³ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 703–704.

infrastruktury informatycznej do celów prywatnych czy wykorzystywanie przyjaźni do załatwiania spraw związanych z infrastrukturą informatyczną mogą w znaczący sposób przyczynić się do obniżenia poziomu niezawodności systemu informacyjnego organizacji i narazić go na dostęp niepowołanych osób do niejawnych danych⁶⁴.

Prawidłowy monitoring procesów związanych z bezpieczeństwem systemu zaopatrzenia informacyjnego organizacji wymaga stworzenia:

- mierzalnych elementów procesów (parametrów),
- mierników,
- wielkości prawidłowych dla poszczególnych mierników (dolnych i górnych granic),
- sposobów alarmowania o przekroczeniu ustalonych norm,
- sposobów postępowania w sytuacjach anormalnych i kryzysowych.

Najczęściej opracowuje się koncepcję systemu wczesnego ostrzegania, co umożliwi pracownikom szybką reakcję na występujący problem. Z jednej strony standaryzacja działań związanych z zagrożeniami systemu informacyjnego podmiotu jest zjawiskiem pozytywnym, gdyż niektóre zagrożenia można przewidzieć⁶⁵. Z drugiej strony jednak rozwiązania informatyczne dynamicznie się zmieniają, więc nie można zidentyfikować wszystkich okoliczności ataku na dane organizacji, a tym samym – opracować działań naprawczych i zapobiegawczych. Konieczna staje się więc umiarkowana standaryzacja działań oraz ciągła aktualizacja stworzonych procedur.

1.4. Zintegrowane systemy informatyczne

Każdy funkcjonujący w organizacji system informatyczny zarządzania (SIZ⁶⁶) jest skomputeryzowaną częścią systemu zaopatrzenia informacyjnego tej organizacji, wspierającego wszystkie szczeble zarządzania.

Od początku rozwoju systemów informatycznych obsługujących systemy zaopatrzenia informacyjnego organizacji minęło ponad 60 lat. W tym czasie rozwinęło się wiele systemów, które po dzień dzisiejszy ulegają przeobrażeniom mającym na celu dostosowanie ich do potrzeb organizacji. Mówi się

⁶⁴ H.O. Günther, H. Tempelmeier, *Produktion und Logistik*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2005, s. 114–115.

⁶⁵ G.S. Lynch, *Supply Chain Risk Management (w:) Supply Chain Disruptions...*, s. 321.

⁶⁶ SIZ są również nazywane ZSI – zintegrowanymi systemami informatycznymi.

również o tzw. klasach systemów, czyli grupach systemów, które są przeznaczone do tych samych celów i mają podobne cechy. Niestety, obecnie można spotkać się z brakiem klarowności w rozróżnianiu niektórych grup systemów. Wynika to głównie z dużego poziomu ogólności nazw i dużego wewnętrznego zróżnicowania tych klas (por. tabela 1.2.). Każda z nich teoretycznie ma cechy odróżniające ją od pozostałych, jednak obecny rynek dostawców oferuje na tyle kompleksowe rozwiązania z zakresu systemów informatycznych, że dochodzi do rozmywania się granic między konkretnymi klasami oprogramowania.

Tabela 1.2. Przykłady kategorii systemów o dużym stopniu ogólności

Nazwa	Tłumaczenie nazwy w j. polskim
MIS – <i>Management Information Systems</i>	systemy informacyjne zarządzania
DSS – <i>Decision Support Systems</i>	systemy wspomaganie podejmowania decyzji
MSS – <i>Management Support Systems</i>	systemy wspomaganie zarządzania
EIS – <i>Executive Support Systems</i>	systemy informacyjne kierownictwa
ESS – <i>Executive Support Systems</i>	systemy wspomaganie kierownictwa
ES – <i>Expert Systems</i>	systemy eksperckie
TPS – <i>Transaction Processing Systems</i>	systemy transakcyjne
EPD – <i>Electronic Data Processing Systems</i>	systemy elektronicznego przetwarzania danych
AIS – <i>Automated Information Systems</i>	automatyczne (zautomatyzowane) systemy informacyjne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 51.

W efekcie w odniesieniu do funkcjonowania systemów informacyjnych organizacji najczęściej można się spotkać z oprogramowaniem⁶⁷:

- finansowo-księgowym (systemy FK),
- technologiczno-konstrukcyjnym (typu CAD)⁶⁸,
- zarządzania zasobami przedsiębiorstwa (klasy ERP),

⁶⁷ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 51–52.

⁶⁸ CAD (ang. *Computer Aided Design*) – systemy komputerowego wspomaganie projektowania obiektów.

- zarządzania relacjami z klientami (klasy CRM)
- zarządzania łańcuchami dostaw (klasy SCM),
- zarządzania procesami magazynowymi (klasy WMS).

Obsługa procesów podstawowych i logistycznych zachodzących w organizacji jest realizowana głównie przez zintegrowane systemy informatyczne. Zintegrowany system informatyczny to zespół współpracujących ze sobą pakietów programów komputerowych⁶⁹. Arkadiusz Januszewski określa go jako system, w którym dane wprowadza się tylko raz, do jednej wspólnej bazy danych, i od razu są one dostępne dla wszystkich użytkowników każdego podsystemu⁷⁰. Należy jednak zaznaczyć, że każdy użytkownik ma dostęp do takiej części systemu, jakiej potrzebuje, zgodnie z określoną rolą w systemie informacyjnym⁷¹.

Zintegrowane systemy informatyczne składają się z wielu modułów połączonych w taki sposób, aby dane mogły swobodnie przepływać między nimi. Organizacja, która chce wdrożyć takie rozwiązanie, może wybrać interesujące ją moduły ze zbioru dostępnych modułów. Dane w tego typu systemach są gromadzone w głównej bazie danych (ang. *master data*), jednej bazie wspólnej dla wszystkich użytkowników.

Wdrożenie takiego oprogramowania jest znacznie łatwiejsze i bardziej efektywne niż w wypadku tradycyjnych (wyspowych) systemów informatycznych. Przede wszystkim zajmuje mniej czasu i stwarza mniej problemów technicznych. Pomoc powdrożeniowa jest prostsza i mniej kosztowna, ponieważ zaimplementowane rozwiązania są stosowane przez wiele innych organizacji, często na całym świecie. Wobec tego duża część potencjalnych problemów związanych z wdrożeniem, testowaniem i eksploatacją tych systemów została już zidentyfikowana i rozwiązana⁷².

Głównymi ZSI stosowanymi w logistyce były MRP I i MRP II, które z czasem ewoluowały do postaci popularnych dziś systemów klasy ERP⁷³. Twórcą

⁶⁹ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 36.

⁷⁰ A. Januszewski, *Informatyka w przedsiębiorstwie. Systemy i proces informatyzacji*, WSFiZ w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2001, s. 59.

⁷¹ B. Salgues, *Society 5.0...*, s. 84.

⁷² T. Waściński, *Zintegrowane systemy zarządzania w procesach logistycznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach” 2012, nr 95, s. 48–49.

⁷³ T. Parys, *System ERP II najwyższą formą zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania* (w:) *Systemy Wspomagania Organizacji SWO*, red. T. Porębska-Miąc, H. Sroka, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2006, s. 4–5.

metodologii MRP był Joseph Orlicky, który dostrzegł możliwości wykorzystania komputerów w przedsiębiorstwach⁷⁴. Wówczas były one wykorzystywane jedynie w wojsku i pracowniach badawczych. Jednakże przed zastosowaniem ich w działalności gospodarczej przedsiębiorstw należało opracować metodologię zarządzania organizacją, a dopiero później wdroyć ją w podmiotach w postaci procedur postępowania, przełożonych na oprogramowanie informatyczne. W ten sposób MRP I, a później MRP II stały się podstawą funkcjonowania różnego rodzaju organizacji, głównie amerykańskich przedsiębiorstw. Z biegiem czasu rozwiązania te zostały przeniesione na inne kontynenty i funkcjonują po dzień dzisiejszy.

Genezy powstania systemów ERP należy upatrywać w systemach MRP I i MRP II, jednak również w systemach informatycznych, które pojawiły się przed nimi, czyli w systemach IC (ang. *Inventory Control*). Zanim powstała metodologia zarządzania wspomaganego komputerowo w sferze zaopatrzenia i produkcji, stosowano już pewne rozwiązania w sferze gospodarki materiałowej, a dokładnie – zarządzania zapasami. Systemy IC były stosowane w przedsiębiorstwach już w latach 50. XX wieku. To właśnie w nich najczęściej dostrzega się początek systemów MRP I, następnie MRP II i ERP. Przebieg ich ewolucji w czasie przedstawiają tabela 1.3. i rysunek 1.2.

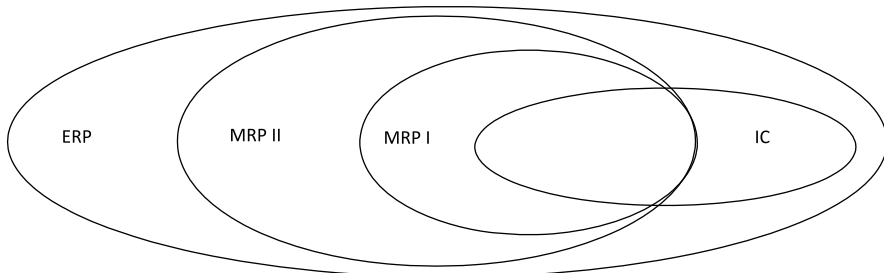
Tabela 1.3. Kalendarium ewolucji ZSI w logistyce

Data powstania	Systemy informatyczne	Sfera logistyki obsługiwana przez systemy informatyczne
lata 50. XX w.	IC – <i>Inventory Control</i> – systemy zarządzania gospodarką magazynową	część sfery zaopatrzenia i dystrybucji
lata 60. XX w.	MRP I – <i>Material Requirements Planning</i> – planowanie potrzeb materiałowych	sfera zaopatrzenia
lata 70. XX w.	<i>Closed Loop MRP</i> – MRP I wzbogacone o pętlę sprzężenia zwrotnego	sfera zaopatrzenia, planowanie zasobów: ludzi, maszyn, pieniędzy

⁷⁴ *Ibidem*.

Data powstania	Systemy informatyczne	Sfera logistyki obsługiwana przez systemy informatyczne
lata 80. XX w.	MRP II – <i>Manufacturing Resources Planning</i> – zarządzanie zasobami produkcyjnymi	sfera zaopatrzenia i produkcji
lata 90. XX w.	ERP (MRP II+, MRP III) – <i>Enterprise Resources Planning</i> – zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa	sfera zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, księgowość finansowa i zarządcza
ok. 2000 r.	ERP II – <i>Enterprise Resource and Relationship Processing</i>	wszystkie sfery ERP, e-commerce oraz elementy SCM
ok. 2010 r.	ERP III – <i>extended Enterprise Resource and Relationship Processing</i>	wszystkie sfery ERP II oraz media społecznościowe

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 1.2. Relacje między systemami informatycznymi klas IC, MRP I, MRP II i ERP

Źródło: opracowanie własne.

Systemy IC miały na celu zarządzanie magazynami przy wykorzystaniu znanych już metod, ale przełożonych na algorytmy rozpoznawane przez ówczesne komputery, dopiero początkujące we wspomaganie zarządzania organizacjami. W związku z tym, że obejmowały tylko jeden obszar działalności (głównie wspomaganie księgowości i magazynu), nie można ich uznać za zintegrowane systemy informatyczne. Jednakże ich znaczenie w późniejszym rozwoju oprogramowania dla logistyki jest bardzo duże, dlatego

umieszczono je w tabeli 1.3. jako systemy pierwotne dla późniejszych rozwiązań typu MRP.

Systemy MRP I, czyli zajmujące się planowaniem potrzeb materiałowych, pojawiły się w latach 60. XX wieku i stanowiły przełom w informatyce ekonomicznej. Mimo że obejmowały niewielki zakres funkcjonalności działalności przedsiębiorstw, łączyły ze sobą kilka funkcji i umożliwiały planowanie na podstawie wielu czynników. Nazwa tych systemów nie została jednak określona w tym samym czasie. Około dziesięciu lat po ich pojawieniu się w instrumentarium zarządzania zaopatrzeniem Amerykańskie Stowarzyszenie Sterowania Produkcją i Zapasami (APICS)⁷⁵ wprowadziło nazwę MRP do powszechnego użytku. Rozwój technologii informacyjnych, który wtedy miał swój początek, spowodował konieczność opracowania standardów i wzorców ułatwiających tworzenie kolejnych systemów⁷⁶. Ważne było zwłaszcza ujednoczenie terminologii, która była zróżnicowana wśród dostawców oprogramowania i elementów infrastruktury informatycznej. Systemy MRP I precyzyjnie określały terminy dostaw, składania zamówień, koszty zakupu materiałów, ale również przyczyniały się do redukcji zapasów i elastycznego reagowania na zmiany popytu. Dzięki nim do pewnego stopnia można było optymalizować wykorzystanie powierzchni magazynowej.

Dzisiaj, kiedy systemy informatyczne w sposób kompleksowy obsługują przepływ dóbr i informacji w ramach pojedynczych przedsiębiorstw i całych łańcuchów dostaw, MRP oznacza raczej zbiór technik, moduł będący częścią większego agregatu aniżeli oprogramowanie samo w sobie⁷⁷. Obecnie mianem MRP określa się zbiór metod, technik i narzędzi o charakterze informatycznym wykorzystywanych do obliczenia zapotrzebowania materiałowego na podstawie dostarczonych zmiennych, np. pochodzących z harmonogramu głównego (MPS), wielkości partii dostawy, cyklu dostawy. Mówi się też o nim jako o podejściu do planowania i kontroli zapasów opartym na obliczaniu zapotrzebowania materiałowego na podstawie struktury wyrobu oraz jako o symulacji przyszłej wielkości zapasów dokonywanej na podstawie bieżącego stanu oraz prognozowanego popytu i zmiany stanu zapasów⁷⁸.

Systemy *Closed Loop MRP*, czyli nawiązujące do zamkniętej pętli planowania, stanowiły rozbudowane systemy klasy MRP I. Rozszerzenie ich

⁷⁵ APICS – ang. *American Production and Inventory Control Society*.

⁷⁶ *Nowoczesne technologie w logistyce*, red. J. Długosz, PWE, Warszawa 2009, s. 57.

⁷⁷ H.O. Günther, H. Tempelmeier, *Produktion und Logistik...*, s. 317.

⁷⁸ *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 135.

funkcjonalności polegało na uwzględnianiu informacji zbieranych od dostawców i odbiorców i następnie planowanie na ich podstawie produkcji oraz dostaw. Jednakże aby uniknąć nieporozumień w kwestii obszaru zarządzania w tych systemach, należy wspomnieć, że systemy *Closed Loop MRP* zajmowały się wyłącznie planowaniem produkcji pod kątem dostarczenia zasobów materiałowych, nie zaś pozostałych rodzajów zasobów.

To zadanie spoczywało na następcy klasy MRP I i *Closed Loop MRP*, czyli klasie systemów MRP II, których pojawienie się było poprzedzone wprowadzeniem metodologii MRP II⁷⁹. Organizacja APICS wprowadziła w 1989 roku nowy standard, który rozszerzył wiele pojęć dotyczących zarządzania działalnością. Przede wszystkim przestano się skupiać wyłącznie na zapasach zasobów materiałowych, ale zwrócono uwagę na inne rodzaje zasobów – ludzkie, kapitałowe, a szczególnie na informacyjne⁸⁰. Rozszerzenie dotychczasowych funkcjonalności systemów informatycznych wspomagających realizację procesów logistycznych pozwoliło na optymalizację wykorzystania potencjału produkcyjnego przedsiębiorstw, czyli osiągnięcie większego stopnia wykorzystania istniejących mocy przerobowych. Ponadto cały cykl produkcyjny mógł być zaplanowany przez jedną aplikację informatyczną, od zamówień na materiały do produkcji po przyjęcie wyrobów gotowych na magazyn celem zapewnienia ich dostępności fizycznej dla klientów. Wśród elementów tej aplikacji znalazły się więc m.in.⁸¹:

- planowanie sprzedaży i produkcji (ang. *Sales and Operation Planning – SOP*), w tym zarządzanie popytem (*demand management*);
- tworzenie głównego harmonogramu produkcji (ang. *Master Production Scheduling – MPS*), głównie na podstawie SOP;
- zarządzanie strukturą materiałową produktów gotowych (ang. *Bill of Materials – BOM*);
- planowanie zdolności produkcyjnych (ang. *Capacity Requirements Planning – CRP*);
- planowanie potrzeb materiałowych (ang. *Material Requirements Planning – MRP*), na podstawie BOM, MPS i czasem też CRP;

⁷⁹ H.O. Günther, H. Tempelmeier, *Produktion und Logistik...*, s. 318.

⁸⁰ A. Szymonik, *Logistics and Supply Chain Management*, Łódź University of Technology, Łódź 2012, s. 8, 34, 287.

⁸¹ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP w gospodarce wirtualnej*, red. H. Sroka, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009, s. 61.

- sterowanie warsztatem produkcyjnym / halą produkcyjną (ang. *Shop Floor Control*);
- pomiar wyników procesów (ang. *Performance Measurement*).

W związku z tym, że systemy MRP II nie obsługiwały kompleksowo procesów biznesowych zachodzących w organizacjach (np. prowadzenia księgi głównej i obliczeń kontrolingowych), stopniowo ewoluowały. Początkowo rozszerzone oprogramowanie MRP II było nazywane MRP II+ lub MRP III (ang. *Money Resources Planning*), jednak nazwa ta nie była adekwatna do funkcjonalności, jakie oferowało. W latach 90. XX wieku pojawiła się więc nazwa ERP, czyli zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa lub planowanie zasobów przedsiębiorstwa (ang. *Enterprise Resources Planning*), która miała odzwierciedlać wielofunkcyjność tych aplikacji informatycznych oraz sugerować, że do tradycyjnego oprogramowania planującego zaopatrzenie i produkcję dodano również dystrybucję oraz księgowość i analizę finansową.

2. Elektroniczna wymiana danych

Internet jest jak przyływ.
Zaleje przemysł komputerowy i wiele innych,
zatapiając tych, którzy nie nauczą się w nim pływać.
Bill Gates

2.1. Wprowadzenie

Od kilkudziesięciu lat można zaobserwować dynamiczny rozwój technologii informacyjnych. Zastosowanie internetu jako kanału komunikacyjnego przyspieszyło te procesy i spowodowało powstanie wielu nowych technik porozumiewania się, również z sferze biznesowej. Efektem kilkudziesięcioletnich zmian jest kształtowanie się wirtualnych organizacji i tymczasowych wirtualnych łańcuchów dostaw.

Elektroniczna wymiana danych (ang. *Electronic Data Interchange* – EDI), będąca symbolem ewolucji technologii informatycznych w logistyce, w znaczący sposób przyczyniła się do rozwoju ekonomicznego i społecznego gospodarki światowej¹. Jej główną cechą stało się szybkie, proste i bezpieczne przesyłanie informacji w kanałach komunikacyjnych opartych na standardzie EDI, a dziś coraz częściej na języku XML. To jej zawdzięcza się również powstanie usług sieciowych, co opisano w kolejnych podrozdziałach.

¹ H.O. Günther, H. Tempelmeier, *Produktion und Logistik...*, s. 326.

Elektroniczna wymiana danych to elektroniczna transmisja danych o charakterze komercyjnym i administracyjnym, realizowana za pomocą komunikacji komputer – komputer i przy wykorzystaniu określonego standardu², determinującego strukturę płynącego komunikatu EDI. Jest również określana jako wymiana danych sformatowanych według wybranego standardu, realizowana przy minimalnym udziale człowieka. Można również spotkać się z poglądem, że stanowi „elektroniczną transmisję dokumentów handlowych w standardowym formacie bezpośrednio między aplikacjami komputerowymi partnerów handlowych”³.

W latach 60. XX wieku zauważono, że szybki przepływ informacji jest kluczowym elementem funkcjonowania przedsiębiorstwa. Pojawiły się pierwsze koncepcje związane z obsługą klienta, jak QR (ang. *Quick Response*) i później ECR (ang. *Efficient Consumer Response*)⁴. Potrzeby związane z koniecznością szybkiego przesyłania informacji na duże odległości były zauważalne szczególnie w handlu detalicznym. Ponadto, chęć poprawy przepływu informacji prowadziła do generowania zbyt dużej liczby dokumentów papierowych, które były przekazywane w ramach tradycyjnych kanałów komunikacyjnych. W efekcie działania te przyniosły odwrotny skutek – powstawały opóźnienia w realizacji procesów biznesowych i obserwowano wzrost kosztów całkowitych działalności przedsiębiorstw.

Przełomem w standaryzacji elektronicznej wymiany danych było wprowadzenie standardu UN/EDIFACT (w 1986 r.), choć wcześniej stosowano już inne rozwiązanie – ANSI X12. Standard X12 był przeznaczony głównie dla rynku północnoamerykańskiego, z kolei EDIFACT – międzynarodowego. Później pojawił się stosowany do dziś standard EDI⁵.

W 2009 roku ponad 300 tysięcy przedsiębiorstw prowadziło działalność, opierając przepływ informacji na standardach powiązanych z elektroniczną wymianą danych⁶, w 2019 – już prawie 500 tysięcy (w tym 100 tys. w USA).

² *Kody kreskowe i inne globalne standardy w biznesie*, red. E. Hałas, ILiM, Poznań 2012, s. 141.

³ O. Dębicka, *Wykorzystanie koncepcji EDI w usprawnieniu procesów biznesowych*, „Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2011, nr 8, s. 166.

⁴ I.M. Ambe, J.A. Badendorst-Weiss, *Strategic supply chain framework for the automotive industry*, „African Journal of Business Management” 2010, Vol. 4, No. 10, s. 2118.

⁵ Należy zaznaczyć, że EDI oznacza zarówno elektroniczną wymianę danych jako koncepcję komunikacji, jak i standard wymiany danych. Są to dwa różne pojęcia. Koncepcja EDI odzwierciedla sposób komunikowania się ze sobą podmiotów. Standard EDI to zbiór konkretnych zasad zapisu, przesyłania i odczytywania danych.

⁶ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 99.

Sektor bankowy generuje ruch obejmujący obecnie ok. 14 mln dokumentów EDI dziennie⁷. W Polsce prekursorami wykorzystania elektronicznej wymiany danych były zagraniczne sieci handlowe, które przeniosły swoje doświadczenia w tym zakresie na nowy rynek. Popularność EDI znacząco wzrosła po wprowadzeniu w życie rozporządzenia Ministra Finansów w sprawie wystawiania i przesyłania faktur w formie elektronicznej⁸. Proces ten przyspieszył znacznie w 2011 roku, kiedy wprowadzono kolejne rozporządzenie mające na celu rozpowszechnienie stosowania e-faktur w działalności przedsiębiorstw w Polsce.

Elektroniczna wymiana danych charakteryzuje się wieloma cechami, które pozytywnie wpływają na przepływ informacji w organizacjach i całych łańcuchach dostaw. Przede wszystkim eliminuje konieczność ręcznego wprowadzania danych do systemu informatycznego, co znacznie obniża czaso- i kosztochłonność operacji w sferze przepływu informacji. Dzięki niej możliwe jest automatyczne sprawdzanie poprawności przesyłanych danych i przekazywanie ich do odpowiedniego oprogramowania lub konkretnych użytkowników. Pozwala na rejestrowanie zdarzeń w czasie rzeczywistym i generowanie komunikatów zwrotnych, potwierdzających na przykład rezerwację towaru zamówionego przez klienta.

Elektroniczna wymiana danych to liczne korzyści dla organizacji⁹. Redukcja konieczności manualnej obsługi przepływu informacji w wielu obszarach działania przedsiębiorstwa skutkuje obniżeniem kosztów przypadających na poszczególne operacje (np. składanie zamówień lub generowanie zleceń produkcyjnych) nawet o 90%¹⁰. Dzięki zastosowaniu jednej głównej bazy danych eliminuje się konieczność wprowadzania wielokrotnie tych samych danych. Komunikaty EDI umożliwiają przesyłanie danych między różnymi aplikacjami wykorzystywanymi przez jedną organizację. Jednorazowe wprowadzanie danych umożliwia więc ich powielanie w miejscach, gdzie są potrzebne. Ponadto system oparty na EDI zwykle wychwytuje błędy w danych wpisywanych do systemu i informuje użytkownika o nieprawidłowości wprowadzonych wartości (np. w danym polu należy wprowadzić przynaj-

⁷ *Kto korzysta z EDI?*, <http://www.edi.pl/kto-korzysta-z-edi> (dostęp: 17.06.2020).

⁸ Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 14 lipca 2005 r. w sprawie wystawiania oraz przesyłania faktur w formie elektronicznej, a także przechowywania oraz udostępniania organowi podatkowemu lub organowi kontroli skarbowej tych faktur (Dz. U. Nr 133, poz. 1119).

⁹ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 98.

¹⁰ *Ibidem*.

mniej 4 znaki, a użytkownik wprowadził 3). Można to odczytać jako element wykorzystania japońskiej koncepcji *poka-yoke*¹¹, w której dąży się do zminimalizowania szansy popełnienia błędu przez użytkownika. Szybkie uaktualnianie danych w bazie umożliwia również działania oparte na bieżących pomiarach procesów, m.in. prowadzi do obniżenia poziomu zamrożenia środków pieniężnych w zapasach. Szybka komunikacja z dostawcami umożliwia późniejsze składanie zamówień, niż to bywało w wypadku tradycyjnych systemów zaopatrzenia informacyjnego. Standaryzacja komunikatów przesyłanych w ramach łańcuchów dostaw prowadzi do mniejszej liczby nieporozumień, a także przyspiesza realizację wielu procesów. Dane przesyłane między poszczególnymi ogniwami łańcucha są spójne.

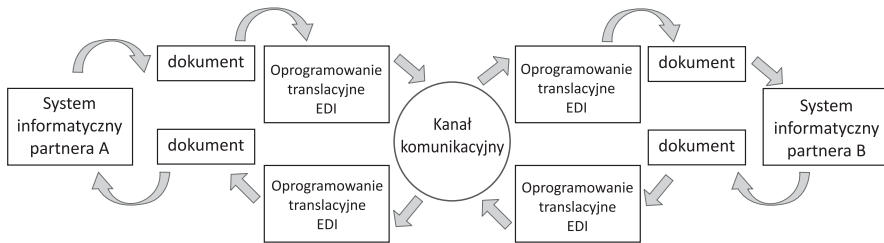
2.2. Schemat działania EDI

Elektroniczna wymiana danych opiera się na kilku elementach, dzięki którym możliwa jest realizacja przepływu informacji. Warto rozpatrzeć przykład działania systemu EDI (por. rysunek 2.1.). Partner A generuje dokument zamówienia do dostawcy (partner B) w swoim systemie informatycznym i zatwierdza jego wysłanie. Po dokonaniu tej czynności jego system informatyczny za pomocą oprogramowania translacyjnego dokonuje przekształcenia danych znajdujących się na dokumencie w komunikat elektronicznej wymiany danych. Dzięki zastosowanemu kanałowi komunikacyjnemu komunikat trafia do partnera B, którego oprogramowanie umożliwia przekształcenie komunikatu EDI w dokument zamówienia. Następnie pracownik partnera B dokonuje weryfikacji możliwości zrealizowania zamówienia. Jeśli partner B jest w stanie zrealizować zamówienie, jego pracownik potwierdza przyjęcie zlecenia w systemie informatycznym. Tym razem nie są generowane żadne dokumenty, a jedynie krótka wiadomość o przyjęciu zlecenia. Oprogramowanie translacyjne przekształca go w komunikat EDI i za pomocą kanału komunikacyjnego przesyła do partnera A. System informatyczny partnera A odbiera komunikat.

Jednocześnie po zatwierdzeniu przyjęcia zlecenia pracownik partnera B generuje elektroniczną fakturę sprzedażową i przesyła ją za pomocą systemu

¹¹ Por. A. Szmelter, *Jidoka jako przykład kaizenowskich technik minimalizacji kosztów logistycznych przedsiębiorstw produkcji masowej*, „Zeszyty Naukowe UG, Ekonomia Transportu i Logistyka. Modelowanie Procesów i Systemów Logistycznych” (cz. 12) 2013, nr 46, s. 149–158.

EDI do partnera A. Zamieniony na komunikat EDI dokument faktury przechodzi przez kanał komunikacyjny i jest odczytywany za pomocą oprogramowania partnera A. Cały proces jest możliwy do zrealizowania w krótkim czasie.



Rysunek 2.1. Schemat przepływu informacji w systemie EDI

Źródło: *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 103.

Gdyby system elektronicznej wymiany danych nie był wprowadzony w żadnym z przedsiębiorstw lub tylko w jednym z nich, proces ten nie może zostać zrealizowany. Wówczas wymiana informacji odbywała się za pomocą tradycyjnych kanałów komunikacyjnych, jak telefon czy e-mail. Dlatego też elektroniczna wymiana danych w znacznym stopniu ułatwia przepływ informacji, a także pośrednio przyspiesza proces przepływu dóbr materialnych.

Najważniejszymi elementami, na których trzeba się skupić w trakcie wyboru dostawcy rozwiązań EDI, są oprogramowanie translacyjne i kanał komunikacyjny. Oprogramowanie translacyjne „tłumaczy” komunikaty i dokumenty wygenerowane w danym systemie informatycznym na komunikaty EDI. Z kolei kanały komunikacyjne przekazują komunikaty od nadawcy do odbiorcy. Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje kanałów komunikacyjnych w tradycyjnych systemach EDI¹²:

- bezpośrednie połączenia telekomunikacyjne,
- prywatne sieci intranetowe,
- sieci wartości dodanej.

Bezpośrednie połączenia telekomunikacyjne są najprostszym rozwiązaniem i jednocześnie najbardziej efektywnym kosztowo, zwłaszcza w wypadku przesyłania dużych wolumenów danych. Niestety, bardzo często połączenia

¹² *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 101.

te charakteryzują się usterkowością, np. w sytuacji gdy w wymianie bierze udział wiele podmiotów. Wówczas kanały komunikacyjne ulegają chwilowym przeciążeniom.

Prywatne sieci intranetowe (huby) są przeznaczone dla niewielkich grup blisko ze sobą współpracujących partnerów. Odpowiedzialność za wsparcie techniczne spoczywa najczęściej na największym podmiocie należącym do grupy. To on zapewnia protokoły wymiany informacji. Każdy z partnerów otrzymuje dostęp do sieci i przeznaczonych dla niego funkcjonalności.

Sieci wartości dodanej (VAN – *Value Added Networks*) są zarządzane przez przedsiębiorstwa niebędące uczestnikami wymiany informacji w łańcuchach i sieciach dostaw. Zewnętrzny dostawca usługi powinien zapewnić klientom dostęp do oprogramowania translacyjnego, jednolite standardy przesyłu danych, wsparcie techniczne, wysoki poziom bezpieczeństwa oraz niezawodność zbudowanego systemu przepływu informacji. Każdy z klientów otrzymuje coś na kształt skrzynki pocztowej, w której są gromadzone komunikaty, wiadomości oraz dokumenty będące wynikiem przesyłania informacji za pomocą EDI. Bardzo często dostawcy VAN oferują również kontrolę przychodzących i wychodzących dokumentów, rozliczenia finansowe związane z korzystaniem z VAN-ów, raportowanie oraz śledzenie informacji. Wiele z nich integruje VAN z innymi rozwiązaniami informatycznymi¹³. VAN stanowią wydzielone sieci informatyczne zarządzane przez operatora, dzięki którym zachodzi przesyłanie informacji, w tym takich w postaci komunikatów EDI i EFT¹⁴. Korzystanie z tradycyjnych kanałów (sieci telekomunikacyjne, sieci prywatne, sieci wartości dodanej) staje się opłacalne tylko w wypadku przesyłania dużych ilości danych, dlatego w ostatnich latach znacznie wzrosło znaczenie internetu jako kanału komunikacyjnego. Można zatem uznać, że kanał komunikacyjny jest także kanałem logistycznym.

Sporym problemem w użytkowaniu systemów opartych na EDI jest niedojrzałość standardów¹⁵. Bardzo często zdarza się, że w danym łańcuchu dostaw funkcjonują systemy EDI oparte na kilku lub kilkunastu różnych

¹³ *Ibidem*, s. 102–103.

¹⁴ EFT (ang. *Electronic Funds Transfer*) – elektroniczny transfer funduszy, np. przelewów międzybankowych, przelewów dokonywanych ze stron internetowych przez pośredników (platformy płatnicze, kantory online), np. BLIK, eCard. Por. *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 177.

¹⁵ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 111.

standardach. Dodatkowo co kilka lat są publikowane ich aktualizacje. Niektóre przedsiębiorstwa dostosowują swoje systemy EDI do tych zmian, jednak nie jest to powszechną praktyką. Wówczas pojawiają się problemy w odpowiednim odczytywaniu przesyłanych danych i komunikacja traci swoją efektywność.

Komunikaty EDI są bardzo nieelastyczne. Istnieją ograniczenia w liczbie znaków, strukturze wiadomości, liczbie pozycji w danym komunikacie. Inną barierą, niewynikającą z samego charakteru elektronicznej wymiany danych, jest częsty brak zaangażowania całego łańcucha dostaw w system EDI. Zwykle małe podmioty wchodzące w skład łańcucha nie mogą sobie pozwolić na poniesienie wydatków na wdrożenie i późniejsze utrzymanie systemu, co obniża efektywność wymiany danych i informacji w całych łańcuchach¹⁶.

Standardowe komunikaty EDI można podzielić na transakcyjne, informacyjne, transportowe i finansowe¹⁷. Komunikaty transakcyjne są najczęściej stosowane w systemach EDI i mogą dotyczyć na przykład zamawiania towaru, rejestrowania zamówienia klienta, wystawiania zapytania ofertowego. Komunikaty informacyjne dotyczą danych „stałych”, np. takich jak cechy towaru, adres kontrahenta. Komunikaty transportowe znacznie ułatwiają proces dostawy (np. awizo dostawy). Komunikaty finansowe są niezbędne do obsługi przepływu środków pieniężnych, czyli na przykład realizacji płatności lub generowania zestawienia wypłat z konta przedsiębiorstwa.

W funkcjonowaniu przepływu informacji w ramach elektronicznej wymiany danych ważne jest również dostarczanie informacji odpowiednim adresatom. Przykładowo zamówienie od odbiorcy zawsze powinno trafić do działu sprzedaży, np. specjalisty ds. sprzedaży u jego dostawcy. Aby zrealizować tego typu przepływ, niezbędne jest wprowadzenie tzw. subadresowania (ang. *sub-addressing*), czyli dostarczania wiadomości z konkretnych grup funkcjonalnych do określonych adresatów. Odbywa się to dzięki ustaleniu identyfikatorów wszystkich możliwych odbiorców i przypisaniu do nich identyfikatorów wiadomości. W ten sposób system informatyczny dokonuje automatycznego przekazania komunikatu EDI do wcześniej określonego odbiorcy, co skraca czas przesyłania danych. Operacja rozdzielania strumienia komunikatów między odbiorców odbywa się zwykle w momencie przyjęcia komunikatu EDI przez przedsiębiorstwo adresata¹⁸. Wszystkie komunikaty

¹⁶ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 704.

¹⁷ *Kody kreskowe...*, s. 145.

¹⁸ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 108.

docierają do jego systemu informatycznego, który posiada funkcjonalność subadresowania. Zatem przydzielanie informacji docierających do przedsiębiorstwa odpowiednim działom, komórkom lub osobom odbywa się w momencie otrzymania komunikatu z zewnątrz.

Istnieje geograficzny podział stosowania standardów EDI, jednak obecnie za globalny standard uważa się UN/EDIFACT i jego pochodne, a X12 jest stosowany tylko w USA i Kanadzie. Jednakże istnieje również branżowy podział standardów, którego przykładami są m.in.¹⁹:

- SWIFT (bankowość),
- EDIFACT/EANCOM (transport, handel),
- ODETTE (motoryzacja).

Dla ułatwienia wymiany informacji i w celu zlikwidowania barier wynikających z obszerności standardu UN/EDIFACT opracowuje się podstandardy (substandardy). Jednym z nich jest EANCOM® stworzony przez organizację GS1. Został opracowany w celu ułatwienia wymiany handlowej (zarówno krajowej, jak i międzynarodowej) członkom systemu GS1. Komunikaty tego podstandardu umożliwiają dokumentowanie przebiegu transakcji, realizacji usługi transportowej oraz ich finansowe rozliczenie²⁰. Szacuje się, że obecnie 100 tys. przedsiębiorstw na całym świecie wykorzystuje standard EANCOM® w swojej działalności biznesowej²¹.

Większość rozwiązań w obszarze elektronicznej wymiany danych opiera się na metajęzyku XML. Język XML²² (ang. *eXtensible Markup Language*) oznacza „rozszerzalny język znaczników” i został zaprojektowany jako rozwiązanie służące do przesyłania informacji na dużą skalę. Wspomniana wymiana odbywa się głównie za pośrednictwem internetu, ale również tradycyjnych kanałów komunikacyjnych (sieci telekomunikacyjnych)²³. Określa się go jako metajęzyk, czyli język służący do opisu dowolnych, ustrukturyzowanych danych. Jest bardzo elastyczny, ponieważ nie ma ograniczeń co do liczby znaków i elementów opisujących informacje. Umożliwia przechowywanie różnych formatów danych (np. wideo), ale są one wyrażone za pomocą tekstu.

¹⁹ *Kody kreskowe...*, s. 148.

²⁰ *Ibidem*, s. 151.

²¹ *Ibidem*.

²² Twórcą języka XML jest World Wide Web Consortium (W3C). Szerzej na temat języka XML na stronach internetowych: *Extensible Markup Language (XML) 1.0*, <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210.html> (dostęp: 1.08.2019); *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*, <http://www.w3.org/TR/REC-xml/> (dostęp: 17.06.2020).

²³ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 115.

Język XML dzięki swojej elastyczności stwarza pewne problemy w funkcjonowaniu elektronicznej wymiany danych, jednak z drugiej strony umożliwia wypracowanie nowych standardów, np. GS1, UBL. Z racji charakteru zagadnień omawianych w tym opracowaniu warto się bliżej przyjrzeć standardowi GS1 XML, który w znaczącym stopniu współpracuje z EANCOM®. Jeśli przedsiębiorstwo z jakichś powodów nie wdrożyło dotąd standardowych rozwiązań EDI, może się zdecydować właśnie na GS1 XML. Alternatywą jest też wybór eCom, czyli kompilacji GS1 i EANCOM®²⁴. Trzeba przy tym pamiętać, że tradycyjne systemy EDI powoli ustępują miejsca rozwiązaniom opartym na metajęzyku XML ze względu na jego elastyczność, taniość, dostępność, niezależność od dostawców oprogramowania i łatwość w zrozumieniu przekazu.

2.3. Web-EDI

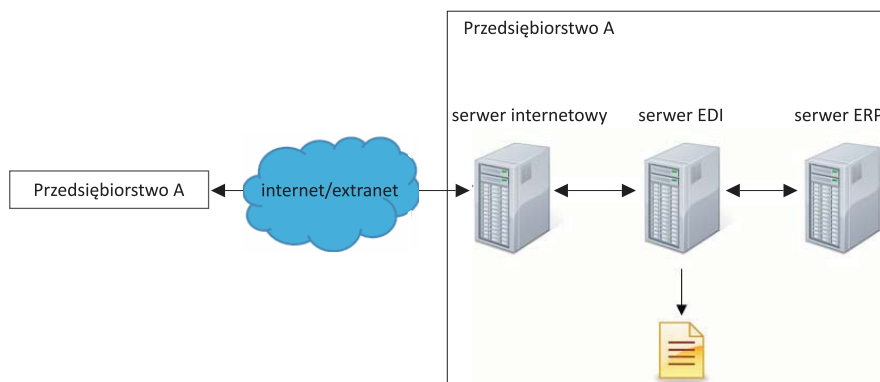
Internet jest znacznie tańszym i bardziej efektywnym kanałem komunikacji niż tradycyjne sieci. Nadal bezpieczeństwo przesyłania danych jest dość niskie, jednak rozwiązania w zakresie jego poprawy bardzo szybko ewoluują. Z globalnej sieci wydziela się podsieci extranetowe²⁵, które cechują się dużą efektywnością działania i niskimi kosztami utrzymania. Właściwie do ich obsługi niezbędny jest wyłącznie dostęp do internetu. Umożliwia to pokonanie jednej z omówionych wcześniej barier w stosowaniu EDI w całych łańcuchach dostaw, ponieważ niemal każdy przedsiębiorca ma taki dostęp. Co za tym idzie, niski poziom wymaganego zaangażowania finansowego w realizację elektronicznej wymiany danych sprzyja angażowaniu się w nią małych i średnich przedsiębiorstw. Co więcej, dostęp do ogólnosiwiatowej sieci umożliwia prowadzenie wymiany danych z kontrahentami rozproszonymi geograficznie. Takie systemy określa się mianem Web-EDI (aplikacji webowych).

Jeśli dane przedsiębiorstwo prowadzi handel z podmiotami, które nie wdrożyły EDI, może im zaoferować rozwiązanie umożliwiające korzystanie z elektronicznej wymiany danych. Wystarczy, że utworzy sieć typu extranet, do której będą się logować jego kontrahenci. W takiej sieci, dostępnej pod konkretnym adresem strony internetowej, umieszcza się formularze dokumentów przetwarzanych później na komunikaty EDI, przekazywane do

²⁴ *Kody kreskowe...*, s. 154.

²⁵ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 112.

odpowiedniego systemu, który je odczytuje i przekazuje do odpowiedniej komórki w przedsiębiorstwie (por. rysunek 2.2.). Oczywiście, przedsiębiorstwo, do którego należy portal internetowy, jest zobowiązane do zapewnienia bezpieczeństwa przeprowadzanych w nim operacji i opieki technicznej nad sprawnością działania mechanizmów elektronicznej wymiany danych. W wielu przypadkach także wiadomości e-mail są kodowane i przekształcane w komunikaty EDI.



Rysunek 2.2. Schemat działania systemu Web-EDI

Źródło: *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 112.

Przy wyborze tego typu rozwiązania trzeba zwrócić szczególną uwagę na kilka kwestii. Przede wszystkim interfejs użytkownika powinien być, jak w wypadku wszystkich rozwiązań informatycznych, intuicyjny i czytelny, a klient stosujący rozwiązanie powinien otrzymać możliwość jego personalizowania i przydzielania uprawnień poszczególnym grupom pracowników. Dodatkowo ważne jest zapewnienie takich funkcji, jak możliwość otrzymywania, odczytywania i podglądu dokumentów, tworzenia dokumentów na bazie już otrzymanych, śledzenie statusów dokumentów, ich wydruku, pobrania z portalu internetowego i załadowania na portal z przestrzeni dyskowej. Bardzo popularnym rozwiązaniem jest powiadamianie e-mailem, wyskakującą notatką (pop-up) lub SMS-em o zarejestrowaniu na przykład nowego zlecenia lub otrzymania dokumentu w systemie Web-EDI²⁶.

²⁶ *Ibidem*, s. 113.

Często takie portale są elementem głównej strony internetowej przedsiębiorstwa, na której znajduje się odnośnik do portalu EDI. Dzięki temu podmiot może informować kontrahentów o aktualnie prowadzonych akcjach marketingowych. Dużym atutem Web-EDI są małe wymagania techniczne wobec kontrahentów organizacji, która prowadzi sieć extranet. Takie podmioty współpracujące muszą jedynie mieć dostęp do internetu oraz przeglądarki stron WWW. Nie zawsze też przedsiębiorstwo samodzielnie nadzoruje elektroniczną wymianę danych. Bardzo powszechne jest korzystanie z outsourcingu tych rozwiązań²⁷. Przykładem takiego rozwiązania są rozwijające się dynamicznie w ostatnim czasie portale B2B, w większości zbudowane na bazie języka XML.

Jednym z przykładów Web-EDI są usługi sieciowe. Powstanie usług sieciowych można datować na okres, w którym internet zaczął pełnić funkcję kanału komunikacyjnego w elektronicznej wymianie danych. Ich główną zaletą jest interoperacyjność, czyli zdolność do komunikowania ze sobą systemów informacyjnych, w których stosuje się różne standardy wymiany informacji, systemy operacyjne i informatyczne. Jest to wynik stosowania elastycznego metajęzyka XML i wspierania się innymi standardami internetowymi (np. SOAP). W wymianie informacji za pomocą usług sieciowych biorą udział: dostawca, broker i klient.

Przeznaczeniem usług sieciowych jest rozwijanie samosterowania systemów informacyjnych, czyli komunikacji komputer (klient) – komputer (dostawca), jednak istnieje możliwość włączenia do nich człowieka jako inicjatora komunikacji²⁸. Docelowo klientem w wypadku usług sieciowych powinien być system informatyczny, który wysyła komunikat z żądaniem (np. rezerwacji towaru) lub zapytaniem (np. o cenę dobra). W odpowiedzi otrzymuje komunikat od dostawcy z informacją zwrotną (czy spełnienie żądania zakończyło się sukcesem, czy udało się wygenerować odpowiedź na zapytanie i jaka jest jej treść). Dostawcą w tym modelu jest serwer usług sieciowych. Broker z kolei jest odpowiedzialny za udzielanie informacji klientowi, gdzie uzyska usługę zgodną z jego żądaniami, oraz określa podstawowe parametry usług sieciowych²⁹.

²⁷ M. Czerwiec, *Informatyczne wspomaganie śledzenia towaru w przedsiębiorstwie w celu spełnienia postulatów traceability w łańcuchu dostaw (w:) Informatyczne narzędzia...*, s. 57.

²⁸ A. Szmelter, H. Woźniak, *Samosterowanie jako początek nowego trendu w logistyce*, „Logistyka” 2014, nr 1, s. 16–17.

²⁹ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 128–130.

Usługi sieciowe będą się stale rozwijać, głównie dzięki rosnącemu zainteresowaniu internetem jako głównym kanałem komunikacyjnym w systemach EDI. Umożliwiają automatyzację wymiany danych, pozwalają na komunikację różnych aplikacji opartych na innych standardach, a dodatkowo są elastyczne i tanie. Dostawcy rozwiązań informatycznych zawierają w swoich nowych produktach moduły usług sieciowych, co sprzyja usprawnieniu komunikacji między nimi. Tym samym determinują powstanie nowych modeli biznesu oraz uelastyczniają już istniejące modele łańcuchów dostaw.

3. Charakterystyka systemów klasy ERP

Usprawnienia w użytkowaniu systemów ERP
wynikają z usprawnień w procesach biznesowych.
Stephen Harwood

3.1. Wprowadzenie

Systemy klasy ERP są obecnie jednymi z najczęściej wykorzystywanych rozwiązań informatycznych ze względu na swój kompleksowy charakter. Obejmują gospodarowanie wszystkimi rodzajami zasobów w organizacji, ułatwiają wewnętrzną komunikację i wymianę danych z podmiotami zewnętrznymi. Systemy te znacząco wspomagają planowanie i wdrażanie działań logistycznych w przedsiębiorstwach produkujących wyroby o złożonej strukturze i oferowanych w wielu wariantach (multiwariantowość)¹.

Systemy ERP są określane jako „systemy optymalizujące wewnętrzne i zewnętrzne procesy biznesowe (w otoczeniu przedsiębiorstwa) poprzez oferowanie gotowych narzędzi pozwalających automatyzować wymianę danych

¹ S. Serdarasan, *A Review of Supply Chain Complexity Drivers*, „Proceeding of the 41st International Conference on Computers & Industrial Engineering” 2013, Vol. 66, No. 3, s. 792; A. Lechner, K. Klingebiel, A. Wagenitz, *Evaluation of Product Variant-driven Complexity Costs and Performance Impacts in the Automotive Logistics with Variety-driven Activity-based Costing*, „Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists” 2011, Vol. 2, s. 2.

w całym łańcuchu logistycznym”². Ponadto umożliwiają śledzenie powstania wartości dodanej, modyfikację modelu zarządzania i analizę kosztów na każdym etapie obsługi logistycznej procesu wytwarzania produktu gotowego o charakterze materialnym lub niematerialnym³. *Słownik terminologii logistycznej* określa je jako „wielomodułowe systemy informatyczne służące do wspomaganie zarządzania szeroką grupą działań realizowanych w przedsiębiorstwie”: gromadzenia danych, planowania produkcji, magazynowania, zarządzania zapasami, zaopatrzenia, kontaktów z klientami, realizacji dostaw, księgowości, finansów i zarządzania zasobami ludzkimi⁴.

Oczywiście, systemy klasy ERP jako klasyczny przykład zintegrowanych systemów informatycznych mają budowę modułową. Często dostawcy tego oprogramowania podkreślają, że jego zaletą jest elastyczność i możliwość dopasowania do potrzeb klienta⁵. Każdy z modułów jest oddzielnym programem, który może być „podłączony” do głównej bazy danych i wykonywać w niej operacje, tworząc nowe i modyfikując istniejące rekordy. Trzeba przy tym pamiętać, że niektóre moduły są obowiązkowe do wdrożenia (np. moduły administracyjne, które mają słownik z określeniami podstawowych pojęć stosowanych w całej aplikacji). Jest to duża zaleta tych systemów, ponieważ podmiot wdrażający nie płaci za cały pakiet dostępnych modułów, a tylko za te, których rzeczywiście będzie używał. Jest to bardzo dobre rozwiązanie zwłaszcza dla przedsiębiorstw, które nie prowadzą działalności produkcyjnej, ale na przykład wyłącznie handlową lub usługową. W wypadku hurtowni określonego rodzaju towarów istnieją tylko dwie sfery obsługiwane przez logistykę: zaopatrzenie i dystrybucja. Nie ma więc potrzeby, aby implementować moduły produkcyjne w oprogramowaniu dla takiego przedsiębiorstwa. Tę cechę systemów ERP określa się niekiedy mianem dynamicznej konfiguracji⁶.

² J. Korczak, K. Kijewska, *Automatyczna identyfikacja w logistyce – szanse i zagrożenia* (w:) *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, red. R. Knosala, PTZP, Opole 2009, s. 35.

³ C. Moller, *ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems?*, „Journal of Enterprise Information Management” 2005, Vol. 18, No. 4, s. 485.

⁴ *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 136.

⁵ L.D. Galindo, *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim 2016, s. 25.

⁶ Por. *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 59–60.

3.2. Rozwój systemów klasy ERP

Systemy klasy ERP rozwijające się najdynamiczniej w latach 90. XX wieku z czasem przeszły metamorfozę spowodowaną koniecznością dostosowania ich zasięgu działania do konkurencji między łańcuchami dostaw. Wraz z rozwojem internetu i logistyki informacji powstała nowa generacja oprogramowania – ERP II⁷. Podobnie jak ERP I, system ERP II jest zbiorem aplikacji, które umożliwiają sterowanie procesami operacyjnymi wewnątrz podmiotu oraz między nim a innymi w łańcuchach dostaw. Większość systemów klasy ERP funkcjonująca w dzisiejszych dużych przedsiębiorstwach to generacja ERP II.

Powodem wspomnianych zmian był fakt, że komunikacja przez internet okazała się znacznie tańsza niż ta realizowana tradycyjnymi kanałami elektronicznymi. Wprowadzono elektroniczną wymianę ofert, składanie zamówień zakupowych (ang. *e-procurement*, *e-purchasing*), faktur (ang. *e-billing*) i realizację płatności (ang. *e-payment*). Dużym postępowaniem w obsłudze przepływu dokumentacji było stworzenie podpisu elektronicznego. Cechą charakterystyczną ERP II jest otwarta architektura, która umożliwia łatwą integrację z innymi systemami i aplikacjami⁸. ERP I zostały bowiem wzbogacone przez elementy systemów do zarządzania łańcuchami dostaw (ang. *Supply Chain Management* – SCM), takich jak wspólne planowanie i sterowanie procesami przez uczestników łańcucha. Kooperanci przez współdzielenie danych mogą dostosowywać swoje działania do tych odbywających się w innej części sieci dostaw⁹.

Systemy ERP II – oprócz standardowych elementów (modułów), które występują w klasycznych systemach ERP – mogą zawierać portale korporacyjne, rozwiązania mobilne, sklepy internetowe oraz systemy aukcyjne¹⁰.

Portale korporacyjne, inaczej korporacyjne serwisy internetowe, umożliwiają logowanie się interesariuszy i na przykład pobieranie raportów. Dostęp do konkretnych danych, niezbędnych do podejmowania decyzji, jest zapewniony

⁷ Czasem określane również jako XRP, czyli *eXtended Resource Planning Systems*. Por. B. Clegg, Y. Wan, *Managing enterprises and ERP systems: a contingency model for the enterprization of operations*, „International Journal of Operations & Production Management” 2013, Vol. 33, No. 11–12, s. 1460.

⁸ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 66.

⁹ R.C. Beatty, C.D. Williams, *ERP II: best practices for successfully implementing an ERP Upgrade*, „Communications of the ACM” 2006 (March), Vol. 49, No. 3, s. 106.

¹⁰ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 80.

dla każdego typu użytkowników. Logując się do systemu za pomocą strony internetowej, dana osoba uzyskuje dostęp do wybranych danych, w zależności do statusu nadanego użytkownikowi¹¹. Portal korporacyjny może zawierać w sobie sklep internetowy, dostępny za pomocą logowania lub czasem bez konieczności logowania się użytkownika. Portal i sklep mogą też funkcjonować oddzielnie, np. pod innym adresem strony internetowej. Podobnie jest w wypadku giełd i aukcji. Rozwiązania mobilne są to technologie oparte na sieciach bezprzewodowych, palmtopach, laptopach, tabletach, smartfonach i innych urządzeniach przenośnych, najbardziej popularnych wśród przedstawicieli handlowych.

Często systemy ERP II mają wbudowany moduł lub zintegrowane oprogramowanie PRM (ang. *Partner Relationship Management*) oraz podsystem strategicznego zarządzania organizacją (ang. *Strategic Enterprise Management* – SEM), który występuje w wypadku dużych podmiotów. Przede wszystkim jego zadaniem jest monitorowanie procesu konsolidacji finansowej, planowania strategicznego, realizacji inwestycji kapitałowych.

Często mówi się o rozszerzonych przedsiębiorstwach lub wirtualnej integracji przedsiębiorstw w kontekście korzystania z systemów ERP II. W łańcuchu dostaw funkcjonuje określona liczba kooperantów, którzy dążą do tego samego celu. Informacje, które wiążą się z ich wzajemnymi relacjami, trafiają do jednego miejsca, do czegoś o charakterze głównej bazy danych – rdzeniowego portalu wiedzy¹². Jedynymi elementami wiążącymi przedsiębiorstwa są porozumienia i umowy. Każde z nich zachowuje swoją odrębność organizacyjną, własne centrum zarządzania i obsługi informatycznej¹³. Zwykle takie rozszerzone przedsiębiorstwo składa się z dostawców materiałów, dostawców usług (np. marketingowych, logistycznych, transportowych), producentów i klientów. Dlatego też wprowadza się nowe rozwiązania w zakresie technologii ICT w łańcuchach dostaw w celu usprawnienia przepływu informacji.

Systemy klasy ERP I i ERP II pozwalają na przeprowadzenie integracji biznesowej. W systemach, które były ich poprzednikami (MRP I, MRP II), dochodziło do integracji na poziomie danych (wymiana danych, uruchamianie

¹¹ *Strategie i modele gospodarki elektronicznej*, red. C.M. Olszak, E. Ziemia, PWN, Warszawa 2007, s. 346.

¹² P. Addison, *ERP II offers supply chain benefits for SMEs*, „Manufacturers’ Monthly” 2004 (May), Iss. 5, s. 30.

¹³ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 99.

procedur, np. zakupu) i informacji (współdziałanie różnych aplikacji korzystających z tej samej bazy danych). W wypadku systemów ERP i ERP II integracja zachodzi na poziomie wiedzy (podejmowanie decyzji)¹⁴. Według Tomasza Parysa jest to integracja przetwarzania informacji gospodarczej i rozumie się ją jako „działania zmniejszające lukę między systemem informacyjnym a systemem zarządzania”. Wynika to z faktu różnej dynamiki rozwoju tych dwóch systemów¹⁵.

System klasy ERP II ma tzw. inteligencję systemową, czyli jest silnie zorientowany na budowanie relacji z klientami oraz ze współczłonkami łańcuchów dostaw¹⁶. Dlatego też moduł sprzedaży i dystrybucji rozbudowano w nim do rozmiarów oprogramowania CRM (ang. *Customer Relationship Management*), a tzw. moduł logistyczny dotyczący zaopatrzenia pozwala na integrację z partnerami biznesowymi analogicznie jak rozwiązania typu SCM. Należy więc zaznaczyć, że nadal to zarządzanie zasobami jest głównym zadaniem ERP II, ale poszerzył się zasięg oddziaływania tego zarządzania – z jednego przedsiębiorstwa do wielu¹⁷. Poza tym wprowadzono (w ograniczonym zakresie) śledzenie dóbr w łańcuchu dostaw (ang. *tracking*), ich identyfikowalność (ang. *traceability*), zarządzanie cyklem życia produktu (ang. *Product Lifecycle Management*), zarządzanie aktywami (ang. *Enterprise Asset Management*), w tym planowanie strategiczne i zarządzanie inwestycjami. Wiąże się to z koniecznością analizy ogromnej ilości danych, dlatego systemy ERP II są wspomagane przez hurtownie danych oraz aplikacje typu *Business Intelligence*¹⁸, np. SAP ERP może zostać rozszerzony o rozwiązania SAP Crystal Reports lub SAP Business Warehouse. Zamiana tradycyjnego oprogramowania ERP I na systemy ERP II będzie następowała głównie wtedy, gdy przedsiębiorstwa zdecydują się na wirtualizację działalności gospodarczej i rozpoczęcie na przykład własnej sprzedaży internetowej. Wykorzystanie koncepcji cloud computingu w funkcjonowaniu systemów informacyjnych organizacji skupionych w łańcuchach dostaw poskutkowało powstaniem pojęcia wirtualnych ERP (ang. *virtual ERP – VERP*)¹⁹.

¹⁴ S.C.L. Koh, A. Gunasekaran, D. Rajkumar, *ERP II: The involvement, benefits and impediments of collaborative information sharing*, „International Journal of Production Economics” 2008, Vol. 113, s. 248.

¹⁵ T. Parys, *System ERP II najwyższą formą...*, s. 3–4.

¹⁶ C. Moller, *ERP II: a conceptual framework...*, s. 492–493.

¹⁷ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 10.

¹⁸ Por. A. Szmelter, *Business Intelligence...*, s. 127–142.

¹⁹ B. Clegg, Y. Wan, *Managing enterprises and ERP systems...*, s. 1460.

Oprócz tego, że systemy ERP I ewoluowały w systemy ERP II, w literaturze można się spotkać z innymi pochodnymi tych aplikacji, których krótka charakterystykę przedstawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Nurty w ewolucji systemów klasy ERP

Nurt	Opis
EERP (<i>Extended ERP</i> , rozszerzone ERP)	Systemy o zwiększonym zakresie działania, zwykle rozbudowany o inne obszary niż te, które są obsługiwane przez tradycyjne ERP. Rozszerzenie polega na integracji ERP z takimi systemami, jak CRM, PLM, SRM.
eERP (<i>Electronic ERP</i> , elektroniczne ERP)	Systemy ERP powiązane z gospodarką sieciową (e-biznes), obejmujące rozwiązania oparte na wykorzystaniu internetu, np. platformy B2B, systemy typu <i>e-procurement</i> .
@ERP (<i>Active ERP</i> , aktywne ERP)	Systemy mające luźną, otwartą, łatwo zmienialną architekturę, ulegające ciągłemu doskonaleniu celem spłaszczenia struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa, skróceniu przepływu informacji i likwidacji innych barier.
IERP (<i>Intelligent ERP</i> , inteligentne ERP)	Systemy skupione w większym stopniu na analizie procesów, doradztwie w zakresie podejmowania decyzji na podstawie danych, realizujące koncepcje organizacji samouczącej się i przedsiębiorstwa inteligentnego. Wykorzystują narzędzia BI (ang. <i>Business Intelligence</i>), hurtownie danych itp.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 82.

W literaturze pojawiają się także wzmianki o kolejnych etapach ewolucji klasycznego ERP. Ben Clegg i Yi Wan prezentują systemy ERP III, które są „elastycznymi systemami informatycznymi opartymi na technologii webowej (internetowej), które umożliwiają przedsiębiorstwom oferowanie [partnerom] wysokiego poziomu integracji, współpracy oraz dynamizmu poprzez zwiększenie funkcjonalnego zakresu działań i ich skalowalności”²⁰. Nieco inaczej ERP III definiuje Bill Wood. Opisuje je jako rozszerzone organizacje, w których przedsiębiorstwa współpracują ze sobą przez wiele

²⁰ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 10.

kanałów komunikacji, m.in. bezpośredni kontakt i media społecznościowe, co umożliwiłszy szybszą i bardziej efektywną kooperację²¹.

Oprogramowanie ERP III powinno być oparte na koncepcji DDMRP oraz jej wariantach. DDMRP (ang. *Demand Driven MRP*) wykorzystuje głównie koncepcję logistyki ciągnięcia (ang. *pull logistics*), czyli planowania zapotrzebowania materiałowego na bazie popytu, determinującego wielkości zapasów i buforów, które powinny być „ruchome”, tj. możliwe do przeniesienia między okresami rozliczeniowymi lub lokalizacjami zapasów (przesunięcia wewnątrz magazynu i pomiędzy magazynami)²². System informatyczny klasy ERP jest wykorzystywany do ciągłego informowania o wielkości popytu, aktualizacji prognoz sprzedaży oraz buforów, które powinny być utrzymywane na czas realizacji dostawy. Bufory te są wyznaczane przez planistów zapasów jako procentowe wartości zapotrzebowania brutto.

CDDMRP (ang. *Continuous Demand Driven MRP*) oznacza planowanie zapotrzebowania materiałowego na podstawie ciągłego (tym samym przewidywalnego) popytu i jest przeciwieństwem koncepcji VDDMRP (ang. *Variable Demand Driven MRP*), czyli planowania zapotrzebowania materiałowego na podstawie zmiennego (nieprzewidywalnego) popytu. CDDMRP jest stosowany głównie w wypadku produkcji masowej i jego najważniejszym elementem jest planowanie buforów czasu oczekiwania na podstawie struktury produktu (ang. *Bill of Materials* – BOM) i głównego harmonogramu produkcji (ang. *Master Production Schedule* – MPS). Produkcja masowa często opiera się na koncepcji produkcji na zapas (ang. *Build-to-Stock* – BTS), więc jest prowadzona na podstawie prognozy sprzedaży, a nie bieżącego zamówienia. Dzięki systemowi ERP, który dostarcza zmienne do planowania, proces ten jest możliwy do przeprowadzenia. Zmienia się tu również tradycyjna rola planisty, który staje się koordynatorem przepływu materiałów²³.

Koncepcja VDDMRP jest znacznie trudniejsza do wdrożenia, gdyż opiera się na wielu niewiadomych i różnego rodzaju ryzyku. Szczególnym utrudnieniem jest fakt bazowania na zamówieniach (strategia produkcji na zamówienie, ang. *Build-to-Order* – BTO), czyli bycie przygotowanym na wiele możliwości

²¹ B. Wood, *ERP vs ERP II vs ERP III future enterprise applications*, <http://www.r3now.com/erp-vs-erp-ii-vs-erp-iii-future-enterprise-applications> (dostęp: 17.06.2020).

²² H.O. Günther, H. Tempelmeier, *Produktion und Logistik...*, s. 316.

²³ *Zintegrowane Systemy Zarządzania ERP...*, s. 82.

i dynamicznych zmian w krótkim czasie²⁴. Złożony algorytm, z którego korzysta, często przy skomplikowanej strukturze i wielowariantowości produktu (np. samochodów, pralek automatycznych, komputerów), przyczynia się do powstania barier ze strony pracowników przedsiębiorstw, którzy niechętnie podchodzą do zmian w sposobie zarządzania zaopatrzeniem²⁵.

Coraz więcej funkcji w systemach ERP udostępnia się na urządzeniach mobilnych. Właśnie mobilność współczesnych systemów ERP jest jednym z najsilniejszych trendów na rynku oprogramowania dla biznesu. Wiąże się to ze zmianami w zaopatrzeniu informacyjnym nie tylko zauważanymi w życiu gospodarczym, ale i społecznym. Chodzi tu o trend SoLoMo (ang. *Social, Local, Mobile*), czyli o dostęp do danych niemal w każdym miejscu i o każdej porze²⁶.

Aplikacje zainstalowane na urządzeniach mobilnych powinny być zintegrowane z oprogramowaniem transakcyjnym (np. ERP) i analitycznym (np. ang. *Business Intelligence* – BI). Najczęściej rozwiązania te stosuje się w takich obszarach logistycznej obsługi systemu informacyjnego organizacji, jak sprzedaż, dystrybucja, zarządzanie magazynem i przy produkcji zgodnej z koncepcją *Engineered to Order* (produkcji na podstawie projektu tworzonego od zera). W przypadku tradycyjnej produkcji, zwłaszcza produkcji przemysłowej, również stosuje się mobilne moduły ERP, głównie jako element wspierający pracę linii produkcyjnej²⁷.

Jednak zastosowanie urządzeń mobilnych w użytkowaniu systemów ERP nie zawsze jest zasadne. Nie sprawdzi się to nigdy w wypadku operacji polegających na wprowadzaniu dużej liczby danych. Dlatego też takie sfery funkcjonalne w systemie zaopatrzenia informacyjnego, jak finanse i księgowość, projektowanie produktów czy harmonogramowanie produkcji będą realizowane stacjonarnie. Tego typu czynności wymagają dostępu do dużego

²⁴ T. Staeblein, K. Aoki, *Planning and scheduling in the automotive industry: A comparison of industrial practice at German and Japanese makers*, „International Journal of Production Economics” 2015, Vol. 162, s. 271.

²⁵ A. Smirnov, N. Shilov, A. Kashevnik, *Analysing Supply Chain Complexity via Agent-Based Negotiation* (w:) *Complexity Management in Supply Chains. Concepts, Tools and Methods*, eds. T. Blecker, W. Kersten, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2006, s. 51.

²⁶ Y.C. Lee, *Comparing factors affecting attitudes toward LBA and SoLoMo advertising*, „Information Systems & e-Business Management” 2018, Vol. 16, Iss. 2, s. 357–381; H.L. Yang, R.X. Lin, *Determinants of the intention to continue use of SoLoMo services: Consumption values and the moderating effects of overloads*, „Computers in Human Behavior” 2017, Vol. 73, s. 583–595.

²⁷ *Rośnie zapotrzebowanie na mobilne ERP*, „Computerworld”, 27.08.2014, s. 24–25.

monitora oraz baz danych, których obsługa byłaby niemożliwa na małych wyświetlaczach urządzeń mobilnych lub sprawiałaby wiele trudności.

Ponieważ internet pełni dziś ważną funkcję w realizacji procesów gospodarczych, nie można nie wspomnieć o jego roli w funkcjonowaniu systemów klasy ERP. Pierwotnie systemy te nie były nastawione na działanie za pomocą internetu i do niedawna stanowiły jedynie pomocniczy kanał komunikacji, zintegrowany w systemem ERP. Dziś wiele przedsiębiorstw korzysta z rozwiązań „w chmurze” (ang. *cloud computing*), czyli nie buduje własnej infrastruktury informatycznej, ale wynajmuje przestrzeń i moce przerobowe na dyskach dostawcy usługi, który najczęściej dostarcza mu również oprogramowanie klasy ERP. Wygoda takiego rozwiązania polega na tym, że z systemu klasy ERP można skorzystać w każdym miejscu na świecie, w którym występuje dostęp do internetu. Jedynym ograniczeniem dla użytkownika jest znajomość loginu i hasła do systemu. Wówczas, tak samo jak w wypadku tradycyjnych systemów ERP, użytkownik może wykonywać jedynie te funkcje, które zostały przypisane przez administratora jako transakcje możliwe do wykonania na jego stanowisku pracy²⁸. Ponadto jeśli nawet system ERP występuje lokalnie i korzystający z niego podmiot zbudował i eksploatuje infrastrukturę informatyczną, często systemy te są połączone z innymi aplikacjami, które działają na podstawie internetu. Są to m.in. platformy B2B, na których odbiorcy logują się i składają zamówienia online, później wczytywane przez lokalnie działający system ERP jako oddzielna kategoria zamówień, czyli na przykład „zamówienia online”²⁹. W ten sposób można dywersyfikować sposoby składania zamówień, pozostawiając możliwość złożenia zamówienia telefonicznie, mailem, przez interfejsy EDI oraz internet. Oczywiście, takie działania niosą ze sobą zmiany w innych sferach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Wielokanałowość komunikacji z klientami sprawia, że procesy dystrybucyjne muszą być lepiej skoordynowane niż w wypadku komunikacji jednokanałowej, co po raz kolejny odwołuje się do zasad projektowania i wdrażania koncepcji logistyki informacji³⁰.

²⁸ R.C. Beatty, C.D. Williams, *ERP II: best practice...*, s. 107.

²⁹ Działalność o takim charakterze jest opisywana przez dziedzinę wiedzy e-biznes lub e-gospodarka.

³⁰ D. Weiland, *Logistyka informacji jako...*, s. 99.

3.3. Cechy systemów ERP

Mimo że systemy klasy ERP opisuje się już często jako systemy nieco przestarzałe, należy pamiętać, że nadal stanowią podstawę budowania systemu zaopatrzenia informacyjnego organizacji. Zwykle są najważniejszym jego elementem, „bazą” dla innego oprogramowania, które wspomaga realizację procesów biznesowych nieobsługiwanych przez klasyczne systemy ERP³¹, np. dla oprogramowania Business Intelligence albo tzw. wież kontrolnych łańcucha dostaw (ang. *control towers*). Mimo że istnieją już inne rozwiązania, które odpowiadają na współczesne potrzeby informacyjne różnego rodzaju organizacji, nie wolno zapominać o zaletach systemów ERP, które stanowią narzędzie wspierające realizację podejścia procesowego w organizacji.

Przede wszystkim podmiot z wdrożonym ERP realizuje politykę organizacji opartej na przepływie informacji. Wielokrotnie już podkreślano, że informacja w dobie szybko transformujących się rynków stanowi najważniejszy zasób w ujęciu logistyki i tylko dzięki jej szybkiemu pozyskaniu jest możliwe budowanie trwałej przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw, m.in. przez zarządzanie innymi rodzajami zasobów. Informacja jest obecna nie tylko w komunikowaniu się podmiotu z interesariuszami, ale również w stymulacji wewnętrznych procesów o charakterze zarówno strategicznym, jak i operacyjnym³².

W związku z tym, że systemy klasy ERP obsługują przede wszystkim wewnętrzny przepływ informacji, pozwalają na postrzeganie przedsiębiorstw jako podmiotów globalnych. Aplikacje te umożliwiają planowanie działalności wielu jednostek organizacyjnych, rozproszonych na dużej powierzchni i zróżnicowanych pod względem profilu działalności. Oczywiście, nie każda z tych jednostek musi realizować te same procesy biznesowe, istnieje wiele grup kapitałowych, które mają oddzielne jednostki zaopatrzeniowe, produkcyjne i dystrybucyjne, funkcjonujące pod względem ekonomicznym i prawnym jako odrębne podmioty, w różnych lokalizacjach, jednak nadal uzależnione kapitałowo od podmiotu dominującego w ramach koncernu czy holdingu. Systemy klasy ERP przez interfejsy EDI (elektronicznej wymiany danych) umożliwiają komunikowanie się różnych jednostek tej samej

³¹ M.M. Hossain, M.A. Jahed, *Factors influencing on the adjustment of ERP system during implementation*, „Global Management Review” 2010, Vol. 4, No. 3, s. 60.

³² D. Weiland, *Logistyka informacji jako...*, s. 98.

korporacji w celu planowania działań i ich koordynacji w ramach rozproszonych sieci biznesowych³³. Tym samym pozwalają na odzwierciedlenie złożonej, ale jednocześnie zintegrowanej natury przedsiębiorstw. Ponadto umożliwiają na całościowe spojrzenie na podmiot, w którym są użytkowane, a nie skupiają się wyłącznie na funkcjonowaniu poszczególnych działów, nie koordynując ich z pozostałymi, jak dzieje się to w wypadku niezintegrowanych (wyspowych) systemów informatycznych.

Ważnym elementem wdrażania metodologii MRP II i systemów ERP jest modelowanie podejścia procesowego w organizacji³⁴. W logistyce wcześniej było popularne spojrzenie na podmiot z punktu widzenia funkcji. W tym tradycyjnym podejściu skupiano się na działaniu poszczególnych jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa (np. działu finansowego, działu zaopatrzenia, działu marketingu), usprawniając ich funkcjonowanie miejscowo, jednak nie zajmując się wcale ich relacjami z innymi jednostkami. W wypadku podejścia procesowego, które jest realizowane dzięki systemom ERP, analizie i optymalizacji podlegają procesy biznesowe, często wykorzystywane przez więcej niż jedną jednostkę organizacyjną. Elementy systemu logistycznego, w tym systemu informacyjnego, stanowią „system naczyń połączonych”, jeden „organizm”, który musi całościowo dobrze funkcjonować. Jeśli jeden z elementów jest uszkodzony, działa to na niekorzyść dla innych, mimo że działają prawidłowo. Na przykład proces dostawy jest realizowany przez dział zaopatrzenia (złożenie zamówienia do dostawcy), magazyn (przyjęcie dostawy) i dział finansowy (realizacja płatności dla dostawcy). Gdyby magazyn nie mógł przyjąć dostawy, proces ten – mimo poprawnego funkcjonowania działu zaopatrzenia oraz działu finansowego – nie mógłby zaistnieć. W każdej organizacji, bez względu na jej profil działalności, występują procesy, które nie są realizowane wyłącznie w jednym dziale czy w jednej komórce, dlatego też należy się skupiać na ich doskonaleniu, a nie na rozpatrywaniu wyłącznie ich wycinka realizowanego w danym dziale. Skupienie się na procesach gwarantuje szybką reakcję na zmiany otoczenia, dlatego też wspomaganie realizacji podejścia procesowego w organizacji należy uważać

³³ M.M. Hossain, M.A. Jahed, *Factors influencing on...*, s. 58.

³⁴ A. Gawrońska, *The role of the process-based approach in shaping the logistics of e-services in hospitals*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, z. 128, s. 100–101.

za dużą zaletę oprogramowania ERP³⁵. Główne procesy realizowane w systemach ERP to przede wszystkim³⁶:

- proces realizacji sprzedaży i dystrybucji (ang. *Order-to Cash, Quote-to-Cash*),
- proces zaopatrzenia (ang. *Procure-to-Pay*),
- proces zatrudniania (ang. *Hire-to-Retire*),
- proces rozwoju produktu (ang. *Idea-to-Market; Idea-to-Offering*),
- proces pozyskania i zarządzania aktywami (ang. *Acquire-to-Retire*),
- proces planowania i realizacji produkcji (ang. *Plan-to-Produce*),
- proces zarządzania danymi (ang. *Record-to-Report*),
- proces zarządzania magazynem i zapasami (ang. *Plan-to-Inventory*),
- proces planowania sprzedaży (ang. *Forecast-to-Delivery*).

Każdy z tych procesów biznesowych, jak i wiele innych realizowanych w systemie ERP, składa się z szeregu elementów budujących tzw. scenariusze procesów biznesowych, realizowane przy każdorazowym procedowaniu danych związanych z konkretną sprawą (ang. *end-to-end proces scenarios*), opartych głównie na standaryzacji, której narzędziami są procedury sterujące pracą systemu informacyjnego zgodnie z przyjętymi zasadami (np. normą ISO 9001).

Kolejną z cech ERP jest praca w czasie rzeczywistym³⁷, choć w systemach uzupełniających ERP, czyli aplikacjach klasy SCM, praca ta jest o wiele ważniejsza z racji na konieczność koordynacji wielu różnych uczestników łańcucha dostaw³⁸. Praca w czasie rzeczywistym polega na szybkim uaktualnianiu danych w głównej bazie. System natychmiast (zwykle w ciągu kilku sekund) zapisuje transakcje wykonywane przez użytkownika, dzięki czemu nie dochodzi do błędów i nieporozumień. Warto w tym miejscu rozważyć pewien przykład. Dwóch specjalistów ds. sprzedaży w danym przedsiębiorstwie otrzymuje w podobnym czasie (np. w odstępie minuty) zamówienia od klientów na ten sam wyrób, przy czym każdy z klientów chce zamówić dużą

³⁵ *Ibidem*, s. 102.

³⁶ *List of end-to-end business processes in SAP*, <https://blogs.sap.com/2012/04/17/list-of-end-to-end-business-process-in-sap/> (dostęp: 17.06.2020).

³⁷ Ang. *real-time processing*. Istnieje jeszcze pojęcie przeciwne: *batch-time processing*. Szerzej na temat różnic między nimi zob. M. Walker, *Batch vs. Real Time Data Processing*, 2013 <http://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/batch-vs-real-time-data-processing>, (dostęp: 17.06.2020).

³⁸ L.D. Galindo, *The Challenges of Logistics...*, s. 26.

ilość tego wyrobu. Każdy ze sprzedawców sprawdza dostępność towaru w bazie danych, która w danym momencie jest taka sama. Obaj chcą zarezerwować towar na zlecenie klienta, ale ilość zamówiona łącznie przez obu klientów jest wyższa niż dostępna liczba wyrobów gotowych w magazynie. Jeśli w przedsiębiorstwie wdrożono system informatyczny, który działa w czasie rzeczywistym, tylko jeden z nich będzie mógł zarezerwować towar dla swojego klienta, a drugi ze sprzedawców otrzyma wygenerowany przez system komunikat o braku dostępności towaru. Zostanie więc zrealizowana zasada „kto pierwszy, ten lepszy”. Gdyby system informatyczny nie aktualizował stanu zapasów w czasie rzeczywistym, tylko na przykład co 3 minuty, każdy ze sprzedawców mógłby zarezerwować towar dla klienta, ale w rzeczywistości obaj zarezerwowaliby te same jednostki towaru dla dwóch różnych klientów.

Systemy ERP przyczyniają się również w znacznym stopniu do wzrostu wydajności procesów przedsiębiorstwa. Zastosowanie algorytmów do obliczania wielu wskaźników dotyczących wszystkich sfer działalności przedsiębiorstwa umożliwia ich statystyczną analizę i wnioskowanie, co często skutkuje identyfikacją czynników przyczyniających się do słabej jakości procesów lub produktów³⁹. Dlatego też przy uwzględnieniu wielu obszarów działania przedsiębiorstwa systemy ERP pomagają usprawniać procesy biznesowe.

Ponadto systemy ERP angażują w obsługę procesów oraz poprawę ich wydajności wszystkich lub prawie wszystkich pracowników, skoro aplikacja ta ma na celu obsługę informatyczną całej organizacji. Zatem powinna być dostosowana do obowiązków każdego stanowiska w hierarchii organizacji, a interfejs użytkownika powinien być przejrzysty i łatwy w obsłudze dla każdego⁴⁰.

Ponieważ internet odgrywa dziś coraz większą rolę w obsłudze systemu zaopatrzenia informacyjnego organizacji, a systemy ERP nie gwarantują kompleksowej obsługi w tym zakresie, niezbędne stało się wspomaganie go innego rodzaju oprogramowaniem. W ten sposób wprowadzono do systemów informacyjnych takie klasy systemów, jak SCM (ang. *Supply Chain Management*)⁴¹, CRM (ang. *Customer Relationship Management*), SRM

³⁹ M.M. Hossain, M.A. Jahed, *Factors influencing on...*, s. 61.

⁴⁰ *Ibidem*, s. 62.

⁴¹ Istnienie oprogramowania klasy SCM jest szeroko dyskutowane w środowisku biznesowym i naukowym. Wiele osób twierdzi, że takie oprogramowanie nie występuje, inni – że istnieje wiele rozwiązań (zwłaszcza o charakterze Business Intelligence), które należy uznawać za oprogramowanie do zarządzania łańcuchem dostaw.

(ang. *Supplier Relationship Management*). Systemy CRM wspomagają zarządzanie relacjami z klientami. Ich zadaniem jest wspieranie sprzedaży, kampanii promocyjnych i wielu innych działań. Systemy SRM są mniej popularne. Obejmują pełne cykle dostaw – od ustalania źródła dostaw, poprzez składanie zamówień, przyjęcie dostaw, aż po włączenie dostawców w procesy planowania i zarządzanie zapasami⁴². W znacznym stopniu ułatwiają kształtowanie strategii zaopatrzenia i analizę niezawodności dostaw, jednak ich utrzymanie jest opłacalne, gdy dostawców jest bardzo wielu, oferują szeroki wachlarz asortymentu lub są reprezentantami kilku rzędów dostawców w łańcuchach dostaw.

Każdy system klasy ERP składa się z technicznych i funkcjonalnych modułów. Pierwsze z nich dotyczą kwestii informatycznych i powinny być analizowane przez informatyków w danej organizacji. Z kolei moduły funkcjonalne, w których przeprowadzane są transakcje, należy dostosować do zaprojektowanego przepływu informacji i map procesów biznesowych.

Wśród modułów technicznych można wymienić m.in.⁴³:

- system zarządzania bazą danych,
- moduł zarządzania i administrowania aplikacją,
- moduł archiwizacji danych,
- interfejs programowania aplikacji,
- moduł hurtowni danych i ich analizy,
- moduł wspomaganie i wdrożenia ERP.

Do modułów funkcjonalnych zaś można zaliczyć:

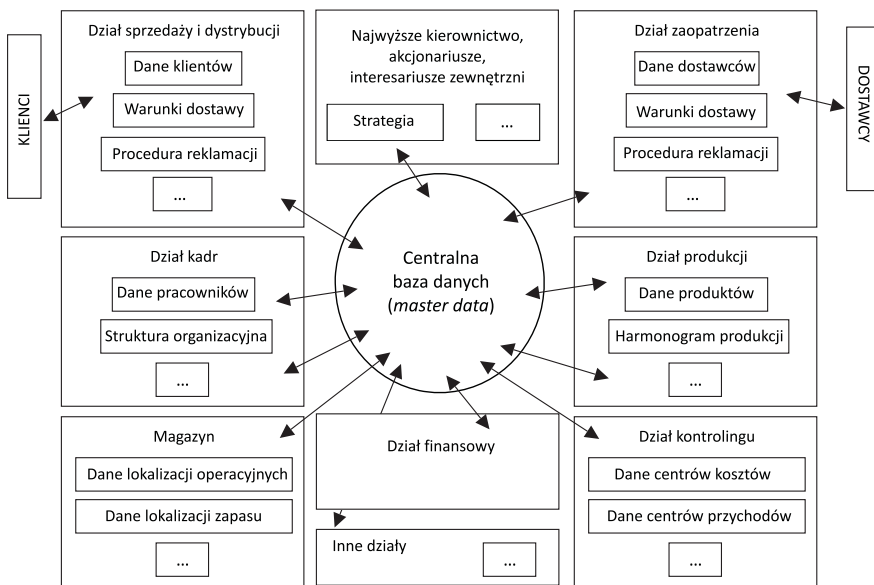
- księgowość finansową,
- kontroling (rachunkowość zarządczą),
- sprzedaż i dystrybucję,
- gospodarkę materiałową (m.in. zakupy, zarządzanie zapasami),
- zarządzanie jakością,
- zarządzanie projektami,
- planowanie i realizację produkcji,
- zarządzanie zasobami ludzkimi.

Charakterystyczną cechą systemów ERP jest posiadanie głównej bazy danych (ang. *master data*), w której są przechowywane dane na temat wszystkich

⁴² Zarządzanie zapasami przez dostawcę określane jest jako VMI – *Vendor Managed Inventory*.

⁴³ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 62.

obiektów o znaczeniu długoterminowym, np. dostawców, klientów, struktury organizacyjnej, pracowników, pozycji materiałowych (materiałów, półproduktów, wyrobów gotowych, towarów, innych), struktury produktu, umów z kontrahentami, posiadanych środków trwałych, kont księgowych. Z racji tego, że system ten ma na celu obsługę niemal wszystkich obszarów organizacji, jedna baza danych wydaje się dobrym rozwiązaniem, choćby z racji na łatwość wyszukiwania informacji o konkretnych obiektach, których rekordy w bazie danych są wykorzystywane do realizacji procesów w różnych działach organizacji (por. rysunek 3.1.).



Rysunek 3.1. Rola głównej bazy danych w obsłudze procesów w ramach ERP

Źródło: opracowanie własne.

Każdy obiekt w systemie informatycznym klasy ERP ma utworzony własny rekord w bazie danych. Na przykład pracownik organizacji w swoim rekordzie ma zapisane informacje dotyczące daty urodzenia, adresu, wykształcenia, daty zatrudnienia, oceny pracowniczej itp.

Odrębną częścią bazy danych w systemie klasy ERP jest baza danych transakcyjnych o charakterze jednorazowym, krótkoterminowym (ang.

transactional data). W tej części są umieszczane dane dotyczące pojedynczych transakcji z kontrahentami (zakup dóbr i usług, sprzedaż dóbr i usług) oraz wewnątrz organizacji (przesunięcia magazynowe, zwrot materiałów, rozliczenie produkcji). Po zakończeniu transakcji dotyczące jej dane nie są już wykorzystywane, lecz archiwizowane w bazie, np. na potrzeby analizy okresowych wyników działalności. Trzeba jednak pamiętać, że przy zawieraniu transakcji wykorzystywane są dane z głównej bazy danych. Na przykład sprzedaż własnych produktów wiąże się z wykorzystaniem danych kupującego (klienta), produktów lub towarów, które kupuje, danych dotyczących warunków sprzedaży (termin i forma płatności, rabaty) i innych.

Systemy ERP II korzystające z taniego kanału komunikacji, jakim jest internet⁴⁴, mają jedną główną zaletę – umożliwiają przedsiębiorstwom łączenie się w wirtualne organizacje, często o charakterze tymczasowym (por. rozdział 1.2.)⁴⁵. Warstwy tych aplikacji i ich krótką charakterystykę zamieszczono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Warstwy aplikacji w systemach informatycznych klasy ERP II

Warstwa aplikacji	Komponenty warstwy
warstwa bazowa	zintegrowana baza danych, ramy aplikacji
warstwa procesowa	ERP – <i>Enterprise Resource Planning</i> (system transakcyjny o otwartej architekturze i oparty na komunikacji internetowej, zawierający standardowe moduły aplikacji: sprzedaż i dystrybucję, zarządzanie produkcją, zasobami ludzkimi, rachunkowość finansową i inne charakterystyczne dla systemów klasy ERP) BPM – <i>Business Process Management</i> (narzędzie do mapowania, projektowania, wdrażania i kontrolowania procesów biznesowych)

⁴⁴ S.C.L. Koh, A. Gunasekaran, T. Goodman, *Drivers, barriers and critical success factors for ERP II implementation in supply chains: A critical analysis*, „Journal of Strategic Information Systems” 2011, No. 20, s. 386.

⁴⁵ Największymi dostawcami na rynku aplikacji klasy ERP II są SAP AG (rozwiązanie SAP Business Suite) i Oracle Corporation (rozwiązanie Oracle e-Business Suite).

Warstwa aplikacji	Komponenty warstwy
warstwa analityczna	<p>SCM – <i>Supply Chain Management</i> (wspiera planowanie i produkcję dóbr w łańcuchu dostaw)</p> <p>CRM – <i>Customer Relationship Management</i> (wspiera identyfikację klientów, obsługę klientów)</p> <p>SRM – <i>Supplier Relationship Management</i> (wspiera kształtowanie relacji z dostawcami, umożliwia ich weryfikację, wybór, kwalifikację i ocenę)</p> <p>PLM – <i>Product Lifecycle Management</i> (zapewnia innowacyjność i rozwój w całym cyklu życia produktu oraz jego bieżącą kontrolę)</p> <p>HRM – <i>Human Resources Management</i> (umożliwia zarządzanie kadrami, przede wszystkim jej ocenę i rozwój)</p> <p>CPM – <i>Critical Path Management</i> (wspiera zarządzanie operacyjne za pomocą wielu metod i narzędzi, szczególnie użycie rozbudowanych baz danych i systemów wspomagających podejmowanie decyzji)</p>
warstwa e-biznesu	<p>B2C – <i>Business-to-Client, e-commerce</i> (katalogi produktowe online, zamawianie produktów i sprawdzanie statusu realizacji zamówienia przez internet)</p> <p>B2B – <i>Business-to-Business, e-procurement</i> (składanie zamówień zakupowych online przy użyciu katalogów, cenników bądź automatyzacji dzięki zastosowaniu technologii agentowych)</p> <p>B2E – <i>Business-to-Employee</i>, intranet (spersonalizowane profile dla pracowników w systemie informatycznym, dostępne przez zalogowanie się na stronie internetowej)</p> <p>EAI – <i>Enterprise Application Integration</i>, extranet (platforma służąca integracji systemu informacyjnego organizacji z jednostkami wewnętrznymi i zewnętrznymi)</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie: S.C.L. Koh, A. Gunasekaran, T. Goodman, *Drivers, barriers...*, s. 388.

Coraz częściej rozwiązania klasy ERP i WMS umieszcza się w tzw. chmurze, co daje duże oszczędności przedsiębiorstwom korzystającym z tych systemów, szczególnie małym i średniej wielkości przedsiębiorstwom. Dzięki temu są w stanie podołać wymaganiom dużych odbiorców (np. sieci detalicznych sklepów wielkopowierzchniowych). Największymi dostawcami rozwiązań

w chmurze są SAP AG i Oracle Corporation⁴⁶, dwaj główni dostawcy rozwiązań klasy ERP na świecie⁴⁷.

Często obsługa komunikacji z zewnętrznymi kooperantami wymaga zintegrowania systemów ERP z dodatkowym oprogramowaniem, zwłaszcza w globalnych łańcuchach dostaw. Z tego powodu systemy klasy ERP integruje się z systemami klasy SCM (ang. *Supply Chain Management*). Systemy SCM są młodszą klasą systemów informatycznych niż ERP i w znacznym stopniu się od nich różnią (por. tabela 3.3.). Przede wszystkim obsługują szerszy zakres działalności logistycznej niż systemy ERP i są bardziej skupione na koordynacji działań różnych podmiotów w łańcuchu dostaw, co odzwierciedlają relacje między tzw. wewnętrznymi i zewnętrznymi punktami styku (por. rysunek 3.2.). Jest to bardzo zróżnicowana grupa oprogramowania, często wskazywana również jako szczególny rodzaj oprogramowania *Business Intelligence*, np. jako tzw. wieże kontrolne (ang. *control towers*)⁴⁸.

Dzięki systemom klasy SCM możliwe jest stworzenie sieci powiązań między poszczególnymi pojedynczymi komórkami organizacyjnymi uczestników łańcucha dostaw i synchronizacja przepływu zasobów w tej sieci. W związku z tym łatwiej jest reagować na zmiany popytu, gdyż szybko dostosowują się do nich wszystkie podmioty biorące udział w zaopatrzeniu, produkcji i dystrybucji. Systemy SCM mają wpływ na realizację procesów na wszystkich trzech poziomach działalności: strategicznym, taktycznym i operacyjnym, ze szczególnym naciskiem na ostatni z nich.

Ważnym elementem systemów SCM jest możliwość śledzenia towarów w całym łańcuchu dostaw⁴⁹. Kontrola lokalizacji danego towaru, postępu produkcji lub samego przemieszczania produktów umożliwia bieżące korygowanie działań w całym łańcuchu, a nie tylko w pojedynczym przedsiębiorstwie. W wielu przypadkach skraca to czas oczekiwania na informacje i dobra fizyczne, ale również powoduje obniżenie kosztów poszczególnych operacji. Zatem największą zaletą systemów SCM jest planowanie działań biorących pod uwagę wiele podmiotów w łańcuchu dostaw, wiele działań

⁴⁶ B. McCrea, *ERP's great intersection*, „Logistics Management” 2014 (August), s. 62.

⁴⁷ Oprócz wspomnianych firm czołowym dostawcą jest także Microsoft (grupa aplikacji Dynamics). W Polsce duży udział w rynku ERP mają także Sage i Comarch.

⁴⁸ Z tego powodu szeroko dyskutuje się w środowisku naukowym i biznesowym, czy oprogramowanie SCM istnieje i czy można wymienić jego cechy charakterystyczne.

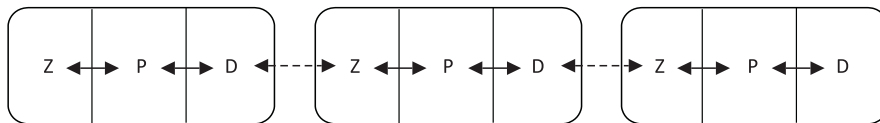
⁴⁹ Śledzenie to obejmuje kontrolę lokalizacji jednostek logistycznych, w których znajdują się towary, np. palet, kontenerów. Por. C. Tunk, *Building bridges between WMS & ERP*, „Transportation & Distribution” 1999, Vol. 40, No. 2, s. 6.

zachodzących w ich ramach i wiele czynników zewnętrznych, które na nie wpływają.

Tabela 3.3. Porównanie cech systemów klasy ERP i SCM

Kryterium	ERP	SCM
integracja procesów biznesowych	wewnątrz organizacji	wewnątrz organizacji i w łańcuchu dostaw
samodzielne działanie	tak	do wdrożenia jest potrzebny działający już system ERP
obsługa transakcji w czasie rzeczywistym	ograniczona	dobrze rozwinięta
złożoność obsługiwanych transakcji	niewielka	duża
wykorzystanie internetu jako kanału komunikacji	w niewielkim stopniu	w dużym stopniu
zakres działania	pojedyncza organizacja	łańcuch dostaw
wymagania techniczne	niskie, standardowe	wysokie
włączenie dostawców i odbiorców w planowanie i realizację procesów	nie występuje lub występuje w małym stopniu	występuje w różnych konfiguracjach i stopniach intensywności
procesy o największym znaczeniu przy implementacji systemu	wewnątrz organizacji: procesy zaopatrzeniowe, produkcyjne, sprzedażowe, magazynowe, finansowe	planowanie i realizacja działań w łańcuchu dostaw: procesy zaopatrzeniowe, produkcyjne, sprzedażowe, magazynowe, finansowe, transportowe
synchronizacja działań podmiotu z jego kooperantami	nie występuje	występuje
praca w czasie rzeczywistym	występuje	występuje (bardziej rozwinięta niż w ERP)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 53–68; *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 69–70; A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 715–716.



Rysunek 3.2. Wewnętrzne i zewnętrzne punkty styku sfer logistyki w pojedynczej organizacji i w części łańcucha dostaw

Źródło: opracowanie własne.

Organizacje projektują swoje procesy i kulturę organizacyjną w taki sposób, by były zorientowane na klienta. Z jednej strony celem takiego podejścia do funkcjonowania organizacji jest przekonanie klienta do bycia lojalnym wobec marki, która stara się sprostać jego wymaganiom. Z drugiej strony bliski kontakt z klientami umożliwi zaobserwowanie zmian w ich preferencjach i szybkie dostosowanie się do nich. Chodzi głównie o klientów, którzy generują największy zysk dla przedsiębiorstwa, oraz o tych, którzy mają potencjał, aby to zrobić⁵⁰. Zwykle mała grupa klientów generuje większość przychodów przedsiębiorstwa, co przedstawia się m.in. za pomocą zasady Pareto⁵¹. Ta grupa klientów jest traktowana priorytetowo przez przedsiębiorstwo i stanowi podstawę do tworzenia strategii sprzedażowych. Ponadto należy pamiętać o innych zasadach związanych z klientami. Utrzymanie klienta to koszt pięć razy niższy dla przedsiębiorstwa niż pozyskanie nowego⁵². Dodatkowo, kształtowanie lojalności i wysokiego poziomu zadowolenia klientów przyczynia się nie tylko do wzrostu zysków, ale i do spadku kosztów utraconych przychodów. Wynika to z faktu, że niezadowolony klient chętniej rozpowszechnia negatywne informacje o sprzedawcy aniżeli pozytywne, wobec czego przedsiębiorstwo może stracić obecnych klientów lub szansę na pozyskanie potencjalnych partnerów. Zadowolony klient łagodniej podchodzi też do wzrostu cen (w ramach pewnych granic).

⁵⁰ W większości przypadków chodzi tu o klientów instytucjonalnych, czyli relacje B2B (ang. *Business-to-Business*, przedsiębiorstwo – przedsiębiorstwo), ale również w wielu przypadkach o relacje B2C (ang. *Business-to-Client*). B2B – model internetowych relacji między podmiotami gospodarczymi polegający na zawieraniu transakcji drogą elektroniczną. B2C – model internetowych relacji między klientem (ostatecznym użytkownikiem) a podmiotem gospodarczym polegający na zawieraniu transakcji drogą elektroniczną. Por. *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 22.

⁵¹ Zasada Pareto (zasada 20/80) – w tym przypadku oznacza, że 20% klientów generuje 80% zysków przedsiębiorstwa.

⁵² *Ibidem*.

Często dobrym rozwiązaniem w zarządzaniu relacjami z klientami staje się ich segmentacja, zwłaszcza w przedsiębiorstwach o zdywersyfikowanym portfolio produktowym. Wówczas, w zależności od specyfiki branży, identyfikuje się kryteria segmentacji, dokonuje selekcji klientów i dla każdego segmentu formułuje oddzielne zasady działania⁵³.

Narzędzia informatyczne bezpośrednio wspierające budowanie i utrzymanie relacji z klientem to oprogramowanie klasy CRM (ang. *Customer Relationship Management*), wykorzystywane głównie w działalności usługowej (często bez wsparcia innych narzędzi informatycznych, jak ERP). Tej klasy narzędzia są zbudowane zwykle z trzech obszarów związanych z przepływem informacji i danych⁵⁴:

- pozyskiwanie i gromadzenie danych i informacji o obecnych i potencjalnych klientach (CRM operacyjny),
- analizowanie zebranych danych i informacji w celu stworzenia zbioru preferencji klientów (CRM analityczny),
- komunikacja z klientami (CRM interakcyjny/komunikacyjny).

3.4. Metodologia MRP II i proces wdrożenia systemów ERP

Wdrożenie oprogramowania stanowi jeden z kroków do poprawy funkcjonowania organizacji, jednak to wdrożenie elementów logistyki informacji, ukształtowanie systemu informacyjnego i opracowanie planu przepływu informacji z punktów nadania do punktów odbioru oraz integracja z procesami biznesowymi powinny stanowić pierwsze działania związane z późniejszym wyborem narzędzi wspomagających, w tym narzędzi IT. Po raz kolejny należy zaznaczyć, że wdrożenie oprogramowania nie może zastąpić poprawnego funkcjonowania systemu informacyjnego, a jedynie obnażyć jego niedoskonałości i zintensyfikować problemy leżące u podstaw jego niewłaściwego funkcjonowania. System logistyki informacji potrzebny do wdrożenia systemu informatycznego klasy ERP najczęściej opiera się na podejściu procesowym oraz metodologii MRP II.

⁵³ B. Pac, R. Miler, *Zintegrowany CRM jako narzędzie tworzenia strategicznych więzi z klientami* (w: *Informatyczne narzędzia...*, s. 126.

⁵⁴ *Ibidem*, s. 128–129. Szerzej: D. Buchnowska, *Systemy CRM i analityka biznesowa* (w: *Informatyka ekonomiczna...*, s. 439–472.

Jeśli w przedsiębiorstwie została już wdrożona metodologia MRP II, wdrożenie systemu informatycznego klasy ERP nie powinno sprawić większego problemu, ponieważ zasady działania systemów różnych dostawców, ale jednocześnie systemów tej samej klasy, są bardzo podobne, różnią się jedynie kwestiami wizualnymi (np. interfejsem użytkownika) lub drobnymi detalami technicznymi. Sytuacja przedstawia się nieco inaczej w wypadku branż sterowanych przez wiele uwarunkowań prawnych, zwłaszcza branż związanych z farmacją i medycyną.

Metodologia MRP II składa się z procedur postępowania pracowników. Należy ją wdrażać w całości lub wcale, ponieważ stosowanie wybranych metod i narzędzi spowoduje jedynie większy chaos organizacyjny niż niestosowanie jej w ogóle. W jej skład wchodzi metody, techniki i narzędzia zarządzania, w tym zarządzania logistyką, stworzone na podstawie najlepszych praktyk istniejących organizacji. Z tego powodu wdrożenie metodologii MRP jest o wiele trudniejsze niż wdrożenie oprogramowania klasy ERP. Zmiana ludzkich nawyków i pokonanie naturalnej niechęci do zmian są zwykle największymi barierami we wprowadzaniu wcześniej wspomnianych procedur.

Kolejną podstawową różnicą we wdrażaniu metodologii MRP II i systemów ERP jest poziom zaangażowania informatyków. W wypadku ZSI informatycy odgrywają bardzo ważną rolę, głównie związaną z kwestiami technicznymi oraz pomocą użytkownikom systemu w zapoznaniu się z nim. Są odpowiedzialni również za wprowadzanie zmian w transakcjach realizowanych w systemie. Z kolei w wypadku wdrażania standardu MRP II nie powinni brać w tym czynnego udziału, gdyż chodzi tam wyłącznie o kwestie merytoryczne, dotyczące zaprojektowania, wdrożenia i realizacji procesów. Mogą włączyć się w ten proces jedynie w kontekście technicznej obsługi systemu.

We wdrożeniu systemów ERP ważną rolę odgrywa osiągnięcie krytycznych czynników sukcesu (ang. *Critical Success Factors* – CSF)⁵⁵. W trakcie wdrażania systemów ZSI, w tym klasy ERP, najważniejszym działaniem jest konfiguracja jego poszczególnych składników oraz ich integracja. Należy ustalić powiązania między poszczególnymi modułami systemu. Na przykład moduł produkcyjny powinien być powiązany z modułem gospodarowania

⁵⁵ L. Shaul, D. Tauber, *Critical Success Factors in Enterprise Resource Planning Systems: Review of the Last Decade*, „ACM Computing Surveys” 2013, Vol. 45, No. 4, s. 1.

zapasami, dzięki czemu będzie możliwe przekazywanie danych dotyczących zapotrzebowania materiałowego. Moduł gospodarowania zapasami z kolei będzie odczytywał dane z harmonogramu produkcji, planował zaopatrzenie procesu produkcyjnego i rezerwował materiały do produkcji. Moduł finansowy i kontrolingowy zajmuje się rozliczaniem kosztów i przypisaniem ich do konkretnych sfer produkcji lub bezpośrednio do stacji roboczych. Wszystkie te powiązania tworzą swego rodzaju sieć, dzięki której jest realizowany przepływ informacji. Dlatego tak ważne jest najpierw wdrożenie metodologii i opracowanie schematu przepływu informacji, a dopiero później oprogramowania. Kluczowe jest również zmapowanie procesów biznesowych oraz całego systemu informacyjnego, tak aby było jasne, jak wygląda obieg dokumentacji i przepływ danych (nadawca, odbiorca, osoby mające dostęp do danych itd.).

Wielopoziomowe planowanie działalności organizacji w ujęciu klasycznym skupia się na planowaniu długo-, średnio- i krótkookresowym⁵⁶.

W planie strategicznym (o charakterze długookresowym) zawiera się ogólne informacje dotyczące działalności przedsiębiorstwa, cele, kierunki rozwoju, sprzedaży, badań i inwestycji. W strategii podmiotu są zawarte wartości, które wyznaje dane przedsiębiorstwo, i główne zasady funkcjonowania. Strategia przedmiotu stanowi szkielet działań i wytyczne dotyczące planowania na niższych szczeblach zarządzania. Jest podstawą do określania strategii funkcjonalnych (np. strategii marketingowej, logistycznej, sprzedaży).

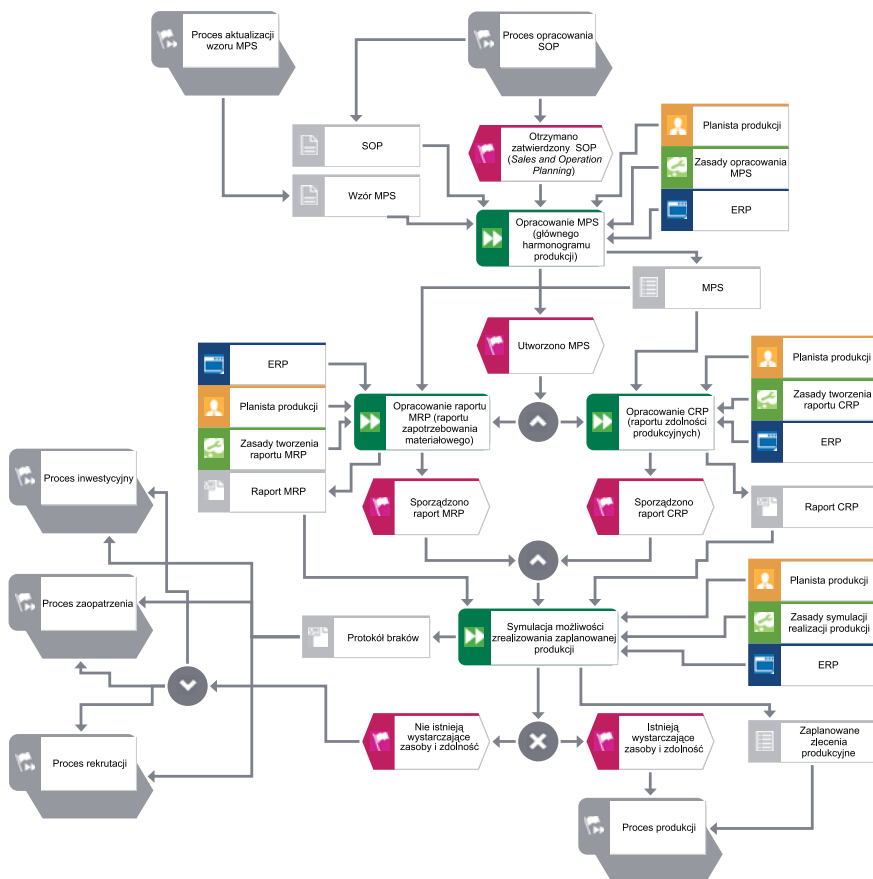
Wstępny plan zapotrzebowania na zasoby ma określić zasoby strategiczne, które przedsiębiorstwo musi posiadać. Jeśli plan strategiczny określa wejście na rynek z nowym produktem, a wiadomo, że materiały do jego produkcji są trudno dostępne na rynku zasobów, określi się go jako zasób strategiczny. Podobnie jest w wypadku kadry pracowniczej – należy określić, jakich pracowników trzeba zatrudnić, aby osiągnąć cele organizacji.

Proces planowania średniookresowego rozpoczyna się od stworzenia prognozy sprzedaży (zwykle na podstawie danych historycznych i założeń dotyczących rozwoju rynku w przyszłości⁵⁷). Na podstawie tej prognozy tworzony jest ogólny plan produkcji (często bez podziału na konkretne produkty, tylko na przykład na ich zbiory, bez uszczegółowienia na poszczególne

⁵⁶ J. Majewski, *Informatyka w magazynie*, ILiM, Poznań 2006, s. 90.

⁵⁷ Na tym etapie wykorzystuje się najczęściej modele szeregów czasowych, najlepiej dopasowane do danych rzeczywistych, np. modele trendu z sezonowością.

możliwe warianty produktu). Ten etap został nazwany *Sales and Operation Planning* (SOP, por. rysunek 3.3.). Po zatwierdzeniu SOP dokonuje się harmonogramowania produkcji. Dokumentem wiodącym na tym etapie jest MPS (ang. *Master Production Schedule*), czyli główny harmonogram produkcji, określający plan produkcji na kolejne miesiące (np. na 12 miesięcy). MPS zwykle opiera się na tym, ile i jakiego rodzaju wyroby będą produkowane przez przedsiębiorstwo (portfolio produktowe, asortyment) oraz w jakich terminach produkcja ta ma być zakończona.



Rysunek 3.3. Proces planowania średniookresowego w organizacji według metody MRP II

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu programu ARIS Architect & Designer 10.

MPS jest powiązany z planem głównym organizacji, który według Jerzego Majewskiego składa się z elementów podstawowych i fakultatywnych. Do podstawowych elementów planu głównego zalicza się m.in. główny plan marketingowy, który jest tworzony na podstawie strategii marketingowej, a ta – jak już wcześniej zasygnalizowano – opiera się na założeniach strategii ogólnej organizacji. Zatem plan główny musi uwzględniać założenia planu strategicznego. Plan marketingowy zawiera informacje na temat rodzaju działań promocyjnych, strategii sprzedaży i dystrybucji, reklamy, opakowania itp., czyli wszystkiego, na co zwraca uwagę klient, oprócz samych cech produktu oferowanego przez przedsiębiorstwo.

MPS zawiera ogólne dane dotyczące sfery produkcji, takie jak produkowany asortyment, szacowana liczba wyrobów, terminy zakończenia konkretnych serii produkcyjnych, wstępnie oszacowany potencjał produkcyjny⁵⁸, dane dotyczące siły roboczej. Na jego podstawie można stworzyć plan finansowy zawierający informacje o przewidywanych i możliwych do osiągnięcia przepływach pieniężnych, wynikach finansowych, źródłach i sposobach finansowania działalności. Często dotyczy także warunków kredytowania odbiorców, szczególnie kredytów kupieckich.

Dodatkowe składniki planowania średniookresowego, które później są przekładane na plany krótkookresowe (np. miesięczne), stanowią raporty MRP i CRP, tworzone na podstawie MPS. Raport MRP dotyczy zapotrzebowania na materiały do produkcji niezbędne do realizacji produkcji zaplanowanej w MPS. Identyfikuje potencjalne zapotrzebowanie na zasoby przez zestawienie planu produkcji z katalogiem posiadanych zasobów i poziomem ich dostępności, odnawialności, możliwości uzupełnienia dzięki zawartym umowom z dostawcami. W wypadku zasobów materiałowych niezbędne jest zbadanie, czy dostawcy są w stanie zapewnić wymagane surowce na czas (np. dzięki analizie rzetelności dostawcy). Jeśli istnieją półprodukty wytwarzane samodzielnie przez podmiot, należy odpowiednio wcześniej zaplanować ich wyprodukowanie, tak aby były gotowe do włączenia w proces uzyskiwania wyrobu gotowego zgodnie z planowanymi datami rozpoczęcia produkcji. Raport CRP z kolei zawiera dane na temat pozostałych niezbędnych zasobów (ludzkich, pieniężnych, informacyjnych), także maszyn i urządzeń (łącznie z liniami produkcyjnymi), które będą uczestniczyć w realizacji zaplanowanej

⁵⁸ W dzisiejszych systemach informacyjnych przedsiębiorstw funkcjonuje odrębna klasa systemów informatycznych przeznaczonych do zarządzania potencjałem produkcyjnym. Są to systemy klasy CRP (ang. *Capacity Requirements Planning*).

produkcji. W tym zestawieniu uwzględnia się obciążenie stanowisk roboczych i ich zespołów w celu zaprojektowania produkcji w sposób umożliwiający wykorzystanie ich potencjału⁵⁹. Po przeprowadzeniu symulacji dotyczącej zaplanowanej produkcji przy określeniu możliwego zaopatrzenia w materiały i pozostałe niezbędne zasoby generowana jest lista zaplanowanych zleceń produkcyjnych, które już w planie operacyjnym są konwertowane na zlecenia produkcyjne przekazywane do realizacji. Można to określić jako przełożenie planu głównego produkcji na konkretne daty i produkowane wyroby.

Planowanie krótkookresowe polega na stworzeniu harmonogramu zapotrzebowania materiałowego opierającego się na strukturze materiałowej produktu (ang. *Bill of Materials* – BOM), harmonogramie produkcji (MPS) oraz zaplanowanych zleceniach produkcyjnych (ang. *Planned Orders*). Jego zadaniem jest symulacja wielkości zapasów, które pojawią się w niedalekiej przyszłości, obliczenie bieżącego i przyszłego zapotrzebowania na materiały na podstawie zaplanowanej produkcji i przy uwzględnieniu cyklu realizacji zamówienia przez poszczególnych dostawców⁶⁰. Powinno się ponownie dokonać symulacji (krótkookresowego) wykorzystania potencjału produkcyjnego (od czasu opracowania raportu CRP mogło dojść do opóźnienia produkcji, zmiany kolejki zleceń produkcyjnych itp.).

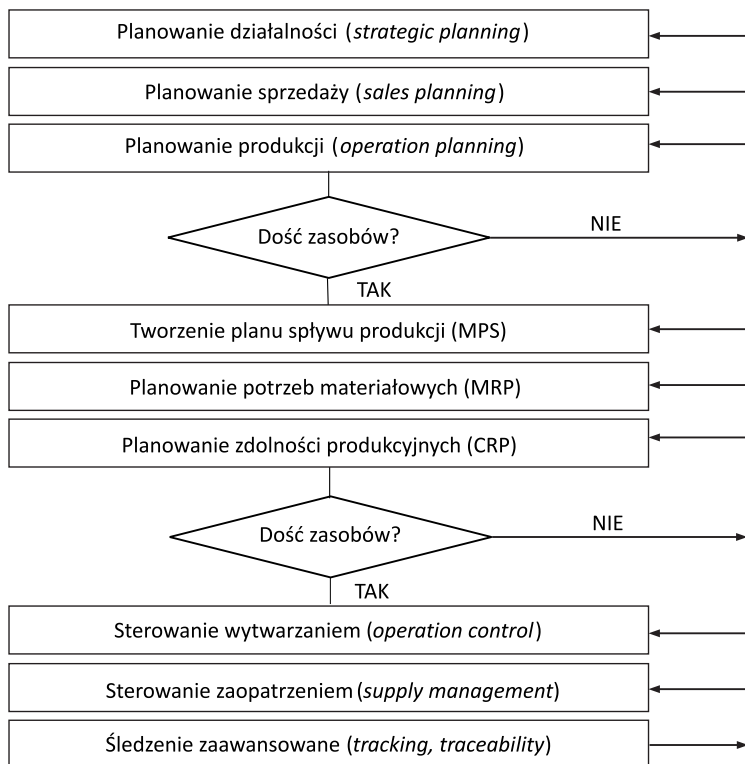
Po pozytywnej ocenie w przedsiębiorstwie jest ostatecznie zatwierdzany krótkookresowy harmonogram produkcji, harmonogram dostaw materiałów i harmonogram pracy personelu, generowane są zlecenia produkcyjne (konwertowane z zaplanowanych zleceń lub wprowadzane ręcznie) i później – jeśli pozwalają na to zapasy materiałów i dostępność pracowników – rozpoczyna się proces produkcji. Jeśli na jakimkolwiek etapie weryfikacja planów będzie miała charakter negatywny, to na bieżąco koryguje się dotychczasowe plany⁶¹.

W sferze planowania często porusza się problem zamkniętej pętli. Opisuje ona relacje głównego harmonogramu produkcji, sterowania bieżącą produkcją i zaopatrzeniem, co przedstawia rysunek 3.4.

⁵⁹ Plan splotu produkcji, główny harmonogram produkcji – MPS (ang. *Master Production Schedule*).

⁶⁰ Cykl realizacji zamówienia – czas liczony od złożenia zamówienia u dostawcy do momentu dostawy towarów do odbiorcy.

⁶¹ M.M. Hossain, M.A. Jahed, *Factors influencing...*, s. 62–63.



Rysunek 3.4. Zamknięta pętla planowania

Źródło: J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 93.

Zamknięta pętla planowania uwzględnia relacje między poszczególnymi planami, które są tworzone na każdym poziomie hierarchii planowania. Oznacza to na przykład, że nagły spadek popytu na wytwarzane dobra znajdzie odzwierciedlenie w planie strategicznym (np. skupienie się na produkcji dobra o stabilnym popycie rynkowym). Może również wystąpić sytuacja, w której dochodzi do awarii linii produkcyjnej wykorzystywanej do produkcji danego dobra. Wówczas harmonogram produkcji tymczasowo przenosi wolne moce produkcyjne z tej linii na inne, następuje „przeprogramowanie” produkcji i w późniejszym okresie, gdy problem na zatrzymanej linii zostanie usunięty, moce przerobowe innych linii zostaną chwilowo na nią przeniesione, aby nadrobić czas stracony przez awarię. Dodatkowo, jeśli się zmieni ten harmonogram, zmiany nastąpią również w planie dostaw, ponieważ

trzeba będzie dostarczyć więcej materiałów jednego rodzaju, podczas gdy materiały dla zatrzymanej linii produkcyjnej nie będą tymczasowo potrzebne. Zamknięta pętla planowania łączy wiele planów i tworzy zespół silnie powiązanych elementów, w którym zmiana jednego z warunków uruchamia „lawinę” zmian oddziałujących na wiele elementów tego systemu.

Wdrożenie ZSI, w szczególności omawianych systemów klasy ERP (dotyczy to również systemów klasy WMS), jest nieefektywne, jeśli wcześniej oprócz wdrożenia MRP II nie sporządzi się listy elementów podlegających ocenie w procesie wyboru oprogramowania⁶². Wśród najważniejszych z nich powinny znaleźć się: dostawca systemu, cechy systemu ERP i kwestie techniczne. Wybór dostawcy systemu ERP powinien się opierać głównie na jego doświadczeniu, najlepiej zdobytym we wdrożeniach w tej samej branży. Wiązą się z tym referencje klientów. Jeśli dysponuje się odpowiednim personelem informatycznym, wówczas należy również sprawdzić kwalifikacje konsultantów, programistów i personelu szkoleniowego. Istotnym elementem analizy potencjalnych dostawców i wyboru dostawcy jest oferta obsługi wdrożeniowej i powdrożeniowej. Gotowość do wprowadzenia modyfikacji podczas wdrożenia może znacząco wpłynąć na cały proces i późniejszą eksploatację systemu zarządzania organizacją. Cechy systemu, które decydują o jego wdrożeniu, to elastyczność, otwartość, przyjazny interfejs użytkownika, innowacyjność (stosowanie nowoczesnych rozwiązań, a nie przestarzałych), stabilność (niski poziom awaryjności), niezawodna praca w czasie rzeczywistym i najbardziej ogólna cecha – zgodność ze strategią organizacji. Kwestie techniczne obejmują głównie najnowszą metodologię wdrożenia (np. opartą na najlepszych praktykach), wymagania sprzętowe i wymagania względem systemu operacyjnego oraz parametry bazy danych (np. wydajność).

Wdrożenie oprogramowania wiąże się z wyborem metodyki zarządzania projektem. Można je podzielić według kilku kryteriów, choć najbardziej popularny podział obejmuje metodyki uniwersalne i dedykowane (por. tabela 3.4.).

Wiele dużych przedsiębiorstw poniosło porażkę podczas wdrożenia oprogramowania lub porzuciło to wdrożenie ze względów finansowych lub organizacyjnych. Nieudane wdrożenie systemu ERP można przedstawić na przykładzie marki Hewlett-Packard (HP). HP jest jednym z największych producentów urządzeń elektronicznych na świecie. Od 1989 roku HP współpracował z SAP AG, dostawcą najbardziej popularnego oprogramowania

⁶² *Ibidem*, s. 61.

ERP w historii – SAP R/3. HP wdrożył to oprogramowanie w 1998 roku (proces wdrożenia trwał właściwie 5 lat, od 1993 r.), po kolei likwidując wiele wyspowych systemów informatycznych, unikając w ten sposób duplikacji i nadmiaru (redundancji) informacji. Zakres wdrożenia był szeroki ze względu na globalną działalność przedsiębiorstwa.

Tabela 3.4. Rodzaje metodyk wdrażania oprogramowania ERP

Cecha	Rodzaje	Przykłady
charakter	sekwencyjne	<i>PRINCE2*</i> , <i>PMBOK Guide</i> , <i>IPMA</i> , <i>ASAP</i> , <i>Microsoft</i> <i>Dynamics Sure Step</i>
	elastyczne	<i>Design Thinking</i> , <i>AgilePM SCRUM</i> , <i>SCRUMBAN</i>
podmiot tworzący i aktualizujący	tworzone przez niezależne podmioty	<i>PRINCE2*</i> , <i>PMBOK Guide</i> , <i>IPMA</i>
	tworzone przez dostawców oprogramowania	<i>ASAP</i> , <i>Microsoft Dynamics Sure Step</i> , <i>SIGMA</i>

Źródło: opracowanie własne.

HP w 2004 roku odnotował spadek sprzedaży o ok. 5%, który był spowodowany wdrożeniem systemu ERP. Ostateczne straty (głównie koszty utraconych dochodów) oszacowano na ok. 160 mln dolarów, czyli pięciokrotnie więcej niż kosztowało wdrożenie i uruchomienie systemu ERP.

Doświadczenie związane z wdrożeniem ERP spowodowało, że HP zaczął być proszony o konsultacje wdrożeniowe w innych przedsiębiorstwach. Okazało się, że przyczynę problemów nie stanowiło samo oprogramowanie, które było odpowiednio dopasowane do potrzeb przedsiębiorstwa. Prawdziwym powodem okazało się niewłaściwe zarządzanie projektem, zła komunikacja w organizacji i jej możliwości techniczne. Co więcej, przedsiębiorstwo nie pozwalało pracownikom (właścicielom procesów) na zgłaszanie i wdrażanie usprawnień, szkolenia ich były niepełne, a efektem tego był fakt, że informacje nie trafiały do właściwych adresatów, co ostatecznie doprowadziło do opóźnień w realizacji ok. 20% zamówień klientów.

Gilles Bouchard, CIO (Chief Information Officer) w HP, stwierdził później, że powodem niepowodzeń były liczne drobne problemy, które nie

mogły być rozwiązane indywidualnie, gdyż likwidacja jednego z nich powodowała powstanie problemu w innym miejscu organizacji.

Joseph R. Muscatello i Diane H. Parente szacują odsetek nieudanych wdrożeń na 50% wszystkich rozpoczętych procesów implementacji⁶³. Wśród nich wymienia się na przykład wdrożenia dokonane przez korporacje Dell i Whirlpool⁶⁴. Przedsiębiorstwa, których dotyczy nieudane wdrożenie, zwykle równoległe z procesem implementacji oprogramowania notują spadek obrotów, pogorszenie jakości procesów, stratę czasu, który mógłby być przeznaczony na inne działania, a przede wszystkim drastyczny wzrost kosztów związanych z implementacją oprogramowania. Szacuje się, że w wypadku 90% wdrożeń systemów klasy ERP występują opóźnienia lub przekroczenie planowanego budżetu, w 67% przypadków cele wdrożenia nie zostają osiągnięte. W wypadku niepowodzeń we wdrożeniu systemów klasy ERP przyczyną porażek są: brak zaangażowania kierownictwa (42%), czynniki organizacyjne i kulturowe (27%), niechęć pracowników (23%)⁶⁵.

3.5. Komunikacja systemów ERP i WMS

Opis sposobu komunikowania się między sobą aplikacji ERP i WMS należy rozpocząć od zaznaczenia, że zwykle system ERP jest narzędziem nadrzędnym dla zarządzania magazynem, najczęściej pełniącym funkcję pomocniczą. Dane z systemu ERP, np. dotyczące numerów zamówień, dat dostaw, ilości dóbr do wydania lub przyjęcia, jednostek ładunkowych (np. palet), są wysyłane najczęściej do systemu WMS, a po dokonaniu odpowiednich zadań WMS przesyła dane do ERP. System WMS z kolei zajmuje się uszczegółowieniem przepływu zasobów w przedsiębiorstwie przez realizację operacji magazynowych. Należy przy tym pamiętać, że nie wszystkie tzw. dane słownikowe są takie same w obu aplikacjach i może wystąpić konieczność ręcznego wprowadzania tych informacji do systemu. Może się to wydawać

⁶³ J.R. Muscatello, D.H. Parente, *Enterprise Resource Planning (ERP): A Postimplementation Cross-Case Analysis*, „Information Resources Management Journal” 2006, Vol. 19, Iss. 3, s. 71.

⁶⁴ J. Bradley, *Management based critical success factors in the implementation of Enterprise Resource Planning systems*, „International Journal of Accounting Information Systems” 2008, No. 9, s. 176.

⁶⁵ L. Shaul, D. Tauber, *Critical Success...*, s. 2.

dość uciążliwe, jednak warto zwrócić uwagę na to, że dane te wprowadzane są zwykle do systemu tylko raz i rzadko ulegają zmianom, są uzupełniane lub aktualizowane co pewien czas⁶⁶. Może się okazać, że wprowadzenie ręcznie ich wszystkich będzie generowało mniej problemów niż dostosowywanie danych z jednego systemu w celu wprowadzenia ich do drugiego.

Komunikacja pomiędzy systemami ERP i WMS odbywa się za pomocą komunikatów elektronicznej wymiany danych⁶⁷. Zwykle dane dotyczące nowych transakcji pojawiają się w systemie ERP. Mogą to być: złożenie zamówienia do dostawcy, wprowadzenie zamówienia od odbiorcy itp. Wówczas system ERP generuje komunikat, który jest przesyłany do systemu WMS i tam odczytywany. W magazynie następuje szczegółowa rejestracja operacji dokonywanych na danym towarze. Wiele z nich nie jest przedmiotem zainteresowania systemu ERP i przydaje się wyłącznie do analizy operacji magazynowych, pozostają więc one w bazie danych systemu WMS (np. dane dotyczące lokalizacji w magazynie). Po zrealizowaniu operacji w magazynie system WMS generuje komunikat zawierający zagregowane dane dotyczące danej operacji (często jest to związane z powstaniem nowych dokumentów) i przesyła go do systemu ERP.

Warto prześledzić jeden z takich procesów, aby zrozumieć przepływ informacji między obiema aplikacjami. W tym celu jako przykład zostanie omówiony proces zaopatrzenia.

Planista zaopatrzenia odpowiedzialny za asortyment pozyskiwany od konkretnego dostawcy chce złożyć zamówienie zakupowe. W tym celu uruchamia algorytm MRP, który zwykle jest elementem systemu ERP. Wprowadza dane dotyczące okresu, jaki ma być przeanalizowany przez system celem zaprognozowania rotacji towaru w najbliższym czasie, albo wybiera automatyczne ustawienia proponowane przez system. Parametrami wejściowymi do takich obliczeń mogą być na przykład: liczba dni rotacji, liczba dni, na jakie ma być zaprognozowana rotacja, pojedyncza pozycja asortymentowa, ich grupa (np. asortyment dostarczany przez jednego dostawcę, materiały niezbędne do produkcji jednego wyrobu, grupy produktów). Następnie po zatwierdzeniu danych algorytm MRP dokonuje obliczeń oraz przedstawia wyniki analizy. One z kolei pokazują wielkość zapotrzebowania brutto i netto

⁶⁶ J. Majewski, *Warehouse Management System MaGS1. Analiza wdrożenia*, ILiM, Poznań 2013, s. 87.

⁶⁷ C. Tunk, *Building bridges...*, s. 7–8.

dotyczącego wybranych pozycji asortymentowych. Można także prześledzić ich rotację i ocenić, czy propozycja zamówienia przedstawiona przez system ERP jest akceptowalna. Pojawia się propozycja zamówienia, która może być zapisana jako gotowe zamówienie zakupowe (bez modyfikacji lub z modyfikacją). Opcjonalnie ktoś inny niż wystawiający (np. kierownik zmiany, kierownik działu) może dodatkowo zweryfikować zamówienie, które jest potem wysyłane do dostawcy. Następnie zamówienie oczekuje na potwierdzenie realizacji przez dostawcę, a potem na dostawę. System klasy ERP po potwierdzeniu dostawy automatycznie może przesłać zamówienie do systemu WMS (o ile został wdrożony w danym przedsiębiorstwie). Przyjęcie dostawy może nastąpić zarówno w systemie ERP, jak i WMS, nawet jeśli oba zostały wdrożone w organizacji. Jednak bardziej szczegółowo przyjęcie to jest rejestrowane przez WMS.

Kiedy dostawa przyjeżdża do przedsiębiorstwa, pracownik magazynu przesyła zamówienia na wyznaczony terminal z czytnikiem kodów kreskowych i wyznacza rampę⁶⁸ załadunkowo-rozładunkową. Magazynier, posługując się aplikacją informatyczną klasy WES (ang. *Warehouse Execution System*) służącą do obsługi magazynu, wybiera zamówienie, które zostało zrealizowane i do którego zostanie przypisane przyjęcie dóbr. Po znalezieniu odpowiedniej pozycji magazynier otwiera widok zamówienia i przystępuje do skanowania kodów kreskowych. Dla każdej pozycji asortymentowej zwykle skanowany jest kod jednostki logistycznej (palety), a później kod towarowy. Po jego zeskanowaniu należy wprowadzić przyjmowaną ilość towaru (oraz w niektórych przypadkach inne dane, np. datę przydatności do spożycia, numer partii produkcyjnej). Po zatwierdzeniu przyjęcia towaru dokument jest przesyłany z terminala (urządzenia mobilnego) do systemu WMS. Poprawność dokumentu może być jeszcze raz sprawdzana i jeśli nie zauważono żadnych błędów, następuje ostateczne zatwierdzenie dokumentu przyjęcia z zewnątrz (PZ). Po zakończeniu tego kroku dokument będzie także widoczny w systemie ERP. Następnie należy wprowadzić fakturę zakupową, która nawiązuje do wystawionego zamówienia oraz przyjęcia z zewnątrz. Dane na tych trzech dokumentach (zamówienie, PZ i faktura) powinny się

⁶⁸ Rampa – miejsce sztucznie ukształtowane, w którym następuje przeladunek przez wyrównanie poziomu nawierzchni lub podłogi tej budowli i podłogi skrzyni ładunkowej zewnętrznego środka transportu (np. samochodu). Por. *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 164–165.

zgadzać. Jeśli wystąpiły rozbieżności, można je również prześledzić, stosując na przykład funkcjonalności ERP związane z analizą rzetelności dostawcy.

Podobnych procesów wykorzystujących komunikację obu aplikacji informatycznych jest znacznie więcej. Przesyłanie komunikatów między nimi pozwala na niezakłócone śledzenie towaru w przedsiębiorstwie i łańcuchu dostaw oraz kontrolę dokumentacji, co znacznie przyspiesza procesy kontrolingowe i usprawnia przepływ informacji i zasobów materiałowych.

4. Charakterystyka systemów klasy WMS

Dajcie swoim pracownikom bardziej wyszukane zadania i lepsze narzędzia, a odkryjecie, że potrafią oni udźwignąć większą odpowiedzialność i wykonywać swoją pracę w mądrzejszy sposób. W erze cyfrowej każdy pracownik musi być pracownikiem umysłowym.

Bill Gates

4.1. Wprowadzenie

Systemy klasy WMS są przeznaczone do wspierania procesów logistycznych realizowanych w magazynie. Magazyn według Majewskiego to „budowla zaprojektowana specjalnie do celów przyjmowania, składowania, przemieszczania oraz przygotowania do wysyłki materiałów przeznaczonych do sprzedaży lub do dalszego przetwarzania”¹. Określa się ją także jako jednostkę organizacyjno-funkcyjną, przeznaczoną do składowania i manipulacji zapasami, zajmującą wyodrębnioną przestrzeń wyposażoną w odpowiednie środki techniczne, zarządzaną i obsługiwaną przez zespół ludzi². Głównym procesem realizowanym w magazynie jest proces magazynowania, czyli „zespół czynności związanych z przyjęciem, przemieszczaniem, składowaniem,

¹ J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 17.

² M. Kaczmarek, A. Korzeniowski, Z. Skowroński, A. Weselik, *Zarządzanie gospodarką magazynową*, PWE, Warszawa 1997, s. 24, 40.

ochroną, kontrolą, kompletacją, ewidencją i wydawaniem dóbr materialnych w określonych miejscach i warunkach”³. Konieczność realizacji tego procesu wynika z faktu, że koniec procesu produkcji danego dobra nie pokrywa się z momentem, w którym nabywca zgłasza na nie zapotrzebowanie. Analogicznie, moment dostawy materiału do produkcji nie pokrywa się z chwilą, kiedy zostaje zgłoszone zapotrzebowanie na te materiały w procesie produkcji.

4.2. Gospodarka magazynowa

Główną funkcją magazynów jest składowanie dóbr fizycznych: materiałów do produkcji, półproduktów, produktów gotowych, towarów i innych (np. materiałów eksploatacyjnych). Często to specyfika i cechy charakterystyczne przechowywanego dobra decydują o warunkach, jakie należy stworzyć i utrzymywać w magazynie⁴.

Istnieje wiele klasyfikacji magazynów, jednak w niniejszym opracowaniu zostanie przedstawiony podział tych budowli ze względu na najbardziej popularne kryteria (por. tabela 4.1.). Aby później swobodnie operować pojęciami związanymi z obsługą magazynu, należy najpierw wyjaśnić kilka pojęć z tym związanych, co zobrazowano w tabeli 4.2.

Tabela 4.1. Klasyfikacja magazynów

Kryterium	Rodzaje magazynów	Charakterystyka	Przykład
wygląd przestrzeni magazynowej	zamknięty	ma wszystkie ściany zamknięte, składa się w nim dobra nieodporne na zewnętrzne warunki atmosferyczne	hala, budynek, zamknięty zbiornik, silos

³ *Encyklopedia gospodarki materiałowej*, red. T. Wojciechowski, PWE, Warszawa 1989, s. 236.

⁴ R. Kenova, *The Role of Warehouse Management for the Business Performance of an Industrial Company. Case Study: the Role of IT Warehouse Management System for the Warehouse Management of a Trade Company*, „KSI Transactions on Knowledge Society” 2017, Vol. 10, No. 4, s. 8.

Kryterium	Rodzaje magazynów	Charakterystyka	Przykład
	półotwarty	ma przynajmniej jedną ścianę otwartą. składa się w nim dobra odporne na wahania wilgotności powietrza i temperatury, ale nieodporne na opady atmosferyczne i promieniowanie słoneczne	wiaty magazynowe
	otwarty	nie ma zabudowanych ścian z wyjątkiem podłoża. składa się w nim dobra odporne na wszystkie warunki atmosferyczne	plac magazynowy, składowiska magazynowe
realizowane funkcje	dystrybucyjny	magazyn, w którym składa się dobra (wyprodukowane i/lub nabyte) celem sprzedaży	centrum dystrybucyjne
	usługowy	magazyn, w którym składowane są dobra obce	magazyn outsourcingowy (wynajęty)
	produkcyjny	magazyn, w którym składowane są półprodukty, komponenty i produkty gotowe	magazyn produkcyjny zlokalizowany na/przy hali produkcyjnej
	skład celny	magazyn, w którym znajdują się towary zagraniczne oczekujące na oclenie	skład celny zlokalizowany w porcie morskim
okres przechowywania ładunku	manipulacyjne	magazyn, w którym dobra są składowane bardzo krótko, np. kilka dni	magazyny przeładunkowe
	długoterminowego składowania	magazyn, w którym składa się dobra powyżej jednego miesiąca	wynajęte lub własne powierzchnie magazynowe

4. Charakterystyka systemów klasy WMS

Kryterium	Rodzaje magazynów	Charakterystyka	Przykład
profil działalności przedsiębiorstwa	produkcyjny	magazyn, w którym przechowywane są materiały do produkcji, półprodukty, części zamienne i produkty gotowe	magazyny zlokalizowane przy zakładzie produkcyjnym
	dystrybucyjny	magazyn, w którym przechowywane są towary przeznaczone do sprzedaży	magazyny sieci detalicznych, hurtowni
	dwufunkcyjny	łączy cechy produkcyjnego i dystrybucyjnego	magazyny własne producentów, magazyny zlokalizowane u dystrybutora, który dokonuje ostatecznego montażu części w produkt gotowy
stopień automatyzacji prac	ręczny	magazyn, w którym wszystkie operacje są wykonywane przez ludzi bez użycia maszyn	magazyny przedsiębiorstw produkcji jednostkowej
	zmechanizowany	magazyn, w którym operacje są wykonywane przez ludzi wspomaganych przez urządzenia mechaniczne	małej i średniej wielkości magazyny
	zautomatyzowany	magazyn, w którym operacje są wykonywane przez roboty sterowane oprogramowaniem lub przez ludzi	duże magazyny, np. należące do wielkich sieci detalicznych lub zakładów produkcyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.2. Podstawowe pojęcia z zakresu obsługi magazynu

Pojęcie	Wyjaśnienie
nośnik	element, na którym lub w którym jest umieszczany asortyment. Najczęściej tym elementem jest paleta, ale może to też być kontener, kosz, pudło itp.
półfabrykat	materiał, który został w danym przedsiębiorstwie przynajmniej raz przetworzony i który stanowi część wyrobu gotowego; może wymagać dalszego przetwarzania lub nie
skaner kodów kreskowych (czytnik kodów)	urządzenie przeznaczone do odczytywania danych zapisanych za pomocą kodu kreskowego. Odczytywanie kodu kreskowego polega na przetworzeniu informacji zapisanej jako konkretny układ kresek lub innych elementów kodu na sygnały elektryczne. Następnie sygnał jest dekodowany i przekazywany do komputera
kolektor danych (palmtop, wsadowy terminal przenośny)	przenośne urządzenie posiadające własny system operacyjny i oprogramowanie; służy do odczytywania i zapisywania danych; przesyła dane za pomocą sieci bezprzewodowych; zwykle ma czytnik kodów kreskowych i/lub czytnik fal radiowych (tagów RFID)
tag (transponder danych, znacznik radiowy)	nośnik elektronicznych danych zapisanych w technologii RFID; służy do przechowywania o wiele większej ilości danych niż kody kreskowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 16–20.

Magazyny realizują procesy wspierające względem produkcji, czyli procesy logistyczne. Wśród zadań logistycznych można wymienić te charakterystyczne dla sfery zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, fakultatywnie – sfery przepływu zwrotnego (por. tabela 4.3.).

W sferze produkcji magazyny nie biorą zwykle udziału. Niekiedy tworzy się specjalne magazyny pośrednie na hali produkcyjnej bądź na linii produkcyjnej, które mają na celu gromadzenie zapasów międzyoperacyjnych⁵, występujących w wyniku istnienia na linii produkcyjnej tzw. wąskich gardeł.

⁵ T.M. Fernández-Caramés, O. Blanco-Novoa, I. Froiz-Míguez, P. Fraga-Lamas, *Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management*, „Sensors” 2019, Vol. 19, No. 2394, s. 9.

Magazyny produkcyjne służą też dostarczaniu materiałów do produkcji na poszczególne stanowiska robocze. Niekiedy w celu uniknięcia niepotrzebnego czekania na materiały tworzy się na hali produkcyjnej tzw. supermarket, czyli magazyny pośrednie, produkcyjne, w których umieszcza się najczęściej wykorzystywane materiały i podzespoły.

Tabela 4.3. Zadania zarządzania magazynem w poszczególnych sferach logistyki

Sfera	Zadania
zaopatrzenia	<ul style="list-style-type: none"> - rozładunek dostawy - kontrola ilościowa i jakościowa dostawy - kontrola dokumentacji dostarczonej wraz z dostawą - sporządzenie dokumentacji związanej z przyjęciem dostawy - odbiór materiałów ze strefy przyjęć - transport materiałów do strefy składowania
produkcji	<ul style="list-style-type: none"> - obsługa przepływu materiałów na linii produkcyjnej (magazyny produkcyjne)
dystrybucji	<ul style="list-style-type: none"> - przyjęcie listy pobrań (materiałowej lub związanej z zamówieniem klienta) - kompletacja materiałów lub produktów wymienionych na liście - transport do strefy wydań - sporządzenie dokumentów związanych z wydaniem materiałów lub produktów - formowanie jednostki logistycznej - pakowanie - zabezpieczenie towaru - załadunek towaru na pojazd przeznaczony do transportu do odbiorcy
przepływu zwrotnego	<ul style="list-style-type: none"> - rejestracja przychodzących i wychodzących jednostek ładunkowych (np. palet) - wydanie odpadów produkcyjnych na zewnątrz - przyjęcie części zamiennych - przyjmowanie zwrotów i obsługa reklamacji

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4.4. Wybrane operacje realizowane w magazynach

Operacja	Magazyn dystrybucyjny	Magazyn usługowy	Magazyn produkcyjny	Skład celny	
					Sfera przyjęć
złożenie zamówienia do dostawcy	*	*	*	*	*
rozładunek nośników ze środka transportu	x	x	*		x
kontrola ilościowa i jakościowa towaru	x	x	x		x
rejestracja terminu przydatności	x	*	*		*
kontrola zgodności z zamówieniem/zleceniem	x	x	x		x
potwierdzenie przyjęcia dla kierowcy/dostawcy	x	x	*		x
przydział miejsca (nadanie lokalizacji w magazynie) dla towaru	x	x	x		x
generowanie etykiety dla nośnika, na którym jest umieszczany towar	x	x	x		x
potwierdzenie pozostawienia towaru w lokalizacji	x	x	x		x
sporządzenie dokumentu PZ	x	x	x		x
Sfera składowania					
inwentaryzacja dóbr	x	x	x		x
relokacja dóbr w magazynie	x	x	x		-
rezerwacja/blokowanie dóbr	x	x	x		x
raportowanie stanów magazynowych dóbr	x	x	x		x
raportowanie stanu nośników magazynowych	x	x	x		x

Operacja	Magazyn dystrybucyjny	Magazyn usługowy	Magazyn produkcyjny	Skład celny
kontrola ruchów magazynowych	X	X	X	X
Sfera wydań				
rejestracja zlecenia odbiorcy	*	*	*	*
grupowanie zleceń do realizacji	X	X	X	–
generowanie i optymalizacja tras	*	*	*	*
generowanie list kompletacyjnych	X	X	X	*
fizyczna kompletacja towarów	X	X	X	X
kontrola ilościowa i jakościowa dóbr przeznaczonych do wysyłki	X	X	X	X
zabezpieczenie wysyłki	X	X	X	X
generowanie etykiety logistycznej nośnika	X	X	X	*
fizyczny załadunek nośników na środek transportu	X	X	X	X
generowanie dokumentów wydania	X	X	X	X
generowanie faktury sprzedażowej	X	X	X	–
rejestracja opuszczenia magazynu przez pojazd	*	*	*	*

Legenda: X operacja powinna zawsze występować; * operacja może występować (opcjonalna); – nie występuje konieczność realizowania operacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 710; J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 57–60.

W każdym magazynie wykonuje się czynności, które mają różny charakter w zależności od tego, w jakiej sferze występują. Generalnie sfery magazynu dzieli się na obszary: przyjęcia (z zewnątrz i z produkcji), składowania (np. niskiego i wysokiego; krótko- i długoterminowego) i wydań (na produkcję, na zewnątrz; w ramach sfery wydań może istnieć jeszcze obszar kompletacji)⁶. Wybrane operacje realizowane przez poszczególne rodzaje magazynów klasyfikowanych względem funkcji przedstawiono w tabeli 4.4.

Pojęciem powiązanim z funkcjonowaniem magazynu i realizowaniem przez niego operacji i zadań jest gospodarka magazynowa.

Gospodarką magazynową nazywa się wszelkie działania związane z projektowaniem, tworzeniem i funkcjonowaniem magazynów w organizacji. To pojęcie należy odróżnić od gospodarki materiałowej i zarządzania magazynowaniem, co odzwierciedla tabela 4.5.

Tabela 4.5. Definicje gospodarki materiałowej, gospodarki magazynowej i zarządzania magazynowaniem

Pojęcie	Definicja
gospodarka materiałowa	zarządzanie zapasami poszczególnych pozycji materiałowych (asortymentowych)
gospodarka magazynowa	zarządzanie magazynami organizacji
zarządzanie magazynowaniem	zarządzanie jednostkami (nośnikami magazynowymi), które zawierają zapasy pozycji materiałowych

Źródło: opracowanie własne.

Tak jak w wypadku wszystkich działań związanych z zarządzaniem, tak i w przypadku zarządzania magazynami istnieją trzy poziomy organizacji: strategiczny, taktyczny i operacyjny⁷. Na poziomie strategicznym określane jest ogólne zapotrzebowanie na przestrzeń magazynową, głównie na podstawie informacji rynkowych i ogólnej strategii funkcjonowania organizacji. Na poziomie taktycznym dokonuje się segmentacji rynków dostawców i odbiorców

⁶ G. Baruffaldi, R. Accorsi, R. Manzini, *Warehouse management system customization and information availability in 3pl companies. A decision-support tool*, „Industrial Management & Data Systems” 2019, Vol. 119, No. 2, s. 254.

⁷ T. Kučera, *Logistics Cost Calculation of Implementation Warehouse Management System: A Case Study*, „MATEC Web od Conferences LOGI” 2017, Vol. 134, s. 2.

i na tej podstawie decyduje o lokalizacji każdego magazynu, jego wielkości, wyglądzie itp. Na tym etapie sporządza się również kalkulację kosztów eksploatacji, zapotrzebowanie na pracowników i metody magazynowania.

Najbardziej rozbudowany pod względem różnorodności działań jest poziom operacyjny, na którym dokonuje się tzw. analizy magazynowej. Na jej podstawie podejmuje się wiele decyzji, wśród których należy wymienić ustalenie tzw. zbioru jednostek logistycznych⁸, a dla nich również jednostek podrzędnych. Niekiedy odrębną kwestią staje się ustalenie zbioru nośników magazynowych. Następnie tworzy się listę pracowników niezbędnych do obsługi magazynu i ustala się dla nich zakresy odpowiedzialności. Warto również sporządzić schemat ścieżki przepływu informacji w magazynie oraz hierarchię organizacyjną. W dalszym ciągu określa się jednoznacznie lokalizacje, w których będą składowane nośniki, czyli np. obszary i miejsca odkładcze. Kolejno tworzy się mapę procesów realizowanych w magazynie i ustala procedury postępowania dla poszczególnych zadań w tych procesach. Po stworzeniu mapy procesów należy się również zastanowić nad technologiami stosowanymi przy wykonywaniu zadań (technologie kodów kreskowych, radiowe, sieci bezprzewodowe i inne). Dopiero po tym określeniu wdrażanych technologii powinno się przystąpić do tworzenia procedur postępowania⁹.

Projektowanie powierzchni magazynowej rozpoczyna się od tworzenia planu magazynowego, czyli opracowania strategii przechowywania asortymentu¹⁰. Na tym etapie tworzona jest charakterystyka opakowań i jednostek ładunkowych (elementy danych słownikowych), w których będą przechowywane pozycje asortymentowe. Do takich elementów mogą należeć skrzynie, pojemniki, palety itp. Opisuje się ich parametry techniczne, co pozwala później na planowanie pojemności regałów, wielkości miejsc odkładczych, sekcji magazynowych itp. Po tych działaniach przychodzi czas na przeanalizowanie programu magazynowego, danych dotyczących wszystkich przechowywanych rodzajów dóbr materialnych, opakowań zbiorczych, parametrów obrotu. Wówczas wiadomo, jakie ilości mogą być wydawane z magazynu bądź przesuwane z lokalizacji zapasu do lokalizacji operacyjnych. Dodatkowo w projekcie magazynowania uwzględnia się:

⁸ Por. J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 25.

⁹ B. Sai Subrahmanya Tejesh, S. Neeraja, *Warehouse inventory management system using IoT and open source framework*, „Alexandria Engineering Journal” 2018, Vol. 57, s. 3819–3820.

¹⁰ R. Kenova, *The Role of Warehouse...*, s. 10.

- zapas magazynowy, w tym zapas bezpieczeństwa i zapas awaryjny, oraz bufory bezpieczeństwa,
- sposób rotacji poszczególnych grup asortymentowych (np. FIFO, FEFO¹¹),
- sposób dostawy i odbioru,
- procedury związane z operacjami magazynowymi.

Z punktu widzenia funkcjonowania systemu WMS najważniejszym elementem projektu magazynowego jest część dotycząca zagospodarowania przestrzennego. Zawiera informacje na temat stref przyjęcia, składowania i wydań, a także rozmieszczenia poszczególnych sekcji magazynowych, w których są składowane określone rodzaje dóbr, towary najbardziej rotujące itp.

Istnieją dwa główne układy jednostek ładunkowych w magazynie: blokowy i rzędowy¹². Pierwszy z nich sprawdza się w wypadku bardzo ograniczonej powierzchni magazynowej i polega na układaniu jednostek logistycznych w stosy. Jeśli w magazynie nie ma odpowiedniej infrastruktury, przede wszystkim regałów magazynowych, wówczas strategia magazynowania może zostać poważnie skomplikowana. Po pewnym czasie jednostki znajdujące się najniżej w stosie będą zawierały „najstarsze” towary, które powinny być wydane z magazynu w pierwszej kolejności, jednak ich wydobycie spod wielu innych jednostek będzie generowało duże straty czasowe, a co za tym idzie – pieniężne. Układ rzędowy to ułożenie jednostek w rzędach, co znacznie ułatwi dostęp do każdej jednostki. Jednakże taki układ powoduje konieczność wyodrębnienia w ramach magazynu wielu dróg transportowych, co będzie skutkowało wyższymi kosztami funkcjonowania magazynu i dłuższym czasem realizacji operacji.

Najbardziej popularny, zwłaszcza w dużych magazynach, jest układ wysokiego składowania (jeden z rodzajów układu rzędowego, w którym wysokość składowania przekracza 7,2 m, a sięga nawet 30 m). W ramach przestrzeni składowania istnieje wiele rzędów umieszczonych jedno nad drugim. Zwykle magazyny tego typu mają strefy niskiego i wysokiego składowania (por. rysunek 4.1.). Zwykle wysokość każdego „piętra” składowania, czyli rzędu, odpowiada wysokości jednostki ładunkowej (lub dwóch, jeśli można

¹¹ FIFO (ang. *First-In, First-Out*) – strategia polegająca na wydaniu z magazynu najstarszego zapasu dla konkretnej pozycji asortymentowej; FEFO (ang. *First-Expired, First-Out*) – strategia polegająca na wydaniu z magazynu zapasu o najkrótszej dacie przydatności do zużycia lub spożycia dla konkretnej pozycji asortymentowej.

¹² J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 41.

składować dwie jednostki, jedna na drugiej), która jest na nim składowana. Obecnie uznaje się magazyny wysokiego składowania za najlepsze rozwiązanie w zakresie magazynowania, ponieważ mimo konieczności poniesienia wysokich wydatków inwestycyjnych wydajność składowania i elastyczność są znacznie wyższe niż w wypadku niskiego składowania (wysokość składowania do 4,2 m)¹³.



Rysunek 4.1. Magazyn z wydzielonymi strefami niskiego i wysokiego składowania

Źródło: *Modern warehouse with pallet rack storage system*, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9436500> (dostęp: 17.06.2020).

¹³ Magazyny średniego składowania to magazyny, w których wysokość składowania wynosi od 4,2 m do 7,2 m. W magazynach wysokiego składowania wysokość ta wynosi powyżej 7,2 m.

4.3. Oprogramowanie w magazynie

Niewątpliwie ze względu na skomplikowane i liczne operacje wykonywane w zakresie zarządzania zapasami systemy informatyczne stały się nieodłącznym elementem gospodarki magazynowej. Powstało wiele rozwiązań, które przy wsparciu urządzeń elektronicznych wspomagają przedsiębiorstwa w realizowaniu procesów przyjęcia do magazynu, składowania i wydania z magazynu. Grupa tych aplikacji jest zróżnicowana wewnętrznie, jednak można wśród nich wyodrębnić pewne grupy o wspólnych cechach charakterystycznych. Majewski dzieli systemy informatyczne wykorzystywane w obszarze gospodarki magazynowej na¹⁴:

- analityczne,
- ewidencyjne,
- analityczno-ewidencyjne.

Systemy analityczne to aplikacje skupione na analizie danych ilościowych, głównie na bazie arkusza kalkulacyjnego. W tym zakresie wykorzystuje się przede wszystkim metody statystyczne. Często takie oprogramowanie jest specjalnie tworzone na zlecenie danego przedsiębiorstwa, ale na rynku oprogramowania istnieje wiele aplikacji przeznaczonych do ilościowej analizy danych, np. IBM SPSS Statistics lub STATISTICA. Niekiedy tworzone są w przedsiębiorstwach szablony arkuszy kalkulacyjnych w popularnym narzędziu Microsoft Excel. Narzędzia analityczne wspierają planowanie procesów logistycznych, np. procesu zaopatrzenia. Po wprowadzeniu czynników warunkujących tworzenie planu zaopatrzenia następuje analiza dostępnych danych i przedstawienie wyniku. W wypadku procesu zaopatrzenia danymi wejściowymi do procesu analitycznego mogą być:

- liczba dni, na które planuje się dostawy,
- liczba dni rotacji, czyli dni, z których będą analizowane przychody i rozchody w magazynie,
- zapas minimalny, awaryjny, bezpieczeństwa, maksymalny danego dobra,
- aktualna ilość zapasu w magazynie,
- zapas „w drodze” (realizowane zamówienia zakupowe),
- stopień ważności pozycji asortymentowej (pozycja kluczowa lub mniej ważna),
- inne.

¹⁴ J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 151.

Część danych jest zapisana na stałe i wprowadza się je tylko raz (wielkości zapasów minimalnych i pozostałych, priorytet pozycji asortymentowej). Zdarza się, że wszystkie z nich są ustawione automatycznie. Na ich podstawie system informatyczny dokona obliczenia zapotrzebowania materiałowego netto, czyli wytypuje pozycje asortymentowe, które należy zamówić, i zaproponuje ich ilość, zgodnie z również wcześniej zapisanym cyklem wystawiania zamówień (np. w określone dni tygodnia), cyklem dostawy (czasem wpływającym od złożenia zamówienia do dostawy). Należy pamiętać, że propozycja systemu informatycznego może ulec zmianie, jeśli zmieni się któryś z parametrów wejściowych, zwłaszcza liczba dni rotacji podlegających analizie. Jednakże w gestii przedsiębiorstwa pozostaje, czy tego typu funkcje analityczne będą wykonywane przez system informatyczny w magazynie. Jest to uzależnione od wdrożonego systemu przepływu informacji w organizacji.

Narzędzia ewidencyjne są skupione głównie na rejestrowaniu zdarzeń i operacji, które dotyczą działalności magazynu. Jest to liczna grupa programów o bardzo podobnych cechach. Ewidencja zdarzeń umożliwia późniejsze generowanie zestawień i raportów, które mogą dotyczyć wielkości zapasów magazynowych, rotacji pozycji asortymentowych itp. Systemy ewidencyjne są dość mocno powiązane z innymi systemami transakcyjnymi, np. systemami finansowo-księgowymi (typu FK). Dzięki temu, że system informatyczny nadaje statusy wszelkiego rodzaju zleceniom (np. zamówieniom do dostawców), można wygenerować zestawienie dotyczące na przykład zapasów „w drodze”, czyli takich, które zostały zamówione, dostawca potwierdził ich wysyłkę i jest w trakcie ich kompletacji lub transportu do miejsca przeznaczenia.

Zintegrowane systemy informatyczne, zwłaszcza ERP, znajdują się w trzeciej z wymienionych grup, czyli wśród oprogramowania analityczno-ewidencyjnego¹⁵. Systemy te mają wszystkie zalety programów ewidencyjnych i analitycznych, co pozwala na wykorzystanie efektu synergii i stworzenie dodatkowych funkcjonalności. Automatycznie generują zamówienia zakupowe, zlecenia przyjęcia na magazyn, raporty dotyczące dóbr, które trzeba szybko sprzedać (np. z krótką datą ważności). Potrafią w krótkim czasie zidentyfikować towar o danym numerze serii produkcyjnej. Jest to szczególnie istotne, kiedy do przedsiębiorstwa dociera informacja o wadzie w produktach pochodzących z danej serii produkcyjnej. Wówczas, jeśli dane te zostały wprowadzone do modułu lub oddzielnego systemu WMS, łatwo można odnaleźć lokalizacje, w których są przechowywane wadliwe towary.

¹⁵ G. Baruffaldi, R. Accorsi, R. Manzini, *Warehouse management...*, s. 252.

Zatem podsumowując, procesy logistyczne realizowane w magazynie mogą być wspierane przez trzy rodzaje oprogramowania informatycznego¹⁶:

1. ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) – systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa. Obsługa magazynu nie jest w nich obligatoryjna, ale może stanowić dodatkową część w postaci oddzielnego modułu. Poza tym system obsługuje wszystkie operacje magazynowe, z wyjątkiem kontroli lokalizacji, lub realizuje te zadania w ograniczonym zakresie.
2. WMS (ang. *Warehouse Management System*) – systemy zarządzania magazynem. Są to oddzielne programy instalowane na komputerach, zwykle zintegrowane z ERP, choć mogą funkcjonować samodzielnie. Ich głównym zadaniem jest kontrola lokalizacji.
3. WES (ang. *Warehouse Execution System*) – systemy wspomagające WMS przez sterowanie pracami magazynu, zwykle instalowane na urządzeniach mobilnych (np. czytnikach kodów, terminalach radiowych).

Mniejsze przedsiębiorstwa korzystają zwykle z systemu ERP w celu realizacji obsługi informacyjnej operacji magazynowych. Nie zarządzają lokalizacjami towarów, ponieważ większość z nich nie dysponuje magazynami wysokiego składowania. Najważniejszym elementem w tym obszarze jest rejestracja przyjęć i wydań w celu prowadzenia poprawnej dokumentacji księgowej. Tylko niektóre z nich decydują się na rozszerzenie posiadanych aplikacji o rozbudowane moduły magazynowe, mające funkcjonalności obsługi magazynów, w tym tych wysokiego składowania. Szacuje się, że jedynie ok. 30% przedsiębiorstw średnich i dużych, które wdrożyły system ERP, posługuje się również aplikacjami klasy WMS. Natomiast 4% przedsiębiorstw nie posiada systemu WMS, ale prowadzi obsługę logistyczną magazynu przy wsparciu ERP oraz zintegrowanych z nim aplikacji WES¹⁷.

Dlaczego więc tak naprawdę stosuje się rozwiązania WMS do obsługi magazynu, skoro zadania te wypełnia również system ERP? Użytkownicy systemów informatycznych wykorzystywanych do realizacji procesów logistycznych uważają system WMS za bardziej elastyczny niż ERP. Przede wszystkim posiada więcej funkcjonalności niż ERP, m.in. w zakresie zarządzania lokalizacjami, oraz jest lepiej wyposażony w moduły komunikacji z urządzeniami

¹⁶ *Rozwiązania informatyczne do zarządzania stanami magazynowymi. Computerworld. IT w logistyce. Raport*, <http://www.computerworld.pl/whitepaper/pobierz/2538-IT.w.logistyce.html>, s. 9 (dostęp: 17.06.2020).

¹⁷ *Ibidem*, s. 11.

mobilnymi¹⁸. Zatem w dużych, bardzo rozległych magazynach, zwłaszcza tych ze strefą wysokiego składowania, to system WMS będzie lepiej kontrolował przepływ materiałow i dokładniej zarządzał zapasem.

4.4. Konfiguracja systemu WMS

Opisano już w znacznym stopniu funkcjonowanie magazynów, jednak należy się bliżej przyjrzeć zadaniom systemów klasy WMS, które są realizowane w kilku obszarach. Przede wszystkim są to systemy informatyczne wspomagające „realizację, kontrolę i sterowanie przepływem towarów przez magazyn oraz dostarczanie informacji o przepływie”¹⁹ i tworzenie dokumentacji, która mu towarzyszy.

Najczęstszą praktyką we wdrażaniu tego systemu jest ustanowienie jego współpracy z systemem nadrzędnym, zwykle z systemem klasy ERP, ale również niekiedy SCM, czyli ogólnie mówiąc – systemem ZSI. Zasadnicza różnica między systemami ERP i WMS polega na tym, że pierwsze rejestrują ilość i wartość towarów na magazynie, drugie zaś gromadzą informacje dotyczące m.in. lokalizacji towarów, parametrów opakowań, miejsc składowania, klas składowania, datach przyjęcia na magazyn, datach ważności, seriach produkcyjnych²⁰.

System WMS pełni ważną funkcję w eksploatacji wyników procesu projektowania powierzchni magazynowej. Przede wszystkim definiuje się w nim tzw. logikę informatyczną magazynów, czyli ustala liczbę magazynów i ich stref i nadaje im poziom ważności. Na przykład wyznacza się jeden magazyn główny, oznacza się magazyny zewnętrzne, w których przedsiębiorstwo wynajmuje powierzchnię, można również wprowadzić centra dystrybucyjne, jeśli przedsiębiorstwo takowe posiada. Następnie w każdym magazynie definiuje się główne strefy funkcjonalne, o których również już wspomniano: strefę przyjęć, składowania i wydań²¹. Niekiedy wyodrębnia się również strefę kompletacji, jeśli procesy realizowane w magazynie tego wymagają (są na tyle specyficzne, że trzeba dla nich wydzielić dodatkowy obszar), jednak często

¹⁸ *Ibidem*, s. 12.

¹⁹ *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 99.

²⁰ J. Mao, H. Xing, X. Zhang, *Design of Intelligent Warehouse Management System*, „Wireless Personal Communication” 2018, Vol. 102, s. 1357.

²¹ *Ibidem*, s. 1359.

kompletacja odbywa się w strefie wydań magazynu. Strefy funkcjonalne również mogą otrzymać stosowne oznaczenia²².

Następnym krokiem jest stworzenie kolejnego poziomu struktury magazynu, czyli stref magazynowych. Mogą one zostać wydzielone w każdej ze stref funkcjonalnych. Na przykład w strefie przyjęć można wyodrębnić stanowiska do przyjmowania materiałów niebezpiecznych, towarów wymagających kwarantanny, badania jakościowego itp. W strefie wydań również można ustalić pewne obszary przeznaczone na przykład dla dóbr szybko rotujących. Jednak najczęściej wydzielanie jakichkolwiek stref odbywa się w strefie składowania²³. Głównym czynnikiem wpływającym na podział powierzchni w tej strefie jest rodzaj składowanego towaru.

W dalszej kolejności projektowaniu podlegają infrastruktura i sieć dróg transportowych. Infrastruktura jest dopasowana do specyfiki przechowywanego towaru (głównie parametrów technicznych, jak wielkość, oraz cech fizykochemicznych). Jej część lub nawet całość są przygotowane na tzw. składowanie uniwersalne, np. na europaletach²⁴, czyli paletach drewnianych w standardzie EURO EPAL1. Dla niektórych pozycji asortymentowych trzeba wydzielić specjalne miejsca składowania.

Pełna „mapa” magazynu zawiera dodatkowo sieć dróg, dzięki której system WMS może zaplanować trasę danego środka transportu obsługiwanego przez człowieka (np. wózka widłowego ręcznego lub silnikowego) lub autonomicznych wózków (ang. *Automated Guided Vehicle – AGV*)²⁵.

Następnie do głównej bazy danych wprowadza się dane podstawowe. W pierwszej kolejności należy się skupić na nośnikach magazynowych. Ważnym elementem sprawnego działania systemu informatycznego w magazynie jest nadanie im nazw ewentualnie skrótów nazw, jeśli wymaga tego system, podanie danych gabarytowych każdego z rodzajów nośników (np. długość, szerokość, wysokość, masa, pojemność) i wartości maksymalnych dla wagi nośnika z towarem, jego wysokości, zapełnienia w wypadku pojemników i innych wartości dopasowanych do rodzaju nośnika. Każdy z rodzajów nośników powinien być powiązany z potencjalnymi miejscami

²² L.M. Thomas, R.D. Meller, *Analytical models for warehouse configuration*, „IIE Transactions” 2014, Vol. 46, s. 931.

²³ *Ibidem*.

²⁴ *Ibidem*, s. 933.

²⁵ S.F. Pane, R.M. Awangga, B.R. Azhari, *Qualitative Evaluation of RFID Implementation on Warehouse Management System*, „Telkomnika” 2018, Vol. 16, No. 3, s. 1304.

składowania, tj. należy określić, w jakich miejscach można składować dobra na lub w tym nośniku.

Następnie należy się odwołać do listy pozycji asortymentowych i każdą z nich przypisać do typu nośnika. Dodatkowo, jeśli wcześniej nie zostało to zrobione, powinno się przyporządkować pozycje asortymentowe do danej strefy magazynowania lub do określonych miejsc magazynowych. W niektórych magazynach przypisuje się również miejsca magazynowe lub całe strefy konkretnym dostawcom lub odbiorcom, głównie jeśli mają duży udział w obrocie magazynowym.

Konfiguracja systemu WMS nie zawsze kończy się sukcesem. Do najczęściej popełnianych błędów podczas wdrożenia systemów klasy WMS należy zaliczyć²⁶:

- nieodpowiednie pojemności stref magazynowych i ich rozłożenie,
- nieprawidłowo przeprowadzoną analizę składowanego asortymentu,
- niewłaściwy dobór regałów,
- niewłaściwy sposób oznaczania elementów struktury magazynu, nośników magazynowych i towarów,
- niewłaściwy dobór narzędzi i urządzeń wspomagających pracę magazynu,
- brak zainteresowania dotychczasowymi najlepszymi praktykami wdrożeniowymi w branży.

4.5. Zadania systemów klasy WMS

W przedsiębiorstwie może istnieć jeden magazyn lub wiele magazynów o różnym przeznaczeniu, jednak w każdym podmiocie powinny się znajdować w magazynie strefy przyjęcia, składowania i wydań²⁷. W strefie przyjęć następuje rozładunek towaru dostarczonego przez klienta, kontrola ilościowa i jakościowa dostawy oraz sporządzenie odpowiednich dokumentów magazynowo-księgowych, czyli głównie dokumentu PZ (przyjęcia z zewnątrz) oraz jeśli to konieczne, raportu z badania jakości (np. w przemyśle spożywczym, chemicznym). Jeśli dostawa składała się z więcej niż jednej pozycji asortymentowej na jednym nośniku (tzw. palety miksowanej), może nastąpić rozformowanie

²⁶ M. Mendakiewicz, *WMS – skuteczny sposób obniżenia kosztów*, „TSL Biznes” 2013, nr 6, s. 53.

²⁷ Y.S. Lin, K.J. Wang, *A two-stage stochastic optimization model for warehouse configuration and inventory policy of deteriorating items*, „Computers & Industrial Engineering” 2018, Vol. 120, s. 85.

jednostki logistycznej i rozdzielenie towarów na inne nośniki magazynowe. Manipulacja towarami na paletach jednorodnych (z jedną pozycją asortymentową) jest o wiele łatwiejsza. Następnie system klasy WMS wyszukuje odpowiednią lokalizację dla tego towaru w strefie składowania, wyznaczony pracownik pobiera towar i przewozi go do tej lokalizacji. Skanuje kod kreskowy lokalizacji, kod kreskowy towaru i zatwierdza ilość towaru pozostawioną w lokalizacji.

W sferze przyjmowania towarów system WMS umożliwia również sortowanie zdarzeń na te o charakterze wewnętrznym (przyjęcie wyrobów gotowych z produkcji) i zewnętrznym (przyjęcie towaru od dostawcy), rozformowanie jednostek ładunkowych, na których przywieziono dostawę (np. w sytuacji, gdy towary zostały dostarczone na miksowanych nośnikach), utworzenie nowych jednostek ładunkowych, przypisanie im konkretnej lokalizacji w magazynie, wygenerowanie etykiety z kodem kreskowym i opracowanie trasy dla pracownika w celu umieszczenia nośnika w określonym miejscu. W sytuacji gdy nastąpił błąd w określeniu wolnego miejsca do składowania towaru (np. lokalizacja wskazana przez system jest już zajęta), po wybraniu odpowiedniej funkcji system automatycznie zaproponuje kolejne wolne miejsce przeznaczone do składowania danej pozycji asortymentowej. W wypadku braku wolnego miejsca towar zostanie skierowany do strefy tymczasowego składowania (tzw. sterty magazynowej, lokalizacji obszarowej) i w chwili zwolnienia się lokalizacji przypisanej do towaru system automatycznie wygeneruje zlecenie przeniesienia go do wyznaczonej lokalizacji.

Integracja systemu WMS z ERP umożliwia również powiązanie ze sobą różnych dokumentów, jednak dotyczących przepływu tego samego dobra²⁸. Na przykład przesłanie dokumentu zamówienia do dostawcy z systemu ERP do WMS automatycznie za pomocą komunikatu EDI umożliwia przyjęcie dostawy i kontrolę ilościową towaru dostarczonego przez kierowcę. Z kolei wygenerowanie na tej podstawie dokumentu przyjęcia (PZ) i przesłanie go do systemu ERP umożliwi – razem z rejestracją faktury zakupowej – uaktualnienie kont finansowych dotyczących zapasów i uruchomienie procesu płatności. Cały proces trwałby o wiele dłużej, gdyby wymiana informacji i dokumentów miała się odbywać bez pomocy komunikatów elektronicznej wymiany danych. Dodatkowo, powiązanie ze sobą dokumentów w systemie informatycznym umożliwia ocenę niezawodności dostaw, czyli łatwiejszą kontrolę współpracy z kooperantem.

²⁸ G. Baruffaldi, R. Accorsi, R. Manzini, *Warehouse management...*, s. 252.

W sferze zarządzania składowaniem system WMS będzie stosował wybraną przez kadre kierowniczą strategię magazynowania (np. FIFO)²⁹. Oznacza to, że będzie kontrolował daty przyjęcia towaru do magazynu lub daty ważności towaru i wyznaczał odpowiednie partie towaru do wydania w pierwszej kolejności. Ponadto wprowadzone wcześniej dane dotyczące na przykład zapewnienia lokalizacji operacyjnych umożliwią mu kontrolowanie wypełnienia miejsc składowania. Kiedy poziom zapewnienia danej lokalizacji spadnie poniżej zaplanowanego pułapu, system automatycznie stworzy zlecenie przesunięcia towaru na niższy poziom, jednocześnie generując nowe etykiety zgodne ze standardem GS1³⁰ (por. rozdz. 5). System będzie prowadził ewidencję stanów magazynowych dla każdego towaru, miejsca i nośnika magazynowego, a także pozwalał na blokowanie miejsc, artykułów i nośników.

Z kolei jeśli następuje proces wydania towaru z magazynu na zewnątrz lub do działu produkcji, najpierw wprowadza się do systemu informacje dotyczące tego, co i w jakiej ilości ma być pobrane. Zwykle odbywa się to elektronicznie za pomocą listy pobrań przesłanej z systemu ERP. Następnie system zgodnie z przyjętą strategią zarządzania zapasami kieruje magazyniera w konkretne miejsce (lub miejsca), z którego towar (towary) ma zostać pobrany. Magazynier skanuje kod lokalizacji, kod towaru i zatwierdza ilość pobranego towaru. Następnie przewozi go w wyznaczone miejsce, w którym następuje kompletacja (jeśli na liście pobrań widniała więcej niż jedna pozycja asortymentowa), formowanie jednostki logistycznej i zabezpieczanie ładunku (np. foliowanie). Zwykle systemy WMS są już tak zaawansowane, że automatycznie generują list przewozowy, który jest naklejany na jednostkę logistyczną i zawiera informacje niezbędne do identyfikacji towaru.

Wydawanie towarów jest jedną z najbardziej pracochłonnych sfer w działalności magazynu. Oczywiście, również w tej sferze system WMS musi obsługiwać technologie automatycznej identyfikacji towarów i miejsc składowania³¹. Po raz kolejny ważne okazuje się zintegrowanie systemu WMS z nadrzędnym oprogramowaniem ERP. Rejestracja zamówienia od klienta lub zlecenia produkcyjnego w modułach systemu ERP i przesłanie ich za pomocą EDI do systemu WMS umożliwia szybką kompletację towarów lub

²⁹ Y.S. Lin, K.J. Wang, *A two-stage stochastic...*, s. 84.

³⁰ GS1 (*Global Standard One*) – globalna organizacja zajmująca się tworzeniem, implementacją i kontrolą standardów dotyczących oznakowania (m.in. kodów kreskowych, RFID), elektronicznej wymiany danych, synchronizacji danych.

³¹ B. Sai Subrahmanya Tejesh, S. Neeraja, *Warehouse inventory...*, s. 3820.

materiałów³². Do tego potrzebna jest lista kompletacyjna³³, na podstawie której system informatyczny generuje trasę poruszania się pracownika, kompletującego towar zgodnie z zamówieniem. Kompletacja nie musi się jednak odbywać automatycznie, istnieje również możliwość manualnego planowania wysyłek i kompletacji.

Jak wcześniej wspomniano, system WMS analizuje zamówienie i wskazuje lokalizacje, z których towar ma być pobrany, jednak nie jest to przypadkowy wybór. Wprowadzona wcześniej strategia zarządzania zapasami determinuje lokalizacje wskazane przez system. Najczęściej są to lokalizacje, w których składowany jest towar będący najdłużej w przedsiębiorstwie (FIFO).

W strefie wydań w magazynie towar jest poddawany kontroli ilościowej i jakościowej, a następnie podlega procesowi formowania jednostek logistycznych (jeśli następuje miksowanie nośników, a nie przeznaczenie do transportu na jednorodnych paletach). Ładunki przeznaczone dla różnych odbiorców są również grupowane przez system WMS, którego celem jest wyjazd maksymalnie załadowanego pojazdu z przedsiębiorstwa, co obniża koszty transportu. Dodatkowo, w wypadku własnego transportu przedsiębiorstwa-sprzedawcy system planuje trasę kierowcy, uwzględniając preferencje klientów dotyczące czasu dostawy. System może również przypisywać pojazdy i kierowców do konkretnych ładunków.

W sferze przyjmowania, składowania i wydawania towarów system WMS powinien obsługiwać przede wszystkim automatyczną identyfikację danych³⁴. W związku z tym należy wgrać do systemu odpowiedni moduł, który umożliwi zarówno odczytywanie kodów kreskowych, jak i obsługę komunikatów EDI (por. rozdz. 2) i RFID (por. rozdz. 5). W związku z tym system WMS powinien być zdolny do odczytywania zakodowanych danych, a także generowania zakodowanych komunikatów, szczególnie etykiet zgodnych ze standardem GS1.

W tabeli 4.6. przedstawiono podstawowe obszary obsługi logistycznej systemu WMS w ujęciu innym niż klasyczny podział operacji na sferę przyjęcia, składowania i wydania.

³² J. Mao, H. Xing, X. Zhang, *Design of Intelligent Warehouse...*, s. 1357.

³³ W wypadku wewnętrznego przesunięcia towaru (z magazynu materiałów do produkcji) taką listę kompletacyjną nazywa się często wewnętrzną listą kompletacyjną lub materiałową listą kompletacyjną. Warto również pamiętać, że lista kompletacyjna bywa często nazywana listą pobrań.

³⁴ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 711, 713.

Tabela 4.6. Podstawowe zadania systemu klasy WMS

Obszar	Zadania systemu WMS
zarządzanie magazynami	<ul style="list-style-type: none"> - obsługa magazynów rzeczywistych i logicznych - poruszanie się w hierarchii magazynów - magazyn/obszar magazynowy³⁵/rzęd/kolumna/poziom/miejsce odkładcze³⁶ - tworzenie „mapy” magazynu
zapasy	<ul style="list-style-type: none"> - przeglądanie stanów magazynowych przy użyciu różnych kryteriów - analiza rotacji towarów - wyznaczanie stref dla towarów silnie rotujących³⁷
dokumentacja	obsługa: <ul style="list-style-type: none"> - zamówień dla dostawców - zleceń od klientów - rezerwacji towaru - wydania towarów z magazynu - przyjęcia towarów na magazyn - rejestracji dostaw z produkcji - kompletacji
operacje magazynowe	<ul style="list-style-type: none"> - obsługa przesunięć między magazynami - obsługa przesunięć między lokalizacjami - generowanie zleceń transportowych wewnątrzmagazynowych
transport i spedycja	<ul style="list-style-type: none"> - planowanie tras - obliczanie kosztów przewozu - obliczanie kosztów spedycyjnych - wyznaczanie kierowców i samochodów do wykonania zleceń

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 70–82.

³⁵ Obszar magazynowy jest wydzielonym miejscem w magazynie przeznaczonym do realizacji określonych operacji, np. składowania, kompletacji, przyjęcia. Niekiedy magazyny są dzielone według rodzaju przechowywanego asortymentu, np. artykuły papiernicze, artykuły spożywcze, artykuły chemiczne. Charakter takiego podziału jest elastyczny i decyzję o nim podejmuje podmiot, który wdraża u siebie system klasy WMS.

³⁶ Miejsca odkładcze (miejsca magazynowe) mogą mieć różne parametry, nawet w tym samym magazynie, dlatego w systemie WMS określa się ich cechy, np. nośność, pojemność, wymiary.

³⁷ W jednym obszarze magazynowym może być więcej niż jedna strefa, jednak strefa nie może obejmować całego obszaru magazynowego lub elementów kilku obszarów.

Bardzo ważnym zadaniem systemu klasy WMS jest obsługa obiegu dokumentacji, realizowanego nie tylko w magazynie. W kolejnych akapitach zostaną wspomniane wyłącznie te, dla których opis nie został zamieszczony wcześniej. Przede wszystkim na podstawie bieżącego stanu zapasów tworzone są raporty, które (w zależności od zaprojektowanego przepływu informacji) są przesyłane do systemu ZSI lub pozwalają na wygenerowanie zamówień w systemie WMS. Jeśli to zadanie jest realizowane przez system ZSI, przesyła on automatycznie stworzone zamówienia zarówno do dostawców, jak i systemu WMS, jednak dane dotyczące aktualnego poziomu zapasów są pobierane do obliczeń z bazy danych WMS. Wówczas moduł MRP (planowania potrzeb materiałowych) systemu ZSI rekomenduje wystawienie konkretnych zamówień. Zamówienia są przesyłane do dostawców i do systemu WMS, dzięki czemu można będzie przyjąć dostawę.

Na przykład w procesie sprzedaży planowanie wysyłki towaru może odbywać się ręcznie lub automatycznie³⁸. Jeśli zamówienie nie wpłynęło do przedsiębiorstwa w formie elektronicznej, magazynier może ręcznie wprowadzić pozycje asortymentowe i ich ilości konieczne do skompletowania. Może również wyznaczyć jednostki logistyczne (nośniki magazynowe). Automatyczne planowanie wysyłki uruchamia się w momencie zatwierdzenia przyjęcia przez WMS zlecenia klienta. System WMS generuje również listy przewozowe.

Systemy WMS mają zwykle wbudowany mechanizm nadawania statusów dostawom. Na przykład oznaczenie „w trakcie wykonywania” może oznaczać zaplanowaną wysyłkę, ale będącą jeszcze w trakcie procesu kompletacji, termin „oczekująca” może oznaczać przyjęte zlecenie, ale również takie, którego realizacja nie została rozpoczęta, itd.

Kompletacja w systemie WMS polega na wygenerowaniu lub przyjęciu z systemu ZSI listy kompletacyjnej tworzonej na podstawie zamówienia od klienta. W ten sposób osoba odpowiedzialna za kompletację może z takim nośnikiem udać się w konkretne, wskazane przez system lokalizacje i pobrać odpowiednie ilości towarów. Ważne jest to, że system WMS sam wyznacza lokalizacje, z których należy pobrać towar, a robi to zgodnie z przyjętą strategią magazynowania.

Wśród najbardziej popularnych strategii magazynowania (a jednocześnie wyceny materiałów) należy wymienić:

³⁸ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 77.

- FIFO (ang. *First-In, First-Out*) – „pierwsze weszło, pierwsze wyszło” – w której towary najdłużej przebywające w magazynie są wydawane z magazynu w pierwszej kolejności;
- FEFO (ang. *First Expired, First-Out*) – „pierwsze traci ważność, pierwsze wychodzi” – w której towary o najkrótszej dacie przydatności do użycia są wydawane z magazynu w pierwszej kolejności;
- LIFO (ang. *Last In, First Out*) – „ostatnie weszło, ostatnie wyszło” – w której towary najkrócej przebywające w magazynie są wydawane z niego w pierwszej kolejności.

Istnieje o wiele więcej strategii magazynowania³⁹, jednak nie wszystkie są tak popularne, jak te wymienione powyżej.

Systemy klasy WMS realizują również operacje magazynowe, głównie przesunięcia wewnątrz- i międzymagazynowe. Są to działania, które zwykle nie wymagają kontroli nadrzędnego systemu ZSI, dlatego też są wykonywane bez jego udziału. Zadania realizowane w tym obszarze polegają w dużej mierze na przesuwanie całych jednostek logistycznych (palet) w ramach istniejącej powierzchni magazynowej. Charakter zadań zależy z kolei od otrzymanych zleceń transportowych (ang. *transport orders, transfer orders*), które mogą być powiązane z:

- dostawą,
- wysyłką,
- uzupełnieniem artykułów w lokalizacji operacyjnej,
- przemieszczaniem wewnętrznym⁴⁰.

Zlecenia transportowe nie muszą być drukowane, coraz częściej w magazynach używa się sieci bezprzewodowych, wobec tego dane dotyczące kolejnego zlecenia (już według zoptymalizowanej trasy) są kopiowane na terminal usytuowany na urządzeniu obsługiwany przez pracownika (zwykle na wózku widłowym). Kiedy pracownik znajdzie się w miejscu wskazanym przez system, powinien zeskanować kod lokalizacji towaru oraz kod towaru, odnotować pobraną ilość i udać się w kolejne miejsce wyznaczone przez system. W wypadku przesunięć wewnątrz magazynu lub międzymagazynowych pracownik powinien również po przewiezieniu towaru na miejsce docelowe zeskanować kod kreskowy tej lokalizacji⁴¹.

³⁹ Np. HIFO (ang. *Highest In, First Out*), LOFO (ang. *Lowest In, First Out*).

⁴⁰ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 78.

⁴¹ L.M. Thomas, R.D. Meller, *Analytical models for...*, s. 933.

System WMS jest również często odpowiedzialny za realizację operacji transportowo-spedycyjnych. Zazwyczaj systemy WMS są zintegrowane z oprogramowaniem GIS (ang. *Geographic Information System*), który umożliwia edycję map wykorzystywanych w systemach WMS. Dzięki GIS możliwe jest przesuwanie map, powiększanie i pomniejszanie ich fragmentów, podświetlanie tras. Często systemy klasy WMS są integrowane z elektronicznymi giełdami transportowymi, aby zlikwidować tzw. puste przebiegi, zwłaszcza w trasach powrotnych od klientów. Tradycyjnie przeznaczeniem elektronicznych giełd transportowych jest obsługa przewoźników, którzy na co dzień zajmują się wyłącznie przewożeniem towarów, a w wypadku przedsiębiorstw o innym profilu działalności mogą stanowić uzupełnienie, dzięki któremu uda się obniżyć ujemne skutki pustych przebiegów⁴².

W związku z planowaniem tras dla kierowców i floty przedsiębiorstwa w bazie danych systemu klasy WMS powinny zostać utworzone kartoteki dotyczące m.in.:

- kontrahentów,
- środków transportu,
- produktów,
- kierowców,
- klas dróg,
- tras,
- nośników magazynowych,
- miejscowości,
- połączeń drogowych.

W powyżej wymienionych katalogach są przechowywane dane, które stają się danymi wejściowymi do procesu planowania i optymalizacji tras. Kartoteka kontrahentów obejmuje informacje na temat podmiotów powiązanych z usługami transportowymi, niezależnie od tego, czy przedsiębiorstwo samodzielnie realizuje przewozy, czy zleca je na zewnątrz. Katalog zawiera więc informacje o przewoźnikach, klientach, odbiorcach, spedytorach itp. Kolejna część bazy danych składa się z informacji o poszczególnych pojazdach, a właściwie o ich parametrach technicznych, takich jak pojemność silnika, numer rejestracyjny, data przeglądów technicznych, pojemność, ładowność, o charakterze uniwersalnym lub specjalnym. Katalog typów nośników magazynowych zawiera informacje na temat ich parametrów,

⁴² Y.S. Lin, K.J. Wang, *A two-stage stochastic...*, s. 85.

takich jak wysokość, szerokość, długość, maksymalny udźwig. Dane te w znaczącym stopniu ułatwiają planowanie załadunku samochodu przez obliczenie, ile danego rodzaju nośnika (np. palet) zmieści się w danym pojeździe. Dodatkowe katalogi mogą obejmować kartoteki kierowców, klas dróg⁴³.

W systemach ERP i WMS dochodzi do wielu transakcji, które muszą być również zarejestrowane z punktu widzenia rachunkowości finansowej (por. tabela 4.7.). Ważne jest jednak, by ujednocilić oznaczenia dokumentów w obu aplikacjach, co pozwoli uniknąć utrudnień w wymianie informacji. Bardziej istotne z punktu widzenia obsługi przepływu informacji (funkcjonowania systemu logistyki informacji) jest wprowadzenie ich do systemu ERP, który pełni nadrzędną funkcję wobec systemu WMS i odpowiada również za księgowanie transakcji (w module księgowości finansowej lub zarządczej).

Tabela 4.7. Klasyfikacja przyczyn przyjęcia i wydania towarów. Przykłady danych słownikowych w systemie ERP i WMS

Sfera funkcjonowania magazynu	Symbol dokumentu	Nazwa dokumentu
przyjęcie	PDZ	przyjęcie materiałów do depozytu magazynowego z zewnątrz
	PDP	przyjęcie materiałów do depozytu magazynowego z produkcji
	PDF	przyjęcie materiałów do depozytu magazynowego z innego magazynu wewnętrznego
	PDI	przyjęcie materiałów do depozytu magazynowego na inne cele
	PRZ	przyjęcie materiałów z reklamacji zewnętrznej
	PMF	przyjęcie materiałów z innego magazynu przedsiębiorstwa
	PPW	przyjęcie materiałów z produkcji wewnętrznej własnej
	PMM	przyjęcie materiałów z montażu wewnętrznego magazynowego
	PWZ	przyjęcie materiałów wypożyczonych na zewnątrz przedsiębiorstwa

⁴³ J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 81.

Sfera funkcjonowania magazynu	Symbol dokumentu	Nazwa dokumentu
	PWP	przyjęcie materiałów wypożyczonych na produkcję
	PWF	przyjęcie materiałów wypożyczonych do innego magazynu przedsiębiorstwa
	PWI	przyjęcie materiałów wypożyczonych na inne cele
	PZZ	przyjęcie materiałów z zewnątrz z powodu zakupu
	POZ	przyjęcie materiałów omyłkowo wydanych na zewnątrz przedsiębiorstwa
	POP	przyjęcie materiałów omyłkowo wydanych na produkcję
	POF	przyjęcie materiałów omyłkowo wydanych do innego magazynu
	POI	przyjęcie materiałów omyłkowo wydanych na inne cele
	PZR	przyjęcie materiałów zwracanych od odbiorcy z powodu reklamacji
	PNZZ	przyjęcie nośnika zwrotnego z zewnątrz
	PNZW	przyjęcie nośnika zwrotnego z wewnątrz
wydanie	WDZ	wydanie materiałów z depozytu magazynowego na zewnątrz
	WDP	wydanie materiałów z depozytu magazynowego na produkcję
	WDF	wydanie materiałów z depozytu magazynowego do innego magazynu przedsiębiorstwa
	WDI	wydanie materiałów z depozytu magazynowego na inne cele
	WRZ	wydanie materiałów na zewnątrz po uznaniu reklamacji
	WMF	wydanie materiałów do innego magazynu przedsiębiorstwa
	WPW	wydanie materiałów na produkcję wewnętrzną
	WMW	wydanie materiałów na cele montażu wewnętrznego
	WWZ	wypożyczenie materiałów na zewnątrz przedsiębiorstwa
	WWP	wypożyczenie materiałów na produkcję wewnętrzną

Sfera funkcjonowania magazynu	Symbol dokumentu	Nazwa dokumentu
	WWF	wypożyczenie materiałów do innego magazynu przedsiębiorstwa
	WWI	wypożyczenie materiałów na inne cele
	WZS	wydanie materiałów na zewnątrz z powodu sprzedaży
	WBU	wydanie materiałów wybrakowanych w celu utylizacji
	WDZ	wydanie materiałów zwracanych do dostawcy zewnętrznego
	WRM	wydanie materiałów na cele reklamowo-marketingowe
	WCI	wydanie materiałów na inne cele
	WNZZ	wydanie nośnika zwrotnego na zewnątrz
	WNZW	wydanie nośnika zwrotnego do wewnątrz

Źródło: J. Majewski, *Warehouse Management System...*, s. 98–99, 120–121.

Operacje dokonywane w sferze przyjęcia, składowania i wydania z magazynu mają swoje odzwierciedlenie w dokumentacji magazynowo-księgowej⁴⁴. Dokumenty te można podzielić na trzy grupy:

- dokumentujące fizyczne zmiany stanu magazynowego (np. lista poobrań),
- dokumentujące wartościowe zmiany stanu magazynowego (np. faktura),
- mieszane (np. PZ, WZ),
- pozostałe (np. raporty).

Dokumenty generowane przez system WMS, ale również przez ZSI mogą mieć nadane statusy określające ich aktualny stan i sugerujące kolejne czynności, które powinny być na nich przeprowadzane. Każdy dokument w systemie informatycznym może mieć następujący status:

- „zarejestrowany”,
- „utworzony”,
- „przyjęty”,
- „wysłany”,
- „potwierdzony”,

⁴⁴ W literaturze naukowej i fachowej można się spotkać zarówno z pojęciem dokumentów magazynowych, jak i dokumentów magazynowo-księgowych.

- „w trakcie realizacji”,
- „zakończony”,
- „zamknięty”,
- „anulowany”,
- „usunięty”.

System WMS stwarza jeszcze wiele innych możliwości, wśród których najważniejszą jest komunikacja z urządzeniami wykorzystywanymi w pracy personelu. Zalicza się do nich terminale radiowe i wsadowe, czytniki kodów, etykieciarki i innego rodzaju drukarki. Sprawna komunikacja systemu WMS z nimi umożliwia przesyłanie danych na przykład za pomocą sieci bezprzewodowych. Trzeba nadmienić, że urządzenia mobilne nie są już stosowane wyłącznie przez pracowników fizycznych realizujących procesy operacyjne w magazynie, ale również przez kierowników, którzy nadzorują ich pracę⁴⁵.

System może również przypisywać nośniki do konkretnego przedsiębiorstwa, kontrolować ruch nośników zwrotnych i gromadzić dane dotyczące zwrotów i reklamacji. Istnieją jeszcze inne funkcje, które można przypisać tym systemom, jednak nie mają tak dużego znaczenia jak te wyżej wymienione⁴⁶.

Aplikacje WMS, podobnie jak kilka lat wcześniej systemy zarządzania transportem (ang. *Transportation Management Systems – TMS*), zaczęto przenosić do „chmury”, czyli stosować wobec nich koncepcję *cloud computing*, co jest spowodowane tym, że przedsiębiorstwa coraz rzadziej korzystają z rozwiązań projektowanych specjalnie dla nich. Co więcej, przedsiębiorstwa wynajmujące innym swoją powierzchnię magazynową mogą zarządzać lokalizacjami wynajmowanymi przez różne podmioty⁴⁷.

4.6. Struktura magazynu w systemie WMS

W magazynach (zwłaszcza wysokiego składowania) zwykle występują lokalizacje operacyjne, lokalizacje zapasu i lokalizacje obszarowe⁴⁸. Utrzymują je głównie przedsiębiorstwa produkcyjne, ale też handlowe, jak duże sieci sklepów

⁴⁵ B. McCrea, *WMS moves toward...*, s. 38.

⁴⁶ T.M. Fernández-Caramés, O. Blanco-Novoa, I. Froiz-Míguez, P. Fraga-Lamas, *Towards an Autonomous...*, s. 3–4.

⁴⁷ B. McCrea, *WMS moves toward...*, s. 36.

⁴⁸ G. Baruffaldi, R. Accorsi, R. Manzini, *Warehouse management...*, s. 258–259.

budowlanych i meblowych, sklepy typu cash & carry. Lokalizacje operacyjne to miejsca odkładcze, w których umieszcza się opakowania jednostkowe lub zbiorcze towarów (zwykle po rozformowaniu palety). Zazwyczaj ich pojemność jest równa pojemności jednej palety (lub opcjonalnie kilku), tak by po opróżnieniu lokalizacji operacyjnej łatwiej było przesunąć towary z lokalizacji całopaletowej (lokalizacji zapasu). Z lokalizacji operacyjnej towary są pobierane w pierwszej kolejności, chyba że klient zamówi całą paletę towaru – wówczas pobranie jest dokonywane z lokalizacji zapasu.

Lokalizacja zapasu to miejsce, w którym składowane są całe palety towaru (niekoniecznie maksymalnie załadowane). Zwykle magazyny są tak projektowane, iż tylko jeden rodzaj palety (najczęściej tzw. europaleta⁴⁹) mieści się w danej lokalizacji. W lokalizacji zapasu są lokowane towary, które „czekają” na pobranie w całości lub rozpakowanie i przeniesienie do lokalizacji operacyjnej (operacja góra – dół). Zwykle lokalizacje operacyjne znajdują się na dolnych półkach regałów magazynowych, a lokalizacje zapasu tych samych indeksów (pozycji) materiałowych – nad nimi.

Lokalizacje obszarowe są lokalizacjami, w których umieszcza się towary w kilku sytuacjach. Czasami nie ma potrzeby odkładać przyjętej palety na regał magazynowy, ponieważ jest zarezerwowana dla klienta. W okresach zwiększonej rotacji lub wahań popytu system WMS po przeprowadzeniu analizy dostępnych miejsc w magazynie nie jest w stanie wskazać wolnej lokalizacji. Wtedy towar zostaje tymczasowo skierowany do lokalizacji obszarowej, zwanej potocznie stertą magazynową. Zwykle jest to ustronne miejsce w magazynie, w którym umieszcza się palety na podłodze, jedną na drugiej lub obok siebie.

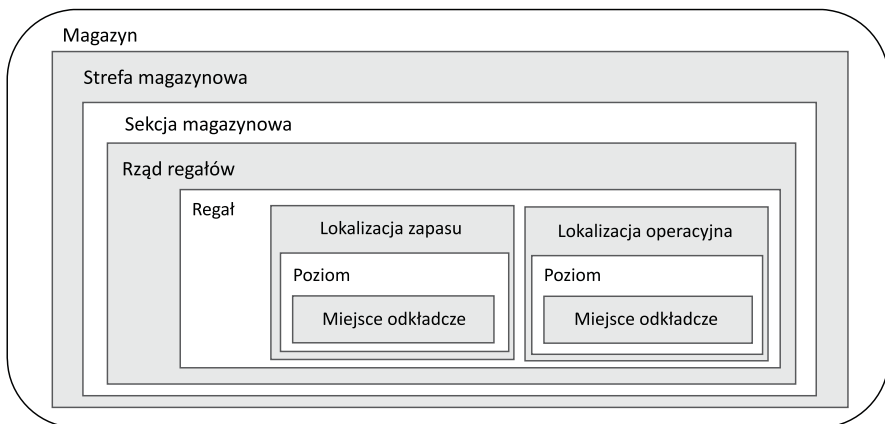
Jednak nie zawsze wolne miejsce w magazynie oznacza, że można w nim umieścić daną jednostkę logistyczną. Niektóre lokalizacje są przeznaczone wyłącznie dla wybranego indeksu materiałowego⁵⁰. Z tego powodu zdarza się, że palety są odkładane w lokalizacji obszarowej, mimo że są w danym momencie wolne lokalizacje zapasu. W każdym magazynie istnieją procedury i zasady postępowania, które regulują, w jakich przypadkach można nadać lokalizację towarowi, kiedy system informatyczny tego nie proponuje.

⁴⁹ Paleta EURO EPAL1 – jeden z rodzajów palet; najbardziej popularna w obrocie handlowym. Ma wymiary 800 × 1200 mm. Certyfikacją palet zajmuje się PKN EPAL. Por. *EPAL*, <https://www.epal.org.pl> (dostęp: 17.06.2020).

⁵⁰ Y.S. Lin, K.J. Wang, *A two-stage stochastic...*, s. 85–86.

W ramach kolejno ponumerowanych magazynów oprócz rozdzielania na trzy sfery: przyjęć, wydań i składowania, zwłaszcza w tej ostatniej, znajdują się sekcje. Każda z nich stanowi obszar w magazynie przeznaczony do składowania konkretnego rodzaju dóbr, np. tylko artykułów spożywczych bądź chemicznych lub ich rodzajów. Zwykle w ramach sekcji dokonuje się segmentacji asortymentu pod względem ich zaszerogowania do konkretnego rodzaju dóbr, ale niekiedy poszerza się kryteria segregacji o średnią liczbę dni rotacji dla indeksu materiałowego⁵¹. Jeśli w magazynie można zidentyfikować pozycje asortymentowe, które rotują szybciej niż inne i dodatkowo w dużych ilościach, można ulokować je w specjalnej strefie przeznaczonej dla dóbr silnie rotujących lub też w miejscach łatwo dostępnych.

W ramach sekcji umieszczone są lokalizacje na podłodze (niskie składowanie) lub regały (średnie lub wysokie składowanie). Każde z nich ma swój numer (kod). W ramach regałów wysokiego składowania dodatkowo następuje podział na lokalizacje zapasu i lokalizacje operacyjne (por. rysunek 4.2.). Lokalizacja obszarowa nie została ujęta na rysunku z tego względu, że może podlegać strefom lub sekcjom magazynowym. Jest to kwestia bardzo indywidualna, niektóre magazyny nie mają w swojej strukturze zaplanowanych lokalizacji obszarowych.



Rysunek 4.2. Struktura magazynu w systemie WMS

Źródło: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 713.

⁵¹ L.M. Thomas, R.D. Meller, *Analytical models...*, s. 932.

Projektowanie magazynu wiąże się z określeniem „klasy lokalizacji adresowej”, stanowiącej podstawę doboru regałów, na których będą składowane towary⁵². Dla każdej z nich tworzy się nazwę, opis, krotność lokalizacji w klasie, czyli na przykład liczbę palet, które zmieszczą się w danej klasie, parametry nośności, tzw. luzów manipulacyjnych (przeźrzeni koniecznej do pozostawienia między jednostką logistyczną a brzegami miejsca, na którym została umieszczona), przeznaczenie i ewentualnie inne informacje przedstawione w tabeli 4.8.

Tabela 4.8. Parametry klasy lokalizacji adresowej

Grupa parametrów	Parametr
ogólne	<ul style="list-style-type: none"> - nazwa - opis - krotność lokalizacji w klasie
wymiary	<ul style="list-style-type: none"> - wysokość - szerokość - głębokość - nośność - wysokość luzów manipulacyjnych
sposób składowania jednostek	<ul style="list-style-type: none"> - równoległy do linii regału (wzdłużny) - prostopadły do linii regału (poprzeczny)
konfiguracja	<ul style="list-style-type: none"> - tylko jeden rodzaj materiału - wiele rodzajów materiału - tylko jednostki paletowe - tylko opakowania zbiorcze - tylko opakowania jednostkowe - opakowania zbiorcze i jednostkowe - tylko kompletacja ręczna - tylko kompletacja automatyczna - kompletacja ręczna i automatyczna - materiały niebezpieczne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 714, za: J. Majewski, *Warehouse Management...*, s. 31–32.

⁵² J. Majewski, *Warehouse Management...*, s. 30.

Na przykład oznaczenie klasy identyfikatorem KLAS_1000_1200 może oznaczać miejsce magazynowe zlokalizowane na regale klasycznym, pozwalające na umieszczenie w nim jednostki logistycznej, której wysokość nie przekracza 1000 mm, a głębokość – 1200 mm. W każdym systemie informacyjnym klasy te są ustalane na innych zasadach, proces ten jest uzależniony od specyfiki zaprojektowanego magazynu.

Obsługa przepływu dóbr odbywa się za pomocą identyfikacji lokalizacji miejsc składowania. Każdy magazyn może mieć swój sposób oznaczania konkretnych lokalizacji. Jednym z przykładów może być lokalizacja 01–01–04–48–A3–04, w której kolejne człony adresu oznaczają odpowiednio magazyn główny (01), sekcję składowania (01), podsekcję (04), numer regału (48), poziom w lokalizacji operacyjnej (A3; np. trzeci poziom od dołu) i numer miejsca na danym poziomie (miejsce nr 04, por. rysunek 4.3.).

01		02		03		C1	} lokalizacje zapasu
01		02		03			
01	02	03	04	05	06	A3	} lokalizacje operacyjne
01	02	03	04	05	06	A2	
01	02	03	04	05	06	A1	

Rysunek 4.3. Przykład oznaczeń na regale magazynowym

Źródło: opracowanie własne.

Obsługa przepływu dóbr w ramach magazynu jest często związana ze śledzeniem danej jednostki (nośnika) magazynowej w trakcie wykonywania operacji z jej udziałem. Materiał, który ulega przemieszczeniu, jest kontrolowany przez system WMS. Dzięki temu można nie tylko kontrolować pracę magazynu, ale gromadzić dane na temat czasu realizacji zadań, co umożliwiło późniejsze doskonalenie procesów. Coraz częściej pojawia się oprogramowanie uzupełniające klasyczne systemy WMS. Jego funkcjonalności są związane z wizualizacją ruchu jednostek w magazynie. Przekaz wizualny jest bardziej przyjazny dla użytkownika i pozwala na szybszą analizę realizowanych procesów.

Nie ulega wątpliwości, że wszystkie działania w magazynie powinny być wystandardyzowane. Rutyna oraz przestrzeganie procedur dają szansę na stabilizację przepływu towarów w magazynie i przywracanie stanu równowagi systemu logistycznego przedsiębiorstwa, również systemu logistyki informacji. System klasy WMS w znaczącym stopniu przyczynia się do realizowania tych zadań, umożliwiając stały monitoring operacji magazynowych oraz stanu zapasów. We współpracy z systemem ZSI, np. systemem klasy ERP, umożliwia zbudowanie systemu informacyjnego w organizacji, w którym przepływ informacji cechuje się małymi zakłóceniami, i w ten sposób przyczynia się w znaczącym stopniu do poprawy efektywności ekonomicznej tego podmiotu.

5. Systemy automatycznej identyfikacji obiektów

Co jakiś czas nowa technologia, stary problem
i wielki pomysł stają się innowacją.
Dean Kamen

5.1. Wprowadzenie

Powstanie technologii automatycznej identyfikacji dóbr było spowodowane umasowieniem i internacjonalizacją produkcji oraz wymiany handlowej. Rosnąca liczba dóbr podlegających przepływowi oraz konieczność obsługi wymiany informacji spowodowały pojawienie się konieczności standaryzacji rozwiązań. Polega ona na identyfikowaniu obiektów na podstawie informacji odczytanej w systemie informatycznym (komputerowym), przy użyciu baz danych i specjalnych urządzeń elektronicznych¹. Z czasem stała się nieodłącznym elementem funkcjonowania zintegrowanych systemów informatycznych (ZSI) i nowego sposobu komunikacji – elektronicznej wymiany danych (EDI) (por. rozdz. 2).

Zwykle w systemach automatycznej identyfikacji towarów i innych obiektów wymienia się następujące rodzaje narzędzi (por. tabela 5.1.)²:

- optyczne (np. kody kreskowe),
- magnetyczne (np. ścieżki magnetyczne),

¹ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 75.

² J. Korczak, K. Kijewska, *Automatyczna identyfikacja...*, s. 34.

- elektromagnetyczne (np. fale radiowe),
- biometryczne (np. technologie rozpoznawania głosu).

Tabela 5.1. Klasyfikacja systemów automatycznej identyfikacji

Grupa narzędzi	Podgrupa
optyczne	<ul style="list-style-type: none"> – systemy odczytu kodów kreskowych liniowych – systemy odczytu kodów matrycowych – systemy analizujące znaki graficzne
magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> – systemy odczytu znaczników magnetycznych – systemy odczytu znaczników perforowanych
elektro- magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> – systemy odczytujące pliki zapisane w pamięci transpondera drogą radiową – systemy odczytujące pliki zapisane w kartach elektronicznych przez styki
biometryczne	<ul style="list-style-type: none"> – systemy skanujące linie papilarne – systemy skanujące obraz twarzy – systemy skanujące obraz dłoni w podczerwieni – systemy skanujące wzór tęczęwki oka – systemy skanujące obraz siatkówki oka – systemy analizujące cechy charakterystyczne mowy ludzkiej – systemy analizujące cechy charakterystyczne chodu ludzkiego – systemy analizujące odręczny podpis

Źródło: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 721 za: *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, red. S. Kwaśniowski, P. Zając, Oficyna Wydawnicza PW, Wrocław 2004, s. 13–14; J. Korczak, K. Kijewska, *Automatyczna identyfikacja...*, s. 34.

Wybór systemu automatycznej identyfikacji zależy od szeregu czynników. Jednym z najważniejszych są cechy informacji: rodzaj, struktura, objętość mierzona w bitach. Ilość informacji ma ogromne znaczenie dla dobrania odpowiednich technologii przekazu. Jeśli nie jest ich dużo, nie należy wybierać kosztownych rozwiązań, które wprawdzie dają wiele możliwości i zapewniają potencjał przetwarzania ogromnych ilości danych, jednak wydawanie środków na ich wdrożenie nie jest zasadne. Należy również wziąć pod uwagę poziom dostępu do miejsca oznakowania (czy będzie widoczne, czy też nie)

i powiązany z nią sposób odczytu (bezpośredni stykowy lub zdalny). Istotne jest przeanalizowanie czynników, które mogą mieć wpływ na znacznik (warunki atmosferyczne, ścieranie itp.), a także potrzeb w zakresie trwałości oznakowania (przez jaki czas znacznik ma umożliwiać odczyt, czy jest to znacznik wielokrotnego użytku). Pozostałe aspekty wyboru rozwiązania automatycznej identyfikacji to: szybkość odczytu, koszt wprowadzenia i eksploatacji systemu, jego niezawodność i elastyczność³.

Kody kreskowe to najbardziej popularna technologia automatycznego gromadzenia danych (ADC – *Automatic Data Capture*⁴). Jest powoli wypierana przez radiową identyfikację obiektów⁵, która cechuje się nie tyle efektywnością kosztową, co możliwością odczytywania danych na odległość, bez konieczności bezpośredniego kontaktu czytnika z zakodowaną informacją. Ścieżki magnetyczne to informacje zapisane za pomocą atramentu magnetycznego i możliwe do odczytania nawet po jego zamazaniu. Systemy rozpoznawania obrazu odczytują obraz zapisany za pomocą pewnego wzorca i konwertują go na zapis cyfrowy. Systemy rozpoznawania znaków (OCR) rozpoznają znaki graficzne (np. druk, pismo odręczne). Systemy rozpoznawania głosu umożliwiają komunikację pracownika z komputerem za pomocą przekazów słownych. System generuje komunikaty głosowe, które informują pracownika, jakie operacje ma wykonać. Po wypełnieniu zadania osoba ta przekazuje komunikat głosowy za pomocą mikrofonu, system odczytuje go i informuje o następnym zadaniu.

5.2. Kody kreskowe

Kody kreskowe (*bar codes*) to najbardziej powszechne, najczęściej stosowane i najłatwiej zauważalne w życiu codziennym rozwiązania automatycznej identyfikacji. To jedna z najtańszych technik zbierania danych.

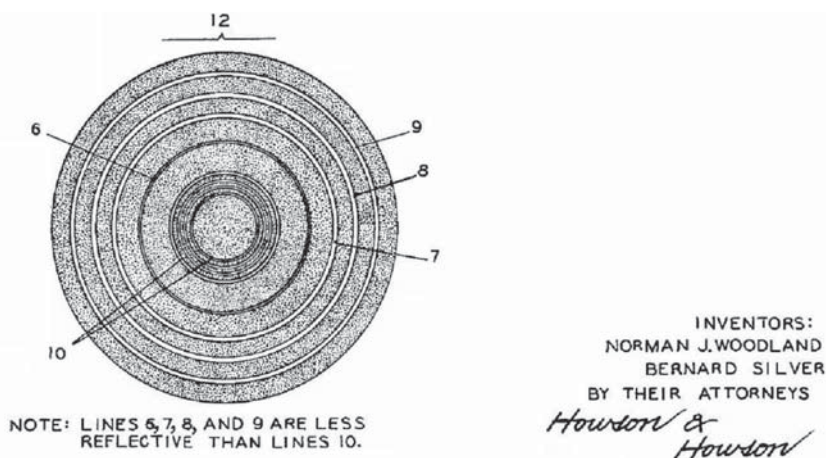
Historia kodów kreskowych rozpoczęła się w 1932 roku, kiedy na Uniwersytecie Harvarda powstała praca magisterska na temat automatycznych

³ *Automatyczna identyfikacja...*, s. 15.

⁴ ADC (ang. *Automatic Data Capture*) – 1) określenie technik maszynowego odczytu danych, 2) określenie bezpośredniego wprowadzania danych do systemu komputerowego lub innego urządzenia sterowanego mikroprocesorem (bez użycia klawiatury) przy użyciu danej techniki. Por. *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 17; *Automatic Data Capture*, „Material Handling Product News” 2019, Vol. 41 No. 3, s. 6–13.

⁵ B. Sai Subrahmanya Tejesh, S. Neeraja, *Warehouse inventory...*, s. 3817–3823.

kas w supermarketach. Ze względów ekonomicznych w tamtym okresie nie było możliwe stworzenie takich rozwiązań na masową skalę, ale w 1949 roku opatentowano pierwszy znacznik⁶ mający postać okrągłego wzorca drukarskiego (por. rysunek 5.1.).



Rysunek 5.1. Pierwszy kod kreskowy opatentowany w 1949 roku

Źródło: *How Printing Challenges Shaped the Modern Barcodes*, <http://blog.l-trondirect.com/how-printing-challenges-shaped-the-modern-barcode/> (dostęp: 17.06.2020).

Kod kreskowy podobny do dzisiejszego opracował dziesięć lat później Amerykanin Girard Feissel. Jednak dopiero w okresie dynamicznego rozwoju dużych sieci detalicznych w USA w latach 70. XX wieku zainteresowano się technikami automatycznej identyfikacji. W 1974 roku po raz pierwszy zastosowano w USA system 12-cyfrowego kodu UPC (ang. *Universal Product Code*). Zatem do pierwszego zastosowania kodu kreskowego doszło w handlu detalicznym⁷.

Dwa lata później powstał europejski system identyfikacji wyrobów EAN (ang. *European Article Number*). Do dziś stosuje się kody EAN-13 (13-znakowy) i EAN-8 (8-znakowy). Stosowanie kodów 8-, 12- i 13-cyfrowych wymagało jednak stałego korygowania, ponieważ mimo wielu zalet sprawiało również problemy. Rozpoczęto proces standaryzacji zastosowania kodów

⁶ *A brief history of the bar code*, „Esquire” 2010, Vol. 153, No. 3, s. 42.

⁷ *Ibidem*.

kreskowych, już nie tylko w handlu, ale również w przemyśle; kodyfikacja danych objęła więc całe łańcuchy dostaw⁸.

Najstarszą generacją kodów kreskowych są kody jednowymiarowe (kody paskowe). Ich doskonalenie w celu zmieszczenia większej ilości danych skutkowało powstaniem kodów dwuwymiarowych, wśród których najbardziej znany jest kod QR⁹ (por. rysunek 5.2. a i b). Kod kreskowy jest opisany przez wiele parametrów (por. tabela 5.2.), które umożliwiają poprawny odczyt znaku graficznego, i może występować w różnych postaciach (por. tabela 5.3.).



Rysunek 5.2. Przykłady kodów kreskowych: a) kod jednowymiarowy, b) kod dwuwymiarowy QR

Źródło: EAN13, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1642759> (dostęp: 17.06.2020).

Kod kreskowy to kombinacja białych i ciemnych elementów. W wypadku jednowymiarowego kodu paskowego (por. rysunek 5.3.) są to jasne i ciemne paski, w dwuwymiarowym kodzie QR są to kwadraty lub prostokąty, a kody GS1 DataBar¹⁰ pod względem wizualnym przypominają zarówno kody jednowymiarowe, jak i dwuwymiarowe.

⁸ Informacje na temat standardów kodów kreskowych można znaleźć m.in. na stronie: GS1 Polska, <https://www.gs1pl.org/> (dostęp: 17.06.2020) oraz *Generator kodów kreskowych*, <https://www.generatorkodowkreskowych.pl/> (dostęp: 17.06.2020).

⁹ QR – *Quick Response* – nazwa zarówno koncepcji zarządzania logistycznego, jak i rodzaju kodu kreskowego (kodu dwuwymiarowego). Por. L. Tarjan, I. Šenk, S. Tegeltija, S. Stankovski, G. Ostojic, *A readability analysis for QR code application in a traceability system*, „Computers and Electronics in Agriculture” 2014, Vol. 109, s. 1–11.

¹⁰ Szerzej na temat rodzajów symboliki kodów kreskowych GS1: *Kody kreskowe...*, s. 57–71; *Are you ready for GS1 DataBar?*, „MHD Supply Chain Solutions” 2014, Vol. 44, No. 1, s. 22.

Tabela 5.2. Elementy (parametry) kodu kreskowego

Element	Opis
znak danych	cyfry, litery i symbole widoczne dla użytkownika i oprogramowania; celem jest zapis danych dotyczących obiektu
znak kontrolny	służą sprawdzeniu poprawności kodu; tylko w kodach jednowymiarowych
znak pomocniczy	pomagają w odczytaniu kodu, określają początek i koniec kodu oraz kierunek odczytu; niekiedy obejmują znaki funkcyjne oznaczające zmianę zestawu znaków
cicha strefa	białe pola z obu stron kodu oddzielające je od innych znaków i elementów graficznych oraz umożliwiające poprawny odczyt
typ kodu	determinuje sposób odczytu, oprogramowanie i sposób dekodowania (język)
szerokość kresek	ułatwia zapis znaków danych (kreski czarne i białe)
długość symbolu	determinowana przez szerokość kresek i standard kodowania, ułatwia odczyt
samosprawdzalność	generowana przez ostatnią cyfrę kodu i znaki ukryte w kodzie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 722.

Odczytywanie kodu kreskowego polega na odbieraniu przez czytnik sygnałów elektrycznych odbijanych przez elementy kodu (jasne elementy odbijają emitowane światło i emitują słaby sygnał elektryczny, a ciemne pochłaniają, więc emitują silny sygnał). Grubość kreski determinuje długość sygnału, który jest konwertowany przez dekodery czytnika na ciąg liter, cyfr i innych znaków i przesyłany do komputera (dekodowanie przebiegu amplitudowo-czasowego sygnałów)¹¹. System informatyczny ma za zadanie przydzielić dekodowanym znakom odpowiednie miejsca w bazie danych.

Urządzenia do odczytu kodów kreskowych mogą być podzielone na dwie grupy: czytniki kodów (połączone kablem z komputerem) i terminale kodów (funkcjonujące bez kabla). Czytniki funkcjonujące samodzielnie lub w terminalach mogą być diodowe lub laserowe, służą również do odczytywania różnych kodów (głównie dzięki oprogramowaniu OCR, odczytującemu obrazy). Terminale zwykle przesyłają dane na serwer i do komputerów, korzystając z łączności bezprzewodowej.

¹¹ *Nowoczesne technologie...*, s. 76; *Kody kreskowe...*, s. 52.

Tabela 5.3. Rodzaje kodów kreskowych

Kryterium	Rodzaje kodów	Przykład
wymiarowość	jednowymiarowe (paskowe, liniowe) – dane są na nich zapisane za pomocą kresek	EAN-13, ISBN, ISSN
	dwuwymiarowe piętrowe – złożone z kilku kodów paskowych nałożonych na siebie jeden pod drugim	16K, PDF417, QR
	dwuwymiarowe matrycowe – dane nie są zapisane za pomocą kresek, ale innych oznaczeń	
	złożone – występują w nich elementy kodów jednowymiarowych i dwuwymiarowych	GS1 DataBar
	trójwymiarowe – wytłaczane kody jednowymiarowe	EAN13, ISBN, ISSN
szerokość kresek	o dwóch szerokościach kresek	PDF417
	o wielu szerokościach kresek (modularne ¹²)	EAN-13, EAN-8
rodzaje kodowanych symboli	numeryczne – kodowane cyfry w systemie dziesiętnym	EAN-13, EAN-8, GS1 DataBar
	alfanumeryczne – kodowane znaki kodu ASCII, w tym litery i cyfry	Code-128, Code-93
ciągłość kodu	ciągłe – nie ma przerwy między kodowanymi znakami, występuje duża gęstość kodu i konieczność jego precyzyjnego wydruku	EAN 18, EAN 14
	dyskretne – występują przerwy między kodowanymi znakami, mała gęstość kodu i brak konieczności precyzyjnego wydruku	Pharmacode Two Track
	matrycowe – składające się z komórek, wymagające precyzyjnego wydruku	DataMatrix, QR
liczba kodowanych znaków	o stałej długości (o ściśle określonej liczbie)	EAN-14, EAN-13
	o zmiennej długości (o różnej liczbie)	Code-128, Codabar

¹² Każdy znak w kodzie jest zbudowany z modułów. Największa kreska w kodzie oznacza moduł (tzw. wymiar X). W związku z tym pozostałe elementy kodu są zbudowane z wielokrotności największej kreski, czyli np. dwóch lub więcej modułów

metoda weryfikacji odczytanych danych	samosprawdzalne, również ze znakiem kontrolnym – błędne odczytanie jednego elementu powoduje automatyczną niepoprawność kodu	EAN-14, EAN-8, UPC-A
---------------------------------------	--	----------------------

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 723; *Kody kreskowe...*, s. 57–71.

5.3. Standardy GS1

Generowanie kodów kreskowych oraz ich komercyjne wykorzystywanie podlega międzynarodowym regulacjom. Od kilkunastu lat można już mówić o globalnym systemie kontroli kodów oraz innych narzędzi automatycznej identyfikacji, którym stała się utworzona w 2003 roku organizacja GS1 (*Global Standard One*)¹³. Stanowi ona połączenie EAN International (EAN – *European Article Number*) i UCC (*Uniform Code Council*) i zarządza połączonym systemem EAN-UPC. System GS1 uwzględnia technologię ADC (*Automatic Data Capture*) oraz elektroniczną wymianę danych (EDI – *Electronic Data Interchange*). Przez wykorzystanie kodów kreskowych oraz komunikatów EDI system GS1 wspiera realizację procesów biznesowych¹⁴ przez szereg krajowych organizacji GS1 (w Polsce tę rolę odgrywa GS1 Polska z siedzibą w Poznaniu).

Najbardziej popularnym wykorzystaniem kodów paskowych w handlu jest oznaczanie jednostek sprzedawanego towaru kodem EAN-13 lub jego skróconą formą EAN-8¹⁵. Każdy towar ma 13-znakowy kod¹⁶, który umożliwia identyfikację kilku informacji (por. rysunek 5.3.).

W systemie GS1 uczestniczy 112 organizacji na całym świecie i korzysta z niego ponad 1 mln klientów. W Polsce w grudniu 2017 roku zanotowano 22 876 aktywnych klientów i 26 381 aktywnych numerów identyfikacyjnych

¹³ Słownictwo specyficzne dla automatycznej identyfikacji z zastosowaniem standardów GS1: *Słownik terminologii logistycznej...*, s. 257–290.

¹⁴ *The GS1 bar code turns 40 years old*, „MHD Supply Chain Solutions” 2013, Vol. 43, No. 5, s. 18.

¹⁵ Na małych opakowaniach umieszcza się 8-cyfrowy kod kreskowy dla ułatwienia odczytywania informacji.

¹⁶ Wyjątkiem są produkty, których krajem pochodzenia są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej i Kanada. Kody tych wyrobów mogą zawierać 12 znaków zgodnie ze standardem UPC wykorzystywanym tam wcześniej.

przedsiębiorstw¹⁷. Ponad 70% z nich stanowią małe i średnie przedsiębiorstwa. Najwięcej ich funkcjonuje w województwie mazowieckim (ok. 5000), a największy przyrost zainteresowania wdrożeniem standardu wykazują przedsiębiorstwa handlowe, szczególnie te zajmujące się e-commerce. Oprócz działalności komercyjnej GS1 Polska zajmuje się współpracą z organizacjami edukacyjnymi i non-profit.



Rysunek 5.3. Elementy kodu kreskowego wg standardu EAN-13

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Wikimedia, <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/84/EAN13.svg/1920px-EAN13.svg.png> (dostęp: 17.06.2020).

Jednym z największych projektów organizacji GS1 było wprowadzenie w Europie nowej symboliki kodów – GS1 DataBar (por. rysunek 5.4.), które umożliwiają zapisanie w kodzie większej liczby danych niż w znanych dotąd zwykłych kodach paskowych¹⁸. Celem ich wprowadzenia, głównie w przemyśle spożywczym, było zapobieganie sprzedaży przeterminowanych artykułów. Dane dotyczące masy netto, daty ważności i numeru partii produkcyjnej zakodowane według nowej symboliki pozwalają na wychwycenie przy kasie towarów, których termin przydatności do spożycia minął.

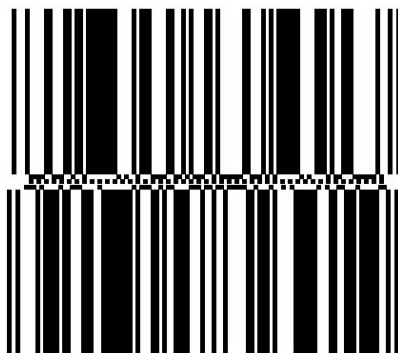
Przedstawiony dalej przykład jest jedynie jednym z rodzajów kodów używanych w standardzie GS1 DataBar¹⁹. W praktyce funkcjonuje siedem

¹⁷ M. Szymborska, *Raport roczny GS1 Polska 2017–2018*, s. 57, <https://www.gs1pl.org/dokumenty/raporty-roczne/334-raport-roczny-2017/file> (dostęp: 17.06.2020).

¹⁸ E. Hałas, *System GS1 – globalny język...*, s. 31.

¹⁹ Szerzej na temat kodów kreskowych GS1 DataBar na stronie internetowej: *GS1 Standards. The Global Language of Business*, <http://www.gs1us.org/resources/standards/barcodes/gs1-databar-family> (dostęp: 17.06.2020), *Kody kreskowe GS1*, <http://www.gs1pl.org/gs1-databar/rodzaje-kodow-gs1-databar> (dostęp: 17.06.2020).

rodzajów takich kodów. Zostały wprowadzone do użytku 1 stycznia 2010 roku. Ten typ kodu pojawił się w sieciach detalicznych w Ameryce Północnej, w Europie i Azji zaś obserwuje się bardziej powolne wdrażanie tych nowych rozwiązań, głównie w sieciach detalicznych. Wprowadzenie GS1 DataBar stanowiło przełom w systemach automatycznej identyfikacji, ponieważ kody te są bardzo małe i pozwalają na odczytywanie informacji z dóbr sprzedawanych luzem, na przykład owoców lub innego rodzaju świeżej żywności²⁰.



Rysunek 5.4. Przykład kodu spiętrzonego wielokierunkowego GS1 DataBar

Źródło: *Barcode Resource*, http://www.barcoderesource.com/gs1databar14_barcodefont.shtml (dostęp: 17.06.2020).

Jednym z problemów zastosowania tych kodów w łańcuchach dostaw jest bariera technologiczna. Nie wszystkie czytniki kodów są zdolne do odczytania małych kodów. Czytniki produkowane po 2004 roku powinny zawierać w sobie moduły umożliwiające taki odczyt, z kolei na starszych można zainstalować oprogramowanie, które pozwoli na taki odczyt, jednak nie zawsze jest to możliwe.

Kody w standardach GS1 są wykorzystywane nie tylko w obrocie hurtowym i detalicznym, ale też na etykietach logistycznych (etykietach transportowych EAN), których elementy zostały ściśle określone przez Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN)²¹. Każda etykieta logistyczna składa się z dwóch części: czytelnej dla człowieka (tekst, grafika) i czytelnej dla maszyny

²⁰ *Are you ready for GS1...*, s. 42.

²¹ Por. Norma PN- EN 1573: 1999. *Międzynarodowa etykieta transportowa*.

(kody kreskowe, por. rysunek 5.5.). Ich zastosowanie ułatwia identyfikację i śledzenie jednostek logistycznych w łańcuchu dostaw, m.in. w systemach klasy SCM, szczególnie że często ten sam podmiot jest uczestnikiem kilku łańcuchów dostaw.



Rysunek 5.5. Przykład etykiety logistycznej zgodnej ze standardem GS1

Źródło: *Etykieta logistyczna GS1*, <https://www.gs1pl.org/dokumenty/wytyczne-techniczne/wytyczne-sieci-handlowych/142-rossmann-etykiety-wymagania/file> (dostęp: 17.06.2020).

Jednym z oznaczeń w systemie GS1 na etykietach logistycznych jest identyfikator zastosowania (IZ), dzięki któremu w ramach jednego kodu można oznaczyć kilka danych²². Numer identyfikatora determinuje wartość zawartą w kodzie (por. tab. 5.4.). Jedynym ograniczeniem dotyczącym wielkości (dokładniej: szerokości) kodu jest możliwość odczytania go przez czytniki. Jeśli występuje konieczność zakodowania bardzo dużej ilości danych, koduje się je w wielu wierszach. Najważniejsze identyfikatory zastosowania to identyfikator jednostki logistycznej, inaczej: seryjny numer jednostki wysyłkowej

²² J. Majewski, *Informatyka dla logistyki...*, s. 65.

(ang. *Serial Shipping Container Code* – SSCC) oraz globalny numer jednostki handlowej (ang. *Global Trade Item Number* – GTIN). Na przykład SSCC jest oznaczany w kodzie identyfikatorem (00).

Tabela 5.4. Przykłady identyfikatorów zastosowania według standardu GS1

Numer IZ	Kategoria informacji	Numer IZ	Kategoria informacji
00	SSCC	17	data przydatności (data „spożyć do”)
01	GTIN (jedn. handlowe ²³)	21	numer seryjny
02	GTIN (opakowania zbiorcze, zawartość ²⁴)	37	ilość
10	numer partii lub serii produkcyjnej	400	numer zamówienia
11	data produkcji	422	kraj pochodzenia jednostki handlowej
13	data pakowania	8008	data i czas produkcji
15	data „najlepsze do”	8013	globalny numer modelu
16	data „sprzedać do”	90	informacje uzgodnione między partnerami handlowymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Specyfikacje Ogólne GS1*, <https://www.gs1pl.org/kontakt/wytyczne-techniczne/41-specyfikacje-ogolne/file> (dostęp: 17.06.2020).

Każda jednostka logistyczna otrzymuje od nadawcy (o ile jest członkiem systemu GS1) unikatowy w skali świata kod kreskowy SSCC, który ułatwia jej identyfikację w łańcuchu dostaw²⁵. Nadawca wysyła do odbiorcy informację (awizo wysyłki) zawierającą numer przesyłki, dane dotyczące jej zawartości oraz datę i miejsce dostawy itp. W momencie przyjęcia dostawy system

²³ Numer nadawany, kiedy jednostką zamówieniową jest jednostka logistyczna.

²⁴ Numer nadawany w sytuacji, gdy jednostką zamówieniową jest opakowanie zbiorcze złożone z jednorodnych opakowań handlowych jednostkowych. Inaczej: identyfikacja jednostek handlowych o stałej ilości zawartych w jednostce logistycznej.

²⁵ A. Kosmacz-Chodorowska, *Improving management in favour of defence and security on the basis of e-economy tools*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, z. 128, s. 233.

powinien automatycznie ją rozpoznać po numerze SSCC, uruchomić też wysłanie potwierdzenia przyjęcia do nadawcy przesyłki, przyjęcie na stan magazynowy (m.in. dokument PZ, przyjęcia z zewnątrz) oraz zatwierdzić konieczność zapłacenia za dostawę²⁶. Kiedy zostanie rozpakowana, kod kreskowy trafia z powrotem do puli wolnych kodów i zostaje później nadany innej jednostce. Partnerzy w łańcuchu dostaw ustalają treść kodowaną na etykiecie, dlatego rozmiary etykiet mogą się różnić.

IZ GTIN stanowi unikatowy w skali świata numer towaru lub usługi, który może się składać z 8, 12, 13 lub 14 cyfr²⁷. GTIN może dotyczyć pojedynczej sztuki towaru (lub usługi), opakowania zbiorczego lub całej jednostki logistycznej (por. tabela 5.4.)²⁸.

Zastosowanie standardu GS1 umożliwia walkę z handlem podrabianymi towarami przez autentykację produktową, czyli weryfikację tożsamości sprzedawanego towaru. Obejmuje ona m.in. weryfikację dostawcy przez elementy wizualne obserwowalne przez człowieka (etykieta, opakowanie, oznakowanie) aż po weryfikację elementów zabezpieczających (np. kodów kreskowych, hologramów, znaków wodnych). Nawet sam konsument dysponujący smartfonem jest w stanie samodzielnie ocenić wiarygodność sprzedawcy. Umożliwiają to aplikacje pozwalające na optyczne odczytywanie kodów (np. kodów QR) oraz serwisy internetowe, np. po wpisaniu specjalnego numeru autentykacyjnego (opracowanego przez GS1) można sprawdzić pochodzenie produktu. Dzięki temu konsument może się dowiedzieć, czy produkt poprawnie przeszedł weryfikację, czy jest nowy na rynku, czy został wycofany i z jakich powodów lub czy w ogóle nie jest oferowany do sprzedaży²⁹. Ochronę wzmacniają także tagi RFID, jednak do ich odczytu niezbędne jest posiadanie specjalistycznego sprzętu i oprogramowania.

²⁶ M. Cudziło, R. Voronina, D. Dujak, A. Koliński, *Analysing the efficiency of logistic actions in complex supply chains – conceptual and methodological assumptions of research*, „LogForum” 2018, Vol. 14, No. 2, s. 176.

²⁷ *Ibidem*.

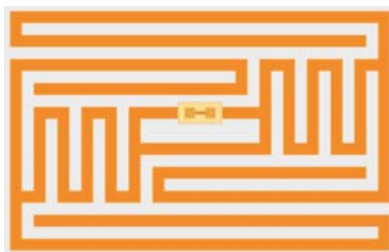
²⁸ Innym identyfikatorem wykorzystywanym w globalnych łańcuchach dostaw jest globalny numer identyfikacyjny (ang. *Global Location Number – GLN*, IZ 254), służący do oznaczania przedsiębiorstw i ich jednostek (np. działów, magazynów), który podobnie jak SSCC jest unikatowy w skali świata. Służy do identyfikacji lokalizacji w danym przedsiębiorstwie, np. działu, miejsca w magazynie.

²⁹ *Ibidem*, s. 80.

5.4. Radiowa identyfikacja towarów (RFID) i standard EPC

Technologią bardziej zaawansowaną od kodów kreskowych i powoli ją zastępującą lub uzupełniającą w niektórych obszarach jest radiowa identyfikacja towarów (ang. *Radio Frequency Identification*), wykorzystująca fale radiowe do emitowania i przekazywania danych. Trzy główne cechy, którymi przewyższa kody kresowe, to: możliwość identyfikacji obiektów nawet z dużych odległości, brak konieczności kontaktu wizyjnego znacznika z czytnikiem (anteną) oraz odporność na czynniki zewnętrzne (warunki atmosferyczne, wstrząsy, wilgoć).

Podstawowym elementem RFID jest znacznik (tag, transponder danych) składający się z chipa, anteny i opakowania (lub podłoża, głównie plastikowego lub szklanego)³⁰. Tagi mogą mieć własne zasilanie lub go nie posiadać. Tagi aktywne mają własną baterię, dzięki której komunikują się z główną anteną i przekazują jej dane, co powoduje, że są dość kosztowne w eksploatacji. Antena ta może się znajdować nawet kilkaset metrów od znacznika. Niestety wykorzystanie tego typu tagów jest dość kosztowne³¹. Tagi półpasywne mają własne zasilanie, które jest niezbędne do podtrzymywania pracy procesora, ale odbijają fale radiowe na takiej samej zasadzie, jak tagi pasywne. Tagi pasywne, najczęściej spotykane (por. rysunki 5.6. i 5.7.) i zarazem najbardziej zróżnicowane, nie posiadają własnego zasilania. Są najnowszą i zarazem najtańszą generacją transponderów RFID. Są uruchamiane przez emisję fal



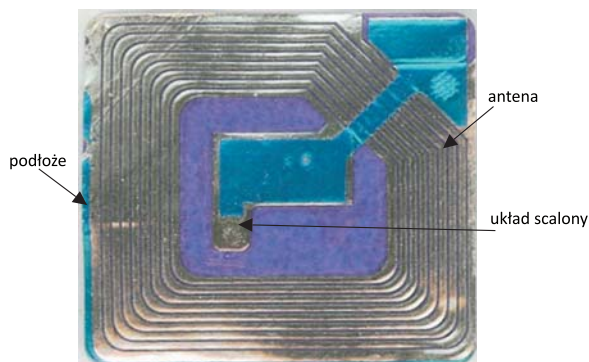
Rysunek 5.6. Przykład tagu pasywnego

Źródło: *EPC-RFID-TAG*, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EPC-RFID-TAG.svg> (dostęp: 17.06.2020).

³⁰ *Nowoczesne technologie w logistyce...*, s. 88.

³¹ T.M. Fernández-Caramés, O. Blanco-Novoa, I. Froiz-Míguez, P. Fraga-Lamas, *Towards an Autonomous...*, s. 4–5.

radiowych inicjowaną przez antenę główną i odbijających się od niego – w ten sposób dane trafiają do głównej bazy danych³². Wadą tego typu znaczników jest jednak krótki zasięg odbijania fal (zwykle do kilku metrów).



Rysunek 5.7. Budowa znacznika pasywnego

Źródło: *Blue and Purple RFID tag*, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_and_Purple_RFID_tag.jpg (dostęp: 17.06.2020).

Funkcjonowanie systemu RFID wymaga inwestycji w takie elementy, jak czytniki tagów (niekiedy wbudowane w terminale z czytnikami kodów kreskowych), anteny (emitujące i odczytujące fale, również mogą być wbudowane w terminale)³³. Czytnik fal radiowych odbiera sygnał emitowany przez tag jako ciąg zerojedynkowych sygnałów, które odpowiadają bitom danych zamieszczonych w znaczniku. Ciąg sygnałów jest dekodowany na ciąg bitów odczytywanych przez system informatyczny m.in. jako identyfikator obiektu, na którym umieszczono znacznik³⁴. Jednocześnie antena może się komunikować z kilkudziesięcioma tagami, co znacznie skraca proces obsługi przepływu danych³⁵. Wykorzystanie tej cechy przydaje się szczególnie podczas inwentaryzacji zapasów i środków trwałych.

Podobnie jak w technologii kodów kreskowych, gdzie wiodące okazały się standardy EAN i UPC, w RFID również istnieje taki standard, którym jest EPC (ang. *Electronic Product Code*), opracowany w 2003 roku przez szereg

³² S.F. Pane, R.M. Awangga, B.R. Azhari, *Qualitative Evaluation...*, s. 1303.

³³ A. Gawrońska, *The role of the process-based...*, s. 239.

³⁴ *Kody kreskowe...*, s. 102.

³⁵ L.M. Thomas, R.D. Meller, *Analytical models for...*, s. 932.

instytucji naukowych na czele z MIT (Massachusetts Institute of Technology) na zlecenie organizacji GS1. Obecnie EPC jest najszerszym i najbardziej złożonym zbiorem standardów dotyczących automatycznej identyfikacji obiektów³⁶. Złożoność ta dotyczy głównie kwestii technicznych związanych z realizacją przepływu informacji, czyli na przykład słowników danych, specyfikacji protokołów sprzętowych i informatycznych³⁷. Głównym elementem standardu EPC jest kod EPC³⁸ – unikatowe oznaczenie w skali świata, umożliwiające jednoznaczną identyfikację obiektu, której towarzyszy tag z wpisanym numerem produktu wraz z identyfikatorem GTIN.

Zatem dzięki numerowi seryjnemu i GTIN system EPC jest w pewnym sensie rozszerzeniem standardu GS1, m.in. o możliwość identyfikacji każdej pojedynczej sztuki towaru. Podobnie jak w wypadku identyfikatorów zastosowania, w standardzie GS1 w EPC występują³⁹:

- seryjny globalny numer jednostki handlowej (ang. *Serialized Global Trade Identification Number* – SGTIN);
- seryjny numer jednostki wysyłkowej (ang. *Serial Shipping Container Code* – SSCC);
- seryjny globalny numer lokalizacyjny (ang. *Serialized Global Location Number* – SGLN);
- globalny identyfikator zasobów zwrotnych (ang. *Global Returnable Asset Identifier* – GRAI);
- globalny identyfikator zasobów indywidualnych (ang. *Global Individual Asset Identifier* – GIAI).

Podsumowując, należy zauważyć, że główne korzyści z użytkowania RFID stanowią⁴⁰:

- możliwość odczytania wielu etykiet jednocześnie;
- możliwość odczytu etykiet bez kontaktu wizyjnego, np. gdy są umieszczone w trudno dostępnych miejscach (w środku opakowania towaru);
- możliwość wielokrotnego użycia jednego tagu (i wielokrotnej modyfikacji danych);
- odporność na działanie czynników zewnętrznych;

³⁶ A. Musa, A. Gunasekaran, Y. Yusuf, *Supply chain product...*, s. 179–180.

³⁷ *Kody kreskowe...*, s. 109.

³⁸ *Ibidem*, s. 109–110.

³⁹ *Ibidem*, s. 111. Szerzej na temat standardów działania sieci EPC: *Kody kreskowe...*, s. 122–129.

⁴⁰ *Nowoczesne technologie...*, s. 90; A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 728.

- krótki proces zbierania danych;
- duże bezpieczeństwo danych.

Ograniczeniem masowych wdrożeń technologii RFID jest kosztochłonność ich implementacji i utrzymania systemu radiowej identyfikacji obiektów, o wiele wyższa niż w wypadku systemu kodów kreskowych. Niemniej jednak należy się spodziewać wzrostu liczby podmiotów użytkujących RFID, m.in. ze względu na rozwój technologii mikroelektronicznych prowadzący do obniżenia kosztów wdrażania tej technologii. Wiele przedsiębiorstw wykorzystuje obie technologie do obsługi swoich procesów biznesowych, instalując systemy mieszane, tj. wykorzystujące przepływ danych zintegrowany z obu źródeł.

Technologia RFID znalazła zastosowanie zarówno w biznesie, jak i życiu codziennym. Wykorzystuje się ją m.in. do znakowania zwierząt (najstarszy przykład jej zastosowania), wyrobów (opakowań jednostkowych i zbiorczych), jednostek logistycznych (kontenerów, palet), rejestracji czasu pracy w przedsiębiorstwach, znakowania leków oraz identyfikacji pacjentów w służbie zdrowia⁴¹. Popularne stało się stosowanie RFID w wypadku płatności zbliżeniowych (usługi bankowe i finansowe) i korzystania z komunikacji publicznej (bilety okresowe)⁴².

5.5. Pozostałe technologie automatycznej identyfikacji danych

W poprzednich podrozdziałach przedstawiono najbardziej popularne technologie i standardy dotyczące automatycznej identyfikacji obiektów. Jednakże ich zbiór jest znacznie szerszy, choć zakres stosowania nie tak obszerny, jak w wypadku rozwiązań prezentowanych w podrozdziałach 5.2.–5.4.

Technologie biometryczne, jak sama nazwa wskazuje, bazują na pomiarze cech organizmów żywych, głównie ludzi. Cechy biologiczne, które podlegają identyfikacji, muszą wykazywać wysoki poziom indywidualności, a właściwie unikatowości w wypadku pojedynczej osoby. Zwykle technologie te są wykorzystywane do udzielania dostępu do niejawnych lub tajnych materiałów. Dlatego też wybrane cechy istoty żywej podlegającej identyfikacji obejmują linie papilarne, siatkówkę oka, emisję głosu, geometrię dłoni i twarzy. Technologie

⁴¹ A. Gawrońska, *The role of the process-based...*, s. 99–107.

⁴² Z. Mazur, H. Mazur, *Systemy automatycznej identyfikacji – zastosowania i bezpieczeństwo danych*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2013, nr 32, s. 200–201.

te znalazły zastosowanie w terminalach lotniczych, w administracji publicznej (m.in. wydawanie dokumentów tożsamości, identyfikacja przestępców), w bankowości (np. logowanie do usług, weryfikacja głosowa przed połączeniem z konsultantem w telefonicznej obsłudze klienta)⁴³. W Japonii niektóre banki oferują identyfikację klienta stojącego przy bankomacie za pomocą geometrii twarzy. W wielu przedsiębiorstwach autoryzacja w wypadku korzystania z urządzeń biurowych następuje przez weryfikację odcisku palca. Trudno jest określić liczbę przedsiębiorstw korzystających z takich rozwiązań⁴⁴, jednak z pewnością tego typu aplikacje są znacznie mniej popularne niż RFID i kody kreskowe.

Tracking (śledzenie) i *traceability* (możliwość identyfikacji, identyfikowalność) to podstawowe elementy dzisiejszych łańcuchów dostaw, zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Często są elementami tzw. wież kontrolnych (ang. *control towers*), czyli systemów informatycznych monitorujących na bieżąco przepływy dóbr i informacji w łańcuchach dostaw zarządzanych przez liderów łańcuchów⁴⁵. *Tracking* jest systemem śledzenia przesyłek na trasie przewozu, ich historii oraz bieżącego statusu (np. w trakcie załadunku/rozładunku, kontrola w porcie morskim). *Tracking* dotyczy nie tylko przepływu w ramach łańcuchów dostaw, ale również zamówień klientów indywidualnych (np. przesyłek kurierskich, towarów zamówionych w sklepach internetowych)⁴⁶. Z kolei *traceability* to system monitorowania ruchu i pochodzenia produktów na każdym etapie łańcucha dostaw⁴⁷, zaczynając od dostawców ostatniego rzędu do odbiorców ostatniego rzędu, czyli klientów finalnych, zwykle potocznie zwanych konsumentami. *Traceability* jest również określane jako „zdolność do identyfikowania poprzedniej lub obecnej lokalizacji określonej jednostki handlowej lub logistycznej (palety, opakowania z towarem)”⁴⁸. Podstawową jednostką podlegającą tej kontroli jest partia (seria) produkcyjna, mająca unikatowy numer umożliwiający jej szybką identyfikację w dowolnym miejscu w łańcuchu dostaw. Również i ten

⁴³ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 730.

⁴⁴ Z. Mazur, H. Mazur, *Systemy automatycznej identyfikacji...*, s. 198.

⁴⁵ A. Szmelter, *Determinanty kształtowania strategii logistycznych w światowym przemyśle motoryzacyjnym*, praca doktorska, Katedra Logistyki, Uniwersytet Gdański, Sopot 2017, s. 276.

⁴⁶ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 731.

⁴⁷ L. Tarjan, I. Šenk, S. Tegeltija, S. Stankovski, G. Ostojic, *A readability analysis for...*, s. 2.

⁴⁸ J. Majewski, *Warehouse Management...*, s. 117.

obszar podlega standaryzacji – organizacją tworzącą standardy dotyczące *traceability* jest GS1.

Głównym celem takich systemów śledzenia i identyfikowania obiektów w łańcuchach dostaw jest możliwość szybkiej reakcji na sytuacje awaryjne, dlatego w identyfikowalność obiektów powinni się włączać wszyscy uczestnicy łańcucha. Bezpieczeństwo konsumenta jest szczególnie zagrożone w wypadku wadliwej produkcji w przemyśle spożywczym (żywność i napoje) i farmaceutycznym (np. leki ratujące życie, szczepionki), choć niejednokrotnie system identyfikowalności przydał się także w wypadku innych branż (np. wycofanie z sieci sprzedaży aut Toyoty z powodu wadliwych systemów hamulcowych w 2010 r.). Jeśli zostanie zarejestrowany przypadek wadliwego produktu danej serii produkcyjnej, dzięki systemowi śledzenia i monitoringu można łatwo stwierdzić, gdzie w sieci sprzedaży znajdują się wszystkie obiekty pochodzące z tej serii⁴⁹, a co za tym idzie – poinformować sprzedawców i klientów o problemie, jego naprawie i uniknięciu negatywnych skutków wywołanych przez konsumpcję lub użytkowanie wadliwego produktu. Oprócz wycofywania partii produkcyjnych, które już zostały przekazane do sieci sprzedaży, system ten przydaje się także do wykrywania nieprawidłowości w dostawach materiałów lub procesie produkcji. Bez standaryzacji procesów logistycznych eksploatacja takich rozwiązań byłaby bezzasadna, szczególnie bez ciągłej rejestracji zdarzeń w tych procesach (np. zmiana statusu zapasu, kontrola jakości produktu gotowego). W większości przypadków jest to możliwe dzięki współpracy zintegrowanych systemów informatycznych (por. tabela 5.5.).

System identyfikowalności działa niezawodnie tylko wtedy, kiedy uczestnicy łańcucha dostaw stosują takie same standardy związane z generowaniem, przesyłaniem, rejestracją i kontrolą danych (tj. głównie ze standardem GS1). Na przykład identyfikator zastosowania GLN umożliwia ustalenie miejsca składowania towaru, numer GTIN – identyfikację przedmiotu objętego obrotem handlowym, numer SSCC – rozpoznanie palety, na której umieszczono produkty⁵⁰.

⁴⁹ Czasami takie śledzenie jest niemożliwe, szczególnie na etapie sprzedaży z punktu sprzedaży detalicznej do klienta indywidualnego.

⁵⁰ J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 186–187.

Tabela 5.5. Technologie i narzędzia GS1 używane do monitorowania przemieszczania jednostek logistycznych

Cechy śledzenia	Przykłady technologii	Przykłady narzędzi
identyfikacja unikatowych obiektów	automatyczna identyfikacja obiektów	IZ (np. GTIN, SSCC, GLN)
rejestracja i gromadzenie danych	automatyczne gromadzenie danych	EAN/UPC, GS1-128
zarządzanie śledzeniem	elektroniczne przekazywanie danych	różne aplikacje IT, m.in. ERP, WMS, BI i SCM
komunikacja	elektroniczna wymiana danych	EANCOM®/XML

Źródło: A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 732, za: J. Majewski, *Informatyka w magazynie...*, s. 185.

6. Inne wybrane rozwiązania informatyczne w logistyce

Cywilizacja, którą zbudujemy (...) będzie cywilizacją niewidoczną (...) opartą na niewidocznych dla oka systemach, mocy ukrytej w miniaturowych elementach i potędze ludzkiego rozumu.

Masuda Yoneji

6.1. Wprowadzenie

W poprzednich rozdziałach wymieniono najbardziej popularne narzędzia wspomagające funkcjonowanie systemów logistyki informacji zarządczej. Racjonalna strategia informatyczna zakłada wykorzystanie wszystkich systemów (narzędzi) informatycznych, które zapewnią osiągnięcie celów logistyki, czyli zaopatrzenia właściwych odbiorców we właściwe informacje, w odpowiedniej ilości, we właściwym czasie, po właściwym koszcie. Istnieje wiele rodzajów narzędzi, które wspomagają osiągnięcie tych celów. W tym rozdziale zostaną przedstawione wybrane z nich, najczęściej stosowane w szeroko pojętej logistyce, zarówno w przedsiębiorstwach produkcyjnych, jak i handlowych oraz usługowych, w tym tych funkcjonujących w ramach części gospodarki określanej często jako branża TSL (transport, spedycja, logistyka).

Wspomniane rozwiązania wspierają realizację usług określanych jako usługi e-logistyczne, których dostawcami są zarówno tradycyjne przedsiębiorstwa logistyczne, jak i bardziej innowacyjne podmioty, np. rynki

elektroniczne (e-ryunki)¹. Priorytetem w obsłudze klienta na rynku TSL stała się sprawność działania, która w dużej mierze zależy od dostępu do informacji zapewnianym nie tylko pracownikom przedsiębiorstw sektora, ale przede wszystkim klientom².

6.2. Systemy telematyczne w transporcie

Zadaniem systemów telematycznych jest lokalizowanie pojazdów lub ładunków w czasie rzeczywistym, kontrola czasu pracy kierowcy i średniej prędkości przewozu. Są to narzędzia, które wspomagają działanie zintegrowanych systemów informatycznych lub giełd elektronicznych. Ich szczytywanie odbywa się za pomocą komunikacji GPS lub ASN. Przetwarzanie danych u pojedynczego przewoźnika może być również połączone z jego zleceniodawcami, którzy analizują dane wszystkich swoich dostawców usług³. Oprócz przewoźników analizą danych zajmują się także operatorzy logistyczni, w tym orkiestratorzy łańcuchów dostaw, inaczej określane jako 4PL. Integrują wiązki danych z wielu źródeł w łańcuchu dostaw, na bieżąco korygując przepływy informacji i dóbr fizycznych i koordynując zmiany wywołane na przykład opóźnieniami na trasie przewozu.

Główną funkcją systemów telematycznych jest zdalny dostęp do pojazdów i ładunków za pomocą teleinformatycznych sieci bezprzewodowych⁴. W ten sposób można optymalizować trasę przewozu danego towaru lub też na bieżąco korygować ustaloną wcześniej trasę w wyniku nieprzewidzianych zdarzeń. Wówczas spadają koszty transportu przypadające na jednostkę pracy przewozowej (1 tonokilometr)⁵ oraz likwiduje się tzw. puste przebiegi. Główne funkcje tego typu rozwiązań mogą obejmować:

- 1) z punktu widzenia przewoźnika:
 - planowanie tras i ich bieżącą optymalizację,
 - eliminację pustych przebiegów i niewystarczającego wykorzystania przestrzeni ładunkowej,

¹ P. Bojar, B. Landowski, Ł. Muslewski, M. Woropay, *Giełdy transportowe jako narzędzia e-logistyki*, „Logistyka” 2014, nr 3, s. 630.

² B. Kos, *Internetowe giełdy transportowe w działalności przedsiębiorstw TSL*, „Ekonomiczne Problemy Usług” 2011, nr 73, s. 589.

³ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 730.

⁴ J. Łacny, *Ekonomiczne aspekty implementacji systemów telematycznych i informatycznych w transporcie drogowym* (w:) *Informatyczne narzędzia...*, s. 26.

⁵ Jednostką pracy przewozowej jest 1 tonokilometr (1 tona * 1 kilometr).

- minimalizację kosztów przejazdu,
 - rejestrację parametrów eksploatacyjnych pojazdów,
 - rejestrację czasu pracy kierowców,
 - precyzyjne określanie terminów dostaw i ich bieżącą korektę;
- 2) z punktu widzenia orkiestratora łańcucha dostaw:
- wszystkie powyższe,
 - informowanie w czasie rzeczywistym innych członków łańcucha dostaw o zmianach,
 - korygowanie przebiegu tras intermodalnych i multimodalnych;
- 3) z punktu widzenia klienta:
- bieżące monitorowanie statusu dostawy,
 - możliwość korygowania parametrów przejazdu, kiedy zmienią się warunki przewozu;
- 4) z punktu widzenia państwa i organizacji transportowych:
- zwiększenie bezpieczeństwa ruchu drogowego,
 - zwiększenie bezpieczeństwa w obrocie ładunkami,
 - kontrolę ruchu pojazdów na danym odcinku trasy lub w danym regionie,
 - obniżenie zagrożenia terroryzmem i nielegalną migracją ludności.

Obecnie najbardziej popularnym narzędziem do planowania i optymalizacji tras przewozu są cyfrowe mapy zintegrowane z oprogramowaniem informatycznym (najczęściej klasy TMS – *Transportation Management System*), w tym elektroniczne giełdy transportowe. Należy jednak pamiętać, że tego typu systemy stanowią jedynie element wspomagający funkcjonowanie systemu logistyki informacji i bez dobrze opracowanych procedur dotyczących tego obszaru nie są w stanie zapewnić właściwego zaopatrzenia informacyjnego zleceniodawców i zleceniobiorców, a także liderów, koordynatorów, orkiestratorów i innych uczestników łańcuchów dostaw.

6.3. Elektroniczne giełdy transportowe

Powstanie elektronicznych giełd transportowych było wynikiem rosnącej konkurencji w szeroko pojętym sektorze logistycznym, a także szybkiego rozwoju internetu oraz rynku elektronicznego, dlatego zwykle zalicza się je do nowoczesnych narzędzi pracy w sektorze TSL⁶. Według Krzysztofa Bartzaka

⁶ P. Kisielewski, M. Leśniakiewicz, *Charakterystyka i analiza porównawcza europejskich elektronicznych giełd transportowych*, „Autobusy” 2016, nr 6, s. 1368.

oraz Agnieszki Barańskiej elektroniczna giełda transportowa to „platforma (portal) internetowa, za pomocą której poszczególne przedsiębiorstwa z branży logistycznej kontaktują się ze sobą i wymieniają się między sobą informacjami na temat wolnych ładunków i pojazdów, a następnie zawierają transakcje dotyczące przewozu konkretnych towarów w określone miejsca”⁷. Rozwiązania te mają elementy wspólne, jednak pozyskują nowych klientów dzięki wyróżnianiu się na rynku szeregiem funkcjonalności rozszerzających podstawowy zakres usług (np. komunikatory biznesowe, rating usługodawców, monitoring i ubezpieczenie płatności, ochrona finansowa, budowanie społeczności). Początkowo, ok. 2000 roku, giełdy te miały za zadanie wyłącznie minimalizację pustych przebiegów, lecz z biegiem czasu konieczność zapewnienia bezpieczeństwa transakcji warunkowała stopniowe poszerzanie oferty usług dodatkowych.

Zadaniem giełd jest m.in. niwelowanie różnic w popycie na usługi transportowe (sezonowości popytu) przez dostęp do szerokiego grona klientów z całego kontynentu oraz do ich zgłoszeń i oferowanych stawek, przez całą dobę i przez cały tydzień. Mimo że giełdy bazują na tzw. modelu brokerskim (kojarzeniu kupującego ze sprzedającym)⁸, nie wszyscy użytkownicy giełd to zleceniodawcy i zleceniobiorcy. Coraz częściej z tych rozwiązań korzystają pośrednicy na rynku, orkiestratorzy i inni operatorzy logistyczni, którzy próbują zwiększyć efektywność kosztową czy ogólniej finansową swoich klientów.

Wśród rozwiązań określanych jako elektroniczne giełdy transportowe wyróżnia się⁹:

- 1) pod względem dostępności:
 - giełdy otwarte, w których użytkownikiem może być każdy zainteresowany podmiot, a zwykle stają się nimi mali usługobiorcy (posiadający od 5 do 10 pojazdów), przedsiębiorstwa spedycyjne, w mniejszym zakresie – duże podmioty na rynku usług logistycznych; oferenci 3PL i 4PL są szczególnie zainteresowani giełdami transportowymi w okresach fluktuacji popytu oraz kryzysów ekonomicznych;

⁷ K. Bartczak, A. Barańska, *Wpływ giełd transportowych na funkcjonowanie przedsiębiorstw z branży logistycznej*, „Logistyka” 2016, nr 1, s. 163.

⁸ A. Kawa, *Elektroniczna giełda transportowa jako podmiot sektora usług logistycznych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 355, s. 81.

⁹ P. Kisielewski, M. Leśniakiewicz, *Charakterystyka i analiza...*, s. 1370; K. Bartczak, A. Barańska, *Wpływ giełd...*, s. 164.

- giełdy dedykowane, przeznaczone dla zamkniętej grupy docelowej w sieciach extranet, np. podmiotów współpracujących z jednym operatorem logistycznym, siecią handlową lub producentem dóbr (stałych kontrahentów);
- 2) pod względem sposobu działania:
 - giełdy online, czyli umożliwiające przeglądanie i dodawanie ofert w czasie rzeczywistym dzięki połączeniu z internetem;
 - giełdy offline, czyli umożliwiające przeglądanie i dodawanie ofert przez pobieranie i wysyłanie danych co pewien z góry ustalony czas;
 - 3) pod względem zasięgu działania:
 - lokalne, obejmujące teren jednego lub kilku województw albo innych jednostek terytorialnych w innych krajach (np. landy w Niemczech, kantony w Szwajcarii);
 - krajowe, obejmujące terytorium jednego państwa;
 - kontynentalne, obejmujące cały kontynent, np. giełdy europejskie;
 - 4) pod względem charakteru ofert:
 - ogólne, dotyczące wielu rodzajów ładunków i floty transportowej;
 - specjalistyczne, dotyczące jednego rodzaju ładunku, tylko ładunków ponadgabarytowych, niebezpiecznych, dotyczących jednej branży, np. farmaceutycznej, petrochemicznej.

Celem funkcjonowania tych giełd jest zwiększenie efektywności ekonomicznej, w tym kosztowej, usługodawców i usługobiorców na rynku usług transportowych¹⁰. Koszty zakupu tych usług stanowią coraz większą część ponoszonych przez przedsiębiorstwa kosztów logistycznych, stąd powstała konieczność m.in. minimalizacji tzw. pustych przebiegów, czyli tras realizowanych przez elementy floty transportowej (np. samochodów) niezaladowanych w pełni lub po prostu pustych. Istnieją również giełdy zorientowane na obsługę klientów w mniej popularnych gałęziach transportu niż samochodowy, np. w transporcie lotniczym¹¹. Efektami ubocznymi funkcjonowania giełd są: integracja kooperantów w częściach łańcuchów dostaw lub w całych łańcuchach, budowanie pozycji konkurencyjnej pojedynczych podmiotów lub całych łańcuchów. Dodatkowo, przedsiębiorstwa zidentyfikowane przez właścicieli giełd oraz zweryfikowane pod względem rzetelności zwiększają

¹⁰ B. Barnard, *Baltic Exchange Launches Dry Freight Derivative Marketplace*, „The Journal of Commerce Online” 2011 (June) 8, www.joc.com (dostęp: 25.07.2019).

¹¹ J. Love, *Beyond E-freight: IT can drive efficiency*, „Air Cargo World” 2011 (September), s. 54.

swój prestiż i uznanie na rynku, szczególnie wśród klientów¹². To przekłada się na oszczędność czasu (m.in. związaną z zarządzaniem trasami, ograniczeniem przestojów) oraz niski koszt pozyskania nowych partnerów (abonament za korzystanie z giełdy oscyluje wokół 60–100 euro miesięcznie). Jednak korzystanie z giełdy niesie ze sobą pewne ryzyko, np. związane z pojawieniem się nieuczciwych przedsiębiorstw lub zbyt dużym uzależnieniem od nich (np. pozyskiwanie 100% ofert biznesowych z giełd).

Według Arkadiusza Kawy obecnie w Europie funkcjonuje ok. 100 giełd o różnym zasięgu¹³. Potentatami na elektronicznym rynku usług transportowych w Europie są Trans.eu i TimoCom. Mniej popularne giełdy transportowe to: Teleroute, Navitrans, Cargo, Cargo Glob, WTransnet, Logipe, Tinocontract Tendering, SpeNak Freight & Vehicle Exchange, Courier Exchange, Benelog.com, OCX, Telenet¹⁴. Ważne jest to, że praktycznie nie zdarzają się przypadki korzystania wyłącznie z jednej giełdy transportowej przez podmioty używające tego typu rozwiązań, ale przynajmniej z dwóch, głównie w celu minimalizacji ryzyka niezalezienia odpowiednich ofert. Ryzyko upadłości finansowej nie dotyczy największych giełd, ale należy zaznaczyć, że liczba giełd dostępnych na rynku jest trudna do oszacowania ze względu na wysokie ryzyko działalności w sektorze (m.in. spowodowane istnieniem kilku potentatów rynkowych), różne profile działalności i długość cyklu życia, a także wysokie bariery wejścia (m.in. zapewnienie bezpieczeństwa transakcji, weryfikacja użytkowników)¹⁵.

Wśród cech wymaganych przez klientów giełd należy wymienić bezproblemową i sprawną obsługę, szybkość pracy, ciągłość pracy (niezawodność), krótki czas ładowania danych i przetwarzania informacji, np. w wypadku śledzenia pojazdów w czasie rzeczywistym, planowania tras na interaktywnej mapie. Giełdy transportowe stanowią jeden z podstawowych elementów integracji danych i zarządzania danymi dotyczącymi zadań i zleceń realizowanych w przedsiębiorstwach transportowych. Kolejne stanowią systemy telematyczne, również systemy klasy TMS, pakiety biurowe, urządzenia

¹² K. Bartczak, A. Barańska, *Wpływ giełd transportowych...*, s. 167.

¹³ A. Kawa, *Elektroniczna giełda transportowa...*, s. 82.

¹⁴ P. Kisielewski, M. Leśniakiewicz, *Charakterystyka i analiza...*, s. 1375.

¹⁵ O. Osypchuk, *Wykorzystanie giełd transportowych a kształtowanie jakości usług transportowych w drogowych przewozach ładunków*, XXI Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, t. 2, red. R. Knosala, OW PTZP, Opole 2018, s. 68.

telekomunikacyjne, bazy dokumentowe, systemy CRM, ERP, WMS i wiele innych¹⁶.

Standardowy proces pozyskania zlecenia rozpoczyna się od wyszukiwania ofert na pożądaną trasę lub trasy, głównie dla miejscowości, w których kończą się dotychczas uzgodnione trasy. Po opracowaniu listy potencjalnych zleceń następuje ich analiza (dzięki wspomnianym doświadczeniu i umiejętnościom spedytora, czasem również z użyciem specjalnych kalkulatorów rentowności) i komunikacja ze zleceniodawcą (np. za pomocą komunikatorów wbudowanych w giełdę). Czasami, żeby zniwelować stratę spowodowaną pustymi przebiegami, opłaca się przyjąć zlecenie z ujemną rentownością na trasie powrotnej, aby zmniejszyć wspomnianą stratę¹⁷.

Po raz kolejny należy zaznaczyć, że opisywane rozwiązania informatyczne są jedynie narzędziami wspomagającymi realizację procesów logistycznych, a także funkcjonowanie systemów logistyki informacji. Czynnikiem, który łączy je wszystkie, jest dbałość o rentowność przedsiębiorstwa, w wypadku giełd transportowych – dbałość o rentowność zlecenia (wskaźnikiem rentowności może być tutaj rentowność na kilometr, tonę ładunku, tonokilometr)¹⁸. Ciężar odpowiedzialności za ten obszar jest przenoszony na spedytorów, których największą wartością jest doświadczenie. Ono pozwala szybko ocenić opłacalność oferty znalezionej na giełdzie oraz – na podstawie relacji formalnych i nieformalnych – ocenić wiarygodność kontrahenta, możliwość dotrzymania warunków umowy (np. krótkiego czasu realizacji), bezpieczeństwo na trasie, konieczność dokupienia dodatkowych usług (np. ubezpieczenia płatności) itp.¹⁹

6.3.1. Giełda Trans.eu

Giełda Trans.eu stanowi główny produkt oferowany przez polskie przedsiębiorstwo Logintrans sp. z o.o. (por. widok użytkownika, rysunek 6.1.). Od

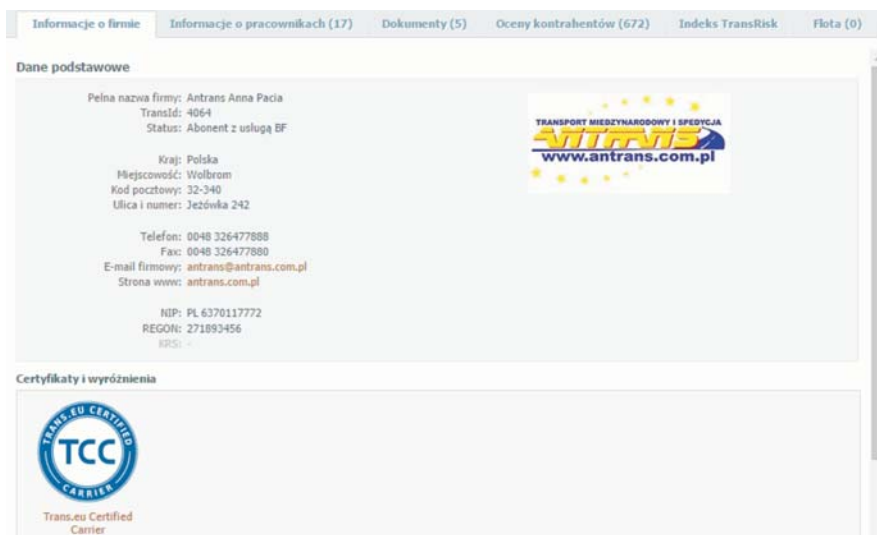
¹⁶ W. Woźniak, *Metoda podnoszenia efektywności pozyskiwania zleceń transportowych z elektronicznych giełd transportowych*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2017, nr 117, s. 379.

¹⁷ *Ibidem*, s. 61.

¹⁸ A. Letkiewicz, M. Suchanek, *Systemic conditions of efficiency and durability of road transport enterprises*, „Research Journal of the University of Gdańsk. Transport Economics and Logistics” 2017, Vol. 73, s. 67.

¹⁹ K. Pędziwiatr, Ł. Kaczmarek, *Pozyskanie i realizacja zlecenia transportowego z giełdy transportowej*, „Autobusy” 2018, nr 7–8, s. 59.

wielu lat jest największą giełdą transportową skierowaną do klientów z Europy Środkowo-Wschodniej oraz trzecią co do wielkości dla klientów z Europy Zachodniej, gdzie liderem rynkowym jest TimoCom. Ma ok. 200 tys. abonentów i obsługuje 1 mln ofert dziennie w 24 językach i 26 krajach²⁰.



Rysunek 6.1. Widok profilu użytkownika w giełdzie Trans.eu

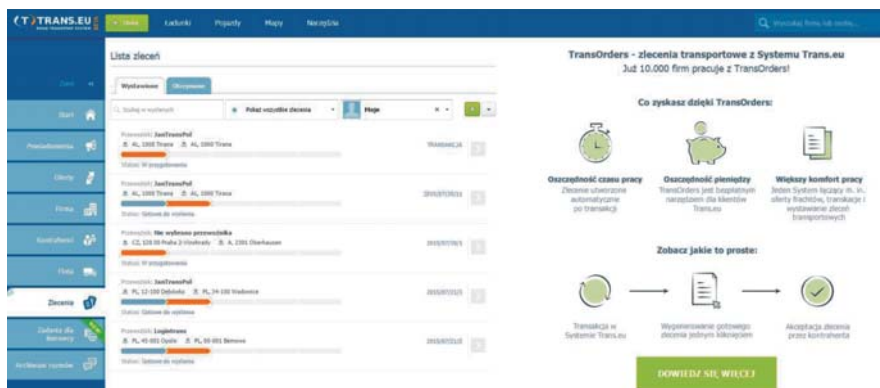
Źródło: Trans.eu, <http://edu.trans.eu/public/uploads/images/201602171035485704.png> (dostęp: 17.06.2020).

Centra Trans.eu znajdują się we Wrocławiu, Wilnie, Antwerpii, Bratysławie i Lauenau. Giełda oferuje weryfikację użytkownika w podstawowym i rozszerzonym zakresie, w tym zgłaszanie dłużników²¹, którzy są zapisywani w wewnętrznym rejestrze RDT (rejestr dłużników transportowych). Giełda oferuje szybką aktualizację zleceń, śledzenie pojazdów, komunikator biznesowy, negocjacje cenowe, rating kontrahentów na podstawie ocen z historycznej sprzedaży i kupna usług, ocenę wiarygodności finansowej płatników (TransRisk), windykację długów (TransInkasso), ubezpieczenia (TransBrokers), a nawet tłumaczenie tekstu w komunikacji osób posługujących się różnymi

²⁰ K. Bartczak, A. Barańska, *Wpływ giełd transportowych...*, s. 170.

²¹ E. Kulińska, *Funkcjonowanie giełd elektronicznych w branży logistycznej*, „Ekonomiczne Problemy Usług” 2015, nr 117, s. 210.

językami. Rzetelność przedsiębiorstw transportowych jest poświadczana za pomocą certyfikatu TCC (Trans.eu Certified Carrier, por. rysunek 6.2.), a spedycyjnych – TCF (Trans.eu Certified Forwarder). Nowością w dziedzinie usług stały się te z zakresu zarządzania korporacyjnego dla podmiotów posiadających m.in. dwie placówki (oferta TransPro)²². Dodatkowe elementy oferty stanowią fora transportowe, informator transportowy w formie reklam innych przedsiębiorstw (np. oferujących usługi naprawcze), a także sklep internetowy z asortymentem z branży TSL (np. wyposażenie dodatkowe pojazdów). Można monitorować stan zatrudnienia w danym przedsiębiorstwie, opinie na temat pracowników oraz szczegółowe komentarze na ich temat, tym samym na bieżąco kontrolować na przykład płynność finansową potencjalnego kontrahenta. Historia transakcji i rozmów z pracownikami innych przedsiębiorstw pozwala na odtworzenie sytuacji biznesowej z przeszłości, np. w razie sporów dotyczących wykonania powierzonych zleceń.



Rysunek 6.2. Widok zleceń w giełdzie Trans.eu

Źródło: Trans.eu, <https://www.trans.eu/pl/blog/branza-tsl/jak-korzystanie-z-trans-eu-moze-pomoc-w-planowaniu-budzetu/> (dostęp: 17.06.2020).

Logintrans oferuje wiele innych rozwiązań, m.in. kalkulator rentowności zlecenia, symulację załadunku wybranych jednostek (od palety po plandekę lub kontener), a także powiązanie z innymi usługodawcami, m.in. zajmującymi się zarządzaniem przestrzenią magazynową.

²² P. Kisielewski, M. Leśniakiewicz, *Charakterystyka i analiza porównawcza...*, s. 1372.

6.3.2. Giełda TimoCom

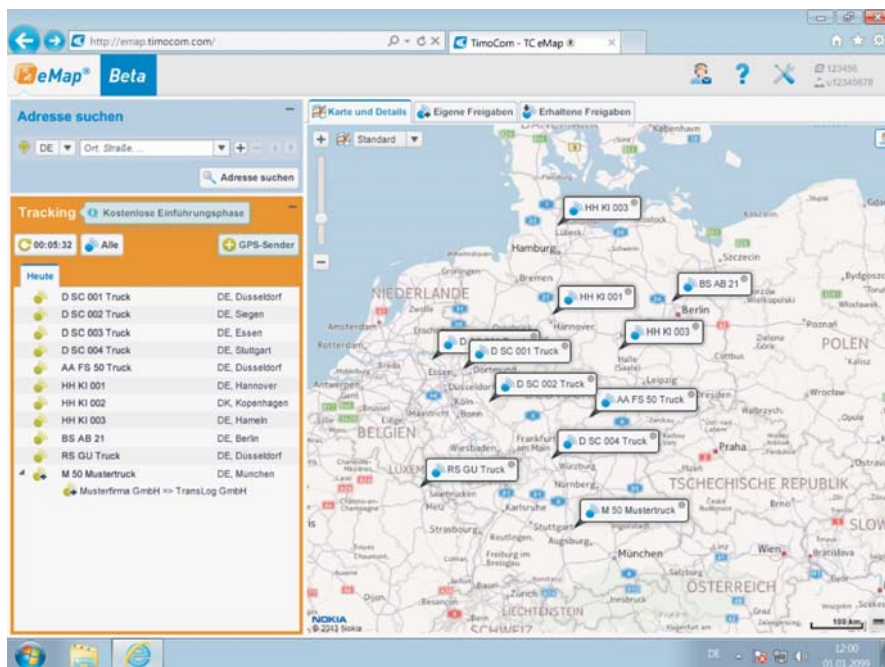
TimoCom Truck & Cargo to podstawowy element producenta rozwiązań IT dla biznesu – TIMOCOM GmbH. Giełda obejmuje swoim działaniem 44 krajów europejskich i obsługę 85 tys. użytkowników, 750 tys. ofert dziennie w 24 językach. Główną zaletą tej giełdy jest elastyczność i możliwość dopasowania wyników wyszukiwania do potrzeb przedsiębiorstw różnych rozmiarów – od jednoosobowych do dużych korporacji, m.in. dzięki wprowadzeniu intuicyjnego, prostego interfejsu (widoku) użytkownika. Możliwe jest również zgłoszenie zlecenia na przewóz bardzo małych przesyłek, jak i wielkogabarytowych, dlatego specjalna oferta dotyczy m.in. rynku KEP (usługi kurierskie, ekspresowe i pocztowe). Podobnie jak w giełdzie Trans.eu, możliwe jest monitorowanie profili przedsiębiorstw transportowych (część TC Profile), m.in. pod kątem rzetelności. TC eMap oferuje z kolei możliwość planowania tras i ich optymalizacji w czasie rzeczywistym, co zostało połączone z kalkulacją kosztów zlecenia i śledzeniem ładunków (por. rysunek 6.3.). Czymś, co zdecydowanie wyróżnia TimoCom na rynku giełd transportowych, jest elektroniczna giełda powierzchni magazynowych w kilkudziesięciu krajach, co przy częstych przeładunkach i cross-dockingu stanowi niewątpliwie wartość dodaną dla klienta. Obsługa klienta jest realizowana m.in. dzięki infolinii TimoCom Assist, a wszystkie oferty są automatycznie tłumaczone na dostępne języki²³. Przedsiębiorstwa chcące znaleźć się na giełdzie są szczegółowo weryfikowane, a potem co pewien czas kontrolowane. Istnieje możliwość uzyskania inkasa (zabezpieczenia transakcji).

Nierzetelni kontrahenci mogą być zgłaszani przez innych użytkowników, a każde zgłoszenie jest weryfikowane przez pracowników giełdy. Systemy bezpieczeństwa oparte na mechanizmach oferowanych przez Oracle i IBM gwarantują najwyższy poziom bezpieczeństwa danych. Kolejny aspekt działania giełdy stanowi zabezpieczenie przed kradzieżami, oferowane przez zewnętrznego kooperanta giełdy, nie tylko w zakresie sprzedaży produktów ubezpieczeniowych, ale również przeszkolenia z zakresu m.in. kontroli dokumentacji, szczególnie na zagranicznych trasach. Zwiększyło to poziom bezpieczeństwa zwłaszcza na odcinkach tras ze Wschodu na Zachód Europy.

Wprowadzenie części oferty TimoCom eBid skutkowało powstaniem możliwości publikowania ofert przewozu bezpośrednio przez producentów

²³ *Ibidem*, s. 1374.

dóbr, które wymagały przewozu. Pośrednim efektem tego rozwiązania stało się nawiązanie stałej współpracy między oferentami oraz zleceniobiorcami. Długotrwała kooperacja jest często kontynuowana nie poza giełdą, ale ze względu na zabezpieczenie transakcji – za jej pośrednictwem.



Rysunek 6.3. Widok użytkownika w TC eMap

Źródło: Timocom, <https://www.timocom.pl/Newsroom/Informacje-prasowe?page=12> (dostęp: 17.06.2020).

Dodatkowym elementem giełdy jest tzw. barometr transportowy umożliwiający bieżące monitorowanie sytuacji rynkowej, co ma bezpośrednie przełożenie na warunki stawiane przez strony w procesie negocjacji warunków umowy współpracy. Rozwiązanie to ma charakter aplikacji mobilnej, co zwiększa jego atrakcyjność dla osób, które chcą być stale na bieżąco w zakresie zmian na europejskim rynku transportu drogowego. Ma to szczególne znaczenie w dobie zmian m.in. w zakresie stawek wynagrodzenia w poszczególnych krajach europejskich. Elementem wyróżniającym TimoCom jest także narzędzie do przygotowania i przeprowadzenia przetargów.

6.4. Systemy analityki danych

Analityka biznesowa jest jednym z niewielu kierunków rozwoju nowoczesnych systemów informatycznych o bardzo dynamicznym rozwoju w ostatnich kilku latach. Analiza dużych wolumenów danych (ang. *Big Data analysis*) obejmuje te, które są gromadzone praktycznie na każdym kroku działalności biznesowej i pozabiznesowej – zapisy z kamer przemysłowych, urządzeń elektronicznych, urządzeń mobilnych, samochodów i innych środków transportu, jednostek ładunkowych i oczywiście – systemów informatycznych. Dane te są magazynowane zarówno w trybie online, jak i offline, często bez wiedzy użytkownika, ponieważ mnogość źródeł danych jest tak duża, że często przeciętny użytkownik nie monitoruje, które aplikacje i programy mają dostęp do generowanych przez niego danych, na co się zgodził, potwierdzając rutynowo i automatycznie postanowienia zawarte w ich regulaminach. Często klient nie zdaje sobie sprawy z dostarczanego mu przekazu tzw. podprogowego w postaci wyświetlanych reklam czy pozycjonowania ofert i produktów w przestrzeni wirtualnej, w której codziennie funkcjonuje.

Podobne mechanizmy można zauważyć także w świecie rzeczywistym, niewirtualnym. Profesjonalnym rozmieszczeniem towaru w taki sposób, by znajdował się w miejscu najbardziej atrakcyjnym dla klienta, zajmuje się merchandising²⁴. Wspomaganiem zadań merchandisingowych, szczególnie w pracy przedstawicieli handlowych w handlu detalicznym, zajmują się systemy informatyczne *Sales Force Automation* oraz *Mobile Sales Force*, monitorujące rotację towarów oraz inne aspekty pracy w terenie i mające na celu zapewnienie ciągłości dostępności poszczególnych pozycji asortymentowych w miejscach ich sprzedaży²⁵. Rozwiązania te bazują na danych wprowadzanych przez użytkownika, ale też tych pochodzących z innych systemów: systemów kasowych, sprzedażowych, ERP, WMS, CRM i wielu innych, przez co stanowią grupę bardzo elastycznych aplikacji, które do dalszej analizy potrzebują jedynie danych wsadowych ze źródeł określonych przez decydenta (np. dyrektora sprzedaży lub dyrektora operacyjnego). Systemy te są szczególnie przydatne w wypadku regionalizacji preferencji klientów (np. dużych różnic w wyborach klientów w różnych krajach) oraz sezonowości

²⁴ Merchandising – celowe, profesjonalne sterowanie efektywnym rozkładem towarów na półkach sklepowych, dostosowane do tzw. drzewa decyzyjnego klienta.

²⁵ A. Szmelter, *Informatyka w logistyce...*, s. 732.

sprzedaży. Dlatego też niewątpliwie analityka biznesowa będzie się stawać coraz ważniejszym elementem systemu logistyki informacji w pojedynczych organizacjach oraz całych łańcuchach dostaw.

6.5. Kierunki rozwoju rozwiązań informatycznych w logistyce

Rozwiązania opisywane we wcześniejszych rozdziałach książki są tymi, które uznaje się za główne elementy dzisiejszych systemów logistyki informacji w zakresie narzędziowym, czyli wspomagającym funkcjonowanie zaprojektowanych wcześniej systemów przepływu informacji o różnym zasięgu. Trzeba jednak mieć świadomość mnogości rozwiązań elektronicznych i informatycznych, które budują współczesne i będą budować przyszłe systemy. Ich główną cechą będzie wykładniczo rosnąca złożoność, przejawiająca się w dużej liczbie tych rozwiązań i w skomplikowanych relacjach (szczególnie jeśli chodzi o kierunki przepływu danych) pomiędzy nimi.

Dlatego też w kontekście tego, z czym użytkownicy mogą się spotkać w codziennej pracy w szeroko pojętej branży logistycznej, będąc przecież elementami systemów logistyki informacji, należy wymienić kilka grup narzędzi o charakterze *software* i *hardware*:

- autonomiczne systemy informatyczne, w tym systemy samosterujące (sterujące własnym zachowaniem i procesem podejmowania decyzji), systemy agentowe (w tym jednoagentowe i wieloagentowe), systemy zdalnego sterowania pracą maszyn i urządzeń;
- autonomiczne pojazdy, w tym autonomiczne ciężarówki i wózki (ang. *Automated-Guided Vehicles* – AGV);
- autonomiczne urządzenia do magazynowania, np. windy, regały do dynamicznego składowania;
- zaawansowane technologie pracy w magazynie, np. rozwiązania bioniczne w robotach magazynowych, technologie rozpoznawania cech użytkownika (biometryczne), w tym systemy sterowania urządzeniami za pomocą myśli;
- rozwiązania wizyjne, łączące automatykę i robotykę przemysłową z nawigacją laserową i zaawansowanymi systemami czujników;
- rozwiązania telematyczne, w tym rozwój zaawansowanych technologii śledzenia obiektów w łańcuchach dostaw;

- systemy informatyczne z zaawansowanymi mechanizmami analizy danych, w tym technologie *blockchain*²⁶.

Nowoczesne technologie logistyczne są i będą wykorzystywane coraz szerzej nie tylko w ramach tradycyjnych zadań logistycznych, ale również nowych kierunków rozwoju logistyki jako dziedziny wiedzy. Tym samym będą zyskiwać popularność rozwiązania tzw. logistyki pierwszej i ostatniej mili (zwłaszcza w miastach i na terenach podmiejskich)²⁷, systemy informatyczne dla inteligentnych miast²⁸ i parków przemysłowych, specjalnych stref ekonomicznych, parków dostawców²⁹.

Wszystkie rozwiązania zaprezentowane w tej książce będą stanowić element zintegrowanych systemów zaopatrzenia informacyjnego łańcuchów dostaw przyszłości. Logistyka informacji zarządczej stanie się elementem budowania konkurencyjności w globalnej gospodarce, już dziś bowiem konkurencja odbywa się na poziomie łańcuchów dostaw, a nie pojedynczych organizacji³⁰.

²⁶ P. Wierzbowski, *Application of blockchain technology in information management in supply chains*, „Transport Economics and Logistics” 2018, nr 78, s. 179–191.

²⁷ Por. J. Rześny-Cieplińska, *Transport organizers’ integrating role in logistics*, „International Journal of Transport Development and Integration” 2017, Vol. 1, No. 8, s. 1–10.

²⁸ Por. M. Suchanek, J. Pawłowska, *Effects of Transport Behaviour on Public Health: A Study on the Students in the Tricity Area* (w:) *New Research Trends in Transport Sustainability and Innovation. TranSopot Conference*, ed. M. Suchanek, Springer, Cham 2018, s. 28–36.

²⁹ Park dostawców – skupisko fabryk dostawców obsługujących jednego dużego odbiorcę, kilku, kilkunastu lub kilkudziesięciu odbiorców, w zależności od poziomu zintegrowania dostawców z ich klientem/klientami. Por. A. Szmelter, *Supplier parks in supply logistics strategies in the automotive industry*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka. Modelowanie Procesów i Systemów Logistycznych” (cz. 15) 2018, nr 58, s. 227–240.

³⁰ A. Jezierski, *Konkurowanie logistyką w warunkach kryzysu w świetle teorii organizacji branży*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 382, s. 55.

Zakończenie

Logistyk nie jest człowiekiem innego rodzaju,
to każdy z nas jest innego rodzaju logistykami.
Bronisław Słowiński

Rozwój gospodarczy współczesnych przedsiębiorstw jest związany przede wszystkim z właściwym zaprojektowaniem i eksploatacją ich systemów informacyjnych oraz zintegrowaniem ich z systemami informacyjnymi pozostałych podmiotów wchodzących w skład łańcucha dostaw. Jest to trudne głównie dlatego, że każdy z nich jest elementem wielu łańcuchów dostaw, często o różnej specyfice funkcjonowania.

Informacja jest szczególnym rodzajem zasobu, dlatego jej przepływ w ramach organizacji i łańcuchów dostaw wymaga wyjątkowej uwagi. W tym celu tworzy się systemy zaopatrzenia informacyjnego (określane także jako systemy logistyki informacji) będące przedmiotem zainteresowania logistyki informacji. Celem tej dziedziny wiedzy jest rozwój koncepcji związanej z takim projektowaniem przepływu informacji, aby można było zrealizować postulat 5W.

Systemy informatyczne stanowią nieodłączny element dzisiejszych systemów informacyjnych i cechują się krótkim cyklem życia produktów (oprogramowania), spowodowanym dynamicznym rozwojem nowych kanałów komunikacyjnych, w szczególności sieci internet. Tradycyjne narzędzia „wyspowe”, stosowane do niedawna na masową skalę, ustępują miejsca kompleksowym rozwiązaniom z zakresu zarządzania zasobami i relacjami między

uczestnikami łańcuchów dostaw. W tym obszarze szczególne miejsce zajmują systemy klasy ERP i wspierające je narzędzia klasy WMS.

Funkcjonowanie systemów informacyjnych, w szczególności ich informatycznego wymiaru, byłoby niemożliwe bez wsparcia elektronicznej wymiany danych i technologii automatycznej identyfikacji. Można dziś zauważyć duże zmiany w obrębie dotąd najbardziej popularnej technologii kodów kreskowych, która jest wypierana przez rozwiązania oparte na radiowej identyfikacji towarów. Z kolei elektroniczna wymiana danych coraz częściej bazuje na sieci internet, przez co staje się bardziej dostępna dla podmiotów małych i średniej wielkości, które nie korzystały z niej ze względu na konieczność przeprowadzenia drogiego procesu wdrożeniowego. Zatem we współczesnym życiu gospodarczym następuje informatyzacja przepływu informacji bez względu na wielkość przedsiębiorstwa i profil jego działalności.

Standaryzacja rozwiązań w ramach automatycznej identyfikacji danych jest niezbędna, aby uniknąć problemów związanych ze stosowaniem różnych zasad kodowania i odczytu komunikatów. Standardy opracowane przez organizację GS1, niewątpliwie coraz bardziej popularne w Polsce i na całym świecie, wypełniają to zadanie, przyczyniając się jednocześnie do rozwoju oprogramowania obsługującego realizację procesów logistycznych.

Systemy klasy ERP to najczęściej stosowane rozwiązania służące kompleksowemu zarządzaniu organizacją. Łączą obsługę wszystkich sfer jego działalności (logistycznych i pozalogistycznych), a dostęp do jednej, głównej bazy danych oraz praca w czasie rzeczywistym zmniejszają ryzyko redundancji informacji i jej dezaktualizacji. W ten sposób możliwe jest realizowanie dobrze zaprojektowanego przepływu informacji w przedsiębiorstwie.

Systemy klasy WMS, mimo swego (zwykle) pomocniczego charakteru wobec ERP, odgrywają dużą rolę w obsłudze logistycznej przepływu informacji i towarów w organizacji i całych łańcuchach dostaw. Ich elastyczność pozwala na sprawne sterowanie magazynami, realizację strategii zarządzania zapasami i śledzenie dóbr w każdej fazie zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. W ten sposób ich wdrożenie jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania magazynów, zwłaszcza magazynów wysokiego składowania.

Postępująca internacjonalizacja działalności gospodarczej w różnych sektorach gospodarki powoduje wzrost popytu na usługi transportowe świadczone na międzynarodowych trasach. Rośnie także złożoność sektora TSL, spowodowana pojawieniem się działalności handlu elektronicznego oraz skomplikowaną sytuacją prawną w transporcie, szczególnie w Europie.

Z tego powodu elektroniczne giełdy transportowe są doskonałą odpowiedzią na zmieniające się wymagania rynkowe klientów oraz trudności z utrzymaniem efektywności kosztowej przedsiębiorstw transportowych.

W związku z postępującą digitalizacją życia gospodarczego, rozwojem informatyki przemysłowej oraz globalizacją działalności łańcuchów dostaw należy się spodziewać dalszej ewolucji rozwiązań informatycznych stosowanych w systemach informacyjnych podmiotów gospodarczych. Logistyka w przyszłości będzie się więc opierać na efektywności funkcjonowania systemów informacyjnych kreowanej m.in. przez nowoczesne rozwiązania informatyczne. Zatem system logistyki informacji stanie się jednym z ważniejszych elementów funkcjonowania organizacji biznesowych i pozabiznesowych, a logistyka informacji – kluczowym elementem zarządzania pojedynczymi organizacjami, ich łańcuchami (np. łańcuchami dostaw) i sieciami.

Bibliografia

- A brief history of the bar code*, „Esquire” 2010, Vol. 153, No. 3.
- Abbasi A., Sarker S., Chiang R.H.L., *Big Data Research in Information Systems: Toward an Inclusive Research Agenda*, „Journal of the Association for Information Systems” 2016, Vol. 17, No. 2.
- Addison P., *ERP II offers supply chain benefits for SMEs*, „Manufacturers’ Monthly” 2004 (May), Iss. 5.
- Ambe I.M., Badenhorst-Weiss J.A., *Strategic supply chain framework for the automotive industry*, „African Journal of Business Management” 2010, Vol. 4, No. 10.
- Are you ready for GS1 DataBar?*, „MHD Supply Chain Solutions” 2014, Vol. 44, No. 1.
- Automatic Data Capture*, „Material Handling Product News” 2019, Vol. 41 No. 3.
- Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, red. S. Kwaśniowski, P. Zając, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
- Barcode Resource*, http://www.barcoderesource.com/gs1databar14_barcodefont.shtml.
- Barnard B., *Baltic Exchange Launches Dry Freight Derivative Marketplace*, „The Journal of Commerce Online”, 8.06.2011, www.joc.com.
- Barnes D., *Operations Management – An International Perspective*, Royal Holloway, University of London, Cengage Learning, London 2008.
- Bartczak K., Barańska A., *Wpływ giełd transportowych na funkcjonowanie przedsiębiorstw z branży logistycznej*, „Logistyka” 2016, nr 1.
- Baruffaldi G., Accorsi R., Manzini R., *Warehouse management system customization and information availability in 3PL companies. A decision-support tool*, „Industrial Management & Data Systems” 2019, Vol. 119, No. 2.

- Beatty R.C., Williams C.D., *ERP II: best practices for successfully implementing an ERP Upgrade*, „Communications of the ACM” 2006 (March), Vol. 49, No. 3.
- Bendkowski J., Kramarz M., *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy*, cz. 2, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
- Blue and Purple RFID tag*, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_and_Purple_RFID_tag.jpg.
- Bojar P., Landowski B., Muślewski Ł., Woropay M., *Giełdy transportowe jako narzędzia e-logistyki*, „Logistyka” 2014, nr 3.
- Bradley J., *Management based critical success factors in the implementation of Enterprise Resource Planning Systems*, „International Journal of Accounting Information Systems” 2008, No. 9.
- Branża motoryzacyjna – raport. Automotive industry report 2018/2019*, PZPM, Warszawa 2018.
- Buchnowska D., *Systemy CRM i analityka biznesowa (w:) Informatyka ekonomiczna*, red. S. Wrycza, J. Maślankowski, PWN, Warszawa 2019.
- Chaberek M., *Logistyka informacji zarządczej w kontrolingu przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2001.
- Chaberek M., *Mikro- i makroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2002.
- Chaberek M., *Praktyczne i teoretyczne aspekty kontaminacji i atomizacji logistyki i informatyki ekonomicznej (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Chaberek M., *Theoretical, regulatory and practical implications of logistics*, „LogForum” 2014, Vol. 10, No. 1.
- Ciesielski M., *Strategie logistyczne przedsiębiorstw*, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 1998.
- Clegg B., Wan Y., *Managing enterprises and ERP systems: a contingency model for the enterprization of operations*, „International Journal of Operations & Production Management” 2013, Vol. 33, No. 11–12.
- Cudziło M., Voronina R., Dujak D., Koliński A., *Analysing the efficiency of logistic actions in complex supply chains – conceptual and methodological assumptions of research*, „LogForum” 2018, Vol. 14, No. 2.
- Czakon W., *Metodyka systematycznego przeglądu literatury (w:) Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, red. W. Czakon, Wydawnictwo Nieoczywiste, Warszawa 2016.

- Czerwiec M., *Informatyczne wspomaganie śledzenia towaru w przedsiębiorstwie w celu spełnienia postulatów traceability w łańcuchu dostaw (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Czynniki rozwoju wirtualnych łańcuchów dostaw*, red. D. Kisperska-Moroń, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009.
- Czynniki rozwoju wirtualnych łańcuchów dostaw*, red. D. Kisperska-Moroń, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009.
- Denyer D., Tranfield D., Smart P., *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*, „British Journal of Management” 2003, Vol. 14.
- Dębicka O., *Wykorzystanie koncepcji EDI w usprawnieniu procesów biznesowych*, „Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego” 2011, nr 8.
- Dhavachelvan P., Uma G.V., Venkatachalapathy V.S.K., *A new approach in development of distributed framework form automated software testing using agents*, „Knowledge-Based Systems” 2006, No. 19.
- EAN13, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1642759>.
- ELSE, <https://else.com.pl/>.
- EPAL, <https://www.epal.org.pl>.
- Etykieta logistyczna GS1*, <https://www.gs1pl.org/dokumenty/wytyczne-techniczne/wytyczne-sieci-handlowych/142-rossmann-etykiety-wymagania/file>.
- E-logistyka*, red. W. Wieczerzycki, PWE, Warszawa 2012.
- Encyklopedia gospodarki materiałowej*, red. T. Wojciechowski, PWE, Warszawa 1989.
- EPC-RFID-TAG*, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EPC-RFID-TAG.svg>.
- Extensible Markup Language (XML) 1.0*, <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210.html>.
- Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*, <http://www.w3.org/TR/REC-xml>.
- Fernández-Caramés T.M., Blanco-Novoa O., Froiz-Míguez I., Fraga-Lamas P., *Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management*, „Sensors” 2019, Vol. 19, No. 2394.
- Fertsch M., *Uczestnicy systemu GS1 Polska*, „Logistyka” 2013, nr 4.

- Galindo L.D., *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim 2016.
- Gawrońska A., *The role of the process-based approach in shaping the logistics of e-services in hospitals*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, z. 128.
- Generator kodów kreskowych, <https://www.generatorkodowkreskowych.pl/>.
- Gourdin K.N., *Global Logistics Management. A Competitive Advantage for the 21st Century*, Blackwell Publishing, Oxford 2006.
- Grudzień Ł., *Koncepcja oceny jakości informacji o procesach w systemach zarządzania* (w:) *Materiały XV Konferencji Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, PTZP, Opole 2012.
- GS1 Databar Barcode Font, http://www.barcoderesource.com/gs1databar14_barcodefont.shtml.
- Rodzaje kodów kreskowych GS1 DataBar, <http://www.gs1pl.org/gs1-databar/rodzaje-kodow-gs1-databar>.
- GS1 Standards. *The Global Language of Business*, <http://www.gs1us.org/resources/standards/barcodes/gs1-databar-family>.
- GS1 Polska, <https://www.gs1pl.org/>.
- Kody kreskowe GS1, <http://www.gs1pl.org/gs1-databar/rodzaje-kodow-gs1-databar>.
- Günther H.O., Tempelmeier H., *Produktion und Logistik*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2005.
- Hałas E., *System GS1 – globalny język biznesu*, „TSL Biznes” 2012, nr 12.
- Hossain M.M., Jahed M.A., *Factors influencing on the adjustment of ERP system during implementation*, „Global Management Review” 2010, Vol. 4, No. 3.
- How Printing Challenges Shaped the Modern Barcodes*, <https://www.l-trondirect.com/blog/how-printing-challenges-shaped-the-modern-barcode/>.
- Informacja i wiedza w zintegrowanym systemie zarządzania*, red. R. Borowiecki, M. Kwieciński, Kantor Wydawniczy Zakamycze, Zakamycze 2004.
- Informatyka ekonomiczna*, red. S. Wrycza, PWE, Warszawa 2010.
- Jagersma P.K., *Competitive information logistics*, „Business Strategy Series” 2011, No. 12.
- Januszewski A., *Informatyka w przedsiębiorstwie. Systemy i proces informatyzacji*, WSiFZ w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2001.

- Jeziński A., *Konkurowanie logistyką w warunkach kryzysu w świetle teorii organizacji branży*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 382.
- Jeziński A., *Mezoeconomiczne uwarunkowania kształtowania konkurencyjności łańcuchów dostaw*, „Studia Ekonomiczne: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2017, nr 315.
- Jonasz W., *Identyfikacja i realizacja procesów innowacyjnych w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo US, Szczecin 1995.
- Kaczmarek M., Korzeniowski A., Skowroński Z., Weselik A., *Zarządzanie gospodarką magazynową*, PWE, Warszawa 1997.
- Karwacka G., *Monitoring informatycznych komponentów systemu logistycznego przedsiębiorstwa (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jeziński, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Kawa A., *Elektroniczna giełda transportowa jako podmiot sektora usług logistycznych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2014, nr 355.
- Kenova R., *The Role Of Warehouse Management for the Business Performance of an Industrial Company. Case Study: the Role of IT Warehouse Management System for the Warehouse Management of a Trade Company*, „KSI Transactions on Knowledge Society” 2017, Vol. 10, No. 4.
- Kisielewski P., Leśniakiewicz M., *Charakterystyka i analiza porównawcza europejskich elektronicznych giełd transportowych*, „Autobusy” 2016, Vol. 6.
- Kisielnicki J., Sroka H., *Systemy informacyjne biznesu. Informatyka dla zarządzania*, Placet, Warszawa 2005.
- Kjellsdotter Ivert L., Jonsson P., *The potential benefits of advanced planning and scheduling systems in sales and operations planning*, „Industrial Management & Data Systems” 2010, Vol. 11, No. 5.
- Kłak M., *Zarządzanie wiedzą we współczesnym przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo WSEiP, Kielce 2010.
- Knief A.G., *Analysis of automotive supplier parks and the applicability of alternative solutions in Mexico*, Universidad de las Américas Puebla 2008, http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/bce/knief_ag/capitulo2.pdf.
- Kody kreskowe i inne globalne standardy w biznesie*, red. E. Hałas, ILiM, Poznań 2012.
- Koh S.C.L., Gunasekaran A., Goodman T., *Drivers, barriers and critical success factors for ERP II implementation in supply chains: A critical analysis*, „Journal of Strategic Information Systems” 2011, No. 20.

- Koh S.C.L., Gunasekaran A., Rajkumar D., *ERP II: The involvement, benefits and impediments of collaborative information sharing*, „International Journal of Production Economics” 2008, Vol. 113.
- Korczak J., Kijewska K., *Automatyczna identyfikacja w logistyce – szanse i zagrożenia (w:) Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, red. R. Knosala, PTZP, Opole 2009.
- Kos B., *Internetowe giełdy transportowe w działalności przedsiębiorstw TSL*, „Ekonomiczne Problemy Usług” 2011, nr 73.
- Kosmacz-Chodorowska A., *Improving management in favour of defence and security on the basis of e-economy tools*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie” 2018, z. 128.
- Kto korzysta z EDI?*, <http://www.edi.pl/kto-korzysta-z-edi>.
- Kučera T., *Logistics Cost Calculation of Implementation Warehouse Management System: A Case Study*, „MATEC Web od Conferences LOGI” 2017, Vol. 134.
- Kulińska E., *Funkcjonowanie giełd elektronicznych w branży logistycznej*, „Ekonomiczne Problemy Usług” 2015, nr 117.
- Kupisz D., *Efekt motyla...*, „Logistyka” 2013, nr 4.
- Lechner A., Klingebiel K., Wagenitz A., *Evaluation of Product Variant-driven Complexity Costs and Performance Impacts in the Automotive Logistics with Variety-driven Activity-based Costing*, „Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists” 2011, Vol. 2.
- Lee Y.C., *Comparing factors affecting attitudes toward LBA and SoLoMo advertising*, „Information Systems & e-Business Management” 2018, Vol. 16, Iss. 2.
- Leidner D.E., Lo J., Preston D., *An empirical investigation of the relationship of IS strategy with firm performance*, „Journal of Strategic Information Systems” 2013, No. 20.
- Letkiewicz A., Suchanek M., *Systemic conditions of efficiency and durability of road transport enterprises*, „Research Journal of the University of Gdańsk. Transport Economics and Logistics” 2017, Vol. 73.
- Lin Y.S., Wang K.J., *A two-stage stochastic optimization model for warehouse configuration and inventory policy of deteriorating items*, „Computers & Industrial Engineering” 2018, Vol. 120.
- List of end-to-end business processes in SAP*, <https://blogs.sap.com/2012/04/17/list-of-end-to-end-business-process-in-sap/>.
- Love J., *Beyond E-freight: IT can drive efficiency*, „Air Cargo World” 2011 (September).

- Lynch G.S., *Supply Chain Risk Management* (w:) *Supply Chain Disruptions: Theory and Practice of Managing Risk*, eds. H. Gurnani, A. Mehrotra, S. Ray, Springer, London 2012.
- Łacny J., *Ekonomiczne aspekty implementacji systemów telematycznych i informatycznych w transporcie drogowym* (w:) *Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Majewski J., *Informatyka dla logistyki*, ILiM, Poznań 2002.
- Majewski J., *Informatyka w magazynie*, ILiM, Poznań 2006.
- Majewski J., *Warehouse Management System MaGS1. Analiza wdrożenia*, ILiM, Poznań 2013.
- Mangan J., Lalwani Ch., Butcher T., *Global Logistics and Supply Chain Management*, John Wiley & Sons, New York 2008.
- Mańkowski C., *Synergia w logistyce*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2010.
- Mańkowski C., Weiland D., *Logistics of information in intermodal transport*, „Web of Conferences” 2018, Vol. 235, art. no. 00013.
- Mao J., Xing H., Zhang X., *Design of Intelligent Warehouse Management System*, „Wireless Personal Communication” 2018, Vol. 102.
- Martel A., Klibi W., *A Reengineering Methodology for Supply Chain Networks Operating Under Disruptions* (w:) *Supply Chain Disruptions: Theory and Practice of Managing Risk*, eds. H. Gurnani, A. Mehrotra, S. Ray, Springer, London 2012.
- Mazur Z., Mazur H., *Systemy automatycznej identyfikacji – zastosowania i bezpieczeństwo danych*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2013, nr 32.
- McCrea B., *ERP’s great intersection*, „Logistics Management” 2014 (August).
- Mendakiewicz M., *WMS – skuteczny sposób obniżenia kosztów*, „TSL Biznes” 2013, nr 6.
- Merchant K.A., Van der Stede W.A., *Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation and Incentives* (wyd. 4), Financial Times (Prentice Hall), Harlow 2017.
- Modern warehouse with pallet rack storage system*, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9436500>.
- Moller C., *ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems?*, „Journal of Enterprise Information Management” 2005, Vol. 18, No. 4.
- Musa A., Gunasekaran A., Yusuf Y., *Supply chain product visibility: Methods, systems and impacts*, „Expert Systems with Applications” 2014, Vol. 41.

- Muscattello J.R., Parente D.H., *Enterprise Resource Planning (ERP): A Postimplementation Cross-Case Analysis*, „Information Resources Management Journal” 2006, Vol. 19, Iss. 3.
- Nevo S., Wade M., *Firm-level benefits of IT-enabled resources: A conceptual extension and an empirical assessment*, „Journal of Strategic Information Systems” 2011, No. 20.
- Nowoczesne technologie w logistyce, red. J. Długosz, PWE, Warszawa 2009.
- Ohno T., *Workplace Management*, Gemba Press, Milketo 2007.
- Olszak C.M., *Tworzenie i wykorzystywanie systemów Business Intelligence na potrzeby współczesnej organizacji*, AE, Katowice 2007.
- Osypanuk O., *Wykorzystanie giełd transportowych a kształtowanie jakości usług transportowych w drogowych przewozach ładunków*, XXI Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, t. 2, red. R. Knosala, OW PTZP, Opole 2018.
- Pac B., Miler R., *Zintegrowany CRM jako narzędzie tworzenia strategicznych więzi z klientami (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Pane S.F., Awangga R.M., Azhari B.R., *Qualitative Evaluation of RFID Implementation on Warehouse Management System*, „Telkomnika” 2018, Vol. 16, No. 3.
- Parys T., *System ERP II najwyższą formą zintegrowanego systemu informatycznego zarządzania (w:) Systemy wspomagania organizacji SWO*, red. T. Porębska-Miącz, H. Sroka, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2006.
- Pędziwiatr K., Kaczmarek Ł., *Pozyskanie i realizacja zlecenia transportowego z giełdy transportowej*, „Autobusy” 2018, nr 7–8.
- Pilawski I., *Teoria przepływów i wykorzystanie systemów ERP*, „Logistyka” 2013, nr 3.
- PN-EN 1573: 1999. *Międzynarodowa etykieta transportowa*.
- Powell T.W., *The Information Metabolism*, „Competitive Intelligence Review” 1995, Vol. 6, No. 4.
- Powell D., Riezebos J., Strandhagen J.O., *Lean production and ERP systems in small- and medium-sized enterprises: ERP support for pull production*, „International Journal of Production Research” 2013, Vol. 51, No. 2.
- Rathilall R., Singh S., *Improving quality and productivity at an automotive component manufacturing organisation in Durban – South Africa*, „African Journal of Business Management” 2011, Vol. 22, No. 5.

- Reszka L., *Prognozowanie popytu w logistyce małego przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo UG, Gdańsk 2010.
- Reszka L., *Możliwości wykorzystania metody AHP do rozwiązywania wielokryterialnych problemów optymalizacyjnych w logistyce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomika Transportu i Logistyka. Modelowanie Procesów i Systemów Logistycznych” (cz. 13) 2014, nr 51.
- Rośnie zapotrzebowanie na mobilne ERP, „Computerworld”, 27.08.2014.
- Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 14.07.2005, Dz.U. 2005 nr 133 poz. 1119
- Rozwiązania informatyczne do zarządzania stanami magazynowymi. Computerworld. IT w logistyce. Raport*, <http://www.computerworld.pl/whitepaper/pobierz/2538-IT.w.logistyce.html>.
- Rześny-Cieplińska J., *Transport organizers' integrating role in city logistics*, „International Journal of Transport Development and Integration” 2017, Vol. 1, No. 8.
- Sai Subrahmanya Tejesh B., Neeraja S., *Warehouse inventory management system using IoT and open source framework*, „Alexandria Engineering Journal” 2018, Vol. 57.
- Salgues B., *Society 5.0. Industry of the Future, Technologies, Methods and Tools*, Wiley ISTE Ltd., London 2018.
- Serdarasan S., *A Review of Supply Chain Complexity Drivers*, „Proceeding of the 41st International Conference on Computers & Industrial Engineering” 2013, Vol. 66, No. 3.
- Shaul L., Tauber D., *Critical Success Factors in Enterprise Resource Planning Systems: Review of the Last Decade*, „ACM Computing Surveys” 2013, Vol. 45, No. 4.
- Słownik terminologii logistycznej*, red. M. Fertsch, ILiM, Poznań 2006.
- Smirnov A., Shilov N., Kashevnik A., *Analysing Supply Chain Complexity via Agent-Based Negotiation (w:) Complexity Management in Supply Chains. Concepts, Tools and Methods*, eds. T. Blecker, W. Kersten, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2006.
- Sokołowski G., *Autentykacja produktowa – rozwiązanie w walce z podróbkami*, „Logistyka” 2013, nr 6.
- Specyfikacje Ogólne GS1*, <https://www.gs1pl.org/kontakt/wytyczne-techniczne/41-specyfikacje-ogolne/file>.
- Stadtler H., *Supply Chain Management – An Overview (w:) Supply Chain Management and Advanced Planning. Concepts, Models, Software and Case Studies. Fourth Edition*, eds. H. Stadtler, C. Kilger, Springer, Berlin–Heidelberg 2008.

- Staeblein T., Aoki K., *Planning and scheduling in the automotive industry: A comparison of industrial practice at German and Japanese makers*, „International Journal of Production Economics” 2015, Vol. 162.
- Strategie i modele gospodarki elektronicznej*, red. C.M. Olszak, E. Ziemia, PWN, Warszawa 2007.
- Suchanek M., Pawłowska J., *Effects of Transport Behaviour on Public Health: A Study on the Students in the Tricity Area (w:) New Research Trends in Transport Sustainability and Innovation. TranSopot Conference*, ed. M. Suchanek, Springer, Cham 2018.
- Svrcek W.Y., Mahoney D.P., Young B.R., *A Real-Time Approach to Process Control* (wyd. 3), Wiley, Chichester 2014.
- Szmelter A., *Business Intelligence jako element systemu zaopatrzenia informacyjnego*, „Roczniki Naukowe WSB w Toruniu” 2013, nr 12 (12).
- Szmelter A., *Jidoka jako przykład kaizenowskich technik minimalizacji kosztów logistycznych przedsiębiorstw produkcji masowej*, „Zeszyty Naukowe UG. Ekonomia Transportu i Logistyka. Modelowanie procesów i systemów logistycznych” (cz. 12) 2013, nr 46.
- Szmelter A., *Rozwój technologii agentowych w kontekście zjawisk konwergencyjnych w przemyśle motoryzacyjnym (w:) Innowacje w transporcie, logistyce i infrastrukturze*, red. A.K. Prokopowicz, M. Antonowicz, Infratrans/IGIEL Publishing Office, Corpus Christi, Warszawa 2014.
- Szmelter A., *Synergy phenomenon in supply logistics*, LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken 2014.
- Szmelter A., *Wpływ konwergencji mediów na komunikację w korporacjach globalnych (w:) Zmiany medialne i komunikacyjne: media, wizerunek, biznes*, red. K. Kopecka-Piech, Katedra, Gdańsk 2015.
- Szmelter A., *Determinanty kształtowania strategii logistycznych w światowym przemyśle motoryzacyjnym*, praca doktorska, Katedra Logistyki, Uniwersytet Gdański, Sopot 2017.
- Szmelter A., *Supplier parks in supply logistics strategies in the automotive industry*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Ekonomia Transportu i Logistyka. Modelowanie Procesów i Systemów Logistycznych” (cz. 15) 2018, nr 58.
- Szmelter A., *Informatyka w logistyce (w:) Informatyka ekonomiczna*, red. S. Wrycza, J. Maślankowski, PWN, Warszawa 2019.

- Szmelter A., Woźniak H., *Samosterowanie jako początek nowego trendu w logistyce*, „Logistyka” 2014, nr 1.
- Szymborska M., *Raport roczny GS1 Polska 2017–2018*, <https://www.gs1pl.org/dokumenty/raporty-roczne/334-raport-roczny-2017/file>.
- Szymonik A., *Logistics and Supply Chain Management*, Lodz University of Technology, Łódź 2012.
- Tarjan L., Šenk I., Tegeltija S., Stankovski S., Ostojic G., *A readability analysis for QR code application in a traceability system*, *Computers and Electronics in Agriculture* 2014, Vol. 109.
- The GS1 bar code turns 40 years old*, „MHD Supply Chain Solutions” 2013, Vol. 43, No. 5.
- Thomas L.M., Meller R.D., *Analytical models for warehouse configuration*, „IIE Transactions” 2014, Vol. 46.
- Thomé A.M.T., Hollmann R.L., do Carmo L.S., *Research synthesis in collaborative planning forecast and replenishment*, „Industrial Management & Data Systems” 2014, Vol. 114, No. 6.
- Timocom, <https://www.timocom.pl/Newsroom/Informacje-prasowe?page=12>.
- Trans.eu, <http://edu.trans.eu/public/uploads/images/201602171035485704.png>.
- Tundys B., Sowa M., *Wpływ informatycznego wsparcia procesów logistycznych na konkurencyjność łańcucha dostaw (w:) Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, red. M. Chaberek, A. Jezierski, CeDeWu, Warszawa 2010.
- Tunk C., *Building bridges between WMS & ERP*, „Transportation & Distribution” 1999, Vol. 40, No. 2.
- Walker M., *Batch vs. Real Time Data Processing*, 2013, <http://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/batch-vs-real-time-data-processing>.
- Weresa A.M., *Systemy innowacyjne a konkurencyjność w świetle wybranych koncepcji teoretycznych*, SGH, Warszawa 2012, http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KGS/struktura/IGS-KGS/publikacje/Documents/Weresa_311.pdf.
- Waściński T., *Zintegrowane systemy zarządzania w procesach logistycznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach” 2012, nr 95.
- Weiland D., *Logistyka informacji jako podstawowy element w budowaniu przewagi konkurencyjnej w e-commerce*, „Studia Ekonomiczne: Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 306.
- Wielkie dane w polskich organizacjach*, „Computerworld”, 27.08.2014.

- Wierzbowski P., *Application of blockchain technology in information management in supply chains*, „Transport Economics and Logistics” 2018, nr 78.
- Wood B., *ERP vs ERPII vs ERPIII future enterprise applications*, <http://www.r3now.com/erp-vs-erp-ii-vs-erp-iii-future-enterprise-applications>.
- Wooldridge M.J., *An Introduction to Multiagent Systems*, John Wiley, New York 2002.
- Woźniak W., *Metoda podnoszenia efektywności pozyskiwania zleceń transportowych z elektronicznych giełd transportowych*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej” 2017, nr 117.
- Yang H.L., Lin R.X., *Determinants of the intention to continue use of SoLoMo services: Consumption values and the moderating effects of overloads*, „Computers in Human Behavior” 2017, Vol. 73.
- Yang T., Fan W., *Information management strategies and supply chain performance under demand disruptions*, „International Journal of Production Research” 2016, Vol. 54, Iss. 1.
- Zintegrowane systemy zarządzania ERP w gospodarce wirtualnej*, red. H. Sroka, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2009.

Spis rysunków

1.1. Rodzaje rozwiązań informatycznych w systemach informacyjnych	25
1.2. Relacje między systemami informatycznymi klas IC, MRP I, MRP II i ERP	35
2.1. Schemat przepływu informacji w systemie EDI	43
2.2. Schemat działania systemu Web-EDI	48
3.1. Rola głównej bazy danych w obsłudze procesów w ramach ERP.	65
3.2. Wewnętrzne i zewnętrzne punkty styku sfer logistyki w pojedynczej organizacji i w części łańcucha dostaw.	70
3.3. Proces planowania średniookresowego w organizacji według metody MRP II	74
3.4. Zamknięta pętla planowania	77
4.1. Magazyn z wydzielonymi strefami niskiego i wysokiego składowania	96
4.2. Struktura magazynu w systemie WMS	115
4.3. Przykład oznaczeń na regale magazynowym	117
5.1. Pierwszy kod kreskowy opatentowany w 1949 roku.	122
5.2. Przykłady kodów kreskowych: a) kod jednowymiarowy, b) kod dwuwymiarowy QR	123
5.3. Elementy kodu kreskowego wg standardu EAN-13	127
5.4. Przykład kodu spiętrzonego wielokierunkowego GS1 DataBar .	128
5.5. Przykład etykiety logistycznej zgodnej ze standardem GS1. . . .	129

5.6. Przykład tagu pasywnego	132
5.7. Budowa znacznika pasywnego	133
6.1. Widok profilu użytkownika w giełdzie Trans.eu.	146
6.2. Widok zleceń w giełdzie Trans.eu	147
6.3. Widok użytkownika w TC eMap	149

Spis tabel

1.1. Przykłady ról w systemie zaopatrzenia informacyjnego organizacji	28
1.2. Przykłady kategorii systemów o dużym stopniu ogólności	32
1.3. Kalendarium ewolucji ZSI w logistyce	34
3.1. Nurty w ewolucji systemów klasy ERP	56
3.2. Warstwy aplikacji w systemach informatycznych klasy ERP II. .	66
3.3. Porównanie cech systemów klasy ERP i SCM	69
3.4. Rodzaje metodyk wdrażania oprogramowania ERP.	79
4.1. Klasyfikacja magazynów	86
4.2. Podstawowe pojęcia z zakresu obsługi magazynu	89
4.3. Zadania zarządzania magazynem w poszczególnych sferach logistyki	90
4.4. Wybrane operacje realizowane w magazynach.	91
4.5. Definicje gospodarki materiałowej, gospodarki magazynowej i zarządzania magazynowaniem.	93
4.6. Podstawowe zadania systemu klasy WMS	106
4.7. Klasyfikacja przyczyn przyjęcia i wydania towarów. Przykłady danych słownikowych w systemie ERP i WMS	110
4.8. Parametry klasy lokalizacji adresowej.	116
5.1. Klasyfikacja systemów automatycznej identyfikacji	120
5.2. Elementy (parametry) kodu kreskowego	124
5.3. Rodzaje kodów kreskowych	125

5.4. Przykłady identyfikatorów zastosowania według standardu GS1	130
5.5. Technologie i narzędzia GS1 używane do monitorowania przemieszczania jednostek logistycznych	138