

DARIUSZ WEILAND
PATRYK WIERZBOWSKI

LOGISTYKA INFORMACJI W GOSPODARCE 4.0



Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

**LOGISTYKA INFORMACJI
W GOSPODARCE 4.0**

DARIUSZ WEILAND
PATRYK WIERZBOWSKI

**LOGISTYKA INFORMACJI
W GOSPODARCE 4.0**

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
Gdańsk 2020

Recenzent
dr Yulia Bulhakova

Redakcja wydawnicza i korekta
Anna Herzog-Grzybowska
Katarzyna Ambroziak

Projekt okładki i stron tytułowych
Filip Sendal

Skład i łamanie
Mariusz Szewczyk

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 978-83-8206-135-2
ISBN 978-83-8206-087-4 (online)

Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot
tel.: 58 523 11 37, 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

*Naszym Rodzicom
za przekazywanie pierwszych
w życiu informacji*

Spis treści

Wstęp	9
Rozdział 1	
Logistyka informacji	13
1.1. Zasoby materialne i niematerialne w logistyce	14
1.2. Cechy zasobu informacji	22
1.3. Nośniki informacji	31
1.4. Informacja jako zasób procesu decyzyjnego	35
1.5. Popyt i podaż na informację	44
Rozdział 2	
Gospodarka 4.0	53
2.1. Gospodarka oparta na wiedzy (GOW)	54
2.2. Globalizacja procesem przyczyniającym się do rozwoju koncepcji Gospodarki 4.0	60
2.3. Społeczeństwo informacyjne jako społeczeństwo Gospodarki 4.0	67
2.4. Cztery rewolucje przemysłowe w dążeniu do koncepcji Gospodarki 4.0	72
2.5. Przemysł 4.0 i jego filary	78
2.6. Obszary wdrażania koncepcji Gospodarki 4.0	85
Rozdział 3	
Logistyka informacji w technologiach Gospodarki 4.0	91
3.1. Automatyzacja, robotyzacja i autonomizacja w środowisku gospodarczym	92
3.2. Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE)	108
3.3. Analiza danych w procesach decyzyjnych	115
3.4. Nowoczesne systemy informacyjne i informatyczne	150
Zakończenie	157
Literatura	159
Spis tabel	171
Spis rysunków	173

Wstęp

Współczesna gospodarka charakteryzuje się dużą zmiennością. Otoczenie przedsiębiorstw ulega bardzo szybkiej zmianie, przez co niezmiernie trudne staje się w dzisiejszych czasach budowanie trwałej przewagi konkurencyjnej. Przedsiębiorstwa stają przed ogromnym wyzwaniem, jakim z jednej strony jest rozwój nowoczesnych technik i technologii oraz ich przyswajanie, a z drugiej poszukiwanie nowych sposobów na chociaż chwilowe wyprzedzenie konkurencji. W tym celu konieczne jest podejmowanie racjonalnych decyzji, które wymagają wykorzystania zasobów niematerialnych, w tym przede wszystkim zasobu informacji. Szybki rozwój nowoczesnych technologii IT, cyfryzacja, digitalizacja oraz wirtualizacja – nie tylko działalności gospodarczej, ale całego naszego życia – wymuszają konieczność dostosowywania się do zastanych przez nas warunków. Kluczowym wymogiem funkcjonowania staje się *reengineering* systemów zaopatrzenia informacyjnego podmiotów gospodarczych, uwzględniający obecne oraz przyszłe warunki związane z niepokohamowanym wzrostem podaży informacji oraz rozwojem nowych systemów informatycznych, a także nowych i często innowacyjnych technologii, które w dużej mierze bazują na przepływach zasobów informacyjnych oraz strumieniach danych. Zmiany zachodzące w otoczeniu przedsiębiorstw wpływają także na same zasoby będące w posiadaniu przedsiębiorstw oraz kanały, którymi te zasoby przepływają. Pojawiają się nowe wirtualne (niematerialne) zasoby przedsiębiorstwa, a także nowe kanały przepływu tych zasobów. Jeszcze kilka lat temu logistyka była rozumiana jako pewien rodzaj działalności zajmujący się głównie integracją, wspieraniem oraz obsługą funkcjonowania przepływów dóbr fizycznych (dóbr materialnych) (Chaberek 2011). Obecnie informacja obok tradycyjnych czynników produkcji, jakimi są ziemia, kapitał oraz praca, staje się dominującym elementem zapewniającym funkcjonowanie przedsiębiorstw. Konieczne stało się zatem, aby zasób informacji stał się przedmiotem działań logistycznych. Traktowanie informacji jako przedmiotu logistyki pozwoliło na wykształcenie się nurtu nazwanego logistyką informacji.

Niniejsze opracowanie ma na celu przybliżenie nurtu, jakim jest logistyka informacji, oraz wskazanie wagi logistyki informacji w dzisiejszej gospodarce określonej mianem Gospodarki 4.0. Znaczną uwagę autorzy poświęcili usystematyzowaniu pojęć związanych z logistyką informacji i Gospodarką 4.0, a także praktycznemu wykorzystaniu i znaczeniu logistyki informacji w technologiach używanych do tworzenia i funkcjonowania Gospodarki 4.0.

Pierwszy rozdział został w całości poświęcony logistyce informacji – celem takiego zabiegu jest ustrukturyzowanie pojęć, które w logistyce informacji są często dwójako interpretowane. Autorzy zwracają uwagę na to, jak istotny wpływ wywierają zasoby niematerialne na budowanie przewagi konkurencyjnej. W rozdziale tym autorzy przedstawili również cechy zasobu informacji, a także patologie, z jakimi można się spotkać podczas tworzenia lub dostosowywania systemów informacyjnych podmiotów gospodarczych. Autorzy, chcąc znacząco odróżnić dane od informacji, postanowili również poruszyć temat związany z nomenklaturą tych zasobów oraz z nośnikami informacji. Ponadto zwrócili uwagę na proces decyzyjny oraz jego komponenty, a także na źródła popytu i podaży na informacje, czyli elementy niezbędne w systemach informacyjnych, mające wspierać procesy decyzyjne czy szerzej zarządcze.

Drugi rozdział zawiera swego rodzaju usystematyzowanie pojęć związanych z formowaniem się oraz rozwojem Gospodarki 4.0. Zostały w nim przybliżone pojęcia gospodarki opartej na wiedzy, globalizacji oraz społeczeństwa informacyjnego. Autorzy, zwracając szczególną uwagę na wzajemne współlistnienie oraz przenikanie się tych nurtów społeczno-gospodarczych, zidentyfikowali je jako sprzyjające ewolucji postrzegania gospodarki oraz rozwoju technologicznego. W rozdziale tym omówiono także poszczególne rewolucje technologiczne, które doprowadziły do swego rodzaju ewolucji postrzegania informacji jako zasobu kluczowego w procesach gospodarowania. Taką tezę potwierdzają przywołane w tej części książki filary Przemysłu 4.0, będącego podstawą rozwoju Gospodarki 4.0, które bez wyjątku są ściśle powiązane z technologiami związanymi z logistyką informacji.

Tworzenie dwóch pierwszych rozdziałów opierało się przede wszystkim na metodzie narracyjnego przeglądu literatury (Stachak 2013) oraz rozszerzeniu tej metody w niektórych podrozdziałach o przegląd systematyczny (Czakon 2016). Metoda ta polegała w pierwszej fazie na zdefiniowaniu słów kluczowych, które następnie zostały wykorzystane podczas przeszukiwania baz wyszukiwarek naukowych (BazEkon, Google Scholar, DOAJ, EBSCOhost, Elsevier, JSTOR, Springer, Scopus). Podczas wyszukiwania w pierwszej kolejności autorzy sprawdzali występowanie słów kluczowych w tytułach opracowań oraz abstraktach. Następnym krokiem była analiza treści,

która pozwoliła na stworzenie bazy źródeł wykorzystywanych przy tworzeniu tekstów poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów.

Ostatni rozdział został poświęcony bezpośredniemu oraz pośredniemu wykorzystaniu logistyki informacji w nowoczesnych technologiach Gospodarki 4.0. Autorzy w pierwszej kolejności podjęli próbę wydzielenia najistotniejszych i jednocześnie innowacyjnych technik oraz technologii, które charakteryzowały się znaczącym wykorzystaniem logistyki informacji. Tworzenie tego rozdziału bazowało na przeglądzie literatury oraz na analizie źródeł pozaliteraturowych.

Niniejsze opracowanie jest skierowane do wszystkich odbiorców zainteresowanych tematyką logistyki informacji oraz założeniami Gospodarki 4.0. Książka w sposób gruntowny omawia zagadnienia związane z funkcjonowaniem logistyki w odniesieniu do zasobów informacyjnych, działanie oraz znaczenie systemów informacyjnych, a także w sposób kompleksowy przedstawia założenia związane z funkcjonowaniem Gospodarki 4.0 oraz wykorzystywanymi w niej technologiami. Autorzy wyrażają szczerą nadzieję, że zainteresują czytelnika poruszonymi tematami oraz zagadnieniami, a przede wszystkim przekonają do dalszego pogłębiania poruszanej wiedzy z zakresu logistyki.

Dariusz Weiland
Patryk Wierzbowski

Sopot, 15 września 2019 r.

Rozdział 1

Logistyka informacji

Logistyka zawsze pełni funkcję wspierającą w stosunku do innego procesu (Chaberek 2011). W organizacjach objawia się przede wszystkim w dążeniu do realizacji pięciu celów logistyki (5W): zapewnienia odpowiednich zasobów, we właściwym czasie, we właściwym miejscu, we właściwej ilości i po właściwym (możliwym do zaakceptowania) koszcie/cenie (Chaberek 2011). Cele te powinny zostać osiągnięte w taki sposób, aby sprawnie, efektywnie i skutecznie doprowadzić do realizacji celu podstawowego (zrealizować proces główny). Warto zatem zauważyć, że realizacja dowolnego celu biznesowego i pozabiznesowego wymaga na każdym etapie działań o charakterze logistycznym – suma takich działań składa się na system wsparcia logistycznego (SWL) (Chaberek 2014). System wsparcia logistycznego obejmuje wiele elementów oraz działań skoordynowanych i zintegrowanych oraz dopasowanych w jeden sprawnie działający układ. Jednym z podsystemów SWL jest system zaopatrzenia informacyjnego lub – inaczej mówiąc – system informacyjny. Zarówno zarządzanie, jak i gospodarowanie wymaga podejmowania ciągłych decyzji. Niezależnie od poziomu podejmowanych decyzji konieczne jest zaopatrzenie procesu decyzyjnego w odpowiednie zasoby. Najważniejszym zasobem każdego procesu decyzyjnego jest informacja.

Pojęcie logistyki informacji jest stosunkowo nowe, a co za tym idzie, nie zostało jeszcze jednoznacznie zdefiniowane w literaturze z zakresu logistyki, ekonomii czy zarządzania. Mówienie o logistyce informacji nie zakłada powstania „nowej logistyki” czy nowego jej typu, jednak charakteryzuje logistykę pod względem przedmiotu działań logistycznych. Pojęcie logistyki informacji ma przede wszystkim charakter skrótu myślowego. Autorzy opracowania opowiadają się za Sopotką Szkołą Logistyki (Chaberek 2002, 2011), a zatem traktują informację zasobowo. Opowiadają się także za tym, że jest to zasób niezbędny w realizacji procesu decyzyjnego. Reasumując, autorzy rozumieją logistykę w odniesieniu do zasobu, czyli jako logistykę dowolnego zasobu, w tym logistykę zasobu informacji, skrótowo określając to logistyką informacji.

Ponadto warto w tym miejscu zauważyć, że w praktyce gospodarczej istnieje wiele przedsiębiorstw, których proces główny jest procesem bazującym tylko i wyłącznie na informacji. Czy to oznacza, że w takich przedsiębiorstwach nie ma logistyki?

1.1. Zasoby materialne i niematerialne w logistyce

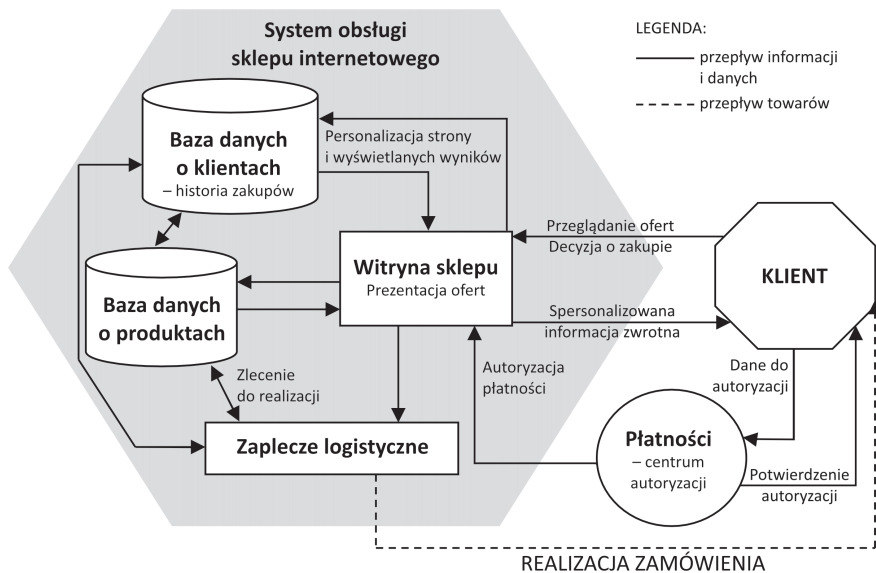
Ekonomia, zarządzanie, ale także szersze połączenie tych dwóch dziedzin, czyli gospodarowanie, to rodzaj działalności prowadzonej przez człowieka w celu zaspokojenia powstałych potrzeb ludzkich, ale również potrzeb zgłaszanych przez inne podmioty gospodarcze. Zakłada się, że potrzeby te mają charakter nieograniczony, w przeciwieństwie do zasobów niezbędnych do zaspokojenia tych potrzeb. Istotą nieograniczoności potrzeb przy jednoczesnym ograniczeniu zasobów poruszył Adam Cygan (1999), który podjął próbę zdefiniowania gospodarowania oraz określił je jako „alokację dyspozycyjnych zasobów między różnorakie zastosowania”, która jest „działalnością człowieka wynikającą z dążności do możliwie najpełniejszego zaspokojenia nieograniczonych potrzeb w warunkach ograniczoności tych zasobów”. Dla lepszego zrozumienia istoty gospodarowania warto zaznaczyć, że ze względu na ciągłą odnawialność, a także właściwie nieograniczony rozwój potrzeb zgłaszanych przez człowieka czy szerzej przez społeczeństwo działalność gospodarcza odbywa się w sposób nieprzerwany i w wielu sferach, m.in. produkcji, podziału, wymiany i konsumpcji dóbr (Milewski, Kwiatkowski 2008).

W tradycyjnym ujęciu ekonomii zasoby gospodarcze mieszczą się wśród trzech głównych czynników produkcji: ziemi, kapitału i pracy. Jednak mając na uwadze rozwój społeczeństwa, świadomości przedsiębiorstw, a także nauk o zarządzaniu oraz popularyzację podejścia zasobowego, do tych trzech czynników należy dodać jeszcze czynniki niematerialne. Najważniejszym zasobem niezbędnym w niezwykle ważnym procesie każdego przedsiębiorstwa, jakim jest proces decyzyjny, jest zasób informacji (Weiland 2017). To właśnie ten zasób poprzez swoją istotę, a także poprzez swoje znaczenie i cechy powinien zostać dodany jako czwarty czynnik produkcji. Oczywiście, zasobów niematerialnych jest więcej, jednak część z nich jest już ujęta w pozostałych czynnikach produkcji w sposób pośredni. Podejmując analizę czynników produkcji, autorzy zauważają, że praca jest związana z wykorzystywaniem zasobów ludzkich oraz wszystkich ich cech, w tym również tzw. zasobów niematerialnych, które są reprezentowane przez pracowników. Zasoby finansowe, a także rzeczowe mieszczą się w kapitale, natomiast ziemia związana jest z użytkowaniem różnych surowców

naturalnych. Informacja zaś staje się nieodłącznym zasobem każdego przedsiębiorstwa. O ile wcześniej wymienione zasoby nie muszą pojawiać się w grupie czynników i zasobów współczesnych przedsiębiorstw, o tyle każde przedsiębiorstwo wykorzystuje zasoby informacji. Informacja jest bardzo cennym zasobem, od którego zależy nie tylko poziom komunikacji między poszczególnymi działami w przedsiębiorstwie, ale przede wszystkim budowa przewagi konkurencyjnej we współczesnej szybko zmieniającej się i rozwijającej technologicznie gospodarce (Weiland 2016). Każde działanie dowolnego podmiotu gospodarczego tworzy swego rodzaju „falę” danych oraz informacji, począwszy od decyzji o sprzedawanym asortymencie, poprzez zamawianie towarów, marketing, dystrybucję, magazynowanie i sprzedaż. Na każdym z tych etapów mamy do czynienia z przepływem informacji oraz generowaniem coraz większej ilości danych. W przypadku przedsiębiorstw wirtualnych oraz przy prowadzeniu szeroko rozumianego e-biznesu zasoby informacyjne przewyższają zasoby rzeczowe pod względem ilościowych przepływów. Przykład ilości przepływów informacyjnych w stosunku do przepływów rzeczowych został przedstawiony na rys. 1.1. Obrazuje on w sposób modelowy ilość przepływu informacji w zestawieniu z fizycznym przepływem dóbr rzeczowych. Należy mieć na uwadze, że jest to jedynie „wycinek” przedsiębiorstwa trudniącego się e-handlem. Informacja nie tylko wspomaga komunikację, ale przede wszystkim wspiera procesy podejmowania decyzji czy to przez przedsiębiorstwo (np. wybór asortymentu proponowanego danemu klientowi), czy też przez klienta (np. decyzja o zakupie towaru w danym sklepie).

Jak wcześniej wspomniano, informacja nie jest jedynym zasobem niematerialnym istotnym z punktu widzenia podmiotu gospodarczego. Na skutek wzrostu znaczenia zasobów niematerialnych w budowaniu przewagi konkurencyjnej oraz rozwoju kompetencji w naukach o zarządzaniu klasyfikacja zasobów obejmuje coraz większy zbiór zasobów niematerialnych. Znaczenie zasobów niematerialnych w gospodarce rośnie proporcjonalnie do procesu jej transformacji w gospodarkę opartą na wiedzy (Mikuła 2018).

Jednym z głównych wariantów klasyfikacji zasobów gospodarczych jest ich podział na zasoby materialne i niematerialne (Bednarz 2013). W skład kategorii zasobów materialnych wchodzi: rzeczowe aktywa trwałe, rzeczowe aktywa obrotowe oraz środki finansowe. Do grupy zasobów niematerialnych zalicza się: zasoby ludzkie, rynkowe i organizacyjne. Inny przykład klasyfikacji został zaproponowany przez Ricky’ego W. Griffina (2010), który klasyfikuje zasoby przedsiębiorstw na cztery podstawowe grupy: zasoby ludzkie, finansowe, rzeczowe oraz informacyjne.



Rysunek 1.1. Modelowy przepływ informacji i towarów (przedsiębiorstwo – klient)

Źródło: opracowanie własne.

Wyszczególnienie przez niego zasobów informacyjnych podkreśla ich kluczowe znaczenie dla przedsiębiorstw i budowania przewagi konkurencyjnej. To właśnie zasoby i umiejętność ich wykorzystania przez organizację mają strategiczne znaczenie dla jej funkcjonowania, ponieważ waga zasobów przekłada się na budowanie przewagi konkurencyjnej oraz rynkowej, a także na zdolność do konkurowania (Godziszewski 2001). Należy jednak mieć na uwadze, że każdy zasób ma różną wartość strategiczną w budowaniu przewagi konkurencyjnej, dlatego konieczna jest właściwa ich identyfikacja i ewaluacja. Znaczący wkład w rozwój podejścia zasobowego w organizacjach wniósł Jay B. Barney (1991), który zdefiniował cechy zasobów mających wpływ na budowanie przewagi konkurencyjnej. Zaproponowane przez niego podejście „VRIN” zakłada, że użyteczne w budowaniu przewagi zasoby powinny być:

- *valuable* (wartościowe),
- *rare* (rzadkie),
- *in-imitable* (trudne do podrobienia),
- *non-substitutable* (niesubstytucyjne).

Zasoby wartościowe to takie, które przyczyniają się do wykorzystywania rynkowych szans czy też eliminacji zagrożeń, prowadząc jednocześnie do wzrostu przychodów

przedsiębiorstwa lub spadku jego kosztów. Określenie, że jakieś zasoby są rzadkie, oznacza, że te same zasoby nie mogą jednocześnie być w posiadaniu zbyt dużej liczby uczestników rynku. To właśnie rzadkość zasobów jest jednym z istotnych elementów pozwalających na budowanie przewagi konkurencyjnej. Połączenie rzadkości zasobu oraz trudności w jego imitacji może skutkować budowaniem trwałej przewagi konkurencyjnej, co w przypadku współczesnej gospodarki jest niezmiernie trudne. Trudność imitacji zasobu ma przede wszystkim na celu ograniczenie dostępności do tego zasobu przez konkurentów. Przedsiębiorstwa powinny pozyskiwać zasoby trudne do imitacji lub chronić istniejące przed powieleniem przy użyciu form ochrony własności, praw i znaków towarowych, patentów, praw ochrony własności intelektualnej i prawnej. Zasoby są zabezpieczone przed konkurencją, jeśli koszt ich pozyskania, wypracowania lub skopiowania przez konkurenta jest większy niż ich wartość. Brak możliwości imitacji zasobów musi iść jednak w parze z ich niesubstytucyjnością. Jeśli przedsiębiorstwo opracuje np. technologię wytwarzania ultralekkich metalowych kompozytów dla przemysłu lotniczego i zabezpieczy ją odpowiednimi patentami, to mimo wszystko nie będzie w stanie uzyskać trwałej przewagi konkurencyjnej, jeśli konkurent opracuje podobne konstrukcje z włókna węglowego, które będą substytucyjne.

Reasumując, można stwierdzić, że podstawowym i pierwotnym źródłem przewagi konkurencyjnej jest posiadanie przez przedsiębiorstwo odpowiednich zasobów, zarówno materialnych, jak i niematerialnych, ale także skuteczne i efektywne ich wykorzystywanie. Aby zasoby przyczyniały się do budowania przewagi konkurencyjnej, muszą posiadać unikalną konfigurację (Czerniachowicz 2016), a także powinny realizować następujące cele: właściwy zasób powinien znaleźć się we właściwym miejscu, czasie i we właściwej ilości, a jego koszt powinien być możliwy do przyjęcia (Chaberek 2014). Uogólniając wymienione cele, należy zauważyć, że są one tożsame z celami logistyki. W literaturze można znaleźć bardzo dużo definicji terminu „logistyka”. Trudność z jednoznacznym definiowaniem logistyki wynika przede wszystkim z jej charakteru, a także z tego, że pochodzi ona z nauk społeczno-ekonomicznych. O ile w naukach ścisłych względnie prosto definiuje się nowe rzeczy poprzez ich obserwacje i tworzenie wzorców, o tyle w naukach społeczno-ekonomicznych jest to niezmiernie trudne, ponieważ brak jest możliwości stworzenia wzorca idealnego. Szczegółowa analiza przeprowadzona przez autorów niniejszego opracowania pozwoliła na wyodrębnienie wśród definicji logistyki wiele elementów wspólnych, które umożliwiły pogrupowanie definicji według przedmiotu działań logistycznych. Kategoryzacja definicji ze względu na przedmiot logistyki została zaprezentowana w tab. 1.1.

Tabela 1.1. Kategoryzacja definicji logistyki ze względu na przedmiot

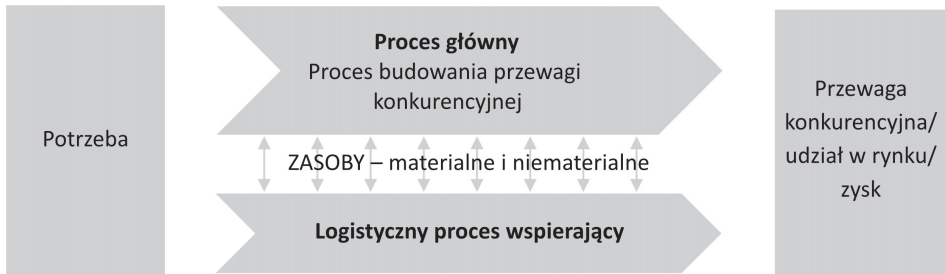
Przedmiot logistyki			
Zasoby rzeczowe, w tym zdefiniowane jako produkty (autor, data powstania definicji)	Zasoby rzeczowe i powiązane z nimi przepływy informacji (autor, data powstania definicji)	Zasoby rzeczowe, informacje i inne zdefiniowane (autor, data powstania definicji)	Ogólnie ujęte zasoby bez ich jednoznacznego zdefiniowania (autor, data powstania definicji)
American Marketing Association (1935) American Marketing Association (1948) National Council of Physical Distribution Management (1960) Lalonde, Grabner, Robeson (1970) Japanese Comprehensive Research Institute (1981) Abt, Woźniak (1993) European Logistics Association (1994) Gołemska (1994) Skowronek, Sarjusz-Wolski (1995) Cox M.D., LogLink/Logistics World (1997)	Council of Logistics Management (1985) Christopher (1992) Beier, Rutkowski (1993) Blaik (1998) Canadian Association of Logistics Management (1998) Council of Logistics Management (1998) Grabarski, Rutkowski, Wrzosek (1998) Fijałkowski (2000)	Sudalaimuthu, Raj (2009) Chaberek (1999)	Krawczyk (1998) Niziński (1998) Chaberek (2011, 2014)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Lalonde, Grabner, Robeson (1970); Abt, Woźniak (1993); Gołemska (1994); Beier, Rutkowski (1995); Skowronek, Sarjusz-Wolski (1995); Blaik (1998); Grabarski, Rutkowski, Wrzosek (1998); Krawczyk (1998); Niziński (1998); Chaberek (1999, 2011, 2014); Fijałkowski (2000); Qin (red.) (2009); Christopher (2011).

Z punktu widzenia tematyki opracowania oraz własnych poglądów autorzy zwracają szczególną uwagę na te definicje, które nie wskazują jednoznacznie zasobów będących przedmiotem logistyki. Takie podejście do logistyki pozwala na odniesienie działań logistycznych do dowolnego zasobu będącego w posiadaniu przedsiębiorstwa. Stanisław Krawczyk (1998) uważa, że logistyka obejmuje swoim zasięgiem planowanie,

koordynację i sterowanie przebiegiem, zarówno w aspekcie czasu, jak i przestrzeni realnych procesów realizujących założone cele. Brak w tej definicji jednoznacznego wskazania, jakimi procesami zajmuje się logistyka oraz jakie zasoby do realizacji tych procesów powinny zostać zapewnione. W tym samym czasie Stanisław Niziński (1998) definiuje logistykę jako dziedzinę wiedzy o racjonalnym, kompleksowym i ekonomicznym masowo-energetyczno-informacyjnym zabezpieczeniu funkcjonowania systemów działania, przy istniejących zasobach, ograniczeniach i zakłóceniach w zadanych warunkach i czasie. W tej definicji również widzimy dowolność wobec zasobów, ograniczeń i zakłóceń w określonym czasie i warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Z punktu widzenia autora kluczowe znaczenie mają definicje zaproponowane przez Mirosława Chaberkę (1999, 2011, 2014). Pierwsza z nich (1999) definiuje logistykę jako sterowanie przepływu wszelkich zasobów w ramach organizacji biznesowych i niekomercyjnych oraz pomiędzy tymi organizacjami w kanałach i łańcuchach logistycznych. W tej definicji szczegółowo została podkreślona rola wszystkich zasobów, które są niezbędne z punktu widzenia danego procesu. Zaproponowana w 2011 roku (Chaberek 2011) druga definicja logistyki mówi, że jest to proces mający na celu obsługę każdej racjonalnej aktywności człowieka zmierzającej do urzeczywistnienia dowolnego celu i polegający na zapewnieniu odpowiednich zasobów we właściwym, miejscu i czasie, w odpowiedniej ilości, o odpowiedniej jakości i po odpowiednim koszcie (cenie) w taki sposób, aby całość działań urzeczywistniania głównego celu była zrealizowana w sposób skuteczny, efektywny i korzystny. W 2014 roku definicja ta została nieznacznie zmodyfikowana pod względem celów logistyki (Chaberek 2014) w porównaniu do przytoczonej wcześniej definicji – sześć celów logistyki (6R) zastąpiono pięcioma celami (5R). W opinii autorów z punktu widzenia tematu opracowania jest to najlepsza definicja logistyki ze względu na jej uniwersalny charakter. Definicja ta wskazuje w sposób bezpośredni, że przedmiotem logistyki są wszystkie zasoby niezbędne do zrealizowania dowolnego procesu, który odgrywa rolę procesu głównego. Logistyka zaś pełni funkcję obsługową w stosunku do procesu głównego, zapewniając wszystkie niezbędne zasoby zgodnie z celami logistyki (5R), tak aby całość urzeczywistnienia głównego celu (procesu głównego) była zrealizowana w sposób skuteczny, efektywny i korzystny. Należy zatem przyjąć, że dowolny określony przez przedsiębiorstwo proces główny dążący do zaspokojenia założonego celu wymaga do realizacji procesów wspierających, które są procesami logistycznymi. W związku z tym rolą procesów logistycznych jest optymalne (zgodne z pięcioma celami logistyki) gospodarowanie dostępnymi zasobami. Autorzy przyjmują, że procesem głównym jest proces budowania przewagi konkurencyjnej, którego celem będzie wypracowanie tej przewagi w określonym czasie i w określonych

warunkach. Wspierające procesy logistyczne muszą dostarczyć odpowiednie zasoby z punktu widzenia realizacji procesu głównego, zarówno materialne, jak i niematerialne, gdyż – jak to już wskazano we wcześniejszej części artykułu – odpowiednia kompilacja tych dwóch typów zasobów wpływa na budowanie przewagi konkurencyjnej. Relacja między procesem budowania przewagi konkurencyjnej a procesem logistycznym została przedstawiona na rys. 1.2.



Rysunek 1.2. Proces budowania przewagi konkurencyjnej i wspierający go proces logistyczny
Źródło: opracowanie własne na podstawie: Chaberek (2002).

O ile logistyka zasobów materialnych jest przez wielu powszechnie akceptowalna zarówno w świecie nauki, jak i praktyki, o tyle logistyka zasobów niematerialnych budzi wiele emocji i kontrowersji. Jednak przyjmując powyższą definicję logistyki, możemy mówić o logistyce zasobu, a zatem przyjmując za zasób informację, możemy mówić o logistyce informacji. Niezależnie jednak od tego, czy nauka będzie spierała się o istnienie logistyki informacji, czy – sięgając dalej – logistyki zasobów niematerialnych, praktyka gospodarcza pokazuje, że operowanie zasobami niematerialnymi pozwala na budowanie przewagi konkurencyjnej i jest niezmiernie istotne z punktu widzenia organizacji. Kontrowersje powstają przede wszystkim ze względu na brak jednoznacznego zdefiniowania zasobów niematerialnych oraz wskazania, które zasoby są niematerialne i które są podstawą budowania wartości przedsiębiorstwa, a także tworzenia przewagi konkurencyjnej. Najprościej przyjąć, że zasobami niematerialnymi jest wszystko, co nie posiada materialnej formy, ale ma wpływ na budowanie wartości przedsiębiorstwa i jest niezbędne z punktu widzenia realizacji założonego celu. Warto jednak zauważyć, że każdy zasób niematerialny jest powiązany z odpowiednim nośnikiem tego zasobu. W takim ujęciu zasobów niematerialnych należy przyjąć, że zasób niematerialny tworzy pewnego rodzaju wartość

dodaną do zasobu materialnego, a co za tym idzie, możemy mówić o występowaniu nośników zasobów niematerialnych, czego przykładem mogą być informacje oraz ich nośniki, czyli dane przechowywane np. na dyskach twardej, pamięciach przenośnych, serwerach. W przypadku zasobu wiedzy nośnikiem są ludzie posiadający odpowiednią wiedzę i umiejętności, a w przypadku oprogramowania i innych form narzędzi informatycznych nośniki są podobne jak w przypadku informacji. Jeżeli zaś mowa o organizacyjnych wartościach niematerialnych, to ich nośnikami może być połączenie wielu zasobów rzeczowych, które razem poprzez osiągnięcie efektu synergii tworzą wartość dodaną, mającą niematerialny charakter.

Znaczenie zasobów niematerialnych w procesach logistycznych, a także pełnienie przez nie funkcji przedmiotu tych procesów na skutek rozwoju technicznego będzie nieustannie wzrastać. Jeszcze kilka lat temu o teleportacji czegokolwiek mówiło się tylko w filmach science fiction oraz w pokrewnej tematycznie literaturze. Jednak rozwój techniki przyczynił się do tego, że to fantastyczne do niedawna pojęcie stało się faktem. Już dziś możliwa jest teleportacja stanu kwantowego (Sobota 2014), która może przyczynić się do teleportacji informacji i danych. Zatem bardzo prawdopodobne staje się, że w przyszłości zasoby rzeczowe (materialne) część swojego przepływu będą pokonywać w postaci niematerialnej. Oczywiście teleportacja wymaga dwuwymiarowego podejścia logistycznego – ze względu na wirtualny zasób oraz rozwój nowych wirtualnych kanałów logistycznych.

Mając na uwadze udział zasobu informacji w procesie budowania przewagi konkurencyjnej, należy pamiętać również o tym, że informacja może być także pozyskiwana, przetwarzana, produkowana, magazynowana oraz sprzedawana, pełniąc zarówno funkcję zasobu, jak i produktu innego procesu.

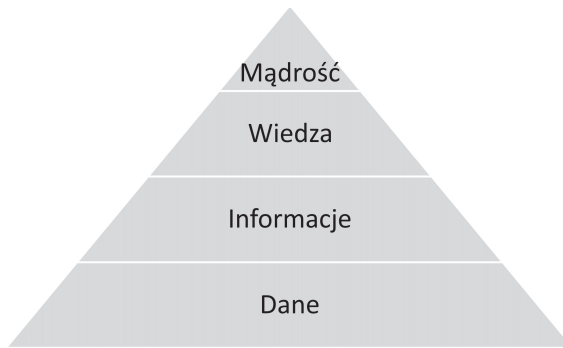
Reasumując, należy stwierdzić, że na budowanie przewagi konkurencyjnej i proces tworzenia wartości przedsiębiorstw wpływ wywierają zarówno materialne, jak i niematerialne zasoby. Zatem jeśli się przyjmie, że proces budowania przewagi konkurencyjnej jest procesem głównym, za istotę logistyki (znajdującą swoje odzwierciedlenie w logistycznych procesach wspierających) można przyjąć takie sterowanie procesami wspierającymi, aby zapewniły one dowolne zasoby, zarówno materialne, jak i niematerialne, w dowolnych kanałach logistycznych (wirtualnych, tradycyjnych) i pomiędzy tymi kanałami, które funkcjonują między dowolnymi użytkownikami, zarówno fizycznymi (ludzie), jak i organizacyjnymi czy też нефизycznymi (maszyny, oprogramowanie, jednostki wirtualne). Znaczenie zasobów niematerialnych wydaje się z roku na rok coraz większe. O ile zasoby materialne, takie jak surowce naturalne, a także powstające z nich produkty, nie zostaną najpewniej w długim czasie zastąpione

i nadal będą bardzo istotne w procesie rozwoju gospodarczego (Krawiec 2009), o tyle postęp technologiczny oraz szeroko rozumiana cyfryzacja i wirtualizacja staną się motorem napędowym osiągnięcia wysokich zysków oraz wzrostu efektywności i wydajności działań w sferze niematerialnej. Potwierdzeniem takiego stanu rzeczy może być liczona w miliardach dolarów wycena wartości rynkowej podmiotów, których działania skupiają się tylko na sferze wirtualnej, np. Google, Facebook, Microsoft i wiele innych (Mazurek 2012).

1.2. Cechy zasobu informacji

Pojęcie informacji we współczesnym świecie stało się poniekąd sloganem, który przypisywany jest wielu elementom, niezależnie od ich istoty oraz źródła pochodzenia. Słowo „informacja” ma swoje korzenie w łacińskim *informatio*, przez które należy rozumieć wyobrażenie, wyjaśnienie, zawiadomienie (*Encyklopedia PWN*). Znaczenie słowa „informacja” jest przez wielu autorów uważane za trudne do jednoznacznego zdefiniowania, przez innych zaś próba definiowania informacji jest pomijana – pozostają oni przy intuicyjnym wyjaśnianiu tego terminu (Skrzypek, Grela 2005). Intuicyjne znaczenie słowa „informacja” wynika z faktu, że każdy człowiek na swój własny sposób potrafi powiedzieć, czym jest informacja oraz jak ją rozumie. Niestety, takie podejście skutkuje zacieraniem się granic między informacją a pojęciami pokrewnymi. Uważany za pioniera w dziedzinie cybernetyki Norbert Weiner (1971) wskazuje, że „informacja jest nazwą treści zaczerpniętą ze świata zewnętrznego, w miarę jak dostosowujemy do niego swe zmysły”. Odmienną definicję, w dużej mierze oddającą intuicyjne znaczenie informacji, podaje Janusz Gościński (1968), który uważa, że „przez informację należy rozumieć treść przekazaną przez nadawcę, którym może być dowolna rzecz lub osoba, do odbiorcy, którym także może być dowolna rzecz lub osoba, będącą ogniwem, poleceniem, nakazem, zaleceniem”. Wiesław Falkiewicz (1971) postrzega zaś informację jako czynnik, który zwiększa naszą wiedzę o otaczającej nas rzeczywistości.

Poza mnogością definicji informacji problem stanowi także wspomniane wcześniej zastępowanie informacji wyrazami pokrewnymi, takimi jak „wiedza” oraz „dane”. Pojęcia te są ze sobą w pewien określony sposób skorelowane, co zostało przedstawione na rys. 1.3.



Rysunek 1.3. Hierarchia danych, informacji, wiedzy i mądrości

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Heracleous (1998: 155).

Jako dane należy przyjąć wszystkie pojedyncze fakty o jakimś zdarzeniu lub też obiekcie. Mogą to być wyniki różnorodnych badań i obserwacji, surowe nieopracowane dane statystyczne czy zapisy transakcji handlowych, dane pobrane przez urzędników oraz maszyny, niepoddane żadnej analizie ani niesłużące do realizacji żadnego nadrzędnego celu. To właśnie dane (pod warunkiem, że są odpowiednie) mogą stać się materiałem wsadowym do procesu tworzenia informacji. Główną cechą odróżniającą dane od informacji jest to, że informacja w przeciwieństwie do danych posiada zarówno znaczenie, jak i sens czy cel. Przeobrażenie danych w informacje może się odbyć np. poprzez odpowiednie opracowanie danych pod względem założonego celu, ich klasyfikacji, poddanie analizie matematycznej, statystycznej czy ekonometrycznej, a także poprzez przedstawienie danych w postaci graficznej (wykresy, grafy). Już samo zestawienie danych z odpowiednim celem może nieść za sobą pewną „porcję” informacji. Proces opracowywania danych i przetwarzania ich pozwala na powstanie informacji, którą można określić jako pewnego rodzaju wartość dodaną, i jednocześnie nadaje informacji większy priorytet, a także podkreśla jej wyższość nad danymi. Reasumując, można stwierdzić, że informacja to opracowane i zinterpretowane dane, a przede wszystkim umieszczone w kontekście, czyli zestawione z celem i zrozumiałe dla odbiorcy. Zrozumiałość dla odbiorcy wynika z faktu, że informacja ma charakter subiektywny, i w związku z tym musi być rozpatrywana w kontekście jej odbiorcy. Subiektywność informacji wynika z tego, że te same dane mogą być inaczej zinterpretowane przez różnych ludzi w zależności od posiadanej przez nich wiedzy.

Można więc zauważyć, że dane są elementem wsadowym w procesie powstawania informacji przy wykorzystaniu różnorodnych metod przetwarzania danych. Należy jednak

zastanowić się nad użytecznością danych i informacji we współczesnej gospodarce i współczesnych systemach informatycznych. W niektórych przypadkach może się okazać, że same dane niosą za sobą pewną informację, jednak jej wykorzystanie zależy od stopnia zrozumienia jej przez odbiorcę. W sytuacji gdy odbiorcą jest urządzenie, maszyna czy też system informatyczny, pojedyncze dane mogą być już nośnikiem informacji, ponieważ są zrozumiałe dla odbiorcy i niosą za sobą wartość. Idealnym przykładem może być maszyna napełniająca worek piaskiem – gdy worek jest napełniony, waga na podstawie danych wysyła impuls do modułu sterowania maszyny. Impuls ten może być krótkim sygnałem prądowym lub w przypadku sterownika mikroprocesorowego określonym bitem lub bajtem danych. Moduł sterowania odbiera ten impuls i zatrzymuje proces nasypywania piasku. W tym przypadku pojedynczy impuls już jest dla maszyny informacją, że worek jest pełen. Jednak gdybyśmy zamienili sterownik maszyny na inny, działający w innym układzie, to ten sam impuls (prądowy/bit/bajt) będzie już niezrozumiały dla maszyny – nie będzie niósł ze sobą żadnej informacji. Zatem należy przyjąć, że informacja jest wartością dodaną do danych, biorąc pod uwagę percepcję odbiorcy informacji. Zdaniem autorów każda informacja jest związana z danymi, natomiast nie każde dane będą informacją, chociaż każde dane są w pewnym stopniu nośnikiem informacji szczątkowej. To, czy dane staną się informacją, zależy tylko i wyłącznie od odbiorcy czy też użytkownika danych. Takie podejście do danych i informacji wymusza jednocześnie wspólne i rozdzielne traktowanie tych zasobów. Wspólne ze względu na to, że w zależności od odbiorcy dane już mogą być nośnikiem informacji, natomiast oddzielne ze względu na ilość i charakter powstania informacji z danych. We współczesnym świecie dane stanowią najbardziej liczną grupę. Można stwierdzić, iż każde działanie gospodarcze albo – ogólniej mówiąc – każde działanie pociąga za sobą „falę” danych. Przyjmując podejście, że dane niosą za sobą informację, można wnioskować, że każde działanie pociąga za sobą „falę” informacji.

Za wiedzę, czyli kolejny element piramidy przedstawionej na rys. 1.3, należy przyjąć informację, która została już przetworzona oraz przyjęta przez człowieka. Zgodnie z piramidą, a także zgodnie z logiką nie jest możliwe uzyskanie wiedzy bezpośrednio z danych. Z danych można uzyskać tylko informacje, a dopiero z informacji przy wykorzystaniu doświadczenia oraz intuicji możemy otrzymać wiedzę. W przeciwieństwie do danych i informacji, które mogą być dziełem oprogramowania bądź komputerów, wiedza oraz mądrość są cechami przypisywanymi tylko ludziom. Rozwój sztucznej inteligencji, sieci neuronowych jest w coraz większym stopniu zaawansowany, jednak mimo to nie są one w stanie zastąpić człowieka w jego innowacyjności, świadomości i postrzeganiu.

Poprzez mądrość, która znajduje się na wierzchołku piramidy, należy rozumieć przede wszystkim umiejętne wykorzystywanie posiadanych zasobów (wiedzy, informacji

i danych) w praktyce. Jest to zdolność podejmowania dobrych decyzji na podstawie pozyskanej wiedzy.

Nie bez powodu zależność pomiędzy danymi, informacjami, wiedzą a mądrością jest przedstawiana w postaci piramidy. Potwierdzają to słowa Petera Druckera (2000), który uważa, że organizacje są bogate w dane, ale ubogie w informacje. Świadczy to o ilości danych w otoczeniu, jak i w samym przedsiębiorstwie oraz wskazuje na problemy z przetwarzaniem danych i pozyskiwaniem z nich informacji. Wszelkiego rodzaju dane są dostępne wszędzie dzięki rozwojowi sieci Internet. Analogicznie jest w przypadku wiedzy i mądrości. Wiele osób posiada wiedzę, ale nie charakteryzuje się mądrością, ponieważ ta cecha przypisywana jest tylko nielicznym jednostkom.

Niezależnie jednak od przyjętej definicji w literaturze przedmiotu wyróżnia się kilka cech charakterystycznych informacji, a także funkcje, jakie sprawuje informacja we współczesnej gospodarce. Do najważniejszych cech informacji należą:

- niewyczerpalność (w tym możliwość przetwarzania niepowodująca jej zużycia),
- substytucyjność,
- komplementarność,
- obiektywizm,
- wirtualność,
- synergia,
- różnorodność,
- możliwość nieskończonego powielania i przemieszczania w czasie i przestrzeni,
- subiektywność ocen.

Jedną z najważniejszych cech odróżniającą informację od innych dóbr jest to, że w czasie konsumpcji informacji nie dochodzi do jej zużycia. Oznacza to, że wiele podmiotów może jednocześnie używać tej samej informacji bez konieczności jej ponownego pozyskania. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że nieużywanie informacji nie jest związane z jej starzeniem. Informacja podlega procesowi starzenia, na skutek którego dochodzi do dezaktualizacji informacji.

Kolejną istotną cechą jest substytucyjność informacji. Z substytucyjnością informacji mamy do czynienia wtedy, gdy kilka różnych informacji pozwala nam na uzyskanie jednakowej korzyści. Cechą powiązaną jest komplementarność informacji. Podczas korzystania z informacji często dochodzi do sytuacji, w której dana informacja jest bezużyteczna, jeżeli nie dysponujemy inną informacją. Natomiast gdy wiele informacji wykorzystanych przez jeden podmiot daje więcej korzyści niż pojedyncze informacje wykorzystane przez wiele podmiotów, możemy mówić o synergii informacji.

Obiektywizm informacji oznacza, że informacja charakteryzuje się niezależnością od obserwatora, czyli nie zmienia swojego stanu jakościowego i ilościowego względem obserwatora. Natomiast informacja może być różnie oceniana przez odbiorców. Mamy wówczas do czynienia z subiektywnością ocen informacji.

Wirtualność informacji wiąże się z tym, że nie jest ona jednoznacznie przypisana do jakiegokolwiek nośnika. Jej zapis może być wieloraki i na różnych nośnikach, co nie zmienia jednocześnie właściwości informacji. Wirtualność informacji jest ściśle powiązana z inną cechą, którą jest możliwość wielokrotnego powielania informacji w czasie i przestrzeni. Informacja może być przenoszona pomiędzy nośnikami, odbiorcami, nawet bardzo od siebie oddalonymi.

Wymienione cechy oraz definicje informacji pozwalają określić podstawowe funkcje informacji (Falkiewicz 2002):

- informacyjną,
- decyzyjną,
- sterowania,
- konsumpcyjną.

Poprzez funkcję informacyjną należy przede wszystkim rozumieć zaopatrzenie podmiotu w wiedzę poprzez przetwarzanie informacji. Informacja jest także podstawowym zasobem wspierającym procesy decyzyjne. Jednostki decyzyjne niezaopatrzone w odpowiednie zasoby informacji nie są w stanie podejmować trafnych decyzji. Funkcja sterująca polega na tym, że przekazanie informacji do odbiorcy ma wywołać odpowiednią reakcję z jego strony. Poprzez funkcję konsumpcyjną należy rozumieć zdolność informacji do zaspokajania potrzeb odbiorcy i użytkownika informacji.

Niektórzy autorzy poruszający w swoich opracowaniach tematy związane z informacją wskazują także inne funkcje, takie jak: poznawcza, motywacyjna, koordynacyjna czy sterująco-kontrolna (Bolesta-Kukułka 2003).

Szybki rozwój technologii przyczynia się do coraz szybszego przyrostu informacji. Przedsiębiorstwa działające we współczesnej gospodarce na niespotykaną dotąd skalę wytwarzają, pozyskują, magazynują i wykorzystują informację. Jednak ogromna ilość informacji będąca w otoczeniu przedsiębiorstwa pociąga za sobą problemy. Informacja może być obciążona różnymi patologiami związanymi zarówno z nieodpowiednią jakością informacji, jak i ich ilością. Najczęstszymi patologiami, z jakimi borykają się przedsiębiorstwa, są:

- przeciążenie informacyjne,
- niejednoznaczność informacji,
- anemia informacji,

- przekłamanie informacyjne,
- zaleganie informacji,
- zawał kanałów przesyłu informacji.

O przeciążeniu informacyjnym w przedsiębiorstwie mówimy wtedy, gdy klient zarówno wewnętrzny, jak i przede wszystkim zewnętrzny otrzymuje znacznie większe zasoby informacji, niż są mu potrzebne. Efekty przeciążenia informacyjnego to np. wydłużenie czasu potrzebnego na wyszukanie informacji, zwiększenie kosztów przetwarzania informacji, zwiększenie niespójności informacji, obniżenie motywacji klienta. Ciekawym i bardzo aktualnym przykładem przeciążenia informacyjnego jest e-handel, w którym ta patologia występuje masowo i nagminnie. W handlu elektronicznym mamy do czynienia z przeciążeniem informacyjnym przede wszystkim na stronach zawierających opisy produktów w e-sklepach i na serwisach aukcyjnych. Często klienci muszą zbyt dużo czasu poświęcić, aby na stronie z opisem produktu znaleźć informacje istotne ze swojego punktu widzenia. Wynika to z braku profesjonalnego podejścia e-sklepów do tworzenia opisów produktów, które przeważnie są skopiowane ze stron producentów i zawierają przede wszystkim opis techniczny, a nie użytkowy danego artykułu.

Wieloznaczność informacji występuje w przypadku, gdy informacja może zostać wielorako zinterpretowana przez tę samą osobę oraz gdy trudno jednoznacznie ustalić, która interpretacja jest prawidłowa. Przyczyny wieloznaczności informacji w gospodarce są bardzo różne, a czasem wręcz prozaiczne. Należy jednak pamiętać, że to, co dla jednych wydaje się jasne i zrozumiałe, nie musi być takie dla innych. Przykładem mogą być tu różnego rodzaju skróty, liczby pozbawione jednostek miary, stosowanie żargonu. Przeciwdziałać wieloznaczności można m.in. poprzez stosowanie ujednoczonych norm i standardów przepływu informacji i wykorzystanie systemu informacyjnego, który będzie w sposób prawidłowy i jednoznaczny zaopatrywał w informację klientów (użytkowników), zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych.

Kolejną istotną patologią informacji jest anemia informacji. O anemii możemy mówić wtedy, gdy mamy niedobór informacji, czyli sytuację przeciwną do przeciążenia informacyjnego. Anemia informacyjna może mieć kilka faz. Pierwsza, a zarazem najłagodniejsza postać anemii informacyjnej występuje wtedy, kiedy informacje są względnie dobre pod względem jakościowym i ilościowym, jednak w związku z upływem czasu są częściowo zdezaktualizowane. Przykładem może być wprowadzenie przez producenta drobnej zmiany w specyfikacji technicznej produktu, ale nieuaktualnienie informacji o tym towarze przez sklep internetowy. Kolejnym stadium jest duże zróżnicowanie informacji zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym – informacje są

rozproszone, niekompletne bądź nieaktualne. Ostatnim, najpoważniejszym stadium jest krańcowe ubóstwo informacji.

Przekłamanie informacyjne jest kolejną patologią informacji wynikającą w dużej mierze ze wszystkich poprzednich odchyień. Jednak dochodzi do nich także z winy samych użytkowników informacji, którzy podają błędne bądź nieaktualne dane w formularzach kontaktowych, w zamówieniach czy też robią błędy w danych teleadresowych. Ponadto przekłamania informacyjne mogą przyjąć bardziej radykalną formę, np. mogą być związane ze spekulacjami na giełdach, sabotażami wewnątrz organizacji czy celowym wprowadzaniem w błąd podmiotów decyzyjnych poprzez dostarczanie błędnych (przekłamanych) informacji.

Zaleganie informacji to kolejna bardzo istotna niesprawność informacji w systemach informacyjnych organizacji. Zaleganie informacji jest dosyć specyficznym rodzajem niesprawności informacji. Wpływają na nie zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne uwarunkowania przedsiębiorstwa. Zaleganie informacji może być spowodowane m.in. poprzez awarie serwerów zewnętrznych czy oprogramowania. Głównym powodem zalegania informacji jest fakt, że informacje w przedsiębiorstwach przepływają oraz często są generowane przez całą dobę, natomiast pracownicy, czyli odbiorcy tej informacji, pracują najczęściej przez $\frac{1}{3}$ doby. Tylko duże organizacje mogą sobie pozwolić na pracę całodobową, jednak i w nich zaleganie informacji jest powodem wielu spowolnień oraz zastopowań w procesach, które są tam realizowane.

Zawał informacyjny, podobnie jak zaleganie informacji, charakteryzuje się wydłużonym czasem przesyłu i przetworzenia informacji, jednak w tym przypadku w przeciwieństwie do zalegania informacji procesy są kontynuowane bez spowolnień, natomiast informacja nie jest dostarczana równoległe do realizacji procesu, lecz później. Sytuacja taka spowodowana jest najczęściej brakiem pełnej integracji pomiędzy czynnikami ludzkimi, technicznymi i organizacyjnymi.

We współczesnej bardzo turbulentnej gospodarce i szybko rozwijającym się dostępie do nowoczesnych technologii umożliwiającym pozyskiwanie i przetwarzanie informacji możliwe są dowolne kombinacje i łączenie się wymienionych dysfunkcji, które niekiedy uznawane są za zupełnie nowe rodzaje patologii informacji.

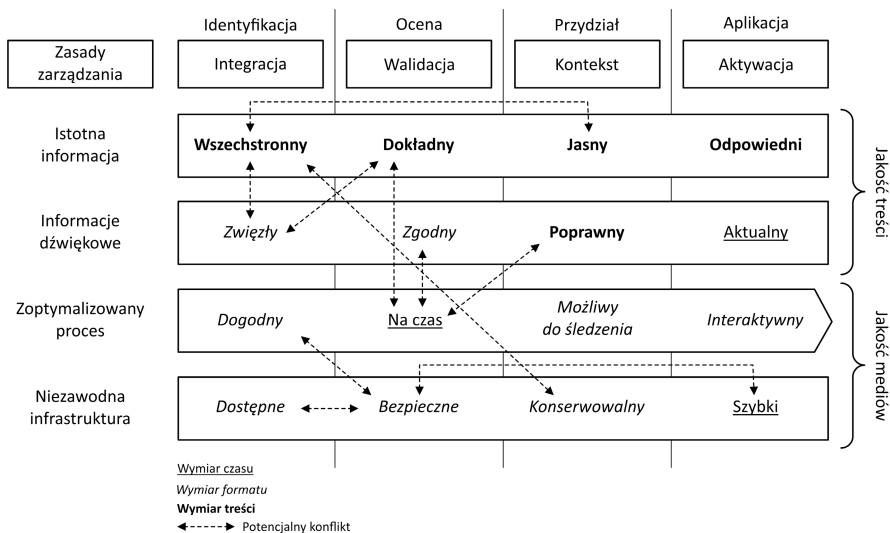
W celu unikania dysfunkcji zasobu, jakim jest informacja, niezmiernie istotne jest odpowiednie podejście do jakości tego zasobu. Logistyka informacji jest skupiona na realizacji celów logistyki (5W) w odniesieniu do zasobu informacji, czyli na zapewnieniu właściwej informacji, we właściwym miejscu, czasie i we właściwej ilości, a koszt pozyskania, ale i przetwarzania tej informacji powinien być możliwy do przyjęcia. Podejście do jakości zasobu informacji nie jest jednoznaczne wśród wymienionych celów.

Niemniej jednak mówiąc o celach, należy pamiętać o ich miarodajności, zatem należy przyjąć odpowiednie mierniki stopnia realizacji tych celów. Miejsce, czas, ilość i koszt są celami bardzo łatwymi do zmierzenia. Problematyczne staje się zmierzenie właściwości zasobu. Należy sobie odpowiedzieć na pytanie o to, jaka informacja jest odpowiednią informacją – tu naturalnym miernikiem odpowiedniości informacji jest jej jakość. Dzięki temu staje się to w znacznym stopniu mierzalne ze względu na przyjęty miernik.

Według jednej z czterech zasad Philipa B. Crosby'ego (1992) jakość to zgodność z wymaganiami. Bogdan Stefanowicz (2004), bazując na pracy Romualda Kolmana, wyróżnił pięć grup znaczeniowych kryteriów jakościowych dla informacji:

- przydatność – stopień spełnienia wymagań dotyczących przeznaczenia informacji,
- poprawność – stopień spełnienia wymagań dotyczących warunków i procesu wytwarzania informacji,
- użyteczność – stopień spełnienia wymagań użytkowych,
- doznaniowość – stopień spełnienia wymagań doznaniowych w postaci zadowolenia i satysfakcji odbiorcy,
- opłacalność – stopień spełnienia wymagań ekonomicznych.

Wymienione grupy można przypisać do dowolnych produktów i nie są one specyficzne tylko dla informacji. Dla zasobów informacyjnych Martin Eppler (2001) stworzył ramy oceny jakości informacji składające się z czterech poziomów, zawierających po cztery kryteria jakości, otrzymując szesnaście atrybutów informacji o dobrej jakości. Pierwszy poziom dotyczy odpowiedniości informacji, gdzie za właściwą informację uważa się informację pełną – kompletną, dokładną, czytelną i użyteczną. Drugi poziom, nazwany poziomem produktu, oceniający jego solidność, przedstawia kryteria zwięzłości, spójności, poprawności i aktualności. Dwa pierwsze poziomy zamykają grupę atrybutów dotyczących bezpośrednio samej informacji. Trzeci poziom dotyczy oceny jakości procesu dostarczającego informację, który powinna charakteryzować wygoda użytkowania, terminowość, identyfikowalność i interaktywność. Ostatni, czwarty poziom, nazwany jest poziomem infrastruktury, która wpływa na dostępność, bezpieczeństwo, utrzymanie i szybkość. Eppler (2001) zwraca także uwagę na potencjalne konflikty pomiędzy poszczególnymi atrybutami i problemami typu *trade off*, przedstawionymi na rys. 1.4. Informacja, która jest kompletna i pełna, może być nieczytelna, trudna w przyswojeniu, może ją charakteryzować brak zwięzłości i trudność w dostarczeniu. Dostarczenie informacji we właściwym czasie, szczególnie jeśli termin jest krótki, może wiązać się z jej mniejszą dokładnością, spójnością i poprawnością. Zapewnienie bezpieczeństwa informacji wiąże się ze zmniejszeniem wygody użytkowania, dostępności i prędkości świadczenia usług informacyjnych.



Rysunek 1.4. Ramy oceny jakości informacji według M. Epplera

Źródło: Eppler (2001: 334).

Holmes Miller (1996) wskazał dziesięć wymiarów jakości informacji: relewancję (*relevancy*), dokładność (*accuracy*), aktualność (*timeliness*), kompletność (*completeness*), koherencję (*coherence*), właściwy format (*format*), dostępność (*accessibility*), kompatybilność (*compatibility*), bezpieczeństwo (*security*), ważność (*validity*). Podobnie jak w przypadku klasyfikacji Epplera, oprócz cech dotyczących treści informacji zawierają one także elementy opisu jakości systemu i procesów z nimi związanych.

Można zatem podsumować, że informacja (bez uwzględnienia cech systemu i procesu, w ramach którego jest ona dostarczana) jest dobrej jakości przede wszystkim wtedy, gdy spełnia oczekiwania odbiorcy, które mogą być wyrażone poprzez niektóre z takich atrybutów, jak:

- relewantność – istotność; informacja odpowiada na potrzeby odbiorcy,
- aktualność – informacja zawiera w sobie bieżący przekaz,
- kompletność – informacja nie jest fragmentaryczna, lecz dostępna „w jednym kawałku”,
- zwięzłość – informacja zawiera wiadomości interesujące odbiorcę, bez zbędnych danych,
- poprawność – informacja jest wolna od błędów,
- wiarygodność – informacja nie wprowadza odbiorcy w błąd,

- spójność – istnieje wewnętrzna zgodność poszczególnych elementów informacji,
- dokładność – informacja zawiera treści na odpowiednim poziomie precyzji,
- przystępność – informacja jest podana w czytelnej i klarownej formie,
- kompatybilność – można połączyć daną informację z istniejącymi informacjami odbiorcy,
- użyteczność – informacja pozwala na skuteczną realizację celów założonych przez użytkownika.

Cechy te dotyczą bezpośrednio samej informacji i nie są wystarczające do oceny jakości obsługi odbiorcy w zakresie zapewnienia produktów informacyjnych. Tutaj konieczne jest uwzględnienie jakości procesów informacyjnych i jakości systemu, w którym te procesy się realizują, gdyż to one zapewniają m.in. dostępność, terminowość czy bezpieczeństwo dostarczanej informacji.

1.3. Nośniki informacji

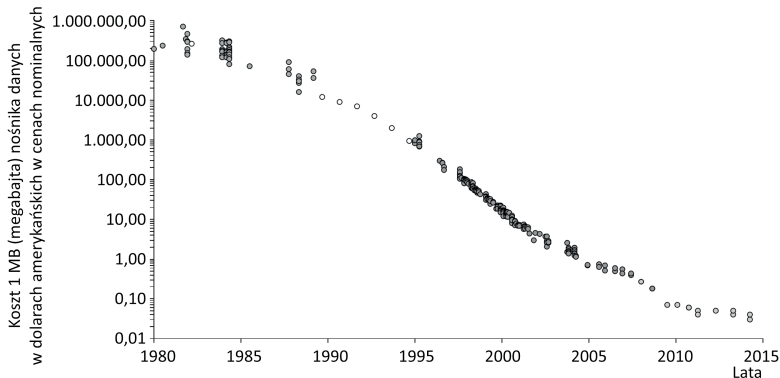
Jak już wcześniej wspomniano, przedsiębiorstwa posługują się dwoma głównymi rodzajami zasobów: materialnymi i niematerialnymi. W świecie materialnym informację nie mogą istnieć bez fizycznych nośników danych. Pomimo swojej niematerialności dane muszą mieć odwzorowanie w materii lub energii. Materialnymi nośnikami danych mogą być np. pamięci przenośne typu flash, dyski twarde, kody kreskowe, dyski optyczne, kartki papieru czy też inne przedmioty składające się z cząstek elementarnych. Możliwe jest także przesyłanie danych za pomocą fal elektromagnetycznych w szerokim spektrum częstotliwości. Problematiczne staje się podejście do teleportacji stanu kwantowego, dzięki któremu staje się możliwe teleportowanie danych na duże odległości, niemniej jednak kubity danych przed teleportacją i po niej nadal są przypisane do materialnych nośników danych. W odniesieniu do pojęcia teleportacji stanu kwantowego bardziej odpowiednim określeniem jest klonowanie stanu kwantowego informacji, ponieważ pierwotna informacja nie zmienia obecnie swojego położenia, natomiast jej stan kwantowy zostaje odtworzony w innym miejscu. Materialne nośniki danych używane są przede wszystkim do przechowywania danych w czasie i przesyłania ich w przestrzeni. Jak pisze Witold Pogorzelski (2002): „Absolutnie każdy przedmiot fizyczny może – i czyni to – przenosić lub przechowywać informację”. Oznacza to, że każdy obiekt materialny może zawierać informacje, a sama informacja potrzebuje fizycznego nośnika do istnienia.

Rozwój technologii wykorzystywanych przy tworzeniu nośników danych, które w skrócie myślowym można nazywać nośnikami informacji, umożliwił gromadzenie

większej ilości danych przy jednoczesnym zmniejszeniu czasu dostępu do nich i szybkości ich dostarczania. Początkowo podstawowymi nośnikami danych oraz informacji były pismo i papier. Wynalezienie druku znacząco ułatwiło przechowywanie danych, a także informacji. Drukowanie znaków na papierze zrewolucjonizowało rozwój cywilizacyjny, a druk stał się najważniejszą spuścizną każdej kultury. Druk dał nowe i rozszerzył dotychczasowe możliwości zachowywania oraz przekazywania informacji, a więc rozszerzania wiedzy człowieka w wielu różnych dyscyplinach. Niniejsze opracowanie wydane w formie książki również ma na celu zebranie danych oraz przekazanie informacji na określony temat, tak aby czytelnik mógł wzbogacić swoją wiedzę. Niestety, dane oraz informacje zapisywane na papierze miały i nadal mają jedną zasadniczą wadę – zajmują bardzo dużo miejsca. Mniej więcej w połowie ubiegłego wieku powstały pierwsze analogowe urządzenia do przechowywania informacji, mające postać błon fotograficznych, płyt dźwiękowych, kaset magnetofonowych czy kaset wideo, co sprawiło, że zdecydowana część informacji, których nośnikiem były dane zapisane na papierze, została przeniesiona na klisze oraz taśmy. Takie same ilości danych i informacji zajmowały zdecydowanie mniej miejsca na kliszach oraz taśmach niż na papierze. Szacuje się, że przed nastaniem trzeciej rewolucji przemysłowej, czyli rewolucji cyfrowej, ludzkość zgromadziła ok. 2 700 000 terabajtów danych, z czego ok. 87–93% zgromadzono na nośnikach taśmowych (filmy i nagrania) (Hilbert, Lopez 2011). Nastanie trzeciej rewolucji przemysłowej (po 1990 r.), czyli ery cyfryzacji, oznaczało cyfryzację znaków, dźwięków, a także obrazów na nieznaną dotąd skalę. Masowa cyfryzacja wymusiła zwiększanie pojemności dysków twardech, pamięci typu flash czy dysków kompaktowych. Zmiany, które zaszły w tej dziedzinie w latach 1980–2015, obrazuje rys. 1.5, na którym widać, że na przestrzeni 30 lat koszt gigabajta spadł z ok. miliona dolarów do zaledwie ok. 10 centów ze średnim tempem redukcji ceny 50% co ok. 14 miesięcy.

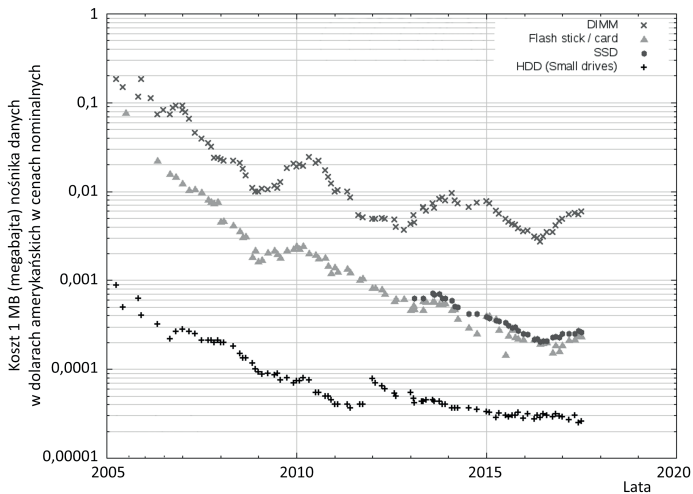
Skraca się także czas dostępu do danych poprzez kolejne generacje nośników. Przykładowo w taśmach magnetycznych przy losowym dostępie do danych konieczne było przewinięcie średnio ok. $\frac{1}{3}$ taśmy. Dyskietki typu FDD (*floppy disk drive*) charakteryzowały się czasem dostępu rzędu ok. 100 milisekund, pierwsze dyski twarde talerzowe typu HDD (*hard disk drive*) – ok. 600 milisekund (*IBM 350 disk...*), a współczesne twarde dyski – od kilku do kilkunastu milisekund. Następca dysków HDD, czyli dyski półprzewodnikowe SSD (*solid state drive*), mają typowy czas dotarcia do zapisanych danych poniżej 0,1 milisekundy. Powyższe przykłady ilustrują skalę zmian w zakresie technologii elektronicznych nośników danych. Powstanie oraz wdrożenie do użytku dysków typu SSD znacząco zmniejszyło czas odczytu i zapisu danych. Dyski te były na masową skalę wykorzystywane do obsługi danych przechowywanych „w chmurach”.

Zmiany w cenach tych nośników danych oraz pozostałych (DIMM, Flash, HDD) w latach 2005–2018 zostały przedstawione na rys. 1.6. Jak widać, nawet cena nowego typu dysków twardej typu SSD dość szybko zaczęła spadać wraz z rozwojem tej technologii i coraz intensywniejszym jej wykorzystaniem.



Rysunek 1.5. Koszt jednego gigabajta pojemności nośników danych w latach 1980–2015

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *A history of...* (2014).



Rysunek 1.6. Koszt jednego megabajta pojemności nośników danych w latach 2005–2018

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Hblok (2017).

Nośniki informacji występują w tak wielu postaciach, że problemem staje się wybór odpowiedniego nośnika do danego rodzaju informacji. Uzasadnione jest więc stworzenie klasyfikacji pozwalającej na ich uporządkowanie. Józef Oleński (2003) dokonał podziału nośników informacji ze względu na cztery kryteria:

- relacji względem użytkownika,
- portabilności,
- trwałości,
- zmienności.

Kryterium relacji względem użytkownika odnosi się do typu odbiorcy i dzieli nośniki na indywidualne i zbiorowe. Indywidualne są przeznaczone tylko dla użytku jednego użytkownika, np. list, a zbiorowe dla wielu, np. ogłoszenie na tablicy ogłoszeń. Portabilność oznacza zdolność nośnika do pokonywania przestrzeni. Można tutaj wyróżnić nośniki, które nie są przenośne, np. tablica informacyjna wmurowana w ścianę, nośniki o ograniczonej portabilności, np. zestawy dokumentów papierowych, czy też w pełni mobilne nośniki informacji, np. poruszające się z prędkością światła fale elektromagnetyczne. Za główne wielkości fizyczne określające zdolność do pokonywania przestrzeni można przyjąć średnią prędkość i energochłonność. Generalnie im niższą masę i wymiary posiadają nośniki informacji, tym łatwiej jest je przekazać odbiorcy.

Trwałość nośnika może być określona wartością ciągłą – liczbą rzeczywistą nieujemną z minimum równym 0 i z nieokreślonym maksimum równym przewidywanemu czasowi trwania wszechświata wyrażoną w jednostkach czasu. Nośniki mogą być co do zasady trwałe, np. dysk optyczny, mogą mieć z góry określony czas trwania lub być nietrwałe i ulegać destrukcji po dostarczeniu informacji.

Zmienność nośników danych jest zależna od ich podatności na zmianę zapisanych w nich informacji. Podpisane dokumenty ze specjalnymi zabezpieczeniami są trudne do nadpisania, natomiast pamięci typu flash można w prosty sposób wypełnić nowymi danymi.

Biorąc pod uwagę powyższe kryteria, w doborze właściwości nośnika danych należałoby dokonać analizy wielowymiarowej na podstawie następujących parametrów: czas dostarczenia, koszt, pojemność, czas podtrzymania danych (koszty będą rosły wraz ze zwiększeniem jakości pozostałych parametrów). Pomiedzy tymi wartościami będzie także występował problem typu *trade off*. Poprawienie jednej właściwości będzie się wiązało z pogorszeniem pozostałych.

Rozwój technologii pociągnął za sobą znaczne zmiany w jakości nośników danych, zwiększając ich dostępność i ilość oraz prowadząc do poszerzenia oferowanego na rynku asortymentu. Wybór odpowiedniego nośnika informacji jest jednym z istotnych

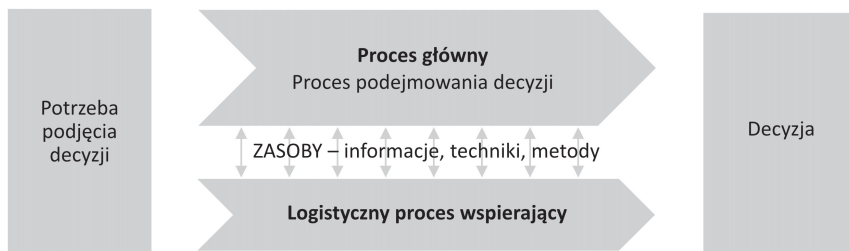
problemów logistyki informacji, gdyż różne systemy informacyjne wymagają różnych nośników dla różnego typu danych, a ich dobór wpływa bezpośrednio na procesy generowania, przesyłania, przechowywania i udostępniania informacji.

1.4. Informacja jako zasób procesu decyzyjnego

Podjmowanie decyzji jest podstawowym elementem życia człowieka. W trakcie swojego życia człowiek podejmuje niezliczoną ilość decyzji, począwszy od podstawowych związanych z dniem codziennym, takich jak: co zjeść na śniadanie, w co się ubrać, co muszę zrobić danego dnia, a co mogę zrobić kiedy indziej, poprzez decyzje bardziej strategiczne z punktu widzenia człowieka, np. jaki kierunek studiów wybrać, na jakie miejsce zamieszkania się zdecydować, jaką pracę podjąć. Już tak krótka analiza podejmowania decyzji pozwala podzielić procesy decyzyjne na dwie kategorie. Pierwszą kategorią są procesy decyzyjne dotyczące prostych spraw, które nie wymagają rozbudowanej i złożonej analizy rezultatów danej decyzji. Natomiast drugą kategorią są procesy decyzyjne dotyczące podejmowania decyzji strategicznych, często długoterminowych, które wymagają dogłębnej oraz złożonej analizy rezultatów. Z podobnymi decyzjami mamy do czynienia w gospodarce, a szczególnie w funkcjonowaniu podmiotów gospodarczych. Każdy dyrektor, menedżer, kierownik, ale także zwykły liniowy pracownik podejmuje w przedsiębiorstwie decyzje leżące w jego zakresie kompetencji. Decyzje te bardzo często mają kluczowe znaczenie dla funkcjonowania przedsiębiorstwa. Im wyższy szczebel zarządczy, tym wyższa ranga podejmowanych decyzji, których skutki mogą być odczuwalne dla całego przedsiębiorstwa oraz mogą przekładać się na budowanie przez przedsiębiorstwo przewagi konkurencyjnej. Dlatego też decyzje oraz cały proces decyzyjny są niezmiernie istotne z punktu widzenia ekonomii oraz zarządzania.

Słowo „decyzja” pochodzi od łacińskiego *decisio*, które oznacza ucięcie, rozwiązanie, decyzję (*Wielki słownik języka polskiego*), i jest definiowane jako „rozstrzygnięcie dokonywane po zastanowieniu”. Decydowanie jest zatem logicznym ciągiem działań i zdarzeń, które prowadzą do osiągnięcia pewnego celu, którym jest decyzja. Według autorów decyzja to wybranie jednego elementu z ograniczonego zbioru znanych decydentowi wariantów alternatyw i działanie zmierzające do osiągnięcia zamierzonego przez decydenta skutku. Decydem w procesie decyzyjnym może być pojedyncza osoba, grupa osób, podmiot gospodarczy, rządowy itp., których zadaniem jest podjęcie decyzji oraz poniesienie określonej odpowiedzialności za tę decyzję. Oczywiście należy być świadomym, że podejmowanie decyzji jest bardzo zróżnicowane ze względu na

to, czego dotyczy dana decyzja i jakie niesie za sobą skutki, ale także ze względu na stopień złożoności problemu decyzyjnego. Świadomość ta wymaga zatem od decydenta indywidualnego traktowania każdego procesu decyzyjnego. Procesy decyzyjne różnią się od siebie przedmiotem decyzji, wielkością zaangażowanych środków oraz zasobów, dostępnością badań oraz technik pozwalających na ocenę skutków decyzji, a przede wszystkim dostępem do informacji, co przekłada się na wystąpienie innych działań zmierzających do maksymalizacji efektywności z podjętych decyzji. Można zatem przyjąć, że podejmowanie decyzji jest aktem wyboru jednej alternatywy spośród określonego i znanego decydentowi zbioru alternatyw, przy czym decydent ma do dyspozycji różne techniki, środki, a przede wszystkim informacje (Tyszka, 2010; Kauf, Tłuczak 2016). Podejmowanie decyzji należy traktować jako pewien proces aktywowany zdarzeniem, które w następstwie wymaga reakcji decydenta. Proces decyzyjny według autorów jest procesem głównym w stosunku do logistycznego procesu wspierającego (rys. 1.7).



Rysunek 1.7. Proces decyzyjny i wspierający go proces logistyczny

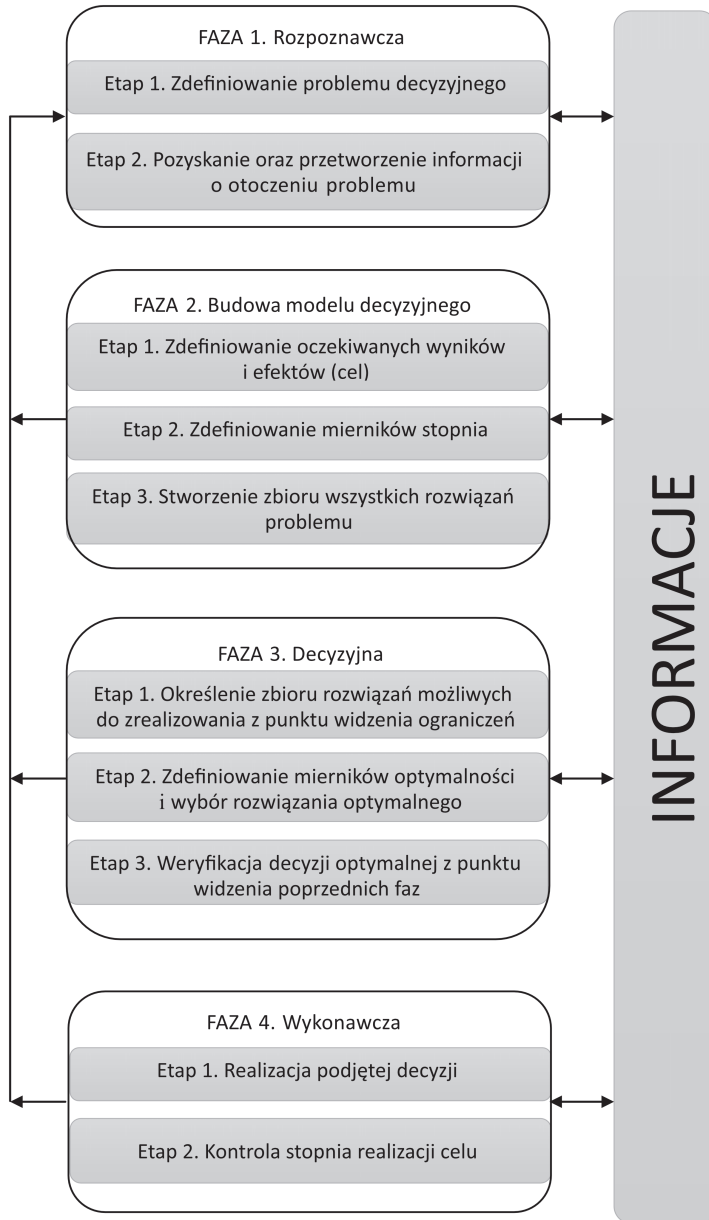
Źródło: opracowanie własne na podstawie: Chaberek (2002).

Proces główny nie będzie istniał, jeżeli wcześniej nie wystąpi na niego popyt w postaci potrzeby, w tym przypadku potrzeby podjęcia dowolnej decyzji. „Produktem” procesu decyzyjnego jest decyzja, natomiast aby cel procesu został zrealizowany i została podjęta decyzja, niezbędne jest działanie logistycznego procesu wspierającego. To właśnie logistyczny proces wspierający ma za zadanie dostarczyć niezbędnych z punktu widzenia procesu informacji w taki sposób, aby zrealizować wspomniane już wcześniej cele logistyki (5W) w odniesieniu do zasobu informacji. Jednak nie tylko dostarczanie zasobów informacji leży w gestii logistycznego procesu wspierającego. Zajmuje on się także organizowaniem całego systemu informacyjnego, doбором odpowiednich metod oraz technik podejmowania decyzji, stworzeniem odpowiedniego systemu infrastrukturalnego niezbędnego do podjęcia decyzji, ale także bierze udział w ocenie skutków

poszczególnych alternatyw decyzyjnych. Jednak w dużej mierze elementy, za które odpowiedzialny jest logistyczny proces wspierający, są powiązane z zasobem informacji. Powiązanie to ma charakter bezpośredni (dostarczanie samych informacji), ale także pośredni (np. przetwarzanie ich). Aby jednak możliwe było mówienie o podejmowaniu decyzji, konieczne jest stworzenie odpowiedniego zbioru alternatyw decyzji. Zbiór ten musi być minimum dwuelementowy, ponieważ decyzję podejmujemy zawsze pomiędzy minimum dwoma elementami. Tym, co różnicuje elementy znajdujące się w zbiorze alternatyw, jest właśnie informacja i jej relewantny charakter. Zatem głównym celem procesu decyzyjnego jest wypracowanie takiego rozwiązania, czyli decyzji, która pozwoli na osiągnięcie założonego celu, oraz zmierzenie stopnia jego realizacji poprzez wybór właściwego z punktu widzenia problemu decyzyjnego sposobu postępowania (Kisielnicki 2004).

Proces decyzyjny może być realizowany w całości przez człowieka, ale także może być wspierany przez nowoczesne oprogramowania, jednak oprogramowania oraz narzędzia informatyczne mają w głównej mierze charakter wspierający proces podejmowania decyzji, która i tak powinna zostać zatwierdzona przez człowieka. Dlatego też uważa się, że proces decyzyjny jest procesem myślowym, podczas którego decydent z pełną świadomością określa kierunki i sposoby działania (Kauf, Tłuczak 2016). Pomimo szybkiego rozwoju technologii maszyny oraz oprogramowanie nie zastąpiły człowieka podejmującego często twórcze decyzje w sposób świadomy i innowacyjny. Zatem w trakcie realizacji procesu podejmowania decyzji decydent rozstrzyga dzięki posiadanym informacjom, jaką decyzję należy wybrać, by osiągnąć założony cel i zrealizować ją w możliwie jak najlepszy sposób, uwzględniając przy tym posiadane zasoby oraz możliwości, a także ograniczenia, które pozwalają na zdefiniowanie zbioru możliwych rozwiązań oraz na wskazanie rozwiązania optymalnego zadanego problemu decyzyjnego. Należy stwierdzić, że z punktu widzenia teorii decyzyjnych ważne są tylko te decyzje, które zostały wybrane ze zbioru decyzji alternatywnych możliwych do realizacji, a więc są decyzjami świadomymi, racjonalnymi, a przede wszystkim zorientowanymi na realizację założonego celu.

Analizując rys. 1.7, należy zauważyć, że proces decyzyjny i wszystkie elementy wchodzące w jego skład, czyli czynności podejmowane przez decydenta zmierzające do wypracowania decyzji, są inicjowane poprzez zaistnienie potrzeby. To właśnie potrzeba jest zdarzeniem początkowym aktywującym proces decyzyjny. Proces decyzyjny składa się z kilku faz, te zaś zawierają szczegółowe etapy działań podejmowane w poszczególnych fazach. W procesie decyzyjnym można wyróżnić fazę rozpoznawczą, fazę budowy modelu decyzyjnego, fazę decyzyjną oraz fazę wykonawczą (rys. 1.8).



Rysunek 1.8. Model decyzyjny i jego elementy

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszą fazą procesu decyzyjnego jest dokładne zdefiniowanie problemu, czyli uświadomienie sobie konieczności podjęcia decyzji. Oczywiście ta potrzeba może zaistnieć dzięki otrzymanym i przetworzonym przez decydenta informacjom. Dobrze zdefiniowany problem stanowi ważny punkt wejścia do procesu decyzyjnego, stając się jednocześnie jednym z najważniejszych etapów procesu decyzyjnego. Rzecz jasna na tym etapie kluczowe znaczenie ma odpowiednia jakość informacji, czyli informacja pozbawiona wymienionych już wcześniej w podrozdziale 1.2 patologii.

Występowanie patologii na tym etapie może pogrzebać powodzenie realizacji całego procesu decyzyjnego, ponieważ popełnione w tym momencie błędy związane z patologiami informacji mogą być nieodwracalne oraz jednocześnie bardzo trudne do wychwycenia. Ponadto istotny jest też sam decydent, który może charakteryzować się różnymi cechami personalnymi, a także różnym poziomem wiedzy czy mądrości. To właśnie wiedza i mądrość pozwalają na umiejętne wykorzystywanie informacji, co w procesie decyzyjnym ma kluczowe znaczenie. Etapem drugim pierwszej fazy jest pozyskanie informacji o „otoczeniu” problemu decyzyjnego. Na tym etapie chodzi o ustalenie kontekstu oraz przetworzenie informacji związanych z samym problemem. Etap ten jest odpowiedzialną na jedną z cech zasobu informacji, jakim jest subiektywizm – należy zatem dokładnie przeanalizować informacje dotyczące danego problemu, gdyż w różnym kontekście i w zależności od stopnia wiedzy, a także mądrości decydenta informacje te mogą być różnie zrozumiane. Aby prawidłowo osadzić problem w kontekście, istotne jest dokładne zdefiniowanie otoczenia problemu, gdzie i kiedy powstał, jakie są odchylenia między stanem obecnym a stanem pożądanym.

Następnie konieczne jest zdefiniowanie oczekiwanych efektów oraz wyników, jakie chcemy uzyskać na podstawie podjętej decyzji. Ten etap rozpoczyna fazę drugą procesu decyzyjnego, czyli fazę budowy modelu decyzyjnego. Cel, jaki decydent planuje osiągnąć po podjęciu decyzji, jest niezmiernie istotnym elementem budowy modelu decyzyjnego, to właśnie on pozwala wykreować cały model. Na tym etapie niezbędne są także informacje związane z tym, do czego ma prowadzić rozwiązanie problemu. Kolejnym etapem, który również znajduje się w fazie drugiej, jest określenie mierników poziomu realizacji czy też zadowolenia z wypracowanej i zrealizowanej decyzji. Na tym etapie niezbędne jest określenie wartości krytycznych dla stopnia realizacji otrzymanej na kolejnych etapach decyzji. Kolejnym etapem kończącym jednocześnie fazę drugą jest określenie zbioru wszystkich rozwiązań danego problemu decyzyjnego. Tu również niezbędnym zasobem jest informacja, bez której decydent nie jest w stanie opracować żadnego sposobu rozwiązania problemu. Zespolenie tych wszystkich etapów w ramach fazy drugiej pozwala na zbudowanie modelu decyzyjnego. Poprzez model

decyzyjny należy rozumieć pewien obraz uproszczonej rzeczywistości. Oczywiście im mniej informacji przetworzymy lub informacje te będą obciążone patologiami, tym bardziej powstały model będzie uproszczony, a więc mniej przydatny i obciążony większym ryzykiem. Im lepsza jakość informacji, tym model staje się dokładniejszy, a zatem bardziej precyzyjny w podejmowaniu kluczowych decyzji. Sam model oprócz odzwierciedlenia stanu obecnego ma za zadanie zobrazować decydentowi również przyszły możliwy do osiągnięcia stan rzeczywistości. Zatem od jakości informacji zależy, czy wypracowany model będzie w stanie względnie dokładnie odwzorować analizowany układ w taki sposób, aby jego wykorzystanie, badanie, a także analiza dostarczyła decydentowi nowych, istotnych z punktu podejmowanej decyzji informacji o analizowanym przedmiocie, obiekcie, procesie lub systemie. Stopień złożoności, rozbudowania danego modelu oraz jego zaawansowania zależy w dużej mierze od stopnia złożoności problemu decyzyjnego, a także ważności podejmowanej decyzji. Przekłada się to też na ryzyko związane ze skutkami takiej decyzji. Mniej istotne decyzje, obarczone mniejszym ryzykiem nie wymagają bardzo rozbudowanych modeli. Natomiast kluczowe czy też strategiczne decyzje, których ryzyko jest bardzo duże i może mieć wpływ na daną organizację czy jednostkę, wymagają dużej złożoności modelu decyzyjnego. W tej właśnie fazie zachodzi konieczność ustalenia wymiaru analizowanego problemu. Jest to możliwe dzięki określeniu celów, wyodrębnieniu kluczowych dla danej decyzji elementów informacyjnych, zdefiniowaniu ograniczeń, które wynikają z „otoczenia” decyzji. Poprawnie zbudowany model decyzyjny, w skład którego wchodzi cel, ograniczenia oraz informacje dotyczące otoczenia problemu, a także zbiór wszystkich rozwiązań, pozwoli na wyeliminowanie już na tym etapie wartości skrajnych, czyli takich wariantów rozwiązania problemu, które wymagają zbyt wysokich nakładów przy założonych efektach. Ponadto model pozwoli na ustalenie zależności pomiędzy celem, ograniczeniami a możliwymi do osiągnięcia wariantami, a poprawnie zmodelowany proces pozwoli na pozyskanie informacji o tym, co stanie się z problemem czy też samą decyzją, gdy zmianie ulegną pojedyncze lub grupowe elementy wchodzące w skład modelu. Rzecz jasna sformułowanie takich zależności wymaga już posiadania odpowiedniej wiedzy i umiejętności związanych z modelowaniem oraz z formułami matematycznymi wchodzącymi w skład tak bardzo zaawansowanego modelu. Może się także okazać konieczne stworzenie lub skorzystanie z odpowiedniego programu komputerowego lub też systemu DSS (Decision Support System – system wspierania decyzji). W zależności od rodzaju decyzji różny będzie stopień złożoności modelu decyzyjnego. W przypadku decyzji ekonomicznych, logistycznych, części decyzji zarządczych czy decyzji inżynierskich stosowane są ilościowe miary oceny stosunku

korzyści do nakładów, kosztów do nakładów czy ewentualnych zysków w zestawieniu z ewentualnymi nakładami, co ma pomóc w podjęciu danej decyzji.

Mając na uwadze wiele zmiennych, o których wspomniano wyżej, należy pamiętać o tym, że formułowanie problemu decyzyjnego i budowanie na jego podstawie modelu wymaga od decydenta jednoznacznego, a co ważniejsze dokładnego określenia warunków, a także efektów, jakie powinny zostać osiągnięte po podjęciu decyzji. Kluczowym zadaniem jest poszukanie swobodnego złotego środka pomiędzy warunkami a efektami, jednak należy mieć na uwadze, że znaczenie warunków oraz efektów uwidacznia się dopiero w ostatniej fazie procesu decyzyjnego, czyli w fazie wykonawczej, dlatego też nie należy na siłę szukać złotego środka, gdyż przedwczesna zmiana zależności czy też proporcji między warunkami a efektami może przynieść negatywne skutki z punktu widzenia optymalności wypracowanej decyzji. Największym problemem, z jakim zmagają się decydenci podczas budowania modelu decyzyjnego, jest stworzenie zbioru wszystkich możliwych rozwiązań danego problemu. Często decydenci pomijają niektóre rozwiązania, z góry zakładając, że są one niemożliwe do realizacji albo wymagają zbyt dużych nakładów w stosunku do przewidywanych efektów. Pomijają się także decyzje bez wpływu, czyli takie, które nie są uwzględnione w zbiorze rozwiązań alternatywnych, niezmieniające sytuacji bieżącej i niewprowadzające żadnych zmian. Budowanie zbioru decyzji alternatywnych (wszystkich możliwych do zrealizowania) ma doprowadzić do znalezienia rozwiązań dotychczas nieznanymi decydentowi. Działania te można porównać do swoistej burzy mózgów, która pozwala na znalezienie bardzo dużej liczby rozwiązań, również poprzez łączenie ze sobą niektórych alternatyw.

Kolejna faza jest już ściśle związana z procesem podejmowania decyzji. Etapem pierwszym tej fazy jest wybranie ze wszystkich możliwych alternatyw tych, które są możliwe do realizacji z punktu widzenia ograniczeń, mierników oraz wartości krytycznych. Otrzymany zbiór pozwala nam osiągnąć planowany efekt, a także jest zbiorem rozwiązań możliwych do realizacji z punktu widzenia występujących ograniczeń. Ten etap jest związany głównie z analizą stosunku nakładów do zakładanych efektów. To w tym kroku konieczne może być przeprowadzanie analiz ekonomicznych pozwalających na rozróżnienie wariantów decyzji, co przeprowadza się na podstawie kosztów lub zysków, ale także innych mierników wybranych przez decydenta, odpowiednich dla danego problemu decyzyjnego. Tak określony zbiór rozwiązań optymalnych jest elementem wsadowym do kolejnego etapu tej fazy.

Następnym etapem jest wybranie optymalnej decyzji ze zbioru rozwiązań możliwych oraz zatwierdzenie jej do realizacji. Ten krok jest ściśle związany z oceną optymalnych rozwiązań zadanego problemu decyzyjnego. Krok ten również wiąże

się z użyciem różnych mierników ekonomicznych. Mierniki te mogą być tożsame z miernikami użytymi w poprzednim kroku, jednak powinny zostać dostosowane do nowego (wyodrębnionego) zbioru decyzji. Ponadto w tym kroku dokonuje się już dokładnego wskazania, który wariant rozwiązania należy przyjąć do zrealizowania. Trzeba także przeanalizować i ocenić skutki wdrożenia decyzji, możliwości oraz zakres jej odwracalności, a także ryzyko, jakie jest związane z jej realizacją. Działania na tym etapie powinny również dostarczyć odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy i w jakim zakresie wypracowana decyzja może zostać zrealizowana?
2. Czy posiadane przez decydenta (lub też podmiot, którego decyzja dotyczy) zasoby są wystarczające, by dana decyzja mogła zostać zrealizowana?
3. Czy nakłady konieczne do poniesienia związane z realizacją nie są zbyt wysokie?
4. Jakie skutki niesie za sobą dana decyzja (ekonomiczne, społeczne, prawne, środowiskowe, polityczne – zarówno w sferze lokalnej, jak i krajowej itp.)?
5. Czy zakładane przez decydenta cele pokrywają się z osiągniętymi skutkami?
6. W jakim stopniu wdrożona decyzja przyczyni się do poprawy funkcjonowania podmiotu oraz jego konkurencyjności?

Odpowiedź na te pytania powinna pozwolić decydentowi na wybór najlepszego rozwiązania, czyli takiej decyzji, która przy danych ograniczeniach pozwoli osiągnąć zakładane efekty w sposób optymalny.

Kolejnym etapem jest weryfikacja zatwierdzonej decyzji pod względem jej zgodności z poprzednimi fazami. Na tym etapie decydent powinien raz jeszcze zweryfikować założenia problemu decyzyjnego z uwzględnieniem wybranej decyzji. Etap ten może zostać pominięty przy decyzjach o niższej wadze decyzyjnej czy niższym ryzyku. Niemniej jednak problemy decyzyjne związane z decyzjami strategicznymi nie powinny pomijać tego etapu. Etap ten staje się niezmiernie ważny w przypadku dużej zmienności otoczenia problemu decyzyjnego. Jeżeli problem był bardzo złożony, a przez to wymagał dużego nakładu czasu, mogło dojść do zmiany otoczenia decyzyjnego. Ewentualne zmiany otoczenia problemu powinny zostać na tym etapie zweryfikowane i jeżeli wystąpiły, powinny zostać uwzględnione w problemie decyzyjnym. Niestety może się okazać, że zaistniałe zmiany są bardzo istotne, a przez to konieczne może być zbudowanie nowego modelu lub wybranie innej decyzji do realizacji. Warto na tym etapie zaangażować również inne osoby mające swój udział we wdrażaniu danej decyzji, a także osoby odpowiedzialne za dany proces, będące właścicielami lub uczestnikami procesu, którego dana decyzja dotyczy.

Kolejną fazą jest realizacja decyzji oraz informacje zwrotne z wyników jej wdrożenia. Faza ta ma badać proces realizacji decyzji pod względem poprawności jej wdrożenia,

a także zakłada bieżące śledzenie i analizę wyników wdrożonej decyzji. W tej fazie w większości przypadków jest możliwa (o ile jest konieczna) modyfikacja decyzji. Modyfikacja decyzji może nastąpić na każdym etapie procesu decyzyjnego, co zostało zobrazowane sprzężeniem zwrotnym przedstawionym na rys. 1.8. Dzięki zastosowaniu sprzężenia zwrotnego pokazano, że dla procesu decyzyjnego najlepszym podejściem jest ciągle monitorowanie oraz stały proces udoskonalania modelu.

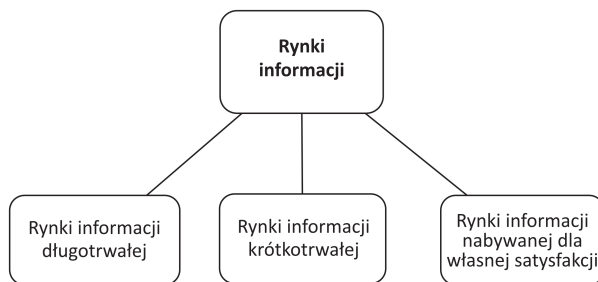
Jak wcześniej zaznaczono, sposób realizacji procesu decyzyjnego zależy w dużej mierze od dwóch czynników, po pierwsze – jak bardzo złożony jest problem, po drugie – jakimi dysponujemy informacjami. Te dwa czynniki determinują możliwość wypracowania, a także podjęcia najlepszej z punktu widzenia ograniczeń decyzji. Autorzy zaznaczają, że w zależności od złożoności problemu decyzyjnego nie muszą być realizowane wszystkie wyżej wymienione etapy procesu decyzyjnego. Pod względem kryterium złożoności można wyróżnić następujące rodzaje problemów decyzyjnych:

1. Proste – niezbyt złożone, często wynikające z bieżącego funkcjonowania, niewymagające szczególnych nakładów pracy czy też kosztów. Tym samym w tego typu problemach informacja nie musi rygorystycznie przestrzegać obostrzeń jakościowych.
2. Złożone – często są to decyzje operacyjne, a ich nazwa jest związana ze szczeblem, na którym są one realizowane. W tego typu problemach decyzyjnych potrzebne są już znaczne nakłady pracy oraz kosztów, a przede wszystkim decydent musi posiadać odpowiednio jakościowo informację.
3. Kluczowe – często nazywane strategicznymi, podejmowane na najwyższym szczeblu zarządczym. W tego typu decyzjach informacja ma nadrzędne znaczenie w porównaniu do innych czynników czy zasobów. Są to decyzje o bardzo dużym stopniu odpowiedzialności, ryzyka, a także złożoności.

Warto zauważyć, że informacja jest istotna niezależnie od złożoności decyzji, jedyną różnicą jest wymóg dotyczący jakości zasobu informacji. Jednak nie zawsze ilość informacji idzie w parze z jej jakością. W opracowaniach naukowych, a także na różnego rodzaju konferencjach i sympozjach naukowych autorzy spotkali się z określeniem, że nieważne, ile byłoby informacji, zawsze jest jej zbyt mało. Stwierdzenie to należy jednak uznać za błędne. W otoczeniu przedsiębiorstw i w otoczeniu problemów decyzyjnych jest bowiem bardzo dużo informacji, ale ze względu na ich jakość oraz stopień wiedzy decydenta na ich temat możliwości ich wykorzystania znacząco spadają, sprawiając tym samym wrażenie, że jest ich zbyt mało. Kluczowe staje się zdefiniowanie odpowiednich źródeł popytu oraz podaży na informację.

1.5. Popyt i podaż na informację

Z popytem i podażą wiąże się nierozzerwalnie pojęcie rynku, najczęściej obrazowo definiowane jako pewna przestrzeń (miejsce), w której popyt spotyka się z podażą. Głównym zadaniem przytoczonej definicji jest zobrazowanie pojęcia rynku w najprostszy możliwy sposób, przy jednoczesnym pominięciu wielu istotnych elementów związanych z funkcjonowaniem rynku. Niemniej jednak, mówiąc o popycie i podaży na informację, można mówić o rynku zasobów informacyjnych czy też ogólniej o rynku informacyjnym. Rynek informacyjny będzie zatem pewną przestrzenią (rzeczywistą lub wirtualną), w której dokonują się procesy związane z produkcją, wymianą oraz konsumpcją zasobów informacyjnych i danych. Rolę rynku informacyjnego w dowolnej organizacji będzie odgrywać przede wszystkim system informacyjny. Rynki informacyjne nie tylko w przedsiębiorstwach powstają jako skutek pewnego rodzaju samoistnej reorganizacji podmiotów w celu minimalizowania kosztów związanych z pozyskiwaniem, magazynowaniem oraz przetwarzaniem informacji. Według podejścia zaproponowanego przez Stefana Forlicza (1996) rynki informacji można podzielić na trzy zasadnicze grupy: rynki informacji długotrwałej, informacji krótkotrwałej oraz informacji nabywanej dla własnej satysfakcji (rys. 1.9).



Rysunek 1.9. Rynki informacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Forlicz (1996).

Do rynków informacji długotrwałej zaliczamy te rynki, na których pozyskujemy oraz przetwarzamy informacje głównie o charakterze strategicznym wykorzystywane w długim lub bardzo długim okresie. Z drugim rodzajem rynków, czyli z rynkami informacji krótkotrwałej, mamy do czynienia w przypadku informacji krótkotrwałej, czyli takiej, której użyteczność jest ograniczona pod względem czasowym. W trzeciej

grupie znajdują się rynki, na których przetwarzane i pozyskiwane są informacje nabywane dla własnej satysfakcji. Oczywiście nie należy zakładać, że w poprzednich rodzajach rynków nie możemy mieć do czynienia z informacją satysfakcjonującą. Tu chodzi o informacje czerpane na własny użytek, a nie na użytek organizacji. Ponadto warto zauważyć, że w ramach dużych podmiotów gospodarczych może istnieć więcej niż jeden rynek informacyjny w ramach ogólnego systemu informacyjnego.

Jak wskazywał Paul Samuelson, w naukach ekonomicznych wyróżnić można dwa główne źródła zamieszania. Pierwsze to nazywanie różnych rzeczy tą samą nazwą, drugie – nazywanie tych samych rzeczy tą samą nazwą (Boettke 2002). Przytoczona sentencja może zostać użyta przy wielu różnych definicjach i określeniach z zakresu nauk ekonomiczno-społecznych. W tym momencie została użyta do zaakcentowania różnicy występującej między systemem informacyjnym a systemem informatycznym. Pomimo bardzo zbliżonej nazwy oba te systemy znacząco się od siebie różnią. Niemniej jednak często w literaturze oraz mowie potocznej terminy te stosowane są zamiennie, co jest błędem, mimo że w rzeczywistości pomiędzy tymi określeniami istnieje pewna relacja. System informatyczny jest najczęściej częścią systemu informacyjnego. System informacyjny jest zdecydowanie szerszym pojęciem i określeniem niż system informatyczny. Głównym zadaniem systemu informacyjnego jest wytwarzanie, przetwarzanie oraz wykorzystywanie informacji, oczywiście z dużym naciskiem na informacje do celów decyzyjnych. Natomiast system informatyczny jest typowym narzędziem IT, którego zadaniem jest wspieranie systemu informacyjnego w obiegu danych oraz ułatwianie przetwarzania tych danych w informacje. System informatyczny działający w systemie informacyjnym ma za zadanie wspierać i ułatwiać obsługę danych oraz pośrednio także informacji.

Uwzględniając powyższe rozważania, można przyjąć, że system informacyjny organizacji jest tożsamy z rynkiem informacyjnym dla tej organizacji. Należy pamiętać, że w systemie informacyjnym – podobnie jak w tradycyjnym rynku – zachodzą również relacje z elementami otoczenia tego systemu. Często systemy informacyjne pozyskują i przetwarzają informację z otoczenia danej organizacji. Podobnie jest w podejściu do rynku informacji, gdzie rynek przedsiębiorstwa będący rynkiem wewnętrznym utrzymuje różnego rodzaju interakcje z rynkami innych przedsiębiorstw czy wolnym (zewnątrznym) rynkiem informacji. To właśnie na rynku, czyli w systemie informacyjnym organizacji, powstaje popyt na informację, który jest generowany przez potrzeby informacyjne. Popyt jest zgłaszany przez odbiorców informacji, czyli przez człowieka, pośrednio może być on zgłaszany przez oprogramowanie, jednak wtedy lepszym określeniem byłby popyt danych. Rolą danych przetwarzanych w systemach informatycznych

jest mimo wszystko generowanie informacji dla użytkownika. W ramach dowolnego systemu informacyjnego potrzeby informacyjne zależą od:

- struktury organizacyjnej (centralizacja, styl i rozpiętość kierowania, możliwości finansowe, technologiczne),
- strategii przedsiębiorstwa, programów rozwoju, zakresu badań,
- wielkości przedsiębiorstwa.

Każda potrzeba informacyjna zawiera określone elementy, które ją charakteryzują.

Do elementów sformułowanej potrzeby informacyjnej należy zaliczyć:

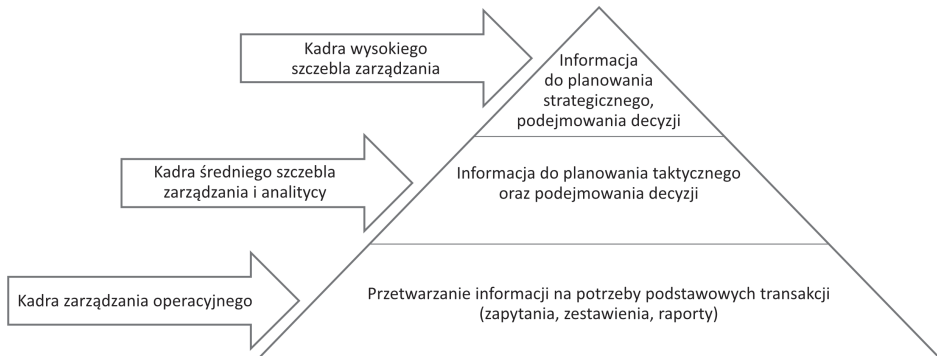
- adresata informacji (ten, kto zgłasza potrzebę),
- przedmiot potrzeby (problem),
- termin zaopatrzenia w informację (termin rozwiązania problemu),
- postulowane cechy informacji oraz forma przekazu.

Prawidłowo scharakteryzowane potrzeby informacyjne prowadzą do zidentyfikowania popytu na informację. Możemy wówczas wyróżnić dwa rodzaje popytu: instytucjonalny oraz handlowy. Popyt instytucjonalny jest generowany przez organizację i dotyczy informacji pozyskiwanej wewnątrz systemu informacyjnego organizacji, ale także z otoczenia systemu informacyjnego, czyli z otoczenia zewnętrznego. Najczęściej jednak popyt tego rodzaju zaspokajany jest przez samą organizację. Popyt handlowy jest generowany przez różne podmioty, a zaspokajany jest przez zewnętrzne systemy informacyjne oraz przez zewnętrzne interakcje rynku informacyjnego. Najczęściej zaspokajany jest przez firmy usługowe, które dostarczają informacje jako przedmiot wymiany rynkowej (posiadają charakterystyki kosztowo-cenowe).

Jak wcześniej wskazano, odbiorcą informacji w systemie informacyjnym jest człowiek. Mając na uwadze realizowane przez człowieka różne funkcje w ramach organizacji, możemy wyróżnić dwa zasadnicze rodzaje informacji: informację strategiczną i zarządczą (Surma 2009), jednak ze względu na szczeble podmiotów zgłaszających zapotrzebowanie na informację można ponadto wyodrębnić informację operacyjną (rys. 1.10).

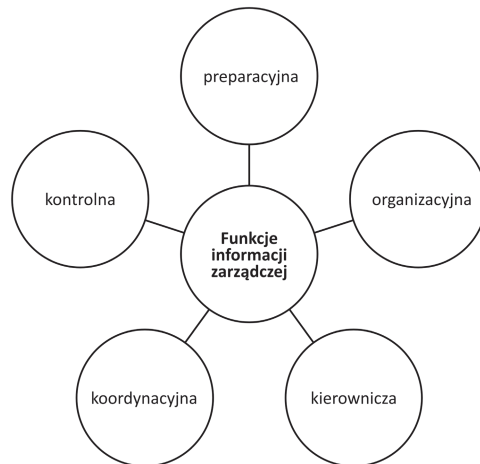
Według Jerzego Kisielnickiego (2010) informację zarządczą od innych typów informacji odróżnia zwiążanie jej z realizacją funkcji zarządzania oraz możliwość użycia jej w procesach decyzyjnych na różnych szczeblach zarządzania. Wykorzystanie zasobu informacji w procesie decyzyjnym zostało szerzej opisane we wcześniejszym podrozdziale. W ujęciu klasycznym według Henriego Fayola (1917) na proces zarządzania składają się określone funkcje: *prévoyance*, *organisation*, *commandement*, *coordination*, *controle*, czyli przewidywanie, organizowanie, rozkazywanie, koordynowanie i kontrolowanie. Każda z tych funkcji do swojego prawidłowego działania potrzebuje odpowiednich zasobów informacyjnych. Bez zasobów informacyjnych nie możemy zatem mówić o procesie

zarządczym. Zasoby, które mogą posiadać funkcję preparacyjną, organizacyjną, kierowniczą, koordynacyjną lub kontrolną (rys. 1.11), można więc określić mianem informacji zarządczej. Rolą logistyki informacji jest zaopatrzenie tych funkcji w zasób informacji zgodnie z pięcioma celami logistyki oraz przeciwdziałanie patologiom, które mogą powodować dysfunkcję, a także zakłócenia procesu zarządczego.



Rysunek 1.10. Popyt na informację w organizacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Christopher (1996); Rostek (2007).



Rysunek 1.11. Funkcje informacji zarządczej jako pochodne funkcji procesu zarządzania

Źródło: opracowanie własne.

Według klasyfikacji zaproponowanej przez Jamesa A. Senna (1990) informacje zarządcze można podzielić na siedem rodzajów:

- informacje pokrzepiające – ten rodzaj informacji dotyczy głównie bieżących raportów na temat organizacji, mających na celu zapewnienie o stanie realizacji zaplanowanych założeń,
- informacje rozwojowe – czyli informacje oceniające stan lub przebieg danego zjawiska, ale także procesu, których celem jest przekazywanie informacji o ewentualnych trudnościach związanych z jego realizacją,
- informacje ostrzegawcze – ich rolą jest powiadamianie o możliwych obecnych, ale także przyszłych zagrożeniach dla działalności organizacji,
- informacje planistyczne – odnoszące się do realizacji przyszłych zdarzeń lub procesów gospodarczych,
- informacje operacyjne – związane z bieżącymi działaniami operacyjnymi organizacji,
- informacje opiniodawcze – zawierające treści związane z najbliższym lub dalszym otoczeniem organizacji,
- informacje kontrolowane – informujące otoczenie o działalności organizacji w sposób kontrolowany.

Informacje zarządcze zawierające się w każdej z siedmiu rodzajów klasyfikacji Senna (1990) mogą z powodzeniem realizować określone wcześniej funkcje zarządzania. Na przykładzie funkcji kontrolnej można wykazać, że informacje pokrzepiające pozwalają na poznanie bieżącego stanu poszczególnych procesów w przedsiębiorstwie, a w zestawieniu z przeszłymi informacjami planistycznymi umożliwiają ocenę realizacji założonych celów. Informacje rozwojowe służą głębszemu poznaniu przyczyn odchylenia parametrów wybranych procesów od określonego wcześniej wzorca. Analiza informacji ostrzegawczych pozwala na kontrolę trafności i przydatności przeszłych prognoz. Zwieńczeniem procesu kontroli jest powstanie informacji opiniodawczych i ewentualnie informacji ostrzegawczych w przypadku zauważenia możliwych zagrożeń dla realizacji podstawowych procesów przedsiębiorstwa. W przypadku konieczności przygotowania raportu dla interesariuszy zewnętrznych powstają także informacje kontrolowane. Powyższe działania nie byłyby możliwe bez wykorzystania informacji operacyjnych służących przekazaniu odpowiednich poleceń w celu uzyskania dostępu do wymaganych zasobów informacyjnych. Podobnie jest w przypadku realizacji pozostałych funkcji zarządzania, gdy informacje z wcześniej określonych grup znajdują odpowiednie zastosowanie. W zależności od kontekstu – realizowanej funkcji zarządzania – informacje operacyjne mogą pełnić funkcję kontrolną, preparacyjną, organizacyjną, koordynacyjną lub kierowniczą.

Informacja zarządcza jest dostarczana głównie na taktycznym i operacyjnym poziomie zarządzania, jednak zdarza się, że jest ona również wykorzystywana na poziomie strategicznym. Wszystko zależy od popytu na informację i tego, przez który szczebel zarządzania popyt jest zgłaszany. Informacja zarządcza powinna charakteryzować się wysokim stosunkiem jakości do ceny/kosztu jej pozyskania. Ogromne znaczenie w obiegu informacji zarządczej ma logistyka informacji, której zadaniem jest wspieranie tego obiegu oraz oczyszczanie systemu informacyjnego ze zbędnych i irracjonalnych połączeń, skutkiem czego jest zapobieganie występowania patologii informacji. Informacja strategiczna wymaga przede wszystkim jakości zasobu informacji. Koszty schodzą tu często na dalszy plan. W przypadku informacji dostarczanej na poziomy operacyjny jest to najczęściej informacja o szybkiej zmienności i dużej częstotliwości napływu, dlatego też jest najbardziej obciążona różnego rodzaju patologiami. Duża ilość napływających danych oraz informacji skutkuje tym, że systemy informacyjne są najbardziej przeciążone właśnie na szczeblu organizacyjnym. Dlatego też sprawny system informacyjny funkcjonujący z uwzględnieniem celów logistyki informacji pozwoli na oczyszczanie dotychczas działających przeciążonych systemów. Charakterystyki poszczególnych rodzajów informacji zostały przedstawione w tab. 1.2.

Tabela 1.2. Charakterystyka informacji w decyzjach zarządczych

Poziom zarządzania	Horyzont czasowy	Częstość aktualizacji i wykorzystania	Źródło	Wiarygodność	Stopień obciążenia zasobu informacji	Zakres	Szczegółowość
operacyjny	bieżący (bardzo krótki)	bardzo duża	wewnętrzne	duża	bardzo duży	bardzo wąski (wnętrze organizacji, często pojedyncza jednostka)	bardzo duża
taktyczny	krótki	duża	wewnętrzne oraz zewnętrzne	duża	duży	–	duża (analityczna)
strategiczny	długi (bardzo długi)	mała	wewnętrzne oraz zewnętrzne	bardzo duża	mały	–	mała (synteza)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Stoner, Freeman, Gilbert (2001).

Oprócz zdefiniowania źródeł popytu niezmiernie istotną kwestią w każdej organizacji jest zdefiniowanie źródeł podaży na informację. W myśl logistyki w odniesieniu do zasobu, jakim jest informacja, bardzo ważne jest trafne definiowanie zarówno źródeł popytu, jak i źródeł podaży. W każdej organizacji na kształt podaży wpływają cztery zasadnicze czynniki:

- popyt na informację,
- konieczność odwzorowania zjawisk,
- konieczność przetwarzania informacji, jej generowania, reprodukcji oraz udostępniania,
- generowanie nowych informacji.

To głównie od występującego popytu zależy poziom podaży na informację, tworząc tym samym obieg zamkniętego koła napędzającego się wzajemnie. Według Oleńskiego (2003) we współczesnych systemach społeczno-gospodarczych można wyróżnić dwa rodzaje podaży:

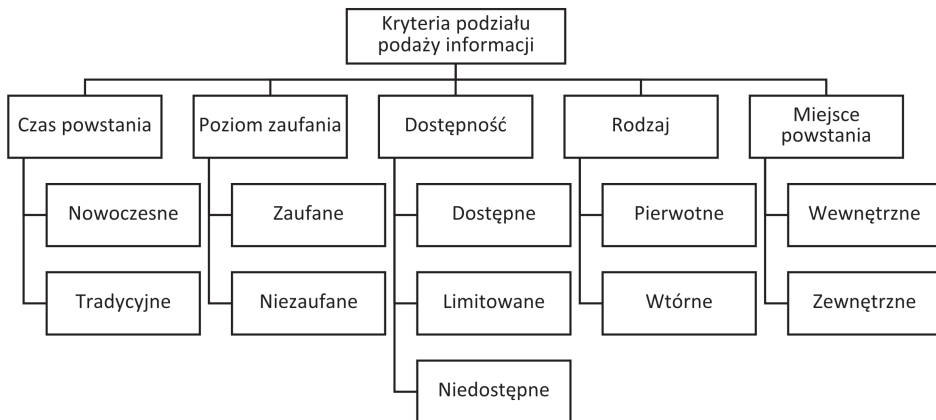
- podaż autonomiczną informacji – podaż niezależna od popytu na informację ze strony ostatecznego użytkownika,
- podaż informacji związanej z popytem, który nie jest zgłaszany przez odbiorcę informacji.

W dzisiejszych czasach niezmiernie trudno jest jednoznacznie zdefiniować źródła informacji biznesowych. Wynika to z faktu, że dane oraz informacje powstają w sposób ciągle i niczym nieograniczony. Niestety większość systemów informacyjnych przedsiębiorstw chłonie te informacje niczym gąbka, mimo że nie są one dla nich niezbędne. W przypadku zaś informacji niezbędnych dla przedsiębiorstwa przy dzisiejszym przesyleniu informacyjnym niezmiernie trudne staje się znalezienie tej właśnie niezbędnej informacji. Autorzy przyjmują, że ilość informacji w otoczeniu przedsiębiorstwa można porównać do góry lodowej. Tylko część tej góry wystaje nad wodę i to jest część informacji znana podmiotowi gospodarczemu i z tej części informacji (użytecznej) podmiot korzysta. Pozostała większa część góry lodowej znajduje się pod powierzchnią wody, co obrazuje ilość użytecznej informacji, o której przedsiębiorstwo nie ma pojęcia, przez co nie może jej wykorzystać. Oczywiście mówimy tu tylko o informacji użytecznej z punktu widzenia popytu. Należy pamiętać, że w systemach informacyjnych oraz w ich otoczeniu występują niezliczone ilości informacji pustych (nieużytecznych), które tylko zaśmiecają system informacyjny i utrudniają przepływ informacji. Nadmiar informacji nieużytecznych, co zostało już wielokrotnie zasygnalizowane, prowadzi do powstawania patologii informacji. Powodem „zaśmiecania” systemów informacyjnych jest w głównej mierze nieograniczenie rosnąca podaż informacji, która niesie za sobą

wiele różnych konsekwencji. Pierwsze uwagi o nadmiernie rosnącej ilości informacji, a więc o przeciążeniu informacyjnym, pojawiły się w 1970 roku. Alvin Toffler już wtedy przewidywał, że rosnące w szybkim tempie ilości danych staną się globalnym problemem (Davenport, Beck 2001). Wszechobecny dostęp do nowoczesnych urządzeń, które w czasie rzeczywistym zbierają dane i przetwarzają je w informacje, jest głównym powodem występowania nadpodaży informacji. Funkcjonujące w podmiotach gospodarczych systemy informacyjne nie zdążyły się jeszcze dostosować do bardzo szybkiego przyrostu danych napływających w sposób ciągły w czasie rzeczywistym. To właśnie nadpodaż sprawia, że użytkownik informacji korzysta z nich nie dlatego, że ich potrzebował, lecz dlatego, że miał do nich dostęp, tym samym wykorzystując często informację o niższej jakości. Powodem występowania nadpodaży jest także niski koszt krańcowy pozyskiwania tej informacji oraz niedostosowanie prędkości rozwoju narzędzi pozwalających na filtrowanie tego typu informacji.

Pomimo problemów ze zdefiniowaniem współczesnych źródeł informacji można podjąć próbę ich kategoryzacji uwzględniając następujące kryteria (rys. 1.12):

- czas powstania,
- poziom zaufania,
- dostępność,
- rodzaj,
- miejsce powstania.



Rysunek 1.12. Kategoryzacja źródeł informacji w biznesie

Źródło: opracowanie własne.

Kryterium czasu obejmuje nowoczesne i tradycyjne źródła powstania informacji. W nowoczesnym ujęciu źródeł informacji znajdują się przede wszystkim źródła elektroniczne (czujniki, urządzenia typu smart z dostępem do sieci Internet, dokumenty elektroniczne, EDI w systemach ERP, CRM, WMS itp., ale także szeroko rozumiana telematyka, Internet rzeczy i Internet wszechrzeczy).

Kryterium poziomu zaufania pozwala wyróżnić źródła zaufane (pewne) oraz niepewne. Poziom zaufania jest bardzo istotnym kryterium, ponieważ współczesne czasy charakteryzują się dużą ilością informacji o niepewnym źródle pochodzenia (tzw. *fake news*), które często niosą za sobą przekłamania informacyjne. Jednocześnie pozwalają jednak zauważyć, jak wielkie znaczenie dla funkcjonowania gospodarki ma informacja. W skrajnych przypadkach *fake news* potrafi wstrząsnąć nawet najsilniejszą gospodarką, co odbija się na zachowaniu inwestorów oraz spadkach notowań giełdowych.

Kolejne kryterium mówi o dostępności do źródła informacji. Możemy tu wyróżnić źródła dostępne, będące najczęściej Nielimitowanymi źródłami informacji, źródła limitowane oraz źródła niedostępne. Do źródeł limitowanych zaliczamy takie, które posiadają limitowaną dostępność, która może być ograniczona przez różne kryteria – dostępność czasu, miejsca, a także kosztów. O źródłach niedostępnych można mówić, gdy w rzeczywistości one występują i są znane podmiotowi gospodarczemu, jednak nie są dla niego w tym momencie dostępne z różnych powodów, których zmiana jest niemożliwa lub zbyt kosztowna w porównaniu do jakości i istotności zasobu informacji.

Kryterium rodzaju odnosi się do typu samego źródła – czy jest to źródło pierwotne (do tej pory przedsiębiorstwo z niego nie korzystało), czy wtórne (znane już podmiotowi gospodarczemu).

Ostatnim kryterium podziału podaży na informację jest kryterium miejsca występowania. W ramach tego kryterium można wyróżnić źródła wewnętrzne (mieszczące się wewnątrz danej organizacji) oraz zewnętrzne (znajdujące się w otoczeniu danej organizacji).

Prawidłowe zaprojektowanie systemu informacyjnego oraz zdefiniowanie źródeł popytu i podaży na informację jest niezmiernie trudnym, ale jakże istotnym wyzwaniem. System informacyjny powinien bazować tylko na pewnych i zaufanych informacjach wysokiej jakości. A logistyka informacji powinna współtworzyć systemy obiegu informacji w ramach organizacji. Mimo iż logistyka jest nauką multidyscyplinarną łączącą w sobie wiele różnych dziedzin nauki, nie trzeba być informatykiem, aby tworzyć systemy informacyjne czy nawet projektować systemy informatyczne służące obsłudze danych i informacji. To rolę logistyka jest zdefiniowanie pakietów danych i informacji oraz określenie punktów, z których ma pochodzić informacja i do których ma być dostarczona.

Rozdział 2

Gospodarka 4.0

Postęp technologiczny to proces, który w sposób ciągły towarzyszy rozwojowi ludzkości. Technologia i jej rozwój ma wpływ zarówno na społeczeństwo, jak i na otaczający je system gospodarczy. Rozpatrując w ten sposób zasięg oddziaływania wpływu poziomu rozwoju technologii, należy uznać, że bierze on udział także w wielu fundamentalnych zmianach zachodzących w zakresie produkcji, konsumpcji czy nawet w codziennym życiu ludzi. Dzięki rozwojowi nowoczesnych technologii świat rozwija się znacznie szybciej. Podmioty gospodarcze działające we współczesnych realiach są zmuszone do poszukiwania sprawniejszych, efektywniejszych oraz korzystniejszych metod gospodarowania zasobami.

Innowacyjne rozwiązania stosowane są w przedsiębiorstwach na różnych płaszczyznach ich działalności. Każde z rozwiązań niesie za sobą mniejszy lub większy wpływ na sam model działań przedsiębiorstwa. Innowacje zmieniają siłę oddziaływania na rynek, na którym przedsiębiorstwo prowadzi obecnie działalność. Podejmowanie się prób wprowadzania innowacyjnych rozwiązań jest jednym z podstawowych przejawów przedsiębiorczości. Obecnie to właśnie innowacyjność rozwiązań może stanowić jeden z kluczowych czynników konkurencyjności podmiotów gospodarczych. Innymi słowy, to właśnie przedsiębiorstwa, które próbują wprowadzać w swojej działalności rozwiązania innowacyjne, mają największą szansę osiągnąć przewagę konkurencyjną nad swoimi rynkowymi rywalami.

Wraz ze wzrostem wolumenu handlu, a zatem też produkcji wzrósł również popyt na usługi logistyczne związane z produkcją, zarządzaniem magazynem, transportem wewnętrznym oraz zewnętrznym, a także na usługi, których zadaniem jest usprawnienie zarządzania zasobami informacyjnymi. Trwająca obecnie – zdaniem autorów – faza wstępna czwartej rewolucji technologicznej to jedno ze zjawisk będących odpowiedzią na warunki działania przedsiębiorstw świadczących usługi logistyczne. Zmiany te polegają na przeprowadzeniu powszechnej cyfryzacji, która następnie ma prowadzić do automatyzacji procesów biznesowych, a tym samym procesów logistycznych. Cyfryzacja

oraz automatyzacja procesów prowadzone są przez implementację zaawansowanych systemów informatycznych, stosowanie Internetu rzeczy, analizy Big Data, chmury obliczeniowej oraz robotyzację lub kobotyzację produkcji, aż po stosowanie początkowych form sztucznej inteligencji. Duże zmiany w gospodarce, jakie niesie za sobą każda rewolucja przemysłowa, wywierają również silny wpływ na świat nauki. Istniejące już teorie są poddawane weryfikacji oraz modyfikacji, powstają też nowe, które bez innowacyjnych rozwiązań nie miałyby wcześniej prawa bytu. Poza naukami ścisłymi najwięcej tego typu zmian można zaobserwować zwykle w naukach społecznych, m.in. w ekonomii czy zarządzaniu, czyli w dziedzinach, które najsilniej analizują zmiany zachodzące w gospodarce. Autorzy uważają, że pojęcie rewolucji przemysłowej 4.0 jest bardziej sloganem marketingowym aniżeli faktem. Obecny stan rzeczy lepiej opisuje słowo „ewolucja” niż „rewolucja”. Wynika to z faktu, że większość rzeczy nie jest nowa, a jedynie wykorzystana w nowy, niespotykany dotąd sposób, bądź jest to zlepek wielu technik i technologii już bardzo dobrze znanych.

2.1. Gospodarka oparta na wiedzy (GOW)

Ważnym okresem ubiegłego wieku były lata 50., wtedy właśnie epoka przemysłowa ustępowała epoce, w której kluczowe znaczenie zaczęła mieć informacja. Sektor usług zaczął stanowić największą część PKB, zatrudniając tym samym największą liczbę pracowników. Taka zmiana spowodowała, że rolnictwo ma obecnie marginalne znaczenie w rozwoju gospodarki, a waga przemysłu w sposób trwały się obniża. Z punktu widzenia społeczeństwa takie zmiany stanowią silne podstawy do nazywania go społeczeństwem postindustrialnym lub informacyjnym. Należy także zaznaczyć charakter zmian zachodzących między poszczególnymi epokami dziejów. Pierwsza rewolucja techniczna dała możliwość zwielokrotnienia siły fizycznej, jaką dysponował człowiek. Kolejna spowodowała zwiększenie możliwości umysłowych. Natomiast ta, która zachodzi obecnie, nosi miano postindustrialnej – najważniejszą rolę odgrywa w niej posiadanie wiedzy oraz informacji. Dzięki temu podstawowe zajęcia rozwojowe są związane ze zwiększeniem możliwości dostępu, magazynowania, przetwarzania i przesyłania informacji oraz globalizacji przedsięwzięć ściśle powiązanych z siecią Internet (Borcuch 2010).

Pojęcie gospodarki opartej na wiedzy (*knowledge-based economy*) w literaturze światowej pojawiło się stosunkowo niedawno. Jednak w miarę rozważań na temat tego zjawiska poświęca się mu coraz więcej czasu. Odnosząc się do powszechnych już

opinii, można zauważyć, że rola wiedzy w gospodarce jest bardzo prosta i sprowadza się do tego, że wiedza ma być podstawowym filarem rozwoju. Poziom wiedzy oraz stopień wpływu wiedzy na procesy zachodzące w gospodarce uznawane są zatem za podstawowe czynniki, które mogą wpływać na wzrost produktywności innych tradycyjnie rozumianych czynników wytwórczych, takich jak ziemia, praca oraz kapitał. Wiedza nie wpływa jedynie na sam wzrost ich produktywności, ale także na tempo tego wzrostu. W krajach określanych mianem rozwiniętych gospodarczo wiedza nie jest jedynie filarem wzrostu, ale największym atutem mającym pomóc w osiągnięciu najwyższego poziomu nowoczesności, wysokiej jakości oraz szczególnych walorów dóbr i usług wytwarzanych w gospodarce narodowej. Może być zatem określana również jako pewna forma ubezpieczenia przed nasilającą się konkurencją ze strony innych producentów (Prowit 2001).

Współcześnie na naszym globie można zaobserwować znaczący wzrost zdolności tworzenia oraz wdrażania nowoczesnych rozwiązań technicznych, technologicznych, menedżerskich czy organizacyjnych. Zmiany wynikające z szybkiego tempa rozwoju technologii można zatem zaobserwować w wielu aspektach życia społeczno-gospodarczego. Coraz większe znaczenie w rozwoju poszczególnych państw ma posiadana przez nie wiedza. Wiedza stanowi obecnie kluczową determinantę rozwoju potencjału intelektualnego państw, a przez niektóre z nich jest traktowana jako nowy zasób gospodarki o znaczeniu wręcz strategicznym. Powód tak wysokiej oceny tego czynnika staje się jasny, gdy zestawia się go z innymi czynnikami wytwórczymi. Ziemia, praca oraz kapitał to czynniki, które ulegają zużyciu. Wiedza natomiast jest czynnikiem niezużywalnym, a wręcz przeciwnie – jej użycie oraz zgłębianie może spowodować wzrost jej wartości i znaczenia. Wiedza jako czynnik wytwórczy, stanowiąca potencjał intelektualny kraju jako wytwórcy dóbr i usług, jest także czynnikiem łatwo dostępnym. Każdy człowiek może ją nabyć, przekazać lub zgłębiać. Gospodarki opierające się na wcześniej eksploatowanych przez siebie czynnikach wytwórczych zaczynają bazować również na wiedzy, którą pozyskują, kumulują, przetwarzają oraz dystrybuują jako nowy czynnik wytwórczy. Jeżeli w ten sposób spojrzycie na wartość wiedzy, można stwierdzić, że dzięki niej powstaje nowy porządek gospodarczy – gospodarka oparta na wiedzy (Śliwińska, Dewalska-Opitek 2006).

2.1.1. Cechy gospodarki opartej na wiedzy

Jedną z ważniejszych cech gospodarki opartej na wiedzy jest szybki rozwój dziedzin powiązanych z przetwarzaniem informacji oraz rozwojem nauki. Jednym ze sposobów opisanie tych sfer życia gospodarczego jest określenie pięciu najbardziej kluczowych obszarów związanych z tworzeniem się gospodarki opartej na wiedzy (Karpiński 2003), którymi są:

- nauka oraz zaplecze dla rozwoju badań prowadzonych dla biznesu,
- edukacja, z wyróżnieniem szkolnictwa wyższego,
- przemysł wysokiej techniki w branżach: energii odnawialnej, farmaceutycznej, komputerowej, paliw nuklearnych, biotechnologii, sprzętu lotniczego i kosmicznego,
- usługi biznesowe świadczone przez inne dziedziny nauki (prawne, księgowo-architektoniczne, geologiczne, techniczne i inżynieryjne),
- sektor technologii informacyjnych, w skład którego wchodzi głównie usługi: komputerowe, obliczeniowe, związane z oprogramowaniem, informacji elektronicznej, multimedialne oraz telekomunikacyjne.

Do niedawna największe znaczenie przypisywano wiedzy kodyfikowanej, która spisana i wyrażana jest za pomocą języka sformalizowanego. Głównym źródłem tej wiedzy są instytucje badawcze i naukowe, za jej przekazywanie natomiast odpowiadają jednostki edukacyjne. Wiedza ta gromadzona jest w wielu publikacjach naukowych, książkach oraz czasopismach. Inną cechą tego rodzaju wiedzy jest jej powszechna jawność oraz dostępność. Jednak wiedza jawna, kodyfikowana i kognitywna to jedynie część wiedzy będącej w posiadaniu ludzkości. Do uzyskania efektów rynkowych nie wystarczy wykorzystanie jedynie tej części wiedzy oraz czynników materialnych. Drugą częścią wiedzy jest wiedza niekodyfikowana, niewypowiedziana powszechnie, która tkwi w umyśle ludzkim i posiadanych przez ludzi umiejętnościach, talentach czy doświadczeniach. Ta część wiedzy jest ściśle powiązana z wiedzą kodyfikowaną, ponieważ pozwala na sprawniejsze i bardziej efektywne wykorzystanie wiedzy kodyfikowanej. Wiedza niekodyfikowana to wiedza, którą posiadają i gromadzą eksperci w postaci swojego doświadczenia. Należy przy tym zaznaczyć, że dostęp do takiej wiedzy jest ograniczony, a więc jej transfer społeczny jest utrudniony. Wiedza taka obejmuje określone zdolności oraz umiejętności realizacji ściśle określonych zadań, dając jednocześnie łatwą możliwość identyfikacji osób będących ekspertami w danej dziedzinie. Typ wiedzy niekodyfikowanej jest zatem trudny do jednoznacznego usystematyzowania, rozpowszechnienia lub nawet zmierzenia. Wiedza niekodyfikowana jest nieoceniona

przy tworzeniu innowacyjnych rozwiązań wysokiej technologii i nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych, a to właśnie te elementy stanowią podstawę tworzenia nowej gospodarki opartej na wiedzy (Kukuła 2003). Występowanie tych dwóch rodzajów wiedzy jest kolejną z cech charakterystycznych gospodarki opartej na wiedzy.

2.1.2. Płaszczyzny interpretacji gospodarki opartej na wiedzy a logistyka informacji

Interpretacja i sens pojęcia gospodarki opartej na wiedzy oraz jego znaczenie dla współczesnej gospodarki i świata w literaturze analizowane są zwykle w różnych kontekstach. Wśród różnych ujęć autorzy chcieliby przywołać trzy spośród nich. W zamyśle pozwolą one zwrócić uwagę na ich różnorodność, ale jednocześnie zobrazują wzajemne współzależności odnoszące się do rozpatrywanej problematyki. Najważniejszy w opinii autorów jest kontekst, w którym uwagę ogniskuje się na sferze współczesnych przemian technologicznych i spektrum ich późniejszych następstw. W tej metodzie interpretacji gospodarki opartej na wiedzy szczególną uwagę zwraca się na technologie związane z procesami informacyjnymi oraz procesami odnoszonymi się do łączności. Kluczowe znaczenie rozwoju technologii dotyczących informacji i łączności wiąże się przede wszystkim z ich funkcjami, które należy wyróżnić. Narzędzia odpowiedzialne za pozyskiwanie, magazynowanie, dystrybucję i przetwarzanie danych są swego rodzaju katalizatorem licznych przemian wtórnych. Wpływają one nie tylko na dalszy rozwój branż czy sektorów związanych z technologiami informacyjnymi, ale także dynamizują rozwój innych dziedzin wiedzy oraz umiejętności. Szczególnie znaczenie mają zatem współczesne osiągnięcia technologii informacyjnych dające praktyczne możliwości w rozszerzeniu oraz przyspieszeniu rozwoju rozwiązań określanych jako innowacyjne. W wyniku zastosowania odpowiednich narzędzi informatycznych przedsiębiorstwa jednostki badawcze i naukowcy nie muszą przeprowadzać już czasochłonnych oraz kosztochłonnych prób empirycznych. Większość badań pozwalających ocenić i sprawdzić efektywność nowych rozwiązań można przeprowadzić obecnie za pomocą komputerowych symulacji, uwzględniając przy tym szerokie możliwości występowania zróżnicowanych warunków towarzyszących badaniu.

W kolejnym ujęciu autorzy odniosą się do kontekstu teoretyczno-metodycznego. Tu jedno z kluczowych znaczeń ma zmiana postrzegania oraz interpretowania wpływu człowieka na gospodarkę. Na przestrzeni lat pracownik wykorzystujący swoją siłę fizyczną do wspomagania procesów produkcyjnych zyskał atrybuty umysłowe, których wpływ zaczął być rozważany w kontekście jego wkładu w procesy społeczne,

gospodarcze oraz polityczne. Wśród funkcji gospodarczych człowiek zaczął być traktowany odmiennie w różnych sferach. Jego udział w gospodarce nie ogranicza się tylko do roli pracownika, jest on także aktywny jako przedsiębiorca oraz konsument. Jeśli chodzi o funkcję człowieka w życiu społeczno-politycznym, to zaczęto postrzegać go przez pryzmat jego przynależności do rodziny, a także innych organizacji społecznych lub politycznych. W tak przedstawionym ujęciu człowieka definiowanego przez jego atuty umysłowe, przynależności oraz rolę, jaką odgrywa w gospodarce, zaczęto coraz częściej rozszyfrowywać wcześniej stosowane w modelach klasycznych pewnego rodzaju uproszczenia nazywane „czarnymi skrzynkami”. Upraszczenie modeli przetwarzania wejść-nakładów na wyjścia-wyniki stało się coraz mniej dopuszczalne, głównie poprzez zauważenie złożoności zjawisk zachodzących w sferze otoczenia danej jednostki oraz wpływu, jakie wywiera ono na człowieka. W takiej sytuacji kluczowa była informacja o tym, co dzieje się w otoczeniu takiego człowieka. Informacja o środowisku musi być zatem aktualna, wyczerpująca oraz w późniejszym czasie odpowiednio opisana i wykorzystana. Istotne zatem stało się badanie procesów informacyjnych, decyzyjnych, wartościujących, motywacyjnych oraz ich wartości ekonomicznej. Tak zmieniony kierunek badań nad rzeczywistością gospodarczą sprzężony był z innymi wielkimi zmianami w technologii wytwarzania urządzeń, technologii oprogramowań wspierających decyzje oraz technologii informacyjnych wspierających organizację pracy i projektowanie procesów związanych z pozyskiwaniem, gromadzeniem oraz przetwarzaniem informacji. Dzięki rozwojowi nauki, poznaniu otoczenia człowieka oraz rozwojowi technologii informacyjnych przedsiębiorstwa mogą sprostać coraz to trudniejszym problemom informacyjno-decyzyjnym, zwiększać swoją sprawność oraz obniżyć koszty jednostkowe swojej działalności (Prowit 2001).

Ostatnią formą rozważań nad pojęciem gospodarki opartej na wiedzy może być ujęcie historyczno-porównawcze. W tej metodzie należy skupić uwagę na wcześniej stosowanych metodach opisu wiedzy jako elementu gospodarki. Należy przede wszystkim podkreślić, że nowe cechy nadane przez współczesną sytuację powodują zmianę spojrzenia na wiedzę. Obecnie można zauważyć znacznie silniejszą ekspansję „sektora wiedzy”. Pierwszym tego przejawem może być zwiększający się udział efektów pracy wykonywanej przez człowieka, który wytwarza informacje, używa ich i je dystrybuuje. Kolejnym jest istotna zmiana użytkowanych typów technologii, które coraz częściej skupiają swoją uwagę na zasobie niematerialnym, jakim jest informacja. Ostatecznie należy podkreślić znaczący wzrost tempa zmian na rynku, do których to właśnie przedsiębiorstwa powinny się dostosowywać, używając coraz to szybciej rozwijających się technologii informacyjnych. Ostatnią cechą przemawiającą za historyczną zmianą

w postrzeganiu wiedzy jest połączenie rozszerzenia wpływów wiedzy w gospodarce z równie silnie postępującym procesem globalizacji. Związek tych dwóch zjawisk jest szczególnie silny ze względu na to, jak dużą rolę odgrywają rewolucyjne osiągnięcia technologii informacyjnych w obecnej bardzo zaawansowanej fazie procesu globalizacji. Zmiany technologiczne, które ułatwiły integrację, nadały procesowi globalizacji szczególnych cech. Proces globalizacji znacząco zmniejszył znaczenie odległości geograficznej w gospodarowaniu dobrami fizycznymi. Procesy związane ze zwiększeniem znaczenia wiedzy w gospodarowaniu, które w znaczącej mierze wynikają z postępu technologii informatycznych, pozwoliły na szybszą odpowiedź na zmieniające się warunki zarówno w sferze gospodarczej, jak i społecznej, odnoszącej się do kultury czy stosunków międzyludzkich (Prowit 2001).

Inną perspektywą spojrzenia na gospodarkę opartą na wiedzy jest zasięg jej rozpatrywania. W tym przypadku możemy wyróżnić ujęcie makroekonomiczne oraz mikroekonomiczne. W ujęciu makroekonomicznym GOW definiowana jest jako gospodarka, w której zachodzi szybki rozwój dyscyplin bezpośrednio związanych z przetwarzaniem wiedzy oraz nauką. Taki rozwój przekłada się także na dynamizm rozwoju przemysłu technologii informacyjnych oraz tworzenie się społeczeństwa informacyjnego. Podstawą rozwoju gospodarki opartej na wiedzy w skali makro jest zatem znaczący rozwój technik informacyjnych i telekomunikacyjnych służących do gromadzenia, magazynowania, przetwarzania i przesyłania informacji. W ujęciu mikroekonomicznym GOW jest gospodarką, w której swoją działalność prowadzi duża liczba przedsiębiorstw. Przedsiębiorstwa swoją przewagę konkurencyjną opierają na posiadanej przez siebie wiedzy czy zgromadzonych informacjach. Wiedza jest zatem trudnym do poznania oraz skopiowania dobrem firmy. Wiedza w ujęciu mikroekonomicznym będzie w tym przypadku rozumiana jako suma wszelkich informacji, których nie posiadają oraz nie potrafią spożytkować konkurenci rynkowi (Karpicz, Łabęcka, Sidor 2006).

W każdej z zaprezentowanych przez autorów płaszczyzn można zauważyć silną rolę informacji będącej jednym z podstawowych nośników wiedzy. W związku z tym kluczową kwestią staje się także sprawne, efektywne i korzystne dysponowanie danymi, informacjami i wiedzą, co wchodzi w bezpośredni zakres działań związanych z logistyką informacji. Dzięki nastaniu gospodarki opartej na wiedzy przełomowe zmiany nastąpiły także w strukturach i metodach postępowania wewnątrz przedsiębiorstw. Zmiany technologiczne nie dotyczą w tym przypadku jedynie metod pozyskiwania i redystrybucji wiedzy, ale także przekształceń w sposobach produkcji oraz dystrybucji towarów czy nawet modelu, w jakim zorganizowane jest przedsiębiorstwo. Część firm

zaczęła stosować nowe rozwiązania opierające się na technologiach informacyjnych. Podstawą takiego modelu działań stał się postulat możliwie jak największej elastyczności wewnętrznej organizacji, która miałaby dostosowywać się do potrzeb klienta oraz odpowiednio kształtować relacje tworzące się na styku klient – producent. Elektroniczne systemy dające możliwość kontroli przepływów zasobów, materiałów oraz komponentów będących w posiadaniu firmy pozwoliły w znaczący sposób zredukować wcześniejsze ograniczenia w dostępie do energii lub niezbędnych zasobów. Kluczowa stała się także możliwość częściowej automatyzacji działań produkcyjnych, która umożliwiła również wysoki stopień dywersyfikacji działań produkcyjnych. Innymi słowy, technologie informacyjne, na których zbudowano nowoczesne systemy odpowiedzialne za kontrolę przepływu zasobów przedsiębiorstwa, dały możliwość szybkiego i tańszego podejmowania działań będących odpowiedzią na ciągle zmieniające się potrzeby rynku (Rogowska 2013).

2.2. Globalizacja procesem przyczyniającym się do rozwoju koncepcji Gospodarki 4.0

2.2.1. Fazy procesu globalizacji

Przyjmując, że jedną z głównych cech procesu globalizacji jest przekroczenie pewnego poziomu współzależności rozwojowej, pierwszą fazę globalizacji można datować na koniec XIX wieku. Zróżnicowanie cen między rynkami dostawców a rynkami odbiorców oraz utrudniona synchronizacja cykli koniunkturalnych, w szczególności w handlu morskim, występowały jako konsekwencja wysokich kosztów transportu. W tej fazie globalizacji największe znaczenie odgrywał wzrost eksportu kapitału. Kapitał generowany głównie przez kraje europejskie był eksportowany do Regionów Nowego Osadnictwa w formie inwestycji portfelowych. Pieniądze z inwestycji przeznaczane były przede wszystkim na budowę nowej infrastruktury. Kolejną cechą charakterystyczną tej fazy globalizacji była odrębność kulturowa pomiędzy krajami Europy a innymi krajami rozwijającymi się w innych regionach świata. Można zatem mówić o swego rodzaju regionalizacji Europy, która poprzez związki ekonomiczne, polityczne oraz postęp w dziedzinie transportu wpływała na inne kraje od niej ekonomicznie uzależnione. Przykładem może być tu szeroki zasięg wpływu Wielkiej Brytanii na kraje od niej geograficznie oddalone, takie jak Australia, Argentyna, Nowa Zelandia, Stany Zjednoczone. Szczególnie w XIX wieku kraje te nie miały alternatywnego wsparcia

w rozwoju. Handel, który najsilniej rozwijał się w początkowej fazie globalizacji, był handlem wewnątrzregionalnym i miał zdecydowanie większe znaczenie niż handel światowy. Faza pierwsza globalizacji zakończyła się wraz z wybuchem I wojny światowej.

Druga faza globalizacji trwała mniej więcej od zakończenia II wojny światowej do lat 80. XX wieku. Okres ten to głównie ekspansja wpływów korporacji o charakterze transnarodowym, próby eliminowania polityki protekcyjnej oraz niwelowania skutków dezintegracji gospodarki światowej, jaka nastąpiła w okresie międzywojennym. Jest to także okres, w którym kluczowe znaczenie odgrywają organizacje międzynarodowe, gospodarcze, kulturalne oraz zawiązane paktów wojskowe. Bardzo znaczące w tej fazie było przejście Europy Zachodniej oraz Stanów Zjednoczonych na pozycje głównych importerów netto z krajów niebędących krajami Regionów Nowego Osadnictwa. Jednak swój wpływ miała także silna moda na realizowanie modeli socjalizmów narodowych, przypisująca wartościom lokalnym niewspółmierne znaczenie w stosunku do rzeczywistej roli, jaką mogły odegrać w rozwoju poszczególnych gospodarek. Kraje południowe będące w znacznej części dawnymi koloniami krajów północy po uzyskaniu przez siebie niepodległości odrzucały wszystko, co na nowo mogło je uzależnić od byłych metropolii. Na arenie globalnej gospodarka tego okresu była nadal bardzo silnie europocentryczna. Główną rolę organizatora wymiany handlowej odgrywała cywilizacja europejska (Lubbe 2010).

Początek trwającej do dnia dzisiejszego trzeciej fazy procesu globalizacji datuje się na połowę lat 80. XX wieku, a samo pojęcie powstało w celu określenia skutków głębokich przeobrażeń w gospodarce światowej, które miały być wynikiem liberalizacji stosunków gospodarczych, zmniejszania się roli państwa w gospodarce, internacjonalizacji kapitału, rewolucji informacyjnej oraz wzrostu znaczenia międzynarodowych korporacji. Globalizacja początkowo była utożsamiana głównie z propagowaniem oraz upowszechnianiem się konsumenckiego modelu życiowego. Jednak wraz z postępowaniem procesów globalizacyjnych zaczęto analizować ten problem w wielu innych aspektach, włączając w to płaszczyzny związane z gospodarką, np. naukowe, prawne, kulturowe, społeczne, polityczne oraz wiele innych. Lata 80. XX wieku to widoczny proces podziału sił w gospodarce światowej. To właśnie w tym okresie Stany Zjednoczone przestały dominować na rynkach globalnych. Chińska Republika Ludowa zadeklarowała chęć otwarcia swojej gospodarki na rynki światowe. Bardzo silnie zwiększała swoje wpływy także Europejska Wspólnota Gospodarcza, którą obecnie zastępuje Unia Europejska. Doszło zatem do sytuacji, w której gospodarka światowa miała już nie jednego, a kilku bardzo silnych graczy. Trzy główne centra gospodarcze, czyli USA, ChRL oraz EWG, utworzyły tzw. triadę gospodarek dominujących na rynkach światowych. Należy jednak

zwrócić uwagę na to, że w tożsamym okresie na terenach Azji swoją gospodarczą ekspansję obok Japonii rozpoczęły także tzw. tygrysy azjatyckie pierwszej generacji, czyli Tajwan, Korea Południowa, Hongkong oraz Singapur. Ważnym przejawem wzrostu siły konkurencyjnej korporacji transnarodowych w początkowym okresie globalizacji jest także fakt, że co roku na globalnym rynku demonstrowały one swoją siłę, będąc często nawet silniejszymi od gospodarek narodowych. Ich cechą charakterystyczną było to, że swoje towary produkowały jednocześnie w wielu krajach, sprzedając je konsumentom na całym świecie. Oprócz wzrostu znaczenia poszczególnych gospodarek narodowych na rynkach globalnych jedną z podstaw globalizacji ekonomiczno-społecznej jest także postęp technologiczny, który uczynił globalizację jeszcze bardziej widoczną oraz dał możliwość zwiększenia intensyfikacji tego procesu (Oziewicz 2012).

2.2.2. Różne podejścia do definiowania procesu globalizacji

Chcąc w pełni zdefiniować proces globalizacji, należy podejść do niego w sposób wielowymiarowy. Pierwsze i najbardziej powszechne podejście obejmuje analizę tego problemu w perspektywie ekonomiczno-politycznej. W ujęciu procesowym globalizacja jest długofalowym integrowaniem się gospodarek narodowych, rynków, przedsiębiorstw, branż, które zachodzi jako wynik intensyfikacji międzynarodowych powiązań handlowych, kooperacyjnych, instytucjonalnych oraz informacyjnych. Prowadzi to ostatecznie do zacieśniania współzależności identyfikowanych w gospodarce światowej (Zorska 2000). W ujęciu statycznym globalizacja określana jest natomiast jako pewien kolejny okres występujący w gospodarce światowej, którego cechą charakterystyczną jest znacząca integracja wielu różnorodnych podmiotów w jeden organizm z nowymi prawidłowościami zachowań jako całości. Status taki oznacza pełną globalizację, w której ograniczenia pomiędzy gospodarkami narodowymi praktycznie nie występują. Brak także przejawów jakiegokolwiek dyskryminacji, a nowy całościowy organizm posiadać ma wspólną jurysdykcję. Dojście jednak do takiego stanu w ocenie autorów jest nierealne, dlatego też lepiej uwagę skupić na uchwyceniu aktualnego stopnia globalizacji świata (Oziewicz 2012).

Kolejną definicją globalizacji jest sformułowanie, zgodnie z którym związane z nią procesy mają przyczynić się do integracji krajowych i regionalnych rynków, jednocześnie prowadząc do powstania jednego globalnego rynku kapitału, towarów i usług. To podejście także uwypukla pogłębianie się i poszerzanie transgranicznych współzależności, które zachodzą pomiędzy rynkami, krajami, przedsiębiorstwami i społeczeństwami

(Liberska 2002). Proces globalizacji prowadzi do sytuacji, w której świat staje się jednym globalnym rynkiem. Dzięki temu dobra, usługi, praca i kapitał podlegają obrotowi w skali światowej. Kluczowy jest także przepływ informacji naukowej, która przepływa swobodnie pomiędzy związanymi ze sobą krajami (Black 2008).

Kompletność definicji, które kładą nacisk w głównej mierze na rosnący wzrost mobilności czynników wytwórczych oraz towarzyszącą temu procesowi wielostronną liberalizację handlu może budzić pewne wątpliwości. Wszystkie one mówią o procesie, który dotyczy poszczególnych państw i regionów w tym samym stopniu. Jednak należy wziąć tutaj pod uwagę specyfikę lokalnych uwarunkowań społecznych, historycznych oraz geograficznych. Zatem trzeba zwrócić uwagę na to, że procesy te mogą przybliżyć do siebie kraje, gospodarki, społeczności o podobnym poziomie rozwoju, co nie musi, ale może doprowadzić do pewnego rozwarstwienia i zwiększania się różnic pomiędzy „subsystemami” gospodarki globalnej, które różnią się od siebie poziomem rozwoju i zamożności społeczeństw (Ziewiec 2012). Dobrym uzupełnieniem w definiowaniu pojęcia globalizacji będzie uwzględnienie nauk społecznych. Współcześnie w związku ze zidentyfikowaniem i silnym postępowaniem procesu globalizacji nauki społeczne sformułowały wiele fundamentalnych definicji opisujących globalizację. Globalizacja to zespół procesów, które współorganizują wspólny świat. Dzięki procesowi globalizacji dochodzi do swego rodzaju implozji, w której największe znaczenie ma paradoksalnie eksplozja poszczególnych kultur, modeli życiowych, instytucji, przedsiębiorstw. Opisując procesy globalizacji, należy podjąć swoisty dyskurs na temat zachodzących zmian społecznych i gospodarczych. Zmiany te natomiast należy analizować w ujęciu globalnym na poziomie systemów społecznych, kulturowych oraz gospodarczych (Cynarski 2003). Perspektywa społeczno-kulturowa w większym stopniu zwraca uwagę na wzajemne przenikanie się dzisiejszych przemian. Uwzględnia ona przede wszystkim kluczowy wpływ rozwoju nowych technologii informacyjnych, mediów i innych środków masowego przekazu, odnosząc się jednocześnie do intensyfikacji kontaktów pomiędzy różnymi społeczeństwami. Jest zatem bardziej wrażliwa na sytuacje zachodzące w życiu codziennym ludzi.

Technologie informacyjne rozwijają się nieustannie, są ulepszane oraz modernizowane. Taki stan rzeczy pozwala na zwiększenie prędkości, z jaką we współczesnym świecie krąży informacja. Dzięki tym technologiom ludzie oddaleni o tysiące kilometrów mogą dzielić się informacjami oraz wiedzą o świecie. Społeczeństwa są na bieżąco informowane przez media i pracujących w nich dziennikarzy, którzy docierają do wielu ciekawostek, informacji z życia publicznego, politycznego czy gospodarczego. Globalizacja zatem może nie tylko zacierać różnice geograficzne, lecz generuje także ważne zmiany kulturowe.

Internacjonalizacja przedsiębiorstw doprowadziła do powstania bardzo silnych współzależności we współczesnej gospodarce światowej. Tym samym gospodarka światowa uległa procesowi globalizacji i przestała być grupą autonomicznych gospodarek narodowych, a stała się scalonym rynkiem powiązanim przez inwestycje, technologię oraz produkcję dóbr i usług. Globalizacja jest również w głównej mierze następstwem postępu technologicznego, przejawiającego się m.in. wzrostem w transgranicznej wymianie handlowej, międzynarodowych przepływach kapitału oraz podaży produktów i usług. W konsekwencji efekty globalizacji można zauważyć w różnych dziedzinach życia. Zjawisko to wiąże się bezpośrednio z umiędzynarodowieniem działalności gospodarczej, więc siłą rzeczy dotyka dziedziny z nią związane, takie jak: finanse, uregulowania prawne, strategie rynków i konkurencji, konsumpcji oraz rozwoju technologii (Sporek 2012).

Zdaniem autorów najważniejsze jest jednak uchwycenie najbardziej charakterystycznych cech i zjawisk, które umożliwiłyby najbardziej kompletne ujęcie teoretyczne tego zjawiska. Cechy globalizacji mają charakter wielowymiarowy, złożony oraz wielowątkowy. Cechami oraz zjawiskami szczególnymi dla procesu globalizacji, które jednocześnie mogłyby stanowić swego rodzaju elementy składowe jego definicji (Krauz-Mozer, Borowiec 2008), są:

- powiązanie z ekspansywnym rozwijaniem się nowoczesnych formacji społecznych,
- intensyfikacja stosunków społecznych, które mają zasięg światowy, łączenie lokalnych wydarzeń oraz wzajemne oddziaływanie społeczności oddalonych od siebie wiele tysięcy kilometrów,
- przekraczanie granic oraz silne wzajemne powiązania zachodzące pomiędzy procesami społecznymi, ekonomicznymi, kulturowymi, geograficznymi, o zasięgu globalnym,
- dyfuzja towarów, kapitału, informacji, usług, technologii oraz ludzi pomiędzy państwami,
- „kurczenie się świata”, w którym kompresja świata związana jest z rozwojem środków komunikacji i komunikowania przy jednoczesnym wzroście świadomości, że świat stanowi jedną całość,
- ambiwalentny charakter tego postępującego procesu, który z jednej strony jest postrzegany jako źródło problemów współczesnego świata, a z drugiej jest traktowany jako rozwiązanie pojawiających się obecnie problemów,
- brak dążenia do uniwersalizacji zmierzający do wzmocnienia poczucia całościowości stosunków zachodzących między systemami społecznymi, państwami, grupami oraz poszczególnymi jednostkami.

Do jakościowych cech globalizacji należy zaliczyć:

- kompleksowość zjawiska,
- redefiniowanie znaczenia państwa,
- wykształcenie się nowego, czwartego sektora gospodarki,
- intensyfikację świadomości o świecie jako o globalnej całości oraz powiązaną z tym odpowiedzialność,
- powstawanie gospodarki globalnej opartej na wiedzy.

Jako najbardziej znaczącą cechę autorzy chcą wyróżnić kurczenie się czasu i przestrzeni, co wynika z ciągle postępującej rewolucji technologicznej i kolejnych postępów naukowo-technicznych. Kompresja czasu i przestrzeni następuje dzięki spadkowi kosztów transportu oraz zwiększeniu możliwości komunikowania się i obniżeniu jego kosztów, co również jest wynikiem rewolucji informacyjnej i telekomunikacyjnej (Oziewicz 2012).

Nie są to jednak wszystkie zjawiska i płaszczyzny, na których widać zmiany związane z postępującym procesem globalizacji. Globalizacja najwyraźniej widoczna jest w sferach: społecznej, informacyjnej, psychologicznej, technologicznej, politycznej, demograficznej, militarnej i kulturowej. Obejmuje ona zatem wszystkie zjawiska społeczne, które można zaobserwować w czasie przekształceń prowadzących do powstania światowego systemu ekonomicznego oraz tworzenia nowych technologii (Krauz-Mozer, Borowiec 2008). Procesy mające wpływ na rozwój społeczno-gospodarczy są coraz bardziej uwarunkowane szeregiem współlistniejących i mających na siebie wzajemny wpływ czynników o charakterze niematerialnym. Do najistotniejszych należą obecnie: wiedza, umiejętności, kreatywność człowieka oraz innowacyjność, stanowiąc jednocześnie elementarne filary gospodarki opartej na wiedzy. W konsekwencji państwa, regiony czy przedsiębiorstwa, które charakteryzują się najlepszym tempem generowania oraz implementacji wiedzy, są jednostkami, które jednocześnie cechuje najszybsze tempo ich wzrostu. Efektem współlistnienia procesów globalizacji i dematerializacji czynników odpowiedzialnych za rozwój współczesnych podmiotów gospodarczych jest dywergencja. Zauważyć ją można przede wszystkim w trakcie porównania sytuacji regionów, które nie potrafią w pełni wykorzystać posiadanych przez siebie zasobów, i tych, które lepiej odpowiadają na współczesne uwarunkowania rozwoju przy wykorzystaniu dóbr niematerialnych, jakim są wiedza czy posiadane informacje (Rogowska 2013).

Opisując współczesną gospodarkę, należy zauważyć, że w tym samym okresie, kiedy można mówić o kształtowaniu się gospodarki opartej na wiedzy, swoją znaczącą pozycję oraz najdynamiczniejszy rozwój przeszedł proces powszechnie określany jako

globalizacja. Można więc przyjąć, że pomiędzy tymi dwoma zjawiskami dochodzi do pewnego rodzaju sprzężenia zwrotnego. Modernizacja współcześnie działających już gospodarek odbywa się głównie poprzez rozwój nowych technologii, zwiększenie udziału wysoko wykwalifikowanych kadr w ogólnym przekroju społeczeństwa lub rozwoju nowych gałęzi produkcji. Rozwój gospodarki opartej na wiedzy ma zatem także fundamentalne znaczenie dla długofalowego i postępującego w sposób trwały procesu globalizacji (Korenik 2013).

Współcześnie w sposób wyraźny możemy zidentyfikować znaczącą zmianę w organizacji gospodarki światowej. Zmiana ta wynika z trzech zachodzących jednocześnie zjawisk, które mają charakter powszechny. Pierwszym z nich jest trwająca nieustannie rewolucja technologiczna, która jest budowana na podstawie nowoczesnych rozwiązań w dziedzinie technologii informatycznych. Drugim ze zjawisk, jakie można zaobserwować, jest formowanie się gospodarki globalnej. Trzecim zjawiskiem jest zmiana modelu rozwojowego państw, które z gospodarki przemysłowej lub postprzemysłowej stają się gospodarkami opierającymi swój rozwój na wiedzy. Naturalnie nie każda z gospodarek narodowych poszczególnych państw podlega takim przemianom w tym samym stopniu czy tempie. W skali globu możemy mówić o kilku rdzeniach tej trzyaspektowej transformacji gospodarek. Najsilniej jednak różnice da się zidentyfikować na poziomie poszczególnych regionów świata. Tak przedstawione procesy odpowiedzialne za kształtowanie się współczesnej gospodarki mają charakter nieuchronny, a więc wyznaczają nowe, dynamicznie zmieniające się uwarunkowania makroekonomiczne działalności przedsiębiorstw. Natomiast przedsiębiorstwa odgrywające kluczową rolę w swoich regionach są niejako przewodnikiem tych zmian zachodzących na rynku globalnym i przenoszą je na mniejsze regiony swoich działań (Olechnicka 2000).

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy oraz metod pozyskiwania, gromadzenia, magazynowania i przetwarzania informacji to jedne z bardziej kluczowych zmian w postrzeganiu kształtowania i rozwoju gospodarek współczesnego świata. Sam proces tworzenia się gospodarki opierającej się na zasobie, którym jest informacja, polega na stopniowym przechodzeniu z gospodarki materiałochłonnej do gospodarki opierającej się na zasobach niematerialnych, takich jak wiedza czy informacja. W efekcie takiego zjawiska wcześniejsze konkurowanie państw oraz regionów opierające się na posiadaniu określonych zasobów materialnych jest zastępowane konkurencją w dziedzinie zasobów niematerialnych, spośród których najważniejszym jest wiedza związana z osiągnięciami nowoczesnych badań naukowych. Taki stan rzeczy może sugerować, że to nie położenie geograficzne, z którym związane jest posiadanie określonych złóż, a ludzki potencjał intelektualny, sfera edukacji, nauki i badań czy innowacje będą napędzać rozwój

nowoczesnych gospodarek. Transformacja materiałochłonnych gospodarek w „nowe” gospodarki, opierające swój rozwój na informacji, wiedzy oraz badaniach naukowych i technologii, staje się zatem w obecnych czasach jednym z kluczowych wyzwań dla państw czy nawet całych regionów, które za cel postawiły sobie osiągnięcie wysokiego poziomu społeczno-gospodarczego, będąc jednocześnie jednostkami konkurencyjnymi w skali gospodarki światowej (Kukuła 2003).

2.3. Społeczeństwo informacyjne jako społeczeństwo Gospodarki 4.0

Procesy globalizacji, wpływając na gospodarkę światową, napędzają także rozprzestrzenianie się innowacji technologicznych. Powiązania pomiędzy handlem dobrami z sektora wysokich technologii a koniecznością podejmowania działań w celu rozszerzania narodowych zdolności technologicznych powodują swego rodzaju sprzężenie zwrotne. Wewnętrzne zdolności technologiczne upowszechniane za pośrednictwem globalizacji wpływają także na eksport towarów wysokiej techniki, zmieniający lokalną użyteczność stosowanych technologii. Globalizacja może być zatem definiowana jako jedna z głównych przyczyn kształtowania się nowej gospodarki, w której większe znaczenie mają usługi oraz czynniki produkcyjne o charakterze niematerialnym. Sprzyja to także zwiększeniu zatrudnienia w sektorach, gdzie najistotniejsza jest wiedza, powiązanych z nowoczesnymi technologiami informacyjnymi oraz telekomunikacyjnymi. Dzięki procesom globalizacji oraz rozprzestrzeniającym się dzięki niej najnowszym technologiom informacyjnym można zauważyć także tworzenie się nowego nurtu w rozwoju społeczeństwa. Wiedza staje się najważniejszym czynnikiem produkcyjnym, a jej uosobieniem staje się pracownik posiadający odpowiednie wykształcenie, doświadczenie oraz umiejętności, co może prowadzić do zjawiska kształtowania się społeczeństwa informacyjnego (Korenik 2013).

W obecnej fazie rozwoju społeczno-gospodarczego, w której można mówić o kształtowaniu się społeczeństwa informacyjnego, szczególną rolę odgrywa wiedza, która bardzo często stanowi podstawę funkcjonowania oraz rozwoju współczesnej gospodarki. W tak przedstawionych nowych warunkach naturalnym zjawiskiem jest to, że tradycyjne i dotychczas podstawowe czynniki produkcji, takie jak ziemia, kapitał, niżej wykwalifikowany czynnik pracy, tracą na swoim znaczeniu. Zyskują przy tym natomiast zasoby wiedzy związanej z rozwojem technologicznym, które stają się niezbędne w procesie produkcji. Kolejnym aspektem, który zyskuje na znaczeniu, jest przedsiębiorczość, a więc także innowacyjność (Rachwał 2013).

Przywołany wcześniej termin „gospodarka oparta na wiedzy” w sposób pośredni nawiązuje także do koncepcji społeczeństwa informacyjnego oraz znanej powszechnie teorii fal technologicznych Alвина Tofflera. Według jej wykładni współczesną gospodarkę określilibyśmy jako poprzemysłową, należącą do gospodarek trzeciej fali. To właśnie w gospodarkach określanym takim mianem kluczowe znaczenie odgrywają informacja oraz wiedza. Zmiana postrzegania wagi czynników kształtujących gospodarkę spowodowana jest głównie postępującą rewolucją technologiczną, w której efekcie powstać mogły liczne technologie informatyczne. Kolejnym z czynników wpływających na wzrost znaczenia czynnika informacji oraz wiedzy jest postępujący proces globalizacji, który prowadzi do tworzenia się tzw. gospodarki globalnej, czy coraz silniejsze procesy prowadzące do powiązania współczesnej gospodarki z nauką (Kukuła 2003).

W procesach kształtowania i późniejszego rozwoju wiedzy i jej weryfikacji poprzez różnego rodzaju prace badawcze powstają nowe, czasem wręcz przełomowe technologie oraz produkty będące skutkiem ich rozwoju. Kumulowanie i stały rozwój wiedzy to podstawowe warunki tworzenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Muszą one jednak zostać odkryte przez odpowiednio wykształconego człowieka. Człowiek ten natomiast musi się znaleźć uprzednio w odpowiednio zorganizowanym systemie edukacyjnym, który da mu odpowiednie narzędzia i pozwoli wykształcić w sobie niezbędne umiejętności. Do tworzenia wiedzy i powstawania dzięki niej nowych technologii niezbędne są również takie czynniki, jak odpowiednia infrastruktura naukowa i badawcza oraz zagwarantowanie dostępu do odpowiednich zasobów wiedzy (Zioło 2008).

Wiedza od zawsze stanowiła jeden z elementarnych czynników niezbędnych do rozwoju. Dziś jednak w sposób szczególny podkreśla się jej znaczenie w ciągle trwających procesach przeobrażeń gospodarki. W historii można wskazać okresy charakteryzujące się znaczącą dynamiką przeobrażeń, jednak to właśnie teraz najsilniej wzrasta potrzeba kumulacji, posiadania wiedzy oraz podejmowania decyzji na podstawie konkretnych danych. Współczesne procesy przyczyniające się do zjawiska powszechnie określanego rozwojem pozwalają na zbieranie danych, przyswajanie informacji, tworzenie oraz wykorzystanie ekspertyz w znacznie szybszym tempie i po znacznie niższych kosztach niż w minionych czasach. Należy także zwrócić uwagę na to, że ilość gromadzonej, przetwarzanej oraz analizowanej wiedzy (danych, informacji) przybrała obecnie niespotykane dużą skalę. Jednak kluczowym aspektem jest powód takiego zjawiska. Dlaczego to właśnie dziś możemy pozwolić sobie na taką skalę działań w sferze posiadania wiedzy? To postęp technologiczny, który już w drugiej połowie XX wieku dał ludziom możliwość kumulowania, transmisji oraz przechowywania danych dzięki

znaczącemu rozwojowi technik informacyjnych oraz komputerowych, pozwala osiągać ludzkości tak dobrą wydajność w aspekcie zarządzania wiedzą (Rogowska 2013).

Społeczeństwo informacyjne to termin, który pojawił się po okresie postindustrialnym. Wraz z postępem technologicznym wzrosło indywidualne zapotrzebowanie na elektronikę oraz komputery osobiste. Główną przyczyną rozwoju takiego modelu społeczeństwa jest zamiana kluczowej wartości czynników użytkowanych przy produkcji z tych mających charakter materialnych na te, które mają postać niematerialną, takich jak informacja i wiedza. Teorie odnoszące się do społeczeństwa informacyjnego bardzo szybko przekształciły się w formę wyraźnej doktryny o charakterze rewolucyjnym. Społeczeństwo wyposażone w satysfakcjonującą je ilość wiedzy oraz informacji zaczęło mieć poczucie wspólnotowości opartej na dobrowolności, demokracji uczestniczącej, poczuciu dostatku, ogólnej społecznej równości i psychicznym dobrobycie. Usprawnienia w przesyłaniu informacji, które mają szczególne znaczenie w kontaktach międzyludzkich, radykalnie otworzyły nowe horyzonty działalności, co doprowadziło do przekształcania wzorców kulturowych oraz dało szansę na osiągnięcie stanu równowagi ekonomicznej czy wzrost poczucia suwerenności. Tak postrzegana rola komputeryzacji oraz informacji cyfrowej zaczęła mieć fundamentalne znaczenie w rozwoju społeczeństwa postindustrialnego. Doktryna mówiąca o transformacji gospodarki i społeczeństwa w postać informacyjną opiera się na bardzo jasno sformułowanych stwierdzeniach. Świat przekształca się w sposób gwałtowny, a zmiany podobne są do tych, które towarzyszyły rewolucyjnej przemianie społeczeństwa rolnego w przemysłowe. Najważniejszymi zasobami nowo kształtującego się społeczeństwa są informacja oraz wiedza. Nadrzędną siłą napędową rozwoju staje się zatem postęp technologiczny związany z informacją oraz telekomunikacją. Transformacja gospodarcza i społeczna zachodzi na skalę globalną, a rewolucja informacyjna jest nieodwracalna i nie można jej powstrzymać (Barney 2004).

Według koncepcji społeczeństwa poprzemysłowego epoka nazywana postindustrialną charakteryzuje się bardzo dynamicznymi przemianami w sferze społeczno-gospodarczej. Zmiany te w sposób nieodwracalny przekształciły realia życia współczesnych społeczeństw. Głównym czynnikiem wpływającym na społeczeństwo stała się rewolucja technologiczna. Od połowy XX wieku rozpoczął się trwający po dziś dzień dynamiczny rozwój elektroniki użytkowej, komputerów i innych nowych technologii informatycznych. Na ten sam okres przypadł także czas powstania oraz późniejszego rozpowszechnienia się ogólnosiwiatowej sieci Internet, która w połączeniu z wcześniej wspomnianymi osiągnięciami technologicznymi sprawiła, że obecnie ludzie nie są w stanie wyobrazić sobie życia bez nieograniczonej wymiany

informacji czy wzajemnej komunikacji. Prawo do takiej swobody stało się wręcz jedną z podstawowych wartości, która wpisuje się obecnie do fundamentalnych praw jednostki (Kukuła 2003).

Informacja i wiedza odgrywały także swoją rolę na poprzednich etapach rozwoju społeczno-gospodarczego. W gospodarce nazywanej agrarną czy przemysłową informacja dotycząca np. miejsca dostępności surowców naturalnych, posunięć konkurentów oraz wiedza o nowych metodach produkcji lub metodach wdrożeń nowych rozwiązań naukowo-technologicznych tak jak i dziś dawały możliwość wydajniejszej produkcji lub sprawniejszej organizacji kapitału ludzkiego. Jednak to dziś znaczenie informacji urosło do rangi czynnika, który przyczynia się do swoistej zmiany cywilizacyjnej, czego przejawem może być sformułowanie takich pojęć, jak cywilizacja informacyjna czy społeczeństwo informacyjne (Olechnicka 2000).

W literaturze światowej występuje wiele określeń dotyczących społeczeństwa informacyjnego, takich jak: społeczeństwo sieciowe, społeczeństwo trzeciej fali oraz społeczeństwo postprzemysłowe. Za główne cechy takiego społeczeństwa uważa się (IBM, Community Development Foundation 1997):

- wysoki stopień wykorzystywania informacji w życiu codziennym przez większość społeczności, obywateli oraz organizacji,
- wykorzystywanie jednorodnej bądź wzajemnie kompatybilnej technologii informacyjnej na użytek prywatny, społeczny, edukacyjny lub podczas wykonywania działalności zawodowej,
- wykształcone umiejętności w przekazywaniu, odbieraniu, gromadzeniu, a także w sprawnej wymianie danych cyfrowych bez względu na dzielącą ludzi odległość.

Powyżej przedstawione cechy w sposób wyczerpujący opisują spostrzeżenia odnoszące się do społeczeństwa informacyjnego, jednak aby lepiej zrozumieć jego właściwości, należy także poznać charakter tych cech (Nowina-Konopka 2006):

- wytwarzanie informacji to cecha masowości generowania informacji przez społeczeństwo, to także masowe zapotrzebowanie na informację oraz masowy sposób jej wykorzystania,
- przechowywanie informacji należy rozumieć jako wykorzystywanie urządzeń technicznych, które dają możliwość praktycznie nieograniczonego magazynowania informacji,
- przekazywanie informacji to cecha opierająca się przede wszystkim na osiągnięciach rewolucji teleinformacyjnej, która umożliwia obecnie przekazywanie informacji bez konieczności uwzględnienia barier czasowo-przestrzennych, jednak przy jednoczesnym wymogu dostępu do sieci Internet,

- wykorzystywanie informacji to najistotniejsza z cech społeczeństwa informacyjnego, należy przez nią rozumieć pozyskiwanie informacji umieszczanych w sieci Internet przez wszystkie osoby tym zainteresowane, co daje wyraz powszechności i otwartości korzystania z sieci Internet jako nowego i już powszechnego źródła informacji i wiedzy.

Człowiek jako jednostka społeczno-gospodarcza postrzegany jest już nie tylko jako pracownik, ale także jako konsument. Jako pracownicy ludzie są elementem mechanizmów wytwórczych produktów i usług. Zarobki pracowników zależą w głównej mierze od poziomu ich wykształcenia oraz nabytego doświadczenia zawodowego. Pracując, zarabiają, a pozyskane pieniądze przeznaczają na dobra lub usługi napędzające konsumpcję, czego efektem jest również napędzanie gospodarki. W nowej epoce informacji pracownik powinien zatem posiadać wysokie kwalifikacje, odpowiednie wykształcenie oraz doświadczenie w stosunku do wykonywanej przez siebie pracy. Pracownik powinien być również osobą przedsiębiorczą i kreatywną, aby wymyślać coraz to nowe produkty czy usługi. Taka kreatywność ma zapewnić zainteresowanie klientów i pozwolić przedsiębiorstwu osiągnąć przewagę konkurencyjną. W społeczeństwie informacyjnym wiele czynności przenosi się do sieci. Zatem każdy powinien także posiadać umiejętności posługiwania się komputerem zarówno w celach prywatnych, jak i tych związanych z pracą. Każdy powinien posiadać przynajmniej podstawowe umiejętności obsługi systemów operacyjnych, systemów baz danych oraz arkuszy kalkulacyjnych.

Powszechność usług cyfrowych oraz dynamiczny rozwój technologii informacyjnych stawiają nowe wyzwania nie tylko przeciętnemu obywatelowi, ale także osobom, które są twórcami prawa. Prawo to powszechnie obowiązujący regulator życia społeczno-gospodarczego. Powinno zatem odnosić się również do wartości generowanych w obecnych czasach, które w dobie współczesnej informatyzacji bardzo często przybierają formę niematerialną. Kluczowe staje się tu pogodzenie powszechności w dostępie do informacji z prawami dotyczącymi m.in. zachowania prywatności przez obywateli, dostępu do kultury, własności przedsiębiorstw oraz praw autorskich.

Poprzez szybki i nagły rozwój technologii informacyjnych oraz telekomunikacyjnych zmieniło się także otoczenie działalności przedsiębiorstw. Przedsiębiorstwo to jeden z podstawowych podmiotów gospodarczych, powstający w celu osiągnięcia zysku lub podnoszenia swojej wartości kapitałowej za pośrednictwem sprzedaży wytwarzanych przez siebie produktów lub usług. To przedsiębiorstwa dają pracę, ale także zaspokajają potrzeby społeczne. Już od jakiegoś czasu powszechną praktyką jest zastosowanie osiągnięć technologicznych w celu usprawnienia działań produkcyjnych. Dzięki

rozwojowi technologii informacyjnych zaczęto jednak stosować je również w sferach odpowiedzialnych za zarządzanie samą działalnością. W dynamicznym oraz niepewnym otoczeniu rynkowym konieczne jest sprawne i częste modyfikowanie strategii działania lub tworzenie zupełnie nowych modeli postępowania. Rozwój technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych dał możliwość łączenia zasobów informacyjnych oraz kompetencji wielu przedsiębiorstw, które tworzą tym samym swego rodzaju organizacje wirtualne. Społeczeństwo informacyjne oraz fakt przekształcania się gospodarki na tę opartą na wiedzy wpływa zatem nie tylko na człowieka jako jednostkę, ale także na system prawny, w jakim żyje, przedsiębiorstwa, w których podejmuje pracę, oraz technologię, która bardzo często usprawnia jego efektywność i skuteczność działań (Papińska-Kacperek 2008).

Wraz z rozwojem gospodarki światowej rozwijały się także technologie informacyjne. Ich rozwój jednak miał inny charakter niż w przypadku poprzedniej rewolucji technologicznej. Nowoczesne technologie informacyjne oraz ich powszechne globalne użytkowanie stworzyło podstawy do tworzenia się społeczeństwa informacyjnego. Dlaczego tak się jednak stało? Jakie cechy miały zmiany zachodzące w technologiach informacyjnych oraz telekomunikacyjnych? Pierwszą z wyróżnionych cech nowej transformacji technologicznej jest postrzeganie informacji jako surowca. Drugą to wszechobecność wpływu rozwoju technologii zarówno w aspektach gospodarczych, jak i społecznych. Trzecia natomiast odnosi się do swoistego systemowego ujęcia metod posługiwania się informacją w nowoczesnych technologiach informacyjnych. Dzięki sieciowości nowych rozwiązań niematerialny surowiec, jakim jest informacja, może być wprowadzony do wszystkich rodzajów procesów oraz organizacji (Castells 2013).

2.4. Cztery rewolucje przemysłowe w dążeniu do koncepcji Gospodarki 4.0

Dynamiczny rozwój technologii skupiających się na informacji był swego rodzaju momentem przełomowym oddzielającym następujące po sobie rewolucje przemysłowe. Technologie informacyjne przyczyniły się do jeszcze szybszego postępowania procesu globalizacji oraz wzmocniły znaczenie procesów ustawicznego uczenia się. Rozwijające się techniki informacyjne jako swego rodzaju koło napędowe zainicjowały kolejne następujące po sobie procesy, które doprowadziły do przekształcania gospodarki opartej jedynie na środkach materialnych w gospodarkę opartą na wiedzy. Techniki informacyjne w kontekście wcześniejszych rewolucji technologicznych można porównać

do nowych źródeł energii, jakimi były para oraz energia elektryczna. Jednak obecną rewolucję odróżnia fakt, że informacja oraz wiedza jako jej „paliwo” napędowe nie służy jedynie do obsługi, „napędzania” określonych systemów, a jest używana do generowania nowej wiedzy oraz skłania do tworzenia coraz nowocześniejszych systemów i urządzeń służących jej akumulacji, przesyłowi lub przetwarzaniu. W tak rozumianej roli wiedzy czy informacji jako siły napędowej rozwoju współczesnej gospodarki światowej należy zauważyć efekt sprzężenia pomiędzy kumulacją wiedzy i jej późniejszym użyciem (Castells 2013).

Rozwój naszej cywilizacji w aspekcie społecznym, kulturowym oraz gospodarczym, jak wykazano w poprzednich podrozdziałach, przebiega zawsze w sposób etapowy. Oprócz tych trzech sfer należy wyróżnić jeszcze jedną – sferę techniczną, której postęp od wieków inicjuje rozwój pozostałych sfer. Rozwój zauważalny we wszystkich trzech sferach charakteryzował się przemianami, które powodowały daleko idące skutki w życiu gospodarczym, społecznym czy kulturowym. Podobną zależność można zauważyć w sferze technicznej i technologicznej, którą nazywać możemy również przemysłową.

2.4.1. Pierwsza rewolucja przemysłowa

Pierwsza rewolucja przemysłowa obejmowała procesy związane z pojawieniem się nowych wynalazków technicznych, których powstanie zapoczątkowało erę mechanizacji produkcji. Przedsiębiorcy rozpoczęli starania, aby zastępować pracę człowieka na rzecz maszyn. W okresie przypadającym na pierwszą rewolucję przemysłową powstało wiele wynalazków. Przełomowym stała się jednak maszyna parowa wynaleziona przez Jamesa Watta w 1763 roku. Na podstawie tego wynalazku skonstruowano silnik stosowany w lokomotywach, promach, dylizansach, ciągnikach, młotach, maszynach drukarskich, balonach i wielu innych pojazdach i urządzeniach, w których za napęd odpowiadał silnik parowy. Powstanie maszyny parowej rozpoczęło proces industrializacji, dzięki któremu Wielka Brytania i później inne kraje, takie jak Francja, Stany Zjednoczone oraz Niemcy, zaczęły rozwijać się szybciej w stosunku do reszty świata (Stecula, Brodny, Puzik 2015). W początkowej fazie rozpowszechniania maszyna parowa stosowana była głównie w angielskim przemyśle włókienniczym. Później jednak jej wydajność oraz popularność doprowadziły do sytuacji, w której inne gałęzie często dopiero powstającego przemysłu bazowały na jej działaniu. Na zastosowanie maszyny parowej zdecydowały się sektor górniczy, przemysł żelazny,

budownictwo czy komunikacja. Wynalezienie silnika parowego pokonało barierę niedostatku energii pozyskiwanej wcześniej jedynie z pracy mięśni ludzi i zwierząt oraz siły wiatru lub wody. Zastąpienie tych źródeł energii maszyną pozwoliło na rozwój przemysłu fabrycznego, co wiązało się ze znaczącym spadkiem kosztów produkcji. Dzięki maszynie parowej i jej powszechnemu zastosowaniu gospodarka Wielkiej Brytanii zaczęła dominować na świecie, odpowiadając za 1/3 światowej wytwórczości dóbr (Michalski 2017).

2.4.2. Druga rewolucja przemysłowa

Druga rewolucja technologiczna rozpoczęła się w połowie XIX wieku i trwała do początku XX wieku. Przełomowym odkryciem drugiej rewolucji przemysłowej było opracowanie rafinacji ropy naftowej przez polskiego naukowca, przedsiębiorcę, chemika i farmaceutę Ignacego Łukasiewicza, który w 1853 roku skonstruował także lampę naftową. Kolejnymi odkrywcami tego czasu byli Alexander Bell – twórca telefonu, oraz Rudolf Diesel – konstruktor pierwszego silnika spalinowego (1897 r.), który stał się następnym urządzeniem stanowiącym przełomowe źródło energii i napędu. W głównej mierze druga rewolucja przemysłowa wiązała się jednak z postępem badań w dziedzinie elektrotechniki oraz rozpowszechnieniem wykorzystania elektryczności, co doprowadziło po raz kolejny do zrewolucjonizowania sfery energii. Elektryczność przyczyniła się do rozwoju w sferze oświetlenia, elektryfikacji i stanowiła podstawę do stworzenia wielu nowych rozwiązań technologicznych. Odkrycia drugiej rewolucji przemysłowej zapoczątkowały zmiany w podejściu do produkcji. Towary zaczęto produkować w dużych seriach, bazując na zastosowaniu linii produkcyjnych (Stecula, Brodny, Puzik 2015). Prekursorem seryjnej produkcji na masową skalę z zastosowaniem linii produkcyjnej był amerykański przedsiębiorca i konstruktor Henry Ford. Gdy jego flagowy produkt czarny Ford T osiągnął wielką popularność, fabryka nie była w stanie zagwarantować odpowiedniej wydajności produkcji. Poprzez eksperyment Forda w 1913 roku, który polegał na oparciu produkcji na trzech elementach: ruchomej taśmie montażowej, wysokiej specjalizacji pracowników wykonujących ściśle określone zadania oraz wysokiej jakości części zamiennych, produkcja seryjna całkowicie zrewolucjonizowana przemysł na całym świecie. Miarą sukcesu zmiany organizacji produkcji może być fakt, że Ford do 1927 roku wyprodukował 15 mln sztuk swoich pojazdów, co stanowiło połowę pojazdów mechanicznych, które istniały wówczas na całym świecie (*Encyklopedia PWN...*).

2.4.3. Trzecia rewolucja przemysłowa

Początek trzeciej rewolucji przemysłowej datuje się na lata 60. i 70. XX wieku. Rewolucja ta związana jest z rozwojem sfery naukowo-technicznej. Trudno jest jednoznacznie określić, kiedy zakończyła się trzecia rewolucja przemysłowa, ponieważ w niektórych miejscach świata trwa ona nadal. Rewolucja ta wiąże się z cyfryzacją w sferze produkcji, jej komputeryzacją oraz zastosowaniem nowych źródeł pozyskiwania energii. Jej bardzo istotną cechą jest postępowanie automatyzacji w pracy, transporcie oraz intensywny rozwój telekomunikacji. Dotyczy wszystkich sfer życia społeczno-gospodarczego i jest trwale związana z rozwojem nowoczesnych technologii przypisywanych branży wysokich technologii. Do głównych osiągnięć tej rewolucji należy zaliczyć upowszechnienie użytkowania tranzystorów, światłowodów, układów scalonych oraz produkcję energii pochodzącej z atomu. Przełomowym odkryciem jest także mikroprocesor oraz mikrokomputer. Te dwa odkrycia pozwoliły na powstanie oraz rozpowszechnienie użytkowania jednej z najważniejszych technologii dzisiejszych czasów, czyli sieci Internet (Stecula, Brodny, Puzik 2015). Innowacje, które przyniosła trzecia rewolucja technologiczna, uwarunkowały formowanie się nowych specjalistycznych dziedzin naukowych, takich jak: teleinformatyka, biotechnologia, nanotechnologia oraz bardzo zaawansowana ekonomia zajmująca się światem gospodarczym w skali makro i mikro. Technologie warunkujące rozwój tych dziedzin opierają się głównie na specjalistycznej wiedzy i kompetencjach oraz kolejnych nowoczesnych urządzeniach technologicznych. Podczas przebiegu trzeciej rewolucji przemysłowej na dalszy plan zeszły takie aspekty jak położenie surowców naturalnych czy źródeł energii. Kluczową kwestią natomiast okazało się odpowiednie ulokowanie środków naukowo-badawczych oraz technologicznych. Próby tworzenia multidyscyplinarnych ośrodków naukowo-badawczych, które za zadanie miały odkrycie nowych technologii rozwiązujących pojawiające się problemy techniczne, gospodarcze oraz naukowe, przyniosły bardzo dobre wyniki. Nowinki technologiczne pozwoliły usprawnić pracę linii produkcyjnych, które w wyniku stopniowej automatyzacji potrzebowały coraz mniejszej ingerencji operatorskiej człowieka (Goncercz 2018c). Trzecia rewolucja przemysłowa to właśnie okres, w którym przedsiębiorstwa rozpoczęły informatyzację swojej działalności. Jednocześnie wzrost wydajności i spadające ceny sprzętu komputerowego przyczyniły się do wdrażania systemów kontroli oraz planowania produkcji i zarządzania magazynem. Zwiększona precyzja w planowaniu i monitorowaniu przebiegu procesów produkcyjnych dała jednocześnie możliwość uelastycznienia i wzrostu precyzji w produkcji (Płoszyński

2018). To właśnie podczas trzeciej rewolucji przemysłowej bardzo silny rozwój zanotowano w obszarze projektowania, wdrażania oraz stosowania oprogramowania służącego do sterowania przepływami towarów, surowców oraz informacji. Od lat 50. XX wieku możemy mówić o rozwoju narzędzi wspomagających obsługę zapasów magazynowych, zarówno w aspekcie materialnym, jak i niematerialnym, informacyjnym. Kolejne lata niosły za sobą rozwój tych narzędzi oraz rozszerzenie ich funkcjonalności na sferę planowania potrzeb materiałowych, gdzie swoje zastosowanie miały pierwsze systemy klasy MRP (Material Requirements Planning). Schyłek drugiego tysiąclecia to czas jeszcze bardziej prężnego rozwoju aplikacji wspomagających procesy produkcyjne poprzez harmonogramowanie produkcji, sprzedaży czy zarządzanie finansami w systemach klasy MRP II (Manufacturing Resource Planning), aż po rozwinięte systemy zarządzania przepływami zasobów materialnych, finansowych oraz informacyjnych MRP III/ERP (Enterprise Resource Planning), które rozwinęły się do najbardziej zaawansowanej postaci ERP II (Extended ERP), dającej możliwość koordynacji oraz współpracy dostawców i klientów na całej długości łańcucha tworzenia wartości produktu lub usługi (Wesołowska 2013). Trzecia rewolucja przemysłowa to także początek dążenia do zmniejszania powierzchni powstających technopolii. Próbowano wykorzystać mniejsze przestrzenie do uzyskania rezultatów osiągniętych na większych powierzchniach. Kolejnym znakiem tego czasu jest zapoczątkowanie procesu wykorzystywania technologii mającej zastąpić pracę człowieka pracą maszyn lub systemami komputerowymi. Reasumując, można stwierdzić, że dwoma podstawowymi osiągnięciami w czasie trzeciej rewolucji przemysłowej była optymalizacja wykorzystania surowców przy jednoczesnej optymalizacji gospodarowaniem przestrzenią produkcyjną. Optymalizowanie wykorzystania przestrzeni wymagało nowych rozwiązań technicznych. Zaczęto tworzyć nowoczesne magazyny oraz systemy produkcyjne. Projektowano wózki widłowe z masztami wysuwnymi, wózki systemowe, układnice regałowe oraz przestrzeń magazynową, która pozostawiała wąski korytarz pracy, zbliżony szerokością do składowanych ładunków. Rozwój prostych systemów transportu wewnętrznego doprowadził do powstania całych systemów transportowych składających się z linii przesyłkowych oraz przesyłników pionowych, wspieranych przez wózki sterowane bezobsługowo, systemy informatyczne wyposażone w system identyfikacji regałów oraz systemów półautomatycznych (Chojnacki 2018).

2.4.4. Czwarta rewolucja przemysłowa

Na wstępie do rozważań dotyczących czwartej rewolucji przemysłowej autorzy zaznaczają, że traktują ją jako ewolucję trzeciej rewolucji. Mimo postępu technologicznego nie zmieniła się sama logistyka dotycząca informacji. Stosowane są bardzo podobne kanały transmisji i wymiany danych. Jednak dla uporządkowania dalszych treści autorzy mimo wszystko będą używali pojęcia czwartej rewolucji przemysłowej rozumianej jako kolejny etap rozwoju i użytkowania nowoczesnych technologii informacyjno-telekomunikacyjnych.

Obecnie trwa więc czwarta rewolucja przemysłowa będąca znaczącym elementem koncepcji Gospodarki 4.0. Jej podstawą jest zwrócenie uwagi na szybkość oraz jakość przekazywanej informacji. Fundamentem przemian zachodzących w ramach czwartej rewolucji przemysłowej są natomiast rozwijające się technologie informacyjno-komunikacyjne, nazywane ICT (Information and Communication Technologies). Tempo rozwoju ICT nieustannie rośnie, co doprowadziło do sytuacji, w której coraz częściej poruszany jest temat czwartej rewolucji przemysłowej. Od poprzedniej rewolucji odróżnia ją nie tylko poziom zaawansowania rozwiązań technologicznych, ale także powszechność zastosowania opracowywanych technologii i rozwiązań. Zjawiska kształtujące początek oraz rozwój czwartej rewolucji przemysłowej stały się na tyle wyraźne, iż zaczęto określać je mianem ery Przemysłu 4.0 (Industry 4.0). Istotność zmian podkreśla fakt, że nawet programy rządowe poszczególnych państw zaczęły wskazywać metody przygotowania gospodarki i społeczeństwa, tak by jak najlepiej wykorzystać potencjał czwartej rewolucji przemysłowej. Od kilku lat można zaobserwować galopujące tempo rozwoju nowych technologii. Zwiększa się także ich dostępność. Coraz częściej wprowadzane technologie noszą znamiona bardzo silnej personalizacji. Współczesne rozwiązania ICT obecne są w praktycznie każdym sektorze gospodarki. Ich rozwój związany jest zatem nie tylko z przemysłem, ale dotyczy także sfery zawodowej oraz prywatnej wielu ludzi. Coraz większe znaczenie ma zatem trend mobilności usług elektronicznych stających się istotnym elementem życia społeczeństwa informacyjnego. Rozwiązania ICT znajdują swoje zastosowanie w takich dziedzinach, jak: produkcja, transport, logistyka, bankowość oraz sektor publiczny. Mimo że trzecia oraz czwarta rewolucja przemysłowa opierają się w głównej mierze na informacji, to ta obecnie trwająca skupia się głównie nie tylko na jej gromadzeniu, ale także na szybkim przetwarzaniu i umiejętnym wykorzystywaniu dużych ilości danych (Olender-Skorek 2017).

2.5. Przemysł 4.0 i jego filary

W procesach rozwoju gospodarczego oprócz usług nadal bardzo istotne znaczenie ma działalność przemysłowa. Obok procesu globalizacji, nowego rewolucyjnego postrzegania informacji i wiedzy oraz wynikającego z takich zmian rozwoju społeczeństwa informacyjnego to właśnie ewolucja rozwiązań w sektorze przemysłowym odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu Gospodarki 4.0. Zatem w dalszych rozważaniach autorzy posługiwać się będą pojęciem czwartej rewolucji przemysłowej, odnosząc się jednocześnie do zmian w sferze przemysłu zachodzących w ramach koncepcji Gospodarki 4.0.

Terminy *Industri 4.0*, *Przemysł 4.0* czy *Industrie 4.0* określają czwartą rewolucję przemysłową. Pojęcie *Przemysłu 4.0* po raz pierwszy wykorzystano podczas Hannover Messe w Niemczech w 2011 roku. Przyjęto wówczas koncepcję, według której system produkcji przedsiębiorstwa miał bazować na systemie informacji oraz maszyn sterowanych numerycznie. Maszyny miały działać w sposób autonomiczny, a więc miały wykazywać się cechami sztucznej inteligencji. Okazało się jednak, że takie uogólnienie nie wystarczy do przedstawienia koncepcji *Przemysłu 4.0*. Różne systemy produkcyjne ze względu na swoją specyfikę oraz gałąź przemysłu, w których mają działać, należy bowiem rozpatrywać indywidualnie. Poprzednie trzy rewolucje przemysłowe, przynosząc postęp w mechanizacji urządzeń produkcyjnych, system podziału pracy, elektryczność oraz skupiając się na rozwoju technologii informatycznych, dały solidne podstawy do rozwoju obecnie trwającej *Rewolucji 4.0*. Czwarta rewolucja odwołuje się zatem do wizji inteligentnych fabryk budowanych i działających z zastosowaniem inteligentnych systemów cyberfizycznych. Wdrożenie takiej wizji ma pozwolić na wypracowanie inteligentnych systemów produkcyjnych, które nie tylko będą autonomiczne, ale będą również posiadać cechy samokontroli, samokonfiguracji oraz naprawiania się (Wittbrodt, Łapuńska 2017). Inteligentna fabryka to filar *Przemysłu 4.0*, mający szczególne znaczenie w zmianach zachodzących w przemieszczaniu zasobów materialnych i niematerialnych, co jest jednym z kluczowych zagadnień współczesnej logistyki. Jednak należy również zaznaczyć, że nowoczesne technologie i rozwiązania organizacyjne mają także silny wpływ na rozwój innych obszarów działalności ludzkiej, takich jak: energetyka, budownictwo, rolnictwo, medycyna, tworząc tym samym nowe bądź modernizując już istniejące gałęzie gospodarki i pobudzając ludzi do tworzenia inteligentnych systemów energetycznych, domów lub miast, gospodarstw rolnych oraz placówek medycznych.

U podstaw rozwoju i kształtowania się koncepcji Gospodarki 4.0 leżą w głównej mierze globalizacja, wiedza oraz transformacje społeczne. Jej istotnym elementem jest również koncepcja Industry 4.0 będąca bezpośrednią odpowiedzią na większość wyzwań XXI wieku, takich jak: wzrastające koszty pracy, niż demograficzny czy nasilające się zjawisko migracji ludności. Jedną z metod zdefiniowania obecnie trwającej czwartej rewolucji technologicznej jest podział i przyporządkowanie warunkujących ją trendów trzem podstawowym klastrom: fizycznemu, cyfrowemu oraz biologicznemu. Do klastra fizycznego zalicza się użytkowanie nowoczesnych materiałów takich jak grafen¹ oraz zastosowanie nowoczesnych technologii dających nowe możliwości, np. wytwarzanie addytywne. Dobrym przykładem urządzeń zaliczających się do klastra fizycznego są urządzenia autonomiczne, takie jak drony oraz systemy samojezdne, ale także zaawansowane roboty, które wspierają pracę człowieka przy linii produkcyjnej (coroboty) lub wspomagają opiekę nad osobami starszymi (roboty klasy HSR). Klaster cyfrowy stanowi podstawowy motor napędowy dla rewolucji 4.0. Do jego głównych cech należy powszechny dostęp do sieci Internet oraz wykorzystywanie technologii umożliwiających gromadzenie, przechowywanie, wysyłanie oraz przetwarzanie nieograniczonej ilości danych. W klastrze tym zawierają się także urządzenia użytku codziennego, które są mobilne i powszechnie dostępne. Należy tu wyróżnić inteligentne maszyny sterujące, czujniki oraz systemy odpowiedzialne za tworzenie i rozwój nowoczesnych modeli biznesowych, czego przykładem może być tworzenie się kryptowalut. Cyfryzacja ma umożliwić także wpływ klienta na produkt, dając możliwość przekazania jego oczekiwań co do właściwości i użytkowania produktu oraz metod jego dostarczenia. Klaster cyfrowy to swego rodzaju odbicie silnej integracji człowieka i maszyny. Natomiast klaster biologiczny to przede wszystkim specjalizacje w technologiach dających możliwość lepszego poznania kodu DNA człowieka. Badania te docelowo mają umożliwić również jego modyfikację. Dziedzina biologii w czwartej rewolucji przemysłowej skupia się także na poznaniu szczegółowych parametrów pracy organów wewnętrznych oraz gromadzeniu związanych z tym informacji, co ma na celu usprawnić procesy ich leczenia. Każdy z opisanych trzech klastrow jest także swoistym odwzorowaniem potrzeb i oczekiwań społeczeństwa. Można zatem uogólnić, że czwarta rewolucja przemysłowa jest pewnego rodzaju odpowiedzią na wzrastające oczekiwania

¹ Jedną z alotropowych form węgla, charakteryzująca się wysoką trwałością i odpornością na temperaturę, dobrym przewodnictwem prądu elektrycznego i ciepła, mająca szerokie zastosowanie w przemyśle wysokich technologii, energetyce oraz budownictwie (Hebda, Łopata, 2012).

człowieka, tworząc jednocześnie elementy systemu umożliwiające wprowadzenie zmian, które mogą sprostać tym potrzebom i oczekiwaniom (Goncercz 2018c).

Trzema podstawowymi zjawiskami wyróżnianymi jako cechy inicjujące oraz warunkujące postęp czwartej rewolucji technologicznej (Stecula, Brodny, Puzik 2015) są:

- powszechność cyfryzacji oraz stała komunikacja między ludźmi, między ludźmi a urządzeniami oraz pomiędzy urządzeniami,
- ciągły rozwój sfery technologicznej maszyn, aż do poziomu, który umożliwiłby ich autonomiczne funkcjonowanie przy wykorzystaniu sterowania bazującego na technologii sztucznej inteligencji,
- wzrost wolumenu wdrożeń technologii o charakterze rewolucyjnym, co ma się przekładać na skokowy i lawinowy wzrost sprawności i efektywności funkcjonujących systemów społeczno-gospodarczych.

Podobnie jak poprzednie rewolucje technologiczne także czwarta nie ogranicza się jedynie do sfery techniki, ponieważ integruje też inne obszary mające wymiar cywilizacyjno-kulturowy. Czwarta rewolucja przemysłowa silnie wiąże się zarówno z procesami globalizacyjnymi, jak i z ukształtowaniem się społeczeństwa informacyjnego, co także przyczyniło się do wykształcenia gospodarki opartej na wiedzy, określanej też mianem gospodarki informacyjnej. Waga informacji w gospodarowaniu wzrosła ze względu na chęć poprawy produktywności i konkurencyjności podmiotów gospodarczych. Te dwie cechy zaczęły być silnie zależne od zdolności do efektywnego gromadzenia, przetwarzania, wytwarzania oraz wykorzystania informacji, co jest w pełni spójne z postulatami gospodarki opartej na wiedzy. Gospodarka informacyjna opierająca się na wiedzy stała się zatem doskonałym środowiskiem dla czwartej rewolucji przemysłowej. Wymiar globalności obecnie funkcjonujących systemów gospodarczych, w których poszczególni uczestnicy powiązani są ze sobą dużą liczbą relacji, to także znaczący element umożliwiający ostateczne ukształtowanie i rozwój kolejnej, czwartej rewolucji przemysłowej. Oczywiście informacja oraz wiedza od zawsze były jednymi z elementarnych składowych rozwoju, jednak w dobie Gospodarki 4.0 sama informacja staje się produktem procesów produkcyjnych, co stanowi o potrzebie tworzenia nowych branż przemysłu, w których nowe technologie służyć będą w procesach obsługi informacji (Michalski 2017).

Wszelkie rewolucje oraz przemiany przebiegają etapowo i trwają bardzo długo, efekty poszczególnych zmian natomiast nakładają się na siebie. Fakt, iż obecnie zauważamy przebieg czwartej rewolucji przemysłowej, nie oznacza, że rozwiązania pochodzące z trzeciej, drugiej czy nawet pierwszej rewolucji już nie istnieją lub nie są użytkowane. Każdy z przełomów wiązał się z powstawaniem nowych rozwiązań technicznych oraz przebiegających zmian społeczno-gospodarczych. Istotna jest również zależność, zgodnie

z którą im większy postęp, tym mniejsze odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi rewolucyjnymi odkryciami. Czwarta rewolucja ekonomiczna ma zasięg globalny, obejmuje zatem coraz większą liczbę ludzi. Może w niedługim czasie będzie można rozważać kolejną, piątą rewolucję przemysłową. Jednak teraz, zdaniem autorów, należy skupić uwagę nad obecnie trwającą rewolucji oraz poznać jej kluczowe filary, odkrycia i elementy, jak na razie wykorzystywane jedynie w ułamku swojego potencjału (Goncerz 2018a). Autorzy zwracają jednocześnie uwagę, że mimo nadal niskiego poziomu wykorzystania potencjału czwartej rewolucji przemysłowej podmioty gospodarcze działające obecnie na rynku lub te nowo powstałe nie mogą jedynie ograniczać się do sprostania wyzwaniom nowych czasów, ale powinny starać się wybiegać w przyszłość i poprzez wdrażanie nowych rozwiązań technologicznych stawiać na coraz większą konkurencyjność.

Jak wcześniej podkreślano, czwarta rewolucja przemysłowa wpływa na wiele dziedzin życia społeczno-gospodarczego. Badając zjawisko kolejnej rewolucji przemysłowej w aspekcie logistyki informacji, należy skupić – zdaniem autorów – szczególną uwagę na rewolucji przemysłowej, rozpatrując ją jako nowy poziom organizacji oraz kontroli całego cyklu życia produktów. Nowy cykl życia produktu zorientowany jest na zindywidualizowane potrzeby klienta i obejmuje jednocześnie wszystkie etapy życia produktu. Etapem początkowym jest sama faza koncepcji produktu, po niej następuje zlecenie produkcji, dostarczenie gotowego produktu do klienta, aż po fazę recyklingu po zużyciu produktu i ewentualnego powtórnego zagospodarowania odzyskanych surowców. Koncepcja Gospodarki 4.0 ma gwarantować dostępność wszystkich niezbędnych informacji o wszystkich przebiegających procesach w czasie rzeczywistym, za pośrednictwem stworzonej sieci powiązań. Rozwiązanie to ma umożliwiać wyłanianie danych niezbędnych i optymalnych dla realizowanych procesów informacyjnych w dowolnym momencie. Połączenie ludzi, maszyn, obiektów i systemów w jedną samoorganizującą się sieć ma umożliwić także śledzenie kluczowych dla przedsiębiorstw danych, które będąc źródłem informacji, mogą być później optymalizowane według odpowiednich kryteriów. Spośród kryteriów kluczowych dla przedsiębiorstw produkcyjnych należy wyróżnić: dostępność czynnika pracy, koszty produkcji, dostępność zasobów oraz maszyn, monitoring zużycia energii, materiałów oraz zasobów (Kiraga 2016).

Rozwój w sferze przemysłu w Gospodarce 4.0 można określić jako zmianę środowiska gospodarczego. Trzy wymiary, w ramach których dochodzi do zmian, można zdefiniować jako:

- powstawanie inteligentnych fabryk,
- powszechna cyfryzacja,
- zarządzanie łańcuchem wartości.

Oczywiste jest zatem, że nowoczesne i pretendujące do miana konkurencyjnych rynkowo przedsiębiorstwa powinny się odnajdywać na wszystkich trzech wyszczególnionych płaszczyznach (Goncierz 2018b). Elementy wpływające na potencjalny rozwój przedsiębiorstw w ramach koncepcji Przemysłu 4.0 zostały przedstawione na rys. 2.1.



Rysunek 2.1. Główne elementy determinujące rozwój idei Przemysłu 4.0 jako czwartej rewolucji przemysłowej

Źródło: opracowanie własne.

Warunkiem sprostania wyzwaniom współczesnego rynku jest zatem modernizacja przedsiębiorstwa ukierunkowana na wykorzystanie nowoczesnych technologii, co prowadzić powinno do częściowej lub nawet całkowitej automatyzacji i robotyzacji produkcji.

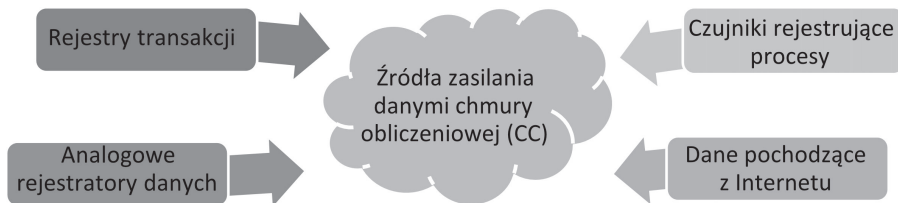
2.5.1. Internet rzeczy (IoT – Internet of Things)

Pierwszym z filarów, na których opiera się czwarta rewolucja przemysłowa będąca znaczącą częścią Gospodarki 4.0, jest Internet rzeczy. Jednym z kluczowych elementów niezbędnych do ciągłego rozwoju jest odpowiedni poziom dostępności danych (Goncierz 2018b). Internet rzeczy z założenia ma połączyć w sieć wszystkie rodzaje urządzeń. Za taką koncepcją kryje się poniekąd wizja przyszłego świata, w którym fizyczne i cyfrowe urządzenia połączone są z infrastrukturą umożliwiającą przesyłanie, udostępnianie, gromadzenie oraz przetwarzanie informacji. Koncepcja Internetu rzeczy posiada następujące główne postulaty: zawsze, wszędzie i z wszystkim, które pośrednio odnoszą się do użyteczności miejsca i czasu przesyłanych oraz przetwarzanych danych. Postulaty te rozpatruje się jako potrzebę stworzenia możliwości łączności pomiędzy obiektami, która ma służyć wymianie danych w sposób niezależny od czasu, miejsca oraz rodzaju urządzenia uczestniczącego w procesie komunikacji. Chcąc sprostać tym postulatom i jednocześnie przyjąć koncepcję IoT, przedsiębiorstwa produkcyjne muszą sięgnąć po technologię, która na początkowym etapie pozwoli na pełną cyfryzację

realizowanych procesów, tak aby park maszynowy i wchodzące w jego skład urządzenia były zdolne w sposób prawidłowy i sprawny identyfikować zdarzenia, komunikować się oraz współdziałać. IoT uważany jest obecnie za jeden z kluczowych komponentów upowszechnionego już Internetu, stanowiąc jednocześnie klarowny kierunek jego rozwoju, przy czym jest to olbrzymi społeczno-technologiczny przeskok zmieniający sposób postrzegania na metody wykorzystywania zasobów (Brachman 2013).

2.5.2. Chmura obliczeniowa (CC – Cloud Computing)

Analizując, jak duża liczba zmiennych oraz czynników, również tych, których nie da się przewidzieć (warunki klimatyczne czy katastrofy), wpływa współcześnie na produkcję, można stwierdzić, że to właśnie informacja, jej ilość oraz jakość mają bardzo dużą wartość. Jednocześnie należy podkreślić, że w sytuacji, kiedy tempo wzrostu rzędu wielkości danych rośnie w tempie wykładniczym, kluczowe stają się także nie same informacje, ale metody ich rejestrowania, gromadzenia, przechowywania oraz przetwarzania. Kolejnym filarem czwartej rewolucji przemysłowej jest chmura obliczeniowa. Do głównych zadań tego narzędzia należy przeprowadzanie masowych, złożonych obliczeń oraz analiz na podstawie danych pochodzących z wielu kanałów zasilania. Potencjalne źródła pochodzenia danych mogące zasilać chmurę obliczeniową zostały ukazane na rys. 2.2.



Rysunek 2.2. Źródła strumieni danych zasilających chmurę obliczeniową

Źródło: opracowanie własne.

Wśród nich należy wyróżnić przede wszystkim analogowe rejestratory, czujniki, rejestry transakcji oraz informacje „zassane” z Internetu, forów, stron sklepów internetowych oraz mediów społecznościowych. Sama chmura obliczeniowa to nowy rodzaj usługi, w której produktem staje się moc obliczeniowa udostępniana odpłatnie w odpowiedniej mocy i czasie dostosowanym do potrzeb klienta (Goncerz 2018a).

2.5.3. Systemy cyber-fizyczne (CPS – Cyber Physical Systems)

Systemy cyber-fizyczne to istotny element czwartej rewolucji przemysłowej. Systemy te pozwalają na budowę inteligentnych sieci do komunikacji międzyludzkiej, urządzeń czy nawet produktów i zasobów. Rosnące zapotrzebowanie na silnie zindywidualizowany produkt wymaga od linii produkcyjnych i zarządzających nimi systemów dużej elastyczności. W związku z tym czas ewentualnej reakcji na bodźce zewnętrzne lub te pochodzące z wewnątrz przedsiębiorstwa musi być maksymalnie skrócony. Zastosowanie odpowiedniej technologii pozwala na sprawną oraz skuteczną komunikację pomiędzy maszyną a człowiekiem. Najpowszechniej używanymi technologiami, które mogą usprawnić procesy produkcyjne oraz te związane z komunikacją w systemach cyber-fizycznych, są Radio Frequency Identification (RFID), Near Field Communication (NFC), mobilne roboty czy rozszerzona rzeczywistość (AR – Augmented Reality). RFID to technologia pozwalająca na usprawnienie odczytu danych zawartych w etykietach lub mikroprocesorach za pomocą fal radiowych. NFC jest technologią umożliwiającą zbliżeniową komunikację pomiędzy dwoma uczestnikami realizowanego procesu, również bazującą na falach radiowych. Komunikującymi się jednostkami mogą być: człowiek – maszyna, maszyna – maszyna, maszyna – system/aplikacja. Mobilne roboty to zwykle autonomiczne urządzenia służące do przemieszczania surowców lub towarów. Rozszerzona rzeczywistość natomiast najsilniej wpływa na pracę człowieka – poprzez cyfrową wizualizację nieistniejących w rzeczywistości elementów nanoszone są nowe informacje lub obiekty na istniejący w rzeczywistości element parku maszynowego, linii produkcyjnej lub konkretnego produktu bądź surowca (Kiraga 2016).

2.5.4. Symulacje

Swój istotny udział w procesie wdrażania oraz późniejszym funkcjonowaniu rozwiązań Gospodarki 4.0 mają symulacje. Symulacje będą wykorzystywane coraz bardziej intensywnie do analizy sytuacji przedsiębiorstwa w czasie rzeczywistym. Stanowiąc będą cyfrowe odzwierciedlenie stanu fizycznego przedsiębiorstwa. Cyfrowy model wirtualny może odwzorowywać pracę maszyn, ludzi, przepływy produktów oraz informacji. Symulacje 2D oraz 3D tworzone są w celu oszacowania sprawności zaprojektowanego systemu lub procesu, dając możliwość wcześniejszego odwzorowania oraz zbadania czasu cykli produkcyjnych, zużycia energii lub możliwości optymalizacji ergonomii zakładu produkcyjnego. Wykorzystywanie symulacji procesów produkcyjnych oraz

tych mających charakter logistyczny ma na celu również skracanie czasów przestoju podczas przebrojeń oraz redukcje awarii podczas ponownej fazy rozruchu. Dzięki stosowaniu symulacji cyfrowych w łatwy i szybki sposób można przeanalizować słuszność podejmowanych kroków (Vaidya, Ambad, Bhosle 2018).

2.5.5. Rozszerzona rzeczywistość

Systemy opierające się na rzeczywistości rozszerzonej bardzo silnie wpisują się w nurt Gospodarki 4.0. Systemy takie wspomogą wykonywanie pracy człowieka. Poprzez rozszerzoną rzeczywistość można dostarczyć informacje w czasie rzeczywistym, co może wspomóc proces decyzyjny lub utrzymać standardy związane z przestrzeganiem bezpieczeństwa i zachowaniem procedur pracy. Inżynierowie, patrząc na rzeczywisty fizyczny mechanizm wymagający naprawy, mogą przy użyciu rozszerzonej rzeczywistości otrzymywać instrukcje dotyczące naprawy parku maszynowego lub informacje o potrzebie wymiany określonych części. Pracownikom magazynu łatwiej jest lokalizować określone towary lub zapasy, co usprawnia ich transport oraz kompletację. Systemy, w których stosowana jest rozszerzona rzeczywistość, niosą zatem wiele możliwości zwiększających efektywność, a jednocześnie ułatwiających pracę ludzi (Vaidya, Ambad, Bhosle 2018).

2.6. Obszary wdrażania koncepcji Gospodarki 4.0

2.6.1. Inteligentna fabryka

Najlepszym odzwierciedleniem współlistnienia i wspólnego zastosowania IoT, CC oraz CPS jest modelowa inteligentna fabryka, której model – kluczowy podmiot w Przemśle 4.0, a co za tym idzie w Gospodarce 4.0 – jest bardzo złożony. Inteligentną fabrykę można opisać jako miejsce produkcji, w którym w sposób celowy oraz kompleksowy wspomaga się zasoby ludzkie oraz park maszyn w wykonywaniu powierzonych im zadań, opierając się na systemach cyber-fizycznych oraz Internecie rzeczy. Oznacza to, że modelowa fabryka przyszłości ma być „świadoma i inteligentna” w takim stopniu, aby samodzielnie przeprowadzać procesy produkcyjne, kontrolować je oraz utrzymywać maszyny, urządzenia, linie produkcyjne w odpowiednim stanie technicznym. Modele funkcjonowania inteligentnych fabryk pozwolą na wybór masowości bądź indywidualizacji w produkcji oraz wpłyną na uelastycznienie jej działania w taki sposób, aby mogła

dostosowywać się do zmiennych warunków rynkowych. Dojdzie zatem do integracji na wszystkich poziomach: produkcji, transportu, zaopatrzenia, magazynowania, pakowania, kompletacji, weryfikacji jakości, planowania oraz harmonogramowania produkcji, finansów, zamówień produkcyjnych, zamówień materiałowo-zasobowych, pracy ludzi i maszyn, przy zastosowaniu systemów: siłowników, maszyn, urządzeń, robotów, corobotów, czujników, przenośników, taśm, linii produkcyjnych, regałów i wózków jezdnych. Taka integracja obszarów produkcyjnych oraz działań silnie związanych z produkcją zapewni wysoką efektywność wykorzystywania zasobów materialnych, niematerialnych oraz energii (Wittbrodt, Łapuńska 2017).

Fabryka przyszłości posiada wzorce funkcjonowania zależne od wolumenu produkcji lub źródła wartości działań, którymi mogą stać się konkurencyjność kosztów produkcji oraz ściśle określony poziom jej personalizacji. Według takich kryteriów wyróżnić można cztery rodzaje fabryk. W skład schematów działania i funkcjonowania takich podmiotów wchodzi (Iwański, Gracel 2016):

1. Inteligentna, zautomatyzowana oraz zrobotyzowana fabryka, w której przeprowadza się produkcję masową. Cechuje się dużą wydajnością kosztową ze względu na zintensyfikowaną automatyzację oraz robotyzację produkcji. Fabryka jest zorganizowana na bazie automatycznych linii produkcyjnych ze wspólnymi modułami odpowiedzialnymi za konfekcjonowanie. System działania takiej fabryki może być przyjęty przez producentów w branży spożywczej, w szczególności tych, którzy swoją działalność opierają na współpracy z sieciami handlowymi.
2. Mobilna fabryka modułowa – jej budowa i uruchomienie działań są bardzo elastyczne, może być pakowana oraz przenoszona, dostosowując się jednocześnie do standardów rynkowych, panujących trendów lub miejsca występowania niezbędnych surowców. W fabryce modułowej produkowane są niewielkie ilości dóbr, a produkcja oparta jest na składaniu produktu z wcześniej powstałych modułów lub półproduktów, np. produkcja palet tekturowych, które stosowane są w grupie Ikea.
3. Cyfrowa, masowa indywidualizacja w fabryce, w której produkcja opiera się na ultrasensywnym systemie produkcyjnym. Produkowane są w niej średnie lub wysokie wolumeny produkcji dóbr wysoce spersonalizowanych. Taki zakład produkcyjny pod względem technologicznym oraz organizacyjno-procesowym dostosowany jest do realizacji bardzo krótkich serii produkcyjnych, z czym wiąże się także wysokie dostosowanie do częstych przebrojeń oraz wysokie dostosowanie gniazd produkcyjnych. W takiej fabryce możliwe jest wyprodukowanie

jednej sztuki produktu, która będzie w pełni dostosowana do wymagań i potrzeb określonego klienta. Produkcja jest zautomatyzowana oraz zrobotyzowana, jednak jej organizacja ma najczęściej postać produkcji gniazdowej. Taki model działania fabryki sprawdza się w produkcji samochodów, mebli, ubrań oraz elementów konstrukcyjnych.

4. Produkcja ręczna z wykorzystaniem cyfryzacji produkcji, w której produkowane są dobra luksusowe o wysokiej wartości jednostkowej. Proces produkcyjny w głównej mierze opiera się na ręcznej pracy wysokiej klasy specjalistów, którzy tworzą produkty przy użyciu najnowocześniejszych narzędzi do obróbki materiałów. Produkcja wspomagana jest cyfrowo, tak aby zapewnić odpowiednie bezpieczeństwo oraz wysoką jakość produktu finalnego. Taki model produkcji przyjmują producenci luksusowych samochodów oraz branża zbrojeniowa i aerospace.

W powyższym zestawieniu uwzględniono modele fabryk oraz ich cechy, które mogą stanowić podstawę do rozróżnienia schematów ich funkcjonowania. Istnieją jednak także cechy wspólne, które mogą dotyczyć każdej inteligentnej fabryki (Iwański, Gracel 2016), takie jak:

- nieustanny rozwój kompetencji menedżerów, techników, inżynierów oraz pracowników liniowych,
- dążenie do doskonałości operacyjnej poprzez prowadzenie programów ciągłego doskonalenia,
- digitalizacja i cyfryzacja, rozbudowa infrastruktury cyfrowej oraz zastosowanie cyfrowego przepływu informacji,
- tworzenie, stosowanie i udoskonalanie polityki oraz narzędzi w obszarze związanym z cyberbezpieczeństwem.

2.6.2. Smart City

Do 2050 roku ponad 70% światowej populacji będzie mieszkać w miastach zajmujących mniej niż 2% powierzchni ziemi (Andrew 2019). Zarządzanie przestrzenią miejską nigdy nie było aż tak trudne. Migracja ludności do miast z roku na rok przybiera na sile, co rodzi wiele problemów, takich jak: rosnące nierówności, zanieczyszczenie środowiska, utrudniony dostęp do infrastruktury, kongestia, utrudniona mobilność, zagrożenia dla bezpieczeństwa i zdrowia mieszkańców.

Miasta przyszłości powinny być zarządzane poprzez systemy wyposażone w możliwość wykorzystywania inteligentnych technologii. Rozwój i połączenie nowych

technologii, takich jak Internet rzeczy, Big Data i sztuczna inteligencja, dają wszechstronne i szybkie rozwiązania pozwalające na przekształcanie miast w celu promowania rozwoju gospodarczego, poprawy infrastruktury i środowiska, poprawy usług publicznych, współpracy z obywatelami i optymalizacji kosztów zarządzania aktywami publicznymi. Smart City wykorzystuje zatem technologie automatycznej identyfikacji, inteligentnych obiektów, etykiet oraz czujników. Sieć połączonych i współpracujących ze sobą technologii funkcjonuje w taki sposób, aby ulepszyć i usprawnić procesy zarządzania w mieście. Obejmuje to monitorowanie majątku publicznego, systemów transportu, obywateli, elektrowni, zaopatrzenia w wodę, systemów informacyjnych, organów cywilnych i innych usług społecznych.

Kluczowe aspekty poruszane w kontekście budowania inteligentnych miast (Andrew 2019) to:

- transformacja cyfrowa – Big Data, Internet rzeczy, Augmented Analytics,
- inteligentne zarządzanie – e-administracja, przejrzystość danych, bezpieczeństwo publiczne,
- inteligentna gospodarka – miasto bezgotówkowe, uczenie maszynowe, inteligentna przestrzeń, połączone fabryki,
- inteligentne środowisko – infrastruktura, łączność, transport, woda i odpady, energia.

Wdrażając rozwiązania informacyjno-technologiczne wpisujące się w postęp związany z Gospodarką 4.0, w obecnych gałęziach przemysłu napotkać można wiele problemów i niedogodności.

W inteligentnym systemie produkcyjnym niezbędna jest bardzo duża autonomia w podejmowaniu decyzji. Kluczowym czynnikiem samoorganizujących się systemów jest eliminacja czynnika ludzkiego jako odpowiedzialnego za kontrolę przebiegu procesów. Niestety brak wysokiego poziomu autonomii maszyn oraz systemów w czynnościach zaopatrzeniowych, produkcyjnych, dystrybucyjnych lub zarządczych sprawia, że niezbędna jest ingerencja czynnika ludzkiego, m.in. w planowanie, kontrolę czy monitorowanie procesów. Używane obecnie łącza internetowe o wysokiej prędkości mogą nie zapewnić wystarczającej przepustowości potrzebnej do intensywnej komunikacji i przesyłania dużej ilości danych. Niezbędne jest również wyposażanie w taką sieć środowiska produkcyjnego, w którym powinny rozwijać się inteligentne fabryki. Kolejnym wyzwaniem może być sfera związana z analizą danych w obszarach konsumpcji oraz produkcji. Problemem może stać się zapewnienie wysokiej jakości integralności danych pochodzących z systemu produkcyjnego. Różnego rodzaju adnotacje i ślady pozostawiane na jednostkach danych mogą być zbyt różnicowane,

co może stanowić barierę w późniejszej zaawansowanej analizie danych. Dużym wyzwaniem będzie także zachowanie odpowiedniego poziomu cyberbezpieczeństwa. Wraz ze wzrostem intensyfikacji łączności rośnie potrzeba budowy ochrony krytycznych systemów produkcji przemysłowej, linii produkcyjnych oraz danych systemowych przedsiębiorstw. W związku z tym powinny one zostać zabezpieczone przed ewentualnymi atakami hackerskimi, które mogą zagrozić efektywności produkcji, poufności danych lub wynikowi ekonomicznemu przedsiębiorstw. Chcąc rozwijać technologie Gospodarki 4.0, trzeba skupić się na integralności pracy sprzętu odpowiedzialnego za produkcję czy testowanie tworzonego dobra. By zwiększyć dynamiczność i elastyczność dostosowywania się do zmian rynkowych, należy opracować system funkcjonowania modułowych i inteligentnych jednostek, które mogłyby w czasie rzeczywistym rekonfigurować trasy produkcyjne. Każdy wynalazek i nowa technologia wiąże się z potrzebą przeprowadzenia szeregu inwestycji. Tak też jest w przypadku wprowadzania w życie rozwiązań technologicznych związanych z wdrożeniem Gospodarki 4.0. Inwestycje należy przeprowadzić w wielu branżach i będą dotyczyć one każdej dziedziny życia społeczno-gospodarczego, co może wskazywać na ich szeroki zakres.

Rozdział 3

Logistyka informacji w technologiach Gospodarki 4.0

Współczesna gospodarka charakteryzuje się bardzo silnym wpływem nowoczesnych technologii wywodzących się z postępu naukowo-technicznego. Rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych wspierany przez technologie informatyczne skutkuje nie tylko zmianami społecznymi (rozwój społeczeństwa informacyjnego), ale także umożliwia pozyskiwanie i przetwarzanie ogromnych zbiorów danych napływających w czasie rzeczywistym (Big Data w połączeniu z urządzeniami telematycznymi). Na potrzeby obsługi tego typu danych tworzone są algorytmy drążenia danych (Data Mining), a także nowoczesne języki programowania (tzw. języki maszynowego uczenia), których zadaniem jest wspieranie rozwoju sztucznej inteligencji w połączeniu z rozwojem sztucznych sieci neuronowych. Rozwój technologii wraz z wymienionymi wcześniej elementami przekłada się także na postępującą robotyzację oraz automatyzację. Roboty zastępują człowieka już nie tylko przy prostych czynnościach, lecz zaczynają go wspierać także w czynnościach bardzo precyzyjnych i skomplikowanych. Jako przykład można tu podać rozwój egzoszkieleatów, z których najnowsze są sterowane bezpośrednio przez ludzki mózg korzystający przy tym z wszczepionych implantów (*Egzoszkieleat sterowany myślą...* 2019). Innym przykładem mogą być roboty chirurgiczne wykonujące samodzielnie proste zabiegi (*Robot da Vinci w Polsce...* 2018). Rozwój nowoczesnych technologii to przede wszystkim rozwój urządzeń z dostępem do sieci Internet. Tego typu urządzenia zbierają i przetwarzają różnego rodzaju dane, które mogą być elementem wsadowym do Big Data, ale przede wszystkim rozwój urządzeń w zakresie Internetu rzeczy daje niespotykane dotąd możliwości związane z tworzeniem i funkcjonowaniem autonomicznych i inteligentnych pojazdów, a także z tworzeniem urządzeń typu smart, które mogą się ze sobą komunikować i wzajemnie na siebie wpływać. Przykładem wykorzystania tej technologii w przemyśle jest tworzenie i działanie maszyn przemysłowych, które dzięki zastosowaniu technologii mobilnych mogą się ze sobą komunikować. Kolejną fazą rozwoju IoT jest IoE, czyli Internet wszechrzeczy (Internet of Everything), który łączy już nie tylko maszyny, ale także ludzi, procesy

i dane (Grubb 2013). Szybkie zmiany zachodzące w sektorze nowoczesnych technologii wywierają bardzo silny wpływ na funkcjonowanie całej gospodarki. Taki stan rzeczy przekłada się w znaczącym stopniu na podmioty gospodarcze, które borykają się z problemami decyzyjnymi, począwszy od decyzji na poszczególnych szczeblach zarządzania, a skończywszy na problemach z wyborem strategii dalszego rozwoju. Postępująca globalizacja, względnie tania i wszechobecna technologia, a także dostęp do *know-how* przekłada się na niskie bariery wejścia na rynek i rosnącą konkurencję, co sukcesywnie zwiększa wyzwania oraz złożoność problemów decyzyjnych podmiotów gospodarczych. Aby możliwe było utrzymanie się w grze konkurencyjnej, konieczne jest, z punktu widzenia autorów, przyswajanie przez podmioty gospodarcze nowych rozwiązań techniczno-informacyjno-informatycznych. Nienadążanie za zmianami może skutkować tym, że na rynku będziemy mieli do czynienia tylko z dwoma głównymi rodzajami przedsiębiorstw – tymi, które będą na bieżąco przyswajać nowoczesne technologie i będą się liczyć w grze konkurencyjnej, oraz z tymi, które nie będą ich wdrażać w swojej działalności, co może się wiązać z ich stagnacją, a w konsekwencji być może i z upadkiem. Autorzy jednocześnie pragną zaznaczyć, że scenariusz taki jest prawdopodobny w przypadku przedsiębiorstw działających na rynkach, na których do osiągnięcia przewagi konkurencyjnej niezbędne jest modernizowanie istniejących lub wdrażanie nowych rozwiązań techniczno-informacyjno-komunikacyjnych.

3.1. Automatyzacja, robotyzacja i autonomizacja w środowisku gospodarczym

Analizując kwestie związane z automatyzacją, robotyzacją oraz autonomizacją procesów produkcyjnych, logistycznych i biznesowych w kontekście koncepcji Gospodarki 4.0, należy zaznaczyć, że procesy te obejmują bardzo szeroki zakres. Automatyzacja, robotyzacja oraz autonomizacja procesów odbywa się od punktu wydobycia surowców, poprzez procesy przetwarzania, produkcji, aż po dostarczenie produktu finalnego dla jego nabywcy bądź ostatecznego konsumenta. Zatem procesy te obejmują cały łańcuch tworzenia produktów lub świadczenia usług będących odpowiedzią na potrzeby konsumentów.

Zgodnie z ogólnie przyjętą definicją procesy automatyzacji związane są z zastosowaniem urządzeń, które są w stanie zbierać, magazynować oraz przetwarzać informacje. Przejmują one jednocześnie działania poznawcze, intelektualne, wykonawcze oraz decyzyjne, za które wcześniej odpowiadał człowiek. W wyniku połączenia tak rozumianej

automatyzacji z urządzeniami mechanicznymi, które mają całkowicie zastąpić pracę ludzi, możemy mówić o robotyzacji. Robotyzacja natomiast to sytuacja, w której robot będzie zastępował pracę człowieka jedynie w ograniczonym zakresie, współpracując z nim w wykonywaniu określonych czynności lub zadań. Robotyzacja to kolejny krok w robotyzacji procesów produkcyjnych i logistycznych. Wzrasta w tym przypadku potrzeba dostosowania rozwoju zakresu pracy robotów do działań, w których mogą wspierać pracę człowieka, znacząco zwiększając tym samym efektywność i sprawność wykonywanych przez niego czynności. Natomiast pojęcie autonomizacji to ukierunkowanie automatyzacji oraz jej narzędzi, jakimi mogą być roboty bądź koboty, nie tylko na zwiększenie wydajności i jakości procesów produkcyjnych oraz logistycznych, ale przede wszystkim na zwiększenie ich zdolności bezobsługowych.

Jeszcze nie tak dawno za większość pracy w przemyśle odpowiadali odpowiednio wykwalifikowani pracownicy. Już trzecia rewolucja przemysłowa zapoczątkowała trend automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, logistycznych i biznesowych (Kampa 2014). Jednak procesy w trzeciej rewolucji technologicznej poddane były jedynie częściowej automatyzacji i robotyzacji. Czwarta rewolucja przemysłowa niesie za sobą pełną integrację cyfrową oraz fizyczną wszystkich elementów oraz partnerów wchodzących w skład wspólnych łańcuchów tworzenia wartości produktów lub usług. Oprócz podstawowych filarów i zastosowań koncepcji Gospodarki 4.0, które krótko zostały opisane już w rozdziale 2, siłą napędową tej kolejnej rewolucji przemysłowej jest także pogłębiająca się integracja pionowa oraz pozioma w łańcuchach tworzenia wartości produktów (Błasiak, Gawrysiak 2017).

Obecnie zauważalny jest wzrost tendencji do coraz szerszego wykorzystywania automatyzacji oraz robotyzacji. Praca ludzka jest jednak bardzo często niemożliwa do zastąpienia robotami czy automatycznymi liniami produkcyjnymi. Wynika to z dużej elastyczności działania człowieka, który bez skomplikowanych systemów technicznych lub komputerowych potrafi odnaleźć się nawet w bardzo nietypowych sytuacjach. Jednak chcąc zbudować bardzo elastyczny oraz bezbłędny proces produkcyjny, należy zwrócić uwagę na inne cechy ludzi – ich omylność, szybkie męczenie się czy nudzenie się powtarzalnymi i monotonnymi czynnościami. Cechy te sprawiają, że człowiek jest najsłabszym ogniwem w całym systemie produkcyjnym. To właśnie z takich powodów nieustannie dąży się do zastępowania pracy człowieka pracą silnie zrobotyzowaną i zautomatyzowaną. Pierwszym etapem automatyzacji procesów jest zastosowanie robotów w przypadku czynności powtarzalnych oraz wymagających dużej precyzji. Inną grupą czynności, których automatyzacja jest bardzo pożądana, są czynności monotonne oraz te, które wymagają od człowieka dużego wysiłku fizycznego. Automatyzację takich czynności umożliwia

już zastosowanie prostych elementów mechanicznych, pneumatycznych, elektrycznych, hydraulicznych oraz ich kombinacji (Kampa 2014). Robotyzacja, o której mówi się w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej, jest jednak bardziej skomplikowana. Wiąże się z zastosowaniem bardziej zintegrowanych systemów, w których skoordynowane automatyczne linie produkcyjne wraz z systemem robotów przemysłowych tworzą jeden spójny i współpracujący system produkcyjny funkcjonujący w inteligentnej fabryce. Procesy automatyzacji, robotyzacji oraz autonomizacji tworzą nową rzeczywistość działalności przedsiębiorstw. Wszelkie dane, które dotyczą procesów operacyjnych, zarządzania wydajnością oraz jakością, jak również nawiązujące do planowania procesów w przyszłości są dostępne w czasie rzeczywistym. Koncepcja Gospodarki 4.0 modyfikuje oraz optymalizuje procesy w sposób poziomy w ramach jednego przedsiębiorstwa, transformując je od momentu pozyskania surowców, aż po dostarczenie towaru do klienta. Integracja pionowa ma miejsce poza działaniami skupiającymi się na działalności jednego przedsiębiorstwa. Integruje zatem także działalność wszystkich organizacji będących partnerami przedsiębiorstwa: kontrahentów, dostawców oraz klientów. Zarówno integracja pionowa, jak i pozioma opiera się na technologiach, które umożliwiają identyfikację, śledzenie, planowanie oraz realizację wszystkich zadań, czynności i procesów w czasie rzeczywistym. Automatyzacja oraz robotyzacja procesów może jednak wykraczać poza tradycyjny łańcuch tworzenia wartości produktu finalnego. Po dokonaniu sprzedaży produktów przedsiębiorstwa są w stanie pozyskiwać dane o sposobie ich wykorzystywania dzięki stosowaniu nowoczesnych sposobów gromadzenia, magazynowania i analizy danych za pośrednictwem inteligentnych czujników lub urządzeń do komunikacji. Wyposażenie produktów w inteligentne czujniki i rejestratory daje producentom możliwość udoskonalania swoich produktów w taki sposób, aby jak najlepiej odpowiadały wymaganiom stawianym przez klientów. Pozyskiwane dane pozwalają także na stworzenie koncepcji nowych produktów oraz poszerzenie obecnego portfolio produkcyjnego. Biorąc pod uwagę założenia koncepcji Gospodarki 4.0, które są ściśle związane z automatyzacją oraz cyfryzacją procesów, można stwierdzić, że modele funkcjonowania przedsiębiorstw ulegną diametralnej zmianie. Olbrzymie wolumeny danych, które generują systemy sterowania produkcją, obecnie wykorzystywane jako narzędzia monitorowania oraz kontroli procesów produkcyjnych i technologicznych, w przyszłości będą stanowiły podstawę przewidywań odnoszących się do zachowania konsumentów, postulatów dotyczących parametrów jakościowych dóbr oraz dadzą możliwość sterowania produkcją w skali globalnej. Zautomatyzowane i autonomiczne linie produkcyjne będą mogły automatycznie dokonać modyfikacji parametrów swojej pracy. Urządzenia wchodzące w skład parku maszynowego, wymieniając między sobą informacje, będą w stanie autonomicznie

modyfikować konfiguracje produktów. Poprzez wykorzystanie cyfrowej informacji nastąpi maksymalizacja elastyczności działań przedsiębiorstw. Możliwe zatem będzie sprawne reagowanie na zapotrzebowanie rynku oraz działania dostawców i klientów, a także włączanie ich w procesy związane z produkcją, sprzedażą oraz dystrybucją. Produkcja stanie się maksymalnie elastyczna, producenci będą zatem w stanie realizować coraz to bardziej złożone zamówienia jeszcze sprawniej i taniej niż dotychczas. Transformacja przemysłu i całej gospodarki do modelu cyfrowego i zautomatyzowanego będzie znaczącą zmianą wpływającą na postrzeganie organizowania i realizacji procesów. Rola kapitału ludzkiego zmieni się w sposób diametralny. Pracownicy, którzy do tej pory podejmowali kluczowe decyzje i byli odpowiedzialni za koordynację procesów produkcyjnych, otrzymają nową rolę, która będzie wymagała od nich wykształcenia nowych zdolności w zakresie programowania procesów oraz definicji procedur, a także przekazania w dużym zakresie inicjatywy maszynom. Pracownicy szczebla menadżerskiego staną się zatem swego rodzaju nadzorcami procesów (Błasiak, Gawrysiak 2017).

3.1.1. Kody kreskowe, kody QR

Z wprowadzaniem automatyzacji oraz robotyzacji produkcji związane jest zastosowanie odpowiednich technologii. Jednym z kluczowych postępów w automatyzacji procesów produkcyjnych, logistycznych oraz biznesowych było wprowadzenie systemu automatycznej identyfikacji obiektów. System ten jest w zasadzie niezbędny do funkcjonowania zautomatyzowanej oraz zrobotyzowanej inteligentnej fabryki. Kluczową rolę odgrywa także w rozpatrywaniu pojęć jeszcze szerszych, takich jak: technologie automatyzacji w czwartej rewolucji przemysłowej, systemy logistyczne czy logistyka skupiająca się głównie na sterowaniu, integracji i koordynacji informacją, czyli logistyka informacji.

Automatyczna identyfikacja obiektów polega na znaczącym usprawnieniu procesów związanych z rozpoznaniem i odczytaniem informacji o obiektach. Informacja ta bardzo często jest zakodowana za pomocą określonego systemu kodowania lub zapisana na elektronicznych nośnikach danych, które mogą być odczytane przy użyciu specjalnych czytników. W automatyzacji procesów produkcyjnych, logistycznych oraz biznesowych najczęściej stosowanymi technologiami są:

- kody kreskowe (*bar code*),
- tagi elektroniczne, odczytywane za pomocą technologii radiowej RFID (Radio Frequency Identification),
- standard kodowania NC,

- *smart tag*, radiowy standard komunikacji odczytywany przy pomocy technologii NFC (Near Field Communication),
- rozpoznawanie obrazu.

Kody kreskowe należą współcześnie do najbardziej rozpowszechnionej metody automatycznej identyfikacji. Po raz pierwszy zastosowano je w celu usprawnienia procesu obsługi klientów handlu detalicznego. Historia kodów kreskowych sięga roku 1932, jednak formę najbardziej zbliżoną do obecnej zyskały w 1959 roku. Początkowo występowało wiele różnych systemów tworzenia, odczytywania oraz prezentacji kodów kreskowych. Wraz z rozpowszechnianiem technologii identyfikacji obiektów budowę oraz metody odczytu kodów wystandardyzowano. W 1976 roku powstały dwie europejskie wersje kodów, które początkowo najbardziej popularne były w Stanach Zjednoczonych oraz Kanadzie, przyjmując tam wersję pełną UPC-A i skróconą UPC-E. Europejskie standardy dotyczące kodów kreskowych również zakładają dwie wersje:

- wersja pełna EAN-13, w której 13 cyfr znajduje się pod różnej grubości kreskami,
- wersja EAN-8, która jest wersją skróconą, mniejszą, z zapisanymi 8 cyframi.

Na rys. 3.1 zaprezentowano dwa rodzaje europejskiego standardu kodów kreskowych, 13- oraz 8-cyfrowego.



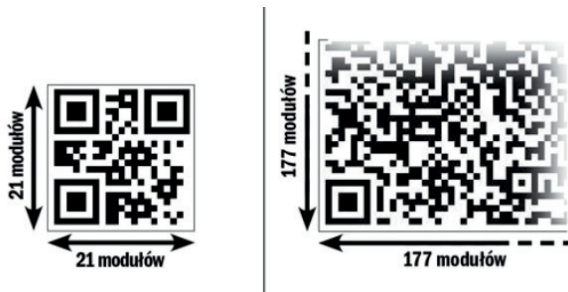
Rysunek 3.1. Kody kreskowe EAN-13 oraz EAN-8

Źródło: *Kody kreskowe...*

Wraz z rosnącą popularnością kodów kreskowych w handlu detalicznym zidentyfikowano kolejne obszary, w których mogą być one wykorzystywane, np. zarządzanie stanem zapasów magazynowych, identyfikacja surowców, materiałów i półproduktów w systemach produkcyjnych, oznaczanie obiektów wchodzących w skład majątku trwałego przedsiębiorstw, usprawnienia w przepływach rzeczowych i informacyjnych w łańcuchach wartości tworzenia produktów lub usług i wielu innych. Do podstawowych korzyści wynikających z zastosowania automatycznej identyfikacji, również tej przy użyciu kodów kreskowych (Markiewicz 2014), należą:

- usprawnienie procesów związanych z obiegiem informacji,
- usprawnienie w zakresie sterowania masą towarową,
- znaczące przyspieszenie prac inwentaryzacyjnych,
- redukcja lub nawet eliminacja części dokumentacji,
- możliwość sprawnej identyfikacji braków zaopatrzeniowych,
- przyspieszenie oraz analiza popytu i podaży na poszczególne składniki produkcji.

W obecnych czasach równie popularną formą usprawnienia identyfikacji oraz kodowania informacji w grafice stały się kody QR. Kod QR jest kodem dwuwymiarowym, nośnikami danych kodu są moduły składające się z ciemnych i jasnych pól. W modułach kodu QR można zapisać, podobnie jak w kodzie kreskowym, znaki numeryczne, ale także alfanumeryczne pochodzące z alfabetów: arabskiego, hebrajskiego, japońskiego, greckiego i cyrylicy. To, ile informacji chcemy zakodować, warunkuje jednocześnie liczbę modułów, z których składać się będzie kod. W zależności od wersji kody QR mają rozmiary od 21×21 modułów (wersja 1) do nawet 177×177 modułów (wersja 40), przy czym każda kolejna wersja ma bok dłuższy o 4 moduły od wersji poprzedniej. Do tworzenia kodów służą obecnie powszechne już generatory kodów, które dostępne są dla każdego, kto posiada połączenie z siecią Internet (Markiewicz 2014).



Rysunek 3.2. Kod QR 21×21 modułów oraz kod QR 177×177 modułów

Źródło: Chrobot (2011).

Na rys. 3.2 zaprezentowano przykładowe kody QR, o rozmiarach 21×21 oraz 177×177 modułów. Kod QR ma podobnie jak kody kreskowe szerokie zastosowanie w usprawnianiu identyfikacji. Może być zastosowany jako metoda zagnieżdżenia dowolnego tekstu lub danych liczbowych, adresów stron internetowych, adresów mailowych, wirtualnych wizytówek biznesowych, dostępu do danych do przelewów bankowych, danych dotyczących towarów lub usług. Dane czy informacje zawarte w kodzie QR

mogą usprawnić również lokalizację obiektów, wytyczanie tras transportowych, akcje marketingowe oraz promocyjne, czynności związane z obsługą kapitału ludzkiego przedsiębiorstw. Kody można odczytywać przy użyciu aplikacji, które są obsługiwane przez większość systemów operacyjnych smartfonów. Po zeskanowaniu kodu za pomocą aparatu fotograficznego wbudowanego w urządzenie mobilne oraz dzięki odpowiedniej aplikacji użytkownik uzyskuje dostęp do danych lub informacji zakodowanych w kodzie QR. W wyniku powszechnego użytkowania urządzeń mobilnej komunikacji kody QR stają się coraz bardziej popularną formą powszechnie używanej graficznej formy kodowania danych, znajdując jednocześnie coraz szersze zastosowania (Markiewicz 2014).

3.1.2. *Smart tag* i technologia RFID

Zrobotyzowane, automatyczne i autonomiczne systemy produkcyjne to systemy, w których niezbędne jest wprowadzenie automatycznej identyfikacji, a więc zautomatyzowanego odczytu i wprowadzania danych. Obecnie jednym z najczęściej wykorzystywanych systemów jest system RFID (Radio Frequency Identification), w którym odczyt danych jest dokonywany za pośrednictwem fal radiowych. Porównując technologie RFID do wcześniej opisanych tradycyjnych technik opartych na etykietach z kodem kreskowym lub kodem QR, należy zauważyć, że w tym rozwiązaniu nośnikiem danych są etykiety w postaci tagów. Tagi te wykazują zdecydowanie większą odporność na niekorzystne warunki pracy, takie jak: wilgoć, pył, zabrudzenia lub negatywny wpływ temperatury. Inną ich zaletą jest to, że proces odczytu danych możliwy jest przez inny materiał, opakowanie czy jednostkę ładunkową. Nie wymaga zatem bezpośredniego kontaktu z obiektem, do którego dołączony jest tag. Jako kolejną zaletę należy przedstawić możliwość jednorazowego odczytu wielu tagów oraz zabezpieczenie danych przed ewentualnymi fałszerstwami. Technologia ta zatem daje możliwość zwiększenia prędkości pozyskiwania danych, a zatem zwiększenia efektywności funkcjonującego systemu informacyjnego (Neumann 2017).

RFID to technika identyfikacji, która do przesyłania danych wykorzystuje fale radiowe. Obecnie w użyciu znaleźć można dwa rodzaje tagów/etykiet RFID – aktywne oraz pasywne. Aktywne tagi RFID zasilane są przez baterie, co skraca ich żywotność. Wyposażenie etykiety RFID w baterie zwiększa wprawdzie jej pojemność danych oraz zasięg ich przesyłania przez wbudowany mikrochip, jednak ten rodzaj etykiet jest drogi, co tworzy pewną barierę w ich upowszechnieniu. Z kolei pasywne etykiety RFID są zasilane za pomocą energii, która jest przekazywana przez urządzenie szczytujące dane za pośrednictwem fal radiowych. Jednak ten rodzaj tagów ma mniejszą pojemność danych,

a ich odczytu można dokonać jedynie ze stosunkowo niewielkiej odległości. Etykiety aktywne zostaną odczytane automatycznie za pomocą urządzeń zainstalowanych w różnych punktach przepływu dóbr, natomiast etykiety pasywne odczytuje się zwykle przy użyciu ręcznych czytników zbliżeniowych. Tagi pasywne aktywowane są przez sygnał radiowy, który wysyłany jest przez czytniki. Zależnie od częstotliwości fal radiowych chipy RFID mają zasięg od kilkudziesięciu centymetrów do 200 metrów. Tagi mają także różne rozmiary, zwykle występują w wersjach 2×2 cm lub 4×4 cm, są wyposażone w zwojową antenę, która odbiera i przesyła sygnały radiowe o częstotliwościach od 3 do 150 GHz. Każdy z tagów RFID uzbrojony jest także zwykle w 64-bitowy unikatowy kod identyfikacyjny, który podczas odbioru sygnału przez czytnik stanowi swego rodzaju klucz dostępu do danych dotyczących oznakowanego obiektu (Kamieński 2014). Istotnym elementem stosowania opisywanej technologii są także czytniki RFID, które służą do wyłapywania i interpretacji fal radiowych wysyłanych przez tagi RFID. Czytnik odczytuje dane oraz interpretuje je, mogąc odczytać w jednej sekundzie ponad tysiąc tagów jednocześnie. Po odczytaniu i interpretacji danych czytnik przesyła je do systemu informatycznego. Czytnik RFID jest urządzeniem bardziej złożonym od etykiety RFID, a jego podstawowymi elementami są: nadajnik, odbiornik, kontroler, mikroprocesor, pamięć, interfejs komunikacyjny oraz zasilanie (Neumann 2017).

Połączenie infrastruktury stacjonarnych lub mobilnych czytników RFID oraz otagowanie obiektów pasywnymi lub aktywnymi tagami może stanowić sprawny system śledzenia informacji na temat lokalizacji, w której odebrano poprzedni sygnał radiowy pochodzący z etykiety RFID. Technologia ta jednak w swojej pierwotnej formie nie pozwala na monitorowanie lokalizacji obiektów w czasie rzeczywistym. Dopiero udoskonalenie etykiet/tagów RFID i ich kooperacja z urządzeniem GPS oraz komunikacją satelitarną umożliwią śledzenie obiektów będących w ruchu, w czasie niemal rzeczywistym. Takie połączenie dwóch technologii może przynieść także kolejne korzyści, ponieważ eliminuje potrzebę budowy specjalistycznej lokalnej infrastruktury, do której należą czytniki i anteny wysyłające lub odbierające sygnał dotyczący automatycznego sczytywania danych. Chipy RFID współpracujące z technologią komunikacji satelitarnej to nowe rozwiązanie. S-RFID może za pomocą satelity przekazywać na bieżąco informacje dotyczące obecnego położenia otagowanego obiektu. Informacje te są odbierane, gromadzone i przetwarzane w centrach kontroli przepływów, współpracując jednocześnie wraz z technologią RFID, technologią GPS oraz technologią satelitarną jeszcze bardziej zautomatyzowany system zarządzania informacją.

RFID i kolejne etapy rozwoju tej technologii są zatem nowoczesnym rozwiązaniem coraz częściej stosowanym jako element proefektywnościowy i wspierający logistyczny

system informacyjny. Etykiety RFID mogą być wykorzystane wielokrotnie, zapisane na nich dane mogą być czytane lub nadpisywane bez limitu, zatem jest to bardzo dobra alternatywa dla technologii kodów kreskowych. Korzyści te w tym przypadku należy rozpatrywać w długim horyzoncie czasowym, a nie jedynie przez pryzmat pojedynczego zastosowania etykiety i czujnika, co w takim ujęciu jest niezaprzeczalnie droższe. Systemy informatyczne funkcjonujące w produkcji, logistyce czy transporcie wspomagane przez technologie RFID umożliwiają sprawowanie pełnej kontroli nad procesami zachodzącymi w tych systemach. Upowszechnienie stosowania tej technologii może zatem nie tylko obniżyć koszty obsługi informacji, ale także znacząco zwiększyć efektywność systemu informacyjnego przedsiębiorstw (Neumann 2017).

3.1.3. Near Field Communication (NFC)

NFC to technologia komunikacji bliskiego zasięgu, będąca efektem rozwoju systemu identyfikacji radiowej RFID. Pozwala na wymianę danych za pomocą fal radiowych na odległość maksymalnie 20 cm, czyli wykorzystując bezpośrednie zbliżenie urządzeń (Garczarek 2016).

Do upowszechnienia tej metody przekazywania danych przyczyniły się głównie branża finansowa oraz międzynarodowe organizacje płatnicze MasterCard i Visa. Technologia ta zaraz obok paska magnetycznego oraz mikroprocesora EMV została uznana za trzeci docelowy standard elektronicznej wymiany danych w kartach płatniczych oraz innych technologiach związanych z płatnościami mobilnymi i zbliżeniowymi. System jest dość intuicyjny i umożliwia komunikację pomiędzy tagiem NFC a czytnikiem, którym może być telefon komórkowy przystosowany do obsługi technologii komunikacji NFC, między dwoma urządzeniami wyposażonymi w przekaźniki służące do przesyłania lub odbierania danych w technologii NFC lub w przypadku płatności bezgotówkowych pozwala na łączność pomiędzy urządzeniem wyposażonym w technologię NFC a terminalem należącym do sieci terminali płatniczych EET-POS. Największą szansę na upowszechnienie zastosowania NFC stanowi wyposażenie smartfona w tę technologię i użycie tego połączenia jako narzędzia umożliwiającego unowocześnienie procesów płatności bezgotówkowych (Polasik 2014).

Działanie NFC w tym przypadku może być w pełni zautomatyzowane. Telefon lub inne urządzenie mobilne po wykryciu kompatybilnego taga NFC uruchamia aplikację, która na ekranie urządzenia wyświetla informacje zapisane na tagu. Do obsługi tej technologii niezbędne są zatem: telefon lub inne urządzenie mobilne obsługujące

technologię NFC jako czytnik umożliwiający komunikację z tagiem oraz pasywny tag/etykieta NFC, który zawiera informację. NFC to technologia pasywnych tagów/etykieta, a więc nie posiadają one własnego źródła zasilania i są pobudzone przez sygnał wysyłany przez czytnik zawarty na nich informacji. Podobnie jak technologia RFID także technologia NFC może być stosowana do automatycznej identyfikacji obiektów. W szczególności technologia ta znajduje zastosowanie w procesach związanych z płatnościami mobilnymi, obsługą klienta, kontrolą kapitału ludzkiego, szybkim przesyłaniem informacji, zbieraniem informacji w aplikacjach przemysłowych, kontrolą dostępu czy nowoczesnym marketingiem i reklamą. Możliwość uelastycznienia oraz automatyzacji czynności dzięki technologii NFC pozwala na ograniczenie nakładu pracy i jednocześnie zapewnia bezpieczeństwo danych zawartych w tagach tej technologii (Garczarek 2016).

3.1.4. Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Wearables

Przestrzenie organizacyjne nowoczesnych i innowacyjnych przedsiębiorstw są realne i wirtualne. Rozwój przedsiębiorstwa zgodny z ideami czwartej rewolucji technologicznej wymaga budowy mechanizmów pozwalających na tworzenie łańcuchów wartości zarówno w sferze materialnej, jak i wirtualnej. Konwergencja procesów realizowanych w tych przestrzeniach przebiega poprzez stosowanie zaawansowanych technologii informatycznych oraz technologii opierających się na rozszerzeniu świata materialnego o elementy świata wirtualnego. Technologie te należą do grupy rozszerzonej rzeczywistości (AR – Augmented Reality) lub technologii pozwalających na odwzorowanie świata realnego w świecie wirtualnym, czyli wirtualnej rzeczywistości (VR – Virtual Reality) (Bernat, Cieśliński 2016).

Rozszerzona rzeczywistość rozumiana jako obszar informatyki umożliwiający połączenie świata rzeczywistego oraz wirtualnego pozwala na zapewnienie interaktywności w czasie rzeczywistym, dając przy tym pełną swobodę ruchu użytkownikowi technologii. W rzeczywistości zastosowanie technologii AR wiąże się z użytkowaniem urządzeń przenośnych, np. smartfona, specjalnych okularów, inteligentnych soczewek, stacjonarnych systemów AR czy wyświetlaczy na głowicach, za pomocą których na obraz rzeczywisty nakładane są dodatkowe cenne dla użytkownika dane. Takie dane lub informacje mogą być dowolnym rodzajem obiektu wirtualnego lub zawartości: tekstem, grafiką, wideo, danymi GPS. AR to rozwiązanie umożliwiające nowy odbiór świata w czasie rzeczywistym, stanowiąc przy tym naturalny interfejs człowieka i jego

interakcji z obiektami lub urządzeniami cyfrowymi. Stosowanie technologii AR umożliwia wykonanie kolejno czterech podstawowych czynności i połączenie ich wyników w użyteczny sposób. Podstawowymi zadaniami w użytkowaniu AR będą zatem:

- ujęcie obiektu – uwiecznienie obiektu za pomocą urządzenia wyposażonego w aparat bądź kamerę fotograficzną,
- identyfikacja obiektu – uchwycona rzeczywistość zostaje zeskanowana oraz osadzona ze względu na obecną pozycję obiektu, która może być zidentyfikowana przy zastosowaniu *smart tagów*, etykiet, systemu GPS czy czujników laserowych,
- przetworzenie obiektu – po rozpoznaniu oraz identyfikacji dane dotyczące obiektu zostają przesłane do wcześniej przygotowanej bazy danych w celu nadania przypisanej do nich odpowiedzi,
- wizualizacja obiektu – na ostatnim etapie system nakłada na siebie obrazy przestrzeni rzeczywistej oraz wirtualnej, dając jednocześnie nowy odbiór zastanej rzeczywistości przez użytkownika technologii AR.

Bardzo często rzeczywistość rozszerzona mylona jest z rzeczywistością wirtualną. Wirtualna rzeczywistość jest istotnym elementem symulacji przebiegu procesów lub kształtu i wyglądu obiektów biorących udział w czynnościach i zadaniach realizowanych podczas procesu, będąc jedynie wygenerowanym komputerowo trójwymiarowym obrazem wyświetlonym na ekranie komputera lub innego wyświetlacza. Nie łączy zatem tak jak AR środowiska wirtualnego z rzeczywistym, więc nie ma możliwości integralnego odbioru tych dwóch rzeczywistości w czasie rzeczywistym (Rusek, Pniewski 2017).

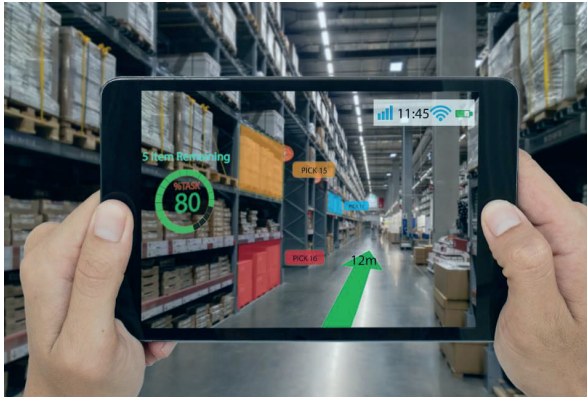
Jednym z bardziej powszechnych rozwiązań organizacyjnych wspomaganych przez technologie AR jest usprawnienie procesów związanych z pracami magazynowymi oraz procesami kompletacji zamówień. Stosowanie systemu AR pozwala na wytyczenie trasy pracownika magazynowego, wsparcie w momencie lokalizacji obiektu oraz dostarczenie informacji o liczbie produktów do pobrania, a także podpowiada miejsce odłożenia pobranego już dobra. Wsparcie w kompletacji może być rozszerzone także o wsparcie podczas realizacji przyjęć lub wydań magazynowych, przy uzupełnianiu stref kompletacji zamówień lub do ostrzegania w sytuacji zagrożenia, jakie może stanowić nadjeżdżający wózek widłowy.

Innym zastosowaniem technologii AR mogą być rozwiązania przeznaczone dla węższego grona specjalistów. Oprogramowanie może wspierać prace konstrukcyjne, montażowe lub serwisowe w przypadku skomplikowanych i trudnych do przeprowadzenia czynności czy napraw urządzeń wchodzących w skład parku technologicznego.

Popularne stają się również aplikacje, które wspierają procesy transportowe, takie jak nakładki na systemy nawigacji GPS, które wskazują drogę, nakładając wskazówki

na obraz przekazywany bezpośrednio z kamery urządzenia monitorującego drogę w czasie rzeczywistym (Żuchowski 2019).

Inteligentne specjalizacje w produkcji, logistyce przepływu dóbr czy logistyce informacji są zatem kreowane na stykach odbioru rzeczywistości realnej oraz wirtualnej, dając jednocześnie możliwość nakładania na siebie zdarzeń i procesów zachodzących w tych dwóch przestrzeniach (Bernat, Cieśliński 2016).



Rysunek 3.3. Rozszerzona rzeczywistość w magazynie

Źródło: Fade (2019).



Rysunek 3.4. Rozszerzona rzeczywistość we wspieraniu prac serwisowych urządzeń

Źródło: Marr (2018).

Pewną grupą urządzeń, które można również zaliczyć do kategorii technologii odpowiedzialnej za wprowadzenie rozszerzonej rzeczywistości, są tzw. urządzenia ubieralne (nie obejmują opisanych wcześniej urządzeń wizyjnych). Pierwszą grupę stanowią urządzenia o wąskiej funkcjonalności, jak: opaski, zegarki, zestawy słuchawkowe, terminale czy nadgarstkowe skanery naręczne. Drugą grupę tworzą bardziej zaawansowane urządzenia ubieralne, np. rękawice informujące pracownika fabryki o wysokości temperatury elementu lub urządzenia, które ma zamiar chwycić. W tego typu urządzeniach zwraca się więc uwagę na elementy ubioru pracowników wyposażone w różnego rodzaju czujniki i sensory, które pozwalają lepiej zmierzyć, identyfikować i interpretować otaczającą ich rzeczywistość. Czujniki mogą też mierzyć napięcie, pole elektromagnetyczne, nacisk czy rezystencję, co pozwala na ich zastosowanie w wielu specjalistycznych rozwiązaniach przemysłowych. Opaski umieszczone na rękawach lub nadgarstkach mogą stanowić system sugerujący sekwencje następujących po sobie czynności, które ma wykonać pracownik. Urządzenia takie mogą być także znakomitym elementem automatycznej identyfikacji procesów, zbierając dane o przeprowadzanych czynnościach, takie jak: czas, powtarzalność oraz sekwencyjność. Inną metodą usprawnienia pracy może być wyposażenie odzieży w urządzenia dające możliwość komunikacji za pośrednictwem technologii Bluetooth, co w przyszłości może być obszarem o znaczącym potencjale innowacyjności w sferze ubieralnych urządzeń (Żuchowski 2019).

3.1.5. Numerical Control (NC), Computerized Numerical Control (CNC)

Historia funkcjonowania sterowania numerycznego (NC) sięga lat 50. XX wieku. Wtedy to właśnie na terenie MIT w Bostonie powstała pierwsza obrabiarka ze sterowaniem numerycznym. Przez ostatnie 70 lat zmieniły się cechy wewnętrzne, kinematyka oraz zdolności obróbkowe tych maszyn. Sama idea ich funkcjonowania pozostała jednak taka sama. Jedną z istotniejszych zmian, która nastąpiła na początku lat 70. XX wieku, było zastosowanie jednostki komputerowej jako jednostki wykonawczej komputerowego sterowania numerycznego (CNC). Modyfikacja ta w sposób znaczący przyczyniła się do wzrostu funkcjonalności układów sterowania oraz rozpowszechnienia ich stosowania nie tylko w sterowaniu obrabiarkami. Dziś coraz powszechniej skrót NC stosuje się także do układów CNC, mimo że konstrukcyjnie różnią się one od układów NC starszych generacji, które jednak coraz rzadziej wykorzystywane są w przemyśle (Nikiel 2004).

Obecnie sterowanie numeryczne jest postrzegane jako element sterowania systemem lub urządzeniem poprzez bezpośrednie wprowadzanie danych mających postać liczb, liter, symboli lub kombinacji tych postaci. NC jest także zasadniczym elementem produkcji zintegrowanej za pomocą komputerów, a w szczególności pracy różnego rodzaju obrabiarek. Sterowanie numeryczne jest także jednym z podstawowych elementów systemów niezbędnych do sterowania nowoczesnymi robotami przemysłowymi. Dwoma podstawowymi systemami wyróżnianymi w klasie systemów NC są systemy punkt – punkt oraz systemy NC bazujące na ścieżce ciągłej. System NC punkt – punkt to system służący zaprogramowaniu urządzenia, które wykonywać będzie serię ruchów z wyróżnionymi punktami początkowymi oraz punktami zatrzymań. Jeśli chodzi o NC, w ścieżce ciągłej należy wyróżnić urządzenia programowane w systemie punkt – punkt i posiadające jednocześnie odpowiednią pamięć wcześniejszych działań, która pozwala im na postępowanie i wykonywanie odpowiednich czynności zgodnie z wcześniej przetworzonymi informacjami (Britannica 2018).

Najważniejszą cechą układów sterowania NC i CNC jest nadanie im odpowiedniej użyteczności. Do głównych cech, które trzeba odpowiednio modelować, należą układy sterowania programowego oraz układy o elastycznej postaci programu sterującego. Układy sterowania programowego to programy, w których opisywane są zarówno geometryczne, jak i technologiczne warunki obróbki surowców lub materiałów. Jeśli chodzi natomiast o układy elastycznej postaci programu sterującego, głównym postulatem w tym przypadku jest nadanie im takiej postaci, która pozwoli na jej łatwą i szybką modyfikację. Taka elastyczność mogłaby wskazywać na to, że obrabiarki CNC nadają się do małych lub średnich serii produkcyjnych. Nie można jednak wykluczyć używania tej technologii w produkcji wielkoseryjnej, masowej, która dominuje w dzisiejszej rzeczywistości gospodarczej. Przez sam program sterujący w układach CNC należy rozumieć określony z góry plan zamierzonej pracy obrabiarki, która ma wykonać określony przedmiot o zdefiniowanym kształcie, wymiarze, chropowatości oraz powierzchni (Nikiel 2004).

3.1.6. Additive manufacturing

Postęp technologiczny oraz ciągły rozwój przemysłu sprawiają, że producenci zmuszeni są w sposób ciągły udoskonalać techniki produkcyjne. Modyfikacje technik oraz technologii są związane głównie z próbami zmniejszania kosztów wytwarzania i osiągnięciem poziomu kosztów, który pozwoliłby na uzyskanie przewagi konkurencyjnej. Jedną z dróg

usprawnienia technik produkcyjnych jest zmiana podejścia do produkcji, która zwykle kojarzy się z redukowaniem objętości surowców lub materiałów poddawanych obróbce. Takie podejście musiało wiązać się z upowszechnieniem zastosowania automatyzacji procesów poprzez zastosowanie układów sterowanych numerycznie. Jednak jeszcze bardziej rewolucyjne w zmianie podejścia jest – zdaniem autorów – zastosowanie technik przyrostowych w produkcji przemysłowej. Stosowanie technik przyrostowych wiąże się zwykle z używaniem obrabiarek CNC oraz drukarek 3D. Technologia druku 3D umożliwia warstwowe wytwarzanie przedmiotów na podstawie trójwymiarowych modeli projektowanych w środowisku CAD i projektowania wspomaganego komputerowo (Computer Aided Design). Dzięki takiemu połączeniu technologii możliwe jest szybkie prototypowanie, a więc tworzenie modeli o charakterze poglądowym, lub nawet urzeczywistnienie symulacji całych układów funkcjonalnych, wcześniej odzwierciedlonych jedynie w świecie wirtualnym. Dynamiczny rozwój technologii druku 3D przyczynił się do znacznego zmniejszenia kosztów prototypowania, co prowadzi także do zwiększenia precyzji w realizacji przemysłowych procesów produkcyjnych oraz w produkcji stosowanych w niej urządzeń (Borysiewicz i in. 2018).

Szybki rozwój technologii druku 3D spowodował również pojawienie się różnych metod produkcji przyrostowej. Do najczęściej stosowanych i nieustannie rozwijających się należą (Siemiński, Budzik 2015):

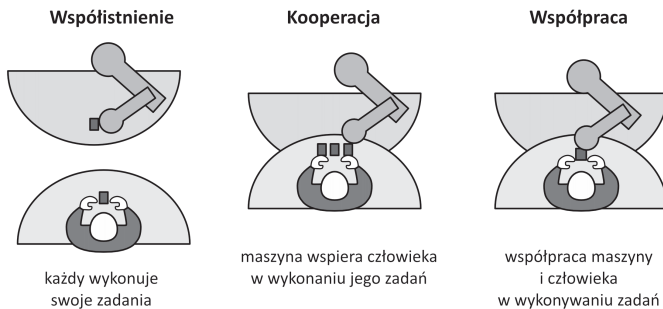
- FDM (Fused Deposition Modeling) – polega na osadzaniu uplastycznionego wcześniej materiału za pomocą dwudyskowej głowicy, która nakłada materiał na obniżającą się platformę roboczą, tworząc model warstwa po warstwie;
- SLA (stereolitografia) – to punktowe utwardzanie materiału będącego ciekłą żywicą akrylową lub epoksydową; materiał ten utwardzany jest przy użyciu wiązki laserowej o małej mocy; uformowany obiekt po naświetleniu promieniowaniem ultrafioletowym ulega utwardzeniu; obiekt powstaje warstwowo;
- POLYJET – metoda bardzo zbliżona do SLA, jednak niewymagająca utwardzania warstwa po warstwie; utwardzenie następuje po całym procesie przy użyciu światła UV;
- SLS (Selective Laser Sintering) – w tej metodzie proszek nakładany na stół roboczy jest utwardzany warstwowo za pomocą światła lasera; proces ten nazywany spiekaniem umożliwia zastosowanie materiałów ceramicznych oraz metali, takich jak brąz lub stal.

Obecnie tworzenie za pomocą metod przyrostowych jest realizowane w technicznych działach inżynierskich, w których wykonywane są w szczególności wszelkie procesy związane z etapami projektowo-konstrukcyjnymi dóbr, elementów zamiennych

lub urządzeń. Swoje zastosowanie znajdują zatem w branżach związanych z przemysłem: samochodowym, lotniczym, kosmicznym, militarnym, budowlanym, odzieżowym, meblarskim, obuwniczym, architektonicznym, militarnym, czyli wszędzie tam, gdzie makietą będąca prototypem może stać się jednocześnie obok dokumentacji papierowej swego rodzaju narzędziem służącym do interakcji z klientem. Ponadto tworzenie przy użyciu technologii przyrostowych stosuje się także w branży inżynierii biomedycznej, edukacji, medycynie, farmacji czy chirurgii (Cichoń, Brykalski 2017).

3.1.7. Kobotyzacja w logistyce

Zjawiska automatyzacji i robotyzacji procesów logistycznych nie prowadzą jednak do całkowitej eliminacji udziału człowieka w procesie produkcji dobra czy usługi. W ramach koncepcji Gospodarki 4.0 dochodzi zatem do zaistnienia i nawiązania pewnych relacji między maszyną a człowiekiem. Technologia wykorzystywana w procesie automatyzacji produkcji najczęściej jest stosowana w obszarach związanych z przepływami fizycznymi oraz ich robotyzacją, co może wpływać na pracowników w mniejszym lub większym stopniu. Otwiera to zarówno wiele nowych możliwości, jak i niesie za sobą wiele wyzwań. Pierwszym krokiem podejmowanym podczas procesu automatyzacji/robotyzacji produkcji powinno być zatem określenie rodzaju interakcji, jaki będzie zachodził pomiędzy człowiekiem, maszyną a systemem informatycznym, współistniejącymi w systemie produkcji. Powszechnie wyróżnia się trzy typy takiej interakcji: współistnienie, kooperację i współpracę (Bauer i in. 2018).



Rysunek 3.5. Rodzaje współpracy pomiędzy człowiekiem a maszyną

Źródło: Bauer i in. (2018).

Na rys. 3.5 ukazano trzy fizyczne typy interakcji maszyny i człowieka podczas realizacji działań produkcyjnych. W przypadku współlistnienia obszary robocze człowieka i maszyny są całkowicie rozdzielne. Maszyna realizuje również zupełnie inny etap procesu produkcyjnego, a więc także cele działań człowieka i maszyny są różne. Kooperacja zaprezentowana w środkowej części rysunku to sytuacja, kiedy obszary robocze maszyny i człowieka zostają uwspólnione. Każdy zatem realizuje pewne czynności, które poprzez sumę działań doprowadzić mają do realizacji wspólnego celu. Najbardziej integralną formą współpracy jest sytuacja opisana po prawej stronie rysunku. Całkowita integracja działania to nie tylko wspólny cel czy obszar działania, ale także wspólnie realizowane czynności, które się wzajemnie uzupełniają. Uzupełniające się czynności dostosowywane są do bieżącej sytuacji, prowadząc jednocześnie do osiągnięcia jak największej wydajności realizowanego procesu (Onnasch, Maier, Jürgensohn 2016).

3.2. Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE)

Postrzeganie informacji jako jednego z kluczowych zasobów realizacji procesów produkcyjnych, logistycznych i biznesowych sprawia, że wszystkie organizacje kładą duży nacisk na dostęp do informacji we wszystkich ogniwach swojej działalności. Możliwe jest to dzięki wykorzystywaniu najnowocześniejszych systemów klasy ERP, ale także nowoczesnych technologii komunikacyjnych, spośród których w sposób szczególny należy wyróżnić wcześniej już wspomniany IoT, czyli Internet rzeczy. Ten nowy model wymiany informacji i komunikacji zdobywa coraz większe znaczenie w przedsiębiorstwach, szczególnie w obszarach wiodących, takich jak łańcuchy dostaw czy łańcuchy tworzenia wartości produktów i usług. To właśnie w tych sferach zmieniają się metody pozyskiwania danych, co skutkuje także zmianą lub powstawaniem nowych metod dystrybucji zasobów materialnych, towarów oraz informacji, tworząc jednocześnie nowe oraz wielokierunkowe sieci ich dystrybucji (Brdulak 2017).

W sierpniu 1962 roku jeden z wykładowców MIT wprowadził do użytkowania pojęcie „galaktycznej sieci” (Galactic Network), wskazując jednocześnie na postrzeganie sieci Internet jako globalnej sieci służącej do porozumiewania się (Leiner i in. 2009), co okazało się słuszne. Technologia sieci Internet ewoluowała jednak bardzo szybko, warunkując jednocześnie wykładniczy przyrost danych, sieci współpracy, komunikacji oraz budowę coraz to bardziej złożonych systemów wzajemnej komunikacji i wymiany danych.

Internet przyczynił się zatem do zmiany sposobu życia ludzi, ale także bardzo mocno zmodyfikował modele organizacji przedsiębiorstw. W znaczącym stopniu przeniósł też

relacje międzyludzkie z poziomu realnego do poziomu wirtualnego, co dotyczy obecnie wszystkich sfer życia ludzi: zawodowej, towarzyskiej czy prywatnej (Kwiatkowska 2014).

Postęp technologiczny generuje ciągle nowe możliwości wymiany danych poprzez różnego rodzaju technologie komunikowania się. Szczególnie widoczne staje się to w obszarach związanych z elektroniką oraz teleinformatyką. W chwili obecnej elementy składowe, takie jak: sensory, odbiorniki, procesory, urządzenia inteligentne, są praktycznie nierozdzielnymi składowymi szeroko rozumianych produktów (obiektów, rzeczy), posiadając jednocześnie możliwość wzajemnych połączeń lub tych nawiązywanych z infrastrukturą zewnętrzną lub człowiekiem. Te nowe cechy produktów umożliwiają wykorzystanie funkcji komunikacyjnych, pozwalając nie tylko na poprawę efektywności funkcjonowania rozwiązań z zakresu logistyki informacji, ale także w sferze zapewnienia skuteczności i zachowania ciągłości prowadzonych procesów (Zaskórski 2011).

Wraz z pojawieniem się możliwości komunikacji człowieka z obiektami rzeczowymi czy wzajemnej komunikacji obiektów uzbrojonych w technologie dające im możliwości komunikowania się (*smart objects* – inteligentne obiekty) zaczęło kształtować się pojęcie Internetu rzeczy. Termin ten po raz pierwszy pojawił się w 1999 roku w Stanach Zjednoczonych jako tytuł prezentacji Kevina Ashtona dotyczącej prezentacji łańcucha dostaw Procter & Gamble. W swoim wystąpieniu poruszył on także bardzo ważną kwestię pełnej zależności komputera, a więc także sieci Internet od człowieka, która była wtedy jedyną jednostką wprowadzającą dane do tych systemów. Wszystkie informacje dostępne w sieciach komputerowych były wówczas rejestrowane oraz zapisywane wyłącznie przez ludzi (Ashton 2009).

Podstawowym problemem rozszerzania się informacyjnej sieci Internet oraz barierą jej rozwoju stał się fakt ograniczoności czasu, jakim dysponuje człowiek. Stwierdzono także, że częsty brak dokładności lub dostatecznej uwagi może przesądzić o tym, że człowiek nie jest najlepszą jednostką, która powinna rejestrować i uzupełniać sieć o dane dotyczące świata. Dlatego do dalszego rozwoju niezbędne było wyposażenie komputerów, a później innych urządzeń w umiejętność samodzielnej rejestracji i gromadzenia danych dotyczących otaczającego ich świata. Jedną z pierwszych tego typu technologii stał się wcześniej już opisany radiowy system identyfikacji RFID. Stworzył on wraz z inteligentnymi etykietami, czujnikami i czytnikami jeden z pierwszych systemów dający urządzeniom możliwość odbioru świata przy jednoczesnym pominięciu barier oraz ograniczeń wynikających z luk w danych czy informacjach (Kwiatkowska 2014).

Już sama nazwa Internet rzeczy sugeruje, że pod tym terminem kryje się połączenie rzeczy za pomocą sieci Internet. IoT to zatem technologia wywodząca się z systemów

informacyjnych, której głównym zadaniem jest zwiększenie wydajności wymiany informacji i w związku z tym komunikacji przedmiotów biorących udział w procesach mających tworzyć jeden spójny system wymiany informacji (Weber, Weber 2010). Internet rzeczy umożliwia zatem zautomatyzowany odczyt, gromadzenie, przetwarzanie oraz transfer danych w sieciach wzajemnie połączonych ze sobą urządzeń. Natomiast komunikacja zachodząca pomiędzy ludźmi a samochodami, urządzeniami elektronicznymi, budynkami, przedmiotami lub przedsiębiorstwami w całym łańcuchu dostaw stanowi pewnego rodzaju interfejs pomiędzy światem realnym a światem wirtualnym (Szozda 2017).

Jedną z najczęściej przytaczanych i najlepiej, zdaniem autorów, usystematyzowanych definicji IoT jest definicja zaprezentowana przez ITU (International Telecommunication Union – Międzynarodową Unię Telekomunikacji). Według ITU Internet rzeczy to urzeczywistnienie globalnej infrastruktury społeczeństwa informacyjnego, która umożliwia świadczenie oraz dostęp do zaawansowanych usług bazujących na połączeniu fizycznym i wirtualnym obiektów (przedmiotów, urządzeń), możliwym dzięki istnieniu i rozwojowi interoperacyjnych technologii informacyjno-komunikacyjnych (International Telecommunication Union 2012).

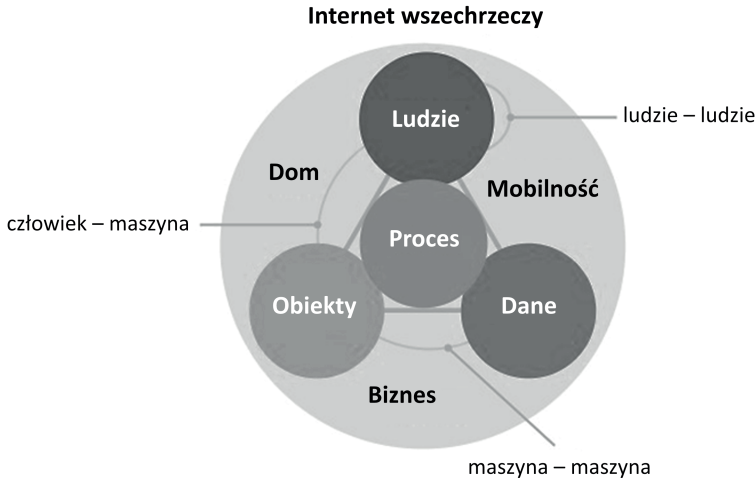
Za początek powszechności występowania zjawiska Internetu rzeczy Cisco Internet Business Solution Group uznaje moment, w którym liczba obiektów wchodzących w skład sieci urządzeń połączonych za pomocą Internetu przekroczyła liczbę mieszkańców globu. Jeszcze w 2000 roku liczba takich urządzeń wynosiła tylko 500 mln, przy stanie 6 mld ludzi zamieszkujących Ziemię. Znaczący wzrost liczby używanych smartfonów, tabletów i innych urządzeń mobilnych podłączonych do sieci doprowadził do przekroczenia liczby urządzeń w stosunku do granicy, jaką była liczba mieszkańców Ziemi, już na przełomie 2008 i 2009 roku. Natomiast w 2010 roku suma urządzeń połączonych z siecią wynosiła ok. 12,5 mld, co oznaczało, że na każdego mieszkańca Ziemi przypadało ok. 1,8 urządzenia (Evans 2011).

Podstawową ideą Internetu rzeczy jest zatem połączenie w jedną sieć niemalże wszystkich rodzajów urządzeń. Według niej urządzenia połączone za pośrednictwem odpowiedniej infrastruktury są doskonałym źródłem pozyskiwania danych i informacji oraz mogą stanowić podstawę do tworzenia nowych usług czy aplikacji. W komunikacji zachodzącej w ramach IoT należy wyróżnić dwa rodzaje połączeń/komunikacji: pomiędzy ludźmi a obiektami oraz wzajemne pomiędzy obiektami, gdzie człowiek występuje głównie jako odbiorca danych i informacji (Ogórek, Zaskórski 2018). Koncepcja Internetu rzeczy bardzo często jest przedstawiana jako zjawisko bazujące na trzech wymiarach: zawsze, wszędzie i ze wszystkim. Zatem zgodnie z tą myślą Internet rzeczy

powinien zapewnić komunikację zawsze, wszędzie i każdemu urządzeniu będącemu rezydentem dowolnej sieci (Brachman 2013). Celem pośrednim Internetu rzeczy jest także stworzenie inteligentnych obiektów oraz przestrzeni. Zastosowanie IoT jest już dziś bardzo rozległe i coraz bardziej się rozszerza poprzez ciągły rozwój oraz implementację w większości tworzonych przez człowieka obiektów czy urządzeń elektronicznych. Sektory zastosowania IoT to m.in. przemysł, usługi logistyczne, transport, bezpieczeństwo publiczne (zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne), opieka zdrowotna, nauka, gospodarstwa domowe, konsumpcja indywidualna, IT, budownictwo, energetyka i inne. Korzystając zatem z technologii IoT, można założyć, że stanie się ona wielopłaszczyznową i wielokierunkową platformą służącą implementacji integracji, obiektów, procesów lub całych systemów (Ogórek, Zaskórski 2018).

Idąc o kolejny krok dalej w definiowaniu IoT, światowy lider branży teleinformatyki, przedsiębiorstwo Cisco, rozszerzył to pojęcie do IoE. Według Internetu wszechrzeczy do sieci przyłączone są nie tylko urządzenia, ale także dane, zjawiska, procesy, przedsiębiorstwa oraz osoby i kraje (rys. 3.6). IoE może się stać w takim przypadku rozszerzeniem i naturalnym następcą IoT, a jako kluczowy element ewolucji technologicznej wpisze się tym samym – zdaniem autorów – w Gospodarkę 4.0 i obejmie jeszcze więcej dziedzin naszego życia, czyli wszystko to, co wcześniej nie zostało podłączone do sieci Internet (Ustundag, Cevikcan, 2018).

Internet wszechrzeczy to sieć, która w sposób naturalny stanowi pewną ewolucję istniejących rozwiązań w dziedzinie nowoczesnych technologii informacyjno-telekomunikacyjnych, automatyki, elektroniki, robotyki i analizy danych. Wszystko, co nie zostało jeszcze wcielone do globalnej infrastruktury sieciowej, może wkrótce stać się jej kolejnym elementem. Wynika to głównie z ciągłego rozwijania protokołów internetowych, które zapewniają szerokie perspektywy wykorzystywania modułów zgodnych ze standardami, takimi jak Ethernet, TCP/IP, Wi-Fi lub LoRaWAN. Potencjał aplikacyjny IoE, podobnie jak IoT, jest praktycznie nieograniczony. Obejmuje zatem wszystkie sfery życia ludzi, skupiając się jednak obecnie na omówionych w rozdziale 2 inteligentnych miastach, fabrykach/przemysłe, systemach energetycznych oraz środkach mobilności i innych. IoE swoje szerokie zastosowanie znajduje także w systemach odpowiedzialnych za monitorowanie stanu środowiska naturalnego i poświęconych jego ochronie. Aplikacyjność Internetu wszechrzeczy pozwala na monitorowanie poziomu zanieczyszczenia powietrza, gleby oraz wód. Jeszcze innym przykładem implementacji technologii IoE jest rozwój rozwiązań odpowiedzialnych za monitorowanie lokalizacji obiektów w czasie rzeczywistym, które funkcjonować mogą w sposób wielopoziomowy i wielokierunkowy w wielu gałęziach przemysłu i biznesu (Radu 2015).



Rysunek 3.6. Funkcjonowanie Internetu wszechrzeczy

Źródło: Evans (2012).

Dane obsługiwane w ramach IoE są zwykle nieprzetworzone, dopiero po ich przetworzeniu oraz analizie uzyskuje się określone informacje, które są później wykorzystywane we wspomaganiu systemów kontroli lub procesów podejmowania decyzji. Internet wszechrzeczy może więc doprowadzić do swoistego ograniczenia decyzyjności człowieka, kiedy to omawiane inteligentne miasta, systemy komunikacji, energetyki czy transportu zaczną się ze sobą wzajemnie komunikować, eliminując przy tym świadomą ingerencję człowieka. Trudno zatem wyznaczyć granice funkcjonowania tej koncepcji. Z punktu widzenia indywidualnych konsumentów/gospodarstw domowych IoT oraz jego rozszerzona forma IoE może w przyszłości wywierać wpływ na wszystkie dziedziny życia, obejmując rozwój technologiczny w obrębie pojedynczego domu, opiekę zdrowotną, wspomaganie procesów zakupowych lub naukę. W odniesieniu do przedsiębiorstw koncepcje te wpłyną na logistykę materialną i niematerialną, automatyzację produkcji przemysłowej, zarządzanie poszczególnymi procesami, transport poprzez współorganizację oraz rozwój inteligentnego systemu logistyki informacji. Wraz z ustawicznym wzrostem liczby urządzeń podłączonych do sieci wzrastają możliwości technologii IoE. Pozwala ona na łączenie i komunikowanie się nie tylko maszyn, ale także na ich interakcję z ludźmi, procesami czy zachodzącymi zjawiskami. Dzięki temu sieć Internet staje się nie tylko statycznym archiwum informacji – mobilność i powszechność pozyskiwania danych wpływa na jego interaktywność i dynamikę

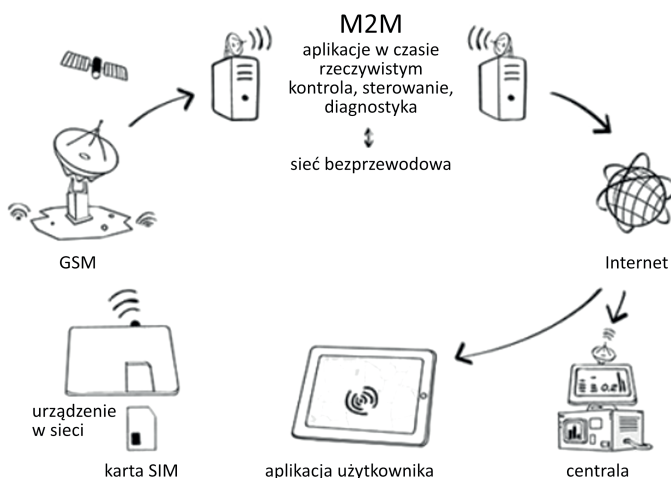
działania i kształtuje go jako system, w którym przedmioty wzajemnie się identyfikują. W ten sposób można przyznać, że otrzymują one pewną formę sztucznej inteligencji, która umożliwia im wzajemne udostępnianie i przesyłanie danych zbieranych przez nie same oraz inne urządzenia i obiekty wchodzące w skład Internetu wszechrzeczy (Kwiatkowska 2015).

3.2.1. Machine to Machine (M2M)

Koncepcja Internetu rzeczy jest bardzo zbliżona do koncepcji komunikacji M2M. Termin „Machine to Machine” zarezerwowany jest jednak do *stricte* przemysłowych zastosowań, w których czynnik ludzki jest znikomy. Dostępność i funkcjonalność urządzeń mających możliwość komunikacji M2M lub obiektów oraz smartfonów jest jedną z głównych determinant dalszego funkcjonowania i rozwoju IoT, którego to M2M jest bardzo ważną częścią składową. Koncepcja komunikacji M2M, podobnie jak IoT, odwołuje się do idei, w której rzeczy, obiekty codziennego użytku można łatwo zlokalizować, odczytać i rozpoznać, a jednocześnie są one adresowalne oraz sterowalne przy użyciu sieci Internet. Oczekuje się zatem, że komunikacja w ramach koncepcji M2M nada przedmiotom pewne cechy samodzielności. Wszystko to w celu wprowadzenia nowych inteligentnych usług (Vermesan i in. 2014). Jednym z głównych elementów funkcjonowania IoT jest zatem M2M, stanowiąc tę część koncepcji, w której dochodzi do komunikacji dwóch urządzeń lub obiektów. IoT korzysta więc w pewnej części z rozwiniętej na potrzeby M2M infrastruktury oraz ustandaryzowanych globalnych systemów łączności urządzeń. Rozwój M2M oraz IoT odbywa się zatem dzięki rozwojowi sieci teleinformatycznych. Do sieci tych podłącza się coraz więcej urządzeń, których rozmiar jednocześnie się zmniejsza. Coraz więcej z nich porozumiewa się głównie za pomocą technologii bezprzewodowych (Kwiatkowska 2014).

Głównym celem M2M, podobnie jak w IoT, jest automatyczna identyfikacja obiektów, urządzeń, rzeczy, odczyt i wymiana danych pomiędzy nimi oraz przesyłanie ich do sieci. M2M bardzo często wykorzystują sieci publiczne, np. Ethernet. Główne elementy systemów M2M to: czujniki RFID oraz Wi-Fi lub komórkowe połączenie telekomunikacyjne wraz z oprogramowaniem, które służy do obliczeń autonomicznych. Usieciowane urządzenia są w stanie bardzo często samodzielnie zinterpretować odebrane przez siebie dane oraz podjąć autonomiczną decyzję o dalszym przebiegu realizowanych procesów (rys. 3.7). Jedną z powszechniejszych technologii komunikacyjnych obok wcześniej opisanej sieci Internet jest telemetria. Dzięki zastosowaniu

w M2M linii telefonicznych oraz fal radiowych telemetria znalazła nowe zastosowania: w inżynierii produkcji, wspomaganii procesów logistycznych oraz tych związanych z logistyką informacji, wkraczając do życia codziennego gospodarstw domowych i konsumentów (Rouse 2018).



Rysunek 3.7. Działanie i powiązania w technologii M2M

Źródło: *M2M...*

3.2.2. Internet Protocol version 6 (IPv6 – Protokół Internetowy w wersji 6)

By móc wspierać ciągłą komunikację urządzeń, czujników, czytników oraz terminali mobilnych, zaproponowano już wiele protokołów zarządzania mobilną wymianą danych. Poszczególne z nich stosuje się w zależności od wymagań stawianych przez system informacyjny. Wymagania związane są przede wszystkim z funkcjonalnością sieci urządzeń, czytników czy terminali mobilnych. Biorąc pod uwagę omawiane powyżej koncepcje sieciowania IoT, IoE oraz M2M, należy zauważyć, że w ruchu mobilnym dominują smartfony oraz tagi RFID. Wszechobecny i powszechnie dostępny Internet obok radiowej technologii przesyłania informacji stanowi jednak wyzwanie w sferze zarządzania ich mobilnością, a więc także mobilnością danych i informacji. W rozwiązaniu podstawowego problemu, jakim stała się ogromna liczba urządzeń, do których potencjalnie należy stale uzyskiwać dostęp, kluczową rolę odegrał Protokół

Internetowy w wersji 6. Oprócz zwiększonej ogromnej przestrzeni adresowej IPv6 stanowi rozwiązanie usprawniające łączność urządzeń, w szczególności tych charakteryzujących się mobilnością. Do podstawowych protokołów IPv6 należą protokoły MIPv6 oraz PMIPv6. Mobilne IPv6 to protokół wspierający mobilność terminali i urządzeń i zapewniający im co najmniej dwa adresy domowe: stały oraz zewnętrzny, uzyskiwany od sieci, w ramach której obecnie pracuje urządzenie. Proxy Mobilne IPv6 to inny protokół wspierający mobilność urządzeń. Wprowadzono w nim dwa ważne podmioty: lokalną kotwicę mobilności (LMA – Local Mobility Anchor) oraz bramę dostępu do mobilności (MAG – Mobility Access Gateway). Oba te elementy protokołu zarządzają wszystkimi operacjami, które sygnalizują mobilność urządzeń. Protokół IPv6 i opisane przez autorów jego dwie podstawowe formy stanowią podstawę funkcjonowania dużej liczby mobilnych terminali. Mobilny Internet daje możliwość obsługi ich adresów w dowolnym miejscu i czasie. Jednak należy zwrócić uwagę na potrzebę wypracowania odpowiedniego schematu oceny zdolności wymiany informacji między siecią a terminalem mobilnym w konkretnych przypadkach użytkowania aplikacji (Zhiwei, Jong-Hyouk 2019).

3.3. Analiza danych w procesach decyzyjnych

Szybki rozwój technologii informatycznych przyczynia się do coraz szybszego rozwoju nowoczesnych systemów analizy danych, a także systemów wspierania decyzji. Jest to odpowiedź na nadpodaż danych oraz informacji, na skutek której w zastraszającym tempie przybywa zarówno informacji niezbędnej, jak i przede wszystkim informacji zbędnej. Stosunkowo niskie bariery wejścia na rynek oraz rozpoczęcia działalności w przestrzeni wirtualnej sprzyjają wzrostowi konkurencji. Funkcjonowanie przedsiębiorstwa w takich warunkach jest trudne, a dotychczasowe atuty przestają mieć znaczenie w budowaniu przewagi konkurencyjnej. W początkowych fazach rozwoju wirtualnych przedsiębiorstw działających w sektorach e-gospodarki do budowania przewagi konkurencyjnej wystarczyły efektywne działania marketingowe, jednak z czasem przestało to przynosić pożądane efekty. Kolejną fazą rozwoju tych sektorów było budowanie przewagi konkurencyjnej dzięki prawidłowo funkcjonującej logistyce oraz marketingowi, jednak już teraz można zauważyć, że w obecnych czasach te elementy po prostu stały się konieczne do zapewnienia funkcjonowania przedsiębiorstwa, natomiast nie pozwalają już na budowanie trwałej przewagi konkurencyjnej. Aktualnie funkcjonowanie przedsiębiorstw w e-gospodarce odbywa się w warunkach zmiennych źródeł

przewagi konkurencyjnej, zatem rywalizacja wymaga natychmiastowego podejmowania decyzji, a także odejścia od przyzwyczajeń i bardzo często gruntownej zmiany założeń biznesu (McGrath 2013). Poza szybkim rozwojem technologii informatycznych również zmiany w społeczeństwie są elementem utrudniającym budowanie przewagi konkurencyjnej. Od lat 90. XX wieku mamy do czynienia z nowym typem społeczeństwa, czyli ze społeczeństwem informacyjnym, posiadającym nowoczesne, rozwinięte środki komunikowania, a także przetwarzania informacji. Od kilku lat to właśnie członkowie tego społeczeństwa dyktują warunki rozwoju przedsiębiorstw, te natomiast napotykają wiele problemów, aby się do tych warunków dostosować. Szybkie dostosowywanie się do zmian wymaga w dużej mierze podejmowania trafnych decyzji. Natomiast wszystkie procesy decyzyjne, zarówno te po stronie przedsiębiorstwa, jak i te po stronie klienta, są ściśle związane z informacją (Chaberek, Jezierski 2010). Należy dostrzec zatem istotę logistyki informacji w budowaniu przewagi konkurencyjnej. Proces decyzyjny nie będzie efektywny, jeżeli nie będzie posiadał odpowiedniego zaopatrzenia w zasoby (cały proces decyzyjny został szczegółowo opisany w rozdziale 1). Logistyka informacji pozwala zatem na szybsze dostosowywanie się do zmian i usprawnia procesy decyzyjne.

3.3.1. Big Data

Mimo że Big Data swoje korzenie ma w informatyce oraz dziedzinach pokrewnych, posiada wiele różnych interpretacji, podobnie jak hasła z dziedzin nauk społeczno-ekonomicznych. W literaturze można spotkać oraz wyróżnić co najmniej kilkadziesiąt definicji Big Data. Wynika to z tego, że wraz z rozwojem nowoczesnych technologii konieczne stało się dostosowanie definicji do obecnej sytuacji oraz możliwości technicznych i technologicznych przetwarzania dużych wolumenów danych o różnorodnym charakterze, zarówno ilościowym, jak i jakościowym (McKinsey Global Institute 2011). Jedną z najpopularniejszych definicji Big Data została podana w 2001 roku przez analityka pracującego dla Gartner. Bazuje ona na koncepcji trzech atrybutów, które charakteryzują Big Data: *volume*, *variety* oraz *velocity*, w skrócie jest to charakterystyka „3V” (Doug 2001). To właśnie ta definicja przez lata najczęściej podlegała aktualizacjom poprzez dodawanie kolejnych atrybutów, takich jak: *veracity* (IBM 2012), *variability*, *complexity* (SAS 2014). Z punktu widzenia niniejszego opracowania należy przyjąć, że Big Data to duża liczba danych charakteryzująca się takimi cechami, jak: *volume*, *variety*, *velocity*, *veracity*, *variability* oraz *complexity* (Doug 2001; IBM 2012; SAS 2014), która wymaga do ich opracowania i pozyskania zastosowania nowoczesnych technologii i architektury

(Katal, Wazid, Goudar 2013) w celu pozyskania nowych i użytecznych w procesie decyzyjnych informacji, niemożliwych do wykorzystania przed ich zagregowaniem w Big Data. Przykłady definicji Big Data zostały zaprezentowane w tab. 3.1.

Do pełnego zrozumienia Big Data konieczne jest jasne zdefiniowanie poszczególnych cech. *Volume* charakteryzuje się wysoką dynamiką przyrostu danych. W 2013 roku IDC² prognozowało, że ilość globalnych danych wzrośnie z poziomu 4.4 zettabajtów do 44 zettabajtów w 2020 roku. Obecnie IDC szacuje, że w 2025 roku łączna ilość globalnych danych wyniesie ponad 180 zettabajtów. Ten znaczący wzrost wynika przede wszystkim z szybko rosnącej liczby urządzeń przyłączonych do Internetu. Obecnie jest to ok. 11 mld urządzeń, natomiast w 2020 ma ich być 30 mld, w 2025 roku – 80 mld (*What's the Big Data?...* 2016).

Tabela 3.1. Przykłady definicji terminu Big Data

Autor/autorzy definicji	Atrybuty	Autor/autorzy definicji	Definicja Big Data
Doug (2001) Russom (2011) Kwon, Sim (2012) McAfee, Brynjolfsson (2012) Gartner (2017)	3V: Volume, Variety, Velocity	Johnson (2012)	bardzo duże zbiory danych związanych z zachowaniami konsumentów, posty w sieciach społecznościowych, <i>geotagging</i> , dane wyjściowe z czujników
IBM (2012) Reinsel, Gantz (2012) Oracle (2013) Gogia i in.(2012)	4V: 3V + Veracity	Davenport, Barth, Bean (2012)	dane zebrane ze wszystkich urządzeń połączonych z siecią Internet, w tym dane ze strumienia, a także dane genomowe i proteomiczne z badań biologicznych i medycyny
SAS (2014)	5V + C: 4V + Variability + Complexity	Manyika i in. (2011)	zestawy danych o rozmiarze przekraczającym możliwości analizy przez typowe narzędzia programowe baz danych do przechwytywania, przechowywania, zarządzania i analizowania

² IDC – International Data Corporation – wiodący globalny dostawca informacji rynkowych, usług doradczych i wydarzeń dla rynków technologii informacyjnej, telekomunikacji i technologii konsumenckich.

Tabela 3.1. cd.

Autor/autorzy definicji	Atrybuty	Autor/autorzy definicji	Definicja Big Data
		Rouse (2011)	opis dużej ilości nieustrukturyzowanych i częściowo ustrukturyzowanych danych tworzonych przez przedsiębiorstwo lub danych, których załadowanie do relacyjnej bazy danych w celu analizy wymagałoby zbyt dużo czasu i kosztowało zbyt dużo pieniędzy

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Doug (2011); Manyika i in. (2011); Rouse (2011); Russom (2011); Davenport, Barth, Beani (2012); Gogia i in. (2012); IBM (2012); Johnson (2012); Kwon, Sim (2012); McAfee, Brynjolfsson (2012); Reinsel, Gantz (2012); Oracle (2013); SAS (2014); Gartner (2017).

Mając na uwadze błędy szacunkowe oraz niczym nieograniczony przyrost danych, mimo wszystko można spodziewać się jeszcze większego i szybszego wzrostu ilości danych niż te szacowane przez IDC. Dla lepszego zrozumienia rozmiarów danych, o jakich mowa, w tab. 3.2 przedstawiono porównanie jednostek miary danych.

Variety odnosi się przede wszystkim do wielu różnych typów danych i plików, takich jak pliki dźwiękowe, wideo, dokumenty, dane geolokacyjne, logowania sieciowe, linki tekstowe, zapytania w przeglądarkach itp., które pochodzą z wielu różnych źródeł (Changi in. 2006).

Przez *velocity* należy rozumieć dane powstające i przepływające szybko, strumieniowo. Szybkość powstawania danych wymaga ciągłej ich aktualizacji w taki sposób, aby dane te były użyteczne do tworzenia wartości czy też wspierania procesów decyzyjnych. Szybkość przepływu danych należy rozróżnić dla dwóch różnych typów strumieni:

- strumieni nowych danych powstających w różnych miejscach i generowanych z różnych źródeł, które stają się rozbudową istniejących już danych i zbiorów danych,
- strumieni wyników zapytań formułowanych przez rozproszonych użytkowników oraz strumieni aktualizowanych już zgromadzonych danych (Polańska, Wassilew 2015).

Tabela 3.2. Porównanie jednostek danych

Dane	Rozmiar		Przykłady	
	1 b 8 b	1 2 ³	Cyfra binarna (1 lub 0) Angielska litera (1 znak)	Podstawowe jednostki danych
Kilobajt (kB)	1024 B	2 ¹⁰	1 Strona	Arkusz papieru zawierający 1200 znaków
Megabajt (MB)	1024 kB	2 ²⁰	873 Strony 4 Książki	Jedno cyfrowe zdjęcie: 3 MB Jedna piosenka MP3: 4 MB
Gigabajt (GB)	1024 MB	2 ³⁰	895 000 Strony 4 400 Książki 340 Cyfrowe obrazy 260 Pliki dźwiękowe MP3	Film o długości 12 godzin: 12 GB
Terabajt (TB)	1024 GB	2 ⁴⁰	920 000 000 Strony 4 600 000 Książki 350 000 Cyfrowe obrazy 260 000 Pliki dźwiękowe MP3 1 600 Płyty CD 230 DVD 40 Dyski Blue-ray	Wszystkie książki w Bibliotece Kongresu USA: 15 TB
Petabajt (PB)	1024 TB	2 ⁵⁰	940 000 000 000 Strony 4 700 000 000 Książki 360 000 000 Cyfrowe obrazy 270 000 000 Pliki dźwiękowe MP3 1 700 000 Płyty CD 240 000 DVD 42 000 Dyski Blue-ray	Ilość danych przetwarzanych przez Google w każdej godzinie: 1 PB

Tabela 3.2. cd.

Dane	Rozmiar	Przykłady	
Eksabajt (EB)	1024 PB 2 ⁶⁰	960 000 000 000 000 000	Strony
		4 800 000 000 000 000	Książki
		370 000 000 000 000	Cyfrowe obrazy
Zettabajt (ZB)	1024 EB 2 ⁷⁰	280 000 000 000 000	Płaki dźwiękowe MP3
		1 700 000 000 000	Płyty CD
		250 000 000 000	DVD
		43 000 000 000	Dyski Blue-ray
		990 000 000 000 000 000	Strony
Jottabajt (YB)	1024 ZB 2 ⁸⁰	5 000 000 000 000 000 000	Książki
		380 000 000 000 000 000	Cyfrowe obrazy
		280 000 000 000 000 000	Płaki dźwiękowe MP3
		1 700 000 000 000 000	Płyty CD
		250 000 000 000 000	DVD
		44 000 000 000 000	Dyski Blue-ray
		1 000 000 000 000 000 000 000	Strony
		5 000 000 000 000 000 000	Książki
		3 800 000 000 000 000 000	Cyfrowe obrazy
		290 000 000 000 000 000	Płaki dźwiękowe MP3
		1 800 000 000 000 000	Płyty CD
		260 000 000 000 000	DVD
		45 000 000 000 000 000	Dyski Blue-ray

Ilość danych zawartych w 100 milionach kopii amerykańskiego tygodnika

Ilość danych istniejących do roku 2013 4,4 ZB

Na pobranie 1 YB danych przez szybkie łącze trzeba by 11 trylionów lat

Dane	Rozmiar	Przykłady		
Brontobajt (BB)	1024 YB 2^{90}	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 5 200 000 000 000 000 000 000 000 000 393 000 000 000 000 000 000 000 300 000 000 000 000 000 000 000 1 800 000 000 000 000 000 000 260 000 000 000 000 000 46 000 000 000 000 000 000	Strony Książki Cyfrowe obrazy Pliki dźwiękowe MP3 Płyty CD DVD Dyski Blue-ray	Biorąc pod uwagę dane, które można zebrać w czasie rzeczywistym za pomocą czujników IoT (Internet of Things)
Geobajt (BpB)	1024 BB 2^{100}	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 5 300 000 000 000 000 000 000 000 400 000 000 000 000 000 000 000 300 000 000 000 000 000 000 000 1 900 000 000 000 000 000 000 270 000 000 000 000 000 000 47 000 000 000 000 000 000	Strony Książki Cyfrowe obrazy Pliki dźwiękowe MP3 Płyty CD DVD Dyski Blue-ray	Największa ilość danych, jaką można sobie wyobrazić

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Lee, Sohn (2016).

Veracity obejmuje kwestie zaufania oraz niepewności w odniesieniu do danych o charakterze masowym. Dotyczy to zarówno danych, jak i wyników analizy tych danych (Ward, Barker 2013). Z cechą *veracity* jest związana wartość, jaką niosą ze sobą informacje. Poprzez wartość informacji należy rozumieć unikatową wartość informacyjną ukrytą w dużych i złożonych strukturach danych, które nie byłyby do otrzymania poprzez pojedynczą analizę poszczególnych danych (Jinchuan i in. 2013).

Variability oznacza wiele potencjalnych znaczeń ukrytych w tych samych danych w zależności od tego, względem jakich innych danych są one rozpatrywane. Poszczególne dane mogą dostarczać innych informacji w zależności od kontekstu ich analizy (Vorhies 2014).

Complexity jest związana z różnorodnością, odnosi się do uporządkowania danych, ich struktury oraz relacji, powiązań i hierarchii informacji. Rozpatrywanie danych pod względem ich złożoności może pozwolić na odkrycie relacji i powiązań pomiędzy poszczególnymi danymi, które są nieznanne.

Jednak z punktu widzenia autorów niniejszego opracowania Big Data to przede wszystkim poszerzenie perspektyw podmiotów gospodarczych. Jest to odpowiedź na rosnącą nadpodaż danych, ponieważ umiejętnie wykorzystana analiza Big Data pozwoli wyodrębnić ze zbioru danych (zbędnych i niezbędnych) te informacje, które są kluczowe, prawidłowe oraz przydatne z punktu widzenia celu analizy tych danych. Zadaniem autorów opracowania istotą Big Data nie jest to, ile „V” zdefiniujemy i dodamy do definicji, ale oddzielenie „ziarna od plew” i poszerzenie horyzontów decyzyjnych przedsiębiorstwa.

Właściwe zrozumienie Big Data oraz wdrożenie obsługi dużych, masowych danych we współczesnych przedsiębiorstwach pozwoli sprostać wyzwaniom, jakie stawiane są przez współczesnych klientów – przedstawicieli społeczeństwa informacyjnego³, a tym samym umożliwi budowanie przewagi konkurencyjnej zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym. Odpowiednie zlokalizowanie źródeł danych oraz ich prawidłowe zrozumienie i przetworzenie pozwoli na wsparcie procesów decyzyjnych zarówno ze strony klienta, jak i przedsiębiorstwa. Wyzwaniem, jakie stoi przed logistyką informacji dotyczącej Big Data, jest tworzenie architektury działania systemów informacyjnych oraz szerzej informacyjnych pozyskujących i przetwarzających te dane, a także zlokalizowanie źródeł ich pozyskiwania. Sama definicja, a także wykorzystanie Big Data ciągle ewoluuje w wyniku powstawania nowych źródeł danych, a także coraz większej

³ Definicję społeczeństwa informacyjnego, jego cechy oraz wyzwania, jakie to społeczeństwo stawia przed przedsiębiorstwami oraz całą gospodarką, zamieszczono w podrozdziale 2.3 .

liczby różnych urządzeń z dostępem do Internetu. Konieczne będzie zatem tworzenie systemów pozwalających na ich dostosowywanie do nowych warunków.

Big Data bezsprzecznie dostarcza wielu korzyści przedsiębiorstwom, nie tylko tym działającym w sektorach e-gospodarki. Zlokalizowanie odpowiednich źródeł masowych dużych danych, ich pozyskanie, a także przetworzenie w informację jest możliwe dla dowolnego biznesu. Jednak pomimo wielu korzyści, które daje wykorzystywanie masowych zbiorów danych w przedsiębiorstwach, narzędzie to posiada również dość dużą liczbę ograniczeń, spowodowaną przede wszystkim niedoskonałością systemów informatycznych w systemach zaopatrzenia informacyjnego. Systemy te bardzo często są niewydolne przy tak dużej i szybko zmieniającej się ilości i strukturze danych, które napływają w sposób ciągły. Konieczne staje się zatem ponowne zmodelowanie procesów pozyskiwania, przetwarzania i wykorzystywania danych dla celów informacyjnych oraz przeobrażenie tych modeli w sprawnie funkcjonujące systemy informatyczne. Takie działania wymagają w pierwszej kolejności prawidłowego zdefiniowania zarówno źródeł popytu, jak i podaży informacji, a także określenia celu ich przetwarzania. Przy czym przez określenie celu nie należy rozumieć procesu decyzyjnego, bo ten jest właściwie zawsze zaopatrywany poprzez Big Data i sama idea powstania Big Data wiąże się z zaopatrzeniem informacyjnym procesu decyzyjnego, ale sam cel danego problemu decyzyjnego, czyli jeden z etapów procesu decyzyjnego. Proces decyzyjny oraz jego komponenty zostały szerzej opisane w rozdziale 1 niniejszego opracowania. Należy jednak uświadomić sobie, że Big Data nie służy ocenie tego, co jest znane przedsiębiorstwu (motyw góry lodowej w odniesieniu do informacji – zob. podrozdział 1.5), ale na wspomnianym już oddzieleniu „ziarna od plew”, czyli na poznaniu tego, co jest dla przedsiębiorstw nieznanne (bądź niewidoczne – poszerzenie horyzontu informacyjnego).

Jednym z istotnych elementów analizy Big Data jest prognozowanie stanów przyszłych na podstawie działań i danych teraźniejszych. Wynika to przede wszystkim z tego, że trzy stany czasu (przeszłość, teraźniejszość, przyszłość) są ze sobą silnie skorelowane. Wybory dokonane w przeszłości wpływają na kształtowanie się teraźniejszości, a to, co wybieramy teraz, przechodzi do stanów przyszłych, czyli skutkuje wpływem teraźniejszości na przyszłość. Można zatem przyjąć, że przyszłość nie jest oddzielona od czasów przeszłych i teraźniejszych. Skoro te trzy stany czasu nie są oddzielone, a ogniwem centralnym mimo wszystko jest teraźniejszość, to analizując i badając (przez co poznając) teraźniejszość, możemy otworzyć drzwi do lepszej przyszłości.

O ile wiele danych pozyskiwanych z Internetu ma charakter danych otwartych⁴, to jest również wiele danych niedostępnych lub niezauważalnych w Internecie⁵, a ich pozyskanie generuje bardzo często wysoki koszt, który wiąże się przede wszystkim z dużym rozmiarem danych, zapewnieniem odpowiedniej infrastruktury danych (serwery, sieci itp.), a także z zapewnieniem bezpieczeństwa i prywatności dla danych o charakterze wrażliwym (Greenberg i in. 2008). Duży rozmiar danych wrażliwych skutkuje wysokimi kosztami przechowywania, a nierzadko również przetwarzania i analizowania, konieczne więc jest znalezienie nowych (tańszych) sposobów przechowywania danych, z uwzględnieniem ich charakteru i cech (zmiennność, szybkość napływu itp.). Wstępnym rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie odpowiedniej technologii, np. Apache Hadoop (Hblok 2017). Technologia ta jest typu *open source*, czyli stworzona przez otwartą społeczność, jest darmowa, jednak bardzo często zawiera szereg wad. Najważniejszą wadą jest to, że obsługiwać ją mogą wyłącznie programiści i to z dużym doświadczeniem. Poza tym jej funkcjonalność jest ograniczona pod względem kierowanych zapytań. Być może w ciągu kilku lat i rozwoju Big Data platforma ta będzie użytkowana również przez zwykłych użytkowników sieci Internet, co jednak wymagałoby wzajemnej współpracy programistów i logistyków.

Dużym wyzwaniem jest także tzw. czyszczenie danych. Jest ono niezmiernie istotne w przypadku wykorzystywania danych z wielu różnych źródeł. Ponadto analizując dane pozyskane z Internetu, przedsiębiorstwo nie wie, czy dotyczą one np. tego samego produktu, który posiada ono w swojej ofercie, czy może podobnego, lecz odmiennego produktu posiadanego przez konkurencję. Wynika to z braku powszechnie stosowanych standardów wspierających identyfikację dóbr sprzedawanych w Internecie. Z tego powodu proces czyszczenia danych jest bardzo prac- i czasochłonny, a także stanowi jedną z największych przeszkód wykorzystywania Big Data w praktyce (Rahm, Do 2000).

Duże koszty w przypadku w pełni profesjonalnego wykorzystania masowych zbiorów danych wynikają nie tylko z pozyskania i przechowywania samych danych, ale również z ich analizowania w celu dotarcia do informacji. Szybka zmiennność danych oraz ich duża liczba mogą być problemem dla wykonania podstawowych statystyk opisowych, a także bardziej rozbudowanych modeli ekonometrycznych.

⁴ Dane ogólnodostępne, konieczne jest posiadanie odpowiednich umiejętności, aby je „zauważyć” oraz pozyskać.

⁵ Dane z głębokiej sieci Internet (Deep Web data). Dane te nie są indeksowane przez standardowe algorytmy wyszukiwarek, przez co są niedostępne w standardowych wynikach wyszukiwania (Wei i in. 2010).

W wielu z powyższych przypadków dużym ograniczeniem jest obecna technologia oraz pominięcie wielu istotnych elementów logistyki informacji. Jednak wielce prawdopodobne jest, że głębsze przeanalizowanie tych procesów oraz ponowne ich zmodelowanie przez logistyków współpracujących z programistami przyczyni się do rozszerzenia funkcjonalności i adaptacyjności Big Data.

3.3.2. Data Mining

Jednym ze sposobów analizy dużych zbiorów danych (także tych napływających w sposób ciągły) jest Data Mining, czyli dosłownie tłumacząc – eksploracja danych. Jest to nic innego jak w pełni zautomatyzowane (dzięki użyciu odpowiednich algorytmów) odkrywanie połączeń i schematów w dużych, skomplikowanych bazach danych (Agrawal, Imielinski, Swami 1993; Fayyad, Piatetsky-Shapiro, Smyth 1996; Zakrzewicz 1997). Wynikiem eksploracji danych jest najczęściej prezentacja danych w postaci zależności logicznych, drzew decyzyjnych lub w bardziej zaawansowanych analizach w postaci sieci neuronowych. Cel eksploracji danych jest spójny z celami logistyki informacji, czyli jest to taka realizacja celów logistyki, aby wesprzeć dowolny proces decyzyjny. Poprzez dowolny proces decyzyjny należy rozumieć decyzję dotyczącą dowolnego problemu ekonomicznego w dowolnej jednostce organizacji.

Główną ideą Data Mining jest poszukiwanie reguł oraz zależności w bazach danych. Punktem wyjścia do tego rodzaju analizy danych był rozwój sztucznej inteligencji oraz algorytmy uczenia maszynowego. Jednak na skutek wzrostu wymogów stawianych systemom zaopatrzenia informacyjnego konieczne stało się poszukiwanie nowych, bardziej zaawansowanych sposobów analizy danych. Odpowiedzią na takie zapotrzebowanie jest tworzenie coraz to nowszych rodzajów oprogramowania, którego celem jest wykorzystanie Data Mining. Aby sprawnie przeprowadzić analizę danych, należy wybrać odpowiednią metodę. Metody zaś zależą głównie od rodzaju (typu) rozwiązywanego problemu. To właśnie problem determinuje wszystkie dalsze poczynania. Do elementarnych zadań, przy których możliwe jest wykorzystanie Data Mining, zaliczamy:

1. Opis zależności – badanie zależności między danymi leży u podstaw wykorzystania Data Mining. Warto przypomnieć, że jednym z celów logistyki informacji jest poszukiwanie zależności między elementami systemu informacyjnego oraz oczyszczanie tego systemu z irracjonalnych powiązań (zależności). Aby zlokalizować te zbędne zależności, należy przede wszystkim zrozumieć i poznać

zależności istotne. W ramach badania zależności możemy wyróżnić dwie podgrupy:

- zależność istniejąca pomiędzy wartościami zmiennych (problemy regresyjne): głównym celem tej analizy jest określenie, z jakim charakterem zależności mamy do czynienia (liniowe, nieliniowe itd.), oraz ustalenie, które ze zmiennych są zmiennymi objaśniającymi, a które zmiennymi objaśnianymi;
 - problemy adaptacyjne, obejmujące głównie badanie zależności pomiędzy faktami wystąpienia pewnego rodzaju zjawisk (w zasadzie chodzi o badanie współwystępowania zjawisk); należy jednak mieć świadomość, że problemy asocjacyjne są pewnym rodzajem problemów badania zależności istniejącymi pomiędzy wartościami zmiennych, jednak w tej metodzie analizowane zmienne mają charakter zerojedynkowy (binarny).
2. Klasyfikację wzorcową – metoda ta polega na analizie wzorcowej poszczególnych elementów bazy danych i przypisaniu tych elementów do odpowiedniej klasy na podstawie określonego wzorca (Tadeusiewicz, Flasiński, 1991).
 3. Klasyfikację bezwzorcową – w przeciwieństwie do poprzedniego rodzaju zadań związanych z wykorzystaniem Data Mining w tym rodzaju nie mamy do dyspozycji wzorców, na podstawie których grupujemy parametry do poszczególnych klas. Bardzo często przy tej metodzie nie jest nawet znana liczba klas (Tadeusiewicz 1993).
 4. Analizę szeregów czasowych – dane, które są zbierane i zapisywane w bazach danych, prawie zawsze są związane z określonym czasem ich powstania lub też zapisania w bazie danych, mimo że w teorii zagadnienie Data Mining dotyczy przede wszystkim wyszukiwania powiązań uniwersalnych, niezależnych od czasu. Jednak w praktyce gospodarczej istnieją takie rodzaje decyzji, które są ściśle związane z szeregami czasowymi, czyli upływającym czasem (Percival, Walden 2000).
 5. Problemy wyboru – w tego typu zadaniach chodzi o to, aby z pewnego zbioru danych wybrać takie elementy, które są najlepsze z punktu widzenia założonych mierników. Elementy Data Mining są przydatne w sytuacjach, gdy jest utrudnione lub całkowicie niemożliwe sprawdzenie i ocenienie wszystkich możliwych podzbiorów analizowanego zbioru elementów. Tego typu sytuacja występuje głównie w ogromnych ilościach danych, przy których czas analizy danych w tradycyjny sposób jest nie do zaakceptowania przez analityka danych.

Chcąc w analizie danych wykorzystać jedną z metod Data Mining, trzeba za każdym razem dokonać identyfikacji problemu zgodnie z wymienionymi powyżej rodzajami

zadań. Po dokonaniu identyfikacji należy wybrać odpowiednią metodę analizy zgromadzonych danych. Metody wykorzystywane w Data Mining zostały zaprezentowane przez autorów w tab. 3.3. Przy wyborze odpowiedniej metody należy uwzględnić takie elementy, jak (Tadeusiewicz 2006):

- aprioryczna wiedza o analizowanym zjawisku,
- wielkość analizowanych zbiorów (baz) danych,
- sposób, w jaki mają zostać wykorzystane wyniki,
- dostępność oprogramowania wspierającego analizę.

Tabela 3.3. Rodzaje problemów i właściwe dla nich metody Data Mining

Rodzaj analizowanego problemu	Dostępne metody
Opis zależności	<ul style="list-style-type: none"> – statystyczne metody pomiaru zależności – sztuczne sieci neuronowe typu MLP lub BRF – metody analizy współwystępowania – zbiory przybliżone
Klasyfikacja wzorcowa	<ul style="list-style-type: none"> – funkcje dyskryminacyjne – sztuczne sieci neuronowe typu MLP – drzewa decyzyjne – systemy regułowe – zbiory przybliżone – metoda k-najbliższych sąsiadów
Klasyfikacja bezwzorcowa	<ul style="list-style-type: none"> – metody taksonomiczne – sztuczne sieci neuronowe oparte na samouczeniu maszynowym – metody redukcji wymiaru przestrzeni danych – metody graficzne – algorytmy genetyczne
Analiza szeregów czasowych	<ul style="list-style-type: none"> – sztuczne sieci neuronowe typu MLP lub BRF – metody analizy sygnałów – metody badania sekwencji
Problemy wyboru	<ul style="list-style-type: none"> – algorytmy genetyczne – sieci neuronowe typu Hopfielda – zbiory przybliżone

Źródło: Tadeusiewicz (2006) .

Należy pamiętać, że w przypadku problemów bardzo złożonych, bazujących na bardzo dużych zbiorach danych, może okazać się, że jedna metoda jest niewystarczająca. Mając na uwadze ilość dostępnych w sieci danych oraz tempo ich przyrostu, autorzy od razu zachęcają do wyboru więcej niż jednej metody dla analizowanego typu problemu. Za proponowanym przez autorów podejściem mogą przemawiać następujące argumentacje:

1. Otrzymanie przy kilku metodach takich samych wniosków należy traktować jako element potwierdzający poprawność postawionych na podstawie analizy wniosków.
2. Wyniki otrzymane przy wykorzystaniu różnych metod mogą rzucić nowe światło na analizowany problem, a dzięki temu mogą poszerzyć horyzont decyzyjny.
3. Korzystając z różnych metod, otrzymujemy bardzo często wyniki w różnej postaci. Oprócz postaci, czyli sposobu prezentacji wyników, mogą się one różnić interpretacjami, ale także użytecznością. Mając zatem wyniki w różnych formach otrzymane przy wykorzystaniu różnych metod, możemy wykorzystać taką postać wyników, która w danej sytuacji przy danym problemie będzie najwłaściwsza.

Analiza danych przy wykorzystaniu Data Mining, jak większość procesów z zakresu analizy, składa się z kilku etapów:

- definiowanie celu badania i określenie typu problemu,
- utworzenie bazy danych,
- wstępne przeanalizowanie i przetworzenie danych,
- przeprowadzanie obliczeń na podstawie ustalonych metod i algorytmów,
- weryfikacja wyników z założeniami i zadanymi ograniczeniami problemu,
- interpretacja wyników oraz ich wykorzystanie w procesie decyzyjnym.

Bardzo często w praktyce wykorzystywania Data Mining poszczególne etapy procesu są wykonywane wielokrotnie, ponieważ uzyskane wyniki mogą generować taką potrzebę.

3.3.3. Business Intelligence

Elementy wsadowe wykorzystywane w analizie Big Data oraz Data Mining dają również wsad do innego rodzaju analiz, takich jak Business Intelligence. BI jest niczym innym jak rodzajem aplikacji, której celem jest usprawnienie przepływu informacji w ramach systemu informacyjnego przedsiębiorstwa. Jej głównym celem jest przede wszystkim wspieranie procesu decyzyjnego, stąd BI można zaliczyć do systemów klasy DSS

(Decision Support Systems). BI od kilku lat cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem. Niemniej jednak bardzo trudno w literaturze przedmiotu znaleźć jedną powszechnie akceptowaną definicję tego pojęcia. W tab. 3.4 zamieszczono przegląd najczęściej wykorzystywanych i cytowanych definicji BI.

Tabela 3.4. Wybrane definicje Business Intelligence

Autor/autorzy definicji	Definicja
Adelman, Moss (2000)	Termin obejmujący swoim zasięgiem oprogramowanie przeznaczone do zbierania, grupowania, analizy i udostępniania informacji w celu wspierania procesów decyzyjnych
Alter (2004)	Jest to termin odnoszący się do procesu wspierania decyzji
Business Objects (2007)	Dostarczanie wszelkiego rodzaju niezbędnych danych, informacji oraz analiz pracownikom, klientom oraz dostawcom w celu poprawy procesu podejmowania decyzji
Cognos (2007)	System łączący ludzi i dane, pozwalający wykorzystać różne sposoby interpretacji informacji, które wspomagają procesy decyzyjne
Chang i in. (2006)	Są to dokładne, aktualne oraz istotne dane, informacje, ale także wiedza, które wspomagają proces decyzyjny na różnych szczeblach zarządzania (strategicznych, operacyjnym), ułatwiają ocenę ryzyka w niepewnym i dynamicznym otoczeniu przedsiębiorstwa
Gartner (2006)	System dostarczający technologię oraz produkty udostępniające informacje niezbędne do funkcjonowania organizacji oraz podejmowania decyzji biznesowych (szczególnie na poziomie strategicznym)
Chung, Chen, Nunamaker (2005)	Wyniki uzyskane na drodze zbierania, analizy, oceny i wykorzystania informacji w biznesie
Dresner (1989)	Termin BI obejmuje zbiór koncepcji, a także metod wykorzystywanych do ulepszenia procesu decyzyjnego przy zastosowaniu systemów klasy DSS
Rhone (2006)	Zespół technologii do pozyskiwania, gromadzenia, udostępniania i analizowania informacji o przedsiębiorstwie
Eckerson (2003)	System służący przekształcaniu danych w różnorodne produkty informacyjne
Gangadharan, Swami (2004)	Wyniki wykorzystania pogłębionych analiz realizowanych na danych biznesowych umieszczonych w bazach danych

Tabela 3.4. cd.

Autor/autorzy definicji	Definicja
Hannula, Pirttimaki (2003)	Proces systemowy charakteryzujący się dużym zorganizowaniem, który wykorzystywany jest do zbierania, analizy i udostępniania informacji celem wspomagania decyzji na poziomie strategicznym i operacyjnym
Kicinger (SAS Institute Polska)	Zintegrowana korporacyjna infrastruktura informacyjna zapewniająca szybki, łatwy i efektywny dostęp do wiarygodnych informacji w procesie podejmowania decyzji
Whitehorn, Whitehorn (1999)	Termin obejmujący swoim zasięgiem szeroko postrzegany proces, którego celem jest pozyskanie wartościowych informacji z różnych zasobów danych organizacji
Markarian, Brobst, Bedell (2007)	Interaktywny proces głębokiego przeszukiwania i analizy ustrukturyzowanych, dziedzinowych informacji, które są przechowywane w hurtowniach danych, dążący do odkrywania trendów i wzorów
Nesterak (2010)	Zbiór narzędzi oraz metod pozwalających na zapewnienie pełnej integracji posiadanego zbioru danych, a także zapewnienie instrumentów ich analizy i wizualizacji oraz współdzielenie wyników przy zachowaniu bezpieczeństwa i wydajności
Surma (2009)	Kombinacja procesów, narzędzi, technologii, których głównym zadaniem jest wspomaganie procesów podejmowania decyzji przez menedżerów
Jourdan, Rainer, Marshall (2008)	Procesy i produkty wykorzystywane do generowania użytecznych informacji, które są niezbędne do zapewnienia funkcjonowania w globalnej gospodarce oraz prognozowania zachowań otoczenia organizacji
Kulkarni, King (1997)	Produkt analizy danych biznesowych z wykorzystaniem inteligentnych narzędzi
Lonnqvist, Pirttimaki (2006)	Jest to z jednej strony filozofia zarządzania, z drugiej narzędzie, którego zadaniem jest pomoc w zarządzaniu i podejmowaniu efektywniejszych decyzji
Moss, Atre (2003)	Zbiór zintegrowanych operacji oraz ich architektura wraz z aplikacjami do wspomagania decyzji, zawierająca hurtownie danych, których zadaniem jest dostarczanie podmiotom łatwego dostępu do danych biznesowych
Moss, Hoberman (2004)	To zarówno procesy, technologie jak i narzędzia niezbędne do przetwarzania danych w informacje, informacji w wiedzę, a wiedzy w działania, które w rezultacie mają dostarczyć korzyści dla podmiotu gospodarczego. BI obejmuje swoim zasięgiem hurtownie danych, różnego rodzaju narzędzia analityczne oraz zarządzanie wiedzą i treścią

Autor/autorzy definicji	Definicja
Williams, Williams (2007)	Kombinacja produktów, technologii, a także metod służących do odkrywania kluczowych informacji w celu poprawy zysku i wydajności
Negash (2004)	Pewien rodzaj systemu, którego zadaniem jest integracja oraz magazynowanie danych, zarządzanie wiedzą za pomocą dostępnych narzędzi analitycznych w taki sposób, aby decydenci mogli przekształcać informację w przewagę konkurencyjną
White (2007)	Jest to termin, w skład którego wchodzi hurtownie danych, raportowanie, procesy analityczne, zarządzanie wydajnością, a także prognozowane analizy
Olszak, Ziemia (2003)	Pewien zbiór koncepcji, metod, a także procesów, których zadaniem jest nie tylko poprawa decyzji biznesowych, ale również wspieranie strategii organizacji
Watson, Fuller, Ariyachandra (2004)	To system który wspiera użytkownika w zarządzaniu dużymi zbiorami danych oraz wspomaga proces podejmowania decyzji
Oracle (2007)	Zbiór technologii oraz aplikacji, których zadaniem jest dostarczanie zintegrowanego systemu zarządzania podmiotem gospodarczym, włącznie z finansami, zarządzaniem, aplikacjami BI oraz hurtowniami danych
Turban i in. (2007)	Jest to termin, w ramach którego znajdują się narzędzia, architektury, bazy danych oraz hurtownie danych, <i>performance management</i> , a także metodologie, które są zintegrowane w obrębie ustandaryzowanego oprogramowania
Ing (2007)	Dostarczanie właściwej informacji, właściwym odbiorcom, we właściwym czasie celem wspomagania procesu podejmowania decyzji i zdobywania przewagi konkurencyjnej
Szmelter (2013)	Głównym zadaniem BI jest wspieranie procesu podejmowania decyzji poprzez operacje związane z informacją – jej pozyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie, analizowanie i udostępnianie. Tak więc aplikacje BI mają za zadanie wspierać proces podstawowy, czyli proces podejmowania decyzji, dostarczając właściwe informacje (zasoby informacyjne), we właściwe miejsca, o właściwym czasie, właściwej osobie, we właściwej ilości, po właściwym koszcie (skorelowanym z ryzykiem popełnienia błędu oraz kosztami wystąpienia skutków tego błędu)

Źródło: opracowanie własne.

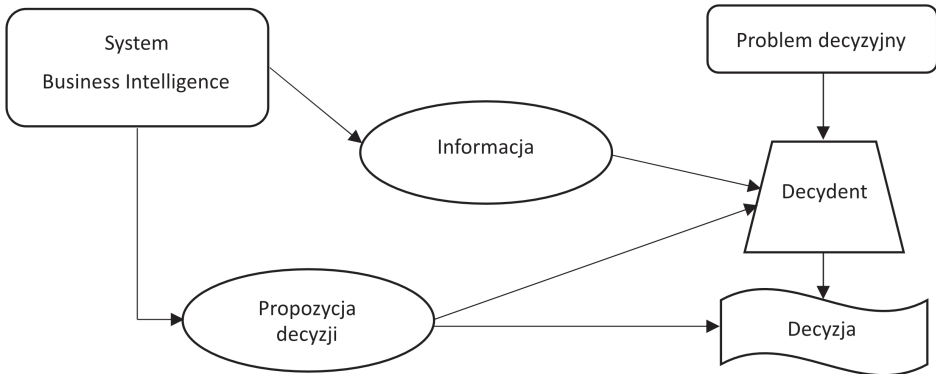
Podobny problem do tego, jakim jest znalezienie jednej i powszechnie akceptowalnej definicji BI, stanowi podejście metodologiczne, które w literaturze jest bardzo słabo rozwinięte. Większość opracowań związanych z tym zagadnieniem ogranicza się przede wszystkim do praktycznego wykorzystania BI, nie skupiając się nad sensem jego istnienia. Tworzenie ram metodologicznych, czyli usystematyzowanie teorii, pojęć oraz metodologii, jest niezbędne do tworzenia nowych rozwiązań BI na potrzeby współczesnej gospodarki. Przyglądając się definicjom zaprezentowanym w tab. 3.4, można wyodrębnić kilka elementów wspólnych dla nich wszystkich, takich jak: informacja, podejmowanie decyzji, system (architektura) oraz pojęcie hurtowni danych (pojawia się w nowszych definicjach). W zdecydowanej większości tych definicji brak jednak podejścia kompleksowego, uwzględniającego cel oraz po części mierniki, na podstawie których oceniana jest jakość i stopień realizacji procesu zaopatrzenia informacyjnego. Autorzy opracowania opowiadają się za definicją zaproponowaną przez Agnieszkę Szmelter (2013), która uważa, że „głównym zadaniem BI jest wspieranie procesu podejmowania decyzji poprzez operacje związane z informacją – jej pozyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie, analizowanie i udostępnianie. Tak więc aplikacje BI mają za zadanie wspierać proces podstawowy, czyli proces podejmowania decyzji, dostarczając właściwe informacje (zasoby informacyjne), we właściwe miejsca, o właściwym czasie, właściwej osobie, we właściwej ilości (...), po właściwym koszcie (skorelowanym z ryzykiem popełnienia błędu oraz kosztami wystąpienia skutków tego błędu)”. Definicja ta idealnie wpisuje się w temat przewodni niniejszego opracowania, czyli logistykę informacji, której cele są zgodne z celami funkcjonowania BI.

Jednym z głównych celów logistyki informacji jest odciążanie systemów informacyjnych przedsiębiorstw poprzez usuwanie nadmiaru zbędnej informacji, a także usuwanie irracjonalnych połączeń między elementami tego systemu. Cel BI jest tożsamy z celami logistyki informacji, bowiem celem BI jest m.in. oczyszczanie systemów transakcyjnych (CRM, ERP itd.).

U podstaw funkcjonowania aplikacji typu BI są hurtownie danych (*data warehouse*). Zadaniem hurtowni danych jest przede wszystkim zbieranie i magazynowanie informacji z wielu różnych systemów transakcyjnych. W dużym uproszczeniu hurtownię danych można porównać do jednej wspólnej bazy danych wykorzystywanych np. przy strategiach Omnichannel. W tego typu hurtowniach chodzi przede wszystkim o zapewnienie odpowiedniej jakości informacji wszędzie tam, gdzie jest ona niezbędna. Można śmiało dodać, że zapewnienie tej informacji powinno być spójne z celami logistyki (5W) w odniesieniu do zasobu informacji. O ile analizując literaturę związaną z BI, można mieć problem ze znalezieniem jednej i powszechnie akceptowalnej definicji

BI, to w przypadku definicji hurtowni danych nie ma takiego problemu. Najczęściej pojawiającą się definicją i jednocześnie powszechnie akceptowaną jest ta zaproponowana przez Billa Inmona (2005), który uważa, że hurtownia danych to uporządkowany tematycznie (*subject oriented*), zintegrowany (*integrated*), zawierający wymiar czasowy (*time variant*), nieulotny (*non-volatile*) zbiór danych będący formą bazy danych wspomagający proces podejmowania decyzji.

Hurtownie danych poza magazynowaniem informacji bieżących z systemów transakcyjnych przechowują również dane archiwalne (historyczne). Porównywanie danych historycznych z danymi bieżącymi wpływa na odpowiednie prognozowanie stanów przyszłych poprzez obserwowanie dynamiki zmian poszczególnych danych. Systemy BI mogą wspierać decydenta w podejmowaniu decyzji na dwa sposoby (rys. 3.8).



Rysunek 3.8. Wspieranie decyzji zarządczych przez system BI

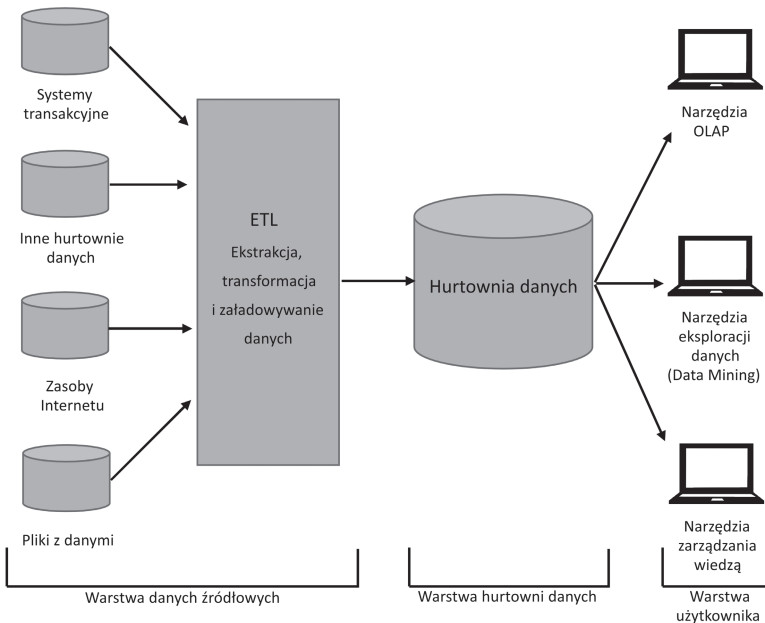
Źródło: opracowanie własne.

Pierwszy sposób wspierania procesu decyzyjnego jest związany z zaopatrzeniem decydenta w informacje. Zadaniem systemu BI jest w tym wypadku pozyskanie, przetworzenie (np. poprzez zastosowanie odpowiednich analiz), a także przedstawienie informacji w sposób zrozumiały dla decydenta.

Drugi sposób jest związany z propozycją decyzji. System sam analizuje problem decyzyjny i generuje gotowe decyzje zarządcze. W szczególnych przypadkach system może podjąć decyzję samodzielnie (o ile decydent na to zezwolił). Taka sytuacja nazywana jest *golden loop*, a jej przykładem może być samodzielne odnawianie stanów magazynowych przez system (na podstawie informacji z systemu magazynowego o braku

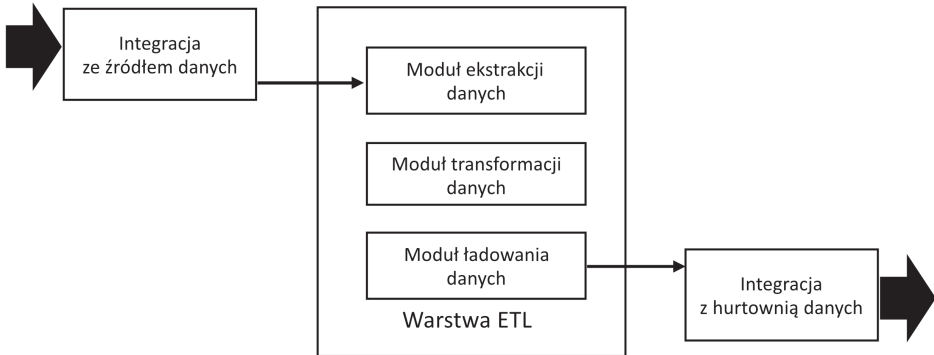
towarów system BI sam generuje, zatwierdza i wysyła zlecenie do dostawcy). Tę automatyzację procesów decyzyjnych leży u podstaw rozwoju Gospodarki 4.0, w której oprogramowanie będzie samodzielnie podejmować odpowiednie decyzje biznesowe, bazując na pozyskanych i przetworzonych danych.

Jednak niezależnie od sposobu wspierania decydenta architektura systemu BI jest taka sama. W ramach architektury systemu można wyróżnić trzy główne warstwy (rys. 3.9).



Rysunek 3.9. Przykładowa architektura systemu BI z hurtownią danych wraz z podziałem na warstwy
Źródło: opracowanie własne.

Warstwa danych źródłowych zarówno danych wewnętrznych (systemy transakcyjne oraz inne hurtownie danych) oraz danych zewnętrznych (zasoby Internetu) ma za zadanie pozyskać oraz wystandaryzować dane w taki sposób, aby były one szybko dostępne (ze względu na czas odpowiedzi hurtowni danych). Za proces standaryzacji danych odpowiada ETL (Extract Transform Load). W ramach procesu ETL można wyróżnić trzy podprocesy (rys. 3.10), z którego każdy podproces zawiera szereg realizowanych funkcji (tab. 3.5).



Rysunek 3.10. Przebieg procesu ETL

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Szmelter (2013).

Dane pozyskane ze źródeł poprzez odpowiednie integracje systemowe wchodzi do warstwy ETL, gdzie następuje ich przetwarzanie w celu ulokowania ich w hurtowni danych. Przetwarzanie to sprowadza się do realizacji określonych funkcji, których zasadniczym celem jest optymalizacja danych przechowywanych w hurtowni w taki sposób, aby skrócić czas odpowiedzi hurtowni na zapytanie.

Tabela 3.5. Podprocesy warstwy ETL oraz ich funkcje

Podproces (moduł)	Funkcja
Ekstrakcja danych	czyszczenie danych konwersja danych łączenie rekordów i tabel sortowanie danych agregowanie danych według zdefiniowanych wymiarów
Transformacja danych	likwidacja sprzeczności danych ujednolicanie formatów danych eliminacja powtarzających się wartości likwidacja braków danych tworzenie powiązań między danymi
Ładowanie danych	cykliczne wprowadzanie danych do hurtowni

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Szmelter (2013).

Dopiero dane obrobione poprzez ETL mogą trafić do hurtowni danych. Następnie użytkownik definiuje swoje zapotrzebowanie informacyjne poprzez różne narzędzia, takie jak OLAP, Data Mining czy inne. Narzędzia te są już głównie narzędziami analitycznym, których zadaniem jest wysyłanie do hurtowni danych zapytań o niezbędne dane, które na drodze odpowiedzi trafiają do analizy. W tab. 3.6 przedstawione zostały wybrane zastosowania BI w odniesieniu do informacji zarządczej w procesach podstawowych wspieranych poprzez logistykę.

Tabela 3.6. Zastosowania BI w odniesieniu do informacji zarządczej w procesach podstawowych wspieranych poprzez logistykę

Nazwa procesu	Opis	Narzędzie BI
Analiza stanów magazynowych	Poszukiwanie optymalnych stanów magazynowych poprzez badanie rotacji towarów z uwzględnieniem zmian sezonowych	OLAP (<i>online analytical processing</i> – przetwarzanie analityczne on-line) z wykorzystaniem funkcji statystycznych
Analiza dostaw do klientów	Analiza krytycznych mierników obsługi klienta, w tym np. terminowości oraz kompletności zamówienia	OLAP
Analiza efektywności produkcji	Analiza stopnia realizacji założonych celów produkcyjnych, w tym analiza produktywności w czasie z normami ze względu na określone przez użytkownika cechy	OLAP
Analiza jakości	Badanie zależności pomiędzy wykorzystywanymi liniami i technologiami produkcji a jakością wyrobu gotowego	OLAP z podstawowymi funkcjami statystycznymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Surma (2009).

Oczywiście nie są to wszystkie możliwe sposoby wykorzystania systemów BI. Wprowadzenie BI wraz z uwzględnieniem logistyki informacji jako elementu zaopatrzenia informacyjnego w logistyce może przekładać się na większą przejrzystość działań logistycznych, poprawienie czytelności wyników procesów logistycznych, a to może mieć wpływ na funkcjonowanie następujących obszarów (Szmelter 2013):

1. System zarządzania magazynami (WMS):

- rotacja zapasów – dzięki temu można wyodrębnić towary często i rzadko rotujące,

- obliczenie cyklu obrotu gotówką,
 - starzenie się zapasów,
 - sytuacje braku towaru na magazynie.
2. System zarządzania transportem (TMS):
- wskaźniki eksportu i głównych rynków zbytu,
 - wskaźniki dotyczące klientów krajowych i zagranicznych,
 - budżet transportu własnego i obcego.
3. Współpraca w ramach łańcucha dostaw:
- wskaźniki jakości dostaw w sferze zaopatrzenia (DIFOT – Delivery in full, on time),
 - wskaźniki jakości dostaw w sferze dystrybucji (SOT – Shipped on Time),
 - wskaźniki spełnienia wymogów przez spedytora,
 - wskaźniki spełnienia wymogów przez infrastrukturę.

Reasumując, warto zaznaczyć, że BI jest dziedziną, która ciągle się rozwija i dostosowuje się do zmian w otoczeniu przedsiębiorstwa. Jest ona bardzo dobrą alternatywą dla tradycyjnych systemów zaopatrzenia informacyjnego, dzięki czemu możliwe jest ograniczenie patologii informacji związanych z natłokiem danych będących w otoczeniu przedsiębiorstw. Szybkie podejmowanie decyzji, a także automatyzacja niektórych procesów (w przyszłości pewnie wielu) będzie kluczem do funkcjonowania przedsiębiorstw w Gospodarce 4.0. Warto także zaznaczyć i zapamiętać, że BI jest narzędziem/aplikacją, a więc jest częścią systemu informatycznego wchodzącego w skład systemu informacyjnego organizacji. Niemniej jednak to właśnie chęć ciągłej racjonalizacji zaopatrzenia informacyjnego zgodnie z funkcjami (przede wszystkim z funkcją obsługową) oraz celami logistyki (5W), z uwzględnieniem celów oraz założeń logistyki informacji, sprawia, że systemy informatyczne BI dynamicznie się rozwijają, tworząc coraz to nowe generacje.

3.3.4. Cloud Computing

Rozwój technologii informatycznych jest jednym z kluczowych filarów funkcjonowania Gospodarki 4.0. Właściwie dobrane oraz wdrożone technologie mają na celu zwiększanie sprawności, skuteczności i efektywności zarówno poszczególnych procesów gospodarczych, jak i całych przedsiębiorstw, przez które są wykorzystywane. Jak już wskazano w tym rozdziale, przedsiębiorstwa mogą korzystać z różnych sposobów pozyskiwania, eksploatacji i rozwoju technologii IT. W zakresie obsługi informatycznej

podmiotów gospodarczych można wyróżnić dwa podejścia do tego zagadnienia. Pierwsze podejście dotyczy realizacji usług informatycznych w ramach organizacji, np. poprzez istniejący w niej odpowiedni dział IT. Drugie podejście jest związane z outsourcingiem działań informatycznych innym podmiotom gospodarczym, gdzie założenie jest proste – ktoś może to zrobić po pierwsze lepiej, po drugie – taniej, po trzecie – najczęściej szybciej. Pierwszym przedsiębiorstwem, które zaczęło pracować jako biorca zleceń z zakresu IT, było EDS, oferujące swoim klientom komputerowe przetwarzanie danych (Kuczerka 2013). Od tamtego czasu ilość usług IT świadczonych na podstawie outsourcingu nieprzerwanie rosła, a połączenie ogromnego zainteresowania tego typu wyspecjalizowanymi usługami z rozwojem nowoczesnych technologii pozwoliło na wykształcenie nowych sposobów wspierania działalności gospodarczej. Przykładem takiego rozwiązania jest praca z technologiami informatycznymi dostępnymi w chmurze obliczeniowej (CC – Cloud Computing), dostarczonymi i rozwijanymi przez zewnętrznych dostawców.

Wbrew pozorom chmura obliczeniowa nie jest wcale nowym pojęciem. Po raz pierwszy termin ten został użyty w 1996 roku przez Sharona E. Gilleta oraz Mitchella Kapora (1996). Mimo że od pierwszych wzmianek o Cloud Computing minęło sporo czasu, do tej pory ciężko znaleźć jedną powszechnie akceptowaną definicję. Zestawienie różnych definicji zostało zaprezentowane w tab. 3.7. Zdaniem autorów szum, jaki jest związany z podejściem do CC oraz traktowanie go jako całkowicie nowego i rewolucyjnego paradygmatu przetwarzania danych, jest błędem. Stworzenie, rozwój oraz użycie na szerszą skalę usług CC nie jest rewolucją w dosłownym tego słowa znaczeniu. Jest to raczej przykład ewolucji i kombinacji nowych oraz istniejących już od dłuższego czasu metod, technik i narzędzi informatycznych.

Tabela 3.7. Przegląd definicji Cloud Computing

Autor/autorzy	Definicja
Chellappa (1997)	Paradygmat przetwarzania danych oraz informacji mówiący o tym, że granice przetwarzania będą wynikać z uzasadnienia ekonomicznego, a nie z ograniczeń technicznych
Foster i in. (2008)	Wielkoskalowy paradygmat dystrybucji mocy obliczeniowej, wywołany ekonomią skali, w którym pula abstrakcyjnych, zwirtualizowanych, dynamicznie skalowalnych, zarządzanych mocy obliczeniowych, pamięci masowej, platform i usług jest dostarczana na żądanie zewnętrznym klientom przez Internet

Autor/autorzy	Definicja
Staten (2008)	Forma przetwarzania komputerowego, w której masowe, skalowalne i dostępne zasoby IT są dostarczane w formie usługi dla zewnętrznych klientów poprzez sieć Internet
Etro (2009)	Nowy generalny cel technologii informatycznych bazujących na sieci Internet, w którym informacje są przechowywane na serwerach (zewnętrznych) i dostarczane jako usługa na życzenie klientów
Grossman, Gu (2009)	Infrastruktura dostarczająca zasoby lub usługi poprzez sieć, najczęściej Internet, zwykle zlokalizowana w centrach danych w celu zapewnienia skalowalności i niezawodności
Kaplan (za: Geelan 2009)	Szeroki wachlarz usług internetowych mających umożliwić użytkownikom uzyskanie szerokiego zakresu możliwości funkcjonalnych opłacanych wyłącznie w momencie ich bezpośredniego użytkowania (<i>pay-as-you-go</i>), które to funkcjonalności wymagały wcześniej ponoszenia znaczących inwestycji sprzętowych i programowych i posiadania personelu z odpowiednimi umiejętnościami
Biesiada i in. (2010)	Styl obliczeń, w którym dynamicznie skalowane (zwykle zwirtualizowane) zasoby są dostarczane jako usługa za pośrednictwem Internetu. Użytkownik nie musi mieć wiedzy na temat tego, w jaki sposób ta usługa jest realizowana, nie musi też zajmować się aspektami technicznymi niezbędnymi do jej działania
Mell, Grance (2011)	Model umożliwiający powszechny, wygodny, udzielany na żądanie dostęp za pośrednictwem sieci do wspólnej puli możliwych do konfiguracji zasobów przetwarzania (np. sieci, serwerów, zasobów przechowywania, aplikacji i usług), które można szybko dostarczyć i uwolnić przy minimalnym wysiłku zarządzania lub działania ze strony usługodawcy
NIST, National Institute of Standards and Technology (2011)	Model umożliwiający powszechny i dogodny dostęp przez sieć Internet do współdzielonej puli konfigurowalnych zasobów obliczeniowych (np. sieci, serwery, pamięci masowe, aplikacje i usługi), które są dostępne „na życzenie”, mogą być szybko alokowane i zwalniane przy minimalnej interakcji użytkownika czy dostawcy usług
Pazowski, Sadowski (2014)	Cloud Computing może być rozumiany jako przechowywanie, przetwarzanie i wykorzystywanie danych za pomocą urządzeń z dostępem do sieci Internet. To świadczenie usług informatycznych za pośrednictwem infrastruktury sieciowej, podobnie jak usługi dostaw gazu, prądu, telefonii czy telewizji kablowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Łagowski (2010); Pazowski, Sadowski (2014); Dziembek (2016).

Na podstawie powyższych definicji autorzy przyjmują, że Cloud Computing to model dostarczania wszelkiego rodzaju rozwiązań informatycznych za pomocą kanałów teleinformatycznych, np. przy wykorzystaniu szerokopasmowego Internetu.

Ponadto model ten charakteryzuje się dostępnością zawsze na czas, elastycznością oferty oraz niezawodnością. Warunkiem koniecznym do korzystania z CC jest posiadanie urządzenia podłączonego do sieci, pozwalającego na przesył i odbiór pakietów danych i informacji. Warto zaznaczyć, że usługa ma charakter mierzalny, a więc opłaty za nią powinny być pobierane proporcjonalnie do rzeczywistego korzystania z usługi. Reasumując, należy stwierdzić, że chmurą obliczeniową jest pewna infrastruktura informatyczna (zbiór serwerów, pamięci masowych, oprogramowania, światłowodów itd.), do której odpłatnie uzyskuje się dostęp za pośrednictwem sieci.

Cloud Computing charakteryzuje się kilkoma cechami, które odróżniają to rozwiązanie od innych rozwiązań informatycznych (również tych świadczonych jako usługi). Do tych cech zaliczyć można:

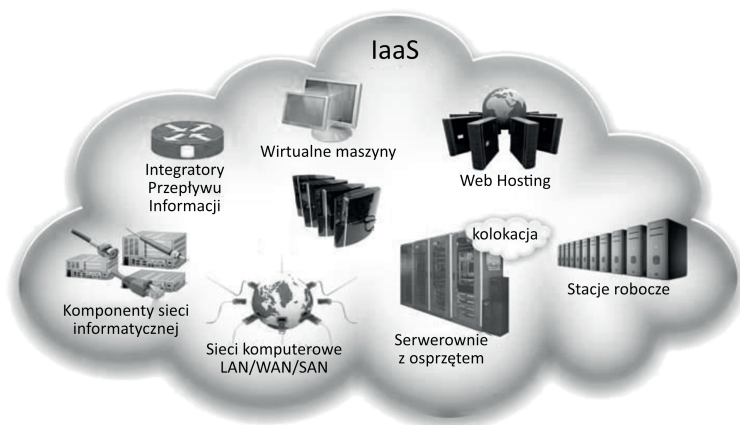
1. (samo)Obsługa na żądanie – klient samodzielnie dobiera sobie usługi oraz z nich korzysta. Proces pozyskania usługi jest bardzo często zautomatyzowany oraz uproszczony do niezbędnego minimum. Usługobiorca sam może dostosowywać rodzaj swojej usługi do obecnie istniejących potrzeb (zwiększać lub zmniejszać pojemność dyskową, zmieniać moc obliczeniową, zmieniać sieci czy nawet dostępne oprogramowanie). Najczęściej obsługa CC odbywa się przez specjalny portal usługodawcy.
2. Skalowalność – cecha ta jest bardzo mocno powiązana z poprzednią. Klient w zależności od potrzeb może dowolnie skalować usługi, np. poprzez zwiększenie lub obniżenie potencjału obliczeniowego CC. Ta cecha ma ogromne znaczenie z punktu widzenia optymalizacji kosztów, ponieważ umożliwia takie skonfigurowanie usług, aby klient płacił tylko za te, które faktycznie wykorzystał, i w czasie, w jakim z nich korzystał.
3. Dostępność – usługi CC są realizowane za pomocą sieci Internet. Dostęp do usług może odbywać się na różne sposoby poprzez przeglądarkę (logowanie na stronę internetową) lub poprzez specjalne oprogramowanie funkcjonujące dzięki kluczom API. Takie rozwiązanie ma zapewnić przede wszystkim maksimum bezpieczeństwa. Dzięki zastosowaniu technologii mobilnych dostęp do usług może być realizowany z dowolnego miejsca i z dowolnego urządzenia z dostępem do Internetu. Celem dostępności jest głównie zwiększanie mobilności klientów usług CC.
4. Wspólne wykorzystanie zasobów – podobnie jak w idei Business Intelligence tu również mamy do czynienia ze współdzieloną bazą danych. Jest to niezmiernie istotne ze względu na zapewnienie pełnej integracji oraz płynności w dostępie do danych. Stosowanie wspólnych zasobów jest zasługą rozwoju wirtualizacji przedsiębiorstw. Bez wirtualizacji nie wykształciłby się Cloud Computing.

Zadaniem wirtualizacji jest łączenie niejednorodnych zasobów w jeden wielki zbiór. Wszystkie elementy są współużytkowane przez wielu klientów jednego dostawcy w tym samym czasie (czasie rzeczywistym). Działa to na zasadzie dynamicznego przydziału oraz zwalniana precyzyjnie określonych porcji zasobów wirtualnych. Poziom wykorzystania puli zależy w pełni od zmian w popycie na zasoby. Klient nie zna lokalizacji zasobów, z których korzysta, zapewnienie dostępności i bezpieczeństwa korzystania z zasobów należy do usługodawcy.

5. Wydajność – usługobiorca, płacąc za usługę, żąda zapewnienia pełnej wydajności obsługi. To po stronie usługodawcy leży konieczność zapewnienia wszelkich rozwiązań technologicznych gwarantujących optimum wydajności dla klienta, przy jednoczesnym założeniu, że usługi są skalowalne zgodnie z potrzebami usługobiorcy.
6. Mierzalność – dzięki różnym jednostkom pomiaru narzędzi informatycznych (ilość danych wysłanych, pobranych, prędkość transferu, obciążenie serwerów czy pomiar ruchu sieciowego) możliwe jest rozliczanie rzeczywistego zużycia usługi. Niemniej jednak od tej cechy bywają wyjątki, czyli np. tworzenie pakietów (pakiet najdroższy danej usługi realizowanej w chmurze nie posiada limitów bądź limity te są ciężkie do osiągnięcia).
7. Bezpieczeństwo – to dostawca chmury odpowiada za jej bezpieczeństwo. Dlatego też na nim spoczywa obowiązek zabezpieczenia danych przed nieautoryzowanym dostępem czy też przed niechcianym usunięciem lub zniszczeniem danych. Dla tego konieczne jest prawidłowa konfiguracja zapór serwerowych, szyfrowanie danych oraz wykonywanie regularnych kopii zapasowych plików.

W ramach usług CC możemy wyróżnić kilka modeli usługowych. Model usługowy określa przede wszystkim cel i zakres, a także rodzaj zasobów, które są dostarczane i obsługiwane. Możemy wyróżnić następujące rodzaje modeli usługowych:

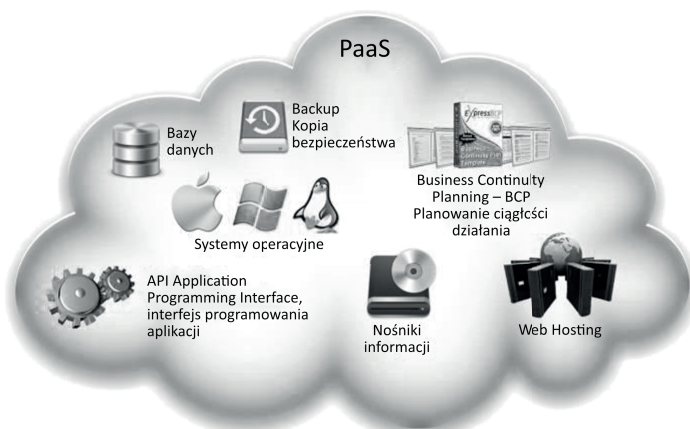
1. IaaS (Infrastructure as a Services) – Infrastruktura jako usługa (rys. 3.11). W tym modelu chodzi przede wszystkim o udostępnienie infrastruktury oraz narzędzi programistycznych w wymaganej konfiguracji (tj. wirtualne serwery, sieci, klastry, zasoby pamięci operacyjnej i dyskowej i inne abstrakcyjne rozwiązania sprzętowe) wraz z niezbędnym oprogramowaniem systemowym, które mogą być kontrolowane przez użytkownika poprzez usługę API. Zarówno infrastruktura, jak i narzędzia są udostępniane przez dostawcę w celu tworzenia przez klienta własnych aplikacji. Początkowo model usługowy IaaS oznaczał przede wszystkim udostępnianie infrastruktury, ponieważ w pierwszych fazach CC była to głównie usługa polegająca na udostępnianiu pomieszczeń klimatyzowanych pod serwerownie z dostępem do sieci Internet.



Rysunek 3.11. Portfolio usług w chmurze IaaS

Źródło: Kucęba (2013).

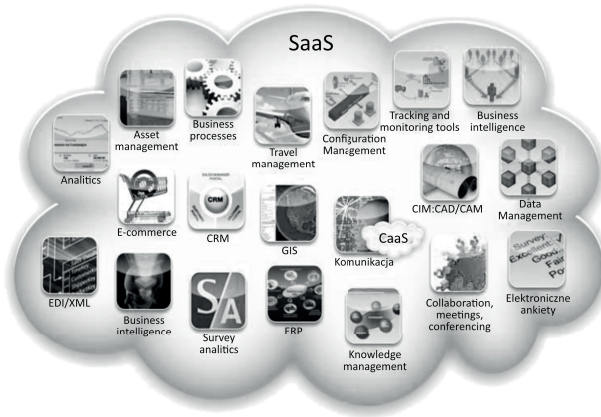
2. PaaS (Platform as a Services) – platforma jako usługa (rys. 3.12). W tym modelu usługodawca zapewnia platformę pod programistyczne środowisko pracy. Jest to zatem IaaS rozszerzone o środowisko do tworzenia, testowania i użytkowania aplikacji, skierowane głównie do podmiotów lub organizacji zajmujących się programowaniem lub sprzedażą aplikacji (Dziembek 2016).



Rysunek 3.12. Portfolio usług w chmurze PaaS

Źródło: Kucęba (2013).

3. SaaS (Software as a Services) – oprogramowanie jako usługa (rys. 3.13). W tym modelu usługobiorcy wypożyczają oprogramowanie udostępnione przez dostawcę. Dostawca SaaS przejmuje na siebie pełną odpowiedzialność za poprawne funkcjonowanie aplikacji (tj. odpowiada za instalację, modyfikację, wsparcie techniczne, serwisowanie oraz dostępność oprogramowania). Oferowane oprogramowanie jest przystosowane do równoczesnego użytkowania przez wielu odbiorców pochodzących z różnych organizacji. W modelu SaaS mogą być dostarczane zróżnicowane typy aplikacji (w tym zarówno systemy informatyczne, takie jak CRM, Business Intelligence, jak i zaawansowane i zintegrowane systemy informatyczne klasy ERP) (Dziembek 2016).



Rysunek 3.13. Portfolio usług w chmurze SaaS

Źródło: Kucęba (2013).

Poza tymi trzema głównymi modelami możemy wyróżnić jeszcze dwa dodatkowe:

- Caas (Communications as a Services) – zapewnienie przez usługodawcę platformy pod telekomunikacyjne środowisko pracy,
- BPaaS (Business Process as a Services) – zapewnienie przez usługodawcę najbardziej kompleksowego poziomu usług służącego do realizacji całego procesu biznesowego (tj. infrastruktura komputerowa, komunikacyjna, aplikacyjna, a także środowisko programistyczne i operacyjne).

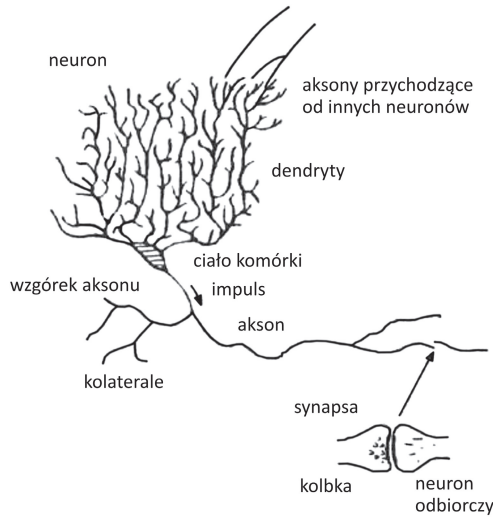
Można zatem podsumować, że rozwój nowoczesnych technologii jako usług dostarczanych przez CC zmienia całą filozofię związaną z obsługą i magazynowaniem

danych oraz informacji w organizacji, co więcej – zmienia również fizyczne granice samej organizacji, które przestają już być tak widoczne i namacalne. Jednocześnie pomimo tych zmian i rozmycia granic CC wspiera współpracę, a także tworzenie więzi pomiędzy różnymi sieciami, nie tylko pracownikami, ale również pomiędzy partnerami zewnętrznymi i klientem. CC odgrywa istotną rolę przy planowaniu systemu zaopatrzenia informacyjnego ze względu na sposób magazynowania oraz pośrednio na obsługę danych i informacji. Ponadto CC w bardzo dużym stopniu wspiera procesy związane z analizą i obsługą danych w celu przetworzenia ich w informację. W realizacji usług CC dla klienta istotna jest przede wszystkim realizacja celów logistyki, tj. zapewnienie właściwej informacji, we właściwym miejscu, we właściwej ilości i przy akceptowalnym koszcie. Wspomniane cele nie definiują miejsca magazynowania czy sposobu przetwarzania i przesyłania informacji, wszystko zaś zależy od przyjętych mierników realizacji tych celów. Niemniej jednak CC jest bardzo istotnym elementem służącym do zapewnienia jak najlepszej obsługi procesu zaopatrzenia informacyjnego.

3.3.5. Sztuczne sieci neuronowe

Logistyka jest działalnością wspomagającą wszystkie celowe procesy w takim zakresie, aby środki niezbędne do realizacji zadań wytwórczych i usługowych były dostępne w odpowiedniej ilości, we właściwym czasie oraz miejscu (Chaberek 2006). W celu wsparcia m.in. procesów podejmowania decyzji niezbędne jest odpowiednie zaopatrzenie informacyjne. Jednym z narzędzi współczesnej gospodarki, którego funkcjonowanie jest silnie związane z logistyką informacji, są Sztuczne Sieci Neuronowe (SSN). Jednak ich rola nie ogranicza się tylko do wspomagania procesów decyzyjnych.

Powstanie SSN jest ściśle powiązane z elementami neurobiologii. Aby zrozumieć sens i działanie SSN, należy najpierw zrozumieć działanie ich protoplasty, czyli neuronu. Mózg i system nerwowy nie stanowią struktury ciągłej, ale składają się z ok. trylionu (10^{18}) komórek, z czego ok. 100 mld (10^{11}) stanowią komórki nerwowe połączone w sieci (Korbicz i in. 1994), dzięki którym realizowane są funkcje inteligencji, emocji, pamięci i zdolności twórczych. Budowa neuronu (ciało komórki nerwowej) jest stosunkowo podobna do budowy komórek innych tkanek, różnicą w budowie jest jednak wielkość otaczających ją wypustek w postaci rozkrzewionych gałązek, tzw. dendrytów (rys. 3.14).



Rysunek 3.14. Budowa neuronu

Źródło: *Budowa biologiczna neuronu...*

Z komórki nerwowej wychodzi długie włókno nazywane aksonem, które na ogół rozgałęzia się w postaci drzewka aksonowego. Akson, rozwidlając się, dociera do wielu komórek, do których dochodzi niemal identyczny sygnał wyjściowy. Zakończenia aksonu stykają się z dendrytami innych neuronów, a miejsce styku to synapsa. Głównym zadaniem neuronu jest przyjmowanie za pomocą dendrytów informacji w postaci ładunków elektrycznych (bodźców elektrycznych), przetwarzanie ich i przekazywanie dalej przez akson. Należy wiedzieć, że tylko dostatecznie silny bodziec powoduje za każdym razem tę samą reakcję, natomiast zbyt słaby bodziec nie wywoła żadnej reakcji. Każdy nadchodzący synapsą bodziec dochodzi do ciała komórkowego, a przewodzenie przez synapsy zachodzi tylko w jednym kierunku.

Jako obiekt badań sieci neuronowe stanowią uproszczony model rzeczywistego biologicznego systemu nerwowego, a dzięki takiemu uproszczeniu są one po pierwsze zdecydowanie łatwiejsze do zrozumienia, a po drugie – do zmodelowania przy użyciu odpowiedniego oprogramowania. SSN składa się z połączonych i w pewnym sensie zintegrowanych ze sobą obiektów. Obiekty te przez badaczy i naukowców nazywane są umownie neuronami. Bardzo ważną cechą odróżniającą SSN od innych modeli czy programów do wspierania decydenta jest cecha samouczenia się, tj. modyfikowania

parametrów charakteryzujących poszczególne neurony w taki sposób, by zwiększyć efektywność sieci przy rozwiązywaniu zadań określonego typu.

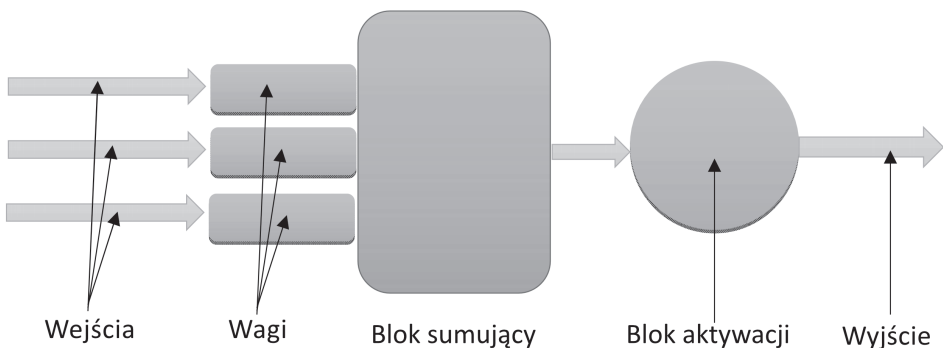
Sieci neuronowe wykazują ogromną skuteczność jako narzędzia do przeprowadzania skomplikowanych obliczeń i analiz. Są one skuteczne do tego stopnia, że większość typowych komputerów oraz typowych systemów obliczeniowych nie radzi sobie z obliczeniami o podobnym stopniu złożoności. SSN stały się zaś protoplastą tego, z czym obecnie mamy do czynienia, czyli pierwszych komputerów kwantowych. Szybkość obliczeń realizowanych za pomocą SSN wynika przede wszystkim z dwóch zalet, którymi SSN przewyższają typowe systemy obliczeniowe. Po pierwsze, w tak rozbudowanej strukturze, jaką jest SSN, obliczenia są wykonywane równolegle, dzięki czemu uzyskuje się zdecydowany wzrost szybkości w stosunku do tradycyjnych obliczeń sekwencyjnych. Po drugie, SSN pozwalają na wygenerowanie rozwiązania problemu bez konieczności konstruowania algorytmu jego rozwiązania, co wynika z faktu, że sieci neuronowych nie trzeba programować. Dzięki metodom uczenia sieci oraz samouczenia się sieci możliwe jest uzyskanie celowego i skutecznego działania nawet wtedy, gdy twórca sieci nie zna algorytmu służącego do rozwiązania zaistniałego problemu w sposób tradycyjny.

W sztucznych sieciach neuronowych poprzez połączenie ze sobą wielu „neuronów” możliwe jest skonstruowanie takiej bazy danych, w których obliczenia i sam proces obliczeniowy są całkowicie rozproszone. Sprzyja to wielozadaniowości oraz umożliwia realizację wielu obliczeń równolegle. Działanie to można zobrazować na podstawie bardzo popularnej kilka lat temu społeczności internetowej P2P, która udostępniała między sobą różnego rodzaju pliki. W przypadku gdy plik znajdował się na dyskach twardych wielu użytkowników, był pobierany zdecydowanie szybciej, niż gdy znajdował się na twardym dysku jednego użytkownika. Wynikało to z faktu, że łącze dzieliło plik na wiele małych elementów pobieranych w tym samym czasie. Niemniej jednak SSN zawsze działa i funkcjonuje jako całość. Oznacza to, że pomimo rozproszenia każdy element sieci ma wpływ i wkład w realizację wszystkich czynności. Dzięki temu, że każdy element jest włączony w proces realizacji jakiegoś działania, możliwe jest sprawne funkcjonowanie sieci nawet po uszkodzeniu znacznej części elementów wchodzących w jej skład. W takim przypadku pozostałe elementy przyjmują na siebie większe działania i realizują je do momentu, aż sieć ulegnie regeneracji.

Budowa sieci neuronowej jest ściśle związana z funkcjonowaniem rzeczywistego neuronu. Istnieją jednak różnice między modelowym a rzeczywistym neuronem, które wynikają z faktu, że sieć neuronowa jest budowana do konkretnego rodzaju działań, z jakimi ma sobie poradzić. Zasada działania jest taka, że wyjścia jednych neuronów są połączone z wejściami innych, tworząc w ten sposób sieć powiązań. Warto zauważyć,

że struktura SSN nie wpływa na jej zachowanie, ponieważ jest ono uzależnione przede wszystkim od procesu uczenia się sieci. W literaturze znane są doświadczenia, w których strukturę sieci wybierano w sposób całkowicie przypadkowy (ustalając na drodze losowania, które elementy należy ze sobą połączyć i w jaki sposób), a sieć mimo to była zdolna do rozwiązywania stawianych jej zadań. O ile struktura czy budowa sieci są dziełem człowieka, o tyle „wiedzę” sieci neuronowe pozyskują wyłącznie podczas nauki i nie muszą mieć jej z góry zadanej. Niemniej jednak poziom trudności zadań, z jakimi sieć jest w stanie sobie poradzić, oraz tempo jej uczenia są uzależnione od stopnia jej złożoności. Dzięki odpowiedniej budowie sieć uczy się, a w wyniku tego w jej strukturze powstają potrzebne połączenia. Zbyt mała sieć nie jest w stanie nauczyć się niczego, gdyż jej „potencjał intelektualny” na to nie pozwala – rzecz jednak nie w strukturze, a w liczbie elementów.

Sztuczny model neuronu pojawił się w literaturze już w 1943 roku (Cichosz 2000). Sieć stworzona wtedy przez Warrena McCullocha i Waltera Pittsa składała się z wielu neuronów ułożonych warstwowo. Ideą funkcjonowania SSN jest to, że każdy neuron (podobnie jak neuron rzeczywisty przedstawiony na rys. 3.14) posiada wiele wejść i tylko jedno wyjście. Czyli najprościej mówiąc, na skutek przetwarzania danych z wielu źródeł powstaje tylko jeden element wyjściowy w postaci nowych danych lub informacji. Oczywiście przy wielu neuronach mamy wiele elementów wyjścia, te zaś stają się wejściami do dalszych przekształceń. Uproszczony schemat funkcjonowania sztucznego neuronu został pokazany na rys. 3.15.



Rysunek 3.15. Uproszczony schemat funkcjonowania pojedynczego neuronu w SSN

Źródło: opracowanie własne.

Sztuczne neurony pozyskują dane dochodzące do nich jako element wyjściowy poprzednich neuronów. Następnie dochodzi do przetwarzania tych danych poprzez wykorzystanie odpowiednich wag zadanych dla potrzeb rozwiązania określonego problemu. Potem w bloku sumującym dokonywane są obliczenia z uzyskanych wcześniej danych. W bloku aktywacji następuje przeliczenie tych danych na pewien skończony i określony przedział (tu najczęściej wykorzystywane są różne funkcje matematyczne), aby w końcowym kroku otrzymać „nowe” dane, które powstają na skutek skonsolidowania i oczyszczenia wielu elementów. Dalej te nowe dane trafiają do kolejnego neuronu wraz z innymi danymi z tej samej warstwy obliczeniowej. Pierwszym przykładem zbudowanej, a co najważniejsze – działającej sieci neuropodobnej jest perceptron. Zbudowany w 1957 roku przez Franka Rosenblatta i Charlesa Wightmana składał się z 8 komórek, 512 połączeń i wykonywał 103 połączenia na sekundę, a jego przeznaczeniem było rozpoznawanie znaków alfabetycznych z procesem uczenia się jako metodą programowania systemu.

Odpowiednio zaprojektowane i nauczone sieci mogą przyczynić się do ulepszenia dowolnego procesu decyzyjnego poprzez dostarczanie tylko tych informacji, które będą niezbędne. Ponadto SSN ma zastosowanie w:

- predykcji,
- klasyfikacji i rozpoznawaniu,
- kojarzeniu danych,
- analizie danych,
- filtracji danych,
- optymalizacji.

W prognozowaniu sieci neuronowe są wykorzystywane do tego, aby na podstawie danych wejściowych przewidywać dane wyjściowe, czyli dane przyszłe. Zaletą SSN w kwestii predykcji jest to, że może nauczyć się przewidywania elementów wyjściowych bez jawnego przedstawienia związku między danymi wejściowymi a wyjściowymi.

W klasyfikacji SSN sprawdza się do przypisywania określonym cechom odpowiednich kategorii na podstawie obserwacji i danych wprowadzonych do systemu. Dla przykładu na podstawie danych ekonomicznych wprowadzonych do sieci możliwe jest określenie, czy przedsiębiorstwo znajduje się w fazie wzrostu gospodarczego, czy też nie. Wykorzystywanie rozpoznawania po części połączone z klasyfikacją jest stosowane podczas kontroli bagażu w portach lotniczych. Odchodzi się już od prześwietlania odpowiednimi falami bagażu przez pracowników lotniska. W większości nowoczesnych portów lotniczych proces ten jest zautomatyzowany przez SSN, które na podstawie

obserwacji bagażu i nauki wstecznej potrafią uczyć się nowych kształtów towarów bezpiecznych i niebezpiecznych przewożonych w bagażu.

Większość współczesnych systemów komputerowych (z pominięciem tych opisanych w niniejszym rozdziale) potrafi gromadzić duże zbiory danych, jednak bez możliwości ich kojarzenia. SSN dzięki zdolności samouczenia i uogólniania doświadczeń pozwalają zautomatyzować procesy wnioskowania i są efektywne w wykrywaniu istotnych powiązań między danymi. Jednak możliwe jest również działanie odwrotne, czyli wychwytywanie z już istniejącego systemu tych połączeń i skojarzeń, które są irracjonalne, czyli bezcelowe z punktu widzenia systemu zaopatrzenia informacyjnego stworzonego zgodnie z celami logistyki informacji.

Analiza danych jest związana z poszukiwaniem korelacji między danymi, co jest szczególnie przydatne przy przeprowadzaniu różnego rodzaju analiz ekonomicznych z użyciem SSN.

SSN są również wykorzystywane jako filtr danych, którego zadaniem jest wyzbycie się „szumu” informacyjnego. Klasyczne metody eliminacji tych zakłóceń w systemie informacyjnym pozwalają na zlokalizowanie i usunięcie zakłóceń, których charakter jest losowy. Jednak problemem jest sytuacja, gdy zakłócenia mają charakter przekłamań systematycznych. W takim przypadku SSN pozwalają na zlokalizowanie tych szumów i usunięcie ich z systemu. Coraz częściej zatem bada się możliwość zastosowania sieci neuronowych jako filtrów danych.

Głównym celem postania SSN było takie przetwarzanie danych w informacje, aby wesprzeć proces decyzyjny. Dlatego też jednym z przykładów zastosowań SSN jest optymalizacja. Sieci SSN są przydatne zarówno w zakresie optymalizacji statycznej, jak i dynamicznej. Szczególnie ciekawe jest wykorzystanie sieci do optymalizacji kombinatorycznej i zagadnień bardzo trudnych obliczeniowo (również np. zupełnych), które mogą być rozwiązane w krótkim czasie dzięki współbieżnym wyliczeniom dokonywanym przez wiele elementów sieci. Dobrym przykładem jest sieć rozwiązująca klasyczny problem komiwojażera.

Reasumując, można stwierdzić, że sztuczne sieci neuronowe są obecnie jedną z najbardziej rozwijających się gałęzi z pogranicza programowania, informatyki, ekonomii i dziedzin pokrewnych. Tak intensywny rozwój stanowi bardzo istotny wkład w stworzenie w pełni sztucznej inteligencji niebazującej na zadanych algorytmach, ale mogącej samodzielnie wnioskować, a co ważniejsze – podejmować inicjatywę. Zarówno Google, jak i IBM chwalą się postępem w dziedzinie SI (Sztucznej Inteligencji) oraz tworzenia komputerów kwantowych, które mają zrewolucjonizować tę dziedzinę nauki. Na ten moment SSN pozwalają na szybkie i skuteczne rozwiązywanie zagadnień

z różnych dziedzin wiedzy, np. takich jak: planowanie produkcji, kontrola systemów w czasie rzeczywistym, filtrowanie sygnałów, analiza obrazu, klasyfikacja, modelowanie. Jest bardzo prawdopodobne, że w niedalekiej przyszłości komputery będą całkowicie niezależne od swojego twórcy.

3.4. Nowoczesne systemy informacyjne i informatyczne

Konieczność wspierania oraz usprawniania procesów zaopatrzenia informacyjnego, które mają charakter pierwotny w każdej organizacji, skutkuje wprowadzaniem coraz to nowszych systemów informatycznych. Poprzez pierwotny charakter systemów informatycznych należy rozumieć to, że systemy te funkcjonowały w organizacjach, zanim jeszcze zostały nazwane, ponieważ zarządzanie dowolnym podmiotem wymaga podejmowania decyzji, te zaś wymagają informacji (zgodnie z przedstawionym w podrozdziale 1.4 procesem podejmowania decyzji). Rolą systemów informatycznych jest przede wszystkim wspieranie procesów pozyskiwania i przetwarzania danych oraz obsługa procesów realizowanych przez podmiot gospodarczy. Pojęcie systemów informatycznych jest związane (jak zostało już wcześniej wspomniane) z narzędziami i aplikacjami IT, natomiast system informacyjny to ogólny (ustrukturyzowany i nieustrukturyzowany) obieg informacji w ramach organizacji oraz poza nią. Można więc stwierdzić, że system informatyczny jest elementem większego systemu informacyjnego. Intensyfikacja rozwoju systemów informatycznych pracujących w różnych standardach oraz działających na różnych bazach danych spowodowała w pewnym momencie rozwoju tych systemów sporo problemów związanych głównie z brakiem „rozumienia” się systemów wykorzystywanych przez podmioty współpracujące. Brak zrozumienia różnych systemów skutkowało powielaniem czynności (np. dotyczących wprowadzania danych czy dokumentów do systemu) u różnych podmiotów w ramach współpracy. Odpowiedzią na zaistniały problem było wypracowanie standardów wymiany danych, które dzięki ujednoczeniu były zrozumiałe dla różnych oprogramowań pracujących w różnych środowiskach i wykorzystujących różne języki komunikacji z bazą danych. Poza standardami wymiany danych wykształciły się inne specjalistyczne systemy, które mimo odmienności funkcjonowania, ale przy wykorzystaniu wspólnych standardów wymiany danych mogą się ze sobą komunikować. Przykładami takich systemów jest APS (Advanced Planning & Scheduling – systemy planowania i harmonogramowania), a także systemy SOA (Service Oriented Architecture – architektura zorientowana na usługi). Na skutek mnożenia nowych systemów

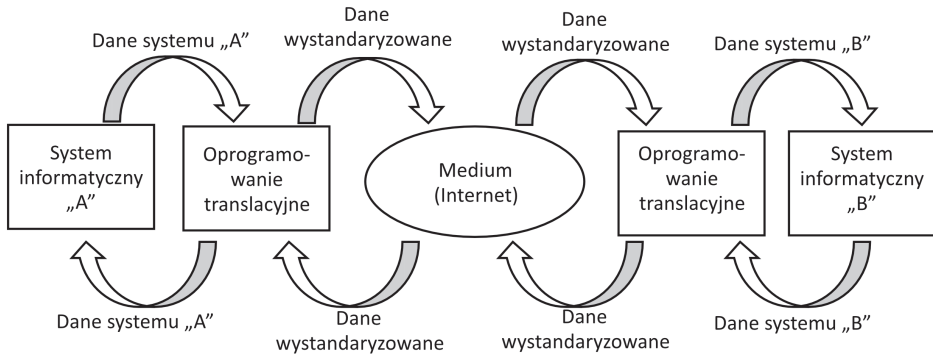
oferujących wspieranie różnych procesów w przedsiębiorstwie konieczne było przejście do kolejnego stadium przemiany systemów informatycznych, tj. tworzenia zintegrowanych systemów informatycznych. Oczywiście, należy pamiętać, że system z natury i z definicji jest zbiorem zintegrowanym. Niemniej jednak w tym określeniu chodzi o integrację wielu systemów, które do tej pory działały niezależnie w ramach jednego systemu, przy użyciu jednej, wspólnej bazy danych w celu poprawienia efektywności obsługiwanych przez system procesów.

3.4.1. Standardy wymiany danych

Rozwój technologii informatycznych skutkował powstaniem wielu różnych producentów oprogramowania służącego wspieraniu procesów realizowanych przez różne organizacje. Każdy system posiadał inną architekturę oraz w innym języku kierował zapytania do bazy danych. Skutkiem takiego stanu rzeczy był brak zrozumienia i bezpośredniej komunikacji pomiędzy różnymi systemami. Odpowiedzią na te problemy było powstanie EDI (Electronic Data Interchange), czyli ustandaryzowanej elektronicznej wymiany danych. EDI uznawane jest za kluczowy element w ewolucji gospodarki cyfrowej w Gospodarkę 4.0. Jest to symbol rozwoju technicznego oraz technologicznego, który w istotnym stopniu przyczynił się do intensywnego rozwoju ekonomicznego i społecznego. Główną ideą elektronicznej wymiany danych jest dążenie do zrozumienia się różnych systemów. Cel ten jest osiągany dzięki pracy na określonych standardach wymiany danych (standardy EDI), a w dzisiejszych czasach bazujących coraz częściej na języku XML oraz kluczach API.

Elektroniczna wymiana danych działa w bardzo prosty sposób. Jej działanie jest zapewnione przede wszystkim poprzez użycie medium pozwalającego na utrzymanie połączenia między różnymi systemami. Tym medium jest najczęściej sieć Internet. Oprogramowanie EDI odpowiada za przetłumaczenie plików wyjściowych z jednego systemu na ustandaryzowany format EDI, XML lub API, a następnie poprzez medium przesłanie ustandaryzowanych danych do odbiorcy. Po stronie odbiorcy również mamy do czynienia z oprogramowaniem translacyjnym EDI, którego rolą jest odczytanie wystandaryzowanych danych i przekształcenie ich w dane zrozumiałe dla systemu odbiorcy. W schemacie tego działania występuje sprzężenie zwrotne, czyli dane mogą być przesyłane dwukierunkowo, natomiast oprogramowanie translacyjne także tłumaczy dane w obie strony. Ideowy schemat działania systemu EDI został przedstawiony na rys. 3.16. Elementem systemu EDI wymagającym największego wkładu pracy jest

stworzenie języków translacyjnych, czyli oprogramowania, które pozwoli na tłumaczenie danych systemów wykorzystywanych przez podmioty na język wystandaryzowany. Oprogramowanie translacyjne jest najczęściej pisane indywidualnie do określonego systemu podmiotu gospodarczego. Niemniej jednak nakłady czasu i pracy oraz kosztów poniesionych na tego typu działanie zwraca się bardzo szybko w postaci usprawnienia przepływu danych oraz informacji.



Rysunek 3.16. Ideowy schemat działania EDI

Źródło: opracowanie własne.

Ciągły rozwój systemów informatycznych oraz globalizacja współpracy gospodarczej skutkować będą ciągłym rozwojem języków standaryzacji wymiany danych pomiędzy różnymi systemami, ponieważ dzięki nim systemy mogą ze sobą współpracować, rozumieć się oraz realizować w sposób sprawny zaopatrzenie informacyjne poszczególnych podmiotów. Wiele nowych aplikacji posiada już wbudowane oprogramowanie transakcyjne (najczęściej XML) lub też daje możliwość połączenia baz danych przy użyciu kluczy API.

3.4.2. SOA – architektura zorientowana na usługi

SOA, czyli architektura zorientowana na usługi, nie jest technologią, ale raczej ideą oraz pewnym modelem. Nie jest też synonimem XML czy EDI, ale pewnym rodzajem „mutacji” tych dwóch standardów wymiany danych. Środowiska informatyczne powstające na podstawie SOA mają swoje początki w koncepcji programowych komponentów

wielokrotnego użytku, systemach modułowych, programowaniu obiektowym czy kluczach API.

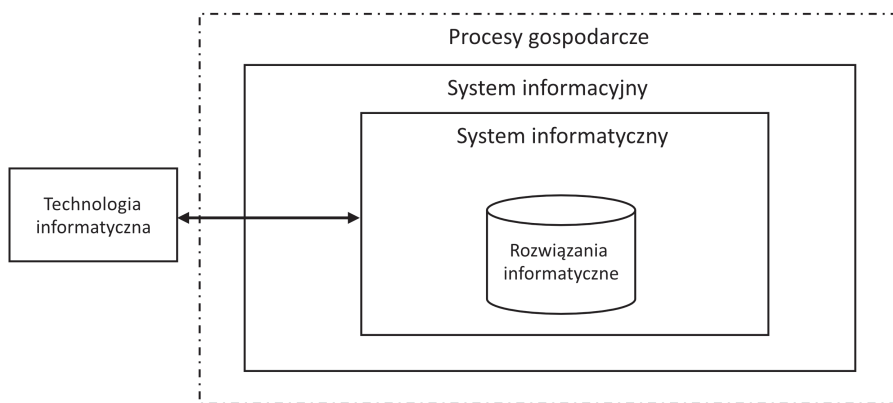
Główną cechą architektury zorientowanej na usługi jest to, że poszczególne elementy tej architektury, czyli systemu, są ze sobą luźno powiązane, zatem możliwe jest wydzielenie z komponentów najczęściej wykorzystywanych elementów logiki aplikacji i stworzenie na tej podstawie niezależnych usług dostępnych w sieci. SOA swoim zasięgiem obejmuje zarówno projektowanie, tworzenie, wdrożenie, jak i zarządzanie aplikacjami w formie zjednostkowanych usług. SOA stała się poniekąd rewolucją w podejściu do tworzenia oprogramowania, ale także jako element wykorzystywany w środowisku korporacyjnym, ponieważ wszystkie usługi realizowane i funkcjonujące w ramach SOA muszą być skoncentrowane wokół potrzeb biznesu. SOA dzięki atomizacji struktury wyróżnia się na tle innych „sztywnych” technik wymiany danych między różnymi systemami, tak jak miało to miejsce w EDI. Z założenia SOA jest architekturą elastyczną z dużymi możliwościami adaptacji w dowolnym środowisku, a także zezwalającą na względnie dowolne modyfikacje. Zatem gdy zachodzi konieczność zmiany elementów SOA, nie trzeba tworzyć czy przebudowywać całego systemu, a jedynie ten element, który jest niezbędny, czyli zmodyfikować zależność między istniejącymi już usługami w architekturze SOE. Poza tym koncepcja SOA zakłada, że poszczególne zależności występujące między różnymi usługami można względnie łatwo analizować i optymalizować pod kątem uzyskania większej efektywności.

Pomimo tego, że architektura SOA ze względu na swoje korzenie bywa wiązana ze strukturami XML, a także usługami WEB-owymi, nie są to pojęcia tożsame. Usługi typu Web Services (czyli po części kolejna faza rozwoju EDI) są szczególnym zbiorem funkcjonalności wyrosłych na gruncie orientacji na usługi. Do wymiany informacji Web Services są wykorzystywane wystandaryzowane interfejsy komunikacyjne. Podstawą idei SOA jest rozbicie funkcjonalności oprogramowania na mniejsze komponenty, które mają zdolność komunikowania się między sobą za pomocą różnego rodzaju interfejsów.

3.4.3. ERP – zintegrowane systemy zarządzania

Polskie dosłowne tłumaczenie nazwy systemów ERP (Enterprise Resource Planning), czyli planowanie zasobów przedsiębiorstwa, nie oddaje w pełni idei oraz sensu funkcjonowania tej klasy systemów. Systemy ERP są inaczej nazywane zintegrowanymi systemami zarządzania. Pomimo nieszczęśliwego zlepką wyrazów

„zintegrowany” oraz „system”⁶ to określenie zdecydowanie lepiej obrazuje ideę powstania oraz funkcjonowania tej klasy systemów. Zatem najprościej ERP można zdefiniować jako zbiór powiązanych ze sobą elementów stanowiących rozwiązania informatyczne, wspierający funkcjonowanie całego przedsiębiorstwa oraz procesów w nim realizowanych (Auksztol, Balwierz, Chomuszko 2012). Procesy realizowane w ramach przedsiębiorstwa znajdują dzięki oprogramowaniu ERP odzwierciedlenie w generowanych dokumentach, transakcjach czy raportach, które stanowią element systemu informacyjnego podmiotu gospodarczego. Zależność pomiędzy systemem informacyjnym a informatycznym w ramach funkcjonowania organizacji wspieranej przez system ERP została przedstawiona na rys. 3.17. Wykorzystanie systemu ERP pozwala na lepszą ewidencję, czyli magazynowanie oraz przetwarzanie i analizę danych. Na podstawie tych danych możliwe jest planowanie kolejnych działań w poszczególnych procesach. Planowanie może być realizowane w ramach systemu ERP na dwa sposoby: uproszczony oraz rozwinięty.



Rysunek 3.17. Funkcjonowanie systemu informatycznego w organizacji procesowej

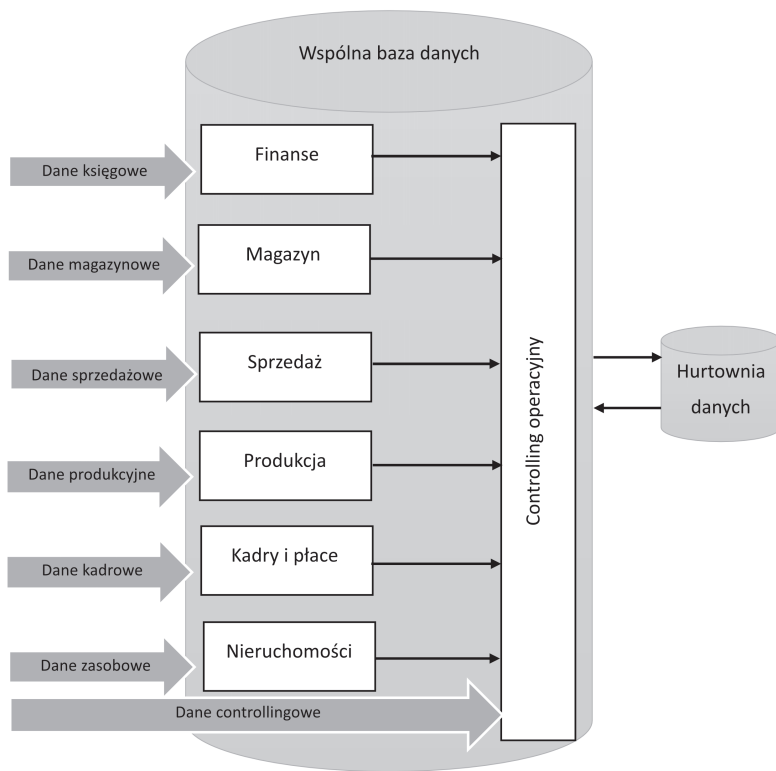
Źródło: Auksztol, Balwierz, Chomuszko (2012).

⁶ Warto przypomnieć, że system z definicji jest to zbiór zintegrowanych elementów, pomiędzy którymi zachodzą określone relacje.

System ERP można także scharakteryzować jako zbiór modułów/aplikacji połączonych poprzez jedną wspólną dla całego systemu bazę danych. Zadaniem tych modułów jest wspieranie realizacji procesów przeprowadzanych w określonym dziale organizacji. Warto zaznaczyć, że pomimo uproszczonej definicji systemów klasy ERP ich struktura oraz złożoność są bardzo skomplikowane. Schemat funkcjonowania systemu ERP został przedstawiony na rys. 3.18. System ERP funkcjonujący w ramach organizacji charakteryzuje się tym, że jest skrojony na miarę przedsiębiorstwa, czyli zawiera tylko te moduły, które są niezbędne do wspierania funkcjonowania organizacji. Dostęp do tych modułów mogą mieć wszyscy pracownicy decyzyjni w organizacji, ale także możliwe jest udzielenie dostępu tylko określonym działom. Rozmiar zainstalowanych funkcjonalności systemu zależy przede wszystkim od wymagań przed nim stawianych i od tego, w jakich obszarach działalności ma być wykorzystywany. Systemy klasy ERP są platformami skalowalnymi, a więc mogą być one wykorzystywane przez różne podmioty gospodarcze czy instytucje, np. przedsiębiorstwa produkcyjne, usługowe, handlowe, jednostki służby zdrowia itp.

Dane pozyskane z otoczenia zewnętrznego przedsiębiorstwa użytkownicy wprowadzają do odpowiednich modułów, tym samym zasilając wspólną bazę danych. Dzięki temu każdy obszar ma do nich dostęp i może z nich korzystać zgodnie z własnymi potrzebami oraz w celu własnego zaopatrzenia informacyjnego.

Należy podkreślić, że przedstawiony na rys. 3.18 schemat ma charakter modelowy (bardzo uproszczony) – tak duże uproszczenie zostało zastosowane w celu lepszego zobrazowania idei funkcjonowania systemu ERP. Jak już wcześniej wspomniano, wspólna baza danych gromadzi dane zebrane z różnych modułów, a następnie przy wykorzystaniu elementów BI (Business Intelligence) generowane są zapytania z hurtowni danych do bazy danych.



Rysunek 3.18. Ideowy schemat systemu ERP

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Aukształ, Balwierz, Chomuszko (2012).

Reasumując, można stwierdzić, że systemy klasy ERP stanowią element systemu informacyjnego podmiotów gospodarczych. Ich rolą jest pozyskiwanie (przy pomocy użytkownika) danych oraz przechowywanie ich w jednej wspólnej bazie danych na potrzeby generowania niezbędnych do realizacji procesów informacji.

Zakończenie

Informacja w przedsiębiorstwie obok ziemi, pracy i kapitału stała się jednym z kluczowych zasobów uczestniczących w procesach w łańcuchu tworzenia wartości produktów i usług. Nadanie informacji jak największej użyteczności we współcześnie identyfikowanych systemach gospodarczo-społecznych stało się zatem bardzo ważną dziedziną logistyki. Jako podstawowe źródło informacji powszechnie przyjmuje się dane, które bardzo często są także jej nośnikami. Jednym z podstawowych działań przedsiębiorstw chcących osiągnąć przewagę konkurencyjną we współczesnym świecie staje się zwrócenie szczególnej uwagi na logistykę informacji. Logistyka zajmująca się wspieraniem procesów związanych z odczytem, magazynowaniem oraz przetwarzaniem informacji będącej zasobem niematerialnym jest tożsama z logistyką odnoszącą się do dóbr materialnych. Przedmiotem procesów logistycznych są wszystkie zasoby niezbędne do realizacji każdego procesu produkcyjnego lub usługowego, pełniącego funkcję procesu głównego. Celem procesów logistycznych będzie zatem wspieranie procesu głównego poprzez dostarczenie wszystkich niezbędnych zasobów, w tym zasobów materialnych i niematerialnych (głównie informacji) zgodnie z pięcioma celami logistyki, jednocześnie zwracając szczególną uwagę na skuteczność, efektywność oraz korzystność działań prowadzonych w ramach logistyki informacji.

W ramach gospodarki opartej na wiedzy posiadanie wiedzy stanowić ma podstawową determinantę rozwoju potencjału gospodarczego i intelektualnego państw. Wiedza – podobnie jak dane czy pochodzące z nich informacje – jest zasobem, który w procesach przetwarzania zamiast tracić, zyskuje na wartości. W tak przedstawionej rzeczywistości kluczową rolę odgrywać będą wszelkiego rodzaju technologie informacyjne oraz telekomunikacyjne. Postępujący proces globalizacji prowadzi do wzajemnego przenikania się gospodarek krajowych. Pogłębiają się zatem transgraniczne oraz transnarodowe współzależności w sferach rynków, towarów i usług, przedsiębiorczości oraz społeczeństw. Postęp technologiczny towarzyszy ludzkości w sposób ciągły. Proces globalizacji

natomiast bierze aktywny udział w rozpowszechnianiu innowacji technologicznych, przyczyniając się pośrednio do rozwoju społeczeństwa postindustrialnego. Współczesny świat charakteryzuje się dynamicznymi zmianami w sferach zarówno gospodarczych, jak i społecznych. Wraz z postępem technologicznym wzrosło zapotrzebowanie na elektronikę osobistą. W obecnej fazie rozwoju życia społeczno-gospodarczego można mówić o kształtowaniu się społeczeństwa informacyjnego. Główną przyczyną rozwoju takiego modelu społeczeństwa jest zmiana kluczowych czynników wytwórczych z tych mających charakter materialny na te, które są zasobami niematerialnymi.

Gospodarka oparta na wiedzy, globalizacja oraz model społeczeństwa informacyjnego przyczyniły się do ewolucji trzeciej informatyczno-cyfrowej rewolucji przemysłowej w Gospodarkę 4.0. Samo pojęcie Gospodarki 4.0 związane jest bardzo silnie z pojęciem Przemysłu 4.0, będącego odzwierciedleniem jedynie produkcyjnej płaszczyzny tego zjawiska. Gospodarka 4.0 to koncepcja, której głównymi filarami stały się rozwiązania technologiczne usprawniające realizację procesów logistyki informacji. Do podstawowych koncepcji pozwalających na rozwój Gospodarki 4.0 należą: automatyzacja, robotyzacja oraz autonomizacja w sferze procesów produkcyjnych, logistycznych i biznesowych, Internet of Things, i jego rozszerzenie – Internet of Everything, analiza danych w procesach decyzyjnych oraz nowoczesne systemy informacyjne i informatyczne. Każdy z wymienionych obszarów procesów podejmowanych w ramach Gospodarki 4.0 dysponuje pakietem technologii i koncepcji pozwalających na sprawne ich funkcjonowanie. Procesom związanym z automatyzacją, robotyzacją czy autonomizacją odpowiadają takie technologie, jak: *smart tags*, etykiety kodów kreskowych, Radio Frequency Communications, Near Field Communications, Augmented Reality, Numerical Control, Additive Manufacturing czy robotyzacja i kobotyżacja. Procesom związanym z Internetem rzeczy odpowiada komunikacja Machine to Machine oraz Internet Protocol v6. Analizie danych w procesach decyzyjnych odpowiadają: Big Data, Data Mining, Business Intelligence, Cloud Computing oraz sztuczne sieci neuronowe. Do wsparcia i jako odzwierciedlenie nowoczesnych systemów informacyjnych i informatycznych służą standardy wymiany danych, SOA oraz systemy zarządzania klasy ERP. Takie filary oraz pakiet narzędzi ich wspierających daje, zdaniem autorów, solidne podstawy do ich funkcjonowania oraz dalszego rozwoju.

Wszystkie technologie, koncepcje oraz teorie zaprezentowane w tej książce mają pomóc zrozumieć rolę, jaką logistyka informacji odgrywa w nowym systemie funkcjonowania jednostek, gospodarstw domowych, przedsiębiorstw czy społeczeństwa Gospodarki 4.0.

Literatura

- Abt S., Woźniak H., 1993, *Podstawy logistyki*, Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Adelman S., Moss L., 2000, *Data Warehouse Project Management*, New York: Sadle River, Addison-Wesley.
- Agrawal R., Imielinski T., Swami A., 1993, *Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases*, Washington (DC): Proc. ACM SIGMOD Conference.
- A history of storage cost*, 2014, <https://mkomo.com/cost-per-gigabyte-update> (dostęp: 3.08.2019).
- Alter A., 2004, *A Work System View of DSS in its Forth Decade*, „Decision Support Systems” no. 38(3).
- Andrew E., 2019, *Cities 4.0*, Eltis – The Urban Mobility Observatory, <https://www.eltis.org/participate/events/cities-40> (dostęp: 5.11.2019).
- Ashton K., 2009, *That ‘Internet of Things’ Thing. In the real world, things matter more than ideas*, RDID Journal, <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing> (dostęp: 12.07.2019).
- Auksztol J., Balwierz P., Chomuszko M., 2012, *SAP zrozumieć system ERP*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Barney D., 2004, *The Network Society*, Cambridge: Polity Press.
- Barney J., 1991, *Firm Resources and Sustained Competitive Advantage*, „Journal of Management” no. 2.
- Bednarz J., 2013, *Konkurencyjność polskich przedsiębiorstw na rynkach europejskich*, Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Beier F.J., Rutkowski K., 1995, *Logistyka*, Warszawa: SGH.
- Bernat P., Ciesliński W.B., 2016, *Zastosowanie ICT i Augmented Reality w inteligentnym rozwoju przedsiębiorstw*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” nr 93.
- Biesiada D., Cichocki P., Kopacz T., Zass B., Żarski A., Żyliński M., 2010, *Windows Azure. Platforma Cloud Computing dla programistów*, Warszawa: APN Promise.
- Black J., 2008, *Słownik ekonomii*, tłum. E. Freyberg, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Blaik P., 1998, *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem*, Katowice: AE.
- Błasiak M., Gawrysiak M., 2017, *Przemysł 4.0, czyli wyzwania współczesnej produkcji*, Warszawa: PwC.
- Boettke P.J., 2002, *Information and Knowledge: Austrian Economics in Search of its Uniqueness*, „The Review of Austrian Economics” vol. 15, issue 4.
- Bolesta-Kukulka K., 2003, *Decyzje menedżerskie*, Warszawa: PWE.
- Borcuch A., 2010, *Cyfrowe społeczeństwo w elektronicznej gospodarce*, Warszawa: CeDeWu.
- Borysiewicz A., Gonera P., Łęgowik D., Dembiczak T., Gospodarek K., 2018, *Wykorzystanie metody przyrostowej w prototypowaniu*, „Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie” t. 6.

- Brachman A., 2019, *Internet przedmiotów*, Raport Obserwatorium ICT, Gliwice, https://obserwatoriumict.pl/site/assets/files/1059/internet_rzecz_y_wybrane_zastosowania.pdf (dostęp: 11.10.2019).
- Brdulak H., 2017, *Rola handlu internetowego w budowaniu nowego modelu biznesu w łańcuchach dostaw*, „Studia Ekonomiczne” nr 9.
- Britannica, *Numerical control*, <https://www.britannica.com/technology/numerical-control> (dostęp: 18.10.2019).
- Budowa biologiczna neuronu*, <http://iisi.pcz.pl/nn/budowa.php> (dostęp: 12.09.2019).
- Business Objects, 2007, *About Business Intelligence*, <https://www.element61.be/en/competence/sap-businessobjects-business-intelligence> (dostęp: 17.10.2019).
- Castells M., 2013, *Spółczesność sieci*, tłum. M. Marody, K. Pawluś, J. Stawiński, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Chaberek M., 1999, *Logistyka – dawne i współczesne płaszczyzny praktycznego jej stosowania*, „Pieniądze i Więź” nr 4(3).
- Chaberek M., 2002, *Makro- i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Chaberek M., 2006, *Główne problemy badawcze w zakresie rozwoju logistyki na obszarze Unii Europejskiej. Współczesne problemy ekonomiki transportu*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” nr 435.
- Chaberek M., 2011, *Praktyczny wymiar teorii logistyki*, „Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Toruniu” nr 10(10).
- Chaberek M., 2014, *Theoretical, regulatory and practical implications of logistics*, „Logforum” vol. 1, no. 10.
- Chaberek M., Jezierski A., 2010, *Informatyczne narzędzia procesów logistycznych*, Gdańsk: CeDeWu.
- Chang E., Hussain F., Dillon T., 2006, *Trust and reputation for service-oriented environments: technologies for building business intelligence and consumer confidence*, Chichester: John Wiley & Sons.
- Chang C., Kayed M., Girgis M.R., Shaalan K.F., 2006, *A survey of web information extraction systems*, „IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering” vol. 18(10).
- Chellappa R., 1997, *Cloud computing – emerging paradigm for computing*, Dallas (TX): INFORMS.
- Chojnacki T., 2018, *Automatyka magazynowa – projektowe „szkieletko i oko”*, „Logistic Manager” nr 3(3).
- Christopher M., 1996, *Strategia zarządzania dystrybucją*, tłum. J. Kubka, Warszawa: AW Placet.
- Christopher M., 2011, *Logistics & Supply Chain Management*, London: FT Press.
- Chrobot M., *Wszystko o kodach QR*, 2011, <https://www.komputerswiat.pl/poradniki/jak-to-dziala/wszystko-o-kodach-qr/hlm3ksp> (dostęp: 5.08.2019).
- Chung W., Chen H., Nunamaker J.F., 2005, *A Visual Framework for Knowledge Discovery on the Web: An Empirical Study of Business Intelligence Exploration*, „Journal of Management Information Systems” no. 21(4).
- Cichoń K., Brykalski A., 2017, *Zastosowanie drukarek 3D w przemyśle*, „Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. Przegląd Elektrotechniczny” nr 3.
- Cichosz P., 2000, *Systemy uczące się*, Warszawa: WNT.

- Cognos, *Cognos 8 Business Intelligence: What is Business Intelligence?*, 2007, <http://www.cognos.com/products/cognos8businessintelligence/business-value/whatis-business-intelligence.html> (dostęp: 15.09.2019).
- Crosby R.B., 1992, *Completeness: Quality for the 21st Century Hardcover*, Dutton: Penguin.
- Cygan A., 1999, *Racjonalność gospodarowania [w:] Wprowadzenie do ekonomii*, red. Z. Dach, Kraków: AE w Krakowie.
- Cynarski W.J., 2003, *Globalizacja a spotkanie kultur*, Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Czakon W., 2016, *Metodyka systematycznego przeglądu literatury [w:] Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, red. W. Czakon, Warszawa: Wydawnictwo Nieoczywiste.
- Czerniachowicz B., 2016, *Zasoby niematerialne i kapitał intelektualny a wartość przedsiębiorstwa*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” nr 4(82).
- Davenport T.H., Barth P., Bean R., 2012, *How Big Data is Different*, „MIT Sloan Management Review” no. 54(1).
- Davenport T.H., Beck J.C., 2001, *The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business*, Boston: Harvard Business School Press.
- Doug L., 2001, *Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*, „Application Delivery Strategies”, 6.02.2001, <https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf> (dostęp: 15.07.2019).
- Dresner H., 1989, *Business Intelligence*, Gartner Inc., <http://census.com.ar/download/Data%20Mining%20Scholars%20program.pdf> (dostęp: 15.07.2019).
- Drucker P., 2000, *Zarządzanie w XXI wieku*, tłum. B. Kacprzyńska, Warszawa: Muza.
- Dziembek D., 2016, *Cloud computing – charakterystyka i obszary zastosowań w przedsiębiorstwach*, http://www.przp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2016 (dostęp: 15.07.2019).
- Eckerson W., 2003, *Smart Companies in the 21st Century: The Secrets of Creating Successful Business Intelligence Solutions*, Seattle (WA): TDWI The Data Warehousing Institute Report Series.
- Egzoszkielec sterowany myślą wszczepiono w sparaliżowanego człowieka*, 2019, <https://www.tvp.info/44688758/egzoszkielec-sterowany-mysla-wszczepiono-w-sparalizowanego-czlowieka> (dostęp: 2.09.2019).
- Encyklopedia PWN*, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/informacja;3914686.html> (dostęp: 3.08.2019).
- Eppler M.J., 2001, *A generic framework for information quality in knowledge-intensive processes [w:] Proceedings of the Sixth International Conference on Information Quality*, ed. A.D. Williams, vol. 20, <http://mitiq.mit.edu/ICIQ/Documents/IQ%20Conference> (dostęp: 15.08.2019).
- Etro F., 2009, *The Economic Impact of Cloud Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe: An application of the Endogenous Market Structures Approach to a GPT innovation*, „Review of Business and Economics” no. 54(2).
- Evans D., 2011, *The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*, CISCO Internet Business Solutions Group (IBSG), http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (dostęp: 11.11.2019).
- Evans D., 2012, *The Internet of Everything – How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World*, CISCO Internet Business Solutions Group (IBSG), https://www.cisco.com/c/dam/global/en_my/assets/ciscoinnovate/pdfs/IoE.pdf (dostęp: 11.11.2019).

- Fade L., 2019, *Augmented Reality in Business: How AR May Change The Way We Work*, <https://www.forbes.com/sites/theyec/2019/02/06/augmented-reality-in-business-how-ar-may-change-the-way-we-work/#1e642b5651e5> (dostęp: 5.08.2019).
- Falkiewicz W., 1971, *Podjęmowanie decyzji kierowniczych*, Warszawa: PWE.
- Fayol H., 1917, *Administration industrielle et générale; prévoyance, organisation, commandement, coordination, controle*, Paris: H. Dunod et E. Pinat.
- Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P., 1996, *The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data*, „Communications of the ACM” vol. 39, no. 11.
- Fijalkowski J., 2000, *Transport wewnętrzny w systemach logistycznych – wybrane zagadnienia*. Warszawa: OWPW.
- Flakiewicz W., 2002, *Systemy informacyjne w zarządzaniu. Uwarunkowania, technologie, rodzaje*, Warszawa: C.H.Beck.
- Forlicz S., 1996, *Mikroekonomiczne aspekty przepływu informacji między podmiotami rynkowymi*, Poznań: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej.
- Foster I., Zhao Y., Raicu L.I., Lu S., 2008, *Cloud computing and grid computing 360-degree compared* [w:] *Proceedings of the Grid Computing Environments Workshop (GCE'08)*, Austin (TX). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4738445> (dostęp: 15.09.2019).
- Gangadharan G., Swami S., 2004, *Business Intelligence Systems: Design and Implementation Strategies* [w:] *26th International Conference of Information Technology Interfaces (ITI)*, eds. V. Luiar-Stiffler, V. Hljuz Dobric, Cavtat: IEEE.
- Garbajski L., Rutkowski I., Wzosek W., 1998, *Marketing. Punkt zwrotny nowoczesnej firmy*, Warszawa: PWE.
- Garczarek U., 2016, *Porównanie technologii RFID i NFC w zastosowaniach biznesowych* [w:] *Innowacyjność wyzwaniem dla współczesnej gospodarki*, red. K. Pająk, Warszawa: CeDeWu.
- Gartner, 2006, *Gartner Says Business Intelligence Software Market to Reach \$3 Billion in 2009*, *Press Release*, http://www.gartner.com/press_releases/asset_144782_11.html (dostęp: 15.08.2019).
- Gartner, 2017, *Big Data*, <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data/> (dostęp: 15.08.2019).
- Geelan J., 2009, *Twenty-One Experts Define cloud computing*, „Cloud Computing Journal”.
- Gillett S.E., Kapor M., 1996, *The Self-governing Internet: Coordination by Design, Coordination and Administration of the Internet*, Workshop at Kennedy School of Government, Harvard: Harvard University.
- Godziszewski B., 2001, *Zasobowe uwarunkowania strategii przedsiębiorstwa*, Toruń: Wydawnictwo UMK w Toruniu.
- Gogia S., Barnes M., Evelson B., Hopkins B., Kisker H., Yuhanna N., Anderson D., Malhotra R., 2012, *The Big Deal About Big Data For Customer Engagement*, <https://www.forrester.com/report/The+Big+Deal+About+Big+Data+For+Customer+Engagement/-/E-RES72241> (dostęp: 17.10.2019).
- Gołębska E., 1994, *Logistyka jako zarządzanie całym łańcuchem dostaw*, Poznań: Wydawnictwo AE w Poznaniu.
- Gonczer R., 2018a, *Filary Przemysłu 4.0.*, „Logistyka Produkcji” nr 31(3).
- Gonczer R., 2018b, *Przemysł 4.0 i jego genetyka*, „Logistyka Produkcji” nr 30(2).
- Gonczer R., 2018c, *Rewolucje krok po kroku*, „Logistyka Produkcji” nr 29(1).

- Gościński J., 1968, *Elementy cybernetyki w zarządzaniu*, Warszawa: Polskie Towarzystwo Cybernetyczne.
- Greenberg A., Hamilton J., Maltz D.A., Patel P., 2008, *The cost of a cloud: research problems in data center networks*, „ACM SIGCOMM Computer Communication Review” vol. 39(1).
- Griffin R.W., 2010, *Podstawy zarządzania organizacjami*, tłum. A. Jankowiak, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Grossman R.L., Gu Y., 2009, *On the varieties of clouds for data intensive computing*, „IEEE Computer Society Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering” vol. 32.
- Grubb J., 2013, *Digital Transformation. IoE – The Technology Transition of All Transitions* <https://blogs.cisco.com/digital/ioe-the-technology-transition-of-all-transitions?dtdid=osscdc000283> (dostęp: 17.07.2019).
- Hannula M., Pirttimäki V., 2003, *Business Intelligence Empirical Study on the top 50 Finnish companies*, „Journal of American Academy of Business” no. 2(2).
- Hauswirth M., Baldini G., 2014, *Internet of Things Strategic Research and Innovation Agenda* [w:] *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment*, eds. O. Vermesan, P. Friess, River Publishers Series in Communication, vol. 7, Aalborg: River Publishers.
- Hblok, 2017, *Historical Cost of Computer Memory and Storage*, <https://hblok.net/blog/posts/2017/12/17/historical-cost-of-computer-memory-and-storage-4/> (dostęp: 15.08.2019).
- Hebda M., Łopata A., 2012, *Grafen – material przyszłości*, „Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej” nr 8(22).
- Heracleous L., 1998, *Better than the rest: Making Europe the leader in the next wave of innovation and performance*, „Long Range Planning” vol. 31, no. 1.
- Hilbert M., Lopez, P., 2011, *The world's technological capacity to store, communicate, and compute information*, „Science” no. 332(6025).
- Hostmann B., 2007, *Business Intelligence Scenario. Gartner Business Intelligence Summit*, London: Gartner Research.
- IBM 350 disk storage unit, http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html (dostęp: 3.08.2019).
- IBM, 2012, *Big Data analistic*, <https://www-01.ibm.com/software/in/data/bigdata/> (dostęp: 15.07.2019).
- IBM, Community Development Foundation, 1997, *The Net Result – Social Inclusion in the Information Society – Report of the National Working Party on Social Inclusion (INSINC)*, London: IBM United Kingdom Limited.
- Ing S., 2007, *A Strategic Approach to Intelligence*, http://www.sas.com/news/sascom/2007q3/column_nextpractices.html (dostęp: 15.07.2019).
- Inmon W.H., 2005, *Building the Data Warehouse*, New York: John Wiley & Sons.
- International Telecommunication Union, 2012, *Overview of the Internet of things*, Series Y: Global information infrastructure, internet protocol aspects and next-generation networks, <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I> (dostęp: 11.11.2019).
- Iwański T., Gracel J., 2016, *Przemysł 4.0. Rewolucja już tu jest. Co o niej wiesz?*, ASTOR White Paper, https://www.astor.com.pl/images/Industry_4-0_Przemysl_4-0/ASTOR_przemysl4_whitepaper.pdf (dostęp: 7.07.2019).

- Jinchuan C., Yueguo C., Xiaoyong D., Cuiping L., Jiaheng L., Suyun Z., Xuan Z., 2013, *Big data challenge: A data management perspective*, „Frontiers of Computer Science” vol. 7, issue 2.
- Johnson B.D., 2012, *The Secret Life of Data*, „The Futurist” no. 46(4).
- Jourdan Z., Rainer R.K., Marshall T.E., 2008, *Business Intelligence: An Analysis of the Literature*, „Information Systems Management” no. 25(2).
- Kalisz D., Szyran-Resiak A., 2018, *Organizacja wirtualna w erze społeczeństwa informacyjnego*, „Research Journals of PWSZ in Płock, Economic Sciences” vol. 28.
- Kamiński Ł., 2014, *Zachipowana rzeczywistość*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Kampa A., 2014, *Ekonomiczne uwarunkowania robotyzacji procesów produkcji*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” nr 3.
- Karpicz J., Łabęcka A., Sidor W., 2006, *Kapitał intelektualny organizacji opartej na wiedzy w kontekście wyzwań XXI wieku [w:] Gospodarka oparta na wiedzy*, red. I.K. Hejduk, J. Korczak, Koszalin: Wydawnictwo Uczelniane PK.
- Karpiński A., 2003, *Przyszłość gospodarki opartej o wiedzę w Polsce a rynek pracy [w:] Społeczeństwo oparte na wiedzy w dobie globalizacji*, red. K. Ślęczek, Sosnowiec: WSZiM w Sosnowcu.
- Katal A., Wazid M., Goudar R., 2013, *Big data: Issues, challenges, tools and good practices, in Proceeding of the Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*, IEEE, http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6612229 (dostęp: 17.07.2019).
- Kauf S., Thuczak A., 2016, *Optymalizacja decyzji logistycznych*, Warszawa: Difin.
- Kicingier A. (SAS Institute Polska), 2014, *Business Intelligence nowej generacji* https://www.sas.com/pl_pl/news/artykuly/2014/business-intelligence-nowej-generacji.html (dostęp: 15.07.2019).
- Kiraga K., 2016, *Przemysł 4.0: 4. rewolucja przemysłowa według FESTO*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” nr 17(12).
- Kisielnicki J., 2004, *Zarządzanie wiedzą we współczesnych organizacjach [w:] Zarządzanie wiedzą w systemach informacyjnych*, red. W. Abramowicz, A. Nowicki, M. Owoc, Wrocław: Wydawnictwo AE.
- Kisielnicki J., 2010, *Rola informatyki w zarządzaniu [w:] Organizacja i zarządzanie w zarysie*, red. J. Bogdanienko, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania UW.
- Kody kreskowe*, <http://kodykreskowe.blogspot.com> (dostęp: 22.08.2019).
- Korbicz J., Obuchowicz A., Uciński D., 1994, *Sztuczne sieci neuronowe. Podstawy i zastosowania*, Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ.
- Korenik S., 2013, *Globalizacja i gospodarka oparta na wiedzy a nowa przestrzeń gospodarcza*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” nr 296.
- Krauz-Mozer B., Borowiec P., 2008, *Globalizacja, globalizm, globalność [w:] Globalizacja – nieznośne podobieństwo? Świat i jego instytucje w procesie uniformizacji*, red. B. Krauz-Mozer, P. Borowiec, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Krawczyk S., 1998, *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wrocław: Wydawnictwo AE.
- Krawiec F., 2009, *Nowa gospodarka i wizja lidera firmy XXI wieku*, Warszawa: Difin.
- Kucęba R., 2013, *Model cloud computing – taksonomia pojęć i własności [w:] Technologie informacyjne w funkcjonowaniu organizacji*, red. L. Kiełtyka, Toruń: TNOiK „Dom Organizatora”.
- Kuczera K., 2013, *Metodyka badania modeli biznesowych podmiotów gospodarczych*, „Management and Business Administration” no. 1.

- Kukuła A.J., 2003, *Gospodarka oparta na wiedzy jako strategii rozwoju gospodarczego XXI wieku*, Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Kulkarni J., King R., 1997, *Business Intelligence Systems and Data Mining*, Berlin: SAS Institut Deutschland.
- Kwiatkowska E.M., 2014, *Rozwój Internetu rzeczy – szanse i zagrożenia*, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny” nr 8(3).
- Kwon O., Sim J.M., 2012, *Effects of data set features on the performances of classification algorithms*, „Expert Systems with Applications” no. 40(5).
- Lalonde B.J., Grabner J.R., Robeson J.F., 1970, *Integrated Distribution Management: A Management Perspective*, „International Journal of Physical Distribution” no. 1.
- Lee H., Sohn I., 2016, *Big data w przemyśle. Jak wykorzystać analizę danych do optymalizacji kosztów procesów?*, tłum. W. Sikorski, M. Baranowski, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Leiner B.M., Cerf V.G., Clark D.D., Kahn R.E., Kleinrock L., Lynch D.C., Postel J., Roberts L.G., Wolff S., 2009, *Brief History of the Internet*, „ACM SIGCOMM Computer Communication Review” no. 5(39).
- Liberska B., 2002, *Współczesne procesy globalizacji gospodarki światowej [w:] Globalizacja: mechanizmy i wyzwania*, red. B. Liberska, Warszawa: PWE.
- Lonnqvist A., Pirttimaki V., 2006, *The Measurement of Business Intelligence*, „Business Intelligence” no. 23(1).
- Lubbe A., 2010, *Globalizacja i regionalizacja we współczesnej gospodarce światowej [w:] Rozwój w dobie globalizacji*, red. A. Bąkiewicz, U. Żuławska, Warszawa: PWE.
- Łagowski J., 2010, *Cloud Computing – co to jest?*, Kościelisko: XVI Konferencja PLOUG.
- Manyika J., Chui M., Brown B., Bughin J., Dobbs R., Roxburgh C., Byers A.H., 2011, *Big data: The next frontier for innovation, competition and productivity*, McKinsey Global Institute, <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation#> (dostęp: 17.07.2019).
- McAfee A., Brynjolfsson E., 2012, *Big data: The management revolution*, „Harvard Business Review” no. 1.
- McGrath R.G., 2013, *Transient Advantage*, „Harvard Business Review” no. 91(6).
- Markarian J., Brobst S., Bedell J., 2007, *Critical Success Factors Deploying Pervasive BI*, San Diego: Informatica, Teradata, <http://www.teradata.com/t/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=4605> (dostęp:17.08.2019).
- Markiewicz T., 2014, *Zastosowanie automatycznej identyfikacji w logistyce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Administracja i Zarządzanie” nr 1(7).
- Marr B., 2018, *9 Powerful Real-World Applications of Augmented Reality (AR) Today*, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/30/9-powerful-real-world-applications-of-augmented-reality-ar-today/#770f972fe95a> (dostęp: 5.08.2019).
- Mazurek G., 2012, *Znaczenie wirtualizacji marketingu w sieciowym kreowaniu wartości*, Warszawa: Poltext.
- Mell P., Grance T., 2011, *The NIST Definition of Cloud Computing*, National Institute of Standards and Technology, <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf> (dostęp: 15.09.2019).

- Michalski M., 2017, *Od I do IV rewolucji przemysłowej*, „Człowiek w Cyberprzestrzeni. Studia i Artykuły” nr 1.
- Mikuła B., 2018, *Zarządzanie oparte na wiedzy – podstawowe założenia*, „Studia Ekonomiczne. Gospodarka, Społeczeństwo, Środowisko” nr 1(2).
- Milewski R., Kwiatkowski E., 2008, *Podstawy ekonomii*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Miller H., 1996, *The multiple dimensions of information quality*, „Information Systems Management” no. 13.
- Moss L., Atre S., 2003, *Business Intelligence Roadmap: The Complete Lifecycle for Decision-Support Applications*, Boston (MA): Addison-Wesley.
- Moss L., Hoberman S., 2004, *The Importance of Data Modeling as a Foundation for Business Insight*, San Diego: Teradata.
- M2M, <https://www.orange.pl/kid,4003317950,id,4003995565,title,czym-jest-M2M,helparticle.html> (dostęp: 14.08.2019).
- Negash S., 2004, *Business Intelligence*, „Communications of Association for Information Systems” no. 13.
- Nesterak J., 2010, *Business Intelligence jako narzędzie wspierające decyzje zarządcze w firmie*, „Zeszyty Naukowe UE w Krakowie” nr 836.
- Neumann T., 2017, *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni” nr 102.
- Nikiel G., 2004, *Programowanie obrabiarek CNC na przykładzie układu sterowania Sinumerik 810D/840D*, Bielsko-Biała: Wydawnictwo ATH.
- NIST, 2011, *The NIST Definition of Cloud Computing*, <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf> (dostęp: 15.09.2019).
- Niziński S., 1998, *Logistyka w systemach działania*, Warszawa–Radom: Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji.
- Nowina-Konopka M., 2006, *Istota i rozwój społeczeństwa informacyjnego [w:] Społeczeństwo informacyjne: istota, rozwój, wyzwania*, red. T. Białobłocki, J. Moroz, M. Nowina-Konopka, L.W. Zacher, Warszawa: Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne.
- Ogórek M., Zaskórski P., 2018, *Internet Rzeczy w integracji procesów zarządzania kryzysowego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie” nr 76.
- Olechnicka A., 2000, *Rozwój regionalny w warunkach gospodarki informacyjnej*, „Studia Regionalne i Lokalne” nr 4(4).
- Olender-Skorek M., 2017, *Czwarta rewolucja przemysłowa a wybrane aspekty teorii ekonomii*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” nr 51(3).
- Oleński J., 2003, *Ekonomika informacji: podstawy*, Warszawa: PWE.
- Olszak C.M., Ziemia E., 2003, *Business Intelligence as a key to Management of an Enterprise [w:] Informing Science and IT Education*, eds. E. Cohen, E. Boyd, Santa Rosa: The Informing Science Institute.
- Onnasch L., Maier X., Jürgensohn T., 2016, *Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle*, Dortmund: Bundesanstalt Für Arbeitsschutz Und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Oracle, 2007, *Oracle Business Intelligence and Enterprise Performance Management*, http://www.oracle.com/solutions/business_intelligence/indx.html (dostęp: 17.10.2019).

- Oracle, 2013, *Big Data for the Enterprise*, <http://www.oracle.com/us/products/database/big-data-for-enterprise-519135.pdf> (dostęp: 17.10.2019).
- Oziewicz E., 2012, *Procesy globalizacji gospodarki światowej* [w:] *Globalizacja i regionalizacja w gospodarce światowej*, red. R. Orłowska, K. Żołądkiewicz, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Papińska-Kacperk J., 2008, *Spółczesność informacyjna*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pazowski P., Sadowski D., 2014, *Ekonomiczne aspekty wdrożenia modelu cloud computing*, „Modern Management Review” no. 81.
- Percival D.B., Walden A.T., 2000, *Wavelet Methods for Time Series Analysis*, „Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics” vol. 4.
- Płoszyński M. 2018, *Przemysł 5.0 widać już na horyzoncie. Jaka będzie kolejna rewolucja przemysłowa?*, „TSL Biznes” nr 4(94).
- Pogorzelski W., 2002, *O filozofii badań systemowych*, Warszawa: Scholar.
- Polańska K., Wassilew A., 2015, *Analizy big data w serwisach społecznościowych*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” nr 44(4), cz. 2.
- Polasik M., 2019, *Perspektywy rozwoju mobilnych płatności NFC na rynku polskim*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H – Oeconomia” nr 2.
- Prowit K., 2001, *Cechy gospodarki opartej na wiedzy (G.O.W.), ich współczesne znaczenie i warunki skuteczności* [w:] *Gospodarka oparta na wiedzy – wyzwanie dla Polski XXI wieku*, red. A. Kukliński, Warszawa: Komitet Badań Naukowych.
- Qin Z. (ed.), 2009, *Introduction to e-commerce*, Beijing: Tsinghua University Press.
- Rachwał T., 2013, *Rola przedsiębiorstw przemysłowych w rozwoju gospodarki opartej na wiedzy*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego” nr 21.
- Radu (Genete) L.D., 2015, *Internet of Things – A New Challenge for Environmental Protection*, The 26th IBIMA Conference on Innovation Management and Sustainable Economic Competitive Advantage: From Regional Development to Global Growth, Madrid: IBIMA.
- Rahm E., Do H.H., 2000, *Data cleaning: Problems and current approaches*, „IEEE Data Engineering Bulletin Issues” no. 23(4).
- Reinsel D., Gantz J., 2012, *The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East*, <https://www.emc.com/leadership/digital-universe/2012iview/index.htm> (dostęp: 17.10.2019).
- Rhone S., 2017, *Oracle Cloud Using Oracle Business Intelligence Cloud Service*, https://docs.oracle.com/cloud/help/pl/reportings_use/BILUG/BILUG.pdf (dostęp: 15.07.2019).
- Robot da Vinci w Polsce – zastosowanie i dostępność*, 2018, <https://www.zwrotnikraka.pl/robot-da-vinci-w-polsce-zastosowanie/> (dostęp: 2.09.2019).
- Rogowska M., 2013, *Gospodarka oparta na wiedzy w dobie globalizacji*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” nr 296.
- Rostek K., 2007, *System informacji zarządczej – efektywna integracja i analiza danych*, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” nr 1.
- Rouse M., 2011, *big data (Big Data)*, <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/big-data-Big-Data> (dostęp: 15.07.2019).
- Rouse M., 2018, *M2M economy (machine-to-machine economy)*, <https://whatis.techtarget.com/definition/M2M-economy-machine-to-machine-economy> (dostęp: 11.11.2019).

- Rusek D., Pniewski R., 2017, *Systemy logistyczne – wykorzystanie rozszerzonej rzeczywistości*, „Autobusy” nr 12.
- Russom P., 2011, *The Three Vs of Big Data Analytics*, TDWI, <https://tdwi.org/blogs/tdwi-blog/2011/06/three-vs-of-big-data-analytics-1-data-volume.aspx> (dostęp: 17.10.2019).
- SAS, 2014, *Big Data. What it is and why it matters*, https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html (dostęp: 15.07.2019).
- Senn J.A., 1990, *Information Systems in Management*, Wadsworth (CA): International Thomson Publishing.
- Siemiński P., Budzik G., 2018, *Techniki przyrostowe – druk 3D, drukarki 3D*, Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW.
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., 1995, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Warszawa: PWE.
- Skrzypek E., Grela G., 2005, *Informacja jako zasób niematerialny w warunkach globalizacji*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H – Oeconomia” nr 39.
- Sobota M., 2014, *Teleportacja nieznanego stanu kwantowego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” z. 68.
- Sporek T., 2012, *Procesy globalizacji we współczesnej gospodarce* [w:] *Globalizacja i regionalizacja w gospodarce światowej*, red. B. Skulska, M. Domiter, W. Michalczyk, Wrocław: Wydawnictwo UE we Wrocławiu.
- Stachak S., 2013, *Podstawy metodologii nauk ekonomicznych*, Warszawa: Difin.
- Staten J., 2008, *Is Cloud Computing Ready for the Enterprise?*, „Forrester Research” vol. 400(30).
- Stecula K., Brodny J., Puzik K., 2018, *Stan i perspektywy zastosowania osiągnięć idei czwartej rewolucji przemysłowej w branży górniczej*, Konferencja „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji”, Artykuły IZIP, Opole.
- Stefanowicz B., 2004, *Informacja*, Warszawa: Wydawnictwo SGH.
- Stoner J., Freeman R., Gilbert D., 2001, *Kierowanie*, tłum. A. Ehrlich, Warszawa: PWE.
- Suarez J.G., 1992, *Three Experts on Quality Management: Philip B. Crosby, W. Edwards Deming, Joseph M. Juran*, TQLO Publication, no. 92–02, Arlington (VA): Total Quality Leadership Office.
- Sudalaimuthu S., Raj S.A., 2009, *Logistics Management for International Business: Text and Cases*, New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Surma J., 2009, *Business Intelligence. Systemy wspomagania decyzji biznesowych*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Szmelter A., 2013, *Business Intelligence tools as an element of information supply system*, „Toruń Business Review” no. 12(12).
- Szozda N., 2017, *Znaczenie internetu rzeczy w planowaniu przepływów produktów i informacji w łańcuchu dostaw*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 315.
- Śliwińska K., Dewalska-Opitek A., 2006, *Gospodarka oparta na wiedzy. Stan i perspektywy rozwoju w Polsce* [w:] *Gospodarka oparta na wiedzy*, red. K. Hejduk, J. Korczak, Koszalin: Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.
- Tadeusiewicz R., 1993, *Sieci neuronowe*, Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza RM.
- Tadeusiewicz R., 2006, *Data mining jako szansa na relatywnie tanie dokonywanie odkryć naukowych poprzez przekopywanie pozornie całkowicie wyeksploatowanych danych empirycznych* [w:]

- Statystyka data mining w badaniach naukowych*, Kraków: StatSoft Polska, https://media.statsoft.pl/_old_dnn/downloads/dm_jako_szansa.pdf (dostęp: 17.09.2019).
- Tadeusiewicz R., Flasiński M., 1991, *Rozpoznawanie obrazów*, Warszawa: PWN.
- Turban E., Sharda R., Aronson J., King D., 2007, *Business Intelligence*, New Jersey: Prentice Hall.
- Tyszka T., 2010, *Decyzje. Perspektywa psychologiczna i ekonomiczna*, Warszawa: Scholar.
- Ustundag A., Cevikcan E., 2018, *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, Switzerland: Springer International Publishing.
- Ward J.S., Barker A., 2013, *Undefined by Data: A Survey of Big Data Definitions*, <https://arxiv.org/pdf/1309.5821v1.pdf> (dostęp: 15.07.2019).
- Watson H.J., Fuller C., Ariyachandra T., 2004, *Data warehouse governance: Best practices at Blue Cross and Blue Shield of North Carolina*, „Decision Support Systems” no. 38(3).
- Weber R.H., Weber R., 2010, *Internet of Things. Legal Perspectives*, Springer: Berlin.
- Wei L., Xiaofeng M., Weiyi M., 2010, *ViDE: A Vision-Based Approach for Deep Web Data Extraction*, „IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering” no. 22(3).
- Weiland D., 2016, *Logistyka informacji jako podstawowy element w budowaniu przewagi konkurencyjnej w e-commerce*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” nr 306.
- Weiland D., 2017, *The role of information in e-commerce*, „Transport Economics and Logistics” no. 68.
- Weiner N., 1971, *Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie*, tłum. J. Mieścicki, Warszawa: PWN.
- Wesołowska H., 2013, *Analiza IT – IC, MRP, MRPII, MRPIII, ERP, ERPII*, <http://analizait.pl/2013/10/16/ic-mrp-mrpii-mrpiii-erp-erpii-scm/> (dostęp: 22.07.2019).
- What's the Big Data? Amount of Data Created Annually to Reach 180 Zettabytes in 2025*, 2016, <https://whatsthebigdata.com/2016/03/07/amount-of-data-created-annually-to-reach-180-zettabytes-in-2025/> (dostęp: 12.09.2019).
- White C., 2007, *Now is the Right Time for Real-time BI*, „Information Management Magazine”, <https://www.information-management.com/news/the-next-generation-of-business-intelligence-operational-bi> (dostęp: 15.07.2019).
- Whitehorn M., Whitehorn M., 1999, *Business Intelligence: The IBM Solution Datawarehousing and OLAP*, New York: Springer-Verlag, IBM.
- Wielki słownik języka polskiego*, https://www.wsjp.pl/do_druku.php?id_hasla=19147&cid_znaczenia=1868663 (dostęp: 20.08.2019).
- Williams S., Williams N., 2007, *The Profit Impact of Business Intelligence*, San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Wittbrodt P., Łapunińska I., 2017, *Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, Konferencja „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji”, Artykuły IZIP, Opole
- Vaidya S., Ambad P., Bhosle S., 2018, *Industry 4.0 – A Glimpse*, „Procedia Manufacturing” no. 20.
- Vermesan O., Friess P., Guillemin P., Gusmeroli S., Sundmaecker H., Eisenhauer M., Moessner K., Arndt M., Spirito M., Medagliani M., Giaffreda R., Gusmeroli S., Ladid L., Serrano M., Vorhies W., 2014, *How many V's in Big Data? The Characteristics that Define Big Data*, <http://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/how-many-v-s-in-big-data-the-characteristics-that-define-big-data> (dostęp: 17.10.2019).

- Zakrzewicz M., 1997, *Data Mining i odkrywanie wiedzy w bazach danych*, materiały konferencyjne Polish Oracle Users Group PLOUG'97, Oracle, Zakopane.
- Zaskórski P., 2011, *Asymetria informacyjna w zarządzaniu procesami*, Warszawa: WAT.
- Zhiwei Y., Jong-Hyouk L., 2019, *Mobility capability negotiation for IPv6 based ubiquitous mobile Internet*, „Computer Networks” no. 157.
- Ziewiec G., 2012, *Trzy fale globalizacji: rozwój, nadzieje i rozczarowania*, Warszawa: Instytut Nauk Ekonomicznych PAN.
- Zioło Z., 2008, *Ekonomiczne i społeczne uwarunkowania rozwoju gospodarki opartej na wiedzy*, „Przedsiębiorczość i Edukacja” nr 4.
- Zorska A., 2000, *Ku globalizacji? Przemiany w korporacjach transnarodowych i w gospodarce światowej*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Żuchowski W., 2019, *Rozszerzona rzeczywistość w magazynie*, „Logistyka” nr 3.

Spis tabel

1.1. Kategoryzacja definicji logistyki ze względu na przedmiot	18
1.2. Charakterystyka informacji w decyzjach zarządczych	49
3.1. Przykłady definicji terminu Big Data	117
3.2. Porównanie jednostek danych	119
3.3. Rodzaje problemów i właściwe dla nich metody Data Mining	127
3.4. Wybrane definicje Business Intelligence	129
3.5. Podprocesy warstwy ETL oraz ich funkcje	135
3.6. Zastosowania BI w odniesieniu do informacji zarządczej w procesach podstawowych wspieranych poprzez logistykę	136
3.7. Przegląd definicji Cloud Computing	138

Spis rysunków

1.1. Modelowy przepływ informacji i towarów (przedsiębiorstwo – klient)	16
1.2. Proces budowania przewagi konkurencyjnej i wspierający go proces logistyczny	20
1.3. Hierarchia danych, informacji, wiedzy i mądrości	23
1.4. Ramy oceny jakości informacji według M. Epplera	30
1.5. Koszt jednego gigabajta pojemności nośników danych w latach 1980–2015	33
1.6. Koszt jednego megabajta pojemności nośników danych w latach 2005–2018	33
1.7. Proces decyzyjny i wspierający go proces logistyczny	36
1.8. Model decyzyjny i jego elementy	38
1.9. Rynki informacji	44
1.10. Popyt na informację w organizacji	47
1.11. Funkcje informacji zarządczej jako pochodne funkcji procesu zarządzania	47
1.12. Kategoryzacja źródeł informacji w biznesie	51
2.1. Główne elementy determinujące rozwój idei Przemysłu 4.0 jako czwartej rewolucji przemysłowej	82
2.2. Źródła strumieni danych zasilających chmurę obliczeniową	83
3.1. Kody kreskowe EAN-13 oraz EAN-8	96
3.2. Kod QR 21 × 21 modułów oraz kod QR 177 × 177 modułów	97
3.3. Rozszerzona rzeczywistość w magazynie	103
3.4. Rozszerzona rzeczywistość we wspieraniu prac serwisowych urządzeń	103
3.5. Rodzaje współpracy pomiędzy człowiekiem a maszyną	107
3.6. Funkcjonowanie Internetu wszechrzeczy	112
3.7. Działanie i powiązania w technologii M2M	114
3.8. Wspieranie decyzji zarządczych przez system BI	133
3.9. Przykładowa architektura systemu BI z hurtownią danych wraz z podziałem na warstwy	134
3.10. Przebieg procesu ETL	135
3.11. Portfolio usług w chmurze IaaS	142
3.12. Portfolio usług w chmurze PaaS	142
3.13. Portfolio usług w chmurze SaaS	143
3.14. Budowa neuronu	145
3.15. Uproszczony schemat funkcjonowania pojedynczego neuronu w SSN	147
3.16. Ideowy schemat działania EDI	152
3.17. Funkcjonowanie systemu informatycznego w organizacji procesowej	154
3.18. Ideowy schemat systemu ERP	156