

---

# 1. Wstęp

---

Ludzie od zawsze byli zainteresowani posiadaniem szczegółowych informacji o należących do nich dobrach. Oczywiście jest, że dostęp do informacji o sposobie wykorzystania, lokalizacji, sposobie przetwarzania, transportowania, środkach użytych do wymienionych działań, czasie i terminach realizacji tych czynności itp. daje przedsiębiorcy możliwość lepszego zarządzania śledzonymi obiektami.

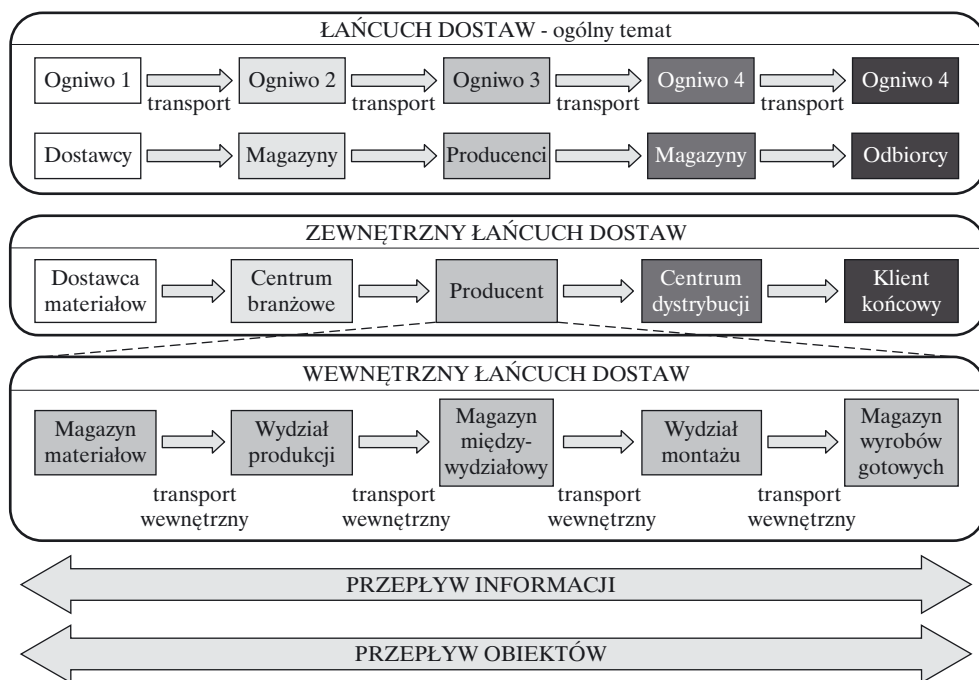
W każdym łańcuchu dostaw występują przepływy, które zasadniczo można podzielić na:

- przepływ dóbr (obiektów),
- przepływ informacji, w szczególności o zapotrzebowaniu, który powoduje wszystkie inne działania.

Wymienionym przepływowi często towarzyszą również: transfer praw własności i odpowiedzialności pomiędzy organizacjami lub komórkami organizacyjnymi oraz strumienie pieniężne.

Przepływy dóbr i informacji przebiegają równolegle (por. rysunek 1.1). Wszelkie zakłócenia w przepływie informacji mają negatywny wpływ na przepływy dóbr i powodują wzrost kosztów. Opóźnienia w przekazywaniu informacji mają skutek w opóźnieniach w realizacji działań. Aby wyeliminować problemy wynikające z rozłączności przepływu dóbr i informacji, można stosować technologie wspomagające przepływ informacji. Należy tu wskazać różnego rodzaju systemy informatyczne, ale również technologie pozwalające na automatyczne i rzetelne pozyskiwanie danych dla tychże systemów.

Wraz ze wzrostem znaczenia operacji logistycznych w działalności przedsiębiorstw zwraca się większą uwagę na automatyzację procesów identyfikacji, które nie tworzą wartości dodanej i należy je traktować jako procesy pomocnicze. Automatyzacja identyfikacji pozwala na minimalizację kosztów logistycznych i lepszy przepływ informacji. Do technologii automatycznej identyfikacji, stosowanych w różnych obszarach działalności ludzkiej, można zaliczyć m.in.:



**Rysunek 1.1.** Przepływ informacji i obiektów w łańcuchu dostaw<sup>1</sup>

- optyczne rozpoznawanie znaków (OCR<sup>2</sup>),
- kody kreskowe<sup>3</sup> jednowymiarowe i dwuwymiarowe<sup>4</sup>,
- technologie biometryczne<sup>5</sup>,
- technologie kart inteligentnych<sup>6</sup>,
- identyfikację radiową.

<sup>1</sup> B. Gładysz, *Zastosowanie identyfikacji radiowej w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, OW PW, Warszawa 2016.

<sup>2</sup> S. Mori, H. Nishida, H. Yamada, *Optical Character Recognition*, John Wiley and Sons, Nowy Jork (NY) 1999. Ang. *Optical Character Recognition*.

<sup>3</sup> Ang. *BC – Bar Code*.

<sup>4</sup> Np. DataMatrix czy QR Code.

<sup>5</sup> J.A. Unar, W.C. Seng, A. Abbasi, *A review of biometric technology along with trends and prospects*, „Pattern recognition” 2014, nr 47(8), s. 2673–2688.

Technologie stosowane przede wszystkim w systemach kontroli dostępu użytkowników oraz kryminalistyce. Identyfikacja odbywa się na podstawie indywidualnych cech osobnika, w tym m.in.: identyfikacja głosowa, daktyloskopia, skanowanie źrenicy oka.

<sup>6</sup> Technologie szeroko stosowane w codziennym życiu, ich zastosowanie obejmuje: karty kredytowe, debetowe, SIM, bilety, w tym: karty pamięciowe, karty mikroprocesorowe.

Systemy identyfikacji obiektów (SIO) mogą być systemami bardzo złożonymi, obejmującymi duże ilości elementów i relacji między nimi. Poniżej przedstawiono uproszczony model SIO, którego celem jest zobrazowanie podstawowych reguł i zasad, które determinują funkcjonowanie SIO (por. rysunek 1.2). Podstawowe cechy charakteryzujące SIO to m.in.:

- asortyment i liczba obiektów,
- ilość i zakres (dokładność) zbieranych danych,
- otoczenie,
- użytkownicy,
- sposób zbierania i przetwarzania danych, czyli wykorzystywane technologie.

Podjmując decyzję o właściwym dla danej organizacji systemie identyfikacji obiektów oraz technologii najlepiej spełniającej wymagania organizacji, należy dokonać oceny potencjalnych rozwiązań. Wśród kryteriów wyboru można wymienić m.in.<sup>7</sup>:

- zdolność do modyfikacji danych o obiekcie,
- bezpieczeństwo danych,
- ilość danych,
- koszt,
- standardy w branży,
- długość życia,
- wymagany sposób odczytu (odległość, warunki itp.),
- ilość odczytów w jednostce czasu, potencjalne zakłócenia odczytu.

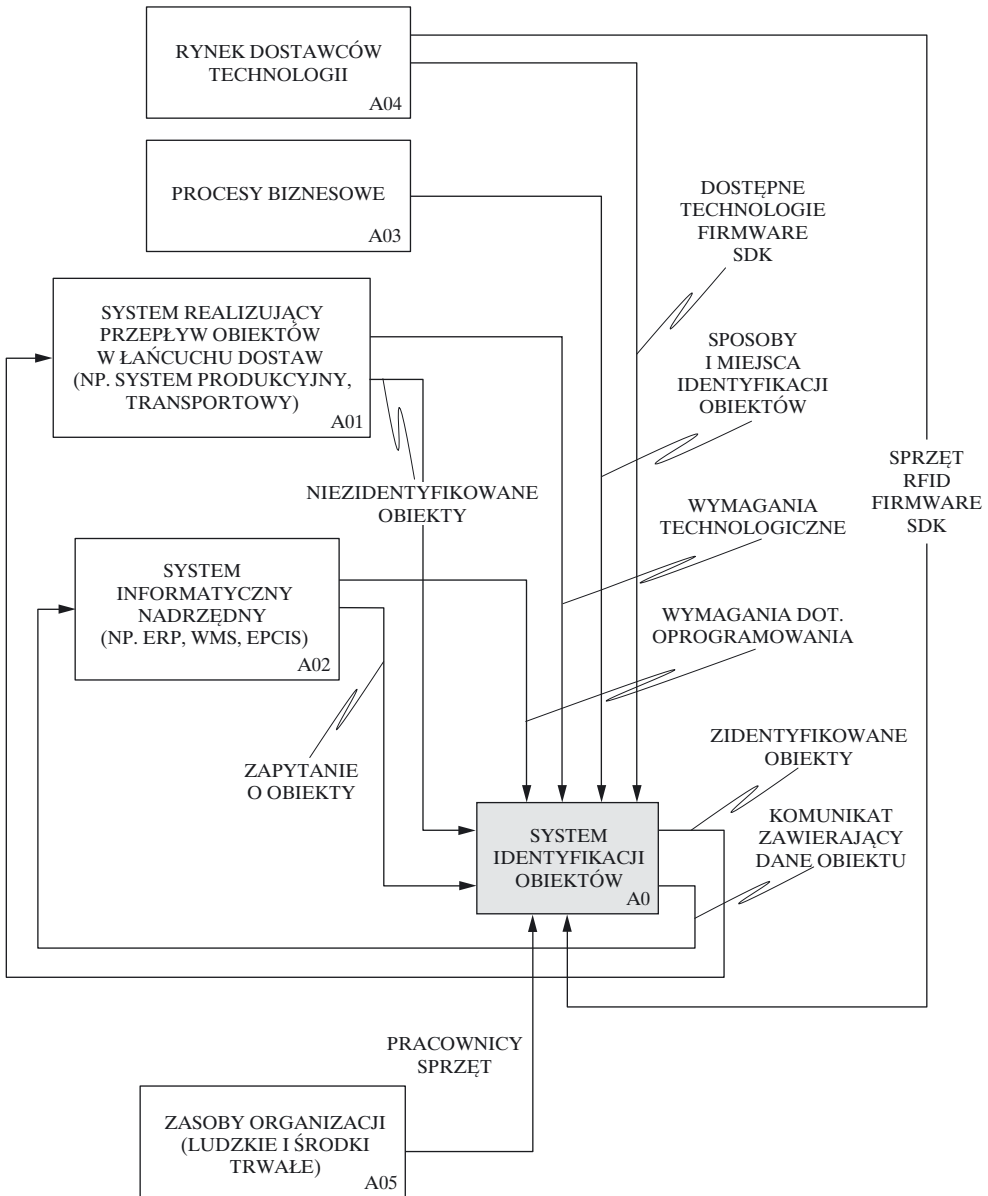
Rysunek 1.2 przedstawia wykonany wg IDEF0<sup>8</sup> model systemu identyfikacji obiektów obrazujący wejścia i wyjścia z systemu, zasoby niezbędne do funkcjonowania oraz zasady, wg których działa SIO.

Rysunek 1.3 przedstawia ogólny model procesów realizowanych przez SIO w odniesieniu do modelu komunikacji Wilbura Schramma<sup>9</sup>. Warto zauważyć, że procesy przebiegają w pętli, co oznacza, że wyniki realizacji ostatniego procesu stanowią wejście do kolejnej iteracji procesu początkowego. Wyszczególniono procesy, które inicjują działanie właściwego systemu identyfikacji oraz procesy realizowane jako efekt działania SIO.

<sup>7</sup> P.J. Sweeney II, *RFID for dummies*, Wiley Publishing, Indianapolis (IN) 2010.

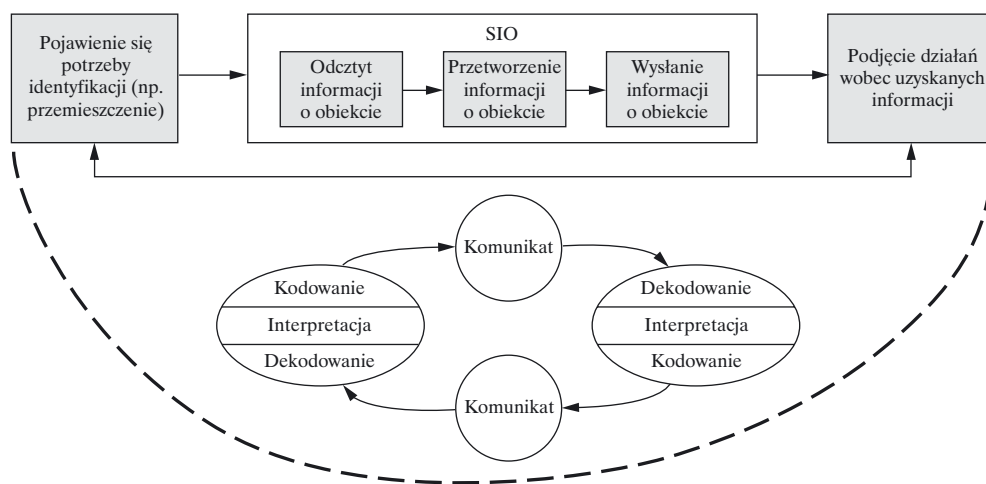
<sup>8</sup> C. Menzel, R.J. Mayer, *The IDEF family of languages*, w: *Handbook on architectures of information systems*, praca zbiorowa pod red. P. Bernusa, K. Mertinsa, G. Schmidt, Springer, Berlin Heidelberg 1998, s. 209–241.

<sup>9</sup> W. Schramm, *How Communication Works*, w: *The Process and Effects of Mass Communication*, praca zbiorowa pod red. W. Schramma University of Illinois Press, Urbana (IL), 1954, s. 3–10. W. Schramm, *Mass Communication and American Empire*, Beacon Press, Boston (MA) 1969.



**Rysunek 1.2.** Diagram kontekstowy IDEF0 dla systemu identyfikacji obiektów<sup>10</sup>

<sup>10</sup> B. Gładysz, *Zastosowanie identyfikacji radiowej w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, OW PW, Warszawa 2015.



**Rysunek 1.3.** Model systemu identyfikacji obiektów na tle modelu komunikacji Schramma<sup>11</sup>

Technologia identyfikacji przy użyciu fal radiowych (RFID – ang. *Radio Frequency Identification*) jest znana od ponad 75 lat. RFID wykorzystuje fale elektromagnetyczne do identyfikacji i śledzenia znaczników umieszczonych na identyfikowanym obiekcie (przedmiot, maszyna, człowiek, zwierzę itp.). Poniżej przytoczono cytaty z dwóch klasycznych pozycji dotyczących RFID:

- „W najprostszy sposób, tak jak wynika to bezpośrednio z nazwy, identyfikacja radiowa – RFID – jest to proces i infrastruktura fizyczna, w oparciu o które, przy zastosowaniu określonego protokołu za pośrednictwem fal radiowych przesyłany jest unikalny identyfikator ze znacznika do czytnika.”<sup>12</sup>;
- „RFID to akronim od ‘Radio Frequency Identification’, co oznacza bezprzewodową technologię komunikacji stosowaną do identyfikacji unikalnie oznaczonych obiektów (również ludzi)”<sup>13</sup>.

A zatem o RFID mówimy wtedy, kiedy możemy oznakować obiekt, a następnie zidentyfikować go na tej podstawie przy wykorzystaniu fal radiowych. Zgodnie z powyższym pośród sprzętu wykorzystywanego w technologii RFID można wyróżnić dwie główne kategorie:

<sup>11</sup> Ibidem.

<sup>12</sup> J. Banks, D. Hanny, M.A. Pachano, L.G. Thompson, *RFID applied*, John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 2007.

<sup>13</sup> V.D. Hunt, A. Puglia, M. Puglia, *RFID – a guide to radio frequency identification*, John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 2007.

- elementy służące do oznakowania nazywane znacznikami lub etykietami – w nich zapisywany jest numer,
- elementy służące do odczytu – są to czytniki (dekodujące odebrany sygnał radiowy) wraz z antenami służącymi do odbioru sygnału.

Znaczniki zawierają pamięć, w której przechowywane są informacje o zidentyfikowanym obiekcie. Transpondery (nadajnik-odbiornik<sup>14</sup>) wykorzystywane w RFID to urządzenia, które wysyłają określoną sekwencję sygnałów identyfikujących w odpowiedzi na odbierane sygnały nadawcze („wywołujące”). Obecnie urządzenia takie są powszechnie stosowane w lotnictwie, żegludze, ratownictwie (poszukiwanie zasypanych śniegiem narciarzy, górników w kopalniach itp.), samochodach (kluczyki zapłonu wyposażone w transpondery, co umożliwia uruchomienie silnika tylko posiadaczowi oryginalnego kluczyka), w telekomunikacji, w tym satelitarnej, w transporcie i logistyce (identyfikacja pojazdów i ładunków), kartach płatniczych, identyfikacji zwierząt domowych i in.

Jak wiele innych przełomowych innowacji, również RFID ma wielu ojców. Początkowo była to technologia o przeznaczeniu wojskowym, stosowana m.in. w okresie II wojny światowej do identyfikacji samolotów przez własne systemy radarowe (systemy identyfikacji „swój-obcy” – IFF<sup>15</sup>). Od tamtego czasu technologia RFID niebywale się rozwinęła, czego wyrazem jest m.in. różnorodność i powszechność zastosowań, miniaturyzacja oraz przystępność cen (niektórych) transponderów RFID. Technologia RFID jest obecna wokół nas, chociaż często nie zdajemy sobie z tego sprawy. Może ułatwiać nam życie, ale jest również źródłem obaw i wątpliwości. RFID stanowi przykład technologii wspomagającej<sup>16</sup>, to jest takiej, która może być stymulatorem radykalnych zmian możliwości i wyników osiągniętych przez użytkownika, produkt bądź proces. Takie technologie charakteryzują się szybkim tempem rozwoju technologii pochodnych, tzn. wywodzących się z technologii wspomagającej, powstałych jako wynik jej rozwoju (doskonalenia). Mają one liczne zastosowania w wielu sektorach przemysłu i mogą stanowić pomoc w rozwiązywaniu problemów społecznych, ekonomicznych i in. Są to często technologie o szerokim zakresie oddziaływania, czyli takie, gdzie efekty ich wdrożenia pojawiają się w miejscach odległych od ich zastosowania, często z opóźnieniem. Wśród technologii wspomagających wyróżnia się tzw. kluczowe technologie wspomagające (KET<sup>17</sup>), które stanowią podstawę dla innowacji produktowych w różnych sektorach przemysłu, ułatwiają przejście do gospodarki bardziej zrównoważonej

---

<sup>14</sup> Ang. *transmitter-responder*.

<sup>15</sup> Ang. *Identification Friend or Foe*.

<sup>16</sup> Ang. *enabling technology*.

<sup>17</sup> Ang. *Key Enabling Technologies*.

a nawet mogą stymulować rozwój całkiem nowych branż przemysłu. Oczekuje się, iż kluczowe technologie wspomagające będą stanowić istotną pomoc w modernizacji przemysłu i reindustrializacji w Europie. Z tego też względu uważane są za jeden z kluczowych elementów europejskiej polityki przemysłowej. Grupa kluczowych technologii wspomagających obejmuje technologie z zakresu mikro- i nanoelektroniki, nanotechnologii, biotechnologii (w skali przemysłowej), zaawansowanych materiałów, fotoniki oraz zaawansowanych technologii produkcyjnych. Przykładem takiej technologii jest również RFID.

Oddawana do rąk Czytelnika książka „RFID od podstaw do wdrożenia. Polska perspektywa” poświęcona jest identyfikacji radiowej RFID. Jest to pierwsza książka na ten temat w Polsce. RFID jest innowacyjną technologią automatycznej identyfikacji coraz częściej stosowaną przez przedsiębiorstwa w procesach logistycznych. Książka stanowi kompendium wiedzy o technologii identyfikacji radiowej, ukazując zarówno jej aspekty techniczne, jak i organizacyjne. Tym samym stanowić może źródło wiedzy dla przedstawicieli środowiska naukowego, doktorantów i studentów oraz praktyków interesujących się RFID oraz jej zastosowaniami.

Do szerokiego kręgu Czytelników, do których adresowana jest książka, można zaliczyć projektantów systemów informatycznych wykorzystujących RFID, projektantów systemów logistycznych, systemów sterowania produkcją, a także wszystkich zainteresowanych technologią radiowej identyfikacji obiektów w różnych zastosowaniach. Może być traktowana jako poradnik, a także jako podręcznik dla studentów studiów technicznych na kierunkach zarządzanie i inżynieria produkcji, transport, logistyka, elektronika i in. Książka może być również użyteczna jako pomoc w przygotowaniu i prowadzeniu wykładów i szkoleń na temat logistyki. Tego rodzaju wykłady prowadzone są na studiach 1-szego i 2-ego stopnia na wielu kierunkach studiów technicznych (m.in. Transport, Logistyka, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji) oraz ekonomicznych (Zarządzanie, Towaroznawstwo) w większości politechnik i szkół ekonomicznych w Polsce, publicznych i prywatnych.

Odbiorcami książki mogą być w szczególności studenci studiów obejmujących swym zakresem zagadnienia związane z szeroko rozumianą logistyką, magazynowaniem oraz transportem, jak również osoby, które interesują się tymi zagadnieniami bądź też zajmują się nimi zawodowo. W książce podjęto szeroką tematykę obejmującą obszary, takie jak zarządzanie technologiami, czy fizyka fal radiowych i telekomunikacja. Celem książki nie jest dostarczenie wyczerpujących informacji z każdej z omawianych dziedzin, lecz pokazanie całościowego ujęcia wielu zagadnień związanych z wdrożeniami technologii RFID. Autorzy omówili jedynie te aspekty, które są najistotniejsze i przydatne do zrozumienia, jakie problemy i zagadnienia wiążą się z wdrożeniem RFID, oraz lepszego poznania i zrozumienia kontekstu zastosowań technologii RFID. W związku z powyższym Autorzy nie

wyczerpują podjętych tematów, a zakres i poziom prezentowanej wiedzy ograniczono do zagadnień podstawowych, bez wnikania m.in. w zawile aspekty techniczne związane z mikroelektroniką, fizyką fal elektromagnetycznych czy też aspektami informatycznymi. Wiedzy szczegółowej na powyższe tematy należy szukać w odpowiednich podręcznikach akademickich, publikacjach technicznych dotyczących RFID oraz specyfikacjach komponentów sieci EPCglobal.

Cechą szczególną książki jest pokazanie praktycznych aspektów zastosowań RFID. Jej lektura daje Czytelnikowi nie tylko podstawy techniczne RFID, lecz również możliwość zapoznania się z przykładami skutecznych wdrożeń technologii RFID w polskich organizacjach. W książce skupiono się na prezentacji przypadków wdrożeń RFID z naciskiem na nowe możliwości realizacji procesów logistycznych wspieranych przez RFID oraz korzyści z tego płynące. Technologia RFID jest tematem często podejmowanym w dyskusjach na temat doskonalenia systemów logistycznych, jednakże firmom na ogół brakuje wiedzy źródłowej na jej temat, w szczególności o kluczowych czynnikach sukcesu. Brak wiedzy lub jej niekompletność oraz obawa przed zmianą oraz towarzyszącym temu ryzykiem często powodują rezygnację z wdrożenia, choć mogłoby ono przynieść wymierne korzyści. Studia przypadków ustrukturyzowane są według jednolitego schematu, co daje Czytelnikowi możliwość łatwej analizy przykładów i dokonania porównań.

Wielu widzi technologię RFID jako nowy, lepszy kod kreskowy. Jest to spojrzenie nazbyt uproszczone, co dobitnie wyraził Kevin Ashton z Massachusetts Institute of Technology (MIT) stwierdzając, że *nazywanie RFID radiowym kodem kreskowym jest jak nazywanie samochodu zmotoryzowanym koniem*.

Książka składa się z 6 rozdziałów.

Rozdział 1 stanowi wstęp, w którym pokrótce wyjaśniono istotę RFID, genezę technologii oraz zastosowania.

Rozdział 2 poświęcony został zarządzaniu technologiami, ze szczególnym uwzględnieniem technologii RFID. Wyjaśniono w nim znaczenie podstawowych pojęć używanych w niniejszej książce, w tym innowacja i technologia, zarządzanie technologiami. W szczególności omówione zostały podejścia i metody prognozowania rozwoju technologii.

W rozdziale 3 przedstawione zostały podstawy teoretyczne RFID. Czytelnik znajdzie w nim podstawowe informacje na temat podstaw fizycznych oraz głównych komponentów technicznych RFID, w tym znaczników RFID, czytników i programatorów.

Rozdział 4 poświęcono standardom. Możliwość szerokiego zastosowania RFID zwłaszcza w logistyce wymaga odpowiednich standardów komunikacji radiowej dotyczących częstotliwości, zdrowia i bezpieczeństwa, ochrony danych i prywatności, interfejsów komunikacyjnych, zgodności, urządzeń, szyfrowania danych i in.



Jednym z rodzajów informacji zapisywanych w znacznikach RFID są unikalne kody identyfikujące produkt (EPC, ang. *Electronic Product Code*). Są to identyfikatory umożliwiające jednoznaczną identyfikację produktu, jego pochodzenie itp. w dowolnym kraju. Identyfikatory te wraz z infrastrukturą techniczną i organizacyjną tworzą (globalną) sieć EPCglobal. EPCglobal stanowi efekt inicjatywy wspieranej przez przemysł, mającej na celu opracowanie standardów EPC wspomagających zastosowanie identyfikacji radiowej w różnych sferach gospodarki.

Rozdział 5 poświęcony został organizacyjnemu i technicznemu aspektom przygotowania wdrożenia RFID. W szczególności przedstawiono sposoby analizy przedwdrożeniowej w organizacjach rozważających zastosowanie tej technologii, zasady i metody oceny efektywności ekonomicznej systemów RFID, zasady i sposoby ich testowania i badania w środowisku rzeczywistym.

W rozdziale 6 przedstawiono wybrane przykłady zastosowania technologii RFID w magazynach, transporcie kolejowym i drogowym, przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz w usługach (szpitale, biblioteki i archiwa, gospodarka komunalna i in.).

Ostatni rozdział 7 stanowi podsumowanie książki.

Prezentowana książka została napisana przez zespół autorów w składzie: dr inż. Michał Grabia z Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, kierownik Laboratorium Technologii Identyfikacyjnych oraz Obszaru Badawczego EPC/RFID, współtwórca Krajowego Laboratorium EPC/RFID oraz dr inż. Bartłomiej Gładysz i prof. dr hab. inż. Krzysztof Santarek z Politechniki Warszawskiej, Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych. Książka stanowi wynik badań i doświadczeń praktycznych autorów w zakresie projektowania, wdrażania i eksploatacji systemów RFID w różnych zastosowaniach w przemyśle, logistyce, usługach i in.

Autorzy pragną podziękować przedsiębiorstwom, dzięki którym udało się pozyskać informacje dotyczące przypadków wdrożeń technologii RFID w Polsce. W szczególności podziękowania składamy (według kolejności alfabetycznej) przedstawicielom:

- 7R Logistic – Pani Joannie Rzepeckiej-Zieńko i Panu Grzegorzowi Musze,
- Fresh Logistics Polska – Panu Krzysztofowi Dybcowi,
- HADATAP – Panu Markowi Czarzyńskiemu,
- Luvena – Panu Patrykowi Szymańskiemu,
- Omni ID – Panu Davidowi Beit-Onowi,
- PKN ORLEN – Panu Piotrowi Durze,
- Smart Technology Group – Pani Karolinie Kozłowskiej oraz Panu Przemysławowi Zielińskiemu.

---

## 2. Zarządzanie technologiami

---

### 2.1. Istota i znaczenie technologii RFID

Słowo technologia jest pochodzenia greckiego (*τεχνη* – *techne* – sztuka, rzemiosło i *λογος* – *logos* – rozum, nauka). „Słownik języka polskiego” pod red. M. Szymczaka<sup>1</sup> definiuje technologię jako „przetwarzanie w sposób celowy i ekonomiczny dóbr naturalnych w dobra użyteczne (produkty)”, a także „wiedzę o tym procesie”. Według „Słownika wyrazów obcych”<sup>2</sup> technologia to „ogół procesów służących do wytwarzania lub przetwarzania materiałów, surowców i towarów naturalnych, półproduktów oraz gotowych wyrobów: także ciąg czynności produkcyjnych wytworzenia danego produktu”. Angielskie słowo *technology*, tłumaczone zwykle jako technologia, ma w języku oryginału nieco inne znaczenie. Według słownika *Collins Cobuild*<sup>3</sup> *technology* oznacza:

1. działalność lub badania dotyczące wykorzystania wiedzy naukowej dla określonych celów w przemyśle, rolnictwie, medycynie, biznesie itp.,
2. określony obszar działalności wymagający metod naukowych i wiedzy.

Tamże można znaleźć wyjaśnienie pojęcia *technique*, które oznacza specyficzną metodę wykonywania czynności, zwykle także obejmującą umiejętności praktyczne jej stosowania. Słowo „*technique*” jest zatem bliższe znaczeniowo polskiemu określeniu technologia. W języku angielskim *technology* oznacza natomiast zarówno technologię, jak i technikę<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> M. Szymczak, *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1978–1981.

<sup>2</sup> B. Kaczorowski (red.), *Słownik wyrazów obcych*. Encyklopedia multimedialna, WN PWN, Warszawa 2001.

<sup>3</sup> J. Sinclair, *Collins COBUILD: English grammar*, Collins, Londyn 1990.

<sup>4</sup> T.K. Derry, T.I. Williams, *A Short History of Technology. From the Earliest Times to A.D. 1900*, Dover Publications, Nowy Jork 1993.

Słowo „technika” jest używane w dwóch znaczeniach. *Pierwsze z nich definiuje technikę jako dziedzinę ludzkiej działalności, której celem jest – oparte na naukowych podstawach – produkowanie rzeczy i wywoływanie zjawisk niewystępujących w przyrodzie oraz przekształcanie wytworów przyrody. W tym rozumieniu technika jest głównym czynnikiem cywilizacji oraz, obok nauki i sztuki, istotnym składnikiem kultury. Drugie znaczenie terminu technika określa go jako biegłość wykonywania określonych czynności w jakiejś dziedzinie, np. technika budowlana, technika gry na instrumencie muzycznym, technika piłkarska czy technika pracy umysłowej*<sup>5</sup>.

Technologie są jednym z głównych przedmiotów zainteresowania nauk technicznych, gdzie przez to pojęcie rozumie się całokształt wiedzy dotyczącej metod wytwarzania określonego produktu albo uzyskania określonego efektu. W przemyśle z kolei technologie zazwyczaj traktowane są jako proces składający się z wielu działań, realizowanych w sposób celowy i w określonej kolejności, w wyniku którego następuje przetworzenie dóbr wejściowych (surowce, materiały, półfabrykaty) w wyroby gotowe posiadające określone cechy i spełniające potrzeby odbiorców.

Technologie są także przedmiotem zainteresowania ekonomii, gdzie definiowane są jako „zespół wszystkich technik produkcji (metod wytwarzania) dostępnych w danej firmie”<sup>6</sup>. Przetwarzanie surowców, materiałów itp. w produkty związane jest z zużywaniem określonych czynników produkcji: surowców i materiałów, energii, pracy ludzi i in. Technologie o podobnym przeznaczeniu (uzyskiwanym produkcie) różnią się między sobą ilością zużywanych czynników produkcji na jednostkę produktu. Przedsiębiorstwa są zainteresowane dostępem do technologii efektywnych, tzn. takich, które umożliwiają z tej samej ilości nakładów uzyskać większą ilość produktów. Technologie mają zatem zasadniczy wpływ na koszty produkcji, wydajność, produktywność<sup>7</sup>, a także na jakość, elastyczność i in. Determinują możliwości wytworzenia produktu, w tym spełnienia wielu, podstawowych dla klientów, wymagań użytkowych (funkcjonalnych). Są ważnym zasobem organizacji determinującym nie tylko jej potencjał (możliwości) technologiczny, lecz także zdolność konkurencyjną.

Przedsiębiorstwa poszukują możliwości doskonalenia technologii istniejących oraz pozyskiwania nowych, stwarzających szersze możliwości: wytwarzania nowych produktów, umocnienia własnej pozycji na rynkach istniejących, wejścia na nowe rynki, stosowania nowych sposobów prowadzenia biznesu i in. Wprowadzenie

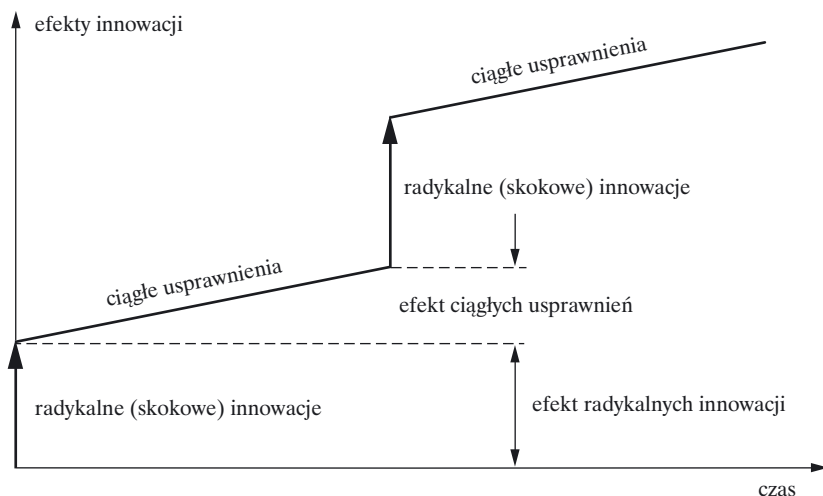
<sup>5</sup> Encyklopedia PWN, 2003, s. 9.

<sup>6</sup> S. Gomółka, *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, Warszawa 1998.

<sup>7</sup> Produktywność oznacza tu ilość (wartość) produkcji na jednostkę zużywanych czynników produkcji, por. A. Kosieradzka, *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie*, C.H. Beck, Warszawa 2012.

takich technologii w przedsiębiorstwie, nowych bądź usprawnionych, stanowi przykład innowacji technologicznej.

Wyróżnia się dwie odmienne koncepcje innowacji technologicznych. Pierwsza z nich polega na ciągłych usprawnieniach istniejących procesów, w tym metod i organizacji pracy, wywodzi się z japońskiego Kaizen, opiera się na aktywności ogółu pracowników i pracy zespołowej, wspartych zaangażowaniem naczelnego kierownictwa<sup>8</sup>. Druga koncepcja związana jest z wprowadzaniem radykalnych, skokowych zmian, ograniczonych w czasie, polegających np. na wdrażaniu nowych technologii, nowych maszyn i systemów. Przebieg w czasie innowacji ciągłych i skokowych przedstawia rysunek 2.1.



**Rysunek 2.1.** Innowacje technologiczne radykalne (skokowe) i ciągłe (przyrostowe) usprawnienia<sup>9</sup>

Głównym efektem stosowania ciągłych usprawnień jest poprawa efektywności działań operacyjnych, czego konsekwencją jest zwykle orientacja na cele doraźne, szybkie efekty oraz drobne innowacje (zmiany) związane najczęściej z ciągłym usprawnianiem procesów, działań itp. Innowacje oparte na ciągłych usprawnieniach dają przedsiębiorstwom możliwość utrzymania osiągniętej pozycji w ramach istniejącej rodziny produktów, sektora czy dziedziny działalności, nie gwarantują jednak zdobycia i obrony pozycji konkurencyjnej w dłuższym okresie. Ich skuteczność zależy głównie od wykorzystania istniejących kompetencji (wiedzy i umiejętności)

<sup>8</sup> M. Imai, *Kaizen – klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii*, MT Biznes, Warszawa 2007.

<sup>9</sup> Ibidem.

w przedsiębiorstwie. Koncentracja uwagi wyłącznie na ciągłych usprawnieniach jest związana z ryzykiem mniejszego zainteresowania oraz zaangażowania firm w innowacje radykalne (skokowe). Przedsiębiorstwa, zainteresowane maksymalizacją krótkoterminowych wskaźników ekonomicznych, nie są skłonne inwestować w ryzykowne, długotrwałe i kosztowne projekty, co może pociągać za sobą następujące konsekwencje:

- firmy będąc nawet liderami w ramach pewnej generacji technologii (i produktów) często tracą swą pozycję, gdy technologia się zmienia;
- kierownictwa przedsiębiorstw często decydują się na doskonalenie posiadanej technologii, której zawdzięczają swą obecną pozycję na rynku, nawet wówczas, gdy pojawiają się bądź są już dostępne technologie nowszej generacji;
- wyroby oparte na istniejących technologiach są stopniowo wypierane z rynku przez nowe, będące wynikiem radykalnych innowacji, stąd dalsze usprawnianie technologii istniejących, wprawdzie przynoszące wymierne korzyści, jest tylko opóźnianiem wdrożenia nowych technologii i w dłuższej perspektywie czasu jest nieracjonalne.

Radykalną innowacją może być zarówno wyrób, proces, jak i usługa o całkowicie nowych cechach (własnościach użytkowych) bądź też o cechach zbliżonych do obecnych, lecz osiągniętych dzięki radykalnie niższym kosztom i wyższej produktywności<sup>10</sup>. Innowacje radykalne oparte są na nowych technologiach, umożliwiając stworzenie nowych produktów lub usług. Prowadzą do rozwoju nowego rodzaju wyrobów bądź wręcz nowej działalności lub nowej rodziny produktów i usług. Oparte są na nowych pomysłach wyrobów lub technologiach. Radykalnie obniżając koszty wytwarzania, zmieniają relacje między uczestnikami rynku i charakter gry rynkowej. Całkowicie zmieniają istniejące rynki i dziedziny działalności bądź też tworzą nowe. Z punktu widzenia klienta radykalne innowacje tworzą nową wartość. W mniejszym natomiast stopniu zależą od technicznej nowości zastosowanego rozwiązania.

W związku z powyższym RFID jest innowacją radykalną, gdyż stanowi nie tylko nowe rozwiązanie techniczne (technologiczne) w przedsiębiorstwie, które je wdraża, lecz także umożliwia radykalną zmianę realizowanych procesów w przedsiębiorstwie, a także w całym łańcuchu dostaw. Wprowadzenie RFID stymuluje także zmiany w organizacji procesów i zarządzaniu nimi, jest katalizatorem dalszych innowacji organizacyjnych w zakresie zarządzania, zaopatrzenia, dystrybucji, marketingu, sprzedaży i in. RFID jest przykładem technologii o szerokim zasięgu

<sup>10</sup> R. Leifer, C.M. McDermott, G. Colarelli O'Connor, L.S. Peters, M. Rice, R.W. Veryzer, *Radical Innovation: How Mature Companies Can Outsmart Upstarts*, Harvard Business School Press, Boston 2000.

oddziaływania. Przez to pojęcie należy rozumieć technologię, której efekty pojawiają się w wielu miejscach, często odległych od miejsca bezpośredniego wdrożenia.

RFID jest także technologią wspomagającą (ang. *enabling technology*). Pojęcie to oznacza odkrycie, innowację (produktową, technologiczną), która sama bądź w połączeniu z innymi technologiami może być użyta jako narzędzie radykalnych zmian w możliwościach (szeroko rozumianych jako: wydajność, koszty produkcji, czas reakcji, jakość, spełnienie specyficznych wymagań itp.) ich użytkownika, a nawet szerzej w gospodarce i społeczeństwie. Collins Dictionary<sup>11</sup> definiuje technologię wspomagającą jako technologię, która umożliwi użytkownikowi realizację zadań bądź poprawę wyników (szeroko rozumianych). Technologie wspomagające charakteryzują się szybkim rozwojem (mierzonym zarówno ich potencjałem – możliwościami, jak i zakresem zastosowań), powstawaniem technologii pochodnych, bazujących (wykorzystujących) na tych technologiach, i zastosowaniem często w innych sektorach. RFID jako technologia wspomagająca umożliwia szerokie i powszechne bezprzewodowe śledzenie i detekcję obiektów. Znaczniki RFID są powszechnie stosowane w setkach milionów aplikacji każdego roku: od hodowli bydła, przez karty płatnicze, po odzież.

RFID z własnym źródłem zasilania (aktywne RFID) umożliwiają detekcję, lokalizację w czasie rzeczywistym (RTLS<sup>12</sup>), a także umożliwiają komunikowanie się maszyn, będąc elementem bezprzewodowej sieci czujników (WSN<sup>13</sup>). Jest to podstawą tzw. Internetu Rzeczy, w którym urządzenia mogą samodzielnie komunikować się między sobą za pośrednictwem sieci. Technologia RFID ma istotny wpływ na rozwój sieci dystrybucji, płatności, ochronę mienia i osób, logistykę, służbę zdrowia i in. Korzyści, jakie przynosi zastosowanie RFID w takich systemach i oferowanych usługach, są co najmniej porównywalne z korzyściami, jakie daje zastosowanie sprzętu komputerowego. Jest to związane z możliwością gromadzenia, modyfikacji oraz efektywnego, zautomatyzowanego przetwarzania informacji oraz podejmowania decyzji. RFID stwarza realne możliwości realizacji wielu futurystycznych wizji, np. inteligentnego miasta<sup>14</sup>, sterowania poziomem zapasów w łańcuchach dostaw w czasie rzeczywistym czy też zdecydowanej poprawy trafności prognoz sprzedaży wykorzystując informacje gromadzone on-line na temat wielkości sprzedaży w sieci sprzedaży detalicznej.

Lista obszarów zastosowań RFID obejmuje liczne sektory przemysłu i usług oraz wytwarzanych produktów:

---

<sup>11</sup> <http://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/enabling-technology> [data dostępu: 6 czerwca 2016].

<sup>12</sup> Ang. *Real Time Locating System*.

<sup>13</sup> Ang. *Wireless Sensor Network*.

<sup>14</sup> Ang. *smart city*.

- logistyka i usługi pocztowe: znakowanie i automatyczna identyfikacja oraz śledzenie ładunków i pojazdów,
- handel: znakowanie towarów, identyfikacja stanów magazynowych,
- marketing – badanie zachowania klientów,
- produkcja: automatyzacja produkcji, w tym systemy cyberfizyczne<sup>15</sup>, identyfikacja wyrobów, znakowanie pomocy warsztatowych (w tym narzędzi), części zamiennych i maszyn oraz in.,
- usługi: w pralniach do znakowania odzieży, w księgarniach, bibliotekach i archiwach do znakowania książek, dokumentów itp.,
- rolnictwo i hodowla zwierząt: znakowanie zwierząt i niektórych produktów żywnościowych,
- służba zdrowia: identyfikacja noworodków w szpitalach i pacjentów; znakowanie produktów medycznych,
- bankowość i systemy ochrony dostępu: karty płatnicze, w tym karty zbliżeniowe, autoryzacja transakcji bankowych, kontrola ruchu osób, kontrola dostępu do pomieszczeń itp.,
- motoryzacja: blokada zapłonu silników, kluczyki samochodowe, automatyczne pobieranie opłat za przejazd na autostradach,
- transport lotniczy: identyfikacja bagażu podróźnych,
- zastosowania domowe, sport i turystyka: znakowanie zwierząt domowych, opaski monitorujące stan organizmu,
- ratownictwo: identyfikatory bezprzewodowe ułatwiające odnajdywanie osób zasypanych śniegiem, górników w kopalniach i wiele innych,
- zastosowania wojskowe<sup>16</sup>.

RFID znajduje zastosowanie nie tylko w różnych sektorach przemysłu i usług, ale także rozwija się wraz z rozwojem i zastosowaniami innych technologii oraz dyscyplin nauki i techniki. Powstają w ten sposób tzw. technologiczne „bonsai” (por. rysunek 2.2).

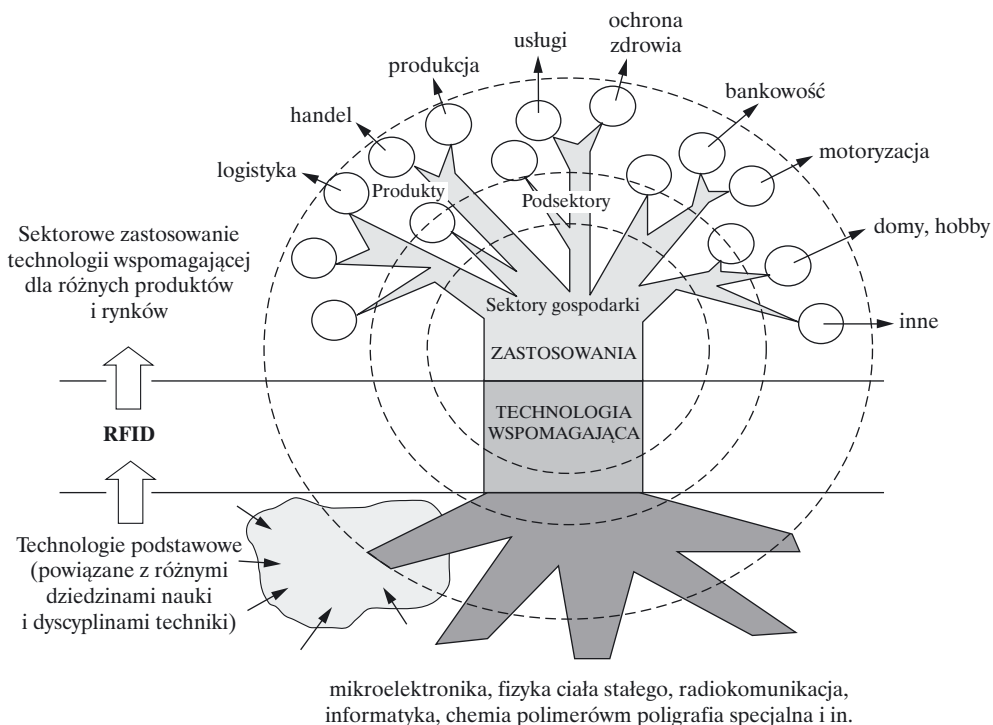
RFID stanowi wynik osiągnięć wielu dyscyplin nauki i techniki, w tym:

- mikroelektroniki (układy scalone wielkiej skali integracji),
- fizyki ciała stałego (badanie właściwości i wytwarzanie materiałów do produkcji układów scalonych),
- radiokomunikacji (m.in. łączność radiowa, technika mikrofalowa, technika antenowa),
- informatyki (procedury zapisu i odczytu, a także kodowania danych),
- chemii polimerów (wytwarzanie podłoża elastycznych znaczników RFID),

<sup>15</sup> Nazwą zbliżoną znaczeniowo jest Internet Rzeczy, por. M. Miller, *Internet Rzeczy*, WN PWN, Warszawa 2016.

<sup>16</sup> Inne przykłady zastosowań RFID zamieszczone w: *The RFID Knowledgebase. Sample case studies*, IDTechEx Ltd, Downing Park, Swaffham Bulbeck, Cambridge (UK) 2016.





**Rysunek 2.2.** Technologiczne „bonsai” – przykład RFID

– specjalnych technik poligraficznych (wytwarzanie układów antenowych, a w przyszłości także układów scalonych, technikami druku) i innych.

RFID jest także oferowane w różnych technologiach wykonania, związanych ze specyficznymi wymaganiami dotyczącymi zastosowań. Do ważniejszych z tych technologii należy zaliczyć (przedstawiona lista nie jest klasyfikacją i niektóre wymienione grupy mogą się w sobie wzajemnie zawierać):

- pasywne RFID wykorzystujące głównie częstotliwości UHF, HF, LF,
- aktywne RFID,
- systemy lokalizacji w czasie rzeczywistym (RTLS<sup>17</sup>),
- RFID pracujące w ultraszerokim paśmie częstotliwości (UWB<sup>18</sup>),
- technologia komunikacji radiowej na krótkich odległościach (NFC<sup>19</sup>),
- karty płatnicze, bilety, plomby-wkładki, inteligentne opaski,

<sup>17</sup> Ang. *Real Time Locating Systems* – RTLS.

<sup>18</sup> Ang. *Ultra Wide Band* – UWB.

<sup>19</sup> Ang. *Near Field Communications*.



- pasywne znaczniki RFID z zasilaniem baterijnym (BAP<sup>20</sup>),
- RFID wykonywane technikami druku,
- bezprocesorowe RFID,
- Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee<sup>21</sup>.

Rynek RFID rozwija się bardzo szybko. Według prognoz sporządzonych przez organizację IDTechEx wartość światowego rynku RFID do roku 2024 ma wzrosnąć do 30,24 mld USD<sup>22</sup>. W latach 1943–2015 na świecie sprzedano ponad 35 mln znaczników RFID, z czego 34 mld to znaczniki pasywne, zaś 1 mld znaczniki aktywne oraz RTLS (*Real Time Locating Systems*). Tylko w 2012 roku sprzedano na świecie 7,6 mld znaczników RFID. W roku 2012 udział w ilości sprzedaży znaczników UHF był wyższy niż znaczników HF i LF. Co ciekawe w 2015 roku udział znaczników UHF w wartości sprzedaży wyniósł zaledwie 11% znaczników HF<sup>23</sup>.

## 2.2. Istota, cele i zasady zarządzania technologiami

### 2.2.1. Istota i cele zarządzania technologiami

Zarządzanie technologiami wykorzystuje dorobek wielu dyscyplin naukowych, w tym nauk podstawowych, technicznych oraz nauk o zarządzaniu, w celu planowania, rozwoju, wdrażania, monitorowania i kontroli potencjału technologicznego przedsiębiorstwa oraz kształtowania i realizacji jego celów strategicznych i operacyjnych<sup>24</sup>.

Zarządzanie technologiami jest ciągłym procesem, obejmującym planowanie potencjału technologicznego, jego rozwój oraz wykorzystanie w przedsiębiorstwie, ukierunkowanym na kształtowanie celów strategicznych i operacyjnych organizacji (planuj cele według możliwości), a następnie ich realizacji. A.M. Badawy sformułował jeszcze krótszą definicję zarządzania technologiami jako: *proces skutecznego integrowania i wykorzystania innowacji, strategicznej, operacyjnej i rynkowej misji przedsiębiorstwa dla osiągnięcia przewagi konkurencyjnej*<sup>25</sup>.

---

<sup>20</sup> Ang. *Battery Assisted Passive*.

<sup>21</sup> ZigBee – standard IEEE 802.15.4 komunikacji bezprzewodowej, stosowany m.in. do budowy prywatnych sieci lokalnych wykorzystując małe, cyfrowe odbiorniki radiowe; jest prostszy i tańszy niż Wi-Fi czy Bluetooth; <http://www.zigbee.org/> [data dostępu: 10 czerwca 2016].

<sup>22</sup> <http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2016-2026-000451.asp> [data dostępu: 10 maja 2016].

<sup>23</sup> <http://www.IDTechEx.com/RFID> [data dostępu: 10 maja 2016].

<sup>24</sup> M. White, G. Bruton, *The management of technology and innovation: A strategic approach*, Cengage Learning, Mason (OH) 2010.

<sup>25</sup> A.M. Badawy, *Technology management simply defined: A tweet plus two characters*, „Journal of Engineering and Technology Management” 2009, nr 26(4), s. 219–224.