

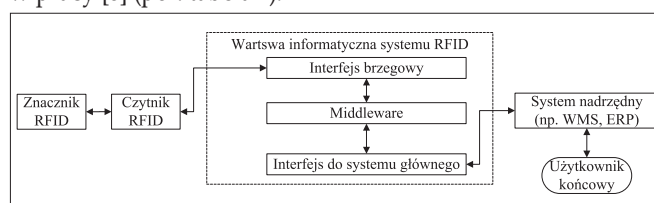
## EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych

Identyfikacja to – według Słownika Języka Polskiego PWN – „rozpoznanie czegoś na podstawie jakichś cech”. Identyfikowany może być dowolny obiekt, na przykład produkt, jednostka transportowa, środek trwały, czy dokument. Organizacje zainteresowane są identyfikowaniem przedmiotów i pozyskiwaniem różnego rodzaju informacji, jak na przykład data produkcji, numer partii, identyfikator asortymentowy, itd., na potrzeby zasilania informacjami procesów biznesowych. Najpowszechniejszą technologią automatyzującą identyfikację są obecnie kody kreskowe, które na co dzień spotykane są na opakowaniach detalicznych w sklepach.

### Identyfikacja radiowa (RFID)

Systemy identyfikacji obiektów są integralną częścią systemów informatycznych wielu organizacji, a wiodącą rolę zaczyna odgrywać identyfikacja radiowa (ang. *Radio Frequency Identification* – RFID), „co oznacza bezprzewodową technologię komunikacji stosowaną do identyfikacji unikalnie oznaczonych obiektów (również ludzi)” [1] (tłum. B. Gładysz). RFID to nie tylko „szybsze” kody kreskowe, ale technologia umożliwiająca nowe sposoby realizacji procesów. „Nazywanie RFID radiowym kodem kreskowym jest jak nazywanie samochodu zmechanizowanym koniem” (cyt. za [2]). Główne składniki infrastruktury to znaczniki i czytniki. Czytnik RFID wytwarza zmienne pole elektromagnetyczne wokół anteny. Znaczniki znajdujące się w zasięgu czytnika wysyłają do czytnika swój unikalny identyfikator. Czytnik dekoduje odpowiedzi znaczników i przekazuje je do systemu informatycznego. Podstawowy podział znaczników obejmuje znaczniki pasywne (wzbudzone i zasilane energią otrzymaną z czytnika) i aktywne (z własnym zasilaniem, nadające z określoną częstotliwością). Czasem wyróżnia się także znaczniki półpasywne, ale w środowisku praktyków przeważa tendencja do używania nazwy BAP (pasywne z zasilaniem, ang. *battery assisted passive*). Bateria pozwala zwiększyć zasięgu odczytu. Pojemność pamięci może wynosić od kilkudziesięciu do kilku tysięcy bitów. Znaczniki mogą występować w różnych formach, na przykład etykiety papierowe lub PCV, w obudowie z tworzywa (na przykład PCV, ABS), w formie wkretów, przywieszek, opasek, itp. Wśród czytników RFID wyróżnia się czytniki stacjonarne (przeznaczone do zabudowy – na przykład czytniki w bramach) i przenośne (ręczne, mobilne, często zintegrowane z czytnikami kodów kreskowych). Interfejs brzegowy zapewnia odbiór danych z czytnika oraz kontroluje pracę sprzętu RFID i łączy sprzęt z oprogramowaniem pośredniczącym (ang. *middleware*), które funkcjonuje pomiędzy interfejsem brzegowym, a interfejsem do systemu głównego. Oprogramowanie pośredniczące zarządza pozyskiwanymi danymi, udo-

stępnie je wewnątrz jak i na zewnątrz przedsiębiorstwa oraz odwzorowuje logikę biznesową. Platforma komunikacyjna jest to środek komunikacji pomiędzy komponentami systemu RFID, realizowany poprzez przewodowe lub bezprzewodowe połączenie czytników, kontrolerów i komputerów. Schemat działania systemu RFID zobrazowano na rysunku 1. Więcej na temat zasad działania technologii RFID i infrastruktury można znaleźć między innymi w [3-6]. W literaturze można znaleźć liczne opisy wdrożeń RFID na świecie (na przykład w logistyce, służbie zdrowia, górnictwie, bibliotekach [9-14]) wraz badaniami ich opłacalności. Podstawowe obszary możliwych aplikacji RFID opisano w postaci modelu referencyjnego w pracy [8] (por. tabela 1).



Rys. 1. Schemat zasady działania RFID.  
Źródło: opracowanie własne.

Tab. 1. Lista referencyjna obszarów aplikacji RFID.

Głównie znakowanie opakowań i jednostek transportowych	
A. Logistyka – śledzenie obiektów	C. Bezpieczeństwo wyrobów, jakość i informacja
B. Produkcja, monitorowanie i utrzymanie ruchu	
Znakowanie w odniesieniu/z potencjalnym odniesieniem do pojedynczych obiektów	
D. Kontrola dostępu, identyfikacja i śledzenie obiektów	F. Służba zdrowia
E. Programy lojalnościowe, członkowskie i płatności	G. Sport, wypoczynek, gospodarstwo domowe
	H. Usługi publiczne

Źródło: [9] (tłum. Gładysz B.).

Prowadzone przez autora badania rozwoju rynków technologii RFID w Polsce przedstawiono w [15,16]. Do sztandarych wdrożeń RFID można zaliczyć aplikacje w Wal-Mart [10-11,17], Departamencie Obrony USA [18-20], czy Metro Group [21-23].

### Standardy RFID

Istnieje bogata literatura dotycząca standardów wykorzystywanych w technologii RFID (na przykład [1,3-6,8]).

<sup>1</sup> Mgr inż. B. Gładysz – asystent, Politechnika Warszawska, Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych.

W zastosowaniach RFID na potrzeby logistyki najczęściej wykorzystywana jest częstotliwość UHF. W szczególności standard EPC (ang. *Electronic Product Code*) opracowany dla częstotliwości 860-960 MHz. EPC UHF Class1 Gen2 [24] zyskał szeroką światową akceptację jako standard RFID dla logistyki, z uwzględnieniem współpracy pomiędzy organizacjami w łańcuchu dostaw. Organizacja EPCglobal zarządzająca standardem jest częścią ogólnoświatowej organizacji przygotowującej standardy dla logistyki GS1. EPC daje możliwość zapisu w znaczniku RFID identyfikatorów GS1, w tym: 1/ S-GTIN (ang. *Serialized Global Trade Identification Number*), numeru jednoznacznie definiującego każdą pojedynczą sztukę wyrobu gotowego, 2/ SSCC (ang. *Serial Shipping Container Code*), Seryjnego Numeru Jednostki Wysyłkowej, 3/ GRAI (ang. *Global Returnable Asset Identifier*), Globalnego Identyfikatora Zasobów Zwrotnych, 4/ GIAI (ang. *Global Individual Asset Identifier*), Globalnego Indywidualnego Identyfikatora Zasobów i innych (GLN, GSIN, GSRN, GDTI, GID, CPI). Stosowanie jednolitego standardu pozwala na wykorzystanie znaczników zaaplikowanych przez dostawcę w procesach identyfikacji odbywających się u odbiorcy.

## Studium przypadku – wdrożenie RFID w magazynie

Wdrożenie zrealizowano w magazynie wyrobów gotowych polskiego producenta z branży chemicznej. Wyroby gotowe są składowane w opakowaniach zbiorczych na jednorodnych paletach. Palety są składowane piętrowo w 3 poziomach. Głównym celem wdrożenia RFID było zwiększenie transparentności stanów magazynowych oraz poprawa dokładności kompletacji wysyłek. Dla tak określonych celów zdefiniowano wymagane funkcjonalności systemu. Są to: rejestracja przyjęć wyrobów gotowych z produkcji, miejsca składowania wyrobu gotowego i wydań z magazynu wyrobów gotowych oraz kontrola zgodności pobranych wyrobów ze zleceniem magazynowym.

Przyjęto standard UHF EPC Class1 Gen2 [24] jako zapewniający możliwość wymiany danych z innymi uczestnikami sieci GS1 oraz szeroko rozpowszechniony w logistyce. Jest to istotne z punktu widzenia zapewnienia kompatybilności systemu RFID z systemami dostawców i odbiorców. Produkty układane są na palecie i foliowane przy wykorzystaniu zautomatyzowanego paletyzatora. Następnie, przy użyciu automatycznego przenośnika rolkowego, są transportowane do punktu automatycznej aplikacji etykiet RFID (na ostatnim odcinku linii produkcyjnej). Później palety odbierane są wózkiem widłowym i rozłożone do wskazanych lokalizacji magazynowych. Znakowaniu podlegają całe palety. Etykieta RFID jest jednocześnie kodowana i zadrukowywana dodatkowymi informacjami, zgodnie ze standardami GS1 dla etykiet logistycznych. Umożliwia to wykorzystanie kodu kreskowego oraz nadrukowanego tekstu przez odbiorcę nieposiadającego czytników RFID. Dane zapisywane w znaczniku RFID oraz drukowane na etykiecie pobierane są z systemu magazynowego (ang. WMS – *Warehouse Management System*).

W celu rejestracji miejsca składowania, wydań z magazynu oraz kontroli poprawności kompletacji wykorzystano

wózek widłowy z oprzyrządowaniem RFID. Konieczne było wyposażenie w sprzęt RFID wózków widłowych pracujących już w magazynie. Wózek automatycznie identyfikuje paletę, którą pobrano lub odłożono oraz lokalizację, w której się znajduje. W celu identyfikacji palet każdy wózek wyposażono w czytnik RFID zabudowany w karetce. Czytniki są wykonane w klasie szczelności IP65 i zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi. W momencie pobrania palety, numer SSCC zakodowany w EPC odczytywany jest z naklejonej etykiety RFID. Lokalizacja palet odbywa się z dokładnością co do sektora, czyli obszaru o wymiarach około 5 x 5 m. Wjazd do każdego sektora jest możliwy tylko z drogi transportowej. Przeprowadzono testy dwóch rozwiązań w istniejącym magazynie, to jest znaczników lokalizacyjnych RFID umieszczonych w posadzce oraz pod sufitem. W wyniku testów zdecydowano się rozmieścić znaczniki pod sufitem magazynu, a wózek wyposażyć w czytnik RFID na dachu. Taka konfiguracja zapewniała 100% skuteczności systemu. Czytnik RFID w czasie rzeczywistym odczytuje unikalne identyfikatory znaczników lokalizacyjnych i na tej podstawie ustalana jest przez system RFID lokalizacja wózka widłowego. Analizowano również możliwość wykorzystania systemu lokalizacji w czasie rzeczywistym (RTLS) opartego o znaczniki pasywne UHF oraz opartego o znaczniki aktywne, jednakże oba rozwiązania przekraczały dysponowany budżet. Mogłyby być one celowe dla większej liczby wózków, lokalizacji magazynowych i bram magazynu. Zestawienie wykorzystanego sprzętu i standardów RFID przedstawiono w tabeli 2, a schemat ogólny systemu RFID na rysunku 2.

Tab. 2. Informacje o elementach systemu RFID.

Pozycja	Opis
Etykiety RFID	SSCC, EPC C11 Gen2, materiał PET, format A6
Osprzęt wózka widłowego	Identyfikacja palet i lokalizacja wózka
Aplikator etykiet z drukarką RFID	Automatyczna aplikacja etykiet RFID na palety na linii produkcyjnej i ich jednoczesne kodowanie oraz zadrukowanie
Drukarka biurkowa RFID	Kodowanie etykiet RFID aplikowanych na palety „mix”
Czytnik mobilny RFID	Kompletacja palet „mix” Odczyty RFID i kodów kreskowych

Źródło: opracowanie własne.

WMS komunikuje się z operatorem wózka poprzez terminal mobilny zainstalowany na wózku i przeglądarkę. System RFID jest niewidoczny dla użytkownika, który korzysta z WMS. Dodatkowo WMS udostępnia informacje o zrealizowanych transakcjach w serwisie EPCIS [25]. Odbiorcy korzystający również z serwisu EPCIS mogą w czasie rzeczywistym otrzymywać informacje w momencie wysyłki, a produkty można śledzić w całym łańcuchu dostaw, gdy odczyty RFID zostaną udostępnione przez EPCIS. Ogólna struktura komunikatu z systemu RFID to „nr\_wózka | SSCC\_jako\_EPC | rodzaj\_operacji | sektor”. Podstawowe komunikaty przekazywane przez oprogramowanie RFID do WMS to pobranie i odłożenie palety o danym SSCC z okre-

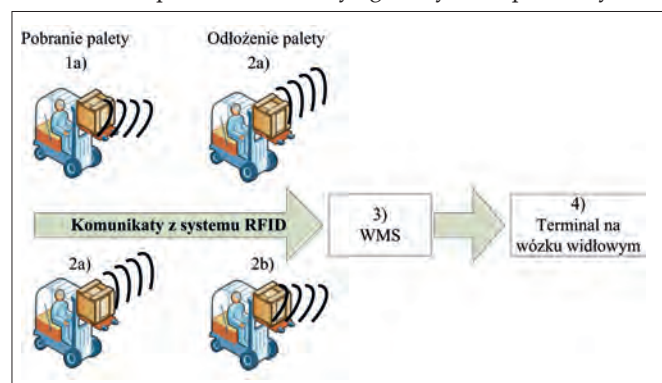
ślonej lokalizacji oraz przyjęcie i wydanie palety o danym SSCC do/z magazynu (por. rysunek 3). Na podstawie komunikatów z systemu RFID i zleceń magazynowych WMS automatycznie aktualizuje stany magazynowe, optymalizuje trasy wózków, zapewnia realizację reguły FIFO, wskazuje operatorowi wózka lokalizację palety do pobrania, wyświetla zlecenia i ostrzeżenia, gdy pobrano niewłaściwą paletę.

## Podsumowanie

Zaprezentowano wykorzystanie technologii RFID w magazynie wyrobów gotowych. Przedstawiony przypadek obrazuje, iż RFID nie jest technologią „z półki” i każdorazowo wymaga dostosowania do specyfiki procesów biznesowych oraz funkcjonujących systemów technicznych i informacyjnych. Zaprezentowany przypadek potwierdza tezę, że RFID pozwala w nowy sposób kreować procesy i eliminować czasochłonności czynności manualne związane z identyfikacją dóbr w łańcuchu dostaw. W przedstawionym magazynie całkowicie zrezygnowano z ręcznych czynności związanych z identyfikacją wyrobów (papierowe zlecenia), a wszystkie czynności identyfikacji rejestracji przesunięć wyrobów odbywają się automatycznie, bez udziału pracowników. RFID pozwoliło na:

- skrócenie czasu operacji magazynowych tj. przyjęć do magazynu z produkcji, przesunięć wewnątrz magazynowych, kompletacji, załadunku i wydań wyrobów gotowych
- wyeliminowanie kosztów przeterminowania wyrobów
- zmniejszenie liczby błędów podczas załadunku.

Wdrożenie pozwala firmie być gotowym na przewidywane

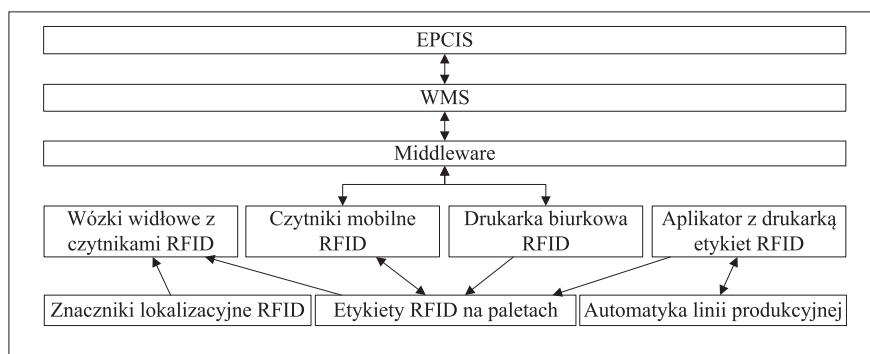


Rys. 3. Studium przypadku – komunikacja wózka widłowego.  
Źródło: opracowanie własne.

w przyszłości wymagania odbiorców w zakresie znakowania dostaw znacznikami RFID, co może stanowić źródło przewagi konkurencyjnej. Zastosowane rozwiązanie pozwoli w przyszłości odbiorcom producenta wykorzystywać etykiety RFID we własnych procesach. Wdrożenie EPCIS pozwoli na wymianę informacji z odbiorcami i dostawcami w czasie rzeczywistym, co płynnie to na lepszą integrację całego łańcucha dostaw.

## Streszczenie

W artykule zaprezentowano możliwości wykorzystania technologii identyfikacji radiowej w procesach magazynowych



Rys. 2. Studium przypadku – schemat działania systemu RFID.  
Źródło: opracowanie własne.

przedsiębiorstwa produkcyjnego. Przedstawiono studium przypadku zastosowania inteligentnych wózków widłowych wyposażonych w czytniki RFID, czytników mobilnych, aplikatorów etykiet RFID oraz czytników mobilnych. Zrealizowano wdrożenie oparte o standard EPC Class1 Gen2 oraz identyfikatory GS1 (SSCC). System RFID pozwala w czasie rzeczywistych rejestrować przesunięcia wewnątrzmagazynowe. Omówione uzyskane z tego tytułu korzyści. Technologia RFID pozwoliła przeprojektować procesy magazynowe i realizować je w sposób do tej pory niemożliwy oraz w perspektywie strategicznej stanowi podstawę do integracji całego łańcucha dostaw.

**Słowa kluczowe:** identyfikacja radiowa, system identyfikacji, RFID, kod kreskowy.

## EPC/RFID in a warehouse of finished goods

### Abstract

An application of radio frequency identification (RFID) in warehousing processes of a manufacturing company was presented. A case study of intelligent forklift equipped with RFID readers, mobile RFID readers and RFID applicator was examined. The application is based on EPC Class1 Gen2 standard and GS1 identifiers (SSCC). Implemented system enabled real time registration of warehousing operations. RFID-related benefits were discussed. RFID technology allowed for reengineering of warehousing processes and its execution in a previously impossible manner. Strategically RFID implementation serves as a basis for future integration of a supply chain.

**Key words:** radio frequency identification, identification system, RFID, bar code.

### LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

1. Hunt V.D., Puglia A., Puglia M., RFID – a guide to radio frequency identification. John Wiley & Sons, Hoboken NJ, 2007.
2. Roberti M., What Is RFID?. RFID Journal. 2011. <http://bit.ly/1SEn0Ql> (dostęp: 28.05.2015).
3. Sweeney P.J. II, RFID for dummies. Wiley Publishing, Indianapolis, 2010.
4. Banks J., Hanny D., Pachano M.A., Thompson L.G.: RFID applied. John Wiley & Sons, Hoboken (NJ), 2007.

5. Dobkin D.M., *The RF in RFID: UHF RFID in Practice*. Newnes, Oxford, 2012.
6. Finkenzerler K.: *RFID Handbook*. John Wiley & Sons, New York, 2010.
7. Gładysz B., *Analiza systemów identyfikacji obiektów w łańcuchach logistycznych*. Praca statutowa IOSP WIP PW, Warszawa 2007.
8. Gampl B., Robeck M., Clasen M., *The RFID Reference Model*. GIL Jah-res. 2008, s. 55-58.
9. Dwivedi Y.K., Kaur Kapoor K., Williams M.D., Williams J., *RFID systems in libraries: An empirical examination of factors affecting system use and user satisfaction*. *Int. J. of Inform. Manage.*, 2013, vol. 33, no. 2, s. 367-377.
10. Hardgrave B.C., Waller M., Miller R., *RFID's Impact on Out of Stocks: A Sales Velocity Analysis*. ITRI UARK, Fayetteville (AR) 2006.
11. Hardgrave B.C., Aloysius J., Goyal S., *Does RFID Reduce Out of Stocks? A Preliminary Analysis*. *Int. J. of RF Technologies*, 2009, vol. 1, no. 1, s. 44-56.
12. IdTechEx: Knowledgebase. <http://www.idtechex.com/knowledgebase> (dostęp: 28.05.2015).
13. Li S., Godon D., Visich J., K., *An exploratory study of RFID implementation in the supply chain*. *Manage. Research Review*, 2010, vol. 33, no. 10, s. 1005-1015.
14. Yao W., Chu C.-H., Li Z., *The Adoption and Implementation of RFID Technologies in Healthcare: A Literature Review*. *J. of Medical Syst.*, 2012, vol. 36, no. 6, s. 3507-3525.
15. Gładysz B., *Rynki technologii RFID w Polsce (2014)*. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 2014, no. 5, s. 45-54.
16. Gładysz B., *Rynki technologii RFID w Polsce*. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 2012, no. 7, s. 32-41.
17. Songini M.L., *Procter & Gamble: Wal-Mart RFID Effort Effective*. *Computerworld*, lipiec 2007. <http://bit.ly/1LLIINQ> (dostęp: 15.05.2015).
18. DoD: *Automatic Information Technology*. <http://1.usa.gov/1FiSbYc> (dostęp: 28.05.2015).
19. DoD: *MIL-STD-129P w/CHANGE 4*, Department of Defence, 2007.
20. Jones E.C., Chung C.A., *RFID and Auto-ID in Planning and Logistics: A Practical Guide for Military UID Applications*. CRC Press, 2011.
21. Loebbecke C., *Use of innovative content integration information technology at the point of sale*. *European J. of Inf. Sys.*, 2006, no. 16, s. 228-236.
22. Loebbecke C., Huyskens C., *A competitive perspective on standard-making: Kauffhof's RFID project in fashion retailing*. *Electronic Markets*, 2008, no. 18, s. 30-38.
23. Tim G., de Man A., P., *Partnering for the future: The case of the METRO Group Future Store Initiative*. Alliance Science Centre, Eindhoven University, Eindhoven, 2006.
24. EPCglobal: *EPC™ Radio - Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID. Version 2.0.1*. 2015. <http://bit.ly/1FiSkLw> (dostęp: 28.05.2015).
25. EPCglobal: *EPC Information Services (EPCIS) Version 1.1 Specification*, 2014. <http://bit.ly/1QcYHF4> (dostęp: 28.05.2015).