

MAZUR Zygmunt<sup>1</sup>  
MAZUR Hanna<sup>1</sup>  
MENDYK-KRAJEWSKA Teresa<sup>1</sup>

## Automatyczna identyfikacja obiektów w technologii RFID

automatyczna identyfikacja obiektów,  
technologia RFID,  
zagrożenia

### Streszczenie

Kierownictwo każdej firmy jest zainteresowane podnoszeniem wydajności pracy, zapewnieniem wysokiej jakości usług i produktów oraz minimalizacją kosztów. W wielu przypadkach osiągnięcie tych założeń jest możliwe, między innymi, dzięki wdrażaniu nowych technologii. W wielu branżach, na przykład w logistyce, handlu, medycynie czy komunikacji miejskiej – optymalizacja pracy i kosztów jest związana z identyfikacją ludzi i obiektów. Dzięki prężnie rozwijającej się technologii RFID (Radio Frequency Identification) identyfikacja może być przeprowadzana w różnych warunkach, w czasie rzeczywistym, z pewnej odległości, automatycznie i niezawodnie. Celem artykułu jest przedstawienie technologii RFID i możliwości jej wykorzystania, a jednocześnie ukazanie obaw i zagrożeń związanych z jej rozwojem i coraz powszechniejszym zastosowaniem.

### AUTOMATIC IDENTIFICATION OF OBJECTS WITH THE RFID TECHNOLOGY

#### Abstract

Every company management is interested in increasing work productivity, in ensuring high quality of services and products and in cost minimization. In many cases achieving these goals is possible, for example, due to implementation of a new technology. In many types of business (for example logistics, trade, medicine or urban communication) cost and work optimization is related to the identification of people and objects. Due to the fast-developing RFID technology, identification can be carried out in different conditions, in real-time, at a distance, automatically, and accurately. The goal of this paper is to present the RFID technology, its huge potential for applications, and, simultaneously, some concerns and threats related to the development and common use of this technology.

#### 1. WSTĘP

Automatyczna identyfikacja (AutoID) obiektów (ludzi, zwierząt, przedmiotów) wiąże się z pozyskiwaniem danych do systemów komputerowych z wykorzystaniem kodów kreskowych, technologii RFID (Radio Frequency Identification) i metod biometrycznych. Szczególne zainteresowanie wzbudza w ostatnim okresie opracowana w połowie ubiegłego wieku technologia RFID, przez wiele lat nie znajdująca komercyjnego zastosowania ze względu na wysokie koszty oraz brak standardów dla urządzeń i systemów. Obecnie jest ona powszechnie wykorzystywana wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba automatycznej identyfikacji. W popularnym dotychczas systemie kodów kreskowych etykieta z zakodowanym numerem identyfikacyjnym musi być widoczna dla urządzenia odczytującego, natomiast w identyfikacji RFID wykorzystującej fale radiowe, etykieta może być ukryta, zanieczyszczona i odczytywana zdalnie, przy zapewnieniu dużej niezawodności działania.

W artykule scharakteryzowano technologię RFID oraz przedstawiono przykłady jej licznych zastosowań, znacznie ułatwiających i przyspieszających wykonywanie procesów biznesowych związanych z identyfikacją przedmiotów i ludzi. Niektóre realizacje wzbudzają kontrowersje i obawy (na przykład o utratę prywatności obywateli i bezpieczeństwo poufnych danych), dlatego w pracy wskazano też zagrożenia związane z wykorzystywaniem tej technologii.

#### 2. RADIOWY SYSTEM IDENTYFIKACJI RFID

Możliwości zastosowania technologii RFID są niemal nieograniczone i zależą od pomysłowości oraz zasobów finansowych zainteresowanych. Na identyfikacyjny system RFID składają się urządzenia umieszczone na identyfikowanych obiektach oraz czytniki, które dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu umożliwiają wykonywanie określonych operacji na danych – ich odczyt, weryfikację, zapis czy usunięcie. Do transmisji danych wykorzystywane są fale radiowe o różnych częstotliwościach. Podstawowymi elementami w systemach RFID są transpondery<sup>2</sup>, czyli układy elektroniczne zawierające mikrochip z pamięcią i antenę (na ogół jest to wielozwojowa cewka o niewielkim rozmiarze). Przykładowy wygląd etykiety przedstawiono na rysunku 1.

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Instytut Informatyki; 50-370 Wrocław; Wyb. Wyspiańskiego 27. Tel. +48 71 320 42 23, E-mail: {zygmunt.mazur, hanna.mazur, teresa.mendyk-krajewska}@pwr.wroc.pl

<sup>2</sup> W wielu zastosowaniach nazywane również tagami lub znacznikami.



Rys. 1. Przykład etykiety RFID

Niewielkie wymiary transponderów umożliwiają ich umieszczanie w dowolnych przedmiotach i opakowaniach. W zależności od rodzaju transpondera dane można tylko odczytywać (RO – *Read Only*), raz zapisać a wiele razy odczytywać (WORM – *Write Once Read Many*) lub wielokrotnie zapisywać i odczytywać (RW – *Read Write*). Istnieje możliwość odczytywania danych z wielu tagów jednocześnie. Ponadto, dane mogą być szyfrowane i zabezpieczone hasłem.

Czytnik RFID zawiera nadajnik, odbiornik i dekodery oraz antenę (nadawczo-odbiorczą lub nadawczą i odbiorczą). Transponder pasywny jest uaktywniany przez fale elektromagnetyczne aktywnego czytnika, w zasięgu którego się znajduje. W przerwach w wysyłaniu fal, czytnik przechodzi z trybu nadawania w tryb odbioru sygnału i wówczas pobiera dane z transpondera w tym na przykład jego numer identyfikacyjny. Transpondery pasywne na ogół mają bardzo małe rozmiary, długi czas użytkowania, a ich zasięg wynosi kilka metrów.

Transponder aktywny jest bardziej złożony technicznie, ponieważ ma dodatkowo własne źródło zasilania (baterię). Na ogół ma większe rozmiary, krótszą żywotność, większy zasięg i jest droższy niż transponder pasywny.

Transponder półpasywny, pomimo wewnętrznego zasilania, oczekuje na sygnał z zewnątrz, ale dzięki własnej baterii może być wykorzystywany do innych zadań, na przykład do pomiaru temperatury przewożonego lub magazynowanego towaru.

System automatycznej identyfikacji RFID przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Przykładowy system RFID

### 3. STANDARDY W TECHNOLOGII RFID

Technologia RFID jest w centrum zainteresowań organizacji standaryzujących oraz ośrodków naukowych i badawczych w wielu krajach. Systemy RFID wykorzystują fale radiowe o częstotliwościach: LF, HF, VHF, UHF i Microwave. Zestawienie wybranych standardów dla technologii RFID przedstawiono w tabeli 1 [2].

Tab.1. Zestawienie wybranych standardów ISO dla technologii RFID

	Zakres częstotliwości				
	LF 125/134,2 kHz	HF 13,56 MHz	UHF 433 MHz	UHF 860-960 MHz	Microwave 2,45 GHz
Nazwa normy	ISO 11784 ISO 11785 ISO/IEC 18000-2 ISO/IEC 18047-2	ISO/IEC 14443 ISO/IEC 15693 ISO/IEC 18000-3 ISO/IEC 18047-3	ISO/IEC 18000-7 ISO/IEC 18047-7 ISO/IEC 24730-3	ISO/IEC 18000-6 ISO/IEC 18047-6	ISO/IEC 18000-4 ISO/IEC 18047-4 ISO/IEC 24730-2

Standard ISO/IEC 7810:2003 definiuje kilka formatów kart dla technologii RFID:

- ID-1 (85,60 x 53,98 mm) – wykorzystywany w kartach płatniczych, prawach jazdy i dowodach osobistych wydawanych m.in. w Polsce,
- ID-2 (105 x 74 mm) – stosowany w niemieckich dowodach osobistych do listopada 2007 roku,
- ID-3 (125 x 88 mm) – ogólnoświatowy format paszportów (rys. 3) i wiz,
- ID-000 (25 x 15 mm) – dla kart SIM.

Do określenia parametrów technicznych technologii RFID (takich jak rozmiar pamięci, prędkość transmisji, rodzaj kodowania danych) opracowano dodatkowe standardy: Hitag (np. w immobiliserach), ICODE (w handlu, logistyce), Mifare (karty bankowe i identyfikacyjne), Q5 (do kontroli dostępu z możliwością zabezpieczenia hasłem), TIRIS (głównie w handlu do zabezpieczania towarów przed kradzieżą), Unique (w systemach dostępu i kontroli).



Rys. 3. Polski paszport biometryczny z chipem RFID [9]

#### 4. WYKORZYSTYWANIE AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI W LOGISTYCE

Usprawnienie procesów biznesowych jest celem każdego pracodawcy. Nowe technologie pozwalają na automatyzację wielu prac, a dzięki temu również na zwiększenie wydajności i niezawodności. Wprowadzenie przed wielu laty (ok. 1974 roku) kodów kreskowych umożliwiło jednoznaczny zapis w postaci graficznej danych towarów oraz ich szybki odczyt. W połączeniu z rejestrami czy bazami danych obsługiwanymi przez odpowiednie aplikacje, uzyskano znaczące efekty na przykład w logistyce, usprawniając ewidencję dostaw i sprzedaży, kontrolę zapasów, realizację zamówień i obsługę klienta. Do odczytu kodów kreskowych wykorzystywane są szybkie czytniki diodowe (o małym zasięgu), czytniki laserowe (zasięg do kilku metrów) oraz urządzenia elektroniczne działające na zasadzie kamer. Do odczytu kodów kreskowych mogą służyć również telefony z zainstalowaną odpowiednią aplikacją (dostępną w Internecie). Dzięki doskonaleniu kodów kreskowych można w nich zapisać coraz więcej danych – na przykład kody GS1-128 i ITF-14 umożliwiają znakowanie opakowań zbiorczych towarów, MaxiCode można wykorzystywać dla towarów szybko przemieszczających się względem skanera, a kod PDF 147 wykorzystuje się do zapisu danych biometrycznych. Przykładem rozbudowanego kodu dwuwymiarowego jest QR Code<sup>3</sup> (szczególnie rozpowszechniony w Japonii), który w postaci rozszerzonej umożliwia zakodowanie 7089 znaków numerycznych, 4296 – alfanumerycznych, 1817 – z alfabetu chińskiego lub 2953 ośmiobitowych danych binarnych (bajtów) [3]. Zasadniczą wadą kodów kreskowych jest konieczność bezpośredniej ich widoczności przez skaner.

Nową jakość do logistyki wprowadziło wykorzystanie technologii RFID, dzięki której możliwe jest śledzenie przebiegu całego łańcucha dostaw. Stosowane czytniki odczytujące jednocześnie i niezawodnie kody produktów z niewidocznych na zewnątrz etykiet czy poruszających się palet (niekoniecznie nawet tych samych towarów) umożliwiają niezwykle szybką obsługę dostaw, kontrolę przejazdów, lokalizowanie towarów – dzięki temu pozwalają też zapobiegać kradzieżom i oszustwom. Wiele firm logistycznych i transportowych jest zainteresowanych rozwojem automatycznej identyfikacji towarów w połączeniu z lokalizacją ich miejsca. W doskonaleniu rozwiązań wykorzystujących transpondery RFID uczestniczyły różne firmy logistyczno-kurierskie, na przykład TNT (*Thomas Nationwide Transport*) – testując konfigurację najlepszych rozwiązań, czy DHL (*Dalsey, Hillblom, Lynn*) – przyczyniając się do rozwoju technologii monitorowania transportu dla przemysłu farmaceutycznego.

Szybka identyfikacja dużej liczby różnych obiektów jest niezwykle przydatna między innymi w magazynach (przy przyjmowaniu i wydawaniu towarów, podczas inwentaryzacji), do ewidencji bagażu na lotniskach, w transporcie i handlu (pozwala na szybkie zweryfikowanie zawartości dostawy bez jej rozładowywania i rozpakowywania oraz dystrybucje towarów). Celem identyfikacji mogą być pojazdy, naczepy albo niektóre ich części, a także kierowcy lub inni pracownicy firmy. Kierowcy pojazdów nie muszą nosić kluczyków samochodowych, ponieważ rolę tę mogą pełnić dowolne elementy (np. bransoletki) wyposażone w tag RFID, z kolei zabezpieczenia RFID stosowane przy kontenerowych zamkach mogą rejestrować każde ich otwarcie i zamknięcie.

Wprowadzenie technologii RFID do logistyki i transportu przynosi wymierne korzyści ekonomiczne dzięki automatyzacji działań ewidencyjno-kontrolnych, a klienci są zadowoleni ze skrócenia czasu obsługi.

Globalne korzystanie z automatycznej identyfikacji towarów z wykorzystaniem technologii RFID jest możliwe, między innymi, dzięki opracowaniu systemu EPCglobal organizacji GS1. W Polsce jest on nadzorowany i zarządzany przez Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu. Ekspertki oceniają, że przeszkodą w masowym stosowaniu tej technologii jest nadal brak jednolitych standardów dla czytników, oraz zbyt wysoka cena urządzeń.

<sup>3</sup> Quick Response Code - kod opracowany przez japońską firmę Denso-Wave w 1994 roku.

## 5. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ TECHNOLOGII RFID

Jednym z pierwszych zastosowań technologii RFID było wykorzystanie jej w czasie II Wojny Światowej w systemie identyfikacji IFF (*Identification Friend or Foe* – identyfikacja przyjaciela lub wroga). Transponder zainstalowany na pokładzie samolotu, po odebraniu sygnału z radaru naziemnego, generował sygnał odpowiedzi. Stosowane obecnie systemy (zarówno cywilne jak i wojskowe), do lokalizacji i identyfikacji samolotów wykorzystują pierwotny i wtórny radar nadzoru, czyli systemy PSR (*Primary Surveillance Radar*) i SSR (*Secondary Surveillance Radar*), wykorzystując częstotliwości 1030 MHz (do wysyłania zapytań) i 1090 MHz (dla odpowiedzi) [6].

Zastosowanie chipów RFID jest niemal nieograniczone. Od wielu lat są one wykorzystywane do identyfikacji zwierząt, m.in. psów i kotów. Stosowane wcześniej metody znakowania (wypalanie, tatuaż) są zastępowane technologią RFID [5]. Tagi RFID mogą być umieszczone w różnych przedmiotach i sprzęcie codziennego użytku. Dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu możliwe jest, na przykład, prezentowanie na zewnętrznym wyświetlaczu lodówki jej zawartości oraz terminów ważności produktów. Taką lodówkę opracowali studenci niemieckiej uczelni HfG Schwäbisch Gmünd [4].

Technologia bezstykowa ułatwia pracę bibliotekarzom przez wprowadzenie samoobsługowego systemu oddawania książek. Zwrot egzemplarza następuje po automatycznym uwierzytelnieniu czytelnika ze zbliżeniowej karty bibliotecznej oraz zweryfikowaniu danych z etykiety książki umieszczonej w komorze zwrotów. W tym przypadku etykiety RFID są dodatkowo wyposażone w funkcję EAS (*Electronic Article Surveillance*) zabezpieczającą książki przed kradzieżą.

System RFID jest też wykorzystywany do znakowania przedmiotów używanych przez osoby niewidome, a głosowy odczyt danych przez specjalne urządzenia umożliwia im ich szybką lokalizację [8]. W wielu szpitalach i klinikach sprzęt specjalistyczny jest znakowany etykietami RFID, co pozwala w razie potrzeby szybko go zlokalizować. Tę metodę identyfikacji wprowadzono między innymi w 2006 roku w niemieckim szpitalu w Jenie do kontroli przyjmowania leków przez pacjentów zaopatrzonych w opaski RFID [7]. System przy pomocy odpowiednich czytników śledził czas i drogę leku od momentu pobrania go z apteki szpitalnej aż do chwili dostarczenia leku choremu przez personel szpitala. Z kolei w Miami, w 2009 roku na sprzęcie medycznym umieszczono 20 tysięcy etykiet, a wdrożony system wykorzystujący sygnały UWB (*Ultra WideBand*) umożliwia lokalizację tych obiektów w czasie rzeczywistym (RTLS – *Real Time Location System*) [1].

Powszechne zastosowanie systemy RFID znajdują w kartach płatniczych do regulowania niewielkich płatności (w lokalach gastronomicznych, środkach komunikacji miejskiej, obiektach użyteczności publicznej). Wydawane w Polsce płatnicze karty zbliżeniowe – MasterCard PayPass (od 2007 roku) i Visa payWave (od 2008 roku), stanowią już 25% wszystkich wydanych kart płatniczych. Zbliżeniowe karty płatnicze często mają charakterystyczny symbol, przedstawiony na rysunku 4.



Rys. 4. Symbol identyfikacji za pomocą fal radiowych

Firma Goodyear zastosowała system RFID (w 2006 roku) do kontrolowania wypożyczanych przez zespoły wyścigowe opon samochodowych. W tym przypadku chip umożliwia jednocześnie ewidencję liczby przejazdów testowych na danych oponach, co jest ważną informacją. Tagi są też wtapiane w opony samochodów osobowych i ciężarowych – dzięki nim odpowiednie systemy mogą zbierać wiele informacji dotyczących tras przejazdów, prędkości jazdy, postojów czy napraw.

Wśród przykładów wykorzystywania urządzeń RFID można wymienić też znakowanie żetonów w kasynach gry, ewidencję uczestników konferencji naukowych, kontrolę wejść i wyjść z pomieszczeń, rejestrowanie wyników sportowców czy uczestników maratonów, śledzenie obiegu dokumentów, sortowanie odpadów itd.

Wiele zastosowań technologii RFID ma sens jedynie w powiązaniu z odpowiednimi rejestrami, bazami danych i systemami wspomagającymi analizę danych, ich aktualizację i usuwanie oraz sporządzanie statystyk i raportów. Drugim istotnym elementem dla powszechnego użytkowania tej technologii jest standaryzacja urządzeń.

## 6. ZAGROŻENIA

Obok licznych cieszących się zainteresowaniem wdrożeń technologii RFID można podać wiele przykładów kontrowersyjnych. Jednym z nich jest zastosowanie technologii RFID w szpitalnictwie (np. do identyfikacji przedmiotów czy pacjentów), gdyż badania wykazały, że obecność znacznika w pobliżu sprzętu medycznego może niekorzystnie wpływać na jego działanie, a nawet spowodować jego wyłączenie (dotyczy to na przykład pomp infuzyjnych, respiratorów i stymulatorów serca). Niebezpieczne w tym przypadku mogą okazać się nawet tagi stosowane w dokumentach.

Ważny problem stanowi możliwość wykorzystania znakowanych przedmiotów do szpiegowania ludzi. Od wielu lat w różnych miejscach (w miastach, zakładach pracy) instalowane są kamery monitorujące ruch w przestrzeni publicznej, także w wirtualnym świecie sieci komputerowych istnieją możliwości śledzenia aktywności użytkowników, przez co coraz trudniej jest zachować anonimowość. Jednak najbardziej może niepokoić powszechne zastosowanie technologii automatycznej identyfikacji, gdyż pozwala ona obserwować na odległość codzienne życie użytkowników wykorzystujących przedmioty wyposażone w stosowny chip (bez ich świadomości). Nietrudno wyobrazić sobie system gromadzący spływające z czytników dane o wszystkich aktywnościach obywateli – rejestrujący wyjście z domu (tag

w kluczach), przemieszczanie się (tag w oponach, telefonie), godziny pracy (identyfikacja wejść i wyjść), parkowanie samochodu (parkometry), dokonywanie zakupów (wejścia do sklepów, karty płatnicze) itd.

W Stanach Zjednoczonych od maja 2010 roku właściciele smartfonów i tabletów mogą korzystać z systemu Square (powiązanego z systemem Card Case) oferującego funkcję portfela elektronicznego i karty kredytowej udostępniającego klientom informacje o najbliższych sklepach i lokalach oraz oferowanych promocjach. Z kolei sprzedawcy mają wówczas dostęp do danych o zbliżających się klientach i ich dotychczasowych zamówieniach. Niestety, wszelkie tego typu systemy mogą być wykorzystane do zbierania danych o użytkownikach i ich stylu życia.

Organizacje chroniące prawa obywateli do prywatności (jak np. American Civil Liberties Union) protestują w przypadku nieuzasadnionego stosowania urządzeń RFID. Przykładem może być działanie podjęte w listopadzie 2011 roku przeciwko wprowadzeniu w jednej ze szkół w Stanach Zjednoczonych ubrań dla uczniów z chipem RFID, w celu obserwowania ich zachowań.

W świetle powyższych rozważań, niepokój budzą informacje o wszczepianiu chipów, w różnych celach, ludziom, a tym bardziej doniesienia o możliwości „zaopatrywania” w nie niemowląt. Pomijając aspekt etyczny takich zastosowań, naukowcy poruszają też kwestię rakotwórczego działania umieszczanych w skórze tego typu elementów (oczywiście problem dotyczy też zwierząt, a zdania w tej kwestii są podzielone).

Mikrochipy RFID są umieszczane w banknotach euro i dolarach w celu zabezpieczenia ich przed fałszowaniem, oraz dla umożliwienia obserwacji obrotu nimi. Niestety, dane te mogą też przechwytywać i wykorzystywać przestępcy.

Stosowane w technologii RFID zabezpieczenia nie są doskonałe. Należy również pamiętać, że – jak każda technologia stosująca transmisję bezprzewodową – także RFID jest podatna na zakłócanie łączności pomiędzy współpracującymi urządzeniami, czego konsekwencje są trudne do przewidzenia. Problem jest poważny, gdyż ingerencja w przesyłany sygnał może skutkować nawet modyfikacją przekazywanych danych.

## 7. WNIOSKI

Technologia RFID, ze względu na ogromny potencjał, znajduje powszechne zastosowanie, choć wiele realizacji może budzić uzasadniony niepokój. Od wielu lat trwają również intensywne prace nad rozwojem i doskonaleniem identyfikacji biometrycznej na podstawie cech fizycznych ludzi, takich jak odciski palców, linie papilarne palców czy kształt dłoni. Technologie biometryczne nie dają jednak tak wysokiej niezawodności jak RFID, ani nie zapewniają tak dużej szybkości działania. Ponadto, urządzenia identyfikacyjne są w ich przypadku znacznie droższe, dlatego w Polsce identyfikacja biometryczna jest nadal bardzo rzadko stosowana.

Przewiduje się, że w najbliższej przyszłości, ze względu na niezawodność, dużą wydajność i wygodę stosowania – identyfikacja obiektów z wykorzystaniem systemów RFID będzie jeszcze bardziej popularna niż obecnie. Konieczne jest jednak opracowanie i wprowadzenie jednolitego i bezpiecznego standardu dla stosowanych urządzeń.

Wydaje się, że największym problemem może stwarzać właśnie zapewnienie bezpieczeństwa użytkowanej technologii czyli wykluczenie możliwości nieuprawnionego wykorzystywania dostępnych danych identyfikacyjnych oraz ochrona przesyłanego sygnału przed zakłóceniami i modyfikacją.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://rtls.wordpress.com/2011/04/02/dlaczego-uwb>
- [2] ISO RFID Standards: A Complete List. [www.rfid.net/basics/186-iso-rfid-standards-a-complete-list](http://www.rfid.net/basics/186-iso-rfid-standards-a-complete-list)
- [3] [www.denso-wave.com/qrcode/aboutqr-e.html](http://www.denso-wave.com/qrcode/aboutqr-e.html)
- [4] [www.faszon.pl/fridge-inteligenta-lodowka](http://www.faszon.pl/fridge-inteligenta-lodowka)
- [5] Polskie Towarzystwo Rejestracji Identyfikacji Zwierząt, [www.identyfikacja.pl](http://www.identyfikacja.pl)
- [6] [www.radary.az.pl/podst\\_ssr.php](http://www.radary.az.pl/podst_ssr.php)
- [7] [www.sap.com/poland/about/press/2\\_2006/5/rfid/index.epx](http://www.sap.com/poland/about/press/2_2006/5/rfid/index.epx)
- [8] [www.sklep.wydawnictwapzn.pl/Znakowanie\\_metki\\_etykiety-k41-0--default.html](http://www.sklep.wydawnictwapzn.pl/Znakowanie_metki_etykiety-k41-0--default.html)
- [9] [www.vancouverkg.polemb.net/index.php?document=86](http://www.vancouverkg.polemb.net/index.php?document=86)