

MARCIN GĘBAROWSKI  
Politechnika Rzeszowska

**Identyfikacja możliwości podniesienia konkurencyjności  
polskich przedsiębiorstw w kontekście wykorzystania  
autonomicznego półpasywnego identyfikatora RFID**

**Wprowadzenie**

C oraz więcej polskich przedsiębiorstw poszukuje skutecznych sposobów konkurowania w skali międzynarodowej – w tym przede wszystkim na otwartym rynku europejskim. Rynek ten stwarza duże szanse ekspansji, jest jednak wymagający pod względem stosowania innowacji technologicznych. Innowacyjnym rozwiązaniem, mogącym zwiększyć szanse rodzimych podmiotów rynkowych na odniesienie sukcesu, jest autonomiczny półpasywny identyfikator RFID (niewymagający klasycznego zasilania bateryjnego, zgodny ze standardem EPC). Model laboratoryjny oraz prototyp takiego rozwiązania, które ma wkrótce zostać zaoferowane przedsiębiorcom, są opracowywane przez zespół naukowców z Politechniki Rzeszowskiej w ramach grantu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Perspektywa poddania autonomicznego półpasywnego identyfikatora RFID procesowi komercjalizacji determinuje główny cel niniejszego opracowania. Tym celem jest określanie, jak postrzegana jest przez polskich menedżerów możliwość zwiększenia konkurencyjności polskich przedsiębiorstw poprzez wykorzystanie innowacyjnego rozwiązania z obszaru automatycznej identyfika-

cji radiowej. Dokonano tego w oparciu o wyniki badania zrealizowanego wśród przedstawicieli ponad 200 podmiotów rynkowych.

### **1. Zasada działania systemów RFID oraz obszary ich zastosowania**

Systemy RFID składają się z trzech podstawowych elementów: identyfikatora (nazywanego również: tagiem, transponderem, znacznikiem, etykietą) wraz z mikroprocesorem i pamięcią, czytnika (dekodera), oprogramowania systemowego (z bazą danych). Identyfikator jest małym elementem (z reguły naklejką), przechowującym dane, który można umieszczać na lub wewnątrz znakowanych obiektów. Układ identyfikacji radiowej posiada zintegrowaną antenę, pozwalającą na odbiór i odpowiadanie na zapytania wysyłane za pomocą fal radiowych z czytnika RFID. Odczytywane z identyfikatorów dane czytnik przekazuje do systemu informatycznego, który zajmuje się ich przetwarzaniem, a następnie prezentacją pożądaných informacji użytkownikom (por. Godniak 2004, s. 442). Pojedynczy czytnik może jednocześnie komunikować się z wieloma identyfikatorami. W analizowanych systemach istnieje możliwość identyfikowania pojedynczych obiektów, a nie całego zbioru przedmiotów. To między innymi z tego względu technika RFID jest postrzegana jako następca kodu kreskowego (Juban, Wyld 2004, s. 32).

Zasięg pracy systemu zależy od transpondera i częstotliwości roboczej. Rozwiązania bazujące na niskiej częstotliwości umożliwiają odczytywanie danych na krótszych dystansach i generują niższe koszty eksploatacji. Z kolei systemy o wysokiej częstotliwości mogą osiągać większe prędkości skanowania i działać na dłuższych odległościach, jednak odbywa się to przy wyższych kosztach. Identyfikatory występują w postaci aktywnej (z własnym źródłem zasilania w postaci baterii) lub pasywnej (z kondensatorem). Istnieją również rozwiązania półpasywne, które zawierają źródło zasilania. Jednak nie jest ono w ich przypadku wykorzystywane do wysyłania sygnału, a zasila jedynie obwody wewnętrzne znacznika oraz urządzenia peryferyjne (Banks, Pachano, Thompson, Hanny 2007, s. 68). Aktywne tagi RFID, w przeciwieństwie do rozwiązań pasywnych, mają możliwości odczytu i zapisu danych, większą pojemność pamięci oraz bardziej rozległy zasięg działania. Z drugiej strony aktywne znaczniki są większe i bardziej kosztowne niż pasywne, a długość ich funkcjonowania

jest ograniczona. Znaczniki pasywne są podobne do kodów kreskowych, ponieważ zazwyczaj umożliwiają tylko odczyt danych. Mimo występujących różnic technicznych, i odmiennego zaangażowania kosztowego, oba systemy mogą być stosowane w nieograniczonej liczbie konfiguracji (Por. Rundh 2008, s. 98–99).

Geneza systemów RFID (ang. *Radio Frequency Identification*) sięga czasów II wojny światowej, gdy identyfikację radiową wykorzystano po raz pierwszy do odróżniania samolotów alianckich od samolotów wroga w ramach rozwiązań określanych jako IFF (ang. *Identification Friend or Foe*) (Miles, Introduction... 2008, s. 5). Od tego momentu analizowana technika znalazła zastosowanie w wielu obszarach aktywności gospodarczej (tab. 1). Warto przy tym zauważyć, iż w ostatnim okresie rozwiązania RFID zyskały znaczne zainteresowanie biznesmenów ze względu na potencjał w zakresie zmieniania sposobu prowadzenia aktywności rynkowej. Przyjmuje się obecnie, że systemy RFID mogą zostać wykorzystane do przekształcania niemal wszystkich obszarów działalności: produkcji, transportu, składowania zapasów, sprzedaży, promocji i obsługi klienta (Por. Park, Koh, Nam 2010, s. 683).

Tabela 1

## Wybrane obszary zastosowania RFID

Obszar	Zastosowanie
Produkcja	Śledzenie partii produkcyjnych; uzyskiwanie informacji o robotach w toku; kontrola zapasów w toku i stanu realizacji zleceń produkcyjnych
Magazynowanie	Automatyczne śledzenie stanów magazynowych; dokładniejsze informacje o stanach magazynowych aktualizowane na bieżąco; szybszy dostęp do zapasów magazynowych
Wysyłki	Automatyczna identyfikacja pożądanego towaru; mniej błędów w konfekcjonowaniu; krótszy czas przygotowania wysyłki; krótszy czas dostarczenia do klienta
Transport	Śledzenie ładunków; dokładniejsze informacje o lokalizacji transportu; kontrola stanu realizacji zlecenia; zabezpieczenie przed kradzieżą; integracja GSM/GPS
Pozostałe	Na przykład: sprzedaż, gospodarka odpadami, szpitale (leki i pacjenci), środki trwałe, banki, parkingi, lotniska, biblioteki i inne

Źródło: K. Santarek, B. Gładysz, *Ocena strategiczna efektów wdrożenia RFID*, w: *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, red. R. Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014, s. 197.

Uwzględniając zróżnicowane obszary zastosowań, aplikacja rozwiązań RFID może być w ogólnym ujęciu rozpatrywana w następujących aspektach (Lekakos 2007, s. 1112).

- automatyzacja istniejących procesów, co prowadzi do oszczędności czasu/kosztów i realizowania bardziej efektywnych działań;
- wprowadzanie nowych lub przekształcanie już istniejących procesów biznesowych w celu dostarczania innowacyjnych usług konsumentom, jak np. monitorowanie dostępności produktów na półce;
- poprawa uzyskiwana w różnych wymiarach jakości informacji, takich jak adekwatność, aktualność, itp.;
- powstawanie nowego typu informacji, co prowadzi do bardziej dokładnego przedstawiania otoczenie fizycznego, np. historii sprzedaży.

Przywołane obszary oraz aspekty zastosowania systemów RFID pokazują, że mogą one przynieść wiele korzyści przedsiębiorstwom. Jednak szybkość wdrażania rozwiązań opartych na identyfikacji radiowej determinowana jest wieloma czynnikami, w tym dostrzeganiem przez menedżerów możliwości podniesienia konkurencyjności przedsiębiorstw za sprawą wykorzystania RFID.

W niektórych publikacjach zwracano już uwagę na to, że zastosowanie rozwiązań RFID może stanowić istotny czynnik pozwalający na zwiększenie konkurencyjności firm na rynku (por. Milanowicz 2012, s. 57). Jednak rozpoznanie tego zagadnienia wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań wśród osób podejmujących decyzje inwestycyjne w przedsiębiorstwach.

## **2. Charakterystyka procesu badawczego oraz próby badawczej**

Zamierzeniem procesu badawczego zrealizowanego przez zespół naukowców z Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej była identyfikacja uwarunkowań decyzyjnych w procesie wdrażania w polskich przedsiębiorstwach systemu z autonomicznym półpasywnym identyfikatorem RFID<sup>1</sup>. Celem badania było również dokonanie oceny potencjału rynkowego oraz możliwości komercjalizacji takiego identyfikatora.

---

<sup>1</sup> W ramach zrealizowanego projektu badawczego uwarunkowania decyzyjne zostały rozpoznane przez grupę pracowników Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej, zaś rozwiązania techniczne (tworzące autonomiczny półpasywny identyfikator RFID) opracowali naukowcy z Wydziału Elektrotechniki i Informatyki tej uczelni.

Materiał empiryczny zebrany został w ramach badania przeprowadzonego wśród polskich przedsiębiorców. Wykorzystaną metodą gromadzenia danych był sondaż społeczny (ankieta bezpośrednia). Kwestionariusze ankiety rozdawano podczas targów, konferencji naukowych i bezpośrednio w przedsiębiorstwach. Narzędzie pomiarowe zawierało kilkadziesiąt pytań dotyczących zróżnicowanych aspektów, istotnych w procesie komercjalizacji nowego systemu RFID. Między innymi odniesiono się do takich obszarów, jak makrootoczenie, środowisko konkurencyjne oraz wewnętrzne uwarunkowania przedsiębiorstw. Suplement kwestionariusza stanowiła karta informacyjna, prezentująca uczestnikom badania ewolucję sposobów automatycznej identyfikacji obiektów oraz typowe zastosowania RFID. Do wypełnienia narzędzi pomiarowych zaproszeni zostali menedżerowie najwyższego i średniego szczebla zarządzania, zaangażowani w swoich przedsiębiorstwach w proces podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Dane gromadzono przez cztery miesiące – od listopada 2014 r. do lutego 2015 r. Analizie poddano materiał empiryczny pozyskany w 203 kwestionariuszach. Najwięcej, bo 34,33%, zbadanych podmiotów rynkowych reprezentowało profil produkcyjny, 27,86% – zajmowało się handlem, 23,38% – świadczyło usługi, a 14,43% – prowadziło działalność mieszaną. Co drugie przedsiębiorstwo (46,77%) miało formę prawną spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, zaś 17,91% było spółką akcyjną, 9,95% – spółką cywilną, 8,96% – spółką jawną, 16,41% – inną formą własności. Uczestnicy badania reprezentowali zróżnicowane obszary aktywności gospodarczej, w tym najliczniej: branżę spożywczą – 13,22%; budownictwo, branżę motoryzacyjną, branżę lotniczą – po 11,49%; logistykę – 10,34%.

### **3. Wyniki badania**

W toku realizacji procesu badawczego pozyskano obszerny materiał empiryczny dotyczących uwarunkowań implementacji systemu z autonomicznym półpasywnym identyfikatorem RFID. W niniejszym opracowaniu, ze względu na przyjęty przez autora temat i cel, zaprezentowano jedynie fragment uzyskanych wyników.

W ramach badania postanowiono sprawdzić, jak polscy przedsiębiorcy postrzegają powszechność wykorzystywania systemów opartych na technice au-

tomatycznej identyfikacji radiowej (tab. 2). W związku z tym zapytano ich o to, czy najwięksi, liczący się na rynku konkurenci, posiadają dowolny system RFID. Nieco ponad 1/3 (36,82%) respondentów odpowiedziała, że ich zdaniem rywale rynkowi stosują takie rozwiązania. Zdecydowanie mniej, bo 13,43% uczestników badania, wyraziła odmienne zdanie. Jednak aż połowa (49,75%) pytanym osób odpowiedziała, że nie wie, czy konkurencyjne firmy wykorzystują rozwiązania RFID. Podobne pytania skierowano w odniesieniu do dostawców i odbiorców. W tych przypadkach również co drugi uczestnik badania nie był w stanie określić, czy podmioty te korzystają z techniki automatycznej identyfikacji radiowej.

Tabela 2

Ocena wykorzystywania przez konkurentów/dostawców/odbiorców dowolnego systemu RFID (%)

Struktura odpowiedzi na pytanie „Czy konkurenci/ dostawcy/odbiorcy Pani/Pana przedsiębiorstwa wykorzystują dowolny system RFID?”	Konkurenci	Dostawcy	Odbiorcy
Tak	36,82	37,81	23,88
Nie	13,43	19,40	26,37
Nie wiem	49,75	42,79	49,75

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania.

W kwestionariuszu zamieszczono pytanie, w którym menedżerów poproszono o wskazanie korzyści, jakich spodziewają się po wdrożenia systemu opartego na autonomicznym półpasywnym identyfikatorze RFID (tab. 3).

Tabela 3

Oczekiwane korzyści wynikające z wdrożenia innowacji w postaci systemu z autonomicznym półpasywnym identyfikatorem RFID (%)

Oczekiwana korzyść	Struktura odpowiedzi na pytanie „Czy oczekuje Pani/Pan korzyści na skutek wdrożenia innowacji w postaci autonomicznego półpasywnego identyfikatora RFID?”				Średnia ocena
	nie	raczej nie	raczej tak	tak	
Oszczędność czasu	4,00	4,50	34,00	57,50	3,45
Wzrost sprawności kontroli ilościowo-jakościowej	2,96	8,87	34,48	53,69	3,39
Możliwość wielokrotnego zapisywania dużej ilości danych	4,46	15,84	41,09	38,61	3,34

Oczekiwana korzyść	Struktura odpowiedzi na pytanie „Czy oczekuje Pani/Pan korzyści na skutek wdrożenia innowacji w postaci autonomicznego półpasywnego identyfikatora RFID?”				Średnia ocena
	nie	raczej nie	raczej tak	tak	
Usprawnienie przepływu obiektów (przesyłek, produktów)	5,42	10,84	32,51	51,23	3,30
Usprawnienie inwentaryzacji	6,90	11,33	31,03	50,74	3,26
Eliminacja marnotrawstwa	4,43	15,27	39,90	40,39	3,16
Wzrost satysfakcji klientów	4,43	20,69	32,02	42,86	3,13
Usprawnienie procesu sprzedaży	8,42	17,82	31,68	42,08	3,07
Ograniczenie oszustw ze strony pracowników	6,40	19,21	37,44	36,95	3,05
Podwyższenie bezpieczeństwa ładunków w łańcuchu dostaw	6,50	19,00	47,00	27,50	3,05
Ułatwienia w rozliczeniach z dostawcami i odbiorcami	5,94	20,79	36,63	36,63	3,04
Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa	7,92	18,32	37,62	36,14	3,02
Możliwość odczytu informacji z identyfikatora w trudnych warunkach	8,91	19,31	32,67	39,11	3,02
Redukcja kosztów magazynowania	9,36	17,73	39,90	33,00	2,97
Podwyższenie bezpieczeństwa ładunków w łańcuchu dostaw	7,39	18,72	34,98	38,92	2,96
Usprawnienie reklamacji	6,97	22,39	41,79	28,86	2,93
Poprawa jakości produktów	7,43	27,72	38,12	26,73	2,84
Ułatwienie planowania zakupów	9,36	26,11	36,95	27,59	2,83
Obniżenie kosztów pracy (eliminacja etatów)	11,88	25,25	35,64	27,23	2,78
Poprawa kondycji finansowej	13,37	21,78	39,60	25,25	2,77
Ograniczenie kradzieży ze strony klientów	15,76	22,17	31,03	31,03	2,77
Poprawa relacji partnerskich z klientami	11,39	24,75	47,52	16,34	2,69
Poprawa relacji partnerskich z dostawcami	10,45	31,34	45,77	12,44	2,60
Wzrost skuteczności merchandisingu	22,61	24,12	31,16	22,11	2,53
Poprawa relacji partnerskich z pracownikami	9,41	37,13	45,05	8,42	2,52
Sprawne zarządzanie procesem zamówień i dostaw dla wybranego asortymentu	29,94	19,21	29,38	21,47	2,42
Poprawa relacji partnerskich z konkurentami	17,50	42,50	32,50	7,50	2,30
Poprawa relacji partnerskich z innymi interesariuszami	48,39	26,45	21,29	3,87	1,81

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania.

Zdaniem menadżerów najbardziej pozytywnym efektem, jaki przyniesie implementacja systemu opartego na autonomicznym półpasywnym identyfikatorze RFID będzie oszczędność czasu w przedsiębiorstwach przy realizowaniu wielu procesów (średnia ocena na poziomie 3,45). Zdaniem respondentów istotnym korzyściami będą także: wzrost sprawności kontroli ilościowo-jakościowej (3,39), możliwość wielokrotnego zapisywania w identyfikatorze RFID wielu danych (3,34), usprawnienie przepływu zróżnicowanych obiektów (3,30), ułatwienie inwentaryzacji (3,26), eliminacja marnotrawstwa (3,16), podniesienie satysfakcji klientów (3,13), usprawnienie procesu sprzedaży (3,07), ograniczenie oszustw ze strony pracowników (3,05), podwyższenie bezpieczeństwa ładunków w łańcuchach dostaw (3,05), ułatwienia w rozliczeniach z dostawcami i odbiorcami (3,04), wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa (3,02), możliwość odczytu informacji z identyfikatora w trudnych warunkach (3,02). Najmniej istotne okazały się natomiast: sprawne zarządzanie procesem zamówień oraz dostaw dla wybranego asortymentu (2,42), poprawa relacji partnerskich z konkurentami (2,30), poprawa relacji partnerskich z innymi interesariuszami (1,81).

W kontekście przyjętego tematu należy zauważyć, iż jednym z często wskazywanych pozytywnych aspektów wdrożenia systemu z automatycznym półpasywnym identyfikatorem RFID będzie zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw. Blisko 3/4 (73,76%) przedsiębiorców spodziewa się takiego efektu implementacji tworzonego rozwiązania.

## Podsumowanie

W literaturze dotyczącej automatycznej identyfikacji radiowej można znaleźć pogląd wskazujący na to, iż pomimo przewidywanego w najbliższej przyszłości wpływu technologii RFID na wiele branż, aspekt jej wdrażania z punktu widzenia decyzji podejmowanych przez menadżerów zyskał niewielkie zainteresowanie badaczy (Rundh 2008, s. 100). W związku z tym istnieje potrzeba realizowania badań odnoszących się do uwarunkowań decyzyjnych procesu wprowadzania innowacyjnych wariantów systemów RFID w praktyce gospodarczej. Ważny obszar takich badań stanowi określenie, jakie możliwości zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstw dostrzegają menadżerowie, którzy mogą uczestniczyć w podejmowaniu decyzji o zakupie i implementacji rozwiązań RFID.

Z analizy danych zgromadzonych przez zespół naukowców z Politechniki Rzeszowskiej wyłania się konkluzja wskazująca na to, iż wielu polskich przedsiębiorców nie orientuje się, na ile powszechne jest w ich branżach wykorzystanie systemów automatycznej identyfikacji radiowej. Menedżerowie wskazują jednak wiele korzyści, jakie może przynieść wdrożenie systemu z autonomicznym półpasywnym identyfikatorem RFID. Dostrzeganie tych pozytywnych następstw sprawia, że większość pytanym przedstawicieli kadry zarządczej uważa, że implementacja takiego systemu przyczyni się do wzrostu konkurencyjności ich przedsiębiorstw. Istnieje zatem szansa na to, że opracowywane przez naukowców rozwiązanie stanie się kluczową technologią, determinującą zdobywanie przewagi rynkowej w wielu obszarach gospodarki oraz w skali międzynarodowej.

### **Podziękowanie**

Część przedmiotowych prac została zrealizowana w ramach projektu pn. „Synteza autonomicznego identyfikatora półpasywnego, dedykowanego do pracy w wielokrotnych, dynamicznych systemach RFID”, grant Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, nr PBS1/A3/3/2012 (U-8795/G/PBS).

### **Bibliografia**

- Banks, J., Pachano, M., Thompson, L., Hanny D. (2007). *RFID Applied*, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Godniak, M.K. (2004). *Technologia Radio Frequency Identification w zastosowaniach komercyjnych*. W: *Metody informatyki stosowanej w zarządzaniu*. *Roczniki Informatyki Stosowanej Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej*, 6, Szczecin.
- Juban, R.L., Wyld, D.C. (2004). *Would you like chips with that?: consumer perspectives of RFID*. *Management Research News*, Vol. 27, 11–12.
- Lekakos, G. (2007). *Exploiting RFID digital information in enterprise collaboration*. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 107, 8.
- Milanowicz, M. (2012). *Szanse i zagrożenia społeczne stosowania technologii RFID*. W: *Gospodarka i społeczeństwo – współczesne wyzwania*. *Zesz. Nauk. US 735(27), Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu*”, Szczecin.

- Miles, S.B. (2008). Introduction to RFID history and markets. W: S.B. Miles, S.E. Sarma, J.R. Williams (red.), *RFID Technology and Applications*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Park, K.S., Koh, Ch.E., Nam, K.T. (2010). Perceptions of RFID technology: a cross-national study. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 110, 5.
- Rundh, B. (2008). Radio frequency identification (RFID): Invaluable technology or a new obstacle in the marketing process?. *Marketing Intelligence & Planning*, Vol. 26, 1.
- Santarek, K., Gładysz, B. (2014). Ocena strategiczna efektów wdrożenia RFID. W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Opole; Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.

**The identification of the possibility of increasing the competitiveness  
of Polish enterprises in the context of utilising an autonomous  
semi-passive RFID identifier**

**Summary**

The aim of this dissertation is to indicate the possibility of increasing the competitiveness of Polish enterprises through utilising a technological innovation, which is an autonomous semi-passive RFID identifier. A laboratory model and a prototype of such undertaking are being developed by a team of scientists from the Rzeszow University of Technology, and the project is funded by a grant from the National Centre for Research and Development. The outcome of the scientists' efforts will undergo the commercialisation process soon. The possibilities of increasing the competitiveness of enterprises by introducing an autonomous semi-passive RFID identifier have been determined on the basis of the results of the research which encompassed a sample of above 200 Polish managers. The results revealed that almost half of the respondents did not know whether business entities in their environment (competitors, suppliers, recipients of products) use any RFID system. According to managers, the most positive effect of introducing the autonomous semi-passive RFID identifier-based system for enterprises would be a time-saving approach while dealing with many processes. Other substantial benefits would be: increasing the efficiency of quantity and quality control, saving massive amounts of data on an RFID identifier many times, improving the flow of diversified goods, making the stocktaking process simpler, avoiding the waste of own resources, enhancing customer satisfaction, improving the process of sales, reducing fraudulent practices by employees, increasing the safety of goods in supply chains, facilitating the