

# OCENA STRATEGICZNA EFEKTÓW WDROŻENIA RFID

Krzysztof SANTAREK, Bartłomiej GŁADYSZ

**Streszczenie:** W referacie przedstawiono podstawowe zagadnienia i wybrane metody związane z oceną strategiczną nowych technologii na przykładzie radiowej identyfikacji obiektów (RFID). Ocena taka ma pokazać potencjalną atrakcyjność (lub jej brak) nowych technologii dla przedsiębiorstwa z perspektywy strategicznej i jest dokonywana we wczesnych fazach procesu analityczno-decyzyjnego. Jej specyfika i trudności wynikają m.in. ze szczupłości danych, zmieniającego się przedmiotu oceny (technologie rozwijają się) a także braku szczegółowego projektu techniczno-organizacyjnego wykorzystania technologii, który opracowany będzie dopiero po podjęciu decyzji o wdrożeniu.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie technologiami, ocena strategiczna technologii, identyfikacja radiowa, RFID.

## 1. Technologie i innowacje technologiczne

Słowo technologia jest pochodzenia greckiego (*techne* – sztuka, rzemiosło i *logos* – nauka). Słownik języka polskiego [1] definiuje technologię jako „przetwarzanie w sposób celowy i ekonomiczny dóbr naturalnych w dobra użyteczne (produkty)” a także „wiedzę o tym procesie”. W „Słowniku wyrazów obcych” [2] znaleźć można inne określenie: „ogół procesów służących do wytwarzania lub przetwarzania materiałów, surowców i towarów naturalnych, półproduktów oraz gotowych wyrobów: także ciąg czynności produkcyjnych wytworzenia danego produktu”. W naukach technicznych pod pojęciem technologia rozumie się całokształt wiedzy dotyczącej metod wytwarzania określonego produktu (wyrobu bądź usługi) albo uzyskania określonego efektu w przemyśle bądź usługach. Z definicji technologii wynika, iż jest to w szczególności proces składający się z wielu działań, realizowanych w ściśle określony sposób i kolejności, w wyniku którego następuje przetworzenie dóbr wejściowych (surowce, materiały, półfabrykaty) w wyroby gotowe posiadające określone cechy i spełniające potrzeby odbiorców.

Każda technologia związana z produkcją określonego wyrobu (bądź świadczeniem usługi) wymaga ponoszenia określonych nakładów, nie tylko na jej opracowanie (pozyskanie), wdrożenie, lecz przede wszystkim na jej wykorzystanie (eksploatację), związanych z ilością zużywanych materiałów, energii, pracy ludzi, itp. na jednostkę wytworzonego produktu. Technologie mają zatem zasadniczy wpływ na koszty produkcji, wydajność, produktywność a także na jakość, elastyczność, i in. Determinują możliwości wytworzenia produktu, w tym spełnienia wielu, podstawowych dla klientów, wymagań użytkowych (funkcjonalnych). Są ważnym zasobem mającym często decydujący wpływ na konkurencyjność przedsiębiorstw. W związku z powyższym technologie są traktowane jako strategiczny zasób przedsiębiorstwa, umożliwiający mu zdobycie i utrzymanie przewagi konkurencyjnej, nowe sposoby działalności, wzrost elastyczności, i in.

Pojęciem zbliżonym, lecz nie tożsamym z technologią, jest innowacja. Innowacja (łac. *innovation* – odnowienie) to szczególny rodzaj zmiany. Schumpeter [3] za innowację uważa „(...) wprowadzenie nowych produktów, nowych metod produkcji, znalezienie nowych

rynków, zdobycie nowych źródeł surowców oraz wprowadzenie nowej organizacji”. Warunkiem uznania czegoś za innowację jest nie tylko nowość (również w skali lokalnej, przedsiębiorstwa), lecz również wdrożenie (praktyczne zastosowanie), a także osiągnięty postęp (techniczny, organizacyjny, ekonomiczny, społeczny, i in.). Szczególnym rodzajem innowacji są innowacje technologiczne (nowe technologie). Nie każda technologia jest innowacją (czyli nie jest nowością nawet w skali lokalnej, nie tworzy postępu) oraz nie każda innowacja jest technologią (np. innowacje organizacyjne, marketingowe, itp.). Z reguły innowacje technologiczne implikują innowacje produktowe (tzn. umożliwiają wytwarzanie nowych, często nieznanych wcześniej – innowacyjnych wyrobów), innowacje organizacyjne (nowe technologie powodują często zmiany w budowie, funkcjonowaniu i zarządzaniu systemów produkcyjnych a nawet całych przedsiębiorstw), itd.

Wprowadzenie zmian w technologii, nowych dla przedsiębiorstwa stanowi przykład innowacji (technologicznej). Nowe technologie powstające we współpracy jednostek naukowych i przedsiębiorstw są upowszechniane w procesach wdrażania technologii i dyfuzji innowacji. Istotą transferu innowacji jest poszukiwanie nowych zastosowań znanych (tzn. już wynalezionych, istniejących) technik wytwarzania, zaś dyfuzja innowacji związana jest ze stopniowym upowszechnianiem nowych technologii, a więc kolejnymi jej zastosowaniami (wdrożeniami) zwykle w innych przedsiębiorstwach. Miernikiem zakresu dyfuzji (upowszechnienia) innowacji jest zwykle wielkość (bądź wartość) lub częściowy procentowy udział produkcji realizowanej dzięki nowej metodzie wytwarzania. Transfer technologii jest pojęciem ogólniejszym i oznacza ogólnie upowszechnianie i przenoszenie wiedzy technicznej ze sfery (instytucji) nauki do zastosowań praktycznych (biznesu). Transfer technologii obejmuje wszelkie formy i kanały dyfuzji innowacji oraz wykorzystuje różne nośniki innowacji: wiedzę jawną (publikacje), wiedzę chronioną (patenty i licencje), sformalizowane kanały upowszechniania technologii (kursy, szkolenia, studia, targi, wystawy) oraz nieformalne kontakty (w tym z klientami, dostawcami, firmami doradczymi ale także z firmami konkurującymi), fuzje i przejęcia firm, inwestycje zewnętrzne, zakup maszyn i urządzeń lecz również materiałów i komponentów do produkcji, i in.

Istnieje wiele źródeł pozyskiwania nowych technologii przez przedsiębiorstwa, w tym wewnętrzne (własne prace B+R) i zewnętrzne (m.in. klienci, grupy przedsiębiorstw (z tego samego sektora, branży), dostawcy, konkurenci, instytuty badawcze (dawniej jednostki badawczo-rozwojowe), wyższe uczelnie, targi, konferencje, publikacje, Internet). Istnieje również wiele kanałów (sposobów) pozyskiwania technologii, do których zaliczają się m.in. szkolenia, przejęcia pracowników, zakup wyników prac badawczych i gotowych projektów, licencje, franchising, firmy doradcze, instytucje pośredniczące (np. centra transferu technologii), alianse strategiczne (w tym z uczelniami), joint ventures, przejęcia firm, inwestycje (zakup gotowych technologii wraz z maszynami i urządzeniami), zakup materiałów i komponentów do produkcji, i in. Wybór źródła i sposobu pozyskania technologii zależy m.in. od znaczenia technologii dla przedsiębiorstwa [4]. Przykładem nowej technologii (innowacji technologicznej) jest identyfikacja radiowa obiektów, zwana RFID (ang. Radio Frequency Identification). Technologia ta jest znana od wielu lat. W latach II wojny światowej w brytyjskim lotnictwie wykorzystywane były transpondery IFF (ang. Identification, Friend or Foe) służące zdalnej identyfikacji własnych lub obcych samolotów, a w 1945 r. Lew Termen, rosyjski wynalazca, opracował urządzenie podsłuchowe działające na podobnej zasadzie jak RFID [5]. Jednak szybki rozwój RFID oraz jej praktyczne zastosowania nastąpiły dopiero w latach 1970-1980-tych. Obecnie RFID weszła w fazę dyfuzji (szerokiego zastosowania), głównie dzięki miniaturyzacji elementów, obniżce kosztów, wzrostowi możliwości funkcjonalnych a także coraz liczniejszym zastosowaniom,

w tym w dużych organizacjach wymagających od swych partnerów (głównie dostawców) jej stosowania. RFID jest nie tylko sama w sobie nową technologią, lecz przede wszystkim stymuluje radykalne zmiany wielu procesów w przedsiębiorstwach, głównie logistycznych. Zastosowanie RFID ma wiele zalet: usprawnia przepływ materiałów, obniża koszty logistyczne, skraca cykle dostaw, redukuje błędy związane z identyfikacją, umożliwia nowe sposoby realizacji procesów logistycznych oraz związanych z nimi procesów zarządzania. Z drugiej strony RFID będąc dla wielu przedsiębiorstw nowością rodzi szereg pytań i wątpliwości. Dotyczą one celowości wdrożenia, przygotowania przedsiębiorstwa do wdrożenia, wymaganych zasobów finansowych, kompetencji technicznych i organizacyjnych, oceny potencjału usprawnień w przedsiębiorstwie dzięki RFID, wskazania procesów, w których RFID należałoby zastosować, i in. Warto zwrócić uwagę na to, iż odpowiedzi na te pytania winny paść zanim rozpocznie się projektowanie zastosowań RFID a następnie jej wdrażanie.

## **2. Zarządzanie technologiami**

Technologie o podobnym przeznaczeniu różnią się między sobą ilością zużywanych nakładów na jednostkę produktu. Przedsiębiorstwa są zatem zainteresowane dostępem do technologii efektywnych tzn. takich, które umożliwiają z tej samej ilości nakładów uzyskać większą ilość produktów (tzn. wyrobów i usług). Przedsiębiorstwa poszukują możliwości doskonalenia technologii istniejących oraz pozyskiwania nowych, stwarzających nowe szanse: wytwarzania nowych produktów, umocnienia własnej pozycji na rynkach istniejących, wejścia na nowe rynki, stosowania nowych sposobów prowadzenia biznesu, i in. Z drugiej strony postęp naukowy i techniczny i będące jego wynikiem zmiany technologiczne stwarzają ciągle nowe wyzwania a także możliwości tworzenia nowych wyrobów oraz dywersyfikacji produkcji. Te możliwości powinny zostać przekształcone w konkretną wartość dla przedsiębiorstwa dzięki efektywnemu i dynamicznemu, tj. nadążającemu za zmianami technologii i potrzeb klientów, zarządzaniu technologiami.

Z definicji technologii wynika w szczególności potrzeba zarządzania wszystkimi działaniami związanymi nie tylko z wykorzystaniem technologii, lecz również związanymi z jej tworzeniem i pozyskiwaniem, oceną posiadanych i dostępnych technologii, itp. Zarządzanie technologiami to połączenie specyficznych dyscyplin nauki i techniki oraz nauk o zarządzaniu (wykorzystuje dorobek m.in. nauk podstawowych, technicznych oraz nauk o zarządzaniu) w celu planowania, oceny, rozwoju i implementacji oraz monitorowania i kontroli potencjału technologicznego organizacji umożliwiającego kształtowanie i realizację jej celów strategicznych i operacyjnych [6]. Zarządzanie technologiami jest konieczne z następujących powodów:

- szybkie tempo zmian technologicznych wymaga interdyscyplinarnego podejścia, aby rozwój ekonomiczny mógł się odbywać w sposób skuteczny i efektywny, wykorzystując możliwości jakie oferują technologie,
- szybkie tempo zmian technologicznych oraz rosnące wymagania klientów powodują skracanie cykli życia wyrobów; przedsiębiorstwa muszą zatem aktywnie zarządzać technologiami,
- czas pomiędzy powstaniem pomysłu a wejściem na rynek kurczy się w wyniku stosowania nowych i udoskonalonych technologii; czas wejścia nowego produktu na rynek determinuje często pozycję jego konkurencyjną na rynku oraz wpływa na elastyczność przedsiębiorstw,

- wzrost konkurencji międzynarodowej wymusza na przedsiębiorstwach poszukiwanie i bardziej efektywne wykorzystywanie nowych technologii,
- zmiana technologii wymaga również zmian narzędzi zarządzania; problem wyboru właściwych narzędzi zarządzania technologiami nie został dotychczas rozwiązany.

W związku z powyższym technologie są traktowane jako strategiczny zasób przedsiębiorstwa, umożliwiające przedsiębiorstwu utrzymanie i zdobycie przewagi konkurencyjnej, nowe sposoby działalności, wzrost elastyczności, i in. Zarządzanie technologiami obejmuje następujące funkcje [7]:

*Identyfikacja technologii* mających lub mogących mieć znacznie dla przedsiębiorstwa; identyfikacja technologii obejmuje także analizy zmian rynku, postępu naukowego i technicznego, i in. Identyfikacja technologii wymaga poszukiwania technologii, oceny ich potencjału, gromadzenia i analizy informacji, itp.

*Selekcja (wybór) technologii*, które powinny być rozwijane/pozyskane przez przedsiębiorstwo. Istotą selekcji technologii jest proces decyzyjny, w którym brane są pod uwagę aspekty strategiczne, wymagające umiejętności analizy i oceny technologii. Celem selekcji jest dostosowanie technologii do strategii przedsiębiorstwa, co zwykle wymaga przyjęcia w procesie selekcji celów i priorytetów ustalonych na poziomie tworzenia strategii przedsiębiorstwa.

*Pozyskiwanie wybranych technologii*. Decyzja dotycząca pozyskania technologii dotyczy wyboru źródeł i kanałów pozyskania technologii.

*Wykorzystanie technologii* ma na celu generowanie wartości dla przedsiębiorstwa w postaci zysku lub innych korzyści. Wykorzystanie technologii dotyczy jej komercjalizacji (wykorzystania przez zewnętrznych użytkowników) lub jej zastosowania, adaptacji i wykorzystania w przedsiębiorstwie. Pozyskaniu technologii towarzyszy jej transfer z działu B+R lub zewnętrznych źródeł do własnych komórek produkcyjnych. Wykorzystanie technologii obejmuje również ciągle usprawnienia, realizowane w ramach programów lean production, six sigma, itp.

*Ochrona wiedzy i własności przemysłowej* zawartych w wyrobach, procesach i/lub systemach produkcyjnych. Ta funkcja zarządzania technologiami jest ściśle związana z ochroną patentową i zarządzaniem wiedzą.

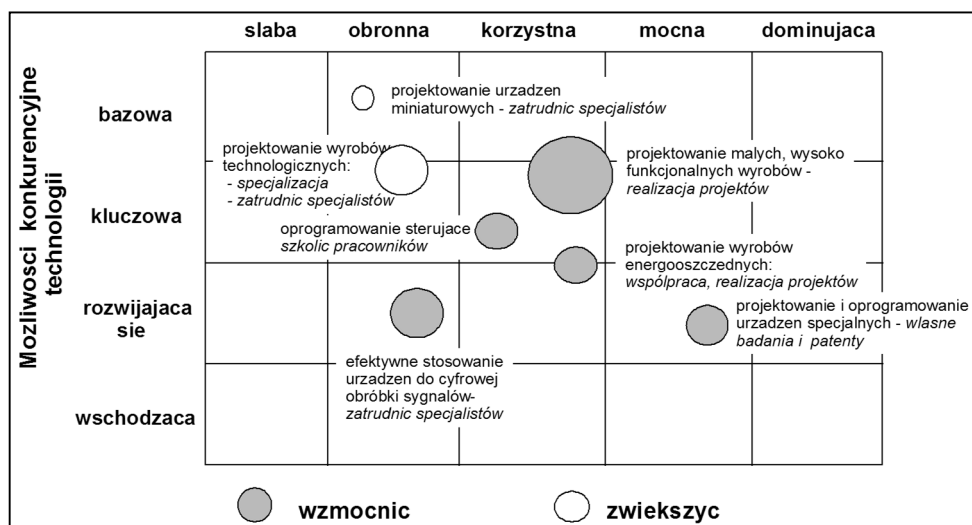
*Organizacyjne i produkcyjne uczenie się*. Innowacje technologiczne są jednym z ważniejszych źródeł efektu doświadczenia a w rezultacie czynnikiem powodującym obniżkę kosztów. Ta funkcja zarządzania technologiami stanowi krytyczny składnik technologicznych kompetencji przedsiębiorstwa i obejmuje umiejętność wyciągania wniosków i zdobywania doświadczeń ze zrealizowanych projektów B+R, wdrożeniowych, komercjalizacji technologii a także ze stosowania technologii w ramach przedsiębiorstwa lub poza nim. Również i ta funkcja zarządzania technologiami jest ściśle związana z zarządzaniem wiedzą (technologiczną).

Zarządzanie technologiami odbywa się nie tylko na poziomie operacyjnym, związanym z bieżącą eksploatacją posiadanych technologii, lecz także na poziomie strategicznym. Realizacja wymienionych funkcji zarządzania technologiami związana jest z rozwiązywaniem określonych problemów wymagających specyficznych narzędzi (technik). Przykładowo ustalenie zakresu zastosowań (możliwości) technologii wymaga odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaki jest poziom naukowy ocenianego rozwiązania (w przypadku technologii znajdujących się we wczesnych fazach rozwoju), czy istnieje demonstrator technologii, jakie dane (np. wyniki badań) istnieją na ten temat?

- Jaki jest stopień dojrzałości technologii, jak wiele prac rozwojowych jest koniecznych do pełnego wykorzystania potencjału technologii (ocena czasu i nakładów)?
- Czy jest to rozwiązanie nowe i unikalne?
- Czy jest to produkt (wyrób) czy też technologia zorientowana na proces?
- Czy technologia może zostać wykorzystana do produkcji lub testowania wyrobów rynkowych lub jako narzędzie/metoda wspomagająca rozwój innych produktów?
- Jakie jest zapotrzebowanie na technologię, jakie są jej potencjalne zastosowania w konkretnych wyrobach, czy technologia może usprawnić inny proces lub wyrób, jak duże są te potrzeby?
- Jakie są zalety techniczne technologii a jakie jej wady?
- Jakie jest ryzyko techniczne dalszego rozwoju technologii?
- Co wiadomo o prawach własności intelektualnej, jakie informacje o technologii były publikowane lub publicznie prezentowane (przed zgłoszeniem patentowym)?
- Czy istnieją kwestie prawne związane z technologią np. środowiskowe?
- Czy to jest potencjalny produkt (wyrób), czy nabywca technologii będzie w stanie wyprodukować i sprzedać produkt na niej oparty?
- Jaki jest przewidywany rynek dla tej technologii lub produktu?
- Czy technologia spełnia rzeczywiste wymagania klienta?
- Czy postęp naukowo-techniczny może wyeliminować/ograniczyć potrzeby na technologię (ryzyko ze strony tzw. technologii alternatywnych)?
- Czy ta technologia ma przyszłość w innym sektorze, jakie są tam szanse rynkowe?
- Jeżeli rynek jest wystarczająco duży, jaką część tego rynku może zdobyć ta technologia lub oparty na niej produkt, jakie są kanały wejścia na ten rynek?
- Jakie jest teoretycznie maksymalna wielkość tych rynków?
- Czy i jakie istnieją technologie konkurencyjne?
- Jakie inne technologie są rozwijane (lub mogą być), które mogą mieć wpływ rozmiar rynku i jakie to będzie miało znaczenie dla ocenianej technologii?
- Jakie inne firmy działają na tym rynku?
- Czy istnieją potencjalni partnerzy, którzy posiadają wystarczające potrzeby i możliwości, aby uczestniczyć z nami w dalszym rozwoju technologii?
- Czy nabywca (jednostka pośrednicząca w transferze) jest w stanie dostarczyć technologię na rynek, w jakim czasie, kto jeszcze będzie w to zaangażowany?
- Czy nabywca technologii jest w stanie wytwarzać wystarczające ilości wyrobów w przystępnej (konkurencyjnej) cenie?

Istnieje bogata literatura na temat narzędzi (metod) zarządzania strategicznego technologiami [8-10]. Wśród nich szczególne miejsce zajmują modele analizy strategicznej. Powstały one w latach 1960-1970-tych z dwóch przyczyn [11, s. 124], a mianowicie „potrzeby dostarczenia podstaw pojęciowych i odpowiednich narzędzi służących do racjonalizowania decyzji strategicznych oraz potrzeby dostarczenia metody umożliwiającej porównywanie, według jednolitych kryteriów, różnych dziedzin działalności przedsiębiorstwa i zarządzanie portfelem tych dziedzin”. Wśród nich najważniejsze dla naszych celów będą modele analizy portfelowej wykorzystujące tzw. macierze strategiczne. Szczególnym ich przypadkiem, istotnym z punktu widzenia potrzeb niniejszej publikacji są macierze technologiczne (technologii). Rys. 1 przedstawia przykład modelu analizy portfelowej technologii opracowany w firmie konsultingowej A.D. Little.



Rys. 1. Przykład zastosowania macierzy A.D. Little  
Źródło: [4], cyt. za [12]

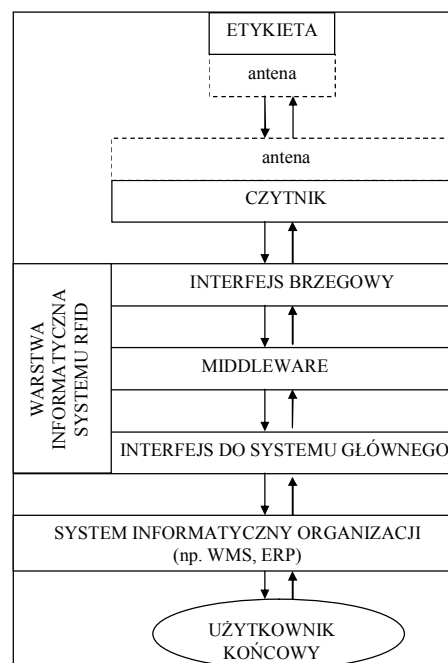
W zależności od przyjętych celów i kryteriów oceny technologii istnieje wiele strategicznych macierzy technologii. W pracy [10] jest mowa o ponad 850 ! znanych macierzach technologii. W związku z czym istotnym wydają się pytania: jak znaleźć odpowiednią metodę?, jak ocenić jej przydatność i jakość uzyskiwanych wyników?, jak zastosować określoną metodę w praktyce?, jak zintegrować (połączyć) metodę z innymi narzędziami, procesami i systemami zarządzania?.

W dalszej części przedstawiony zostanie przykład użycia macierzy technologicznej Pfeiffera ([13], cyt. za [14]) do oceny strategicznej technologii RFID.

### 3. RFID w logistyce przedsiębiorstw

#### 3.1. Zasady działania i standardy

„RFID to akronim od ‘Radio Frequency Identification’, co oznacza bezprzewodową technologię komunikacji stosowaną do identyfikacji unikalnie oznaczonych obiektów (również ludzi)” [15] (tłum. B.Gładysz). Z uwagi na możliwość zastąpienia kodów kreskowych technologią ta jest często nazywana „radiowymi kodami kreskowymi”, co jest zbytnim uproszczeniem. RFID to nie tylko „szybsze” kody kreskowe, ale technologia, która umożliwia nowe sposoby realizacji procesów. Wg Kevina Ashtona, współza-



Rys. 2. Schemat zasady działania RFID  
Źródło: [15]

łożyciela Auto-ID Center w MIT i twórcy pojęcia „Internetu rzeczy”: „Nazywanie RFID radiowym kodem kreskowym jest jak nazywanie samochodu zmechanizowanym koniem” (cyt. za [17]).

RFID jest technologią rozwijającą się, ale w niektórych sektorach staje się technologią kluczową (duży potencjał konkurencyjny, coraz lepiej znana). Duże przedsiębiorstwa dostrzegają zalety tej technologii i wymuszają na swoich partnerach jej stosowanie tak jak w przypadku sieci Wal-Mart, czy Metro [18-20]. Więcej na temat zasad działania technologii RFID i infrastruktury można znaleźć w [15,21-23].

### 3.2. Przypadki użycia

Znanych jest wiele zastosowań RFID. Podstawowe obszary możliwych aplikacji RFID opisano w postaci modelu referencyjnego w pracy [24]. Tab. 1 zawiera wykaz przykładowych możliwości wykorzystania RFID w różnych dziedzinach działalności człowieka. Studia przypadków wdrożeń RFID w różnych obszarach można znaleźć m.in. w [18-20,25-31], zaś rozwój rynków technologii RFID w Polsce przedstawiono w [32].

Tab. 1. Przykładowe obszary zastosowania RFID

| Obszar         | Zastosowanie  |
|----------------|---|
| Produkcja      | Sledzenie partii produkcyjnych; uzyskiwanie informacji o robotach w toku, kontrola zapasów w toku i stanu realizacji zleceń produkcyjnych                     |
| Magazy-nowanie | Automatyczne sledzenie stanów magazynowych; dokładniejsze informacje o stanach magazynowych aktualizowane na bieżąco, szybszy dostęp do zapasów magazynowych  |
| Wysyłki        | Automatyczna identyfikacja pożądaných towarów; mniej błędów w konfekcjonowaniu; krótszy czas przygotowania wysyłki, krótszy czas dostarczenia do klienta      |
| Trans-port     | Sledzenie ładunków; dokładniejsze informacje o lokalizacji transportu, kontrola stanu realizacji zlecenia, zabezpieczenie przed kradzieżą; integracja GSM/GPS |
| Pozosta-łe     | np. sprzedaż, gospodarka odpadami, szpitale (leki i pacjenci), środki trwałe, banki, parkingi, lotniska, biblioteki i in.                                     |

Zródło: opracowanie własne na podstawie [33]

### 3.3. Ocena strategiczna RFID

Technologia RFID znajduje się wciąż we wczesnej fazie swojego cyklu życia. Jednocześnie nakłady na wdrożenie są znaczne, co przy oczekiwanych przez organizacje korzyściach powoduje konieczność prowadzenia szczegółowych analiz związanych z wykonalnością i opłacalnością oraz projektowaniem wdrożenia RFID. W literaturze przedmiotu można znaleźć liczne opracowania dotyczące analiz związanych z wdrożeniem RFID, m.in. [34-42] Autorzy nie znaleźli w literaturze przedmiotu odpowiedzi na pytania na poziomie strategicznym, które zadają sobie organizacje zanim przejdą do bardziej szczegółowych analiz biorących pod uwagę konkretne rozwiązania. Te pytania można sformułować w następujący sposób: „czy rozpatrywać wdrożenie RFID?”, „czy RFID jest technologią, która powinna znaleźć się w portfelu technologii organizacji?”. W ten sposób postawione pytania określają wprost zakres stosowalności metody do przedsiębiorstw, w których portfelu RFID dotychczas się nie znajduje i stanowią pierwszy etap metodyki analiz związanych z oceną zasadności wdrożenia RFID, której kolejne etapy są przedstawione w tab. 2.

Tab. 2. Proponowane podejście do analiz związanych z wdrożeniem RFID

| Krok metodyki                   | Opis kroku w postaci pytań badawczych  |
|---------------------------------|--|
| 1. poziom strategiczny          | s1/ „czy wdrażać RFID?”  |
| 2. poziom taktyczny             | t1/ „które procesy wybrać do usprawniania?<br>t2/ „w których procesach zastosować technologię RFID?”   |
| 3. poziom operacyjny            | o1/ „jak kreować nowe sposoby realizacji procesów dzięki RFID?”<br>o2/ „jak zmienić istniejące procesy w oparciu o RFID?”<br>o3/ „w jakich operacjach wykorzystać technologię RFID?” |
| 4. poziom weryfikacji rozwiązań | w1/ „jak ocenić wydajność procesów po zmianach oraz wpływ zmian na wydajność całego systemu?”<br>w2/ „jaki jest wpływ poprawy wydajności na ocenę ich efektywności ekonomicznej?”    |

Źródło: B.Gładysz

Aby odpowiedzieć na tak sformułowane pytania należy sięgnąć do podstawowych metod zarządzania technologiami tj. audytu technologicznego oraz metod portfelowych. Autorzy proponują wykorzystanie jednej z metod portfelowych szeroko stosowanej w zarządzaniu technologiami tj. macierzy Pfeiffera opisanej m.in. w [13], cyt. za [14]. Macierz Pfeiffera zostanie wykorzystana dla oceny strategicznej celowości wdrożenia RFID. Autorzy [43] wskazują szczególną przydatność tej metody dla oceny nowych technologii. W macierzy tej należy poddać ocenie 2 atrybuty technologii: atrakcyjność technologii i siłę zasobów, co w szczegółach zobrazowano na rys. 3. Obydwa główne atrybuty w macierzy Pfeiffera podlegać będą ocenie w skali od 0 do 1 poprzez analogię do pojęcia skuteczności. Oceny atrakcyjności technologii i siły zasobów (OAT i OSZ) są zdefiniowane jako liczby rzeczywiste. Na podstawie ocen OAT i OSZ podejmowana jest strategiczna decyzja dotycząca celowości wdrożenia technologii RFID (por. tab. 3 i rys. 3).

Tab. 3. Rekomendacje działań wobec oceny strategicznej RFID wg macierzy Pfeiffera

| Warunek  | Rekomendacja  |
|--|---|
| $OAT \geq -OSZ + 1\frac{1}{3}$                         | <b>inwestować</b> w dalsze prace związane z wdrożeniem RFID w procesach logistycznych firmy   |
| $-OSZ + \frac{2}{3} \leq OAT \leq -OSZ + 1\frac{1}{3}$ | <b>monitorować</b> technologię RFID i wrócić do niej, gdy pojawią się nowe okoliczności oceny |
| $OAT \leq -OSZ + \frac{2}{3}$                          | RFID <b>nie jest istotne</b> z punktu widzenia strategii przedsiębiorstwa                     |

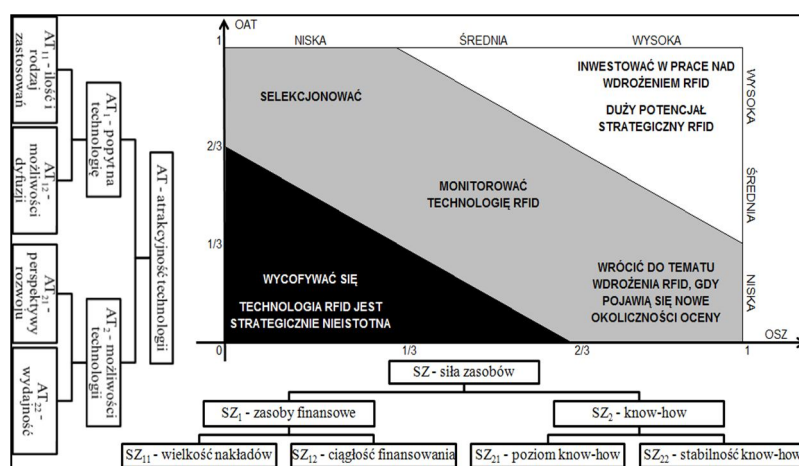
Źródło: B.Gładysz

Technologia RFID zostanie poddana wspólnej ocenie przez co najmniej 2 ekspertów. Będzie to ekspert z przedsiębiorstwa, pracownik (lub pracownicy) odpowiedzialny za procesy logistyczne w obszarach takich jak magazynowanie, produkcja, dystrybucja, remonty, kontrola jakości itp., oraz eksperta zewnętrznego, będzie to konsultant zajmujący się wdrożeniami technologii RFID oraz analizą procesów biznesowych.

Ocenie poddano każde z 8 kryteriów szczegółowych zgodnie z przyjętą hierarchią (por. rys. 3). Przygotowano szczegółowy kwestionariusz z 57 pytaniami dotyczącymi kryteriów oceny. Pytania te służą jako wytyczne w celu przydzielenia ocen. Kwestionariusz opracowano dla oceny RFID w łańcuchu dostaw przedsiębiorstwa produkcyjnego. Następnie oceny zostały zagregowane dla kryteriów związanych z atrakcyjnością technologii oraz osobno dla kryteriów związanych z siłą zasobów. Zagregowane oceny wyznaczają pozycję RFID w macierzy Pfeiffera. Z uwagi na niewielką liczbę ocenianych kryteriów oraz ich



zasadnicze i równoważne znaczenie dla odpowiedzi na pytanie s1 przyjęte zostaną równe wagi dla każdego kryterium. Istnieje możliwość modyfikacji metody w przypadku, gdy lista, hierarchia i waga wskazanych kryteriów cząstkowych nie odpowiada sytuacji przedsiębiorstwa. Do oceny wykorzystano pięciostopniową skalę lingwistyczną (por. tab. 4). Oceny reprezentowane są przez trójkątne liczby rozmyte o funkcji przynależności klasy t (por. tab. 4). Więcej na temat liczb rozmytych można znaleźć w [44,45]. Dla każdego kryterium przygotowano wytyczne przydzielania oceny (por. tab. 5).



Rys. 3. Macierz technologii wg Pfeiffera wraz z hierarchią kryteriów i rekomendacjami  
Źródło: B. Gładysz na podstawie [30]

Tab. 4. Reprezentacja skali lingwistycznej w postaci trójkątnych liczb rozmytych

| ocena lingwistyczna                | bardzo niska<br>BN | niska<br>N   | średnia<br>Ś    | wysoka<br>W  | bardzo wysoka<br>BW |
|------------------------------------|--------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------|
| liczba rozmyta trójkątna (l; m; u) | 0; 0; 0,25         | 0; 0,25; 0,5 | 0,25; 0,5; 0,75 | 0,5; 0,75; 1 | 0,75; 1; 1          |

Źródło: B. Gładysz

Tab. 5. Wytyczne przydzielania ocen lingwistycznych kryteriom na przykładzie AT<sub>11</sub>

| BN  | N   | Ś   | W   | BW  |
|---|-----|-----|-----|---|
| brak znanych rozwiązań w firmach z branży lub interesariuszy firmy, brak zastosowań w obszarach krytycznych dla firmy, konieczność opracowywania całkiem nowych rozwiązań | ... | ... | ... | zastosowania u liderów branży, jak i u interesariuszy firmy, którzy opierają swoje przewagi na RFID, rozwiązania posiadające cechy uniwersalności, istnieją gotowe rozwiązania wymagające niewielkich modyfikacji |

Źródło: B. Gładysz

Zarówno dla siły zasobów, jak i atrakcyjności technologii zagregowana ocena jest średnią arytmetyczną ocen cząstkowych. Uzyskane oceny AT i SZ (por. wzór (1)) są również trójkątnymi liczbami rozmytymi. W celu naniesienia ich na macierz Pfeiffera są one wystrzane zgodnie z formułą Yagera (por. wzór (2)). Wykorzystanie innych formuł wystrzania nie prowadzi do uzyskania znaczących różnic w wynikach. W ten sposób uzyskuje się ostre oceny atrakcyjności technologii i siły zasobów odpowiednio oznaczone OAT i OSZ.

$$AT = (AT_{11} + AT_{12} + AT_{21} + AT_{22}) \div 4; \quad SZ = (SZ_{11} + SZ_{12} + SZ_{21} + SZ_{22}) \div 4 \quad (1)$$

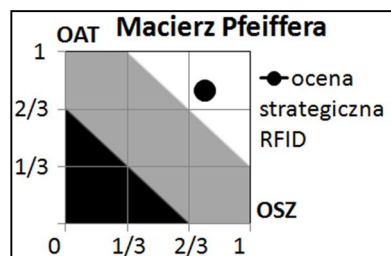
$$WARTOŚĆ\_OSTRA = (l + 2m + u) \div 4 \quad (2)$$

Tab. 6. Wyniki oceny strategicznej RFID w przedsiębiorstwie produkcyjnym

| Ocena Kryterium  | BN | N | Ś | W | BW | Średnia ocena rozmyta (l; m; u) | Ocena ostra |
|------------------|----|---|---|---|----|---------------------------------|-------------|
| AT <sub>11</sub> |    |   |   |   |    | (0,38; 0,63; 0,88)              | <b>0,78</b> |
| AT <sub>12</sub> |    |   |   |   |    |                                 |             |
| AT <sub>21</sub> |    |   |   |   |    | (0,75; 1; 1)                    |             |
| AT <sub>22</sub> |    |   |   |   |    |                                 |             |
| SZ <sub>11</sub> |    |   |   |   |    | (0,5; 0,75; 1)                  | <b>0,75</b> |
| SZ <sub>12</sub> |    |   |   |   |    |                                 |             |
| SZ <sub>21</sub> |    |   |   |   |    | (0,5; 0,75; 1)                  |             |
| SZ <sub>22</sub> |    |   |   |   |    |                                 |             |

Źródło: B.Gładysz

Dane z wywiadu kwestionariuszowego dla przedsiębiorstwa produkującego soczewki wewnątrzgałkowe (IOL – ang. intraocular lenses) wraz z kalkulacjami ocen atrakcyjności technologii i siły zasobów przedstawia tab. 6 oraz rys. 4. Wyniki przeprowadzonego badania (por. rys. 4) wskazują, że technologia RFID powinna zostać poddana dalszym analizom z uwagi na możliwość jej wykorzystania w łańcuchu dostaw badanego przedsiębiorstwa (por. tab. 2).



Rys. 4. Macierz Pfeiffera dla RFID

Źródło: B.Gładysz

#### 4. Wnioski

Proponowane podejście stanowi część badań prowadzonych przez Bartłomieja Gładysza w ramach rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Zastosowanie identyfikacji radiowej w przedsiębiorstwach produkcyjnych” wykonywanej pod opieką naukową prof. Krzysztofa Santarka w Instytucie Organizacji Systemów Produkcyjnych Politechniki Warszawskiej. Kolejne etapy badań dotyczyć będą oceny technologii RFID na poziomie taktycznym, operacyjnym oraz weryfikacji rozwiązań projektowych (por. tab. 2).

Zakres stosowalności przedstawionego podejścia obejmuje łańcuch dostaw (zarówno wewnętrzny jak i zewnętrzny) przedsiębiorstw produkcyjnych, które w swoim portfelu technologii nie posiadają jeszcze RFID. Powyższe podejście, po niewielkiej modyfikacji, można również stosować w przedsiębiorstwach innych niż produkcyjne.

Autorzy przedstawili możliwość wykorzystania jednej z metod portfelowych zarządzania technologiami w odniesieniu do technologii RFID wspomagającej zarządzanie łańcuchem dostaw przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zaprezentowane podejście zweryfikowano w oparciu o studium przypadku. Jest ono łatwe w aplikacji i elastyczne. Wymaga jednak przeprowadzenia szczegółowych wywiadów, co implikuje istotne zaangażowanie w analizy (przede wszystkim jako źródło danych) kadry kierowniczej średniego i wyższego szczebla.

#### Literatura

1. Szymczak M.: Słownik języka polskiego, PWN, Warszawa 1978-1981.
2. Kaczorowski B. (red.): Słownik wyrazów obcych. PWN, Warszawa 2001.

3. Schumpeter J.: *Teoria rozwoju gospodarczego*, PWE, Warszawa 1960.
4. Santarek K. (red.), Bagiński J., Buczacki A., Sobczak D., Szerenos A.: *Transfer technologii z uczelni do biznesu. Tworzenie mechanizmów transferu technologii*, PARP, Warszawa 2008.
5. Wikipedia, *The Free Encyclopedia: Radio-frequency identification*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification), dostęp: 31.12.2013.
6. White M.A., Bruton G.D.: *The Management of Technology and Innovation: A Strategic Approach*, Thomson South-Western, Mason OH, 2007.
7. Cetindamar D., Phaal R., Probert D.: Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*, 29, 4, 2009, ss. 237-246.
8. Brady T., Rush H.: Tools for technology management: an academic perspective. *Technovation*, 17, 8, 1997, ss. 417-426.
9. Hidalgo A., Albors J.: Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. *R&D Management*, 38, 2, 2008, ss. 113-127.
10. Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R.: Technology management tools: concept, development and application. *Technovation*, 26, 3, 2006, ss. 336-344.
11. *Strategor: Zarządzanie firmą*. PWE, Warszawa 1995.
12. Materiały firmy A.D.Little dla programu PHARE SCI-Tech, FNP, Warszawa 1997.
13. Pfeiffer W., Metze G., Schneider W., Amler R.: *Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1991.
14. Pleschak F., Sabisch H.: *Innovationsmanagement*. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1996.
15. Hunt V.D., Puglia A., Puglia M.: *RFID – a guide to radio frequency identification*. John Wiley & Sons, Hoboken NJ, 2007.
16. Gładysz B.: *Analiza systemów identyfikacji obiektów w łańcuchach logistycznych*. Praca statutowa IOSP WIP PW, Warszawa 2007.
17. Roberti M.: What Is RFID?. *RFID Journal*, 12.09.2011, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?8764/>, dostęp: 3.01.2014.
18. Hardgrave B.C., Armstrong D., Riemenschneider C.: RFID Assimilation Hierarchy. *HICCS*, Waikoloa HI, 2007, ss. 224b, doi: 10.1109/HICSS.2007.469.
19. Hardgrave B.C., Waller M., Miller R.: RFID's Impact on Out of Stocks: A Sales Velocity Analysis. *ITRI UARK*, Fayetteville AR, 2006.
20. Hardgrave B.C., Aloysius J., Goyala S.: Does RFID Reduce Out of Stocks? A Preliminary Analysis. *Int. J. of RF Technologies*, 1, 1, 2009, ss. 44-56.
21. Banks J., Hanny D., Pachano M.A., Thompson L.G.: *RFID applied*. John Wiley & Sons, Hoboken NJ, 2007.
22. Sweeney P. J.: *RFID for dummies*. Wiley Publishing, Indianapolis IN, 2010.
23. Finkenzeller K.: *RFID Handbook*. John Wiley & Sons, New York NY 2010.
24. Gampl B., Robeck M., Clasen M.: *The RFID Reference Model*. GIL Jahrestagung, 2008, ss. 55-58.
25. Fitowski K., Jankowski H., Krzak Ł., Stankiewicz J., Szczurkowski M., Warzecha M., Worek C.: *System identyfikacji elementów maszyn górniczych z wykorzystaniem technologii RFID*. PWT, Poznań 2005.
26. Chrobak P.: *Zastosowanie technologii RFID i EPC w systemach globalnej identyfikacji [w:] Współczesne aspekty informatyzacji tom II*, SGH, Warszawa 2010.
27. IdTechEx: Knowledgebase. [www.idtechex.com/knowledgebase/](http://www.idtechex.com/knowledgebase/), dostęp 31.12.2013.

28. 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.*, 33, 2, 2013, ss. 367-377.
29. Li S., Godon D., Visich J.K.: An exploratory study of RFID implementation in the supply chain. *Manage. Research Review*, 33, 10, 2010, ss. 1005-1015.
30. Yao W., Chu C.-H., Li Z.: The Adoption and Implementation of RFID Technologies in Healthcare: A Literature Review. *J. of Medical Syst.*, 36, 6, 2012, ss. 3507-3525.
31. Zhang Y., Jiang P., Huang G.: RFID-based smart Kanbans for Just-In-Time manufacturing. *Int. J. of Materials and Product Technology*, 33, 1, 2008, ss. 170-184.
32. Gładysz B.: Przegląd rynków technologii RFID w Polsce. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, 7, 2012, ss. 32-41.
33. Gładysz B., Kula I.A.: Zastosowanie technologii RFID w łańcuchach logistycznych. *Młodzi naukowcy wobec wyzwań współczesnej techniki (mat. konf.)*, Warszawa, 2007.
34. Becker J., Vilkov L.W.B., Winkelmann A.: A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. *Int. J. of Prod. Econ.*, 127, 2, , 2010, ss. 358-371.
35. Bottani E., Volpi A.: A SCOR-model based methodology to assess potential impact of RFID technology on logistic processes. *RIRL*, Pontremoli (MS, Włochy), 2006.
36. Bottani E., Rizzi A.: Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain. *Int. J. of Prod. Econ.*, 112, 2, 2008, ss. 548-569.
37. Brintrup A., Roberts P., Astle M.: Methodology for manufacturing process analysis for RFID implementation. *BRIDGE*, 2008.
38. Dai H., Tseng M.M.: The impacts of RFID implementation on reducing inventory inaccuracy in a multi-stage supply chain. *Int. J. of Prod. Econ.*, 139, 2, 2012, ss. 634-641.
39. Lee I., Lee B.-C.: An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach. *Int. J. of Prod. Econ.*, 125, 2, 2010, ss. 313-323.
40. Ugazio E., Pigni F.: *Measuring RFID Benefits in the Supply Chain. Information Systems: People, Organizations, Institutions, and Technologies*, Berlin Heidelberg, Springer Physica, 2010, ss. 469-476.
41. Ustundag A., Tanyas M.: The impacts of Radio Frequency Identification (RFID) technology on supply chain costs. *Transportation Research Part E*, 45, 1, 2009, ss. 29-38.
42. Zelbst P.J., Green K.W., Sower V.E., Reyes P.M.: Impact of RFID on manufacturing effectiveness and efficiency. *Int. J. of Oper. & Prod. Manage.*, 32, 3, 2012, ss. 329-350.
43. Eversheim W. (red.): *Innovation Management for Technical Products*. Springer, Aachen, 2009, ss. 175-188.
44. Zadeh L.: Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 3, 1965, ss. 338-353.
45. Zimmermann H.: *Fuzzy sets theory and its applications*. Kluwer, Boston MA, 2001.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Santarek

Mgr inż. Bartłomiej Gładysz

Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych, Wydział Inżynierii Produkcji

Politechnika Warszawska

02-523 Warszawa, ul. Narbutta 85

tel./fax: (0-22) 234 81 23 / (0-22) 849 93 90

e-mail: k.santarek@wip.pw.edu.pl

b.gladysz@wip.pw.edu.pl