

KOCOT Klaudia¹
ŁAZAROWICZ Olga²
WITKOWSKI Paweł³

Wykorzystanie technologii RFID w budowaniu przewagi konkurencyjnej

RFID,
optymalizacja łańcucha dostaw,
budowanie przewagi konkurencyjnej

Streszczenie

W niniejszym artykule została przedstawiona problematyka technologii automatycznej identyfikacji za pomocą fal radiowych. Jej rola w zarządzaniu łańcuchem dostaw i wpływ na budowanie pozytywnych relacji z klientami. Autorzy przeanalizowali wady i zalety stosowania systemu RFID w przedsiębiorstwie. W części końcowej zostały zaprezentowane wnioski.

USE RFID TECHNOLOGY TO BUILD COMPETITIVE ADVANTAGE

Abstract

In this article are presenting the issue of automatic identification technologies using radio waves. Its meaning in supply chain management and the impact on building positive relationship with customers. Authors analyzed the pros and cons of RFID in the enterprise. In the final part are presenting conclusions.

1. WSTĘP

Ważnym aspektem w budowaniu przewagi konkurencyjnej firmy jest wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań i nowych technologii. W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania przedsiębiorstw wdrażaniem RFID- systemu automatycznej identyfikacji za pomocą fal radiowych. Jest ona jedną z najbardziej atrakcyjnych metod, jakie dają szansę na poprawienie efektywności przepływu towarów w łańcuchu dostaw. Jest to możliwe, ponieważ system umożliwia większą kontrolę nad położeniem towaru w danym miejscu i czasie. Począwszy od miejsca w magazynie, poprzez proces produkcji po dostawę. Dane tego typu pozwalają na zoptymalizowanie działań logistycznych, których efektem są m. in.: korzyści ekonomiczne dla przedsiębiorstwa.

Komercyjne zastosowanie RFID sięga ponad 50 lat wstecz jednakże cały czas można mówić, że jest to koncepcja stosunkowo nowa i mało rozpowszechniona [7]. Jedni doszukują się powodów w wysokich cenach etykiet RFID, inni w braku standaryzacji tej technologii. Jednak jedno jest pewne, wprowadzenie RFID na skalę krajową, europejską daje możliwość śledzenia towaru w łańcuchu dostaw na poziomie dotąd niespotykanym.

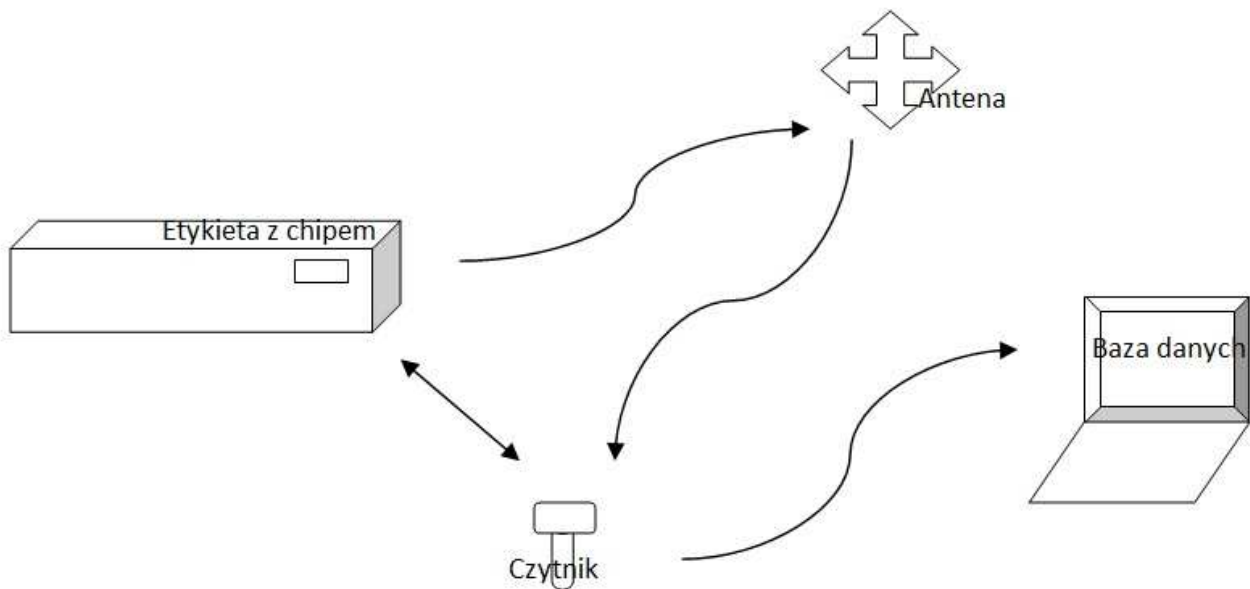
2. ZASADY DZIAŁANIA RFID

RFID to system automatycznej identyfikacji, który rozpoznaje przedmioty i gromadzi otrzymane o nich dane. Składa się on w uproszczonej formie z tagów, anteny, czytników i systemu komputerowego (rys. 1). W tagach, inaczej nazywanych transponderami, umieszczane są mikrochipy zawierające dane o wskazanym przedmiocie, palecie czy grupie produktów [8]. W celu uzyskania potrzebnych informacji należy zeskanować odpowiedni tag. Odbywa się to za pomocą czytników, które nie muszą być w fizycznym kontakcie z etykietą, skanowanie odbywa się zdalnie. Czytnik wysyła sygnał radiowy, a chip znajdujący się na danej etykietce wysyła dane za pomocą fali radiowej, które następnie przetwarzane są na dane cyfrowe i tak docierają do systemu komputerowego, gdzie mogą być gromadzone oraz przetwarzane. Czytnik może odczytywać powierzchnię tagów jeżeli są one dostrojone do tej samej częstotliwości. Najczęściej wykorzystywanymi do tego celu częstotliwościami są: niskie (LF), wysokie (HF), i ultra wysokie (UHF)[4].

¹Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, 41- 300 Dąbrowa Górnicza, ul. Ciepłaka 1c. Tel: +48/32/ 262 03 07, Fax: +48/32/ 295 93 44, mail: klaudiakocot224@gmail.com

² Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, 41- 300 Dąbrowa Górnicza, ul. Ciepłaka 1c. Tel: +48/32/ 262 03 07, Fax: +48/32/ 295 93 44, mail: olgalazarowicz@gmail.com

³ Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, 41- 300 Dąbrowa Górnicza, ul. Ciepłaka 1c. Tel: +48/32/ 262 03 07, Fax: +48/32/ 295 93 44, mail: pwitkowski89@gmail.com



Rys.1. Schemat działania systemu RFID w magazynie (opracowanie własne)

3. ZALETY I WADY STOSOWANIA RFID

W porównaniu do standardowych kodów kreskowych, technologia RFID posiada więcej zalet. Między innymi umożliwiają nadanie każdej sztuce produktu unikalnego numeru, a wymiana informacji następuje z odległości nawet do 100 metrów. Jest to największa przewaga identyfikacji drogą radiową. Czytnik oraz tag nie muszą się „widzieć”. Odczyt pojawia się natychmiast, gdy tylko etykieta znajdzie się w zasięgu anteny nadawczo – odbiorczej. Jednocześnie może być „czytanych” wiele tagów, podczas gdy czytnik kodów kreskowych odczytuje tylko kod, na który został nakierowany. Etykiety RFID doskonale sprawdzają się w miejscach, gdzie optyczne skanery nie będą miały dostępu lub odczyt będzie znacznie utrudniony, np. w środowiskach przemysłowych (zakłócenia spowodowane występowaniem smaru, oparów) [3]. Mimo, że technologie RFID są jednymi z najszybciej rozwijających się technikami automatycznej identyfikacji to wciąż nie są dopracowane w najwyższym stopniu, a cena urządzeń i pozostałych materiałów w dalszym ciągu pozostaje wysoka. Dla porównania: tradycyjna etykieta z nadrukowanym kodem kreskowym kosztuje kilka groszy, natomiast koszty etykiety RFID wynoszą średnio od 0,5 do 1 euro. Zestawienie cech kodów kreskowych i RFID przedstawia tabela nr. 1. Rozwój technologii RFID pozostaje tematem poddawanych ciągłym dyskusjom. Wykorzystywane identyfikatory wzbudzają spore kontrowersje, istnieje obawa związana z naruszeniem prywatności oraz bezpieczeństwa publicznego. RFID wykorzystywane w sposób niewłaściwy zagraża prywatności konsumentów, zwłaszcza łatwość z jaką można namierzyć lub czytać dane z nośnika.

Niewątpliwą zaletą systemu automatycznej identyfikacji jest wszechstronność użycia. Kształt tagu można dopasować do rodzaju materiału, który należy oznaczyć np. nalepki, zawieszki, kolczyki. Powiększa to zakres zasobów, które mogą zostać włączone do systemu kontroli zarówno wewnątrz firmy, jak i w całym łańcuchu dostaw. Prostota działania systemu oraz poprawa na poziomie organizacyjnym w firmie spowodowały, że głównymi inicjatorami rozwoju technologii RFID są wielkie sieci handlowe, producenci towarów i organizacje rządowe. Na rynku powstało wiele przedsiębiorstw zajmujących się sprzedażą odpowiedniego oprogramowania, bramek, czytników, drukarek do kodów kreskowych oraz innych akcesoriów związanych z etykietowaniem produktów. Prawie wszystkie korzystają z technologii RFID. Można je zastosować praktycznie wszędzie, gdzie potrzebny jest szybki i niezawodny system namierzania i identyfikacji przedmiotów a zwłaszcza tam, gdzie ilość i przepływ produktów jest ciężki do pomiaru innymi sposobami. Równie dobrze sprawdza się podczas znakowania zwierząt (Hitag) jak i w bibliotekach (Icode). Są chętnie stosowane, ponieważ znacznie wpływają na obniżenie kosztów oraz skutkują zmniejszeniem błędów podczas działań logistycznych. Technologie RFID pomagają opanować dotychczas trudne do kontroli przedmioty, tj. palety, kegi [6].

Duża ilość ułatwień, jakie dają systemy oparte na technologiach RFID, spowodowała powstanie organizacji standaryzujących takich jak EPC-GLOBAL. Jest to organizacja non profit mająca na celu komercjalizację i adaptację w skali globalnej technologii opartej na Elektronicznym Kodzie Produktu EPC. Łączy ona dwie technologie: RFID oraz Internet. Identyfikacja następuje poprzez częstotliwość radiową, natomiast Internet umożliwia „widoczność” jednostki zaopatrzonej w tag EPC w chwili obecnej w całym łańcuchu dostaw [12].

Tab. 1. Porównanie cech kodów kreskowych i RFID

	Kod kreskowy	RFID
Metoda odczytu	Czytnik laserowy, zbierający odbite światło z jasnych miejsc kodu poprzez fotoide, które następnie tłumaczone jest na cyfry i znaki przesyłane do komputera	Technologia radiowa (najczęściej o częstotliwości 150 KHz) w której czytnik za pomocą anteny nadajnika wytwarza zmienne fale elektromagnetyczną, podczas gdy ta sama lub druga antena odbiera fale elektromagnetyczne, które są następnie filtrowane i dekodowane, tak by odczytać odpowiedzi znaczników.
Zasięg odczytu	Do kilku cm	Od kilku cm do kilku m
Odczyt wielu etykiet naraz	Niemożliwy	Możliwy odczyt wszystkich etykiet w zasięgu czytnika
Konstrukcja	Graficzna reprezentacja informacji poprzez kombinację ciemnych i jasnych elementów, ustaloną według symboliki (reguł opisujących budowę kodu, np. jego wymiary, zbiór kodowanych znaków, algorytm obliczania cyfry kontrolnej i inne) danego kodu	Układ czytnika: - nadajnik - odbiornik - dekodery - antena nadawczo-odbiorcza (bądź 2 anteny, nadawcza i odbiorcza) Układ etykiet (transponderów): - układ scalony o rozmiarze 0,4 x 0,4mm o zasilaniu pasywnym - antena
Podział	<ul style="list-style-type: none"> - Podział wg wymiarowości kodu - Podział wg szerokości kresów - Podział wg kodowanych symboli - Podział wg ciągłości kodu - Podział wg ilości znaków - Podział wg metody weryfikacji danych 	Standardy realizacji RFID: - Tiris - Unique - Q5 - Hitag - Mifare - Icode
Organizacje standaryzujące	- GS1	- EPCglobal - Association for Automatic Identification and Data Capture Technologies - Auto-ID Labs

Bibliografia [10, 11, 13, 14, 15]

Oprócz wielu zalet należy także zwrócić uwagę na wady nowej technologii. Wprowadzenie RFID wiąże się z wysokimi kosztami. Etykiety są nawet dziesięciokrotnie droższe od tradycyjnych kodów kreskowych. Dodatkowo przy wprowadzeniu RF trzeba wprowadzić system operacyjny, co zawsze wiąże się z dużymi nakładami finansowymi oraz jest dosyć czasochłonne. Przedsiębiorcy, którzy wprowadzili w swoich firmach niedawno sposób identyfikacji za pomocą kodów kreskowych również niechętnie narażali by się na koszty wprowadzenia nowego rozwiązania zaraz po niedługim okresie funkcjonowania poprzedniego. Niechęć budzi również możliwość wnikliwej kontroli pracowników, dla zarządzających jest to ułatwienie, wiedza na temat „najsłabszych ogniw” w przedsiębiorstwie będzie niezaprzeczalna ponieważ potwierdzi to baza danych. Trzeba pamiętać o zdroworozsądkowym podejściu i odpowiednim wykorzystaniu RFID do rozwoju firmy. Dużym krokiem w przód będzie na pewno wprowadzenie systemu RF na skalę krajową, ponieważ pojedyncze wprowadzenia nie dadzą takich samych efektów jak na większą skalę.

4. MAGAZYNOWANIE Z RFID

Obecnie niewyobrażalne jest funkcjonowanie magazynów bez użycia systemu Auto ID czyli automatycznej identyfikacji. Każdy towar znajdujący się w zasięgu składowania danego magazynu jest w jakiś sposób identyfikowany, ułatwia to obrót towarami, ich kontrolę, wydawanie, przepływ w magazynie. System RFID można wykorzystać w każdym rodzaju prac magazynowych, zarówno przy operacjach przyjęcia, kompletacji i inwentaryzacji.

Biorąc pod uwagę pierwszą z wymienionych operacji RFID działa następująco, gdy samochód ciężarowy z dostawą przejedzie przez odpowiednie bramki na monitorze komputera wyświetla się spis przewożonych towarów. Każde

opakowanie jest oznaczone tagiem, nadaje on sygnał i w zaledwie kilka sekund posiadany jest obraz całej dostawy. Podczas, gdy system skanuje towary, magazynier jest w stanie zająć się awizowaniem dostawy, zamówieniem czy kontrolowaniem dokumentacji przewozowej [2]. Gdy towar jest rozładowywany od razu może trafić na swoje miejsce, ponieważ system automatycznie klasyfikuje go do danej strefy składowania.

Jeżeli wszystkie towary w magazynie są oznakowane etykietą RFID, każde jego przesunięcie, wydanie z magazynu czy zniszczenie jest automatycznie zapisywane w bazie danych. Inwentaryzacja ogranicza się wtedy do wydruku raportów z danego okresu, analizy różnic jakie mogą wystąpić ze stanem faktycznym, a ze stanem w bazie danych. Jednak jeśli nie doszło do żadnych nieprawidłowości np.: kradzieży, bilans powinien być taki sam. Kontrola trwa kilka sekund, znane jest miejsce składowania danego towaru, historia operacji wydania innych, zaoszczędzony czas może być wykorzystany na inne czynności.

Technologia RF ma szczególną wartość jeżeli mowa o dużych magazynach, gdzie zlokalizowanie danej pozycji asortymentowej jest czasochłonne, co za tym idzie operacje kompletacji również trwają długo. RFID jest idealnym rozwiązaniem, aby skrócić czas poszukiwania danych towarów. Operator wózka widłowego skanując etykiety dokładnie wie co znajduje się na danej palecie lub opakowaniu, lub, dzięki pomocy programu komputerowego wie gdzie dana paleta może się znajdować.

Optymalizacja działań w tych trzech obszarach może w konsekwencji polepszyć funkcjonowanie magazynu, choćby przez samą automatyzację pewnych czynności. Analiza pozyskanych danych z monitorowania magazynu nakłania do wyciągnięcia takich wniosków jak np.: zoptymalizowanie pracy wózków widłowych, obraz pracy operatorów wózków widłowych i innych pracowników magazynu (np. czas wykonywania czynności), odpowiednie zarządzanie powierzchnią magazynową. RFID wspomaga nie tylko obsługę magazynu poprzez automatyzację procesów w nim zachodzących, ale również ułatwia samo składowanie towarów oraz kontrolę jakości. Wszystko dzięki odczytowi danych tj.: numer partii, data przydatności, temperatura przechowywania towaru, wilgotność oraz wiele innych.

5. OPTIMALIZACJA ŁAŃCUCHA DOSTAW

Firmy doskonale wiedzą, że utrzymanie konkurencyjności wymaga wprowadzania nowych rozwiązań, w celu zachowania swojej pozycji na rynku. Poszukiwanie oszczędności oraz optymalizacji wykonywanych procesów to codzienność. Nie ma przedsiębiorstwa, które w swoim funkcjonowaniu nie posiada do rozważenia aspektów logistycznych. Nierzadko na procesy te przeznaczane są znaczne nakłady finansowe. Przedsiębiorstwa starają się zatem zoptymalizować realizację poszczególnych etapów w łańcuchu dostaw, aby otrzymać oszczędności.

Jak może w tym pomóc technologia RFID? Jest kilka sposobów na wykorzystanie systemu. Jeden z nich to śledzenie wysłanej dostawy przez nadawcę oraz odbiorcę. Pozwala to na zoptymalizowanie trasy. Zlokalizowanie punktów krytycznych oraz ich usunięcie poprzez zmianę trasy lub zmianę środka transportu. Informacje udostępniane w ten sposób mogą być wykorzystane przy współpracy kontrahentów, którzy posiadają elementy zintegrowanego systemu automatycznej identyfikacji w postaci dostępu do bazy danych. Wykorzystanie tej technologii można obserwować np.: w firmach kurierskich. Gdzie RF umożliwia monitorowanie przesyłek, ale również ich ważenie i segregację [5].

Dodatkowe możliwości stwarzają tagi zaopatrzone w sensory umożliwiające monitorowanie parametrów otoczenia. Istnieje przez to możliwość obserwacji warunków w jakich transportowane są produkty spożywcze lub produkty wrażliwe na zmiany warunków w jakich następuje transport. Jest to bardzo przydatny atut gdy mowa o produktach mających mały zakres tolerancji na zmiany temperatury przechowywania, wilgotności czy ciśnienia [9]. Kolejnym aspektem przemawiającym za zastosowaniem RF jest to, iż sprawdza się on w trudnych warunkach, w których kod kreskowy nie miałby prawa bytu, ponieważ wpływ otoczenia uniemożliwia odczyt danych np.: w warunkach zapylenia, dużej wilgotności czy niskiej temperatury.

Kolejnym atutem dla jakiego warto zastosować RFID jest bezpieczeństwo dostawy. Można śledzić położenie środka transportu. Najomość lokalizacji punktów kontrolnych daje obraz, gdzie jest dostawa, a jeżeli samochód zmieni trasę lub postój będzie zbyt długi można zdefiniować zagrożenie, jakim może być kradzież lub zdarzenia losowe w postaci nieprzewidzianych komplikacji (awaria samochodu, wypadek na drodze, blokada drogi) daje to szansę na wczesne reagowanie. Istnieje wtedy możliwość usunięcia przyczyny zdarzenia, złagodzenia jego konsekwencji lub reakcje w postaci uprzedzenia odbiorcy o możliwych opóźnieniach (szczególnie ważne przy cross-dockingu i dostawach just in time). RFID poza śledzeniem samej jednostki transportowej umożliwia zabezpieczenie przed kradzieżą lub nielegalnym podszywaniem się pod dany produkt. Etykiety są trudniejsze do skopiowania niż kody kreskowe. Również dane przenoszone na tagach są bezpieczniejsze, ponieważ dostęp do nich mają tylko wyznaczone osoby. W przypadku kodów kreskowych informacje są dostępne dla każdego kto posiada odpowiedni czytnik w RF jest to o wiele trudniejsze.

Technologia RFID ma szansę poprawić przepływ w łańcuchu dostaw, ponieważ:

- stwarza możliwość odczytywania tagów bez fizycznego kontaktu z towarem,
- szybkość odczytu danych z etykiety jest większa,
- etykiety są wysokiej trwałości,
- możliwe jest umieszczanie etykiet na najbardziej niedostępnych materiałach,
- zawartość informacji w chipach jest większa niż na kodach kreskowych,
- możliwy jest obieg informacji od produkcji przez dystrybucję po klienta, dzięki zintegrowanemu systemowi informatycznemu.

6. OBSŁUGA KLIENTA

Ustalenie odpowiedniego poziomu obsługi klienta jest jedną z głównych decyzji strategicznych w przedsiębiorstwie. Generuje on bowiem zarówno koszty jak i przychody, a co za tym idzie poziom zysków. Kod postępowania wobec klienta jest swoistą wizytówką niektórych firm. Budowanie wizerunku marki często odbywa się na kreowaniu wartości firmy w oczach klienta właśnie poprzez poziom oferowanych usług ich jakość, wszystko to ma wpływ na zadowolenie konsumentów. Zadowolenie klienta owocuje lojalnością wobec marki, zdobywanie stałych klientów trudnych warunkach rynkowych może owocować utrzymaniem swojej pozycji wśród konkurencji lub stawanie się liderem w swojej branży. Pojęcie obsługi klienta jest złożone i zależne od charakteru przedsiębiorstwa. Obsługa klienta z perspektywy czynności to zdolność systemu logistycznego firmy do zaspokajania potrzeb klientów pod względem czasu, niezawodności, komunikacji i wygody [1]. Odnajdźmy RFID w każdym z wymienionych elementów obsługi klienta.

Czas, w kontekście logistyki obejmuje szybkość realizacji zamówienia. Jest to odstęp czasu pomiędzy złożeniem zamówienia, a momentem dostarczenia go do odbiorcy. Do procesu tego zaliczamy takie elementy, jak: przygotowanie zamówienia, kompletacja, przygotowanie dokumentacji przewozowej, przekazanie ładunku dostawcy, transport dostawy, dostarczenie do punktu wyładunku. Każdą z tych czynności można rozpisac na bardziej szczegółową, oraz dostosować ją do procedur panujących w danym przedsiębiorstwie, jednak patrząc na tych pięć podstawowych etapów i na opisane wyżej zastosowanie systemu RF w każdym z nich, zaoszczędzamy kilka sekund na każdej czynności co w całym procesie da znaczne efekty w postaci wyróżnienia przedsiębiorstwa wśród klientów, będziemy w stanie oferować realizowanie zamówień w krótszym czasie niż konkurencja, budować tym samym mocną pozycję na rynku.

Ważniejszą cechą od czasu dostawy, w oczach klientów jest jej niezawodność. Pod tym pojęciem należy rozumieć czas dostawy zgodny z wcześniejszymi ustaleniami oraz bezpieczeństwo dostarczanych produktów. System RF pozwala na monitorowanie środka transportu oraz samych towarów będących przedmiotem dostawy. Klienci mający świadomość na jakim etapie realizacji znajduje się ich zamówienie na pewno posiadają większe zaufanie do kontrahenta dającego im możliwość obserwacji zamówienia na tak wysokim poziomie. Doceniają również dbałość o bezpieczeństwo przewożonych towarów.

Kolejnym istotnym elementem obsługi klienta jest komunikacja. Mowa tutaj zarówno o sprawnym porozumiewaniu się podczas planowania produkcji, zarządzania zapasami i doborze podwykonawców czyli komunikacja wewnątrz firmy jak również komunikowanie się przedsiębiorstwa z kontrahentami i konsumentami. System RF umożliwia to dzięki zintegrowanemu systemowi jaki daje możliwość wprowadzania danych o produktach w znacznie szerszym znaczeniu niż kody kreskowe oraz umożliwia korzystanie z tych informacji wszystkim członkom łańcucha logistycznego. Wspomaga tym samym ich sprawną wymianę informacji jest to niezwykle ważne w budowaniu długotrwałych relacji. Następuje eliminacja nieporozumień mogących wystąpić z powodu braku danych, danych niekompletnych lub z kradzieży ważnych informacji.

Wygoda, jeżeli uda się wprowadzić system RF zarówno klienci będą mogli mówić o większej wygodzie, jaka ich spotkała podczas współpracy z firmą posiadającą taką technologię, ale również firma obsługując klientów będzie to robić w sposób szybszy bardziej niezawodny, jakość usług wzrośnie co w rezultacie będzie owocować większą rzeszą klientów, którzy sami będą polecać dane przedsiębiorstwo poprzez swoje zadowolenie. Zjednanie zaufania konsumentów jest trudne, jednak jeśli się to osiągnie, zdobędzie się przewagę nad konkurencją.

7. WNIOSKI

Technologia RFID przyczynia się w znacznym stopniu do poprawy organizacji w firmie, pozwala zachować porządek i większą kontrolę. Powoduje to polepszenie funkcjonowania firmy, a co za tym idzie budowanie przewagi konkurencyjnej. Nic więc dziwnego, że z RFID korzystają „handlowe kolosy” takie jak: Walmart czy Gillette. Najwięcej na RFID skorzystają firmy posiadające innymi: liczny asortyment, zakłady rozproszone na dużej powierzchni, dużo miejsc składowania produktów. Znacznie zwiększą efektywność procesów wydania oraz przyjęcia, pozwolą na skrócenie czasu ich trwania oraz zmniejszą margines występowania błędów. Za pomocą tagów RFID można oznakować każdy przedmiot, od narzędzi, palet do dokumentów. Identyfikacja drogą radiową nie tylko przewyższa pod względem użyteczności kody kreskowe lecz w śmiałych prognozach może całkiem je zastąpić. Liczba zalet i korzyści, jakie mogą technologie RFID, tłumaczy dlaczego firmy dążące do zwiększenia przewagi konkurencyjnej na rynku decydują się na ich wprowadzenie.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Logistyka dystrybucji pod red. Rutkowski K., Warszawa, Difin (2001)
- [2] Ilie-Zudor E.: Computers in Industry 62 (2011)
- [3] Miles B. Stephen, RFID Technology and Applications, wyd.: Cambridge University Press (2008)
- [4] Oztaysi B. : Technovation29 (2009)
- [5] Sarac A.: Int. J. Production Economics 128 (2010)
- [6] Schuster W. Edmund, Global RFID: The Value of the EPCglobal Network for Supply Chain Management, wyd: Springer (2007)
- [7] Tajima M.: Journal of Purchasing & Supply Management 13 (2007)
- [8] Ve´ronneau S., Roy J., Int. J. Production Economics 122 (2009)
- [9] Zhu X.: Journal of Engineering and Technology Management 29 (2012)

- [10] http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/rfid_Glossary.asp
- [11] <http://www.axrfid.com/>
- [12] <http://www.epcglobal.pl/index.php>
- [13] <http://www.hdf.com.pl/kody-kreskowe.html>
- [14] <http://kodykreskowe.org/kody.php>
- [15] <http://www.rfid.net.pl/elementy-systemu-rfid>