

Stanisław DOROBEK

ZARZĄDZANIE RUCHEM POJAZDÓW Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII RFID W CEMENTOWNI LAFARGE KUJAWY

Streszczenie

Niniejsza publikacja poświęcona jest technologii RFID (Radio Frequency Identification) i wykorzystaniu jej możliwości w zarządzaniu ruchem pojazdów na terenie przedsiębiorstwa w celu załadunku cementu luzem do naczep typu silos, oraz skonstruowanie systemu informatycznego o akronimie YMS (Yard Management System) – System Zarządzania Podwórzem.

WSTĘP

W publikacji została omówiona technologia RFID poczynając od jej początków aż po jej szerokie zastosowanie. Przedstawiono najistotniejsze informacje dotyczące tej technologii. Wyszczególnione zostały także regulacje regionalne oraz alokacje częstotliwości, przedstawiono kwestię bezpieczeństwa w omawianym systemie jak i zagadnienie elektronicznego kodu produktu.

Ponadto omówiono zastosowanie programu QGUAR YMS odpowiadającego za tzw. kwestię zarządzania podwórzem. System ten odpowiada za kompleksowy monitoring otoczenia firmy nadając jej odpowiedni ład i porządek włącznie z ciągłym monitorowaniem wszystkich zdarzeń zachodzących na terenie zakładu¹.

1. TECHNOLOGIA RFID

Początki identyfikacji radiowej sięgają ubiegłego wieku, rozpoczęło ją opracowanie pierwszego systemu obrony radarowej w 1935 roku. Później prowadzono kolejne prace, które zaowocowały wynalezieniem technologii EAS (ang.: Electronic Article Surveillance). Stosuje się ją obecnie powszechnie w celu zapobiegania kradzieży, w szczególności w sklepach. W 1973 r. pojawił się pierwszy patent dotyczący technologii identyfikacji radiowej. Dynamiczny rozwój RFID rozpoczął się od wydania w 1999 r. pierwszej książki o technologii RFID. W 2006 r. została utworzona organizacja EPC Global. Podejmuje ona działania, mające na celu upowszechnienie Elektronicznego Kodu Produktu EPC (ang.: Electronic Product Code). Kryzys, który rozpoczął się pod koniec 2008 roku, zwiększył zainteresowanie

¹ Bubnicki Z. *Podstawy informatycznych systemów zarządzania*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003

technologią RFID, jako środka umożliwiającego zmniejszenie strat i uzyskanie oszczędności w wielu sektorach gospodarki².

2. SYSTEM RFID I JEGO BUDOWA

RFID (ang.: Radio Frequency Identification) – identyfikacja radiowa oznacza identyfikację osoby lub obiektu przy pomocy bezprzewodowej transmisji danych identyfikacyjnych na częstotliwościach radiowych. Technologia ta może być stosowana do identyfikacji, śledzenia ruchów, przemieszczania, a także detekcji i liczenia oraz sortowania różnorodnych produktów oraz obiektów. Komunikacja radiowa jest realizowana pomiędzy czytnikiem a transponderem (scalony układ elektroniczny w postaci półprzewodnikowego chipu dołączonego do anteny), często nazywanym znacznikiem radiowym (tagiem). Znaczniki radiowe są układami aktywnymi (zasilane z akumulatora lub baterii) lub pasywnymi (zasilane energią pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez czytnik)³.

W każdym kraju obowiązują odpowiednie normy, standardy oraz przepisy określające m. in. dopuszczone do użytku pasma częstotliwości, wielkość emitowanej mocy sygnału itd. Mają za zadanie przede wszystkim ograniczenie możliwości interferencji systemów RFID z innymi urządzeniami radiowymi stosowanymi w przemyśle, nauce i medycynie⁴.

W tabeli 1. omówiono podstawowe cechy systemów identyfikacji radiowej. W przypadku typowych systemów identyfikacji radiowej znaczniki, etykiety są przymocowane do obiektów. Każdy ze znaczników posiada pamięć wewnętrzną (EE- PROM) odpowiedniej pojemności, w której zapamiętywane są informacje o obiekcie, takie jak: unikatowy numer identyfikacyjny (IDnumber). Kiedy etykieta radiowa znajdzie się w polu wytworzonym przez czytnik, informacje te są przesyłane do czytnika. Następuje tym samym identyfikacja obiektu. Do niedawna głównym przeznaczeniem i zastosowaniem technologii RFID były systemy identyfikacji, w których operowano niewielką ilością danych⁵.

W chwili obecnej sytuacja ta zmienia się, ponieważ zastosowanie znaczników radiowych w łańcuchu zaopatrzenia wymaga generowania oraz przetwarzania olbrzymiej ilości danych. Dane te będą musiały być filtrowane i kierowane do odpowiednich systemów informatycznych. By rozwiązać ten problem opracowano odpowiednie oprogramowania nazwane savants, które działają, jako bufor między częścią radiową systemu RFID a końcowym blokiem informatycznym systemu. W nazewnictwie komputerowym określenie middleware – oprogramowanie pośredniczące jest równoważne terminowi Samant w technologii RFID⁶.

Komunikacja czytnika ze znacznikiem radiowym jest realizowana i kontrolowana przez jeden z kilku protokołów, takich jak ISO15693 lub ISO1800-3 dla systemów działających w paśmie fal krótkich –13,56 MHz oraz ISO1800-6 lub EPC dla pasma UKF–900 MHz. Kiedy czytnik jest włączany, następuje emisja sygnału na określonej częstotliwości. Każdy znacznik radiowy będący w otoczeniu i polu czytnika detekuje (wykrywa obecność obiektu w polu widzenia) sygnał czytnika oraz wykorzystuje energię pola elektromagnetycznego tego sygnału do „obudzenia się” przez wykorzystanie tej energii, a po przetworzeniu na napięcie stałe –do zasilania swojego wewnętrznego układu elektronicznego. Wraz ze zdekodowaniem odbieranego sygnału i stwierdzeniem, że odbierany sygnał jest „prawdziwy”, znacznik

² Inż. K. Janeczek, *Technologia identyfikacji radiowej RFID*, Elektronika nr 7, Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa 2009, s. 19

³ Prof. Dr hab. Inż. J. Dobrowolski, *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 20

⁴ Prof. Dr hab. Inż. J. Dobrowolski, *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 20

⁵ Gołemska E., Szymczak M., *Informatyzacja w logistyce przedsiębiorstw*. PWE, Warszawa 2007 s. 21

⁶ Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 21

radiowy informuje o swoim istnieniu przez odpowiedź kierowaną do czytnika w postaci zmodulowanego rozproszonego pola elektromagnetycznego⁷.

Jeżeli w obrębie pola wytwarzanego przez czytnik obecnych jest kilka znaczników radiowych, to wszystkie będą się uaktywniać i odpowiadać jednocześnie swoim własnym sygnałem. Sytuacja taka odpowiada w odbiorniku czytnika kolizji odbieranych sygnałów oraz wskazaniu, detekcji istnienia wielu znaczników radiowych w otoczeniu czytnika. Czytnik „radzi sobie” z takową sytuacją dzięki użyciu algorytmu antykolizyjnego, którego działanie polega na sortowaniu znaczników i indywidualnej selekcji każdego z nich. Jest wiele typów takich algorytmów. Są one zdefiniowane, jako element protokołu standardu. Liczba znaczników, które mogą być identyfikowane, zależy od częstotliwości pracy systemu i używanego protokołu. Liczba ta mieści się w granicach od 50 tagów dla zakresu fal krótkich do 200 tagów dla UKF. W momencie, gdy wybrany zostanie konkretny znacznik (tag), czytnik wykonuje szereg operacji, takich jak: odczytanie numeru identyfikacyjnego lub w przypadku znaczników typu read/write, także i wpisanie danych do tagu. Po zakończeniu dialogu ze znacznikiem czytnik może usunąć go z listy lub umieścić na liście oczekujących na „rozmowę” w czasie późniejszym. Proces ten kontrolowany przez algorytm antykolizyjny jest wykonywany do póki wszystkie znaczniki nie zostaną wyselekcjonowane i odpowiednio potraktowane⁸.

Tab. 1. Podstawowe cechy systemów identyfikacji radiowej

ZAKRES CZĘSTOTLIWOŚCI	FALE DŁUGIE	FALE KRÓTKIE 13,56 MHz	UKF 860 – 930 MHz	MIKROFALE 2,45 GHz
Typowy zasięg czytnika	<0,5 m	ok. 1 m	4 - 5 m	ok. 1 m
Cechy ogólne	Duże wymiary anten, a w efekcie wysokie ceny etykiet, duża odporność na obecność / sąsiedztwo metali i cieczy	Tańsze etykiety stosowane głównie w zastosowaniach niewymagających czytania z dużych odległości dużej ilości tagów. Największy potencjał zastosowań	Potencjalnie najtańsze IC tagi dogodne do czytania na duże odległości dużej liczby tagów, mała odporność na obecność / sąsiedztwo metali i cieczy	Silna zależność od obecności / sąsiedztwa metali i cieczy. Podobne do UKF szybsze czytanie danych
Źródło zasilania	Tagi pasywne zasilane bliskim polem magnetycznym, sprzężenie indukcyjne	Tagi pasywne zasilane bliskim polem magnetycznym, sprzężenie indukcyjne	Tagi aktywne i tagi pasywne zasilane polem EH daleki zasięg, pole rozpraszane odbite (backscatter)	Tagi aktywne i pasywne zasilane polem EH daleki zasięg, pole rozpraszane odbite (backscatter)
Typowe	Kontrola	Smart cards,	Łańcuch	Elektroniczne

⁷Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 24

⁸Bacewicz M., *Metody i techniki reprezentacji wiedzy w projektowaniu systemów*. Wydawnictwo politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004

zastosowanie	dostęp, oznaczanie zwierząt, immobilizatory pojazdów	kontrola dostępu, opłaty, identyfikacja, oznaczanie na poziomie pojedynczego produktu, kontrola bagażu, biometria, biblioteki, pralnie, transport	zaopatrzenia – oznaczania palet, skrzyń, kierowanie bagażu, elektronicznie zbieranie opłat	zbieranie opłat, określanie położenia rzeczy w czasie rzeczywistym
Uwagi	Obecnie najbardziej rozwinięta i opanowana baza i technologia	Obecnie najpowszechniejsza technologia dzięki stosowanym w transporcie publicznym kartom smart	Różne pasma częstotliwości w różnych krajach	Pasmo 5,8 GHz na razie z małą ilością zastosowań

Źródło: Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11,

3. ZNACZNIKI RFID

Każdy obiekt identyfikowany w systemie RFID winien posiadać znacznik radiowy (tag). Znaczniki są wytwarzane w różnych formatach obudów, projektowane są do różnych zastosowań i różnego otoczenia zewnętrznego. Wyróżniamy następujące formy znaczników:⁹

- elastyczna etykieta w formacie i wymiarach karty kredytowej z klejem, materiałem adhezyjnym, pokrywającym jedną stronę etykiety,
- monety i żetony,
- elementy wtopione, wtrysnięte do plastikowych produktów, takich jak np. obudowy plastikowe,
- znaczniki w paskach zakładanych na przegub ręki,
- znaczniki w twardych epoksydowych obudowach oraz w brelokach do kluczy,
- zaprojektowane specjalnie do zamocowania na paletach i skrzyniach,
- papierowe.

⁹Majewski J., *Metodyka standardowa a praktyka wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych*. Logistyka nr 1 2008



Zdjęcie 9. Etykieta RFID



Zdjęcie 10. Tagi RFID



Źródło: Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11,

Materiałem, na którym jest realizowana antena oraz do którego jest przymocowywany półprzewodnikowy chip znacznika radiowego może być papier, PVC, PET itp. Antena jest bardzo często wykonywana w postaci przewodzących pasków i pól nakładanych na dielektryczne podłoże. Przewodzące paski anteny wykonane są z różnych materiałów, takich jak przewodzący atrament z zawiesiną srebra, aluminium lub miedzi. Materiały te są nakładane na powierzchnię podłoża techniką drukowania, fotolitografii itp. Chip półprzewodnikowy znacznika radiowego jest dołączany do anteny techniką Flip chip lub za pomocą drutów montażowych. Często cała powierzchnia znacznika jest pokrywana warstwą materiału, zabezpieczającą przed wpływami otoczenia, takimi jak wilgoć, woda, uderzenie i korozja. Takimi materiałami są laminaty PVC, żywica epoksydowa czy przyklepny papier¹⁰.



Zdjęcie 11. Anteny RFID



Źródło: Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11,

Wymiary chipu układu scalonego są decydującym czynnikiem uwzględnianym przy ich projektowaniu, ponieważ powierzchnia chipu jest wprost proporcjonalna do jego ceny. Niektóre z wytwórni układów scalonych produkują chipy RFID na pasmo UKF o powierzchni rzędu $0,3\text{mm}^2$. Sytuacja ta spowodowała, że koszt produkcji jednego chipu wynosi ok. 1–2 centy. Oznacza to, że na pozostałe koszty związane z montażem znacznika radiowego pozostaje 3 centy. Oczekuje się, że prace prowadzone nad nowymi technikami taśmowego, wielkoseryjnego montażu chipów przez takie firmy jak Philips Semiconductors czy Allen Technology pozwolą na ograniczenie kosztu jednego znacznika radiowego do poziomu rzędu

¹⁰ Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s.24

5 centów. W przypadku zastosowań RFID w łańcuchu zaopatrzenia liczba produkowanych tagów będzie wyrażała się w miliardach sztuk¹¹.

Układy scalone RFID są projektowane i wytwarzane w oparciu o najbardziej zaawansowane procesy wytwarzania układów scalonych SiCMOS. W wyniku tego realizowane są chipy znaczników UKF o powierzchni 0,5 mm². W aspekcie mocy obliczeniowej znaczniki radiowe są nieme, ponieważ zawierają tylko podstawową logikę i maszynę stanów, które są zdolne do dekodowania prostych instrukcji. Wcale nie oznacza to, że są one łatwe do zaprojektowania. W rzeczywistości należy rozwiązać wiele wyzwań i wymagań, takich jak: mała moc zasilania, zdolność do odbioru i przetwarzania zaszumionych sygnałów radiowych oraz spełnienie określonych wymagań na szerokość pasma i wielkość promieniowanej energii¹².

Kolejnym ważnym obwodem znajdującym się na chipie jest układ pozwalający na pobranie i przetworzenie z pola elektromagnetycznego czytnika energii i przetworzenie jej za pomocą prostownika na stałe napięcie zasilania. Sygnał zegara chipu jest odtwarzany z sygnału czytnika. Większość czytników RFID zawiera także pewną ilość pamięci trwałej typu EEPROM w celu zapamiętania danych. Wielkość zapamiętywanych danych zależy od wymagań technicznych danego chipu i może ograniczać się do zwykłego numeru identyfikacyjnego o długości 96 bitów lub może obejmować większą ilość informacji o produkcie, zapisywanej w pamięci o pojemności do 32 kilobitów. Duża pojemność pamięci prowadzi do dużych wymiarów chipu, a tym samym do większej ceny znacznika¹³.

AUTO_IDcenter (teraz EPCglobal) oparte na MIT –Massachusetts Institute of Technology w USA wraz z innymi firmami wypracowało ideę unikatowego kodu identyfikacyjnego nazwanego elektronicznym kodem produktu (EPC – Electronic Product Code). Kod EPC w swoim pomysle jest podobny do kodu UCP (Universal Product Code), który jest używany od wielu lat w postaci kodu paskowego.

Użycie prostego kodu długości 256 bitów pozwala na realizację chipów z małą pamięcią, o bardzo małej powierzchni, a tym samym o niskiej cenie. Tagi, które zapamiętują tylko numer ID, są często nazywane znacznikami LPT(Licence Plate Tags)¹⁴.

4. RODZAJE ZNACZNIKÓW RADIOWYCH

Pierwszym kryterium określającym rodzaj znacznika jest kwestia, czy znacznik jest układem pasywnym, semipasywnym (pół pasywnym) czy też aktywnym. Znaczniki pasywne pracujące na częstotliwościach pasma UKF mogą być czytane z odległości maksimum 4.5 m. Znaczniki semipasywne pozwalają na uzyskiwanie zasięgu rzędu 100 m, natomiast znaczniki aktywne mogą mieć zasięg nawet kilku kilometrów. Bierze się to z faktu, iż znaczniki pasywne wykorzystują pole elektromagnetyczne czytnika, jako źródło energii do zasilania układu elektronicznego tworzącego znacznik oraz do komunikacji między czytnikiem i znacznikiem. Energia, jaką można uzyskać z pola czytnika maleje z kwadratem odległości od źródła promieniowania. Jednocześnie energia ta jest ograniczona przez szczegółowe przepisy określające maksymalne moce promieniowane przez czytniki. Powoduje to, że zakres komunikacji w systemach RFID pracujących w paśmie UKF (860...930 MHz) jest ograniczony do ok. 4,5 m.¹⁵

¹¹Niedzielska E. *Projektowanie systemów informatycznych*. PWE, Warszawa 2003

¹²Tamże

¹³Orlicy J., *Planowanie potrzeb materiałowych – nowy styl sterowania produkcją i zapasami*. PWE, Warszawa 1981

¹⁴Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 22

¹⁵Tamże

W przypadku znaczników semipasywnych (rozpraszanie wspomagane baterią) tagi posiadają w budowaną baterię i z tej racji do zasilania układu elektronicznego chipu znacznika nie jest potrzebna energia pobierana z pola elektromagnetycznego promieniowanego przez czytnik. Pozwala to na funkcjonowanie znaczników przy znacznie mniejszych natężeniach pola elektromagnetycznego sygnału czytnika, tym samym umożliwia komunikację na odległość aż do ok. 100 m. Zasięg jest ograniczony głównie przez fakt, iż znacznik nie jest zaopatrzony w zintegrowany układ nadajnika radiowego i do komunikacji zwrotnej z czytnikiem jest wykorzystywane jedynie pole elektromagnetyczne czytnika w postaci rozproszonego pola odbitego. Znaczniki (tagi) aktywne są zasilane z baterii. Są przyrządami zawierającymi układy nadajników. Tagi aktywne generują energię i przekazują ją do własnej anteny. Są układami niezależnymi od czytnika w sensie zasilania i mogą komunikować się z nim na odległość rzędu kilku kilometrów¹⁶.

Według dotychczasowych doświadczeń, spośród częstotliwości FD, FK, UK Fimikro fal pasma częstotliwości FK i UKF są najdogodniejsze do systemów RFID stosowanych w łańcuchu zaopatrzenia. Tagi pracujące na UKF mają największy zasięg, należy oczekiwać, że systemy RFID UKF znajdą największe zastosowanie¹⁷.

5. KOMUNIKACJA MIĘDZY CZYTNIKIEM I ZNACZNIKAMI RADIOWYMI

Pobranie energii i komunikowanie się pasywnego znacznika z czytnikiem może być realizowane na dwa sposoby. Pierwszy z nich jest związany z polem bliskim, polem magnetycznym, indukowanym w najbliższym otoczeniu anteny czytnika. Drugi rodzaj wykorzystuje pole dalekie anteny w postaci promieniowania elektromagnetycznego, które „oświetla”, a także odbija się od znacznika. Sprzężenie z polem bliskim jest wykorzystywane w zakresie częstotliwości fal długich (FD) i fal krótkich (FK), natomiast komunikacja i sprzężenie z dalekim polem EM jest realizowane w pasmach częstotliwości fal ultrakrótkich (UKF) i mikrofalowych. Teoretyczna granica między zakresem pola bliskiego i pola dalekiego anteny zależy od częstotliwości i jest bezpośrednio wprost proporcjonalna do wielkości $\lambda/2\pi$ gdzie λ jest długością fali promieniowania elektromagnetycznego. Granica ta wynosi ok. 3,5 m dla systemów pracujących na falach krótkich oraz ok. 5 cm dla UKF¹⁸.

6. ZNACZNIKI UKF

Pasywne znaczniki pracujące na częstotliwościach UKF i wyższych wykorzystują ten sam rodzaj modulacji (AM), a energię potrzebną do zasilania własnego układu elektronicznego biorą z pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez czytnik. Inny jest tylko mechanizm transportu energii, ponieważ polega on na transmisji energii w postaci fali elektromagnetycznej. Część energii fali elektromagnetycznej padającej na antenę znacznika jest absorbowana, inna część odbijana z powrotem do czytnika. Tego typu sygnał wtórny jest nazywany rozpraszaniem powrotnym (backscattering)¹⁹.

Najczęściej stosowana w RFID jest antena dipolowa o długości równej $\lambda/2$. Dla UKF odpowiada to długości ok. 16 cm. Podobnie jak w przypadku znaczników sprzężonych

¹⁶Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 23

¹⁷Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 23

¹⁸Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 23 - 24

¹⁹Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 24

indukcyjnie, komunikacja od znacznika do czytnika jest realizowana dzięki zmianom impedancji obciążenia anteny zgodnie z ciągiem przesyłanych danych. W efekcie tego następuje odbicie pola elektromagnetycznego z powrotem do czytnika. Współczynnik odbicia fali EM od anteny będzie zmieniał się w takt transmitowanych danych. W zastosowaniach RFID modulacja dalekiego pola rozproszonego odbiciem wprowadza szereg problemów. Jeden z najważniejszych jest związany z faktem, że pole emitowane przez czytnik jest odbijane i rozpraszane nie tylko przez antenę znacznika, ale również przez obiekty znajdujące się w otoczeniu czytnika. Interferencja odbitego pola EM od obiektów otaczających czytnik z polem wytwarzanym przez antenę czytnika może być powodem silnego tłumienia pola czytnika²⁰.

7. KLASY CZYTNIKÓW RADIOWYCH

Najlepszym kryterium do klasyfikowania znaczników jest ich zdolność do czytania i zapisywania danych. Takie kryterium prowadzi do wyróżnienia czterech klas znaczników radiowych:²¹

- Klasa 0: **readonly** (tylkoczytanie) – pamięć zaprogramowana fabrycznie. Klasy tej odpowiadają prostszy rodzaj znaczników, w pamięci, których jest wpisany najczęściej tylko numer identyfikacyjny produktu (ID Numer–EPC). Zapis ten jest wykonany tylko jeden raz w trakcie procesu produkcji, wytwarzania znacznika. Typ pamięci nie pozwala na zmianę raz wykonanego zapisu. Klasa 0 jest używana także do realizacji znaczników nazywanej EAS (Electronic Article Surveillance). Tego rodzaju znaczniki służą jedynie do ochrony przed kradzieżą. Znacznik taki nie zawiera nawet numeru identyfikacyjnego (ID numer) i tylko informuje o swoim istnieniu, jeśli znajdzie się w polu EM wytwarzanego przez antenę czytnika.
- Klasa 1: **writeonce read many** – pamięć zaprogramowana fabrycznie lub przez użytkownika. Tagi tej klasy są produkowane, jako przyrządy bez jakiegokolwiek zapisu danych w ich pamięci na taśmie produkcyjnej. Dane do pamięci znacznika są wpisywane tylko jeden raz, a czynność ta jest wykonywana poza taśmą produkcyjną. Wpisu do pamięci może dokonać bądź wytwórca, bądź użytkownik znacznika. Nie jest możliwe powtórzenie wpisu innych, nowych danych do pamięci znacznika.
- Klasa 2: **read / write** – jest to najbardziej wszechstronna klasa znaczników, w przypadku, których użytkownik ma możliwość zarówno czytania, jak i wpisywania danych do pamięci tagu. Tej klasy znaczniki są powszechnie stosowane, jako rejestratory danych. Z tego powodu zawierają pamięci o większej pojemności.
- Klasa 3: **read / write – wyposażona w czujniki** – znaczniki tej klasy zawierają na swoim „pokładzie” czujniki pozwalające mierzyć, a następnie zapisywać w pamięci Tagu takie parametry jak temperatura, ciśnienie i ruch. Ponieważ odczytywanie danych zebranych przez czujniki musi odbywać się także bez obecności czytnika, tagi takie mogą być tak układami semipasywnymi jak i aktywnymi.
- Klasa 4: **read / write ze scalonymi nadajnikami** – znaczniki tej klasy są miniaturowymi radiowymi urządzeniami nadawczo–odbiorczymi, które mają możliwość komunikowania się z innymi znacznikami i przyrządami bez obecności czytnika. Są to układy w pełni aktywne, zaopatrzone w swoje własne bateryjne źródła zasilania.

²⁰Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 24

²¹Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s. 24

Tab. 2. Klasy znaczników radiowych

KLASY	OZNACZENIE		PAMIĘĆ		ŹRÓDŁO ZASILANIA	ZASTOSOWANIE	
	EAS	EPC	BRAK	EPC		Przeciw kradzieży	ID
0	EAS	EPC	BRAK	EPC	Pasywne	Przeciw kradzieży	ID
1	EPC		Read – Only		Dowolne	Identyfikacja	
2	EPC		Read – Write		Dowolne	Data logging	
3	Znaczniki inteligentne		Read – Write		Semipasywne / aktywne	Czujniki	
4	Znaczniki inteligentne		Read – Write		Aktywne	Ad hoc networking	

Źródło: Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11,

8. BEZPIECZEŃSTWO W SYSTEMACH RFID

Znaczniki RFID w przyszłości będą zawierały szeroki zakres informacji od prostego numeru ID (EPC) do bardzo istotnych oraz specyficznych informacji. Głównym zadaniem każdego systemu bezpieczeństwa przeznaczonego do zabezpieczenia danych zapamiętanych w takich mediach, jak np. znaczniki RFID, twarde dyski komputerów lub inteligentne karty, jest uniemożliwienie dostępu do zgromadzonych danych osobom niepowołanym. Najważniejsze, aby nie było możliwe: ²²

- uzyskanie dostępu i poznanie zawartości danych,
- uzyskanie dostępu i zmodyfikowanie, zafalszowanie lub zmazanie zawartości danych,
- uzyskanie dostępu i skopiowanie zawartości danych, zduplikowanie do identycznego przyrządu pamiętającego.

W pełnym systemie bezpieczeństwa danych zdefiniowane wcześniej obejmuje nie tylko pamięć systemu, ale także sposób, w jaki dane są tworzone i transferowane z komputera patronackiego (host) do znacznika i z powrotem. Wszystkie opisane przypadki ilustrują potencjalne ryzyko, jeśli nie zastosuje się zabezpieczeń, tak w znacznikach jak i w czytniku. Znaczenie i waga zabezpieczenia danych w łańcuchu zaopatrzenia będzie zależeć od konkretnego zastosowania oraz od strategii firmy w aspekcie bezpieczeństwa. Oczywiście kody paskowe, które są dzisiaj stosowane, można łatwo czytać, odszyfrować, a nawet zniszczyć, ale nie na tak dużą skalę i w sposób automatyczny, jak to jest możliwe w technologii RFID. Najprostsze zabezpieczenia również kosztują i dlatego ich stosowanie będzie miało wpływ na cenę znaczników ²³.

9. ELEKTRONICZNY KOD PRODUKTU EPC

Najważniejsze w technologii RFID powodującym jej dalszy szybki rozwój jest elektroniczny kod produktu EPC (Electronic Product Code). Bez EPC technologia RFID stosowana w łańcuchu zaopatrzenia czekałaby na zainteresowanie przemysłu i biznesu, jak miało to miejsce 5 lat temu. Obecnie RFID jest technologią, która uruchomiła rewolucję, w której kompanie zajmujące się handlem detalicznym na wielką skalę napędzają to przełomowe przedsięwzięcie. O potencjalnych korzyściach wynikających z zastosowania RFID wiedziano bardzo dobrze. To, co wstrzymywało adaptację technologii RFID w łańcuchu zaopatrzenia był koszt znacznika. Aby rozwiązać ten problem, znaczniki radiowe powinny być tak proste jak to tylko jest możliwe i działać jak pointery do informacji

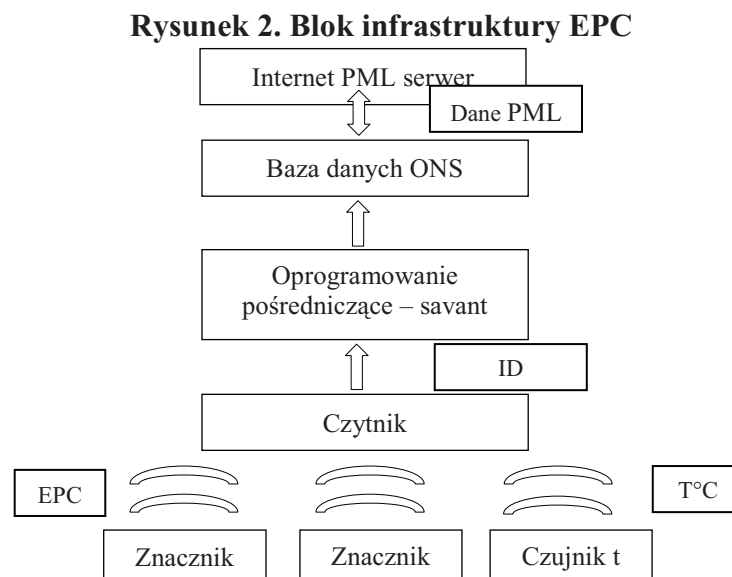
²²Dyżewski A., *Analiza krajowego rynku odbiorców systemów klasy MRP* Informatyka Sigma NOT Warszawa 2007

²³Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s.30

przechowywanej w serwerach w taki sam sposób, w jaki wszelkie informacje są zapamiętywane i czytane w Internecie. Idea ta prowadzi do elektronicznego kodu produktu –EPC, który dostarcza szybkiej i szczegółowej informacji o produktach w dowolnym miejscu łańcucha zaopatrzenia. Centrum EPC Global jest instytucją, która administruje i aktualizuje standardy technologii EPC RFID²⁴.

10.INFRASTRUKTURA EPC

Rysunek 2 przedstawia bloki infrastruktury EPC. Umożliwia ona natychmiastowy dostęp do informacji, co pozwala nie tylko optymalizować istniejące usługi, ale także ma potencjał do tworzenia nowych usług.



Rysunek 2. Blok infrastruktury EPC

Źródło: Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa*, 11, Internet PML serwer

11. OPROGRAMOWANIE POŚREDNICZĄCE (MIDDLEWARE LUB SVANT SOFTWARE)

Istniejący software przeznaczony do zarządzania zasobami firm nie jest w stanie poradzić sobie z tak olbrzymią ilością danych, jaka jest wytwarzana przez miliony znaczników EPC. Odpowiedzią na ten problem jest oprogramowanie pośredniczące (middleware), w technologii RFID nazywane Savant. RFID Savant działa jak prawie niewidoczny softwarowy bufor umieszczony pomiędzy RFID czytnikami i serwerami, w których są zapamiętane informacje o produktach. Pozwala to firmom na przetwarzanie względnie mało uporządkowanych danych uzyskanych z wielu czytników RFID skierowanie ich do odpowiednich systemów informacyjnych. Savanty wykonują wiele różnych operacji, takich jak monitorowanie przyrządów czytających RFID, manipulowanie złymi odczytami, przechowanie odczytanych danych i ostatecznie zapytanie serwisu ONS (Object Name Service)²⁵.

²⁴Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s.

²⁵Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s.

12.OBJECT NAME SERVICE

Serwis ONS dopasowuje kod EPC do informacji o produkcie poprzez mechanizm zapytania podobny do systemu DNS (Domain Naming System) wykorzystywanego w Internecie, który jak stwierdzono praktycznie, jest z dolny do posługiwania się taką ilością informacji, jaka jest oczekiwana w systemie EPC RFID. Serwer ONS dostarcza adres IP serwera PML, w którym jest zapamiętana informacja stosowna do danego kodu EPC²⁶.

13.PHYSICAL MARKUP LANGUAGE (PML)

Podczas gdy kod EPC pozwala na identyfikowanie indywidualnych produktów, rzeczywista użyteczna informacja o produkcie jest zapisywana w nowym standardowym języku PML (Physical Markup Language). PML jest oparty na szeroko stosowanym i zaakceptowanym języku XML (Extensible Markup Language – uniwersalny język formalny do reprezentowania danych), zaprojektowanym, jako format dokumentu do wymiany informacji poprzez Internet. Infrastruktura EPC jest często nazywana „Internetem rzeczy” (Internet of things). Dzięki wymienionym cechom kodu EPC automatyzacja procedur i czynności wykonywanych w łańcuchu zaopatrzenia będzie występować w każdym jego ogniwie²⁷.

ZAKOŃCZENIE

Celem publikacji jest zbadanie potrzeb Cementowni Kujawy oraz przygotowanie odpowiedniego rozwiązania w postaci wdrożenia systemu informatycznego określanego, jako YMS – System Zarządzania Podwórzem. Na wstępie pracy firma została poddana analizie pod kątem wprowadzonych już do tej pory technologii. Do tej pory firma stosuje system informatyczny, w oparciu o dane pochodzące z kart magnetycznych wydawanych do każdego załadunku i rozładunku. Pozwala on monitorować wszelkiego rodzaju ruchy w otoczeniu firmy. Jest to dość prosty sposób zarządzania ruchem pojazdów jednak znacznie ułatwił on dotychczasowe funkcjonowanie firmy.

W celu wprowadzenia znacznie wyższych standardów zaproponowano wdrożenie programu, jakim jest system Qquar YMS odpowiadający za kwestię zarządzania podwórzem. Jest to program bardzo szczegółowy odznaczający się niebywałą inteligencją analizowania i interpretowania zachodzących sytuacji. Program monitoruje każdą czynność, jaka ma miejsce na podwórzu od momentu wejścia lub wjazdu danej osoby czy pojazdu na teren firmy poprzez monitorowanie celu, w jakim dana osoba lub pojazd przybył do firmy aż po wyjazd lub wyjście danej osoby czy pojazdu z firmy.

System szczegółowo sprawdza czy dana osoba była umówiona identyfikuje czy ktoś jest w firmie po raz pierwszy tak by możliwe było tworzenie odpowiedniej historii wizyt. Program umiejętnie pozwala zaplanować i realizować wszystkie czynności, jakie mają miejsce w bliskim otoczeniu firmy poprzez inteligentne zarządzanie ruchem pojazdów. Należy zaznaczyć, że firma świetnie funkcjonuje wykorzystując dotychczasowe technologie, dlatego też dopełnieniem ich funkcjonowanie byłoby wprowadzenie poruszanej technologii. Praca w tej firmie byłaby uporządkowana od początku do końca tak by wszystkie działania usprawniały prace i tym samym wprowadzały bezpieczeństwo w firmie poprzez prowadzony monitoring jak i rejestracje wszystkich osób przybywających do firmy.

Dotychczasowa technologia spełniała swoją funkcję jednak bez szczegółowej identyfikacji wejść jak i wyjść. Omawiany program połączony z systemem RFID wprowadza do firmy ład

²⁶Kisielnicki J. *Informatyczna struktura zarządzania*. PWN, Warszawa 1993

²⁷Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Techniki Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, s.

i porządek, wprowadza czytelna i szczegółową bazę danych wszystkich czynności zachodzących w firmie tak by można było bardzo szybko odtworzyć, kto w danym dniu był gościem firmy i w jakim celu do niej przybył. Wprowadzane rozwiązanie powoduje, że goście przestają być anonimowi, co tym samym zwiększa bezpieczeństwo firmy i jej pracowników. Program ten to bardzo nowoczesne rozwiązanie z możliwością wizualnej rejestracji wizyt w firmie, dlatego też firma mogłaby dokonać zmiany programu i na pewno od razu zauważyłaby zmianę w funkcjonowaniu otoczenia firmy.

BIBLIOGRAFIA

1. Dobrowolski J., *Identyfikacja radiowa – RFID*, Elektronika nr 11, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011;
2. Gaca S., W. Sucharzewski, M. Tracz, *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008;
3. Janeczka K., *Technologia identyfikacji radiowej RFID*, Elektronika nr 7, Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa 2009;
4. Kisperska – Moroń D., E. Klosa, A. Świerczek, R. Piniński, *Funkcjonowanie małych i średnich firm produkcyjnych w łańcuchu dostaw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2010;
5. Qguar YMS, Wydawnictwo Quantum;
6. Prochowski L., A. Żukowski, *Technika transportu ładunków*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009;

VEHICLE TRAFFIC MANAGEMENT USING RFID TECHNOLOGY IN LAFARGE CEMENT KUJAWY

Abstract

In order to provide much higher labour standards we propose the implementation of the program, which is the system responsible for Qguar YMS yard management. This is a very detailed program distinguished by incredible intelligence to analyse and interpret the ongoing situation. The program monitors every action that takes place in the courtyard from the moment a given person or vehicle enters the company by monitoring the purpose for which the person or vehicle came to the company to the departure or exit of the person or vehicle.

Autorzy:

dr inż. **Stanisław Dorobek** – Instytut Badań nad Bezpieczeństwem w Gdyni