

ZARZĄDZANIE PROCESAMI TRANSPORTOWYMI Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII RFID – STAN OBECNY I PERSPEKTYWY

MANAGEMENT OF TRANSPORT PROCESSES USING RFID TECHNOLOGY - CURRENT STATE AND PROSPECTS

Krystian GRYBOŚ, Tomasz SMAL

Akademia Wojsk Lądowych

Streszczenie

W artykule przedstawiono stan obecny, uwarunkowania oraz perspektywy w zakresie możliwości wykorzystania technologii RFID w zarządzaniu procesami transportowymi, ze szczególnym uwzględnieniem Sił Zbrojnych RP. Artykuł ma charakter przeglądowo-badawczy. W pierwszej części zawarto w nim ogólne informacje o technologii RFID oraz możliwych obszarach zastosowania w logistyce i systemach transportowych. W drugiej części pracy zawarto syntetyczne wnioski z badań, które sformułowane w oparciu o dostępną literaturę przedmiotu oraz wywiady z ekspertami, zajmującymi się wdrażaniem technologii RFID w praktyce cywilnej i wojskowej. Na podstawie przeprowadzonych badań zaproponowano kierunki zmian w zakresie pełniejszego wykorzystania dostępnych technologii RFID w zarządzaniu procesami transportowymi w wojsku.

Słowa kluczowe: zarządzanie logistyczne, transport, logistyka wojskowa, technologie RFID

Abstract

The article presents the current state, conditions and perspectives regarding the possibilities of using RFID technology in management of transport processes with particular reference to the Polish Armed Forces. The article is of review and research nature. The first part contains general information on RFID technology and possible areas of application in logistics and transport systems. The second part of the work contains synthetic conclusions from the research, which were formulated on the basis of available literature and interviews with experts dealing with the implementation of RFID technology in civil and military practice. On the basis of the conducted research there were proposed the recommendations of changes in the field of more efficient use of available RFID technologies in managing transport processes in the army.

Key words: logistics management, transport, military logistics, RFID technology

Wstęp

Obecnie w dobie szybkiego postępu technologii i powszechnej informatyzacji transport stanowi obszar wdrożeń nowoczesnych rozwiązań. Ich celem jest usprawnienie transportowych łańcuchów dostaw oraz systemowe wsparcie dla zarządzania tymi procesami.

Postęp naukowo-technologiczny istotnie wpływa na wzrost bezpieczeństwa infrastruktury i procesów transportowych, a minimalizacja kosztów realizowanych przedsięwzięć, zwiększenie ich bezpieczeństwa oraz usprawnienie funkcjonowania jest priorytetem każdej organizacji.

Automatyzacja systemów wykorzystywanych w procesie identyfikacji zasobów materiałowych i rzeczowych pozwala na odczyt danych na przedmiotach z pominięciem bezpośredniego kontaktu z nimi. Z uwagi na to, że technologia RFID¹ jest stosunkowo nowa warto zauważyć, że jest ona zsynchronizowana z wszystkimi urządzeniami stosowanymi w nowoczesnych standardach identyfikacji. Z obserwacji autorów wynika, że rozważana technologia jest już stosunkowo powszechnie i skutecznie stosowana na rynku cywilnym, jednak jej wdrażanie w procesach transportowych realizowanych w wojsku przebiega stosunkowo opornie i rodzi wiele problemów. **Dlatego też, celem pracy jest ocena możliwości zarządzania procesami transportowymi z wykorzystaniem technologii RFID oraz wskazanie możliwości skutecznego zastosowania tego typu rozwiązań w transportach wojskowych.**

Metodami badawczymi jakie zostały wykorzystane przy realizacji założonego celu była analiza i synteza dostępnych źródeł, które mają charakter pierwotny i wtórny. Ponadto, zastosowano praktyczną metodę badawczą polegającą na przeprowadzeniu wywiadu nieustrukturyzowanego i nieustandaryzowanego z ekspertami zajmującymi się produkcją i wdrażaniem technologii RFID z firmy P.P.U. Comex sp. z o.o. oraz oficerami realizującymi zadania w podsystemie transportu i ruchu wojsk SZ RP. Przyjęta forma wywiadu nieustrukturyzowanego dała możliwość prowadzenia rozmowy według ogólnego planu w postaci dyspozycji pytań do respondenta. W takich przypadkach nie była wymagana określona kolejność i ścisłość w zadawaniu pytań, co dało możliwość swobodnego formułowania pytań, zmieniania ich kolejności oraz pozwalало na zadawanie dodatkowych pytań, celem pogłębienia i uzupełnienia zagadnień poruszanej tematyki².

W ramach badań postanowiono uzasadnić tezę, iż technologia automatycznej identyfikacji danych RFID ma istotny wpływ na usprawnienie zarządzania procesami transportowymi, natomiast w przypadku transportów wojskowych nie wykorzystuje się w pełni możliwości związanych z tymi technologiami.

Geneza i istota technologii RFID

Technologia radiowej identyfikacji danych RFID sięga początku ubiegłego wieku. Pierwotna wersja z zastosowaniem fal radiowych systemu obrony radarowej powstała w 1935 r. Kolejną generacją systemu wykorzystującego fale radiowe jest system EAS (Electronic Article Surveillance), powszechnie występujący w zabezpieczeniach antykradzieżowych, szczególnie można tu wymienić sklepy odzieżowe czy obuwnicze. Doskonałym przykładem są organizacje posiadające dużą różnorodność asortymentu, a zatem zabezpieczanie (za pośrednictwem obsługi sklepu bądź monitoringu) jest dużo bardziej uciążliwe, niż zabezpieczenie znacznikiem klipsem zawierającym „tag” lub „chip”.

¹RFID - Radio Frequency Identification.

²M. Żelazo, *Kwestionariusz wywiadu jako narzędzie badawcze*, [w:] *Obronność – „Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej”* Nr 2(6), Warszawa 2013, s. 224.

Pierwsze patenty z zakresu RFID pojawiły się już w latach 70-tych XX w., natomiast dynamiczny rozwój tej technologii zauważalny był pod koniec lat 90-tych XX w., kiedy to wydano pierwszą książkę o tematyce technologii RFID. W 2006 r. uformowano organizację EPC Global, której zadaniowość obejmuje podejmowanie działań z zakresu upowszechniania Elektronicznego Kodu Produktu EPC (Electronic Product Code)³.

Technologia RFID wykorzystuje fale radiowe do wymiany danych między znacznikiem „tagiem” a czytnikiem/anteną. W literaturze przedmiotu wyszczególnione są trzy rodzaje znaczników, tj. tagi aktywne, pasywne i semi-pasywne. Te pierwsze zasilane są własnym źródłem energii (przez co mają krótszą żywotność), mają możliwość zapisu większej ilości danych na mikro-chipie oraz szerszy zasięg odczytu. Drugie funkcjonują za pośrednictwem energii przekazywanej od czytnika za pomocą fal radiowych. Mają mniejszą pojemność danych (dłuższą żywotność, nie posiadają baterii), mogą być odczytywane nawet z kilku metrów. Znaczniki semi-pasywne są w określony sposób połączone ze źródłem zasilania (np. czujnik temperatury powietrza połączony przewodowo bądź bezprzewodowo z elektronicznym termometrem), są kompromisem pierwszych i drugich. Wszystkie znaczniki mają szerokie zastosowanie w różnych sektorach rynku. Stosunek częstotliwości fal radiowych ma przekład na odległość odczytu od kilku centymetrów (120 – 150kHz) do nawet 100 – 150 metrów (3,1 – 10 GHz).

Tagi mają różne rozmiary w zależności od zastosowań od tych najmniejszych 0,01x0,01mm poprzez większe rozmiary do tych dostosowanych pod konkretne przeznaczenie⁴. Podstawowa kubatura tagu (pasywnego) powinna mieć ok. 150x50mm (zasięg optymalny 3–6 m w zależności od typu).

Tabela 1. Wykaz parametrów systemów RFID funkcjonujących na różnych obszarach częstotliwości.

Częstotliwość pracy systemu RFID	Zakres 100 – 135 KHZ	Zakres 13,56 MHz	Zakres 2,45 GHz
Odległość odczytu	Od 0 do 1,2 m	Od 1 do 10 m	Od 1 do 18 m
Zasilanie transpondera	Pasywne	Pasywne	Semi-pasywne, Aktywne
Żywotność	Długa, uzależniona od obciążenia	Długa, uzależniona od obciążenia	Długa, do 10lat
Szybkość przedmiotu	Do 3 m/s	Do 3 m/s	Do 20 m/s
Obszar odczytu	Okrąg	Zależny od anteny	Kierunkowy
Przenikanie przeszkód	Wysokie	Wysokie	Zależne od bariery
Użycie na metalu	Ograniczone	Ograniczone	Możliwe

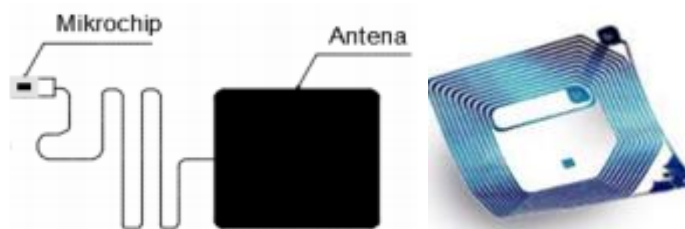
Źródło: opracowano na podstawie J. Majewski, J. Ułasiewicz, *Identyfikatory radiowe RFID*, [w:] S. Kwaśniewski (red.), P. Zając (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, wyd. OW Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004, s. 155.

³S. Dorobek, *Zarządzanie ruchem pojazdów z wykorzystaniem technologii RFID w cementowni Lafarge Kujawy*, Czasopismo „Autobusy, technika. Eksploatacja, Systemy transportowe”, Nr 3/2013, s. 1171 – 1172.

⁴K. Orłowski, *Zastosowanie technologii RFID w wojskowym systemie śledzenia zasobów*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, Nr 36/2011, s. 235 – 245.

W Europie moc nadawanego sygnału przez antenę podawana jest w jednostkach ERP (Effective Radiated Power)⁵. W tabeli 1 przedstawiono możliwości wykorzystania tagów w zależności od częstotliwości fal radiowych.

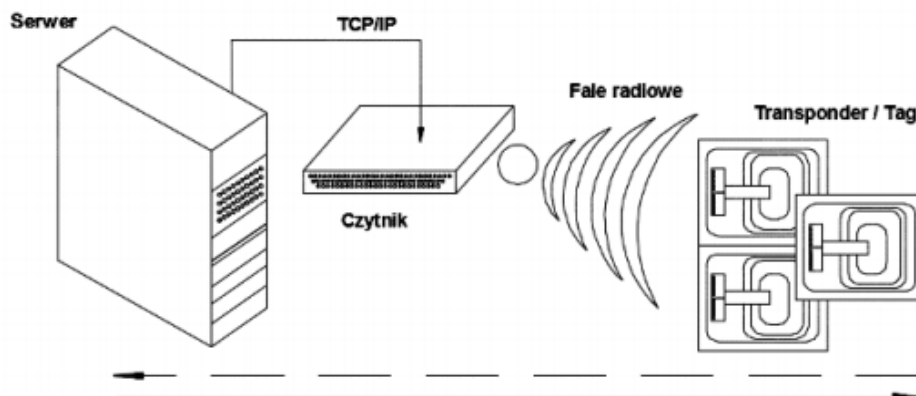
Na rysunku 1 pokazano budowę i przykładowy pasywny transponder RFID w formie etykiety samoprzylepnej (rys. 1).



Rysunek 1. Budowa transpondera i przykład transpondera („taga”, znacznika)

Źródło: T. Neumann, *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, Nr 102/2017, s. 45.

Technologia RFID pozwala użytkownikowi bezprzewodowo przesyłać dane oraz odbierać informacje zakodowane na tagach (znacznikach radiowych). Rysunek 2 obrazuje budowę systemu RFID z uwzględnieniem znacznika⁶.



Rysunek 1. Budowa systemu RFID

Źródło: T. Neumann, *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, Nr 102/2017, s. 46.

Działanie systemu RFID jest zależne od jego elementów składowych. Transponder RFID to część, która jest zdolna do przechowywania danych. Dane zapisane w tagu umożliwiają identyfikację oznakowanego przedmiotu. W zależności od potrzeb oraz rodzaju transpondera mogą mieć różny kształt i budowę na które składają się elementy takie jak: mikroukład (microchip), antena, układ zasilający (transpondery pasywne nie posiadają własnego źródła energii) oraz ponadplanowe układy elektroniczne (również nie występują w tagach pasywnych). Transpondery, jak i czytniki RFID posiadają anteny. Zatem obydwa wspomniane urządzenia służą do odbierania i wysyłania danych za pośrednictwem fal

⁵T. Waśniewski, A. Borucka, *Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów*, Systemy Logistyczne Wojsk, Nr 37/2011, s. 13.

⁶J. Majewski, J. Ułasiewicz, *Identyfikatory radiowe RFID*, [w:] S. Kwaśniewski, P. Zajac (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, wyd. OW Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004, s. 154.

radiowych. Czytnik RFID to urządzenie, które przechwytuje fale radiowe emitowane z anten i za ich pośrednictwem odczytuje dane z tagów i interpretuje je. Ponadto do grupy tych urządzeń zalicza się drukarki RFID, które pozwalają dokonać zadruku inteligentnych etykiet.

W literaturze przedmiotu wyszczególnia się następujące elementy czytnika RFID: nadajnik, odbiornik, mikroprocesor, pamięć, kanały wejścia/wyjścia dla wariantów czujników, składowych wykonawczych i powiadamiających oraz kontroler (wewnętrzny, zewnętrzny), oprogramowanie informatyczne (służące do komunikacji urządzenia z system) oraz system zasilania⁷.

Obszary zastosowania technologii RFID w logistyce i transporcie

Technologia RFID ma szerokie zastosowanie we wszystkich gałęziach transportu. Wykorzystywanie tej technologii odgrywa kluczową rolę, szczególnie wtedy jeśli organizacja ma zamiar zoptymalizować te procesy. Mnogość i zróżnicowanie procesów transportowych wiąże się z dużym prawdopodobieństwem popełnienia błędów przez pracowników. Organizacja korzystająca z technologii RFID automatyzuje wiele czynności w tych procesach a w efekcie znacznie zmniejsza odsetek ludzkich błędów (nawet do 30%). Optymalizując organizację procesów dzięki technologii RFID można również zyskać na ich przyspieszeniu poprzez szybsze przetwarzanie zamówień, dostaw i inwentaryzacji. Ponadto, dzięki tej technologii osoby wykorzystujące jej możliwości są bardziej wydajne i mają możliwość pełnej kontroli nad zarządzaniem łańcuchem dostaw. Dzięki bieżącej kontroli procesów transportowych, łańcuch dostaw staje się bardziej elastyczny, ponieważ technologia RFID umożliwia śledzenie przesyłek w systemie RTLS w czasie rzeczywistym (RTLS – ang. Real Time Location System). Podsumowując, technologia ta wspiera realizację założeń koncepcji 7W logistyki, dzięki czemu redukuje się ilość nietrafionych dostaw czy zwrotów do magazynu⁸. Korzyści z zastosowania technologii RFID można przedstawić w poniższych punktach⁹:

1. Podniesienie efektywności działania do 30%, redukcja błędów do 30% mniej błędów w różnych ogniwach łańcucha logistycznego;
2. Podniesienie wydajności pracy, wystarczy by znacznik znajdował się w zasięgu czytnika, a jego dane zostaną bezbłędnie odczytane automatycznie;
3. Gwarancja 100% zgodności z zamówieniami oraz podniesienie jakości zarządzania magazynem poprzez zapewnienie 99,7% dokładności wykonywanych procesów przyjęć, wydań czy inwentaryzacji produktów;
4. Technologia ta nie wymaga dużych nakładów finansowych, ekonomiczne znaczniki (etykiety) nie posiadają baterii (znaczniki pasywne), ponadto są wielokrotnego zapisu danych w pamięci EPC (Electronic Product Code) nawet do 300 000 razy, a sam odczyt jest nieograniczony co do ilości, znaczniki mieszczą w swojej pamięci EPC więcej informacji niż kod kreskowy;

⁷T. Neumann, *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, Nr 102/2017, s. 36.

⁸S. Kwaśniowski, *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, [w:] S. Kwaśniowski (red.), P. Zajac (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, Wrocław 2004, s. 12.

⁹<https://www.smart-tg.pl/zastosowania/logistyka> (dostęp: 08.05.2018).

5. Uniwersalność co do wykorzystania, możliwość spersonalizowania znaczników pod konkretny segment rynku w każdym procesie logistycznym czy dystrybucyjnym tj. począwszy od przyjmowania zamówień, wysyłkę i transport, aż po dostarczenie i inwentaryzację.

Przykłady zastosowania technologii RFID w logistyce i transporcie można mnożyć. Warto zwrócić na przykład uwagę, że technologia RFID ma szereg zastosowań przy transporcie kolejowym. Prekursorem tego zastosowania są Chiny, gdzie technologia ta stosowana jest w długodystansowych taborach transportowych. System identyfikacyjny oraz proces harmonogramowania transportów kolejowych to dwa główne obszary, które wspierane są dzięki RFID. Aktualnie tabor wagonów wraz z lokomotywą są znakowane tagami RFID, dzięki czemu odpowiednie strategiczne rozmieszczenie czytników na trakcji pociągu, głównie na stacjach przeładunkowych oraz węzłach kolejowych, daje możliwości identyfikacji lokomotywy i wagonów na każdym etapie transportowym. Wszystko to pozwala na gromadzenie i przetwarzanie danych w centralnym systemie obsługi o przewożonym ładunku, lokomotywie, motorniczym oraz o wszystkich realizowanych procesach transportu kolejowego. Informacje te są wykorzystywane przy harmonogramowaniu przejazdów poszczególnych pociągów, dzięki czemu spada ryzyko opóźnień, wypadków czy kradzieży. Ponadto informacje rejestrowane są w czasie rzeczywistym, co daje możliwość niemalże natychmiastowej reakcji w przypadku sytuacji kryzysowych¹⁰.

W transporcie publicznym natomiast wykorzystuje się karty zbliżeniowe jako bilety elektroniczne w środkach komunikacji miejskiej, które zastępują tradycyjną formę papierową. Pozostając w tematyce transportu publicznego, należy zwrócić uwagę na pojazdy uprzywilejowane, które ze względu na swoją specyfikę często mają zamontowane sterowniki, pozwalające na dostosowanie sygnalizacji świetlnej do ich potrzeb celem optymalizacji czasu dotarcia¹¹.

Ponadto znaczniki RFID mogą być stosowane do oznaczania opon w pojazdach specjalistycznych bądź flotowych (np. w wypożyczalniach), w celu pozyskiwania informacji o ich wieku i przebiegu. Oprócz tego w literaturze przedmiotu wymienia się zastosowanie RFID w przemyśle farmaceutycznym, w którym nowoczesna technologia daje możliwości monitorowania temperatury składowania bądź przewożenia środków farmaceutycznych. Szczególnie dotyczy to trudnych warunków realizacji zadań, jak np. operacje wojskowe w trudnych warunkach klimatycznych.

Innym istotnym zastosowaniem technologii RFID jest znakowanie kontenerów transportowych. Ze względu na swoją specyfikę technologia RFID oferuje dużą wytrzymałość oraz pojemność danych, co wpływa na optymalizację procesów w systemie informatycznym portu bądź innego punktu przeładunku kontenerów¹². Zgodnie z zaleceniami ISO za kontener uznaje się urządzenie transportowe o charakterze stałym i stabilnie mocnej konstrukcji, które służy do wielokrotnego użytku¹³. Szczególnym rodzajem transportu kontenerowego są inteligentne kontenery. Pojęcie to jest ściśle związane z samą jednostką ładunkową wyposażoną w szereg urządzeń i czujników umożliwiających monitorowanie zmian

¹⁰ T. Neumann, *Koncepcja zastosowania ...* wyd. cyt., s. 48.

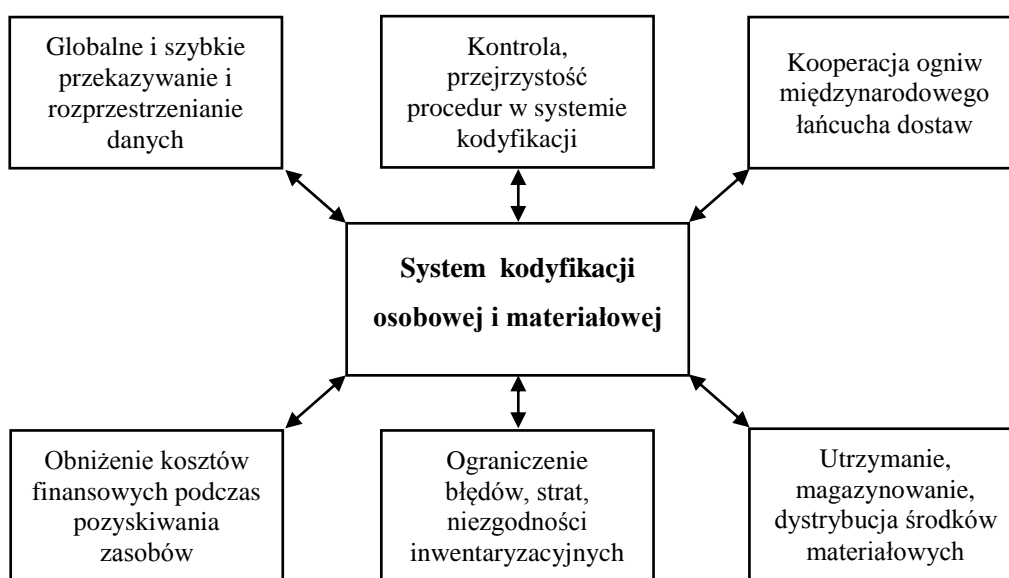
¹¹ Tamże, s. 47 – 52.

¹² Tamże, s. 52.

¹³ PN-EN ISO 6346:1999 – *Kontenery ładunkowe – Kodowanie, identyfikacja i znakowanie*.

środowiskowych (temperatura, wilgotność) reagujących i alarmujących o bezprawnym otwarciu drzwi kontenera, a także pozwalających na określenie pozycji i śledzenie położenia ładunku w procesie transportu – dzięki technologii RFID/GPS¹⁴. Zasadniczym zadaniem każdego inteligentnego kontenera jest wykrywanie i zapis zmian, zjawisk oraz alarmowanie o nich.

Znaczniki odnajdują również szerokie zastosowanie w znakowaniu bagaży pasażerów bądź wyposażeniu żołnierzy, dzięki czemu zarządzanie zasobami zarówno ludzkimi, jak i materiałowymi staje się „uelastycznione”. W związku z powyższych zarządzanie transportami wojskowymi funkcjonuje sprawniej przy generowaniu mniejszych kosztów operacyjnych. Zastosowanie systemu kodyfikacji osobowej i materiałowej ilustruje rysunek 3¹⁵.



Rysunek 3. System kodyfikacji osobowej i materiałowej i wpływ na zarządzanie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie T. Smal, M. Bodziany, S. Hajt, R. Milewski, G. Stankiewicz, *Zabezpieczenie logistyczne PKW w operacjach poza granicami kraju*, wyd. WSOWL, Wrocław 2007, s. 47.

Analogiczne podejście jest w przypadku zarządzania zapasami wojska w strukturze rezerw państwowych wspieranych przez system RFID. Zarządzanie zgromadzonymi zapasami wojskowymi jest jednym z najbardziej priorytetowych zadań logistyki wojskowej. Wdrożenie technologii RFID usprawnia i upraszcza w tym przypadku wiele procesów, na przykład pozwala w sposób skuteczny i efektywny wywierać wpływ na zarządzanie procesami rotacji środków trwałych, poprzez optymalizowanie zadań związanych z utrzymaniem gotowości bojowej wojsk i zapasów na wymaganym poziomie¹⁶. Dodatkowo obniża koszty operacyjne poprzez eliminację zbędnych zakupów i kosztów związanych z ich magazynowaniem.

¹⁴W. Biernikowicz, *Nowoczesne technologie wykrywania i eliminacji zagrożeń stosowane w łańcuchach dostaw*, „Zeszyty Naukowe WSOWL”, Nr 1 (167) 2013, Wrocław 2013, s. 125.

¹⁵T. Smal, M. Bodziany, S. Hajt, R. Milewski, G. Stankiewicz, *Zabezpieczenie logistyczne PKW w operacjach poza granicami kraju*, wyd. WSOWL, Wrocław 2007, s. 46 – 48.

¹⁶A. Szlachta, *Zapasy materiałowe wojska i ich miejsce w strukturze rezerw państwowych*, Warszawa 2012, s. 91-94.

Uwzględniając powyższe, w literaturze przedmiotu dokonuje się podziału zalet funkcjonowania systemu kodyfikacji na dwie grupy¹⁷. Pierwsza grupa zalet to ekonomiczne do których zalicza się:

1. Możliwość szczegółowego określenia wymagań technicznych dotyczących zapasów i zaopatrzenia;
2. Szczegółowa kontrola i analiza bieżących nakładów finansowych;
3. Koordynowanie zaopatrzeniem z uwzględnieniem informacji o wielu punktach dystrybucyjnych z uwzględnieniem różnic cenowych środków trwałych;
4. Eliminacja zaopatrywania się w takie same grupy środków trwałych z wielu kanałów dystrybucji;
5. Sumowanie zamówień w grupy z wielu organizacji w celu uzyskania lepszych warunków cenowych wynikających z wielkości zamówień;
6. Optymalizacja wykorzystywania środków finansowych dzięki kooperacji organizacji bądź państw bazujących na jednym systemie kodyfikacji materiałów;
7. Obniżenie kosztów działalności podstawowej poprzez redukcję personelu, magazynowanych zapasów, powierzchni użytkowych.

Drugą grupą są zalety operacyjne funkcjonowania systemu, wśród których występują:

1. Pełna kontrola i dostęp do danych o zasobach krajowych i sojuszniczych;
2. Elastyczne zarządzanie zasobami podczas operacji cywilnych, jak i militarnych w trakcie operacji;
3. Szybkie i efektywne pozyskiwanie dostawców sprzętu spełniającego wymogi zamawiającego, elastyczne dopasowywanie kanałów dystrybucji i środków transportu;
4. Standaryzacja języka i komunikatów ułatwiających wymianę informacji w systemie informatycznym pomiędzy wszystkimi użytkownikami (kooperantami bądź sojusznikami).

Perspektywy wykorzystania technologii RFID w procesach transportowych

Początki technologii RFID w wojsku datuje się na lata 60. ubiegłego wieku, kiedy to zaczęto znakować ciężarówki uprawnione do wjazdu na teren bazy wojskowej w Los Alamos National Laboratory, jednak przełomowym momentem były lata 90. Wówczas miniaturyzacja elektroniki, znaczny spadek ceny znaczników (w tym chipów) oraz rozbudowa informatycznych baz danych wpłynęły na upowszechnianie się w siłach zbrojnych technologii RFID. Efektem tego było wdrożenie w 1993 r. w amerykańskiej armii aktywnych metek RFID. Głównym powodem implementacji tego pomysłu były problemy ze sprawnym funkcjonowaniem wojskowych łańcuchów dostaw, co było szczególnie zauważalne podczas wojny w Zatoce Perskiej. Wzmożona szybkość działań oraz duża liczba realizowanych operacji sprawiły, że wojsko nie miało możliwości prowadzenia precyzyjnej kontroli nad transportem sprzętu i zaopatrzenia. W konsekwencji tego dowództwo nie otrzymywało dokładnych informacji na temat realizowanych procesów logistycznych¹⁸.

¹⁷Tamże s. 48.

¹⁸Ł. Kamiński, *Technologia RFID w amerykańskich siłach zbrojnych: od logistyki do zarządzania personelem*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, Nr 40/2014, s. 116.

Kolejnym etapem było wykorzystanie radiowej identyfikacji danych na jeszcze szerszą skalę, albowiem w 2005 r. wdrożony został zintegrowany system ERP śledzenia i kontrolowania dostaw wojskowych na obszarach operacji zbrojnych. Od stycznia 2005 r. firmy zaopatrujące wojska amerykańskie w części zamienne, półfabrykaty, urządzenia i ekwipunek do magazynów wojskowych w Pensylwanii i Kalifornii zostały zobligowane do znakowania zawartości każdej z dostaw za pomocą pasywnych etykiet RFID. W skutek tych działań Departament Obrony stał się największym na świecie dysponentem technologii RFID. Najbardziej rozbudowany globalny łańcuch dostaw dzięki jego zautomatyzowaniu, usprawnił zarządzanie dostawami w zakresie systemu TAV (Total Asset Visibility). Dzięki temu Pentagon podczas operacji wojskowych w Iraku w marcu 2003 r. miał możliwość przekazania informacji o lokalizacji przesyłki do centrów dystrybucyjnych na obszarach działań¹⁹.

Następnym etapem zastosowania technologii RFID jest nowatorski projekt amerykańskich sił zbrojnych o nazwie TAR (ang. Tactical Augmented Reality – Taktyczna Rozszerzona Rzeczywistość). Amerykańskie Dowództwo Badań Rozwoju i Inżynierii opracowało zestaw urządzeń montowanych w hełmie żołnierza, dzięki którym oprócz widoku z perspektywy wojskowego widzimy na ekranie również mapę w formie radaru na którym oznaczeni są sojusznicy i ich odległość między sobą. Ów zestaw z modułem GPS, noktowizorem, czytnikiem RFID i kamerą termiczną połączoną z karabinem, nadając sygnał do gogli pozwalają na wyświetlenie informacji w czasie rzeczywistymi. Dzięki TAR dane pozyskane z sygnału GPS i znaczników RFID zostają pokazane na ekranie gogli. Wadą tego typu rozwiązania jest miniaturyzacja urządzeń oraz problem w uzyskaniu odpowiedniej jakości obrazu na niewielkim ekranie gogli²⁰.

Biorąc pod uwagę powyższe, postanowiono przeprowadzić wywiady z ekspertami w celu określenia możliwości i perspektyw zastosowania technologii RFID w zarządzaniu transportami wojskowymi, ze szczególnym uwzględnieniem transportów wojskowych.

Główną zaletą wykorzystania technologii RFID dla potrzeb znakowania transportów wojskowych jest fakt, iż trudno je rozszyfrować bądź przechwycić ich dane. Dane na tagach mogą być szyfrowane za pośrednictwem technologii Ucode DNA. Ma to np. zastosowanie w systemie płatności autostradowych VIATOLL przy autoryzacji opłaty za przejazd. Należy jednak pamiętać, że materiał ekwipunku może być barierą, która mogłaby utrudniać stosowanie tej technologii. Należy w tym przypadku zastosować odpowiednie tagi do znakowania np. elementów metalowych, lecz ich odczyt będzie zależny od położenia znacznika. Rozwiązania tagów specjalnych są obecnie oferowane przez firmę XERAFY, która oferuje szereg rozwiązań dla branży np. farmaceutycznej, militarnej i przemysłowej. Przykładowym zastosowaniem tej technologii jest możliwość znakowania broni micro chipami do metalu, dzięki którym była by możliwość spersonalizowania broni do użytkownika automatyzowania procesów pobierania i składowania broni z magazynu.

Zdaniem specjalistów cywilnych technologia RFID dopiero ewoluuje w sektorze transportowym, a głównym celem jej wdrażania jest optymalizacja procesów. Ponadto przy wdrażaniu systemów RFID należy pamiętać, że jest to przedsięwzięcie procesowe w którego skład wchodzi trzy podstawowe elementy, tj. oprogramowanie (software),

¹⁹Ł. Kamiński, *Technologia RFID w amerykańskich...*, wyd. cyt., s. 132.

²⁰www.chip.pl (dostęp: 27.05.2018).

urządzenia (hardware), materiały eksploatacyjne (tags), które są drogie i skomplikowane, a czas ich implementacji to minimum 2 lata. Respondenci wskazali na siedmioetapowy scenariusz działania przy wdrażaniu technologii RFID, który obejmuje:

1. Sprecyzowanie potrzeb, czyli zdefiniowanie procesów, które chcemy zoptymalizować;
2. Analiza oraz dopasowanie technologiczne, sprecyzowanie barier np. materiałowych, zabezpieczeń, konsultacje ze specjalistą;
3. Szacunkowa wycena nakładów finansowych przed utworzeniem systemu, która obejmuje między innymi sporządzenie rachunku zysków i strat, np. czy koszt znakowania artykułów nie pomniejszy znacznie zysków płynących z jego dystrybucji;
4. Pierwsze uruchomienie próbne obejmujące kontrolę funkcjonowania czytników, programu demonstracyjnego i tagów. Zadaniem testu jest sprawdzenie czy system będzie działał w określonych warunkach jakie wymaga firma wdrażająca;
5. Sprawdzenie czy istnieje możliwość integracji systemu RFID z aktualnym systemem ERP w firmie, kalkulacja kosztów integracji systemów. Podjęcie finalnej decyzji czy system będzie wdrażany;
6. Rozpoczęcie wdrożenia od pilotażu, tj. zaplanowanie systemu z podstawowymi funkcjami (rozbudowa systemu po wdrożeniu, kiedy większość błędów zostanie skorygowanych), szkolenie pracowników z zakresu obsługi systemu;
7. Monitorowanie, rozwój, kontrola i wsparcie funkcjonującego systemu RFID.

Bardzo ważnym i nieodzownym elementem wdrożenia systemu RFID jest szkolenie pracowników, jednak szkolenia nie są drogie ani nie zajmują dużo czasu, ponieważ pracownicy szeregowi korzystający z podstawowych intuicyjnych funkcji czytników.

Jednak zdaniem ekspertów wojskowych aktualny stopień rozwinięcia infrastruktury logistycznej Sił Zbrojnych RP nie spełnia wymogów pełnego wykorzystania rozważanej technologii. Dodatkowo w tym obszarze prowadzone są stale prace remontowo-rozwojowe. Najbardziej obiecującym obszarem zastosowania technologii RFID jest jej zastosowanie do śledzenia zasobów wojskowych transportowanych w systemie In-Transit Visibility. System ten przechowuje informacje cyfrowe pozyskane przy sczytywaniu z tagów, który stanowi „ślad” ułatwiający odtworzenie przebiegu zadania bądź procesu transportowego. Zdaniem specjalistów wojskowych, aby właściwie przygotować SZ RP do wdrożenia technologii RFID na wzór armii USA lub wiodących rozwiązań cywilnych, należałoby zacząć od prac fundamentalnych, tj.: edukacji kadry, wzrostu nakładów na rozwój infrastruktury transportowej i nowoczesnych technologii, szerszej prezentacji korzyści wykorzystania RFID na różnego rodzaju ćwiczeniach, pokazach i targach, a także integracji systemów logistycznych Sił Zbrojnych RP z systemami sojusznicznymi i cywilnym.

Podsumowanie

Zrealizowane analizy i badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Technologia radiowej identyfikacji danych wywiera ogromny wpływ na efektywność funkcjonowania łańcucha dostaw poprzez automatyzację i optymalizację procesów w nim zachodzących;
2. Procesy transportowe wspierane przez technologię RFID ulegają uproszczeniu dzięki redukcji procedur fizycznej i administracyjnej obsługi ładunków;

3. W przedsiębiorstwach cywilnych system RFID jest składową zintegrowanego systemu ERP, więc obieg informacji przy procesach zachodzących w przedsiębiorstwie jest szybszy i niemalże bezbłędny;
4. Zdaniem respondentów Siły Zbrojne RP stosują rozwiązania technologiczne automatycznej identyfikacji danych, jednakże w ograniczonym zakresie, a napotykane trudności wynikają głównie z niedostatecznie rozwiniętej infrastruktury transportowej oraz braku wiedzy na ten temat wśród kadry wojskowej;
5. Specjaliści wojskowi dostrzegają obecnie największy potencjał w zakresie wykorzystania technologii RFID w zakresie śledzenia i alokacji zasobów, rejestrowania, kontroli procesów, zarządzania ładunkami oraz monitorowania dostępu do pomieszczeń, informacji niejawnych, dzięki czemu łańcuch dostaw byłby bardziej sprawny i elastyczny;
6. Wdrażanie systemów RFID jest przedsięwzięciem procesowym i stosunkowo długotrwałym, w skład którego wchodzi trzy podstawowe elementy, tj. oprogramowanie (software), urządzenia (hardware), materiały eksploatacyjne (tags). Są to przedsięwzięcia kosztowne i dość skomplikowane, a realny czas ich implementacji to minimum 2 lata.

Podsumowując, można stwierdzić że cel założonych badań został zrealizowany, a otrzymane wyniki potwierdzają założoną tezę badawczą. Wyniki badań zawarte w niniejszej pracy potwierdzają, że radiowa identyfikacja danych istotnie przekłada się na efektywność i optymalizację procesów transportowych. Dowodem tego jest aktualne zastosowanie tej technologii w wielu sferach życia i gospodarki, co jest szczególnie widoczne w wiodących armiach i rozwiązaniach cywilnych. Jednak pełniejsze zastosowanie technologii RFID w zarządzaniu procesami transportowymi w SZ RP wymagać będzie jeszcze wielu działań, gdzie do najważniejszych zaliczyć należy rozwój technologiczny armii, edukacja kadry i inwestycje w infrastrukturę transportową.

Bibliografia

1. Biernikowicz W., *Nowoczesne technologie wykrywania i eliminacji zagrożeń stosowane w łańcuchach dostaw*, „Zeszyty Naukowe WSOWL”, Nr 1 (167) 2013, Wrocław 2013.
2. Dorobek S., *Zarządzanie ruchem pojazdów z wykorzystaniem technologii RFID w cementowni Lafarge Kujawy*, Czasopismo „Autobusy, technika. Eksploatacja, Systemy transportowe”, Nr 3/2013.
3. <https://www.smart-tg.pl/zastosowania/logistyka>.
4. Kamiński Ł., *Technologia RFID w amerykańskich siłach zbrojnych: od logistyki do zarządzania personelem*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, Nr 40/2014.
5. Kwaśniowski S., *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, [w:] S. Kwaśniowski (red.), P. Zajac (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, Wrocław 2004.
6. Majewski J., Ułasiewicz J., *Identyfikatory radiowe RFID*, [w:] S. Kwaśniowski (red.), P. Zajac (red.), *Automatyczna identyfikacja w systemach logistycznych*, wyd. OW Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
7. Neumann T., *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, Nr 102/2017.

8. Orłowski K., *Zastosowanie technologii RFID w wojskowym systemie śledzenia zasobów*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, Nr 36/2011.
9. PN-EN ISO 6346:1999 – *Kontenery ładunkowe – Kodowanie, identyfikacja i znakowanie*.
10. Smal T., Bodziany M., Hajt S., Milewski R., Stankiewicz G., *Zabezpieczenie logistyczne PKW w operacjach poza granicami kraju*, wyd. WSOWL, Wrocław 2007.
11. Szlachta A., *Zapasy materiałowe wojska i ich miejsce w strukturze rezerw państwowych*, Warszawa 2012.
12. Waśniewski T., Borucka A., *Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów*, „Systemy Logistyczne Wojsk”, Nr 37/2011.
13. www.chip.pl.
14. Żelazo M., *Kwestionariusz wywiadu jako narzędzie badawcze*, [w:] „Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej”, Nr 2(6), Warszawa 2013.