Przykłady wdrożenia RFID

Bartłomiej Gładysz, Michał Grabia, Krzysztof Santarek

1. Wprowadzenie

Technologia RFID może być stosowana w wielu różnych obszarach. Zadaniem bardzo trudnym jest opracowanie szczegółowej i wyczerpującej listy możliwych zastosowań, nie wspominając o przeprowadzeniu ich klasyfikacji. Niektóre popularne obszary aplikacji RFID przedstawia tabela 1, gdzie jako kryterium przyjęto rodzaj czytnika RFID. Podobnie różne popularne formy znaczników RFID przedstawia tabela 2, ale również nie jest to lista wyczerpująca.

Istnieje model referencyjny obszarów aplikacji RFID[5]. Możliwe obszary zastosowania tego modelu oraz obszary wskazane na popularnych stronach, zawierających opisy wdrożeń RFID, przedstawia tabela 3.

W dalszej części niniejszego rozdziału przedstawiono przykładowe wdrożenia technologii RFID zrealizowane w Polsce. Są to:

- magazyn wyrobów gotowych;
- terminal przeładunkowy;
- centrum logistyczne firmy 7R Logistic;
- bocznice kolejowe PKN ORLEN;
- monitorowanie wózków widłowych w magazynie Fresh Logistics Polska;
- muzeum Exploseum w Bydgoszczy;
- biblioteka Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.

Każdy przypadek został omówiony według jednolitego schematu, tj.:

- informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem;
- zastosowane rozwiązania RFID, w tym: cel wdrożenia i funkcjonalności systemu, proces po wdrożeniu, zastosowane urządzenia i standardy, oprogramowanie;
- podsumowanie z uwzględnieniem uzyskanych korzyści.

2. Magazyn wyrobów gotowych[8]

2.1. Informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem

Omawiane przedsiębiorstwo jest producentem chemii budowlanej działającym od 25 lat na polskim rynku. Firma posiada 3 zautomatyzowane zakłady produkcyjne oraz 3 hurtownie. Produkty przedsiębiorstwa można znaleźć w wielu placówkach handlowych w Polsce oraz za granicą. Do wdrożenia

Tabela 1. Rodzaje systemów RFID w świetle sposobu użycia czytników[1]

Rodzaj czytnika	Opis
Czytnik mobilny	Jedynie identyfikacja obiektów przy wykorzystaniu urządzeń mobilnych (PDA) i ich oprogramowania.
Detekcja obecności w punkcie[2]	Detekcja obecności i identyfikacja. Przeważnie pasywne znaczniki, częstotliwości zależne od otoczenia i oczekiwanych odległości odczytu.
Drzwi, bramy	Portale, wykrywanie przekroczenia granicy strefy wyznaczonej drzwiami lub bramą, przeważnie wspomagane przez inne technologie umożliwiające określenie kierunku ruchu (np. kamery IP).
Przenośniki i transportery	Detekcja obecności w punkcie zintegrowana z transporterem.
Inteligentne półki	Wykrywanie obecności na konkretnej półce, np. w magazynie.
Pola odkładcze	Wykrywanie obecności w wyznaczonym obszarze.
Lokalizacja w czasie rzeczywistym	RTLS, aktywne (głównie Wi-Fi lub UWB) lub pasywne (pRTLS), określenie współrzędnych oznakowanego obiektu (przede wszystkim 2D).
Biurko	Identyfikacja np. na potrzeby kodowania.
Drukarki i aplikatory	Kodowanie etykiet RFID i ich zadruk. Możliwa integracja z liniami produkcyjnymi i transporterami.
Dyspensery i kioski	Kodowanie znaczników i ich automatyczne wydawanie/zwracanie, np. stanowiska samodzielnych zwrotów i wypożyczeń w bibliotekach.

Tabela 2. Formy znaczników RFID[3]

Forma znacznika	Opis
Karty	Kontrola dostępu, bilety, bankowość.
Znaczniki z wyświetlaczem	Urządzenia zintegrowane ze znacznikami RFID, np. elektroniczne karty kanban[4].
Znaczniki przemysłowe	Znaczniki w trwałych obudowach przeznaczonych do zastosowania w trudnych warunkach.
„Inlay”	Najprostsza forma, przezroczysta naklejka z czipem i anteną.
Breloki	Aplikacje podobne jak dla kart.
Etykiety	Możliwe do zadrukowywania etykiety z wklejonym znacznikiem RFID.
Znaczniki z dużą pamięcią	Używane, aby przechowywać większą ilość danych, gdy nie ma możliwości dostępu do centralnej bazy danych, np. remonty samolotów.
Znaczniki odporne na temperaturę	Zaprojektowane do wykorzystania w warunkach wysokiej temperatury (nawet 350°C), np. znaczniki ceramiczne, znaczniki pralnicze.
Znaczniki na metal	Zoptymalizowane do znakowania przedmiotów metalowych.
Plomby	Plomby z wklejonym znacznikiem RFID możliwe do automatycznej identyfikacji i weryfikacji.
Znaczniki sensoryczne	Zintegrowane z czujnikami np. temperatury, wilgotności itp.
Opaski	Kontrola dostępu (baseny, siłownie itp.), identyfikacja pacjentów.

Tabela 3. Obszary wdrożeń RFID[6]

Model referencyjny	RFID Journal, www.rfidjournal.com	IDTechEx Knowledgebase, www.idtechex.com/knowledgebase/en
• kontrola dostępu oraz śledzenie osób prywatnych; • opieka zdrowotna – np. śledzenie w czasie rzeczywistym pomp infuzyjnych; • śledzenie obiektów w łańcuchu dostaw; • programy lojalnościowe, członkowskie oraz płatności; • bezpieczeństwo, jakość i informacje o produkcie; • wytwarzanie, monitorowanie, remonty; • sport, wypoczynek, dom	• Internet Rzeczy[7]; • lotnictwo; • odzież; • wojsko; • energetyka; • opieka zdrowotna; • logistyka; • wytwarzanie; • handel	• linie lotnicze i lotniska; • zwierzęta; • książki, biblioteki, archiwa; • finanse i bezpieczeństwo; • opieka zdrowotna; • logistyka, poczta; • pralnie; • sport, wypoczynek, rozrywka; • wytwarzanie; • wojsko; • rafinerie, kopalnie; • transport pasażerski i motoryzacja; • handel, dobra konsumenckie
inne		

RFID wybrano największy zakład z uwagi na problemy związane z gospodarką magazynową, w szczególności wyrobów gotowych. Magazyn wyrobów gotowych jest zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie linii produkcyjnej. Ostatnim etapem procesu produkcyjnego jest automatyczna paletyzacja wyrobów gotowych.

Następnie palety z wyrobem gotowym są rozwożone na miejsca magazynowe przy wykorzystaniu wózków widłowych. Wyroby gotowe składowane są w postaci jednorodnych opakowań zbiorczych. Stosuje się stosy do wysokości maksymalnie 3 warstw palet. W magazynie z uwagi na jego charakterystykę utrudnione jest realizowanie zasady FIFO[9], co prowadzi do powstawania kosztów związanych z przeterminowaniem niektórych wyrobów gotowych. Operator wózka widłowego na zleceniu dostawał informację o rodzaju wyrobu, który ma pobrać, bez możliwości pobrania konkretnej palety o najkrótszym terminie przydatności do użycia. Wyroby przeterminowane często odnajdywane były dopiero podczas inwentaryzacji. Wykorzystanie magazynu nie było optymalne, gdyż całe sektory przeznaczone były do konkretnych rodzajów wyrobu, aby ułatwić operatorom wózków odszukiwanie wyrobu przeznaczonego do załadunku i wydania. Kolejnym problemem był brak wiarygodnych informacji o stanie magazynu, co powodowało zbędne zapasy lub niedobory.

2.2. Zastosowane rozwiązania RFID

Cel wdrożenia i funkcjonalności systemu

Głównymi celami postawionymi przed wdrożeniem było zwiększenie transparentności stanów magazynowych oraz poprawa dokładności kompletacji wysyłek. Jako niezbędne do osiągnięcia wymienionych celów opracowano następujące główne funkcjonalności systemu RFID:

- rejestracja przyjęć wyrobów gotowych z produkcji;
- rejestracja miejsca składowania wyrobu gotowego;
- rejestracja wydań z magazynu wyrobów gotowych;
- kontrola zgodności pobranych wyrobów ze zleceniem.

Proces po wdrożeniu

Pierwszym nowym elementem w procesie jest znakowanie palet etykietami RFID. Znakowanie odbywa się w sposób zautomatyzowany. Jest to ostatnia operacja przed podjęciem palety przez wózek widłowy w celu jej odstawienia do odpowiedniego sektora w magazynie. Zastosowano automatyczny aplikator etykiet RFID, który zintegrowano z automatycznym przenośnikiem rolkowym. Etykieta RFID oprócz zakodowania unikalnym identyfikatorem RFID jest również zadrukowywana, co umożliwia jej wykorzystanie przez odbiorców lub w zakładach nieposiadających czytników RFID. Znakowane są całe ofoliowane palety jako opakowanie zbiorcze wyrobów gotowych.

Oznakowana paleta jest pobierana przez wózek widłowy, który wyposażony jest w czytnik RFID oraz terminal dla operatora. Czytnik RFID zamontowany jest w ramie karetki wózka. Na podstawie odczytu RFID na terminalu wyświetlana jest informacja dla operatora o tym, gdzie należy odstawić paletę.

Paleta odstawiana jest na wskazane miejsce. Wózek posiada możliwość odczytu znaczników lokalizacyjnych RFID i na tej podstawie określania swojej lokalizacji z dokładnością co do sektora magazynowego. Znaczniki te umieszczone są pod dachem magazynu, a wózek uzbrojony jest w dodatkowy czytnik RFID na dachu. Dzięki takiemu rozwiązaniu dostępna jest informacja, czy paleta została odstawiona we właściwe miejsce. Jeśli nie, to na terminalu wyświetlane jest ostrzeżenie dla operatora. Operator może zareagować i odstawić paletę we właściwe miejsce. Jeśli tego nie uczyni, to system magazynowy rejestruje lokalizację palety oraz informację o odstępstwie od zlecenia.

Wydania z magazynu wyrobów gotowych realizowane są również na podstawie odczytów RFID. Na terminalu wózka widłowego wyświetlana jest paleta, którą należy pobrać, oraz numer sektora magazynowego, w którym się ona znajduje. Operator wózka pobiera wskazaną paletę. Jeśli pobierze niewłaściwą, jest ostrzegany i może dokonać korekty. Jest to istotne z tego względu, że system magazynowy w pierwszej kolejności dysponuje do załadunku palety z wyrobami o krótkim terminie przydatności do użycia. W przypadku popełnienia błędu system, na bazie odczytów RFID, rejestruje aktualną pozycję palety oraz informuje menedżerów o niezgodnościach, co pozwala uniknąć błędów w załadunku.

Wszelkie sytuacje nietypowe, jak np. kompletacja palet typu „mix", realizowane są na podstawie wykorzystania czytników mobilnych RFID oraz drukarki biurkowej RFID. Na drukarce drukowana i kodowana jest etykieta dla nowej palety „mix".

Następnie pracownik, przy użyciu czytnika mobilnego, odczytuje kody kreskowe z poszczególnych opakowań jednostkowych i przywiązuje je do numeru SSCC zapisanego w etykiecie RFID, utworzonej dla kompletowanej palety.

Sprzęt i standardy RFID

Cały system RFID został zrealizowany przy wykorzystaniu częstotliwości UHF i jest zgodny ze standardem EPC Class1 Gen2.

Głównym elementem są dwa czytniki RFID na wózku widłowym, z których jeden służy do identyfikacji przewożonej palety, a drugi do odczytywania znaczników lokalizacyjnych RFID. Czytniki są wykonane w klasie szczelności IP65 i zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Terminal na wózku widłowym służy do wyświetlania zleceń magazynowych oraz ostrzeżeń na bazie odczytów RFID.

Kolejny element rozwiązania to znaczniki lokalizacyjne RFID, umieszczone pod sufitem magazynu. Odczytując je, możliwe jest określenie lokalizacji wózka widłowego. Przeprowadzono również testy alternatywnego rozwiązania, jakim byłoby umieszczenie znaczników RFID w posadzce. Jednakże to rozwiązanie stwarzało dwa problemy. Pierwszy problem konstrukcyjny – związany z instalacją czytnika RFID na wózku widłowym, zaś drugi związany ze skutecznością odczytów. W wyniku testów zdecydowano się rozmieścić znaczniki pod sufitem magazynu, a wózek wyposażyć w czytnik RFID na dachu, co zapewniło 100% skuteczność rozwiązania w zakresie lokalizowania wózków widłowych. Analizowano również możliwość wykorzystania dwóch rodzajów RTLS[10], w tym opartego o znaczniki pasywne UHF oraz opartego o znaczniki aktywne. Oba rozwiązania przekraczały dysponowany budżet. Mogłyby być one celowe dla większej liczby wózków, lokalizacji magazynowych i bram magazynu, czy też większego poziomu wymaganej dokładności lokalizacji w magazynie. W analizowanym przypadku wystarczający poziom dokładności to lokalizacja uwzględniająca sektor magazynowy i z tego względu użycie znaczników RFID montowanych pod sufitem było wystarczające.

Rozwiązanie oparte jest o wykorzystanie etykiet RFID do znakowania palet. Kodowanie etykiet oraz ich zadruk odbywa się zgodnie z wytycznymi GS1, co oznacza, że identyfikatorem zapisywanym w pamięci EPC znacznika jest numer SSCC[11].

Do kodowania i aplikacji etykiet RFID wykorzystywany jest automatyczny aplikator etykiet zintegrowany z drukarką RFID oraz transporterem rokowym. Aplikator zainstalowany został w przemysłowej kabinie pyłoszczelnej.

Oprogramowanie

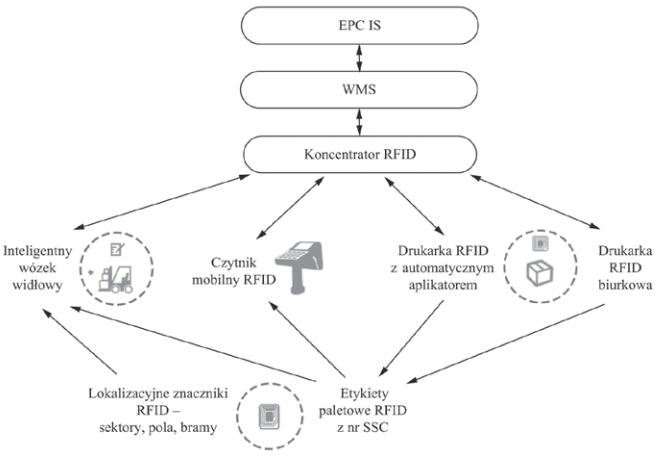
Cały system RFID został zintegrowany z systemem magazynowym WMS[12]. Z punktu widzenia systemu RFID konieczne było przygotowanie oprogramowania na wózek widłowy. Oprogramowanie to wstępnie filtruje i grupuje odczyty z czytników RFID oraz przekazuje do systemu nadrzędnego informacje o zaistniałych zdarzeniach, takich jak podjęcie czy odstawienie palety. Oprogramowanie realizuje trzy podstawowe funkcje, tj. automatycznie identyfikuje pobraną paletę, automatycznie identyfikuje odłożoną paletę oraz automatycznie identyfikuje lokalizację wózka. Następnie informacje te przekazywane są do oprogramowania nazywanego koncentratorem, które służy jako punkt styku pomiędzy systemem RFID a systemem WMS. Koncentrator przekazuje do WMS informacje o zdarzeniach zawierające stempel czasowy, identyfikator zdarzenia (pobrano/odłożono), identyfikator lokalizacji oraz identyfikator palety. Podstawowe 4 komunikaty przekazywane przez oprogramowanie RFID do WMS to pobranie i odłożenie palety o danym SSCC z określonej lokalizacji oraz przyjęcie i wydanie palety o danym SSCC do/z magazynu. Ogólna struktura komunikatu z sytemu RFID to „nr_wózka | SSCC_jako_EPC | rodzaj_operacji | sektor". Na tej podstawie system WMS sprawdza poprawność zaistniałych zdarzeń i wysyła komunikaty, które należy wyświetlić na terminalu operatora wózka widłowego.

Dane drukowane i kodowane w etykietach RFID wysyłane są do drukarek z systemu WMS.

Elementem, który służy jako punkt styku systemu RFID i systemu WMS, jest oprogramowanie nazywane koncentratorem. Posiada ono również funkcjonalności niezbędne na potrzeby zarządzania sprzętem RFID, monitorowania jego stanu itp.

System RFID jest niewidoczny dla użytkownika, który korzysta z WMS poprzez terminal na wózku lub terminal mobilny.

Dodatkowo informacje o zrealizowanych transakcjach udostępniane są w serwisie EPC IS[13]. Odbiorcy, korzystający również z serwisu EPC IS, mogą w czasie rzeczywistym otrzymywać informacje w momencie wysyłki, a produkty można śledzić w całym łańcuchu dostaw za każdym razem, gdy dokonany zostanie odczyt RFID i udostępniony przez EPC IS.



Rys. 1. RFID w magazynie wyrobów gotowych[14]

2.3. Podsumowanie

Dzięki wdrożeniu systemu RFID stało się możliwe pozyskiwanie wiarygodnych informacji o lokalizacji wyrobów gotowych w czasie rzeczywistym. Ta podstawowa korzyść umożliwia wiele usprawnień, takich jak odświeżanie zapasów na podstawie rzeczywistych stanów magazynowych i realizacja zasad systemów ssących w magazynowaniu czy optymalizacja

tras wózków widłowych. Wdrożenie RFID było równoległe z wdrożeniem systemu WMS, który pozwolił wyeliminować papierowe zlecenia magazynowe, generujące znaczne ryzyko popełnienia błędu. Wymierne korzyści uzyskane w wyniku wdrożenia to:

- eliminacja strat związanych z utratą przydatności wyrobów gotowych do użycia;
- przyspieszenie operacji magazynowych przyjęcia na magazyn, przesunięcia w magazynie i wydania z magazynu;
- zmniejszenie kosztów postępowań reklamacyjnych w przypadku niewłaściwych dostaw.

Koszt wdrożenia całego rozwiązania wyniósł ok. 0,8 mln zł. Koszty eksploatacyjne są głównie związane z zakupem etykiet RFID, dla których nie ma możliwości wielokrotnego wykorzystania. Z kolei koszty utrzymania systemu wynoszą ok. 10% wartości inwestycji rocznie. Oszacowano, że inwestycja zwróciła się w okresie krótszym niż 1,5 roku.

3. Terminal przeładunkowy

3.1. Informacje podstawowe i proces przed wdrożeniem

Omawiane wdrożenie zostało zrealizowane w polskim porcie morskim, w którym znajduje się terminal przeładunkowy materiałów sypkich. Materiały są przeładowywane z przypływających statków na samochody ciężarowe, jak również z samochodów ciężarowych na statki. W terminalu przeładunkowym jest pięć stanowisk dla pojazdów ciężarowych: dwa stanowiska do załadunku/rozładunku przy użyciu wózków spalinowych oraz trzy stanowiska do załadunku bezpośredniego przy użyciu instalacji rurociągowej.

Już na etapie projektowania terminalu przewidziano wykorzystanie technologii RFID. Wdrożenie RFID było jednym z ostatnich etapów budowy terminalu. Przed wdrożeniem RFID określono wymagania, jakie należy uwzględnić z punktu widzenia wdrożenia RFID (m.in. doprowadzenie okablowania). Przed wdrożeniem rozwiązań RFID przeprowadzono próbne przejazdy pojazdów przez terminal przeładunkowy według schematu:

- odprawa pojazdu na bramie wjazdowej;
- przekazanie kierowcy danych dotyczących załadunku/rozładunku (numer stanowiska);
- ważenie pojazdu na wadze wjazdowej;
- załadunek/rozładunek pojazdu na wyznaczonym stanowisku;
- ważenie pojazdu na bramie wyjazdowej;
- przygotowanie dokumentów przewozowych.

Próbne przejazdy zajmowały przeciętnie 40 min. Długi czas obsługi samochodu w terminalu skutkuje również wydłużaniem czasu postoju statku w porcie, a to generuje wysokie koszty opłat portowych. Z tego względu zdecydowano się wdrożyć rozwiązanie RFID, pozwalające przyspieszyć procesy w terminalu przeładunkowym.

3.2. Zastosowane rozwiązania RFID

Cel wdrożenia i funkcjonalności systemu

Celem wdrożenia RFID było skrócenie cyklu przejazdu pojazdu przez terminal, co wpływa na skrócenie czasu pobytu statku w porcie. Jest to szczególnie istotne z uwagi na wysoki koszt związany z opłatami portowymi. Drugim celem było wyeliminowanie możliwości tworzenia się korków przed wjazdem do terminalu w przypadku spiętrzeń przyjazdów samochodów. Aby osiągnąć założone cele, zdecydowano się na wdrożenie dwóch podstawowych i zintegrowanych elementów rozwiązania, tj. parkingu buforowego przed terminalem oraz systemu RFID, umożliwiającego automatyczne identyfikowanie pojazdu na każdym etapie jego pobytu w terminalu (wjazd, ważenie na wjeździe, załadunek/rozładunek, ważenie na wyjeździe, wydanie dokumentów przewozowych). Projektowane rozwiązanie RFID miało na celu umożliwić przejazd przez terminal przy założeniu, że kierowca nie może opuścić kabiny samochodu. Wymagało to zaprojektowania i wyprodukowania dedykowanego kiosku do zwrotu znaczników i wydawania dokumentów przewozowych. Podsumowując, cele wdrożenia można przedstawić w 3 punktach:

- identyfikacja pojazdów w kluczowych punktach (bramy, doki etc.);
- eliminacja błędów załadunkowych;
- przyspieszenie załadunku i rozładunku.

Proces po wdrożeniu

Aby wyeliminować problemy związane z nierównomiernym dopływem pojazdów, wybudowano parking buforowy przed terminalem.

- Po wjeździe na parking buforowy kierowca pojazdu udaje się do dyspensera znaczników RFID, gdzie po wpisaniu swojego kodu PIN, uzyskanego od spedytora, automatycznie wydawany mu jest znacznik RFID (por. rysunek 2 – pkt 1). W znaczniku RFID zapisany jest unikalny identyfikator, który od tego momentu, aż do momentu wyjazdu z terminalu jest niezbędny w celu identyfikacji pojazdu na kolejnych etapach procesu (wjazd, ważenie, załadunek itd.). Możliwe jest również wykorzystanie znaczników RFID w formie etykiet RFID naklejanych na przednią szybę dla pojazdów, które często wracają do terminalu.
- Następnie kierowca udaje się na miejsce parkingowe i oczekuje na wezwanie. Wezwania są wyświetlane na tablicy świetlnej umieszczonej przy wyjeździe z parkingu.
- Po wezwaniu kierowca wyjeżdża z parkingu buforowego. W momencie wyjazdu następuje identyfikacja pojazdu na podstawie umieszczonego uprzednio za szybą znacznika RFID. Jeśli zidentyfikowany pojazd nie jest pojazdem wezwanym do terminalu, to szlaban wyjazdowy pozostaje zamknięty, a na tablicy wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Dodatkowo wysyłany jest komunikat do właściwego spedytora, który może zareagować i skontaktować się z kierowcą.
- Jeżeli weryfikacja na szlabanie wyjazdowym z parkingu buforowego przebiega poprawnie, to szlaban jest otwierany, a kierowca opuszcza parking buforowy.
- Kolejnym etapem jest identyfikacja pojazdu na bramie wjazdowej do terminalu. Jeśli zidentyfikowany pojazd nie jest żadnym z pojazdów wezwanych do terminalu, to szlaban nie jest otwierany. Działania korygujące w tym miejscu może podjąć ochrona w kontakcie ze spedytorem.

- Jeżeli zidentyfikowany został wzywany samochód, to szlaban jest otwierany, a pojazd wjeżdża na wagę wjazdową. W tym miejscu następuje ważenie. Waga jest zintegrowana z czytnikiem RFID. Waga samochodu wraz z jego identyfikatorem jest przesyłana do sytemu informatycznego zarządzania terminalem. Przy wadze znajduje się tablica świetlna, na której wyświetlane są kierowcom komunikaty z systemu zarządzania terminalem, w tym m.in. miejsce załadunku lub instrukcje postępowania, w przypadku nieprawidłowego ważenia.
- Dalszym etapem jest załadunek lub rozładunek pojazdu na wskazanym stanowisku. Na każdym stanowisku znajduje się czytnik RFID. Dzięki temu możliwa jest reakcja, jeśli kierowca podstawi pojazd na niewłaściwe stanowisko. Dodatkowo dzięki identyfikacji pojazdu możliwe jest automatyczne przypisanie do niego ładowanego towaru (wraz z wagą).
- Po wykonaniu załadunku lub rozładunku samochód jedzie na wagę wyjazdową. Przy tej wadze znajduje się kiosk wyjazdowy, do którego kierowca zwraca znacznik RFID. W kiosku zabudowany jest czytnik RFID zintegrowany z drukarką dokumentów przewozowych oraz elektronicznym padem. Numer znacznika przesyłany jest do systemu zarządzania terminalem, z którego wysyłane są zlecenia wydruku dokumentów przewozowych. Kierowca odbiera dokumenty i składa podpis na elektronicznym padzie. Kiosk jest skonstruowany w taki sposób, aby kierowca podczas obsługi kiosku nie musiał opuszczać pojazdu.
- Po zakończeniu czynności otwierany jest szlaban wyjazdowy i kierowca opuszcza terminal.

Sprzęt i standardy RFID

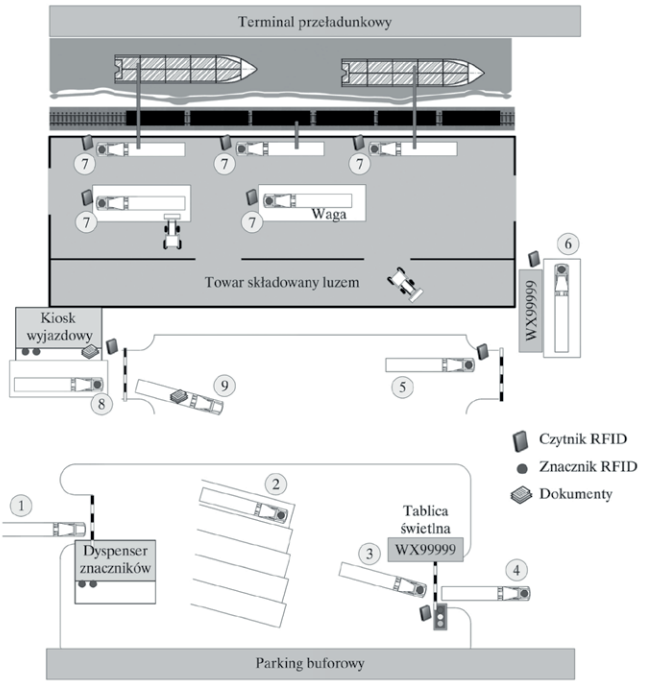
W tym przypadku zastosowano następujące urządzenia wykorzystujące technologię RFID:

- terminale (dyspensery) znaczników RFID;
- terminale (kioski) do zwrotu znaczników RFID;
- czytniki stacjonarne RFID;
- czytniki mobilne RFID.

Dyspensery znaczników służą do wydawania znaczników RFID kierowcom. Na podstawie kodu PIN w znaczniku RFID kodowany jest unikalny numer. Dyspensery są urządzeniami dostosowanymi do specyficznych potrzeb przedsiębiorstwa. Wymagały one prac konstrukcyjnych i jednostkowej produkcji na potrzeby analizowanego wdrożenia. Są to urządzenia przemysłowe odporne na warunki atmosferyczne. Dyspensery posiadają funkcje związane z ich utrzymaniem, takie jak m.in. informowanie o małej liczbie znaczników w kiosku.

Podobnie kioski do zwrotu znaczników wymagały produkcji jednostkowej na potrzeby realizowanego wdrożenia. Kiosk wyjazdowy zintegrowany jest z wagą wyjazdową. W kiosku zintegrowany jest czytnik RFID, czujnik informujący o przepełnieniu znacznikami, drukarka dokumentów, elektroniczny pad do składania podpisów.

Czytniki stacjonarne RFID zostały zainstalowane we wszystkich miejscach, gdzie jest konieczna identyfikacja pojazdu, tj. szlabanach, wagach i stanowiskach załadunkowych i rozładunkowych. Czytniki te zostały zintegrowane ze szlabanami, które są otwierane dopiero po otrzymaniu potwierdzenia z systemu zarządzania terminalem. Czytniki zintegrowane są również z wagami.



Rys. 2. RFID w terminalu przeładunkowym – procesy

Rys. 3. Kiosk wyjazdowy w terminalu przeładunkowym[15]

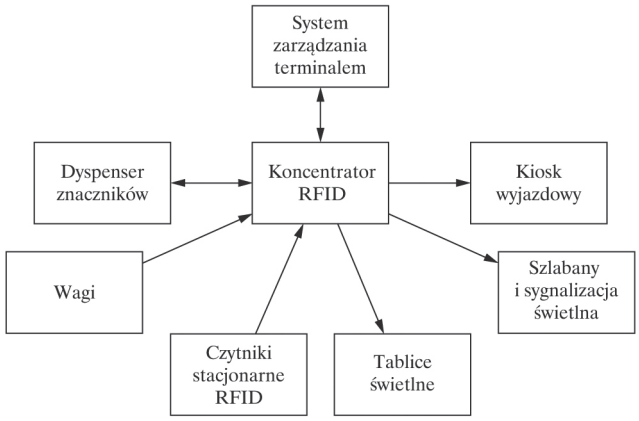
Z uwagi na duże odległości, z których wykonywany jest odczyt RFID, w szczególności na stanowiskach załadunkowych i rozładunkowych, konieczne było zastosowanie znaczników pasywnych zasilanych bateryjnie. Znaczniki te działały bez konieczności ich wymiany z uwagi na rozładowanie baterii przez ponad 3 lata.

Ostatnim elementem rozwiązania są tablice świetlne zintegrowane z czytnikami RFID. Na tablicach wyświetlane są komunikaty z systemu zarządzania terminalem.

Cały system zrealizowany został przy zastosowaniu częstotliwości UHF i standardu EPC Class1 Gen2.

Oprogramowanie

Całe rozwiązanie wymagało integracji z nadrzędnym systemem zarządzania terminalem. Opracowano koncentrator RFID, który jest punktem styku pomiędzy systemem RFID a systemem nadrzędnym. Wszystkie urządzenia komunikują się bezpośrednio z koncentratorem (por. rysunek 6.4). Przykładowo po wpisaniu przez kierowcę do dyspensera znaczników numeru PIN numer ten wysyłany jest z dyspensera do koncentratora. Następnie ma miejsce komunikacja z systemem nadrzędnym. System nadrzędny weryfikuje poprawność kodu PIN i wysyła informację zwrotną do koncentratora, czy numer jest poprawny. Jeśli tak, to dyspenser koduje znacznik (w kodowanym identyfikatorze zawarty jest numer PIN) i wydaje znacznik. Jeśli nie, to dyspenser wyświetla kierowcy komunikat błędu. W przypadku ważenia na wadze wjazdowej przez koncentrator do sytemu nadrzędnego wysłana jest waga oraz identyfikator pojazdu. System nadrzędny potwierdza otrzymanie komunikatu i dopiero wtedy możliwe jest otworzenie szlabanu.



Rys. 4. RFID w terminalu przeładunkowym – infrastruktura

3.3. Podsumowanie

Dzięki wdrożeniu technologii RFID w nowo budowanym terminalu przeładunkowym udało się uzyskać skrócenie procesu załadunku i rozładunku – cykl przejazdu samochodu przez terminal, mierzony od wjazdu na teren terminala do wyjazdu przez bramę wyjazdową (por. rysunek 2 – odpowiednio punkt 5 i punkt 9), zmalał z ok. 40 do ok. 15 min. Skrócenie cyklu możliwe było dzięki:

- sprawnemu zarządzaniu parkingiem buforowym;
- automatyzacji procesów rozliczania (wagi);
- automatyzacji i przyspieszeniu procesu wydawania dokumentów;
- eliminacji błędów przy załadunku i rozładunku.

Uzyskanie wymienionych wyżej efektów możliwe było dzięki zaprojektowaniu całego rozwiązania przy założeniu, że kierowca nie może opuścić pojazdu podczas przejazdu przez terminal, a wszelkie czynności związane z identyfikacją pojazdu odbywają się automatycznie. Dodatkową korzyścią, która nie została jeszcze zmierzona, jest ograniczenie strat podczas załadunku/rozładunku statku.

Przypisy

1. Gładysz B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
2. Ang. *chokepoint detection*.
3. Gładysz B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
4. Kanban z jap. oznacza stosowany w praktyce gospodarczej system przywieszek stanowiących sygnał do rozpoczęcia operacji produkcyjnych.
5. Gampl B., Robeck M., Clasen M.: *The RFID Reference Model*. Referate der 28. GIL-Jahrestagung, Kiel 2008, s. 55–58.
6. Gładysz B.: *Typology of RFID systems*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Praca zbiorowa pod red. R. Knosali, OW PTZP, Opole 2016.
7. Ang. *Internet of Things*.
8. Opis niniejszego wdrożenia został częściowo przedstawiony w artykule: Gładysz B., *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka" 3/2015.
9. Ang. *First In First Out* – pierwsze przyszło pierwsze wyszło.
10. Ang. *Real Time Locating System* – system lokalizacji w czasie rzeczywistym.
11. Ang. *Serial Shipping Container Code*.
12. Ang. *Warehouse Management System* – system zarządzania magazynem.
13. EPC Information Services version 1.1, http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/epcis_1_1-standard-20140520.pdf [data dostępu: 25 lutego 2016].
14. Opracowano na podstawie: Gładysz B., *EPC/RFID w magazynie wyrobów gotowych*, „Logistyka" 3/2015.
15. Materiały firmowe HADATAP

Fragment pochodzi z książki: *RFID od koncepcji do wdrożenia*
B. Gładysz, M. Grabia, K. Santarek, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016