

# Przesyłki Poczty Polskiej SA pod nadzorem RFID

Dr inż. Michał Grabia, mgr inż. Tomasz Markowski  
Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny

Wykorzystywanie w procesach logistycznych metody identyfikacji radiowej nie jest powszechne, co wynika ze znacznych ograniczeń technicznych. Istotnym aspektem do rozwiązania pozostaje ciągle kwestia stabilnej i niezawodnej pracy rozwiązań RFID. W głównej mierze w zakresie znakowania wyrobów w ilościach masowych, wykonanych z różnych materiałów, ułożonych w sposób niepozwalający na zdefiniowanie jednolitej orientacji przestrzennej oraz realizacji procesu identyfikacji w stanach statycznej i dynamicznej zmiany lokalizacji.

Celem przeprowadzonych badań było w pierwszej kolejności zdefiniowanie zbioru znaczników RFID, odpowiednich do znakowania jednostek logistycznych i opakowań zbiorczych wykorzystywanych w procesach dystrybucyjno-rozdzielczych Poczty Polskiej S.A.. Wytypowane do badań znaczniki zostały dobrane ze względu na parametry geometryczne oraz różne rozwiązania techniczne i technologiczne (różne konstrukcje anten oraz typy układów scalonych znacznika, implementujące również dodatkowe funkcje, takie jak *Autotuning* oraz *TagFocus*).

## Dlaczego do badań wykorzystano komorę bezodbiciową?

W pierwszej fazie, badaniom poddana została pula 27 znaczników, dla których w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych (komory bezodbiciowej) określono zasięg poprawnej pracy, budżet łącza radiowego oraz *threshold*, czyli minimalną moc transmisji wymaganą do aktywacji znacznika i otrzymania odpowiedzi. W ramach testów obserwowano także zmiany parametrów w zależności od materiału podłoża, na którym umieszczono znacznik oraz jego wpływu na dopasowanie impedancyjne układu znacznika. Wszystkie pomiary realizowano dla różnych poziomów mocy wypromieniowanej przez czytnik oraz różnych nastaw jego czułości. Zweryfikowano także wpływy orientacji oraz sposobu implementacji znaczników na zasięg ich poprawnej

pracy a także skuteczność działania mechanizmu autotuningu znaczników.

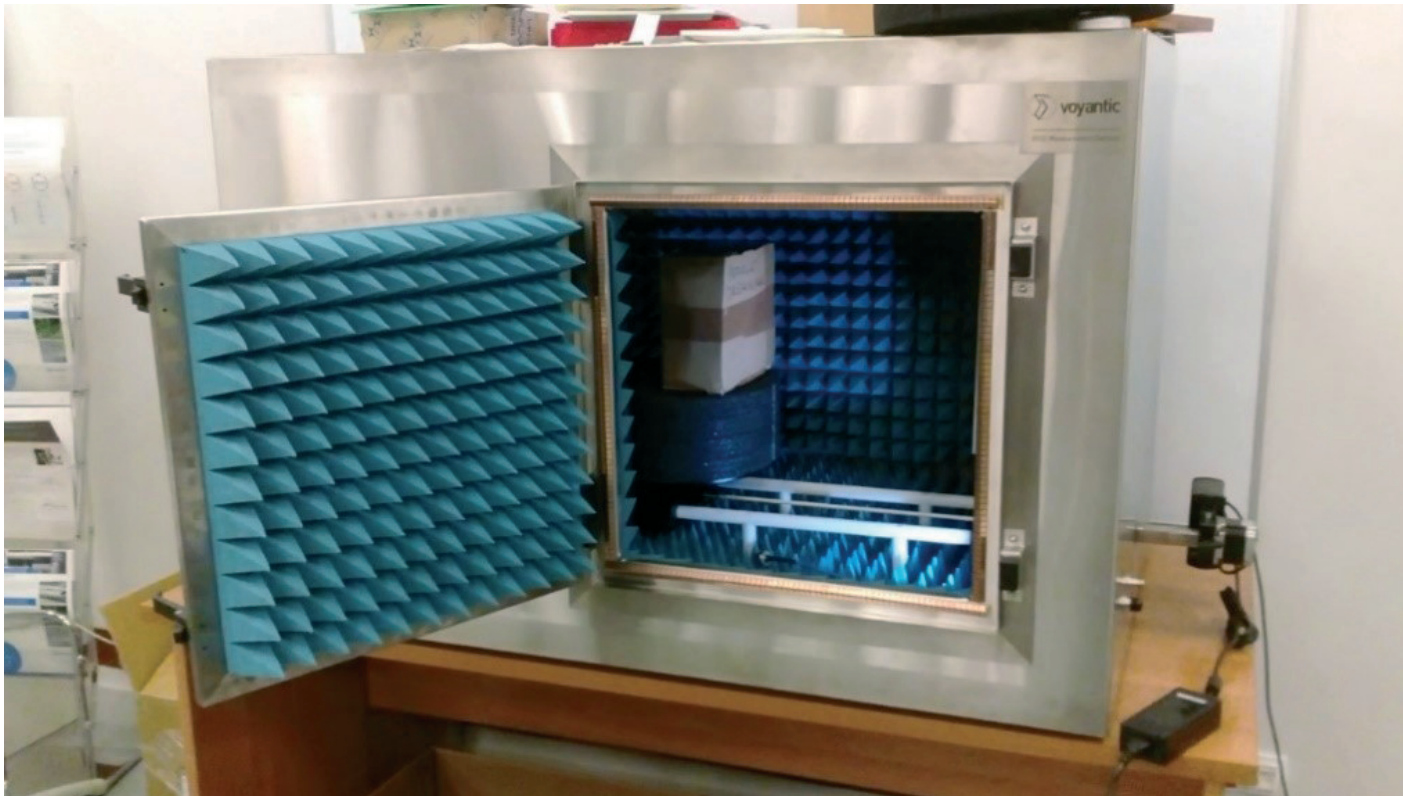
W ramach badań w komorze bezodbiciowej dokonano pomiarów zasięgów poprawnej pracy wybranych znaczników RFID, w zależności od specyfiki obiektu na którym został on umieszczony. Zweryfikowano również możliwość realizacji odczytów wielokrotnych na niehomogenicznych paletowych jednostkach ładunkowych, złożonych z przygotowanych wcześniej paczek o różnorodnej zawartości. Na podstawie wyników badań zidentyfikowano 3 najlepsze układy. Wytypowane znaczniki zostały następnie wykorzystane w dalszych badaniach, prowadzonych w układach wielokrotnych, w stanach dynamicznej zmiany lokalizacji. Uzyskane wyniki badań miały pozwolić na osiągnięcie rezultatu w postaci stabilnego rozwiązania do identyfikacji przesyłek, w całym procesie dystrybucyjno-rozdzielczym Poczty Polskiej S.A. Badania parametrów znaczników UHF RFID polegały na umieszczeniu wszystkich zgromadzonych próbek znaczników, na stanowisku pomiarowym i weryfikacji parametrów odczytu znaczników w paśmie 800MHz – 1000MHz.

Stanowisko pomiarowe, składające się z komory bezodbiciowej oraz urządzenia Voyantic Tagformance Pro (rys. 1) wraz z anteną, umożliwia symulację nastaw parametrów odczytu w pełnym zakresie częstotliwości pasma radiowego UHF, od ustawień typowych dla czyt-

ników mobilnych (zarówno standardowych, przez średniej klasy czytnik, po urządzenie „state of the art”), do ustawień pełnego spektrum czytników stacjonarnych. Zmiany właściwości symulacji możliwe są w zakresie mocy wypromieniowywanej z urządzenia oraz jego czułości, a także parametrów anteny. W trakcie badań odczyt prowadzony był z wykorzystaniem parametrów typowych dla stacjonarnego czytnika UHF RFID średniej klasy. Moc nadawania ustawiono zgodnie z normami ETSI w za-

### Parametry jakościowe odczytu a rzeczywiste jednostki logistyczne

Testy przeprowadzone na podkładach wykonanych z różnych materiałów pozwoliły na wstępne wytypowanie 5 najlepszych znaczników, które zostały wykorzystane do realizacji cyklu 4 kolejnych badań, realizowanych w pełnowymiarowej komorze bezodbiłkowej, których głównym celem było określenie jak na parametry jakościowe odczytu wpływają rzeczy-



Rys. 1. Badanie znacznika w komorze bezodbiłkowej

kresie maksymalnej możliwej mocy wypromieniowywanej równej 2W ERP (efektywna moc promieniowania) z uwzględnieniem anteny nadawczo-odbiorczej o zysku 6dBi. Natomiast czułość układu odbiornika czytnika/programatora Tagformance Pro zaprogramowano na poziomie -85dBm.

Podkłady testowe zostały wykonane z następujących materiałów: metal, PVC, szkło, guma, PTFE, FR4, karton, POM, HD300, HD1000, PP, PA. Natomiast na rysunku 2 przedstawiono układ uwarstwiony, składający się z dwóch warstw folii bąbelkowej oraz jednej warstwy tektury. Układ uwarstwiony wykorzystywany był w badaniu z podkładem metalowym, symulując opakowanie transportowe (z metalową zawartością).



Rys. 2. Przekładka układu uwarstwowanego



Rys. 3 Konstrukcja kratownic dla bramy RFID

wiste jednostki logistyczne, spotykane w procesach Poczty Polskiej. Pierwszy z testów polegał na przeprowadzeniu pomiarów populacyjnych w powietrzu. W komorze bezodbiciowej, w niewielkiej odległości, zawieszono 5 znaczników tego samego typu i przy pomocy czytnika Voyantic Tagformance Pro przeprowadzono testy populacyjne. Dzięki stosunkowo małym dystansom między znacznikami względem odległości od anteny, wpływ różnic w odległościach poszczególnych znaczników od anteny uznano za pomijalnie mały. W trakcie testu uzyskano funkcję liczby odczytanych znaczników w zależności od mocy wypromieniowanej przez czytnik. Następnie z każdej populacji wybrano losowo po jednym znaczniku do dalszych badań. Wybrane znaczniki przytwierdzano kolejno do różnych opakowań (modeli paczek), badając następnie wpływ ich zawartości na parametry jakościowe odczytu. Poszczególne jednostki logistyczne zostały przydzielone do następujących grup:

- paczka z elementami metalowymi,
- paczka z ubraniami,
- paczka z drobną elektroniką,
- paczka z elementami drewnianymi,
- paczka z artykułami papierowymi,
- paczka z płynami,
- paczka z artykułami RTV,
- paczka z przedmiotami szklanymi,
- paczka z tworzywami sztucznymi,
- kaseeta na listy.

Każdą paczkę dodatkowo wypełniono folią bąbelkową bądź innymi materiałami mającymi na celu zabezpieczenie jej zawartości.

Badania przeprowadzono przy użyciu urządzenia Tagformance Pro, przy pomocy którego określono z jakiej odległości możliwe jest odczytanie znacznika na danej paczce w zakresie częstotliwości 800 – 1000 MHz, przy użyciu czytnika o mocy wyjściowej 27dBm, antenie o wzmocnieniu 6dBi oraz czułości odczytu na poziomie -85dBm.

Jednym z obiektów, na których testowano znaczniki, były paletowe jednostki ładunkowe. Podczas badań użyto palet o różnej konfiguracji przestrzennej paczek. Średnia liczba paczek przypadająca na pojedynczą paletę wynosiła 70.

### Stanowisko pomiarowe

W kolejnym etapie badań w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, przeprowadzono testy poza komorą bezodbiciową, z wykorzystaniem bramy wykonanej z kratownicy z regulowanymi uchwytami do mocowania anten, które pozwalały na dokonywanie zmian ustawień anten na stanowisku pomiarowym.

Mając na uwadze zebrane dane dotyczące skuteczności realizacji procesu identyfikacyjnego dla wybranego znacznika RFID, dla paletowej jednostki ładunkowej oraz wybranej geometrii anten i konfiguracji czytnika/programatora, podjęto decyzję o konieczności zaprojektowania oraz wykonania dedykowanej komory RFID do odczytu zbiorczego przesyłek pocztowych. Zastosowanie szczelnej komory wykonanej z płyt stalowych wyposażonej w tzw. turbo antenę stanowiącą sztyk antenowy, złożony z mikro anten o różnej polaryzacji oraz kącie propagacji fal, działającą w układzie monostatycznym, pozwoliło na dodatkowe zwiększenie skuteczności

realizacji procesu identyfikacyjnego. Szczególnie w procesie realizacji spisu z natury wielu paczek o różnej zawartości ułożonej w formie niejednorodnej jednostki paletowej.

Mając na uwadze rezultaty już przeprowadzonych badań, w ramach kolejnego testu skoncentrowano się na sprawdzeniu, jak na odległość odczytu znaczników RFID wpływają podłoża bliższe warunkom rzeczywistym. W związku z powyższym, dla potrzeb badań opracowano modelowe paczki zawierające różne rodzaje ładunków. Następnie losowo wybrany znacznik, z wcześniej przebadanej populacji, przyklejano kolejno do poszczególnych obiektów testowych (paczek). Pomiar odległości odczytu wykonywano w funkcji częstotliwości nośnej, przy czym wskazana wartość odpowiada odległości zmierzonej dla częstotliwości obowiązującej w Polsce, w pełnej zgodności z normami ETSI 302 208 oraz ETSI 300 220.

W ramach badań wykonano szereg testów, umieszczając w komorze od 70 do 110 specjalnie przygotowanych oraz rzeczywistych, przypadkowo dobranych przesyłek Poczty Polskiej S.A.. W testach tych uzyskano stuprocentową skuteczność odczytu – niezależnie od sposobu doboru oraz ułożenia przesyłek w skrzyniach transportowych. ■



Rys. 4. Prototyp komory do realizacji spisu z natury

