

MACIEJ KIEDROWICZ¹, TADEUSZ NOWICKI², ROBERT WASZKOWSKI³,
ZBIGNIEW WESOŁOWSKI⁴, KAZIMIERZ WORWA⁵

Badanie charakterystyk procesów obiegu dokumentów ze znacznikami RFID w administracji państwowej⁶

1. Wstęp

Przepływ dokumentów papierowych w administracji państwowej, firmach komercyjnych oraz innych organizacjach jest związany z rejestracją licznych ważnych aktów prawnych lub dokumentów osobowych, decyzji administracyjnych, bankowych itp. Warto dodać, że chociaż zastępuje się je w coraz większym stopniu dokumentami elektronicznymi, to jednak te pierwsze w wielu przypadkach muszą funkcjonować ze względów formalnych. Na różnych szczeblach administracji państwowej organizuje się kancelarie, których zadaniem jest gromadzenie dokumentów pozwalających na ich efektywną archiwizację oraz szybką identyfikację stanu posiadania w tym zakresie.

Od pewnego czasu jest realizowana idea stosowania znaczników RFID⁷ (*radio-frequency identification*) w procesach przepływu dokumentów. Ma to olbrzymie znaczenie zarówno w administracji państwowej⁸, jak i w innych organizacjach⁹,

¹ Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

² Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

³ Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

⁴ Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

⁵ Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

⁶ Praca finansowana w ramach projektu NCBiR nr DOBR-BIO4/006/13143/2013.

⁷ C. Heinrich, *RFID and Beyond*, Wiley Publishing, Indianapolis 2005.

⁸ T. Maniva, H. Sugano, M. Kato, *Mass Data Read/Write Technology for UHF-Band RFID Tags*, „Fujitsu Scientific and Technical Journal” 2007, vol. 43, no. 4, October, s. 464–468.

⁹ I. Bose, E.W.T. Ngai, T.S.H. Teo, S. Spiekermann, *Managing RFID projects in organizations*, „European Journal of Information Systems” 2009, vol. 18, December, s. 534–540.

w tym medycznych¹⁰ oraz logistycznych¹¹. Technologia ta pozwala na trwałe mocowanie do dokumentów tzw. znaczników (etykietek, tagów) RFID, powodujących to, że opromieniowane falami generowanymi z odpowiednich anten wysyłają sygnały od tych znaczników rejestrujące ich istnienie w pewnej odległości od anten. Dokumenty ze znacznikami RFID są więc obiektami pasywnymi. Jeśli nie ma promieniowania z anten, to nie wysyłają żadnych sygnałów w eter. W przypadku działania anten system odczytu umożliwia identyfikację wielu znaczników znajdujących się jednocześnie w polu odczytu.

Pozostaje jeszcze dodać, że znaczniki RFID nie są już dzisiaj czymś wiele różniącym się od normalnych dokumentów, bez tych znaczników. Znaczniki RFID przechodzą ostatnio wielką metamorfozę pod względem ich wielkości. Przedstawiony na rysunku 1 dokument ze znacznikiem RFID nie odbiega od dokumentu zwykłego, a wielkość znacznika RFID stale się zmniejsza do rozmiaru około 10 cm kwadratowych.



Rysunek 1. Dokument oznaczony znacznikiem RFID

Źródło: opracowanie własne.

Uwzględniając jednak fakt, że anteny RFID wysyłają z pewną częstotliwością sygnały, można zorganizować nowoczesny system zarządzania dokumentami ze znacznikami RFID. System tego typu pozwala na rejestrację szeregu

¹⁰ S. Wang, W. Chen, C. Ong, L. Liu, Y. Chuang, *RFID Application in Hospitals: A Case Study on a Demonstration RFID Project in a Taiwan Hospital*, w: *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 08, 4–7 January 2006.

¹¹ S. Whang, *Timing of RFID Adoption in a Supply Chain*, „*Management Science*” 2010, vol. 56, no. 2, s. 343–355.

zdarzeń w pomieszczeniu, w którym się znajduje. Do podstawowych zdarzeń można tu zaliczyć m.in.:

- pojawienie się nowych dokumentów ze znacznikami RFID;
- przesunięcie pojedynczego dokumentu ze znacznikami RFID lub ich pakietu poza obszar lokalizacji anten;
- przemieszczenie się dokumentu ze znacznikiem RFID w obrębie działania anten;
- rejestracja nowych dokumentów ze znacznikami RFID.

System zarządzania dokumentami ze znacznikami RFID wymaga specjalistycznego środowiska, złożonego z kilku elementów, tworzącego komputerowo wspomagany proces identyfikacji przepływu dokumentów w obrębie pewnego otoczenia, zdefiniowanego wcześniej według ustalonych założeń.

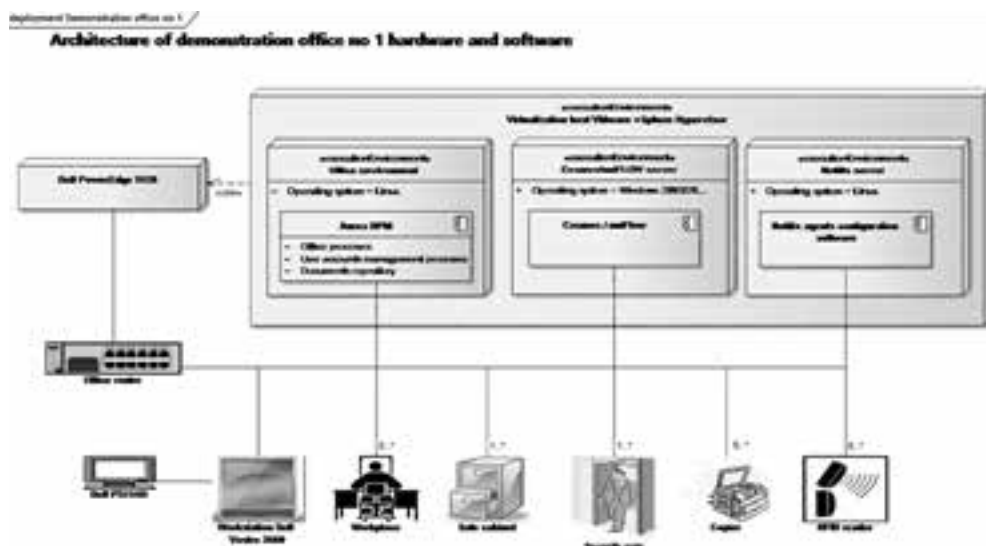
2. Środowisko systemu zarządzania dokumentami ze znacznikami RFID

Przyjmując, że rejestracja przepływu dokumentów ze znacznikami RFID odbywa się w obszarze szeroko pojętej kancelarii administracji państwowej, można pokusić się o określenie struktury takiej kancelarii. Do elementów kancelarii, poza typowymi jej składnikami, można zaliczyć:

- służbę wejściową z antenami RFID, jako terminal dostępowy do kancelarii;
- szafy z antenami RFID z jednostką sterującą;
- szafy z antenami RFID bez jednostki sterującej;
- tunel odczytu dokumentów ze znacznikami RFID;
- czytnik tacowy RFID;
- specjalizowaną kopiarkę z modułem RFID;
- serwer drukarki;
- serwer oprogramowania do rejestracji znaczników RFID;
- serwer oprogramowania systemu zarządzania przepływem dokumentów ze znacznikami RFID.

Śluza wejściowa z antenami RFID jest przeznaczona do rejestracji wnoszonych lub wnoszonych z kancelarii dokumentów. Osoba wchodząca lub wychodząca z kancelarii posiada też znacznik RFID w postaci specjalnego osobowego chipa. Szafy z antenami RFID są naturalnym magazynem dokumentów w kancelarii. Tunel odczytu dokumentów służy użytkownikowi kancelarii do składania przyniesionych i pozostawianych w kancelarii dokumentów z jednoczesnym

zdjęciem ich z katalogu już posiadanych. Podobnie czytnik tacowy jest przeznaczony do rejestracji pojedynczych dokumentów ze znacznikami RFID. Specjalizowana drukarka z modułem RFID rejestruje fakt kopiowania dokumentu, przy czym ma ona wbudowany układ weryfikujący to, czy dokument może być kopiowany, przez kogo oraz w ilu egzemplarzach. Serwery są środowiskiem komputerowym realizującym procesy przepływu dokumentów ze znacznikami RFID. Na rysunku 2 została przedstawiona architektura przykładowego środowiska wykonawczego komputerowego systemu zarządzania przepływem dokumentów ze znacznikami RFID.



Rysunek 2. Przykładowe środowisko wykonawcze komputerowego systemu zarządzania przepływem dokumentów ze znacznikami RFID

Źródło: opracowanie własne.

3. Procesy przepływu dokumentów w administracji państwowej

Podstawowa idea realizacji komputerowego systemu wspomagania zarządzania przepływem dokumentów ze znacznikami RFID bazuje na określeniu procesów biznesowych związanych z przepływem dokumentów w kancelarii. Opracowanie modeli procesów przepływu dokumentów pozwala na automatyzację rejestracji dokonywanych w kancelarii działań. Pracownicy kancelarii, dzięki przyjaznemu interfejsowi systemu, nie muszą wypełniać drobiazgowych

dokumentów związanych m.in. z odbieraniem, wydawaniem, tworzeniem dokumentów, a jedynie wybierają i zaznaczają pewne opcje w interfejsie graficznym użytkownika. Wszelkie zapisy w systemie, związane z opisem działań na dokumentach, ich nazwą, przeznaczeniem, oznaczeniem historii ich przepływów, modyfikacji, momentów braku ich poprawnej identyfikacji itp., są realizowane automatycznie przez system.

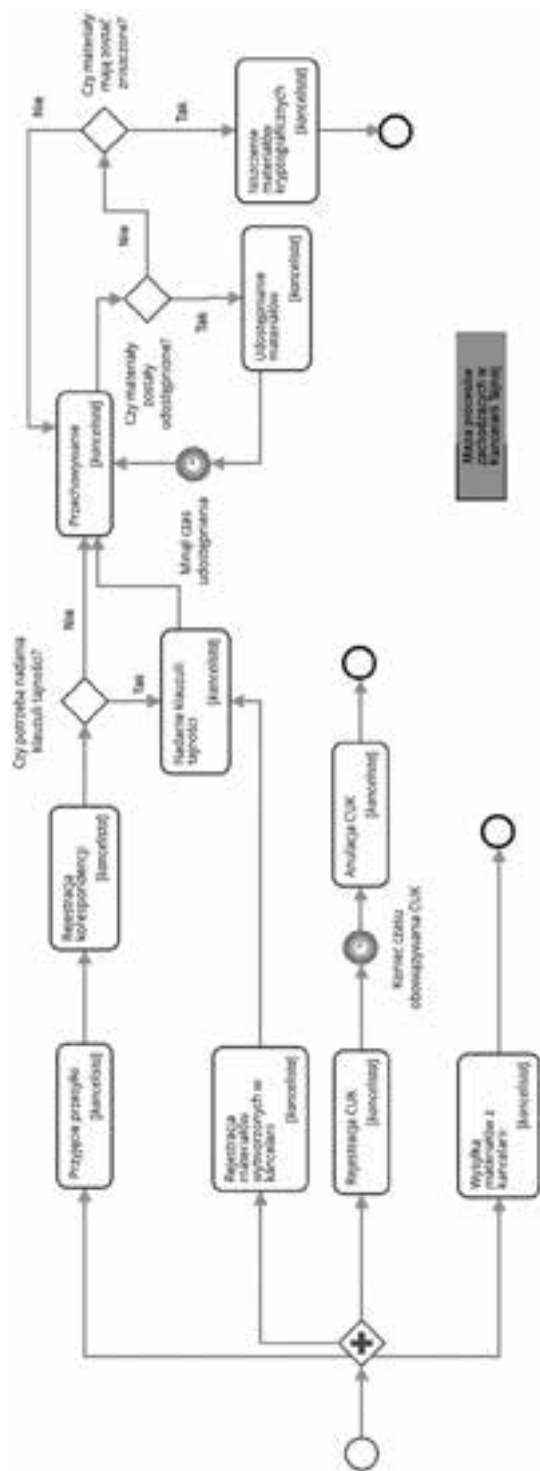
Modele przypadków związanych z przepływem dokumentów pozwalają również na bieżącą kontrolę stanu posiadania dokumentów ze znacznikami RFID w kancelarii. Można włączyć opcję częstotliwości kontroli stanu dokumentów w kancelarii, która to kontrola będzie się odbywać automatycznie co pewien czas. W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek niezgodności zostanie włączony sygnał alarmowy. Oczywiście, na początku pracy kancelarii, dopóki personel kancelarii nie będzie dostatecznie przeszkolony, takie sygnały będą częste. Z czasem jednak powinny one zostać w pełni wyeliminowane.

Modele procesów związanych z przepływem dokumentów ze znacznikami RFID służyć mogą również do badania charakterystyk przepływu dokumentów, co jest podstawowym problemem rozpatrywanym w niniejszej pracy. Warto przy tym podkreślić fakt, że na poziomie definiowania procesów przepływu dokumentów nie widać jeszcze ważnych charakterystyk związanych z wydajnością i niezawodnością funkcjonowania systemu wspomaganego pracy kancelarii.

Mapa procesów wyodrębnionych dla działania kancelarii z dokumentami posiadającymi znaczniki RFID dla typowej kancelarii została przedstawiona na rysunku 3.

Do podstawowych procesów biznesowych związanych z funkcjonowaniem kancelarii z dokumentami posiadającymi znaczniki RFID można zaliczyć:

- przyjęcie dokumentu lub dokumentów ze znacznikami RFID od osoby fizycznej;
- przyjęcie przesyłki z dokumentami ze znacznikami RFID ze śladami otwarcia;
- przeprowadzenie standardowych czynności przy odbiorze dokumentów ze znacznikami RFID;
- rejestracja korespondencji w postaci dokumentów ze znacznikami RFID;
- nadawanie klauzuli tajności dokumentom ze znacznikami RFID;
- rejestracja wytworzonych dokumentów ze znacznikami RFID;
- procesy związane z przechowywaniem dokumentów z tagami RFID;
- przygotowanie dokumentów ze znacznikami RFID do wysyłki;
- wysłanie dokumentów ze znacznikami RFID przez przewoźnika;
- udostępnienie dokumentów ze znacznikami RFID;
- niszczenie dokumentów ze znacznikami RFID.



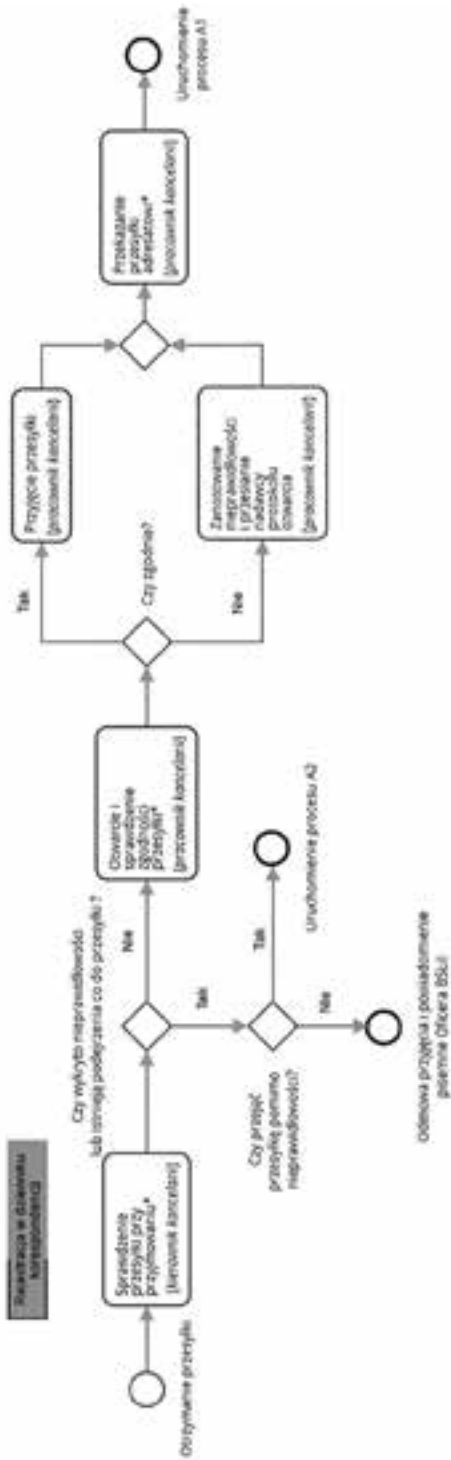
Rysunek 3. Mapa procesów w kancelarii z dokumentami RFID

Źródło: opracowanie własne.

Przykładem procesu biznesowego związanego z funkcjonowaniem kancelarii może być proces przyjmowania przesyłki z dokumentami. Został on przedstawiony na rysunku 4.

Proces ten polega na wykonaniu przez pracownika kancelarii poniższych kroków. Proces jest inicjowany w momencie przyjęcia przesyłki przez pracownika kancelarii, który na formularzu startowym wprowadza datę przyjęcia przesyłki oraz dane do księgi doręczeń/wykazu przesyłek wydanych i zatwierdza zadanie. Następnie kierownik kancelarii otrzymuje przesyłkę i dokonuje sprawdzenia przesyłki przy przyjmowaniu. Wprowadza on dane dotyczące odbiorcy i nadawcy, potwierdza odbiór przesyłki, wprowadza dane dotyczące sprawdzenia zgodności przesyłki. Kierownik kancelarii odnotowuje, czy wykryto nieprawidłowości podczas sprawdzania lub czy istnieją podejrzenia co do przesyłki. Jeśli tak, to kierownik kancelarii podejmuje decyzję o tym, czy mimo nieprawidłowości przyjmie przesyłkę (jeśli nie, odmawia przyjęcia przesyłki i powiadamia pisemnie osobę odpowiedzialną, następuje koniec procesu; jeśli tak, zostaje uruchomiony proces przyjęcia przesyłki z dokumentami ze znacznikami RFID ze śladami otwarcia). Jeśli nie, to kierownik kancelarii przekazuje przesyłkę pracownikowi kancelarii, który otwiera ją i sprawdza zgodność między jej zawartością a wyszczególnionymi na kopercie wewnętrznej numerami ewidencyjnymi. Weryfikuje to, które z dokumentów przesyłki mają już znaczniki RFID. Pracownik kancelarii weryfikuje liczbę stron, załączników i stron załączników zgodnie z liczbą oznaczoną na poszczególnych materiałach. Jeśli stwierdza nieprawidłowość, wykonuje wpis do protokołu otwarcia przesyłki o istniejących nieprawidłowościach oraz dokonuje adnotacji tego faktu w dzienniku korespondencji. Następnie dołącza protokół otwarcia przesyłki. Kolejno wysyła nadawcy protokół otwarcia przesyłki. Pracownik kancelarii przyjmuje przesyłkę. Jeśli zachodzi taka potrzeba, pracownik zamieszcza znaczniki RFID na dokumentach, które nie mają takowych, a powinny je posiadać. Pracownik kancelarii przekazuje przesyłkę adresatom, działając różnie w zależności od tego, czy jest to przesyłka pilna, czy zwykła; może się on nie spieszyć z przekazaniem przesyłki. Uruchomia się proces rejestracji korespondencji w postaci dokumentów ze znacznikami RFID. Pracownik dokonuje adnotacji o tym fakcie w uwagach urzędnika ewidencyjnego. Następuje uruchomienie procesu rejestracji korespondencji w postaci dokumentów ze znacznikami RFID.

Dla zilustrowania złożoności procesów wyodrębnionych w przepływie dokumentów w kancelarii z dokumentami ze znacznikami RFID można jeszcze pokazać proces związany z przechowywaniem dokumentów ze znacznikami RFID (rysunek 5).



Rysunek 4. Mapa procesów w kancelarii z dokumentami RFID

Źródło: opracowanie własne.

4. Badanie charakterystyk procesów przepływu dokumentów

Podstawowym problemem w badaniu charakterystyk procesów przepływu dokumentów w administracji państwowej jest określenie własności wydajnościowych i niezawodnościowych systemu wspomagania prac kancelarii. W naturalnych warunkach badanie własności oprogramowania zajęłoby wiele czasu. Należy je jednak wykonać przed odbiorem systemu do jego eksploatacji.

Podstawowymi charakterystykami, które będą podlegać badaniu, są charakterystyki niezawodnościowe i wydajnościowe. W ramach badań niezawodnościowych, przy wykorzystaniu opracowanych wcześniej metodyk i charakterystyk niezawodnościowych, analizie będą podlegać m.in.:

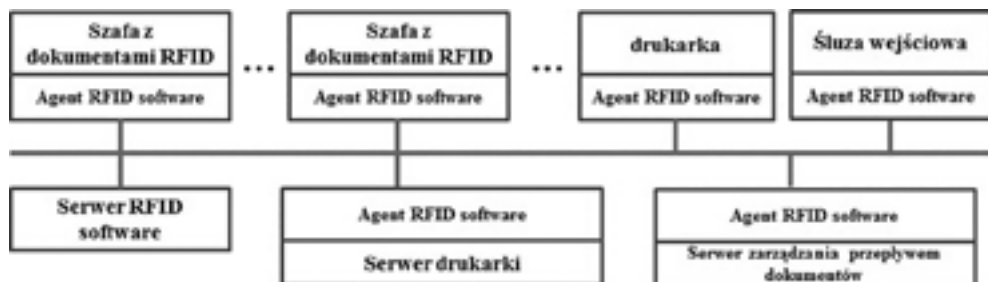
- zdalna identyfikacja dokumentów i nośników jawnych oraz niejawnych w miejscach składowania i pracy w czasie rzeczywistym;
- procedury automatycznej inwentaryzacji dokumentów i nośników jawnych oraz niejawnych ułożonych w stosach;
- procedury automatycznego wykrycia zmiany położenia dokumentów oznakowanych i nośników;
- system kontroli przepływu nośników i dokumentów;
- sprawdzenie procedur i mechanizmów kontroli uprawnień osób do dokumentów;
- system elektronicznego zabezpieczenia dokumentów i nośników przed nieuprawnionym przemieszczeniem oraz identyfikacja dokumentów i nośników na stanowiskach pracy;
- metoda zabezpieczenia przed wielokrotnym kopiowaniem dokumentu i drukowania z ograniczoną liczbą egzemplarzy;
- identyfikacja położenia pojedynczego dokumentu i nośnika z określoną dokładnością;
- prawidłowość funkcjonowania służby.

W ramach badań wydajnościowych analizie będą podlegać m.in.:

- efektywna wielkość (liczność) zestawów dokumentów oznakowanych w wybranych procedurach ich obiegu;
- czas trwania identyfikacji zestawu dokumentów oznakowanych i nośników w wybranych procedurach ich obiegu;
- charakterystyka istotności wpływu typowych i losowych zmian warunków pracy systemu (zakłóceń) na prawidłową jego pracę.

Dla realizacji tego celu posłużono się zamianą pierwotnego środowiska pracy kancelarii, które przedstawiono na rysunku 6. W tym przypadku trzeba

byłoby zrealizować liczne zestawy scenariuszy zdarzeń związanych z komunikatami przesyłanymi pomiędzy agentami RFID software z urządzeń zewnętrznych do serwera RFID systemu. Ponadto trzeba byłoby śledzić reakcję serwera zarządzania przepływem dokumentów na zaistniałe zdarzenia. Liczność rozpatrywanych scenariuszy wraz z ich wewnętrzną zróżnicowaną powtarzalnością byłaby tak duża, że wykonanie badań trwałoby miesiące.



Rysunek 6. System wspomagania przepływem dokumentów ze znacznikami RFID

Źródło: opracowanie własne.

Zdecydowano się na zastosowanie nowatorskiej metody badania własności niezawodności i wydajności systemu. Zbudowano symulator imitujący zdarzenia związane z przepływem dokumentów, w tym przypadku generujący sygnały o zmianie położenia dokumentów ze znacznikami RFID w systemie kancelarii. Symulatory zdarzeniowe imitujące funkcjonowanie systemów technicznych zostały opisane m.in. w sensie modelowym w monografiach *Discrete event simulation. Modeling, programming and analysis*¹² i *Simulation*¹³, a w sensie implementacyjnym w *Handbook of research on discrete event simulation environments: Technologies and applications*¹⁴ oraz *Simulation of Computer Systems and Computer Networks: A Process-Oriented Approach*¹⁵.

W normalnym trybie serwer RFID software służy jedynie do konfiguracji środowiska, w którym definiuje się urządzenia będące elementami wyposażenia kancelarii. Z kolei istnienie dokumentów ze znacznikami RFID rejestruje się

¹² G.S. Fishman, *Discrete event simulation. Modeling, programming and analysis*, Springer, New York 2001.

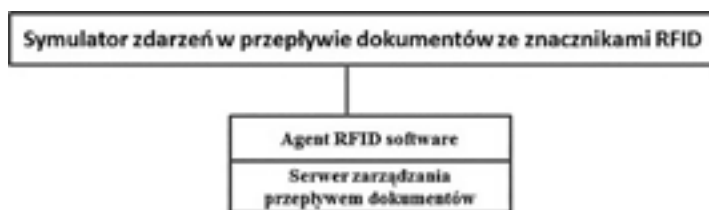
¹³ S.M. Ross, *Simulation*, Elsevier Inc., Houston 2006.

¹⁴ E.M. Abu-Taieh, A.A.R. El Sheikh, *Handbook of research on discrete event simulation environments: Technologies and applications*, IGI Global, Hershey, New York 2010.

¹⁵ B. Sinclair, *Simulation of Computer Systems and Computer Networks: A Process-Oriented Approach*, University Press, Cambridge 2004.

dzięki temu, że anteny RFID przesyłają komunikaty do agentów RFID software i te z kolei są przesyłane przez agenta RFID software do serwera zarządzania przepływem dokumentów. Komunikaty mają postać ciągów XML-owych. Powstała zatem idea budowy symulatora komunikatów XML-owych imitujących istnienie lub nieistnienie oraz przemieszczania dokumentów w systemie.

Przekształcono więc środowisko systemu wspomaganie przepływem dokumentów ze znacznikami RFID (rysunku 6) w sztuczne środowisko, zilustrowane na rysunku 7.



Rysunek 7. Proces związany z przechowywaniem dokumentów ze znacznikami RFID

Źródło: opracowanie własne.

Powoduje to możliwość wcześniejszej konstrukcji scenariuszy badania stanu posiadania dokumentów ze znacznikami RFID w kancelarii wraz z ich lokalizacją. W ten sposób można w skończonym, niedługim czasie badać charakterystyki niezawodnościowe i wydajnościowe systemu kancelarii w aspekcie zarówno oprogramowania aplikacyjnego serwera zarządzania przepływem dokumentów, jak i prawidłowego działania zapisów w bazie danych. Bez tej modyfikacji badanie charakterystyk trwałoby niezmiernie długo.

Oczywiście, badanie prawidłowej pracy urządzeń peryferyjnych, jak szafy, drukarki, śluzę itd., odbywa się w normalnym trybie, jednak liczba eksperymentów jest relatywnie niewielka i zajmuje stosunkowo mało czasu.

5. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Podstawowymi funkcjami proponowanego rozwiązania jest zarządzanie obiegiem dokumentów ze znacznikami RFID, kontrola dostępu do dokumentów oraz nadzór nad ich kopiowaniem, a także zarządzanie dostępem osób upoważnionych. Dodatkowym atutem projektowanego rozwiązania, oprócz zapewnienia lepszej kontroli nad przechowywaniem i udostępnianiem dokumentacji, będzie

zapewnienie możliwości śledzenia dróg przepływu nośników i dokumentów jawnych oraz niejawnych pomiędzy strefami bezpieczeństwa ze wskazaniem osób uprawnionych do korzystania z dokumentacji. Głównymi użytkownikami systemu będą oczywiście jednostki administracji państwowej, w tym podległe MON oraz MSWiA. Istotnym polem zastosowań wyników projektu będzie również obszar wymiaru sprawiedliwości oraz instytucje szeroko pojmowanej służby zdrowia.

Wdrożenie wyników przyczyni się do rozwoju i wzrostu konkurencyjności branży obiegu dokumentów w Polsce. Wynika to z faktu, iż tak zaawansowane rozwiązania, oparte na radiowej i automatycznej identyfikacji dokumentów, nie istnieją w Europie. Dysponując taką technologią, polskie instytucje i przedsiębiorstwa, nie tylko państwowe, stałyby się czołowym dostawcą rozwiązań na rynek europejski, a w dalszej kolejności również światowy.

Bibliografia

- Abu-Taieh E.M., El Sheikh A.A.R., *Handbook of research on discrete event simulation environments: Technologies and applications*, IGI Global, Hershey, New York 2010.
- Araújo Filho F.W.C., Travassos X.L., Figueiredo P.S., *Use of the RFID technology to overcome inefficiencies in the production process: an analysis of a microcomputer company in Ilhéus – Bahia*, „Journal of Information Systems and Technology Management” 2014, vol. 11, no. 1, January–April, s. 65–84.
- Barnard-Wills D., Ashenden D., *Public sector engagement with online identity management*, „Identity in the Information Society” 2010, vol. 3, issue 3, December, s. 657–674.
- Bose I., Ngai E.W.T., Teo T.S.H., Spiekermann S., *Managing RFID projects in organizations*, „European Journal of Information Systems” 2009, vol. 18, December, s. 534–540.
- Fishman G.S., *Discrete event simulation. Modeling, programming and analysis*, Springer, New York 2001.
- Heinrich C., *RFID and Beyond*, Wiley Publishing, Indianapolis 2005.
- Kannry J., Emro S., Blount M., Ebling M., *Small-scale Testing of RFID in a Hospital Setting: RFID as Bed Trigger*, AMIA Annual Symposium Proceedings Archive, 2007, s. 384–388.
- Maniva T., Sugano H., Kato M., *Mass Data Read/Write Technology for UHF-Band RFID Tags*, „Fujitsu Scientific and Technical Journal” 2007, vol. 43, no. 4, October, s. 464–468.
- Perros H., *Computer simulation techniques – the definitive introduction*, North Carolina State University, Raleigh 2009.

- Ross S.M., *Simulation*, Elsevier Inc., Houston 2006.
- Sinclair B., *Simulation of Computer Systems and Computer Networks: A Process-Oriented Approach*, University Press, Cambridge 2004.
- Stambaugh C.T., Carpenter F.W., *Wireless innovation in inventory monitoring and accounting*, „Strategic Finance” 2009, vol. 91(6), s. 35–40.
- Wang S., Chen W., Ong C., Liu L., Chuang Y., *RFID Application in Hospitals: A Case Study on a Demonstration RFID Project in a Taiwan Hospital*, w: *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 8, 4–7 January 2006.
- Whang S., *Timing of RFID Adoption in a Supply Chain*, „Management Science” 2010, vol. 56, no. 2, s. 343–355.

* * *

The characteristics investigation method of RFID document flow process in the state administration

Summary

The paper presents the concept of performance characteristics investigation of an innovative electronic system for managing document tracking. The presented solution focuses on the use of the latest information and communication technologies related to Radio-Frequency Identification (RFID). The focus of the research concerns not only documents and data carriers, but also all office equipment (cabinets, desk, copying machines and entry/exit control devices).

Keywords: documents flow process, RFID technology, performance analysis