

MODELOWANIE PROCESU IDENTYFIKOWALNOŚCI WYROBÓW ZA POMOCAŃ TECHNOLOGII RFID

MODELING OF PRODUCT TRACEABILITY WITH RFID TECHNOLOGY

Tomasz R. WAŚNIEWSKI
tomasz.wasniewski@wat.edu.pl

Paweł ŚLASKI
pawel.slaski@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

Streszczenie: W artykule poruszono problem identyfikowalności produktów, które mają coraz większy wpływ na jakość naszego życia. Producenci borykają się z problemami szybkiego wycofania wadliwych partii produktu z rynku, aby uniknąć ogromnych odszkodowań jakie są wypłacane z tytułu wad. Możliwość zautomatyzowania procesów identyfikowalności za pośrednictwem technologii RFID pozwoli firmom oraz uczestnikom procesu produkcyjnego na przyspieszenie procesu wycofania oraz analizy wad jakie wystąpiły podczas produkcji.

Abstract: The article discusses the problem of traceability of products that have an ever greater impact on the quality of our lives. Manufacturers are struggling with the problems of quickly withdrawing defective product batches from the market to avoid huge damages that are paid for defects. The ability to automate traceability processes via RFID technology will allow companies and participants in the production process to speed up the process of withdrawal and analysis of defects that have occurred during production.

Słowa kluczowe: identyfikowalność, RFID, modelowanie
Key words: traceability, RFID, modeling

WSTĘP

Poprzez rozwój techniki, świat staje się „globalną wioską”. Nie ma już znaczenia na której półkuli Ziemi produkowane są komponenty, produkowane wyroby gotowe, czy gdzie znajduje się finalny klient. Poprzez wymianę danych przez Internet ludzie mogą się ze sobą komunikować na bieżąco, przez co firmy produkcyjne lokalizują się w krajach, gdzie produkcja staje się najtańsza. W zależności od właściwości produktu ma on mniejszy lub większy wpływ na człowieka i jego zdrowie. Produkty mające wpływ na bezpieczeństwo klienta muszą być identyfikowane w celu uzyskania danych pozwalających na prześledzenie historii wyrobu, jak i komponentu. Producenci komponentów mogą pochodzić z różnych stron świata, może być ich kilku w odniesieniu do jednego, tego samego wytwarzanego dobra. To identyfikowalność ma zapewnić bezpieczeństwo w razie konieczności wycofania partii produktu w postaci zbioru wszystkich potrzebnych informacji w jednym miejscu. W celu ulepszenia sposobu oznaczenia produktu, a także zapisu informacji dotyczących identyfikowalności można wykorzystać technologię RFID.

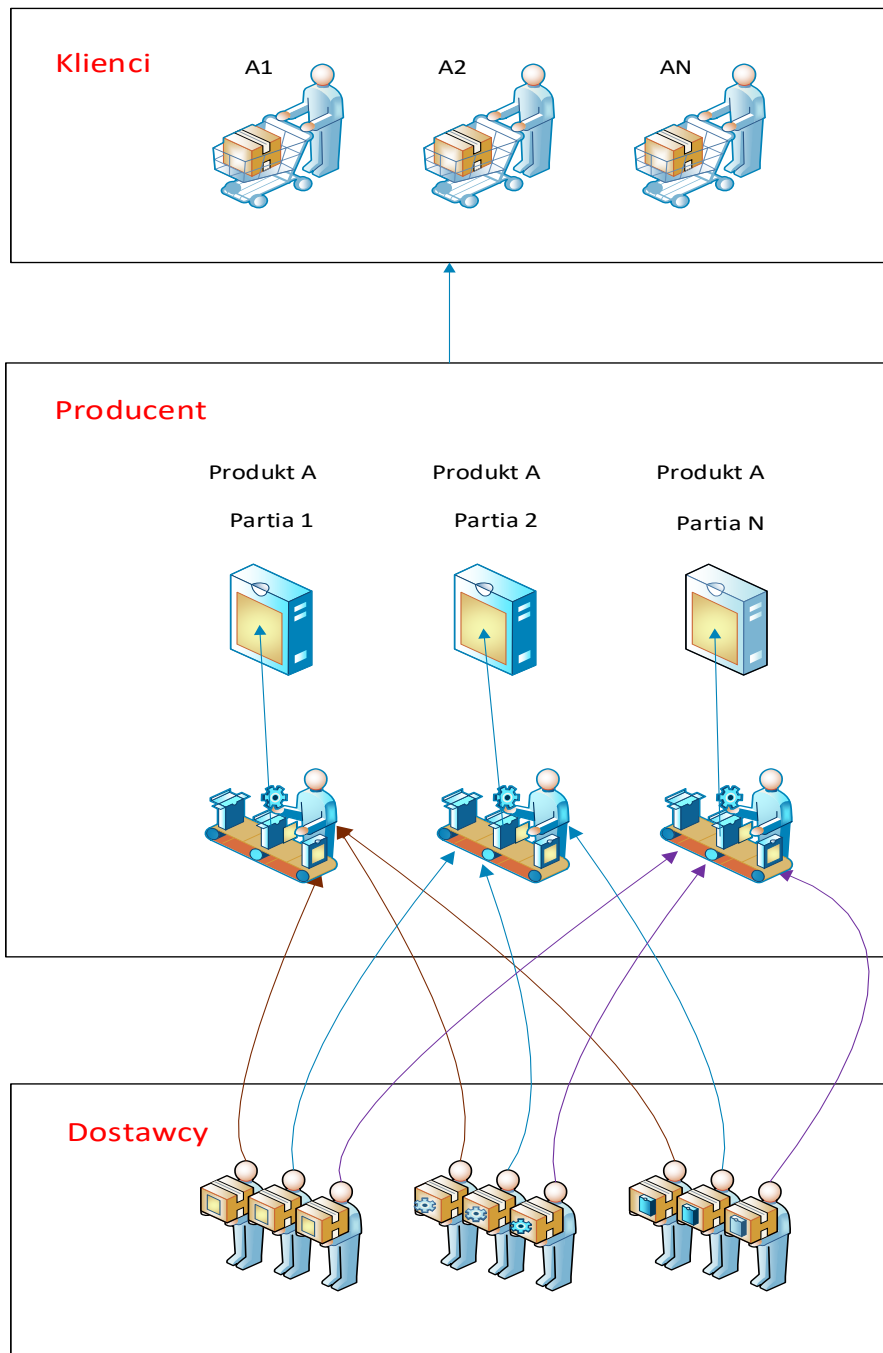
Identyfikowalność wyrobów (ang. *Traceability* - zdolność do prześledzenia historii, zastosowania lub lokalizacji obiektu) firm produkcyjnych może dotyczyć znajomości dostawcy surowców do wykonania produktu, a w tym:

- danych firmy,
- numeru partii dostarczonej przez dostawcę,
- komponentów,
- daty wyprodukowania,
- przebiegu procesów technologicznych,
- dystrybucji i warunków przechowywania.

Surowiec jest nieodłącznym elementem potrzebnym do wyprodukowania dobra. Pozyskanie danych surowców nie musi odbywać się tylko od jednego dostawcy, lecz może być ich kilku. Posiadanie jednego dostawcy może wiązać się z powstaniem ryzyka w postaci braku dostarczenia towaru spowodowanego opóźnieniami, bankructwem lub innymi problemami z dostawą surowca. W tym przypadku proces produkcyjny w przedsiębiorstwie też zostaje wstrzymany. Współpraca z kilkoma dostawcami pozwala rozbudować sieć dostaw, w konsekwencji sprzyja to wybraniu korzystniejszej oferty. Ze względu na złożoność procesu produkcji, jakość finalnego surowca sprzedawanego przez dostawcę jest uzależniona od składowych takich, jak:

- jakość surowców,
- zmiana linii produkcyjnej,
- zmiana personelu,
- doświadczenie kadry.

Finalnym odbiorcą jest klient, którego interesuje zakup produktu o określonej jakości. Na jakość produktu wytwarzanego przez przedsiębiorstwo produkcyjne składają się procesy produkcyjne oraz jakość surowców od dostawcy. W razie zaistniałych problemów związanych z finalnym produktem identyfikowalność pozwala na identyfikację błędnej fazy procesu produkcji lub jakości dostarczanego surowca przez dostawcę. Złożoność procesów składowych finalnego produktu przedstawiona została na rysunku 1.



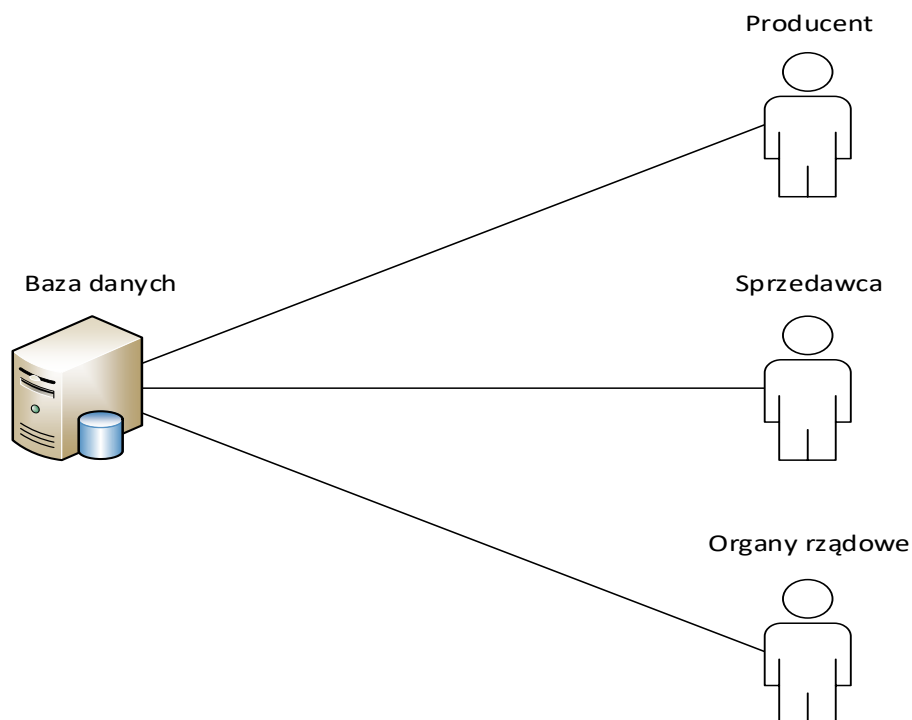
Rys. 1. Wpływ dostawy na partie produktu

Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Stroma, A. Dudziak, G. Maj, Identyfikowalność i monitorowanie zagrożeń w łańcuchu żywnościowym z punktu widzenia producenta i konsumenta, Logistyka, nr 6/2015, s. 447.

Identyfikowalność wyrobów jest ważna dla przedsiębiorstwa pod względem bezpieczeństwa dotyczącego wyrobu, jak i jakości produktu. Wpływa pozytywnie na przestrzeganie obowiązujących przepisów prawa, zmniejszenia bądź zlikwidowania akcji dotyczących usunięcia wybranej partii produktów z obiegu na rynku, zwiększenia zadowolenia odbiorcy poprzez wysoką jakość produktu. Konsument jest finalnym odbiorcą produktu, natomiast

dystrybutor posiada w swojej bazie danych ostatecznych klientów, co umożliwia prześledzenie łańcucha dostaw. Identyfikowalność polega na odtworzeniu ruchu produktu, czyli jego drogi przed i po danym ogniwie w łańcuchu. W zależności od produktu i jego części składowych producenci muszą przechowywać dane w takim okresie, w jakim przydatność ma ich wyrób. Informacje obejmujące identyfikowalność żywności dotyczą:

- identyfikacji produktu: masy, wymiarów, wyglądu zewnętrznego, objętości, opakowania, długości życia cyklu, podatności na uszkodzenia, opisu struktury materiału;
- danych potrzebnych do śledzenia: numeru, stopnia szczegółowości, dynamizmu, poufności, typologii, wymagań przechowywania;
- wytworzenia produktu: terminu realizacji, cyklu produkcyjnego, sprzętu, systemu przechowywania, instrukcji użytkowania;
- narzędzi: wiarygodność danych, zgodność produktu, danych, zgodności z procesem, dokładności danych, stopnia automatyzacji (rys. 2).



Rys. 2. Użytkownicy bazy danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/wiesci-z-gs1/item/87553-system-gs1-w-silach-zbrojnych-rp> [stan na dzień: 18.10.2017].

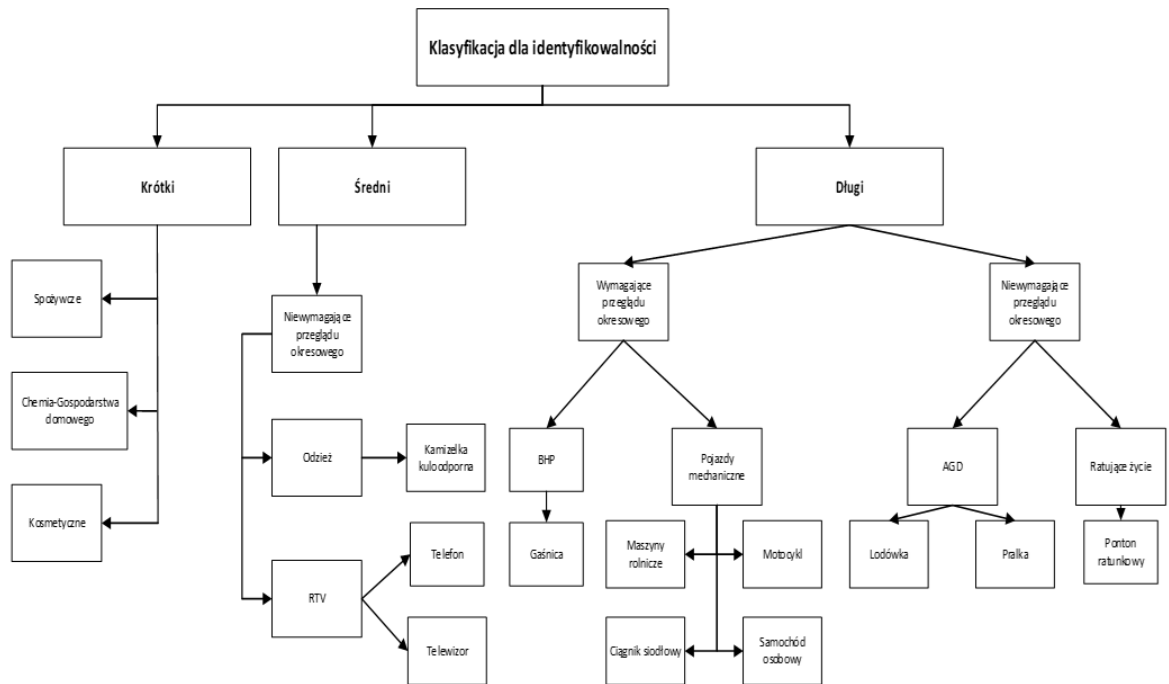
1. CHARAKTERYSTYKA KLASYFIKACJI WYROBÓW

Polska Klasyfikacja Wyrobów i Usług (PKWiU 2015) opracowana została na potrzeby prowadzenia statystyk, stanowić może również wykaz grup konkretnych usług oraz wyrobów stosowanych w podejmowaniu decyzji gospodarczych. Można ją także wykorzystać na potrzeby ewidencji podmiotów gospodarczych pod postacią indeksów towarowych bądź materiałowych. Przyporządkowanie odpowiednich grup w PKWiU oparte jest na podstawie kryteriów klasyfikacyjnych. Informacje jakie mogą być pomocne w odpowiednim dopasowaniu wyrobu do klasyfikacji to:

- przeznaczenie wyrobu,
- surowce wykorzystane do produkcji,
- konstrukcja,
- technologia wytwarzania.

Rysunek 3 przedstawia wyroby przyporządkowane odpowiednio do odpowiednich grup rodzajowych oraz przedmiotowych na podstawie wyżej wymienionych kryteriów klasyfikacji. Kryterium podziału produktów oddających problem identyfikowalności jest termin użytkowania produktu oraz warunek przeglądu technicznego wyrobu. Dlatego dzieli je na **krótki**, **średni** oraz **długi** termin użytkowania.

Według kryterium podziału produktów odpowiednio w grupie krótkiego terminu użytkowania znajdują się wszystkie artykuły spożywcze, których identyfikowalność w tym sektorze jest już prowadzona, jednakże ze względu na ilość produktów, ich krótki czas przydatności i cenę jednostkową nieefektywne jest stosowanie tej technologii na większą skalę. Cena pojedynczego „taga” znacznie podwyższyłaby ceny produktów, co niekorzystnie wpłynęłoby na ilość kupowanych wyrobów przez klientów.



Rys. 3. Klasyfikacja podziału produktów dla identyfikowalności

Źródło: opracowanie własne.

W grupie średniego terminu użytkowania produkty podzielone są na podkategorię oznaczającą brak wymogu stosowania badania okresowego, a ich czas użytkowania jest średni. W tej grupie znajdują się cenniejsze produkty, przez to wprowadzenie technologii RFID jest uzasadnione. Charakterystycznym produktem jest odzież, w której technologię tę wykorzystuje się jako system antykradzieżowy.

W grupie długiego terminu użytkowania występuje podział na wyroby, które poddawane są badaniu okresowemu i niewymagające tego przeglądu. Badaniu technicznemu poddawane są np.: samochody osobowe, motocykle, maszyny rolnicze, ciągniki siodłowe, a także sprzęt BHP. W części bez tego wymagania występują np.: artykuły gospodarstwa domowego (AGD), sprzęt elektroniczny codziennego użytku oraz wybrany sprzęt medyczny. Podane wyroby spełniają warunki wprowadzenia technologii RFID w celu identyfikowalności poszczególnych podzespołów.

2. KONCEPCJA ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII RFID W PROCESIE IDENTYFIKOWALNOŚCI WYROBÓW

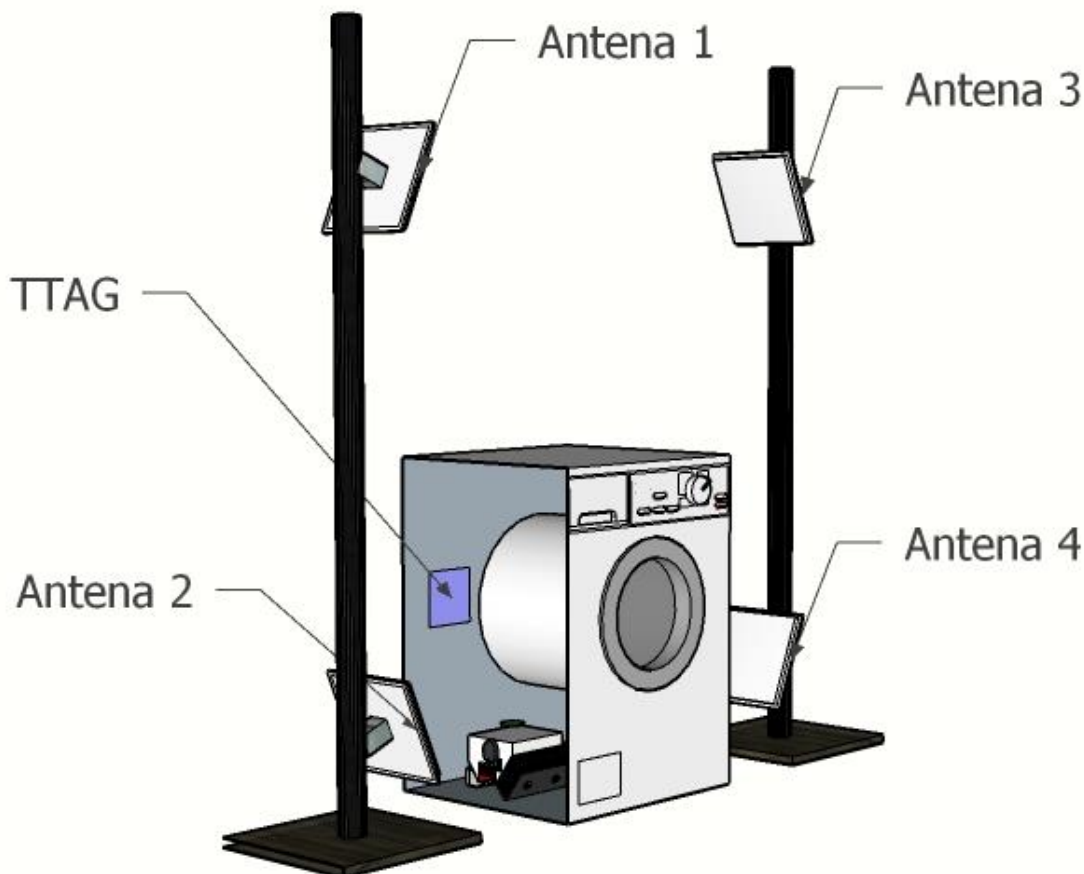
➤ Zastosowanie technologii RFID w branży AGD

Branża AGD posiada w swoim asortymencie wyroby za cenę już kilkudziesięciu złotych zaczynając od zwykłych czajników, a kończąc na nowoczesnych wyciągach kuchennych za kilkadziesiąt tysięcy złotych. Rynek tego sprzętu w Polsce rozwija się dynamicznie, czego przykładem może być pralka, której roczna produkcja sięga ok. 6,5 mln. sztuk.

Koncepcja zastosowania technologii RFID w identyfikowalności wyrobów w branży AGD na przykładzie pralki rozpoczyna się od opracowania zintegrowanej bazy danych dotyczącej identyfikowalności komponentów, jak i wyrobu gotowego ze znakowaniem wykorzystującym fale radiowe. Baza ta identyfikuje wszystkie zdarzenia związane z procesem reklamacji z tytułu wykrycia wad w procesie produkcyjnym. Kolejnym etapem jest użycie tagu RFID o częstotliwości UHF o nazwie Tag DogBone wraz z czytnikiem z antenami, którego specyfikacja jest następująca:

- standard RFID – EPC Klasy 1 Generacji 2, ISO 18 000-6C,
- technologia – UHF Passive,
- zakres działania – 860–960 MHz, międzynarodowy,
- rozmiar pamięci – 128 bitowy EPC + 32 bity (możliwość rozszerzenia do 496 bitów),
- nośnik – przezroczysta etykieta RFID (istnieje możliwość zamówienia powierzchni do zadruku),
- rodzaj użytego kleju – bezrozpuszczalnikowy trwały klej, temperatura naklejania. -20 °C do 80 °C,
- zasięg odczytu – w optymalnych warunkach do 5 m,
- temperatura pracy – -40C do +85C,
- maksymalna średnica wygięcia – > 50 mm,
- statyczny nacisk – <10MPa,
- wymiary:
 - wielkość anteny – 88 x 24 mm
 - rozmiar pojedynczej etykiety – 97 x 27 mm.

Użyty w tej koncepcji tag RFID wykorzystywany jest w celu zapisania kodu pozwalającego na identyfikowalność, dlatego też nosi nazwę TTAG (ang. TraceabilityTAG). TTAG umieszczony jest na obudowie pralki. W końcowej fazie produkcji przed magazynowaniem produktu na taśmie produkcyjnej znajdują się 4 anteny, które zapisują kod produkcji pozwalający na dokładną identyfikowalność wyrobu (rys. 4).



Rys. 4. Położenie anten i TTAG w czasie procesu produkcji pralki
Źródło: opracowanie własne.

Numer partii zapisany w TTAG zawiera zaszyfrowany kod dostawców według tabeli 1. Numer partii produkcji pralek odpowiada kodowi dostawców **A1B2C2D2E1F1G2-H2I2J2K1**. Osoba posiadająca pełny dostęp do bazy danych, po wpisaniu kodu dostawców ma dostęp do skatalogowanych folderów zawierających wszystkie informacje o dostawcy. Dane pojedynczego dostawcy w folderze powinny dotyczyć jego nazwy i adresu przedsiębiorstwa, wielkości dostawy, wymaganych parametrów komponentu, daty dostawy, numeru partii, w których komponent został użyty.

Tabela 1. Zestawienie komponentów produktu AGD

Symbol komponentu	Komponenty	Dostawcy
A	Wlot zimnej wody	A1
		A2
B	Odpływ zużytej wody	B1
		B2
C	Bęben obrotowy	C1
		C2
D	Pasek napędowy	D1
		D2
E	Silnik napędzający bęben	E1
		E2
		E3
F	Pompa odpływowa	F1
		F2
		F3
G	Filtr	G1
		G2
H	Grzałka	H1
		H2
I	Drzwiczki	I1
		I2
J	Programator	J1
		J2
K	Podajnik do proszku, płynu	K1
		K2

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://mkalisz.wixsite.com/technika/pralka-automatyczna-budowa> [stan na dzień: 21.12.2017].

Tabela 2 przedstawia przykładową bazę danych przyporządkowującą numer partii do kodu skrótów dostawców. Znając przykładowy numer partii można odczytać z bazy następujące dane: liczbę sztuk wyprodukowanych, termin i liczbę sprzedaży, nazwę odbiorcy, dostawców części w ramach kooperacji.

Tabela 2. Baza danych pralek przypisująca numer partii do dostawców

Nr partii	Sztuki	Data zakupu	100%	Odbiorca	Dostawcy	
PL00001	3000	21.04.2016	70%	Media Markt	A2B2C2D2E3F1G2H2I2J2K1	drukuj
PL00001	3000	15.04.2016	30%	Media Ekspert	A2B2C2D2E3F1G2H2I2J2K1	drukuj
PL00002	2000	05.05.2016	50%	Saturn	A1B1C2D2E1F3G2H2I2J1K1	drukuj
PL00002	2000	15.05.2016	50%	RTV Euro AGD	A1B1C2D2E1F3G2H2I2J1K1	drukuj
PL00003	5000	21.06.2016	50%	Neonet	A2B2C1D2E1F1G2H2I1J2K2	drukuj
PL00003	5000	23.06.2016	20%	Media Ekspert	A2B2C1D2E1F1G2H2I1J2K2	drukuj
PL00003	5000	25.06.2016	30%	Saturn	A2B2C1D2E1F1G2H2I1J2K2	drukuj
PL00003	5000	27.06.2016	10%	Media Markt	A2B2C1D2E1F1G2H2I1J2K2	drukuj

Źródło: opracowanie własne.

WNIOSKI KOŃCOWE

Koncepcja zastosowania technologii RFID w procesie identyfikowalności przedstawiona w branży AGD usprawnia proces śledzenia dokumentacji związanej z historią wszystkich komponentów. Poprzez rozbudowanie komputerowej bazy danych możliwy jest szybszy dostęp do wybranych informacji. Jeden przycisk w bazie umożliwi dostęp do wszystkich dokumentów oraz ich natychmiastowy wydruk. W przypadku wycofania wadliwego produktu, może zostać usunięta tylko ta partia, w której występuje wadliwy komponent. W bazie danych mogą być zapisani odbiorcy wybranej partii.

Zastosowanie technologii RFID pozwoli użytkownikom systemu szybko odnaleźć wybrane towary w magazynie lub podać dane klienta finalnego, do którego dotarł wyrób.

Zapis danych na tagu RFID jest dokładniejszy w porównaniu do danych zapisanych na etykiecie produktu.

Korzyści z zastosowania technologii RFID w procesie identyfikowalności wyrobu są następujące:

- natychmiastowy dostęp do potrzebnych informacji,
- automatyczne odnalezienie numeru partii na produkcie oraz archiwizowanych danych,
- bezpieczne przechowywanie informacji dotyczących identyfikowalności w bazie danych producenta,
- skrócenie czasu realizacji procesu wycofania partii wyrobu z wadliwym komponentem,
- zmniejszenie czasu w procesie identyfikowalności potrzebnego na przygotowanie odpowiedniej dokumentacji,

- minimalizacja ilości produktów wymagających wycofania,
- zwiększenie bezpieczeństwa klientów,
- dokładniejsze oznaczenie wyrobu,
- usprawnienie zapisu i odczytu informacji o produkcji.

LITERATURA

Książki:

1. Gładysz B., Grabia M., Santarek K., *RFID od koncepcji do wdrożenia. Polska perspektywa.*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
2. Szczurkowski M., *Wytwarzanie i sterowanie polami magnetycznymi dla radiowej identyfikacji obiektów RFID oraz indukcyjnego przekazu energii*, Rozprawa doktorska, Kraków 2010.
3. Szymonik A. Bezpieczeństwo systemów logistycznych, [w:] monografia, Inżynieria systemów bezpieczeństwa, red. nauk. P. Sienkiewicz PWE/ Warszawa 2015 /ss. 170 - 190
4. Szymonik A., M. Bielecki *Bezpieczeństwo systemu logistycznego w nowoczesnym zarządzaniu* Difin/Warszawa 2015/230 s.
5. Szymonik A. *Modelowanie zarządzania bezpieczeństwem w zastosowaniu do systemów logistycznych*, [w:] monografia, *Zarządzanie przedsiębiorstwem – aspekty logistyczne i marketingowe*, red. nauk. I. Dudzik-Lewicka, A. Madyda, Z. Malara WZiT ATH/ Bielsko-Biała 2016/ ss. 9-22
6. Szymonik A., *Zagrożenia ekologiczne a ekologia*, [w] *Wybrane aspekty bezpieczeństwa w łańcuchach dostaw*, Staniecka E., Mitkow Sz. Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej/ Częstochowa 2016/ ss. 62-78
7. Szymonik A. *Wybrane uwarunkowania funkcjonowania bezpieczeństwa systemów gospodarczych*, [w:] *Organizacja i Zarządzanie*, z. 99, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Politechnika Śląska/ Gliwice 2016/ ss. 511- 533*
8. Szymonik A., *Wybrane problemy przechowalności towarów w magazynie*, [w:] *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas Zarządzanie Wyższa Szkoła Humanitas/ Sosnowiec 2017/ ss. 185-197*
9. Wieczerzycki W. (red.), *E-logistyka*, PWE, Warszawa 2012.

Artykuły:

1. Stroma M., Dudziak A., Maj G., *Identyfikowalność i monitorowanie zagrożeń w łańcuchu żywnościowym z punktu widzenia producenta i konsumenta*, Logistyka nr 6/2015.
2. Stoma M., *Wybrane obszary funkcjonowania przedsiębiorstw sektora rolno spożywczego w aspekcie wielowymiarowej analizy korzyści z wdrożenia i certyfikacji systemów zapewniania jakości*, Towarzystwo wydawnictw naukowych LIBROPOLIS, Lublin 2013.
3. Czarniecka-Skubina E., Nowak D., *System śledzenia ruchu i pochodzenia żywności jako narzędzie zapewnienia bezpieczeństwa konsumentów*, ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość nr 5(84)/2012.
4. Górna J., *Czynniki warunkujące skuteczność systemu identyfikowalności na przykładzie przedsiębiorstw przetwórstwa mięsnego*, Zarządzanie i Finanse nr 3/2012.
5. Sokołowski G., *Zarządzanie identyfikowalnością w produkcji- opis przypadku*, Logistyka nr 1/2017.
6. Sokołowski G., *Zarządzanie identyfikowalnością w branży kosmetycznej – opis przypadku*, Logistyka nr 5/2016.
7. Świdorski A., Józwiak A., Jachimowski R.: Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial intelligence methods. Maintenance and reliability . ISSN 1507-2711.
8. Waśniewski T.R, Kijek M., Gizka E., "*Sieciowe zastosowanie RFID w procesie produkcji*". [792-808] Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 5/2015.
9. Waśniewski T.R., Szymonik A., "*Wykorzystanie algorytmu AES w technologii RFID*". [651-668] Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 5/2014.

Akty normatywne:

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1223/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. *dotyczące produktów kosmetycznych*.

Dokumenty elektroniczne:

1. http://www.arimr.gov.pl/fileadmin/pliki/IRZ/formularze_IRZ/KRB.pdf- stan na dzień:21.12.2017.
2. https://www.kierunekchemia.pl/Resources/art/8261/bmp_5343e9877261f.pdf- stan na dzień:21.12.2017.

Witryny internetowe:

1. <http://analizarynku.eu/polski-rynek-agd-stan-na-dzien:23.12.2017>.

2. <http://intlcert.com/gmp-good-manufacturing-practice/>-stan na dzień:12.12.2017.
3. http://isoslovník.pl/doku.php?id=3.5:3.5.4#fn__1-stan na dzień:16.10.2017.
4. <http://rfid-lab.pl/rfid-tag-pasywne-aktywne-semipasywne>-stan na dzień:27.11.2017.
5. <https://tech.money.pl/przemysl/wynalazki/kamizelka-kuloodporna-o-zwieks-728075.html>-stan na dzień:21.12.2017.
6. <http://www.klasyfikacje.gofin.pl/pkw2015/1,0,3,zasady-metodyczne-polskiej-klasyfikacji-wyrobow-i-uslug-pkw2015.html>-stan na dzień:11.12.2017.
7. <http://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/wiesci-z-gs1/item/87553-system-gs1-w-silach-zbrojnych-rp>-stan na dzień:18.10.2017.
8. <http://www.lubawa.com.pl/index.php/pl/balistyka/plyty-kuloodporne/2390-cx-400-ic>-stan na dzień:27.12.2017.
9. <https://www.nfc24.pl/hurtownia-rfid>-stan na dzień:09.12.2017.
10. <https://www.pwsk.pl/sklep/produkt/czytnik-i-anteny-rfid-uhf-kompletny-zestaw>-stan na dzień:23.12.2017.
11. <https://www.pwsk.pl/sklep/produkt/smartrac-dogbone/>-stan na dzień:23.12.2017.
12. <https://www.rfidpolska.pl/sklep/tagi-rfid/etykieta-rfid-uhf-do-inwentaryzacji/>-stan na dzień:10.12.2017.
13. <https://www.rfidpolska.pl/sklep/tagi-rfid/karta-zblizeniowa-rfid-uhf/>-stan na dzień:10.12.2017.
14. <http://www.szefur.pl/identyfikowalnosc-produkcji-jak-zoptymalizowac-procesy-identyfikacji-przemyslowej/>-stan na dzień:22.10.2017.