

**Andrzej ZBROWSKI, Tomasz SAMBORSKI, Stanisław KOZIOŁ**  
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom

## **MODEL SYSTEMU DO PROTOTYPOWEGO WYTWARZANIA IDENTYFIKATORÓW RFID**

### **Słowa kluczowe**

Identyfikatory RFID, bezpieczeństwo techniczne, prototypy, systemy wytwarzania.

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono problemy związane z doskonaleniem technik zabezpieczeń stosowanych w obszarze dokumentów i identyfikatorów wykorzystywanych w administracji publicznej, systemach bezpieczeństwa technicznego oraz systemach wytwarzania i dystrybucji produktów. Zidentyfikowano potrzeby związane z prowadzeniem prac badawczo-rozwojowych dotyczących nowych generacji identyfikatorów z zabezpieczeniem elektronicznym. Zaprezentowano model systemu do prototypowego wytwarzania nowych generacji identyfikatorów zawierających elektroniczne chipy RFID (radio frequency identification). Struktura systemu umożliwia doświadczalne wytwarzanie prototypowych identyfikatorów RFID w warunkach zbliżonych do produkcji wielkoseryjnej. Opracowany model uwzględnia potrzeby elastycznego systemu wytwarzania dopasowanego do różnorodnych technologii produkcji i różnych materiałów konstrukcyjnych stosowanych w celu zwiększania trwałości i wytrzymałości identyfikatorów. Omówiono strukturę procesów wytwarzania oraz zidentyfikowano odpowiednie moduły funkcjonalne.

## Wprowadzenie

Podrabianie pieniędzy, biletów, dokumentów przynosi ogromne straty. Nie zawsze wystarczają stosowane znaki wodne, włókna świecące w świetle UV, mikrodruki, hologramy czy specjalne farby. Dlatego producenci różnego rodzaju produktów wymagających skutecznych zabezpieczeń szukają coraz nowszych rozwiązań uniemożliwiających fałszowanie.

Technologią wydajnie wspomagającą wzrost skuteczności zabezpieczenia jest łączenie metod poligraficznych z cyfrowym zapisem zawartym w mikrochipy zamontowanym wewnątrz chronionego produktu. Nośnikiem tych informacji jest najczęściej układ elektroniczny RFID (radio frequency identification) wyposażony w pamięć, która może być odczytywana za pomocą fal radiowych z wykorzystaniem odpowiednich czytników. Produkty chronione zawierają zarówno układy RFID do zapisu danych oraz zapisy jawne w postaci graficznej i są przystosowane do automatycznego odczytywania za pomocą systemów wizyjnych i radiowych.

Zastosowanie RFID od kilku lat przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa ludności w życiu codziennym oraz bezpieczeństwa publicznego poprzez zapewnienie szybkiej i skutecznej identyfikacji osób. Służą temu odpowiednie paszporty oraz dowody osobiste (national ID) wydawane przez kolejne państwa w postaci kart plastikowych, w których elektronicznie i graficznie są zapisywane dane biometryczne właściciela, np. obraz odcisków palców [1, 2, 3].

Zwiększający się zakres zastosowań sprawia, że produkty charakteryzujące się podwyższonym poziomem zabezpieczeń nie ograniczają się do dokumentów tożsamości [4, 5]. Papierowe lub plastikowe karty z elektronicznym układem scalonym znajdują zastosowanie w weryfikacji uprawnień dostępu do kont bankowych, bibliotek, usług (np: medycznych, ubezpieczeniowych), pomieszczeń, urzędów, środków transportu oraz monitoringu obiektowego [6, 7, 8].

RFID staje się pożądaną technologią w wielu branżach. Dzieje się tak między innymi w handlu detalicznym, gdzie koszty implementacji bardzo szybko zwracają się w związku ze zminimalizowaniem o kilkaset procent kradzieży, a także radykalnym skróceniem czasu inwentaryzacji. Technologia RFID znajduje duże zastosowanie na rynku farmaceutycznym, przy zapobieganiu fałszowania leków. Rozwiązanie pozwala na tworzenie elektronicznych certyfikatów autentyczności w oparciu o metki elektroniczne, dzięki którym firmy farmaceutyczne będą mogły dokładnie śledzić przemieszczanie się swoich leków, od momentu opuszczenia fabryki do chwili dostarczenia ich do konkretnych dystrybutorów. Podobne rozwiązanie już niedługo będzie funkcjonować w przemyśle tytoniowym, gdzie identyfikatory z odpowiednim certyfikatem elektronicznym będą umożliwiały potwierdzenie autentyczności wyrobu.

## 1. Przedstawienie problemu

Szybki postęp technologii wytwarzania układów RFID jest determinowany powiększaniem ilości informacji przechowywanych w ich pamięci oraz pojawiającymi się technikami fałszowania danych zawartych w nośnikach elektronicznych, jak również nowymi możliwościami podrabiania samych nośników [9]. Niezbędne jest zatem stałe doskonalenie technik zabezpieczania dokumentów zawierających układy RFID i zawartych w nich danych [10, 11, 12].

Stały wzrost wymagań związanych z bezpieczeństwem przechowywanych danych jest generowany odpowiednimi przepisami. Na przykład na producentów paszportów i wszelkiego rodzaju kart organizacje krajowe, międzynarodowe i unijne nakładają obowiązek zapewnienia odpowiedniej trwałości oraz odpowiedniego poziomu zabezpieczeń emitowanych dokumentów.

Laboratoria naukowe intensywnie rozwijają prace nad technikami zapisu, odczytu i transmisji rozmaitych danych zawartych w identyfikatorach elektronicznych, np.: zawierających układy RFID [13]. Jednak aby identyfikatory RFID spełniały dobrze swoją rolę, muszą być dobrze zabezpieczone przed podrabianiem i fałszowaniem oraz odpowiednio trwale zarówno pod względem wytrzymałości fizycznej, jak i przechowywania danych w postaci elektronicznej. Równie istotne są zatem działania zmierzające do zwiększenia trwałości, wytrzymałości mechanicznej i fizycznej odporności na nieautoryzowane dokonywanie zmian w obszarze informacji graficznych i alfanumerycznych naniesionych technikami drukarskimi w celu dodatkowej personalizacji dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym [14]. Prace badawcze prowadzone w tym obszarze obejmują nowe rodzaje materiałów konstrukcyjnych, barwników, pigmentów, technik druku i zabezpieczeń mechanicznych chroniących informacje drukowane.

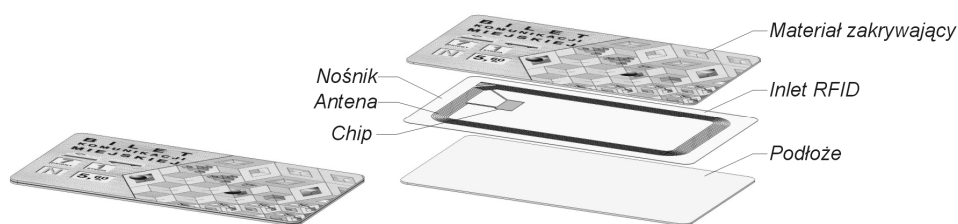
Realizacja prac badawczo-rozwojowych zmierzających do poprawy poziomu zabezpieczeń elektronicznych i fizycznych musi być weryfikowana doświadczalną produkcją prototypowych identyfikatorów RFID prowadzoną w warunkach zbliżonych do produkcji wielkoseryjnej. Do tego celu konieczne jest stosowanie specjalnych, niskonakładowych, elastycznych systemów wytwórczych umożliwiających swobodne wykorzystanie opracowanych innowacyjnych technologii, konstrukcji, komponentów, receptur i procedur. Elastyczna i wielowariantowa struktura musi zapewniać szybką, powtarzalną produkcję krótkoseryjną, umożliwiającą tanie prototypowanie nowych generacji produktów z udoskonalonymi technikami zabezpieczeń w ilościach umożliwiających prowadzenie badań z wykorzystaniem analizy statystycznej.

## 2. Struktura systemu wytwarzania

Prace doświadczalne prowadzone w obszarze prototypowania konstrukcji i technologii wytwarzania nowych generacji identyfikatorów elektronicznych

wymagają stosowania specjalnych systemów wytwarzania umożliwiających krótkoseryjną i elastyczną produkcję z zastosowaniem rozmaitych technik i technologii wytwarzania zarówno pod względem rodzaju łączonych materiałów, rodzaju stosowanych klejów oraz rozmiarów produkowanych wyrobów.

Większość dokumentów zabezpieczonych elektronicznie pod względem konstrukcji jest do siebie zbliżona. Wynika to z jednej strony ze standaryzacji formatów, sposobów zapisu i odczytywania danych oraz formy użytkowania, z drugiej zaś z rozpowszechnienia produkowanych na skalę masową komponentów do ich wytwarzania, a szczególnie kompletnych układów RFID w postaci tzw. inletów przeznaczonych do wklejania pomiędzy warstwy materiałów tworzących dokument (rys. 1).

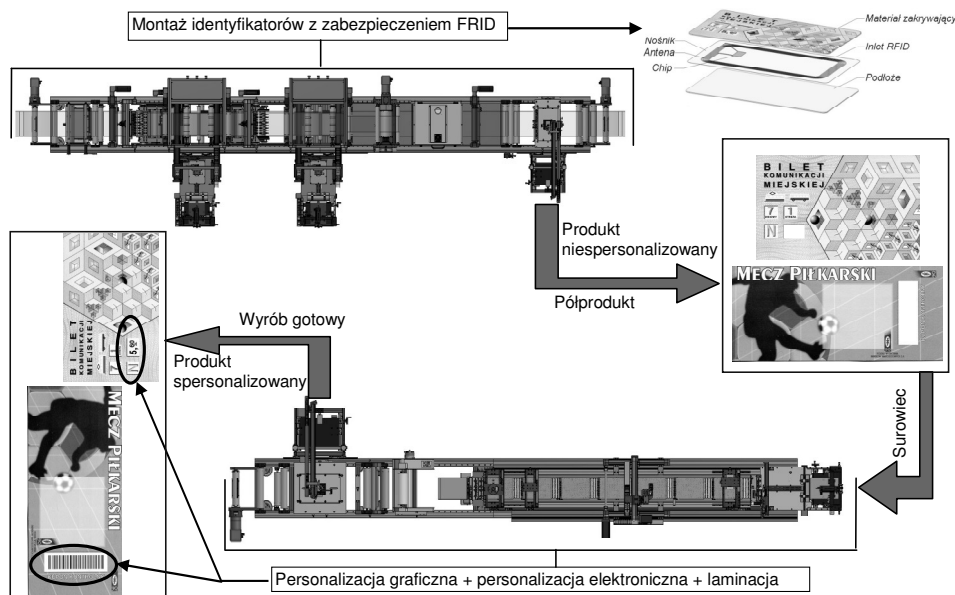


Rys. 1. Przykładowy wyrób z zabezpieczeniem w technologii RFID

Przyjęta koncepcja systemu do prototypowego wytwarzania krótkich serii nowych generacji identyfikatorów elektronicznych zakłada powstawanie nowego wyrobu w dwóch etapach. Etap pierwszy obejmuje implementację inletu pomiędzy dwie warstwy pełniące funkcje ochronną i dekoracyjną [15]. Rezultatem realizacji tego etapu jest zmontowany, ale niespersonalizowany identyfikator w postaci karty. Etap drugi obejmuje personalizację graficzną i elektroniczną identyfikatora oraz dodatkowe mechaniczne zabezpieczenie wprowadzonych grafik [16].

Koncepcja modułowego systemu wytwarzania prototypowych dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym zakłada cykliczną, taktowaną i szeregową pracę układu technologicznego, z zatrzymywaniem w celu wykonania kolejnych zabiegów technologicznych. Moduły systemu stanowią odrębne zespoły funkcjonalne, przeznaczone do realizacji określonych zabiegów, zintegrowane w ramach ciągu technologicznego ze wspólnym układem sterującym. Procesy operacyjne realizowane są jednocześnie w odpowiednich gniazdach technologicznych. Położenie poszczególnych modułów w układzie technologicznym regulowane jest w zależności od parametrów konstrukcyjnych produkowanych wyrobów. Modularyzacja stwarza możliwości elastycznej aranżacji, powielania, usuwania i przemieszczania modułów funkcjonalnych, wzdłuż linii tworzącej główną oś ciągu technologicznego.

Kompleksowy system wytwarzania prototypów wysokozabezpieczonych kart zawierających układy RFID zakłada współdziałanie ciągu technologicznego, którego produktem końcowym jest zmontowany, lecz niespersonalizowany dokument, z ciągiem technologicznym realizującym procesy personalizacji elektronicznej i graficznej oraz laminacji zewnętrznych powierzchni gotowego produktu (rys. 2).



Rys. 2. Model systemu do wytwarzania laminowanych produktów z zabezpieczeniem RFID spersonalizowanych elektronicznie i graficznie

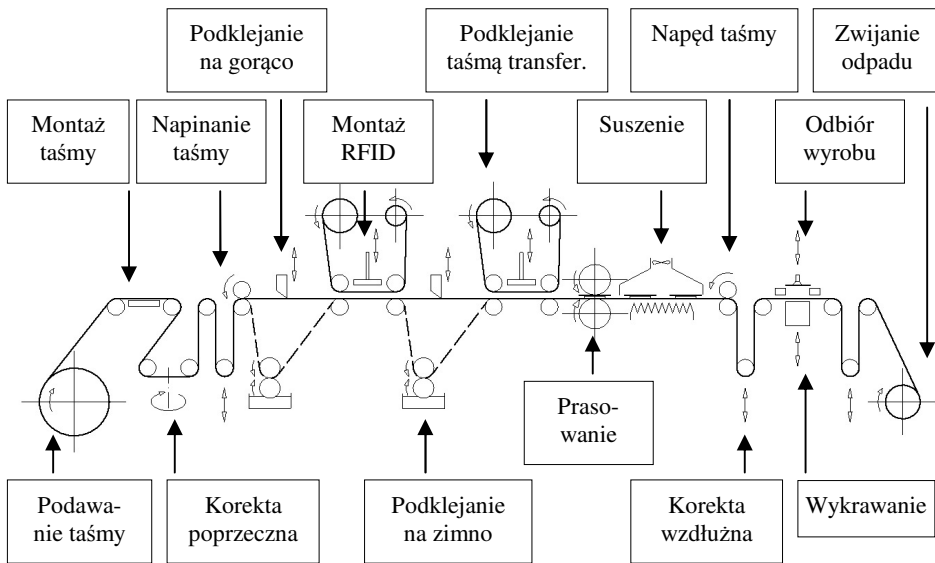
Identyfikatory zmontowane w ramach pierwszego etapu cyklu produkcyjnego są przekazywane do systemu personalizacji. Fizyczne rozdzielenie na dwa etapy produkcji umożliwia prowadzenie prac z identyfikatorami o innym źródle pochodzenia. Obie linie mogą pracować niezależnie lub jednocześnie. Wyroby pomiędzy liniami są buforowane w magazynkach, dzięki czemu linia do personalizacji jest zasilana sekwencyjnie. Takie rozwiązanie umożliwia realizację różnych taktów wytwarzania na obu liniach produkcyjnych.

Produkt finalny stanowią: karty, bilety, etykiety i inne dokumenty składające się z dwóch sklejonych warstw materiału (papieru syntetycznego itp.) z umieszczonym wewnątrz układem RFID spersonalizowane elektronicznie (odpowiedni zapis w pamięci układu) oraz graficznie (indywidualny nadruk na powierzchni zewnętrznej) o podwyższonej trwałości, niezawodności, odporności na zniszczenie i zwiększonym poziomie ochrony przechowywanych informacji.

### 3. Model linii do implementacji inletów FRID

Przyjęta koncepcja ciągu technologicznego (rys. 3) zakłada, że komponentami wejściowymi do produkcji są:

- materiał nośny w postaci jednostronnie zadrukowanej wstęgi papieru lub folii,
- inletry RFID w postaci arkuszy,
- materiał zakrywający w postaci arkuszy,
- klej w postaci cieczy – na zimno, granulek – termotopliwy, taśmy transferowej.



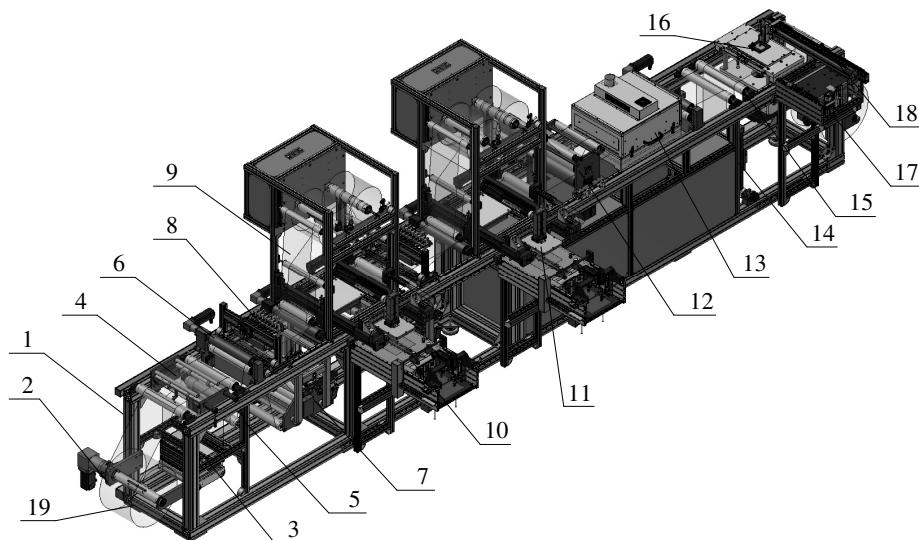
Rys. 3. Schemat procesu wytwarzania dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym

Produkt finalny stanowią: karty, bilety, etykiety i inne dokumenty składające się z dwóch sklejonych warstw materiału, (papieru syntetycznego itp.) z umieszczonym wewnątrz układem RFID.

W opracowanym modelu wirtualnym (rys. 4) etapom procesu wytwarzania przyporządkowano odpowiednie moduły funkcjonalne.

Wstęga jednostronnie zadrukowanego materiału nośnego jest odwijana z roli zamocowanej w module podającym i po przejściu całego procesu technologicznego ażur powstały po wykrawaniu wyrobów jest nawijany na bęben modułu zwijającego. Wstęga stanowi transportowy element nośny materiałów wejściowych i półproduktów obejmujący całą długość maszyny. Za transport i odpowiednie zatrzymywanie wstęgi wraz z montowanymi na niej pozostałymi składnikami wyrobów odpowiadają moduły napędowe i moduł prasujący. Mo-

duży te wywołują odpowiednie naprężenia wstęgi powodujące wyrównanie materiału i zachowanie stabilnej odległości kolejnych użytków na wstędze.



Rys. 4. Model linii do wytwarzania prototypowych dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym: 1 – rama, 2 – moduł podający, 3 – moduł korekty porzeczej, 4 – stół montażowy, 5 – moduł napinający, 6 – moduł napędowy, 7 – moduł podklejający (klej dyspersyjny), 8 – moduł podklejający (klej termotopliwy), 9 – moduł podklejania taśmą transferową, 10 – moduł podający, 11 – manipulator, 12 – moduł prasujący, 13 – moduł suszący, 14 – moduł korekty wzdłużnej, 15 – rolka prowadząca, 16 – moduł wykrawający, 17 – moduł odbierający, 18 – moduł zwijający, 19 – surowiec (taśma)

Rola z zadrukowanym materiałem nośnym mocowana jest na wale odwijaka w ten sposób, że nadruk po odwinięciu znajduje się od spodu wstęgi. Zastosowanie do napędu wału odwijaka serwosilnika z przekładnią mechaniczną (podobnie jak w przypadku pozostałych modułów napędowych) pozwala na wywołanie naprężenia rozciągającego we wstędze koniecznego do prawidłowego przebiegu procesu produkcji. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość dowolnego sterowania on-line naciąganiem wstęgi oraz realizacja ruchu powrotnego bez konieczności stosowania naprężacza mechanicznego.

Wstęga materiału nośnego może być również naprężana stałą siłą w naprężaczu grawitacyjnym (module napinającym) w celu ustabilizowania jej ruchu oraz wywołania ruchu wstecznego w przypadku „przejechania” markera i konieczności cofnięcia materiału. Naprężacz stanowi też bufor zmniejszający występujące siły i wpływ momentów bezwładności wynikających z cykliczności pracy linii. Siła naprężająca jest wywoływana ciężarem środkowej rolki obciążającej.

Realizacja poszczególnych operacji technologicznych, wykonywanych w tym samym czasie w poszczególnych modułach, przebiega przy zatrzymanej taśmie nośnej. Od dokładności pozycjonowania zależy dokładność umieszczenia na wstędze inletru RFID, materiału zakrywającego, nadruku personalizującego i wykrojenie kształtu zewnętrznego. Dla zapewnienia niezbędnej dokładności położenia poszczególnych komponentów na taśmie nośnej w kierunku poprzecznym do osi wzdłużnej ciągu prowadzona jest on-line korekta przemieszczania taśmy realizowana przez moduł korekty poprzecznej. Moduł ten przemieszcza kątowno rolki prowadzące taśmę zgodnie z sygnałem pochodzącym z ultradźwiękowego czujnika monitorującego jej boczną krawędź. Położenie wzdłużne wstęgi materiału nośnego w momencie jej zatrzymania celem dokonania kolejnych operacji określone jest na podstawie markerów naniesionych podczas druku. Tor optyczny układu sterowania ciągiem technologicznym decyduje o momencie zatrzymania taśmy z zadaną dokładnością w pierwszym gnieździe, gdzie umieszczony jest inlet RFID i kontroluje poprawność położenia markera w pozostałych modułach.

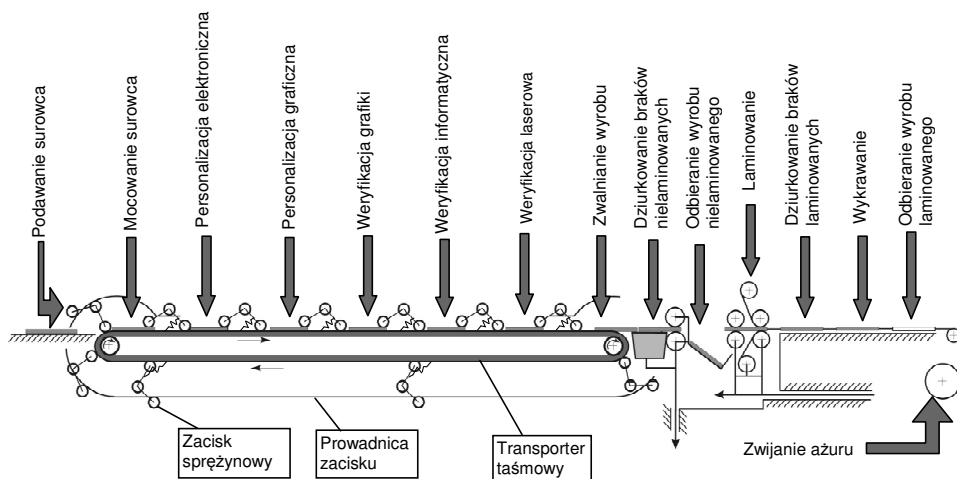
W zależności od realizowanej technologii klejenia poszczególnych warstw tworzących wyrób w trakcie ruchu taśmy zostaje naniesiona na jej powierzchnię warstwa odpowiedniego kleju. W przypadku technologii wykorzystującej kleje dyspersyjne i termotopliwe warstwa kleju może stanowić ciągłą lub przerywaną powłokę o szerokości do 300 mm. Kleje dyspersyjne nakładane są za pomocą zespołu wałków (w tym do realizacji techniki „pattern”), natomiast kleje termotopliwe poprzez szczelinowe dysze pod ciśnieniem kilkudziesięciu bar. W obydwu przypadkach informacją definiującą początek klejenia jest sygnał sterujący o położeniu markera identyfikowany układem optycznym. Podczas łączenia komponentów taśmą transferową nanoszona jest ciągła warstwa o założonej szerokości. Wszystkie moduły podklejające mogą być przemieszczane wzdłuż osi ciągu technologicznego i unieruchamiane tak, aby dopasować miejsce przyklejenia elementu na wstędze w pozycji ustalonej przez układ pozycjonujący.

Konstrukcja urządzenia została zaprojektowana jako struktura ramowa, do której zamocowano wszystkie moduły wykonawcze.

#### **4. Model linii do graficznej i elektronicznej personalizacji identyfikatorów**

Przyjęta koncepcja ciągu technologicznego do graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów zakłada, że komponentami wejściowymi do produkcji będą wielowarstwowe niespersonalizowane identyfikatory RFID. Ponadto ich budowa powinna umożliwiać zwiększanie poziomu odporności mechanicznej poprzez jednostronną lub dwustronną laminację powierzchni zewnętrznych. Opracowany model ciągu realizującego procesy personalizacji oraz laminacji zewnętrznych powierzchni stanowi integralne przedłużenie linii przeznaczonej do produkcji „surowych” identyfikatorów.



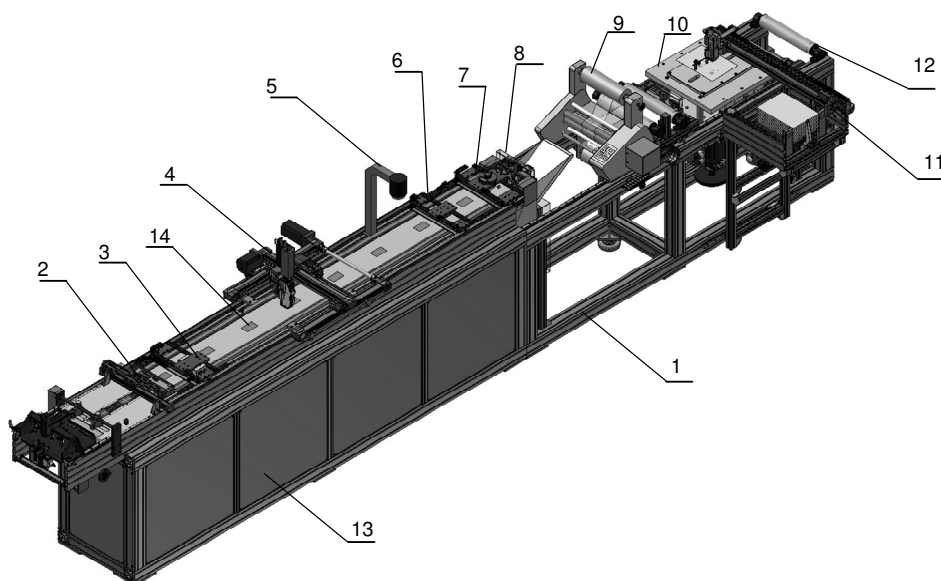


Rys. 5. Schemat procesu graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów RFID z laminowaniem ochronnym

Struktura ciągu technologicznego zakłada przemieszczanie materiału podawanego odpowiednim zabiegom za pomocą transportera taśmowego zasilanego z układu podawania surowca. System transportu ciągu technologicznego zapewnia współpracę z materiałem o zróżnicowanych formatach od ID1 do A4. Pojedyncze półprodukty (użytki) przekazywane automatycznie z podajnika wejściowego podlegają samoczynnemu zamocowaniu na taśmie transportowej w celu uzyskania powtarzalnych współrzędnych położenia. Blokowanie użytku na taśmie transportera jest realizowane mechanicznie za pomocą dźwigniowych zacisków sterowanych za pomocą prowadnic krzywkowych. Detale znajdujące się na taśmie przekazywane są skokowo do kolejnych gniazd technologicznych w celu wykonania odpowiednich operacji. Proces wprowadzania zabezpieczeń rozpoczyna się personalizacją elektroniczną, polegającą na zapisie odpowiednich informacji w pamięci mikroprocesora za pośrednictwem fal radiowych. Następnie użytk jest poddawany zabiegowi personalizacji graficznej, w którym odpowiednie pola na powierzchni detalu uzyskują nadruk alfanumeryczny i graficzny, właściwy dla wcześniej wprowadzonych do pamięci procesora danych w postaci elektronicznej. Kolejnym gniazdem technologicznym jest weryfikacja personalizacji graficznej za pomocą kamery wizyjnej pracującej w systemie automatycznej optycznej inspekcji. System inspekcji sprawdza czytelność wydruku oraz przekazuje informacje do systemu sterowania, który porównuje dane odczytane metodą optyczną z odpowiednim rekordem bazy przeznaczonym do zapisu w procesorze. Kolejnym etapem kontroli zabezpieczeń jest proces weryfikacji informatycznej danych cyfrowych zapisanych w chipie

RFID. Moduł weryfikacji elektronicznej radiowo odczytuje zapisane dane cyfrowe i porównuje zgodność odczytanych danych cyfrowych z danymi odczytanymi za pomocą systemu automatycznej optycznej inspekcji. Ostatnim zabiegiem kontrolnym jest proces weryfikacji kodu paskowego za pomocą czytnika laserowego. Podobnie jak poprzednio następuje porównanie danych zapisanych w procesorze z danymi odczytanymi z kodu paskowego.

Po wykonaniu zabiegów związanych z procesami graficznej i elektronicznej personalizacji oraz weryfikacji następuje zwolnienie blokady detalu i użytek jest przekazywany z transportera taśmowego do kolejnych modułów wykonawczych.



Rys. 6. Model systemu do graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów RFID z laminowaniem ochronnym: 1 – rama, 2 – moduł wejściowy, 3 – moduł personalizacji elektronicznej, 4 – moduł personalizacji graficznej, 5 – moduł automatycznej optycznej inspekcji, 6 – moduł inspekcji cyfrowej, 7 – moduł inspekcji laserowej, 8 – moduł odbierający produkty nielaminowane, 9 – moduł laminujący, 10 – moduł wykrawający, 11 – moduł odbierający wyroby laminowane, 12 – zwijacz ażuru, 13 – szafa sterownicza, 14 – detal obrabiany

Dalsza konfiguracja ciągu technologicznego jest wariantowa i zależy od wprowadzanego zabezpieczenia mechanicznego. Jeżeli w produkcie nie przewidziano zwiększenia odporności fizycznej i trwałości mechanicznej, wówczas detale z transportera taśmowego przejmowane są przez układ odbierający produkty nielaminowane. W przypadku wykrycia przez procesy weryfikacyjne niezgodności we wprowadzonych danych wyrób brakowy, po przekazaniu z transportera taśmowego, jest trwale znakowany i jednocześnie niszczone poprzez

wykonanie dziurkowania. W takiej sytuacji proces personalizacji jest realizowany powtórnie z użyciem innego półwyrobu. Wszystkie detale zarówno dobre, jak i braki są automatycznie układane w pojemniku układu odbierającego produkty nielaminowane.

Identyfikacja etapów procesu wytwarzania umożliwiła budowę wirtualnego modelu 3D ciągu technologicznego, w którym wyodrębniono odpowiednie moduły funkcjonalne.

Moduły osadzono na wspólnej ramie, wykonanej w systemie profili aluminiowych, w postaci zintegrowanej linii technologicznej. Wewnętrzne przestrzenie konstrukcji ramowej wykorzystano do zabudowy szaf sterowniczych zawierających elementy systemu elektrycznego i podzespoły automatyki przemysłowej.

## **Wnioski**

Przedstawiony model systemu do prototypowego wytwarzania identyfikatorów RFID dzięki modułowej konstrukcji pozwala na szerokie kształtowanie parametrów procesu technologicznego wytwarzania dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym.

Opracowana modułowa technologia umożliwia elastyczne i tanie wytwarzanie wyrobów o dowolnych formatach i kształtach w warunkach produkcji eksperymentalnej, niskonakładowej i niskobudżetowej, realizowanej na potrzeby ustawicznego doskonalenia konstrukcji prototypów oraz krótkich serii produktów innowacyjnych o zwiększonej trwałości i wyższym poziomie zabezpieczeń. Produkt finalny stanowią karty, bilety, etykiety i inne dokumenty składające się z warstw materiału (np. papieru syntetycznego) z umieszczonym wewnątrz układem RFID spersonalizowane elektronicznie (odpowiedni zapis w pamięci układu) oraz graficznie (indywidualny nadruk na powierzchni zewnętrznej) o podwyższonej trwałości, niezawodności, odporności na zniszczenie i zwiększonym poziomie ochrony przechowywanych informacji. Powstałe rozwiązanie umożliwia prototypowanie identyfikatorów RFID w obszarze połączeń klejowych, stosowanych materiałów konstrukcyjnych oraz geometrii produktu.

*Praca naukowa wykonana w ramach realizacji Programu Strategicznego pn. „Innowacyjne systemy wspomagania technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki” w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka.*

## Bibliografia

1. Danev B., Heydt-Benjamin T., Capkun S.: Physical-layer Identification of RFID Devices. Proceedings of the USENIX Security Symposium, 2009.
2. Langheinrich M.: A survey of RFID privacy approaches. Personal and Ubiquitous Computing. Vol: 13, Issue: 6, August 2009.
3. Neuby B. L., Rudin E.: Radio Frequency Identification: A Panacea for Governments? Public Organization Review. Vol: 8, Issue: 4, December 2008.
4. Rasmussen K., Capkun S.: Implications of Radio Fingerprinting on the Security of Sensor Networks, Proceedings of IEEE SecureComm, 2007.
5. [http://naftor.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=163&Itemid=123](http://naftor.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=163&Itemid=123).
6. Brewer A., Sloan N., Landers T.L.: Intelligent tracking in manufacturing. Journal of Intelligent Manufacturing Volume: 10, Issue: 3–4, September 1999.
7. Higuera A., Montalvo A.: RFID-enhanced multi-agent based control for a machining system. International Journal of Flexible Manufacturing Systems. Vol: 19, Issue: 1, March 2007.
8. Penttilä K., Keskilampi M., Sydänheimo L., Kivikoski M.: Radio frequency technology for automated manufacturing and logistics control. Part 2: RFID antenna utilisation in industrial applications. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol: 31, Issue: 1–2, November 2006.
9. van Beek J.: ePassports reloaded. BlackHat USA 2008, Las Vegas.
10. Zbrowski A., Rogoś E.: Stan wiedzy w obszarze technologii bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego. Rozdział w monografii: Techniczne wspomaganie zrównoważonego rozwoju. Kierunki badawcze i aplikacyjne, red. A. Mazurkiewicz. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego. Radom 2011, s. 273–334.
11. Zbrowski A.: Contemporary methods and research apparatus for the support of technical safety systems. Rozdział w monografii: Innovative Technological Solutions for Sustainable Development, Ed. A. Mazurkiewicz. Institute for Sustainable Technologies – National Research Institute Press. Radom 2010, pp. 267–295.
12. Juels A.: Rfid security and privacy: A research survey. IEEE Journal on Selected Areas in Communications 24, 2 (2006).
13. Duc D.N., Park J., Lee H., Kim K.: Enhancing security of EPCglobal Gen-2 RFID tag against traceability and cloning. In Proc. Symposium on Cryptography and Information Security (2006).

14. Koziół S., Zbrowski A., Samborski T., Wiejak J.: Koncepcja systemu testowania połączeń montażowych w dokumentach z zabezpieczeniem elektronicznym. *Technologia i Automatykacja Montażu* nr 4, 2010.
15. Samborski T., Zbrowski A., Koziół S.: Model modułowego systemu implementacji inletów RFID. *Technologia i Automatykacja Montażu* nr 4, 2010.
16. Zbrowski A., Samborski T., Koziół S.: Modułowy system wytwarzania prototypowych identyfikatorów z zabezpieczeniem elektronicznym. 3rd International Conference MANUFACTURING 2010. Contemporary problems of manufacturing and production management. 24–26.11.2010, Poznań. Proceedings abstracts, pp. 207–208.

Recenzent:  
**Adam WILCZEK**

### **The model of the system for prototype production of the RFID identifiers**

#### **Key words**

RFID identifiers, technical safety, prototypes, production systems.

#### **Summary**

The article presents the issues related to the improvement of the protection techniques used in the area of documents and identifiers used by public authorities, technical safety systems and the systems for production and distribution of the products. The needs related to the research and development were identified for new generation of the identifiers with electronic protection. The model of the system for prototype production of new generation of identifiers with the RFID (radio frequency identification) elements is presented. The structure of the system allows experimental production of the prototype RFID identifiers in the conditions close to the large scale series production. The developed model includes the need for the flexible system of production fit for different technologies of production and different construction materials used for improvement of durability and strength of the identifiers. The structure of the production processes was presented and the relevant functional modules were identified.

