

**II**  
**PROBLEMY TECHNIKI I TECHNOLOGII**  
**MONTAŻU WYROBÓW**



**Andrzej ZBROWSKI****Tomasz SAMBORSKI****Stanisław KOZIOŁ**

Instytut Technologii Eksploatacji

Państwowy Instytut Badawczy

Radom

**MODEL LINII DO GRAFICZNEJ I ELEKTRONICZNEJ PERSONALIZACJI DOKUMENTÓW****THE MODEL OF THE PRODUCTION LINE FOR GRAPHIC AND ELECTRONIC PERSONALISATION OF THE DOCUMENTS**

W systemach zabezpieczeń dokumentów i obiektów technicznych powszechnie stosowana jest metoda RFID (Radio Frequency Identification) polegająca na przesyłaniu drogą radiową informacji zakodowanej w układzie elektronicznym. Metoda ta jest coraz szerzej wykorzystywana zarówno w ochronie obiektowej, ochronie danych, bezpieczeństwie publicznym, jak i w komercyjnych dziedzinach gospodarki np. związanych z kontrolą procesów technicznych, technologicznych lub automatyczną dystrybucją [1, 2, 3].

Powszechności zastosowania technologii RFID towarzyszy rozwój technik fałszowania danych zawartych w nośnikach elektronicznych jak również rozwój nowych możliwości podrabiania samych nośników [4]. Niezbędne jest zatem stałe doskonalenie technik zabezpieczania dokumentów zawierających układy RFID i zawartych w nich informacji [5, 6, 7]. Konieczność rozwoju i wykorzystania elektronicznych zabezpieczeń zarówno pod względem doskonalenia jakości, jak i coraz szerszego zastosowania wskazują tendencje światowe widoczne zarówno w postaci upowszechnienia tych rozwiązań w wielu dziedzinach życia społecznego i gospodarki jak i we wprowadzanych nowych międzynarodowych uregulowaniach prawnych. Szczególnie istotne jest zwiększenie bezpieczeństwa publicznego przez możliwość szybkiej i skutecznej identyfikacji osób [8]. Identyfikacja osób ma obecnie strategiczne znaczenie wobec zagrożeń ze strony międzynarodowego terroryzmu.

W celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa aktywnego i pasywnego często stosowane jest łączenie technik zabezpieczeń w postaci unikalnych informacji graficznych przypisanych odpowiednim danym wprowadzonym do pamięci mikroprocesora. Odpowiednie systemy weryfikacji porównują zgodność zapisu elektronicznego z informacją alfanumeryczną oraz zgodność grafiki zapisanej cyfrowo z grafiką znajdującą się w postaci nadruku widocznego w odpowiednich warunkach oświetlenia. Rozwiązania w postaci łączenia cyfrowego obrazu odcisku palca lub siatkówki z ich odpowiednikiem graficznym są już powszechnie stosowane w dokumentach tożsamości w wielu krajach świata. Przykładem są paszporty biometryczne oraz dowody osobiste w postaci kart plastikowych, które w wielu krajach są wyposażane w dodatkową cechę biometryczną, tj. obraz odcisków palców. Unia Europejska w 2004 r. wprowadziła obowiązek zapisu w paszportach danych biometrycznych.

Ze względu na bezpieczeństwo narodowe we wdrożeniach metod biometrycznych połączonych z wykorzystaniem techniki RFID przodują kraje zagrożone terroryzmem. Na amerykańskich lotniskach działają systemy rozpoznawania twarzy, których wzorce są zawarte w radiowym chipie RFID BIKBBiŁI stanowiącym część paszportu (dokumenty zawierają także odciski palców). Podobny system działa w australijskich portach lotniczych i stanowi alternatywę dla tradycyjnej odprawy celnej - skanowanie twarzy trwa kilka sekund, jest szybsze i wygodniejsze niż tradycyjne okazywanie paszportu. Na granicy palestyńsko-izraelskiej Palestyńczycy posługują się specjalnymi kartami identyfikacyjnymi, które oprócz zdjęcia, odcisków palców oraz kształtu twarzy zawierają także kształt dłoni. Niemiecki rząd zamierza wzbogacić biometryczne paszporty obywateli tego kraju o wzór tęczy oka [11].

Zwiększający się zakres zastosowań sprawia, że produkty charakteryzujące się podwyższonym poziomem zabezpieczeń nie ograniczają się do dokumentów tożsamości. 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. Laboratoria naukowe intensywnie rozwijają prace nad technikami zapisu, odczytu i transmisji danych biometrycznych zawartych w identyfikatorach elektronicznych, np.: zawierających układy RFID [9, 10]. Równie istotne są 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 graficznej dokumentów z zabezpieczeniem elektronicznym. Prowadzone prace badawcze obejmują nowe rodzaje materiałów konstrukcyjnych, barwników, pigmentów, technik wydruku 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 [12].

W Instytucie Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu opracowano ciąg technologiczny do wytwarzania wyrobów o zróżnicowanych formatach (do A4) i kształtach w warunkach niskonakładowej produkcji eksperymentalnej. Produktem ciągu technologicznego są wielowarstwowe (łączone różnymi technikami klejenia) wyroby zawierające niespersonalizowany układ RFID [13, 14]. Powstałe rozwiązanie umożliwia prototypowanie identyfikatorów RFID w obszarze połączeń klejowych, stosowanych materiałów konstrukcyjnych oraz geometrii produktu. Wyrobem końcowym uzyskiwanym w ramach funkcjonującego systemu jest niespersonalizowany identyfikator z chipem RFID. Taki rezultat można traktować jako efekt końcowy jedynie w przypadku gdy nie są wymagane specjalne warunki ochrony danych zaś identyfikator może podlegać oprogramowaniu u finalnego odbiorcy.

Istnieje jednak szereg zastosowań, w których „surowe” identyfikatory z zabezpieczeniem elektronicznym muszą podlegać dalszemu procesowi obróbki w ramach jednolitego systemu wytwarzania zapewniającego odpowiedni poziom bezpieczeństwa przechowywanych danych oraz zwiększającego trwałość mechaniczną i odporność fizyczną. W takim przypadku wyrób - półprodukt w postaci niespersonalizowanego identyfikatora musi podlegać kolejnym operacjom technologicznym mającym na celu:

- personalizację elektroniczną,
- personalizację graficzną,
- weryfikacja spójności danych elektronicznych i graficznych
- zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym.

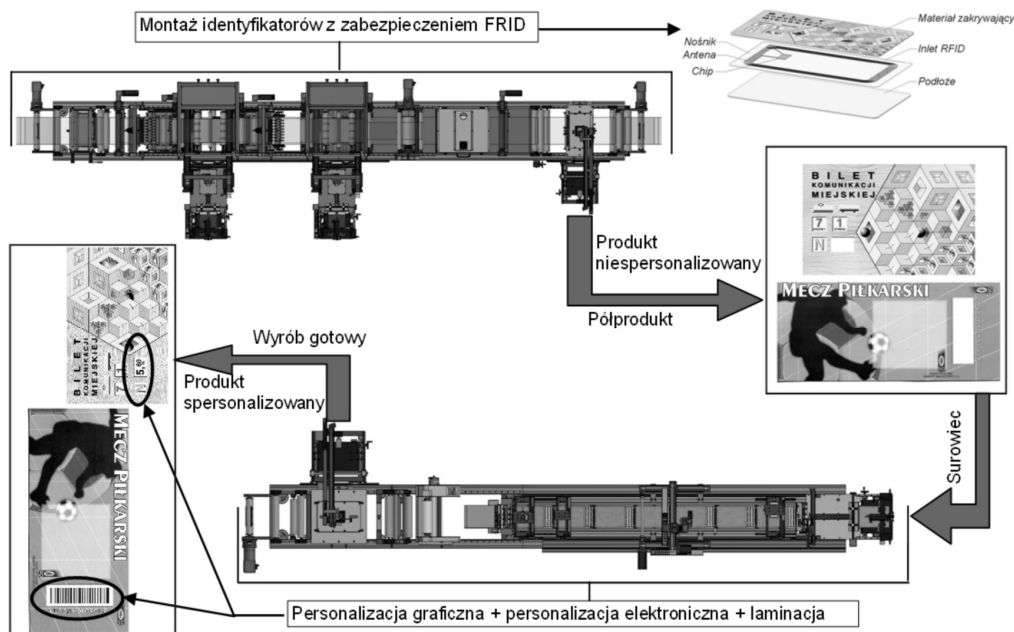
W celu dalszego rozwoju technologii wytwarzania prototypów kart i dokumentów zabezpieczonych elektronicznie w ITeE-PIB opracowano koncepcję i model ciągu technologicznego stanowiącego uzupełnienie i przedłużenie istniejącego systemu przeznaczonego do prototypowania konstrukcji i połączeń identyfikatorów zawierających układy RFID. Prezentowany w artykule model systemu opracowano dla ciągu produkcyjnego realizującego proces graficznej i elektronicznej personalizacji z możliwością zwiększenia odporności fizycznej i poprawy stopnia ochrony mechanicznej. Wyrobem końcowym w ramach opracowanego systemu jest identyfikator z chipem RFID o zwiększonym stopniu bezpieczeństwa przechowywanych danych.

## STRUKTURA SYSTEMU WYTWARZANIA

Przyjęta koncepcja ciągu technologicznego do graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów zakłada, że komponentami wejściowymi do produkcji będą wielowarstwowe niespersonalizowane identyfi-

katory RFID. Ponadto ich budowa powinna umożliwiać zwiększanie poziomu odporności mechanicznej poprzez jednostronną lub dwustronną laminację powierzchni zewnętrznych.

Kompleksowy system wytwarzania prototypów wysoko zabezpieczonych kart identyfikatorów 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. 1).



Rys. 1. Model systemu do wytwarzania laminowanych produktów z zabezpieczeniem RFID spersonalizowanych elektronicznie i graficznie

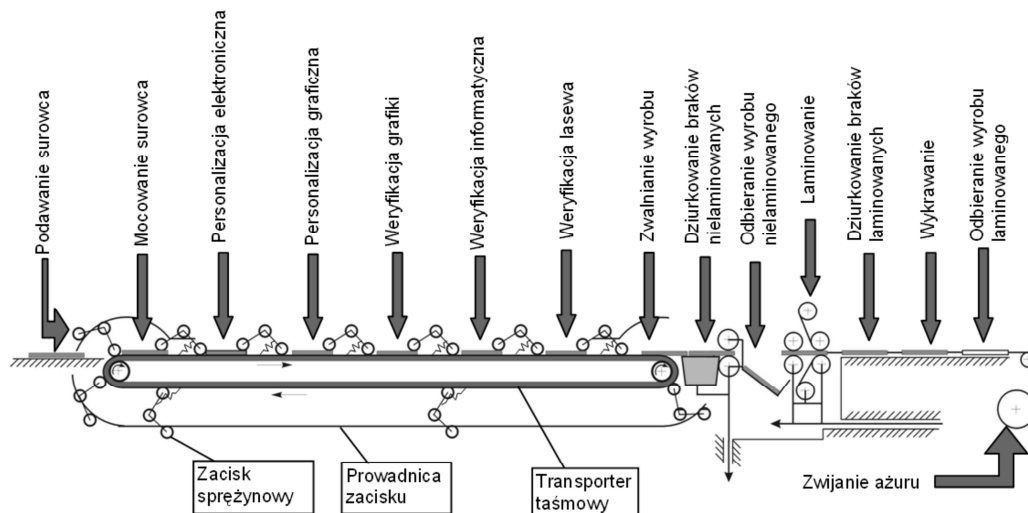
Opracowany model ciągu realizującego procesy personalizacji oraz laminacji zewnętrznych powierzchni stanowi integralne przedłużenie linii przeznaczonej do produkcji „surowych” identyfikatorów. Identyfikatory zmontowane w ramach pierwszego etapu cyklu produkcyjnego będą przekazywane do systemu personalizacji. 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.

#### MODEL FUNKCJONALNY LINII DO GRAFICZNEJ I ELEKTRONICZNEJ PERSONALIZACJI

Koncepcja modułowego systemu personalizacji 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 realizo-

wane 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 (rys. 2).

Struktura ciągu technologicznego zakłada przemieszczanie materiału poddawanego 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.

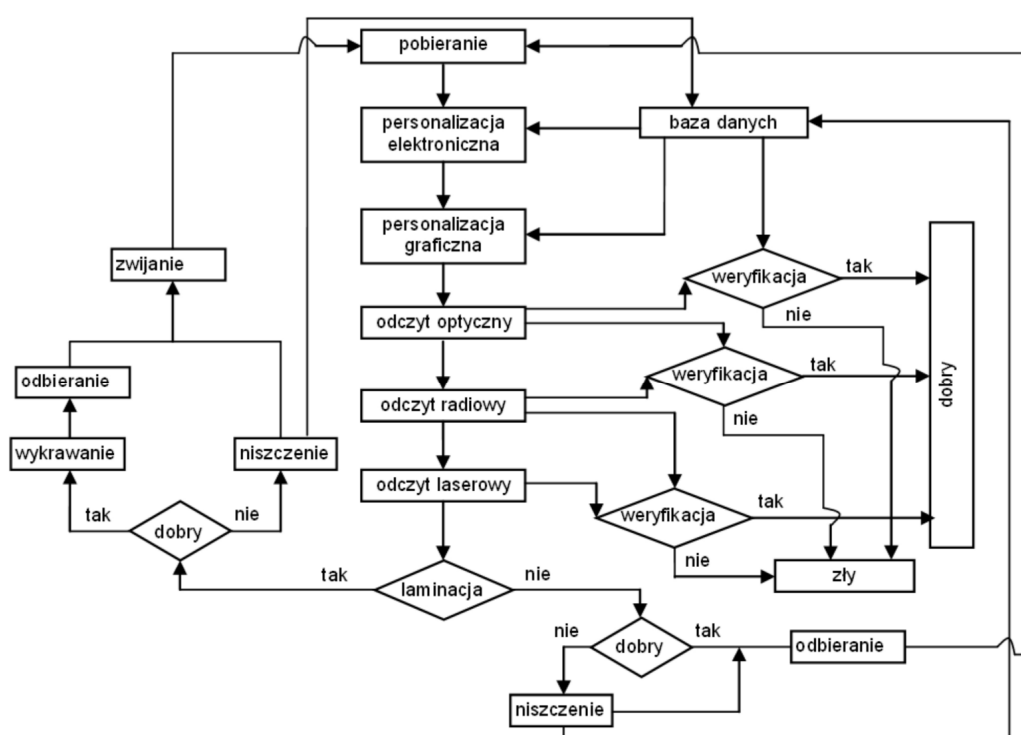


Rys. 2. Schemat procesu graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów RFID z laminowaniem ochronnym

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 użytek 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 poziomem 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.

Dalsza konfiguracja ciągu technologicznego jest wariantowa i zależy od wprowadzanego zabezpieczenia mechanicznego (rys. 3). Jeżeli w produkcji 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 niszczony 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.

Jeżeli w produkcie będą wprowadzane dodatkowe zabezpieczenia zwiększające odporność mechaniczną, wówczas układ odbierający produkty nielaminowane jest zastępowany układem laminującym, dokowanym do odpowiedniego portu transportera taśmowego. W tej konfiguracji mechanizm laminatora płynnie przejmuje detale uwalniane z transportera taśmowego. Układ umożliwia dwustronne lub jednostronne laminowanie kart identyfikatorów. Po wykonaniu laminacji medium transportowe produktu końcowego stanowi wstęga folii zawierająca zalaminowane elementy.

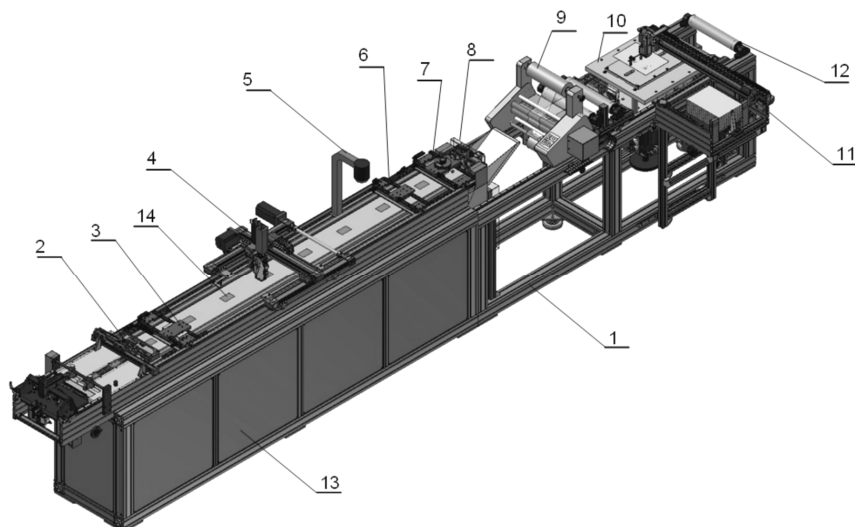


Kolejnym zadaniem jest znakowanie braków, w którym podobnie jak poprzednio wadliwie spersonalizowany produkt jest znakowany i niszczony za pomocą dziurkowania. Produkt końcowy powstaje

w wyniku wykrawania prawidłowo spersonalizowanego identyfikatora ze wstęgi folii laminacyjnej. Wykrojone identyfikatory są automatycznie pobierane i usuwane z ażuru. Braki nie są wykrawane, pozostają we wstędze i są zwijane jako odpad razem z ażurem.

### MODEL WIRTUALNY

Konstrukcja urządzenia została zaprojektowana jako struktura ramowa, do której zamocowano wszystkie moduły wykonawcze (rys. 4).



Rys. 4. 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 produkty laminowane, 12 – zwijacz ażuru, 13 – szafa sterownicza, 14 – arkusz identyfikatora

Główne moduły systemu odpowiedzialne za realizację opracowanego modelu funkcjonalnego to:

- moduł wejściowy,
- moduł transportera taśmowego
- moduł personalizacji elektronicznej,
- moduł personalizacji graficznej,
- moduł automatycznej optycznej inspekcji
- moduł inspekcji radiowej danych cyfrowych
- moduł inspekcji laserowej
- moduł odbierający produkty nielaminowane,
- moduł laminujący,
- moduł wykrawający,
- moduł odbierający produkty laminowane,
- moduł zwijający ażur.

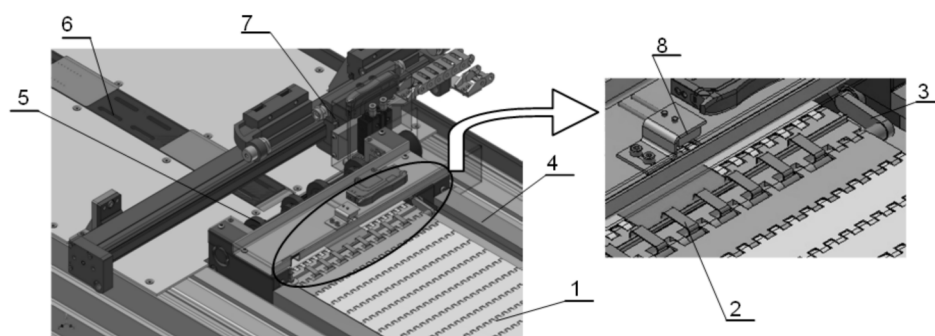
Wszystkie moduły są osadzone w ramie wykonanej w systemie profili aluminiowych. Wewnętrzne przestrzenie konstrukcji ramowej wykorzystano do zabudowy szaf sterowniczych zawierających elementy

systemu elektrycznego i podzespoły automatyki przemysłowej. Konstrukcja ramy umożliwia przemieszczanie modułu odbierającego produkty nielaminowane oraz modułu laminującego w sposób zapewniający wymienne dokowanie obu modułów do transportera taśmowego. Ponadto rama posiada system prowadnic liniowych umożliwiających precyzyjne pozycjonowanie każdego modułu w zależności od formatu wytwarzanego produktu.

Transporter taśmowy (rys. 5) jest zbudowany ze sztywnych, poliamidowych ogniw połączonych przegubowo. W celu zapewnienia stałej wysokości roboczej górna (robocza) część transportera posiada podparcie w postaci listwy ślizgowej. Ogniwa transportera posiadają wbudowane w odpowiedniej podziałce sprężynowe dociski mocujące obiekt transportowany.

Moduł wejściowy (rys. 5) zapewnia zasilanie transportera taśmowego ze stacjonarnego magazynka oraz płynne przekazywanie pojedynczych użytków na taśmę transportera. W obszarze modułu wejściowego następuje poprzeczne pozycjonowanie arkusza oraz blokowanie każdego użytku w ustalonej pozycji na taśmie transportera za pomocą docisków sprężynowych sterowanych mechanizmem krzywkowym. Pozycjonowanie jest realizowane za pomocą baz ustawczych.

Moduł do personalizacji graficznej (rys. 6) to system druku wysokiej rozdzielczości umożliwiający pozycjonowanie głowicy drukującej w czterech osiach. Głowica jest zamocowana do ruchomej karetki. Napędy liniowe pozycjonują karetkę głowicy w płaszczyźnie poziomej.



Rys. 5. Moduł wejściowy: 1 – taśma transportera, 2 – docisk sprężynowy, 3 – krzywka sterująca, 4 – prowadnica krzywki, 5 – rolki pobierające, 6 – stół spływowy podajnika półwyrobów, 7 – pozycjoner arkusza, 8 – czujnik obecności arkusza

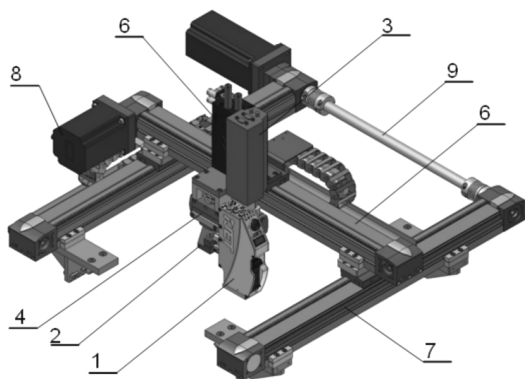
Napędy są skonfigurowane w układzie portalowym, w którym ruchomy trawers spoczywa na dwóch synchronicznie przemieszczanych wózkach stanowiących elementy podpór mocowanych do ramy ciągu technologicznego. Mechanizmy podpór są synchronizowane za pomocą wału napędowego. W zastosowanych napędach liniowych do przemieszczania wózków wykorzystywane są zębate przekładnie pasowe współpracujące z silnikami krokowymi. Karetka systemu posiada obrotową platformę pozycjonowaną za pomocą silnika krokowego zintegrowanego ze sterownikiem. Platforma obrotowa umożliwia zmianę pozycji kątowej głowicy, dzięki czemu możliwe jest nanoszenie nadruku w różnych kierunkach ruchu oraz z mniejszymi marginesami bocznymi. Czwartą osią ruchomą karetki głowicy jest oś pionowa, w której ruch jest realizowany za pomocą pneumatycznego napędu liniowego. Unoszenie głowicy jest niezbędne w celu ominięcia sprężynowych zaczepów pozycjonujących detal przemieszczających się pod głowicą w czasie ruchu transportera liniowego. Omijanie zaczepów jest niezbędne, ponieważ odległości robocza głowicy od zadrukowanego arkusza wynosi ok. 1 mm.

Moduł odbierający wyroby nielaminowane łączy funkcje niszczarki braków, podajnika rolkowego i zasobnika wyrobów gotowych. W korpusie modułu zabudowany jest pneumatyczny wykrojnik dziurkują-

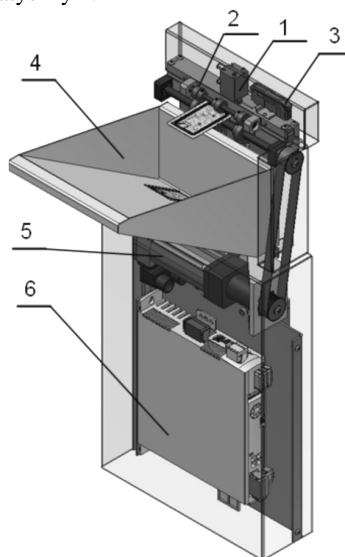
cy oraz rolki transportowe połączone pasem zębatym z serwosilnikiem napędowym. W celu dokowania do podajnika taśmowego moduł jest automatycznie przemieszczany w prowadnicach ramy w kierunku pionowym za pomocą siłownika pneumatycznego. Wyroby dobre są płynnie przejmowane przez układ rolek i przekazywane do pojemnika. W przypadku wykrycia braku, rolki są zatrzymywane, aby wykrojnik mógł wykonać zabieg dziurkowania. Po zapełnieniu magazynka operator musi dokonać manualnej selekcji polegającej na oddzieleniu wyrobów dobrych od braków posiadających widoczne przelotowe otwory.

Moduł laminujący umożliwia dwustronne lub jednostronne laminowanie wyrobu dostarczanego w formie pojedynczych arkuszy. Moduł posiada prowadnice liniowe umożliwiające poziome przemieszczanie układu w celu dokowania do podajnika taśmowego. Folia laminująca jest umieszczona na dwóch walcach biernych. Napęd folii jest realizowany ciernie za pomocą grzanych walców napędowych. Folia ulega laminacji po podgrzaniu i ściśnięciu pomiędzy walcami napędowymi. Walce napędowe posiadają pneumatyczny mechanizm rozsuwania zapobiegający grzaniu i laminowaniu folii w trakcie postoju. Autonomiczny system sterowania modułu umożliwia regulację prędkości pracy oraz temperatury walców.

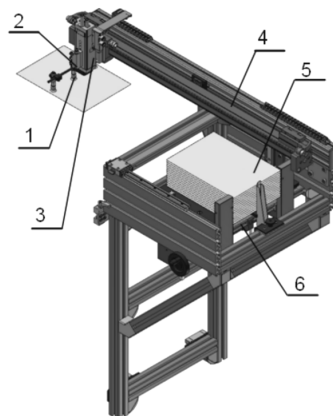
Moduł odbierający wyroby laminowane jest dwuosiowym manipulatorem pneumatycznym wyposażonym w podciśnieniowy układ chwytający oraz sterowany pneumatycznie magazyn wyrobów gotowych. Podłużny ruch poziomy jest realizowany za pomocą siłownika beztłoczyskowego natomiast poprzeczny ruch pionowy realizuje tłoczyskowy napęd liniowy. Przyssawkowy, eżektorowy chwytak przejmuje detale z gniazda wykrojnika po wykonaniu operacji wkrawania. Wyroby gotowe są automatycznie układane na stosie w magazynie wyrobów gotowych. Magazyn posiada ruchome (podnoszone i opuszczane) dno, którego pozycja jest automatycznie dopasowywana do wysokości stosu wyrobów gotowych. Pozycjonowanie denka jest realizowane za pomocą mechanizmu z napędem pneumatycznym.



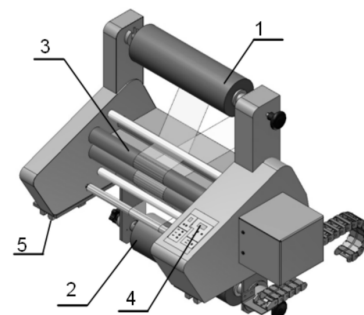
Rys. 6. Moduł do personalizacji graficznej: 1 – głowica drukująca, 2 – platforma obrotowa, 3 – silnik krokowy napędu platformy, 4 – karetki głowicy, 5 – pneumatyczny napęd liniowy, 6 – napęd liniowy poprzeczny, 7 – napęd liniowy podłużny, 8 – silnik krokowy napędu liniowego, 9 – wał synchronizujący



Rys. 7. Moduł odbierający wyroby nielaminowane: 1 – wykrojnik, 2 – rolki transportowe, 3 – czujnik obecności arkusza, 4 – pojemnik wyrobów gotowych, 5 – serwosilnik napędu rolek, 6 – sterownik serwosilnika



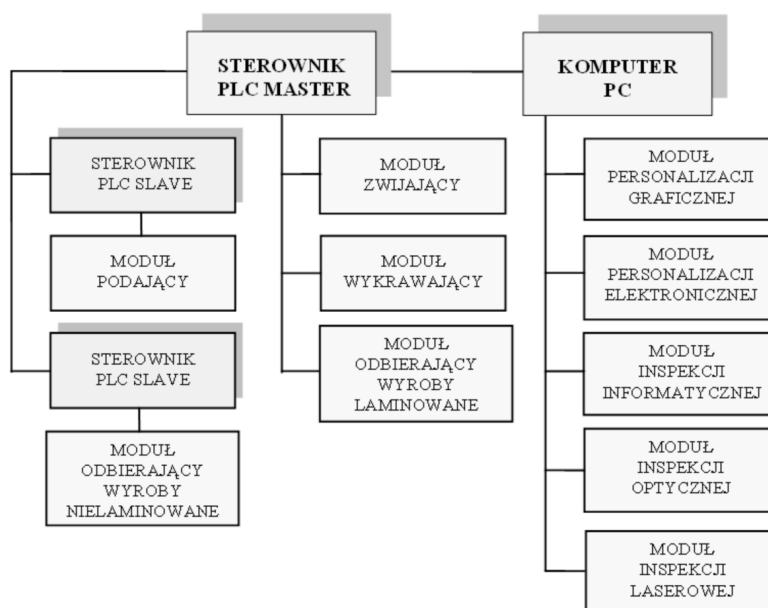
Rys. 9. Moduł odbierający wyroby laminowane:  
1 – chwytak przyssawkowy, 2 – eżektor, 3 – siłownik napędu pionowego, 4 – siłownik bezłoczyskowy, 5 – stos wyrobów gotowych, 6 – ruchome dno



Rys. 8. Moduł laminujący: 1 – górna rolka folii, 2 – dolna rolka folii, 3 – rolka napędowa grzana, 4 – panel sterowania, 5 – prowadnica liniowa

### SYSTEM STEROWANIA

System sterowania tworzy trzypoziomową hierarchię zarządzania procesem wytwórczym (rys. 10). Jednostką nadrzędną jest główny sterownik PLC master.



Rys. 10. Schemat struktury systemu sterowania

Na drugim poziomie znajdują się sterowniki PLC modułów funkcjonujących jako autonomiczne urządzenia, realizujące własne algorytmy. System sterowania wysyła jedynie rozkazy uruchamiające lub zatrzymujące tak zdefiniowany moduł. Moduły autonomiczne to: moduł podający oraz moduł odbierający produkty nielaminowane. Są one nadzorowane za pomocą sterowników PLC drugiego poziomu zdefiniowanych jako slave. Drugi poziom w hierarchii systemu sterowania to także moduły zarządzane za pomocą komputera PC współpracującego z głównym sterownikiem PLC master. Komputer uruchamia procesy oraz przesyła dane z bazy danych do modułów personalizacji graficznej i elektronicznej. Jest również odpowiedzialny za proces analizy i weryfikacji danych pochodzących z modułów inspekcji optycznej, elektronicznej i laserowej. Moduły personalizacji graficznej oraz inspekcji optycznej posiadają sterowniki zarządzające procesem rejestracji danych (moduł inspekcji) oraz funkcjami głowicy drukującej. Istotną rolę komputera jest proces decyzyjny w weryfikacji odczytanych danych, wprowadzanych podczas personalizacji graficznej i elektronicznej.

Trzeci poziom sterowania obejmuje moduł obierający wyroby laminowane, moduł wykrawający oraz moduł zwijający. Elementy wykonawcze modułów trzeciego poziomu są kontrolowane bezpośrednio z poziomu sterownika master. W trzecim poziomie znajdują się także elementy wykonawcze modułu personalizacji graficznej.

## PODSUMOWANIE

Przedstawiony model ciągu technologicznego do graficznej i elektronicznej personalizacji dokumentów stanowi element kompleksowego systemu wytwarzania prototypów wysoko zabezpieczonych kart identyfikatorów zawierających układy RFID. Przyjęta koncepcja systemu wytwarzania zakłada, że komponentami wejściowymi do produkcji będą wielowarstwowe niespersonalizowane identyfikatory RFID. Prezentowany w artykule model systemu opracowano dla ciągu produkcyjnego realizującego proces graficznej i elektronicznej personalizacji z możliwością zwiększenia odporności fizycznej i poprawy stopnia ochrony mechanicznej. Wyrobem końcowym w ramach opracowanego systemu jest identyfikator z chipem RFID o zwiększonym stopniu bezpieczeństwa przechowywanych danych. Moduły systemu stanowią odrębne zespoły funkcjonalne, przeznaczone do realizacji określonych zabiegów, zintegrowane w ramach ciągu technologicznego ze wspólnym systemem sterowania. Procesy operacyjne realizowane są jednocześnie w odpowiednich gniazdach technologicznych. Konfiguracja układu technologicznego jest ustalana w zależności od stawianych wymagań oraz parametrów konstrukcyjnych produkowanych wyrobów. Modularyzacja stwarza możliwości elastycznej aranżacji, powielania, usuwania i przemieszczania modułów funkcjonalnych, wzdłuż linii tworzącej główną oś ciągu technologicznego. Elastyczna i wielowariantowa struktura jest w stanie zapewnić szybką, powtarzalną produkcję krótkoseryjną, umożliwiającą tanie prototypowanie nowych generacji produktów z udoskonalonymi technikami zabezpieczeń.

## LITERATURA

1. Brewer A., Sloan N., Landers T.L.: Intelligent tracking in manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing* Volume: 10, Issue: 3-4, September 1999.
2. 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, pp. 41 – 61.
3. 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, pp. 116 – 124.
4. Jeroen van Beek: ePassports reloaded. BlackHat USA 2008, Las Vegas. <http://www.blackhat.com/presentations/bh-jp-08/bh-jp-08-vanBeek/BlackHat-Japan-08-Van-Beek-ePassports.pdf>

5. 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)
6. Langheinrich M.: A survey of RFID privacy approaches. Personal and Ubiquitous Computing. Vol: 13, Issue: 6, August 2009, pp. 413 – 421.
7. Juels, A. Rfid security and privacy: A research survey. IEEE Journal on Selected Areas in Communications 24, 2 (2006).
8. Neuby B.L., Rudin E.: Radio Frequency Identification: A Panacea for Governments? Public Organization Review. Vol: 8, Issue: 4, December 2008, pp. 329 – 345.
9. Danev B., Heydt-Benjamin T., Capkun S.: Physical-layer Identification of RFID Devices. Proceedings of the USENIX Security Symposium, 2009.  
[http://www.syssec.ethz.ch/research/usenixsec09\\_phyid\\_rfid.pdf](http://www.syssec.ethz.ch/research/usenixsec09_phyid_rfid.pdf)
10. Rasmussen K., Capkun S.: Implications of Radio Fingerprinting on the Security of Sensor Networks, Proceedings of IEEE SecureComm, 2007. <http://www.syssec.ethz.ch/research/fingerprint2.pdf>
11. [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)
12. Kozioł S., Zbrowski A., Samborski T., Wiejak J.: Koncepcja systemu testowania połączeń montażowych w dokumentach z zabezpieczeniem elektronicznym. Technologia i Automatyzacja Montażu 2010 nr 4, str. 6 – 9.
13. Samborski T, Zbrowski A., Kozioł S.: Model modułowego systemu implementacji inletów RFID. Technologia i Automatyzacja Montażu 2010 nr 4, str. 30 – 35.
14. Zbrowski A., Samborski T., Kozioł 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

#### THE MODEL OF THE PRODUCTION LINE FOR GRAPHIC AND ELECTRONIC PERSONALISATION OF THE DOCUMENTS

**Abstract.** *The article presents the model of the modular system for graphic and electronic personalisation of the documents with implemented Radio Frequency Identification circuits. The concept and the structure of the technical system were presented using the computer model. Also the structure of the control system was described. The system presented is intended for production of prototypes of new type of documents with the electronic security elements. The industrial use of the system allows low-budget, flexible and short-series production of products in form of cards, identification cards, tickets, labels and other documents built of two layers of material (paper) with RFID chip in between, personalised electronically (record in the memory of the chip) and graphically (individual print on the surface).*



**Bogusław REIFUR**  
**Bartłomiej LEKKI**  
Politechnika Wrocławska  
Wrocław

## **ANALIZA PRZEBIEGU PROCESU MONTAŻOWEGO KUCHENKI W ASPEKcie JEGO WYRÓWNOWAŻENIA**

### **COOCKER ASSEMBLY PROCESS ANALYSIS IN ASPECT OF ITS BALANCING**

Optymalizacja przebiegu procesu montażu produktu zwana problem balansowania - wyrównoważania jest kluczowym zagadaniem dla wydajności oraz dla kosztów ponoszonych przez systemy produkcyjne. W większości przypadków dotyczy podejmowania kilku różnych typów decyzji, takich jak: określenie czasu cyklu, liczby stacji roboczych, przypisanie zadań montażowych do stacji, wymiarów stacji, magazynów elementów, itp. Zatem logicznych powiązań wymienionych składników procesu montażu, celem uzyskania optymalnych wartości procesu a głównie jego kosztów [1,2,3].

Analiza przebiegu procesu montażowego w układzie funkcjonującej linii ma kluczowe znaczenie dla realizacji celów w systemach produkcyjnych wielkoseryjnej sprzetu AGD. Konfiguracja gniazd montażowych obejmująca wszystkie zadania związane z ich wyposażeniem i dostosowaniem do realizacji i rozdziału zadań przebiega znacznie efektywniej w przypadku wykorzystania do analizy narzędzi programowych. Przedstawione wyniki i analizy przebiegu procesu z wykorzystaniem narzędzia programowego dla linii montażowej kuchenki potwierdzają zasadność stosowania tego typu narzędzi.

### **FLEXIBLE LINE BALANCING V.3**

Program należy do grupy najtańszych i najprostszych programów umożliwiających balansowanie i grupowanie pojedynczych elementów, jak i całych procesów montażowych. Jest osobnym programem i nie wchodzi w skład bardzo drogiej i bardziej rozbudowanej aplikacji. Wykres wygenerowany w programie Flexible Line Balancing, przedstawia rys. 1.

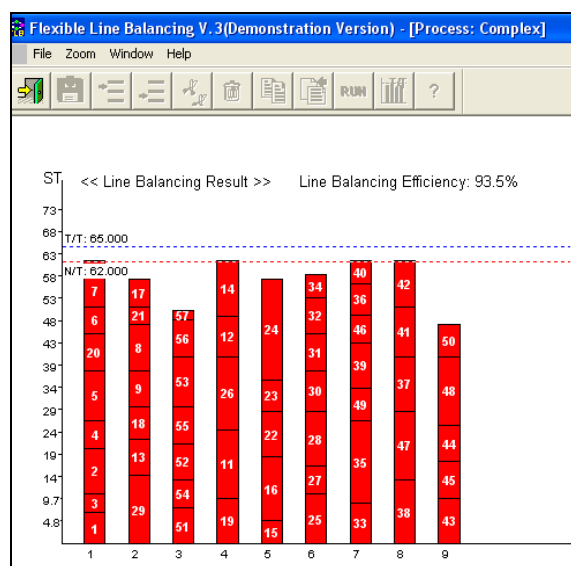
Flexible Line Balancing korzysta z algorytmu COMSOAL. Algorytm ten daje możliwość przeprowadzenia na zwykłym komputerze klasy PC, setek tysięcy operacji na sekundę, aż do uzyskania optymalnego rozwiązania [4]. Stosując Flexible Line Balancing, można określić optymalną metodę sekwencjonowania zadań, wybierając najbardziej efektywne i wydajne rozwiązanie. Program ten posłuży do obliczeń i analizy procesu technologicznego montażu kuchni gazowej, a jego najważniejsze funkcje opisano poniżej.

### **ZALETY I WADY PROGRAMU FLEXIBLE LINE BALANCING**

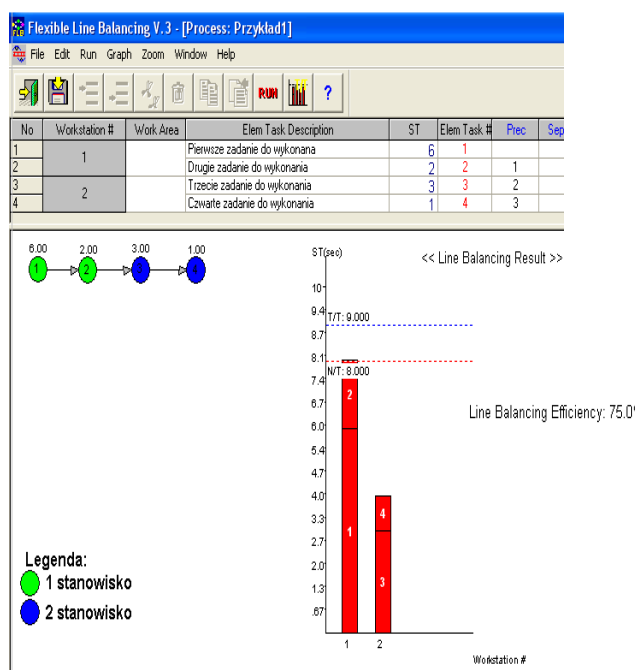
Flexible Line Balancing umożliwia wygenerowanie rozwiązania zależnie od maksymalnego czasu taktu, lub wymaganej liczby stacji roboczych. Jednak czasami program może proponować błędne rozwiązanie.

Na przykład: założono, że proces montażu ręcznego wyrobu składa się z czterech następujących po sobie zadań, z których każde trwa odpowiednio: 6, 2, 3, 1 sekundy. Nie ma dodatkowych ograniczeń w postaci grupowania, separacji zadań itp. Dla ustalonego wcześniej czasu taktu 9 sekund, program proponuje rozwiązanie przedstawione na rys. 2.

Program zaproponował rozmieszczenie zadań na dwóch stanowiskach, w których łączna efektywność linii wynosi 75%. Zadania na pierwszym stanowisku trwają 8 sekund, a na drugim 4 sekundy. Zgodnie z ideą równoważenia linii montażowych dąży się do tego, aby wszystkie stanowiska były równomiernie obciążone. Tak więc zadanie drugie na pierwszym stanowisku powinno być przeniesione do drugiego stanowiska.



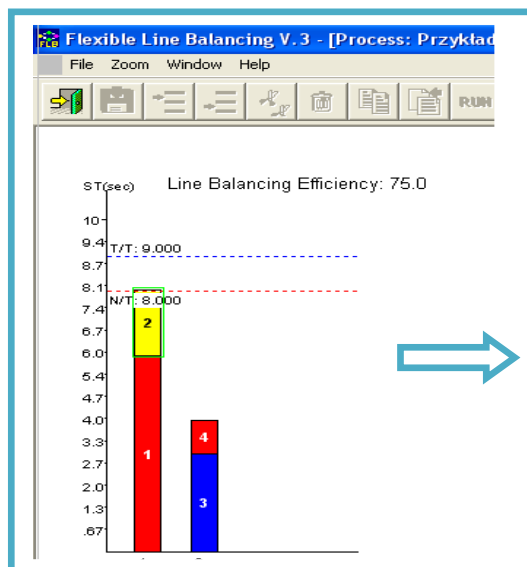
Rys. 1 Wykres wygenerowany w programie Flexible Line Balancing



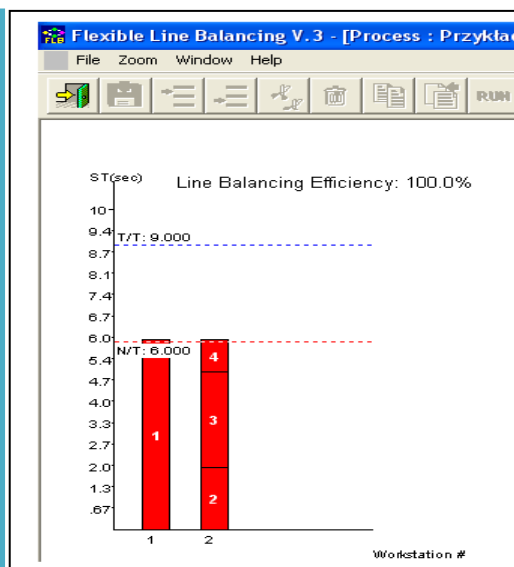
Rys. 2. Proponowane rozwiązanie przez Flexible Line Balancing dla ustalonego czasu taktu

Do zalet programu zaliczyć można możliwość edytowania rozwiązania na wykresie, w myśl zasady „przeciągnij i upuść”. Zadanie, które ma zostać przeniesione na inne stanowisko, po kliknięciu na nie myszką podświetli się na żółto, a zadanie, które będzie zadaniem następnym na niebiesko. Chwytnąc za zadanie podświetlone na żółto, należy je przeciągnąć na zadanie koloru niebieskiego. Flexible Line Balancing poprawi wykres i obliczy nową efektywność linii, tak jak na rys. 3 a, b i wtedy obliczona nowa efektywność wzrosła do 100%.

a)



b)



Rys. 3. Ręczne edytowanie wykresu w FFlexible Line Balancing

Kolejna zaleta to przyporządkowanie prawidłowej minimalnej liczby stanowisk dla zadanego czasu taktu. Przy ponownie dokonanych obliczeniach dla zadanej liczby stacji, w przypadku rys.3b dla dwóch stanowisk, program wyświetli prawidłowe rozwiązanie, w którym efektywność wyniesie 100%. Dlatego bardzo dobrą zasadą, w przypadku wykonywania obliczeń przy założonym czasie taktu, jest przeprowadzenie powtórnych obliczeń, dla zaproponowanej liczby stanowisk w pierwszym wyliczeniu programu.

Wadą programu jest to, że algorytm z którego korzysta, stara się obsadzić maksymalnie stacjami daną stację roboczą nie biorąc pod uwagę ostatniej stacji. Jest to wina założeń algorytmu, a nie programu Flexible Line Balancing. Dlatego wyniki programu trzeba dokładnie analizować.

W rzeczywistych procesach na liniach montażowych często bywa tak, że każde stanowisko robocze ma takie same lub podobne pierwsze zadanie do zrealizowania (np. w linii montażowej analizowanego wyrobu - kuchni gazowej takim zadaniem jest „pobranie kuchni”). Niedogodnością programu Flexible Line Balancing jest to, że w nim nie ma możliwości zdefiniowania takiego ograniczenia, które wymuszałoby, aby każde pierwsze zadanie na danym stanowisku rozpoczynało się od określonego zadania. Wprawdzie formuła *Cont* umożliwia łączenia czasów poszczególnych zadań, to jednak nie rozwiązuje ona problemu, gdy pierwsze zadania na danych stanowiskach mają różne wartości czasowe.

W zautomatyzowanych, bądź zrobotyzowanych stanowiskach występujących w hybrydowych liniach montażowych, istnieje w wielu wypadkach możliwość regulacji czasu wykonania danego zadania (np. automat do napełniania silników spalinowych olejem). Niestety powyższy program nie oferuje możliwości wprowadzania określonych przedziałów czasowych do wykonania zadanego zadania.

## ALGORYTM METODY COMSOAL ROZWIĄZUJĄCY PROBLEM RÓWNOWAŻENIA LINII MONTAŻOWYCH

*COMSOAL* - *Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Line* (komputerowa metoda sekwencjonowania operacji dla linii montażowych) jest proces iteracyjnym, rozwiązującym zadany scenariusz balansowania linii montażowej wiele razy, aż do osiągnięcia optymalnego rozwiązania. Flexible Line Balancing korzysta z tego algorytmu, wykonując tysiące obliczeń, których czas zależy od liczby stanowisk pracy i ograniczeń między zadaniami wprowadzonymi przez użytkownika.

*COMSOAL* jest metodą, która generuje dużą liczbę rozwiązań dla problemu balansowania linii w sposób losowy. Program wyszukuje najlepszą odpowiedź na obecny problem i zapisuje go w swoich wynikach wewnętrznych. Jeśli lepsze (o większym wskaźniku efektywności linii) rozwiązanie jest obliczone, staje się najlepszą odpowiedzią do następnego zestawu wewnętrznych obliczeń. Jeśli kolejne obliczenia, w których rozmieszczenie zadań będzie inne i osiągnięte zostanie rozwiązanie będzie mniej skuteczne niż wcześniejsze rozwiązania, to te ostatnie obliczenia będą odrzucone. Metoda *COMSOAL* rozwiązuje zadanie w kolejno realizowanych krokach. Do pierwszego stanowiska roboczego przeniesiona jest cała lista wszystkich możliwych zadań. Następnie, stanowisko robocze jest wypełniane zadaniami, aż cały dostępny czas na stacji roboczej będzie wypełniony. Biorąc pod uwagę ograniczenie pierwszeństwa, jeśli wszystkie zadania mogą być przypisane do jednej stacji roboczej, to zadanie jest zakończone. W innym wypadku tworzone jest kolejne stanowisko robocze, które również jest wypełniane zadaniami. Na każdym etapie algorytmu zbiór zadań, który może być wykonany i który dopasuje się do pozostałego czasu na obecnym stanowisku pracy jest określony. Każde zadanie jest wybierane losowo, a pozostałe zadania mają równe prawdopodobieństwo, że zostaną wybrane z uwzględnieniem ograniczeń określonych przez użytkownika.

Znając dokładną strukturę zadań, *COMSOAL* generuje rozwiązania w bardzo krótkim czasie i program Flexible Line Balancing zapewnia efektywne i rozsądne rozwiązanie. W złożonych problemach, które składają się z setek zadań, może istnieć więcej niż jedno dobre rozwiązanie. Ponieważ „najlepsze” rozwiązanie jest oparte na wskaźniku efektywności linii, dlatego może być możliwe więcej niż jedno rozwiązanie.

## ANALIZA PROCESU MONTAŻU KUCHNI GAZOWEJ

Analiza procesu montażowego w aspekcie jego wyrównoważenia dotyczy kuchni gazowej wolnostojącej, produkowanej przez krajowego producenta sprzętu AGD p. rys.4.



*Charakterystyka wyrobu:*

### 1. Płyta kuchenna:

- cztery palniki gazowe
- ruszt emaliowany dwuczęściowy
- zaplecze elektroiskrowe palników w pokrętlach
- pokrywa szklana z zawiasem samohamownym

### 2. Piekarnik gazowy:

- zabezpieczenie przeciwwypływowe gazu w piekarniku
- minutnik
- opiekacz elektryczny i rożen obrotowy
- termoregulator
- oświetlenie piekarnika

Rys. 4. Kuchnia gazowa wolnostojąca

Czasy trwania poszczególnych zadań zostały przydzielone na podstawie analizy ruchów elementarnych i zdefiniowane dzięki analizie MTM. Operacje montażowe zostały zapisane w formie tabelarycznej, w której znajduje się podział na stanowiska robocze wzdłuż linii montażowej, numer czynności, opis czynności, czas trwania oraz częstotliwość i są wykorzystywane w programie obliczeniowym Flexible Line Balancing. Przykładowy przydział zadań dla stanowiska 1 przedstawiono w tab.1. Częstotliwość w technologii montażu jest parametrem określającym częstość występowania danej czynności. Na przykład: częstotliwość 1/5 oznacza, że w procesie montażowym dana czynność występuje co piąty cykl produkcyjny. Z kolei, jeśli częstotliwość wynosi 2/1, oznacza, że daną czynność należy powtórzyć dwa razy w jednym cyklu produkcyjnym.

### ANALIZA 1

Wyjściowy dla analizy proces montażowy przebiega na 24 stanowiskach roboczych z określonymi przydziałami zadań do poszczególnych stanowisk. Podział na stanowiska wraz z czasami trwania czynności przedstawiono na automatycznie wygenerowanym grafie p.rys.5. Obliczony i wygenerowany wykres efektywności linii wraz z rozmieszczeniem czynności na dane stanowisko przedstawia rys.6 a wykres czasów stacji i czasów beczynności dla rzeczywistego procesu przedstawia rys.7. Parametry wyjściowe procesu zestawiono w tabeli 2.

Tab.1 Przydział zadań dla stanowiska 1

Stanow. 1	Montaż ścian bocznych		
	Numer czynności	Opis czynności	Czas [s]
	1.10	Pobrać piekarnik	2,335
	1.20	Pobrać z wózka dwie grupy po 5 profili i odłożyć	1,435
	1.30	Pobrać 2 profile i położyć je na piekarniku	2,082
	1.40	Pobrać bok i położyć go na prawej stronie korpusu piekarnika	5,8
	1.50	Przygotować profil na prawym boku	1,413
	1.60	Pobrać wkrętak użyć i odłożyć	3,16
	1.70	Dokręcić bok i kątownik wkrętami	4,149
	1.80	Pobrać bok i założyć po lewej stronie korpusu piekarnika	6,618
	1.90	Przygotować profil na lewym boku	1,413
	1.100	Pobrać wkrętak użyć i odłożyć	3,16
	1.110	Dokręcić bok i kątownik wkrętami	4,149

Dla ustalonego podziału czynności na poszczególne stanowiska, efektywność linii jest bardzo niska i wynosi zaledwie 47,5%. Z wykresu przydzielenia zadań do stanowisk wynika, że na trzy stanowiska (16-ste, 22-gie i 24-te) są zdecydowane bardziej obciążone zadaniami od pozostałych. Dlatego w analizie drugiej do tych stanowisk będą przydzieleni dodatkowi pracownicy. Wąskim gardłem jest stanowisko 22-gie, które determinuje czas cyklu na poziomie 88,611 sekundy.

Kolejno przeprowadzone cztery analizy, których wyniki przedstawiono w tabeli 3 przedstawiają kolejno zdecydowanie lepsze wyniki w porównaniu z wyjściowymi, zwiększając wydajność zmianową ponad dwukrotnie do 651 sztuk na zmianę oraz efektywności linii do wartości 86,9%, przy wzroście zatrudnienia o 20% tj. 5-ciu pracowników. Przedstawia to automatycznie wygenerowany graf procesu rys.8 i wykres czasów stacji i czasów beczynności dla procesu rys. 9.

Coraz krótsze cykle życia produktów spowodowały, że analiza wykorzystania stanowisk i linii montażowych wymaga wykorzystywania algorytmów obliczeniowych, które w krótkim czasie są w stanie rozwiązać skomplikowany problem. Do problemów tych należy optymalne przydzielenie zadań do danego stanowiska roboczego, a tym samym zapewnienie optymalnego zrównoważenia linii. W zależności od postawio-

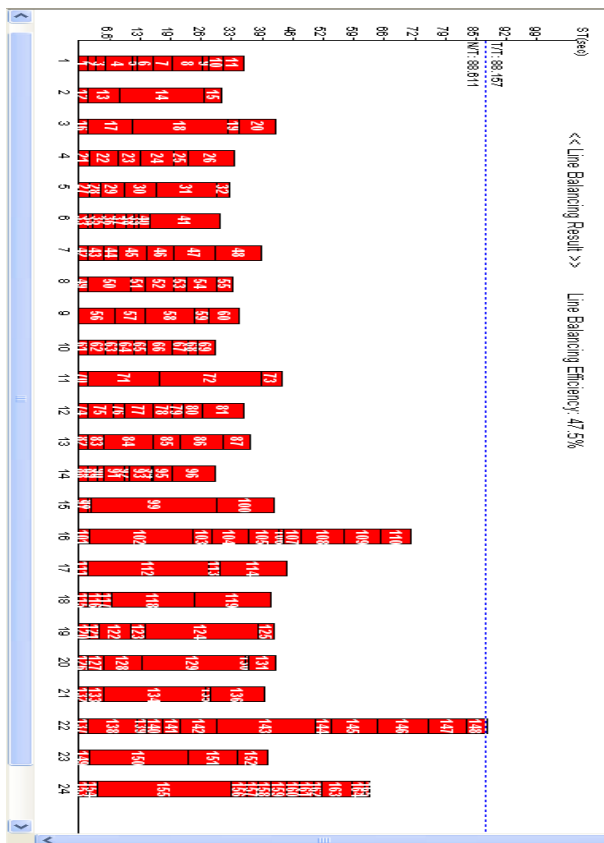
nych wymagań oraz stosowanych strategii rozwiązywania problemów balansowania, algorytmy takie jak COMSOAL czy RPW wykorzystywane są jako przydzielające i szeregujące zadania.

Tab. 2. Parametry wyjściowe analizy 1 procesu

Czas cyklu [s]	Analiza 1	88,611
Czas przerw [s]: 2x10 min + 1x19 min		2340
Czas zmiany [s]: 8 h		28800
Wydajność godzinowa [szt./h]		40,63
Wydajność zmianowa [szt./zmianę]		298,0
Liczba pracowników		24
Liczba stanowisk roboczych		20
Efektywność linii		47,5%

Tabela. 3. Parametry wyjściowe kolejnych analiz procesu

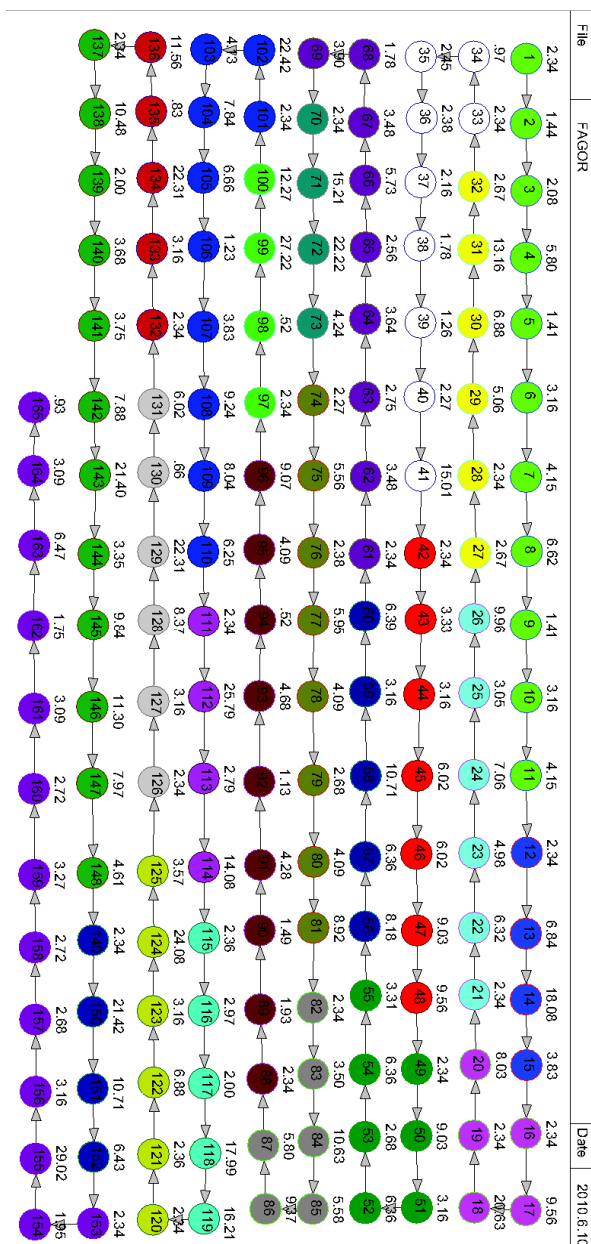
Czas cyklu [s]	<b>Analiza 2</b>	40,988
Czas przerw [s]: 2x10 min + 1x19 min		2340
Czas zmiany [s]: 8 h		28800
Wydajność godzinowa [szt./h]		80,02
Wydajność zmianowa [szt./zmianę]		588,16
Liczba pracowników		27
Liczba stanowisk roboczych		24
Efektywność linii		83,1%
Czas cyklu [s]	<b>Analiza 3</b>	44,988
Czas przerw [s]: 2x10 min + 1x19 min		2340
Czas zmiany [s]: 8 h		28800
Wydajność godzinowa [szt./h]		80,02
Wydajność zmianowa [szt./zmianę]		588,16
Liczba pracowników		27
Liczba stanowisk roboczych		24
Efektywność linii		83,1%
Czas cyklu [s]		40,64
Czas przerw [s]: 2x10 min + 1x19 min		2340
Czas zmiany [s]: 8 h		28800
Wydajność godzinowa [szt./h]		88,58
Wydajność zmianowa [szt./zmianę]		651,08
Liczba pracowników		29
Liczba stanowisk roboczych		29
Efektywność linii		<b>86,9%</b>



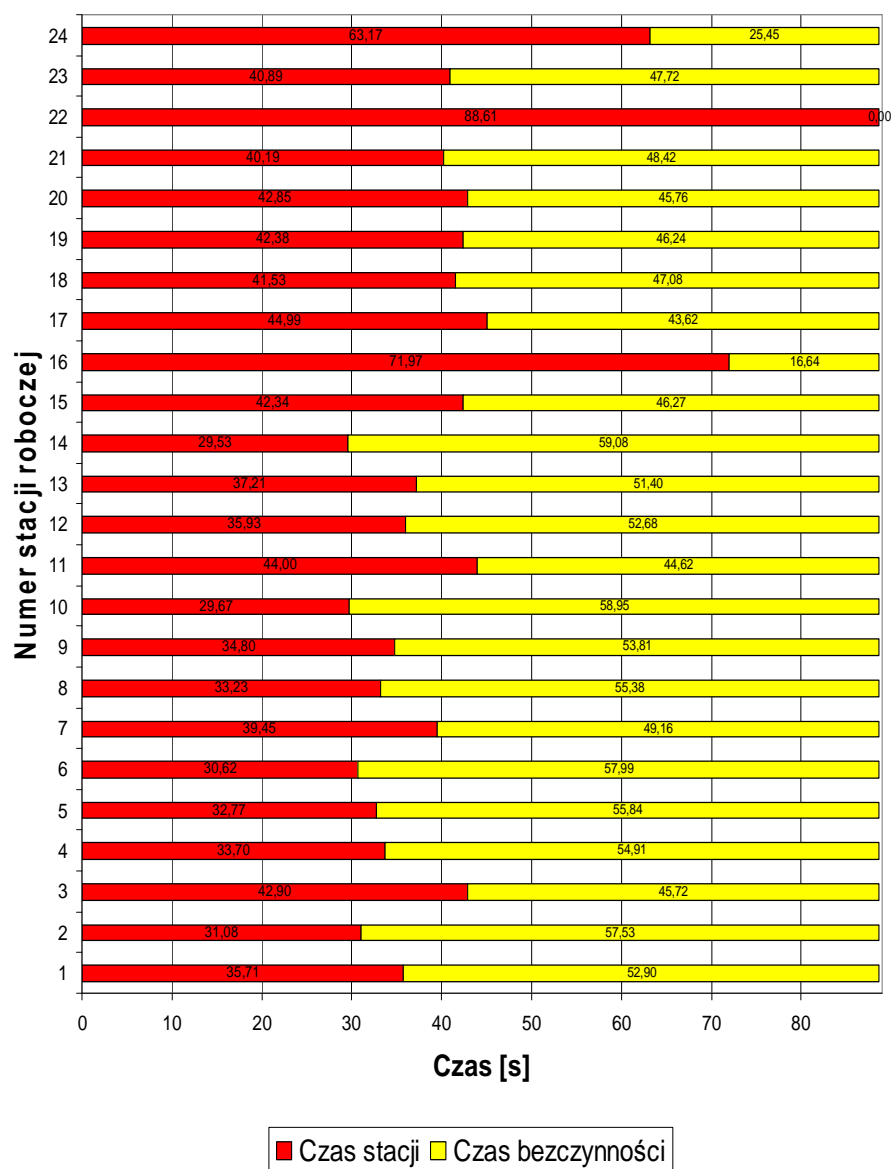
Rys. 6 Automatycznie wygenerowany wykres przydzielenia zadań do stanowisk montażowych

Te pierwsze, stosowane są zazwyczaj w istniejących liniach produkcyjnych, w których narzucona jest liczba stacji roboczych, do których należy odpowiednio przydzielić zadania tak było w przypadku rozwiązywania problemów balansowania linii kuchenki gazowej. Te drugie, przeważnie są stosowane w nowo

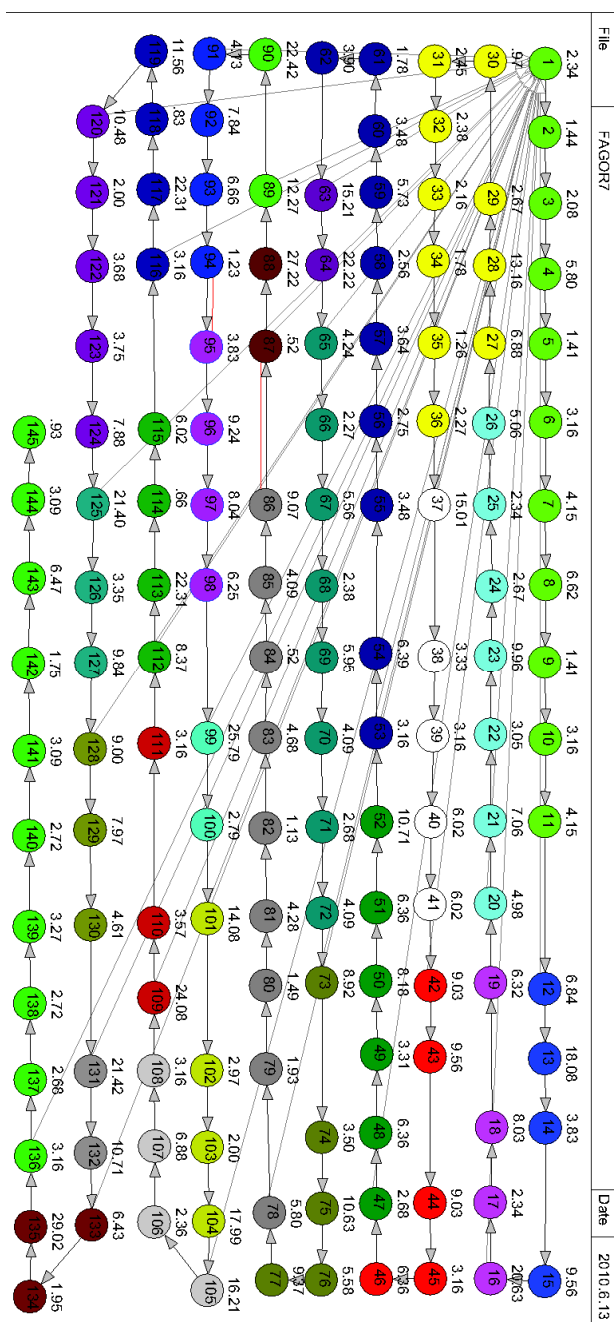
tworzonych liniach montażowych, w których na podstawie znanego czasu taktu określona zostaje minimalna liczba stanowisk zapewniających wymagany poziom produkcji.



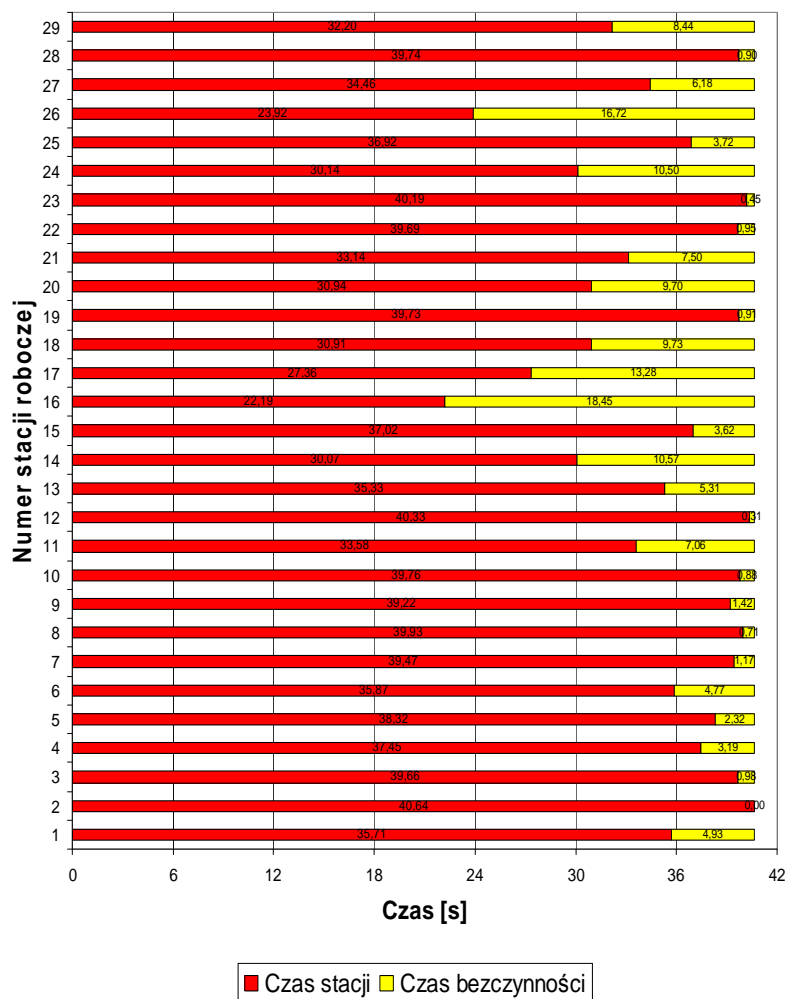
Rys. 5 Wygenerowany graf dla „analizy 1” procesu montażu



Rys. 7. Wykres czasów stacji i czasów bezczynności dla rzeczywistego procesu montażu



Rys. 8. Automatycznie wygenerowany graf „Analiza 4” procesu



Rys. 9. Wykres czasów stacji i czasów bezczynności „Analiza 4” procesu

## WNIOSKI

Przeprowadzona z wykorzystaniem programu Flexible Line Balancing analiza potwierdziła wymienione wcześniej jego zalety a przy po poprawnym zdefiniowaniu procesu wraz z jego wszystkimi ograniczeniami, program prawidłowo dokonał balansu linii montażowej dla obu typów algorytmów: przydzielania i szeregowania.

W tabeli 4 zamieszczone zostały główne wyniki przeprowadzonych programem analiz.

Zgodnie z zaleceniami praktyków zajmujących się balansowaniem linii, należy zachować podejście zdroworozsądkowe, bowiem równoważenie linii nie występuje tylko przed jej sformowaniem, ale funkcjonuje raczej jako stała rekonfiguracja. Po realizacji równoważenia linii należy dokonać pomiarów czasów

trwania czynności montażowych w celu weryfikacji. Definiując proces zakłada się, że czasy wykonania poszczególnych zadań są deterministyczne, a w rzeczywistości takie nie są.

Tab. 4. Zestawienie wyników poszczególnych analiz

	Analiza 1	Analiza 2	Analiza 3	Analiza 4
Czas cyklu [s]	88,611	44,988	47,96	40,64
Efektywność linii [%]	47,5%	83,1	88,3	86,9
Wydajność zmianowa [szt./zmianę]	298,6	588,16	551,71	651,08
Liczba stanowisk	24	24	24	29
Liczba pracowników	24	27	24	29

Dlatego, że każda linia montażowa posiada swoje unikalne cechy i niemożliwe jest stworzenie programu do balansowania, który zaspokajałby potrzeby wszystkich jego użytkowników. Biorąc pod uwagę, że problemy projektowania, grupowania i balansowania linii montażowych są bardzo szerokim zagadnieniem obejmującym: ilość i różnorodność produktów, kontrolę linii, rozkład linii, podobieństwo prac montażowych, alternatywy dotyczące wyposażenia i przetwarzania, ograniczenia dotyczące przypisania, realizację celów. Każdy z tych problemów ściśle łączy się z kosztami, które występują w całym cyklu życia linii od projektowania poprzez balansowanie, aż do jej reorganizacji.

### LITERATURA

1. Boysen, N., Fliender, M., Scholl, A., A classification of assembly line balancing problems. Arbeits- und Diskussionspapiere der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena 12/2006
2. Gu L., Hennequin S., Sava A., Xie X.: Assembly Line Balancing Problems Solved by Estimation of Distribution, Proceedings of the 3rd Annual IEEE Conference on Automation Science and Engineering, 2007, pp. 123-128
3. Reifur, B., Komputerowo wspomagany proces balansowania linii montażowej. EKONOMIKA NI ORGANIZACJA PRZEDSIĘBIORSTWA 9/2008
4. Flexible Line Balancing - LG Electronics distributed by Production Technology Engineering and Management Services Tampa USA

### COOKER ASSEMBLY PROCESS ANALYSIS IN ASPECT OF ITS BALANCING

**Abstract.** *The optimization of product assembly process is a key matter for efficiency and for production systems costs. It concerns undertaking several different types of decision, such how to choice of assembly sequences, attributing the assembly tasks to the station, qualification of time of cycle, number of working stations, dimensions of station, store-houses of material etc. It encloses therefore the well-known in literature problem of balancing – the balancing of the assembly line, in other words logical connections of exchanged components of assembly process. The results of using of computer programme the Flexible Line Balancing for balancing the assembly line.*



**Stanisław KOZIOL**  
**Andrzej ZBROWSKI**  
**Jan WIEJAK**  
Instytut Technologii Eksploatacji  
-Państwowy Instytut Badawczy  
Radom

## KONCEPCJA URZĄDZENIA DO IMPLEMENTACJI CHIPÓW RFID

### THE CONCEPT OF THE DEVICE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE RFID CHIPS

Technika RFID służy do jednoznacznego identyfikowania przedmiotów za pomocą fal radiowych. Polega to na tym, że czytnik za pomocą nadajnika wytwarza zmienne pole elektromagnetyczne wokół anteny i dekoduje odpowiedzi znaczników [1]. Znaczniki pasywne zasilane są za pomocą tego pola – po zgromadzeniu przez kondensator zawarty w strukturze znacznika wystarczającej ilości energii, wysyłana jest odpowiedź. Zawarte w znaczniku informacje mogą opisywać poszczególne części na linii produkcyjnej, towary w czasie transportu, położenie przedmiotów, identyfikować pojazdy, zwierzęta, dokumenty lub osoby. Poprzez dołączenie do znacznika dodatkowych informacji można wzbogacić aplikacje o możliwości wspomagające jej działanie z uwzględnieniem specyficznych informacji o przedmiocie, do którego przynależy znacznik. W podstawowej konfiguracji system RFID składa się z:

- czytnika zawierającego nadajnik i dekodery;
- anteny;
- transponderów zwanych znacznikami lub tagami, które mogą być aktywne – wyposażone we własne źródło zasilania – lub pasywne (te mogą mieć rozmiary od  $0,4 \times 0,4$  mm, co czyni je praktycznie niewidocznymi); znaczniki mogą mieć różnorodną postać – nalepki, żetony, nitu itp.

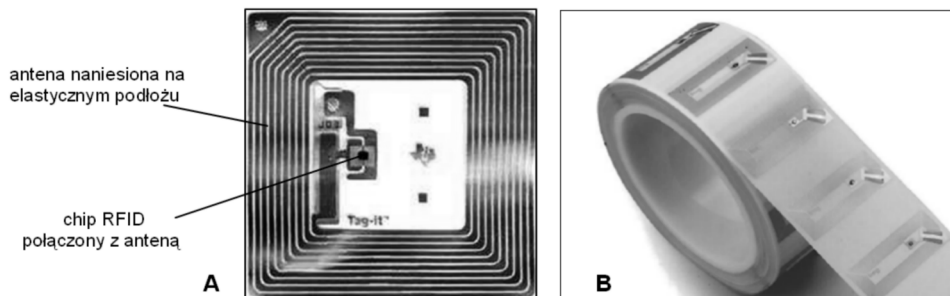
Czytnik zawiera moduł transmisji radiowej (jest to zarówno nadajnik i odbiornik), układ sterowania oraz element łączący ze znacznikiem. Dodatkowo wiele czytników zawiera interfejs łączący z komputerem PC, pozwalający na przesyłanie z i do PC wszelakich danych aplikacyjnych i systemowych. Znacznik zawiera mikroukład scalony oraz element łącznikowy z czytnikiem. Znacznik jest nośnikiem danych systemu RFID. Znacznik generalnie jest urządzeniem pasywnym, gdy znajduje się poza strefą oddziaływania czytnika. Aktywacja znacznika następuje z chwilą umieszczenia go w strefie oddziaływania czytnika. Energia wymagana do zasilenia znacznika jest przekazywana bezprzewodowo z czytnika poprzez element łącznikowy, antenę. W ten sam sposób przekazywany jest sygnał zegarowy - taktowanie oraz dane.

Szczególnym obszarem zastosowań systemów RFID jest autoryzacja dokumentów [2, 3]. Używane są do tego znaczniki, które w niezawodny sposób identyfikują i potwierdzają autentyczność dokumentów, do których są dołączone. Redukuje to możliwość fałszerstw oraz ogólnie podnosi poziom bezpieczeństwa i zapewnia szybszy i łatwiejszy dostęp do dokumentów osób zainteresowanych.

Aby opisane identyfikatory spełniały dobrze swoją rolę, muszą być nie tylko dobrze zabezpieczone przed podrabianiem i fałszowaniem, lecz także odpowiednio trwale zarówno pod względem wytrzymałości fizycznej jak i przechowywania danych w postaci elektronicznej [6,7]. Na producentów paszportów i wszelkiego rodzaju kart identyfikacyjnych organizacje krajowe, międzynarodowe i unijne nakładają obowiązki zapewnienia odpowiedniej trwałości emitowanych dokumentów [4, 5].

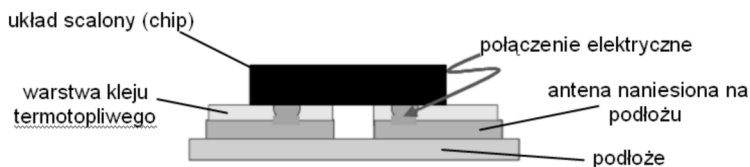
Spełnienie wymagań odbiorców paszportów i kart identyfikacyjnych oraz zapewnienie stałego, wysokiego poziomu jakości wyrobów wymaga od producentów prowadzenia badań wyrobów produkowanych, przygotowywanych do wdrożenia oraz opracowywania nowych, doskonalszych rozwiązań o coraz lepszych zabezpieczeniach. Niezbędne jest więc posiadanie przez producenta odpowiedniej aparatury przeznaczonej do doświadczalnego i niskonakładowego wytwarzania znaczników RFID w ramach prowadzonych prac doświadczalnych i rozwojowych.

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. Doświadczalne wytwarzanie inletów w postaci układu RFID umieszczonego na elastycznym podłożu takim jak folia lub papier syntetyczny jest niezbędne w pracach rozwojowych nad doskonaleniem tej techniki.



Rys. 1. Budowa inletu RFID: A – elementy składowe układu RFID,  
B – inlety RFID na wstędze elastycznego podłoża

Na rysunku nr 1 przedstawiono budowę układu RFID oraz zdjęcie inletów gotowych do wklejenia do zabezpieczanego elektronicznie dokumentu. Ich wytwarzanie polega na wykonaniu nadruku kształtu anteny na podłożu za pomocą np. farby przewodzącej prąd elektryczny i trwałym przyłączeniu do niej poprzez klejenie, lutowanie lub zgrzewanie układu scalonego (chipa) [8]. Rysunek nr 2 przedstawia schemat takiego połączenia wykonanego metodą zgrzewania ultradźwiękowego.



Rys. 2. Schemat połączenia chipa z anteną w inlecie RFID wykonane metodą zgrzewania ultradźwiękowego

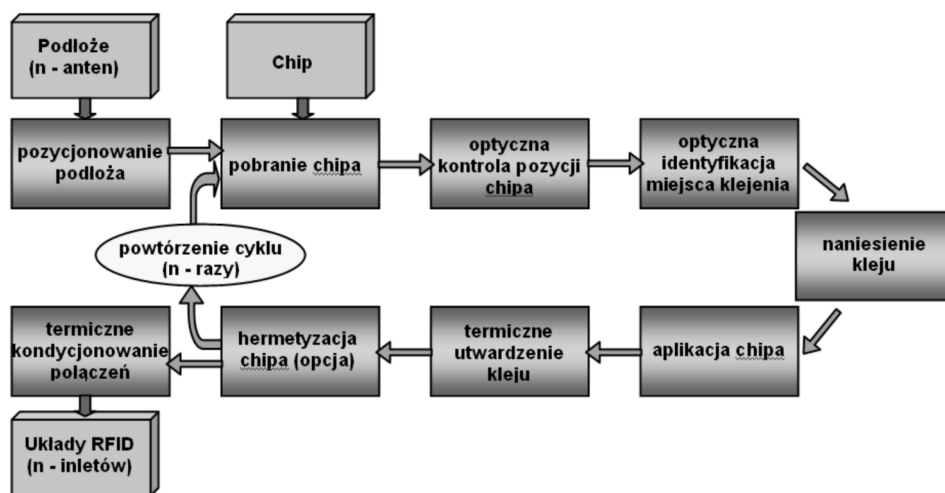
Inlety z układami RFID są produkowane przede wszystkim na skalę masową z wykorzystaniem bardzo sprawnych, zaawansowanych automatów, co wynika z ich szerokiego zastosowania i dążenia do obniżania kosztów produkcji. Wytwarzanie takich układów dla potrzeb działalności badawczo-rozwojowej wymaga zastosowania specjalnej, elastycznej technologii produkcji doświadczalnej i małoseryjnej pozwalającej na zmianę wymiarów anteny, metody łączenia, rodzaju i wymiarów chipa oraz parametrów poszczególnych zabiegów technologicznych.

Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu realizuje przedsięwzięcie, którego celem jest opracowanie elastycznego urządzenia do implementacji chipów na podłoża elastyczne metodami klejenia głównie z zastosowaniem klejów anizotropowych. Będzie ono wykorzystywane do prac rozwojowych i produkcji doświadczalnej inletów RFID przeznaczonych do zabezpieczania elektronicznego dokumentów osobistych i dokumentów podróży [9, 10].

## TECHNOLOGIA MONTAŻU CHIPÓW RFID NA PODŁOŻU ELASTYCZNYM

Opracowywane urządzenie jest przeznaczone do montażu chipów metodą klejenia. Materiał, na którym są montowane chipy stanowią arkusze lub wstęga z naniesionymi antenami układów RFID o dowolnych wymiarach pojedynczej anteny. Maszyna dzięki możliwości zgrubnego i dokładnego pozycjonowania wszystkich układów wykonawczych na całym obszarze stołu roboczego jest przeznaczona do pracy z arkuszami podzielonymi w dowolny sposób na pojedyncze użytki oraz z dowolnie umieszczonym miejscem implementacji chipa na użytku. Kształt i wymiary chipów mogą zmieniać się w zakresie od 0,5x0,5 do 10x10 mm dzięki zastosowaniu wymiennego zasobnika dostosowanego do montowanych elementów.

Technologia klejenia elementów przy takich założeniach musi składać się z kilku zabiegów realizowanych w sposób uwzględniający specyfikę operacji wynikającą z małych wymiarów chipów oraz braku możliwości bezpośredniej kontroli wizyjnej wykonywanych czynności. Na rysunku nr 3 przedstawiono schematycznie kolejność zabiegów wykonywanych w trakcie montażu kompletu układów RFID zajmującego arkusz lub obrabiany w trakcie jednej operacji fragment wstęgi.



Rys. 3. Schemat technologii montażu chipów RFID metodą klejenia

Arkusz, na którym są montowane chipy z naniesionymi uprzednio antenami układów RFID (np. metodami drukarskimi) jest płasko mocowany na stole roboczym przez układ podciśnieniowy. Jest umieszczony w określonym, powtarzalnym położeniu względem charakterystycznych elementów ustawczych (linie, listwy, itp.). Pozwala to na powtarzalne umieszczanie kolejnych arkuszy do montażu chipów, dzięki czemu miejsca implementacji znajdują się w określonych punktach układu współrzędnych X-Y maszyny.

Kolejne czynności są zgodnie ze schematem realizowane w następujący sposób:

- głowica robocza najeżdża nad zasobnik z chipami i ustawia się w takiej pozycji aby wybrany do montażu chip został oświetlony plamką światła wskaźnika laserowego lub znalazł się w polu widzenia kamery głowicy,
- na podstawie obrazu chipa widzianego przez kamerę następuje ustawienie zasobnika z chipami lub głowicy w taki sposób, aby przeznaczony do pobrania chip znajdujący się w zasobniku zajął położenie dokładnie określone przez markery widoczne na ekranie monitora; w wyniku tej czynności zostaje dokładnie określone położenie chwytaka podczas pobierania chipa,

- chwytak automatycznie pobiera chip za pomocą ssawki podciśnieniowej i unosi go na odpowiednią wysokość, a następnie najeżdża nad kamerę umieszczoną w stole maszyny, która obserwując chip od spodu porównuje zarejestrowany obraz z wzorcem określającym precyzyjnie położenie styków elektrycznych; następuje wprowadzenie korekcji położenia kąтового poprzez obrót ssawki oraz położenia liniowego przez wprowadzenie poprawek wzdłuż osi układu współrzędnych maszyny,
- głowicą roboczą z użyciem sterowania ręcznego lub automatycznego najeżdża nad arkusz z antenami układów RFID, tak aby wybrane miejsce montażu chipa zostało oświetlone plamką światła wskaźnika laserowego lub znalazło się w polu widzenia kamery; na podstawie analizy zarejestrowanego obrazu następuje precyzyjne określenie współrzędnych montażu chipa,
- uruchomiana jest automatycznie realizowana sekwencja czynności zaprogramowanych uprzednio w układzie sterowania maszyny, na którą składają się naniesienie kleju na podłoże w miejscu montażu chipa przez dozownik kleju, umieszczenia chipa na podłożu z klejem przez chwytak, utwardzenie kleju przez moduł termiczny i opcjonalnie hermetyzacja połączenia przez naniesienie dodatkowej ilości kleju pokrywającego cały chip; użycie poszczególnych modułów, ich pozycje i czasy działania wynikają z zaprogramowanych danych maszynowych zapisanych w układzie sterowania,
- opisana sekwencja czynności jest powtarzana dla każdego inletu RFID (użytku) znajdującego się na obrabianym arkuszu tak jak to przedstawia schemat na rysunku nr 3,
- arkusz lub fragment taśmy z gotowymi inletami jest transportowany przez chwytak i moduł transportu podłoża do tunelu grzejnego w celu przeprowadzenia termicznego kondycjonowania, a następnie odkładany do zasobnika lub zwijany na rolę z gotowymi wyrobami.

Urządzenie może pracować w sposób półautomatyczny, to jest z ręcznym wzajemnym pozycjonowaniem układów wykonawczych - chipa i podłoża oraz sterowaniem kolejnością i sposobem wykonania poszczególnych czynności. Realizacja samych czynności montażowych przebiega automatycznie. Dostępna jest również opcja automatycznego sterowania pracą maszyny po zaprogramowaniu cyklu zabiegów obejmującego wykonanie założonego zestawu gotowych wyrobów. Kolejne zabiegi stanowiące zamknięty cykl technologiczny obejmują całkowite wykonanie jednego inletu RFID. Cykl ten jest powtarzany osobno podczas wykonania każdego inletu.

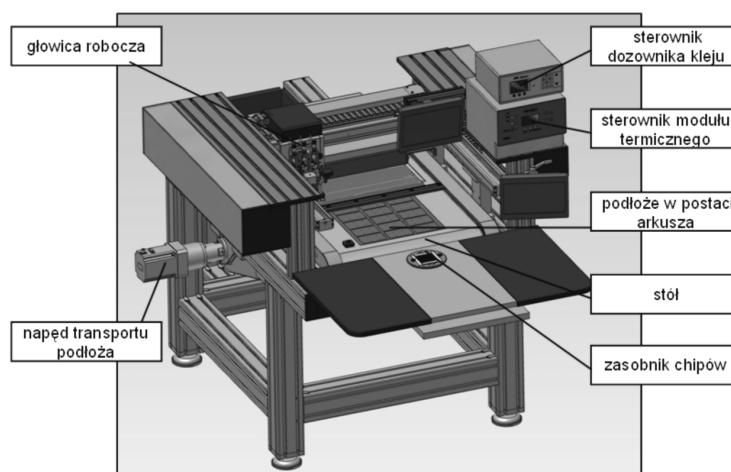
#### **KONSTRUKCJA URZĄDZENIA DO MONTAŻU CHIPÓW RFID NA PODŁOŻU ELASTYCZNYM**

Konstrukcja opracowywanego w Instytucie Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu urządzenia do montażu chipów RFID na podłożu elastycznym z wykorzystaniem metody klejenia, została przedstawiona na rysunkach nr 4 - 6.

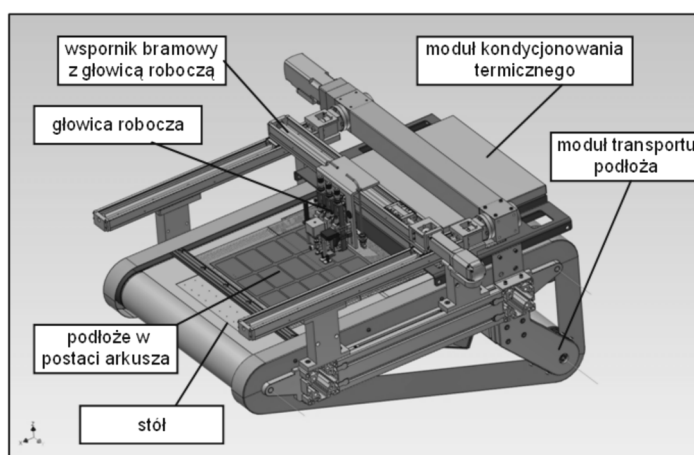
Stół roboczy maszyny (rys. 4 i 5) o wymiarach 400x500 mm jest zespołem nieruchomym i zajmuje stałą pozycję względem korpusu. Nad stołem znajduje się ruchomy wspornik bramowy manipulatorów i kamery. Wspornik jest oparty i łożyskowany na tocznych prowadnicach liniowych zaopatrzonych w napęd ze śrubą toczną i enkoderem. Na belce poziomej wspornika, na prowadnicy tocznej z podobnym napędem śrubowym i enkoderem jest umieszczona głowica robocza ze wszystkimi modułami funkcjonalnymi odpowiedzialnymi za wykonanie czynności montażowych. Dzięki temu głowica może przyjmować dowolne położenia w układzie współrzędnych prostokątnych X-Y stołu w zakresie od 0 do 500 mm wzdłuż osi X i od 0 do 400 mm wzdłuż osi Y. Położenie głowicy w układzie współrzędnych jest identyfikowane za pomocą enkoderów z dokładnością 0,01mm. Enkodery i napędy osi X i Y są połączone z układem sterowania, dzięki czemu są możliwe:

- określenie współrzędnych aktualnego położenia głowicy, a tym samym każdego modułu funkcjonalnego,
- przesunięcie głowicy, a tym samym każdego modułu funkcjonalnego w położenie o określonych współrzędnych.

Układ ten pozwala na pozycjonowanie poszczególnych zespołów wykonawczych znajdujących się na głowicy roboczej, w ściśle określonych punktach układu współrzędnych X-Y związanego ze stołem z dokładnością 0,01 mm. Zespoły wykonawcze zajmują względem siebie stałe określone pozycje wprowadzone do układu sterowania jako stałe maszynowe.



Rys. 4. Konstrukcja urządzenia do montażu chipów RFID metodą klejenia



Rys. 5. Konstrukcja modułu stołu roboczego urządzenia do montażu chipów RFID metodą klejenia

Na nieruchomym stole maszyny jest umieszczony zasobnik chipów. Ma on postać „tacki” z zagłębieniami (gniazdami) o kształcie i wymiarach chipów. Zasobnik jest ładowany chipami poza urządzeniem, ręcznie z wykorzystaniem np. mikroskopu. W przypadku zasobnika z gniazdami do umieszczania poszczególnych chipów dokładnie dopasowanymi do wymiarów tych elementów, jest on umieszczony w ściśle określonym miejscu stołu. Chipy w zasobniku zajmują określoną pozycję kątową, a niejednoznaczność ich położenia wynika tylko z luzu w gnieździe. Dzięki określonej pozycji zasobnika na

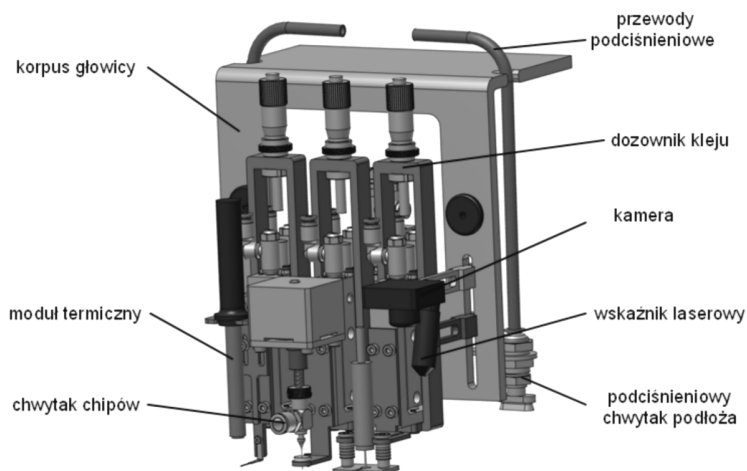
stole i określonym pozycjom gniazd chipów, ich położenie w układzie współrzędnych X-Y maszyny jest dokładnie określone. W przypadku zasobnika z luźnymi gniazdami na chipy, w których mogą one zajmować przypadkowe położenia, zasobnik spoczywa na płaszczyźnie stołu, ale nie jest z nim związany i może być przemieszczany (obracany wokół pionowej osi) ręcznie lub z wykorzystaniem manipulatora obrotowego w celu odpowiedniego pozycjonowania chipa.

Na ruchomej głowicy roboczej (rys. 6) przemieszczającej się po poziomym wsporniku bramowym są zainstalowane następujące moduły funkcjonalne:

- kamera,
- wskaźnik laserowy,
- dozownik kleju,
- chwytak chipów,
- moduł termiczny do utwardzania kleju.

Kamera służy do obserwacji i przekazywania obrazu chipa umieszczonego w zasobniku lub miejsca implementacji chipa na arkuszu do układu sterującego maszyną. Obraz rejestrowany przez kamerę jest obserwowany przez operatora na monitorze lub analizowany automatycznie w układzie sterowania. Na podstawie analizy obrazu przekazywanego przez kamerę jest pozycjonowany chip wraz z ruchomym zasobnikiem przed pobraniem go przez chwytak oraz są określone współrzędne w układzie X-Y punktu na arkuszu, w którym ma być on umieszczony. Operator lub układ sterowania maszyny poprzez odpowiednie ruchy głowicy doprowadza do zgodności obrazu widzianego przez kamerę z wymaganym wzorcem, a współrzędne tego położenia są określane automatycznie. Obraz rejestrowany przez kamerę jest wykorzystywany tylko do precyzyjnego określania współrzędnych głowicy roboczej maszyny względem pobieranego chipa i względem „anten”, na której ma on być umieszczony. Pozostałe czynności maszyna wykonuje automatycznie wykorzystując stałe maszynowe charakteryzujące wzajemne położenie modułów wykonawczych, bez bieżącej wizyjnej kontroli wykonania.

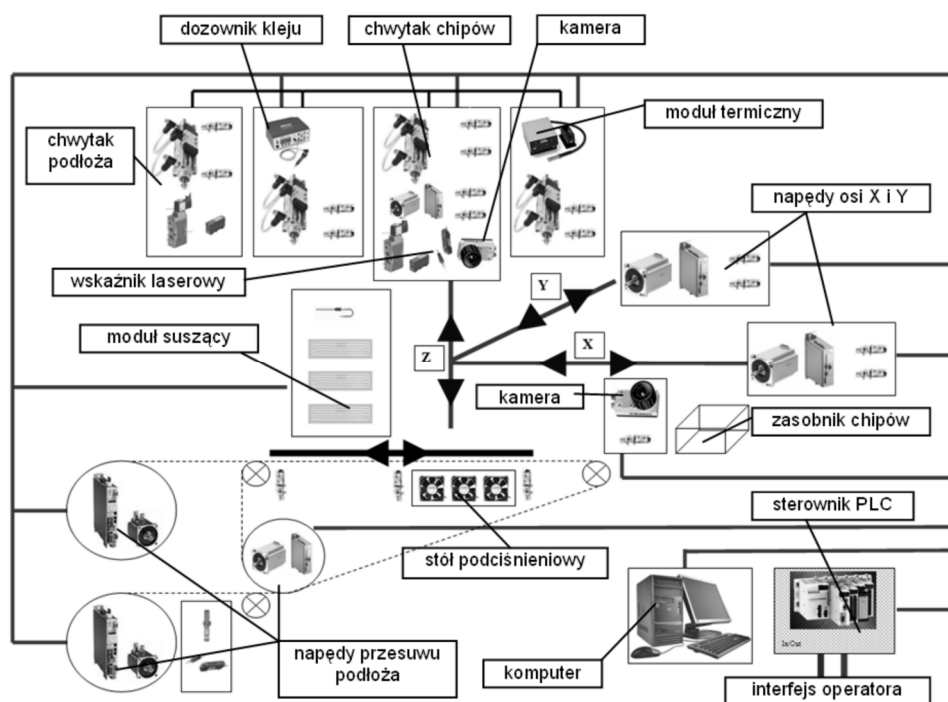
Wskaźnik laserowy służy do wstępnego „ręcznego” ustawienia kamery względem arkusza lub zasobnika z chipami, tak by wybrany obszar arkusza (np. miejsce montażu chipa) lub odpowiedni chip znalazły się w polu widzenia kamery. Jest to realizowane przez ręczne lub automatyczne sterowanie ruchami napędów wspornika głowicy (np. za pomocą przycisków) albo ręczne przesuwanie zasobnika przy jednoczesnej wzrokowej obserwacji położenia plamki światła wskaźnika na podłożu.



Rys. 6. Konstrukcja głowicy roboczej urządzenia do montażu chipów RFID metodą klejenia

Dozownik kleju służy do naniesienia odpowiedniej ilości kleju przeznaczonego do przyklejenia chipa na arkusz w odpowiednim miejscu określonym współrzędnymi w układzie współrzędnych X-Y maszyny. Dozownik jest zespołem umieszczonym na stałe na głowicy roboczej, a jego sterownik znajduje się na bocznej części korpusu (rys. 4). Przewidziano opcjonalne wykorzystanie dodatkowego dozownika kleju przeznaczonego do hermetyzacji wykonanego połączenia. Polega ono na naniesieniu kropli odpowiedniego materiału wiążącego na osadzony chip w celu zabezpieczenia go przed wpływami zewnętrznymi i oderwaniem. Zabieg ten przewidziano w technologii (rys. 3) jako opcję.

Zadaniem chwytaka chipów jest pobranie chipa z zasobnika i umieszczenie go na arkuszu, na uprzednio naniesionym kleju w określonym punkcie układu współrzędnych. Chwytnak posiada możliwość przemieszczania w pionie dyszy przysysającej chwytany chip oraz obrotu wraz z chipem o dowolny kąt wokół pionowej osi. Do obserwacji chipa przyssanego do chwytaka od dołu służy dodatkowa kamera umieszczona w stole.



Rys. 7. Schemat układu sterowania pracą urządzenia do montażu chipów RFID metodą klejenia

Zadaniem modułu termicznego do utwardzania kleju jest podgrzanie kleju z jednoczesnym dociskaniem chipa do arkusza w celu nadania pełnej wytrzymałości połączeniu i wysuszenia. Składa się on z dociskacza i dyszy nadmuchującej gorące powietrze na obszar połączenia klejowego. Zasada działania i budowa zespołu zaopatrzonego w programowany sterownik (rys. 4) pozwalają na regulację temperatury nadmuchiwanego powietrza i siły docisku oraz programowanie zmienności temperatur i strumienia powietrza w czasie.

Podciśnieniowy chwytak podłoży służy do przenoszenia arkusza z gotowymi wyrobami do modułu transportującego podłoże, który umieszcza gotowe inletry na określony czas w module kondycjonowania

termicznego celem wysuszenia materiału hermetyzującego i nadania połączeniom pełnej wytrzymałości poprzez wygrzewanie w zaprogramowanych warunkach termicznych.

W konstrukcji prezentowanego urządzenia zastosowano rozwiązania modułowe dające możliwość zainstalowania na głowicy roboczej różnych zespołów funkcjonalnych odpowiednich do stosowanej technologii montażu chipów oraz wykorzystania dodatkowych, opcjonalnych modułów maszyny rozszerzających jej walory technologiczne.

Układ sterowania pracą urządzenia (rys.7) zrealizowano w trójpoziomowej hierarchii zarządzania. W poziomie pierwszym znajduje się sterownik PLC jako jednostka centralna układu. Drugi poziom układu, współpracujący bezpośrednio ze sterownikiem PLC obejmuje: komputer PC (zarządzający układem wizyjnym znajdującym się w trzecim poziomie), sterowniki silników krokowych i serwonapędy (odpowiedzialne za napędy w poziomie trzecim), panel operatorski (kontakt systemu z operatorem), moduł trzymający arkusz (realizujący unieruchomienie arkusza), głowica - chwytak chipów (realizujący pobieranie, przemieszczanie i odkładanie chipa na wskazane miejsce), głowica - dozownik kleju (nanosząca zadaną ilość kleju), głowica - modułu termicznego (odpowiedzialna za utwardzanie termiczne spoiwa nadmuchem gorącego powietrza), głowica podnosząca arkusz (realizująca jednostronne uniesienie arkusza) oraz moduł grzejny (spełniający rolę dodatkowego, wspomagającego stanowiska suszącego). Kolejny trzeci poziom stanowią silniki krokowe, serwosilniki oraz kamery układów wizyjnych.

Układ sterowania procesu przewiduje realizację pracy w trybie ręcznym lub automatycznym oraz z materiałem wejściowym w postaci arkusza z naniesionymi „antenami” lub wstęgi materiału.

## PODSUMOWANIE

Dokumenty, karty, identyfikatory i inne wyroby zabezpieczone układami RFID znajdują coraz szersze zastosowanie w organizacji procesów technologicznych, logistyce, identyfikacji uprawnień, międzynarodowej wymianie towarowej i kontroli przemieszczania osób. Wymaga to opracowywania nowych, doskonalszych i lepiej zabezpieczonych rozwiązań w postaci układów RFID o innowacyjnej konstrukcji i parametrach. Powstawanie nowych rodzajów zabezpieczeń powoduje konieczność opracowania i wdrożenia aparatury pozwalającej na wytwarzanie prototypowych nowatorskich rozwiązań układów z wykorzystaniem nowoczesnych technologii stosowanych w przemyśle. W ramach opisanej pracy zostało podjęte zadanie opracowania urządzenia do półautomatycznego montażu układów scalonych (chipów) w układach RFID z wykorzystaniem techniki klejenia za pomocą klejów anizotropowych. Modułowa konstrukcja i sposób działania urządzenia pozwala na opcjonalne wykorzystywanie różnych zespołów funkcyjnych i wykonawczych, a tym samym do elastycznego modelowania technologii montażu prototypowych produktów z zabezpieczeniem w postaci układów RFID. Opisane urządzenie jest przeznaczone do prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie montażu miniaturowych układów elektronicznych oraz do niskonakładowej i doświadczalnej produkcji specjalnych układów RFID.

## LITERATURA

1. Witschnig, H.; Merlin, E.: About history, basics and applications of RFID technology. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, Vol: 123, Issue: 3, March 2006, pp. 61 - 71
2. Neuby B.L., Rudin E.: Radio Frequency Identification: A Panacea for Governments? *Public Organization Review*. Vol: 8, Issue: 4, December 2008, pp. 329 – 345
3. RFID Smart Labels – A ‘How to’ guide to manufacturing and performance for the label converter. Tarsus E&L Publication, London 2007
4. Doc 9303 Machine Readable Travel Documents. ICAO Sixth Edition 2006
5. Machine Readable Travel Documents. Technical Report: Durability of Machine Readable Passports Version 3.2, ICAO 2006.
6. PN-ISO/IEC 7810:1997/Ap1:2002 Karty identyfikacyjne - Charakterystyki fizyczne.
7. PN-ISO/IEC 10373-1:2008 Karty identyfikacyjne -- Metody badań

8. Stęplewski W., Koziół G.: Montaż elektroniczny nieobudowanych struktur półprzewodnikowych typu flip-chip. Elektronika - konstrukcje, technologie, zastosowania, 2009-7
9. Zbrowski A., Samborski T., Koziół S.: Modułowy system wytwarzania prototypowych identyfikatorów z zabezpieczeniem elektronicznym. Referat wygłoszony na międzynarodowej konferencji MANUFACTURING 2010, 24-26.11, Poznań. Proceedings abstracts s. 207-208
10. Koziół S., Zbrowski A., Samborski T., Wiejak J.: Koncepcja systemu testowania połączeń montażowych w dokumentach z zabezpieczeniem elektronicznym. Technologia i automatyzacja montażu, 4/2010, s. 6-9

#### THE CONCEPT OF THE DEVICE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE RFID CHIPS

**Abstract.** *The Institute for Sustainable Technologies-NRI in Radom has started a project aiming at the development of the device for assembly of the miniature integrated circuits in RFID systems with use of gluing method. The modular construction and variable configuration of the machine allow flexible adaptation of the used assembly technique and application of the machine for research and development as well as for short-series production of the electronic security elements. At the current stage of works the concept of the device was developed and the construction documentation prepared for the mechanic modules and electronic control circuit.*

