

Oleg ZAIKIN¹
Agnieszka OLEJNIK-KRUGŁY²
Emma KUSZTINA³

ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW W ROZPROSZONYM PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Streszczenie

Arkuszkowy druk offsetowy jest obecnie najpopularniejszą metodą druku. Stosowany jest do produkcji szerokiej gamy produktów poligraficznych, od ulotek czy książek po wysokiej jakości opakowania i etykiety. Stosowany jest zarówno do małych, kilkusetnych nakładów jak i do wielkonakładowych, kilkutyśięcznych edycji. Otrzymanie produktu wysokiej jakości jest zadaniem bardzo trudnym ze względu na szereg zjawisk występujących podczas procesu drukowania, które powodują wiele problemów i uniemożliwiają uzyskanie wysokiej jakości wydruku.

W artykule przedstawiono podejście do zarządzania jakością produktu poligraficznego w oparciu o model dopasowania parametrów nastawu maszyny drukującej do normatywów przedsiębiorstwa. Przedstawiony model jest podejściem uniwersalnym uwzględniającym rodzaj produktu, park maszynowy oraz indywidualne wymagania klienta.

Abstract

Sheet offset print is currently the most popular printing method. It is used in manufacturing of a wide range of printing product, from leaflets to brochures to books to highly refined packaging and labels. It is used for both small orders of thousand copies and for high, several million editions. Maintaining high print quality is a very difficult task because numerous accompanying phenomena occur during printing process that often cause many problems and render high quality printing impossible.

The article presents approach to printing product quality management based on a model of matching printing machine setting parameters to enterprise quality norms. Presented model is a universal approach taking into account printing product type, printing machine type and individual customer quality requirements.

¹ Prof. dr hab. inż. Oleg Zaikin wykłada w Warszawskiej Wyższej Szkole Informatyki.

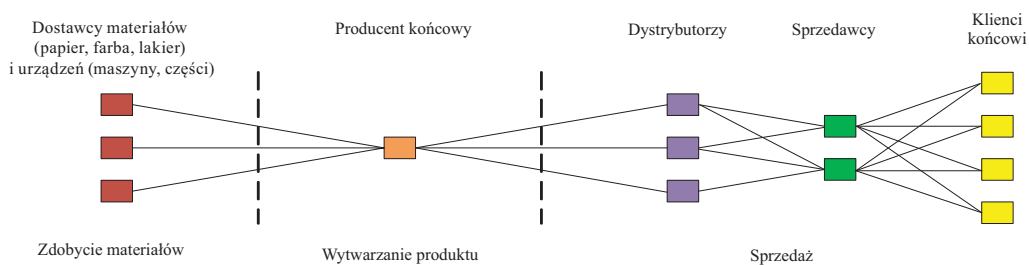
² Mgr inż. Agnieszka Olejnik-Krugły jest doktorantką Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

³ Dr hab. Emma Kuszтина jest profesorem Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

1 WPROWADZENIE

Artykuł omawia zagadnienia zarządzania łańcuchem dostaw w rozproszonym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Dobrą ilustracją praktyczną mogą być procesy realizowane w przemyśle poligraficznym. Poligrafia jako dziedzina charakteryzuje się bardzo szybką dezaktualizacją wiedzy, której przyczyną jest m.in. różnorodność produktów poligraficznych, sposób realizacji procesu produkcyjnego czy proces kontroli jakości wytwarzanych dóbr. Z powodu szybko postępujących zmian instytucje badawcze na całym świecie bardzo dużo uwagi poświęcają opracowaniu standardów, wspierających proces produkcji poligraficznej. Efektem ich prac jest szeroka sieć norm jakości, wśród których najważniejszą normą jest ISO 12647)⁴. Dodatkowo wysoki stopień wykorzystania technologii cyfrowych pozwolił na organizację procesu produkcyjnego w oparciu o cyfrowy przepływ prac. Podstawą tego są odpowiednie formaty zarówno opisu pracy (ang. *Portable Document Format*) jak i opisu zamówienia (ang. *Job Definition Format*):

Ciąg nowych technologii umożliwił traktowanie procesu produkcji poligraficznej jako łańcucha dostaw rozumianego jako przepływ surowców, materiałów, półproduktów od momentu pozyskania tych pierwszych, do momentu użytkowania wyrobu finalnego przez użytkownika końcowego⁵. Najważniejszym czynnikiem łańcucha dostaw jest czas realizacji poszczególnych jego ogniw, uczestniczących w procesie dostarczenia danego produktu na rynek. Zatem, logistyka zarządzania łańcuchem dostaw powinna opierać na likwidacji przestoju np. maszyn produkcyjnych oraz na automatyzacji procesów powodujących opóźnienia w całym cyklu produkcyjnym. Podstawowy łańcuch dostaw dla produkcji poligraficznej został przedstawiony na rys. 1. Dzieli się on na trzy etapy: zdobycie materiałów, wytwarzanie produktu oraz jego sprzedaż.



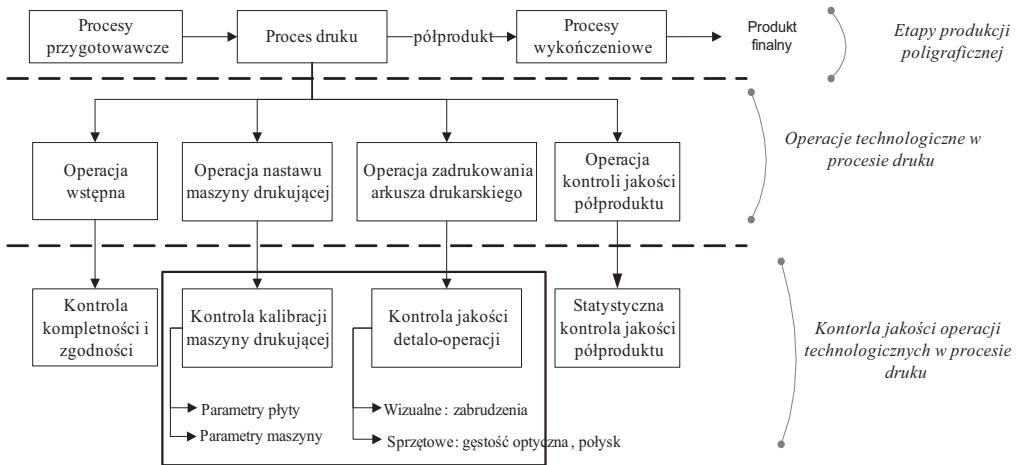
Rys. 1. Łańcuch dostaw w procesie produkcji poligraficznej

Źródło: Opracowanie własne

⁴ ISO 12647-2 (2004), Graphic technology. Process control for the manufacture of halftone color separations, proof and productions prints – Part 2: Offset processes – International Organization for Standardization.

⁵ Zaikin O., (2002), Queuing Modeling of Supply Chain in Intelligent Production, Wydział Informatyki, Politechnika Szczecińska.

Na każdym z tych etapów produkcji poligraficznej bardzo istotną rolę odgrywa zachowanie wysokiej jakości wytwarzanych dóbr. Dotyczy to zarówno wytwarzania materiałów (papier, farba), urządzeń poligraficznych, jak i samego produktu poligraficznego. Rozważając proces wytwarzania produktu poligraficznego jako łańcucha produkcyjnego dzieli się go na trzy kolejno następujące po sobie procesy: procesy przygotowawcze (prepress), proces druku (press) oraz procesy wykończeniowe (postpress) (rys. 2).



Rys. 2: Specyfika procesu druku w aspekcie kontroli jakości półproduktu
 Źródło: opracowanie własne

Na końcu całego procesu powstaje produkt finalny. Każdy z etapów pośrednich kończy się wytworzeniem półproduktu, po których można wykonać operację kontroli jakości półproduktu. Kontrola po tych etapach leży w interesie producenta produktu poligraficznego. Istnieje bowiem możliwość przeciwdziałania usterkom. Odpowiednie wczesne wykrycie błędów pozwala na ich naprawienie lub minimalizację konsekwencji i zachowanie ciągłości w łańcuchu dostaw.

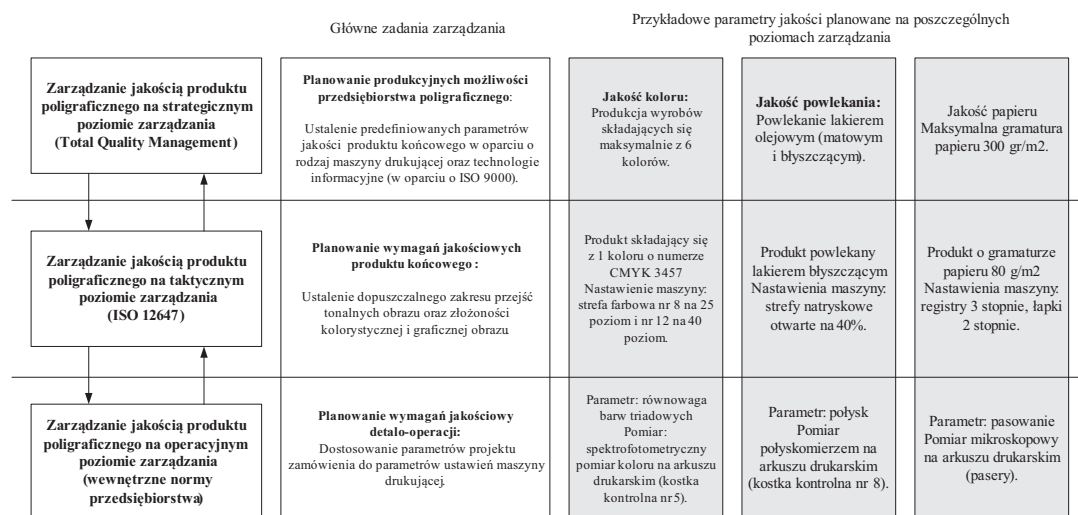
2 ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW W PROCESIE KONTROLI JAKOŚCI PÓŁPRODUKTU

Zarządzanie jakością w łańcuchu dostaw w przedsiębiorstwie poligraficznym opiera się na planowaniu jego poszczególnych elementów na różnych poziomach zarządzania. Podejście to jest zgodne z filozofią Total Quality Management⁶,

⁶ Ackoff, R.L.: (2005), The “total” in Total Quality Management (TQM), Systemic Practice and Action Research, Springer, pp. 367-369.

według której jakość produktu powinna być rozpatrywana na poziomie strategicznym, taktycznym oraz operacyjnym każdego przedsiębiorstwa (rys. 3). Zważając na ścisłą zależność pomiędzy jakością a ceną produktu finalnego, przy ustalaniu wymagań jakościowych na poszczególnych poziomach zarządzania należy uwzględnić przede wszystkim rodzaj stosowanej technologii (w powiązaniu z rodzajem produktu) oraz indywidualne wymagania klientów co do jakości i parametrów zamówienia.

Zatem, rozpatrując specyfikę branży poligraficznej na poziomie strategicznym zarządzanie jakością produktu poligraficznego polega na planowaniu produkcyjnych potrzeb przedsiębiorstwa w oparciu o ISO 9000⁷. Zawarte w tej normie wymagania są podstawą do kształtowania procedur wymagań jakościowych produktu końcowego na poziomie taktycznym, gdzie podstawą tego jest norma np. ISO 12647⁸. Bazując na tej normie oraz na wewnętrznych normach przedsiębiorstwa zarządzania na poziomie operacyjnym polega na dopasowaniu parametrów projektu zamówienia do parametrów ustawień maszyny drukującej.



Rys. 3: Poziomy planowania jakości produktu finalnego w przedsiębiorstwie poligraficznym w obszarze produkcji
Źródło: opracowanie własne

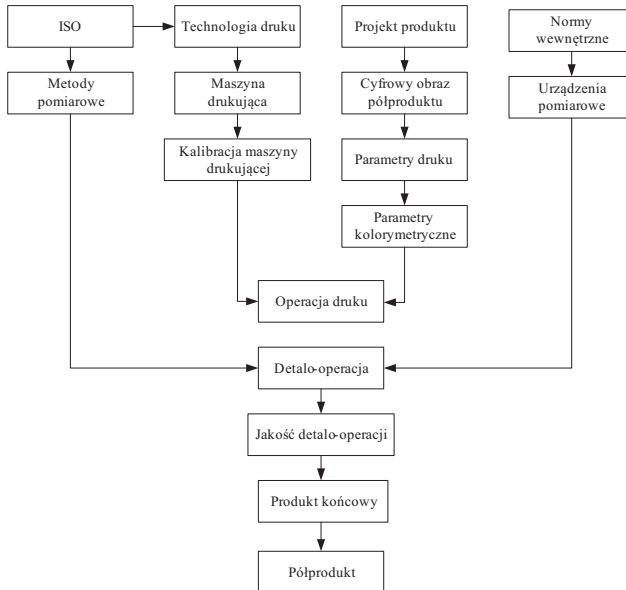
Z punktu widzenia zapewnienia jakości produktu oraz redukcji kosztów najważniejszy jest poziom operacyjny, na którym jakość produktu określana jest poprzez zbiór uzależnionych od siebie parametrów jakie należy kontrolować na różnych etapach przygotowania produktu poligraficznego.

⁷ ISO 9000:2005, Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.

⁸ ISO 12647-2 (2004), Graphic technology. Process control for the manufacture of halftone color separations, proof and productions prints – Part 2: Offset processes – International Organization for Standardization.

3 PODEJŚCIE DO KONTROLI JAKOŚCI W PROCESIE DRUKU

Na operacyjnym poziomie zarządzania zachodzi najważniejszy proces produkcji poligraficznej – proces druku. Na tym etapie operacja nastawu maszyny drukującej oraz zadrukowania arkusza drukarskiego (rys. 2) odgrywa najważniejszą rolę w kreowaniu jakości półproduktu. Kontrola jakości półproduktu zachodzi na poziomie detalo-operacji, rozumianej jako kontrola jednego z parametrów jakości. Ontologia dziedziny poligrafii w obszarze kontroli jakości przedstawiona jest na rys. 4.



Rys. 4. Ontologia dziedziny poligrafii w obszarze kontroli jakości
Źródło: opracowanie własne

Problem zachowania wysokiej jakości półproduktu na etapie druku wynika ze specyfiki tego procesu. Rozważany przypadek dotyczy arkuszowego druku offsetowego – aktualnie najpopularniejszej metody drukowania. Stosowany jest on do produkcji bardzo szerokiej gamy produktów poligraficznych, od ulotek reklamowych, broszur, książek po wysoko uszlachetnione opakowania i etykiety. Wykorzystuje się go zarówno do drukowania niewielkich zleceń, rzędu tysiąca egzemplarzy i do wysokich, kilkumilionowych nakładów⁹. W procesie druku offsetowego mamy do czynienia z wielozespołową maszyną drukującą osiągającą prędkość nawet do 15 tys. arkuszy na godzinę. Zachodzące w niej procesy fizyczno-chemiczno-mechaniczne są bardzo skomplikowane i dokładnie znane jedynie inżynierom.

⁹ Kipphan H. (2005) Handbook of Print Media – Technologies and Production Methods, Springer, Heidelberg.

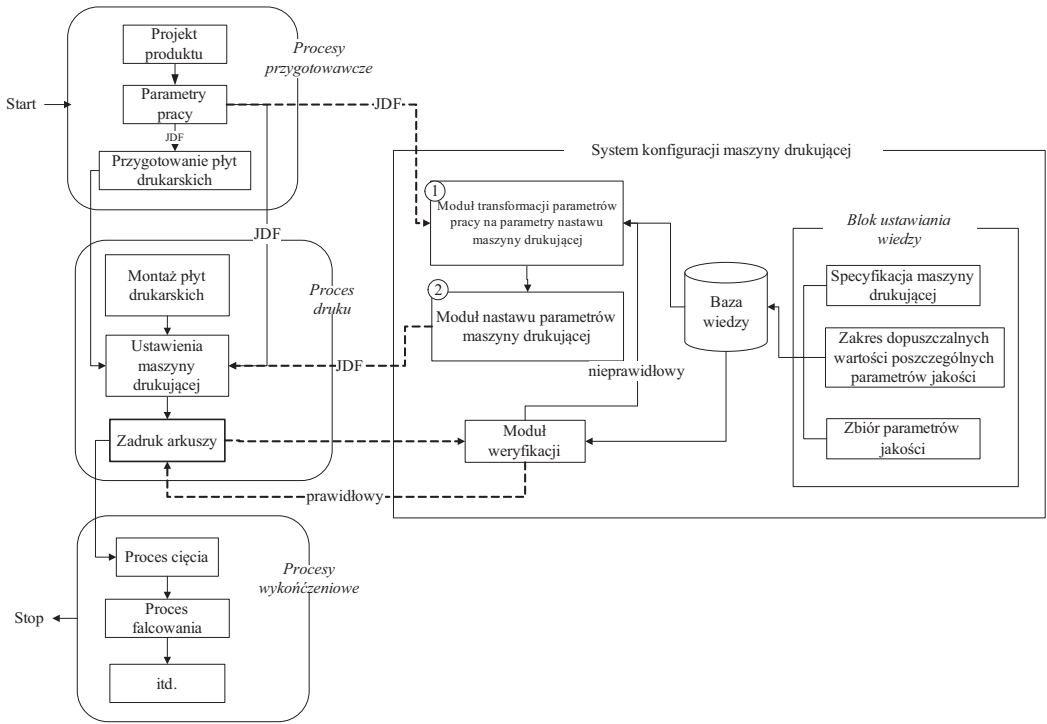
Regulacja oraz dobór parametrów nastawu maszyny drukującej są niezwykle trudne i wymagają ogromnego doświadczenia drukarza. Trudność doboru nastawu maszyny drukującej wynika z ilości kombinacji pomiędzy parametrami jakości półproduktu a parametrami nastawu maszyny drukującej. Przykładem złożonej zależności jest parametr określający grubość farby na podłożu; gęstość optyczną¹⁰. Mierzona jest ona densytometrem na specjalnych paskach kontrolnych drukowanych razem z obrazem. Wartość gęstości optycznej zależy m.in. od rodzaju papieru czy farby. Jeżeli wartość przekracza zakres 2-3% w zależności od rodzaju papieru (wg ISO 12647-2) drukarz dokonuje regulacji maszyny drukującej. Bezpośrednim przełożeniem regulacji gęstości optycznej w maszynie są kałamarze farbowe. Znajdują się one na każdym zespole maszyny drukującej. Ilość kałamarzy farbowych zależy od rodzaju maszyny drukującej oraz ilości zespołów farbowych np. maszyny Speedmaster XL 75 (<http://www.heidelberg.com>) posiada 24 strefy farbowe (gdzie każda z nich posiada 512 poziomów zmienności) oraz 4 zespoły farbowe. Razem to 49 152 punkty regulacyjne.

Utrzymanie wysokiej jakości druku jest zadaniem bardzo trudnym, ponieważ podczas procesu drukowania dochodzi do powstania różnorodnych zjawisk towarzyszących, często przysparzających wielu problemów i uniemożliwiających wysokojakościowy druk. Źródłami tych przyczyn mogą być błędne decyzje lub ustalenia na szczeblu strategicznym lub taktycznym przedsiębiorstwa np. stosowanie niewłaściwych farb i roztworu zwilżającego, a także błędnie dobrany rodzaj papieru. Najczęściej przyczyny znajdują się na poziomie operacyjnym (proces produkcyjny) i powodowane są nieprawidłową regulacją mechanizmów maszyny.

W przypadku tak złożonego problemu konieczne stało się opracowanie mechanizmu doboru parametrów nastawu maszyny drukującej w formie systemu informatycznego monitorowania jakości produktu poligraficznego. Istnieją dwa podejścia do rozwiązania tego problemu. Pierwsze podejście polega na opracowaniu regulowego systemu ekspertowego, w którym baza wiedzy oparta jest na doświadczeniu operatora maszyny drukującej, eksperta w danej dziedzinie oraz wskaźnikach zawartych w normach jakości¹¹. Drugie podejście polega na opracowaniu modelu analitycznego pozwalającego zamodelować stochastyczną naturę procesu doboru parametrów nastawu maszyny. Poniżej przedstawiono koncepcję systemu informatycznego opartą na symulacji procesu produkcyjnego (rys. 5).

¹⁰ Breede, M.H.: (2006), Handbook of Graphic Arts Equations, PIA/GATF Press, Pittsburgh.

¹¹ Korytkowski, P., Olejnik-Krugły, A., Zaikin, O.: (2008), A Framework for a Quality Assurance in Offset Printing, 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Moscow.



Rys. 5. Koncepcja systemu monitorowania jakości w aspekcie kontroli jakości półproduktu
 Źródło: opracowanie własne

Przedstawione podejście wzbogaca istniejący proces druku o system konfiguracji maszyny drukującej. System rozpoczyna pracę w momencie dostarczenia z etapu prepress (procesy przygotowawcze) parametrów pracy produktu poligraficznego zapisanych jako metadane w formacie JDF¹². JDF zawiera informacje o rodzaju podłoża, wymiarach produktu, rodzajach farb oraz inne dane produktu uzgodnione w trakcie rozmowy z klientem.

Informacje zawarte w JDF stanowią dane wejściowe do modułu transformacji parametrów pracy na parametry nastawu maszyny drukującej (1 na rys. 5). Moduł ten czerpie informacje z bazy wiedzy. Zawiera ona zapisane w formie reguł dane o parku maszynowym danego przedsiębiorstwa, parametry kontrolne półproduktu oraz zakres ich dopuszczalnych wartości.

Zadaniem drugiego modułu (2 na rys. 5) jest dobranie takich ustawień maszyny drukującej aby został spełniony warunek zachowania wartości parametrów jakości w zadanym przedziale liczbowym. Moduł nastawu parametrów maszyny drukującej

¹² Ru-bai L., Shi-sheng Z., Xiao-jing G., Jin-juan Z.: (2008), JDF-based Integration Solution for Pressroom, International Conference on Computer Science and Software Engineering, IEEE, China.

dokonyje przeliczenia parametrów pracy zdefiniowanych w wartościach dyskretnych na odpowiadające im ustawienia maszyny mające charakter ciągłych wartości.

Następnie dobrany zestaw ustawień zostaje przesłany w formie JDF do maszyny drukującej. Rozpoczyna się proces zadruku arkuszy. Kontrola jakości parametrów jakości dokonywana jest średnio co setny arkusz (w zależności do zastosowanego planu kontroli wyrywkowej). Jeżeli zmierzona wartość choćby jednego parametru nie będzie zgodna ze zdefiniowanym zakresem cała partia arkuszy jest stratą. Następuje wtedy ponowne dopasowanie ustawień maszyny drukującej uwzględniając dokonany pomiar. W przypadku, gdy zmierzone wartości parametrów jakości zgodne są z zadaniem przedziałem proces druku jest kontynuowany. Po zadrukowaniu odpowiedniej ilości arkuszy, zdefiniowanej przez nakład, cała partia półproduktów przekazana jest do dalszego procesu obróbki – introligatorni.

3.1 Moduł nastawu parametrów maszyny drukującej

Celem tego modułu jest dobór odpowiedniej kombinacji parametrów ustawień maszyny drukującej. Zadanie to jest realizowane w dwóch etapach:

1. W pierwszym kroku następuje przetworzenie wartości dyskretnych parametrów ustawień maszyny drukującej Y_j do odpowiedniego dla każdego z nich zakresu wartości ciągłych tego samego parametru druku U_j . Konieczność tego typu przetwarzania wywodzi się z tego faktu, że w otoczeniu maszyny drukarskiej zachodzą różnego rodzaju procesy stochastyczne, które mogą wywołać dość znaczące odchylenia wcześniej wyliczonych parametrów druku. Dla każdej z tego typu wartości przez prowadzenie symulacji można otrzymać zakres odchylenia od wartości średniej. Realizacja tego eksperymentu będzie wykorzystywać generator liczb losowych, który pozwoli wygenerować zbiór liczb w określonych zakresach o zadanym rozkładzie prawdopodobieństwa.

2. W drugim kroku następuje przetwarzanie wartości ciągłych parametrów ustawień maszyny drukującej U_j do parametrów ciągłych jakości półproduktu W_i . Konieczność tego typu przetwarzania wywodzi się z tego faktu, że rzeczywisty proces zadrukowania arkusza odbywa się w wyniku szeregu procesów fizyczno-mechanicznych, które dokonują się wewnątrz maszyny w sposób nieprzerwalny w ciągu wykonania jednej operacji. W ogólnym przypadku jedna wartość parametru jakości W_i zależy od kilku parametrów nastawu maszyny drukującej U_j , gdzie $j = 1, \dots, i$. Argumentami przedstawionej funkcji $w_j = \Phi(u_1, u_2, \dots, u_i)$ są losowe wartości co oznacza, że funkcja jest liniowa typu regresyjnego. Algorytm implementacji oparty na funkcji liniowej przedstawiony jest na rys. 6.

$$w_1 = \alpha_{11}u_1 + \alpha_{12}u_2 + \dots + \alpha_{1i^*}u_{i^*} + c_1$$

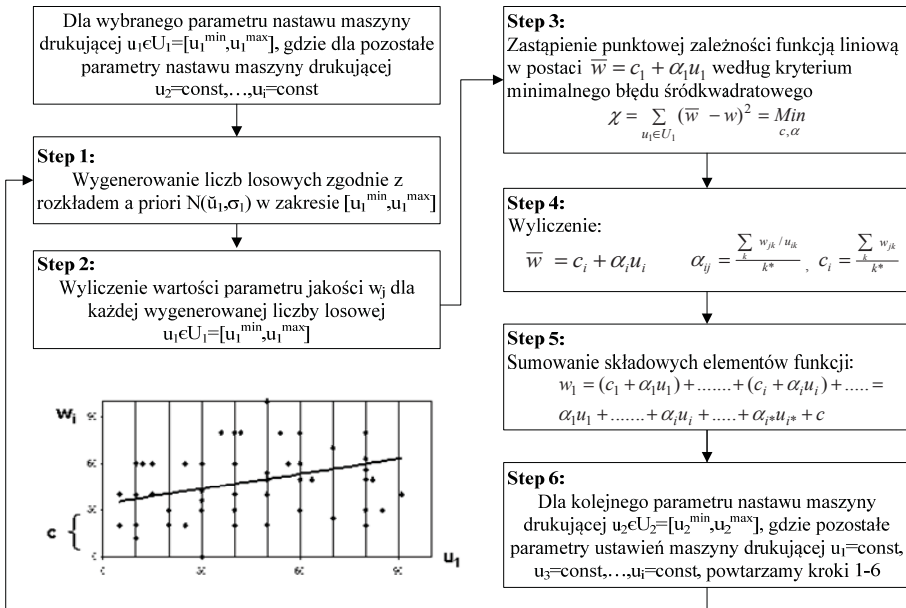
$$\dots$$

$$w_j = \alpha_{j1}u_1 + \alpha_{j2}u_2 + \dots + \alpha_{ji^*}u_{i^*} + c_j$$

$$\dots$$

$$w_{j^*} = \alpha_{j^*1}u_1 + \alpha_{j^*2}u_2 + \dots + \alpha_{j^*i^*}u_{i^*} + c_{j^*}$$

gdzie:
 u_i gdzie i, \dots, i^* jest parametrem nastawu maszyny drukującej
 w_j gdzie i, \dots, i^* jest parametrem jakości półproduktu
 α_{ij} – współczynnik charakteryzujący wpływ parametru nastawu maszyny drukującej u_i na parametr jakości w_j
 c_i – stała charakteryzująca początkową wartość parametru w_j

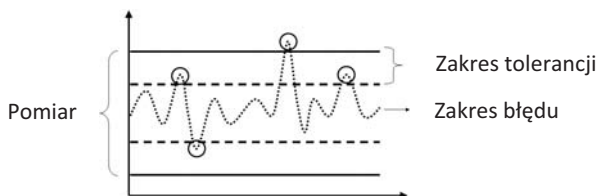


Rys. 6. Algorytm realizujący dobór parametrów nastawu maszyny drukującej
 Źródło: opracowanie własne

3.2 Moduł weryfikacji

Najważniejszym zadaniem modułu weryfikacji jest sprawdzenie czy dany arkusz spełnia wymagania jakościowe, w oparciu o informacje zawarte w bazie wiedzy. Baza wiedzy zawiera relacje zachodzące pomiędzy parametrami jakości półproduktu a odpowiednimi parametrami nastawu maszyny drukarskiej. Pomiary wykonywane są na specjalnych polach mieszczących się na arkuszu. Do pomiaru parametrów jakości używany jest specjalistyczny sprzęt (densytometry do pomiaru parametrów z grupy densytometrycznych, kolorymetrów do parametrów odwzorowujących kolor w przestrzeni Lab

oraz mikroskopy i lupy do pomiaru parametrów wizualnych). Pomiary parametrów jakości mogą być wykonywane ręcznie przez drukarzy, lub (w bardziej nowoczesnych maszynach) automatycznie przez sieć kamer i sensorów. Poszczególne wartości parametrów jakości uzyskane z pomiarów są poddawane ocenie polegającej na porównaniu zmierzonych wartości ze wskaźnikami (normami) ustalonymi na taktycznym poziomie zarządzania każdego przedsiębiorstwa. W momencie, gdy wartość parametru jakości odbiega od jej dopuszczalnej wartości określany jest stopień jej odchylenia (rys. 7).



Rys. 7. Zakres dopuszczalnych odchyień parametrów jakości półproduktu
Źródło: opracowanie własne

Można wyróżnić dwa stany nieprawidłowych wartości parametrów jakości¹³:

- Dla parametrów ilościowych ocenianych w wartościach liczbowych (np. gęstość optyczna, przyrost punktu rastrowego, kontrast druku, trap): nieprawidłowa wartość może znajdować się powyżej górnej granicy lub poniżej dolnej granicy normy;
- Dla parametrów jakościowych ocenianych w wartościach logicznych (np. pasowanie, murzenie): wartość parametrów może być prawidłowa lub nieprawidłowa.

Dla każdego z powyższych dwóch stanów wyodrębnić można różny zestaw działań zmierzających do korekcji nieprawidłowych parametrów jakości półproduktu.

3.3 Podsystem pozyskiwania wiedzy

Wiedza prezentowana jest jako reguły w formie par warunek-akcja: JEŚLI ten warunek wystąpi, TO jakaś akcja zostanie podjęta. Reguły są najpowszechniejszą formą reprezentacji wiedzy dla systemów ekspertowych ponieważ są łatwe do zrozumienia i naturalnie modelują wiele sytuacji¹⁴. Przykłady reguł użytych w systemie ekspertowym:

- (defruleR27 (s1tak) (p1mała) (p2mała) (s3nie) (p3duża) (p3mała) (p7nie wstępuje) => (assert (k3)))
- (defruleR89 (p6 niepoprawna) (p13 poprawna) => (assert (k23)) (assert (k25)))

¹³ Ackoff, R.L.: (2005), The “total” in Total Quality Management (TQM), Systemic Practice and Action Research, Springer, pp. 367-369.

¹⁴ Velicer, W.F., Prochaska, J.O.: (1999), An expert system intervention for smoking cessation, Patient Education and Counseling, Vol. XXXVI, pp. 119-129.

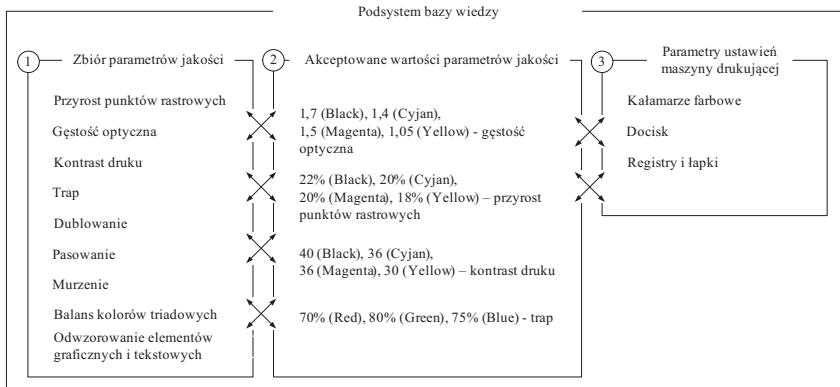
Proces wnioskowania oparty jest na wnioskowaniu w przód, które opiera się na znajdowaniu wiedzy przez wnioskowanie oparte na predefiniowanych założeniach¹⁵. Jako formalnego języka do definiowania reguł użyto języka Clips ze względu na jego zdolność implementacji wnioskowania w przód¹⁶.

Baza danych jest zbiorem danych wejściowych, tj. wyników pomiarów poszczególnych parametrów. Parametry za pomocą których produkt jest klasyfikowany są oceniane zgodnie z jedną z dwóch skal: numeryczną (tj. opartą na normach ISO) dla parametrów ocenianych ilościowo; alternatywną dla parametrów ocenianych jakościowo. Przykłady mechanizmu klasyfikacji do jednej z grup:

- dla parametrów ocenianych ilościowo: wartość parametru w normie, wartość parametru zbyt wysoka, wartość parametru zbyt niska – (defruleWa (a? a) (test (<? a0)) => (assert (bma))))
- dla parametrów ocenianych jakościowo: parametr poprawny, parametr niepoprawny – (defruleWb (c niepoprawny) => (assert (d niepoprawny)))

Interfejs użytkownika umożliwia wyświetlanie i edycję wejściowych i wyjściowych parametrów systemu. Możliwy jest podgląd wszystkich reguł użytych w procesie wnioskowania.

Baza wiedzy integruje wiedzę z zakresu: parametrów jakości (1 na rys. 8)¹⁷ wraz z dopuszczalnym zakresem ich wartości (2 na rys. 8) oraz parametry nastawu maszyny drukującej (3 na rys. 8). Wszystkie te parametry są od siebie uzależnione, tzw. zmiana wartości jednego parametru powodują zmianę wartości innego.



Rys. 8. Zbiór parametrów zintegrowanych w bazie wiedzy

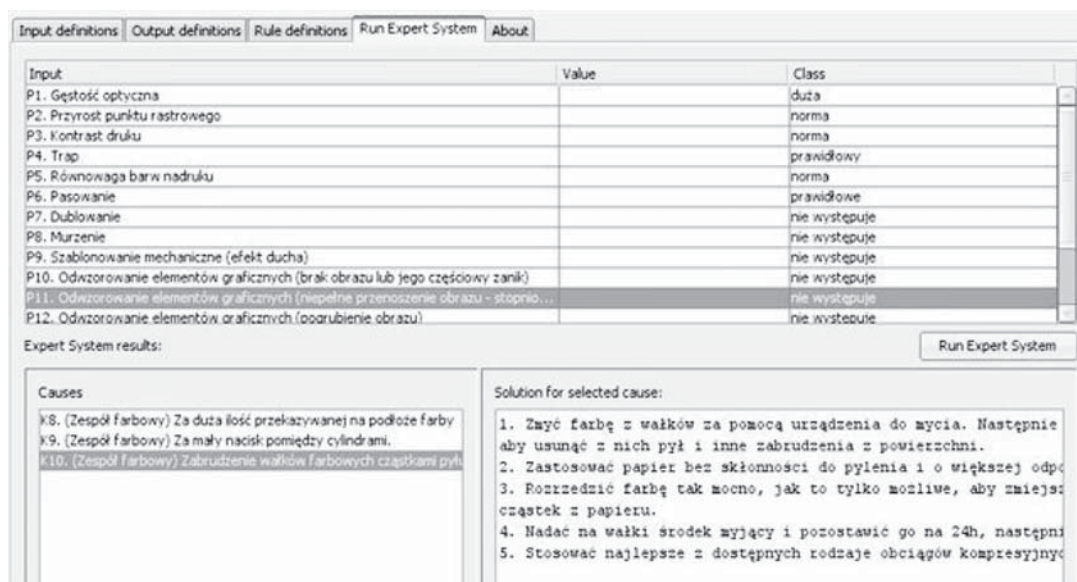
Źródło: opracowanie własne

¹⁵ Velicer, W.F., Prochaska, J.O.: (1999), An expert system intervention for smoking cessation, Patient Education and Counseling, Vol. XXXVI, pp. 119-129.

¹⁶ Waterman D.A. and F. Hayes-Roth (2000). An Investigation of Tools for Building Expert Systems, Addison-Wesley Publishing Co.

¹⁷ Breede, M.H.: (2006), Handbook of Graphic Arts Equations, PIA/GATF Press, Pittsburgh.

System wprowadzania wiedzy przedstawiony jest na rys. 9. Interfejs użytkownika umożliwia podgląd oraz edycję wszystkich parametrów wejściowych i wyjściowych.



Rys. 9. Zrzut ekranu z bazy wiedzy

Źródło: opracowanie własne

4. ZAKOŃCZENIE

Przedstawiony system kontroli jakości w druku offsetowym pozwala zwiększyć wydajności operowania offsetową maszyną drukarską. Ma na celu skrócenie czasu reakcji po wykryciu wady jakości przy użyciu mechanizmu symulacji procesu produkcyjnego. Podejście to umożliwia wykorzystanie głębokiej wiedzy dziedzinowej nawet przez niedoświadczonego operatora. Doświadczenia pokazują, że mechanizm symulacji pozwala na dostosowanie się ustawień maszyny drukującej do konkretnych warunków panujących w drukarni.

Literatura

1. Ackoff, R.L.: (2005), The "total" in Total Quality Management (TQM), Systemic Practice and Action Research, Springer, pp. 367-369.
2. Breede, M.H.: (2006), Handbook of Graphic Arts Equations, PIA/GATF Press, Pittsburgh.
3. DeJidas, L.P., Destress, T.M.: (2005), Sheetfed Offset Press Operating. PIA/GATPress, Pittsburgh.
4. ISO 12647-2 (2004), Graphic technology. Process control for the manufacture of halftone color separations, proof and productions prints – Part 2: Offset processes – International Organization for Standardization.

5. ISO 9000:2005, Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.
6. Kipphan H. (2005) Handbook of Print Media – Technologies and Production Methods, Springer, Heidelberg.
7. Korytkowski, P., Olejnik-Krugły, A., Zaikin, O.: (2008), A Framework for a Quality Assurance in Offset Printing, 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Moscow.
8. Lenz H.J., Wilrich P.T.: (2004), Frontiers in Statistical Quality Control 7, Springer.
9. Ru-bai L., Shi-sheng Z., Xiao-jing G., Jin-juan Z. (2008), JDF-based Integration Solution for Pressroom, International Conference on Computer Science and Software Engineering, IEEE, China.
10. Velicer W.F., Prochaska J.O.: (1999), An expert system intervention for smoking cessation, Patient Education and Counseling, Vol. XXXVI, pp. 119-129.
11. Waterman D.A. and F. Hayes-Roth (2000). An Investigation of Tools for Building Expert Systems, Addison-Wesley Publishing Co.
12. Zaikin O., (2002), Queuing Modeling of Supply Chain in Intelligent Production, Wydział Informatyki, Politechnika Szczecińska.

