

Prof. zw. dr hab. inż. Svitlana Havenko
Instytut Papiernictwa i Poligrafii
Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji
Politechnika Łódzka

Lodz, 17.12.2018 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Lipiaka nt.:

„Metody doskonalenia procesu drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego oraz zmian konstrukcyjno-technologicznych”

Promotor: dr hab. inż. Wojciech Werpachowski, prof. Politechniki Warszawskiej

Podstawa opracowania: Pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Politechniki
Warszawskiej z dnia 27.11.2018 r.

1. Wybór problematyki, teza i cel pracy

Doskonalenie metod procesu drukowania fleksograficznego jest jednym z trendów współczesnej poligrafii. Wykorzystanie podejścia procesowego rozumianego jako całość ciągłych i usystematyzowanych działań dotyczących planowania i monitorowania wykonania danego procesu w organizacji (przedsiębiorstwie), tak aby w pełni zrealizować jej cele jest podejściem oryginalnym, nowoczesnym oraz bardzo skutecznym. Podejście procesowe jest zastosowaniem wiedzy, koncepcji, umiejętności, narzędzi, technik oraz systemów pomocnych w definiowaniu, wizualizacji, mierzeniu, kontroli oraz udoskonalaniu procesów mających na celu spełnienie wymagań klienta. Wpisuje się w ideę doskonalenia zarządzania współczesną firmą polegającą na wykorzystaniu oprócz ww. podejścia procesowego także podejścia systemowego i ciągłego doskonalenia, które bazuje na filozofii KAIZEN (w tym filozofii: Total Quality Management) oraz eliminowaniu błędów związanych z pracą zasobów ludzkich.

Współczesne maszyny poligraficzne są bardzo nowoczesne, drogie i ciągle doskonalone, dlatego wprowadzanie zmian konstrukcyjno-technologicznych jest możliwe i opłacalne.

Jakość wyrobów oraz usług w branży poligraficznej będąca w ścisłej korelacji z poziomem procesu drukowania nabiera szczególnego znaczenia z uwagi na rosnące potrzeby i oczekiwania klientów. Doskonalenie poziomu jakości procesu drukowania poprzez zmiany konstrukcyjno-technologiczne maszyny rzutujące na wiele zmiennych opisujących sam proces jest wyzwaniem i bardzo ambitnym celem trudnym, ale możliwym do osiągnięcia. Dlatego m.in. wybór problematyki uznaję za trafny, zgodny z potrzebami szeroko rozumianej poligrafii oraz dający szansę na optymalizację samego procesu, poprawę efektywności, skuteczności i wydajności maszyn, co przekłada się na poprawę wyników ekonomiczno-finansowych firmy.

Praca ma charakter doświadczalny i dotyczy badań metod drukowania fleksograficznego oraz doskonalenia procesu drukowania z wykorzystaniem podejścia procesowego oraz zmian konstrukcyjno-technologicznych.

Po podsumowaniu stanu wiedzy w tym zakresie na bazie przede wszystkim wiedzy, umiejętności i wieloletniego doświadczenia własnego autor przedstawił następującą tezę główną pracy: Metody doskonalenia procesu drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego oraz propozycje zmian konstrukcyjnych, technologicznych i organizacyjnych przyczynią się do poprawy poziomu wykonania wyrobów i usług. Wyżej wymieniona teza została weryfikowana w rozprawie następującymi hipotezami badawczymi, tj.:

- Zastosowanie nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych w drukarni fleksograficznej przyczyni się do wzrostu efektywności i rozwoju przedsiębiorstwa;
- Wprowadzenie zmian o charakterze innowacyjnym wpłynie pozytywnie na jakość procesu drukowania fleksograficznego;
- Wdrożone rozwiązania konstrukcyjne spowodują wzrost konkurencyjności przedsiębiorstwa oraz poprawę poziomu zadowolenia klientów.

Hipotezy badawcze były postawione prawidłowe ponieważ celem głównym rozprawy było opracowanie metodyki doskonalenia procesu drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego, propozycji zmian konstrukcyjnych, technologicznych oraz organizacyjnych wpływających na poziom jakości i efektywności funkcjonowania wybranego przedsiębiorstwa.

Moim zdaniem podjęta w rozprawie problematyka, teza i cele pracy zarówno użytkowe jak i poznawcze były aktualnym i trudnym zadaniem związanym z doskonaleniem procesu drukowania fleksograficznego.

2. Ocena merytoryczna i formalna

Rozprawa zawiera 280 stron i składa się z części opisowej i badawczej. Ogółem zamieszczono 125 rysunków i 49 tablic. Na końcu umieszczone zostały 4 załączniki zawierające 26 stron. Bibliografia liczy ogółem 337 pozycji. Ogólnie oceniając poziom w ocenie merytorycznej i formalnej wysoki.

Rozprawa składa się z 7 rozdziałów. W rozdziale pierwszym przedstawiono cel pracy, program pracy, uzasadnienie podjęcia problematyki fleksografii, tezę i hipotezy badawcze, zakres pracy oraz przegląd literatury dotyczący stanu wiedzy a także wybór technik eksploracji danych. Rozdział drugi zawiera charakterystykę rynku poligraficznego, w tym opisy rynków poligraficznych na świecie, w Unii Europejskiej oraz w Polsce. Zawiera ponadto opis technologii drukowania poligraficznego, a także charakterystykę badanego przedsiębiorstwa „Etigraf Sp. z o.o.” a także podrozdział poświęcony badaniom oraz projekcie implementacji metod doskonalenia procesu.

Rozdział trzeci to analiza problematyki drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego. Zawiera m.in.: doskonalenie procesu drukowania fleksograficznego, pojęcie i istotę podejścia procesowego, analizę procesów biznesowych w badanej firmie, opis produkcji etykiet termokurczliwych a także problemy związane z jakością drukowania, problematyką jakości we fleksografii oraz klasyfikację problemów i błędów w drukowaniu fleksograficznym. Należy podkreślić wkład Autora w stworzenie klasyfikacji błędów w drukowaniu fleksograficznym oraz w sposobach ich eliminacji.

Rozdział czwarty to pełna analiza potrzeb i oczekiwań klientów we fleksografii, badania wraz z wynikami oraz wnioskami z zastosowania metody Quality Function Deployment oraz informacje nt. stworzonego przez autora i wykorzystywanego systemu zbierania i przetwarzania informacji. Rozdział zawiera również informacje nt. oceny efektywności procesu drukowania przed zmianami a także analizy statystyczne procesu drukowania fleksograficznego.

Rozdział piąty obejmuje swoim zakresem autorskie rozwiązania zmian konstrukcyjnych. W rozdziale zaprezentowano techniczne rozwiązanie SnowBall™, korzyści usprawnienia, udoskonalenie konstrukcji prowadzenia wstęgi do złoceń, innowacyjna technologia druku wypukłego „Etigraf Effect Screen” wraz z koncepcją wykonania nadruku tą metodą oraz wyniki badań i porównanie metody „Etigraf Effect Screen” z innymi.

Rozdział szósty to weryfikacja hipotez po wdrożeniu usprawnień. W rozdziale zawarto ocenę prędkości drukowana po wdrożeniu SnowBall™, analizy statystyczne procesu drukowania fleksograficznego, aspekt ekonomiczny oraz analizy ekonomiczno-finansowe wdrażanych przedsięwzięć. Na szczególną uwagę zasługują obliczenia statystyczne tj. wyniki analiz statystycznych prędkości drukowania po wdrożeniu autorskich rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych, takich jak rozwiązanie SnowBall™, czy innych usprawnień takich jak innowacje procesowo-produktowe. Temat ochrony środowiska w Spółce „Etigraf” funkcjonował od początku działalności firmy. W sposób szczególny ograniczona została emisja zanieczyszczeń do atmosfery z procesów technologicznych i zminimalizowano negatywny wpływ wytwarzanych odpadów. Zrealizowane badania weryfikacyjne wdrożonych usprawnień konstrukcyjnych i technologicznych procesu drukowania fleksograficznego udowodniły, że opracowane oraz wdrożone zmiany doskonalące istotnie usprawniły efektywność procesu drukowania. Wykorzystano takie metody jak analizy korelacji i zmienności, analizy porównawcze i wielowymiarowe, a także analizy i badania laboratoryjne wydruków testowych, otrzymanych metodami druku fleksograficznego i sitodruku rotacyjnego. Opracowane analizy statystyczne oparto o zmienne niezależne, takie jak: rodzaj wykrojnika, ilość kolorów – czyli stacji drukujących na maszynie fleksograficznej, zastosowanie lakieru uszlachetniającego, zastosowanie uszlachetnienia w postaci złocenia na zimno „cold foil”, a także rodzaju materiału.

Do zmiennych niezależnych zaliczono m.in.: czas drukowania, zużycie czasu na narząd, zużycie materiału na narząd, czas realizacji zlecenia, prędkość drukowania, ilość zużytego materiału, ilość dobrego wyrobu, ilość odpadu i stratę materiałową. Przewidywano podejście procesowe przy ocenie i badaniu procesu drukowania poprzez sprzężenia zwrotne. Metoda wymagała dyscypliny oraz zebrania dużej ilości danych. Efekty pozwoliły jednak na poznanie zjawisk wpływających na efektywność procesu drukowania. Przeprowadzone w rozprawie analizy ekonomiczno-finansowe przedsiębiorstwa „Etigraf” będącego poligonem badawczym potwierdziły, że w okresie od 2012 doszło do istotnych przemian ekonomicznych. Obliczone wskaźniki NPV czy IRR wykazały również, że realizowane projekty mają pozytywny efekt finansowy i pozwalają firmie realizować kolejne inwestycje w przyszłości.

Praca stanowi istotny wkład w rozwój nauk technicznych związanych z dyscypliną budowy i eksploatacji maszyn.

3. Elementy nowości

Rozprawa zawiera oryginalne elementy związane z działaniami o charakterze innowacyjno-wdrożeniowym. Charakter naukowy rozprawy związany jest ściśle z metodami doskonalenia procesu drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego oraz zmian konstrukcyjno-technologicznych. Doskonałe przygotowanie doktoranta do badań, oraz wykorzystania metod statystycznych pozwoliło na analizę i pełną ocenę zarówno samych badań jak i ich wyników. Badania były i są źródłem zbierania informacji będących podstawą do podejmowania optymalnych decyzji związanych z procesem drukowania. Do najważniejszych osiągnięć Autora zaliczyć można:

- ✓ Uzyskanie patentu na wynalazek (ki) pt.: Sposób wykonywania nadruku metodą fleksograficzną (decyzja Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej w załączniku na str 258 rozprawy);
- ✓ Zmiany konstrukcyjno-technologiczne opisane w rozprawie, m.in.:
 - System SnowBall™ to system zdzierania azuru oparty na ścisłej współpracy serwo oraz konstrukcji nawijaka, która zmusza azur by nawijał się w określonym stałym punkcie budując przy tym stabilną konstrukcję „kuli śnieżnej” nawiniętego azuru (Opis techniczny rozwiązania SnowBall™ na str. 151 rozprawy);
 - zaproponowanie kilku istotnych zmian konstrukcyjnych mających na celu podniesienie wydajności systemu oraz zwiększenie prędkości zdzierania azuru (innowacyjne rozwiązanie - swoista rewolucja w procesie produkcji etykiet samoprzylepnych);
 - *Efektom jest gwarantowane zwiększenie prędkości zdzierania i nawijania.*
I tak gwarantowana jest o:
 - 30% wyższa prędkość przy wykrawaniu każdego kształtu etykiety,
 - 50% przy wykrawaniu kształtów średnio trudnych,
 - 200% przy wykrawaniu bardzo trudnych kształtów.
 - *Płynna produkcja,*
 - *Większy zysk.*
- ✓ Udoskonalenie konstrukcji prowadzenia wstęgi do złączenia (opis techniczny str. 157)

Jedną z nowoczesnych technologii drukowania ozdobnego jest *cold stamping*, czyli złocenie na zimno. W firmie „Etigraf Sp. z o.o.” opracowano unikalną i nigdzie niepowtarzalną ścieżkę przebiegu wstęgi złotej folii do złocenia folia na zimno typu cold foil. Producent włoskich wąsko wstęgowych maszyn fleksograficznych Nuova Gidue S.r.l., wieloletni i szanowany partner biznesowy zastosował innowacyjne rozwiązanie przeprowadzenia ścieżki przebiegu wstęgi złotej folii do złocenia folia na zimno typu *cold foil*, będącą autorską propozycją Autora niniejszej dysertacji, w modelu M5 produkcji Nuova Gidue S.r.l. Zaproponowane rozwiązanie będzie wdrożone jako standardowe stosowanie na maszynach drukujących (pełną treść listu intencyjnego, otrzymanego z firmy Nuova Gidue S.r.l. na str. 254).

- ✓ Opracowanie Systemu Badań Eksploatacyjnych maszyn poligraficznych z elementami sterowania, którego integralną częścią są założenia wykorzystywania programu Stat-Soft i IBM IMAGO PRO SPSS.

4. Uwagi krytyczne

Pracę cechuje bardzo wysoki poziom merytoryczny. Doktorant nie ustrzegł się jednak pewnych niedociągnięć:

- 1). Przy bardzo dużej liczbie pozycji zamieszczonych w bibliografii (337 pozycji) jest relatywnie mało cytowanych.
- 2). Mało czytelny na skutek dużego zmniejszenia bardzo ładny rysunek 51. Opracowana macierz powiązań według metody QFD (UWAGA: Należało wykorzystać stronę formatu A3).
- 3). Warto było by przedstawić czynniki mające wpływ na jakość druku fleksograficznego w postaci hierarchicznego modelu z uwzględnieniem ich wag. Umożliwiło by to stworzenie modelu, który pozwoli na prognozowanie jakości.
- 4). Drobne błędy redakcyjne nie rzutujące na bardzo pozytywną ocenę rozprawy ogółem.

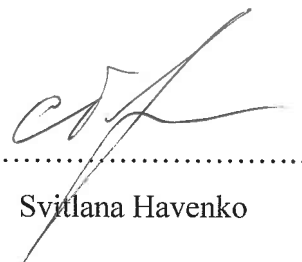
5. Wniosek końcowy

Pan mgr inż. Jan Lipiak wniósł oryginalne elementy do technologii poligraficznej, w szczególności do metody doskonalenia procesu drukowania fleksograficznego z wykorzystaniem podejścia procesowego oraz zmian konstrukcyjno-technologicznych. Potwierdzone to zostało badaniami, których wyniki opracowane zostały programami firmy StatSoft oraz IBM SPSS

IMAGO PRO. Na bazie wyników z eksperymentów przygotowany został m.in. wniosek patentowy. Uzyskano patent na „Sposób wykonywania nadruku metodą fleksograficzną”. Inne innowacyjne rozwiązania dotyczące zmian konstrukcyjnych mających na celu podniesienie wydajności systemu oraz zwiększenie prędkości zdzierania azuru też powinny zostać opatentowane.

Autor wykonał dużo skomplikowanych i czasochłonnych doświadczeń, wymagających stworzenia systemu zbierania informacji i opanowania zaawansowanych technik badawczych. Udokumentowana została wiedza, umiejętności rozwiązywania skomplikowanych problemów oraz doświadczenie poparte intuicją i doskonałą znajomością maszyn poligraficznych oraz procesów drukowania. Autor opracował oryginalne metody doskonalenia z wykorzystaniem podejścia procesowego, co stanowi przyczynek do efektywniejszego, skuteczniejszego i wydajniejszego drukowania. Uzyskane rezultaty zostały udokumentowane i potwierdzone analizami zarówno technicznymi jak i ekonomiczno-finansowymi.

Uważam, że recenzowana rozprawa spełnia wszystkie wymagania aktualnej Ustawy – O stopniach naukowych i tytule naukowym w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie: budowa i eksploatacja maszyn i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jana Lipiaka do publicznej obrony.



.....
Svitlana Havenko