

I. Pawłyszyn, Ł. Hadaś, A. Stachowiak  
Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ SMED НА ПРИКЛАДІ ДРУКАРНІ

© Павлишин І., Гадась Л., Стаховяк А., 2014

Висвітлено дослідження щодо реальної ситуації, пов'язаної з переоснащенням друкарні в контексті методології SMED. Представлено пропозиції щодо скорочення часу на переоснащення аналізованої компанії, беручи до уваги чотири основні етапи SMED. Крім того, на основі трьох складових чинників, а саме: коефіцієнта продуктивності, доступності та якості, визначено загальну ефективність обладнання (OEE) як основного критерію вдосконалення процесів. У дослідженні, окрім напрямів удосконалення, зосереджено увагу на необхідності участі у цьому процесі всіх працівників підприємства, а також підкреслено необхідність стандартизації розроблених методів роботи.

**Ключові слова:** методологія SMED, виробничий цикл, Kaizen, ефективність обладнання.

## CHARAKTERYSTYKA ZASTOSOWANIA METODOLOGII SMED NA PRZYKŁADZIE DRUKARNI

© Pawłyszyn I., Hadaś Ł., Stachowiak A., 2014

Celem badań zawartych w opracowaniu jest przedstawienie rzeczywistego przebiegu zdarzeń towarzyszących przebrojeniu maszyny roboczej w drukarni w kontekście metodologii SMED. W dalszym ciągu zaprezentowano propozycje zmian w myśl skrócenia czasu poświęcanego na przebrojenia w analizowanym przedsiębiorstwie, biorąc pod uwagę cztery podstawowe etapy SMED. Ponadto na podstawie trzech składowych współczynników, a mianowicie: współczynnika wydajności, dostępności oraz jakości, wyznaczono całkowitą efektywność wyposażenia (OEE) będącej kluczowym miernikiem doskonalenia procesów. Badania, oprócz wskazania kierunków poprawy, zarówno koncentrują uwagę na potrzebie zaangażowania w proces poprawy wszystkich pracowników organizacji, jak też uwidaczniają potrzebę zestandaryzowania wypracowanych metod pracy.

**Słowa kluczowe:** metodologia SMED, cykl produkcyjny, Kaizen, efektywność wyposażenia.

**1. Wprowadzenie.** Temat przebrojeń wydaje się być dość istotny szczególnie w branży poligraficznej, tak jak czasy przebrojeń w drukarniach często znacząco przekraczają czasy produkcji. Stąd niezwykle ważnym staje się zwrócenie uwagi i przeanalizowanie procesu przebrajania maszyn.

Lean Management, jako koncepcja zarządzania, powstała w wyniku nieugiętego dążenia do wyeliminowania wszystkich typów marnotrawstwa, przewiduje włączenie w procesy doskonalenia przedsiębiorstwa każdego pracownika oraz maksymalną orientację na klienta (Kpor, 2011, s. 212). Zwykle straty związane są z defektami, zbędnym przetwarzaniem czynności, nadprodukcją, transportem, nieuzasadnionymi procesami, angażowaniem zbędnych urządzeń i delegacją zadań na niewłaściwe szczeble oraz do nieuprawnionych osób (Emiliani, 2002, s. 615–631). Każde marnotrawstwo jest źródłem kosztów. Przedsiębiorcy zaś poszukują dróg umożliwiających redukcję kosztów jak też czasów produkcyjnych, w celu poprawy wydajności procesów produkcyjnych oraz podwyższenia jakości produktów. Koncepcji Lean towarzyszy szereg narzędzi umożliwiających osiągnięcie stawianych celów.

Jednym z nich jest SMED (*Single Minute Exchange of Die*), które jest zespołowym procesem redukującym czas przebrojenia maszyn, co zwiększa czas przeznaczony na produkcję i jednocześnie umożliwia zmniejszenie wielkości partii produkcyjnych, ilości zapasów, „Lead Time” i w efekcie powoduje obniżenie kosztów produkcji (Predoń & Raszka, 2010).

Metodologia SMED została opracowana w latach 50-60 XX wieku przez Shigeo Shingo – pracownika firmy Toyota, – dla którego kierownik fabryki Taiichi Ohno wyznaczył zadanie, mające na celu poprawienie produktywności firmy Toyota. Metodologia Shigeo Shingo dała możliwość realizowania produkcji w mniejszych partiach, a także była podstawą do zredukowania zapasów operacyjnych (Shingo, 1983). Szybkie przebrojenia są kluczem do elastyczności produkcji, a także odpowiedzią na wymagania ciągle zmieniających się potrzeb klientów.

Jako że SMED jest jednym z narzędzi koncepcji Lean, które jest ukierunkowane na eliminację marnotrawstwa, przedstawia ono trzy główne powody przemawiające za redukcją czasu przebrojeń (Bamber, 2000, s. 291–298):

- 1) elastyczność – zdolność szybko odpowiadać na zmieniające się zapotrzebowanie rynku, zdolność produkowania w małych partiach w sposób ekonomiczny;
- 2) przepustowość „wąskich gardeł” – redukcja czasów przebrojeń zwiększa dostępną przepustowość „wąskich gardeł”, co może posłużyć jako rozwiązanie alternatywne w stosunku do zakupu nowego wyposażenia albo uruchomienia dodatkowej zmiany w sytuacji wzrostu zapotrzebowania rynkowego;
- 3) redukcja kosztów – koszty produkcji (szczególnie w miejscach „wąskich gardeł”) są związane z wykorzystaniem maszyn; wskaźnik OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) ukazuje wpływ redukcji czasu przebrojeń.

Ważnym jest omówienie kilku podstawowych pojęć wiążących się ze SMED, a mianowicie: czas przebrojenia, czynności wewnętrzne i czynności zewnętrzne. Zatem (Koziar, 2005, s. 35), (Pawłowski, Pawłowski & Trzcieleński, 2010, s. 36):

- czas przebrojenia – jest to czas od wyprodukowania ostatniego dobrego wyrobu A, do pierwszego dobrego wyrobu B;
- czynności wewnętrzne podczas przebrojenia to te czynności, które są wykonywane podczas postoju maszyny, a ściślej – po wykonaniu dobrej sztuki A i przed wyprodukowaniem dobrej sztuki B. Do czasu przebrojenia wewnętrznego wlicza się również czas startu, rozruchu urządzenia i osiągnięcia standardowej wydajności;
- czynności zewnętrzne to te czynności, które są wykonane przed rozpoczęciem przebrojenia i po zakończeniu przebrojenia. Są to czynności, które mogą być wykonane podczas pracy maszyny/linii produkcyjnej.

Szybka wymiana narzędzi jest warunkiem krytycznym dla przedsiębiorstwa, które chce zastosować JIT czy przepływ jednostrumieniowy, ponieważ umożliwia, w krótkim czasie, dostosowanie maszyny do nowych warunków pracy (Czerska, 2010). Główną przyczyną długich czasów przebrojeń jest brak rozdzielenia czynności wewnętrznych przebrojenia od czynności zewnętrznych. Dużo czynności, które mogą być wykonane przy włączonej maszynie, wykonywane są tylko po jej zatrzymaniu (Productivity Press, 2009, s. 43–44). Żeby skrócić czas przeznaczony na przebrojenie, Shigeo Shingo wyróżnił w SMED kilka ważnych etapów przedstawionych poniżej (Trietsch, 1992, s. 10) (rys. 1):

0. Etap przygotowawczy: czynności wewnętrzne i zewnętrzne nie są rozdzielone;
1. Etap pierwszy: oddzielenie czynności wewnętrznych od zewnętrznych;
2. Etap drugi: przekształcenie czynności wewnętrznych w zewnętrzne;
3. Etap trzeci: usprawnienie wszystkich czynności wewnętrznych i zewnętrznych.

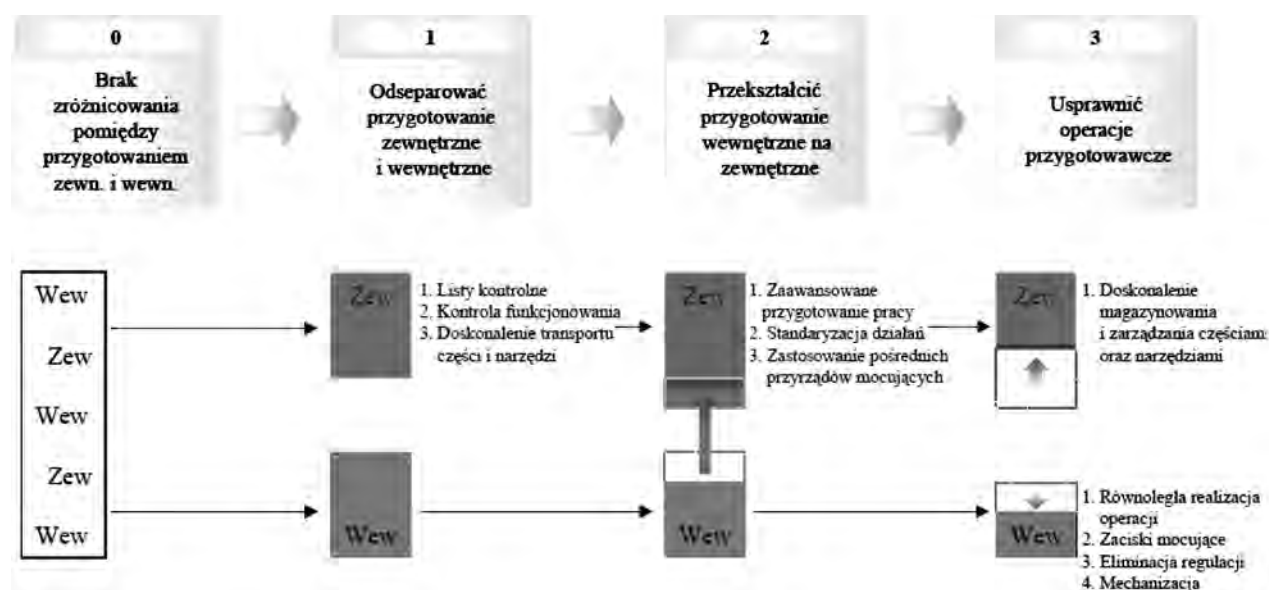
Etapy te zostaną omówione nieco szerzej w dalszym ciągu (Shingo, 1983).

**Etap przygotowawczy:** czynności wewnętrzne i zewnętrzne nie są rozdzielone. Pierwszy krok metodologii SMED polega na utrwaleniu procesu przebrojenia na kamery, a następnie na analizach zgromadzonego materiału. Krok ten nazywany jest również etapem zerowym ze względu na to, że w etapie tym nie dokonują się jeszcze żadne fizyczne usprawnienia procesu, a poświęcony jest on jedynie na dogłębną analizę przebiegu procesu, w tym zawartości poszczególnych kroków procesu przebrojenia oraz analizie wymaganych zasobów związanych z przestawieniami maszyn.

**Etap pierwszy:** oddzielenie czynności wewnętrznych od zewnętrznych. Ten krok metodyki SMED uznawany jest często za najważniejszy, a jego prawidłowe przeprowadzenie pozwala na redukcję przezbrojenia nawet do 30–50 % w stosunku do stanu wyjściowego. Podstawowym celem tego etapu jest wyraźne rozgraniczenie pomiędzy przezbrojeniem wewnętrznym a zewnętrznym i eliminacja tych wszystkich działań, które wydłużają niepotrzebnie przezbrojenie.

**Etap drugi:** przekształcenie czynności wewnętrznych w zewnętrzne. Podstawowym celem tego etapu metodologii SMED jest zamiana tak wielu operacji przezbrojenia, jak to tylko możliwe, z wewnętrznych na zewnętrzne. W zamierzeniu doprowadzić ma to do sytuacji, kiedy czas wyłączenia maszyny lub przezbrajanego procesu jest jak najkrótszy, a tym samym produkcja kolejnego typu wyrobu rozpocznie się najszybciej. Etap ten daje średnio ok. 25 % dalszej redukcji czasu trwania przezbrojenia w stosunku do stanu początkowego.

**Etap trzeci:** usprawnienie wszystkich czynności wewnętrznych i zewnętrznych. Ostatni etap metodologii SMED polega na podjęciu działań, mających na celu jak największe skrócenie czasu trwania operacji wewnętrznych, które nie mogły być wyeliminowane w etapie 1, ani też zamienione na operacje zewnętrzne w etapie 2. Krok usprawniania przezbrojeń charakteryzuje się najmniej potencjalnie znaczącym skróceniem czasów przezbrojeń i wymaga najczęściej poniesienia bardziej znaczących nakładów finansowych na usprawnienia, jednakże oferuje również cenne rozwiązania i narzędzia mogące przyczynić się do uproszczenia procesu przezbrojenia. Potencjał trzeciego etapu SMED oceniany jest często na 10 % redukcji czasu przezbrojenia.



Rys. 1. Etapy wdrażania metodologii SMED i praktyczne rozwiązania

Źródło: (Czerska, 2010)

Należy pamiętać, iż w proces skracania czasu przezbrojeń powinni być zaangażowani przede wszystkim sami pracownicy. W tym celu kierownictwo naczelne powinno stworzyć dla nich odpowiednie warunki do zapoznania się z metodyką SMED poprzez zorganizowanie szkoleń lub/i warsztatów zapoznawczych.

**2. Charakterystyka przezbrojeń w drukarni – case study.** Przedsiębiorstwo, które zostało poddane analizie, zlokalizowane jest na terenie Polski. Jednym z profili działania firmy jest druk różnego rodzaju naklejek, przywieszek, arkuszy itd. Drukowanie w omawianej organizacji odbywa się metodą fleksograficzną. Przedsiębiorstwo ukierunkowane jest na innowacyjność, a także otwarte na nowoczesne technologie i koncepcje, takie jak Lean Management. Opierając się na powyższym, podjęto próbę analizy procesu przezbrajania maszyn w celu uproszczenia i przyspieszenia tego procesu.

Charakterystyka procesu produkcyjnego w drukarni jest dość specyficzna. Operator maszyny, po otrzymaniu listy zleceń produkcyjnych, samodzielnie, wychodząc z własnego doświadczenia i posiadanej wiedzy, na podstawie dat realizacji, kolorystyki, szerokości surowca itp. dobiera kolejność wykonywanych zleceń. Dobór kolejności jest przede wszystkim podyktowany czasem przezbrajania, który zazwyczaj jest kilkakrotnie dłuższy niż czas poświęcony na druk właściwy. Nierzadko jednak zdarzają się sytuacje, gdy czas przezbrojenia maszyny dla druku dwu- lub trzy-kolorowego przekracza godzinę, a sam nadruk trwa nawet nie dłużej niż kilka minut. W takich warunkach skrócenie czasu przezbrajania jest punktem krytycznym w procesie produkcji. Warto nadmienić, iż w analizowanym przedsiębiorstwie przezbrojenie wykonuje jedna osoba – operator obsługujący daną maszynę.

Analizę rozpoczęto od obserwacji całego procesu przezbrojenia maszyny (etap przygotowawczy). Zanotowano zatem co po kolei było wykonywane przez operatora maszyny, ile każda czynność zajęła czasu i wyszczególniono, czy dana czynność jest czynnością wewnętrzną czy zewnętrzną oraz czy dodaje wartość do procesu. Listę czynności zestawiono w tabeli 1.

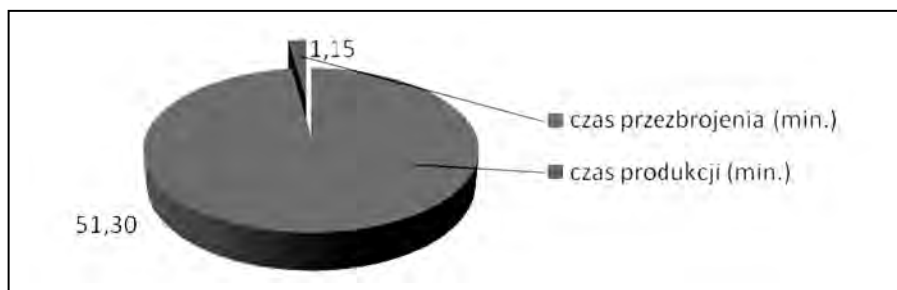
Tabela 1

**Czynności wykonane w trakcie przezbrojenia**

Nr	Operacja	Dodaje wartość?	Czas trwania	Wewnętrz./zewnętrz.
1	Zdjęcie cylindra formowego z polimerem z maszyny	Tak	45 sek	W
2	Wyciągnięcie wykrojnika i odłożenie do na miejsce	Tak	45 sek	W
3	Sprawdzenie numeru etykiety, odszukanie etykiety w zeszytcie i odczytanie danych technologicznych, przeliczanie nakładu	Tak	120 sek	Z
4	Wyciągnięcie z maszyny zespołu farbowego	Tak	230 sek	W
5	Wstępne oczyszczenie aniloksu i wałka dozującego	Nie	30 sek	W
6	Włożenie właściwego aniloksu	Tak	20 sek	W
7	Czyszczenie aniloksu	Tak	35 sek	W
8	Zlewanie farby z kałamarza	Tak	180 sek	Z
9	Mycie detali kałamarza i wałka dozującego	Tak	120 sek	Z
10	Włożenie detali oczyszczonych do maszyny	Tak	40 sek	W
11	Wstępne mycie kałamarza	Tak	120 sek	Z
12	Odstawienie farby na miejsce	Nie	5 sek	Z
13	Włożenie kałamarza do maszyny	Tak	5 sek	W
14	Szukanie farby	Nie	30 sek	Z
15	Wstrząśnięcie farby	Tak	10 sek	Z
16	Zazębienie wałka dozującego do aniloksu	Tak	20 sek	W
17	Włanie farby do kałamarza	Tak	24 sek	W
18	Dostawienie wałka dozującego do aniloksu i zabezpieczenie go	Tak	5 sek	W
19	Wstawienie i ustawienie rakla	Tak	20 sek	W
20	Dobranie i czyszczenie wałka drukującego	Tak	20 sek	Z
21	Włożenie wałka drukującego do maszyny	Tak	10 sek	W
22	Mycie rąk	Tak	25 sek	Z
23	Zdjęcie poprzednio używanego wykrojnika z cylindra magnetycznego	Tak	75 sek	Z
24	Oklejenie właściwego wykrojnika na cylindrze magnetycznym	Tak	80 sek	Z
25	Zdjęcie surowca z maszyny	Tak	38 sek	W
26	Włożenie właściwego surowca i wprowadzenie go na maszynę	Tak	75 sek	W
27	Zdjęcie ażuru	Tak	3 sek	W
28	Dostawienie wałka drukującego	Nie	60 sek	W
29	Włożenie wykrojnika i jego zabezpieczenie	Tak	120 sek	W
30	Zmierzenie szerokości ustawienia noży do ustalenia właściwej wartości rozkroju	Tak	120 sek	W
31	Oklejenie noży podcinających na cylindrze magnetycznym	Tak	150 sek	W
32	Włożenie cylindra magnetycznego z nożami do maszyny	Tak	30 sek	W
33	Wstawienie wałka dociskającego papier do noża	Tak	30 sek	W
34	Przygotowanie ażuru	Tak	40 sek	W
35	Dostrajanie wykrojnika	Nie	20 sek	W
36	Przygotowanie do właściwej produkcji (zdjęcie roli z przyrządem i wstawienie właściwej bobiny)	Tak	120 sek	W

Źródło: opracowanie własne

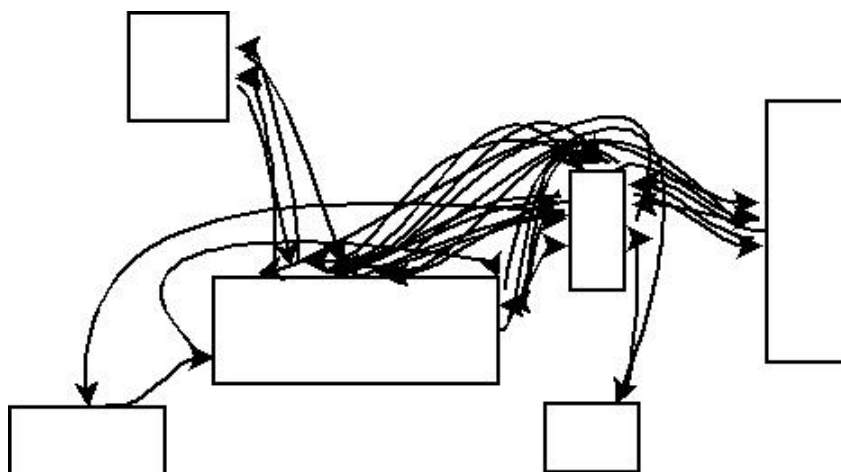
Po podliczeniu czas przebrojenia maszyny wyniósł 2120 sekund, czyli 35 minut i 20 sekund. Natomiast w powyższej analizie uwzględniono jedynie czas poświęcony na wykonywanie poszczególnych czynności. Rzeczywisty całkowity czas przebrojenia wyniósł 51 minut i 30 sekund. Oznacza to, że 16 minut i 10 sekund pracownik poświęcił na chodzenie w celu pobrania potrzebnych mu środków do pracy. Biorąc pod uwagę to, że produkcja przy danym zleceniu produkcyjnym trwała zaledwie 1 minutę i 15 sekund, oczywistym staje się fakt potrzeby skrócenia czasu przebrojenia (rys. 2).



Rys. 2. Zestawienie czasu przebrojenia z czasem produkcji

Źródło: opracowanie własne

Przeanalizowano więc drogę, jaką przebył pracownik w czasie przezbierania i zaprezentowano ją za pomocą diagramu Spaghetti (rys. 3).



Rys. 3. Diagram Spaghetti przed wprowadzeniem zmian

Źródło: opracowanie własne

Jak widać na powyższym rysunku droga, którą przeszedł pracownik w toku przebrojenia jest dość długa i często powtarzająca się. Na rysunku jak i w tabeli nie ujęto też czasu, który poświęca operator maszyny na poszukiwanie surowca w magazynie oraz przywiezienie go do stanowiska pracy. Z powodu jednak nie odłożenia surowca do magazynu po wcześniej realizowanym zleceniu, pracownik nie musiał wykonywać danych czynności. W sytuacji odwrotnej, czas trwania przebrojenia wydłużyłby się o kolejne kilka minut.

Postanowiono zatem wyliczyć wartość wskaźnika OEE – całkowitą efektywność wyposażenia, do określenia stopnia efektywności wykorzystania maszyny drukującej. Celem wskaźnika OEE, który daje pełny obraz co do stanu faktycznego maszyn, jest poprawa wykorzystania maszyn roboczych ze wskazaniem kierunków usprawnień. Wskaźnik ten bazuje na trzy podstawowych współczynników, a mianowicie (Productivity Press, 2009, s. 13):

- współczynnik wydajności – porównujący faktyczną wielkość produkcji z wielkością, jaką maszyna powinna wyprodukować w danym czasie;

- współczynnik dostępności – porównujący potencjalny czas operacyjny z czasem, w jakim maszyna faktycznie używana jest do produkcji;
- współczynnik jakości – porównujący ilość wytworzonych pełnowartościowych produktów z ilością produktów, które spełniają normy zawarte w zamówieniu klienta.

Iloczyn powyższych trzech współczynników daje szukaną wartość OEE.

Analizując produkcję na wybranej zmianie zanotowano, iż w ciągu 8 godzin roboczych (480 minut) była jedna zaplanowana przerwa 15 minutowa oraz czas wszystkich przebrojeń wyniósł 5 godzin i 14 minut (314 minut). W związku z tym czas w jakim maszyna pracowała wyniósł:  $480 - 314 - 15 = 151$  minut. Z kolei czas operacyjny to:  $480 - 15 = 465$  minut. Dzięki powyższym danym można policzyć współczynnik dostępności:

$$\text{Współczynnik dostępności} = \text{Czas pracy maszyny} / \text{Czas operacyjny netto} \cdot 100 = 151/465 \cdot 100 = \mathbf{32,5 \%}$$

Szybkość nadruku maszyny drukującej to 100m/min. Wiedząc czas pracy maszyny (151 minut) można wówczas obliczyć wydajność (produkcję) docelową:  $100 \cdot 151 = 15100$  metrów. W ciągu analizowanej zmiany roboczej wyprodukowano 12870 metrów. Powyższe dane są podstawą do wyliczenia współczynnika wydajności:

$$\text{Współczynnik wydajności} = \text{Rzeczywista produkcja} / \text{Docelowa produkcja} \cdot 100 = 12870/15100 \cdot 100 = \mathbf{85,2 \%}$$

W ciągu dostępnego czasu pracy (151 minut) maszyna drukująca wyprodukowała 12870 metrów. Podczas produkcji powstały braki jakościowe, spowodowane zmniejszeniem docisku wałka drukującego. Operator maszyny szybko odreagował na powstałą sytuację, jednak pojawiły się braki w postaci 30 metrów niewłaściwego nadruku. Liczba materiału z dobrym nadrukiem wyniosła więc 12840 metrów. Te dane są podstawą do obliczenia współczynnika jakości.

$$\text{Współczynnik jakości} = \text{Dobra produkcja} / \text{Rzeczywista produkcja} \cdot 100 = 12840/12870 \cdot 100 = \mathbf{99,8 \%}$$

Wyliczone wartości współczynników stanowią podstawę obliczenia wskaźnika efektywności wykorzystania wyposażenia OEE:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Współczynnik dostępności} \cdot \text{Współczynnik wydajności} \cdot \text{Współczynnik jakości} = \\ &= 32,5 \cdot 85,2 \cdot 99,8 = \mathbf{27,6 \%} \end{aligned}$$

Łatwo jest zauważyć, że wskaźnik OEE osiągnął dość niski poziom, co oznacza, że firma niepotrzebnie generuje koszty związane z ilością straconej produkcji, czasu oraz pieniędzy. Także jednoznacznie wskazuje on, iż podjęcie prób doskonalących, zmierzających w kierunku skrócenia czasu przebrojenia maszyny drukującej, pociągnie za sobą znaczące oszczędności oraz zwiększy liczbę zrealizowanych zleceń produkcyjnych.

**3. Propozycje usprawnień.** Myślą przewodnią filozofii produkcji zgodnie z Lean Management jest redukcja cyklu produkcyjnego przez udrożnienie przepływu materiału przez strumień wartości (Standard & Davis, 1999, s. 73). Metodologia SMED, włączająca cztery etapy skrócenia czasów przebrojeń maszyn, posłuży jako podstawa do analizy postępowania operatora oraz w dalszym ciągu jako podstawa do wytyczenia kierunków udoskonalenia procesu przebrania.

Analizując postępowanie pracownika podczas przebrojenia, w tabeli 1 wykonano podział czynności na zewnętrzne i wewnętrzne według metodologii SMED, zgodnie z jej pierwszym etapem. Wyróżnienie tych czynności daje możliwość podliczenia, ile czasu może być zaoszczędzone, wykonując czynności zewnętrzne w czasie pracy maszyny roboczej. Czas poświęcony na czynności zewnętrzne wyniósł 785 sekund, czyli 13 minut i 5 sekund, co jest równe skróceniu czasu przebrojenia o 37 %. Zauważyć należy, że i w tym przypadku nie zostało wliczone chodzenie, które związane z wykonaniem poszczególnych czynności zewnętrznych. Doliczając ten czas, procent skrócenia czasu przebrojenia byłby jeszcze wyższy.

Wartym zaakcentowania jest to, iż, o ile w przedsiębiorstwie nie ma systemu wykrywania błędów (jidoka), operator maszyny jest zobligowany do ciągłego nadzoru poprawności nadruku i – w przypadku pojawienia się braków – natychmiastowego odreagowania. Stąd wyodrębnienie czynności zewnętrznych w

powyższej analizie jest teoretycznie możliwe, lecz mogące przynieść uszczerbek na jakości produkowanych wyrobów (np. przez przeoczenie występujących braków). W związku z tym najlepszym rozwiązaniem jest powołanie dla operatora maszyny pomocnika (równoległa realizacja operacji), który nie tylko będzie w stanie samodzielnie wykonać czynności zewnętrzne, ale również usprawni wykonywanie czynności wewnętrznych, zajmujących około 60 % czasu przezbrajania.

O ile celem drugiego etapu metodologii SMED jest doprowadzenie do sytuacji, kiedy czas wyłączenia maszyny lub przezbrajanego procesu jest jak najkrótszy, zaproponowano podział wykonania czynności wewnętrznych wśród dwóch pracowników: operatora maszyny i jego pomocnika. Poniższa tabela (tabela 2) ukazuje zatem podział wykonywanych czynności, które w założeniu powinny być przeprowadzane równoległe przez dwóch pracowników.

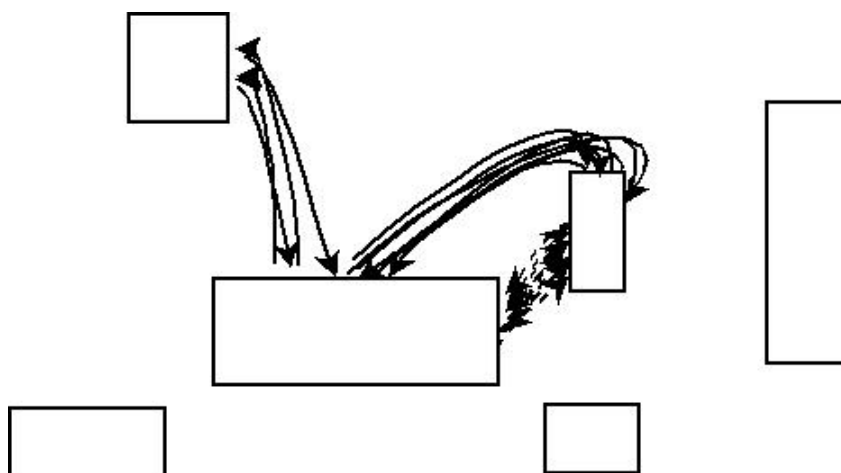
Tabela 2

#### Podział czynności wewnętrznych

Pracownik	Numery wykonywanych operacji	Czas trwania
Operator maszyny	1, 2, 21, 25-36	906 sek = 15 min 6 sek
Pomocnik operatora	4-7, 10, 13, 16-19	429 sek = 7 min 9 sek
	<b>Różnica</b>	477 sek = 7 min 57 sek

Źródło: opracowanie własne

Operacje zostały podzielone ze względu na część maszyny, która jest obsługiwana. Operator maszyny obsługuje część przednią, natomiast część boczną, gdzie znajduje się zespół farbowy, – pomocnik operatora. Taki podział obowiązków ma na celu skrócenie dróg, które muszą przebyć pracownicy, jednocześnie eliminując zbędne chodzenie, związane z marnotrawstwem czasu. Różnica w czasie pozwoli przy bardzo krótkim czasie produkcji (jak np. w rozpatrywanym przypadku) zbilansować czas wykonywania czynności wewnętrznych operatora z czynnościami zewnętrznymi i wewnętrznymi, które ma za zadanie wykonać pomocnik. Na rysunku 3 czynności wewnętrzne, które wykonuje operator zostały oznaczone strzałkami ciągłymi, natomiast te, które leżą w zakresie prac pomocnika – przerywanymi (rys. 4). Zauważyć można wyraźną poprawę w stosunku do sytuacji poprzedniej (rys. 3).



Rys. 4. Diagram Spaghetti po wprowadzeniu zmian

Źródło: opracowanie własne

Mimo tego, że czas przezbrojenia zdecydowanie ulegnie skróceniu poprzez podzielenie obowiązków pomiędzy dwoma pracownikami, jednak nadal czas ten będzie dość długi w stosunku do czasu produkcji. W tym przypadku warto zastanowić się, jak skrócić czas wykonywania czynności zewnętrznych i wewnętrznych (etap 3). W ten proces przede wszystkim powinni być zaangażowani pracownicy bezpośrednio mające styczność z maszyną roboczą. Na tym etapie ważne stają się kolejne narzędzia Lean Management, takie jak np. 5S, czy Kaizen. 5S jako narzędzie, którego celem jest stworzenie dobrze

zorganizowanego i uporządkowanego miejsca pracy (Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008, s. 567), może przyczynić się do skrócenia czasów poszukiwania farb, wykrojników, czy też wzorów etykiet w zeszycie. Kaizen z kolei oznacza ciągłe doskonalenie, w które zaangażowani są wszyscy, zarówno kadra zarządzająca, jak i pracownicy liniowi (Imai, 2007, s. 35). Drobne usprawnienia towarzyszące Kaizen mogą zredukować czas, a nawet wyeliminować takie czynności jak dostrajanie wykrojnika, zabezpieczenie śrubami konstrukcyjnymi aniloksu itp. Dzięki tym oraz innym narzędziom filozofii Lean w sposób konsekwentny powinno nastąpić ciągłe redukcjonowanie czasu przezbrojeń w drukarni.

**4. Podsumowanie.** Wśród szerokiego wachlarza metod, technik i narzędzi, stosowanych podczas wdrażania koncepcji Lean w przedsiębiorstwach przemysłowych (Moulding, 2010), (Ortiz & Park, 2011), (Rother & Shook, 2009), (Shimbun, 1988), (Willmott & McCarthy, 2001), (Louis, 2006), zauważono, iż wysoce pomocną w branży poligraficznej będzie metodologia SMED, której celem jest uzyskanie jak najkrótszego czasu przezbrojenia. Biorąc pod uwagę wykonanie w drukarni szeregu czynności niezbędnych do uruchomienia maszyny przed następnym zleceniem produkcyjnym, przeprowadzono analizę, bazującą na czterech etapach metodologii szybkich przezbrojeń. Analiza ta wykazała, iż postępowanie zgodnie z wyłoniionymi wytycznym, jak też sugerowanymi propozycjami, znacząco poprawi proces przezbrajania maszyn. Po przeanalizowaniu tego procesu, zaproponowano zatrudnienie pracownika, który pomagałby dla operatora maszyny. Oczywistym jest poniesienie kosztów zatrudnienia takiego pracownika, jak też kosztów wynagrodzenia. Natomiast koszty te nie są porównywalne z kosztami, poświęcanymi na stratę czasu, wynikającą z długich przezbrojeń maszyn. Oprócz tego, redukcja czasów przezbrojeń w drukarni jednoznacznie będzie miała odzwierciedlenie w szybszej realizacji zamówień klientów, jak też podwyższeniu ich satysfakcji.

Dzięki redukcji czasu przezbrojenia do 15 minut i 6 sekund, przedsiębiorstwo jest w stanie zrealizować nawet kilka zleceń więcej w ciągu jednej zmiany roboczej, co jest niezmiernie ważne z punktu czasu realizacji zamówień klientów. Ponadto skrócenie przezbrojenia posłuży wzrostowi wskaźnika całkowitej efektywności sprzętu (OEE) nawet o kilkadziesiąt procent.

Zgodnie z analizą czas przezbrojenia został skrócony do około 15 minut, co nie jest jeszcze wynikiem pożądanym przez SMED. Poszukiwanie dróg usprawnienia czynności wewnętrznych jest kolejnym zadaniem priorytetowym stawianym przed pracownikami firmy.

Podstawą wszelkich działań w procesie eliminowania marnotrawstwa jest właściwe nastawienie, które wzmocni zdolność dostrzegania marnotrawstwa (Productivity Press, 2008, s. 65). Stąd niewątpliwym staje się fakt zainteresowania i pełnego zaangażowania pracowników w poprawę procesów w firmie. Na przykład, proces pomiaru oraz wykorzystania współczynnika OEE powinien być zrozumiały oraz angażować wszystkich pracowników, którzy bezpośrednio pracują na maszynie. To właśnie operatorzy znają maszynę najlepiej i w ich interesie jest usprawnienie jej działania. Ponadto współczynnik OEE nie stanie się narzędziem usprawnień, jeżeli nie będzie on odpowiednio promowany i wizualizowany w miejscach w przedsiębiorstwie, których dotyczy. Głównym zadaniem kierownika zespołu doskonalącego jest zrozumienie funkcjonowania całego procesu ulepszania, w tym narzędzia, które mogą być wykorzystywane oraz techniki, które mogą być zastosowane. (Culley, Mileham, McIntosh & Owen, 2001, s. 219).

Finalnym krokiem metodologii SMED powinna być standaryzacja wykonywanych czynności. Zapewni ona uporządkowane wykonanie czynności, które stanowią aktualnie najlepszą metodę wykonywania pracy, kontrolując jednocześnie czas ich trwania. Udokumentowanie ich w praktyczny sposób jest podstawą doskonalenia: stabilizuje proces tak, by można było go obserwować i wyciągać miarodajne wnioski, jasno pokazuje marnotrawstwo w procesie, ułatwia szybkie i skuteczne uczenie się pracowników (Jakubik, 2010, s. 7).

Zadaniem standaryzacji jest stworzenie spójnego podejścia do wykonywanych zadań i procedur. Ważną częścią danego kroku są systematyczne audyty przeprowadzane przez osób odpowiedzialnych za utrzymanie porządku w danym obszarze. Należy również pamiętać, iż przyjęte w pracy standardy nie tylko



mogą, ale też powinny być podtrzymane oraz rozwijane i doskonalone przez pracowników organizacji pracujących w danym obszarze. Podtrzymanie dotyczy działalności ukierunkowanej na przestrzeganie ustalonych standardów, zaś usprawnianie dotyczy ulepszania tych standardów, jak też kreowanie nowych poprzez uczenie się i utrzymanie odpowiedniej dyscypliny.

1. Bamber L., Dale B. G., (2000). *Lean prouction: A sudy of application in a traditional manufacturing environment*, [in:] *Prod Plan Control*, Vol 11, no. 3. – S. 291–298. 2. Culley S., Mileham A., McIntosh R., Owen G., (2001). *Improving changeover Performance. A strategy for becoming a lean, responsive manufacturer*, Butterworth-Heinemann, s. 219. 3. Czerska J., (2010). *Skrócenie czasów przezbrojeń*. – available at: [www.leanmanufacturing.pl](http://www.leanmanufacturing.pl) (accessed 03 August 2013). 4. Emiliani M. L., *Lean behaviors*, *Manage Decisions* 36(9), 2002, s. 615-631. 5. Gapp R., Fisher R., Kobayashi K., (2008), *Implementing 5S within a Japanese context: an integrated managament approach*, [in:] *Management Decision*, Vol. 46 (No. 4), s. 567. 6. Imai M., (2007). *Kaizen, Klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii*, Wyd. W. L. Anczyca, Warszawa, s. 35. 7. Jakubik M., (2010). *Praca standaryzowana – trudne, lecz skuteczne narzędzie lean manufacturing*, *Konferencja Trade Media: Lean w produkcji i łańcuchach dostaw*, Warszawa, available at: [www.seminaria.trademedias.us](http://www.seminaria.trademedias.us) (accessed 11 Audust 2013). 8. Koziar B., (2005). *Warsztaty SMED jako najlepszy sposób redukcji czasu przezbrojeń maszyn i urządzeń*, [in:] *Zarządzanie jakością*, Vol. 2/2005 (2), s. 35. 9. Кром Ю. В., (2011). *Непродуктивні витрати: визначення та зміст* // [in:] *Науковий вісник ЧДІЕУ, Управління підприємством*, № 4 (12), s. 212. 10. Louis R. S., (2006). *Custom Kanban. Designing the System to Meet the Needs of Your Environment*. – Productivity Press, New York. 11. Moulding E., (2010). *5S. A Visual Control System for the Workplace*, AuthorHouse, Central Milton Keynes. 12. Ortiz C. A., Park M. R., (2011). *Visual Controls. Applying Visual Management to the Factory*, CRC Press Taylor & Francis Group, New York. 13. Pawłowski E., Pawłowski K., Trzcieliński S., (2010). *Metody i narzędzia Lean Manufacturing*. – Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań, s. 36. 14. Predoń B., Raszka A., (2010). *Efektywne przezbrajanie, czyli SMED w praktyce przemysłowej*, available at: [www.jakosc.biz](http://www.jakosc.biz) (accessed 01 August 2013). 15. *Productivity Press Development Team*, (2009). *Быстрая переналадка для рабочих, Институт комплексных стратегических исследований*. – Москва. – S. 43–44. 16. *Productivity Press Development Team*, (2008). *Identyfikacja marnotrawstwa na hali produkcyjnej*. – Wyd. ProdPress.com, Wrocław, s. 65. 17. *Productivity Press Development Team*, (2009). *OEE dla operatorów: całkowita efektywność wyposażenia*. – Wyd. ProdPress.com, Wrocław, s. 13. 18. Rother M., Shook J., (2009). *Naucz się widzieć*. – wydanie drugie. – Wyd. Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław. 19. Shimbun N. K. (ed.), (1988). *Poka-Yoke. Improving Product Quality by Preventing Defects*. – Productivity Press, New York. 20. Shingo S., (1983). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. – Productivity Press, Stamford, CA. 21. Standard C., Davis D., (1999). *Running today's factory. A proven strategy for Lean Manufacturing*, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan, s. 73. 22. Trietsch D., (1992). *Some notes on the application of Single Minute Exchange of Die (SMED)*. – Naval Postgraduate School, Monterey, California, s. 10. 23. Willmott P., McCarthy D., (2001). *TPM – A Route to World-Class Performance*. – Butterworth-Heinemann, Oxford.