

Sylwia Kowal¹, Krzysztof Knop²

WYKORZYSTANIE METODY SMED DO POPRAWY EFEKTYWNOŚCI PRACY STANOWISKA WYTŁACZANIA RUREK GŁADKICH

Streszczenie: Rozdział to studium przypadku z wdrożenia metody SMED na stanowisku wytłaczania rurek gładkich w jednym z przedsiębiorstw produkcyjnych z branży motoryzacyjnej. W rozdziale przedstawiono etapy wdrożenia metody SMED oraz korzyści jakie osiągnięto dzięki wdrożeniu tej metody w wymiarze czasowym i ekonomicznym. Rozdział ma charakter studium przypadku i prezentuje teoretyczne aspekty związane z zastosowaną metodą oraz jej praktyczną implementację w warunkach analizowanego przedsiębiorstwa i stanowiska roboczego.

Słowa kluczowe: efektywność, przebrojenie, SMED, diagram spaghetti, korzyści

1. Wstęp

Celem rozdziału jest analiza przebiegu wdrożenia metody SMED na stanowisku wytłaczania rurek gładkich w jednym z zakładów produkujących wyroby z tworzyw sztucznych dla branży motoryzacyjnej oraz wskazanie na osiągnięte oszczędności w ujęciu czasowym i finansowym.

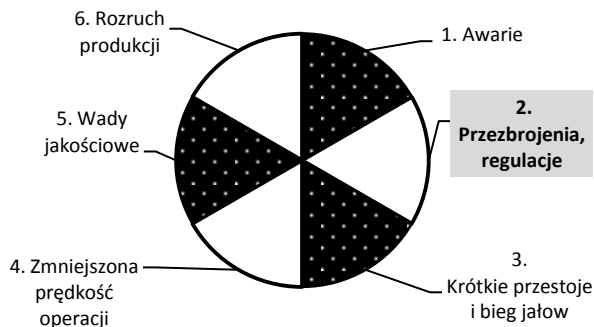
Kluczem do sukcesu w dzisiejszym konkurencyjnym świecie jest optymalizacja wykorzystania posiadanych zasobów produkcyjnych (aktywów) w obszarze „cztery P”, tj. personel (ang. *people*), procesy (ang. *processes*), maszyny i urządzenia zakładu (ang. *plant equipment*) oraz prognozowane utrzymanie ruchu (ang. *predictive maintenance*), co prowadzi do poprawy efektywności. Firmy, którym udało się maksymalnie wykorzystać te wszystkie kluczowe obszary, należą do grona najlepszych, wyróżniających się na tle konkurencji i cieszą się większymi, długotrwałymi sukcesami (LASZKIEWICZ M. 2005). Efektywne wykorzystanie tych zasobów jest także ważne z punktu widzenia optymalizacji kosztów jednostkowych produkcji (DZIUBA SZ., SZOŁTYSEK K., KOZYRA C. 2011). Maszyny i urządzenia to strategiczne aktywa zakładu, ponieważ biorą udział w przebiegu procesu

¹ mgr inż., doktorant, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, e-mail: sylwia.kowal09@gmail.com

² dr inż., Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, e-mail: kknop@poczta.fm

technologicznego, podczas którego tworzy się „wartość dodana” produktu (BORKOWSKI S., SELEJDAK J., SALAMON SZ. 2006).

Pojęcie efektywności wykorzystania maszyn i urządzeń nabiera coraz większego znaczenia jako jedna ze zmiennych składająca się na sukces firmy. Potwierdzeniem tego są słowa Petera Druckera - guru zarządzania - który zdefiniował efektywność jako „kluczowy element rozwoju przedsiębiorstwa, służący samorealizacji i zdolności jego przetrwania” (DRUCKER P. 1994). Japończycy w ramach koncepcji TPM podzielili większość głównych strat związanych z efektywnością wykorzystania parku maszynowego na 6 kategorii - jedną ze strat są *przebrojenia i regulacje* (rys. 1). Wyeliminowanie tych strat powoduje istotne poprawienie efektywności pracy maszyn i urządzeń (BRZESKI J., FIGAS M. 2006, BORKOWSKI S., SELEJDAK J., SALAMON SZ. 2006).



Rys. 1. Przebrojenia i regulacje jako jeden z sześciu dużych strat w obszarze „maszyny i urządzenia zakładu”

Źródło: BRZESKI J., FIGAS M. 2006

Przebrojenie maszyny wiąże się z czasem poświęconym na zmianę formatu, produktu lub warunków produkcji. Stratami mogą być również surowce i produkty wyprodukowane po zmianie formatu zanim maszyna zostanie wyregulowana. Często czas poświęcony na przebrojenie zakładany jest jako stały dla danego rodzaju sprzętu lub wymiany. W celu znacznej redukcji tego czasu wykorzystuje się metodę zwaną SMED (ang. *Single Minute Exchange of Die* – Jednominutowa Wymiana Formy) (SHINGO S. 1985; MARTYNIAK Z. 1997). Twórcą tej metody był Shiego Shingo, japoński inżynier przemysłowy, wiodący w swoich czasach ekspert w zakresie praktyk produkcyjnych i systemu produkcyjnego Toyota, znany także z opracowania metody zapobiegania błędów pochodzących z pomyłek (jap. *Poka-Yoke*, ang. *mistake proofing*) oraz metody Zerowej Kontroli Jakości (ang. *Zero Quality Control* - ZQC)

(KUBIK SZ. (RED.) 2011). Shiego Shingo zapoczątkował koncepcję szybkich przebrojeń w 1950 roku (CHABOWSKI P., TROJANOWSKA J., BRINK D. 2014).

Celem metody SMED jest skrócenie czasów przebrojeń maszyn i urządzeń najlepiej do jednocyfrowej jednostki czasu (tj. do wartości poniżej 10 minut). Aby to osiągnąć wymagane jest usprawnianie głównie wszystkich czynności organizacyjnych wykonywanych w ramach przebrojenia, czyli od przygotowania demontażu i kontroli oprzyrządowania, poprzez demontaż i montaż oprzyrządowania, pomiary, nastawianie i centrowanie, aż po próbną serię wyrobu i regulację wyposażenia. Jak bowiem dowodzą badania w 97% badanych przypadków czynniki organizacyjne (a nie natury technicznej) determinują czas trwania przebrojenia (MACIAK J. 2011). W ramach metody SMED wymagane jest także odróżnianie i podział czynności wykonywanych w ramach przebrojenia na czynności zewnętrzne (nie wymagające postoju maszyny) i wewnętrzne (wymagające postoju maszyny dla ich zrealizowania) oraz transformacja jak największej liczby czynności wewnętrznych na zewnętrzne. Wynika to z faktu, że za każdym razem, gdy maszyna jest wyłączana dla wykonania działań przygotowawczych powoduje to opóźnienie rozruchu maszyny a tym samym opóźnienie produkcji samych wyrobów.

Przebrojenie jest czynnością z kategorii „*necessary non-value-adding*” – koniecznych nie tworzących wartości dodanej – nie da się bowiem dokonać zmiany asortymentu produkowanych wyrobów nie wykonując przebrojenia maszyny. Jeżeli przebrojenia nie da się wyeliminować, stąd działania usprawniające ten proces powinny koncentrować się na maksymalnej redukcji czasu jego trwania. W metodzie SMED dokonuje się więc zmiany czynności wykonywanych podczas przebrojenia z wewnętrznych na zewnętrzne oraz ulepszenia tych czynności w celu znacznej redukcji czasów ich wykonywania (SEKINE K., ARAI K., 1992; CZERSKA J. 2014; MARTYNIAK Z. 1997). Doskonalenie procesu przebrojenia polega także na realizacji części zadań równolegle, co umożliwi uzyskanie oszczędności wynikających z niepotrzebnego oczekiwania. Ważne jest też praktykowanie zasady „jednego ruchu”, czyli wszędzie gdzie to możliwe, stosowanie rozwiązań, które pozwalają na montaż lub demontaż podzespołów za pomocą jednego ruchu (CHABOWSKI P., TROJANOWSKA J., BRINK D. 2014). Rezultatem przeprowadzenia procesu SMED jest nierzadko ponad 50% redukcja czasu przebrojenia (WOLNIAK R. 2013).

Wdrożenie metody SMED należy zacząć od maszyny o krytycznym, tj. najdłuższym czasie przebrojenia. Skracanie bowiem czasu przebrojenia jednocześnie wszystkich maszyn i urządzeń do wyniku poniżej dziesięciu minut jest często nieuzasadnione ekonomicznie (CZERSKA J. 2014), a także często nierealne.

Metoda SMED jest na tyle uniwersalną metodą, że może być wdrażana praktycznie w każdym przedsiębiorstwie, bez względu na profil działalności, także

w usługach (SAYER N. J., WILLIAMS B. 2015). Poprzez wdrażanie i praktykowanie idei szybkich przebrojeń przedsiębiorstwo może łatwo dostosowywać się do zmieniających się warunków pracy, nowych ustawień produkcji na skutek zmieniających się potrzeb i wymagań klientów, realizacji nowych zamówień, co czyni przedsiębiorstwo bardziej elastycznym (BORKOWSKI S., ULEWICZ R. 2008). Ograniczenie czasu przebrojenia do minimum pozwoli na skrócenie cyklu produkcyjnego i szybsze dostarczanie produktów klientom (KRUCZEK M., ŻEBRUCKI Z. 2012).

Wśród korzyści wynikających z wdrożenia metody SMED wymienia się: wzrost elastyczności, ograniczenie poziomu zapasów, skrócenie czasu realizacji zamówienia klienta, zwiększenie wydajności maszyn i pracowników poprzez ograniczenie przestojów, uproszczenie procedur przebrojenia i zwiększenie bezpieczeństwa, co wiąże się ze zmniejszeniem nakładu siły i ryzyka wypadku, ograniczenie wielkości zapasów i zwiększenie przestrzeni roboczej, standaryzacje narzędzi do przebrojenia (KRUCZEK M., PAŁUCHA K., ŻEBRUCKI Z. 2009, SHINGO S. 1985, KUBIK SZ. 2010).

2. Etapy wdrażania metody SMED wg Shigeo Shingo

Shiego Shingo wyróżnił cztery etapy procesu doskonalenia przebrojenia, które nazwał stadiami (MARTYNIAK Z. 1997). Są to jednocześnie cztery etapy konieczne do wdrożenia metody SMED w przedsiębiorstwie. Poszczególne etapy zostały przedstawione na rys. 2.

Stadium 0. Analiza procesu przeobrajania. Jest to faza początkowa, nazywana etapem zerowym, ze względu na to, że nie dokonywane są na tym etapie żadne usprawnienia i zmiany procesu - prowadzona jest tutaj wyłącznie dogłębna analiza procesu. Stadium to zapewnia uzyskanie listy potrzebnych działań naprawczych, jak i zmian pomagających zredukować czas przebrojeń. Stadium to obejmuje:

- filmowanie odbywające się w obecności operatora i innych pracowników, obejmujące: pracę operatora, wyposażenie, oczekiwanie, drogi transportowe, organizację stanowiska pracy,
- analiza i dyskusje na temat przeobrajania w zespole pracowników różnych działów, zapewniając wielorakie spojrzenie nad omawianym nagraniem i mnogość pomysłów dotyczących usprawniania. Sporządza się rysunki przedstawiające kierunek i ruch operatora podczas wykonywania kolejnych czynności wykorzystując w tym celu np. diagram spaghetti,

- analiza obecnego stanu przeprowadzonego przezbrojenia i sporządzenie dokumentacji potrzebnej do analiz dla spisania wszystkich istotnych informacji (narzędzia: formularz oraz karta przebiegu procesu przezbrojenia).



Rys. 2. Cztery kroki implementacji metody SMED

Źródło: <http://lean.org.pl/smed-czyli-skracanie-czasow-przezbrojen-maszyn-i-urzadzen/>

Stadium 1. Przezbrojenia wewnętrzne i zewnętrzne. W tym stadium dokonuje się identyfikacji czynności wykonywanych w ramach procesu przezbrojenia oraz ich podziału na wewnętrzne i zewnętrzne. W ten sposób zostają jasno określone miejsca wymagające usprawnień. Studia te należy przeprowadzić przez osobę analizującą, pozwalają na redukcję czasu przezbrojeń w granicach 30-50%. Wykorzystuje się na tym etapie: karty kontrolne, kontrolę funkcjonowania oraz transport oprzyrządowania i części. Na tym etapie dokonuje się analizy stanowiska pracy pod kątem jego organizacji oraz nadzoru nad zaopatrzeniem w oprzyrządowanie i części. Tylko w odniesieniu do samej organizacji miejsca pracy można dokonać nawet 80% korzystnych zmian skutkujących redukcją czasów przezbrojeń.

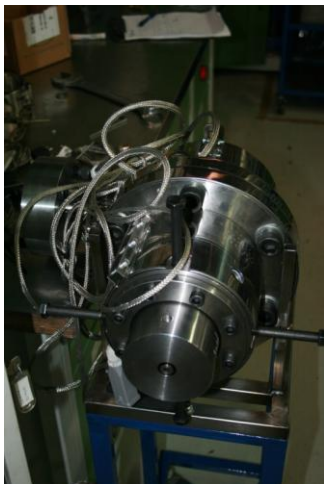
Stadium 2. Transformacja przezbrojeń. Działania w stadium 2. są bardziej zaawansowane niż w stadium 1., ponieważ poszukuje się rozwiązań znacznie bardziej redukujących przezbrojenia. Obejmują one transformację przezbrojeń, czyli ich zamianę z wewnętrznych na zewnętrzne z wykorzystaniem takich technik jak: zaawansowane przygotowanie miejsca pracy (tj. wcześniejsze zaopatrzenie w niezbędne materiały, narzędzia itp.), standaryzacja (wymiarów, kalibracje, operacje montażu itp.), pośrednie oprzyrządowanie mocujące (np. ramy).

Stadium 3. Usprawnienia przezbrojeń. W ostatnim stadium dokonuje się prób usprawnienia wszystkich działań w procesie przezbrajania. Pomocne są tutaj takie techniki jak: dobre magazynowanie i gospodarka oprzyrządowaniem, zastosowanie

operacji równoległych, wykorzystanie zacisków mocujących - wyeliminowanie regulacji, mechanizacja³.

3. Wdrażanie metody SMED na stanowisku wytłaczania

Badane przedsiębiorstwo z branży motoryzacyjnej podjęło się wdrożenia metody SMED na linii wytłaczania wyrobów z tworzyw sztucznych. Projekt SMED przeprowadzono w odniesieniu do jednego z urządzeń - wylączarka jednoślismakowa - wykorzystywanego do produkcji gładkich i korugowanych rurek z tworzyw sztucznych. Na podstawie wstępnych analiz zauważono mnogość i czasochłonność czynności wykonywanych przez operatora podczas przezbrajania podstawowego oprzyrządowania wylączarki tj. głowicy krzyżowej (rys. 3). Głowica krzyżowa to narzędzie przetwórcze układu uplastyczniającego wylączarki odpowiedzialne za proces uplastyczniania tworzywa. W głowicy wylączarki znajdują się ułożone szeregowo grzejniki, którymi steruje się przy pomocy regulatora temperatury; umieszczony jest także zabezpieczający czujnik ciśnienia, który nie pozwala na jego nadmierny wzrost w głowicy, a także w cylindrze.



*Rys. 3. Głowica wylączarki jako przedmiot analizy
przebrojenia*

Źródło: materiały firmy

Stwierdzono potrzebę podjęcia działań doskonalących proces przebrojenia tego oprzyrządowania wylączarki.

Średnia efektywność wykorzystania wylączarki rurek gładkich to OEE = 83%. Jest to względnie wysoki poziom efektywnego wykorzystania tej maszyny, bliski

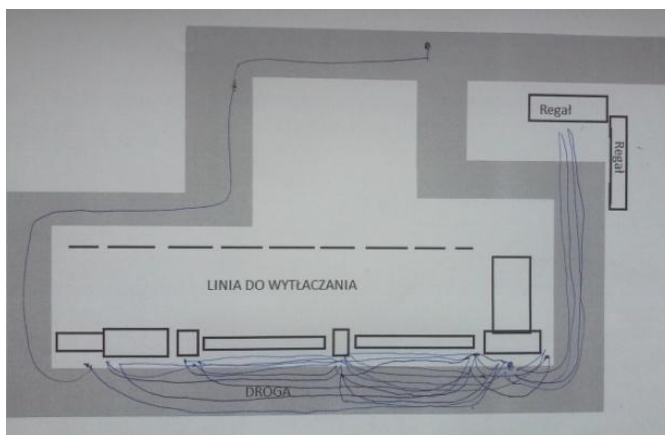
poziomowi World Class OEE (85%), przy czym występuje nadal obszar do usprawnień i zwiększenia efektywności.

Wdrożenie metody SMED w analizowanym przedsiębiorstwie w odniesieniu do badanego urządzenia i jego oprzyrządowania, przebiegało zgodnie z zasadami czterech stadiów zaproponowanych przez Shiego Shingo. Stadia te przedstawiono poniżej ze względu na działania jakie podjęto oraz efekty tych działań.

Stadium 0. Analiza stanu obecnego. Wprowadzanie projektu SMED rozpoczęło się od zarejestrowania kamerą przebiegu procesu przezbrajania głowicy. Materiał ten stanowił źródło informacji do dalszych analiz. Analizując film, sporządzono diagram spaghetti w celu zobrazowania wszystkich wykonywanych przez operatora czynności podczas przezbrojenia głowicy maszyny. Opracowany w sposób odręczny diagram spaghetti przedstawia rys. 4.

Zaobserwowano, że operator podczas wykonywania przezbrojenia maszyny wykonywał wielokrotnie te same czynności:

- pójście do regału i powrót do głowicy – (krotność, przebyta odległość w metrach) 2x, 48 metrów,
- przejście wzdłuż całej linii – 5x, 100 metrów,
- przejście do drukarki – 2x, 16 metrów,
- przejście do odciaгу – 4x, 64 metrów,
- pójście do laboratorium – 20 metrów.



Rys. 4. Analizy stanu obecnego - diagram spaghetti obrazujący ruchy operatora

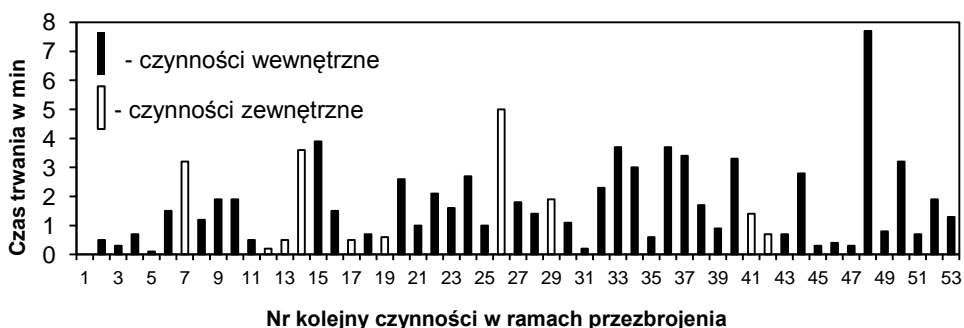
Źródło: materiały firmy

Zmierzone, że droga pokonywana przez operatora liczyła w sumie 248 metrów. Poruszanie się operatora polegało na zawitych i częstych ruchach z jednego miejsca na

drugie, co uznano za wynik złej organizacji pracy. Na potrzeby dalszej analizy opracowano formularze, w celu gromadzenia wszystkich informacji z przebiegu prac przezbierania.

Stadium 1. Zmiana czynności wewnętrznych na zewnętrzne. Dokonano analizy czynności wykonywanych przy uzbrajaniu maszyny. Wyróżniono aż 53 czynności przygotowawczo-zakończeniowych, które zajęły łącznie 90 minut. Rozpoznano, że wszystkie te czynności były czynnościami wewnętrznymi, wykonywanymi przy wyłączonej maszynie, przez jednego operatora. Podjęto decyzję, aby na dalszych etapach realizacji projektu SMED dodać drugiego operatora. Po zidentyfikowaniu i analizie wszystkich czynności w procesie przebrojenia maszyny stwierdzono, że 10 z nich może być wykonywana podczas pracy maszyny (czynności zewnętrzne).

Studium 2. Zmiana czynności wewnętrznych na zewnętrzne oraz dodanie drugiego operatora. Określono czas trwania każdej czynności realizowanej w ramach przebrojenia, celem ograniczenia czynności o najdłuższym czasie trwania. Rys. 5 przedstawia zestawienie czasów trwania wszystkich 53 czynności w minutach.



Rys. 5. Analizy czasu trwania czynności wewnętrznych i zewnętrznych podczas przebrojenia głowicy wylaczkarki

Źródło: opracowanie własne

Zakres czasu trwania czynności wyniósł od 6 sekund do 446 sekund (tj. 7 minut i 44 sekund). Najdłuższy czas spośród czynności wewnętrznych odnotowano dla czynności oznaczonej nr 48 – *ustawianie grubości i średnicy rurki* – 7,7 minut. Drugą, co do długości trwania czynnością tego rodzaju była czynność *wstępnego czyszczenia trzpienia za pomocą powietrza i szczypiec* (nr 15) – 3,9 minut. Kolejnymi czynnościami o najdłuższym czasie były czynności nr 33 i 36, tj. odpowiednio *wymiana osuszaczy* oraz *ustawienie parametrów drukarki* – po 3,7 minut. Wśród czynności zewnętrznych najdłuższe czasy trwania odnotowano dla czynności nr: 26,

tj. *usuwanie awarii drukarki* – 5 minut, nr 14 – *usuwanie problemu na garbowaniu* – 3,6 minut oraz nr 7 – *zaciągnięcie surowca* – 3,2 minuty.

Zmiana 10 czynności wewnętrznych na zewnętrzne pozwoliła uzyskać oszczędności czasu. Proces przezbierania po tych zmianach wyniósł 73 minuty – skrócono czas przebrojeń o 17 minut. Transformacja czynności wewnętrznych na zewnętrzne umożliwiła skrócenie czasu przebrojenia maszyny o 18,9% (z 90 minut na 73 minut), przy czym tego wyniku nie uznano jeszcze za zadowalającego...

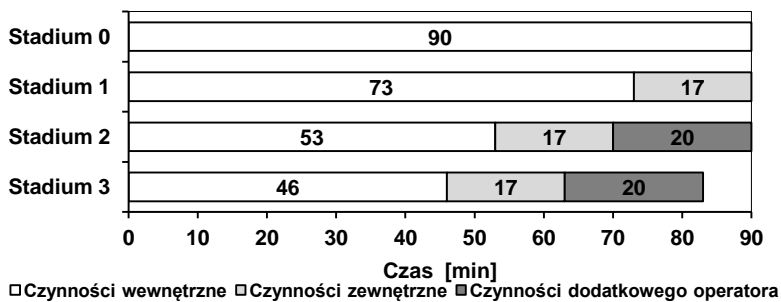
Stadium 3. Zmiana czynności wewnętrznych na zewnętrzne, dodanie drugiego operatora oraz optymalizacja. W stadium 3. dokonano usprawnień wszystkich czynności wykonywanych w procesie przezbierania. Podjęto próby redukcji czasu przebrojenia obejmującą usprawnienie procesu poprzez dodanie drugiego operatora oraz dokonano optymalizacji czasów czynności przygotowawczych.

Zaangażowanie drugiego operatora umożliwiło wykonywanie przez operatorów czynności równolegle. Każdemu operatorowi do obsługi przydzielono wybrane oprzyrządowanie głowicy wylączarki. Na tym etapie skrócono czas przebrojenia do 53 minut. Wprowadzenie drugiego operatora pozwoliło zredukować czas przebrojenia o 20 minut, razem z zmianą czynności wewnętrznych na zewnętrzne, spowodowało to zmniejszenie czasu przebrojenia o 41,1%. Dokonano dalszej próby usprawniania procesu przebrojenia w odniesieniu do łącznie 20 czynności wewnętrznych. Działania te pozwoliły na skrócenie czasu przebrojenia z 53 minut do 46 minut. W rezultacie zredukowano czas przezbierania o 50%.

4. Wnioski. Korzyści z wdrożenia metody SMED

Najważniejszym celem projektu SMED było skrócenie czasu przezbierania i tym samym zwiększenie efektywności wykorzystania czasu pracy wylączarki. Porównanie uzyskanych wyników na poszczególnych etapach wdrażania SMED przedstawiono na rys. 6.

Graficzna prezentacja wyników w łatwy sposób pozwala dostrzec różnice przed i po wdrożeniu metody SMED – z procesu przezbierania trwającego 90 min uzyskano wynik 46 min, czyli w efekcie skrócono czas przebrojenia maszyny o 50%. Ze względu na mnogość operacji występujących w procesie przezbierania maszyny uznano za niemożliwe skrócenie tego czasu do jednocyfrowej wartości czasu.



Rys. 6. Porównanie efektów redukcji czasów przebrojeń na poszczególnych stadiach wdrażania metody SMED

Źródło: opracowanie własne

Wdrożenie SMED w badanym przedsiębiorstwie na wylączarce rurek gładkich przyczyniło się do następujących korzyści:

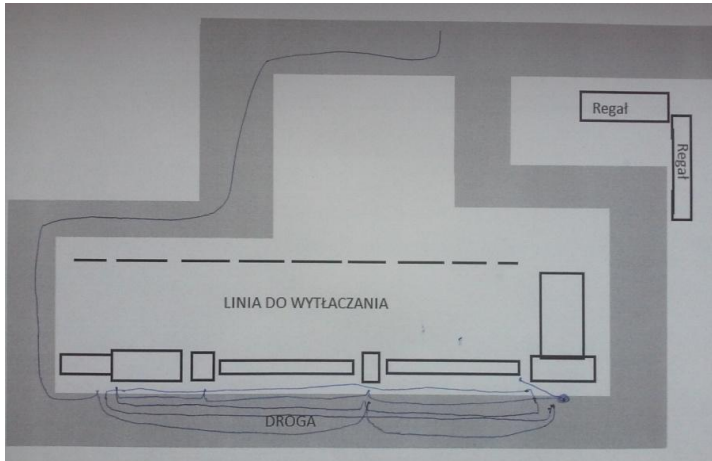
- redukcja surowca do czyszczenia układu uplastyczniającego - odzyskano 25% stosowanego tworzywa, czyli 1940 kg w ciągu roku, co pozwoliło zaoszczędzić kilkadziesiąt tysięcy złotych na rok,
- skrócenie czasu czyszczenia układu uplastyczniającego - zmniejszenie czasu w stosunku rocznym o 50 godzin, co pozwoliło zaoszczędzić kilka tysięcy zł,
- skrócenie czasu przezbierania głowicy wylączarki bez wymiany tworzywa – redukcja czasu o 190 godzin w ciągu roku, co pozwoliło zaoszczędzić kilkadziesiąt tysięcy złotych.

Po wdrożeniu SMED ponownie narysowano diagram spaghetti w celu zobrazowania drogi, jaką pokonuje pracownik wprowadzeniu zmian (rys. 7).

Obecnie operator pracujący na linii wylączania porusza się w sposób zorganizowany, bez zbędnych przemieszczeń. Droga po wdrożeniu SMED obejmuje:

- przejście wzdłuż całej linii wylączania – 5x, 100 metrów,
- pójście do laboratorium – dystans 20 metrów.

Droga pokonywana przez pracowników wykonujących przebrojenie wynosiła przed wdrożeniem metody SMED – 248 metrów, a po jej wdrożeniu zredukowano ją do 120 metrów, czyli skrócono o ponad 50%. Wynik ten osiągnięto dzięki wprowadzeniu na stanowisko pracy wózka, na którym odkłada się m.in. tuleje oraz wprowadzeniu niewielkich zmian w organizacji stanowiska pracy – w pobliżu głowicy wylączarki umieszczono narzędzia potrzebne do przezbierania oraz okulary ochronne.



Rys. 7. Diagram spaghetti przemieszczania się operatora po wdrożeniu metody SMED

Źródło: materiały firmy

Bibliografia

1. BORKOWSKI S., SALEJDAK J., SALAMON S. 2006. *Efektywność eksploatacji maszyn i urządzeń*. Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa.
2. BORKOWSKI S., ULEWICZ R. 2008. *Zarządzanie produkcją. Systemy Produkcyjne. Wydanie II*. Oficyna Wydawnicza Humanitas. Sosnowiec.
3. BRZESKI J., FIGAS M. 2006. *Focused Improvement*. Dostęp na: http://www.utrzymanieruchu.pl/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=2578&cHash=f9fea16206&type=98 (dostęp 15.04.2017).
4. CZERSKA J. 2014. *Podstawowe narzędzia lean manufacturing*. LeanQ Team, Gdańsk.
5. CHABOWSKI P., TROJANOWSKA J., BRINK D. 2014. *Skrócenie czasu przezbrojeń poprzez działania smed – studium przypadku*.
6. DRUCKER P. 1994. *Menedżer skuteczny*. AE Kraków, Kraków.
7. DZIUBA SZ., SZOŁTYSEK K., KOZYRA C. 2011. *Application of FAM- Fail Assessment Method- to optimization of unit costs of producing flours for special purposes*. W: *Improvement of Production Processes*. Borkowski S., Krynke M. (red.). TRIPSOFT. Trnava.
8. KRUCZEK M., ŻEBRUCKI Z. 2012. *Wykorzystanie techniki SMED w usprawnieniu procesu produkcyjnego*. *Logistyka* 2/2012.
9. KRUCZEK M., PAŁUCHA K., ŻEBRUCKI Z. 2009. *Wykorzystanie narzędzi Lean Management w usprawnieniu przepływu materiałów i informacji*. W: Bendkowi J. (red.): *Wybrane problemy zarządzania łańcuchem dostaw*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
10. KUBIK SZ. (RED.) 2010. *Szybkie przezbrojenie dla operatorów: system SMED*. ProdPublishing.
11. KUBIK SZ. (RED.) 2011. *Zapobieganie błędom dla operatorów: system ZQC*. ProdPublishing.

12. LASZKIEWICZ M. 2005. *Utrzymanie ruchu to strategiczne aktywa firmy*. Inżynieria & Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych, Trade Media International, Warszawa, Marzec.
13. MACIAK J. 2011. *Redukcja czasu przebrojenia maszyny przy użyciu techniki SMED*. W: Konsala R. (red.), *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, tom II, Zakopane, s. 188-195.
14. MARTYNIAK Z. 1997. *Shiego Shingo i założenia metody SMED*. „Organizacja i kierowanie”, nr 2.
15. MATCZEWSKI A. 1990. *Zarządzanie produkcją przemysłową*. PWE. Warszawa.
16. SAYER N. J., WILLIAMS B. 2015. *Lean dla bystrzaków. Wydanie II*. Septem.
17. SHINGO S. 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press, Portland –Oregon.
18. WOLNIAK R. 2013. *Metody i narzędzia lean production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle*. Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane.
19. www.leanmanufacturing.pl/-artykuly/lean-w-teorii/skrocenie-czasow-przebrojen.html (dostęp 08.02.2017).