

REDUKCJA CZASU PRZEBROJENIA MASZINY PRZY UŻYCIU TECHNIKI SMED

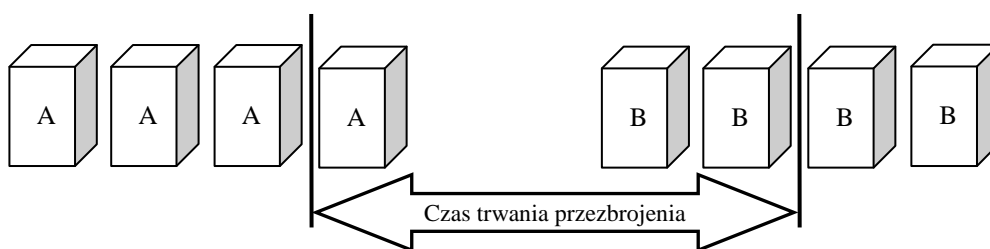
Joanna MACIAK

Streszczenie: Redukcja czasu przebrojenia maszyn i urządzeń przy użyciu techniki SMED jest najbardziej znaczącą techniką dla większości przedsiębiorstw produkcyjnych, ponieważ jak sama nazwa wskazuje dotyczy redukcji czasu przebrojeń. Pomimo, iż rezultatem każdorazowego przeprowadzenia analizy SMED jest ponad 50% redukcja czasu przebrojenia, przedsiębiorstwa w obawie przed dodatkowymi kosztami udoskonaleń nie podejmują w ogóle inicjatywy. Aby przedsiębiorstwa produkcyjne mogły sprawnie funkcjonować oraz odpowiednio reagować na potrzeby konsumenta niezbędne jest wprowadzanie coraz krótszych serii, a co za tym idzie skrócenie czasów przebrojeń.

Słowa kluczowe: SMED, przebrojenie, zmiana asortymentu.

1. Istota SMED

Akronim SMED to Single Minute Exchange of Die, co w wolnym tłumaczeniu oznacza jedno-cyfrową wymianę formy. Innymi słowy, SMED to technika wykonywania przebrojeń maszyn i urządzeń w czasie poniżej 10 minut. Pojawia się pytanie, co to jest przebrojenie? Otóż jest to czas mierzony od momentu wyprodukowania ostatniego dobrego produktu przy starym ustawieniu maszyny – do wyprodukowania pierwszego dobrego produktu już w nowym ustawieniu maszyny, od którego można rozpocząć produkcję masową [1], co przedstawia rysunek 1.



Rys. 1 Definicja czasu trwania przebrojenia
Źródło: Opracowanie własne

Technika SMED klasyfikuje wszystkie czynności wykonywane podczas przebrojenia maszyny na dwie kategorie, którymi są operacje zewnętrzne, tj. takie, które mogą być wykonane w czasie pracy maszyny, oraz wewnętrzne, czyli takie, które muszą być wykonane podczas postoju maszyny [1].

By dokonać analizy SMED należy w pierwszej kolejności wyeliminować zaobserwowane czynności zewnętrzne poprzez wykonywanie ich przed lub po

przebrojeniu, następnie skrócić czas trwania czynności wewnętrznych, po czym postarać się je zamienić na czynności zewnętrzne [1].

Sprawnie przeprowadzona analiza SMED pomaga przedsiębiorstwom produkcyjnym w dążeniu do sprawnego, parominutowego płynnego przejścia pomiędzy produkcją dwóch rodzajów asortymentów.

2. Fakty i mity dotyczące przebrojeń

Zgodnie z tradycyjnym podejściem, czas przebrojenia jest zdeterminowany przez maszyny i urządzenia, a co się z tym wiąże – jest stały i niezmienny. Jedyną możliwością skrócenia czasu przebrojenia jest przebudowa maszyny, która pociąga za sobą dodatkowe, często niemałe koszty. Stąd mała różnorodność produkcji, planowanie jak największych partii produkcyjnych oraz łączenie mniejszych partii w miarę możliwości.

Długie postoje podczas przebrojeń maszyn i urządzeń są głównie skutkiem:

- nieładu organizacyjnego panującego na hali produkcyjnej (niewłaściwa komunikacja, brak niezbędnej dokumentacji, instrukcji, procedur, standardów, przyrządów czy narzędzi),
- braku określenia jasnych i czytelnych celów zarówno dla pracowników, jak i dla całego działu produkcji,
- mało czytelnych wskaźników,
- niesynchronizowania zasad szacowania wydajności pracownika z wydajnością maszyny/działu.

W 97% badanych przypadków to nie czynniki natury technicznej determinują czas trwania przebrojenia, ale czynniki organizacyjne. Dlatego też, w pierwszej kolejności nie należy rozważać, jak przebudować maszynę czy urządzenie, ale postawić sobie pytania:

- jak zorganizować „płynne” przejścia pomiędzy asortymentami?
- jak poinformować pracownika o kolejnym asortymencie w planie produkcyjnym?
- jak zdobyć informację o surowcach, parametrach, formach i narzędziach niezbędnych dla kolejnego asortymentu w planie produkcyjnym?
- jak doprowadzić do sytuacji, że wszyscy niezbędni przy przebrojeniu pracownicy pojawią się we właściwym miejscu i czasie wraz z niezbędnymi narzędziami?
- jak doprowadzić do sytuacji, by każda z tych osób dokładnie знаła swoją rolę podczas przebrojenia oraz zakres czynności do wykonania?

To dzięki odpowiedziom na powyższe pytania, które pozwolą usprawnić sferę organizacyjną zakładu, można zmniejszyć czas zmian asortymentu nie ponosząc praktycznie żadnych kosztów.

3. Przeprowadzenie analizy SMED w przedsiębiorstwie produkcyjnym

3.1. Wybór maszyny/obszaru pilotażowego

Po podjęciu decyzji o rozpoczęciu działań mających na celu skrócenie czasu trwania przebrojeń maszyn i urządzeń w przedsiębiorstwie produkcyjnym należy wybrać spośród całego parku maszynowego jedną maszynę pilotażową, na której będą prowadzone prace związane z redukcją czasu trwania przebrojenia.

Przeprowadzenie analizy SMED na przykładzie jednego konkretnego przypadku ma na celu zaznajomienie uczestników z zasadami techniki SMED, przeprowadzenie analizy i

oceny obecnego procesu oraz wypracowanie przy pomocy burzy mózgów (lub innej techniki) przyszłego planu działania.

W przypadku większej liczby analizowanych przypadków efekt jest przeciwny do zamierzonego, liczba proponowanych usprawnień spada drastycznie. Najefektywniej jest analizować jednorazowo jeden przykład przebrojenia.

Przesłanką wyboru maszyny (obszaru) pilotażowego przeprowadzenia analizy SMED może być:

- produkowany wolumen,
- rodzaj asortymentu,
- częstotliwość przebrojeń,
- czas trwania przebrojenia,
- koszt postoju maszyny,
- jak również inne wskazane przez kierownictwo kryterium wyboru.

Równie dobrze może to być obszar, na którym:

- obserwuje się najlepsze pomiary wydajności maszyny i pracowników – wybór jest nobilitacją dla pracowników za dotychczasowe wyniki,
- zainstalowano nową maszynę (urządzenie) – wybór jest podyktowany względami ekonomicznymi przedsiębiorstwa,
- znajduje się maszyna (urządzenie) o bardzo małej wydajności, tzw. „wąskie gardło” – wybór ma na celu wskazanie w trakcie trwania projektu miejsc wymagających szczególnej uwagi a w rezultacie wzrost wydajności pracy maszyny (urządzenia) i zysków przedsiębiorstwa.

3.2. Rejestracja przebrojenia

Kolejnym krokiem po wyborze maszyny pilotażowej jest nakręcenie kamerą wybranego przebrojenia. Owo nagranie pozwoli w trakcie przeprowadzania analizy SMED odtworzyć oraz szczegółowo opisać i omówić wszystkie czynności wykonywane przez pracowników podczas nagrania. Nagrywając warto pamiętać, aby:

- wyjaśnić osobom filmowanym cel filmowania oraz podkreślić, by wszystkie czynności były wykonywane w naturalnym tempie i ze standardową częstotliwością,
- uzyskać zgodę osób zarejestrowanych na filmie, by móc wykorzystać go później podczas warsztatu,
- kamera była wyposażona w funkcję rejestrowania czasu trwania nagrania,
- ubezpieczyć osobę rejestrującą przebrojenie w dodatkowe baterie i stojak do kamery
- być na miejscu ok. 30 min. przed planowanym przebrojeniem, gdyż produkcja starego asortymentu może się skończyć wcześniej, bądź w tym czasie mogą mieć miejsce ważne procesy przygotowawcze do przebrojenia,
- właściwie zmierzyć czas przebrojenia, który jest liczony od momentu wyprodukowania ostatniego dobrego produktu przy starym ustawieniu maszyny – do wyprodukowania pierwszego dobrego produktu już w nowym ustawieniu maszyny w układzie seryjnym,
- podążać wraz z kamerą za pracownikiem dokonującym przebrojenie (w przypadku większej ilości pracowników dokonujących przebrojenie należy filmować albo pracownika wiodącego, albo wszystkich przy pomocy liczby kamer

- proporcjonalnej do liczby osób),
- dokonywać zbliżeń na dłonie pracownika w przypadku operacji precyzyjnych,
- nie przerywać nagrania, wyjątkiem może być wystąpienie planowanych przerw w pracy, jak np. przerwa na posiłek lub okres bezczynnego długiego oczekiwania (na innego pracownika, narzędzie, surowce) - w tym przypadku można wyłączyć kamerę i zanotować czas trwania i przyczynę postoju.

3.3. Powołanie zespołu

W następnej kolejności należy powołać interdyscyplinarny zespół roboczy, który dokona analizy nagrania.

Wśród członków zespołu liczącego maksymalnie 10 osób muszą się znaleźć:

- Lider programu SMED (lub osoba odpowiedzialna za przebrojenia),
- wszyscy pracownicy biorący udział w nakręconym wcześniej przebrojeniu,
- kierownik zmianowy, mistrz lub brygadzysta,
- przedstawiciel kierownictwa,
- 1 lub 2 osoby z działów nie związanych z produkcją, np. z działu administracji, kadr lub księgowości,
- przedstawiciel działu utrzymania ruchu lub mechanik,
- przedstawiciel kontroli jakości.

3.4. Analiza SMED

Zespół spotyka się w ustalonym wcześniej terminie. Przeprowadzenie analizy SMED wymaga w zależności od długości nagrania 5-10 godzin czasu pracy zespołu. Zespół w obecności bezpośrednich wykonawców dokonuje analizy zarejestrowanego nagrania z przebrojeniem poprzez:

- wyszczególnienie wszystkich wykonywanych przez pracownika czynności wraz z czasem ich trwania i czasem narastająco,
- rozstrzygnięcie, czy są to operacje zewnętrzne czy wewnętrzne,
- podział na 7 kategorii, typu: wymiana, regulacja, transport, czekanie, czyszczenie, problem, przygotowanie.

Po dokonaniu podziału zespół dzieli się na 2-3 mniejsze grupy i analizuje każdą z zaobserwowanych czynności i tworzy poprzez burzę mózgów propozycję usprawnień procesu i plan przyszłych działań.

Następnie wszystkie grupy spotykają się i dzielą spostrzeżeniami. Efektem finalnym analizy są:

- propozycje usprawnień przebrojenia,
- plan działania, mającego na celu doprowadzić do zredukowania czasu trwania zmiany asortymentu na maszynie,
- schemat nowego przebrojenia z wyszczególnionymi czynnościami oraz z szacunkowym czasem ich trwania.

3.5. Metody redukowania czasu trwania czynności wykonywanych podczas przebrojenia

Istota techniki SMED przewiduje zastosowanie szeregu metod redukowania i

doskonalenia czynności wykonywanych podczas przebrojenia. Metody te dzieli się na dwie grupy, którymi są metody o charakterze organizacyjnym oraz o charakterze technicznym nakierowanym na zmiany w konstrukcji przebrajanych maszyn i urządzeń. Do metod organizacyjnych zalicza się:

- poprawę organizacji procesu wraz z kolejnością wykonywania czynności,
- poprawa sposobu komunikowania się pomiędzy poszczególnymi grupami zawodowymi przy pomocy np. telefonów stacjonarnych, telefonów komórkowych, pagerów, urządzeń radiowych nadawczo-odbiorczych, itd.
- równoległą realizację operacji – w przypadku, gdy przebrojenie wykonuje więcej niż jeden pracownik ich zadania mogą być równomiernie rozłożone i wzajemnie uzupełniające się. Można ponadto wykorzystać do pomocy pracowników nie bezpośrednio związanych ze zmianą asortymentu na maszynie, np. wózkowego, pakowaczkę, itp.

Wśród metod o charakterze technicznym znajdują się:

- zastosowanie zacisków mocujących w miejsce tradycyjnych śrub lub sworzni, pozwalających na zamocowanie narzędzia za pomocą jednego ruchu,
- zastosowanie nakrętek motylkowych lub skrzydełkowych zamiast nakrętek zwykłych, dzięki czemu dodatkowe klucze są zbędne,
- zastąpienie tulejek dystansowych podkładkami dystansowymi,
- eliminację (nie redukcję) regulacji można dokonać dzięki zastosowaniu właściwych ustawień narzędzi poprzez zastosowanie zestandaryzowanych ustawień, skali numerycznej, linii ułatwiających centrowanie bądź zastosowanie szablonów,
- zainstalowanie motoreduktorów ułatwiających płynne przejścia między formatami.

3.6. Wdrożenie usprawnień

Przeprowadzenie analizy i stworzenie planu działania jest dopiero połową sukcesu. Drugą połową jest wdrożenie zaproponowanych przez uczestników warsztatów SMED propozycji usprawnień.

Z uwagi na fakt, że większość materiałów po-warsztatowych jest w formie papierowej nie elektronicznej warto, by Lider SMED następnego dnia po warsztatach utrwalił w formie elektronicznej wszystkie pomysły i sugestie, jakie powstały podczas warsztatów. Z uwagi na złożoność procesu i liczbę propozycji usprawnień może to zająć 4-10 godzin.

Zaproponowane pomysły podczas warsztatów muszą zostać skonfrontowane z rzeczywistością, ocenione i przekazane do realizacji dla działu technicznego bądź UR.

Z punktu widzenia powodzenia projektu istotne jest tempo wdrażania usprawnień, nie można dopuścić do zbyt długiego przedłużania terminu wprowadzania zmian ponieważ jest to czynnikiem demotywującym dla zespołu, który wypracował usprawnienia i czeka na wprowadzenie zmian.

Okres wdrażania usprawnień jest również okresem tworzenia standardów, instrukcji i szkoleń pracowników, którzy poznają swoją nową rolę i obowiązki podczas nowego przebrojenia. Warto podczas takich szkoleń poprosić pracowników, którzy uczestniczyli w warsztatach SMED, by opowiedzieli swoim współpracownikom, jak wypracowali dany standard.

3.7. Utrzymanie i doskonalenie programu

Kluczowym zagadnieniem z punktu widzenia wprowadzania, utrzymania i doskonalenia

standardów przezbrojeń jest dokładna rejestracja czasu trwania przezbrojenia i pokazywanie ich na bieżąco pracownikom. Pozwala to poznać i zarządzać realnymi czasami trwania zmian asortymentu, które niestety początkowo odbiegają od standardu.

W przypadku, gdy czasy realne są dłuższe od standardu – warto jeszcze raz dokonać analizy wszystkich wykonywanych przez pracownika czynności i upewnić się, czy wina leży po stronie zbyt rygorystycznego standardu, czy pracownik potrzebuje więcej czasu na opanowanie nowego zadania.

W sytuacji czasów realnych krótszych od standardu – należy raz jeszcze przeanalizować wszystkie czynności wykonywane przez pracownika i sprawdzić, czemu i które czasy trwania tych czynności źle oszacowano i w rezultacie usprawnić standard.

Dzięki integracji maszyn i urządzeń z systemem typu MES i transferu danych bezpośrednio z maszyny do systemu, gromadzenie wszelkich danych dotyczących przestoju jest znacznie ułatwione. Pozwala to nie tylko na rejestrowanie dokładnego czasu pracy, postojów, awarii i przezbrojeń maszyny, ale również na skuteczniejsze dokonywanie analiz wyników i zdecydowanie skraca czas reakcji w sytuacjach niepożądanych.

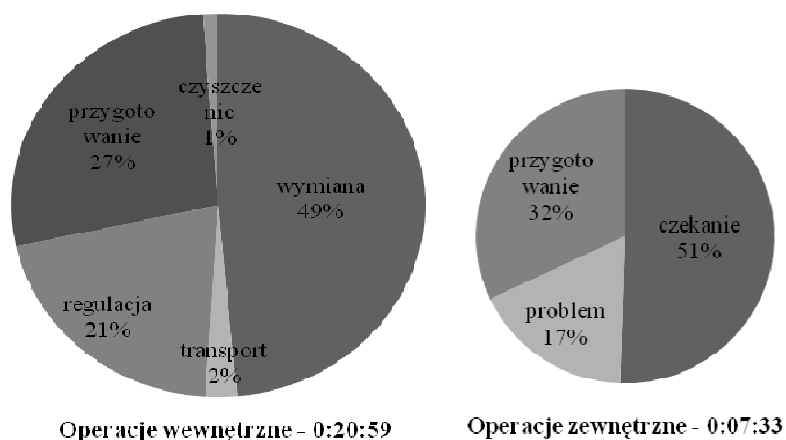
Ale z drugiej strony małe i średnie przedsiębiorstwa rzadko posiadają systemy klasy MES. Czas pracy maszyn wraz z wszelkimi innymi stanami operatorzy rejestrują w formie papierowej bezpośrednio przy stanowiskach, po czym dane wprowadzane są do bazy, najczęściej w programie MS Excel. W tym przypadku, niestety można zaobserwować zakłamanie danych spowodowane rachunkami operatora, który rejestruje nie koniecznie dokładny co do sekundy czas zatrzymania i ponownego uruchomienia maszyny.

Dla małych i średnich przedsiębiorstw pomocne w rejestrowaniu czasów przezbrojeń maszyny mogą być stopery. Może to być stoper stacjonarny umieszczony obok panelu sterowania maszyny, bądź również przenośny w formie zegarka, tudzież powieszony na szyi operatora, jeżeli względy bezpieczeństwa nie stoją temu na przeszkodzie.

W myśl ciągłego doskonalenia, wszystko można usprawnić. Dlatego też, średnio po kwartale funkcjonowania danego standardu warto wrócić do podstaw, czyli powtórnie dokonać analizy SMED tego samego przezbrojenia, co pomoże powtórnie, choć nie tak drastycznie jak poprzednio, skrócić czas trwania zmiany asortymentu.

4. Case study SMED na Maszynie Pakującej

W celu przygotowania się do przeprowadzenia analizy SMED i zredukowania czasu przy zmianie formatu na maszynie pakującej, zarejestrowano cały proces na taśmie filmowej. Następnie, podczas 5-godzinnych warsztatów interdyscyplinary zespół składający się z reprezentantów wszystkich grup zawodowych zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio związanych ze zmianą asortymentu przeanalizował każdą zarejestrowaną na nagraniu czynność podzielił na operacje zewnętrzne i wewnętrzne, po czym przyporządkował do odpowiedniej kategorii, co przedstawia rysunek 2.



Rys. 2 Podział czynności przy przebrojeniu maszyny pakującej
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Typowo w nieusprawnianym przebrojeniu stosunek czynności zewnętrznych do wewnętrznych jest na poziomie 50% do 50%, co obrazuje brak organizacji i wysoki poziom chaosu podczas trwania przebrojenia.

W analizowanym przypadku 26% czynności zewnętrznych i 74% czynności wewnętrznych wskazuje na nie w pełni efektywne ale na dość sprawnie zorganizowane przebrojenie.

Po przeprowadzeniu burzy mózgów, zaproponowano a następnie wdrożono następujące usprawnienia:

- z uwagi na fakt, że wymiana różnego rodzaju elementów niezbędnych do produkcji zajmowała połowę spośród czynności wewnętrznych zakupiono dodatkowe pojemniki wspomagające płynną wymianę elementów,
- przygotowanie elementów, surowców do nowej produkcji odbywa się przed przebrojeniem, a odstawienie elementów z poprzedniej produkcji ma miejsce po przebrojeniu,
- opracowano standardy regulacji formatu produktu na maszynie,
- delegowano część uprawnień operatora na osoby pośrednio związane z procesem przebrojenia,
- wyeliminowano okres oczekiwania dzięki usprawnieniu sposobu komunikowania się poszczególnych grup zawodowych,
- stworzono szereg instrukcji i standardów pracy dla pracowników.

Szacowana na koniec warsztatu redukcja czasu przebrojenia wynosiła 66,71% (z 28,5 min na 9,5 min), a po wdrożeniu usprawnień zaproponowanych podczas trwania warsztatu SMED skrócono rzeczywisty czas trwania przebrojenia o 70,21% (zredukowano czas z 28,5 min na 8,5 min).

5. Podsumowanie

Każde przedsiębiorstwo produkcyjne dążąc do doskonalenia wszystkich aspektów swojej działalności prędzej czy później stanie przed wyzwaniem i szansą, jaką niesie za sobą skrócenie czasu przebrojeń maszyn i urządzeń. W dobie ciągłego doskonalenia i

chęci sprostania wymaganiom klienta każdy przedsiębiorca musi odpowiedzieć sobie na pytanie, co jego zdaniem jest bardziej opłacalne:

- produkować duże partie asortymentu lub łączyć małe, które zamiast trafić do konsumenta trafiają do magazynu przy rzadkich, ale za to długich i kosztownych przebrojeniach maszyn i urządzeń,
- wyjść naprzeciw oczekiwaniom klienta i produkować, tylko to co klient chce, czyli nie łączyć partii produkcyjnych i produkować małe partie asortymentu, przy zredukowanym czasie liczniejszych przebrożeń.

Wdrożenie najprostszych nawet usprawnień natury organizacyjnej, które nie pociągają za sobą kosztów może dać przedsiębiorstwu niewymierne korzyści w postaci zwiększenia elastyczności przedsiębiorstwa na oczekiwania klienta, wzrostu produkcji przy wykorzystaniu tego samego czasu, tych samych ludzi i tych samych maszyn. Wśród korzyści, jakie niesie za sobą zastosowanie techniki SMED wyróżnia się również ograniczenie miejsc magazynowych, krótsze dostawy oraz podniesienie satysfakcji pracowników z wykonywanej pracy. Dzięki takiemu funkcjonowaniu firma jest w stanie osiągnąć znaczącą przewagę nad konkurencją.

Technika SMED daje nie tylko szansę na wzrost wartości firmy, ale umożliwia każdemu pracownikowi możliwość wpłynięcia i udoskonalenia sposobu wykonywania własnej pracy.

Literatura

1. Shingo S., A revolution in manufacturing: the SMED system, Productivity Press, New York, 1985.

Mgr inż. Joanna MACIAK
Bakoma S.A.
01-233 Warszawa, ul. Bema 83
tel/fax: (0-22) 877 19 03
e-mail: maciak_j@bakoma.pl