

Wykorzystanie metody SMED do ograniczenia czasu przebrojenia maszyny etykietującej

The use of the SMED method to reduce the changeover time of the labelling machine

Błażej Kulak¹, Krzysztof Knop²

¹ student, członek koła naukowego "Promotor jakości", Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: blazusiek@gmail.com

² dr inż., Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, e-mail: krzysztof.knop@wz.pcz.pl

Streszczenie: Artykuł to studium przypadku z wykorzystania metody SMED do redukcji czasu przebrojenia maszyny etykietującej wykorzystywanej do etykietowania butelek w jednej z firm produkujących naturalną wodę źródlaną i napoje gazowane. W artykule przedstawiono kolejne etapy związane z wdrażaniem metody SMED w badanym przedsiębiorstwie w odniesieniu do badanej maszyny, od wyboru obszaru pilotażowego i powołania zespołu badawczego do analizy korzyści wynikających z wdrożenia metody SMED w badanym obszarze. Eliminacja czynności zbędnych oraz przeprowadzenie zmiany czynności zewnętrznych na czynności wewnętrzne pozwoliło zmniejszyć czas trwania procesu przebrojenia i dzięki temu uzyskać wyraźne oszczędności czasu. Wdrożenie metody SMED w badanym przedsiębiorstwie i na badanej maszynie pozwoliło osiągnąć wymierne korzyści w postaci m.in. skrócenia cyklu produkcyjnego, obniżenia kosztów produkcji, większej elastyczności produkcji, lepszej jakości i poprawy komfortu pracy.

Abstract: The article is a case study of the use of the SMED method to reduce the changeover time of the labelling machine used for labelling bottles in one of the companies producing natural spring water and carbonated drinks. The article presents the subsequent stages related to the implementation of the SMED method in the studied company in relation to the analysed machine, from the selection of a pilot area and appointment of a research team to the analysis of the benefits of implementing the SMED method in the studied area. The elimination of unnecessary activities and the conversion of external activities to internal activities allowed reducing the time of the changeover process and thus achieving significant time savings. The implementation of the SMED method in the tested company and the tested machine allowed to achieve tangible benefits in the form of, among others shortening the production cycle, lowering production costs, greater production flexibility, better quality and improving the comfort of work.

Słowa kluczowe: przebrojenie, metoda SMED, etykietarka, studium przypadku, korzyści

Key words: changeover, SMED method, labelling machine, case-study, profits

1. Wstęp

Dla przedsiębiorstw produkcyjnych czas realizacji produkcji ma bardzo duże znaczenie. Planowanie, organizowanie, koordynowanie i kontrola procesów produkcyjnych wymaga dużego zaangażowania pracowników, a przyjęte harmonogramy działań i umowy z kontrahentami nakładają konieczność wywiązywania się z umówionych terminów. Jakkolwiek przesunięcia w czasie lub spóźnienia w produkcji prowadzą do problemów. Aby ich uniknąć, a przy tym zaoszczędzić czas związany z wykonywaniem poszczególnych operacji produkcyjnych, przedsiębiorstwa starają się w jak największym stopniu skracać czas przebrajania maszyn i urządzeń wykorzystując w tym celu metodę SMED. SMED jest powszechnie uznawana za najbardziej znaczącą metodę redukcji czasu przebrojeń w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Pozwala ona na skrócenie czasu

przebrojenia maszyny lub urządzenia, a tym samym przyspieszenie realizacji procesu produkcyjnego i skrócenie cyklu produkcyjnego.

Metoda SMED staje się coraz to bardziej popularna w usprawnieniu procesu produkcyjnego. Opracowywane są coraz to nowsze jej odmiany i udoskonalenia (OTED/NTED, OSED/OCED) [1]. Ponadto w ramach metody SMED wykorzystywanych jest coraz więcej technik ułatwiających zredukowanie czasu przebrojeń (np. analiza Pareto-Lorenza, diagram przyczyn błędów i ich skutków, 5S, listy kontrolne, 5 Why, kontrola wizualna) [3, 7, 11]. Zastosowanie odpowiednich technik na poszczególnych etapach wdrażania metody SMED pozwala na efektywną redukcję czasu przebrojenia maszyny. Wszystko to ma służyć oszczędności czasu poświęcanego na realizację procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie [4].

Artykuł to studium przypadku z wykorzystania metody SMED w odniesieniu do jednej z maszyn wykorzystywanych

w procesie konfekcjonowania w przedsiębiorstwie produkującym wodę i napoje - etykieciarki. Dokonano przedstawienia etapów wdrażania metody SMED w badanym przedsiębiorstwie, technik wykorzystywanych przy wdrażaniu tej metody, a także korzyści wynikających z jej wdrożenia.

2. Metodyka badawcza

Podmiotem badań jest przedsiębiorstwo zajmujące się produkcją naturalnej wody źródlanej i napojów gazowanych. Przedmiotem badań jest analiza wdrożenia metody SMED na jednej z maszyn wykorzystywanych w procesie konfekcjonowania napojów - etykieciarki.

Metoda SMED (ang. *Single Minutes Exchange of Die*) jest to metoda wykorzystywana podczas przebrojeń maszyn w przedsiębiorstwie, ale tylko bezwzględnie dla wykonania koniecznych prac. Została ona opracowana w Japonii przez jednego z twórców systemu produkcji Toyota Motor Company - Shigeo Shingo. Zaliczana jest do jednej z wielu metod tzw. szczupłego zarządzania (ang. *lean management*) [9]. Celem jej wykorzystania w przedsiębiorstwie jest radykalne skrócenie czasu trwania przebrojeń maszyn i urządzeń [5]. Czynności wykonywane w tym celu dzieli się na dwa rodzaje. Są to:

- przebrojenia wewnętrzne – mogą być one wykonywane tylko podczas postoju maszyn,
- przebrojenia zewnętrzne – mogą być one wykonywane wówczas, kiedy maszyna znajduje się w ruchu [10].

Podział przebrojeń na zewnętrzne i wewnętrzne pozwala rozgraniczyć, a następnie dokonać konwersji przebrojeń wewnętrznych na zewnętrzne, co pozwala w znacznej mierze usprawnić proces przebiegu procesu przebrajania przynosząc nawet 90% skrócenie czasu bezczynności maszyn. Metoda SMED polega na tym, aby wykonać jak najwięcej czynności poza samą maszyną w czasie, kiedy maszyna ta pracuje, a tam gdzie to tylko możliwe zastosować tzw. mocowanie jednym ruchem [2]. Stosowanie tych zasad pozwala skracać przebrojenia, osiągnąć kilkuminutową wymianę oprzyrządowania a same przebrojenie w pojedynczych minutach. Wyrażenie „pojedyncza minuta” nie oznacza, że wszystkie przebrojenia i rozruchy powinny zająć tylko jedną minutę, ale że powinny zająć mniej niż 10 minut (innymi słowy „jednocyfrowa minuta”) [6]. Istotę metody SMED można ująć w trzech punktach, a mianowicie :

- przeprowadzić dokładną obserwację rzeczywistego procesu przebrojenia i na tej podstawie zarejestrować wszystkie zrealizowane czynności,
- dokonać podziału czynności na dwie grupy – czynności, które koniecznie trzeba wykonać na zatrzymanej maszynie, oraz te, które można wykonać na zewnątrz, bez zatrzymywania maszyny,
- stopniowo, ale dokładnie przeprojektowywać proces przebrajania, wyprowadzając na zewnątrz kolejne fragmenty tego procesu [11].

Metoda SMED pozwala na wzrost produktywności i efektywności procesów związanych z utrzymaniem ruchu. Wynika to bezpośrednio ze skrócenia czasu przebrajania nawet o 90%. Dzięki zastosowaniu metody SMED możliwe jest ciągle i stopniowe doskonalenie oraz eliminowanie zbędnych czynności, a dzięki temu sprawne dopasowanie się do zmieniającego się otoczenia i warunków panujących na rynku. SMED redukuje przebrojenia maszyny, co zwiększa czas przeznaczony na produkcję i jednocześnie umożliwia zmniejszenie wielkości partii produkcyjnych, ilości zapasów i w efekcie powoduje obniżenie kosztów produkcji [12-15]. Możliwość, jakie stwarza ta metoda sprawiają, że cieszy się ona dużym zainteresowaniem wielu

działających na rynku przedsiębiorstw, w tym w szczególności przedsiębiorstw produkcyjnych.

Wdrażanie metody SMED w przedsiębiorstwie przebiega w czterech etapach. Są to [8]:

1. Studium przygotowawcze.
2. Rozgraniczenie przebrojenia wewnętrznego i zewnętrznego.
3. Przekształcenie przebrojenia zewnętrznego w przebrojenie wewnętrzne.
4. Usprawnienie wszystkich aspektów operacji przebrajania.

W najbardziej ogólnym ujęciu, proces ten rozpoczyna wybór stanowiska lub grupy stanowisk, na których będą prowadzone prace związane z redukcją czasu przebrojeń, następnie dokonywane jest przygotowanie procesu przebrajania i na końcu dokonywane jest usprawnienie przebrojeń. W literaturze wszystkie te czynności określane są mianem metodyki SMED. Na każdym z tych etapów wdrażania metody SMED realizowane są określone zadania badawcze [9].

3. Wyniki badań i ich omówienie

Obszarem pilotażowym wybranym do wdrożenia metody SMED w badanym przedsiębiorstwie była jedna maszyna - etykieciarka. Wybór etykieciarki, jako obszaru pilotażowego wynikał z trzech powodów. Po pierwsze, przeprowadzenie przebrojeń na etykieciarkę pozwalało na zaobserwowanie najlepszych pomiarów wydajności zarówno maszyny, jak i pracowników. Po drugie, badane przedsiębiorstwo zakupiło i zainstalowało nową etykieciarkę. Wybór akurat tej maszyny był więc podyktowany względami ekonomicznymi. Wreszcie po trzecie, operator maszyny uważał, że jest ona za mało wydajna. Występowanie tego tzw. „wąskiego gardła” wymagało wskazania „punktów”, które wymagały szczególnej uwagi i w rezultacie zwiększenia wydajności pracy tej maszyny, a w efekcie końcowym wzrost zysków przedsiębiorstwa. Po roku użytkowania etykieciarki średnia efektywność jej wykorzystania została oceniona w zakładzie na 82% (OEE = 82%). Był to dość wysoki poziom wykorzystania efektywności tej maszyny (bliski wynoszącemu 85% poziomowi World Class OEE), ale kierownictwo zakładu uznało, że w pracy tej maszyny występują obszary, które wymagają usprawnienia. Przed rozpoczęciem skracania czasu przebrojeń tej maszyny dokładnie zapoznano zespół pracowników z jej budową i specyfikacją.

Wdrożenie metody SMED w badanym przedsiębiorstwie wymagało powołania zespołu badawczego, który zajął się rozwiązaniem stwierdzonego problemu – skrócenia czasu przebrojenia etykieciarki. Na jego czele stanął pilot projektu, który zarządzał całym procesem przebrojenia. Podlegali mu: specjalista do spraw bhp, specjalista wyznaczonego odcinka technologicznego oraz operator maszyny. Prace zespołu badawczego obejmowały kolejno:

- przeprowadzenia szkolenia wprowadzającego do metodologii SMED,
- określenie korzyści, jakie niesie z sobą skrócenie czasu przebrojenia etykieciarki,
- sporządzenie planu działania zawierającego poszczególne fazy i ważne punkty realizacji projektu.

Ostatnim krokiem w toku postępowania była realizacja przez zespół badawczy poszczególnych etapów wdrażania metody SMED z wykorzystaniem technik stosowanych na każdym etapie [11]. Czynności realizowane na każdym etapie procesu wdrażania SMED w analizowanym przedsiębiorstwie zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Czynności realizowane na poszczególnych etapach wdrażania SMED w odniesieniu do badanej maszyny

Etap wdrażania	Realizowane czynności
Studium przygotowawcze	<ul style="list-style-type: none"> rejestracja procesu przezbierania za pomocą kamery, przedstawienie zebranego materiału na spotkaniu zespołu badawczego, pogłębiona analiza przebiegu procesu przezbierania, przygotowanie diagramu przyczyn błędów i ich skutków i jego analiza.
Rozgraniczenie przezbierania wewnętrznego i zewnętrznego	<ul style="list-style-type: none"> podział czynności na zewnętrzne i wewnętrzne, wyszczególnienie jak największej liczby działań, które można wykonać przed lub po przezbieraniu.
Przekształcenie przezbierania zewnętrznego w przezbieranie wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> zmiana czynności zewnętrznych na wewnętrzne z zastosowaniem wybranych technik.
Usprawnienie wszystkich aspektów operacji przezbierania	<ul style="list-style-type: none"> opracowanie standardów dla operacji pochłaniających najwięcej czasu.

Na etapie przygotowawczym dokonano rejestracji przezbierania. W tym celu posłużono się kamerą cyfrową, którą nagrano przebieg przezbierania etykieciarki. Nagranie to stanowiło podstawę do dalszych działań. Jego odtworzenie i szczegółowa analiza w trakcie wdrażania metody SMED pozwoliła przeanalizować wszystkie czynności, które podczas przezbierania wykonali pracownicy. Warto podkreślić, że nagrywanie przezbierania przebiegało w kilku etapach, a mianowicie:

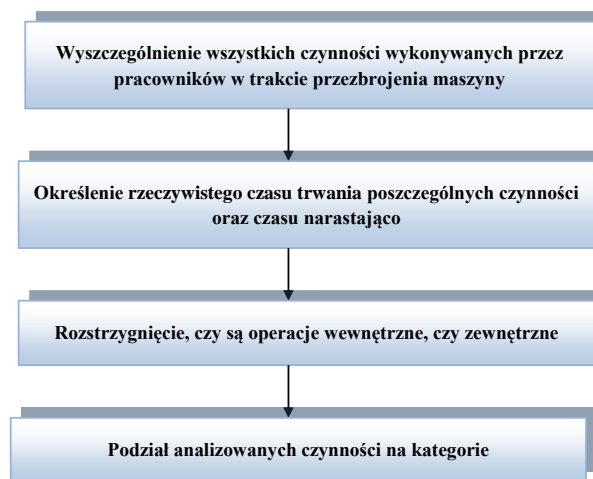
- w pierwszej kolejności wyjaśniono pracownikom cel przeprowadzanego przezbierania i podkreślono, aby wszystkie czynności wykonywali oni w normalnym dla siebie tempie, ze standardową częstotliwością, następnie uzyskano zgodę od osób biorących udział w filmowanym przezbieraniu na dalsze wykorzystywanie nagranych filmów,
- w dalszej kolejności dokonano wyboru odpowiedniej kamery, przy czym zwrócono uwagę na to, aby była ona wyposażona w funkcje umożliwiające dokładne rejestrowanie czasu nagrania, a osoba wykonująca nagranie posiadała stojak do kamery oraz dodatkowe baterie.

Następnie przystąpiono do filmowania przezbierania. Zadbano, aby cały zespół biorący w tym udział zgrupował się przy etykieciarence przynajmniej 30 min wcześniej. Wynikało to z możliwości wystąpienia zmiany czasu produkcji wcześniejszej partii wód. Przyjęto, że może to nastąpić kilkanaście minut wcześniej. Założono także, że przed rozpoczęciem filmowania mogą rozpocząć się procesy przygotowawcze do przezbierania maszyny. Zaraz po rozpoczęciu przezbierania wyznaczony pracownik rozpoczął mierzenie czasu całego procesu. Liczenie czasu rozpoczęło od momentu naklejenia etykiety na ostatnią butelkę przy pierwotnym ustawieniu etykieciarki do chwili naklejenia etykiety na pierwszą butelkę w nowym ustawieniu etykieciarki. W tym samym czasie operator kamery podążył za pracownikiem, który dokonywał przezbierania. Z uwagi na fakt, iż poszczególne czynności przy przezbieraniu maszyny były wykonywane przez czterech pracowników, operator kamery skupił się na filmowaniu czynności wykonywanych przez pracownika wiodącego. W trakcie filmowania dokonywał zbliżeń, a gdy pracownik wykonywał precyzyjne czynności, operator kamery dokonywał zbliżeń na jego dłonie. Całe przezbieranie etykieciarki

zostało ujęte na filmie, który posłużył za podstawę do wdrożenia metody SMED w badanym przedsiębiorstwie.

Kolejnym etapem było powołanie interdyscyplinarnego zespołu roboczego. W jego skład weszło 10 pracowników zakładu. Wśród nich byli pracownik odpowiedzialny za wdrożenie metody SMED w przedsiębiorstwie, nazwany liderem zespołu, wszyscy pracownicy, którzy wzięli udział w przezbieraniu nagrany na filmie, kierownik zmianowy, dwóch pracowników niezwiązanych z działem produkcji – pracownik działu kadr i pracownik działu administracji, mechanik, pracownik kontroli jakości.

Analiza filmu nagranych w trakcie przezbierania etykieciarki zajęła zespołowi 7 godzin. W tym czasie przeprowadzili oni analizę SMED tej maszyny. Jej elementy wyszczególniono na rysunku 1.



Rys. 1. Analiza SMED wybranej maszyny (etykieciarki) w badanym przedsiębiorstwie

Wszystkie czynności przeanalizowane na nagraniu zostały podzielone przez zespół wdrożeniowy na siedem kategorii. Wyszczególniono czynności typu:

- przygotowanie,
- problem,
- czyszczenie,
- regulacja,
- wymiana,
- transport,
- czekanie.

Po dokonaniu tego wyszczególnienia zespół wdrożeniowy podzielono na trzy grupy. Każda z nich zajmowała się szczegółową analizą każdej zaobserwowanej czynności, a następnie wysuwała własną propozycję usprawnień. Po zakończeniu analiz, grupy spotkały się na wspólnym zebraniu, a każda z nich przedstawiła własne spostrzeżenia. Ich analiza pozwoliła na sformułowanie propozycji usprawnienia przezbierania etykieciarki, opracowanie wspólnego planu działania, który koncentrował się na zredukowaniu czasu trwania zmiany asortymentu do etykietowania, a także stworzenie schematu przezbierania tej maszyny z wskazaniem wyszczególnionych wcześniej czynności ujętych w siedmiu kategoriach, a także szacunkowym określeniem czasu ich trwania.

Redukcja czasów przezbierania na etykieciarence została przeprowadzona w kilku stadiach. Analiza filmu powaliła dostrzec, że podczas przezbierania etykieciarki operator wykonał

łącznie 111 czynności. Zmierzono, że łączny czas wykonania wszystkich tych czynności wynosił 43 min 53 s. Uznano, że tak długi czas przebrojenia jest wynikiem złej organizacji pracy. W celu dokładnego przeanalizowania wszystkich czynności zrealizowanych podczas przezbierania opracowano specjalne formularze. Spośród wszystkich tych czynności wyszczególniono – czynności wewnętrzne, zewnętrzne i zbędne. Szczegółowej analizie poddano wszystkie 111 czynności, które zostały zrealizowane podczas przezbierania etykieciarki. Spośród wszystkich tych czynności wyszczególniono 6 czynności zewnętrznych, 22 czynności zbędne oraz 83 czynności wewnętrzne.

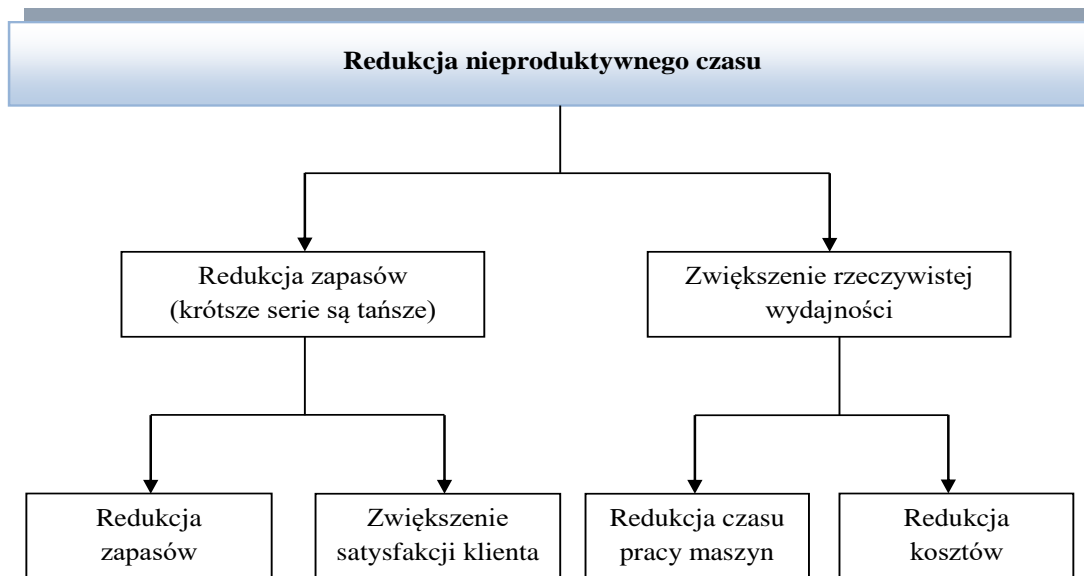
Kolejnym stadium przezbierania było wyeliminowanie czynności, które uznano za zbędne. Łącznie było ich 11. Dotyczyły one: chodzenia po klucz, pobierania bębna z magazynu, chodzenia po imbus, odczytywania ustawień, chodzenia po wodę, chodzenia po klucz, regulacji szczotki, testowego usuwania etykiet, regulacji matrycy i wałków, regulacji wysokości, montażu plastiku w środkowej bandzie, regulacji środkowej bandy, kontroli pionu, kontroli jakości bandy, usuwania etykiet i programowania. Następnie dokonano zmiany czynności z zewnętrznych na wewnętrzne. Dotyczyło to 2 czynności – chodzenia po wózek oraz odwożenia i pobierania wózka.

Eliminacja czynności zbędnych oraz przeprowadzenie zmiany 2 czynności zewnętrznych na czynności wewnętrzne pozwoliło zmniejszyć czas ich trwania i dzięki temu uzyskać oszczędności czasu wynoszące 29 min 44 s. W tabeli 2 zestawiono zaoszczędzony czas związany z czynnością przebrojenia maszyny.

Tabela 2. Oszczędności czasu związane z przezbieraniem etykieciarki

Zmiany dotyczące czynności przezbierania	Zaoszczędzony czas [s]
Wewnętrzne	0:15:13
Zbędne	0:09:05
Zewnętrzne	0:05:26
Suma:	0:29:44

Wdrożenie metody SMED w badanym przedsiębiorstwie pozwoliła przede wszystkim na skrócenie czasów przebrojeń maszyn i urządzeń wykorzystywanych na poszczególnych liniach technologicznych. Ogólne założenia i wynikające z nich korzyści z wdrożenia tej metody zestawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Korzyści z wdrożenia metody SMED w badanym przedsiębiorstwie

Wdrożenie metody SMED w badanym przedsiębiorstwie umożliwiło:

- lepszą kontrolę realizowanych procesów przebrojenia, a dzięki temu podniesienie standardów pracy, bezpieczeństwa oraz stabilności realizowanych procesów technologicznych,
- zwiększenie elastyczności produkcji poprzez zmniejszenie partii produkcyjnych, a tym samym szybszą reakcję na zmienne zamówienia klientów,
- lepszą jakość oferowanych wód dzięki obniżeniu poziomu zapasów (krótsze serie) oraz skróceniu czasów regulacji i wykonania serii próbnych po przebrojeniu,
- obniżenie poziomu zapasów materiałów i surowców, produkcji w toku oraz wyrobów gotowych,

- wyższą produktywność przezbieranych maszyn, urządzeń oraz realizowanych procesów technologicznych,
- podniesienie standardów organizacji stanowiska pracy przy przebrojeniu przez uporządkowanie procesu oraz całego wyposażenia związanego z przebrojeniem,
- podniesienie komfortu pracy przy przebrojeniach.

Wdrożenie metody SMED w badanym przedsiębiorstwie wymagało sporego zaangażowania czasowego od pracowników zatrudnionych przy obsłudze linii technologicznych oraz realizacji poszczególnych etapów procesu produkcyjnego. Niekiedy było to traktowane jako istotna wada tej metody. Skrócenie czasu przebrojeń przyniosło wiele korzyści. Poświęcenie czasu na działania doskonalące jest konieczne do osiągnięcia znacznych rezultatów w dłuższym terminie czasu.

4. Podsumowanie

Celem artykułu było ukazanie sposobu wykorzystania metody SMED w badanym przedsiębiorstwie rozlewającym wodę i napoje gazowaną w odniesieniu do badanej maszyny etykietującej. Przedsiębiorstwo dążąc do ograniczenia wszelkich przestojów w trakcie produkcji wdrożyło metodę SMED. Pierwsze skrócenie czasu przebrojeń zostało przeprowadzone na etykieta- ciarce – maszynie wykorzystywanej do przyklejania etykiet na butelkach. Wdrożenie metody SMED przebiegało etapami, zgodnie z metodologią skracania czasu przebrojeń. W efekcie, dzięki przeprowadzonemu przebrojeniu zlikwidowano czynności, które dotychczas realizowano bez potrzeby, a także dokonano zmiany czynności z zewnętrznych na wewnętrzne. Pozwoliło to znacząco, bo aż 67,4% ograniczyć czas przebrojenia tej maszyny. Dowodzi to, że wykorzystanie metody SMED pozwala na znaczące zaoszczędzenie czasu przebrojenia maszyn.

Wdrożenie SMED w badanym przedsiębiorstwie wymagało zastosowania odpowiednich technik. Przedsiębiorstwo zdecydowało o wykorzystaniu techniki wizualizacji. Z uwagi na fakt, iż pozwala ona na dostępność i czytelność informacji, a przy tym szybkie wychwycenie i poinformowanie o wszelkich odchyleniach od wymaganego stanu, uznano, że jej zastosowanie pozwoli na sprawne wdrożenie i implementację metody SMED. Dzięki tej technice możliwe stało się ograniczenie awaryjności maszyn i poprawę czasu ich naprawy.

Z treści artykułu płynię kilka wniosków. Zastosowanie metody SMED pozwala przede wszystkim na skrócenie czasu przeobrajania maszyn i skrócenie cyklu produkcyjnego. Ponadto, dzięki zastosowaniu tej metody możliwa jest lepsza kontrola realizowanych procesów przeobrajania, zwiększenie elastyczności produkcji, a także zmniejszenie awaryjności maszyn.

Literatura

- [1] Bhasin S., *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Springer International Publishing. London 2015.
- [2] Chabowski P., *Skracanie czasu przebrojeń poprzez działania SMED – studium przypadku*. Zeszyty Naukowe AGH w Krakowie, 2016, nr 2, s. 507-517.
- [3] Mazur A., Gołaś H., *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*. Wyd. Politechniki Poznańskiej. Poznań 2010.
- [4] Nowacki M., *Zarządzanie produkcją w praktyce*. Wydawnictwo Wiedza i Praktyka. Warszawa 2006.
- [5] Kowal S., Knop K., *Wykorzystanie metody SMED do poprawy efektywności pracy stanowiska wytłaczania rurek gładkich*. W: *Zasoby wiedzy i technologii w kreowaniu wartości przedsiębiorstwa*. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menedżerów Jakości i Produkcji, Częstochowa 2017, s. 97-108.
- [6] Kruczek M., Żebrucki Z., *Wykorzystanie techniki SMED w usprawnianiu procesu produkcyjnego*. Logistyka, 2012, nr 2, s. 799-806.
- [7] Łuczak M., Małys M., Jedlińska M., *Współczesne koncepcje i trendy w branży motoryzacyjnej*. Wyd. Advertiva. Poznań 2016.
- [8] Martyniak Z., *Nowe metody organizacji i zarządzania*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej. Kraków 2012.
- [9] Rozwadowski M., *Metoda SMED narzędziem doskonalenia wiodących procesów realizowanych w organizacjach sektora publicznego*. W: *Koncepcje zarządzania współczesnym przedsiębiorstwem*. Red. A. Stabryła. Wydawnictwo Mfiles. Kraków 2010.
- [10] Smuśkiewicz P., *Doskonalenie organizacji procesu przeobrajania maszyn*, Inżynieria Maszyn, 2013, nr 18, s. 97-108.
- [11] Walczak M., *Techniki organizatorskie w strukturze metody SMED*. Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 2010, nr 713, s. 123-137.
- [12] Wolniak R., *Metody i narzędzia Lean Production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle*. W: *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Red. R. Knosala. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2014.
- [13] Pacana A., Czerwińska K., *Improving the quality level in the automotive industry*. Production Engineering Archives, 2020, 26/4, 162-166.
- [14] Pietraszek J., Radek N., Goroshko Andrii V. *Challenges for the DOE methodology related to the introduction of Industry 4.0*. Production Engineering Archives, 2020, 26/4, 190-194.
- [15] Staniszevska E., Klimecka-Tatar D., Obrecht M., *Eco-design processes in the automotive industry*. Production Engineering Archives, 2020, 26/4, 131-137.