

Grzegorz Pawlak

Łukasz Górka

Tenneco Automotive Polska

EGZEMPLIFIKACJA INNOWACJI TECHNOLOGICZNEJ W PROCESIE PRODUKCJI CZĘŚĆ SAMOCHODOWYCH. STUDIUM PRZYPADKU

Wprowadzenie

Współczesny i dynamiczny świat biznesu jest coraz bardziej wymagający wobec kadry kierowniczej, a tradycyjne metody i techniki zarządzania często zawodzą w obliczu nagłych kryzysów, ale i także nieoczekiwanych szans. Prowadzenie firmy zmienia się w nawigację po nieprzewidywalnym otoczeniu, kryjącym nieograniczone możliwości i groźne pułapki¹.

W krajach rozwiniętych gospodarczo można znaleźć wiele przykładów nowoczesnie zbudowanych i zarządzanych systemów produkcyjnych. Mogą być one wzorcami do modernizacji i usprawniania bardziej tradycyjnych systemów wytwórczych. Poza nielicznymi przypadkami trudno powiedzieć, że są to rozwiązania będące w całości wyrazem jednolitej koncepcji metodologicznej i nowatorskiej filozofii zarządzania. Nowoczesne systemy produkcyjne to najczęściej zbiór wielu metod, często arbitralnie dobranych i odzwierciedlających różne aktualne „mody”, jak i sprawdzone od lat rozwiązania. Należy również dodać, że spora część nowoczesnych metod produkcji była już dawno opracowana, ale dopiero rozwój informatyki oraz „nowe” wymagania rynku, stawiające na pierwszym miejscu indywidualizm klienta i jego potrzeby, pozwoliły je wdrożyć i efektywnie wykorzystać². Każde nowe podejście do zarządzania wy-

¹ J. Bernais, J. Igram, T. Kraśnicka: ABC współczesnych koncepcji i metod zarządzania. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2010, s. 11.

² K. Bolesta-Kukulka, A. Chrostowski: Zarządzanie. Teoria i praktyka. PWN, Warszawa 1997, s. 296-297

maga czasu, który potwierdzi bądź podda w wątpliwość jego założenia. W fachowej literaturze można spotkać charakterystyki metod będących w różnych studiach badań empirycznych. Niestety menedżerowie chętniej dzielą się informacjami o swoich sukcesach niż o porażkach, stąd trudno wskazać te koncepcje, które najlepiej sprawdziły się w praktyce, a zwłaszcza w polskich realiach³.

1. Geneza Lean Management

Koncepcja odchudzonego zarządzania ma swoje źródło w odchudzonej produkcji (Lean Production), która po raz pierwszy została zastosowana w japońskim koncernie samochodowym Toyota przez szefa produkcji T. Ohno. Nazwa koncepcji jest pochodzenia amerykańskiego i oznacza smukłość i przystosowanie⁴. Z podejściem odchudzonego przedsiębiorstwa mamy do czynienia, kiedy z procesu produkcyjnego wyeliminuje się wszelkiego rodzaju marnotrawstwo. Podejście takie to nie tylko czysto proceduralna technika wyszczuplania firmy, ale także budowa nowej kultury w przedsiębiorstwie oraz świadome sterowanie procesami, które uzmysławiają pracownikom tworzenie przez nich wartości w postaci produktu finalnego⁵.

Historia Lean Management rozpoczyna się w latach 60. XX wieku, kiedy to właśnie Taichi Ohno rozpoczyna trwające 20 lat eksperymenty z różnymi technikami i koncepcjami zarządzania, możliwymi do zastosowania w fabrykach Toyoty, gdyż wykorzystywane dotychczas na zachodzie (m.in. w koncernie Ford) systemy masowej produkcji nie były możliwe do zastosowania w Japonii ze względu na:

- brak odpowiednich zasobów,
- brak przestrzeni na potrzeby fabryk dla masowej produkcji,
- odmiennego stosunku pomiędzy pracownikami i pracodawcą.

Zachodni system produkcji masowej nie był zgodny z Japonią pod względem geograficznym i kulturowym, dlatego Taichi Ohno poprzez proces eliminacji różnych technik i koncepcji określił założenia, na których mógł oprzeć się Lean Management. System ten od lat 80. XX wieku stał się najbardziej efektywnym systemem produkcji, jaki stworzono do tej pory.

³ J. Bernais, J. Igram, T. Kraśnicka: Op. cit., s. 11

⁴ Z. Martyniak: Nowe metody i koncepcje zarządzania. Akademia Ekonomiczna, Kraków 2002, s. 101.

⁵ M. Dłubak: Mapowanie strumienia wartości jako drogowskaz na ścieżce do wyszczuplonego przedsiębiorstwa. „ABC Controllingu”. Dodatek do „Controlling i Rachunkowość Zarządcza” 2004, nr 7, s. 1.

2. Redukcja ograniczeń – metoda SMED

Przezbieranie maszyny i urządzeń produkcyjnych w celu przygotowania ich do wytwarzania nowego produktu wymaga czasu. Znalezienie sposobów jego zmniejszenia jest celem działań menedżerów odpowiadających za procesy produkcyjne. Szybkie zmiany to nie tylko oszczędność kosztów, zwiększenie wydajności, ale również i sposób na likwidację w procesie „wąskich gardeł”⁶. Podsumowanie filozofii metody SMED zostało przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Cechy metody SMED

Czym jest redukcja czasów przebrojeń?	Czym redukcja czasów przebrojeń nie jest?
1. Jednym z wielu narzędzi prowadzących do stworzenia procesów Lean poprzez eliminację marnotrawstwa i zbędnych czasów. 2. Narzędziem do obniżania kosztów. 3. Nisko kosztową metodą na zwiększenie zdolności posiadanego wyposażenia. 4. Drogą na znaczne zmniejszenie wielkości partii produkcyjnych. 5. Oznacza zatrudnianie ludzi przejmujących odpowiedzialność za procesy.	1. Programem do eliminacji zatrudnienia. 2. Panaceum na zastąpienie złego zarządzania czy złego layoutu procesu. 3. Postulatem na poniesienie znacznych nakładów finansowych w celu uzyskania znaczących korzyści.

Podjmując próbę oceny możliwości zastosowania metody Shigeo Shingo we współczesnych firmach, należy przede wszystkim dostrzec jej skuteczność mierzoną rezultatami osiąganymi przez przedsiębiorstwa japońskie. Jej walorem jest także prostota, jasne założenia, SMED to przede wszystkim odwołanie się do wiedzy, doświadczenia i kreatywności wszystkich pracowników, co w kontekście nowego podejścia do zasobów ludzkich (jako kapitału) potwierdza aktualność tego instrumentu zarządzania. Sceptycy będą być może podkreślać silne zakorzenienie kulturowe systemu Shigeo Shingo utrudniającego jego zastosowanie ma innym gruncie. Niezależnie od tego typu wątpliwości, koncepcja ta jawi się jako wciąż aktualne źródło inspiracji do poszukiwania nieodkrytych jeszcze sposobów zwiększenia produktywności, innowacyjności i efektywności współczesnych przedsiębiorstw⁷.

⁶ M. Bednarek: Doskonalenie systemów zarządzania. Nowa droga do przedsiębiorstwa lean. Difin, Warszawa 2007, s. 87.

⁷ J. Bernais, J. Igram, T. Kraśnicka: Op. cit., s. 175.

3. Charakterystyka obiektu badań

Zakład Tenneco powstał w Rybniku w 1997 roku jako jeden z kilku europejskich oddziałów amerykańskiego przedsiębiorstwa zajmującego się produkcją podzespołów samochodowych, głównie takich, jak układy wydechowe oraz amortyzatory. Fabryka w Rybniku miała specjalizować się początkowo tylko w montażu końcowych tłumików przeznaczonych na rynek wtórny. Wszystkie półprodukty oraz komponenty miały być dostarczane z pozostałych europejskich firm siostrzanych. Dynamiczny rozwój firmy, odpowiedzialne i skuteczne zarządzanie przedsiębiorstwem spowodowały, że obecnie zakład w Rybniku zatrudnia ponad 2000 osób i planowany jest jego dalszy rozwój.

Aktualnie park maszynowy firmy Tenneco stanowi: 18 linii do produkcji puszek tłumikowych, 3 linie do produkcji płaszczy, 64 gniazda do gięcia rur, 24 linie do produkcji tłumików, w tym 36 robotów spawalniczych oraz 37 stanowisk spawania ręcznego. Dodatkowym atutem jest posiadanie przez firmę laboratorium badawczo-rozwojowego, które rozpoczęło swoją działalność w 2005 roku i stanowi bardzo ważny element współpracy przedsiębiorstwa z szeroką gamą klientów.

3.1. Opis problematycznej linii produkcyjnej

Linia produkcyjna, na której wprowadzona zostanie poprawa procesu przezbierania przy użyciu SMED to średniej wielkości linia przystosowana do produkcji seryjnej. Praca na linii produkcyjnej odbywa się przez 24 godziny w podziale 3 zmianowym, po 8 godzin każda zmiana. Na linii produkowanych jest 21 różnych rodzajów układów wydechowych, które w zależności od podobieństwa do siebie można podzielić na trzy rodziny produktów:

- układy jednopuszkowe (układy wydechowe składające się z tylnej puszkii tłumika),
- układy dwupuszkowe (układy wydechowe składające się z tylnej i przedniej puszkii tłumika),
- układy trzypuszkowe (układy składające się z tylnej, środkowej i przedniej puszkii tłumika).

3.2. Pomiar oraz analiza czasów przebrojenia na poszczególnych stanowiskach, wyznaczenie stanowiska Bottle Neck

Pierwszym etapem rozpoczęcia prac mających na celu poprawę procesu przebrojenia było zebranie wszystkich operatorów linii produkcyjnej oraz nakreślenie problemu. Pracownicy linii zostali poinformowani o zamiarach przeprowadzenia SMED na linii produkcyjnej oraz zostali zapoznani z podstawowymi pojęciami związanymi z poprawą procesu przebrojenia. Operatorzy zostali poproszeni o wykonanie „dużego” przebrojenia, w taki sposób jak robili to dotychczas.

Cały przebieg procesu przebrojenia został sfilmowany osobno na każdym ze stanowisk. Dodatkowo prowadzone były obserwacje dotyczące podziału obowiązków pomiędzy pracownikami linii, przygotowaniem oprzyrządowania przed rozpoczęciem procesu przebrojenia oraz realizacji przebrojenia na linii. Tabela 2 przedstawia czasy przebrojenia oprzyrządowania (bez czasu oczekiwania na możliwość wykonania pierwszej dobrej sztuki), które zostały zarejestrowane na poszczególnych stanowiskach oraz ilość osób dokonujących przebrojenia na danym stanowisku.

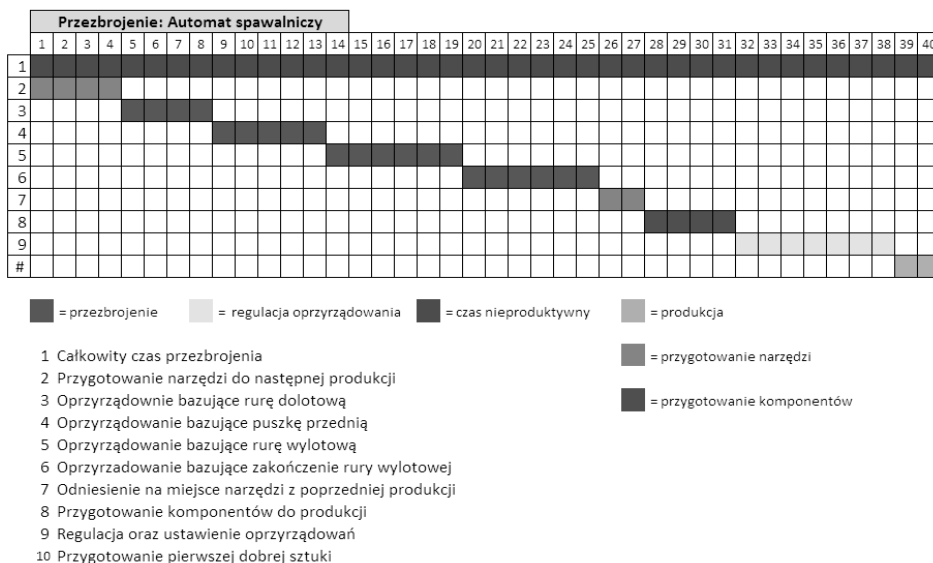
Tabela 2

Czas trwania przebrojenia na poszczególnych stanowiskach

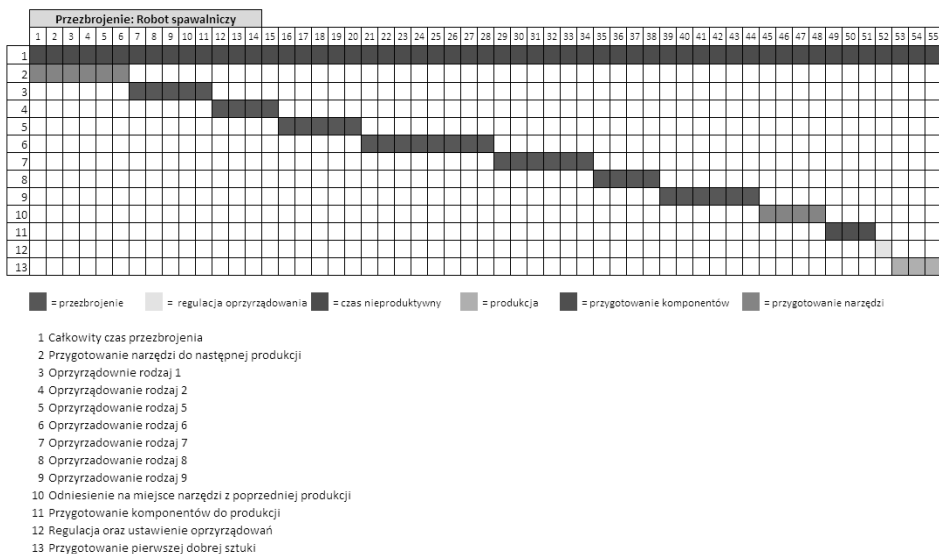
Stanowisko	Czas przebrojenia (min)	Ilość ludzi uczestniczących w przebrojeniu
Automat spawalniczy	40	1
Robot spawalniczy	55	2
Stacja szczelności	17	1
Sprawdzian kontroli geometrii	20	1
Stanowisko zakładania uchwytów gumowych + grawerka	15	1

Przebrojenie całej linii zajęło ok 40 minut – czyli aż 200% założonego czasu. Z analizy powyższego diagramu wynika, że stanowiskiem „Bottle Neck” (w Polsce znane jako „Wąskie Gardło”) jest stanowisko robota spawalniczego, które poprzez najdłuższy czas przebrojenia powoduje konieczność oczekiwania na półprodukt z nowej produkcji przez stanowiska wcześniej już przebrojone, lecz stanowiące następny krok w prociesie.

Jako krytyczne zostały wyznaczone dwa stanowiska, dla których przeprowadzono osobno szczegółową analizę czasu przebrojenia w formie diagramu Gantta. Szczegółową analizę czasu przebrojenia dla krytycznych stanowisk przedstawiają rys. 1 i 2.



Rys. 1. Diagram Gantta przedstawiający czas przebrojenia na stanowisku automatu spawalniczego



Rys. 2. Diagram Gantta przedstawiający czas przebrojenia na stanowisku robota spawalniczego

3.3. Utworzenie planu wdrożenia działań korygujących

Obserwacje i pomiary, a następnie analizy czasu oraz problemów na całej linii produkcyjnej, jak i osobno dla każdego stanowiska pozwoliły na wyszcze-

gólnienie najbardziej znaczących problemów na linii. Na podstawie tych danych stworzony został plan wdrożenia działań korygujących uwzględniający odpowiednio priorytety w zależności od wagi problemu.

Tabela 3

Plan wdrożenia działań korygujących dla poszczególnych problemów

GRUPA PROBLEMU	STANOWISKO	SZCZEGÓLOWY OPIS PROBLEMU	DZIAŁANIE	PRIORYTET W – wysoki S – średni N – niski
Brak wizualnego oznaczenia narzędzi	Robot	Wewnątrz robota spawalniczego znajdują się 4 belki służące do zabazowania układu podczas spawania. Na każdą z nich przypada jednakowy komplet narzędzi dla danego rodzaju produktu.	1. Każda z belek zostanie oznaczona innym kolorem: – belka 1 – kolor czarny, – belka 2 – kolor żółty, – belka 3 – kolor niebieski, – belka 4 – kolor zielony. Poszczególne narzędzia oznaczone zostaną kolorem belki na którą są przeznaczone. Dodatkowo kolorem zostanie oznaczona tylko przednia strona podstawy oprzyrządowania w celu ułatwienia zamontowania oprzyrządowania odpowiednią stroną.	W
	Robot	Problem z identyfikowalnością oprzyrządowania podczas przygotowywania do przebrojenia.	2. Regały, na których znajdują się oprzyrządowania nieużywane w bieżącej produkcji również oznaczone zostaną kolorami według belek, do których przypisane są znajdujące się na nich narzędzia.	S
	Robot, Sprawdzian kontroli geometrii	Problem ze znalezieniem wyznaczonego miejsca na maszynie, na którym narzędzie powinno być zamocowane.	3. Każde z miejsc montażowych podzielone zostanie na 6 podstawowych sektorów, według lokalizacji oraz rodzajów oprzyrządowania, jakie powinny się w nich znajdować. Każde z narzędzi będzie oznaczone symbolem przedstawiającym dany sektor.	W
	Robot, Automat, Stacja szczelności, Sprawdzian kontroli geometrii	Problem ze znalezieniem wyznaczonego miejsca na maszynie, na którym narzędzie powinno być zamocowane.	4. Otwory montażowe na maszynach jak i otwory montażowe w oprzyrządowaniach oznaczone zostaną takimi samymi numerami, co pozwoli operatorom szybko zidentyfikować miejsce narzędzia.	W
	Robot, Automat, Stacja szczelności, Sprawdzian kontroli geometrii	Problem z identyfikowalnością oprzyrządowania podczas przygotowywania do przebrojenia.	5. Regały oraz pola odkładcze na narzędzia podzielone zostaną na lokalizacje oraz oznaczone numerami narzędzi, które na danej lokalizacji powinny się znajdować.	W

Tabela 4

Plan wdrożenia działań korygujących dla poszczególnych problemów

GRUPA PROBLEMU	STANOWISKO	SZCZEGÓŁOWY OPIS PROBLEMU	DZIAŁANIE	PRIORYTET W – wysoki S – średni N – niski
Brak wykonywania czynności zewnętrznych	Robot, Automat, Sprawdzian kontroli geometrii, Stanowisko zakładania uchwytów gumowych + grawerka	Proces przygotowania narzędzi do następnej produkcji następuje dopiero po zakończeniu produkcji aktualnej.	6. Separacja czynności wewnętrznych i zewnętrznych. Ustalenie standardu przygotowania oprzyrządowania jako czynność zewnętrzna, dla stanowiska Robota spawalniczego z uwagi na dużą ilość narzędzi – pomoc Brygadzysty.	W
Brak specjalistycznych narzędzi	Robot, Automat	Narzędzia na robocie oraz automacie spawalniczym przykręcane są śrubami imbusowymi za pomocą kluczy imbusowych.	7. Klucze imbusowe zastąpiono: w przypadku robota – klucz grzechotkowy wyposażony w nasadkę imbusową, w przypadku automatu – wkrętarka elektryczna wyposażona w końcówkę imbusową.	N
Utrata czasu na przygotowanie komponentów	Robot, Automat	Utrata dużej ilości czasu na przygotowanie komponentów do nowej produkcji.	8. Komponenty do nowej produkcji przygotowywane zostają przez brygadzystę, jeszcze podczas produkcji przed przezbrojeniem.	S
Konieczność regulacji	Automat	Utrata dużej ilości czasu na regulację narzędzia dociskającego puszkę przednią. Puszki różnią się rozmiarem, dlatego operator na zasadzie prób i błędów musi odkręcać lub dokręcać śruby dociskające w narzędziu.	9. Eliminacja regulacji – dorobienie drugiego narzędzia dociskającego. Każde z narzędzi jest na stałe ustawione na odpowiednią długość do danego rodzaju puszki.	S
		Utrata dużej ilości czasu na regulację palników spawających puszkę z rurami. W zależności od długości puszki palniki muszą zostać przesunięte na odpowiednie miejsce. Czynność ta wykonywana jest przez operatora na panelu sterującym z przodu automatu – operator nie widzi w czasie rzeczywistym wykonywanej regulacji.	10. Zamówienie przenośnego pilota do ustawiania palników automatu bezpośrednio przy palnikach.	S

3.4. Rozwiązanie problemu

1. Działanie 1, 3, 4:

- oznaczenie belek robota spawalniczego kolorami oraz podział na sektory,
- oznaczenie narzędzi kolorami odpowiednimi do kolorów belek na robocie spawalniczym,
- oznaczenie oprzyrządowania symbolem danego sektora oraz oznaczenie miejsc montażowych na belce jak i na narzędziu.

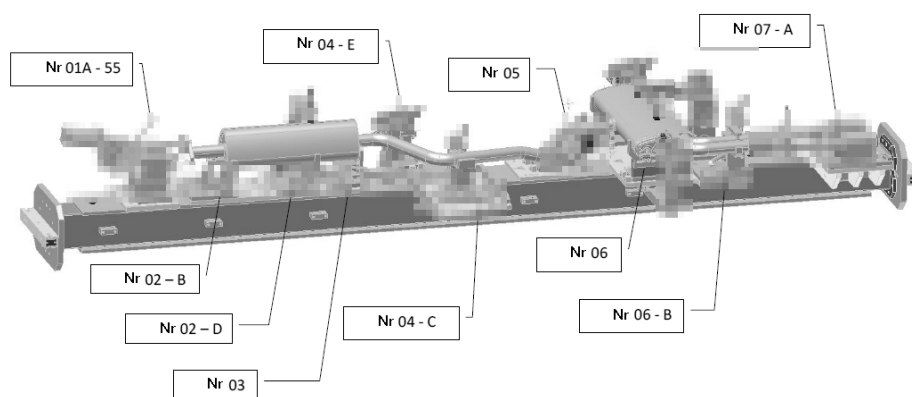
2. Działanie 2, 5:

- oznaczenie regałów kolorami belek robota spawalniczego oraz przydzielenie i opisanie lokalizacji konkretnych narzędzi.

3. Działanie 6:

- w odpowiednim czasie przed koniecznością przebrojenia brygadzysta przekazuje informację operatorom na danych stanowiskach o nadchodzącym przebrojeniu,
- operatorzy podczas trwania cyklu poszczególnych maszyn mają czas, aby przygotować oprzyrządowania potrzebne do następnej produkcji,
- w celu ułatwienia doboru narzędzi potrzebnych do danego rodzaju produktu stworzone zostały mapy oraz matryce przebrojeń posiadające informacje, jakie narzędzia potrzebne są do jakiego rodzaju produktu.

82109893



Rys. 3. Mapa przebrojeń robota spawalniczego dla produktu numer 82109839

4. Działanie 7:

- klucze grzechotkowe zamówione w ilości 4 sztuk – po jednym dla każdego operatora przezbrajającego belkę robota; klucze wyposażone zostały w przedłużki z uwagi na wysokość niektórych elementów narzędzi.

5. Działanie 8:

- odpowiednio przez nastąpieniem przezbroyenia brygadzista składa zamówienie na potrzebne komponenty do produkcji następnego rodzaju produktu; w trakcie trwania przezbroyenia komponenty zostają podstawione przez brygadzystę na wyznaczone miejsca przy każdym ze stanowisk tak, aby operator po zakończonym przezbroyeniu mógł zacząć z nich korzystać bez utraty czasu podczas nowej produkcji.

6. Działanie 9:

- na stanowisku automatu spawalniczego dorobione zostało drugie narzędzie służące do dociskania puszki przedniej podczas spawania; narzędzie do dociskania puszki używa dwóch śrub zakończonych gumowymi końcówkami ustawionymi na odpowiednią odległość; narzędzie przymocowane jest do ruchomego bębna automatu, które w odpowiednim momencie zamyka się z dolną częścią powodując dociśnięcie puszki; mając do dyspozycji 2 narzędzia operator nie musi regulować długości wystawiania śrub dociskających (w celu ułatwienia identyfikacji narzędzia oznaczone zostały kolorami).

7. Działanie 10:

- automat spawalniczy wyposażony został w przenośny pilot do regulowania palników spawających puszkę przednią z rurami, co pozwoli na znaczne skrócenie czasu regulacji, która jest niezbędna ze względu na różne długości puszek spawanych na automacie.

Podsumowanie

Celem projektu było zminimalizowanie czasu przezbroyenia na linii produkcyjnej, które poprzez częste występowanie obniżyło możliwości produkcyjne linii oraz generowało straty dla przedsiębiorstwa. Wykonując obserwacje oraz pomiary czasów przezbroyenia na wszystkich stanowiskach linii produkcyjnej wyznaczono dwa stanowiska, które powodowały największą stratę czasu.

Stosując założenia techniki SMED, w których skład wchodzi m.in. równoległa realizacja operacji, podział czasu na wewnętrzny i zewnętrzny, zastosowanie wizualnych oznaczeń, stworzenie standaryzacji przezbroyeń, udało się zminimalizować czas przezbroyenia o około 70%.

W efekcie czas przebrojenia wyniósł 13 minut, czyli mniej niż zakładano podczas projektowania linii. Możliwości produkcyjne linii wzrosły o przeszło 10 000 sztuk rocznie, a oszczędności zakładu związane ze zminimalizowaniem czasu postoju linii wyniosły przeszło 30 000 zł rocznie.

Bibliografia

- Bednarek M.: Doskonalenie systemów zarządzania. Nowa droga do przedsiębiorstwa lean. Difin, Warszawa 2007.
- Bernais J., Igram J., Kraśnicka T.: ABC współczesnych koncepcji i metod zarządzania. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2010.
- Bolesta-Kukułka K., Chrostowski A.: Zarządzanie. Teoria i praktyka. PWN, Warszawa 1997.
- Dłubak M.: Mapowanie strumienia wartości jako drogowskaz na ścieżce do wyszczuplonego przedsiębiorstwa. „ABC Controllingu”. Dodatek do „Controlling i Rachunkowość Zarządcza” 2004, nr 7.
- Kruczek M., Żebrucki Z.: Prace naukowe Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2008.
- Martyniak Z.: Nowe metody i koncepcje zarządzania. Akademia Ekonomiczna, Kraków 2002.
- Nowoczesność przemysłu i usług. Red. J. Pyka. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa, Katowice 2011.
- Pacan A., Zaborowski M.: Organizacja produkcji z wykorzystaniem metody SMED w przedsiębiorstwie farmaceutycznym. „Zarządzanie Przedsiębiorstwem” 2009, nr 1.
- Peszko A.: Elementy organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem. AGH, Kraków 2002.
- Peszko A.: Podstawy zarządzania organizacjami. AGH, Kraków 2002.

EXEMPLIFICATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN CAR PARTS PRODUCTION PROCESS. A CASE STUDY

Summary

The article features a case study based on the example of Tenneco Automotive Polska. A very dynamic growth, implementation of strategic projects on new production lines required a skillful management of resources and existing limitations, which eventually brought the company to its current position on the market and to gain new customers.

The article highlights techniques and methods of bottle necks management on production lines manufacturing exhaust systems for new model of AUDI A3 vehicle.

In the era of continuously growing customer requirements, one of the most vital management issues for automotive components producers is to search and apply modern and innovative management techniques. Their implementation should enable to achieve goals of the organizations and satisfy their customers' expectations.