

KISIEL Piotr

WYKORZYSTANIE TPM DO ANALIZY FUNKCJONOWANIA SYSTEMU PRODUKCYJNEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono wykorzystanie technik TPM do analizy funkcjonowania systemu produkcyjnego w wybranym przedsiębiorstwie. Przedstawiona została krótka charakterystyka zakładu produkcyjnego, na terenie którego dokonano analiz funkcjonowania systemu produkcyjnego. Następnie wykorzystując wskaźnik OEE wyodrębniono linię produkcyjną pracującą z najniższą wydajnością. Zastosowano narzędzia TPM do znalezienia przyczyn tej sytuacji oraz zaproponowano zmiany mające na celu poprawę całkowitego efektywnego wykorzystania (OEE) wybranej linii produkcyjnej..

WSTĘP

W czasach coraz większej konkurencji na rynku, wprowadzenie nowych rozwiązań stanowi podstawę strategii rozwoju przedsiębiorstwa. W obecnym czasie właściwe wszystkie przedsiębiorstwa wprowadzają w swojej działalności nowe metody zarządzania, które pozwalają na osiągnięcie coraz to lepszych wyników ekonomicznych.

Doskonalenie systemu poprzez wprowadzenie TPM, pozwala na osiąganie lepszych wyników związanych z wydajnością linii produkcyjnych, oraz zachowaniem powtarzalności procesu. TPM umożliwia poprawę efektywności linii produkcyjnej oraz minimalizację kosztów produkcji, poprzez lepsze wykorzystanie posiadanych agregatów produkcyjnych.

1. POJĘCIA PODSTAWOWE

Aby lepiej przedstawić zagadnienie przytoczę kilka podstawowych definicji użytych w artykule.

1.1. Utrzymanie ruchu

W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele definicji odnoszących się do pojęcia Utrzymania. W ogólnym znaczeniu pod tym słowem kryją się powiązane ze sobą działania:

- techniczne;
- organizacyjne;
- zarządcze.

Działania realizowane są podczas eksploatacji obiektów, których podstawowym, a zarazem głównym celem, jest zachowanie lub przywrócenie obiektu do stanu, w którym będzie można z niego w pełni korzystać zgodnie z funkcją. Utrzymanie zostało podzielone na dwie podstawowe grupy:

- zapobiegawcze;

- korekcyjne [1].

Utrzymanie zapobiegawcze, którego główną funkcją jest, ograniczenie do minimum wyeksploatowania używanego obiektu lub pojawienia się awarii. Charakteryzuje się tym, że realizowane jest w określonym z góry czasie, zgodnie z wyznaczonymi wcześniej wytycznymi.

Wyróżnić można kilka odmian utrzymania zapobiegawczego:

- oparte na stanie technicznym – przeprowadzane jest po sprawdzeniu albo monitorowaniu parametrów obiektu. Czynności związane z kontrolą parametrów, mogą być realizowane w sposób ciągły lub okresowy zgodny z ustalonym planem;
- ustalone – prowadzone jest w odróżnieniu do powyższego, bez wcześniejszego monitorowania obiektu np.: kontroli licznika.

Główną grupą jest Utrzymanie korekcyjne, które realizowane jest dopiero po zlokalizowaniu uszkodzenia, podstawowym celem jest doprowadzenie obiektu do stanu, w którym odzyska swoją funkcjonalność.

Utrzymanie korekcyjne dodatkowo można podzielić na:

- odłożone na później - nie jest realizowane zaraz po wykryciu uszkodzenia, ale w późniejszym czasie np.: zgodnie z ustalonym wcześniej harmonogramem.
- „wymagane od zaraz” – które musi zostać zrealizowane od razu po wykryciu uszkodzenia, co pozwoli na zapobiegnięcie ewentualnym negatywnym skutkom uszkodzenia np.: zatarcie silnika lub produkcja wadliwych komponentów.

1.2. Utrzymanie ruchu

Awaria jest główną i podstawową przyczyną utraty zdolności wykonywania wymaganych funkcji.

Skutkiem wystąpienia w obiekcie awarii jest uszkodzenie, które może być:

- częściowe;
- kompletne.

W odróżnieniu do uszkodzenia, awaria traktowana jest jak stan. Mechanizmem awarii, mogą być różnego rodzaju procesy chemiczne i fizyczne, które powodują jej wystąpienie. Może być skutkiem jednego lub wielu czynników m.in.:

- nieprawidłowe eksploataowanie obiektu;
- brak utrzymania obiektu;
- wady podczas wykonywania i montażu.

2. TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

W dosłownym tłumaczeniu z języka angielskiego TPM oznacza, całkowite wydajne utrzymanie, którego celem w odróżnieniu od tradycyjnego modelu jest utrzymanie obiektu technicznego, w stanie umożliwiającym dobre i bezpieczne prowadzenie procesów produkcyjnych [3].

Głównymi założeniami tej metodologii jest doprowadzenie do zera:

- awarii maszyn i urządzeń;
- wad związanych z produktem;
- wypadków podczas pracy.

Technika TPM, nie była od razu kompleksową metodą działania gwarantującą 100% sukces. Posiada bardzo długą historię, podczas której ciągle była rozwijana i ulepszana pod kątem postępowania z obiektami technicznymi. W tabeli 1 została przedstawiona droga ewolucji techniki TPM. Jak widać, już w latach pięćdziesiątych zaczęto dostrzegać problemy związane z utrzymaniem płynnej produkcji w przedsiębiorstwach i koniecznością ciągłego poszukiwania nowych rozwiązań.

Tab. 1. Rozwój TPM [2]

Przed 1950	Breakdown Maintenance	Time Based Maintenance
Lata 50	Preventive Maintenance	
Lata 50	Productive Maintenance	
Lata 60	Corrective Maintenance	
1971	Total Productive Maintenance	Condition Based Maintenance
Lata 80	Predictive Maintenance	

Istotą Total Productive Maintenance jest absolutna koncentracja na zrealizowanie zysku, czyli Total profit, priorytetem nad planem jest prowadzenie konserwacji obiektów technicznych - Total prevention oraz eliminacja problemów, poprzez prace zespołową na każdym szczeblu, czyli Total Management [3].

Wprowadzenie Total Productive Maintenance powoduje, że wszyscy odpowiadają za utrzymanie maszyn w bardzo dobrym stanie wizualnym i technicznym. Bardzo ważnym elementem w tej metodzie jest to, że do udziału w utrzymaniu zaangażowani są operatorzy [6], ponieważ to oni jako osoby pracujące w bezpośrednim kontakcie z obiektem technicznym, dysponują najlepszą i najszerszą wiedzą dotyczącą występujących awarii oraz ich potencjalnych przyczyn. Operatorzy zostają włączeni do prac związanych z utrzymaniem ruchu, oraz czynnościami związanymi z usprawnieniem na stanowisku pracy.

Kluczowe w TPM jest nadanie priorytetu:

- przeglądów;
- skoncentrowanie się bardziej na obiektach technicznych, niż nad planem produkcji.

Podstawowe różnice pomiędzy podejściem tradycyjnym tzw. Breakdown Maintenance, a TPM - Total Productive Maintenance zebrane zostały w tabeli 2.

Tab. 2. Dwa podejścia Utrzymania Ruchu [1]

	Breakdown Maintenance	Total Productive Maintenance
Maszyna	Jeśli działa, to nie ruszaj	Praca zespołowa w celu wykrywania i usuwania strat
Priorytet	Plan Produkcji	Prewencja
Działanie	Naprawa Awarii	Prowadzenie przeglądów, konserwacji
Modyfikacja maszyny	Nie wykorzystana z braku czasu lub chęci	Wykonywana na każdej krytycznej maszynie
Organizacja	Utrzymanie ruchu oddzielnie od produkcji	Utrzymanie ruchu zintegrowane razem z produkcją

W technice TPM wykorzystywany jest wskaźnik efektywnego wykorzystania linii tzw., OEE (ang. Overall Equipment Effectiveness) [4,5]. Wskaźnik na poziomie 100% informuje o tym, że:

- linia pracuje z odpowiednią wydajnością (taktem);
- jest dostępna przez cały wymagany czas;
- produkowane wyroby są odpowiedniej jakości.

Wskaźnik OEE charakteryzuje całkowite wykorzystanie linii produkcyjnej. Jest międzynarodowym standardem pozwalającym porównywać między sobą zakłady przemysłowe z tej samej branży.

3. ANALIZA FUNKCJONOWANIA WYBRANEJ LINII PRODUKCYJNEJ

Obiektem poddanym analizie jest linia pakująca w jednym z zakładów branży spożywczej. Wzrost zapotrzebowania na produkty oferowane przez zakład wymusił zmaksymalizowanie wykorzystania linii produkcyjnych w przedsiębiorstwie, bez obniżenia jakości produkowanych wyrobów. Stąd też wykonano ocenę wykorzystania poszczególnych urządzeń we wszystkich liniach produkcyjnych. Okazało się, iż wąskim gardłem systemu produkcyjnego jest jedna z linii pakujących. Postanowiono więc wykorzystać techniki i narzędzia TPM aby podnieść niezawodność i wykorzystanie wspomnianej linii.

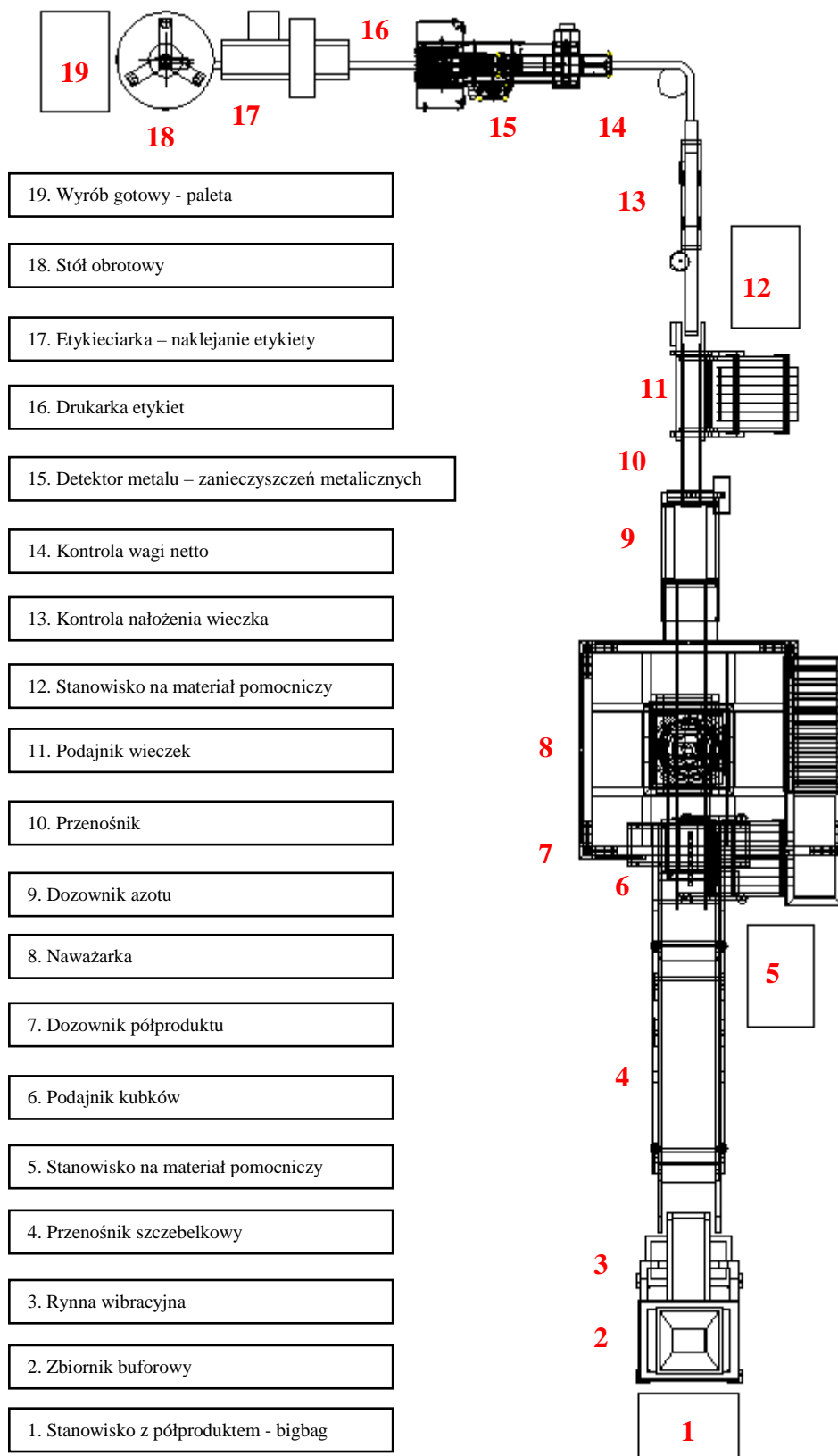
Przedmiotem badania jest linia pakująca potocznie nazywana linią kubków ze względu na rodzaj stosowanego na linii opakowania jednostkowego, którym jest kubek PVC. Do którego pakowany jest półprodukt w atmosferze gazu obojętnego, a następnie zabezpieczany jest wieczkiem. Na rysunku 1 przedstawiony został fragment linii pakującej odpowiedzialnej za operację dozowania produktu do opakowania jednostkowego.



Rys. 1. Linia pakująca
Źródło: opracowanie własne

Operator podczas realizowanego procesu pakowania wykonuje następujące czynności (wg rys.2):

- wybranie odpowiedniego zlecenia z panelu sterowniczego;
- przygotowanie półproduktu w wyznaczonym miejscu (1);
- przygotowanie opakowań (5,12)
- uzupełnianie kaset dozujących oraz wieczek (6,11);
- regulacja podawanego gazu obojętnego (9);
- regulacja temperatury zgrzewu folii ochronnej (9);
- ustawienie tzw. Checkweighera (15);
- test metal detektora (3 próbki) (14);
- przygotowanie tekstu na drukarce etykiet – dno kubka (16);
- założenie rolki z etykietą na wiezka (17);
- synchronizacja etykieciarki (17);
- uruchomienie stołu odstawczego (18);
- wsypanie półproduktu (2);
- ustawienie wagi (8);
- kontrola pracy całej linii.

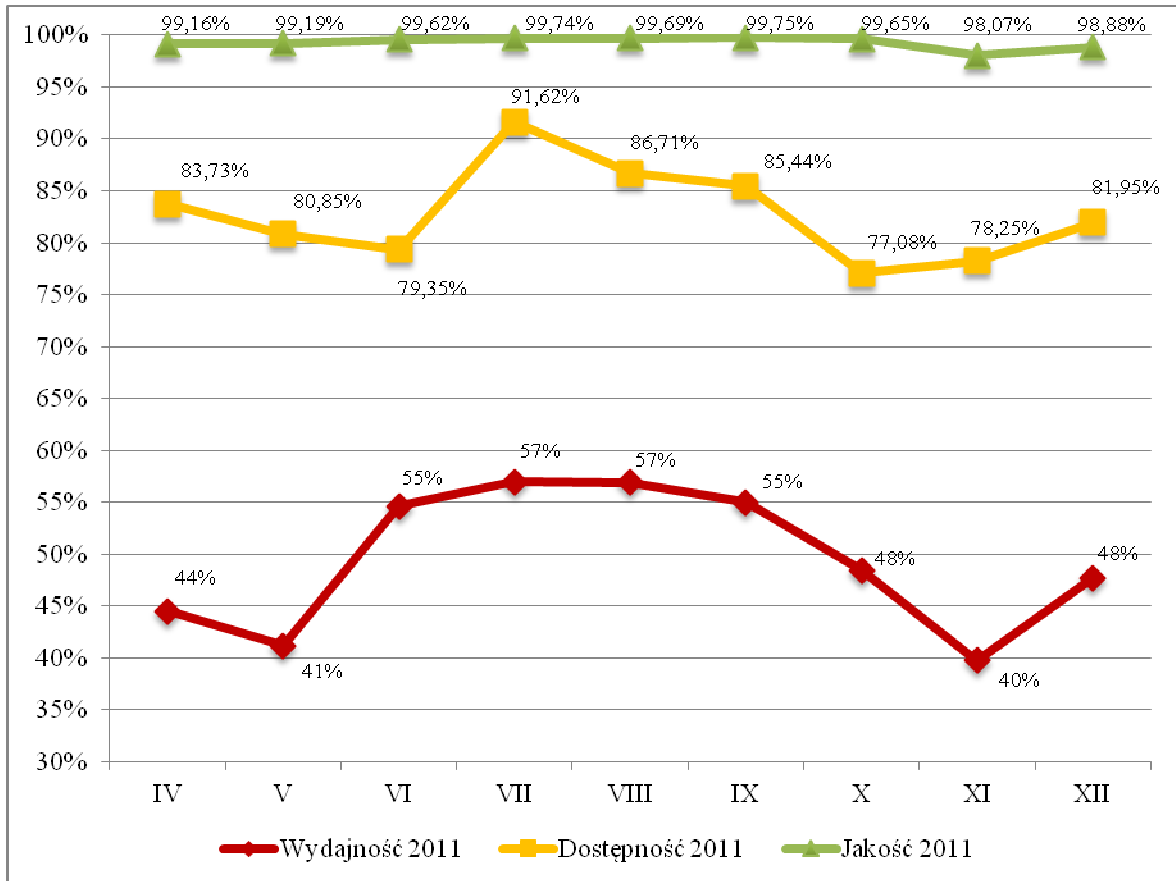


Rys. 2. Schemat analizowanej linii produkcyjnej

Linia pakująca pomimo nowoczesnej budowy nie jest wykorzystywana nawet w 50%, co jest skutkiem częstych awarii jakie na niej występują. Przestoje generują duże straty

rzeczywistego czasu pracy linii produkcyjnej, co sprawia, że rzeczywista wartość wskaźnika OEE dla linii wynosi 40%.

Analizując zebrane dane można zauważyć, że dwa parametry mają kluczowy wpływ na niskie wykorzystanie linii produkcyjnej - są to dostępność i wydajność linii. Zależności pomiędzy tymi parametrami a wartościami współczynnika OEE przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Kształtowanie elementów wskaźnika OEE dla wybranej linii

Źródło: opracowanie własne.

Duża złożoność operacji oraz wymogi jakie należy wykonać podczas obsługi linii powoduje, że maszyna często pracuje z statusem „wolna praca” tzn., realizuje założoną normę maksymalnie w 80%. Czynniki, które mają na to wpływ, to wszelkiego rodzaju operacje związane z regulacją parametrów takich jak:

- czas zrzutu produktu;
- regulacja podawania kubków;
- regulacja podawania wieczek;
- regulacja drukarki etykiet;
- ustawienie etykieciarki;
- testowanie detektora metali.

W trybie doraźnym postanowiono przejść na system czterobrygadowy (z dotychczasowego trójbrygadowego). To rozwiązanie gwarantuje co prawda wykonanie planu produkcyjnego przy niskim wykorzystaniu linii, jednak takie działanie nie jest efektywne z punktu widzenia prowadzonego procesu produkcyjnego. Powoduje zwiększenie kosztów związanych z wykorzystaniem samej linii produkcyjnej. Efektem ubocznym jest zwiększenie kosztów związanych z zatrudnieniem dodatkowych osób potrzebnych do uruchomienia systemu cztero brygadowego lub uzupełnieniem braków w obsadzie.

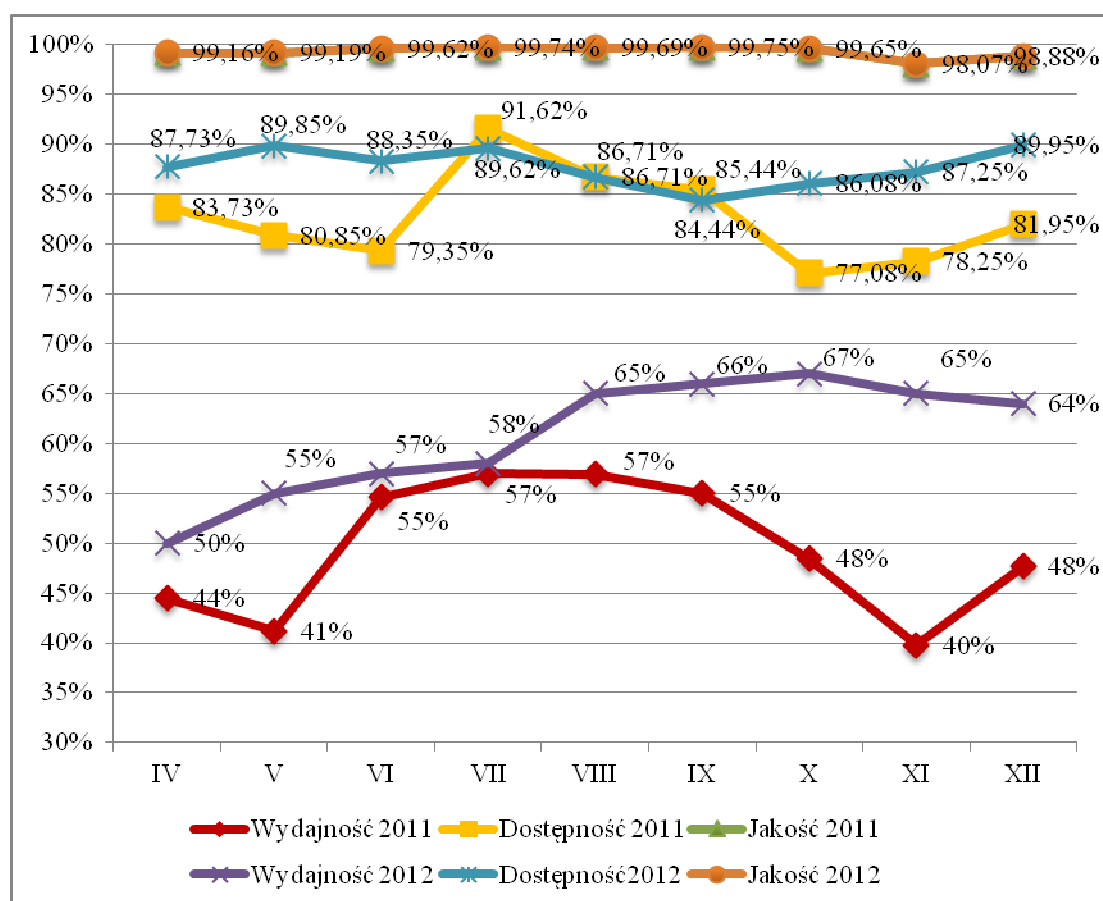
Uruchomienie dodatkowej brygady jest rozwiązaniem tymczasowym i w długim okresie czasu nie gwarantującym wystarczająco efektywnego wykorzystania posiadanej linii produkcyjnej. Konieczne jest wprowadzenie działań korygujących w obszarze wykorzystania samej linii pakującej, co bezpośrednio wpłynie na wzrost wydajności oraz zwiększenia dostępności związanej z brakiem awarii.

W celu identyfikacji powodów przestoju linii wykonano listę kontrolną na której znalazły się tzw. Zasadnicze Punkty Kontroli. Lista ta zawiera 25 pytań na które należy odpowiedzieć przed przystąpieniem do pracy. Lista pytań została przygotowana po konsultacjach z operatorami pracującymi na tej linii i osobami z Utrzymania Ruchu.

Każda niezgodność jest zgłaszana poprzez ZPK. Jeżeli niezgodność nie wpływa na poprawną pracę jest zgłaszana najpóźniej na końcu zmiany do kierownika, który zgłasza zauważone problemy do Utrzymania ruchu. Informacje te pozwalają na wcześniejsze wprowadzenie działań korygujących i niedopuszczenie tym samym do wystąpienia awarii.

Wprowadzone zmiany spowodowały wzrost wydajności i dostępności analizowanej linii produkcyjnej, a tym samym wzrost wartości współczynnika OEE o 11%.

Porównanie wartości parametrów przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Porównanie elementów wskaźnika OEE w latach 2011-2012

Źródło: opracowanie własne.

PODSUMOWANIE

Total Productive Maintenance nie jest nową techniką zarządzania parkiem maszynowym. Bogata literatura opisująca teoretyczne podstawy wraz z praktycznymi wskazówkami dotyczącymi wdrożenia sprawia, że zastosowanie tego akurat systemu wydaje się być

oczywiste. Warto jednakże zwrócić uwagę na kilka problemów z którymi spotykamy się podczas wdrożenia TPM.

Pierwszym wydaje się być włączenie Utrzymania ruchu w proces produkcyjny.

Drugim to szkolenie operatorów maszyn i zachęcanie ich nie tylko do obsługi urządzenia, ale też do brania udziału w usuwaniu usterek i awarii.

Trzecim problemem, chyba najważniejszym jest nieustawianie w dążeniu do doskonałości. Eliminacja nawet drobnych wydawałoby się strat (mikroprzestoje), skutkuje obniżeniem kosztów eksploatacji maszyn, oraz znacznie lepszym ich wykorzystaniem.

BIBLIOGRAFIA

1. Bryke M.: *Wstęp do Kaizen - Efektywność warunkiem przetrwania - skuteczne metody zwiększania produktywności przedsiębiorstw*, KAIZEN Institute Polska, Kraków 2005.
2. Brzeski M., Figas : *Fundamenty TPM*, Lean Vision 2006, http://www.leanvision.com/upload/files/18/Fundamenty_TPM-article.pdf (10.10.2013).
3. Hansensen R.: *Overall Equipment Effectiveness*, Industrial Press, 2001.
4. Michłowicz E.: *Zarys logistyki przedsiębiorstwa*, Wydawnictwa AGH, Kraków 2012.
5. Red. Kornicki L., Kubik S.: *OEE dla Operatorów. Całkowita efektywność wyposażenia*, ProdPress 2009.
6. Red. Kubik S.: *TPM dla każdego operatora*, ProdPublishing.com 2012.

APPLICATION OF TPM IN ANALYSING THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING SYSTEMS

Abstract

This paper describes the use of TPM techniques in analysing the performance of manufacturing systems in selected companies. A brief description of a production plant is given, in which the performance of the manufacturing system is analysed. Then the production line operating with the lowest capacity is distinguished using the OEE index. TPM tools are used to investigate the causes of this situation and changes are proposed to improve the overall equipment effectiveness (OEE) of the chosen production line.

Autor:

dr inż. **Piotr Kisiel** – Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Systemów Wytwarzania, pikisiel@agh.edu.pl