

**WPLYW IMPLEMENTACJI KART PRZEGLĄDÓW NA WYDAJNOŚĆ MASZYN  
W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM**

*Michał ZASADZIEN*  
*Politechnika Śląska*

**Streszczenie:** Inteligentny rozwój powinien być wpisany w strategię każdego przedsiębiorstwa, które pragnie rozwijać się i utrzymać swoją pozycję na konkurencyjnym rynku. W artykule przedstawiono badania związane z wprowadzeniem jednego z elementów systemu Total Productive Maintenance. Zaprezentowano przesłanki do wprowadzenia nowej procedury obiegu informacji o planowanych przeglądach i remontach maszyn, której głównym elementem są karty pracy dla kluczowych maszyn biorących udział w procesie produkcyjnym. Analizie poddano skuteczność nowej procedury poprzez porównanie czasów pracy i przestojów poszczególnych urządzeń przed i po wprowadzeniu nowych procedur. W wyniku przeprowadzonych badań zaobserwowano wzrost efektywnego czasu pracy maszyn, co związane było ze skróceniem czasu przestojów, w szczególności czasem trwania awarii.

**Słowa kluczowe:** przegląd, harmonogram, utrzymanie ruchu, TPM, dokumentacja, remont, lean manufacturing

## **1. WPROWADZENIE**

Aby utrzymać się na rynku zarządy korporacji są zmuszane do poszukiwania oszczędności w wielu aspektach działalności przedsiębiorstw. Drogą do sukcesu nie mogą być redukcje zatrudnienia czy szukania tańszych materiałów. Rozwiązania muszą być bardziej inteligentne łączące ze sobą zadowolenie klientów, wpływ otoczenia przedsiębiorstwa, uwzględniające zmieniające się warunki funkcjonowania i opierające się na posiadanych zasobach. Pomocnymi w tym ciągłym procesie są rozwiązania, metody i narzędzia zawierające się w koncepcji Lean Manufacturing [1].

Jednym ze sposobów polepszenia sytuacji przedsiębiorstw, a tym samym zwiększenia wydajności produkcji i zysków firm jest analizowanie i eliminowanie popełnianych błędów w zarządzaniu produkcją i utrzymaniem ruchu. Przykładem tego może być nieefektywny czas pracy maszyn i urządzeń, ich przestoje spowodowane awariami, stratami szybkości i pracą jałową [5]. Tą stroną pracy firmy zajmuje się przede wszystkim dział utrzymania ruchu. Wprowadzając w procesy utrzymania ruchu zasad inteligentnego zarządzania „Lean” w postaci systemu TPM i jego narzędzi przedsiębiorstwo może osiągnąć wymierne oszczędności w postaci zwiększenia dostępności maszyn biorących udział w procesie produkcyjnym i zmniejszenia kosztów związanych z ich eksploatacją [6].

Celem artykułu jest porównanie skuteczności dwóch systemów obiegu informacji o remontach maszyn i urządzeń w firmie produkującej rury preizolowane. Porównano istniejącą dotychczas procedurę obiegu informacji o planowanych remontach maszyn i urządzeń ze stworzonym na potrzeby firmy nową procedurą, która jest częścią systemu TPM (Total Productive Maintenance) wprowadzanym w badanej firmie. Zbadano postawioną hipotezę, według której nowa procedura jest skuteczniejsza od stosowanej dotychczas.

### 2. DOKUMENTACJA PRZEGLĄDÓW

Dział Utrzymania Ruchu i jego funkcjonowanie nie w pełni satysfakcjonował zarówno pracowników i kierownictwo tego działu, jak i zarząd firmy. Główna wada starego systemu polegała na tym, że trudno było przewidzieć czy w wyznaczonym terminie kontroli danego urządzenia będzie można wyłączyć go z produkcji. Przy długoterminowym planowaniu produkcji nie znano terminów bieżących remontów urządzeń, dochodziło więc do sytuacji, że nie można było tych remontów przeprowadzić. Kierownictwo produkcyjne nie zawsze było w stanie udostępnić pracownikowi Działu Utrzymania Ruchu danych urządzeń do kontroli w terminie, w którym miał odbyć się przegląd. Brak dostępu do informacji o przeglądach na tyle wcześniej, aby zaplanować produkcję i postój maszyny na czas kontroli, często powodował nieterminowość w dokonywaniu przeglądów maszyn i urządzeń. Operator maszyny nie będąc włączony w program dozoru nad swoim narzędziem pracy, przeważnie nie podejmował żadnych kroków w celu poprawienia wydajności danego urządzenia. Do niedoskonałości tej procedury można dodać jeszcze to, że nie wzięto pod uwagę kwestii zamawiania części potrzebnych do remontów oraz czasu ich dostawy do firmy. Częste przekładanie terminów kontroli urządzeń i maszyn znajdujących się na halach produkcyjnych łączyło się z większą ilością powstających awarii i przymusowym postojem maszyny [3]. Niezbędne stało się wprowadzenie działań poprawiających ten stan rzeczy w postaci elementów systemu TPM. Zostało to oparte między innymi na wprowadzeniu kart pracy dla poszczególnych pracowników działu utrzymania ruchu, które wchodzi bezpośrednio w skład nowego systemu obiegu informacji o planowanych kontrolach urządzeń.

Dokumentacja przeglądów maszyn jest prowadzona osobno dla każdej części maszyny i jej komponentów. W skład dokumentacji wchodzi: zdjęcia części i komponentów maszyn, opis zadania dla osoby kontrolującej, a także termin (numery tygodni) planowanego remontu bądź przeglądu. Wizualizacja pomaga nowym pracownikom, a także osobom nie związanym bezpośrednio z przeprowadzaniem serwisów lub przeglądów na lepsze zapoznanie się z maszyną. Na kartach znajdują się wprowadzone terminy przeglądów i kontroli dla każdej maszyny i osobno dla każdego jej podzespołu. W kartach pracy podaje się termin w postaci numeru tygodnia, a komputerowy system wspomagający utrzymaniem ruchu sam przyporządkowuje szczegółową datę serwisu. W niektórych przypadkach, aby przeprowadzić serwis maszyny należy zamówić stosunkowo wcześniej potrzebne materiały lub podzespoły niezbędne do przeprowadzenia remontu. W tym celu w dokumentacji przeglądów wprowadzone są dodatkowe okresy (numery tygodni), w których pracownik działu utrzymania ruchu zobowiązany jest zamówić podzespoły, aby remont maszyny został przeprowadzony w terminie. W ten sposób eliminowane są błędy popełniane przez serwisantów polegające na zbyt późnym zamówieniu części potrzebnych do przeprowadzenia remontu urządzenia.

### 3. PORÓWNANIE SKUTECZNOŚCI SYSTEMU

Aby sprawdzić słuszność wysuniętej hipotezy przeprowadzono badania, podczas których przeanalizowano system funkcjonowania działu utrzymania ruchu wraz z wynikami analiz efektywnego czasu pracy maszyn. Badania przeprowadzono przed oraz po stworzeniu nowej procedury obiegu informacji o planowanych remontach bieżących maszyn – kart pracy wraz z wizualizacją przeglądów, będącą jedną z pięciu głównych obszarów systemu TPM –

Planned Maintenance. Karty pracy wraz z wizualizacją maszyn i ich komponentów zostały wykonane dla trzech głównych maszyn badanej firmy: maszyny piankującej HK 650 i HK 1250.

W celu zbadania strat czasowych pracujących maszyn został zastosowany element wskaźnika OEE. Wskaźnik OEE – Overall Equipment Effectiveness (Całkowita Efektywność Maszyn i Urządzeń) jest kluczowym miernikiem opisującym efektywność sprzętu, który jest używany w przedsiębiorstwie. Wskaźnik ten dotyczy trzech głównych obszarów działalności biznesowej przedsiębiorstwa: dostępność, efektywność wykorzystania oraz jakość produkowanych wyrobów. W opisywanym przypadku badanie wskaźnika przeprowadzono po to, aby zorientować się jakie są straty dostępności produkcyjnej, wykorzystania i jakości maszyny względem czasu brutto jej pracy. Współczynnik OEE jest również miernikiem wdrażanych udoskonaleń oraz pozwala w łatwy sposób obliczyć korzyści wynikające z doskonalenia i eliminacji poszczególnych problemów [4]. W celu obliczenia wskaźnika należy w prawidłowy sposób zebrać dane z produkcji. Operatorzy maszyn odnotowywali wszelkie przestoje urządzeń i zapisywali dane w odpowiednim formularzu. W formularzu wszelkie zatrzymania maszyny odnotowywane są przez operatora w odpowiedniej kolumnie w postaci kresek pionowych odpowiadających pięciominutowym postojom [2]. Formularz przedstawia trzy grupy postojów maszyn:

1. Straty Dostępności: awarie, przebrojenia, regulacje.
2. Straty Wykorzystania: praca jałowa, praca półautomatyczna, brak materiału, zatrzymanie, uruchomienie.
3. Straty Jakości: braki, złom, poprawki, próby technologiczne.

Dane z formularza stanowią podstawę do obliczenia wskaźnika OEE.

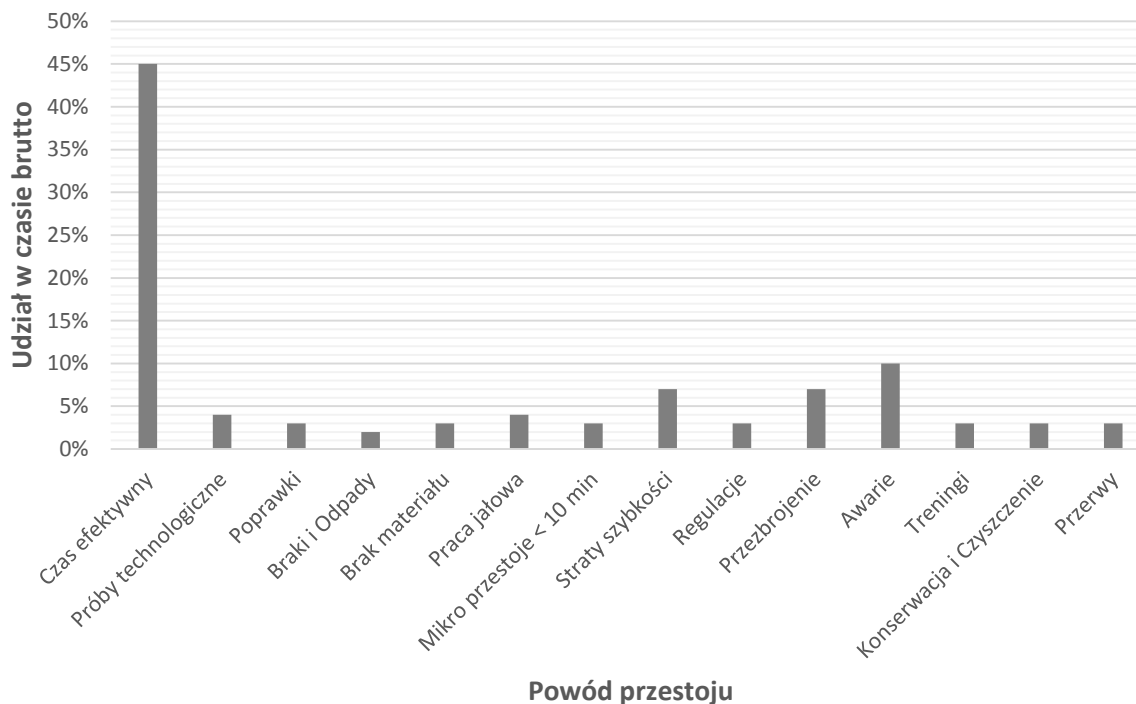
Autor opracowania jak i kierownictwo firmy skupili się na obliczeniu wartości poszczególnych składowych strat, pomijając liczenie ich współczynników (będących podstawą do obliczenia wskaźnika OEE). Metoda ta pozwala na prostsze i mniej pracochłonne porównanie obydwu systemów (starego i nowego), gdyż przy analizie możemy porównywać tylko te straty, które są najważniejsze dla przedsiębiorstwa. Wartość poszczególnych składowych strat obliczana jest w następujący sposób:

$$\frac{S_i}{\text{czas dostępnny brutto}} \times 100\%$$

gdzie:

$S_i$  – czas przestoju z i-tego powodu

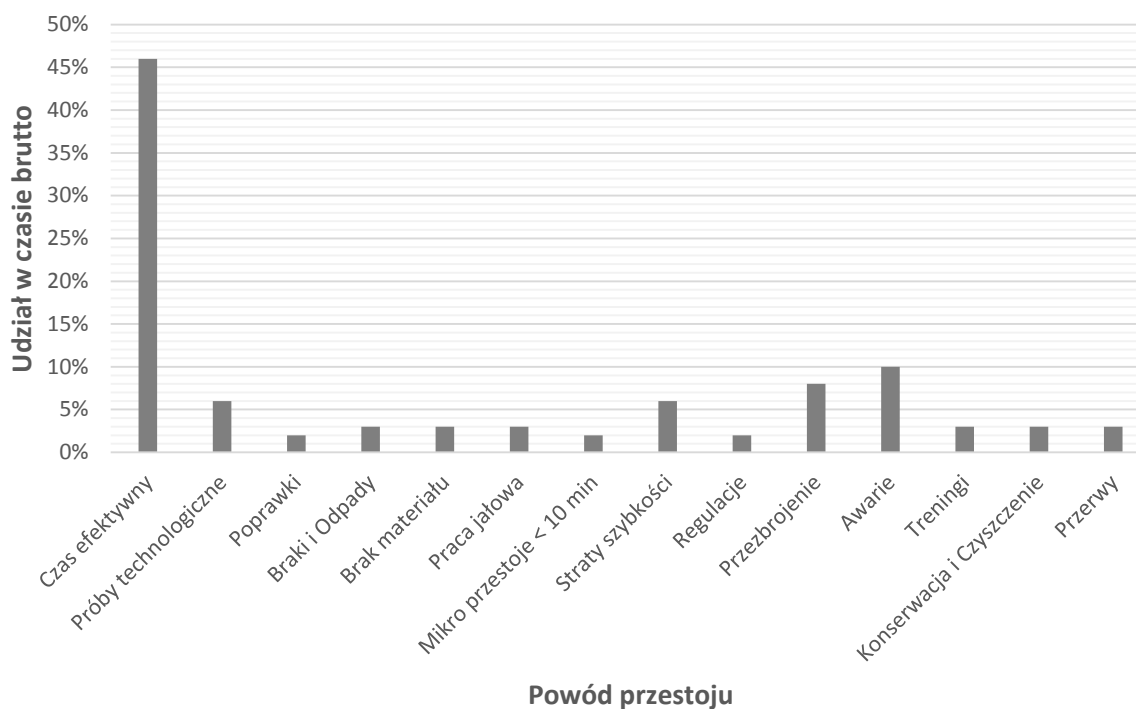
Poniżej przedstawiono procentowe wykresy czasu pracy maszyn przed wprowadzeniem nowej procedury obiegu informacji o planowanych remontach maszyn i urządzeń. Rysunek 1 przedstawia wyniki badań czasu pracy maszyny piankującej HK 650.



**Rys. 1** Czasy pracy i przestołów maszyny piankującej HK 650 przed wprowadzeniem zmian

Efektywny czas pracy tego urządzenia wynosi 45%, natomiast łączny czas strat 55% – ponad połowę czasu przeznaczanego na pracę urządzenie jest wyłączone z produkcji.

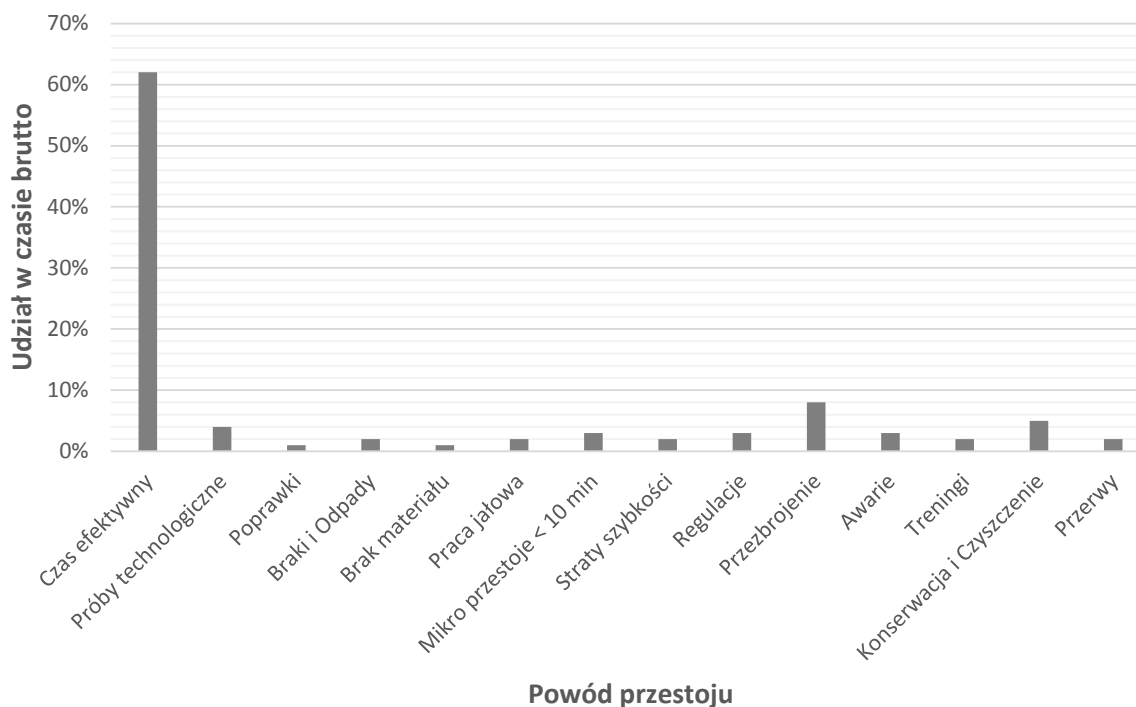
Wyniki czasu pracy dla drugiej, badanej maszyny piankującej prezentuje rysunek 2.



**Rys. 2** Czasy pracy i przestołów maszyny piankującej HK 1250 przed wprowadzeniem zmian

Uzyskane wyniki są bardzo zbliżone do wyników dla maszyny piankującej HK 650. I tym razem straty czasu pracy przekraczają czas efektywny. Różnica wynosi 1% na korzyść dostępności maszyny HK 1250 w produkcji (46% czasu efektywnego) w porównaniu z maszyną piankującą HK 650.

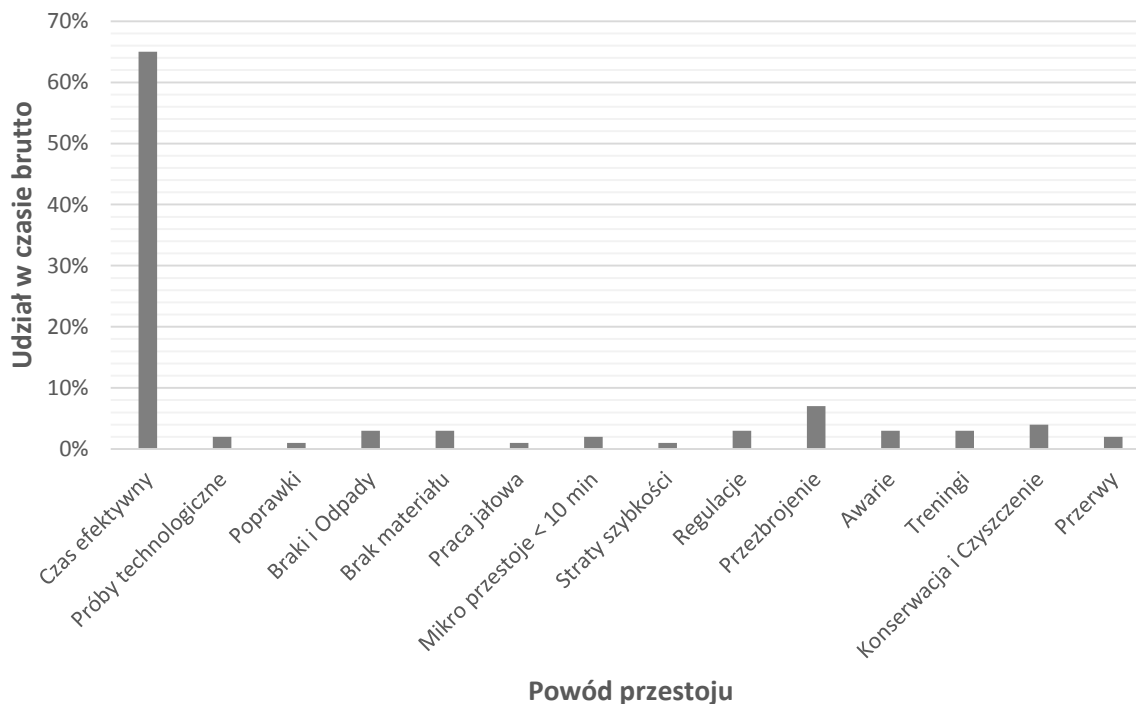
Po wprowadzeniu nowej procedury obiegu informacji o planowanych remontach bieżących maszyn i urządzeń przeprowadzono badania efektywności pracy. Uzyskane dane przedstawiono na wykresach. Rysunek 3 przedstawia zmiany czasu pracy maszyny piankującej HK 650 po wprowadzeniu nowego systemu w utrzymaniu ruchu.



Rys. 3 Czas pracy maszyny piankującej HK 650 po wprowadzeniu nowej procedury

Dane zmieniły się na korzyść i wynoszą 62% dla czasu efektywnego pracy urządzenia (wzrost o 17 punktów procentowych) i 38% dla postojów maszyny. Straty spowodowane awariami (3%) są aż o 9% niższe po wprowadzeniu nowej procedury obiegu informacji o planowanych remontach bieżących maszyn i urządzeń. Starty szybkości spadły o 6%.

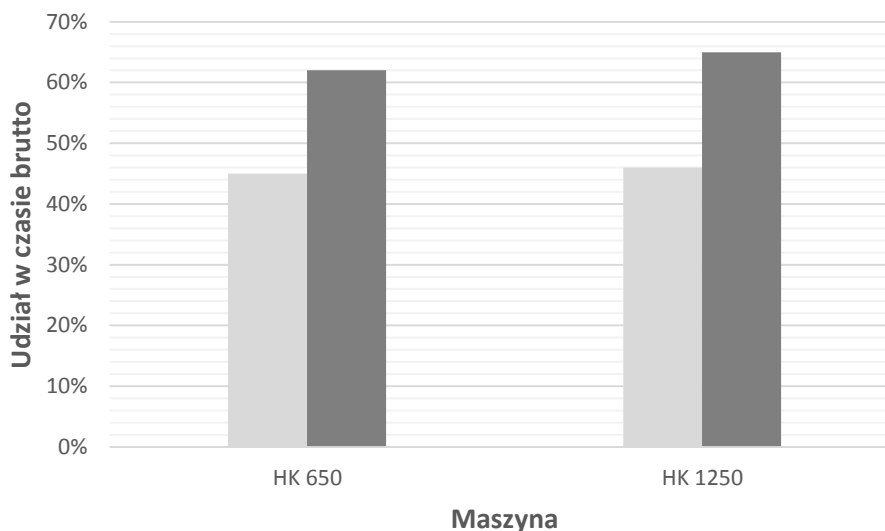
Na rysunku 4 przedstawiono wyniki procentowe czasu efektywnego i strat pracy drugiej z maszyn piankujących (HK 1250).



Rys. 4 Czas pracy maszyny piankującej HK 1250 po wprowadzeniu nowej procedury

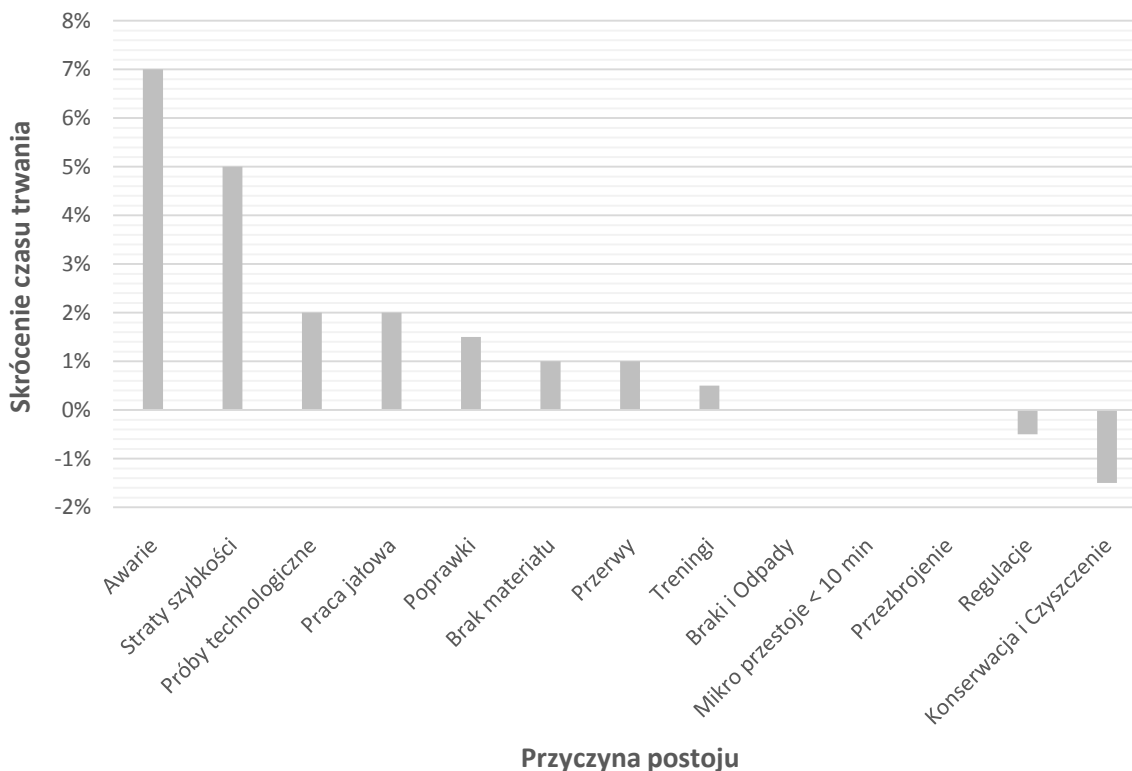
Również w przypadku tego urządzenia wyniki są korzystniejsze w porównaniu z wynikami uzyskanymi z badań starego systemu funkcjonowania utrzymania ruchu. Efektywny czas pracy (65%) wzrósł o 19 punktów procentowych.

Zmiany efektywnego czasu pracy dla wszystkich badanych maszyn prezentuje rys. 5.



Rys. 5 Efektywny czas pracy badanych maszyn przed i po wprowadzeniu nowej procedury

Najbardziej znaczące, średnie spadki czasu przestoju wyrażone w punktach procentowych dla poszczególnych, rejestrowanych zdarzeń prezentuje rysunek 6.



Rys. 6 Skrócenie czasów przestoju

Najbardziej znaczące zmniejszenie czasu przestoju badanych maszyn zaobserwowano w przypadku awarii (o 7 punktów procentowych) oraz strat szybkości – 5 punktów procentowych. Wydłużeniu uległy czasy potrzebne na regulacje i konserwacje, nie przekroczyły one jednak 1,5 punktu procentowego.

#### 4. WNIOSKI

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że:

1. Nowa procedura obiegu informacji o planowanych remontach maszyn i urządzeń poprawiła skuteczność procesu planowania remontów, zwiększyła efektywny czas pracy maszyn i zmniejszyła częstotliwość występowania awarii.
2. Dostępność produkcyjna badanych maszyn dzięki wdrożeniu nowej procedury zwiększyła się średnio o 19 punktów procentowych.
3. Największe skrócenie czasu przestoju zaobserwowano w przypadku awarii i spadków szybkości – średnio, odpowiednio 7 i 5 punktu procentowego.
4. Wprowadzenie nowej procedury spowodowało możliwość planowania remontów z dużym wyprzedzeniem, co pozwoliło na zmniejszenie strat czasu pracy maszyn.

*Artykuł jest wynikiem pracy statutowej o symbolu BK-223/ROZ-3/2015 pt. "Znaczenie inżynierii produkcji w rozwoju innowacyjnych produktów i usług", realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.*

**LITERATURA**

- [1] B. Gala, R. Wolniak. "Problems of implementation 5S practices in an industrial company". *Management Systems in Production Engineering*, no 4(16) pp. 8-14, 2013.
- [2] P. Michalski. "Stworzenie nowej procedury obiegu informacji o planowanych remontach i analiza jej wpływu na efektywność produkcji", ing. thesis, Silesian University of Technology, Zabrze, 2009.
- [3] K. Midor, B. Szczęśniak, M. Zasadzień. "The identification and analysis of problems within a scope of cooperation between traffic maintenance department and production department". *Scientific Journals Maritime University of Szczecin*, no 24, pp. 48-52, 2010.
- [4] S. Nakajima: Introduction to TPM. Portland: Productivity Press, 1988.
- [5] B. Skotnicka-Zasadzień, M. Zasadzień. "Analiza awaryjności maszyn w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym w aspekcie organizacji pracy". *Mechanik*, no 7, pp. 755-762, 2013.
- [6] M. Zasadzień, K. Midor. "Innovative application of quality management tools in a hard coal mine", in *Procc. 15th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining*, Vol. 3, 2014, pp. 545-552.