

# POPRAWA SKUTECZNOŚCI UTRZYMANIA MASZYN W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM – STUDIUM PRZYPADKU

Joanna FURMAN

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono zadania służb utrzymania ruchu, a także zaprezentowano elementy składowe programu efektywnego utrzymania ruchu w przedsiębiorstwach przemysłowych. W opracowaniu szczególną uwagę zwrócono na autonomiczne utrzymanie ruchu (*ang. Autonomous Maintenance, AM*) w ramach strategii TPM. Na przykładzie przedsiębiorstwa produkcyjnego omówiony został proces wdrożenia AM na wydziale wtryskarek, którego głównym celem było usprawnienie czynności obsługowych na poziomie operatora produkcji. Ze względu na ograniczoną możliwość publikowania danych, w artykule zaprezentowano część wyników wdrożenia tego procesu.

**Słowa kluczowe:** efektywne utrzymanie ruchu, TPM, autonomiczne utrzymanie ruchu.

## Wprowadzenie

System techniczny każdego przedsiębiorstwa jest ważnym elementem procesu wytwórczego. Jego zadaniem jest utrzymanie zdolności produkcyjnych na możliwie wysokim poziomie [1]. Służby utrzymania ruchu, prowadząc działania związane z planowaniem i realizacją zadań eksploatacyjnych, dążą do eliminacji problemów związanych z awaryjnością i występowaniem uszkodzeń. Coraz częściej do prac związanych z obsługą maszyn włączani są także operatorzy w ramach autonomicznego utrzymania ruchu w systemie TPM. Angażując operatorów w proste czynności obsługowe (np. codzienne przeglądy, wymianę części, naprawy) można poprawić skuteczność utrzymania maszyn i urządzeń. Wymaga to wielu działań, m.in.: analizy planów przeglądów, analizy prowadzonych czynności podczas przeglądów, analizy dokumentacji związanej z awaryjnością, opracowania i wdrożenia nowych procedur i czynności obsługowych na stanowiskach pracy.

### 1. Zadania służb utrzymanie ruchu

Maszyny i urządzenia będące w różnych stanach technicznych (zdatności, niezdatności) wymagają różnych działań człowieka związanych z podjęciem racjonalnej decyzji, co do dalszej ich eksploatacji. Ogólnie działania te dzieli się na cztery grupy, tj. [2,3]:

- użytkowanie - wykorzystywanie maszyny zgodnie z jej przeznaczeniem właściwościami funkcjonalnymi,

- obsługiwanie - utrzymanie maszyny w stanie zdatości produkcyjnej oraz przywracanie jej wymaganych właściwości funkcjonalnych, dzięki wykonywanym przeglądom, konserwacjom, regulacjom itd.,
- zasilanie - dostarczenie energii,
- zarządzanie (rys.1).

Podejmowanie właściwych decyzji dotyczących działań eksploatacyjnych w przedsiębiorstwach wymaga utworzenia służb utrzymania ruchu (SUR), które są powoływane, aby decyzje i działania związane z prawidłowym funkcjonowaniem parku maszynowego prowadzone były w sposób racjonalny i bezpieczny dla obiektów technicznych i jego otoczenia.

Mimo, iż działalność służb utrzymania ruchu nie tworzy bezpośrednio wartości dodanej, jest ona niezbędna do prawidłowego zarządzania systemem produkcyjnym w przedsiębiorstwie. Uważa się, że proces utrzymania ruchu jest obecnie najważniejszym procesem nieprodukcyjnym (pomocniczym) w zakładach. Dzięki niemu możliwe jest śledzenie stanu eksploatacyjnego obiektów technicznych od samego początku użytkowania. Pracownicy działu UR ponoszą bezpośrednią odpowiedzialność za zapewnienie ciągłości produkcyjnej, utrzymanie mocy produkcyjnej zakładu, minimalizację poziomu awaryjności, bezpieczeństwo użytkowania maszyn czy planowanie inwestycji wykorzystujących nowoczesne technologie [4].



Rys. 1. Grupy działań wymagających podjęcia decyzji eksploatacyjnych przez człowieka [4]

Jednym z problemów działów utrzymania ruchu jest to, że z jednej strony powinny być jak najmniej zauważalne ze względu na koszt oraz czas przeglądów i napraw, a z drugiej strony powinny działać skutecznie. W celu zapewnienia realizacji tych zadań, przedsiębiorstwo powinno posiadać dobrze zorganizowany i zarządzany dział UR [4,5].

Struktura organizacyjno-decyzyjna w dziale utrzymania ruchu powinna w możliwie najlepszy sposób realizować dwie grupy zadań: zadania techniczne oraz dokumentacyjno-informacyjne.

Zadania techniczne obejmują m.in. [2,6]:

- diagnostykę eksploatowanych obiektów,
- organizację racjonalnego użytkowania obiektów technicznych,
- konserwację maszyn i urządzeń,
- budowanie harmonogramów przeglądów i napraw obiektów technicznych,
- obsługę obiektów technicznych (codzienną, okresową, sezonową, zabezpieczającą, diagnostyczną, gwarancyjną),

- gospodarowanie częściami zamiennymi.

Zadania dokumentacyjno-informacyjne dotyczą m.in.:

- gromadzenia informacji o stanie technicznym eksploatowanych maszyn i urządzeń, informacji dotyczących zdarzeń eksploatacyjnych i wykorzystanie ich do predykcyjnego utrzymania ruchu,
- prowadzenia dokumentacji czynności obsługowych,
- ewidencji eksploatowanych obiektów technicznych,
- tworzenia raportów i analiz z przeprowadzonych działań obsługowych.

## 2. Efektywne utrzymanie ruchu

W literaturze przedmiotu [2,4,6] utrzymanie ruchu definiowane jest między innymi jako systematyczna praca polegająca na wykonywaniu zgodnie z systemem przeglądów i napraw działań jednorazowych lub okresowych. Ich celem jest kontrolowanie i ograniczenie stopnia degradacji stanu technicznego obiektów technicznych oraz zapobieganie awariom, a także ich usuwanie w momencie ewentualnego wystąpienia.

Koncepcja prewencyjnej konserwacji i serwisowania maszyn i urządzeń powstała 150 lat temu i wywodzi się od analizy prostych czynności obsługowych. W przedsiębiorstwach przemysłowych dokonano znacznego postępu w zakresie nakładów na utrzymanie ruchu oraz rozwinięto wiedzę i narzędzia wspierające efektywną realizację działań obsługowych. W efekcie doprowadziło to do stworzenia wielu programów, systemów i strategii oferujących różne drogi prowadzące do efektywnego utrzymania ruchu. Uważa się, że utrzymanie ruchu powinno być traktowane jako element znanej z teorii zarządzania przedsiębiorstw doskonałości operacyjnej. W naukach o zarządzaniu efektywność oznacza poprawne i skuteczne wykonywanie właściwych czynności w danym momencie. Dlatego biorąc pod uwagę definicję efektywności oraz główny cel utrzymania ruchu, można określić pojęcie efektywnego utrzymania ruchu. Jest to praca wykonywana według określonego planu w celu zapobiegania awariom lub zmniejszenia ich skutków przy jednoczesnym wykonywaniu tej pracy w jak najbardziej ekonomiczny sposób. Sprecyzowany program efektywnego utrzymania ruchu zawiera m.in. następujące elementy [7]:

- jasno określone cele odnoszące się do unikania defektów maszyn lub łagodzenia skutków awarii (np. dostępność maszyn na poziomie 96% przy wydatkach na utrzymanie ruchu na poziomie 4% kosztów potrzebnych w przypadku wymiany),
- zdefiniowane konsekwencje awarii maszyn (np. straty w zyskach w przeliczeniu na godzinę niezaplanowanego przestoju, problemy z bezpieczeństwem),
- świadomość faktu, że wszystkie strony zaangażowane w utrzymanie ruchu i odpowiedzialne za wydajność parku maszynowego muszą rozumieć jego istotę oraz czuć się odpowiedzialne za osiągnięcie celów z tym związanych,
- formalny plan osiągnięcia założonego celu (np. określona strategia),
- pomiary kontrolne wydajności i postępów w osiągnięciu celów,
- zrozumienie przez wszystkich interesariuszy, „co?” i „kiedy?” powinno być zrobione (np. zastosowanie narzędzi typu analiza przyczyn czy 5S).

Bardzo ważnym czynnikiem dla usprawnienia działań efektywnego utrzymania ruchu jest zaangażowanie pracowników, zarówno służb UR, jak i samych operatorów produkcji. Budowanie zaangażowania (szczególnie wśród pracowników operacyjnych) jest podstawą we wdrażaniu Autonomous Maintenance.

### 3. Autonomiczne utrzymanie ruchu w ramach strategii TPM

Strategia TPM (*ang. Total Productive Maintenance*) - traktowana jako złożona strategia eksploatacyjna [8] - definiowana jest jako ciągły proces obsługi maszyn i urządzeń realizowany w przedsiębiorstwie przez wszystkich operatorów i pracowników działu utrzymania ruchu. Dzięki jego wdrożeniu każda maszyna w procesie produkcyjnym jest zdolna do wykonania zadań, gdyż nie występują zakłócenia w produkcji [9]. Celem systemu TPM jest dążenie do [10]:

- maksymalizacji efektywności wyposażenia (doskonalenie całkowitej efektywności),
- rozwoju systemu utrzymania ruchu (obsługi konserwacyjnej) w celu przedłużenia żywotności wyposażenia,
- zaangażowania wszystkich działów w planowanie, projektowanie i obsługę konserwacyjną maszyn,
- aktywizacji zaangażowania pracowników w obsługę konserwacyjną maszyn.

Nadrzędnym celem TPM jest osiągnięcie poziomu trzech zer (zero awarii, zero braków, zero wypadków przy pracy). Strategia TPM pomaga w tworzeniu nowej kultury organizacyjnej przedsiębiorstwa - dzięki poprawie niezawodności maszyn zmienia się miejsce pracy operatora, jego zachowanie, wartości i kultura pracy. Wzorując się na rozwiązaniu „zero zakłóceń i błędów”, pracownicy nabywają m.in. umiejętności rozpoznawania i eliminowania strat [11]. Strategia TPM zbudowana jest na siedmiu filarach, gdzie najistotniejszym jest autonomiczne utrzymanie ruchu. Autonomiczne utrzymanie ruchu obejmuje działania, których celem jest włączenie operatorów w utrzymanie i konserwację obsługiwanych przez nich maszyn, niezależnie od działu utrzymania ruchu (przeglądy, smarowanie, wymiana części, proste naprawy, wykrywanie nieprawidłowości, kontrola precyzji). W wielu zakładach produkcyjnych utrwalił się tradycyjny podział obowiązków, wynikający ze stereotypu „ja produkuję, a ty naprawiasz”. Zgodnie z nim panuje przekonanie, że za wszelkie działania związane z konserwacją parku maszynowego odpowiadają pracownicy działu utrzymania ruchu. Takie podejście uniemożliwia zmniejszenie liczby awarii, jednakże można je stopniowo eliminować wdrażając TPM. System zakłada przeprowadzenie szkoleń dla operatorów maszyn, które pozwalają odegrać im kluczową rolę w zapobieganiu nieprawidłowościom w wyniku codziennych czynności obsługowych. Do podstawowych celów autonomicznego utrzymania ruchu zalicza się [12]:

- identyfikację i eliminację przyczyn zmienności wydajności,
- dążenie do poprawy wydajności,
- wzrost udziału operatorów w utrzymaniu ruchu maszyn, które obsługują, a tym samym wzrost ich umiejętności,
- wzrost odpowiedzialności operatorów za stan techniczny maszyn,
- integrację działów produkcji i utrzymania ruchu,
- poprawę jakości stanowiska pracy.

Wdrożenie autonomicznego utrzymania ruchu przeprowadza się w siedmiu następujących po sobie etapach (rys.2), co pozwala rozwinąć właściwe umiejętności operatorów oraz dokładnie określić stawiane wobec nich oczekiwania. Pierwsze pięć etapów autonomicznego utrzymania ruchu obejmuje tzw. twarde, mechaniczne aspekty utrzymania maszyn. Są to działania, które służą utrzymaniu odpowiedniego stanu maszyn i zapobiegające nadmiernemu ich zużyciu oraz działania związane z opracowaniem standardów czyszczenia, smarowania, dokręcania mocowań oraz kontroli. Etap szósty koncentruje się na aspektach związanych z porządkowaniem, standaryzacją i wizualnym zarządzaniem utrzymaniem maszyn. Ostatni, siódmy etap polega na prowadzeniu samodzielnych działań przez operatorów na stanowiskach pracy [12].



Rys.2. Etapy autonomicznego utrzymania ruchu [12]

### 3. Poprawa skuteczności utrzymania maszyn na poziomie operatora produkcji – studium przypadku

W analizowanym przedsiębiorstwie produkcyjnym, działającym w branży motoryzacyjnej, decyzję o wdrożeniu strategii TPM podjęto w czwartym kwartale 2015 roku. Etapy implementacji TPM obejmowały:

- wyznaczenie obszarów wdrożenia i określenie harmonogramu działań,
- przeprowadzenie szkoleń dla pracowników,
- opracowanie struktury dla systemu TPM przez wyznaczenie zespołów i ich liderów odpowiedzialnych za wdrożenie w określonym obszarze zakładu,
- wybór obszaru pilotażowego wraz z wyznaczeniem maszyn produkcyjnych,
- ocena efektywności prowadzonych działań.

Obszarem pilotażowym objęty został wydział wtryskarek – do procesu wdrożenia TPM wyznaczono pięć maszyn. Praca w zakładzie odbywa się w systemie trzymianowym.

Dział utrzymania ruchu zatrudnia dziesięć osób, które odpowiadają za stan techniczny maszyn i realizują planowe zadania obsługowo-naprawcze oraz usuwają zgłaszane awarie. Czynności do wykonania w ramach okresowych przeglądów i napraw bieżących wtryskarek realizowane są zgodnie z instrukcją roboczą, a następnie zapisywane w „Karcie rejestracji”. Usuwanie awarii w zakładzie odbywa się według następującej procedury:

- operator powiadamia personel utrzymania ruchu,
- wezwani do awarii pracownicy UR diagnozują problem; jeśli są w stanie – usuwają problem, jeżeli nie – powiadamiają przełożonego (mistrza utrzymania ruchu),
- mistrz UR ocenia wagę problemu i podejmuje decyzję dotyczącą dalszych działań,
- po usunięciu awarii pracownicy sporządzają raport opisujący: czas i rodzaj zdarzenia, typ maszyny, szczegóły zdarzenia, podjęte działania (tabela 1).

Operatorzy wtryskarek, zgodnie z „Instrukcją utrzymania w sprawności i czystości maszyny”, są zobowiązani do:

- oceny sprawności stanowiska przed rozpoczęciem pracy i wykonania określonych czynności według odpowiedniego załącznika,
- utrzymywania czystości na stanowisku pracy podczas zmiany roboczej i usuwania ewentualnych zanieczyszczeń,
- pozostawienia stanowiska w czystości po zakończonej pracy.

Lista czynności wskazanych do wykonania przez operatorów okazała się niewystarczająca (tylko pięć zadań). Często na stanowiskach wtrysku dochodziło do awarii, do których bezpośrednio wzywani byli pracownicy działu UR (np. uszkodzenie czujników/kabli, wyciek powietrza/oleju, brak smaru/oleju, awaria siłownika/taśmociągu/podajnika materiału itp.). Awariom można było zapobiec przez włączenie operatorów do wykonywania większej liczby zadań. W tym celu wprowadzono autonomiczne utrzymanie ruchu, aby rozwinąć umiejętności operatorów i bardziej zaangażować ich w obsługę konserwacyjną maszyn. Proces wdrożenia podzielono na kilka etapów:

1. Opracowanie nowej procedury TPM:
  - analiza istniejących instrukcji,

Tabela 1. Przykładowa historia awarii na wydziale wtrysku

<i>RAPORT - HISTORIA AWARII</i>					
<i>WTRYSKARKA</i>					
Nazwa maszyny		lokalizacja			
Czas zdarzenia	Typ maszyny	Zdarzenie		Opis zdarzenia	
Czas rozpoczęcia	Kodzaj awarii	Znaczenie	Pracownik		
Czas zakończenia	Pracownik	Typ zdarzenia			
2015-08-15 g.12.20	Wtryskarka Typ...			Problem z ustawieniem wysokości formy	Sprawdzenie poprawności działania liniaru pomiarowego jazdy formy.
2015-08-15 g.12.30	Uszkodzenie elektryczne	1			Wykonanie kalibracji ustawienia liniaru pomiarowego formy.
2015-08-15 g.13.45	Awaria		Jan Kowalski		
2015-05-10 g.08.12	Wtryskarka Typ...			Uszkodzony przełącznik pracy maszyny	Zablokowanie styków przełącznika. Zamówienie części.
2015-05-10 g.08.22	Uszkodzenie elektryczne	1			
2015-05-10 g.08.55	Awaria		Jan Kowalski		
2015-05-05 g.06.40	Wtryskarka			Wyciek oleju z silownika agregatu	Wymiana uszczelnień
2015-05-05 g.06.45	Uszkodzenie hydrauliczne	1			
2015-05-05 g.13.50	Awaria		Jan Kowalski		
2015-04-12 g.14.15	Wtryskarka Typ...			Brak zgody na jazdę formy	Wpisany za długi czas zamykania drzwi.
2015-04-12 g.14.56	Uszkodzenie sterowania	1			
2015-04-12 g.15.35	Awaria		Jan Kowalski		
2015-03-21 g.10.25	Wtryskarka Typ...			Przeciek na węźle hydraulicznym	Przeciek przy złączu, wymiana węża.
2015-03-22 g.10.30	Uszkodzenie hydrauliczne	1			
2015-03-22 g.12.40	Awaria		Jan Kowalski		
2015-03-11 g.18.15	Wtryskarka Typ...			Problem z otwarciem drzwi	Urwana śruba.
2015-03-11 g.18.20	Uszkodzenie mechaniczne	2			
2015-03-11 g.18.53	Awaria		Jan Kowalski		
2014-12-20 g.08.50	Wtryskarka Typ...			Uszkodzona grzałka dyszy wtryskowej	Przeciek na dyszy wtryskowej (zwarcie na złączu elektrycznym grzałki dyszy. Wymiana części.
2014-12-21 g.09.12	Uszkodzenie elektryczne	3			
2014-12-21 g.10.15	Awaria		Jan Kowalski		
2014-10-16 g.22.25	Wtryskarka Typ...			Awaria termopary	Wymiana termopary.
2014-10-16 g.22.30	Uszkodzenie elektryczne	2			
2014-10-16 g.01.13	Awaria		Jan Kowalski		

- analiza umiejętności operatorów,
  - dopasowanie instrukcji do umiejętności i możliwości operatorów,
  - zatwierdzenie szczegółów z kierownikiem produkcji,
  - modyfikacja procedury,
  - szkolenie dla operatorów.
2. Opracowanie matrycy kompetencji dla operatorów.
  3. Usprawnienie przeglądów maszyn:
    - analiza ogólnego planu przeglądów,
    - analiza czynności przeglądów,
    - analiza częstotliwości awarii na podstawie historii awaryjności,
    - usprawnienie planu oraz czynności przeglądów.

Na podstawie analizy dotychczas obowiązujących standardów wykonywanych czynności oraz na podstawie raportów o awariach na stanowiskach wtrysku, opracowano nową, udoskonaloną procedurę (rozszerzoną o dodatkowe sześć czynności, tabela 2). Do każdej wskazanej czynności odnosi się odpowiednio oznaczony standard instrukcji, w postaci szczegółowego opisu sposobu wykonania tej czynności przez operatora wraz ze zdjęciem lub schematem, co znacznie ułatwia i usprawnia realizację działań obsługowych. Operatorzy przeprowadzając „inspekcję maszyny” są w stanie wykryć i usunąć proste nieprawidłowości. Na podstawie zgłaszanych problemów, w celu zwiększenia niezawodności wtryskarek, organizowane są regularnie spotkania „efektywnych zespołów pracowniczych”, gdzie z wykorzystaniem prostych narzędzi jakości (np. wykresu Ishikawy, metody 5Why) oraz burzy mózgów tworzone są plany działań, których realizacja ma zapewnić trwałe rozwiązanie problemu na wydziale.

Tabela 2. Uproszczona forma nowej procedury TPM na wydziale wtrysku

Częstotliwość	Sprawdzić przed uruchomieniem	Typ czynności	Podpis pracownika	Standard instrukcji, nr
Raz na dobę	Sprawdzenie poziomu zużytego oleju	Wizualna		1
	Sprawdzenie poziomu oleju hydraulicznego	Wizualna		2
	Sprawdzenie urządzenia bezpieczeństwa	Ręczna		3
	Sprawdzenie urządzenia zabezpieczające młynka	Ręczna		4
Raz na tydzień	Sprawdzenie stanu złączy wodnych i hydraulicznych	Wizualna		5
	Sprawdzenie poziomu smaru	Wizualna		6
	Sprawdzenie czystości filtrów szafy elektrycznej	Wizualna		7
	Sprawdzenie czy dejonizatory nie hałasują (uderzenia mechaniczne)	Sluchowa		8
	Czyszczenie ślizgów	Ręczna		9
	Czyszczenie taśmociągu	Ręczna		10
	Sprawdzić czy nie ma wycieku oleju	Wizualna		11

Kolejnym etapem mającym na celu usprawnienie czynności obsługowych wśród operatorów było opracowanie matrycy kompetencji, będącej zbiorem kluczowych umiejętności pracowników z punktu widzenia przedsiębiorstwa. Matryca obejmuje i określa skalę wiedzy i umiejętności, które powinny charakteryzować pracowników



poszczególnych stanowisk. Punktem wyjścia w tworzeniu matrycy w analizowanym przedsiębiorstwie było określenie najważniejszych umiejętności operatorów wtryskarek. Na tym etapie postawiono pytanie: „jaką wiedzę i umiejętności powinien posiadać pracownik, aby mógł skutecznie realizować zadania autonomicznego utrzymania ruchu?” Przy tworzeniu opisu szczegółowych kompetencji najpierw je zdefiniowano, a następnie ustalono skalę ocen (od A do E) wraz z wyjaśnieniem, tj.:

- A - początkujący pracownik, obserwuje lidera podczas wykonywania zadań, posiada wiedzę teoretyczną, jak wykonać określone czynności,
- B - pracownik wymaga douczenia, pracuje pod nadzorem lidera i nie jest do końca samodzielny,
- C - pracownik kompetentny i samodzielny, potrafi samodzielnie wykonać określone czynności,
- D - dobry pracownik, godny naśladowania,
- E - pracownik doświadczony, potrafi wykonywać zadania niestandardowe z danego zakresu prac.

Umiejętności operatorów wtryskarek oceniane są w odniesieniu do wymaganego na danym stanowisku pracy standardu. Analizując aktualny poziom kompetencji pracowników, uzyskuje się wiedzę o działaniach, jakie musi podjąć operator, aby sprostać tym standardom (np. szkolenia doskonalące). Wzór matrycy kompetencji przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Wzór matrycy kompetencji dla operatorów

MATRYCA KOMPETENCJI OPERATORÓW						
Lista zadań	Poziom trudności zadania: 1 - łatwe 2 - średnio trudne 3 - trudne	Imię i nazwisko				
		Ocena				
1. Sprawdzenie szczelności złączy hydraulicznych	1	A	B	C	D	E
2		A	B	C	D	E
3		A	B	C	D	E

Ostatni etap prac nad usprawnieniem zadań obsługowych, dotyczący usprawnienia przeglądów maszyn, zaplanowano na 2016 rok. Po zakończeniu procesu wdrożenia TPM na wydziale wtrysku, działania zostaną zaimplementowane w kolejnych obszarach przedsiębiorstwa.

### Podsumowanie

Wdrożenie autonomicznego utrzymania ruchu w ramach strategii TPM miało na celu usprawnić czynności obsługowe operatorów maszyn. Pracownicy przeprowadzali codzienne czynności zgodnie z instrukcjami stanowiskowymi, jednak ze względu na powtarzające się liczne drobne awarie, należało udoskonalić obowiązujące procedury. Wprowadzenie nowych standardów i wspomaganie z wykorzystaniem narzędzi wizualnych wszystkimi działaniami związanymi z utrzymaniem maszyn pozwoliło osiągnąć cel. Operatorzy wtryskarek w ramach samodzielnych przeglądów: utrzymują czystość maszyn (wdrożone zasady techniki „5S”), przeprowadzają inspekcję stanu maszyny (manualnie, wzrokowo, słuchowo), wykonują czynności smarowania, czyszczenia, podstawowych regulacji maszyny. Do usprawnienia zadań obsługowych operatorów przyczyniła się także opracowana

matryca kompetencji oceniająca umiejętności pracowników i jednocześnie pokazująca obszary wymagające doskonalenia.

### Literatura

1. Kłos S., Patalas-Maliszewska J.: Badania kluczowych problemów w zarządzaniu utrzymaniem ruchu, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II, Oficyna Wydawnictwo PTZP, Opole 2014, s.678.
2. Legutko S.: Eksploatacja maszyn, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, s.305.
3. Ścieszka S.F., Żołnierz M.: Eksploatacja maszyn. Budowa systemu i zarządzanie systemem eksploatacji, Część 2, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012, s.8.
4. Słowiński B.: Inżynieria eksploatacji maszyn, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2011, s.63.
5. Szadziul R.: Studium eksploatacji maszyn, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006, s.32.
6. Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000, s.216.
7. Reed D.: Efektywne utrzymanie ruchu, Inżynieria i Utrzymanie Ruchu, 2015, Nr 5, s.16.
8. Loska A, Dąbrowski M.: Modelowanie oceny polityki eksploatacyjnej sieciowego systemu technicznego w oparciu o metody taksonomii numerycznej, [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Tom II, Oficyna Wydawnictwo PTZP, Opole 2014, s702.
9. Furman J.: TPM jako poprawa efektywności utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie przemysłowym, XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna "Produkcja i Zarządzanie w Hutnictwie", Zakopane 2008, s.287.
10. Czerska J.: Total Productive Maintenance ([www.zie.pg.gda.pl](http://www.zie.pg.gda.pl)).
11. Bryke M.: Jak skutecznie zbudować i wdrożyć kulturę TPM, Inżynieria i Utrzymanie Ruchu, 2011, Nr 11 ([www.utrzymanieruchu.pl](http://www.utrzymanieruchu.pl)).
12. The Productivity Press Development Team: TPM dla każdego operatora, Wydawnictwo ProdPublishing.com, Wrocław 2012, s.63.

Dr inż. Joanna FURMAN  
Katedra Inżynierii Produkcji  
Politechnika Śląska  
40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8  
tel. (32) 6034341  
e-mail: [joanna.furman@polsl.pl](mailto:joanna.furman@polsl.pl)