

**WDROŻENIE AUTONOMOUS MAINTENANCE JAKO KROK W KIERUNKU
INTELIAGENTNEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ**

*Michał MOLENDĄ
Politechnika Śląska*

Streszczenie: W artykule opisano efekty doskonalenia procesu produkcyjnego jakie uzyskało jedno z przedsiębiorstw przemysłowych dzięki wdrożeniu metody Autonomous Maintenance (AM), która jest jednym z filarów koncepcji Total Productive Maintenance (TPM). Metoda AM została przedstawiona jako element wspierający budowę inteligentnego, czyli samodoskonalącego swoje procesy, systemu zarządzania jakością (SZJ). Główną część niniejszego artykułu stanowi prezentacja wyników badań, które zostały przeprowadzone w jednym z dużych przedsiębiorstw przemysłowych produkującym w Polsce wyroby dla branży samochodowej. Celem badań była ocena skuteczności wdrożenia metody AM jako narzędzia samodoskonalenia procesów przemysłowych w wybranym przedsiębiorstwie. Badania zostały przeprowadzone w roku 2015. Zebrane i porównanie danych z okresu 2 lat tj. roku przed wdrożeniem i roku po wdrożeniu AM, pozwoliło określić skuteczność AM w budowaniu inteligentnego systemu zarządzania jakością.

Słowa kluczowe: Autonomiczne utrzymanie, inteligentny system zarządzania jakością, TPM,

WSTĘP

System zarządzania jakością to system, którego jedyną z funkcji jest ciągle doskonalenie organizacji. Przejawia się to nieustannym poprawianiem efektywności i skuteczności realizowanych w organizacji procesów. Jednym z kluczowych procesów, który powinien być doskonalony w przedsiębiorstwach przemysłowych jest proces produkcyjny. Proces ten powinien być maksymalnie skuteczny i efektywny, gdyż jest jednocześnie głównym generatorem wartości, ale także kosztów dla przedsiębiorstwa. Koszty te związane są ściśle z eksploatacją i utrzymaniem podstawowego zasobu procesu produkcyjnego jakim jest park maszynowy. Dlatego poprawa efektywności procesu produkcyjnego w pierwszej kolejności powinna mieć związek z ograniczeniem kosztów utrzymania i eksploatacji maszyn i urządzeń. Biorąc pod uwagę koszty związane z nieplanowanym wyłączeniem urządzeń z eksploatacji oraz kosztami usuwania awarii, nie dziwi fakt, iż szeroko rozumiana problematyka utrzymania parku maszynowego znalazła się w kręgu zainteresowania naukowców i praktyków zajmujących się doskonaleniem organizacji. Doskonalenie funkcjonowania organizacji jest także jednym z podstawowych celów, dla których wdraża się systemy zarządzania jakością, szczególnie te oparte o ogólne (ISO9001) [1, 2], czy też branżowe (ISO/TS 16949) międzynarodowe standardy. Szczególnym przypadkiem systemu zarządzania jakością ukierunkowanego na doskonalenie jest inteligentny system zarządzania jakością [3]. System, którego podstawowymi cechami są samodoskonalące się mechanizmy, których podstawą stają się znane z literatury koncepcja zarządzania wiedzą oraz koncepcja organizacji uczącej się. System inteligentny wymaga także zarządzania odpowiedzialnością za efekty doskonalenia oraz pełnego zaangażowania pracowników w doskonalenie. W obszarze procesów produkcyjnych i utrzymania ich zasobów technicznych, inteligentny

system zarządzania jakością może być wspierany poprzez metodę Autonomous Maintenance, która jest jednym z filarów koncepcji Total Productive Maintenance (TPM). W artykule opisano efekty doskonalenia jakie uzyskało jedno z przedsiębiorstw przemysłowych dzięki wdrożeniu AM w jednym ze swoich wydziałów produkcyjnych. Metoda AM została przedstawiona jako element wspierający budowę inteligentnego systemu zarządzania jakością (SZJ). Główną część niniejszego artykułu stanowi prezentacja wyników badań, które zostały przeprowadzone w jednym z dużych przedsiębiorstw przemysłowych produkującym w Polsce wyroby dla branży samochodowej. Celem badań była ocena skuteczności wdrożenia metody AM jako narzędzia samodoskonalenia procesów przemysłowych. Badania zostały przeprowadzone w roku 2015. Zebranie i porównanie danych z okresu 2 lat tj. roku przed wdrożeniem i roku po wdrożeniu AM pozwoliło określić skuteczność AM w budowaniu inteligentnego systemu zarządzania jakością.

ISTOTA TPM I AUTONOMOUS MAINTENANCE (AM)

Jedną z kompleksowych koncepcji doskonalenia organizacji w zakresie utrzymania zasobów technicznych takich jak park maszynowy jest znana i sprawdzona koncepcja TPM [4, 5]. Jest to kompleksowy zestaw skutecznych metod i narzędzi wspierających menedżerów w utrzymaniu ciągłej i wydajnej pracy maszyn i urządzeń [6, 7, 8]. Dzięki TPM możliwe jest sukcesywne minimalizowanie ryzyka nieplanowanych zakłóceń procesów przemysłowych [9, 10].

Koncepcja TPM oznacza kompleksowe podejście do utrzymania parku maszynowego. Kompleksowość tej koncepcji przejawia się w szerokim podejściu do problematyki utrzymania ruchu. Koncepcja obejmuje urządzenia produkcyjne w ich całym cyklu życia w przedsiębiorstwie. Ponadto TPM wymaga uczestnictwa szerokiego spektrum pracowników przedsiębiorstwa, co związane jest z działaniem zespołowym, obejmującym wiele poziomów w strukturze organizacyjnej. Warto podkreślić, iż kluczową rolę w tej koncepcji, wbrew pozorom, nie odgrywają służby utrzymania ruchu, a operatorzy maszyn, którzy bezpośrednio je obsługują. Można stwierdzić, iż są głównym elementem wydajnej obsługi profilaktycznej. Autonomiczne Utrzymanie (z jęz. ang. Autonomous Maintenance, z jęz. jap. Jishu Hozen) jest kluczowym filarem TPM [4]. W podejściu tym odpowiedzialność za utrzymanie parku maszynowego spoczywa solidarnie na operatorach maszyn i pracownikach działów utrzymania ruchu [11]. Operatorzy podczas codziennej pracy przy maszynach, zdobywają doświadczenie i wiedzę związaną z eksploatacją a także diagnostyką maszyn. Dlatego to operatorzy maszyn stanowią pierwszą linię obrony przed nieplanowanymi przestojami urządzeń produkcyjnych. Nie dziwi fakt, iż istotą Autonomous Maintenance jest zlikwidowanie klasycznego podziału ról na służby produkcyjne i służby odpowiedzialne za tzw. utrzymanie ruchu, poprzez włączenie operatorów maszyn w system utrzymania parku maszynowego i wykonywanie prostych czynności utrzymaniowych [11].

Wdrażanie Autonomous Maintenance zostało podzielone na 7 etapów przedstawionych w tabeli 1. Podzielenie tego procesu na etapy ułatwia i porządkuje proces wdrożenia oraz umożliwia skoncentrowanie się na celach określonych dla każdego etapu. Charakterystyczną cechą Autonomous Maintenance jest także przeprowadzanie audytów sprawdzających po każdym etapie wdrażania. Audyty pozwalają ocenić postępy i określić obszary problematyczne, wymagające korekty [11]. Skuteczne wdrożenie Autonomous Maintenance

w przedsiębiorstwie opiera się na pracy stałych zespołów „opiekujących” się maszynami. Zespoły te powinny posiadać odpowiednie kwalifikacje i kompetencje by stworzyć autonomicznie działający i skuteczny system utrzymujący park maszynowy.

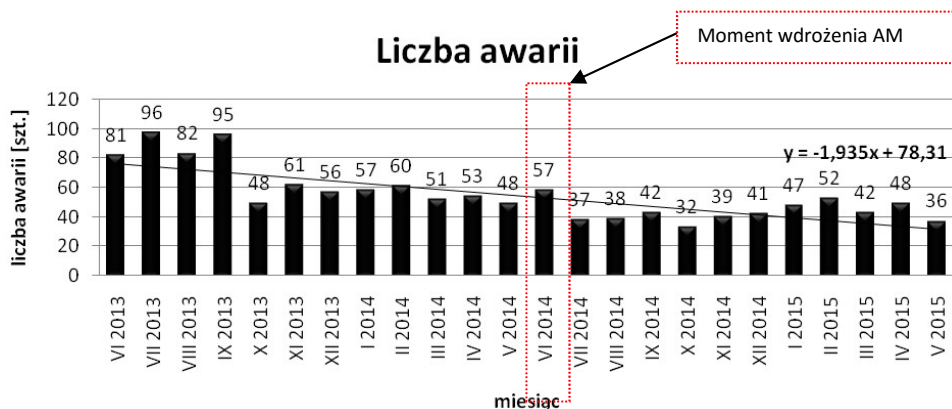
Tabela 1 Etapy wdrażania AM

7 etapów wdrażania Autonomous Maintenance	
Nr	Krótka charakterystyka
Etap 1.	Początkowe czyszczenie maszyn. Celem etapu jest gruntowne wyczyszczenie maszyn wewnątrz i na zewnątrz.
Etap 2.	Usuwanie źródeł zanieczyszczeń i miejsc trudno dostępnych. Celem tego etapu jest wykrycie i usunięcie lub zredukowanie źródeł zanieczyszczeń i miejsc trudno dostępnych, które utrudniają szybkie wyczyszczenie maszyny i dostęp do krytycznych obszarów. Efektem będzie skrócenie czasu na czyszczenie, smarowanie i dokręcanie luzów. Na tym etapie osiągnięte zostaną również sukcesy niewymierne: lepsze zrozumienie filozofii TPM, rozwiązanie małych problemów oraz pierwsze korzyści z wprowadzonych usprawnień.
Etap 3.	Standardy czyszczenia, smarowania i dokręcania luzów. Celem tego etapu jest wprowadzenie wizualnych standardów czyszczenia, smarowania i dokręcania luzów. Powoduje to ułatwienie inspekcji powyższych czynności poprzez natychmiastową informację zwrotną o obecnym stanie rzeczy.
Etap 4.	Ogólny przegląd maszyny. Na tym etapie operatorzy poznają sposób wykonywania inspekcji podstawowych mechanizmów maszyny. Przekazanie wiedzy wymaga stworzenia podręczników i instrukcji, na podstawie których pracownicy utrzymania ruchu będą szkolić operatorów (niejednokrotnie wymaga to pogłębienia wiedzy przez nich samych). Rezultatem etapu będzie ustanowienie wstępnego harmonogramu przeglądu maszyny oraz czasów potrzebnych do jego wykonania.
Etap 5.	Samoinspekcja. Etap ten łączy standardy czyszczenia i smarowania opracowane na etapie 3. oraz standardy inspekcji maszyny opracowane na etapie 4. w jeden ogólny standard inspekcji sprzętu. Celem samoinspekcji jest wykonanie jej w jak najkrótszym czasie.
Etap 6.	Zapewnienie jakości. Na tym etapie dotychczasowe działania rozszerzone zostają o czynności zapewniające jakość produkowanych wyrobów (jak np. konstrukcja i montaż urządzeń Poka-Yoke, uniemożliwiających popełnienie błędu lub wykrywających wady, zanim przedostaną się one do następnego etapu procesu). Rolą kierownictwa jest doskonalenie standardów i weryfikacja ich stosowania.
Etap 7.	Ciągle doskonalenie. Etap 7. jest etapem doskonalenia systemów, które zostały opracowane na etapach poprzednich. Operatorzy nadal nabywają nowe umiejętności i pracując w zespołach, używają danych do analizy problemów, wykrywania przyczyn źródłowych i usprawniania procesów.

Zródło: Opracowanie własne na podstawie [11]

UZYSKANE EFEKTY WDROŻENIA AM W BADANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE

W celu zobrazowania efektów wdrożenia Autonomous Maintenance do wybranego przedsiębiorstwa przeprowadzono badania, które polegały na zebraniu danych z okresu od czerwca 2013 r. do maja 2015 r. na temat awaryjności parku maszynowego objętego AM. Zakończenie procesu wdrażania AM nastąpiło dokładnie w połowie tego okresu tj. w czerwcu 2014. Poziom awaryjności w rozpatrywanym okresie przedstawiono na rysunku 1. Do wygenerowania wykresu wykorzystano dane zawarte w tabeli 2.



Rys. 1 Awaryjność maszyn w poszczególnych miesiącach w analizowanym okresie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12]

Tabela 2 Porównanie ilości awarii w poszczególnych miesiącach

l.p.	miesiąc		Liczba awarii [szt.]		Różnica [szt.]	Różnica [%]
			bez AM [rok]	z AM [rok]		
1.	Czerwiec	VI	81 [2013]	57 [2014]	-24	-30%
2.	Lipiec	VII	96 [2013]	37 [2014]	-59	-61%
3.	Sierpień	VIII	82 [2013]	38 [2014]	-44	-54%
4.	Wrzesień	IX	95 [2013]	42 [2014]	-53	-56%
5.	Październik	X	48 [2013]	32 [2014]	-16	-33%
6.	Listopad	XI	61 [2013]	39 [2014]	-22	-36%
7.	Grudzień	XII	56 [2013]	41 [2014]	-15	-27%
8.	Styczeń	I	57 [2014]	47 [2015]	-10	-18%
9.	Luty	II	60 [2014]	52 [2015]	-8	-13%
10.	Marzec	III	51 [2014]	42 [2015]	-9	-18%
11.	Kwiecień	IV	53 [2014]	48 [2015]	-5	-9%
12.	Maj	V	48 [2014]	36 [2015]	-12	-25%
Łącznie			788	511	-277	-35,2%

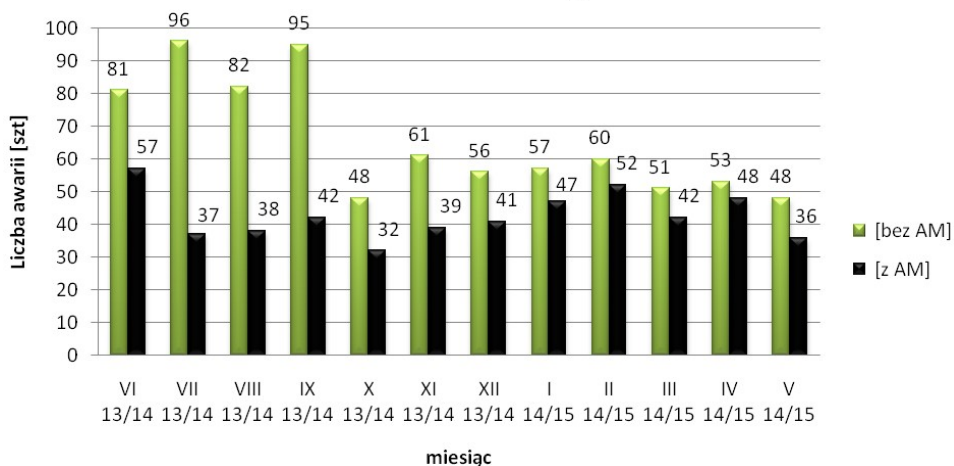
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12]

W całym badanym okresie można zauważyć widoczne zmniejszenie się ilości awarii w poszczególnych miesiącach. W okresie dwóch lat zaobserwowano znaczną poprawę. Linia trendu awaryjności na podstawie zebranych danych wyznaczona została przez arkusz kalkulacyjny Excel funkcją $y = -1,935x + 78,31$.

W celu wyeliminowania wpływu sezonowych zmian wolumenu produkcji na awaryjność maszyn, na rysunku 2 przedstawiono liczbę awarii dla każdego miesiąca dokładnie rok po wdrożeniu AM. W każdym porównywalnym miesiącu liczba awarii była niższa w okresie gdzie funkcjonowała metoda AM.

Czasy przestojów maszyn, które uległy awariom w badanym okresie przedstawiono na rysunku 3. Wygenerowana przez arkusz kalkulacyjny Excel linia trendu przedstawiona na rysunku 3 przyjmuje postać funkcji: $y = -25,94 + 1357$, co dowodzi stopniowemu ograniczaniu czasów przestojów w badanym okresie i uwidacznia możliwy potencjał do dalszego doskonalenia. W tabeli 3 zawarto także dane porównawcze z każdego miesiąca w okresie sprzed wdrożenia i po wdrożeniu AM. Analizując dane z tabeli 3, możemy stwierdzić, iż wdrożenie AM w znacznym stopniu, gdyż łącznie o 3763 minut ograniczyło czas trwania awarii maszyn. Stanowi to redukcję o ponad 26% w stosunku do badanego okresu sprzed wdrożenia.

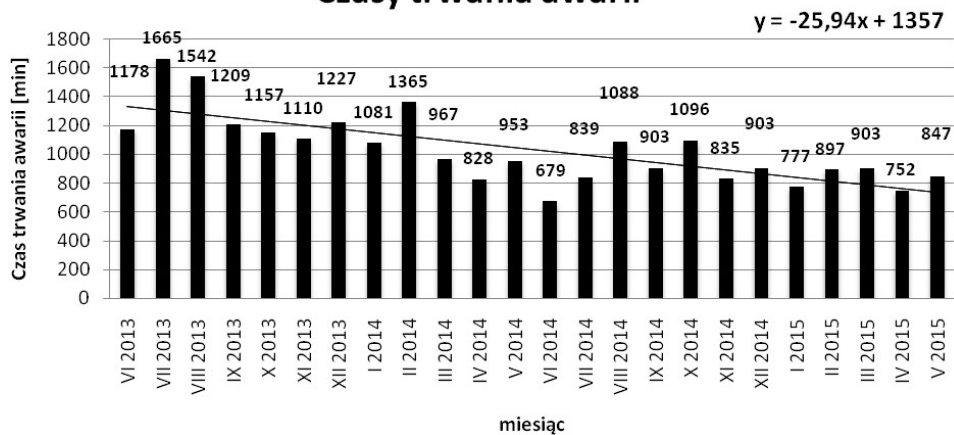
Porównanie awaryjności



Rys. 2 Porównanie awaryjność parku maszynowego w analogicznych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12].

Czasy trwania awarii



Rys. 3 Czasy trwania awarii w poszczególnych miesiącach

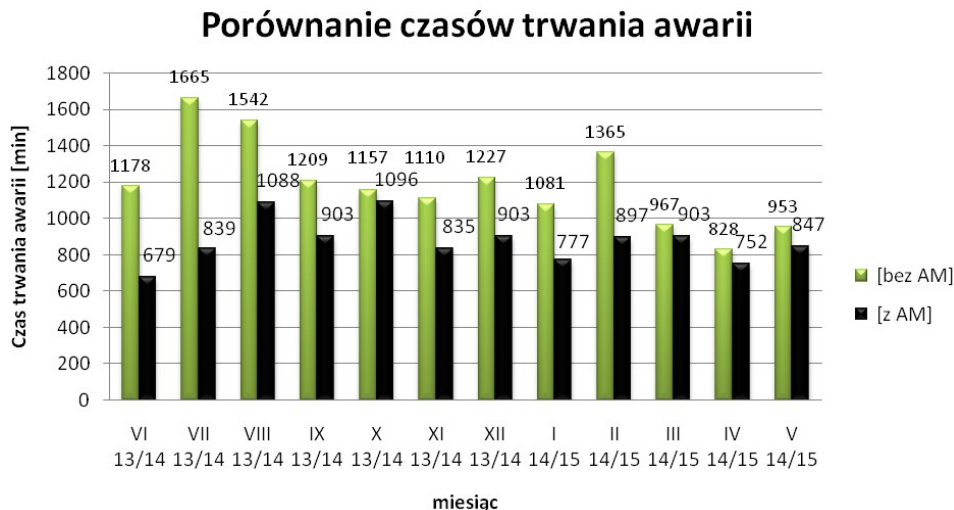
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12].

Tabela 3 Porównanie czasu trwania awarii w poszczególnych miesiącach

Lp.	Miesiąc		Czas awarii [min]		Różnica [min]	Różnica [%]
			bez AM [rok]	z AM [rok]		
1.	Czerwiec	VI	1178 [2013]	679 [2014]	-499	-42%
2.	Lipiec	VII	1665 [2013]	839 [2014]	-826	-50%
3.	Sierpień	VIII	1542 [2013]	1088 [2014]	-454	-29%
4.	Wrzesień	IX	1209 [2013]	903 [2014]	-306	-25%
5.	Październik	X	1157 [2013]	1096 [2014]	-61	-5%
6.	Listopad	XI	1110 [2013]	835 [2014]	-275	-25%
7.	Grudzień	XII	1227 [2013]	903 [2014]	-324	-26%
8.	Styczeń	I	1081 [2014]	777 [2015]	-304	-28%
9.	Luty	II	1365 [2014]	897 [2015]	-468	-34%
10.	Marzec	III	967 [2014]	903 [2015]	-64	-7%
11.	Kwiecień	IV	828 [2014]	752 [2015]	-76	-9%
12.	Maj	V	953 [2014]	847 [2015]	-106	-11%
Łącznie			14282	10519	- 3763	-26,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12].

Na rysunku 4 przedstawiono dane na temat czasu trwania awarii w porównywalnych miesiący pod względem obciążenia zadaniami produkcyjnymi. W każdym porównaniu okres funkcjonowania AM wypada korzystniej, co jednoznacznie dowodzi skuteczności wdrożenia metody.



Rys. 4 Porównanie czasów trwania awarii w analogicznych miesiącach

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12]

Wyniki badań dowodzą jak skuteczna w doskonaleniu funkcjonowania organizacji jest wprowadzona metoda. Dzięki AM, liczba awarii została znacząco zredukowana z poziomu 788 w okresie przed wdrożeniem do 511. Podobne wnioski uzyskuje się z analizując czasy usuwania awarii. Redukcja liczby awarii w okresie roku od wdrożenia AM zmalała o ponad 26% w porównaniu do roku sprzed wdrożenia. Uznać to należy za niewątpliwy sukces wdrożonej metody, która bardzo skutecznie wspiera SZJ w zakresie samodoskonalenia.

UWARUKOWANIA BUDOWY INTELIGENTNEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Aby skutecznie wdrożyć Autonomous Maintenance, tym samym zbudować samodoskonalący się, inteligentny system zarządzania jakością w organizacji [3], należy spełnić kilka podstawowych warunków. W pierwszej kolejności do warunków zaliczyć należy zorganizowanie skutecznego transferu wiedzy w przedsiębiorstwie na temat utrzymania maszyn, metod [10] i procedur doskonalenia. Podstawowym warunkiem jest dzielenie się służb utrzymania ruchu wiedzą z operatorami maszyn na temat metod i technik ich utrzymania. Najlepszym rozwiązaniem jest tutaj formalizacja wiedzy i jej utrwalanie. Inteligentny SZJ to system samodoskonalący się oparty o zarządzanie wiedzą i koncepcję organizacji uczącej się.

Kolejnym warunkiem skuteczności w budowaniu inteligentnego systemu zarządzania jakością jest zapewnienie odpowiednich kwalifikacji wszystkim uczestniczącym w procesie zmian. Zmiana organizacji pracy, nowy zakres obowiązków i odpowiedzialności bardzo często wymagają formalnych kwalifikacji i/lub uprawnień. Wdrażanie AM wymaga uczestnictwa często w specjalistycznych szkoleniach. Inteligentny system zarządzania jakością opiera się na kwalifikacjach i precyzyjnie ustalonych kompetencjach wewnątrz

organizacji. Naczelne kierownictwo powinno maksymalnie, jak to tylko możliwe rozszerzać zakres odpowiedzialności w zakresie utrzymania. Szczególnie dotyczy to poszerzenia zakresu podejmowania decyzji przez operatorów maszyn i służb utrzymania. Tylko wtedy zostanie osiągnięty stan inteligentnego, samodoskonalącego się systemu zarządzania jakością, opartego na „autonomicznych decyzjach i postępowaniu”.

Kolejnym, choć oczywistym, warunkiem sukcesu we wdrażaniu AM i budowaniu inteligentnego SZJ jest odpowiednia motywacja. Niezwykle ważne jest stworzenie systemu motywacyjnego, w którym pracownik byłby nagradzany za pomysły oraz kreatywne podejście do doskonalenia organizacji, w szczególności w zakresie utrzymania zasobów wytwórczych. Na uwagę zasługują systemy oceny pracownika. Wdrożenie AM wymaga często przemodelowania takiego systemu. Wdrożenie AM wymaga aby operator w dziale produkcji nie był oceniany jedynie w kategoriach wykonanych ilościowych norm produkcyjnych. Kategorie związane z utrzymaniem i doskonaleniem procesu produkcji, takie jak np.: redukcja kosztów utrzymania, czy ilości awarii, powinny znaleźć się jako jedno z podstawowych kryteriów oceny operatora.

Budowanie systemu inteligentnego nie jest zadaniem łatwym, szczególnie w obszarze utrzymania ruchu. Proces wdrażania Autonomous Maintenance, można potraktować jako klasyczne wielozadaniowe podejście do wdrażania zmian organizacyjnych. W badanym przedsiębiorstwie, jak można się było tego spodziewać podczas wdrażania AM, główną barierą było pokonanie obaw operatorów przed nałożeniem większego zakresu obowiązków i odpowiedzialności. Dlatego konieczne jest redukcja negatywnych postaw poprzez pełne uczestnictwo operatorów w procesie wdrażania zmian. To pozwoli na zwiększenie świadomości pracowników w zakresie zasad działania i utrzymywania maszyn oraz stworzy warunki do osobistego zaangażowania się w utrzymywanie obsługiwanych maszyn w dobrej kondycji. Pozwoli tworzyć trwałą wiedzę na temat obsługi maszyn i rozwiązywania problemów podczas ich awarii.

PODSUMOWANIE

Silne ukierunkowanie na zarządzanie wiedzą i doskonalenie, poprzez organizacyjne uczenie się w obszarze utrzymania ruchu stwarza z AM metodę, która może stać się kluczowym elementem inteligentnego systemu zarządzania jakością. Rezultaty wdrożenia Autonomous Maintenance w badanym przedsiębiorstwie to przede wszystkim sukcesywna redukcja awarii oraz czasów ich usuwania. Oczywistym skutkiem tego jest efektywniejsze wykorzystanie maszyn oraz ograniczenie kosztów ich napraw. Wprowadzone AM pozwoliło na zmniejszenie awaryjności maszyn z 788 awarii w pierwszym badanym roku do 511 w roku następnym. Ponadto wprowadzenie obowiązkowych działań prewencyjnych pozwoliło na redukcję czasu usuwania awarii w porównywalnych okresach o ponad 26%. Wdrożenie AM oprócz wymienionych wymiernych korzyści, pozwoliło na poprawę bezpieczeństwa i polepszenie komfortu pracy.

*Artykuł jest wynikiem pracy statutowej o symbolu 13/030/BK_16/0024
pt. "Metody i narzędzia inżynierii produkcji dla rozwoju inteligentnych specjalizacji",
realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji
na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.*

LITERATURA

- [1] M.J. Ligarski, *Podejście systemowe do zarządzania jakością w organizacji*, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2010.
- [2] R. Wolniak, *Parametryzacja kryteriów oceny poziomu dojrzałości systemu zarządzania jakością*, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2011.
- [3] M. Molenda, "The intelligent integrated system management", in *Proc. of the 15th Int. Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015 – Ecology, economics, education and legislation, Environmental economics, education & accreditation in geosciences*, vol. 3, Albena, Bulgaria, 2015, s. 681-688,
- [4] K.E. McKone and E.N. Weiss, "TPM: planned and autonomous maintenance: bridging the gap between practice and research", *Production and Operations Management*, vol. 7, no. 4, 1998, s. 335-351.
- [5] M. Kruczek and Z. Żebrucki, „Doskonalenie procesów utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie branży hutniczej”, *Logistyka*, no. 2, 2012, s. 787-797.
- [6] J. Furman, „Poprawa skuteczności utrzymania maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym – studium przypadku”, in *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, tom 2, R. Knosala, Ed., Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2016.
- [7] M. Zasadzień, „Metoda 5 Why jako element zarządzania eksploatacją w kopalni węgla kamiennego – próba implementacji”, *Systemy Wspomagania Inżynierii Produkcji*, z. 1 (13), Gliwice: Wyd. P.A. Nova S.A., 2016, s. 457-464.
- [8] A. Loska, *Wybrane aspekty komputerowego wspomagania zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu systemów technicznych*, Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2012.
- [9] T. Korbiel, W. Biały and S. Czerwiński, „Ocena stanu technicznego maszyn górniczych w oparciu o kryterium rozkładu Weibulla”, *Systemy Wspomagania Inżynierii Produkcji*, z. 1(13), Gliwice: Wyd. P.A. NOVA S.A., 2016, s. 639-654.
- [10] K. Midor, M. Zasadzień and B. Szczęśniak, „Transfer wiedzy wśród pracowników działu utrzymania ruchu”, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej (s. Organizacja i Zarządzanie)*, z. 77, 2015, s. 135-144.
- [11] J. Brzeski and M. Figas, (2006), *Autonomous Maintenance* [Online]. Available: <http://www.utrzymanieruchu.pl/menu-gorne/artukul/article/autonomous-maintenance/>
- [12] D. Kalus, „Ocena skuteczności wdrażania metody Autonomous Maintenance w przedsiębiorstwie [...]”, M.S. thesis, Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Zabrze, 2016.

dr inż. Michał Molenda
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska
e-mail: michal.molenda@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 06.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 09.2016