

Dr inż. Tomasz SZULC, MBA  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Inżynierii Produkcji

DOI: 10.17814/mechanik.2015.7.302

## **ANALIZA MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA KONCEPCJI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) W ORGANIZACJACH UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ**

*Streszczenie: Autor dokonał przeglądu literatury w zakresie wykorzystania koncepcji Total Productive Maintenance (TPM) w działalności wytwórczej jako elementu lean manufacturing. Na podstawie przepisów prawa zdefiniowano działalność użyteczności publicznej, a następnie przeprowadzono analizę możliwości wdrożenia poszczególnych filarów TPM w organizacjach operujących w tej sferze. Na tej podstawie określono kierunki dalszych badań.*

## **ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF IMPLEMENTATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) CONCEPT IN PUBLIC SERVICES ORGANISATIONS**

*Abstract: The author did a review of the literature on application of the Total Productive Maintenance (TPM) concept as an element of lean manufacturing. Basing on the legal regulation the public services were defined. Consequently, the analysis of implementation of particular pillars of TPM in public services organisations was performed. Basing on these, directions of further research were determined.*

*Słowa kluczowe: total productive maintenance, usługi publiczne, TPM, użyteczność publiczna*

*Keywords: total productive maintenance, public services, TPM, public utility*

### **1. KIERUNKI ROZWOJU FUNKCJI UTRZYMANIA RUCHU W ORGANIZACJI**

Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat obserwuje się istotny wzrost znaczenia funkcji utrzymania ruchu (UR) w przedsiębiorstwie [1]. Jak podano w [2], procesy UR traktowane są jako tzw. procesy logistyczne, których zadaniem jest zabezpieczenie funkcjonowania procesów podstawowych (działalności operacyjnej) w systemie działalności organizacji. Realizacja procesu głównego jest możliwa wyłącznie wówczas, gdy jednocześnie realizowane są procesy wspomagające. Wskazuje się jednak, że UR, nie będąc procesem podstawowym, ma niewielki wpływ na przyrost wartości z perspektywy jej strumienia [3]. Z uwagi na rozwój

technologiczny, automatyzację działalności podstawowej, odnotowano wzrost zatrudnienia w komórkach służb utrzymania ruchu. Z tego powodu dużego znaczenia nabral pomiar efektywności działalności UR, o czym mowa m.in. w [4, 5, 6, 7]. Wśród narzędzi wykorzystywanych do pomiaru efektywności eksploatacyjnej wymienia się najczęściej [1]:

- a) zrównoważoną kartę wyników,
- b) „dom jakości” (QFD),
- c) eksploatacyjne systemy informacyjne,
- d) *total maintenance management* (TMM),
- e) *overall equipment effectiveness* (OEE),
- f) kluczowe wskaźniki efektywności (KPI).

Jako jeden z kluczowych obszarów rozwoju funkcji UR w organizacji wskazano ECM (*Effectiveness Centered Maintenance*), czyli utrzymanie ruchu zorientowane na efektywność. W praktyce oznacza to maksymalizację efektywności podejmowanych działań eksploatacyjnych, nacisk na udział pracowników w UR, budowanie ich świadomości, poprawę jakości oraz budowanie interdyscyplinarnych strategii.

W obszarze pomiaru efektywności podkreśla się fakt, że w dotychczasowej wieloletniej praktyce realizowany był on wyłącznie w sferze finansowej. Trudności pomiarowe, jakie identyfikuje [1], wynikają z dużej liczby potencjalnych odbiorców informacji eksploatacyjnej i okołoeksploatacyjnej. Autorzy ci podkreślają, że służby księgowe koncentrować się będą na kosztach, najwyższe kierownictwo na efektywności wykorzystania budżetu, służby techniczne na dostępności, czasach postojów i przestojów, jak również na sprawności reagowania na zdarzenia nieplanowane. Z jednej strony wyzwaniem jest więc gromadzenie odpowiedniej informacji eksploatacyjnej, z drugiej strony – wdrożenie mechanizmów jej przetwarzania celem dostarczenia pracownikom operacyjnym oraz decydentom właściwej i pożądanej przez nich informacji. Widać więc wyraźnie, że jednym z kluczowych obszarów rozwoju funkcji utrzymania ruchu w organizacji są eksploatacyjne systemy informacyjne i narzędzia informatyczne oraz formułowanie i budowa narzędzi wdrażania strategii utrzymania ruchu.

Artykuł jest wynikiem pracy statutowej o symbolu BK-223/ROZ3/2015 realizowanej w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

## 2. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE W DZIAŁALNOŚCI WYTWÓRCZEJ

Autorzy podejmujący tematykę TPM osadzają swoje badania oraz analizę przypadków w zasadzie wyłącznie w przedsiębiorstwach produkcyjnych [3, 8, 9, 23, 24]. Wyzwaniem towarzyszącym rozwojowi TPM było i jest osiągnięcie i utrzymanie przewagi konkurencyjnej w skali globalnej. Odniesienie sukcesu w działalności nie jest możliwe bez wsparcia efektywnych i skutecznych procesów utrzymania ruchu. Bamber dokonuje zestawienia tradycyjnego – japońskiego podejścia do TPM oraz jego zachodniej odmiany. W pierwszym przypadku, bazującym na koncepcji Nakajimy [10], wskazuje się na pięć kluczowych aspektów:

- a) TPM zakłada maksymalizację efektywności wykorzystania wyposażenia (efektywność całkowita),
- b) system TPM obejmuje całą działalność utrzymaniową organizacji – obsługę konserwacyjną, utrzymanie prewencyjne oraz ulepszenie/doskonalenie celem wydłużenia cyklu życia wyposażenia,

- c) TPM wymaga zaangażowania przedstawicieli wszystkich działów: projektowania i konstruowania, operatorów oraz służb utrzymania,
- d) TPM angażuje wszystkie szczeble zarządzania organizacją,
- e) TPM promuje i wykorzystuje utrzymanie prewencyjne realizowane przez autonomiczne, małe grupy zadaniowe i operatorów.

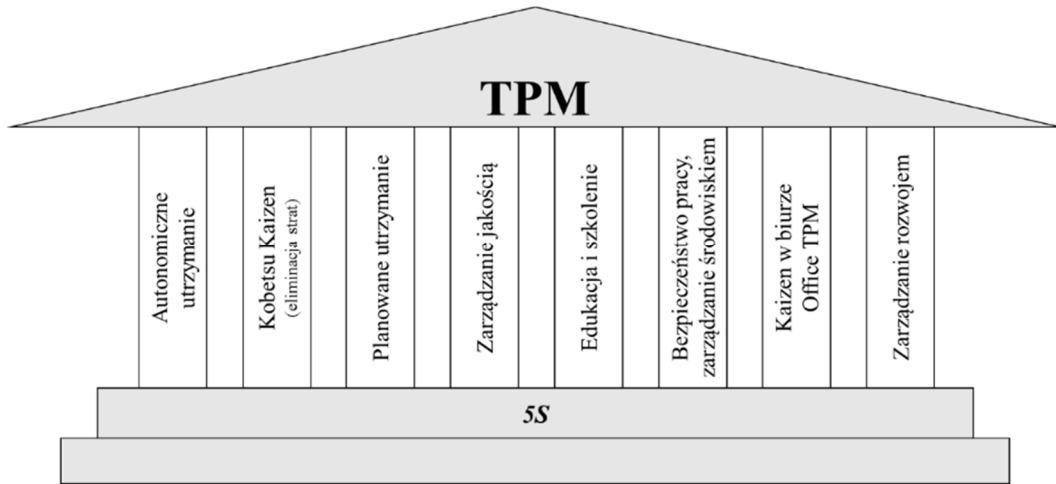
Nakajima podkreśla przy tym, że kluczowym elementem produktywnego utrzymania jest możliwie kompleksowo zaplanowany system UR zorientowany na maksymalizację efektywności wykorzystania wyposażenia przy zaangażowaniu wszystkich pracowników.

W zachodnim podejściu do TPM, promowanym głównie w Wielkiej Brytanii i USA przez Willmotta, Hartmanna i Wiremana, najbardziej widocznym wątkiem jest dążenie do maksymalizacji efektywności wykorzystania wyposażenia, określonej standardem, przy udziale operatorów (tj. pracowników operacyjnych użytkujących to wyposażenie) [3]. Definicja, która podkreśla wątek ciągłego doskonalenia (stanowiący nawiązanie do koncepcji Total Quality Management), została sformułowana przez Rhyna, który stwierdza, że TPM jest partnerstwem pomiędzy funkcjami produkcji i utrzymania ruchu, mającym na celu podnoszenie jakości produktu, redukcję ilości odpadów, zmniejszenie kosztów wytwarzania, zwiększenie dostępności wyposażenia i poprawę jego ogólnego stanu w organizacji [11]. W japońskich definicjach TPM szczególny nacisk kładzie się na role operatorów i każdego indywidualnego pracownika w podejmowaniu czynności utrzymaniowych, natomiast w podejściu zachodnim punkt ciężkości przesuwają się w stronę efektywności wyposażenia, ze słabszym akcentowaniem roli personelu i organizacji jako całości. Amerykańscy i brytyjscy autorzy używają w tym miejscu określenia „wszyscy pracownicy”, natomiast Japończycy podkreślają rolę indywidualnego zaangażowania, mówiąc „każdy z pracowników”. Niektóre definicje koncentrują się wokół zaangażowania bezpośrednich użytkowników – operatorów wyposażenia. Japońscy autorzy, szczególnie Nakajima, jak również Japoński Instytut Zarządzania Utrzymaniem Zakładów (Japanese Institute of Plant Maintenance – JIPM), podkreślają znaczenie współpracy operatorów w niewielkich grupach [10].

Jak zauważono wcześniej, jedną z kluczowych przyczyn rozwoju TPM jest konieczność zdobycia przewagi konkurencyjnej przez przedsiębiorstwa oraz osiągnięcie doskonałości operacyjnej. Sukces operacyjny w znacznym stopniu zależy od efektywności czynności i procedur utrzymaniowych. Jak zauważa Moore, skuteczne wdrożenie TPM wymaga zintegrowanego podejścia w wymiarze realizowanych procesów (podstawowych i pomocniczych), technologii oraz kultury. Osiągnięcie efektywności operacyjnej nie jest możliwe bez wysokiego poziomu efektywności eksploatacyjnej [12]. TPM jest zatem kierowaną przez procesy podstawowe metodyką zorientowaną na optymalizację niezawodności wyposażenia celem zapewnienia efektywnego wykorzystania majątku organizacji [13]. TPM stanowi innowacyjne podejście do zagadnień UR, gdyż kładzie nacisk na optymalizację stopnia wykorzystania majątku, eliminację awarii oraz codzienne indywidualne utrzymanie (*autonomous maintenance*), wykonywane przez operatorów. Przez ostatnie z wymienionych łączy procesy podstawowe i wspomagające. TPM promuje kulturę, w której operatorzy stają się „właścicielami”, „opiekunami” sprzętu, który użytkują, a zdobyta przez nich wiedza i umiejętności przekładają się na doskonalenie procesów eksploatacyjnych. Jedną z kluczowych kwestii w obszarze TPM jest komunikacja i współpraca w organizacji. Wymaga to jednak wypracowania terminologii wspólnej i zrozumiałej zarówno dla kadry zarządzającej, personelu produkcyjnego, jak i służb utrzymania ruchu. Wdrożenie TPM zorientowane jest więc na utrzymanie wyposażenia

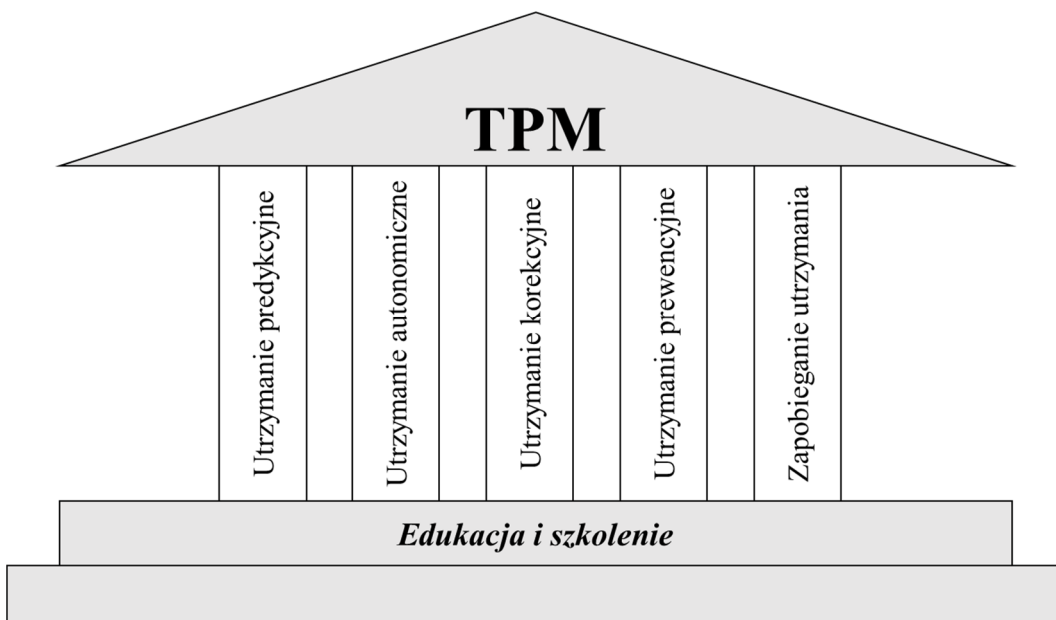
organizacji w poziomie maksymalnej produktywności poprzez działania techniczne i działania o charakterze miękkim.

JIPM identyfikuje osiem obszarów stanowiących podstawę funkcjonowania koncepcji TPM w organizacji (tzw. model Nakajimy). Przedstawiono je na rysunku.



Rys. 1. Filary TPM w ujęciu S. Nakajimy  
źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

Szczegółowej charakterystyki poszczególnych filarów i miernika OEE dokonano w [15]. Piśmiennictwo europejskie i amerykańskie promuje podejście bazujące na pięciu filarach, dla których podstawę stanowi edukacja i szkolenie. Zaprezentowano je na rysunku.



Rys. 2. Filary TPM w ujęciu H. Steinbachera  
źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.tpmconsulting.org>

Model prezentowany przez amerykańskie środowiska stanowi pewne uproszczenie względem podejścia promowanego przez Nakajimę. Jego fundamentem jest edukacja i szkolenie (będące zespołem działań miękkich), natomiast w przypadku japońskiego wzorca podstawę stanowi

porządek w miejscu pracy osiągnąć i utrzymywać przez wdrożenie zasad 5S. Metodę implementacji TPM obejmującą 12 etapów sformułował Nakajima. Amerykańska organizacja Productivity Inc. opracowała alternatywną metodę składającą się z 5 etapów, w ramach których zidentyfikowano 31 grup czynności. Analiza porównawcza obu metod nie stanowi jednak przedmiotu niniejszej pracy.

Na podstawie 8 filarów TPM wskazanych przez JIPM przeprowadzono analizę możliwości wdrożenia tego podejścia w organizacjach użyteczności publicznej działających w sferze szeroko pojętej gospodarki komunalnej. Dalsze badania prowadzone będą w obszarze dopasowania filarów TPM oraz mierników efektywności do specyfiki działalności operacyjnej dla każdego z rodzajów przedsiębiorstw działających w sferze użyteczności publicznej.

### 3. MODELE I ZAKRES DZIAŁALNOŚCI UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

Zgodnie z treścią art. 1 ust. 2 ustawy o gospodarce komunalnej działalność użyteczności publicznej oznacza bieżące i nieprzerwane zaspokajanie potrzeb ludności w drodze świadczenia usług powszechnie dostępnych [16]. Zadania z zakresu użyteczności publicznej wymienione są w ustawach o samorządzie gminnym, powiatowym i wojewódzkim. Przepisy przewidują ponadto, że każdy z wymienionych szczebli samorządu terytorialnego może wykonywać zadania innego szczebla na podstawie odrębnych porozumień. Co do zasady działalność taka może być prowadzona w dwóch formach: spółki kapitałowej z udziałem jednostki samorządu terytorialnego lub samorządowego zakładu budżetowego. Często spotykanym rozwiązaniem, zgodnym z koncepcją nowego zarządzania publicznego (NPM), jest outsourcing usług. Podmiotem kontraktującym ich realizację, ponoszącym odpowiedzialność względem ich beneficjentów (ludności), jest de facto jednostka samorządu terytorialnego, natomiast sam wykonawca usługi ponosi odpowiedzialność wynikającą z zawartej z samorządem umowy. Kompleksowej kategoryzacji usług dokonano w [17], gdzie wyodrębniono:

- a) usługi i e-usługi administracyjne,
- b) usługi i e-usługi społeczne,
- c) usługi techniczne.

W ujęciu szerszym gospodarka komunalna oznacza zatem realizację zadań własnych samorządu o charakterze gospodarczym [18]. Składa się na nią wykonywanie usług administracyjnych i społecznych, utrzymanie obiektów administracyjnych i towarzyszącej im infrastruktury, obiektów użyteczności publicznej i zasobu mieszkaniowego, gospodarowanie zasobami lokalowymi oraz wykonywanie usług technicznych mieszczących się w tzw. niepełnym ujęciu gospodarki komunalnej. Denczew, dokonując definicji pojęcia niepełna gospodarka komunalna, stwierdza, że obejmuje ona w szczególności sektory o charakterze inżynierskim, takie jak: wodociągi i kanalizacja, dystrybucja energii elektrycznej i ciepła, dostawy gazu, usługi telekomunikacyjne, drogownictwo, utrzymanie czystości, gospodarowanie odpadami oraz melioracja i ochrona przeciwpowodziowa. Nie obejmuje ona zatem kwestii obiektów użyteczności publicznej, kultury i oświaty, komunalnych mieszkań i lokali użytkowych, obiektów sportowych i rekreacyjnych [19]. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto niepełne ujęcie gospodarki komunalnej o charakterze inżynierskim. Wspomniane zadania realizowane są przede wszystkim przez samorząd, jako zadania podstawowe, w szczególności dlatego, że mają one charakter społecznie niezbędny.

Samorządy są bezwzględnie zobowiązane realizować te zadania samodzielnie, w sytuacji gdy powierzenie ich prywatnym przedsiębiorcom lub wykorzystanie formuły partnerstwa publiczno-prywatnego nie jest możliwe [20]. Jak natomiast w dalszej części [19] podkreśla Denczew, dużą rolę we współczesnym przedsiębiorstwie gospodarki komunalnej odgrywa wykorzystywanie nowoczesnych metod zarządzania, akcentując przy tym rolę systemów zintegrowanych (system zarządzania jakością, środowiskiem oraz bezpieczeństwem pracy). W opinii autora pożądanym ogniwem kompleksowego systemu zarządzania jest również system zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu, który jest komplementarny wobec wymienionych wyżej składników systemu zintegrowanego. Bez względu na model świadczenia usług o charakterze użyteczności publicznej, niezbędne jest również spojrzenie na nie od strony majątku i infrastruktury (zasobów materialnych), jakie w tym celu są eksploatowane. Zatem uzupełnienie zaproponowanej w [19] implementacji zintegrowanych systemów zarządzania o całościowe podejście do zagadnień utrzymania ruchu jest uzasadnione.

#### 4. ANALIZA MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA TPM W SEKTORZE NIEPEŁNEJ GOSPODARKI KOMUNALNEJ

Total Productive Maintenance, zarówno według propozycji JIPM, jak i w ujęciu Steinbachera, stanowi złożone zagadnienie. Na potrzeby przeprowadzenia analizy dla poszczególnych „filarów” TPM dokonano identyfikacji kluczowych czynników mających wpływ na możliwość osadzenia każdego z nich w praktyce działalności organizacji. Zestawienie czynników zamieszczono w tabeli.

Tabela 1. Zestawienie czynników analizy możliwości wdrożenia poszczególnych „filarów” TPM

Filar TPM	Czynniki analizy
Autonomiczne utrzymanie <i>Autonomous maintenance</i>	Relacja: operator – sprzęt (bezpośredniość użytkowania) Możliwość realizacji drobnych obsługa przez operatora Unikalność kompetencji operatora
Kobetsu Kaizen (eliminacja strat) <i>Individual improvement</i>	Identyfikowalność 16 rodzajów strat (związanych ze sprzętem, ludźmi i kosztami) Identyfikowalność przyczyn strat metodami analiz (np. FMEA, 5 why, itp.) Możliwość zwiększania wartości OEE w części wydajności
Planowane utrzymanie <i>Planned maintenance</i>	Możliwość wdrożenia utrzymania proaktywnego Stopień skomplikowania napraw i możliwość zwiększenia MTBF, MTTR Możliwość zwiększania wartości OEE w części dostępności
Zarządzanie jakością <i>Quality management</i>	Możliwość szybkiej standaryzacji procesów i objęcia ich systemem zarządzania jakością Możliwość zwiększania wartości OEE w części jakościowej Identyfikowalność przyczyn problemów sprzętowych (np. RCFA)

Filar TPM	Czynniki analizy
Edukacja i szkolenie <i>Education and training</i>	Występowanie formalnych wymogów dotyczących kwalifikacji operatorów i służb UR Unikalność kompetencji personelu Ewaluacja umiejętności, stopień formalizacji wiedzy, występowanie wymogów certyfikacji okresowej
Bezpieczeństwo i higiena pracy, zarządzanie środowiskiem <i>Safety, health and environment</i>	Wypadkowość w sektorze działalności Łatwość zapewnienia bezpiecznych warunków pracy Wpływ działalności sektora na środowisko naturalne
Administracyjne TPM <i>Office TPM</i>	Możliwość upraszczania/„odchudzenia” procesów administracyjnych Możliwość wdrożenia administracyjnego 5S Możliwość optymalizacji procesów względem kosztów
Zarządzanie rozwojem <i>Development management</i>	Uwarunkowania gromadzenia informacji eksploatacyjnej Szybkość rotacji majątku Możliwość rozwoju sprzętowego organizacji (nowe inwestycje) Możliwość doskonalenia procesów zarządzania eksploatacją

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14, 21]

Na podstawie zidentyfikowanych czynników przeprowadzono analizę wdrażalności poszczególnych filarów TPM w poszczególnych sektorach niepełnej gospodarki komunalnej, której syntezę przedstawiono w tabeli. Zastosowano następujące oznaczenia:

- ++ – wdrożenie łatwe,
- + – wdrożenie możliwe,
- - – wdrożenie utrudnione,
- -- – wdrożenie niemożliwe.

Poszczególnym filarom odpowiadają akronimy według terminologii anglojęzycznej przedstawionej w tabeli 1.

Tabela 2. Wyniki analizy możliwości wdrożenia TPM w poszczególnych sektorach działalności użyteczności publicznej

Sektor	AM	II	PLM	QM	E&T	SH&E	OTPM	DM
Wodociągi i kanalizacja	-	+	+	+	+	+	-	-
Utrzymanie czystości	++	+	++	++	+	-	+	++
Komunikacja miejska	++	+	++	++	++	-	+	++
Zieleń miejska	++	+	++	++	+	-	+	++
Gospodarka odpadami	++	+	++	++	+	-	-	+
Zaopatrzenie w ciepło	-	+	+	+	++	+	-	-
Zaopatrzenie w gaz	-	+	+	+	++	+	-	-
Zaopatrzenie w energię elektryczną	-	+	+	+	++	+	-	-

Źródło: opracowanie własne

Jak wynika z przeprowadzonej analizy, możliwość wdrożenia autonomicznego utrzymania jest tym łatwiejsza, im łatwiej identyfikowalna jest relacja operator–wyposażenie. W sektorach, w których wskazano trudności w tym zakresie, występuje infrastruktura sieciowa, do której operator nie ma bezpośredniego dostępu, gdyż nie wykonuje on na niej bezpośrednich operacji. Trudno też o identyfikację unikalnych kompetencji operatorów, gdyż w przypadku infrastruktury sieciowej w zasadzie oni nie występują. W pozostałych sektorach, gdzie korzystanie z maszyn i urządzeń technicznych przez operatorów jest jawne, możliwości realizacji utrzymania autonomicznego są znaczne. W każdym analizowanym przypadku możliwe jest doskonalenie małymi krokami Kobetsu Kaizen polegające na identyfikowaniu i eliminowaniu strat o charakterze technicznym, organizacyjnym i kosztowym. Warunkiem *sine qua non* jest w tym przypadku gromadzenie i przetwarzanie danych eksploatacyjnych oraz wyciąganie wniosków na ich podstawie. W każdym przypadku możliwe jest wdrożenie utrzymania planowanego zamiast praktyk reaktywnych, jak i systemu zarządzania jakością. W organizacjach operujących na infrastrukturze sieciowej czynnikami utrudniającymi podjęcie działań w tych obszarach są zwiększanie dostępności oraz poprawa jakości w rozumieniu OEE, gdyż przystają one bardziej do działalności wytwórczej niż usługowej polegającej na dostawie mediów. W kwestii zagadnień BHP i środowiska analizowane sektory mają porównywalną podatność na wdrażanie działań TPM, z zastrzeżeniem, że dla działalności związanej z przewozami wypadkowość może być wyższa, a jej ograniczenie trudne do osiągnięcia. W obszarze związanym z TPM biurowych, czynnikiem ograniczającym uelastycznienie i odchudzenie procesów administracyjnych są przeszkody formalno-organizacyjne. W grupie usług dotyczących dostaw wody, odprowadzenia ścieków czy też dostaw ciepła wiążą się one z procedurą ustalania i zatwierdzania taryf, uzgadniania dokumentacji, dla potrzeb których niezbędne jest utrzymanie odpowiednich zasobów kadrowych oraz związanymi z nimi ograniczonymi możliwościami optymalizacji kosztowej. W przypadku sektora gazowego oraz energetycznego dodatkowym elementem stanowiącym przeszkodę w swobodnym kształtowaniu procesów administracyjnych są wytyczne wynikające z realizacji polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa. W zakresie zarządzania rozwojem najmniej skomplikowane wydają się być te sektory, w których najszybciej obserwuje się rotację majątku (najkrótszy cykl życia sprzętu) i w których czas realizacji inwestycji jest najkrótszy. W sektorach infrastrukturalnych cykle inwestycyjne są najdłuższe, a gromadzenie informacji eksploatacyjnej specyficzne i dedykowane dla każdego z nich, co utrudnia pozyskiwanie danych i tworzenie nowej wiedzy o eksploatowanych obiektach.

## 5. PODSUMOWANIE I KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w inżynierskich obszarach gospodarki komunalnej, w organizacjach użyteczności publicznej, możliwe jest wdrożenie koncepcji TPM. Każdorazowo wymagane jest jednak dostosowanie jej do specyfiki wynikającej z branży, w jakiej organizacja działa. Dalsze badania dotyczyć będą adaptacji TPM do potrzeb każdego z sektorów, a następnie stworzenia modelowego zintegrowanego systemu TPM dla inteligentnego zarządzania eksploatacją technosfery miasta (tzw. miejski Smart Maintenance) [22].



## LITERATURA

- [1] Garg A., Deshmukh S.G.: *Maintenance management: literature review and directions*, "Journal of Quality in Maintenance Engineering", Vol. 12, Issue 3, rok 2006, s. 205-238.
- [2] Niziński S.: *Eksploatacja obiektów technicznych*, Instytut Technologii Eksploatacji, Radom, 2002.
- [3] Bamber C.J. i in.: *Factors affecting successful implementation of total productive maintenance*, "Journal of Quality in Maintenance Engineering", Vol. 5, Issue 3, rok 1999, s. 162-181.
- [4] Pintelton L. i in.: *Evaluating the effectiveness of maintenance strategies*, "Journal of Quality in Maintenance Engineering", Vol. 12, Issue 1, rok 2006, s. 7-20.
- [5] Tsang A.H.C. i in.: *Measuring maintenance performance: a holistic approach*, "International Journal of Operations & Production Management", Vol. 19, No. 7, rok 1999, s. 691-715.
- [6] Loska A.: *Przegląd modeli ocen eksploatacyjnych systemów technicznych*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Zakopane 2011; t. 2, s. 37-46.
- [7] Loska A.: *Exploitation assessment of selected technical objects using taxonomic methods*, „Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability”, Vol. 15, Issue 1, rok 2013, s. 1-8.
- [8] Ahuja I.P.S. i in.: *An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance*, "Journal of Quality & Reliability Management", Vol. 25, Issue 2, rok 2008, s. 147-172.
- [9] Mączyński W., Nahirny T.: *Efektywność służb utrzymania ruchu jako składowa efektywności przedsiębiorstwa*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Zakopane 2012; t. 2, s. 204-213.
- [10] Nakajima S.: *Introduction to TPM. Total Productive Maintenance*, Productivity Press, Portland, 1988.
- [11] Rhyne D.M.: *Total plant performance advantages through total productive maintenance*, APICS Conference Proceedings, Birmingham, 1990, s. 683-686.
- [12] Moore R.: *Combining TPM and reliability-centred maintenance*, Plant Engineering, Vol. 56, Issue 6, s. 88-90.
- [13] Robinson C.J., Ginder A.P.: *Implementing TPM: The North American Experience*, Productivity Press, Portland, 1995.
- [14] Ahuja I.P.S., Khamba J.S.: *Total productive maintenance: literature review and directions*, "Journal of Quality & Reliability Management", Vol. 25, Issue 7, rok 2008, s. 709-756.
- [15] Walczak M.: *Zarządzanie systemem utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie na przykładzie total productive maintenance*, „Acta Universitatis Lodzianis. Folia Oeconomica”, Vol. 265, rok 2012, s. 245-256.
- [16] Ustawa z dnia 20 grudnia 1996 roku o gospodarce komunalnej, Dz.U. 1997 Nr 9, poz. 43 z późniejszymi zmianami.
- [17] Kożuch B., Kożuch A.: *Istota współczesnych usług publicznych*, [w:] Kożuch B., Kożuch A. (red.), *Usługi publiczne. Organizacja i zarządzanie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2011.

- [18] Kulesza M.: *Gospodarka komunalna – podstawy i mechanizmy prawne*, „Samorząd Terytorialny”, nr 7-8/2012, s. 7-24.
- [19] Denczew S.: *Podstawy gospodarki komunalnej. Współczesne zagadnienia sektorów inżynierskich*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok, 2004.
- [20] Walczak M.: *Czy jednostki samorządu mogą prowadzić działalność zarobkową poza sferą użyteczności publicznej*, [http://biznes.gazetaprawna.pl/artykuly/424442, czy\\_jednostki\\_samorządu\\_moga\\_prowadzić\\_działalność\\_zarobkowa\\_poza\\_sfera\\_użyteczności\\_publicznej.html](http://biznes.gazetaprawna.pl/artykuly/424442, czy_jednostki_samorządu_moga_prowadzić_działalność_zarobkowa_poza_sfera_użyteczności_publicznej.html) [dostęp 17.03.2015].
- [21] Ben-Daya M. i in. (red.): *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Springer, London, 2009.
- [22] Loska A.: *Review of opportunities and needs of building the SmartMaintenance concept within technical infrastructure system of municipal engineering*, Konferencja Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Zakopane 2015; t. 2, s. 544-555.
- [23] Loska A.: *Wybrane aspekty komputerowego wspomagania zarządzania eksploatacją systemów technicznych. Monografia*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2012.
- [24] Suzuki T.: *TPM in Process Industries*, Productivity Press, Portland, 1994.
- [25] Smith J.: *The KPI Book*, Insight Training & Development Limited, Stoubridge 2001.
- [26] Wiremann T.: *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance* (second edition), Industrial Press, New York, 2005.