

# MODEL UTRZYMANIA SPRAWNOŚCI PRODUKCYJNEJ MASZYN, JAKO KLUCZOWY CZYNNIK ROZWOJU PRZEDSIĘBIORSTWA PRODUKCYJNEGO

Katarzyna WOŹNICKA, Katarzyna SIKORA

**Streszczenie:** W niniejszym artykule skupiono uwagę na porównaniu parku maszynowego dwóch przedsiębiorstw produkcyjnych funkcjonujących na terenie woj. kujawsko - pomorskiego. Dokonana ocena opierała się na 10 głównych kryteriach, które wraz z uszczegóławiającymi je pytaniami zostały opracowane w formie kwestionariusza. Ankieta została przeprowadzona w badanych firmach.

**Słowa kluczowe:** wspomaganie komputerowe, CMMS, TPM, RCM, eksploatacja maszyn

## 1. Wprowadzenie

W dobie kryzysu finansowego każde prosperujące na rynku przedsiębiorstwo musi bardzo rozważnie podchodzić do kwestii kosztów. Jedyną drogą, by zminimalizować te niepotrzebne wydatki, jest zidentyfikowanie źródeł ich powstawania, a następnie wdrożenie działań profilaktycznych.

Dla każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego źródłem, które generuje koszty możliwe do uniknięcia są awarie i czas przestoju maszyn, urządzeń oraz instalacji. To właśnie ich niezawodność wpływa bezpośrednio na produktywność firmy. Im częściej zdarzają się awarie i przestoje, powstaje tym mniejsza liczba wyrobów gotowych przekładająca się na wynik finansowy organizacji. Dlatego też priorytetowym działaniem organizacji powinno być utrzymanie ruchu maszyn, gdyż tylko niezawodna infrastruktura oraz profesjonalne służby odpowiedzialne za usuwanie ewentualnych awarii umożliwiają uniknięcie dodatkowych obciążeń finansowych. Poziom dopasowania maszyn, urządzeń oraz instalacji do wytwarzanych produktów i usług silnie wiąże się z wysokością kosztów jednostkowych produktów. Cykle realizacji zamówień zależą od wskaźników produktywności, wydajności oraz tzw. wąskich gardeł. Stan infrastruktury technicznej warunkuje stopień spełnienia wymagań jakościowych wyrobów. Z tego właśnie powodu każda jednostka produkcyjna powinna znać rzeczywisty stan swojego parku maszyn technologicznych. Tym istotniejsze jest to w warunkach zaostrzającej się konkurencji, w której nawet minimalne przewagi w stosunku do innych graczy rynkowych mogą decydować o dalszym losie przedsiębiorstwa.

Zakres biznesowych zastosowań technologii informatycznych jest obecnie tak szeroki, że stanowi to wręcz warunek determinujący rozwój współczesnej gospodarki. W dobie kryzysu przedsiębiorstwa w Polsce wiele wysiłku poświęcają na utrzymanie odpowiedniej pozycji wśród silnie rozwijającej się konkurencji. Zachowanie dominacji na rynku zapewnia odpowiednio wysoka jakość oferowanych wyrobów, determinowana wdrożeniem odpowiednich metod zarządzania przedsiębiorstwem. Realizacja zadań produkcyjnych połączona jest w takim układzie z harmonizacją środków oraz integracją wszystkich zadań organizacji [1].

Tematem niniejszego artykułu jest ocena stanu parku maszyn technologicznych i instalacji wybranych przedsiębiorstw produkcyjnych z regionu kujawsko pomorskiego. Zarządzanie procesami utrzymania ruchu maszyn, urządzeń oraz instalacji stanowi jej główny problem badawczy.

Głównym celem pracy jest przeprowadzenie analizy oraz ocena parku maszyn technologicznych w dwóch wybranych przedsiębiorstwach X i Y. Poprzez wykorzystanie oceny stanu parku maszynowego wskazane zostaną najsłabsze oraz najsilniejsze aspekty infrastruktury obu obiektów badawczych [2]. Ponadto poprzez wykorzystanie metody wielokryterialnej oceny parku maszynowego zostanie sprawdzone, czy ten teoretyczny model można stosować do wspomagania procesów eksploatacji w przedsiębiorstwach z różnych dziedzin przemysłu.

Przyjęta dla potrzeb badania metoda zakłada wykorzystanie analizy danych wtórnych dotyczących metod zarządzania parkiem maszyn technologicznych i instalacji oraz sposobów oceny jego stanu na podstawie wyników badań empirycznych uzyskanych w oparciu o przeprowadzony wywiad wraz z wywiadem uzupełniającym.

## **2. Metody zarządzania procesami utrzymania ruchu maszyn, urządzeń i instalacji w przedsiębiorstwie**

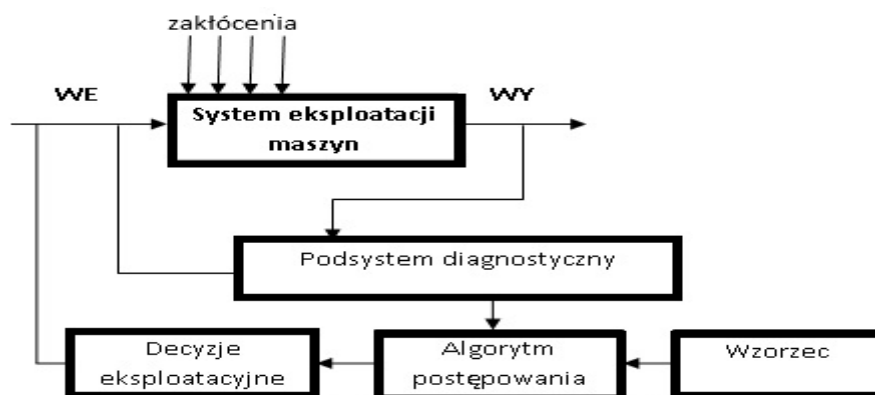
Eksploatacja maszyn decyduje o poziomie realizacji celów stawianych maszynie, urządzeniu, instalacji czy systemowi w określonych warunkach eksploatacyjnych i w określonym czasie [3]. Zasadniczo w sferze zarządzania infrastrukturą techniczną wyróżnia się metody klasyczne (tradycyjne), metody nowoczesne oraz metody mieszane.

Zwykle o jedną z powyższych metod opiera się system eksploatacji przedsiębiorstwa (elementy pozostałych strategii stanowią uzupełnienie). Dlatego też w praktyce przemysłowej najczęściej spotyka się mieszane strategie eksploatacji, gdyż pozwalają one dostosowywać się firmie do wymagań i warunków eksploatacyjnych maszyn.

### **2.1. Klasyczne metody zarządzania parkiem maszyn technologicznych**

Do pierwszej grupy metod zarządzania parkiem maszyn technologicznych i instalacji (PMT) zaliczyć należy podejście według potencjału eksploatacyjnego, podejście według stanu, podejście według efektywności, podejście oparte na niezawodności oraz autoryzowanej strategii eksploatacji maszyn. Główny wyznacznik przy podejściu według potencjału eksploatacyjnego opiera się na tak zwanym zasobie ustalonym (reśurs eksploatacyjny). Ten wskaźnik stanowi jeden z najważniejszych wyznaczników jakości eksploatacji użytkowanych obiektów mechanicznych (zarówno w teorii jak i praktyce eksploatacyjnej). Krytycznym w tym podejściu jest optymalne ustalenie okresowej obsługi i jej zakresów (reśurs międzyobsługowy) [4].

Wykorzystanie podejścia według stanu objawia się kontrolowaniem stanów technicznych maszyn (patrz rys. nr 1 poniżej). Na tej podstawie opracowuje się informacje diagnostyczne, które pozwalają podejmować decyzje w systemie eksploatacji oraz w jego otoczeniu [5].



Rys. 1. Kontrolowanie stanów technicznych  
*Źródło: Opracowanie własne [6]*

Stan techniczny maszyny opisany jest wartościami mierzonych symptomów. Potrzebne są więc tutaj nie tylko skuteczne metody i środki diagnostyki technicznej, lecz również przygotowany odpowiednio personel techniczny. Wymaga to przewyciężenia nieufności decydentów odnośnie efektywności tej metody. Efekty ekonomiczne tej właśnie metody są niewspółmiernie wyższe w porównaniu do pozostałych strategii [6].

Podejście według efektywności występuje wówczas gdy relatywne starzenie maszyny następuje szybciej niż ich fizyczne zużycie. Oczywiście w efekcie takie obiekty techniczne wycofuje się z parku maszyn technologicznych.

Decyzje w zakresie zarządzania utrzymaniem stanu maszyn i urządzeń częściej są wynikiem okresowej kontroli poziomu niezawodności (podejście według niezawodności) eksploatowanych obiektów technicznych do momentu, gdy dochodzi do zwiększonej intensywności uszkodzeń. Tę metodę stosuje się, jeśli konsekwencje uszkodzeń nie powodują zagrożenia, nie naruszają zasad bezpieczeństwa pracy i nie zwiększają kosztów eksploatacyjnych [3].

## 2.2. Nowoczesne metody zarządzania parkiem maszyn technologicznych

Wśród nowoczesnych strategii zarządzania parkiem maszynowym wyróżniamy dwie koncepcje: utrzymania ukierunkowanego na niezawodność (RCM - Reliability Centred Maintenance) oraz produktywnego utrzymania maszyn (TPM – Total Productive Maintenance).

RCM jest procesem pozwalającym na określenie wymagań serwisowych urządzeń technicznych (przy uwzględnieniu specyfiki użytkowania). Tą metodę postrzega się jako pewnego rodzaju platformę interdyscyplinarną dla niezawodności, informatyki, statystyki oraz ekonomiki. Dzięki takiemu połączeniu możliwym jest osiągnięcie efektu synergii, (korzystając z osiągnięć wielu dziedzin, by dokonać optymalizacji ogółu działań serwisowych). Procedura metody utrzymania ukierunkowanego na niezawodność daje możliwość wyboru odpowiedniej strategii naprawy poszczególnych części i podzespołów oraz określenie konkretnych technik efektywnej realizacji danej strategii (działania opierają się na czynnikach środowiskowych, eksploatacyjnych i ekonomicznych [7]).

Zatem produktywno utrzymanie maszyn ma za zadanie redukcję kosztów wynikających z postojów w wyniku nieprzewidzianych usterek, redukcję całościowego kosztu

inwestycji, redukcję jednostkowego kosztu produktu poprzez lepsze wykorzystanie maszyn, poprawienie stabilności procesu produkcyjnego. Funkcjonowanie metody TPM obejmuje okres działania maszyn w procesie produkcyjnym, opierającym się na przewidywaniu przyszłych niesprawności/awarii w związku z realizacją procesu produkcyjnego. Przydatnym elementem podczas wdrażania tej strategii jest określenie kolejności typowania maszyn obejmowanych tym systemem, ponieważ jego wprowadzenie odbywa się stopniowo (na poszczególnych maszynach parku technologicznego) [7].

### **3. Wyniki badań**

Charakterystyki obiektów badawczych I i II zostały opracowane na podstawie informacji ze stron internetowych organizacji, udostępnionych katalogów, prospektów informacyjnych oraz rozmów z pracownikami oraz przeprowadzonego wywiadu przy pomocy kwestionariusza. Najcenniejsze informacje otrzymano dzięki ostatnim dwóm źródłom.

#### **3.1 Charakterystyka obiektu badawczego X**

Obiekt badawczy I stanowi firma X zlokalizowana na terenie miasta Bydgoszcz w województwie kujawsko-pomorskim. W chwili obecnej zatrudnia ok. 320 pracowników. Powierzchnia zakładu wynosi ok. 9 000m<sup>2</sup>.

Przedsiębiorstwo działa w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych. Posiada szeroki asortyment produktów, obejmujący artykuły gospodarstwa domowego oraz serię produktów dziecięcych. Produkty tej firmy wytwarzane są w oparciu o system zarządzania jakością zgodny z normą DIN EN ISO 9001:2008.

Firma posiada 2 nowoczesne hale produkcyjne wyposażone w 45 wtryskarek wyposażonych w dozowniki KOCH. Parametry wtryskania mieszczą się w granicach 35-1100 t. Dodatkowo w skład głównej infrastruktury produkcyjnej wchodzi również: 5wtryskarek typu babyplast oraz 11 etykieciarek. Dzienny przerób zakładu wynosi 20 t tworzywa sztucznego.

Dla określenia stopnia wykorzystania maszyn obliczany jest współczynnik OEE określający całkowitą efektywność urządzenia. Jest to informacja o tym, w jakim stopniu czynniki zewnętrzne (np. przestoje, braki, itp.) wpływają na ograniczenie zdolności parku maszyn technologicznych. Wskaźnik koncentruje się wyłącznie na maszynach, urządzeniach oraz procesach a nie na personelu [8].

Powody niepełnego wykorzystania parku maszyn technologicznych analizuje się, a następnie planuje działania doskonalące na podstawie raportów dotyczących poziomu braków, czasu i powodów przestojów, wydajności maszyn (codziennego raportowania). Silny nacisk kładziony jest na optymalizację czasu wykonywania operacji manualnych oraz skracanie czasów kalkulowanych na maszynach poprzez tworzenie gniazd produkcyjnych. Procesy projektowo-technologiczne oparte są o programy CAD/CAM. Całe to zaplecze programowe pozwala na nieustanną optymalizację form wtryskowych.

### 3.2 Indywidualna hierarchia kryteriów firmy X

Kryteria oceny stanu parku maszyn technologicznych zostały zhierarchizowane przez Dyrektora ds. Produkcji w sposób zaprezentowany w poniższej tabeli nr 1. Maksymalna liczba punktów została obliczona poprzez pomnożenie procentowego udziału kryterium oraz łącznej sumy punktów do uzyskania (1000). Maksymalna liczba punktów za moduł to iloraz maksymalnej liczby za kryterium oraz ilości podkryteriów dla każdego z dziesięciu czynników.

Tab. 1. Hierarchia kryteriów firmy X

| Lp. | Kryterium        | Udział % kryterium | Liczba modułów | Maksymalna liczba punktów za kryterium | Maks. l. punktów za moduł |
|-----|------------------|--------------------|----------------|--|---------------------------|
| 1.  | Zautomatyzowanie | 30                 | 7              | 300                                    | 42,86                     |
| 2.  | Bezpieczeństwo   | 20                 | 9              | 200                                    | 22,22                     |
| 3.  | Specjalizacja    | 5                  | 7              | 50                                     | 7,14                      |
| 4.  | Przezbijanie     | 5                  | 6              | 50                                     | 8,33                      |
| 5.  | Zasoby krytyczne | 10                 | 7              | 100                                    | 14,29                     |
| 6.  | Energochłonność  | 5                  | 8              | 50                                     | 6,25                      |
| 7.  | Wykorzystanie    | 5                  | 8              | 50                                     | 6,25                      |
| 8.  | Niezawodność     | 10                 | 7              | 100                                    | 14,29                     |
| 9.  | Zużycie          | 5                  | 6              | 50                                     | 8,33                      |
| 10. | Ekologiczność    | 5                  | 8              | 50                                     | 6,25                      |

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań własnych*

Przedsiębiorstwo największą wagę przywiązuje do aspektów związanych z wysokim stopniem zautomatyzowania oraz bezpieczeństwem obsługi. Przydzielono tym czynnikom zarówno najwyższe miejsca w hierarchii (I i II) jak i największy procentowy udział w ogólnej sumie punktów. Najmniej znaczą dla przedsiębiorstwa aspekty związane ze stopniem zużycia oraz generowanymi aspektami środowiskowymi (miejsca IX i X). Im niższe było miejsce w klasyfikacji ważności tym występował mniejszy procentowy udział w łącznej sumie punktów. Zauważalne są jednak dwie zasadnicze różnice między miejscem w hierarchii a wskazanym procentowym udziałem kryterium: poziom specjalizacji usytuowany wysoko na 3 miejscu posiada zaledwie 5% udziału w ogólnej sumie punktów. Dla porównania poziom specjalizacji ma priorytet dalekiego miejsca 8, ale za to z dwukrotnie wyższym udziałem procentowym. Na IV miejscu w klasyfikacji znalazło się

kryterium łatwości przezbrojenia, lecz ma przypisany mniejszy udział procentowy niż zasoby krytyczne (miejsce V).

### **3.3 Charakterystyka obiektu badawczego Y**

Obiekt badawczy Y jest jednym z najstarszych przedsiębiorstw przemysłowych w regionie kujawsko pomorskim. Lokalizacja firmy zmieniała się kilkakrotnie w czasie swojego istnienia, jednakże zawsze dotyczyła Bydgoszczy.

Firma produkuje wyroby dla potrzeb górnictwa oraz armii. Jednakże w związku z bardzo zmienną koniunkturą na rynku górnictwym oraz w produkcji militarnej zaczęto rozwijać trzecią sferę działalności, jaką stanowią usługi kooperacyjne. W 1997 r. wdrożono system zarządzania jakością oparty o normę ISO 90001:2000. Dodatkowo jakość produktów militarnych zapewnia norma NATO AQAP 2110.

Firma zatrudnia obecnie ok. 230 pracowników. Posiada 2 hale produkcyjne, które od 2006 r. nieustannie są modernizowane wraz z powierzchnią magazynową. Park maszyn technologicznych w wyniku tej modernizacji również został gruntownie odnowiony.

W strategii organizacji nie sprecyzowano dokładnie średniego wieku maszyn i urządzeń. Ogromny nacisk kładzie się w przedsiębiorstwie na optymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni roboczej, aby usprawnić procesy logistyki wewnętrznej. Procedury postępowania na wypadek awarii zasobu krytycznego są wymuszone przez produkcję specjalistyczną dla górnictwa oraz wojska.

Służby utrzymania ruchu istnieją w przedsiębiorstwie pod nazwą działu TZ, czyli zaplecza technicznego. Zatrudnionych jest tam 20 osób. Strategia realizowana przez dział TZ opiera się w głównej mierze o przeglądy okresowe i planowe remonty.

### **3.4 Indywidualna hierarchia kryteriów firmy Y**

Kryteria oceny stanu parku maszyn technologicznych zostały zhierarchizowane w sposób zaprezentowany w tabeli nr 2. Poniższa klasyfikacja wraz z kwestionariuszem badawczym zostały wypełnione przez Głównego Technologa obiektu badawczego II.

Dla przedsiębiorstwa Y najważniejszymi aspektami są (zgodnie z kolejnością w klasyfikacji): stopień wykorzystania maszyn, poziom niezawodności oraz bezpieczeństwo obsługi (I, II, III miejsce). Usytuowanie w hierarchii ważności dla tych kryteriów pokrywa się z największym procentowym udziałem w ogólnej sumie punktów. Najmniejszy nacisk kładziony jest na czynniki, takie jak: stopień zużycia, zasoby krytyczne oraz poziom specjalizacji (ostatnie trzy miejsca w klasyfikacji ważności, 5% udziału każdego z kryteriów). Pewną anomalią jest zaobserwowana tendencja, że im wyższy priorytet kryterium tym wyższy udział procentowy, co potwierdza usytuowanie czynnika łatwości przezbrojeń na V miejscu z udziałem 5%. Kryteria, które uplasowano na VI i VII miejscu posiadają udział dwukrotnie wyższy.

Tab. 2. Hierarchia kryteriów firmy Y

| Lp. | Kryterium        | Udział % kryterium | Liczba modułów | Maksymalna liczba punktów za kryterium | Maks. l. punktów za moduł |
|-----|------------------|--------------------|----------------|--|---------------------------|
| 1.  | Wykorzystanie    | 20                 | 8              | 200                                    | 25,00                     |
| 2.  | Niezawodność     | 20                 | 7              | 200                                    | 28,57                     |
| 3.  | Bezpieczeństwo   | 10                 | 9              | 100                                    | 11,11                     |
| 4.  | Zautomatyzowanie | 10                 | 7              | 100                                    | 14,29                     |
| 5.  | Przezbieranie    | 5                  | 6              | 50                                     | 8,33                      |
| 6.  | Ekologiczność    | 10                 | 8              | 100                                    | 12,50                     |
| 7.  | Energochłonność  | 10                 | 8              | 100                                    | 12,50                     |
| 8.  | Zużycie          | 5                  | 6              | 50                                     | 8,33                      |
| 9.  | Zasoby krytyczne | 5                  | 7              | 50                                     | 7,14                      |
| 10. | Specjalizacji    | 5                  | 7              | 50                                     | 7,14                      |

*Źródło: Opracowano na podstawie przeprowadzonych badań własnych*

### 3.5 Analiza porównawcza parku maszyn i instalacji w badanych przedsiębiorstwach

Analizy porównawczej dokonano na podstawie wypełnionych kwestionariuszy oraz przeprowadzonych wywiadów uzupełniających.

Forma prawna, skala produkcji oraz obszar działalności obiektów badawczych jest różny. Firma X to spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, z całkowitym udziałem kapitału zagranicznego, która na polskim rynku działa od prawie 21 lat. Natomiast firma Y to spółka akcyjna z ponad 144-letnią tradycją działalności, która wielokrotnie zmieniała nie tylko formę prawną. W obu strukturach wydzielono komórki odpowiedzialne za utrzymanie ruchu parku maszyn technologicznych. Przedsiębiorstwo Y posiada dwukrotnie więcej personelu służb utrzymania ruchu, których polityka zarządzania infrastrukturą techniczną posiada cechy metody Preventive Maintenance – Obsługi Prewencyjnej opierającej się na harmonogramach prac serwisowych (tradycyjna koncepcja, bliżej scharakteryzowana we wcześniejszej części pracy). Natomiast przedsiębiorstwo X realizuje założenia koncepcji Total Productive Maintenance, Totalnego Zarządzania Utrzymaniem Ruchu, która polega na kompleksowej konserwacji angażującej wszystkich pracowników. Organizacja ta wdrożyła i udoskonala tzw. koncepcję Lean Manufacturing, której podstawą jest TPM.

W obu jednostkach strategia rozwojowa zawiera: jasno wskazany profil specjalizacji wytwarzanych wyrobów i dostarczanych usług, co więcej zawiera ona wyraźne określoną potrzebę automatyzacji wraz z jej stanem docelowym. By doskonaląc swoje wyroby oraz

kompetencje, firmy prowadzą współpracę z zewnętrznymi jednostkami badawczo-rozwojowymi. Dodatkowo obiekt badawczy Y prowadzi własne prace (B+R) w zakresie doskonalenia specjalizacji. Praca służb utrzymania ruchu jest pozytywnie oceniana w organizacjach (lepsza ocena w firmie Y). Ponadto zlokalizowano w nich tzw. wąskie gardła ograniczające wykorzystanie parku maszynowego. Zarówno firma X jak i Y prowadzi działania mające na celu obniżenie energochłonności procesów produkcyjnych oraz zmniejszanie negatywnego wpływu działalności na środowisko. Niewątpliwie zarządy tych podmiotów gospodarczych cenią sobie wysoko bezpieczeństwo operatorów maszyn, dokładając starań w obszarze analizy zagrożeń na stanowiskach, wypadków oraz ich przyczyn, działań prewencyjnych i korekcyjnych.

W przypadku hierarchizacji dokonanych przez obie organizacje w zakresie ocen PMT, widocznym trendem było pokrywanie się wysokiego miejsca na liście ważności priorytetów z wysokim wynikiem dotyczącym procentowego udziału kryterium w łącznej sumie punktów. Ponadto dla obu z nich bezpieczeństwo obsługi znajduje się w grupie 3 najważniejszych priorytetów. Na zbliżonych, aczkolwiek dużo dalszych pozycjach, zakwalifikowano *stopień zużycia*, *energochłonność* oraz *łatwość przebrojeń*. Przeprowadzona analiza nie wykazała żadnych innych istotnych podobieństw w priorytetach dotyczących kryteriów. Świadczyć to może o prowadzeniu przez firmy różnych strategii odnośnie utrzymania stanu parku maszyn technologicznych. Warto dodać, że najczęstszymi przyczynami, dla których firmy nie brały pod uwagę danych podkryteriów były: brak czasu, niewystarczająco przygotowany personel, wyższość innych priorytetów.

### 3.6 Wyniki oceny stanu parku maszyn

Ze względu na różną wagę wpływu poszczególnych kryteriów na stan techniczny infrastruktury firmy koniecznym było przyjęcie dla każdego z nich procentowego udziału w ocenie całościowej. Zastosowano więc dwa różne rozkłady wszystkich czynników. Pierwszy zaproponowany został przez autorów metody oceny stanu parku maszyn technologicznych. Zakłada on równy udział w całości oceny pierwszych sześciu kryteriów (50%) oraz czterech ostatnich (50%). Dokładny rozkład poszczególnych punktów zamieszczono w tabeli nr 2 poniżej.

Tab. 2. Hierarchia i rozkład kryteriów zaproponowany przez autorów metody

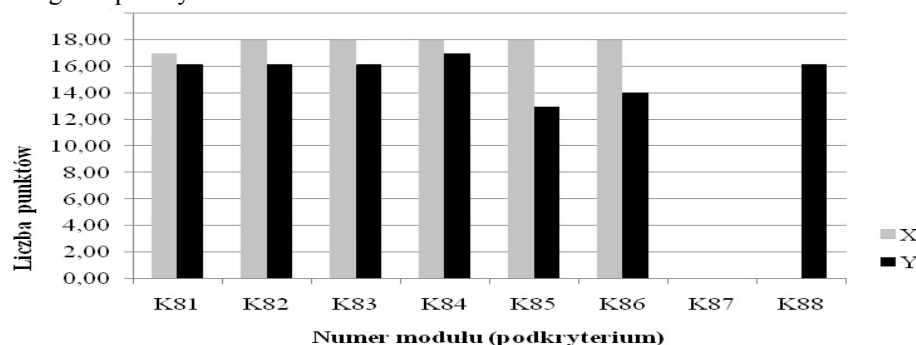
| Lp. | Kryterium        | Udział %            | Liczba modułów | Maksymalna liczba punktów za moduł |
|-----|------------------|---------------------|----------------|------------------------------------|
|     |                  | Liczba odp. punktów |                |                                    |
| 1.  | Zautomatyzowanie | $\frac{6}{60}$      | 7              | 8,57                               |
| 2.  | Specjalizacja    | $\frac{8}{80}$      | 7              | 11,43                              |
| 3.  | Niezawodność     | $\frac{10}{100}$    | 7              | 14,28                              |
| 4.  | Zużycie          | $\frac{6}{60}$      | 6              | 10,00                              |
| 5.  | Przezbieranie    | $\frac{8}{80}$      | 6              | 13,33                              |
| 6.  | Zasoby krytyczne | $\frac{12}{120}$    | 7              | 17,14                              |



|     |                 |                  |   |       |
|-----|-----------------|------------------|---|-------|
| 7.  | Energochłonność | $\frac{12}{120}$ | 8 | 15,00 |
| 8.  | Wykorzystanie   | $\frac{16}{160}$ | 8 | 20,00 |
| 9.  | Bezpieczeństwo  | $\frac{12}{120}$ | 9 | 13,33 |
| 10. | Ekologiczność   | $\frac{10}{100}$ | 8 | 12,50 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań własnych

Dla obu przedsiębiorstw najsilniejszą stroną parku maszyn technologicznych jest kryterium *stopnia wykorzystania* (czynnik zaliczony do grupy, która bezpośrednio lub pośrednio wpływa na wyniki działalności firmy). Zaledwie różnicą 2 pkt firma Y (łącna suma punktów za kryterium 108,80) przewyższa firmę X na tym polu (łącna suma punktów za kryterium 107,00). Maksymalnie można było uzyskać za wszystkie moduły 160 pkt. Tak wysokie wyniki oznaczają, że obie organizacje analizują stopień wykorzystania maszyn (K81) w czasie, powody niepełnego wykorzystania posiadanych zasobów (K82), planują działania doskonalące w tym zakresie (K82), redukują czas poszczególnych procesów (K83), wykorzystują nowoczesne metody projektowania wyrobów, a posiadana struktura (jakościowo i ilościowo) odpowiada rzeczywistym potrzebom rynku (K85, K86). Poniższy wykres nr 1 przedstawia dokładny rozkład punktów za poszczególne podkryteria.



Rys. 2. Najsilniejszy aspekt PMT dla firmy X i Y – stopień wykorzystania

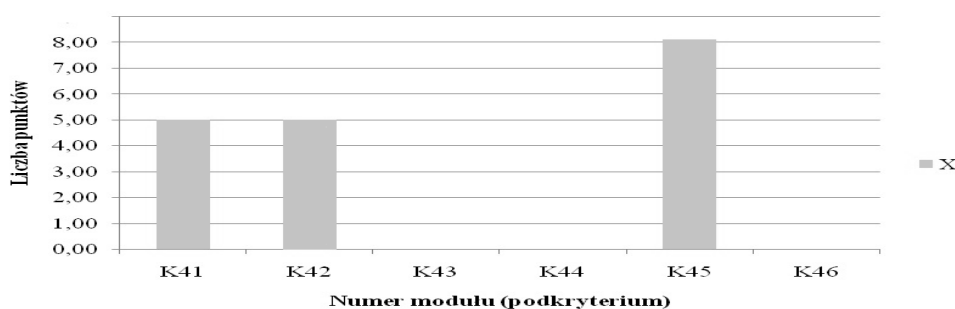
Źródło: Opracowano na podstawie przeprowadzonych badań własnych przedsiębiorstw

Warto zauważyć, że żaden z obiektów poddanych badaniu nie prowadzi analizy wykorzystania parku maszyn technologicznych pod względem mocy (moduł K87, brak słupka na wykresie). Ponadto żadne z przedsiębiorstw nie zamierza wprowadzać tego typu współczynników do przeprowadzanych raportów.

W przypadku badania najsłabszych stron parku maszyn technologicznych, okazało się, że były one różne dla obu organizacji. Dla podmiotu gospodarczego X było to kryterium *stopnia zużycia* (patrz wykres nr 2).

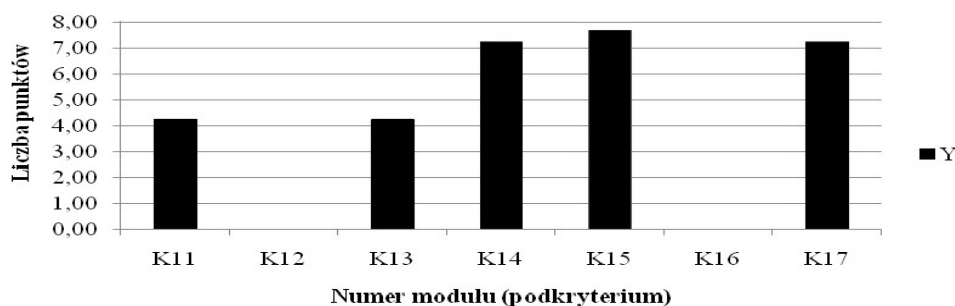
Na możliwych 60 punktów do osiągnięcia za to kryterium uzyskano zaledwie 18,10 punktów. Przedsiębiorstwo Y miało w tym względzie przewagę 23 pkt. W firmie X nie oblicza się współczynnika zdadności, nie ma ustalonej wartości docelowej, nie istnieją

również żadne plany postępowania, jeśli jego wartość spadnie poniżej tego poziomu, brak wzmianki o tym współczynniku w realizowanej strategii oraz nie ma żadnych ustalonych kryteriów postępowania po zamortyzowaniu się maszyny (moduły K43, K44, K46, brak słupków na wykresie). Przedsiębiorstwo nie zamierza prowadzić tego typu działań. W firmie do stopnia wykorzystania zużycia używa się raczej współczynnika OEE. Spełnienie pierwszych dwóch modułów (prace nad zmniejszeniem stopnia zużycia maszyn i urządzeń) jest częściowe (50%). Jedynym podkryterium spełnionym w 81% jest K45, który mówi o konieczności sprecyzowania średniego wieku użytkowanych maszyn i urządzeń według, których prowadzi się politykę zakupów i likwidacji.



Rys. 3. Najslabszy aspekt PMT firmy X - kryterium stopień zużycia  
*Źródło: Opracowano na podstawie przeprowadzonych badań własnych*

Dla przedsiębiorstwa Y przysłowiową „piętą achillesową” jest *stopień zautomatyzowania*, gdyż w tym obszarze uzyskało ono zaledwie - 30,85 pkt/60 pkt. *Stopień zużycia* zakwalifikowano jako kryterium związane ze strukturą i cechami parku maszyn technologicznych. Potrzeba automatyzacji i jej stan docelowy spełniona została częściowo (50%). Identycznie było z projektowaniem procesów technologicznych i ustaleniem z góry stopnia jego zautomatyzowania (podkryteria K11, K13). Dokładny rozkład liczby punktów za wszystkie moduły za to kryterium przedstawia rys. nr 4.



Rys. 4. Najslabszy aspekt PMT firmy Y- kryterium stopień zużycia  
*Źródło: Opracowano na podstawie przeprowadzonych badań własnych*

W organizacji nie dokonano typizacji ani grupowania wytwarzanych elementów w celu obróbki na elastycznych zautomatyzowanych urządzeniach (nie zamierza się jej przeprowadzić). Zostało to wytłumaczone poprzez bardzo zróżnicowany asortyment produktów i usług (K12). Nie istnieją preferowane systemy sterowania maszyn

planowanych do zakupu. Z drugiej jednak strony projektuje się i wykonuje zadaniowe urządzenia zautomatyzowane (K15) oraz prowadzi modernizacje maszyn w celu przejścia od obróbki jednostanowiskowej do wielostanowiskowej (K14). Wysoko oceniono pracę służb utrzymania ruchu w kwestii szybkiego usuwania awarii (spełnienie oczekiwań w 85%).

W generalnej punktacji firma X uzyskała 680,68 pkt zaś firma Y 709,80 pkt (na 1000 pkt możliwych).

### 3.7 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że metoda oceny stanu parku maszyn technologicznych opiera się na subiektywnych opiniach respondentów. Możliwe zatem jest zniekształcenie rzeczywistego obrazu sytuacji, jednakże kwestionariusze były wypełniane przez wysokiej klasy specjalistów w dziedzinie zarządzania produkcją, z wieloletnim doświadczeniem oraz szeroką wiedzą na temat sytuacji przedsiębiorstwa. W ten sposób wyżej wymienione zagrożenie zostało w znaczącym stopniu zminimalizowane.

Należy również zwrócić uwagę, iż pomimo subiektywizmu zastosowanej metody oceny PMT, każde ponowne jej zastosowanie pozwoli poprawnie zdefiniować trafność i wagę decyzji z zakresu utrzymania infrastruktury technicznej.

Przyjęcie równomiernego składu ważności poszczególnych kryteriów może zaburzać rzeczywisty obraz sytuacji, ponieważ nie bierze pod uwagę specyfiki danej branży, wielkości zakładu, liczby pracowników, wielkości dysponowanego budżetu, etc. Wykorzystanie tego typu analizy mogłoby być bardziej miarodajne, gdyby zastosować je do oceny stanu parku maszyn technologicznych dla danej firmy (okresowe stosowanie, jest to forma ewaluacji poczynionych udoskonaleń) lub dla przedsiębiorstw działających w tej samej branży oraz o zbliżonej infrastrukturze produkcyjnej.

Najbardziej realny obraz stanu parku maszynowego oddaje raczej analiza bazująca na indywidualnej hierarchii kryteriów oraz indywidualnym rozkładzie punktów, który oparty jest o prowadzoną strategię firmy.

Respondenci uznali kwestionariusz za narzędzie pomagające w ustrukturyzowaniu informacji dotyczących PMT oraz uświadomieniu roli poszczególnych kryteriów.

Z przeprowadzonych analiz informacji zawartych w kwestionariuszach wynika, że strategia zarządzania parkiem maszynowym firmy X opiera się na założeniach Total Productive Maintenance. Natomiast w przypadku drugiej jednostki Y nosi ona znamiona koncepcji prewencyjnego utrzymania (okresowe przeglądy w oparciu o harmonogramy).

Niewątpliwie zaprezentowany model oceny stanu infrastruktury technicznej można stosować do wspomagania procesów eksploatacji w przedsiębiorstwach.

Rozpatrując ten problem z punktu widzenia wyników całkowitej ilości punktów uzyskanych w ocenie PMT, oba przedsiębiorstwa dbają o właściwe utrzymanie stanu parku maszynowego. Jednakże warto zwrócić uwagę na najsłabiej ocenione aspekty PMT. Jednostki powinny upewnić się, czy nie jest pomijane ważne kryterium, którego poprawa może przynieść wymierne efekty.

Przykładanie przez przedsiębiorstwa X i Y dużej wagi do utrzymania ruchu maszyn oraz ich jak najlepszego stanu oznacza, iż pomiędzy jakością produktu, utrzymaniem wysokiej wydajności produkcyjnej oraz utrzymaniem terminowości dostaw a jakością zarządzania stanem parku maszyn technologicznych istnieją bardzo silne zależności pozytywne.

Wysoka niezawodność parku maszyn technologicznych i instalacji jest niewątpliwie podstawowym warunkiem rozwoju współczesnego przedsiębiorstwa produkcyjnego.

#### Literatura

1. Woźnicka K., Pawlak M. : System MAXIMO jako narzędzie wspomagania procesu eksploatacji maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole 2013, s. 1248-1259.
2. Łunarski J., Antosz K.: Ocena stanu infrastruktury technicznej - parku maszyn technologicznych w organizacji, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, vol. 2, nr 10, 2007.
3. Kazimierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000, s.15.
4. Downarowicz O.: Systemy eksploatacji, *Zarządzanie zasobami techniki*, ITE, Radom, 2000, s. 7-10.
5. Słotwiński B.: Podstawy badań i oceny niezawodności obiektów technicznych, WU WSI, Koszalin 1992, s. 20-27.
6. Żółtowski B., Tylicki H., *Wybrane problemy eksploatacji maszyn*, Wydawnictwo Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. St. Staszica w Piła, Piła 2004, s.7-8.
7. Antosz K., Prucnal S.: Wpływ reorganizacji służb utrzymania ruchu na proces monitorowania stanu maszyn. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, nr 46, 2011, s. 5-18.
8. Zamostny B. :System zarządzania przedsiębiorstwem. Techniki Lean manufacturing i Kaizen, pod red. Zamostny B., Wydawnictwo Wiedza i Praktyka. Warszawa 2010, s. 195-205.

Mgr inż. Katarzyna Woźnicka  
Inż. Katarzyna Sikora  
Katedra Inżynierii Zarządzania  
Wydział Zarządzania  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich  
85-796 Bydgoszcz, ul. Fordońska 430, pok.214  
tel./fax: (0 - 52) 340 88 69  
e-mail: katarzyna.woznicka@utp.edu.pl