

Nowoczesne Systemy Zarządzania
Zeszyt 20 (2025), nr 1 (styczeń-marzec)
ISSN 1896-9380, s. 135-156
DOI: 10.37055/nsz/207079

Modern Management Systems
Volume 20 (2025), No. 1 (January-March)
ISSN 1896-9380, pp. 135-156
DOI: 10.37055/nsz/207079

Instytut Organizacji i Zarządzania
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
Wojskowa Akademia Techniczna
w Warszawie

Institute of Organization and Management
Faculty of Security, Logistics and Management
Military University of Technology
in Warsaw

Skuteczna strategia utrzymania ruchu na przykładzie przedsiębiorstwa z branży produkcyjnej

The effective maintenance strategy on the example of a company from the manufacturing industry

Natalia Zawierucha

Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu, Filia w Opolu, Polska
nataliazawierucha1997@gmail.com; ORCID: 0009-0004-7874-367X

Abstrakt:

Cel badań i hipotezy/pytania badawcze

Analiza systemu produkcyjnego po kątem skuteczności strategii utrzymania ruchu. Celem badania jest zdefiniowanie czynników, jakie mają wpływ na skuteczność strategii utrzymania ruchu w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym.

Metody badawcze

W ramach badania zastosowano dwa narzędzia badawcze: obserwację oraz analizę danych ilościowych. Przeprowadzono obserwację rutynowych prac, jakie wykonywane są przez służby utrzymania ruchu i na tej podstawie porównano uzyskane wyniki z założeniami wdrożonej strategii utrzymania ruchu. Następnie przeprowadzono analizę zebranych danych ilościowych z systemu SAP za rok 2024 na temat dwóch rodzajów działań: prewencyjnych i predykcyjnych.

Główne wyniki

Budowanie skutecznej strategii utrzymania ruchu jest obszarem, który wymaga stałej integracji z obszarem produkcyjnym. Współpraca w tym zakresie sprawia, że wdrożony system zarządzania przynosi wymierne korzyści dla każdej ze stron. Zarówno prowadzone działania prewencyjne, jak i predykcyjne są oparte na stosowanej strategii utrzymania ruchu. Z punktu widzenia funkcjonowania działu technicznego istotne jest również podkreślenie roli pracowników. Służbę utrzymania ruchu stanowią doświadczeni pracownicy, a to właśnie doświadczenie stanowi jedną z podstaw skuteczności strategii utrzymania ruchu. Wyniki badań wskazują na skuteczność strategii utrzymania ruchu. Potwierdzeniem tego jest osiąganie ustalonych wyników oraz poszukiwanie najlepszych metod ciągłego doskonalenia procesów utrzymania ruchu.

Implikacje dla teorii i praktyki

Wdrożenie odpowiednio wybranej strategii utrzymania ruchu ma za zadanie nie tylko ulepszyć funkcjonowanie działów technicznych, lecz także przyczynić się do tworzenia wartości i realizacji ustalonych celów. Wybór strategii utrzymania ruchu powinien być wynikiem złożonej analizy działalności oraz przyszłej wizji przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: strategia utrzymania ruchu, skuteczność, TPM, RCM, ciągłe doskonalenie

Abstract:**Research objectives and hypothesis/research questions**

Analysis of the production system in terms of the effectiveness of the maintenance strategy ear. The purpose of the study is to define the factors that affect the effectiveness of the maintenance strategy in a selected manufacturing company.

Research methods

The study used two research tools: observation and quantitative data analysis. Observation of the routine work that maintenance services perform was carried out, and based on this, the results obtained were compared with the objectives of the implemented maintenance strategy. Then an analysis of the collected quantitative data from SAP for 2024 was carried out on two types of activities: preventive and predictive.

Main results

Building an effective maintenance strategy is an area that requires constant integration with the production area. Cooperation in this area makes the case that the implemented management system brings tangible benefits to each party. Both preventive and predictive activities are carried out on the basis of the applied maintenance strategy. From the point of view of the operation of the technical department, it is also important to emphasize the role of employees. The maintenance service is made up of experienced employees and it is experience that is one of the bases for the effectiveness of the maintenance strategy. The results of the study indicate the effectiveness of the maintenance strategy. This is confirmed by the achievement of established results and the search for the best methods of continuous improvement of maintenance processes.

Implications for theory and practice

The implementation of a properly selected maintenance strategy is designed not only to improve the performance of technical departments, but also to contribute to value creation and the achievement of established goals. The selection of a maintenance strategy should be the result of a complex analysis of the business and the future vision of the company.

Keywords: maintenance strategy, effectiveness, TPM, RCM, continuous improvement

Wprowadzenie

Budowanie skutecznych strategii stanowi nie lada wyzwanie dla wielu przedsiębiorstw. Dążąc do osiągnięcia zamierzonych celów, podejmują się one działań zmierzających do kompleksowego wykorzystania potencjału na każdym szczeblu zarządzania. Dynamiczny rozwój przedsiębiorstw sprawia, że raz ustalona strategia nie jest dożywotnia, gdyż wymaga ciągłego doskonalenia. W artykule pt. *Strategic Management: Concept, Implementation, and Indicators of Success* autorzy stwierdzają, że zarządzanie strategiczne obejmuje identyfikację zasobów organizacji, mocnych i słabych stron oraz stworzenie planu działania, który umożliwi organizacji osiągnięcie jej długoterminowych celów. Zarządzanie strategiczne stało się istotną częścią biznesu w dzisiejszym dynamicznym i konkurencyjnym środowisku (Susanto Primadi, Ali, Nyoman Sawitri, Widayastuti, 2023, s. 1). Wybór odpowiednich narzędzi sprzyjających tworzeniu strategii pozwala na zapewnienie optymalnych warunków jej rozwoju. Skuteczność realizacji strategii firm zależy od efektywności ich procesów. Tymczasem wzrost efektywności procesów leży w samym sercu każdej strategii rozwoju organizacji. Często jest to pierwszoplanowy cel, który zarząd wytycza i przekazuje do realizacji całej firmie (Balle, Jones, Chaize, Fiume, 2019, s. 9). Przedsiębiorstwo może zatem tworzyć strategię skupiającą różne filary działalności, ustanawiając w ten sposób ich rolę w prawidłowym

funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. Strategia zwykle definiuje wszystkie procesy, które zachodzą w przedsiębiorstwie, ich strukturę, cel oraz wartość, jaką niesie spełnienie odpowiednich wymagań. W ten sposób ustala priorytety, jakie musi spełnić, aby stać się strategią sprawnego działania. Sprawność działania przekłada się na sprawność procesu. Uzasadnione jest założenie, że sprawność całego procesu produkcyjnego, a nawet sprawność całego przedsiębiorstwa, jest wypadkową sprawności realizowanych w nim działań (Hamrol, 2016, s. 31). Sprawny proces produkcyjny jest wynikiem kooperacji ze strony procesów pomocniczych. Dzięki właściwemu wsparciu z ich strony przedsiębiorstwo może realizować główny cel, jakim jest wytwarzanie dóbr i usług.

Przemysł jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi gospodarki. Przedsiębiorstwa, aby poprawiać swoją konkurencyjność, muszą usprawniać swoje procesy produkcyjne oraz optymalnie wykorzystywać swoje maszyny (Misiurek, 2012, s. 1). Nie bez powodu coraz częściej podkreśla się rolę utrzymania ruchu w prawidłowym utrzymaniu parku maszynowego. Utrzymanie ruchu (UR) stanowi jeden z ważniejszych procesów pomocniczych w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

1. Wybrane strategie utrzymania ruchu

Zapewnienie zdolności produkcyjnych na niezmiennym, przewidywalnym i niezachwianym poziomie jest głównym zadaniem planowania produkcji. Im lepiej dopasowany do realiów plan produkcji, tym większa szansa na sukces. Im lepsze standardy utrzymania ruchu, tym lepsze efekty produkcji (Wódz, 2014, s. 1). Można stwierdzić, że to właśnie utrzymanie ruchu na wysokim poziomie stanowi fundament efektywnej produkcji. Proces utrzymania ruchu zawsze poparty jest rzetelnie opracowaną strategią działania. W zakładach produkcyjnych stosuje się wiele różnych strategii utrzymania ruchu. Wybór odpowiedniej strategii utrzymania ruchu przez przedsiębiorstwo zależy od kilku czynników, takich jak profil i zasięg działalności, aktualna sytuacja finansowa, pozycja na rynku czy ogólny stan techniczny infrastruktury i parku maszynowego. Ten ostatni ma rzeczywisty wpływ na udział kosztów utrzymania ruchu w ogólnym wyniku finansowym przedsiębiorstwa. W związku z tym podejmowane są decyzje o poszukiwaniu sposobów na ich zmniejszenie, co poparte jest realizacją działań wynikających ze strategii. Przeglądając wybrane strategie, warto zauważyć, że wiele z nich opiera się na podobnych założeniach i wartościach. Analiza sposobów podjęcia do utrzymania ruchu urządzeń i maszyn, dokonywana w perspektywie czasowej, pozwala na wyróżnienie trzech okresów, które ewolucyjnie przechodzą jeden w drugi (Legutko, 2009, s. 8):

- **okres reaktywnego utrzymania ruchu** – podejmowanie działań przez służby utrzymania ruchu w momencie wystąpienia anomalii i awarii. W literaturze przedmiotu najczęściej charakteryzowane są sloganem: „Naprawiaj, gdy się zepsuje”;

- **okres prewencyjnego utrzymania ruchu** – podejmowanie działań służb utrzymania ruchu o charakterze planowo-zapobiegawczym;
- **okres prognostycznego utrzymania ruchu** – proaktywne poszukiwanie rozwiązań, które ograniczają potrzebę działań w zakresie utrzymania ruchu infrastruktury technicznej (Magulski, 2024, s. 17).

Wielu autorów publikacji z zakresu nowoczesnych systemów utrzymania ruchu podaje, że każdy z tych etapów opiera się na podobnych celach z punktu widzenia samego utrzymania ruchu, czyli zapewnienie wysokiej jakości wyrobów, maksymalizacja ekonomicznego okresu użytkowania parku maszynowego, maksymalizacja zdolności produkcyjnych, minimalizacja kosztów utrzymania urządzeń w sprawności eksploatacyjnej – zapewnienie bezpiecznych warunków eksploatacji parku maszynowego (Piersiała, Trzcieliński, 2005, s. 114-126). Podstawowa różnica tkwi w koncepcji podejmowania działań, czyli sposobie rozwiązywania problemów, z jakimi muszą zmierzyć się służby utrzymania ruchu. Reagowanie na sytuacje niepożądane z punktu widzenia sprawności procesu produkcyjnego wymaga doboru odpowiednich narzędzi i technik. Wybór tego właściwego podejścia prawdopodobnie będzie wyznacznikiem do oceny skuteczności strategii utrzymania ruchu. Strategia UR powinna definiować: sposoby podejmowania decyzji, procedury postępowania, systemy kontrolne, systemy dokumentowania, wsparcie komputerowe dla procesów zachodzących wewnątrz funkcji utrzymania ruchu. Musi również wskazywać cele samej funkcji utrzymania, np. zwiększenie niezawodności, poprawę efektywności pracy, usprawnienie funkcji kontrolnych, dopasowanie zadań prewencyjnych do wymogów dostępności procesu produkcyjnego, poprawę obiegu informacji w celu usprawnienia podejmowania decyzji (Bartochowska, Ferenc, 2015, s. 26).

Jak wspomniano, wiele strategii utrzymania przyczynia się do tworzenia wartości, jaką niesie ze sobą sprawny proces produkcyjny. Wraz z postępem i rozwojem nauki przedsiębiorstwa mają dostęp do nowoczesnych technologii i narzędzi. Również budowanie strategii utrzymania ruchu na tym skorzystało, gdyż kolejna rewolucja przemysłowa przyniosła ze sobą nowe możliwości poszukiwania skuteczniejszych i wydajniejszych systemów. Wśród nowoczesnych strategii zarządzania parkiem maszynowym wyróżniamy dwie koncepcje: utrzymania ukierunkowanego na niezawodność (ang. RCM – *Reliability Centred Maintenance*) oraz produktywnego utrzymania maszyn (ang. TPM – *Total Productive Maintenance*) (Woźnicka, Sikora, 2014, s. 727). Rzecz jasna, oba podejścia to dwie różne koncepcje, jednak coraz częściej wiele przedsiębiorstw postanawia ukierunkować strategię utrzymania ruchu zarówno na niezawodność, jak i produktywność utrzymania maszyn. Orientacja ta przypuszczalnie staje się długoterminowym planem. W związku z tym, że żadna z tych koncepcji nie wyklucza innych założeń w zależności od sytuacji służby utrzymania ruchu dostosowują koncepcję do aktualnych problemów, z jakimi muszą się zmierzyć. Dodatkowo warto podkreślić znaczenie procesów utrzymania ruchu, w tym w szczególności prac konserwacyjnych, które w ciągu ostatnich lat

rozwinęły się jako kolejna dyscyplina zarządzania. Globalny wzrost i konkurencja spowodowały ogromne zmiany w produkcji, a zmiany te wpłynęły na koncepcję konserwacji, czyniąc ją bardziej istotną dla zrównoważonego rozwoju biznesu. W przeszłości konserwacja była sektorem pomocniczym; jednak obecnie zajmuje pozycję strategiczną. Głównym powodem tego jest to, że maszyny i urządzenia muszą spełniać plany i oczekiwania firmy (Supriyanto, Kurniati, Supriyanto, 2021, s. 702).

2. Założenia *Total Productive Maintenance*

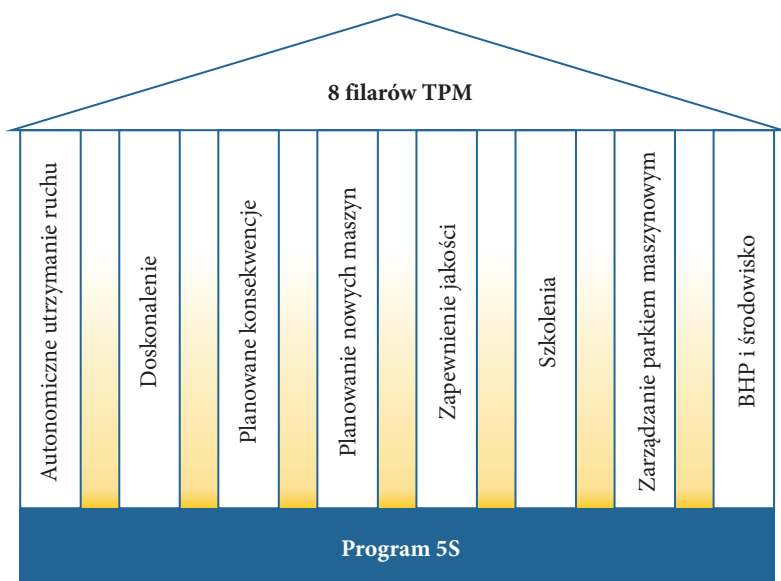
Obecnie większość organizacji działa w nowoczesnym, ale bardzo dynamicznym środowisku. Muszą zmierzyć się z rosnącymi i coraz bardziej restrykcyjnymi oczekiwaniami ze strony klientów. Utrzymanie wysokiego poziomu konkurencyjności na rynku zależy od wielu czynników, w tym od spełnienia wielu wymagań na każdym etapie procesu produkcji. Istotnym elementem tego procesu jest system techniczny polegający na utrzymaniu mocy produkcyjnych przedsiębiorstwa na stałym i wysokim poziomie. Tylko organizacja skoncentrowana na ciągłym doskonaleniu, rozwoju umiejętności przedsiębiorstwa i pracowników jest w stanie sprostać tym wymaganiom (Furman, 2014, s. 247). System utrzymania ruchu oparty na kompleksowym podejściu do utrzymania maszyn i urządzeń w jak najlepszej sprawności produkcyjnej jest oparty na koncepcji TPM, czyli *Total Productive Maintenance*.

TPM to kompleksowe utrzymanie ruchu, to innowacyjne i z szerokim programem utrzymanie ruchu. Obejmuje wszystkie fazy cyklu życia maszyny i wszystkie związane z tym aspekty (Kruszewska, 2020, s. 201). Podejście TPM wywodzi się z koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem Lean Management. Stanowi jedną z podstawowych zasad doskonalenia procesów w przedsiębiorstwie. W związku z czym jego głównym założeniem jest eliminacja marnotrawstwa i tym samym wsparcie utrzymania sprawności maszyn i urządzeń na jak najwyższym poziomie. Inną równie ciekawą interpretację TPM przywołano w artykule pt. *The Relationships between the Pillars of TPM and TQM and Manufacturing Performance Using Structural Equation Modeling*. Zdaniem autorów nieskuteczne praktyki konserwacyjne sprawiły, że większość procesów produkcyjnych działa na niskim poziomie wydajności i przy wysokich kosztach produkcji. Aby złagodzić lub wyeliminować takie negatywne skutki, opracowano TPM, czyli proaktywny i opłacalny program konserwacji sprzętu, którego celem jest maksymalizacja ogólnej efektywności sprzętu przez cały okres jego eksploatacji i dążenie do utrzymania optymalnych warunków sprzętu w celu zapobiegania nieoczekiwanym awariom, stratom prędkości i wadom jakości wynikającym z działań procesowych (Al-Refaie, Lepkova, Camlibel, 2022, s. 1).

Kolejnego przesłania TPM można doszukiwać się w dążeniu do doskonałości produkcyjnej opartej na integracji utrzymania ruchu i produkcji. TPM różni się od tradycyjnego podejścia określanego jako konserwacja maszyn i urządzeń tym, że dział

utrzymania ruchu (UR), w przeciwieństwie do tradycyjnych ekip remontowych, nie tylko naprawia urządzenia (ang. *breakdown maintenance*), lecz przede wszystkim próbuje utrzymać park maszynowy w wystarczająco dobrej kondycji, aby zapewnić ciągłość produkcji (Gajdzik, 2015, s. 13). Ciągłość produkcji jest elementem, który stanowi o poziomie utrzymania ruchu. Jeżeli działania podejmowane przez służby UR nie skutkują zapewnieniem sprawności procesu produkcyjnego, nie można wówczas mówić o kompleksowym podejściu.

Mówiąc o najważniejszym przesłaniu koncepcji TPM, nie można zapominać o kilku elementach, które razem tworzą filozofię prewencyjnego utrzymania ruchu. TPM opiera się na ośmiu filarach, które stanowią fundament i zarazem zawierają najważniejsze przesłanie koncepcji (zob. rys. 1). Pomagają one nie tylko w osiągnięciu celów, lecz również angażują całą organizację w podejmowanie działań na rzecz sprawności produkcyjnej. Udział wszystkich pracowników w każdym z ośmiu filarów TPM to kolejny czynnik wyróżniający to podejście na tle innych tradycyjnych strategii utrzymania ruchu.



Rys. 1. Główne filary TPM

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Golonka, 2015

Fundament całego systemu TPM stanowi metoda 5S, która związana jest z organizacją stanowiska pracy. Wynika to z faktu, iż na źle zorganizowanym stanowisku trudno dostrzec defekt maszyny. Filary TPM nie będą miały solidnej podstawy i nie osiągną zamierzonych celów bez wdrożonego stabilnego 5S (Furman, 2014,

s. 250). Wdrożenie i stosowanie narzędzi 5S stanowi siłę napędową kolejnych kroków kompleksowego utrzymania ruchu. Zapewnia systematyczność w organizowaniu i planowaniu pracy służb UR. Kluczowym elementem wyróżniającym TPM jest autonomiczne utrzymanie ruchu, czyli działania związane z utrzymaniem maszyn i urządzeń w najlepszym stanie technicznym i czystości, prowadzone przez samych operatorów (Frąś, Frąś, 2018, s. 74). Autonomiczne utrzymanie ruchu sugeruje, że w pierwszej kolejności to operatorzy produkcji są odpowiedzialni za należyty stan maszyn i urządzeń. Głównym podejściem tego założenia jest wykonywanie przez operatorów stosunkowo prostych konserwacji mających na celu zapobieganie poważniejszym awariom i ich skutkom. Należy jednak podkreślić, że autonomiczne utrzymanie ruchu wymaga współpracy pomiędzy produkcją a służbami UR. Współpraca między działami produkcji i utrzymania ruchu w badanym przedsiębiorstwie odbywa się na trzech płaszczyznach (Nawrocki, 2019, s. 15):

- współpraca codzienna w celu szybkiej reakcji na nieprawidłowości wykryte na linii produkcyjnej w trakcie procesu wytwarzania;
- współpraca w zakresie przekazywania przez pracowników produkcji informacji o zauważonych nieprawidłowościach na maszynach i urządzeniach w trakcie czasu produkcyjnego i nieprodukcyjnego;
- współpraca w małych grupach autonomicznych skupionych na działaniach w celu eliminacji jednego z rodzajów strat występujących w obszarze produkcyjnym.

Kolejnym filarem TPM jest doskonalenie, czyli podejście ukierunkowane na ciągłe poszukiwanie możliwości na redukcję problemów, które pojawiają się przy posiadanych maszynach i urządzeniach, oraz szukanie kierunków poprawy efektywności i jakości pracy. Na tym etapie konieczne jest przeprowadzenie analizy dotyczącej pracy maszyny. Ma to na celu wdrożenie rozwiązań, które wyeliminują poszczególne marnotrawstwa. Działania doskonalące mają istotny wpływ na kolejne filary TPM: planowanie konserwacji, planowanie nowych maszyn oraz zarządzanie parkiem maszynowym. Wynika to przede wszystkim z tego, że na pewnym etapie każdy z nich wymagać będzie zastosowania narzędzi doskonalących, aby utrzymać lub poprawić efekty pracy. Wszystkie wymienione dotyczą bezpośrednio maszyn oraz urządzeń i koncentrują się na zadaniach, takich jak:

- efektywna komunikacja między produkcją a UR, dokładna informacja stanowi bowiem podstawę planowania jakichkolwiek działań;
- systematyczne monitorowanie stanu technicznego maszyn i urządzeń, zużycia części i podzespołów;
- inwestycja w najnowsze technologie oparte na faktycznych potrzebach przedsiębiorstwa;
- stosowanie standardów i dobrych praktyk, aby maksymalizować efektywność parku maszynowego z jednoczesną redukcją kosztów.

Pozostałe filary również mają swój wkład w tworzenie strategii TPM w przedsiębiorstwie. Zapewnienie jakości, często określane jako utrzymanie jakości, polega na opracowaniu wielu narzędzi jakości, których celem jest weryfikacja i poprawa obecnej jakości produktu. W tym celu dokonuje się analizę techniczną tych miejsc linii technologicznej, które odpowiedzialne są za powstawanie potencjalnych błędów wpływających na finalną formę produktu (Kisiel, 2017, s. 1411). Szkolenia mają za zadanie zapewnić systematyczne dostarczanie wiedzy i umiejętności pracownikom zaangażowanym w tworzenie strategii TPM. Zamyśłem szkoleń jest podnoszenie kwalifikacji pracowników utrzymania ruchu, produkcyjnych oraz z komórek pomocniczych w zakresie utrzymania i eksploatacji wyposażenia (Walczak, 2012, s. 250). BHP i środowisko wynikają głównie z restrykcji prawnych. Założeniem filaru jest podejmowanie wszelkich działań związanych z utrzymaniem ruchu z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i przy ograniczonej eksploatacji zasobów środowiska naturalnego.

Ideą kompleksowego utrzymania ruchu jest bazowanie na sprawdzonych technikach i rozwiązaniach, których podstawowym celem jest zapewnienie stabilności procesów, zwiększenie efektywności urządzeń i maszyn używanych w procesach produkcyjnych, a także wydłużenie okresu eksploatacji i obniżenie kosztów utrzymania maszyn i urządzeń m.in. przez ograniczenie występowania wszelkiego rodzaju awarii parku maszynowego (Greń, Zaziębło, 2019, s. 12). W publikacji *Lean TPM a blueprint for change* jej autorzy Dennis McCarthy oraz Nick Rich w pierwszym rozdziale podkreślali, że TPM jest skuteczne, jeżeli wszelkie wyzwania stojące przed produkcją są rozwiązywane z jednoczesnym wsparciem zarządu przedsiębiorstwa. Według autorów zarząd powinien wykorzystać intelektualne możliwości całej załogi, skierować się na tworzenie lepszych produktów po niższych kosztach czy osiągać światowe standardy produkcji, które wyróżnią organizację na tle konkurencji. Oznacza to, że aby rozwijać strategię TPM, należy zacząć od praktykowania przywództwa oraz stosowania najlepszych praktyk zarządzania (McCarthy, Rich, 2004, s. 19). Przywództwo stanowi zatem podstawę do wdrażania TPM w przedsiębiorstwach z jednoczesnym wsparciem wszystkich ośmiu filarów tego podejścia. Spełnienie wymagań opiera się na pełnym wsparciu ze strony najwyższego kierownictwa, tymczasem korzystanie z najlepszych dostępnych praktyk zarządzania jest zapoczątkowaniem wymiernych korzyści. Wśród korzyści wynikających z wdrożenia do przedsiębiorstwa Total Productive Maintenance możemy wyróżnić (Matyssek, Orda, Rutkowska, Żelasko, 2014, s. 32):

- zmniejszenie przestojów maszyn;
- zmniejszenie liczby i czasu trwania awarii;
- zmniejszenie liczby braków, usterek oraz reklamacji;
- zmniejszenie zużycia części zamiennych;
- zmniejszenie zużycia materiałów eksploatacyjnych;
- wzrost bezpieczeństwa;

- poprawa pracy zespołowej;
- poprawa komunikacji.

Podejmując decyzję o wdrożeniu strategii TPM, organizacja ma szansę na pełne wykorzystanie potencjału parku maszynowego z jednoczesną minimalizacją kosztów i strat.

3. Założenia *Reliability Centered Maintenance*

Utrzymanie ruchu zorientowane na niezawodność to kolejna strategia z powodzeniem stosowana w wielu przedsiębiorstwach. Już na samym początku omawiania tej metody konieczne jest wyjaśnienie pojęcia konserwacji stanowiącego nieodłączny jej element. Konserwacja zorientowana na niezawodność (RCM) jest logicznym procesem inżynierskim służącym do określania zadań konserwacyjnych, które zapewnią niezawodną konstrukcję systemu ze szczególnymi warunkami pracy w typowym środowisku pracy (Pohan, Saputra, Tua, 2023, s. 2). Z tego powodu przeprowadzane jest właściwe planowanie harmonogramu konserwacji. Artykuł pt. *Reliability and Risk Centered Maintenance: A Novel Method for Supporting Maintenance Management* szczególnie podkreśla rolę konserwacji w omawianej strategii. Właściwe zarządzanie konserwacją ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia konkurencyjności i rentowności we wszystkich sektorach przemysłu. Wraz ze wzrostem złożoności i wielkości portfela aktywów fizycznych objętych zarządzaniem konserwacją istnieje presja na lepszą wydajność konserwacji, ponieważ została ona uznana za strategiczną dla zarządzania aktywami fizycznymi. Innymi słowy, ciągłe dążenie do produktywności i mniejszej ilości odpadów jako czynnika konkurencyjnego nadało większe znaczenie zarządzaniu konserwacją w organizacjach (Favarão Da Silva, De Andrade Melani, De Carvalho Michalski, De Souza, 2023, s. 1). *Reliability Centered Maintenance* jest więc podejściem zaawansowanym, które zmierza do zapewnienia zapobiegania i w następstwie do zapewnienia niezawodności całego systemu technicznego, w szczególności parku maszynowego. Pomimo ciągłego doskonalenia wytwarzanych maszyn i urządzeń, wynikającego z dynamicznie rozwijającej się automatyzacji, rozbudowanych systemów monitorowania, a także stale rosnących oczekiwań ze strony przemysłu, jednym z głównych obszarów zmagania przedsiębiorstw jest walka z występującymi awariami infrastruktury technicznej (Kosicka, Mazurkiewicz, Gola, 2016, s. 49). Podejście to zakłada, że należy z wyprzedzeniem wykryć awarię maszyny zanim ona nastąpi lub się pogłębi. Pozwala to na wczesną reakcję służb i w konsekwencji duże oszczędności przedsiębiorstwa w kontekście ekonomicznym. Jak podają autorzy artykułu *Reliability Centered Maintenance (RCM) – Implementation and Benefits*, koncepcja RCM narodziła się w latach 60. XX wieku, a swoje początki miała w przemyśle lotniczym. Wówczas wysokie koszty związane z konserwacją zapobiegawczą, w tym częste remonty lub wymiany podzespołów

samolotu, skłoniły do przeprowadzenia specjalnego dochodzenia w sprawie skuteczności i efektywności tych czynności konserwacyjnych (Barros, Massala, 2021, s. 1).

Utrzymanie ruchu zorientowane na niezawodność to metoda polegająca na określaniu niezbędnych działań, które mają na celu utrzymać sprawność eksploatacyjną urządzeń i maszyn, biorąc pod uwagę początkowe warunki użytkowania. Uwzględniane jest ich znaczenie dla przebiegu procesu produkcyjnego i jakości wyrobu. Ważnym aspektem w przypadku zastosowania w przedsiębiorstwie RCM jest również kwestia warunków pracy, stanu technicznego parku maszynowego oraz historia eksploatacji maszyny (Pomietlorz-Loska, Byrska-Bienias, 2016, s. 625). Dzięki identyfikacji tych działań możliwe jest utrzymanie systemu opartego na bezawaryjności maszyn i urządzeń procesu produkcyjnego, ponieważ RCM jest podejściem opartym na badaniu funkcji i niezawodności wszystkich komponentów i podzespołów. RCM to cały pakiet powiązanych ze sobą procedur identyfikacji i wyeliminowania przyczyn potencjalnych awarii i redukcji ryzyka, jakie ze sobą niosą. Warto podkreślić, że jedną z kluczowych czynności mocno praktykowaną w RCM jest właśnie regularna konserwacja i utrzymanie systemu technicznego. Konserwacja lub utrzymanie pracy maszyny jest zbiorem proaktywnych działań prewencyjnych, których celem jest odtworzenie właściwości użytkowych obiektów technicznych. Utrzymanie ruchu jest zorientowane na obiekt techniczny. Z drugiej strony RCM jest zbiorem działań, które są podejmowane w celu zapewnienia niezawodności pełnienia określonej funkcji przez obiekt (Kołodziejski, Matuszak, 2017, s. 102). Stosowanie tej procedury przyczynia się do znaczącej optymalizacji kosztów utrzymania ruchu oraz wydłużenia życia eksploatacyjnego parku maszynowego. Tym samym kluczowe elementy systemu technicznego mają możliwość spełniać swoje podstawowe funkcje. Głównym celem RCM jest zwiększenie wydajności produkcji przez zwiększenie wydajności sprzętu. Jednym z najważniejszych narzędzi wspomagających proces RCM jest analiza przyczyn i skutków wad – FMEA (ang. *failure mode and effects analysis*) (Goliasz, Pszczółkowski, 2019, s. 163). Metoda polegająca na sprawnej identyfikacji potencjalnych awarii oraz ich przyczyn i skutków odgrywa ważną rolę w strategii opartej na RCM. FMEA ma swoje zastosowanie również w innych systemach, w szczególności w zarządzaniu jakością, co wskazuje na jej uniwersalny charakter.

Analizując jednak opisywaną metodę pod kątem jej roli w RCM, trzeba podkreślić, że wspomaga ona niezawodne utrzymanie ruchu. FMEA to jedna z metod, które wykorzystują organizacje w celu zapobiegania i niwelowania skutków wad, jakie mogą wystąpić w procesach konstrukcyjnych oraz w trakcie wytwarzania wyrobu. Jest to jakościowa analiza niezawodności, która pozwala przewidzieć ryzyko pojawienia się wad. Metoda ta pozwala ocenić ich konsekwencje oraz zidentyfikować przyczyny wad, jednocześnie pozwala zapobiegać – dostarczając rozwiązań prewencyjnych lub korygujących (Skotnicka-Zasadzień, 2012, s. 142).

W metodzie FMEA swoje zastosowanie ma wiele narzędzi niezbędnych do analizy przyczyn i skutków błędów. W tabeli 1 przedstawiono wybrane narzędzia istotne dla sprawnego rozwiązywania problemów występujących wad w funkcjonowaniu systemu technicznego. Narzędzia uporządkowano na podstawie wagi problemów, od podstawowych do najbardziej złożonych.

Tabela 1. Wybrane narzędzia stosowane w metodzie FMEA

Narzędzie analizy przyczyn źródłowych	Możliwość zastosowania
5 Why – metoda umożliwiająca ustalenie podstawowej przyczyny występującego problemu przez stawianie w kilku krokach pytania: „Dlaczego?”.	Pozwala zidentyfikować źródło zakłóceń, gruntownie poznać przyczynę oraz skupić się na skutecznej eliminacji.
Diagram Ishikawy – nazywany również diagramem przyczynowo-skutkowym lub diagramem rybiej ości. W swojej strukturze zawiera kilka kategorii przyczyn, takich jak: <i>man</i> (człowiek) <i>machinery</i> (maszyny), <i>methods</i> (metody), <i>materials</i> (materiały), <i>managment</i> (zarządzanie), <i>environment</i> (otoczenie) oraz <i>measurement</i> (pomiar).	Diagram Ishikawy ma swoje zastosowanie w przypadku problemów o wielu możliwych przyczynach lub gdy trudno jest określić jedną przyczynę.
RCA (ang. <i>root cause analysis</i>) – metoda polegająca na analizie przyczyn źródłowych problemu. Może przybierać różną postać, zwykle przypomina drzewo decyzyjne z kolejnymi rozgałęzieniami (przyczynami).	Metodę RCA wykorzystać można jako jedno z narzędzi analizy tych czynników pod kątem możliwości ich eliminacji czy też zmniejszenia negatywnego stopnia oddziaływania na procesy związane z zarządzaniem strategicznym.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Janisz, Migacz, 2016, s. 1579-1583; Kowalik, 2018, s. 15-17; Obora, 2018, s. 305-306

Znalezienie przyczyny źródłowej problemu jest podstawą do wdrażania działań korygujących oraz w następstwie zachowanie zasad prewencyjnego utrzymania ruchu. Ma to duże znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania strategii RCM w całej organizacji oraz uzyskane efekty. Na RCM warto również spojrzeć z perspektywy podejścia systemowego. Podczas wdrażania RCM stosuje się podejście systemowe. Pozwala ono na ochronę funkcji systemu, identyfikację możliwych uszkodzeń, wskazanie uszkodzeń krytycznych oraz zadań dla prewencyjnego utrzymania ruchu (Goliasz, Pszczółkowski, 2019, s. 163). Podejście systemowe w RCM stanowi więc podstawę skutecznej realizacji założeń tej strategii. Pozwala spojrzeć na system utrzymania ruchu pod kątem wzajemnych powiązań z innymi systemami i wyodrębnić zależności między nimi. Umożliwia również koordynację wszystkich istotnych obszarów organizacji.

Działania związane z utrzymaniem ruchu nakierowane są na ochronę funkcji danego obiektu. Analizę rozpoczyna się od określenia funkcji krytycznych, identyfikacji możliwych uszkodzeń (w tym uszkodzeń krytycznych) i na tej podstawie wskazania zadań o charakterze prewencyjnym (Walczak, 2018, s. 448).

Biorąc pod uwagę, że jednym z ważniejszych celów strategii RCM jest bieżąca eliminacja prawdopodobieństwa występowania awarii maszyn, to wiele przedsiębiorstw decyduje się na opracowanie wewnętrznych procedur eksploatacji maszyn oraz ich napraw, konserwacji i remontów z uwzględnieniem metod pracy, najlepszych praktyk oraz czynności zabronionych. Ma to na celu oczywiście zapewnić skuteczność prac utrzymania ruchu parku maszynowego oraz w efekcie niezakłócony przebieg procesów produkcyjnych. Pracownicy znacznie chętniej stosują się do ustalonych zasad, jeżeli dostarcza się im dowody na to, że system działa prawidłowo. Poza opracowaniem zrozumiałych procedur niezbędna w budowaniu strategii RCM jest świadomość, że jest to jedna z nielicznych metodologii, która pozwala na stworzenie systemu utrzymania ruchu od podstaw. Stosowanie metod optymalizacji rutynowych zadań wpływa na finalne efekty utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie. Poprawne zrozumienie kroków wdrażania RCM przyczynia się w sposób zdecydowany do poprawy efektywności utrzymania ruchu. Sukces jednakże odnosi się tylko w przypadku, gdy wiele uwagi poświęcone jest planowaniu oraz temu, jak i kto wykonuje analizy, audytom i pracy zespołowej (Legutko, 2019, s. 11).

4. Metodyka badawcza

Wybrane strategie utrzymania ruchu, jakie zostały opisane w części teoretycznej tego artykułu, dają ogólne spojrzenie na przedstawiony zakres tematyczny. Odniesiono się do najbardziej znanych praktycznych podejść do utrzymania ruchu. Przegląd zarówno TPM, jak i RCM stanowi ciekawe porównanie oraz podstawę do dalszych poszukiwań najbardziej skutecznej strategii utrzymania ruchu. Opisane strategie nie są jedynymi słusznymi podejściami do problemu. Coraz częściej zdarza się, że przedsiębiorstwa budują swój unikatowy system, wzorując się na najlepszych dostępnych praktykach. W związku z tym w ramach badania własnego przeprowadzono analizę strategii utrzymania ruchu w jednym z wybranych zakładów produkcyjnych z branży spożywczej. W tabeli 2 sformułowano poszczególne etapy badawcze.

Tabela 2. Etapy badawcze

Etap	Opis
Określenie celu badania	Analiza systemu produkcyjnego po kątem skuteczności strategii utrzymania ruchu. Celem badania jest zdefiniowanie czynników, jakie mają wpływ na skuteczność strategii utrzymania ruchu w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym.
Założenia teoretyczne	Założeniem teoretycznym jest część opisowa artykułu. W ramach tego dokonano przeglądu dostępnej literatury przedmiotu. Część teoretyczna to przedstawienie dwóch wybranych strategii utrzymania ruchu. Odniesiono się również do najważniejszych cech charakterystycznych i czynników skuteczności danego podejścia.
Sformułowanie problemu badawczego	Co sprawia, że strategia utrzymania ruchu jest skuteczna? Jakie czynniki mają na to wpływ?
Stosowane narzędzia badawcze	W ramach przeprowadzonego badania zastosowano dwa narzędzia badawcze: obserwację oraz analizę danych ilościowych. Przeprowadzono obserwację rutynowych prac, jakie wykonywane są przez służby utrzymania ruchu i na tej podstawie porównano uzyskane wyniki z założeniami wdrożonej strategii utrzymania ruchu. Następnie przeprowadzono analizę zebranych danych ilościowych z systemu SAP za rok 2024 na temat dwóch rodzajów działań: prewencyjnych i predykcyjnych.
Obszar badań	System produkcyjny BPS (ang. <i>Bunge System Production</i>) oraz strategia utrzymania ruchu.

Źródło: opracowanie własne

5. Wyniki analiz i badania

Przedmiotem badania jest analiza systemu produkcyjnego w przedsiębiorstwie produkcyjnym Bunge Polska w Zakładzie Produkcyjnym w Brzegu pod kątem skuteczności strategii utrzymania ruchu. W ramach ujednolicenia działalności na poziomie strategicznym wdrożono system BPS (ang. *Bunge Production System*). System produkcyjny można określić ogólnie jako układ elementów składowych i relacji pomiędzy tymi elementami oraz relacji przekształceń czynników wejścia do systemu na czynniki wyjścia z systemu (Durlik, 2007, s. 31). Początkowo głównym celem nowo wdrożonego systemu było budowanie wspólnej wartości i kooperacja kluczowych obszarów działalności we wszystkich lokalizacjach firmy. Z czasem System Produkcyjny Bunge zaczął koncentrować się na zapewnieniu spójności całej organizacji z zastosowaniem najlepszych dostępnych praktyk.

Obecnie najważniejszym celem systemu jest zapewnienie skuteczności podejmowanych decyzji i działań. BPS składa się z dziewięciu filarów, które dostarczają niezbędne narzędzia i realizują konkretne ustalone cele. Są to:

- BHP;
- jakość i bezpieczeństwo żywności;
- zrównoważony rozwój środowiska;
- przywództwo i zaangażowanie;
- szkolenia i rozwój;
- ciągłe doskonalenie;
- dbanie o klienta;
- utrzymanie ruchu;
- zarządzanie projektami.

W ramach przeprowadzonego badania dokonano analizy jednego z filarów BPS, czyli strategii utrzymania ruchu. Wiele informacji pozyskano również przez obserwację funkcjonowania działu utrzymania ruchu w badanej organizacji. Dzięki zebranim informacjom oraz przeglądowi założeń BPS możliwe jest zastanowienie się, czy ustanowiona strategia utrzymania ruchu jest skuteczna. Głównym założeniem strategii utrzymania ruchu są pewne ustalone wartości, które jak najbardziej są realizowane w codziennej pracy. Wartości te opisuje założenie filaru utrzymania ruchu i są to:

- gotowość organizacyjna;
- zarządzanie częściami zamiennymi;
- zarządzanie pracą;
- strategia niezawodności;
- optymalizacja wydajności;
- system zarządzania utrzymaniem ruchu.

Kolejną ciekawą kwestią jest to, że filar utrzymania ruchu w dużej mierze nawiązuje do globalnego standardu niezawodności, jakim jest troska o środki trwałe. Są one ściśle powiązane z wymienionymi najlepszymi praktykami. Troska o środki trwałe przejawia się w codziennych czynnościach, jakie wykonują pracownicy utrzymania ruchu. Szczególnie widoczne jest to w podejściu do zarządzania parkiem maszynowym, użytkowaniu powierzonych narzędzi czy innych materiałów pomocniczych.

Następnie zebrano dane ilościowe o przeprowadzonych pracach w ostatnim roku. W tym celu wykorzystano program SAP. Jest to rozwiązanie, które organizacja stosuje do szeroko pojętego zarządzania biznesowego od ponad dwóch lat. Na potrzeby przeprowadzonego badania wybrano dwa typy działań, za jakich wykonanie odpowiada utrzymanie ruchu:

- PM, czyli działania prewencyjne, do których zaliczamy gospodarkę smarowniczą oraz planowane przeglądy podzespołów, zespołów lub całych urządzeń produkcyjnych, pozwalające na zidentyfikowanie ryzyka potencjalnego wystąpienia awarii;

- PdM, czyli działania predykcyjne, do których zalicza się diagnostykę maszyn i urządzeń (badanie wibracji, ultradźwięków, odchyłen temperatury od normy) oraz przeprowadzanie analiz użytych środków smarnych, pozwalające za oszacowanie potencjalnego ryzyka wystąpienia awarii.

W związku z tym, że działania prewencyjne to prace o charakterze rutynowym, na potrzeby badania wybrano konkretne zadania. Dokonano analizy tylko wybranych prac gospodarki smarowniczej oraz przeglądu wybranych urządzeń.

W 2024 roku przeprowadzono wiele działań prewencyjnych, w tym znaczna część to:

- gospodarka smarownicza;
- przeglądy pomp;
- przegląd przenośników;
- przeglądy podnośników;
- przeglądy pras;
- przegląd siłowników pneumatycznych;
- przeglądy wirówek;
- przeglądy dekanderów;
- przeglądy przekładni;
- przeglądy prężni.

Gospodarka smarownicza obejmuje działania techniczne i organizacyjne, które mają na celu zapewnić najbardziej korzystne i optymalne warunki dla pracy maszyn i urządzeń. Proces zarządzania gospodarką smarowniczą jest nierozłączną częścią systemów zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu urządzeń zorientowanych na utrzymanie wysokiej niezawodności. Pozwala na efektywniejszą pracę maszyn i urządzeń, a tym samym uniknięcie różnych defektów i uszkodzeń. Regularne smarowanie wydłuża żywotność podzespołów, co potwierdzone jest wieloma badaniami. Zarządzanie gospodarką smarowniczą przyczynia się do redukcji kosztów wynikających z potencjalnych awarii maszyn oraz wpływa na poprawę wydajności procesów produkcyjnych. Ważną rolę pełni również zwiększenie trwałości sprzętu. Wiele smarów oprócz zmniejszania tarcia i oporu reguluje krytyczne elementy w maszynach dzięki właściwościom przeciwzatarciowym, przeciwwżyciowym oraz antykorozyjnym. Planowanie przeglądów podzespołów, zespołów lub całych urządzeń produkcyjnych to kluczowy element utrzymania ruchu każdego zakładu produkcyjnego. Systematyczne przeglądy pozwalają uniknąć wiele poważnych problemów. Bardzo często działy techniczne utożsamiane są właśnie z takimi przeglądami. Nic dziwnego, skoro takie działania są niezbędne do utrzymania stabilności produkcyjnej. Przeglądy mogą dotyczyć różnych urządzeń. Najczęściej przez pojęcie przeglądu rozumie się wszystkie czynności przeprowadzone w ramach zaplanowanych i kompleksowych działań prewencyjnych. Mogą obejmować one kontrolę wszystkich elementów, z jakich zbudowana jest maszyna.

Planowanie takich prac jest konieczne ze względu na odpowiednie przygotowanie niezbędnych części zamiennych, środków smarnych, określenie ryzyka oraz przydziału odrób odpowiedzialnych za wykonanie przeglądu.

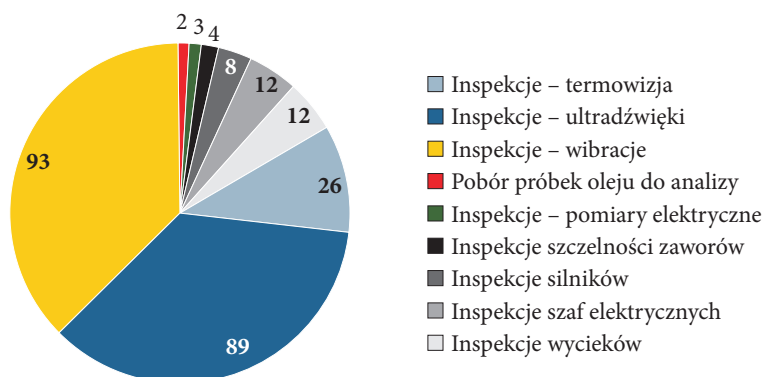
W drugiej części badania dokonano analizy wykonanych działań predykcyjnych przeprowadzonych w 2024 roku. Na potrzeby badania wybrano konkretne zadania oraz ich ilość. Warto podkreślić, że wiele z tych zadań było wykonywanych przez określony czas i mogło trwać nawet kilka dni. W 2024 roku zostały przeprowadzone różne działania predykcyjne (zob. tabelę 3).

Tabela 3. Działania predykcyjne z podziałem na konkretne zadania

Działanie predykcyjne	Ilość wykonanych prac
Pobór próbek oleju do analizy – pobór próbek miał miejsce w czasie rocznego postoju technologicznego i obejmował pobranie próbek ze wszystkich przekładni przeznaczonych do przeglądu remontowego	2
Inspekcje – pomiary elektryczne	3
Inspekcje szaf elektrycznych	4
Inspekcje szczelności zaworów	8
Inspekcje silników	12
Inspekcje wycieków	12
Inspekcje – termowizja	26
Inspekcje – ultradźwięki	89
Inspekcje – wibracje	93

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych danych ilościowych z systemu SAP

Wyniki badania przedstawiono również na rysunku 2.



Rys. 2. Prace predykcyjne w 2024 roku

Źródło: opracowanie własne

Działania predykcyjne przeprowadzone przez utrzymanie ruchu skupiły się głównie na inspekcjach polegających na przeprowadzeniu badań diagnostycznych, czyli metodach kontroli poszczególnych podzespołów maszyn i urządzeń. Zwykle wiele informacji o stanie maszyny lub urządzenia można uzyskać właśnie dzięki systematycznym badaniom diagnostycznym. Stosując odpowiednio dobrane metody diagnostyczne, można dokonać swego rodzaju prognozy przyszłych problemów, które w rezultacie mogą skutkować poważnym awariom. Regularne prowadzone inspekcje stanowią właściwe podejście do zarządzania parkiem maszynowym, gdyż każdy długotrwały niezaplanowany postój linii produkcyjnej jest stratą dla przedsiębiorstwa. W związku z tym pojęcie niezawodności zyskuje na znaczeniu. W tabeli 4 przedstawiono przykładowe zastosowanie wymienionych badań diagnostycznych.

Tabela 4. Przykładowe zastosowanie metod diagnostycznych

Metoda diagnostyczna	Zastosowanie
Badania wibracji	Pozwala wykryć nieprawidłowości, takie jak niewyosiowanie, niewyważenie, problemy elektryczne uszkodzenia przekładni, uszkodzenia lub zużycia łożysk.
Badania ultradźwięków	Pozwala wykryć tarcie w niedosmarowanych lub uszkodzonych łożyskach.
Badania termowizyjne	Mechaniczne: pompy, silniki, łożyska, przekładnie. Elektryczne: kanały kablowe, rozdzielnie. Procesowe: wytwarzanie ciepła, dystrybucja ciepła.

Źródło: opracowanie własne

Pozostałe inspekcje również stanowią wartość dla strategii utrzymania ruchu. Inspekcje wycieków oraz zaworów wiążą się z badaniem stanu armatury oraz instalacji, które z punktu widzenia pracy maszyn mają krytyczne znaczenie. Wiele wycieków, takich jak wyciek oleju, niebezpiecznych substancji chemicznych czy mediów energetycznych, przyczynia się do dalszych skutków, co skończyć się może nieplanowanym postojem. Wycieki są o tyle niebezpieczne, że mogą przyczynić się do zakłócenia prawidłowego przebiegu procesu produkcyjnego. Stanowią również zagrożenie dla środowiska naturalnego i bezpieczeństwa zainteresowanych stron. Inspekcje elektryczne, takie jak badania silników, szaf elektrycznych oraz pomiary elektryczne, pozwalają na utrzymanie istotnych instalacji i systemów elektrycznych w jak najlepszym stanie technicznym. Każda maszyna i urządzenie, aby mogło pracować, wymaga zasilenia energią elektryczną. Niezaplanowana przerwa w dostawie prądu nie jest pożądanym zjawiskiem. Warto zauważyć, że bezpieczeństwo pełni szczególną rolę w przeprowadzaniu badań elektrycznych. Regularne inspekcje elektryczne pozwalają szybko wykryć potencjalne zagrożenia, takie jak uszkodzenia przewodów, zwarcia elektryczne czy wady techniczne izolacji. Stosunkowo szybko wykryta usterka obniża ryzyko wystąpienia pożarów czy porażeń prądem.

Dzięki badaniom można również sprawdzić skuteczność systemów bezpieczeństwa, takich jak wyłączniki różnicowoprądowe, ochrona przeciwprzepięciowa czy instalacje uziemiające. Pobór próbek oleju do analizy odbywa się w czasie planowanego postoju. Pobrane próbki olejów są wysyłane do zewnętrznego specjalistycznego laboratorium. Na podstawie uzyskanych wyników analizy olejowej można określić jego najważniejsze parametry użytkowe, a obecność niektórych pierwiastków w nadmiarze może świadczyć o potencjalnych problemach z podzespołem.

6. Dyskusja

Budowanie skutecznej strategii utrzymania ruchu jest obszarem, który wymaga stałej integracji z obszarem produkcyjnym. Współpraca w tym zakresie sprawia, że wdrożony system zarządzania przynosi wymierne korzyści dla każdej ze stron. Zarówno działania prewencyjne, jak i predykcyjne są oparte na strategii utrzymania ruchu. Z punktu widzenia funkcjonowania działu technicznego istotne jest również podkreślenie roli pracowników. Służbę utrzymania ruchu stanowią pracownicy doświadczeni, a to właśnie doświadczenie stanowi jedną z podstaw skuteczności strategii utrzymania ruchu. Wyniki badań wskazują na skuteczność strategii utrzymania ruchu. Potwierdzeniem tego jest osiągnięcie ustalonych wyników oraz poszukiwanie najlepszych metod ciągłego doskonalenia procesów utrzymania ruchu. Obszarem do dalszego doskonalenia może okazać się perspektywa zastosowania sztucznej inteligencji, która nie tylko mogłaby wspomóc codzienną pracę, lecz także umożliwiłaby poszukiwanie sprawnych rozwiązań. Wdrożenie narzędzi sztucznej inteligencji mogłoby przyczynić się do optymalizacji wielu procesów zachodzących w organizacji. Kolejną szansą dla przedsiębiorstwa może okazać się czwarta rewolucja przemysłowa, czyli przemysł 4.0, oraz zaproponowane najnowocześniejsze technologie.

Wnioski

Celem artykułu był przegląd wybranych strategii utrzymania ruchu pod kątem ich skuteczności. Opisanie w części teoretycznej strategii TPM oraz RCM zestawiono z innym podejściem stosowanym w badanej organizacji. Strategiczne podejście do utrzymania ruchu w ostatnich latach stało się jednym z najistotniejszych obszarów działalności dla wielu przedsiębiorstw. Wskazuje to na rosnący trend ujednolicenia podejścia zarówno do procesów głównych, jak i pomocniczych. Zaczęto zauważać, że prawidłowe zarządzanie utrzymaniem ruchu ma kluczowy wpływ na wyniki osiągane przez przedsiębiorstwo i stanowi w wielu przypadkach siłę konkurencyjną. Wdrożenie odpowiednio wybranej strategii utrzymania ruchu ma za zadanie nie tylko ulepszyć funkcjonowanie działów technicznych, lecz także przyczynić się

do tworzenia wartości i realizacji ustalonych celów. Wybór strategii utrzymania ruchu powinien być wynikiem złożonej analizy działalności oraz przyszłej wizji przedsiębiorstwa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AL-REFAIE, A., LEPKOVA, N., CAMLIBEL, M.E., 2022. The Relationships between the Pillars of TPM and TQM and Manufacturing Performance Using Structural Equation Modelin, *Sustainability*, vol. 14, nr 3, s. 1-17.
- [2] BALLE, M., JONES, D., CHAIZE, J., FIUME, O., 2019. *Strategia Lean. Kultura uczenia się kluczem do budowania przewagi konkurencyjnej*, Warszawa: MT Biznes.
- [3] BARTOCHOWSKA, D., FERENC, R., 2015. Instrumenty wsparcia utrzymania ruchu w małych i średnich przedsiębiorstwach, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*, nr 80, s. 21-50.
- [4] DURLIK, I., 2007. *Inżynieria zarządzania. Strategia i projektowanie systemów produkcyjnych. Część I*, Warszawa: Placet.
- [5] FAVARÃO DA SILVA, R., DE ANDRADE MELANI, H.A., DE CARVALHO MICHALSKI, M.A., DE SOUZA, G.F.M., 2023. Reliability and Risk Centered Maintenance: A Novel Method for Supporting Maintenance Management, *Applied Sciences*, vol. 13, nr 19, s. 1-23.
- [6] FRĄŚ, J., FRĄŚ, M., 2018. Metody i narzędzia zarządzania utrzymaniem ruchu maszyn współczesnych systemów produkcyjnych, *Problemy Nauk Stosowanych*, nr 8, s. 69-80.
- [7] FURMAN, J., 2014. Wdrażanie wybranych narzędzi koncepcji Lean Manufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, nr 1, s. 247-256.
- [8] GAJDZIK, B., 2015. Zarządzanie produktywnością maszyn i urządzeń w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, vol. 18, nr 1, s. 13-19.
- [9] GOLIASZ, T., PSZCZÓŁKOWSKI, J., 2019. Istota strategii eksploatacji według kryteriów niezawodności, *Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, vol. 231, nr 6, s. 161-167.
- [10] GREŃ, A., ZAZIĘBŁO, P., 2019. Zastosowanie wybranych narzędzi zarządzania jakością w celu zwiększenia efektywności maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, nr 22 (3), s. 11-18.
- [11] HAMROL, A., 2016. *Strategie i praktyki sprawnego działania. Lean, Six Sigma i inne*, Warszawa: PWN.
- [12] JANISZ, K., MIGACZ, U., 2016. Analiza przyczyn wad w procesie produkcyjnym, *Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, vol. 17, nr 12, s. 1579-1583.
- [13] KISIEL, P., 2017. Koncepcja wdrożenia wybranych metod Lean Production w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, vol. 18, nr 6, s. 1410-1414.
- [14] KOŁODZIEJSKI, M., MATUSZAK, Z., 2017. Reliability Centered Maintenance (RCM) – basics of implementation and general characteristics, *Journal of Machine Construction and Maintenance – Problemy Eksploatacji*, nr 4, s. 99-105.
- [15] KOSICKA, E., MAZURKIEWICZ, D., GOLA, A., 2016. Problemy wspomaganie decyzji w systemach utrzymania ruchu, *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, nr 4, s. 49-52.
- [16] KOWALIK, K., 2018. Diagram Ishikawy w teorii i praktyce zarządzania jakością, *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej*, vol. 3, nr 1, s. 15-17.

- [17] KRUSZEWSKA, M., 2020. *Nowoczesny inżynier. Podstawy inżynierii produkcji*, Krosno: Wydawnictwo KaBe.
- [18] LEGUTKO, S., 2009. Trendy rozwoju utrzymania ruchu urządzeń i maszyn, *Eksplotacja i Niezawodność*, nr 2, s. 8-16.
- [19] MAGULSKI, P., 2024. *Opracowanie i wprowadzenie nowoczesnego systemu utrzymania ruchu urządzeń opartego na strategii planowo-zapobiegawczej na obiekcie offshore* [praca doktorska], Gdańsk: Politechnika Gdańska.
- [20] MATYSEK, M., ORDA, J., RUTKOWSKA, U., ŻELASKO, A., 2014. *Przewodnik do systemów i narzędzi Organizacji i Zarządzania Produkcją. Poradnik*, Łódź: Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego.
- [21] MCCARTHY, D., RICH, N., 2004. *Lean TPM a blueprint for change*. Butterworth Heinemann, Swansea: Elsevier.
- [22] MISIUREK, B., 2012. Strategia wdrażania systemu TPM, *Inżynieria Maszyn*, vol. 17, nr 3, s. 119-127.
- [23] NAWROCKI, W., 2019. Analiza wybranych wskaźników niezawodności w systemie TPM do integracji procesów produkcji i utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie produkcyjnym, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, vol. 22, nr 1, s. 13-18.
- [24] OBORA, H., 2018. Zasady i narzędzia realizacji analizy RCA, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 538, s. 304-314.
- [25] PIERSIALA, S., TRZECIELIŃSKI, S., 2005. *Systemy utrzymania ruchu. Koncepcje zarządzania systemami wytwórczymi*, Poznań: Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Zarządzania.
- [26] POHAN, F., SAPUTRA, I., TUA, R., 2023. Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine, *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 1, nr 1, s. 1-14.
- [27] POMIETLORZ-LOSKA, M., BYRSKA-BIENIAS, K., 2016. *Metody i techniki zarządzania utrzymaniem ruchu – studium przypadku*, [w:] Knosala, R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- [28] SKOTNICKA-ZASADZIEN, B., 2012. Analiza efektywności zastosowania metody FMEA w małym przedsiębiorstwie przemysłowym, *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, vol. 2, nr 2, s. 142-153.
- [29] SUPRIYANTO, H., KURNIATI, N., SUPRIYANTO, M.F.R., 2021. Maintenance Performance Evaluation of an RCM Implementation: A Functional Oriented Case Study, *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, vol. 10, nr 12, s. 702-709.
- [30] SUSANTO PRIMADI, C., ALI, H., NYOMAN SAWITRI, N., WIDYASTUTI, T., 2023. Strategic Management: Concept, Implementation, and Indicators of Success (Literature Review), *Siber Journal of Advanced Multidisciplinary*, vol. 1, nr 2, s. 44-54.
- [31] WALCZAK, M., 2012. Zarządzanie systemem utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie na przykładzie Total Productive Maintenance, *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica*, nr 265, s. 246-256.
- [32] WALCZAK, M., 2018. Reliability centered maintenance (RCM) współczesnym narzędziem realizacji strategii obsługi eksploatacyjnej, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 538, s. 444-453.
- [33] WÓDZ, D., 2014. Teoria ograniczeń w utrzymaniu ruchu, *Zarządzanie Utrzymaniem Ruchu*, nr 2, s. 60-62.
- [34] WOŹNICKA, K., SIKORA, K., 2014. Model utrzymania sprawności produkcyjnej maszyn jako kluczowy czynnik rozwoju przedsiębiorstwa produkcyjnego, [w:] Knosala, R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.

NETOGRAFIA

- [1] BARROS, C., MASSALA, M., 2021. *Reliability Centered Maintenance (RCM) – Implementation and Benefits*, <https://manwinwin.com/wp-content/uploads/2021/04/Reliability-Centered-Maintenance-RCM-Implementation-and-Benefits> (dostęp: 7.03.2025).
- [2] GOŁONKA, P., 2015. *TPM – Total Productive Maintenance – budowa efektywnego utrzymania ruchu na produkcji*, <https://leanactionplan.pl/tpm/> (dostęp: 7.03.2025).

