

# IDENTYFIKACJA I ANALIZA PRZYCZYN ŹRÓDŁOWYCH NIEZGODNOŚCI W PRODUKCJI WYROBU GOTOWEGO

Karolina CZERWIŃSKA - Andrzej PACANA

## IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF THE ROOT CAUSES OF NON-CONFORMITIES IN THE PRODUCTION OF THE FINISHED PRODUCT



### STRESZCZENIE

*W obliczu nieustająco zwiększających się wymagań klientów przedsiębiorstwa produkcyjne zmuszone są do doskonalenia procesów zachodzących w przedsiębiorstwach, poszukiwania rezerw produkcyjnych, zwiększania efektywności i wydajności produkcji. Stąd też rodzi się potrzeba ciągłego monitorowania wykorzystania parku maszyn, stwarzająca możliwość sterowania organizacją poprzez sygnalizowanie odchyleń od zaplanowanego stanu w przedsiębiorstwie, umożliwiając tym samym dynamiczne reagowanie i dokumentowanie działań i ich efektów. Celem artykułu jest określenie wpływu zastosowanych technik zarządzania jakością na wybrane wskaźniki KPI w procesie produkcji drzwi zewnętrznych ramowo – płycinowych. W ramach opracowania, wykonano analizę przyczyn spadku poziomu wskaźników gotowości i efektywności obiektu technicznego z zastosowaniem tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością.*

**SŁOWA KLUCZOWE:** *kluczowe wskaźniki efektywności (KPI), proces technologiczny, diagram Pareto-Lorenza, drzewo logiczne, analiza RCFA*

### SUMMARY

*In the face of constantly increasing customer requirements, manufacturing companies are forced to improve processes taking place in enterprises, search for production reserves, increase efficiency and productivity. Hence the need for continuous monitoring of the use of the machine park, creating the possibility to control the organization by signaling deviations from the planned state of the company, thus enabling a dynamic response and documentation of actions and their effects. The aim of the article is to determine the impact of the applied quality management techniques on selected KPIs in the production process of frame and panel external doors. As part of the study, an analysis was made of the reasons for the decrease in the level of readiness and efficiency indicators of the technical facility using traditional quality management tools.*

**KEYWORDS:** *key performance indicators (KPIs), technological process, Pareto-Lorenz diagram, logical tree, RCFA analysis*

### Wprowadzenie

Zarządzanie jakością jest jednym z kluczowych obszarów zarządzania przedsiębiorstwami produkcyjnymi, które chcą utrzymać wiodącą pozycję na rynku [6, 33]. Zarówno oferowane wyroby, jak i dostarczane usługi muszą być, między innymi pod względem jakościowym, dostosowane do wymagań klientów [20, 31, 34]. Definiując pojęcie jakości, należy stwierdzić, iż określa ono zbiór cech wyrobów lub usług wpływających na poziom zadowolenia klientów. W skutek czego



podsiębiorstwa nieustannie podejmują działania doskonalące, aby spełniać wymogi nabywców oraz dostarczyć im to czego potrzebują, przy jednoczesnej eliminacji niezgodnych ze specyfikacjami i wymaganiami wyrobów oraz nieprawidłowości występujących w procesach produkcyjnych [2, 8, 14].

Liczne źródła literaturowe wskazują drogę, którą powinny zmierzać przedsiębiorstwa, nie tylko w celu uzyskania zadowolenia klientów, ale i w ramach obniżania kosztów związanych z niskim poziomem jakości oraz zapewnienia jej [3, 26, 27, 30].

Procesy produkcyjne od zawsze narażone są na występowanie w nich błędów, które powodowane są przez powstanie w nim przyczyn technicznych, materiałowych organizacyjnych czy też środowiskowych. Błędy, które mogą pojawić się bądź istnieć w procesie można wykryć przy pomocy znanych metod umożliwiających kontrolowanie procesów na każdym z etapów produkowania wyrobu [28]. Nieustanna obserwacja procesu produkcyjnego stwarza możliwość reagowania na wszelkie pojawiające się w nim rozbieżności, jakie pojawiają się pomiędzy planem a wykonaniem zamówienia [10, 18, 23]. Pojawiające się niezgodności, nakazują wprowadzenie korekt w produkcyjnych działaniach, w celu zwiększenia wydajności produkcji wyrobu i zmniejszenia liczby wszelkiego rodzaju błędów. Sprawowanie kontroli w procesie produkcyjnym stwarza również możliwość zdiagnozowania, w trakcie produkcji istotnych dla niego problemów [24].

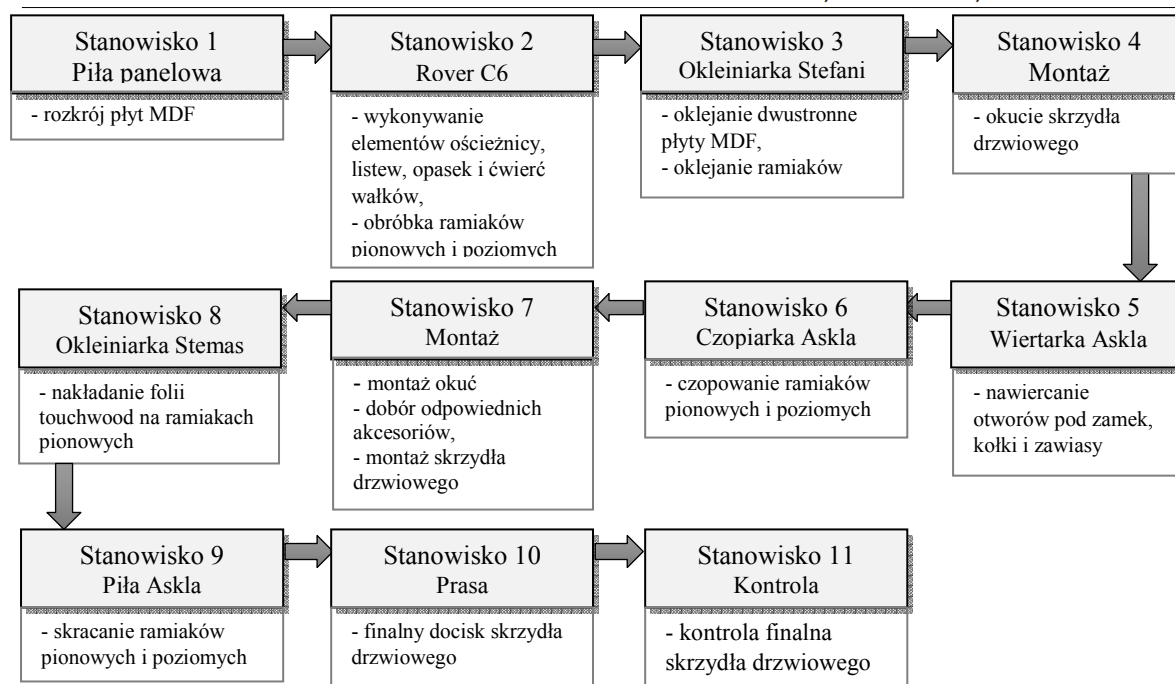
W celu wykonania analiz przebiegu procesów kluczowe jest posługiwanie się liczbowymi wskaźnikami o syntetycznym charakterze, które łączą w sobie dane pochodzące z różnorodnych źródeł. W tym celu w systemach produkcyjnych stosuje się tak zwane kluczowe wskaźniki KPI - Key Performance Indicators. Wskaźniki KPI definiowane są jako zestaw miar (metryk), które mają na celu ułatwienie wykonania oceny funkcjonowania systemu produkcyjnego z perspektywy jego wydajności, jakości i utrzymania [5, 9].

Wskaźniki te, pozwalają ocenić np. pod względem jakościowym system produkcyjny, ale w celu utrzymania pożądanego poziomu jakości wykorzystuje się narzędzia i metody m.in. zarządzania jakością. Umożliwiają one identyfikację przyczyn występowania problemów oraz wskazanie rozwiązań poprawiających jakość wyrobów [25, 29].

Celem artykułu jest określenie wpływu zastosowanych technik zarządzania jakością na wybrane wskaźniki KPI w procesie produkcji drzwi wewnętrznych. W ramach opracowania zidentyfikowano przyczyny zaistniałych odchyleń od planowanego poziomu produkcyjnego i jakości wyrobów. Wykorzystano w tym celu wybrane techniki zarządzania jakością.

### **Charakterystyka analizowanego procesu technologicznego**

Proces technologiczny drzwi wewnętrznych podzielony został na operacje technologiczne, które obejmują czynności niezbędne do wytworzenia wyrobu, a zgrupowane w zespół stanowią jednostkę wykonawczą, wydzieloną do wykonania na ustalonym stanowisku roboczym. Rysunek 1 przedstawia schemat skróconego procesu technologicznego - operacje technologiczne w których następuje zmiana kształtów, właściwości fizykochemicznych, wyglądu zewnętrznego przetwarzanego materiału lub trwała zmiana wzajemnego położenia poszczególnych części wchodzących w skład wyrobu – drzwi wewnętrznych.



Rys. 1. Schemat skróconego procesu technologicznego drzwi wewnętrznych. Źródło: opracowanie własne na podstawie: [11].

Półfabrykatem przeznaczonym dla realizacji procesu technologicznego jest płyta MDF. Operacja odbioru - kontroli stanowi podstawę do zweryfikowania skrzydła drzwiowego pod względem jakościowym. Kształt wykonania jak również dokładność wymiarowa powierzchni skrzydła drzwiowego jest warunkiem koniecznym do jego poprawnego montażu w ościeżnicy.

## Przedmiot i zakres badań

Badania zostały zrealizowane w przedsiębiorstwie produkcyjnym Agmar, oferującym drewniane zewnętrzne i wewnętrzne drzwi, ościeżnice oraz bogaty asortyment akcesoriów drzwiowych. Przedsiębiorstwo zlokalizowane jest w południowo – wschodniej Polsce. Przedmiot badań dotyczył identyfikacji poziomu niezawodności newralgicznego urządzenia w procesie technologicznym drzwi wewnętrznych (okleiniarki Stemas), poprzez dokonanie jej oceny z zastosowaniem wybranych KPI. Ze względu na znaczny spadek jakości w postaci wzrostu produkcji wyrobów niezgodnych, reklamacji od klientów dotyczących drzwi wewnętrznych oraz opóźnień produkcyjnych postanowiono przeanalizować zaistniały problem. Poziom wyrobów niezgodnych w przeciągu dwóch miesięcy osiągał wartość 10 % wszystkich wyprodukowanych wyrobów.

## Metodyka - analiza kluczowych wskaźników efektywności

Jedną z metod stosowanych do pomiaru efektywności jest zastosowanie kluczowych wskaźników efektywności [12]. Wskaźniki KPI mogą zostać odniesione do pomiaru sprawności i wydajności maszyn i urządzeń. Stosowanie kluczowych wskaźników umożliwia obiektywną weryfikację wartości analizowanych procesów. Wskaźników tych jest jednak dużo (ponad 100) i obliczanie wszystkich wydaje się niecelowe. W praktyce przedsiębiorstwa wykorzystują ich kilka lub kilkanaście [13,15,16, 17]. Dobór kluczowych wskaźników dla procesu realizowany jest zazwyczaj w oparciu o metodę ekspercką [1, 7].

Fundamentalną cechą systemu maszyn podlegającą ocenie jest ich łatwość konserwacji oraz niezawodność. Do oceny wskazanych cech stosowane są następujące wskaźniki. Łatwość konserwacji najczęściej mierzona jest przy pomocy wskaźnika MTTR (od ang. Mean Time To Repair), a niezawodność za pomocą wskaźnika MTBF (od ang. Mean Time Between Failute) [22]. W celu

obliczenia wskaźnika MTBF oprócz wartości wskaźnika MTTR niezbędny jest również wynik wskaźnika MTTF (od ang. Mean Time To Failure). Istotną kwestię przy monitorowaniu obiektów technicznych stanowi również wskaźnik MDT (od ang. Mean Down Time) określający średni czas postoju spowodowany awarią [21].

Sposoby obliczenia wskazanych wskaźników są następujące:

- MTTR – średni czas naprawy obliczany jest według wzoru:

$$MTTR = \frac{\text{czas wykonywanych napraw}}{\text{liczba awarii}} \quad (1)$$

- MTTF – średni czas od uszkodzenia obliczany jest według wzoru:

$$MTTF = \frac{\text{czas dostępności brutto} - \text{czas niezdatności}}{\text{liczba awarii}} \quad (2)$$

- MTBF – średni czas pomiędzy awariami lub częstość awarii obliczany jest według wzoru:

$$MTBF = MTTR + MTTF \quad (3)$$

Efektywność w uproszczony sposób odzwierciedla „szybkość reakcji” pracowników utrzymania ruchu względem zaistniałej awarii, na którą składa się skuteczność procesu administracyjnego, decyzyjnego, organizacyjnego oraz systemu informatycznego [19]. Efektywność może być wyrażona przy pomocy miar niezawodności jako:

$$E = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (4)$$

Natomiast dostępność, wskazuje, stopień w jakim dostępny czas, który można wykorzystać na produkcję, jest skracany przez inne nieplanowane zdarzenia określane mianem strat na dostępności [4]. Model dostępności maszyn można wyrazić przy pomocy miar niezawodności:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF - MDT} \quad (5)$$

Wyrażona w przedstawiony sposób dostępność ma największe znaczenie dla wydziałów produkcji oraz planistów, gdyż uwzględnia jedynie czas zupełnego przestoju maszyny [32].

## Wyniki badań

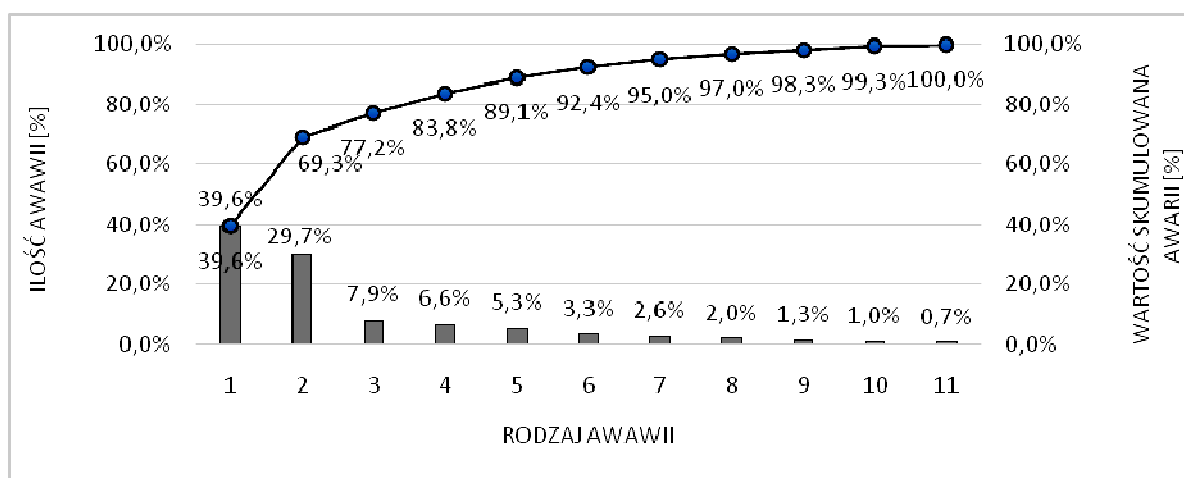
W przedsiębiorstwie rejestracja stanu sprawności maszyn i urządzeń przebiega w sposób ciągły. Obliczono wartości kluczowych dla przedsiębiorstwa wskaźników. Na tej podstawie zidentyfikowano stanowisko 8 (okleiniarkaStemas) jako stanowisko o najniższej wartości gotowości i efektywności obiektu technicznego w czasie 3 kwartału 2019 r. Wartości wybranych wskaźników KPI stosowanych do monitorowania maszyn i urządzeń przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wartości stosowanych w przedsiębiorstwie wskaźników okleiniarkiStemas

| Wskaźnik                                       | Miesiąc 1 | Miesiąc 2 | Miesiąc 3 |
|------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Średni czas naprawy (MTTR)                     | 30 min    | 34 min    | 37 min    |
| Średni czasu do wystąpienia uszkodzenia (MTTF) | 992 min   | 1106 min  | 1048 min  |
| Średni czas między uszkodzeniami (MTBF)        | 1022 min  | 1140 min  | 1085 min  |
| Średni czas przestoju (MDT)                    | 48min     | 47 min    | 51 min    |
| Dostępność obiektu technicznego (A)            | 0,955     | 0,960     | 0,955     |
| Cel dostępność obiektu technicznego            | 0,980     | 0,980     | 0,980     |
| Efektywność obiektu technicznego (E)           | 0,971     | 0,971     | 0,967     |
| Cel efektywności obiektu technicznego          | 0,985     | 0,985     | 0,985     |

Wykorzystywane wskaźniki służące do bieżącego monitorowania stanu maszyn i urządzeń wskazują, iż wartości gotowości okleiniarki w trzecim kwartale 2019 r. wahały się w przedziale 0,955 – 0,960, zaś wartości wskaźnika efektywności osiągnęły wartość 0,971 i 0,967. Uzyskane rezultaty nie osiągnęły założonych wartości w związku z czym podjęto analizę awarii okleiniarki.

Wyznaczenie kluczowych awarii okleiniarkiStemasprzeprowadzone zostało z zastosowaniem wykresu Pareto-Lorenza, którego celem było zidentyfikowanie najistotniejszych awarii z punktu widzenia liczby ich występowania (rysunek 2). Przedstawione na diagramie niezgodności występujące w badanym wyrobie oznaczono (jak w przedsiębiorstwie) kolejno: 1 - zużycie rolek służących do pozycjonowania folii, 2 - zużycie sprężyny służącej do napinania folii okleiny, 3 - poluzowane ramy touchwoodu, 4 –przestawienie siłownika służącego do opuszczania taśmy, 5 - zacięcie rolek służących do pozycjonowania folii, 6 - przepalenie spirali grzałki, 7 - zużycie ostrza piły odcinającej okleinę, 8 - uszkodzenie dozownika kleju, 9 - brak stabilności prowadnicy, 10 - uszkodzenie zasilacza, 11 - uszkodzenie włącznika.

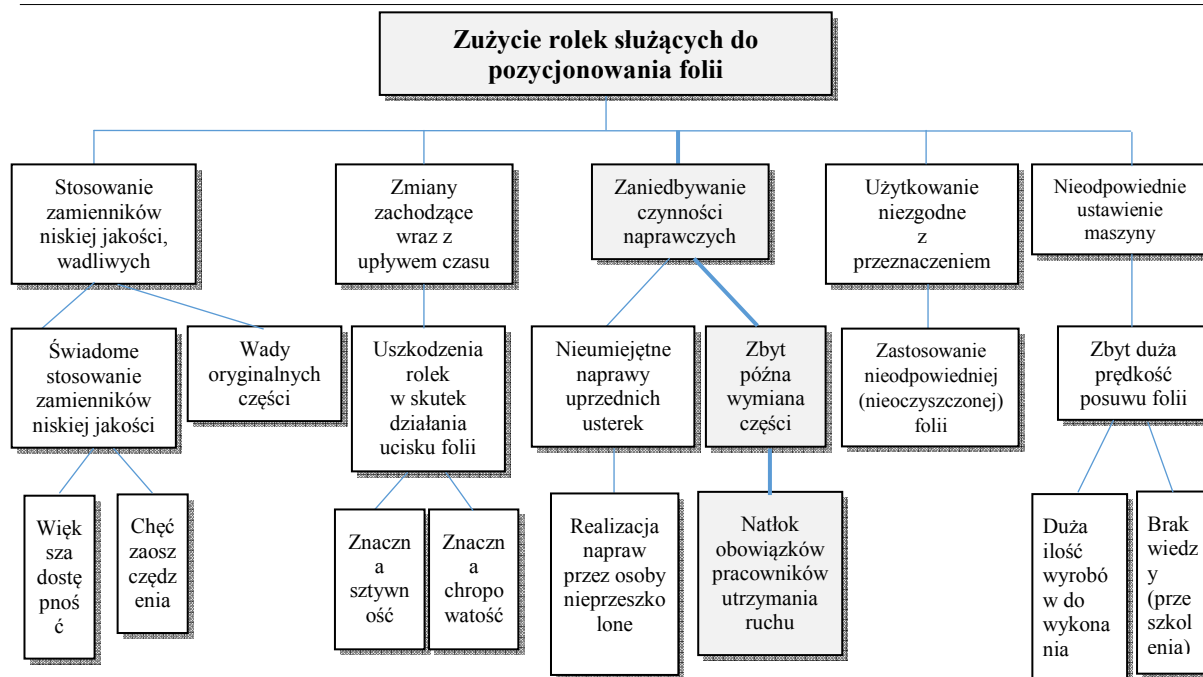


Rys. 2. Wykres Pareto Lorenza dla awarii okleiniarkiStemas

Analiza awaryjności okleiniarki wykazała, iż najistotniejszymi, pod względem ilości i skutków, awariami jest zużycie rolek służących do pozycjonowania folii (39,6% wszystkich awarii), zużycie sprężyny służącej do napinania folii okleiny (29,7% wszystkich awarii) oraz poluzowane ramy touchwoodu (7,8%wszystkich awarii). Awarie te przyczyniają się w77,2% do uniemożliwienia prawidłowego wykorzystania okleiniarki. Zgodnie z metodą ABC obszar A do którego zakwalifikowano wymienione przyczyny awarii określany jest krytycznym.

Drugim etapem analizy awaryjności okleiniarki była realizacja analizy przyczyn źródłowych – RCFA (ang. Root CauseFailure Analysis), wedle metody drzewa logicznego. Analizując zaistniały problem, zebrano grupę roboczą w skład w której wchodzili następujący pracownicy: kierownik utrzymania ruchu, pracownik utrzymania ruchu i kierownik produkcji. W ramach sesji „burzy mózgów”, której zadaniem było wsparcie drzewa logicznego analizy RCFA dla awarii dotyczącej najczęściej powtarzającej się awarii dotyczącej zużycia rolek służących do pozycjonowania folii przedstawiono na rysunku 3.

Na pierwszym poziomie drzewa logicznego umieszczono nazwę niepożądanego zdarzenia. Poziom drugi dotyczy warunków lub zdarzeń, które mogły przyczynić się do jego wystąpienia. Trzeci poziom określa przyczyny, które doprowadzić do pojawienia się zdarzeń lub warunków usytuowanych w drugim poziomie. Poziom czwarty odnosi się do kolejnych przyczyn, które mogły wpłynąć na powstanie przyczyn z trzeciego poziomu. Zacienienie pól drzewa logicznego świadczy o wyborze przyczyny podczas badań przez zespół roboczy.



Rys. 3. Drzewo logiczne analizy RCFA przyczyn źródłowych dla awarii zużycia rołek okleiniarki

Dla usterek związanych ze zużyciem rołek w okleiniarce, zgodnie z rysunkiem 3, zespół roboczy dokonał identyfikacji potencjalnej przyczyny źródłowej. Potencjalna przyczyna związana jest z błędami ludzkimi polegającymi na zbyt rzadkich przeglądach i wymianach części maszyny. Okolicznościami, które spowodowały wystąpienie zaniedbań ze strony pracowników utrzymania ruchu jest natłok obowiązków jaki został im powierzony.

## Wnioski

Odpowiednio dobrane wskaźniki są jednym z kluczowych elementów w efektywnym wykorzystaniu controllingu w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Wykorzystywane w organizacji kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) wymagają wpisania ich w strukturę i w system zarządzania firmą oraz skorelowania ich z celami strategicznymi. Monitorowanie procesu produkcyjnego z zastosowaniem wskaźników stanowi skuteczne narzędzie, które wspomaga sterowanie organizacją poprzez sygnalizację odchyleń od zaplanowanego stanu w przedsiębiorstwie, umożliwiając tym samym dynamiczne reagowanie i dokumentowanie działań i efektów.

W opracowaniu przedstawiono rezultat badań odnoszący się do jednej z maszyn wykorzystywanej w procesie produkcji drzwi wewnętrznych. Przeprowadzona analiza odnosiła się głównie do zdarzeń niepożądanych. Częstość i rodzaje tych zdarzeń przedstawiona została z zastosowaniem diagramu Pareto-Lorenza. Analiza pozwoliła na hierarchizację awarii okleiniarki Stemas zgodnie z najważniejszymi usterkami, wskazując tym samym priorytet na którym należy skupić działania zaradcze aby zredukować zaistniały problem. Jako najczęściej powtarzającą się usterkę wskazano zużywanie się rołek służących do napinania folii touchwood przy oklejaniu powierzchni ramiaków skrzydła drzwi. Dalsze podjęte etapy analizy miały na celu określenie potencjalnych przyczyn częstych awarii wskazanego podzespołu okleiniarki. Po sporządzeniu drzewa logicznego analizy RCFA zespół roboczy stwierdził, iż potencjalna przyczyna związana jest z błędami ludzkimi polegającymi na zbyt rzadkich przeglądach i wymianach części maszyny. Okolicznościami, które spowodowały wystąpienie zaniedbań ze strony pracowników utrzymania ruchu jest natłok obowiązków jaki został im powierzony. W związku z czym, w ramach działań zaradczych należy równomiernie rozdzielić obowiązki pomiędzy pracownikami utrzymania ruchu oraz zatrudnić dodatkowego pracownika.

Zaproponovaná sekvencia działań kontrolnych stanowi przydatny i efektywny sposób analizy procesów technologicznych, która może być praktykowana w różnych przedsiębiorstwach produkcyjnych.

## Bibliografia

- [1] Adamkiewicz, A., Burnos, A., *Kluczowe wskaźniki efektywności w utrzymaniu silników spalinowych w utrzymaniu silników spalinowych w układach energetycznych silników spalinowych w układach energetycznych jednostek pływających*. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej, LIII, 2(189), 2012.
- [2] Babica M., Paják E.: *Koncepcja metody eliminacji niezgodności w procesach produkcyjnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją, 2006, nr 3.
- [3] Borkowski S.: *Mierzenie poziomu jakości*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Marketingu w Sosnowcu, Sosnowiec 2004.
- [4] Biały W., Hąbek P., *Zastosowanie wskaźnika OEE do oceny wykorzystania maszyn - studium przypadku*, Systems Supporting Production Engineering, 2(14) Inżynieria Systemów Technicznych, 2016.
- [5] Borsos G., Iacob CC., Calefariu G., *The use KPI's to determine the waste in production proces*, 20th Innovative Manufacturing Engineering And Energy Conference (Imanee 2016), IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, Vol. 161, 2016.
- [6] Bujak. A., Szot. W., *Logistyczna obsługa klienta we współczesnej gospodarce [w:] Funkcjonowanie systemów logistycznych*, Tom II, (red.) Jaworski. J., Mytlewski. A., Prace Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Gdańsku, Gdańsk, 2009.
- [7] Burnos, A., *Kluczowe wskaźniki efektywności*. Przemysł Farmaceutyczny, 2, 2010.
- [8] Cesarotti V., Giuiusa A., Introna V., *Using Overall Equipment Effectiveness for Manufacturing System Design*, Operations Management Massimiliano M. Schiraldi, IntechOpen, 2013, DOI: 10.5772/56089.
- [9] Cheng HJ., *Research on the Multiple Level Performance Management System Based on KPI*, Proceedings Of The 8th International Conference On Innovation And Management, 8th International Conference on Innovation and Management, Yamaguchi Univ, Kitakyushu, Japan, 2011.
- [10] Corredera A., Macia A., Sanz R., Hernandez JL., *An automated monitoring system for surveillance and KPI calculation*, IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS), Bari, Italy, 2016.
- [11] Dokumenty udostępnione przez firmę Erkado. Materiały niepublikowane, Gościeradów 2019.
- [12] Fitz-Gibbon, T.C., *Performance indicators*. BERA Dialogues, 1990.
- [13] Grycuk A., *Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej firm produkcyjnych zorientowanych na lean*, Przegląd Organizacji, Nr 2, 2010.
- [14] Gwiazda P.: *Proces ciągłego doskonalenia narzędziem zarządzania dynamicznego*, ABC Jakości, 2001, nr 4.
- [15] Ishaq Bhatti M., Awan H.M., Razaq Z., *The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance*, Quality & Quantity, Nr 48, 2014. DOI: 10.1007/s11135-013-9945-y.
- [16] Kang N., Zhao C., Li J., Horst J.A., *A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems*. Int J Prod Res, 2016.
- [17] Lan T., Tong Cd., Chen XX., Shi XH., Chen YW., *KPI relevant and irrelevant fault monitoring with neighborhood component analysis and two-level PLS*, Journal Of The Franklin Institute-Engineering And Applied Mathematics, Vol. 355, Issue 16, 2018.
- [18] Lisowski J., *Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania, Białystok, 2004.



- [19] Loska A.: *Przegląd modeli ocen eksploatacyjnych systemów technicznych* [w:] Knosala R. (red.): Komputerowo zintegrowane zarządzanie. Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2011. s. 37-46.
- [20] Łunarski J. (red.), *Zapewnienie jakości w produkcji lotniczej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007.
- [21] Mishra R.C., Pathak K., *Maintenance Engineering And Management*. PHI Learning Pvt. Ltd. 2004.
- [22] Muchiria P., Pintelona L., Geldersa L., MartinbH., *Development of maintenance function performance measurement framework and indicators*, International Journal of Production Economics, Volume 131, Issue 1, May 2011, 295-302.
- [23] Muhlemann A. P., Oakland J. S., Lockyer K. G. *Zarządzanie. Produkcja i usługi*, PWN, Warszawa 2005.
- [24] Pacana A., Czerwińska K., Siwiec D., *Narzędzia i wybrane metody zarządzania jakością. Teoria i praktyka*. Częstochowa: Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menadżerów Jakości i Produkcji, 2018.
- [25] Sęp, J., Perłowski, R., Pacana, A., *Techniki wspomagania zarządzania jakością*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2010.
- [26] Skrzypek E.: *Jakość i efektywność*, Uniwersytet Marii Curie – Skłodowskiej, Lublin 2000.
- [27] Słowiński B.: *Zarządzanie i inżynieria jakości*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2011.
- [28] Stadnicka D.: *Wybrane metody i narzędzia doskonalenia procesów w praktyce*, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2016.
- [29] Szafranski, M., *Skuteczność działań w systemach zarządzania jakością przedsiębiorstw*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2006.
- [30] Urbaniak M.: *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Difin, Warszawa 2004.
- [31] Wolniak R., Stotnicka – Zasadzień B.: *Zarządzanie jakością dla inżynierów*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [32] Zasadzień A., Skotnicka-Zasadzień B., *Zastosowanie miar niezawodności do analizy awaryjności kluczowych maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym - studium przypadku*, Systems Supporting Production Engineering, 4(6) Wspomaganie Zarządzania Systemami Produkcyjnymi, 2013.
- [33] Zięba K., *Poziom obsługi klienta jako źródło przewagi konkurencyjnej*, [w:] Przedsiębiorstwo i klient w gospodarce opartej na usługach, (red.) Rudawska I., Soboń M., Wyd. Difin, Warszawa 2009.
- [34] Zimniewicz K.: *Współczesne koncepcje i metody zarządzania*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, warszawa 2003.

## CONTACT ADDRESS

### Karolina CZERWIŃSKA

Politechnika Rzeszowska, Poland, ORCID ID: 0000-0003-2150-0963, k.czerwinska@prz.edu.pl

### Andrzej PACANA

Politechnika Rzeszowska, Poland, ORCID ID: 0000-0003-1121-6352, app@prz.edu.pl

#### RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

#### REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.