



DOSKONALENIE JAKOŚCI W PROCESIE PRODUKCYJNYM Z WYKORZYSTANIEM WSKAŹNIKÓW KPI I NARZĘDZI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Karolina CZERWIŃSKA - Andrzej PACANA

QUALITY IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION PROCESS USING KPI INDICATORS AND QUALITY MANAGEMENT TOOLS



STRESZCZENIE

W obliczu zmieniające się otoczenia oraz nieustannie zwiększających się wymagań klientów przedsiębiorstwa produkcyjne zobligowane są do podejmowania działań doskonalących w zakresie realizowanych procesów, zwiększania efektywności i wydajności produkcji oraz poszukiwania rezerw produkcyjnych. Monitorowanie przebiegu procesów przy pomocy KPI stwarza możliwość sterowania organizacją przez sygnalizowanie odchyleń od zaplanowanego stanu w przedsiębiorstwie, ułatwiając dynamiczne reagowanie. Celem opracowania była identyfikacja newralgicznych obszarów w procesie produkcyjnym drzwi wewnętrznych przy pomocy wskaźników KPI oraz analiza przyczyn problemów jakościowych z zastosowaniem wybranych narzędzi zarządzania jakością. Kluczowym elementem pracy było poprawne zdiagnozowanie i przeanalizowanie przyczyn obniżenia poziomu jakości drzwi wewnętrznych, zrealizowane z zastosowaniem diagramu Pareto – Lorenza skorelowanego z metodą ABC oraz wykorzystanie drzewa logicznego analizy RCFA identyfikacji potencjalnych przyczyn zaistniałego problemu.

SŁOWA KLUCZOWE: inżynieria mechaniczna, inżynieria jakości, kluczowe wskaźniki efektywności (KPI), narzędzia zarządzania jakością, proces technologiczny

SUMMARY

In the face of changing environment and constantly increasing customers' requirements manufacturing companies are obliged to undertake actions improving processes, increasing production effectiveness and efficiency and searching for production reserves. Monitoring of the course of processes with the help of KPIs creates an opportunity to control the organization by signaling deviations from the planned state in the company, facilitating dynamic reactions. The aim of the study was to identify critical areas in the production process of interior doors using KPIs and to analyze the causes of quality problems using selected quality management tools. The key element of the study was to correctly diagnose and analyze the reasons for the deterioration of the quality level of interior doors, realized with the use of Pareto - Lorenz diagram correlated with the ABC method and use of RCFA analysis logic tree to identify potential causes of the problem.

KEYWORDS: mechanical engineering, quality engineering, key performance indicators (KPIs), quality management tools, technological proces

Wprowadzenie



Dynamicznie postępujące zmiany w światowej gospodarce wymuszają na przedsiębiorstwach produkcyjnych permanentne doskonalenie ich funkcjonowania zarówno w aspekcie zarządzania, jak i w płaszczyźnie produkcyjnej. W następstwie czego organizacje coraz częściej poszukują nowych sposobów rozwoju, u efektywniających procesy w nich zachodzące oraz umożliwiające zaoferować urozmaiconą gamę wyrobów maksymalnie dostosowaną do preferencji klienta, w coraz krótszym czasie i w coraz niższej cenie [1, 2].

Reorganizacja, modernizacja, jak i standaryzacja ISO (mająca wpływ na innowacyjność) są zjawiskami powszechnie występującymi w przedsiębiorstwach produkcyjnych, które przyczyniają się do wzrostu efektywności ich funkcjonowania, a także podejmowania działań zgodnych z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Zjawiska te stanowią ciągły i nieuchronny proces o postępującym charakterze [3, 4]. Umiejętność dostosowania się przedsiębiorstw produkcyjnych do zmieniających się warunków rynkowych w znacznym stopniu decyduje o uzyskaniu, a następnie utrzymaniu przewagi konkurencyjnej [5]. Niepewność w zakresie funkcjonowania firm zależna jest od zmienności zachowań składowych elementów przedsiębiorstwa, a także od złożoności oraz niestabilności otoczenia. Turbulentne otoczenie zmusza do przewidywania zmian, realizacji właściwych analiz oraz skuteczności reakcji. Im wyższy stopień dynamiki zmian tym istotniejsza jest słuszność podejmowanych decyzji oraz czas reakcji na informacje płynące z otoczenia [6, 7]. Istotnym argumentem skłaniającym do skierowania wysiłków w postaci działań doskonalących na system organizacji i zarządzania jest koncentracja uwagi na tych obszarach i zmiennych, które cechuje największy wpływ na finalny sukces przedsiębiorstwa [8, 9].

Sprawowanie kontroli w procesie produkcyjnym stwarza możliwość zdiagnozowania, w trakcie produkcji istotnych dla niego problemów [10]. 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 [11, 12]. Wskaźniki te, pozwalają ocenić np. pod względem jakościowym system produkcyjny [13], ale w celu utrzymania pożądanego poziomu jakości i rozwiązywania zaistniałych problemów wykorzystuje się narzędzia i metody zarządzania jakością [14, 15, 16, 17].

Celem opracowania była identyfikacja newralgicznych obszarów w procesie produkcyjnym drzwi wewnętrznych ramowo-płycinowych bezprzylgowych przy pomocy wskaźników KPI oraz analiza przyczyn zaistniałych odchyłeń od planowanego poziomu jakości wyrobów z zastosowaniem wybranych narzędzi zarządzania jakością.

Charakterystyka kluczowych wskaźników efektywności (KPI)

Wskaźniki KPI należą do narzędzi Business Performance Management, czyli grupy koncepcji z płaszczyzny zarządzania operacyjnego, które propagują zwiększanie efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych z zastosowaniem mierników procesów, systemów monitorowania, a także zarządzania wynikami organizacji. Jednocześnie wskaźniki KPI stanowią integralną część zbioru światowych praktyk produkcyjnych noszących nazwę World Class Manufacturing (WCM) [18, 19].

Wskaźniki KPI wykorzystywane są do pomiaru, fundamentalnych pod względem ekonomicznym, organizacyjnym oraz technicznym, parametrów obrazujących funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Wskaźniki te, umożliwiają identyfikację wybranych czynników wpływających na ich wartości [20]. Z szeregu dostępnych wskaźników należy wybrać kilka bądź kilkanaście, które najlepiej odzwierciedlą osiągnięty poziom realizacji strategicznych celów [21]. Wśród często wykorzystywanych ilościowych, wskaźników można wymienić między innymi pomiary liczby oraz jakości wytworzonych wyrobów [22]:

- liczba wyrobów spełniających wymagania jakościowe GQ (ang. Good Quantit),



- liczba wyrobów niespełniających wymagań, lecz możliwych do ponownego przetworzenia RQ (ang. ReworkQuantity),
- liczba wyrobów niespełniających jakościowych wymagań i nie możliwych do ponownego przetworzenia SQ (ang. ScrapQuantity),
- ogólna liczba wytworzonych wyrobów PQ (ang. ProcessedQuantity), obliczana zgodnie ze wzorem (1):

$$PQ = GQ + RQ + SQ \quad (1)$$

Przy pomocy bezpośrednich wskaźników KPI możliwym jest wyznaczenie podstawowych i złożonych wskaźników. Wśród stosowanych, podstawowych wskaźników KPI opisujących jakościowe cechy wyrobów wyróżnić można między innymi [22]:

- odsetek wyrobów dobrych jakościowo QR (ang. Quality Ratio), będący ogólnym odsetkiem wytworzonych wyrobów dobrej jakości, obliczany ze wzoru

$$QR = \frac{GQ}{PQ} \quad (2)$$

- odsetek dobrych jakościowo wyrobów nadających się do sprzedaży QBR (ang. QualityBuyRate), czyli ogólny odsetek wyrobów o dobrej jakości wraz z elementami wyrobami powtórnie przetworzonymi, obliczany ze wzoru:

$$QBR = \frac{GQ + RQ}{PQ} \quad (3)$$

- odsetek zgodności ilości wyrobów (dobrych jakościowo wyrobów) z planem produkcji (na potrzeby opracowania określony jako WJ) obliczany ze wzoru:

$$WJ = \frac{SPQ - SQ}{SPQ} \quad (4)$$

- odsetek odchyłeń ilościowych w procesie wytwarzania wyrobów (na potrzeby opracowania określony jako WI) obliczany ze wzoru:

$$WI = \frac{PQ}{SPQ} \quad (5)$$

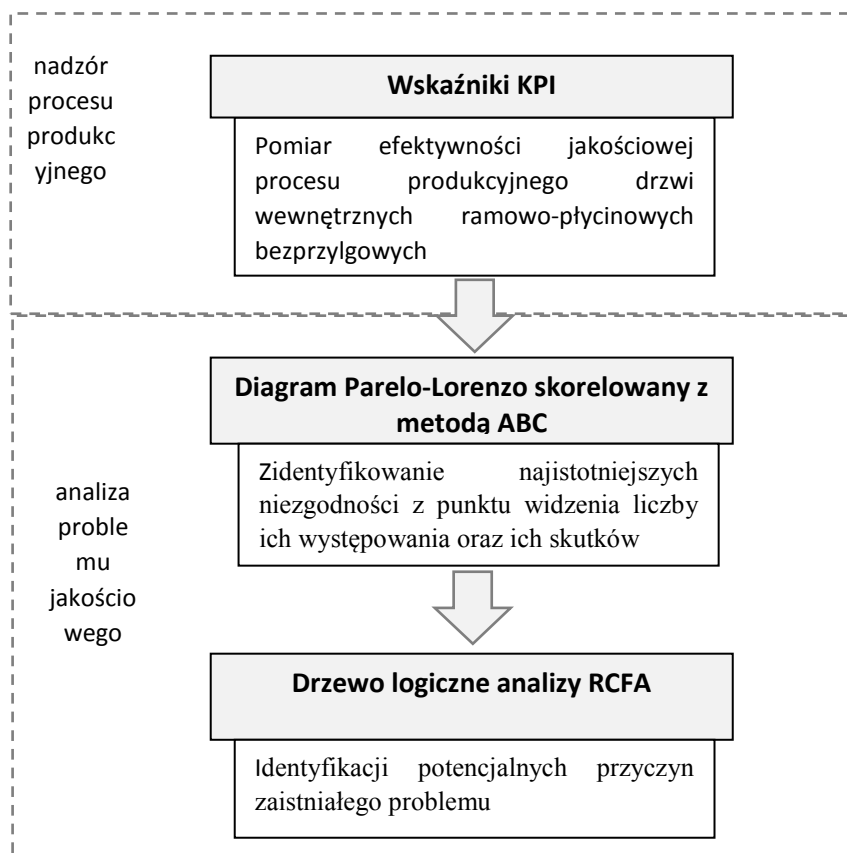
Wskaźniki stanowią punkt odniesienia dla pracowników, gdyż odzwierciedlają bieżące charakterystyki procesów, ułatwiają zasady współpracy, które są jasno określone oraz akceptowalne przez wszystkie strony. Wprowadzenie wskaźników związane jest z zbudowaniem adekwatnego systemu motywacyjnego, który powinien być powiązany z osiąganymi wynikami [23].

Przedmiot, zakres i metodyka badań

Badania zrealizowane zostały w przedsiębiorstwie Agmaroferującym drewniane wewnętrzne oraz zewnętrzne drzwi, ościeżnice, a także urozmaicony asortyment akcesoriów drzwiowych. Przedsiębiorstwo zlokalizowane jest w południowo – wschodniej części Polski. Przedmiot badań stanowiły drzwi wewnętrzne ramowo-płycinowe bezprzylgowe.

Ze względu na spadek jakości oferowanych wyrobów i wzrost liczby reklamacji klientów dotyczących drzwi wewnętrznych postanowiono przeanalizować zaistniały problem. Przedstawiona analiza dotyczyła partii wyrobów wyprodukowanych w 3 i 4 kwartale 2019 r.

Metodyka badawcza obejmowała wskaźnikową analizę procesu produkcyjnego z zastosowaniem jakościowych wskaźników KPI do nadzorowania poziomu jakości procesu produkcyjnego, a także implikację skorelowanych narzędzi zarządzania jakością w ramach identyfikacji przyczyn wystąpienia odchyłeń jakościowych (rysunek 1).



Rys. 1. Sekwencja metod wykorzystanych do analizy niezgodności i identyfikacji źródła ich powstania

Pomiar efektywności jakościowej procesu wykonany został z wykorzystaniem wskaźników:

- liczby wytworzonych wyrobów (PQ),
- liczby wyrobów dobrych jakościowo (QR),
- liczby wyrobów o dobrej jakości z uwzględnieniem elementów powtórnie przetworzonych (QBR),
- zgodności ilości produkcji z planem produkcji (WJ),
- wskaźnika odchyień ilościowych w procesie wytwarzania wyrobów (WI).

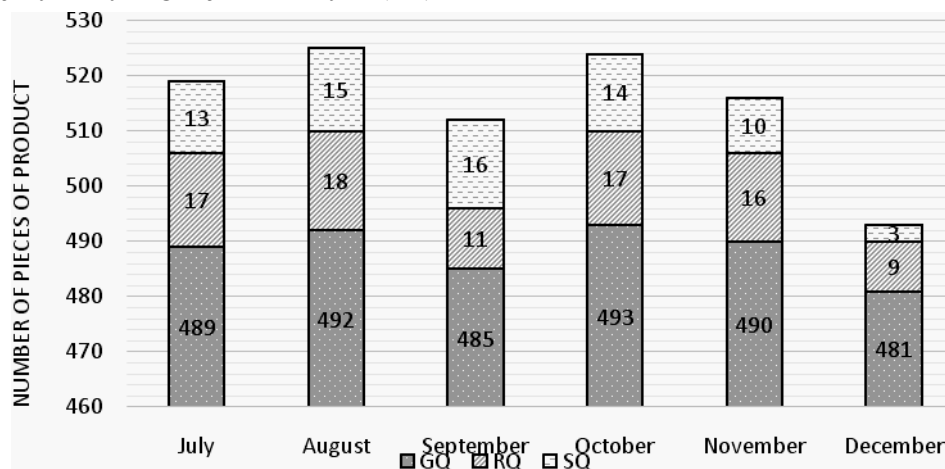
W ramach realizacji analizy wadliwości partii wyrobów posłużono się diagramem Pareto – Lorenza połączonym z metodą ABC, celem zidentyfikowania najistotniejszych niezgodności w kontekście liczby ich występowania oraz skutków. Dodatkowo analiza przyczyn występowania niezgodności wyrobów obejmowała wykorzystanie drzewa logicznego analizy RCFA identyfikacji potencjalnych przyczyn zaistniałego problemu.

W przedsiębiorstwie dotychczas nie stosowano wskaźników KPI w połączeniu z rozbudowanymi analizami realizowanymi z wykorzystaniem narzędzi zarządzania jakością.

Wyniki oraz analiza badań

W ramach badań wykonano jakościową analizę procesu produkcyjnego z zastosowaniem przedstawionych w opracowaniu wskaźników KPI. Ogólną liczbę wytworzonych wyrobów (wskaźnik PQ) w analizowanym okresie przedstawiono na rysunku 2. Rysunek ten uwzględnia podział na: liczbę wyrobów spełniających wymagania jakościowe (GQ), liczbę wyrobów

niespełniających wymagań, ale możliwych do ponownego przetworzenia (RQ) oraz liczbę wyrobów niespełniających wymagań jakościowych (SQ).

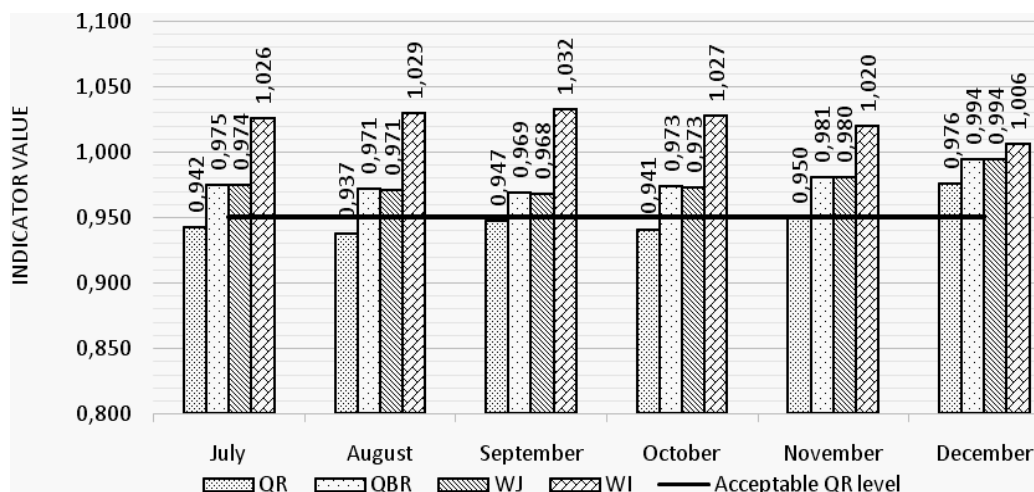


Rys. 2. Stratyfikowana wielkość produkcji analizowanego wyrobu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Materiały Agmar Drzwi. Materiały niepublikowane. Chwałowice, 2019.

Na podstawie rysunku 2 można stwierdzić iż, najwięcej niezgodnych wyrobów wytworzono w sierpniu (33 sztuki, w tym 13 nie możliwych do naprawienia), zaś najmniej w grudniu (12 sztuk, w tym 3 wyroby nie możliwe do naprawienia). Zauważyć można także, że wraz ze wzrostem całkowitej liczby wytworzonych wyrobów rośnie liczba wyrobów niezgodnych.

Rysunek 3 przedstawia wartości zastosowanych w analizie wskaźników: odsetek wyrobów osiągających pożądaną poziom jakości (QR) odsetek wyrobów o pożądanym poziomie jakości z uwzględnieniem elementów powtórnie przetworzonych. (QBR), odsetek zgodności ilości produkcji (WJ) oraz odsetek odchyłeń ilościowych w procesie wytwarzania wyrobów (WI).



Rys. 3. Wartości wskaźników jakościowych w analizowanym przedziale czasowym

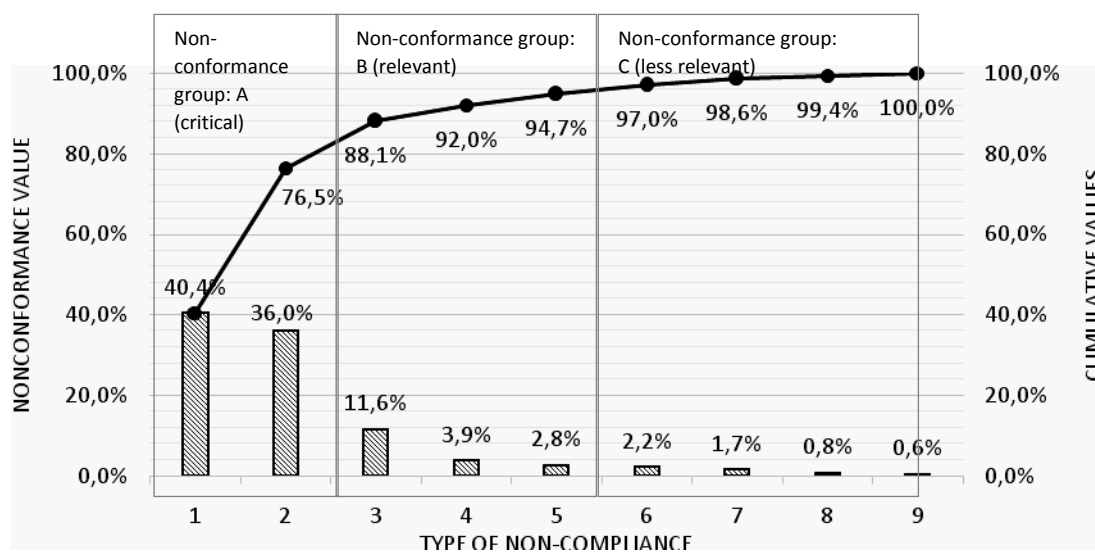
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Materiały Agmar Drzwi. Materiały niepublikowane. Chwałowice, 2019.

Jakościowy cel przedsiębiorstwa odnoszący się do analizowanych wyrobów (wskaźnik QR) wynosi 0,95. Na podstawie rysunku 3 zauważyć można ich tylko w trzech miesiącach (september, november, december) cel został osiągnięty. Wskaźnik QBR uwzględniający liczbę

wyrobów niezgodnych lecz możliwych do naprawy, w analizowanym okresie, osiąga wartości powyżej 0,95. Jednak osiągnięty rezultat nie powinien być interpretowany jako wynik nie wymagający korekt. Należy pamiętać, że powtórne przetwarzanie (naprawa) wyrobów generuje dodatkowe koszty. Wartości wskaźnika WJ osiągają równe lub niewiele niższe wartości aniżeli wartości wskaźnika QBR. Wartości wskaźnika WI również odbiegają od założonych – pożądana wartość dla tego wskaźnika wynosi 1. Przekroczenie tej wartości świadczy onadprodukcji, zaś nieosiągnięcie wskazuje na wytworzenie zbyt małej ilości wyrobów. Przy obecnej ilości wyrobów niezgodnych, aby sprostać wymaganiom klientów, przedsiębiorstwo zmuszone jest do produkcji wyrobów w większej ilości niż ta założona w planach predykcyjnych.

Celem zwiększenia wartości wskaźnika QR należy zidentyfikować źródła zakłóceń procesu i problemów jakościowych oraz ustalić ich ważność i sukcesywnie je ograniczać lub eliminować. Z danych reklamacyjnych w analizowanym okresie wynika, iż do najczęstszych powodów reklamacji należały niezgodności produkcyjne.

Pierwszym krokiem analizy problemu spadku poziomu jakości wyrobów było opracowanie diagramu Pareto – Lorenza skorelowanego z metoda ABC. Celem zastosowanych narzędzi było zidentyfikowanie kluczowych niezgodności pod względem liczby ich występowania i dotkliwośćskutków (rysunek 4). Uwzględnione na diagramie niezgodności występujące w badanych wyrobach oznaczono kolejno: 1 – przebarwienia na skrzydle drzwi, 2 – pęcherze powietrza między warstwami lakieru, 3 - nieodpowiednie zamontowanie zamka zasuwanego, 4 - nie poprawnie zamontowane uszczelnienie, 5 - nieodpowiednie zamontowanie zawiasów (zacinanie), 5 – zarysowania na powierzchni skrzydła drzwi, 6 – zbyt duża przestrzeń we wręgu przeciwwyważeniowym, 7 – nie poprawne zamontowanie zawiasu chowanego, 8 – nieodpowiednie przyleganie nakładek na zawias, 9 – nieodpowiedni dobór kasetonu.



Rys. 4. Wykres Pareto Lorenza skorelowany z metoda ABC dla niezgodności płytowych drzwi zewnętrznych

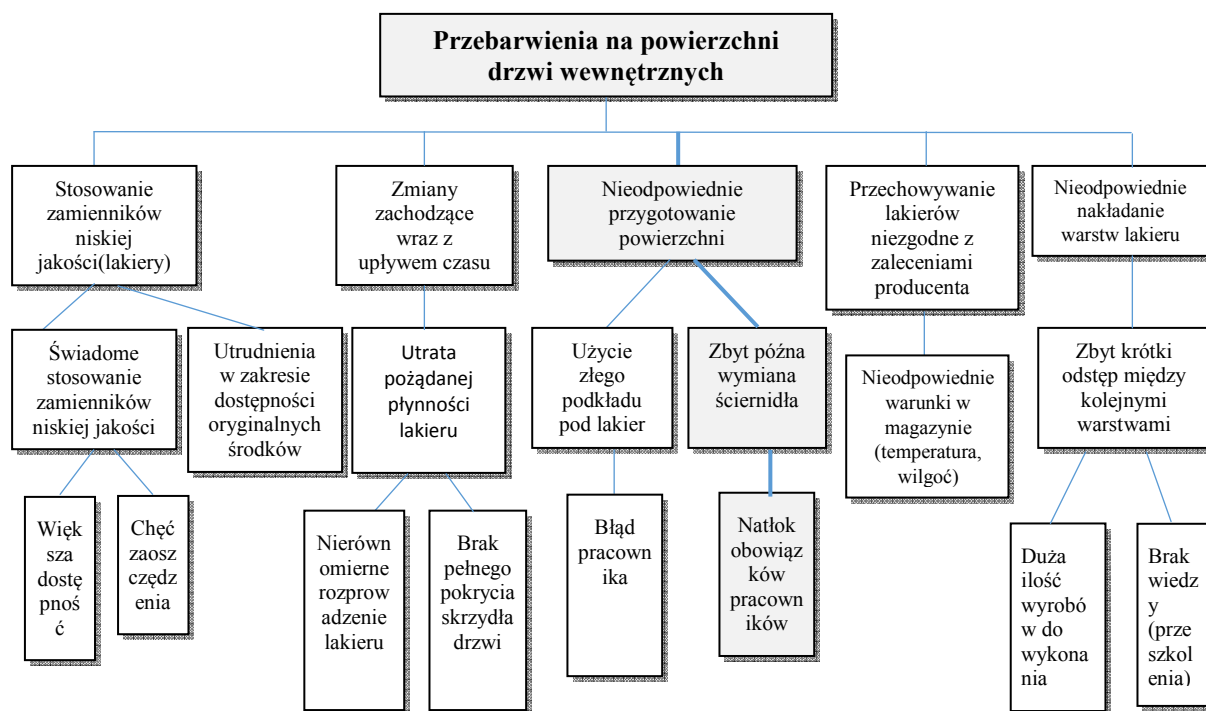
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Materiały Agmar Drzwi. Materiały niepublikowane. Chwałowice, 2019.

Zrealizowana analiza partii wyrobów wykazała, iż najpoważniejsza niezgodność dotyczy przebarwień na skrzydle drzwi (40,4%). Drugim, krytycznym rodzajem niezgodności są pęcherze powietrza między warstwami lakieru (36,0%). Wskazane typy niezgodności przyczyniły się do powstania niemalże 77% wszystkich wyrobów niezgodnych. Względem zidentyfikowanych niezgodności należy niezwłocznie podjąć działania zaradcze.

Drugi etap badań spadku jakości drzwi wewnętrznych obejmował analizę RCFA (ang. Root Cause Failure Analysis), będącą sposobem rozwiązywania problemów, który polega na stopniowym

odkrywaniu kluczowych przyczyn zaistniałego zdarzenia niepożądanego. Ze względu na kompleksowość rozpatrywanego problemu wykorzystano drzewo logiczne jako technikę prowadzącą do odkrycia przyczyny źródłowej. Drzewo logiczne analizy RCFA dla przebarwień powierzchni skrzydła drzwi przedstawia rysunek 5.

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 identyfikacji przyczyny problemu.



Rys. 5. Drzewo logiczne analizy RCFA przyczyn źródłowych przebarwień powierzchni drzwi wewnętrznych

Dla problemu przebarwień na skrzydle drzwi wewnętrznych, zgodnie z rysunkiem 5, dokonano identyfikacji potencjalnej przyczyny źródłowej. Potencjalna przyczyna problemu związana jest z błędami ludzkimi polegającymi na zbyt rzadkich wymianach ściernidła, które po zużyciu pozostawiało smugi i zabrudzenia na powierzchni wyrobu. Okolicznościami, które spowodowały wystąpienie zaniedbań ze strony pracowników był natłok obowiązków jaki został im powierzony.

Podsumowanie

Nadzorowanie procesów produkcyjnych z użyciem wskaźników KPI jest skutecznym sposobem wspomagania sterowania organizacją poprzez sygnalizowanie zaistniałych odchyłeń od zaplanowanego stanu w przedsiębiorstwie. Stwarza to możliwość na dynamiczne reagowanie i dokumentowanie działań oraz efektów.

W opracowaniu przedstawiono badania odnoszące się do partii wyrobów drzwi wewnętrznych. Celem opracowania była identyfikacja newralgicznych obszarów w procesie produkcyjnym drzwi wewnętrznych ramowo-płycinowych bezprzylgowych przy pomocy wskaźników KPI oraz analiza



przyczyn zaistniałych odchyień od planowanego poziomu jakości wyrobów z zastosowaniem wybranych narzędzi zarządzania jakością.

Przeprowadzona analiza w głównej mierze odnosiła się do niepożądanych zdarzeń. Częstości oraz rodzaje przyczyn spadku poziomu jakości zidentyfikowane zostały przy pomocy diagramu Pareto-Lorenza skorelowanego z metodą ABC. Analiza ta umożliwiła hierarchizację przyczyn niezgodności wyrobów zgodnie z najczęściej występującymi niezgodnościami, określając tym samym priorytety na których należy skoncentrować działania doskonalące. Jako najpoważniejsza niezgodność wyróżniono przebarwienia na skrzydle drzwi. Dalsze podjęte etapy analizy miały na celu określenie potencjalnych przyczyn wystąpienia zidentyfikowanej niezgodności i zrealizowane zostały z zastosowaniem drzewa logicznego analizy RCFA. Potencjalna przyczyna problemu związana jest z błędami ludzkimi polegającymi na zbyt rzadkich wymianach ściernidła, co powodowało powstanie smug i zabrudzeń na powierzchni wyrobu. Okolicznościami, które spowodowały wystąpienie zaniedbań ze strony pracowników był natłok obowiązków jaki został im powierzony.

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

Bibliografia

- [1] Pacana A., Czerwińska K., Wykorzystanie metody 8D do rozwiązania problemu jakościowego, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie, Politechnika Częstochowska, Tom 2, Nr 28, 2017.
- [2] Ostasz G., Czerwińska K., Pacana A., Quality management of aluminum pistons with the use of quality control points, Management Systems in Production Engineering, Sciendo, Tom 28, 1, 2020.
- [3] Mentel U., Hajduk-Stelmachowicz M., Does standardization have an impact on innovation activity in different countries? Problems and Perspectives in Management, 18(4), 2020.
- [4] Hajduk-Stelmachowicz M., Znaczenie strategii proekologicznych w kontekście budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce, nr 366, 2014.
- [5] Wolniak R., Stotnicka – Zasadzień B.: Zarządzanie jakością dla inżynierów, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [6] Kulińska E., Pipeline transportation of solid materials – prospects, China-USA Business Review, Vol. 13, 2014.
- [7] Lisowski J., Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania, Białystok, 2004.
- [8] Brzeziński M. (red.), Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją, A.W. PLACET, Warszawa 2002.
- [9] Wolniak R., Metody i narzędzia Lean Production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle, [w:] „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” [red:] R. Knosala, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013.
- [10] Pacana A., Czerwińska K., Siwiec D., Narzędzia i wybrane metody zarządzania jakością. Teoria i praktyka. Oficyna Wydawnicza Stowarzyszenia Menadżerów Jakości i Produkcji, Częstochowa 2018.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Grycuk A., Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej firm produkcyjnych zorientowanych na lean, *Przegląd Organizacji*, Nr 2, 2010.
- [14] Czerwińska K., Pacana A, Analysis of the efficiency of machine use on the production line of interior doors, *ZarządzaniePrzedsiębiorstwem*, Tom 2 (22), 2019.
- [15] Antosz K., Pacana A, Stadnicka D., Zielecki W., Lean Manufacturing, *Doskonalenie produkcji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2015.
- [16] Karaszewski R., Skrzypczyńska K.: Zarządzanie jakością. Dom Organizatora, Toruń, 2013.
- [17] JakubiecM., Projakościowe zarządzanie przedsiębiorstwem, Difin, Warszawa, 2017.
- [18] Parmenter D., Kluczowe wsjaźniki efektywności (KPI). Tworzenie, wdrażanie i stosowanie, Helion, Gliwice 2016.
- [19] Piasecka-Głuszak A., Implementacja worldclassmanufacturing w przedsiębiorstwie produkcyjnym na rynku polskim, *Ekonomia XXI wieku*, nr 4(16), 2017.
- [20] Hollender M., ChiouaM., Schlake J., Merkert L., Petersen H., KPI-based Process Operation Management of highly automated processes, *InstitutfürRegelungs- und Steuerungssysteme (IRS)*, 2016.
- [21] Emiliani B., Stec D., Grasso L., Stodder J., Better thinking, better results. Using power of lean as a total business solution, the center for lean business management llc, 2003.
- [22] *International Journal of Production Research*, 54(21). DOI: 10.1080/00207543.2015.1136082. International Standard ISO 22400–2. Automation Systems and Integration – Key Performance Indicators (KPIs) for Manufacturing Operations Management – Part 2: Definitions and Descriptions. Geneva: International Standard Organization (ISO), 2014.
- [23] Grycuk A., Kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) jako narzędzie doskonalenia efektywności operacyjnej firm produkcyjnych zorientowanych na lean. [w:] *Przegląd organizacji*, nr 2, 2010.

CONTACT ADDRESS

Karolina CZERWIŃSKA

Politechnika Rzeszowska, Poland, ORCID ID: 000-0003-2150-0963, 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.