



IDENTYFIKACJA PROBLEMÓW W PROCESIE PRODUKCJI MIESZANKI GUMOWEJ Z WYKORZYSTANIEM WYBRANYCH METOD I NARZĘDZI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Agnieszka Terelak-Tymczyna, Agata Biniek, Emilia Bachtiaak-Radka

Institution of Manufacturing Engineering, Poland

Corresponding author:

Agata Biniek

Institution of Manufacturing Engineering

al. Piastów 19, 70-310 Szczecin, Poland

phone: (+48) 607804464

e-mail: agata.biniek@zut.edu.pl

THE IDENTIFICATION OF PROBLEMS IN THE RUBBER COMPOUND PRODUCTION PROCESS USING SELECTED METHODS AND QUALITY MANAGEMENT TOOLS

ABSTRACT

The paper presents theoretical basis for problem identification related to the production of rubber mixture in which they were characterized methods and tools for quality management. The main aim of the paper is use of selected methods and tools to identify problems during the production of rubber mixture in the enterprise. Based on information and observation were identified problems occurring in individual stages the actual production process of rubber compound. The aim were gathered information the process, have been applied tools in the form of a control sheet and block diagram. To illustrate and present particular causes and effects of defects it was made Ishikawa diagram, which it was the starting point for the analysis FMEA to determine the level of risk and to develop preventive actions. Based on the collected data, identification of the most common problems using the Pareto-Lorenzo diagram has been made.

KEYWORDS

block diagram, Ishikawa diagram, Pareto-Lorenzo chart, FMEA, rubber industry.

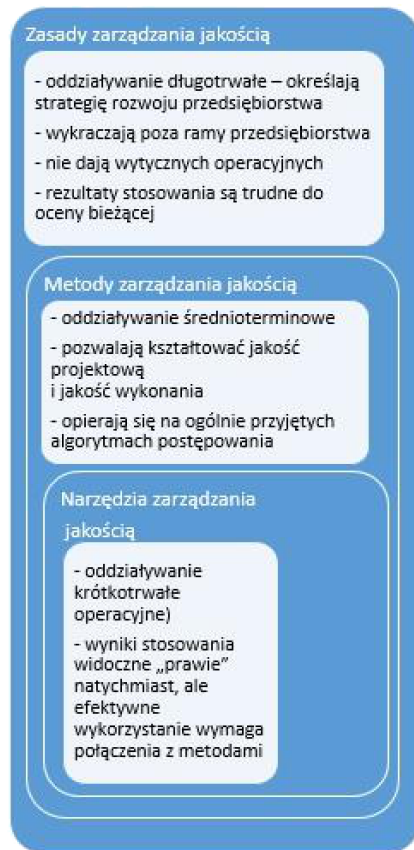
1. Wprowadzenie

Zapewnienie wymaganej przez klientów jakości produktów jest jednym z najczęściej występujących problemów współczesnych przedsiębiorstw. W tym celu powstało szereg standardów zarządzania m.in. norma ISO 9001 przedstawiająca wymagania przy tworzeniu i utrzymywaniu systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach [2, 3, 7]. Dążenie do jak najlepszego zaspokojenia potrzeb klientów, zwróciło uwagę wielu przedsiębiorstw na metody i narzędzia doskonalenia produkcji stosowane przez największe przedsiębiorstwa branży motoryzacyjnej – nazywane obecnie jako Lean management. Stosując nowoczesne metody zarządzania jakością i narzędzia Lean Management można w łatwy sposób zidentyfikować problemy występujące w procesie produkcyjnym, straty produkcyjne i jakość produkowanych wyrobów [2, 4, 8]. Dla wielu przedsiębiorstw najważniejszymi czynnikami, który decydują o wyborze sposobu zaspokojenia potrzeb klienta są koszty i czas. Z tego powodu większość z przedsiębiorstw decyduje się na zwiększenie liczby punktów kontrolnych dla operacji w procesie produkcyjnym, które mają największy

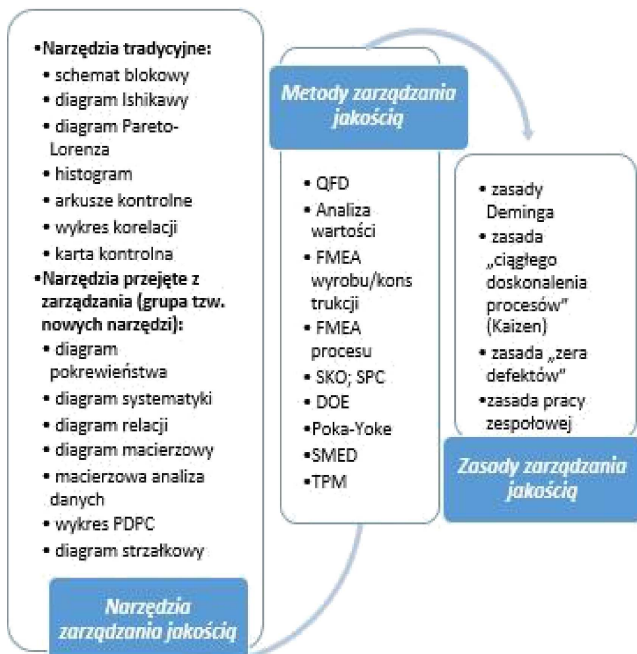
wpływ na efekt finalny wyrobu. Jednakże wprowadzanie punktów kontrolnych nie powoduje eliminacji strat produkcyjnych, a jedynie zwiększa koszty utrzymania wysokiej jakości produktów. Dlatego też przedsiębiorstwa coraz częściej decydują się na wprowadzenie w inżynierii produkcji metod i narzędzi Lean management [2, 4–6].

Przy wdrażaniu poszczególnych metod i narzędzi Lean management należy w pierwszym etapie określić efekty jakie chcemy uzyskać, a co się z tym wiąże należy zdefiniować podstawowe pojęcia i cechy jakie je charakteryzują (rysunek 1).

W zależności od zasięgu oraz sposobu oddziaływania można wyróżnić zasady, metody oraz narzędzia zarządzania jakością. Jednakże trudno o nich mówić oddzielnie, z uwagi na ich komplementarny charakter (rysunek 2). Każde przedsiębiorstwo chcąc wdrożyć zasady musi rozpocząć od wdrożenia poszczególnych narzędzi i ich wykorzystania w metodach zarządzania jakością. Dopiero długotrwałe wykorzystywanie poszczególnych metod zarządzania jakością pozwoli na pełną realizację zasad [2, 4, 5].



Rys. 1. Cechy i sposób oddziaływania zasad, metod i narzędzi zarządzania jakością (opracowanie własne na podstawie [2]).



Rys. 2. Relacje między zasadami, metodami i narzędziami zarządzania jakością (opracowanie własne na podstawie [2]).

2. Przedmiot badań

W celu identyfikacji problemów związanych z produkcją mieszanki gumowej, wykorzystano wybrane metody i narzędzia zarządzania jakością. Identyfikację problemów poprzedzono zastosowaniem metody wywiadu bezpośredniego z pracownikami oraz właścicielem przedsiębiorstwa zajmującego się produkcją mieszanki gumowej. Dane z procesu produkcyjnego zebrano w trakcie bezpośredniej obserwacji poszczególnych operacji. W celu zebrania informacji o procesie wykorzystano narzędzia w postaci arkusza kontrolnego oraz schematu blokowego. Do obrazowania i wytypowania poszczególnych przyczyn i skutków wad został wykonany diagram Ishikawy, który stanowił wyjście do przeprowadzenia analizy FMEA w celu wyznaczenia poziomu ryzyka oraz opracowania działań zapobiegawczych. Na podstawie zebranych danych dokonana została identyfikacja najczęściej występujących problemów z wykorzystaniem diagramu Pareto-Lorenza [3, 7].

2.1. Charakterystyka przedsiębiorstwa i problemów w procesie produkcyjnym mieszanki gumowej

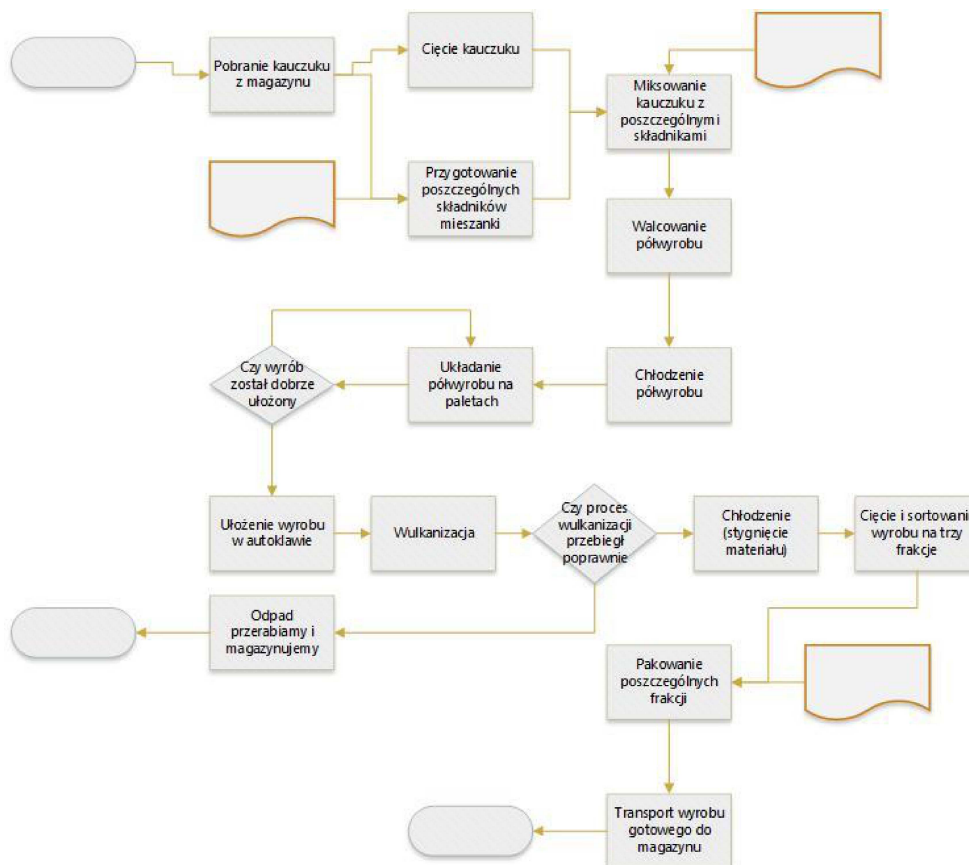
Przedsiębiorstwo w którym zostały zastosowane wybrane narzędzia zarządzania jakością w celu poprawy procesu produkcyjnego, zajmuje się głównie produkcją granulatu gumowego na nawierzchnie sportowe i place zabaw. Jako jeden z największych dostawców granulatu, charakteryzuje się najwyższą jakością swoich produktów oraz dbałością o spełnianie wymagań klientów. Ze względu na długoletnie doświadczenie w branży gumowej oraz prowadzone badania nad składem mieszanek gumowych we własnym laboratorium, posiada opracowane receptury mieszanek, zapewniające najwyższą jakość produktów. Po opracowaniu receptury mieszanki gumowej, która zminimalizowała liczbę reklamacji prawie do zera i zagwarantowała powtarzalność wyrobów, firma skupiła się na doskonaleniu procesów tak, aby proces produkcji był krótszy, a wydajność przedsiębiorstwa większa. Podstawowym produktem przedsiębiorstwa jest granulata EPDM (tartan) będący elementem składowym boisk sportowych. W palecie 26 kolorów oraz 3 rozmiarach, stosowany jest przy budowie obiektów sportowych i rekreacyjnych jako górna warstwa nawierzchni (np. korty tenisowe, place zabaw, nawierzchnie orlików) oraz jako wypełnienie do sztucznej trawy [1].

W celu zebrania danych o procesie posłużono się arkuszem kontrolnym przedstawionym tabeli 1.

Na potrzeby dalszej analizy zaistniałych problemów, ciąg działań realizowanych w procesie produkcji mieszanki gumowej przedstawiono za pomocą schematu blokowego (rysunek 3).

Table 1
Arkusz kontrolny do zbierania danych o procesie.

Kolejność	Przedsiębiorstwo:	XXX		
	Data obserwacji:	17.10.2018 r.		
	Proces:	Produkcja mieszanki gumowej		
	Operacje	Czas operacji [min]	Liczba operatorów	Rodzaj stwierdzonego problemu
1	Pobranie kauczuku z magazynu	10	1	–
2	Cięcie kauczuku	15	1	elementy metalowe w dostarczonym do produkcji kauczuku
3	Przygotowanie poszczególnych składników mieszanki	20	1	zbyt długi czas załadunku miksera
4	Miksowanie kauczuku z poszczególnymi składnikami mieszanki	10	1	–
5	Walcowanie półwyrobu	10	2	zawijanie się materiału na walcach, który należy z brzegów odciąć i ponownie włożyć pomiędzy walce
6	Chłodzenie półwyrobów	5	1	–
7	Układanie półwyrobów na paletach	6	0	źle ułożony materiał na paletach
8	Kontrola ułożenia	1	1	zawinięcie brzegów materiału
9	Ułożenie półwyrobów w autoklawie	30	2	–
10	Wulkanizacja	480	0	–
11	Kontrola procesu wulkanizacji	2	1	brak jasno określonych zasad kontroli półwyrobu po wulkanizacji
12	Chłodzenie (stygnięcie materiału)	960	0	mało miejsca do składowania zanim materiał wystygnie
13	Cięcie i sortowanie wyrobu	60	1	granulat pocięty na nieodpowiednie frakcje
14	Pakowanie	30	1	granulat w danej partii w nieodpowiednim kolorze
15	Transport wyrobu gotowego do magazynu	5	1	–



Rys. 3. Schemat blokowy procesu produkcyjnego mieszanki gumowej.

2.2. Analiza problemu przy wykorzystaniu diagramu Ishikawy, metody FMEA oraz diagramu Pareto-Lorenza

Analizie został poddany problem zbyt długiego czasu załadunku miksera. Operację tę wykonuje pracownik, który jest zobowiązany określić składniki mieszanki gumowej zgodnie z instrukcją. Tylko jeden składnik podawany jest automatycznie, pozostałe znajdują się w pojemnikach niedaleko stanowiska pracy. Dodatkowym utrudnieniem jest wysokość miksera, co wymusza pracę pracownika na platformie. W celu zidentyfikowania wszystkich przyczyn zaistniałego problemu w pierwszej kolejności wykonano diagram Ishikawy (rysunek 4).

Diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy, nazywany także diagramem „rybiej ości”, służy do graficznego przedstawiania związków przyczynowo-skutkowych danego problemu. Innymi słowy przedstawia on powiązania pomiędzy skutkami i czynnikami działającymi na proces, które mogą być przyczynami problemu. W połączeniu z „burzą mózgów” doskonale sprawdza się jako narzędzie pracy zespołowej, pozwalające szczegółowo określić badany problem, czego dowodem jest rozbudowany diagram [1].

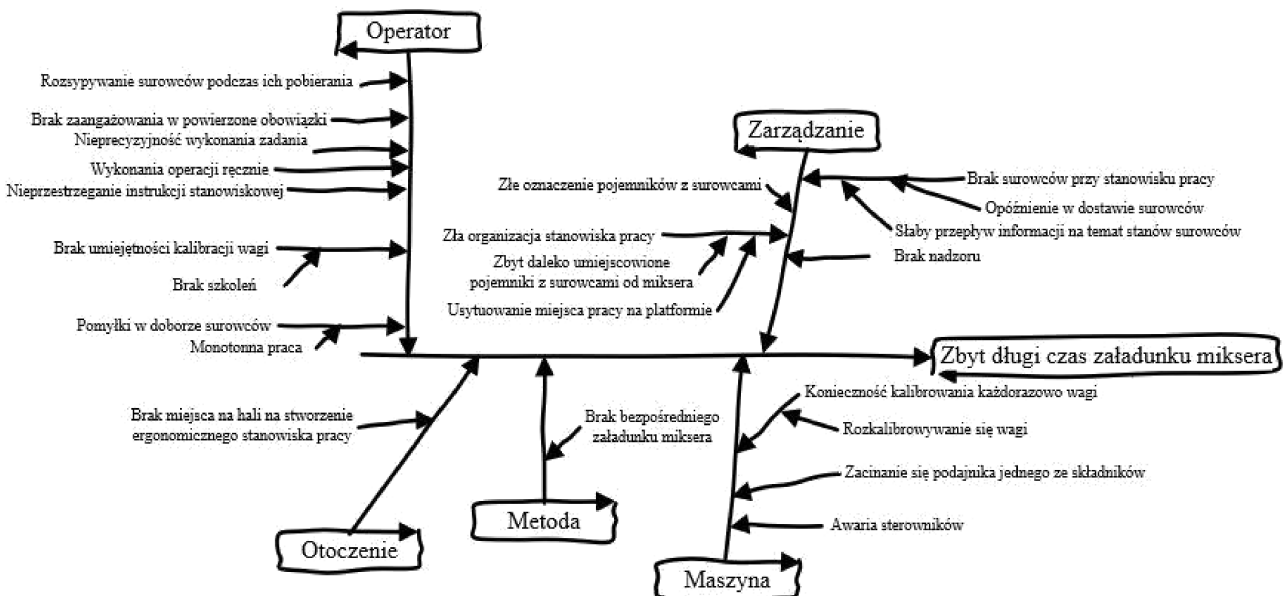
Sporządzony diagram Ishikawy stanowił wyjście do przeprowadzenia analizy FMEA (tabela 5). Metoda FMEA wykorzystywana jest w przedsiębiorstwach do

analizowania przyczyn i skutków wystąpienia wady oraz szacowania ryzyka ich wystąpienia w procesach konstrukcyjnych i wytwórczych. Celem tej metody jest trwałe eliminowanie wad wyrobu lub procesu poprzez wprowadzanie działań zapobiegawczych i korygujących oraz unikanie wystąpienia wad w nowych wyrobach czy procesach, na podstawie wiedzy i doświadczenia z wykonanych już analiz. Wyodrębnia się trzy etapy tej metody [1]:

1) Przygotowanie – należy zebrać informację i określić przedmiot analizy – wyrób lub proces. W praktyce można też wykonać analizę dla części procesu lub jednego podzespołu znajdującego się w wyrobie. Po określeniu zakresu analizy należy zidentyfikować wady oraz skutki i przyczyny ich wystąpienia.

2) Przeprowadzenie analizy – dla wybranego zespołu wyrobu lub działań w procesie, definiuje się wady oraz skutki jej wystąpienia. Po określeniu relacji wada-przyczyna-skutek, przypisuje się wskaźniki w skali 1–10:

- LPZ znaczenie wady ze względu na skutki jakie powstają w wyniku ujawnienia jej podczas użytkowania wyrobu/realizacji procesu produkcyjnego (tabela 2),
- LPW prawdopodobieństwo wystąpienia wady lub przyczyny wady (tabela 3),
- LPO możliwość wykrycia pojawienia się przyczyny zanim wystąpi wada (tabela 4).



Rys. 4. Diagram Ishikawy dla zdefiniowanego problem.

Table 2
Wskaźniki do przyjmowania wskaźnika LPZ [2].

LPZ	Znaczenie wady
1	Bardzo małe – wada nie wpłynie w żaden sposób na jakość wyrobu/usługi/procesu
2–3	Małe – wada w nieznacznym stopniu wpłynie na wyrób/proces/usługę
4–6	Przeciętne – wada wywołuje niezadowolenie klienta, wpływa na jakość wyrobu/usługi/procesu, sprawia uciążliwość i wymaga naprawy wiążącej się z kosztami
7–8	Duże – wada powoduje iż wyrób nie nadaje się do użycia zgodnie z przeznaczeniem, nie zagraża życiu użytkownika, ale naprawa jego wiąże się z dużymi kosztami
9–10	Bardzo duże – wada nie pozwala na użytkowanie wyrobu, nie podlega naprawie i stwarza zagrożenie podczas próby użytkowania

Table 3

Wskazówki do przyjmowania wskaźnika prawdopodobieństwa wystąpienia danej wady LPW [2].

LPW	Częstość wystąpienia wady lub przyczyny wady
1	Nie występuje
2-3	Prawie nieprawdopodobne, występuje bardzo rzadko
4-6	Rzadko, występuje co jakiś czas
7-8	Często
9-10	Występuje prawie zawsze

Table 4

Wskazówki do przyjmowania wskaźnika LPO [2].

LPO	Wykrywalność wady
1-2	Bardzo wysoka – na pewno wada wyrobu/procesu/usługi zostanie wykryta. Wyraźnie symptomy pojawienia się przyczyny wady
3-4	Wysoka – duża szansa wykrycia wady
5-6	Przeciętna – być może uda się wadę wykryć
7-8	Niska – symptomy pojawienia się przyczyny, ale jest mało prawdopodobne, że wadę mimo to uda się wykryć
9	Bardzo niska – z dużą pewnością można sądzić, że wada nie zostanie wykryta
10	Nie da się wykryć wady wyrobu/procesu/usługi

Wskaźnik priorytetu (LPR) to iloczyn liczb LPZ, LPO i LPW (1), może zmieniać się w przedziale 1–1000, stanowi podstawę do ustalenia rankingu przyczyn ze względu na ich krytyczność. Po określeniu wskaźnika priorytetu, następuje ostatni etap – analiza uzyskanych wyników.

$$LPR = LPZ \cdot LPW \cdot LPO. \quad (1)$$

3) Wprowadzenie i nadzorowanie działań zapobiegawczych – wynik przeprowadzonej analizy powinien być podstawą do wprowadzania zmian w konstrukcji wyrobu czy procesie wytwarzania, które pozwolą na zmniejszenie ryzyka wystąpienia wad określanych jako krytyczne, całkowicie zlikwidują przyczynę wady lub zmniejszą negatywne skutki ich wystąpienia. W tym celu wprowadza się działania zapobiegawcze, których stosowanie powinno być nadzorowane, a efekty ich weryfikowane.

Założono, że przyczyny najbardziej wpływające na problem, to te, dla których wartość wskaźnika przekracza 15, tj:

- wykonywanie operacji ręcznie,
- pomyłki w doborze surowców,
- brak miejsca na hali na stworzenie ergonomicznego stanowiska pracy,
- zła organizacja stanowiska pracy,
- zbyt dalekie umiejscowienie pojemników z surowcami od miksera,
- brak bezpośredniego załadunku miksera,
- konieczność kalibrowania każdorazowo wagi, rozkalibrowywanie się wagi.

Po wprowadzeniu środków zaradczych ponownie dokonano analizy i wyznaczono nową wartość wskaźnika, którego zmniejszenie potwierdza słuszność zastosowania proponowanych środków zaradczych [1, 2, 4].

W celu lepszego zrozumienia zaistniałego problemu badawczego, wskaźniki LPR przed i po zastosowaniu środków zaradczych, przedstawiono za pomocą wykresów Pareto-Lorenza (rysunek 5 i 6). Diagram Pareto-Lorenza jest jednym z tradycyjnych narzędzi umożli-

liwiającym hierarchizację odnalezionych przyczyn powstawania błędów w procesie. Opiera się na założeniu, że 20% przyczyn powstałych błędów, powoduje 80% skutków. Zdefiniowanie tej niewielkiej liczby przyczyn, pozwoli na podjęcie działań doskonalących i podnoszących jakość procesów i wyrobów. Wyrażony graficznie w postaci wykresu, pozwala na lepsze zrozumienie istoty zaistniałych problemów. Diagram jest budowany w następujący sposób [5, 8]:

- należy skompletować informacje na temat procesu, w którym został określony problem, a następnie poddać go analizie,
- zdefiniować przyczyny pojawiającego się w procesie problemu i określić wielkość umożliwiającą określenie wyniku procesu w aspekcie problemu,
- pogrupować przyczyny – na podstawie określonej wartości,
- wyznaczyć udział procentowy przyczyny w całości i skumulowanych wartości procentowych każdej przyczyny,
- na podstawie uporządkowanych danych wykonać wykres słupkowy, na którym wysokość słupków odpowiada procentowej wartości przyczyny w całości oraz wykres liniowy, przedstawiający punkty skumulowanych wartości procentowych przyczyn,
- przeprowadzić analizę przyczyn, które należy wyeliminować w pierwszej kolejności, aby usunąć 80% wad (skutków przyczyn).

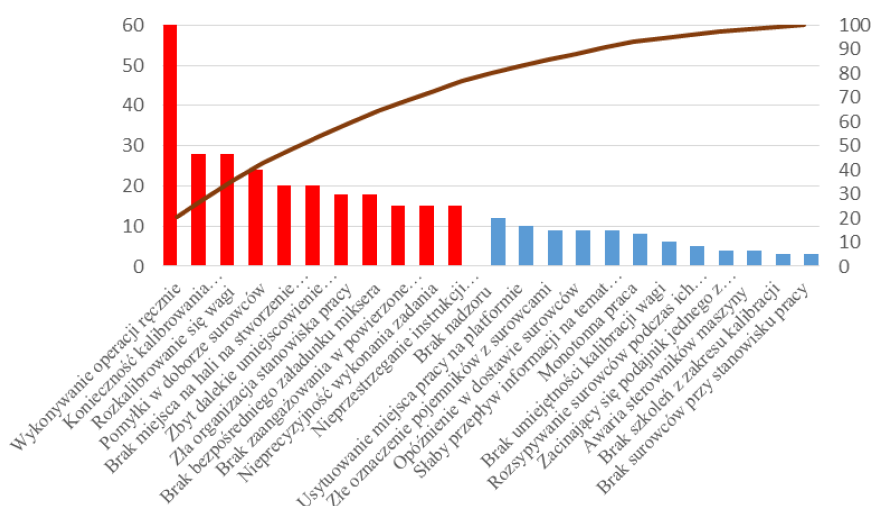
Podstawowym celem zastosowania tego narzędzia jest wskazanie grupy najważniejszych przyczyn czyli tych 20%, a także klasyfikacja ważności wad w analizowanym procesie. W literaturze przedmiotu, znajduje się podział na 3 grupy – A, B i C. W grupie A znajdują się wady o największym wpływie na poprawność procesu, które w pierwszej kolejności należy wyeliminować. Grupa B zawiera wady, które należy wyeliminować w drugiej kolejności, a grupa C zawiera wady o najniższym stopniu istotności, które należy wyeliminować, jeśli koszt ich usunięcia będzie niższy niż, straty spowodowane ich negatywnym oddziaływaniem [1, 2, 5].

Table 5
Analiza FMEA dla wybranego problemu.

Lp.	Część procesu	Potencjalna wada	Przyczyny wady	LPW	Skutki wady	LPZ	LPO	LPR	Wyniki działania				
									Zalecane środki zaradcze	LPW	LPZ	LPO	LPR
1	Przygotowanie odpowiednich składników mieszanki	Zbyt długi załadunek miksera	Rozsypywanie surowców podczas ich pobierania	5	Wydłużenie czasu procesu produkcyjnego	1	1	5	Wprowadzenie automatycznego podajnika surowców	1	1	1	5
			Brak zaangażowania w powierzone obowiązki	3		1	5	15	Zwiększenie kontroli na stanowisku pracy	2	1	5	2
			Nieprecyzyjność wykonania zadania	3		1	5	15	Zwiększenie kontroli na stanowisku pracy wprowadzenie pojemników do namierzania surowca o wielkości adekwatnej do ilości potrzebnego surowca	1	1	5	6
			Wykonywanie operacji ręcznie	9		1	8	72	Wprowadzenie automatycznego podajnika surowców	1	1	8	6
			Nieprzestrzeganie instrukcji stanowiskowej	3		1	5	15	Wyrywkowa kontrola pracowników i okresowe szkolenia przypominające	2	1	5	6
			Brak umiejętności kalibracji wagi	2		1	3	6	Szkolenia z kalibracji wagi	1	1	3	6
			Brak szkoleń z zakresu kalibracji	1		1	1	3	Plan szkoleń pracowników	1	1	1	3
			Pomyłki w doborze surowców	3		1	8	24	Oznakowanie pojemników odpowiednimi kolorami	2	1	8	3
			Monotonna praca	8		1	1	8	Okresowa zmiana stanowiska pracy	3	1	1	1
			Brak miejsca na hali na stworzenie ergonomicznego stanowiska pracy	10		1	2	20	Przygotowanie layoutów i uporządkowanie hali (5S)	4	1	2	12
			Złe oznaczenie pojemników z surowcami	3		1	3	9	Okresowa kontrola oznaczeń	2	1	3	6
			Zła organizacja stanowiska pracy	9		1	2	18	Zmiana ustawień pojemników i wdrożenie 5S	3	1	2	6
			Zbyt dalekie umiejscowienie pojemników z surowcami od miksera	10		1	3	20	Zmiana ustawień pojemników lub wprowadzenie podajników automatycznych	3	1	3	9

Table 5
[ciąg dalszy]

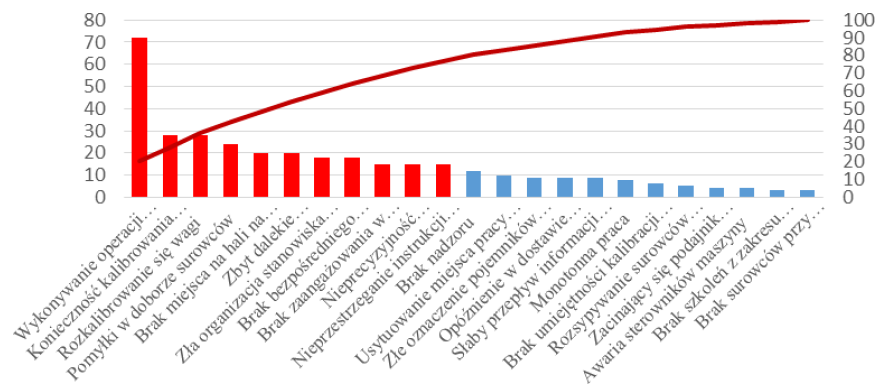
Lp.	Część procesu	Potencjalna wada	Przyczyny wady	LPW	Skutki wady	LPZ	LPO	LPR	Wyniki działania				
									Zalecane środki zaradcze	LPW	LPZ	LPO	LPR
			Usytuowanie miejsca pracy na platformie	10		1	1	10	Wprowadzenie automatycznych podajników surowców w celu wyeliminowania platformy	1	1	1	1
			Brak surowców przy stanowisku pracy	3		1	1	3	Okresowa kontrola stanów pojemników i wprowadzenie kart KANBAN	2	1	1	2
			Opóźnienie w dostawie surowców	3		1	3	9	Wprowadzenie just in time	2	1	3	6
			Słaby przepływ informacji na temat stanów surowców	3		1	3	9	Wprowadzenie systemu ERP	2	1	3	6
			Brak nadzoru	3		1	4	12	Ustalenie planu kontroli stanowiska pracy	2	1	4	8
			Brak bezpośredniego załadunku miksera	9		1	2	18	Wprowadzenie automatycznych podajników	1	1	2	2
			Konieczność kalibrowania każdorazowo wagi	4		1	7	28	Zakupienie nowego wyposażenia	2	1	7	14
			Rozkalibrowanie się wagi	4		1	7	28	Zakupienie nowego wyposażenia	2	1	7	14
			Zacinający się podajnik jednego z surowców	2		1	2	4	Wymiana podajnika	2	1	2	4
			Awaria sterowników maszyny	2		1	2	4	Kontrole działu utrzymania ruchu w celu określenia stanu maszyny	2	1	2	4



Rys. 5. Wykres Pareto-Lorenza przed wprowadzeniem działań zapobiegawczych.

Zdentyfikowano w ten sposób 20% przyczyn, które w 80% wpływają na problem, a które należy wyeliminować w pierwszej kolejności, tj:

- wykonanie operacji ręcznie,
- czynność kalibrowania każdorazowo wagi,
- rozkalibrowanie się wagi,
- pomyłki w doborze surowców,
- brak miejsca na hali przy stanowisku pracy,



Rys. 6. Wykres Pareto-Lorenza po wprowadzeniu działań zapobiegawczych.

- zbyt dalekie umiejscowienie pojemników z surowcami,
- zła organizacja stanowiska pracy,
- brak bezpośredniego załadunku miksera,
- brak zaangażowania w powierzone obowiązki,
- nieprecyzyjność wykonania zadania,
- nieprzestrzeżenie instrukcji stanowiskowej,

a następnie przedstawiono te same przyczyny po wprowadzeniu środków zaradczych i zmniejszeniu wskaźnika LPR.

3. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań w firmie produkującej mieszankę gumową, określono główne przyczyny zbyt długiego załadunku miksera w procesie produkcji. Wykorzystano do tego diagram Ishikawy, analizę FMEA oraz wykres Pareto-Lorenza. Dzięki zastosowaniu wybranych metod i narzędzi zidentyfikowano przyczyny, które wymagają zastosowania środków korygujących i zapobiegawczych, aby w przyszłości dany problem się nie powtórzył. Po określeniu przyczyn za pomocą diagramu przyczynowo-skutkowego określono wartość liczb priorytetowych i zastosowano środki zapobiegawcze dla wszystkich przyczyn powstałej wady. Przyczyny, które zalicza się do kategorii LPR powyżej 15 to: wykonywanie operacji ręcznie, pomyłki w doborze surowców, brak miejsca na hali na stworzenie ergonomicznego stanowiska pracy, zła organizacja stanowiska pracy, zbyt dalekie umiejscowienie pojemników z surowcami od miksera, brak bezpośredniego załadunku miksera, konieczność kalibrowania każdorazowo wagi, rozkalibrowywanie się wagi.

Z wykresów Pareto-Lorenza wynika, iż należałoby skupić się głównie na 20% zaistniałych przyczyn, gdyż zgodnie z zasadą to one powodują 80% skutków. Takie rozwiązanie miało na celu nie tylko eliminację najważniejszych przyczyn, ale również usprawnienie procesu produkcji mieszanki gumowej. Przeprowadzona analiza pokazuje, że głównym powodem zaistnienia problemu, jest zarządzanie. W 20% zaistniałych przyczyn zidentyfikowano następujące problemy:

- wykonanie operacji ręcznie,
- czynność kalibrowania każdorazowo wagi,
- rozkalibrowanie się wagi,
- pomyłki w doborze surowców,
- brak miejsca na hali przy stanowisku pracy,
- zbyt dalekie umiejscowienie pojemników z surowcami,

- zła organizacja stanowiska pracy,
- brak bezpośredniego załadunku miksera,
- brak zaangażowania w powierzone obowiązki,
- nieprecyzyjność wykonania zadania,
- nieprzestrzeżenie instrukcji stanowiskowej.

Do rozwiązania zaistniałego problemu zastosowano metody i narzędzia zarządzania jakością, ponieważ umożliwiają one szybkie uzyskanie. Pozwoliło to na szybką identyfikację i eliminację przyczyn analizowanego problemu.

Literatura

- [1] Biniek A., Bachtia-Radka E., *Zastosowanie wybranych metod i narzędzi zarządzania jakością w celu identyfikacji przyczyn problemów podczas produkcji mieszanki gumowej w wybranym przedsiębiorstwie*, Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe, Nauki techniczne i ścisłe, pp. 7–19, 2018.
- [2] Hamrol A., Mantura W., *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 218, 2011.
- [3] Kowalski M., *Lean accounting, czyli jak szczupła rachunkowość wspiera wykorzystanie koncepcji lean management w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 224, 73–82, 2015.
- [4] Krzemień E., *Zintegrowane zarządzanie. Aspekty towaroznawcze jakość, środowisko, technologia, bezpieczeństwo*, Wydawnictwo Naukowe Śląsk, Katowice-Warszawa, p. 87, 2004.
- [5] Łuczak J., Matuszak-Flejszman A., *Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy*, Quality Progress, Poznań, p. 99, 2007.
- [6] Terelak-Tymczyna A., Jarczoch A., *Analiza wpływu planowania procesu produkcyjnego na wykorzystanie maszyn oraz efektywność energetyczną*, Mechanik, 10, 1306–1307, 2016.
- [7] Wolniak R., *Metody i narzędzia lean production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle*, R. Knosala [Ed.], Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, pp. 524–534, 2013.
- [8] Wolniak M., Skotnicka B., *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, p. 20, 2005.