



WYKORZYSTANIE NARZĘDZI JAKOŚCI DO OCENY JAKOŚCIOWEJ WYBRANEGO PRODUKTU

Edyta Kardas

*Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów,
Politechnika Częstochowska*

Autor korespondencyjny:

Edyta Kardas

Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki

Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

Politechnika Częstochowska

ul. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa, Polska

telefon: +48 34 325 0762

e-mail: ekonstan@wip.pcz.pl

SŁOWA KLUCZOWE

analiza jakości, narzędzia jakości, wirnik metalowy

THE USE OF QUALITY TOOLS FOR THE QUALITATIVE ASSESSMENT OF SELECTED PRODUCT

KEYWORDS

quality tools, quality analysis, metal impeller

ABSTRACT

Quality tools are good instruments for the qualitative analysis of various products and services. The choice of using tools depends on the specificity of product and the kind of results that the user wants to achieve. The article presents the analysis of non-conformances of metal impeller which is a part of in-line fan. During the analysis the following quality tools were used: Pareto-Lorenz chart, FMEA and Ishikava chart.

1. Wprowadzenie

W wielu publikacjach książkowych oraz artykułach związanych z tematyką zarządzania jakością można znaleźć podejście, że narzędzia oraz techniki użyte do zarządzania jakością są niezwykle ważne we wsparciu rozwoju i poprawy jakości produktów finalnych, które trafiają do nabywców [1]. Spektrum metod oraz narzędzi oceny jakości, które wymienia się na łamach literatury przedmiotu jest szerokie. Dlatego też ich podział, a także klasyfikacja budzi kontrowersje. Wielość prób definiowania narzędzi oceny jakości przez autorów sprawia, że przeciętnemu czytelnikowi ciężko odnaleźć jednoznaczne pojęcie narzędzi pozwalających ocenić skutecznie jakość [4].

Różnorodne metody i narzędzia zarządzania jakością mogą być wykorzystywane do monitorowania całego cyklu produkcyjnego już od etapu projektowania, poprzez wytwarzanie aż do kontroli wyrobu gotowego. Wszystkie narzędzia i metody cechuje planowany, powtarzalny i oparty na naukowych podstawach sposób postępowania podczas ich wykorzystania [7].

Stosowanie takich narzędzi może przynieść wiele wymiernych korzyści, wśród których należy wymienić [2]:

- dostarczanie czytelnych i obiektywnych informacji,
- wspomaganie doskonalenia procesów i działań w organizacjach,
- poprawa funkcjonowania organizacji w sposób systemowy,
- umożliwienie zarządzania organizacją na podstawie rzeczywistych danych (wyniki badań i analiz),
- angażowanie pracowników w procesy doskonalenia jakości,
- umożliwienie obserwacji, analizy i oceny związków przyczynowo-skutkowych w organizacjach,
- wpływ na ograniczenie kosztów związanych z jakością, co może się przyczynić do wzrostu zysków przedsiębiorstwa.

W wielu pozycjach literaturowych można spotkać różnorodne klasyfikacje instrumentów zarządzania jakością. Jedną z klasyfikacji przedstawiono w tabeli 1.

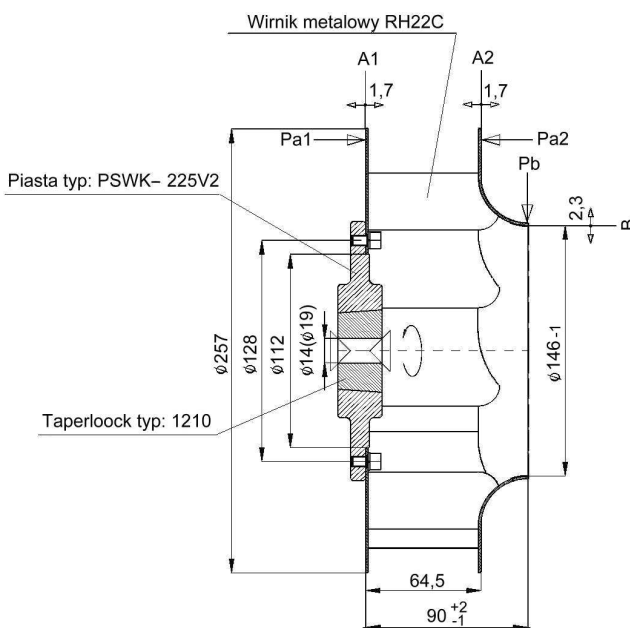
W artykule dokonano analizy jakości wirnika metalowego, wchodzącego w skład wentylatora kanałowego. Została przeprowadzona analiza niezgodności występujących w produkcie oraz ich przyczyn. Do analizy wykorzystano 3 wybrane narzędzia: diagram Pareto-Lorenza, metodę FMEA oraz diagram Ishikawy.

Tab. 1. Zasady, metody i narzędzia zarządzania jakością [3]

	Przykłady zasad, metod i narzędzi zarządzania jakością	Sposób i zakres oddziaływania na jakość
Zasady Zarządzania Jakością (ZZJ)	Zasada „Zero błędów” Kazein – zasada ciągłej poprawy, usprawnienia, doskonalenia Zasada Deminga Zasady Jurana Zasady pracy zespołowej	Oddziaływanie długotrwałe, kształtujące strategię i kulturę przedsiębiorstwa; ZZJ nie są źródłem szczegółowych wytycznych postępowania, a ich efekty są trudne w ocenie bieżącej.
Metody Zarządzania Jakością (MZJ)	SPC – Statystyczne sterowanie procesem QFD – sterowanie jakością przez klienta FMEA – analiza rodzajów i skutków uszkodzeń DOE – planowanie eksperymentu Taguchi i Shainina	Wykorzystywane do kształtowania jakości produktów i doskonalenia procesu na etapie projektowania. Zawierają wskazówki i algorytmy działania.
Narzędzia Zarządzania Jakością (NZJ)	Tradycyjne Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Schematy blokowe Diagram korelacji zmiennych Histogramy Karty kontrolne Arkusze sprawdzające	Podają sposoby do bezpośredniego wykorzystania i oddziaływania na jakość na poszczególnych etapach procesu realizacji.
	Nowe Diagram pokrewieństwa Diagram relacji Diagram drzewa Diagram macierzowy Macierzowa analiza danych Diagram PDPC Diagram strzałkowy	Stanowią uzupełnienie metod zarządzania jakością. Najczęściej wymagają pracy zespołowej.

2. Charakterystyka badanego wyrobu

Wirnik metalowy wchodzi w skład wentylatora kanałowego. Wentylator kanałowy służy do wentylacji nawiewno-wywiewnej. Przeznaczeniem tego typu wentylatora jest efektywne usuwanie powietrza, a wraz z nim wilgoci, nieprzyjemnych zapachów, a także roztochy. Wentylator taki ma zastosowanie przemysłowe, może być używany w pomieszczeniach o niewielkich kubaturach [8]. Rysunek poglądowy przedstawiający widok z boku wirnika zaprezentowano poniżej (rys. 1).



Rys. 1. Wirnik metalowy. Widok z boku [8]

Badany produkt musi cechować się bardzo dużą precyzją wykonania. Nawet niewielkie odchylenia powodują, że wyrób musi być zakwalifikowany jako niezgodny, co powoduje, że musi być on albo naprawiony, albo przekazany do złomowania. W badanym okresie udział procentowy wyrobów niezgodnych w całkowitej wielkości produkcji stanowił ok. 14–15%.

3. Analiza ilościowa niezgodności przy użyciu diagramu Pareto-Lorenza

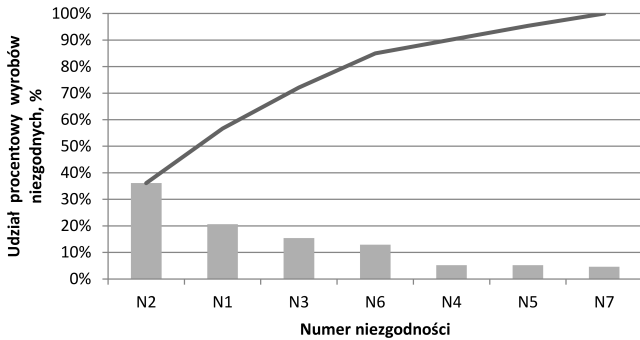
Dokonano ilościowej analizy niezgodności występujących w badanym wyrobie. W badanym okresie odnotowano 7 podstawowych rodzajów niezgodności wyrobu:

- N1 – odpryski i ubytki na powierzchni lakierowanej,
- N2 – złe wyważenie wirnika,
- N3 – wgniecenie na metalowej powierzchni wirnika,
- N4 – niedokładnie wycięte elementy wirnika,
- N5 – nieodpowiednie skalibrowanie wirnika,
- N6 – niedokładnie zespawane elementy wirnika,
- N7 – mechaniczne uszkodzenia wirnika metalowego.

Ilościową analizę niezgodności przeprowadzono w trzech następujących po sobie okresach (3 miesiące kalendarzowe) w celu sprawdzenia, czy częstotliwość występowania poszczególnych rodzajów niezgodności jest w tych okresach taka sama. Wyniki analizy przedstawiono na rysunkach 2–4.

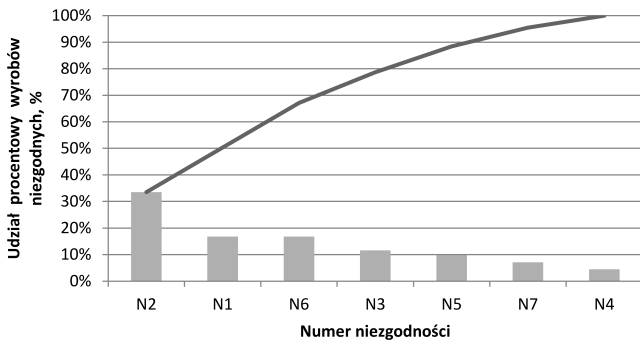
Analizując wyniki dla pierwszego miesiąca (rys. 2), można zauważyć, że 56,7% wszystkich wyrobów niezgodnych można zaliczyć tylko do dwóch ich rodza-

jów (N2, N1). Natomiast pozostałe 43,3% wyrobów niezgodnych związane jest z pozostałymi pięcioma przyczynami. Najwięcej wyrobów niezgodnych (36,1%) jest związanych ze złym wyważeniem wirnika N2, niezgodność ta będzie negatywnie wpływała na równą pracę wentylatora. Kolejna niezgodność to odpryski i ubytki na powierzchni lakierowanej (N1), do tej grupy zaliczono 20,6% wyrobów niezgodnych. Niezgodność ta będzie miała przed wszystkim wpływ na estetykę wyrobu.



Rys. 2. Analiza Pareto-Lorenza wyrobów niezgodnych w okresie 1 (na podstawie [6, 8])

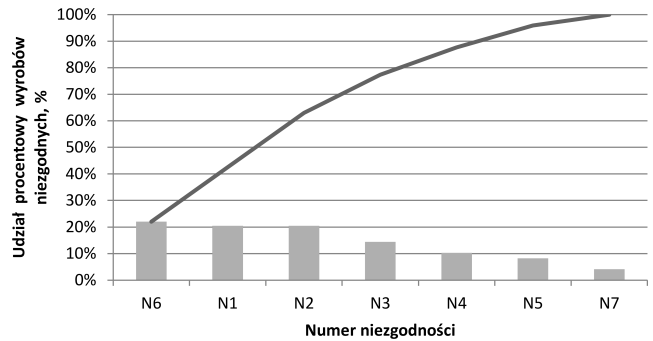
Analizując drugi diagram Pareto-Lorenza (rys. 3) można zauważyć, że ponownie najwięcej wyrobów niezgodnych 33,5% jest spowodowanych przez złe wyważenie wirnika (N2). Druga w kolejności niezgodność to znowu odpryski i ubytki na powierzchni lakierowanej (N1). Do tej grupy zaliczono 16,8% wyrobów niezgodnych.



Rys. 3. Analiza Pareto-Lorenza wyrobów niezgodnych w okresie 2 (na podstawie [6, 8])

Analizując diagram Pareto-Lorenza dla okresu 3 (rys. 4), można zauważyć zmianę w kolejności częstotliwości występowania niezgodności. W tym okresie najczęściej występującą niezgodnością były niedokładnie zespawane elementy wirnika (N6) – 22%, jednakże częstotliwość występowania odprysków i ubytków na powierzchni lakierowanej (N1) i złego wyważenia wirni-

ka (N1) występowały w podobnej ilości (obie w ilości 20,5% każda). Niezgodność N6 ma również duże znaczenie dla poprawnej pracy wirnika w wentylatorze.



Rys. 4. Analiza Pareto-Lorenza wyrobów niezgodnych w okresie 3 (na podstawie [6, 8])

Obserwując zatem prezentowane diagramy można stwierdzić, że we wszystkich badanych okresach największe znaczenie miały 3 niezgodności N2, N1 i N6, które występowały najczęściej.

4. Analiza przyczyn i skutków występowania niezgodności przy użyciu metody FMEA

Dokonano analizy przyczyn i skutków występujących niezgodności przy użyciu metody FMEA. Umożliwiła ona określenie znaczenia poszczególnych niezgodności dla wyrobu gotowego. Pozwoliło to ocenić, czy najczęściej występujące niezgodności okażą się również najbardziej krytyczne. Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 2. Zastosowano następujące oznaczenia:

- Liczba R – ryzyko/możliwość wystąpienia niezgodności,
- Liczba W – możliwość pojawienia się przyczyny, zanim spowoduje wystąpienie niezgodności,
- Liczba Z – znaczenie niezgodności dla użytkownika wyrobu,
- P – liczba priorytetowa będąca iloczynem R, W i Z.

Na podstawie tabeli 2 można stwierdzić, że najistotniejszą niezgodnością jest niedokładne zespawanie elementów wirnika, której liczba priorytetu wyniosła 450. Proponowanym sposobem ograniczenia występowania tej niezgodności są częstsze kontrole wyrwykowe. Kolejnymi istotnymi niezgodnościami są złe wyważenie wirnika i mechaniczne uszkodzenia wirnika metalowego, proponowanymi środkami zapobiegawczymi dla tych przyczyn wad to odpowiednio: dokładniejsza kontrola arkuszy blach dostarczanych do zakładu i sprawdzenie, a także ewentualna naprawa obrabiarek maszynowych.

Tab. 2. Analiza FMEA przyczyn i skutków występowania niezgodności wirnika (na podstawie [5, 6, 8])

Numer niezgodności	Nie zgodność	Skutki niezgodności/ ograniczenie funkcji	Przyczyny powstania niezgodności	Ocena			P	Środki zaradcze
				R	W	Z		
N1	Odpryski i ubytki na powierzchni lakierowanej	Nieestetyczny wygląd wyrobu	Zła jakość lakieru, zły stan techniczny urządzeń do malowania	5	4	1	20	Dokładniejsza kontrola nabywanego lakieru, kontrola urządzeń do malowania
N2	Złe wyważenie wirnika	Wirnik nie osiąga właściwej ilości obrotów na minutę podczas pracy	Nierównomierna grubość blachy z której zostały wykonane poszczególne elementy wirnika	6	2	8	96	Dokładniejsza kontrola arkuszy blach dostarczanych do zakładu
N3	Wgniecenie na metalowej powierzchni wirnika	Wyrób nie spełnia właściwie swojej funkcji, możliwość ocierania się wirnika o elementy obudowy urządzenia	Błąd pracownika, nieodpowiedni transport wirników między stanowiskami pracy	4	3	4	48	Dokładniejsza kontrola wyrobu na każdym etapie produkcji
N4	Niedokładnie wycięte elementy wirnika	Nieestetyczny wygląd wyrobu, możliwość ocierania się wirnika o elementy obudowy urządzenia	Złe wymiarowanie elementów przez pracownika, zbyt duża ilość materiału do cięcia	2	2	7	28	Kontrola materiałów wprowadzanych do urządzeń produkcyjnych
N5	Nieodpowiednie skalibrowanie wirnika	Nierówna praca urządzenia	Nieodpowiednie położenie otworów centralnych w tarczach wirnika	1	1	8	8	Poinstruowanie pracowników, co do jakości wykonywanych elementów
N6	Niedokładnie zespawane elementy wirnika	Możliwość trwałego uszkodzenia wirnika poprzez odzepienie się podczas pracy poszczególnych elementów	Błąd ludzki, niezachowanie należytej dokładności	9	5	10	450	Dokładniejsze kontrole wyrywkowe
N7	Mechaniczne uszkodzenia wirnika metalowego	Wyrób nie spełnia właściwie swojej funkcji, możliwość ocierania się wirnika o elementy obudowy urządzenia	Złe ustawienia maszyn wykonujących obróbkę poszczególnych elementów wirnika	4	2	9	72	Sprawdzenie i ewentualna naprawa obrabiarek maszynowych

5. Diagram Ishikawy przyczyn występowania niezgodności wirnika

Dokonano analizy przyczyn występowania niezgodności przy użyciu diagramu Ishikawy. Przeprowadzono dwie klasyfikacje przyczyn i umieszczono je na diagramach: z podziałem na rodzaje niezgodności (rys. 5) oraz klasycznym podziałem 5M (rys. 6).

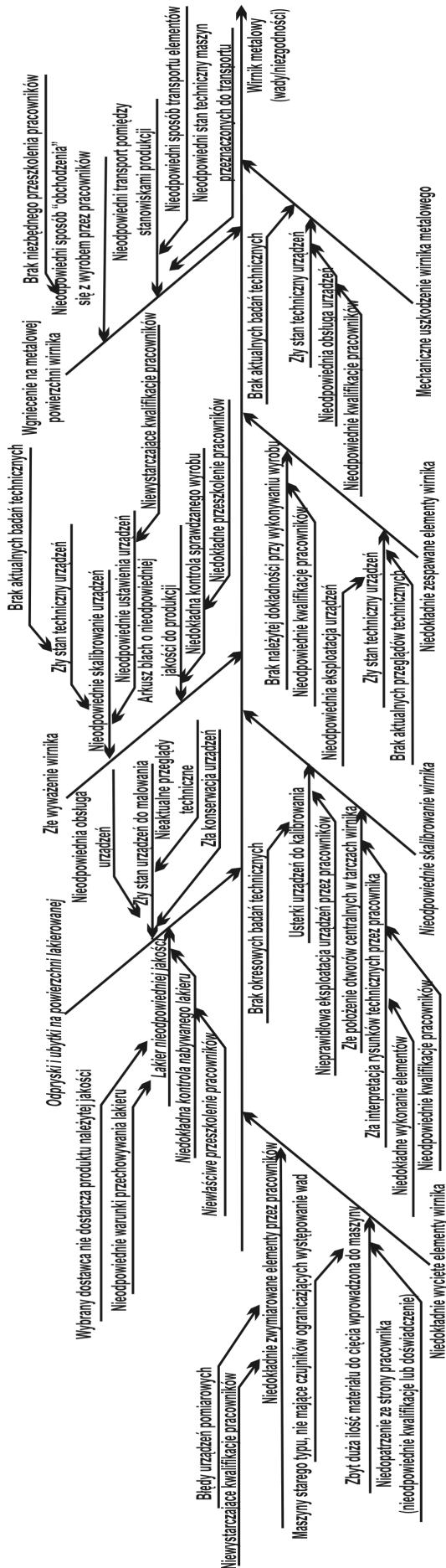
Na podstawie analizy przedstawionej za pomocą diagramów Ishikawy (rys. 5–6) można zauważyć, że najczęstsze przyczyny powstawania niezgodności są związane z nieodpowiednim stanem technicznym maszyn i urządzeń, niewłaściwą ich eksploatacją przez pracowników, niską jakością materiałów wykorzystywanych do produkcji wyrobów (nieodpowiednia jakość lakierów do malowania elementów lub nieodpowiednia grubość arkuszy blach), nieodpowiednim poziomem kwalifikacji pracowników, a także niedokładnym systemem zarządzania produkcją.

6. Wnioski

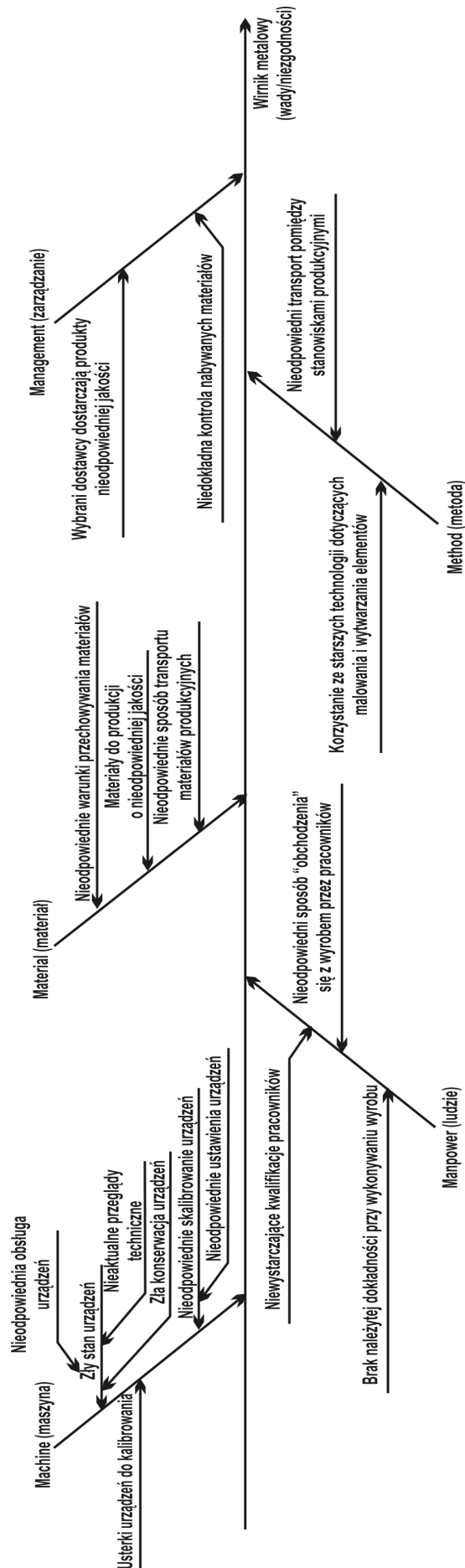
Podstawowym celem pracy było wykorzystanie wybranych narzędzi jakości do analizy jakościowej wirnika metalowego, który jest najważniejszą częścią wentylatora kanałowego mającego zastosowanie w przemyśle.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że:

1. Analiza Pareto-Lorenza pokazała, że w pierwszych dwóch analizowanych okresach czasu najczęściej występującą przyczyną powstawania niezgodności było złe wyważenie wirnika (częstotliwość występowania tego rodzaju niezgodności w pierwszych dwóch okresach wynosiła odpowiednio 36,1% i 33,5% w porównaniu do całkowitej liczby niezgodności). W trzecim okresie częstotliwość występowania tej niezgodności zdecydowanie się obniżyła do 20,5%, a najczęstszą niezgodnością było niedokładne zespawanie elementów wirnika – 22%.



Rys. 5. Diagram Ishikawy przyczyn powstawania niezgodności z podziałem na ich rodzaje (na podstawie [6, 8])



Rys. 6. Diagram Ishikawy przyczyn powstawania niezgodności z klasycznym podziałem 5M (na podstawie [6, 8])

2. Analiza FMEA wykazała, że najbardziej krytyczną niezgodnością są niedokładnie zespawane elementy wirnika. Niezgodność ta była jedną z trzech najczęściej występujących niezgodności według analizy Pareto-Lorenza.
3. Na podstawie analizy diagramu Ishikawy można stwierdzić, że najczęstszymi przyczynami występowania niezgodności są: zły stan techniczny maszyn i urządzeń produkcyjnych, nieodpowiednie kwalifikacje pracowników, nieodpowiedni system zarządzania, a także wykorzystanie do produkcji materiałów nieodpowiedniej jakości.
4. Wysoka liczba występujących niezgodności jest spowodowana koniecznością otrzymania wyrobu o bardzo dużej precyzji działania. W końcowej fazie kontroli jakości w przedsiębiorstwie wadliwe egzemplarze są identyfikowane oraz poddawane naprawie lub złomowane.
5. Dla znacznego ograniczenia niezgodności powstających podczas procesu produkcyjnego należy:
 - zadbać o odpowiednie kwalifikacje pracowników przez np. kursy doszkalające,
 - regularnie kontrolować stan techniczny maszyn i urządzeń produkcyjnych, a jeśli to konieczne, zakupić nowocześniejsze urządzenia,
 - prowadzić dokładniejsze wrywkowe kontrole wytwarzanych elementów wyrobu,
 - poddać weryfikacji dostawców materiałów do produkcji i nawiązać współpracę tylko z dostawcami, którzy mogą dostarczać materiały odpowiedniej wymaganej jakości.

Literatura

- [1] Borkowski S., Ingaldi M., Jagusiak-Kocik M., *Quality Analysis and Technological Portfolio in Production of the Metal Screws*. METAL 2014: 23rd International Conference On Metallurgy And Materials, 2014, pp. 1716–1722.
- [2] Czarska J., Podemski W., *Zarządzanie Produkcją w praktyce*. Wydawnictwo „Wiedza i Praktyka” sp. z o.o., Warszawa 2005.
- [3] Gawlik J., Kiełbas A., *Metody i narzędzia w analizie jakości wyrobów*. Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2003.
- [4] Karaszewski R., *Zarządzanie jakością – koncepcje, metody, narzędzia stosowane przez liderów światowego biznesu*. TNOiK, Toruń 2005.
- [5] Kardas E., *The analysis of non-conformances of metal impeller using selected quality instruments*. METAL 2015: 24rd International Conference On Metallurgy And Materials, 2015, pp. 1970–1975.
- [6] Markowski Ł., *Analiza i doskonalenie jakości wyrobów w wybranym przedsiębiorstwie przemysłowym*. Praca inżynierska pod kierunkiem dr inż. Edyty Kardas, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2013.
- [7] Wolniak R., Skotnicka B., *Metody i narzędzi zarządzania jakością. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- [8] Wiadomości i informacje udostępnione przez badane przedsiębiorstwo X.