

WERONIKA JASIACZYK

IWONA STANIEC

ADAM DEPTA

Wydział Organizacji i Zarządzania

Politechniki Łódzkiej

PROJEKT NARZĘDZIA USPRAWNIAJĄCEGO PROCES KONTROLI NIEZGODNOŚCI W ZAKŁADZIE PRODUKCYJNYM

Prowadzenie analizy procesów pod kątem niezgodności umożliwia przedsiębiorstwu ciągle doskonalenie. Zbudowanie narzędzia w zakresie eliminacji niezgodności umożliwiającego kontrolę nad realizacją działań zapobiegawczych i akwizycję danych jest więc działaniem koniecznym. W literaturze przedmiotu mało jest przykładów pokazujących praktyczne zastosowanie metod Ishikawy, Pareto-Lorenza czy FMEA oraz stworzonych na ich podstawie narzędzi w zakładach produkcyjnych w celu usprawnienia procesu sterowania. Celem przedstawionych rozważań jest analiza procesu kontroli niezgodności w badanym zakładzie produkcyjnym, wskazanie przyczyn generujących największą liczbę zarejestrowanych niezgodności oraz zaprojektowanie narzędzia pozwalającego usprawnić dany proces i zminimalizować występowanie wad. W tym celu przedstawiono możliwości zastosowania metody Ishikawy, Pareto-Lorenza oraz FMEA.

1. Wprowadzenie

Nieustanna kontrola produkcji w przedsiębiorstwie wiąże się z dużą odpowiedzialnością za wyroby i satysfakcję klienta. Prowadzenie analiz procesów pod względem jakościowym, opieranie działań na metodach i narzędziach oraz wdrażanie nowych usprawnień, pozwoli przedsiębiorstwom utrzymać się na rynku, być konkurencyjnym i posiadać bazę stałych, zadowolonych klientów. Budowa narzędzia w zakresie eliminacji niezgodności, umożliwiającego kontrolę nad wdrażaniem działań zapobiegawczych oraz pozyskiwania danych jest zatem koniecznym działaniem. W literaturze brak przykładów pokazujących praktyczne wykorzystanie metod Ishikawy, Pareto-Lorenza czy FMEA oraz narzędzi stworzonych na ich podstawie w zakładach produkcyjnych.

Celem pracy jest analiza procesu kontroli niezgodności w badanym zakładzie produkcyjnym, wskazanie przyczyn generujących największą liczbę zarejestrowanych niezgodności i zaprojektowanie narzędzia pozwalającego usprawnić dany proces i zminimalizować występowanie wad.

2. Metody wspomagające kontrole nad niezgodnościami

Zakład produkcyjny przy dobieraniu metod wspomagających kontrole nad niezgodnościami kieruje swoje działania głównie w celu pozyskania całościowego obrazu badanego procesu, który następnie zostanie poddany analizie. Przykładowe metody wykorzystywane w walce z niezgodnościami to: diagram Ishikawy, diagram Pareto-Lorenza oraz metoda FMEA.

Diagram Ishikawy [1] nazywany także schematem rybiej ości, jest graficznym przedstawieniem powiązań przyczynowo-skutkowych, zarejestrowanych niezgodności stanowiących analizowany problem. Cechami charakterystycznymi są [1]:

- uniwersalność w kontekście danego problemu,
- hierarchizacja przyczyn,
- prostota i przejrzystość przedstawienia wyników,
- możliwość wskazania powiązań między zjawiskami,
- nacisk na lokalizację i eliminację przyczyn występowania problemu.

Tabela 1. Rodzaje koncepcji wykorzystywanych w diagramie Ishikawy

Kategoria		Zakres	Koncepcja			
Nazwa angielska	Nazwa polska		5M	5M + 1E	7M	8M
Manpower	Siła robocza	Kwalifikacje, przyzwyczajenia, zadowolenie z pracy, staż, samopoczucie	X	X	X	X
Method	Metoda	Procedury, instrukcje, zakres obowiązków, specyfikacje, normy, prawo, reguły, know-how, technologia	X	X	X	X
Machine	Maszyna	Licencja, trwałość, nowoczesność, wydajność, precyzja, bezpieczeństwo, warunki pracy	X	X	X	X
Material	Material	surowce wejściowe, półfabrykaty, elementy, substytuty	X	X	X	X

Management	Zarządzanie	struktura organizacyjna, organizacja pracy, zmienowość, warunki pracy	X	X	X	X
Environment	Środowisko	atmosfera w pracy, współpraca wśród pracowników, konkurencja		X	X	X
Measurement	Pomiar	Oświetlenie, warunki pomiaru, urządzenia pomiarowe, osoby odpowiedzialne za pomiar			X	X
Money	Finanse	Zaopatrzenie, szkolenia, przeglądy techniczne				X

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [2, s. 48], [1, s. 96–98].

Diagram Ishikawy jest najczęściej stosowany w kontekście analiz procesów produkcyjnych, jednak ze względu na swoją uniwersalność może również zostać zastosowany w innych obszarach biznesu. W literaturze można spotkać się z trzema rodzajami jego wykorzystania [3]:

- Diagram 5M+3M (Droga Toyoty) – najpopularniejszy schemat wykorzystywany przez firmy zajmujące się produkcją (tabela 1).
- Diagram 8P (Podejście marketingowe) – wykorzystywany w celu rozpoznawania przyczyn błędów w kontekście działań promocyjnych: Product – aspekty fizyczne produktu, Price – cena, Promotion – rodzaj promocji, reklamy, Place – miejsce, Process – proces, People – ludzie, Psychological evidence – fizyczne aspekty miejsc interakcji z klientem, Performance – wyniki z konkurencją.
- Diagram 4S (Podejście do usług): Surrounding – otoczenie, Suppliers – dostawcy, System – proces, Skills – umiejętności personelu.

Uniwersalny charakter tej metody został wsparty kilkoma koncepcjami ułatwiającymi wyszukiwanie przyczyn problemów przedstawionych w tabeli 1 [2, s. 47–48].

Metody tej nie należy stosować w przypadkach kiedy:

- waga problemu nie jest znacząca (mało istotna),
- problem wystąpił w zakładzie powtórnie, ale jego przyczyna jest już zidentyfikowana,
- wyeliminowanie problemu jest szybsze niż przeprowadzenie analizy przyczynowo-skutkowej.

Aby w pełni wykorzystać jego potencjał należy powtarzać analizy przyczynowo-skutkowe po każdorazowym wprowadzaniu działań zapobiegawczych, które bezpośrednio łączą się z zasadą ciągłego doskonalenia zawartą w normie ISO 9001 [4, s. 186].

Kolejną metodą może być metoda Pareto-Lorenza [2, s. 18–24], występująca również pod nazwą reguły 20/80. Wykorzystywana jest w sytuacjach, gdy zakład produkcyjny obserwuje wzrost niezgodności, a podejście praktyczne nie przynosi

satysfakcjonujących rezultatów. Opiera się ona na hierarchizacji problemów i ich przyczyn, aby działania korygujące skierowano na poprawę jakości i zmniejszenie liczby występowania niezgodności. W pierwszej kolejności niezgodności są porządkowane do najistotniejszych i najważniejszych, aby czynniki o niższej wadze odłożyć na późniejsze etapy. W swojej istocie pokazuje się w graficznym ujęciu znaczenie oraz skalę czynników wpływających na występowanie niezgodności. Koncepcja podziału na trzy obszary ma celu wskazanie przyczyny wystąpienia niezgodności w kolejności malejącej, jak i jej skumulowanego wpływu [2, s. 18–24]:

- Obszar A – zawiera wady o kluczowym znaczeniu, mające istotny wpływ na funkcjonowanie wyrobu bądź procesu; przeprowadzając w organizacji działania zapobiegawcze, w pierwszej kolejności należy zająć się ich likwidacją lub znaczącym ograniczeniem,
- Obszar B – zawiera wady o mniejszym poziomie istotności, których występowanie należy ograniczać w drugiej kolejności,
- Obszar C – zawiera wady o bardzo niskim poziomie istotności, w przypadku których podejmowanie działań korygujących jest nieuzasadnione z ekonomicznego i organizacyjnego punktu widzenia, ponieważ koszt i wysiłek organizacyjny poniesiony na likwidację danych wad jest zazwyczaj większy od efektów spowodowanych jej negatywnym oddziaływaniem.

Analiza Pareto to metoda z olbrzymim potencjałem w kontekście jakości, jak i podejmowania decyzji, ale w swojej istocie posiada zarówno wady, jak i zalety, które zostały przedstawione w tabeli 2 [5, s. 34–36].

Tabela 2. Zalety i wady metody Pareto-Lorenza

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> • proste i skuteczne narzędzie do analizy przyczyn problemów <i>umożliwia zidentyfikowanie przyczyn problemu i uszeregowaniu ich w porządku malejącym</i> • określenie skumulowanego udziału 	<ul style="list-style-type: none"> • analiza nie pomaga w rozwiązywaniu problemu • opiera się na wcześniejszych informacjach, danych firmy, które mogą nie obrazować jej obecnego stanu • nieodpowiednio zdefiniowane czynniki, nie przyniosą rezultatów w analizie i rozwiązywaniu problemu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6].

Kolejną może być metoda FMEA [2, s. 68] zwana także analizą przyczyn i skutków wad polega na systematycznym podejściu do usprawnienia procesu i służy do definiowania, identyfikowania, eliminowania czy ograniczania potencjalnych niezgodności na każdym etapie procesu [7, s. 162]. Wykorzystywanie jej umożliwia organizacji funkcjonowanie zgodnie z zasadą ciągłego doskonalenia i idei zera defektów [8, s. 4–5]. Do głównych celów metody FMEA zaliczamy [9]:

- systematycznie i trwale usuwanie niezgodności wyrobów czy procesów produkcyjnych, dzięki identyfikowaniu rzeczywistych i potencjalnych przyczyn oraz stosowaniu odpowiednich działań zmierzających w kierunku naprawy,
- wykrycie przyczyny powstawania niezgodności,
- udokumentowanie analizy procesu czy wyrobu,
- wdrażanie działań, rozwiązań naprawczych lub eliminacji źródła niezgodności,
- przygotowanie bazy danych w celu stworzenia spisu podjętych działań.

Dzięki zgodności celów metody FMEA z zasadami ciągłego doskonalenia, umożliwia ona poddanie wyrobu lub procesu kolejnym analizom. Ze względu na uniwersalny charakter, analizę przyczyn i skutków wad można zastosować do [2, s. 69-71]:

- projektowania produktów – początkowe prace nad wyrobem pozwolą dojrzej jego wąskie gardła co w rezultacie da możliwość wprowadzenia wcześniejszych działań korygujących lub jego eliminację,
- projektowania procesów – rozpoznawanie niezgodności na etapie planowania procesu produkcyjnego we wczesnym stadium, da czas na zastosowanie działań wyprzedzających.

W trakcie trwania analizy przyczyn i skutków niezgodności zostaje wyznaczony wskaźnik poziomu ryzyka błędu (WPR) na podstawie oceny czynników [2, s. 74–75]: znaczenie wystąpienia niezgodności dla klienta (Zn), częstotliwości wystąpienia niezgodności (Cz) oraz wykrywalność niezgodności (Wy). W literaturze można spotkać podejście ilościowe oparte na rachunku prawdopodobieństwa i jakościowe na subiektywnej ocenie [10], wykorzystujące skalę progresywną opartą na trzech stopniach oceny, zaprezentowanych w tabeli 3. Subiektywna ocena ma istotną wadę w zakresie braku porównywalności identyfikacji poszczególnych czynników.

Tabela 3. Wartość ocen dla skali progresywnej

Wartość oceny			
Ocena	Prawdopodobieństwo [Cz]	Znaczenie dla klienta [Zn]	Wykrywalność niezgodności [Wy]
3	Nigdy	Bez konsekwencji dla klienta	100%
5	Możliwe	Wywołuje niezadowolenie klienta	Niewystarczające wykrywanie
15	Często	Wada krytyczna	Nieistniejące wykrywanie

Źródło: [10].

W tabeli 4 przedstawiono najczęściej stosowane kryteria subiektywnych oceny czynników dla analizowanej niezgodności [10], [11].

Wyznaczenie poszczególnych ocen pozwala wyliczyć współczynnik poziomu ryzyka (WPR) dla analizowanej niezgodności na podstawie iloczynu trzech powyżej opisanych czynników:

$$WPR = Z_n * C_z * W_y$$

Przyjmuje się, że współczynnik poziomu ryzyka większy niż 125, oczywiście przy skali z tabeli 4, wymaga rozpoczęcia planowania i wdrażania działań naprawczych [11].

Tabela 4. Stosowana skala ocen

Skala	Ocena subiektywna
1	bardzo niskie
2–3	niskie
4–6	umiarkowane
7–8	wysokie
9–10	bardzo wysokie

Źródło: opracowanie własne.

Metoda ta, oprócz zapobiegania czy eliminacji niezgodności, posiada szereg zalet świadczących o funkcjonalności metody FMEA w zakładzie produkcyjnym, a zaliczyć do nich można [9, s. 144]:

- podniesienie świadomości dotyczącej niezgodności wśród kierownictwa i pracowników,
- minimalizacja kosztów przy wzroście poziomu jakości,
- polepszenie wydajności procesów poddanych analizie,
- wzrost satysfakcji klientów.

Tabela 5. Zestawienie metod wykorzystywanych do identyfikacji niezgodności

Cechy	Diagram Ishikawy	Metoda Pareto-Lorenza	Metoda FMEA
Identyfikacja problemu	+	+	–
Metoda jakościowa	+	–	–
Metoda ilościowa	–	+	+/-
Graficzne metoda	+	+	–
Metoda przyczynowo-skutkowa	+	+	+
Globalne przedstawienie problemu	+	–	–

Uwzględnia współczynnik poziomu ryzyka	-	-	+
Narzędzie wspomagające do innych metod i narzędzi jakościowych	+	+	-
Metoda obserwacyjna	+	+	+
Ciągłość doskonalenia badanego problemu	-	-	+
Metoda eksperymentalna naturalna	-	-	+

Źródło: opracowanie własne.

Rozwiązanie problemu z występowaniem niezgodności jest zawiłym procesem. Dobór narzędzi wspomagających jest istotnym elementem z punktu widzenia organizacji, wymagającej wiedzy o możliwościach i ograniczeniach potencjalnie zastosowanych narzędzi. W tabeli 5 zostały zestawione przedstawione metody w celu porównania ich predyspozycji.

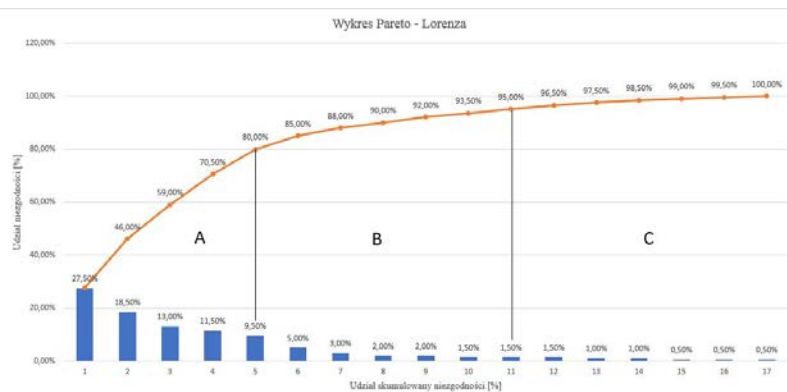
Reasumując, każda z wyżej opisanych metod ze względu na swoją specyfikację może być wykorzystywana jako wzajemne narzędzie wspomagające analizę kontroli w zakładzie produkcyjnym.

3. Propozycja narzędzia usprawniającego kontrolę

Karta niezgodności w postaci arkusza kalkulacyjnego, zawierającego podstawowe informacje o kliencie, numerach wewnętrznych zamówień, grupie produkcyjnej na jakiej wykryto nieprawidłowość, osobie odpowiedzialnej zarówno za wystąpienie niezgodności, jak i jej wykrycie zostały zgromadzone w bazie danych. Dodatkowo dla celów statystycznych w dokumencie został zamieszczony opis i wstępna przyczyna. Dane zebrane w arkuszu kalkulacyjnym zostały poddane analizie eksploracyjnej. Wynikiem analizy była identyfikacja i klasyfikacja niezgodności do rodzaju błędów, jakimi są: błąd pracownika – niedopatrzenie, błąd przy montażu konstrukcji, błąd zlecenia transportu, błąd przy załadunku – uszkodzenie, nieprawidłowa estetyka wykonania, błąd w dokumentacji, źle zabezpieczony materiał/produkt, elementy niekompletne, źle wymiary konstrukcji, nieobecność pracowników realizujących projekt/zlecenie, za duża/za mała skrzynia, uszkodzenie konstrukcji/elementów podczas przemieszczenia na magazynie, zanieczyszczenia, niewiedza pracowników, niewłaściwe oznakowanie, źle wycięte materiały, zużycie formy, zacisków.

Po przeprowadzeniu identyfikacji, niezgodności zostały zliczone, co w następnym etapie analizy umożliwiło wykorzystanie metody Pareto–Lorenza do

wyliczenia procentowego i skumulowanego udziału wad w procesie kontroli i wyznaczenia obszarów klasyfikujących do podjęcia dalszych analiz i działań (rys. 1).



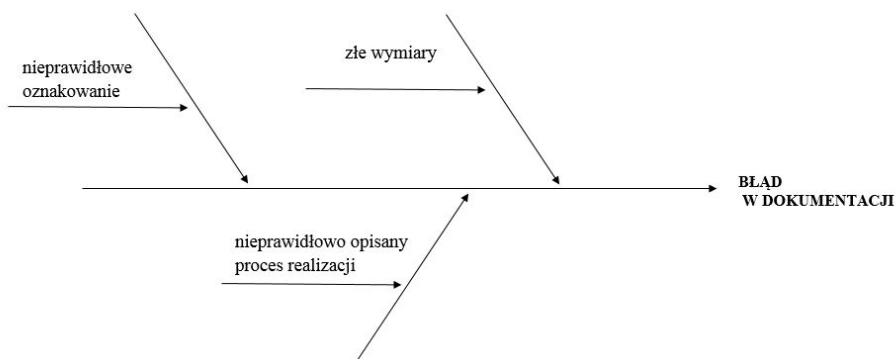
Rys. 1. Wykres Pareto-Lorenza

Źródło: opracowanie własne.

Z rys. 1 wynika, że w obszarze A za 80% zarejestrowanych niezgodności odpowiadają przyczyny, takie jak: błąd w dokumentacji, nieprawidłowa estetyka wykonania, zanieczyszczenie, niewłaściwe oznakowanie, źle zabezpieczony materiał/produkt. W obszarze B zakład ma do czynienia z przyczynami wystąpienia niezgodności o mniejszym, ale jakże istotnym znaczeniu co w przypadku grupy z obszaru A, a są nimi: źle wycięte materiały, błąd pracownika – niedopatrzenie, błąd przy załadunku – uszkodzenia, za duża/za mała skrzynia, opakowanie, elementy niekompletne. W trzecim obszarze C są niezgodności o bardzo niskim poziomie istotności bez konieczności podejmowania natychmiastowych działań korygujących, a przyczynami są: złe wymiary konstrukcji, niewiedza pracowników, błąd przy konstrukcji, uszkodzenie konstrukcji, elementów podczas przemieszczenia na magazyn, błąd zlecenia transportu, nieobecność pracowników realizujących projekt/zlecenie, zużycie formy, zacisków.

Na podstawie analizy Pareto-Lorenza został wyciągnięty wniosek, że aby zminimalizować liczbę zarejestrowanych niezgodności należy podjąć działania zapobiegawcze na podstawie przyczyn zlokalizowanych w obszarze A, ponieważ mają one największy wpływ na funkcjonowanie procesu kontroli nad niezgodnościami.

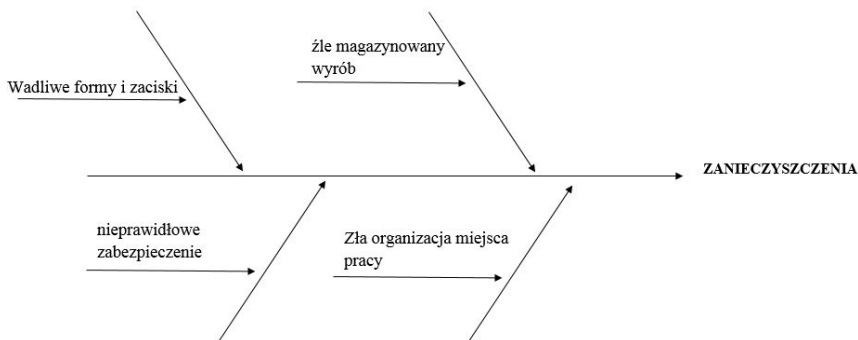
W celu pogłębienia informacji na temat obszaru A, została dodatkowo przeprowadzona identyfikacja przyczyn odpowiedzialnych za 80% zarejestrowanych w bazie danych niezgodności. Czynniki mające znaczący wpływ na wystąpienie przyczyny, zostały wyselekcjonowane z wykorzystaniem burzy mózgów, w której uczestniczyli pracownicy działu jakości wraz z kierownikiem, a rezultaty tej pracy zostały przedstawione graficznie w postaci diagramów Ishikawy (rys. 2–6).



Rys. 2. Diagram Ishikawy dotyczący przyczyn błędów w dokumentacji

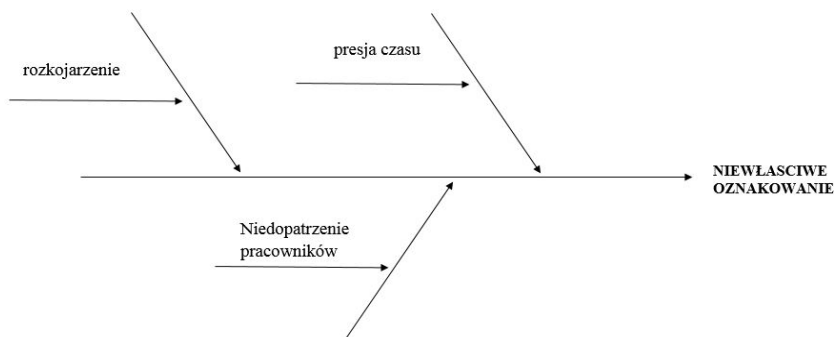
Źródło: opracowanie własne.

Rys. 3. Diagram Ishikawy dotyczący przyczyn nieprawidłowości estetyki wykonania

Źródło: opracowanie własne.

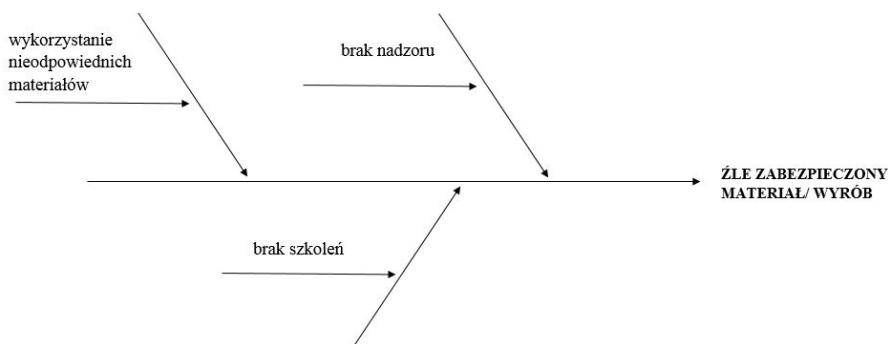
Rys. 4. Diagram Ishikawy dotyczący przyczyn zanieczyszczeń

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Diagram Ishikawy dotyczący przyczyn niewłaściwego oznakowania

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Diagram Ishikawy dotyczący przyczyn złego zabezpieczenia materiałów/wyrobów

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona identyfikacja zarejestrowanych niezgodności z wykorzystaniem metody Pareto–Lorenza i diagramu Ishikawy umożliwiła wskazanie czynników mających znaczący wpływ na jakość wyrobów. Przedstawione wyniki analizy pozwoliły dostrzec nieprawidłowości w systemie zarządzania i ukierunkować działania naprawcze na odpowiedni obszar.

W celu usprawnienia procesu kontroli nad niezgodnościami zdecydowano się na wykorzystanie metody FMEA. Pierwszy etap opierał się na zebraniu i identyfikacji przyczyn odpowiedzialnych za wystąpienie niezgodności. Drugi etap opierał się na jakościowej analizie niezgodności, przeprowadzonej przez pracowników działu jakości wraz z kierownikiem przy użyciu burzy mózgów. Etap trzeci analizy opiera się na analizie pięciu najistotniejszych przyczyn zarejestrowanych niezgodności. Wymagało to ustalenia przez zespół pracowników ocen dla prawdopodobieństwa,

wykrywalności i znaczenia dla klienta występowania niezgodności według skali zaprezentowanej w tabeli 4.

Po wyznaczeniu współczynnika poziomu ryzyka, następnym etapem prac było wyznaczenie działań korygujących lub zapobiegawczych w celu redukcji zarejestrowanych niezgodności. Ostatnim piątym etapem prac była ponowna analiza po wdrożeniu działań usprawniających. Nastąpiło ono w kolejnym kwartale.

W celu przeprowadzenia analizy przyczyn i skutków niezgodności został przygotowany formularz przedstawiony w tabeli 6, zawierający wszystkie etapy prac uwzględnionych w metodzie FMEA. Skala ocen w kontekście znaczenia niezgodności dla klienta została ustalona po spotkaniach z kluczowymi partnerami zakładu wraz z pracownikami i kierownikiem działu jakości. Natomiast w przypadku skali ocen dla prawdopodobieństwa i wykrywalności wystąpienia niezgodności, zostały one ustalone przez pracowników działu jakości wraz z liderami działów produkcyjnych na podstawie przeprowadzonych analiz z wykorzystaniem metody Pareto–Lorenza i diagramu Ishikawy.

Tabela 6. Propozycja narzędzia FMEA

Nr	Potencjalna niezgodność	Potencjalne skutki	Potencjalne przyczyny	Działania zapobiegawcze	Zn	Cz	Wy	WPR	Działania usprawniające			
									Działania na rzecz poprawności wykrywalności niezgodności	Zn	Cz	Wy
1.	Błąd w dokumentacji	<ul style="list-style-type: none"> - nieprawidłowo wykonanie elementy - złe zmontowana konstrukcja - wydłużenie czasu realizacji zamówienia - wzrost kosztów 	<ul style="list-style-type: none"> nieprawidłowo opisany proces realizacji złe wymiary 	<ul style="list-style-type: none"> - wprowadzenie dodatkowej weryfikacji dokumentacji - mierzenie kontrolne 	1	5	6	30	1	3	6	18
			<ul style="list-style-type: none"> nieprawidłowe oznakowanie elementów 	<ul style="list-style-type: none"> - instrukcje - wyznaczenie zespołu odpowiedzialnego za kontrole i oznakowania zamówień 	2	7	9	126	2	4	8	64
			<ul style="list-style-type: none"> nieodkładność pracownika 	<ul style="list-style-type: none"> - instrukcje - wyznaczenie zespołu odpowiedzialnego za kontrole i oznakowania zamówień 	3	6	9	162	3	1	8	24
2.	Nieprawidłowa estetyka wykonania	<ul style="list-style-type: none"> - wyrób niespełniający wymagań klienta - rozwarstwianie się materiałów - niezadowolone klienta - reklamacje 	<ul style="list-style-type: none"> niewiedza o metodzie wykonawczej 	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola wyrywkowa - wprowadzenie testów kontrolnych 	9	2	9	162	9	1	9	81
			<ul style="list-style-type: none"> złe magazynowanie wyrób 	<ul style="list-style-type: none"> - wydzielenie strefy bezpiecznego magazynowania 	1	2	10	20	1	1	10	10
3.	Zanieczyszczenia	<ul style="list-style-type: none"> - reklamacje - zwarcia instalacji elektrycznych - pożar 	<ul style="list-style-type: none"> złe magazynowanie wyrób 	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola okresowa 	5	6	5	150	5	1	5	25

Uczestniczący we wszystkich etapach – od obserwacji, doboru narzędzi i metod badawczych, aż po analizę i wdrażanie narzędzia FMEA, poza głównym celem jakim było usprawnienie procesu kontroli nad niezgodnościami, dostrzegli potencjalne możliwości wykorzystania metody FMEA jako: możliwość poddawania analizie badanego problemu w sposób ciągły do uzyskania satysfakcjonujących wyników, stworzenia bazy danych w celu prowadzenia rejestracji wdrażanych działań, porównawcze przedstawienie wyników przed i po analizie.

Wykorzystywanie rozmaitych narzędzi i metod badawczych w kontekście zarządzania jakością w celu usprawnienia wiąże się również z pewnego rodzaju ograniczeniami, uniemożliwiającymi w pełni wykorzystanie ich potencjału. W metodzie FMEA ograniczeniami takimi są: długotrwały proces realizacji analizowanego problemu, ze względu na przeprowadzenie powtórnej analizy do zebrania danych po wdrożeniu usprawnień w celu uzyskania wyników wprowadzonych zmian, ograniczenia czasowe zakładu, zobowiązania produkcyjne wobec klientów, brak możliwości poddania analizie aspektów związanych z kosztami i czasem, subiektywna ocena wartości skali dla czynników odpowiadających za znaczenie niezgodności dla klienta, prawdopodobieństwo wystąpienia niezgodności oraz jej wykrywalności.

Na podstawie przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem metody FMEA w zakładzie produkcyjnym, została dokonana analiza porównawcza współczynników poziomu ryzyka niezgodności przed i po wdrożeniu działań naprawczych, co zostało przedstawione w tabeli 7. W analizach wykorzystano dane kwartale z okresu przed i po wdrożeniu działań usprawniających.

Tabela 7. Zestawienie wyników analizy współczynnika poziomu ryzyka

Nr	Nie zgodność	SUMA WPR		Spadek
		PRZED	PO	
1.	Błąd w dokumentacji	318	106	66,67%
2.	Nieprawidłowa estetyka wykonania	182	91	50,00%
3.	Zanieczyszczenia	557	188	66,25%
4.	Niewłaściwe oznakowanie	90	60	33,33%
5.	Źle zabezpieczony materiał/ produkt	444	110	75,23%
	Razem	1591	555	65,12%

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyliczeń (tabela 7) można zaobserwować spadek indeksu dynamiki we wszystkich badanych pięciu problemach. W przypadku procentowego spadku najwyższy został wykazany dla błędów związanych z zanieczyszczeniami i złymi zabezpieczeniami materiałów oraz błędami w dokumentacji. Dla błędów odnoszących się do złej estetyki wykonania jej spadek został zaobserwowany na poziomie równym 50%. Dla zakładu wynik ten jest satysfakcjonujący, ponieważ zespół oczekiwał zminimalizowania zarejestrowanych niezgodności o połowę. Błąd dotyczący niewłaściwego oznakowania produktów i materiałów zarejestrował najniższy spadek z pozostałych, ponieważ tylko o 33%. Konieczna jest jeszcze poprawa w tym zakresie i zaproponowanie działań usprawniających. Ogółem dla wszystkich zarejestrowanych w przedsiębiorstwie niezgodności odnotowano 65,12% spadek, co potwierdza osiągnięcie zakładanego celu.

Na podstawie uzyskanych rezultatów wdrożonych działań, pokrywających się z oczekiwaniami pracowników zespołu, narzędzie to będzie dalej wykorzystywane przez zakład produkcyjny, ale swoje działania nakieruje on również na ograniczenia tego narzędzia, mające wpływ na postrzeganie użyteczności zakładu, a są nimi:

- subiektywności skali ocen od 1–10 – sugerowanym rozwiązaniem jest wykorzystanie skali progresywnej, ukierunkowanej pod problemy występujące na terenie zakładu wraz ze szczegółowym opisem kryteriów przyznawania ocen w celu uzyskania porównywalnego stanu,
- ustalenie kategorii niezgodności – należy w sposób konkretny i jednoznaczny opisać niezgodności, w celu sprawniejszej analizy problemu, jak i wdrażaniu działań kontrolnych i korygujących,
- rozszerzenie stworzonego arkusza MS Excel o aspekty finansowe i czasowe – pozwoli to na przedstawienie problemu rejestracji niezgodności w sposób retrospektywny, mający realny wpływ na czas i koszty pracy całego zakładu.

Narzędzie do usprawnienia procesu kontroli nad niezgodnościami w zakładzie produkcyjnym z wykorzystaniem metody FMEA powinno stać się prewencyjnym, a nie korygującym elementem systemu zarządzania jakością, mającym na celu wykrywanie i zapobieganie nieprawidłowością na wczesnych etapach prac zakładowych.

4. Podsumowanie

Tematyka niezgodności w zakładzie produkcyjnym jest istotnym aspektem świadczącym o nieprawidłowym funkcjonowaniu systemu zarządzania jakością. Cel pracy został zrealizowany poprzez dokonanie wieloetapowej analizy procesu, poznania i zhierarchizowania przyczyn mających znaczący wpływ na rejestrację niezgodności w zakładzie produkcyjnym. Dzięki przeprowadzonym badaniom

zostało stworzone narzędzie umożliwiające usprawnienie procesu kontroli oraz minimalizujące liczbę zarejestrowanych niezgodności.

Przeprowadzone badania pokazały, że proces kontroli można usprawnić i zminimalizować liczbę pojawiających się niezgodności, poprzez wykorzystanie metody FMEA jako bazowego narzędzia. Umożliwiło ono kontrolę nad przyczynami występowania niezgodności, dzięki wyznaczeniu współczynnika poziomu ryzyka przed i po wdrożeniu działań korygujących czy zapobiegawczych.

Wykorzystanie metod i narzędzi wspomagających w zakresie identyfikacji i analizy niesprawności, takich jak: metoda Pareto–Lorenza i diagram Ishikawy, pozwoliły na osiągnięcie funkcjonalności w zakresie informowania o przyczynach odpowiedzialnych za niezgodności w zakładzie produkcyjnym oraz ich zhierarchizowanie.

Literatura

- [1] Łuczak J., Matuszak-Flejszman A., *Metody i techniki zarządzania jakością*, Quality Progress, Poznań 2007.
- [2] Wolniak R., Skotnicka B., *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- [3] Wong K.C., Woo K.Z., Woo, K.H., *Ishikawa diagram*, [w:] O’Donohue W., Maragakis A. (red.), *Quality Improvement in Behavioral Health*, Springer International Publishing Switzerland 2016, s. 119–132, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26209-3>.
- [4] Janczak J., Nowak E., Pawłoski R., Głowiński K., *Wykorzystywanie wybranych metod jakościowych i ilościowych w obszarze nauk społecznych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej” 2014, nr 1(94), s. 180–214.
- [5] Klochkov Y., *Conflicts between quality management methods*, [w:] *International Conference on Infocom Technologies and Unmanned Systems (Trends and Future Directions)*, ICTUS 2017, s. 34–36, doi: 10.1109/ICTUS.2017.8285970.
- [6] *Advantages and Disadvantages of Pareto Chart* – GeeksforGeeks (b. d.), GeeksforGeeks, <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-pareto-chart/>
- [7] Aleksić B., Đekić I., Miočinović J., Memiši N., Šmigić N., *The application of FMEA analysis in the short cheese supply chain*, “Scientific Journal Meat Technology” 2020, vol. 61, nr 2, s. 161–173, doi: <https://doi.org/10.18485/meattech.2020.61.2.6>
- [8] Folejewska A., *Analiza FMEA – zasady, komentarze, arkusze*, Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o., Warszawa 2010.
- [9] Skotnicka-Zasadzień B., *Analiza efektywności zastosowania metody FMEA w małym przedsiębiorstwie przemysłowym*, „Systemy wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2012, nr 2, s. 142–153.
- [10] Spreafico Ch., Russo D., Rizzi C., *A state-of-the-art review of FMEA/FMECA including patents*, “Computer Science Review” 2017, vol. 25, s. 19–28, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2017.05.002>.

- [11] Rychły-Lipińska A., *Analiza rodzajów błędów oraz ich skutków*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej”, Koszalin 2007, nr 11, s. 47–59.

DESIGN OF A TOOL TO IMPROVE THE NON-COMPLIANCE PROCESS IN MANUFACTURING PLANT

Summary

Conducting an analysis of processes in terms of nonconformities enables the enterprise to continuously improve. Construction of a tool in the scope of elimination of nonconformities enabling control over the implementation of preventive actions and data acquisition is, therefore, a necessary action. In literature, there is a lack of examples showing practical use of Ishikawa, Pareto-Lorenz, or FMEA methods and tools created on their basis in production plants in order to improve the control process.

The aim of the presented considerations is to analyse the process of controlling nonconformities in a studied production plant, to indicate the causes generating the largest number of registered nonconformities, and to design a tool allowing to improve a given process and minimize the occurrence of defects. For this purpose, the possibilities of implementing the Ishikawa, Pareto-Lorenz, and FMEA methods are presented.