

*Beata Ujda-Dyńska<sup>1</sup>, Sławomir Janocha<sup>2</sup>*

## **ZASTOSOWANIE NARZĘDZI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ DO ANALIZY WADLIWOŚCI WYROBU**

**Streszczenie:** W opracowaniu przedstawiono zastosowanie narzędzi zarządzania jakością do analizy wadliwości blatu z klejonki drzewnej, lakierowanego olejami utwardzanymi pod światłem ultrafioletowym. W wyniku analizy zidentyfikowano kluczowe dla wyrobu wady, miejsca ich powstawania, skutki, jakie niosą one dla produktu. Przeanalizowano przyczyny ich powstawania wraz ze sposobami ich eliminacji.

**Słowa kluczowe:** FMEA, analiza Pareto-Lorenza, wykres Ishikawy, wadliwość, jakość wyrobu.

### **Wprowadzenie**

Jakość dostarczanych na rynek produktów to jeden z ważniejszych czynników kształtujących konkurencyjność przedsiębiorstwa. Efektywność działań podejmowanych w zakresie zapewnienia jakości decyduje o postrzeganiu przez klienta, zarówno przedsiębiorstwa, jak i dostarczanego przez niego produktu. Powstawanie wad w produkowanym wyrobie powoduje, że nie spełnia on oczekiwań klientów, powstają nadmierne koszty produkcji<sup>3</sup>. Straty, niska jakość wyrobu, błędy w cyklu produkcyjnym są źródłami dodatkowych, nieprzewidzianych strat finansowych.

---

<sup>1</sup> Dr Beata Ujda-Dyńska, Zakład Zarządzania, Instytut Politechniczny, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigionia w Krośnie.

<sup>2</sup> Sławomir Janocha, student kierunku Zarządzanie, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigionia w Krośnie.

<sup>3</sup> A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, PWN, Warszawa 2008, s. 497.

W przedsiębiorstwach produkcyjnych spotykamy się z wieloma rodzajami występujących wad wyrobów. Aby można było je wyeliminować lub podjąć działania zapobiegawcze, należy zidentyfikować miejsce ich powstawania oraz przyczyny powodujące wystąpienie konkretnego problemu. Jednakże w praktyce okazuje się, że nie wystarczy tylko i wyłącznie znaleźć przyczyny. Jeżeli nie będą one w odpowiedni sposób uporządkowane, bardzo trudno wyodrębnić te o największym znaczeniu i ustalić związki między nimi.

W niniejszym opracowaniu przeprowadzono analizę wadliwości wyrobu, jakim jest blat z klejonki drzewnej, lakierowany olejami utwardzonymi światłem ultrafioletowym. wykorzystując w tym celu trzy narzędzia zarządzania jakością: diagram Pareto–Lorenza, diagram przyczynowo-skutkowy oraz analizę rodzajów błędów oraz ich skutków.

### Metoda FMEA

Do określenia przyczyn i skutków wystąpienia wad w wyrobie lub procesie produkcyjnym bardzo często wykorzystywana jest metoda FMEA, jedna z najważniejszych w procesie ciągłego doskonalenia procesów produkcyjnych<sup>4</sup>.

Metoda ta stosowana jest w celu identyfikacji potencjalnych wad i powodujących je przyczyn. W dużym stopniu potencjalne wady ograniczają odpowiednie zastosowanie wyrobu oraz obniżają efektywność i sprawność procesów wykonania produktów. Wady doprowadzają do narażenia właścicieli wyrobów lub konsumentów usług na duże straty materialne<sup>5</sup>.

Analizę przyczyn i skutków wad (*FMEA, Failure Mode Effect Analysis*), należąca do metod zapobiegawczych, można stosować w wielu przypadkach, ponieważ bez problemu dopasowuje się do specyfiki analizowanego obiektu. Można ją stosować dla całego wyrobu, podzespołu, czy pojedynczego elementu, a nawet dla całego procesu technologicznego lub kolejnych operacji. Z tego też względu wyróżnia się FMEA wyrobu, konstrukcji oraz procesu<sup>6</sup>.

FMEA konstrukcji (wyrobu) – analiza skierowana jest do klienta czyli przyszłego użytkownika. Dzięki tej metodzie uzyskuje się informacje na temat silnych i słabych stron wyrobu, co pozwala na zmianę pierwotnych założeń

<sup>4</sup> Z. Huber, *Analiza FMEA procesu*, Wydawnictwo Złote Myśli, Gliwice 2007, s. 25.

<sup>5</sup> A. Hamrol, *Zarządzanie...*, dz. cyt., s. 376.

<sup>6</sup> R. Wolniak, B. Skotnicka, *Metody i narzędzia zarządzania jakością: teoria i praktyka*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 70.

konstrukcyjnych jeszcze przed przystąpieniem do prac nad wyrobem<sup>7</sup>. Dodatkowo pozwala na: znaczne obniżenie kosztów jakości; skrócenie czasu niezbędnego do wdrożenia nowych technologii bądź nowego wyrobu na rynek; identyfikację różnego rodzaju błędów, braków oraz ukazania konsekwencji, jakie za sobą niosą, a także możliwość wprowadzenia rozwiązań zaistniałych problemów<sup>8</sup>. Na podstawie zebranych danych można stworzyć bazę powtarzających się błędów w celu ich usunięcia za pomocą odpowiednich działań zapobiegawczych.

Stosowanie metody FMEA wyrobu/konstrukcji jest zalecane w następujących sytuacjach: wprowadzania nowych lub w znacznym stopniu zmienionych wyrobów; wprowadzania nowych materiałów; użycia nowych technologii; otwarcia się nowych możliwości zastosowania wyrobu; wystąpienia wady w sytuacji, gdy dochodzi do dużego zagrożenia dla człowieka lub otoczenia<sup>9</sup>.

FMEA procesu jest stosowana w celu wykrycia czynników, które mogą wpłynąć na dezorganizację przebiegu procesu produkcyjnego.

Czynniki te mogą być związane z:

- technikami obróbki;
- parametrami obróbki;
- środkami pomiarowo-kontrolnymi bądź maszynami i urządzeniami.

FMEA procesu jest najczęściej stosowana w początkowej fazie projektowania procesów technologicznych, przed uruchomieniem produkcji seryjnej, a także w celu doskonalenia, procesów, które nie zapewniają wymagań określonych w normach dla danego wyrobu<sup>10</sup>.

Metoda FMEA pozwala zapobiegać i usuwać skutki wad i błędów w procesie produkcyjnym oraz pomaga znacznie obniżyć poziom kosztów i zwiększyć poziom jakości wyrobów, poprawia efektywność procesu produkcyjnego, a zatem zmniejsza się ilość reklamacji wyrobów przez klientów i tym samym wzrasta

---

<sup>7</sup> J. Sęp, R. Perłowski, A. Pacana, *Techniki wspomagania zarządzania jakością*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006, s.18.

<sup>8</sup> A. Hamrol, D. Kowalik, *FMEA w doskonaleniu procesów z dominującym udziałem człowieka*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, nr 12, 2002, s. 138.

<sup>9</sup> P. Lenik, *TQM. Instrumentarium doskonalenia jakości*, PWSZ Krosno, Krosno 2011, s. 110.

<sup>10</sup> A. Hamrol, W. Mantura, *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2002, s. 164.

wiarygodność organizacji. Wadą metody FMEA jest konieczność zaangażowania kierownictwa przedsiębiorstwa i pracowników oraz pracochłonna i długa procedura zastosowania<sup>11</sup>.

Do zadań, które można przeprowadzić w przedsiębiorstwie przemysłowym za pomocą metody FMEA, zaliczamy<sup>12</sup>:

- trwale i systematyczne eliminowanie wad w wyrobie lub procesie produkcyjnym poprzez rozpoznanie rzeczywistych przyczyn ich powstawania i zastosowania odpowiednich działań zapobiegawczych i korygujących,
- identyfikację działań, które mogłyby wyeliminować lub ograniczyć w dużym stopniu możliwość wystąpienia potencjalnych błędów lub wad w wyrobie,
- udokumentowanie przeprowadzenia analizy FMEA, co pozwala na wykorzystanie jej przy realizacji późniejszych zadań w przedsiębiorstwie,
- poddanie procesu analizom, a następnie, na podstawie uzyskanych wyników, wprowadzenie poprawek lub nowych rozwiązań, które w sposób trwały wyeliminują błędy i wady.

Przebieg analizy składa się z następujących etapów<sup>13</sup>:

1. Przygotowanie: powołanie interdyscyplinarnego zespołu, definicja problemu i jego skutków, właściwe określenie obszaru analizy oraz granic systemu poddanego analizie, dekompozycja systemu.
2. Właściwa analiza: wskazanie możliwie kompletnej listy potencjalnych wad dla każdego z obiektów analizy, praca nad identyfikacją ich skutków oraz przyczyn przy zastosowaniu np. diagramu Ishikawy. Po identyfikacji trzech komponentów: wad, ich skutków oraz przyczyn, wyznaczane są przypisane im wskaźniki: znaczenia wady (*Z*), ryzyka wystąpienia wady (*R*) oraz jej wykrywalności (*W*). Wszystkie współczynniki mieszczą się w skali od 1 do 10, w zależności od konkretnych uwarunkowań. Wartość współczynników uzależniona jest od arbitralnych ocen członków zespołu – również z tego powodu bardzo ważne jest, aby były to osoby o wysokich

---

<sup>11</sup> A. Mazur, H. Gołaś, *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010, s. 60.

<sup>12</sup> J. Łańcucki, *Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań 2001, s. 78. Zdanowicz R., Kost G., *Wykorzystanie metody FMEA do poprawy jakości produktów*, „Problemy Jakości” nr 7/2001.

<sup>13</sup> Por. A. Hamrol, *Zarządzanie...*, dz. cyt., s. 379; R. Wolniak, B. Skotnicka, *Metody...*, dz. cyt., s. 72.

kompetencjach i doświadczeniu. Ostatnim krokiem właściwej analizy jest wyznaczenie współczynnika RPN (*Risk Priority Number*), nazywanego również „Wskaźnikiem Priorytetu” (WPR), będącego iloczynem uzyskanych wskaźników ( $Z \times R \times W$ ).

3. Wdrożenie i kontrolowanie działań zapobiegawczych: określenie listy koniecznych usprawnień na podstawie wskaźników RPN, poprzez priorytetyzację problemów w zależności od poziomu wskaźnika. W priorytetyzacji problemów o zbliżonym wskaźniku RPN poddaje się porównaniu wartości  $Z$ ,  $R$  i  $W$ , uznając, iż najważniejszy jest wskaźnik znaczenia wady, następnie decyduje współczynnik ryzyka wystąpienia, na końcu brany jest pod uwagę współczynnik wykrywalności. Po zakończeniu priorytetyzacji listy problemów dokonywane jest planowanie i wdrożenie działań zapobiegawczych, po których wskaźnik RPN ponownie jest obliczany i porównywany z pierwotnym dla danego obiektu.

Metody FMEA nie należy stosować jednorazowo. Jej istotą jest okresowe powtarzanie w celu ciągłego ograniczania defektów i dążenia do pracy bezusterkowej. Periodyczne wykorzystanie metody FMEA jest zgodne ze spiralą Deminga i zasadą ciągłego doskonalenia<sup>14</sup>.

### Identyfikacja wad wyrobów

Przedsiębiorstwo, w którym przeprowadzono badania, zajmuje się produkcją blatów z klejunki drzewnej oraz litej deski podłogowej. Główna siedziba przedsiębiorstwa znajduje się w jednym z większych miast na Podkarpaciu. Produktem, który został poddany analizie, jest blat z klejunki drzewnej lakierowany olejami utwardzonymi pod światłem ultrafioletowym (UV). Lakierowanie przy pomocy olejów utwardzanych promieniami UV odbywa się trój etapowo<sup>15</sup>.

W pierwszej fazie procesu zostaje nałożony kolor w ściśle określonych porcjach. Dobór odpowiedniej gramatury ma znaczący wpływ na uzyskanie odpowiedniego koloru, zgodnego ze złotym wzorem zaakceptowanym przez klienta. W drugiej fazie procesu zostaje nałożona warstwa podkładowa, mająca za zada-

<sup>14</sup> E. Konarzewska-Gubała (red.), *Zarządzanie przez jakość*, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2006, s.201.

<sup>15</sup> <http://www.eurotom.pl/produkty.php?ProductID=64&MID=1>

nie zabezpieczenie pierwszej warstwy przed uszkodzeniem oraz możliwościami ścierania się koloru. Nieodpowiedni dobór gramatury nakładanego podkładu jak i niedopilnowanie procesu może spowodować uszkodzenie jak i wycieranie się koloru, co jest zakwalifikowane jako wada krytyczna procesu. Trzecia faza polega na nałożeniu oleju mającego zapewnić odpowiedni połysk blatu. Połysk stanowi wizualną cechę przedmiotu, widoczną podczas obserwacji jego powierzchni. Niedopilnowanie tego procesu skutkuje uzyskaniem wartości niemieszczących się w ściśle określonych specyfikacjach jakościowych klienta.

Na podstawie obserwacji procesu sporządzono listę potencjalnych wad wyrobu, grupując je w: wady krytyczne, główne oraz drugorzędowe.

Wada krytyczna – wada niemożliwa do zaakceptowania, użytkowanie produktu z taką wadą może skutkować brakiem zachowania podstawowych norm bezpieczeństwa lub wartości użytkowych. Do typowych wad krytycznych zakwalifikowano następujące niezgodności:

- rozwarstwienie warstw materiału / pęknięcia.
- uszkodzenia mechaniczne.
- uzyskanie nieodpowiedniego koloru niezgodnego ze złotym wzorem.

Wada główna – jest to wada powodująca wysokie niezadowolenie klienta, prowadząca do oficjalnej reklamacji produktu.

Do typowych wad głównych zakwalifikowano następujące niezgodności:

- Wymiar poza dopuszczalnymi tolerancjami (odchyleniami)
- Jakość dobranego surowca nieodpowiednia z wymaganiami specyfikacji jakościowej.
- Nieodpowiednie wykończenie (zalakierowanie) produktu.

Wady drugorzędowe – wada powodująca umiarkowany stopień niezadowolenia klienta, jednak niepowodująca reklamacji produktu.

Do typowych wad drugorzędowych zakwalifikowano następujące niezgodności:

- Występowanie ubytków w płycie o dopuszczalnej wielkości (sęki, zakorki).
- Brak standaryzacji pakowania produktu (zabrudzenia, uszkodzenia kartonu, folii).

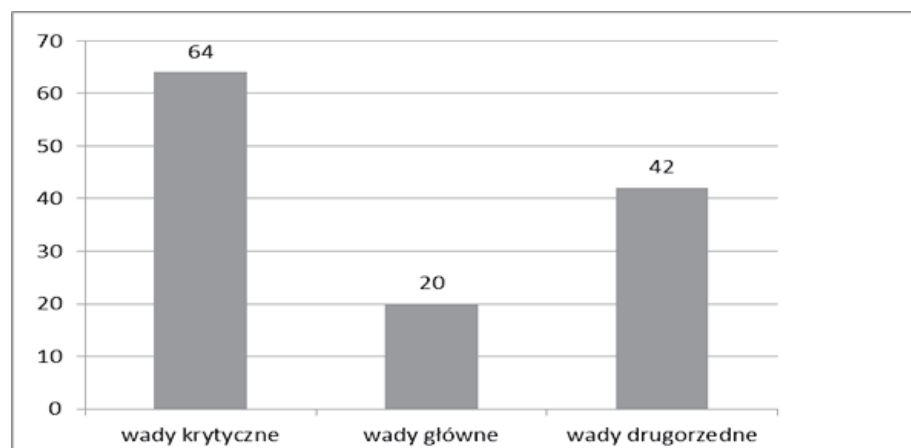
W tabeli 1 przedstawiono ilość niezgodności występujących w skali roku w odniesieniu do sumy wyprodukowanych blatów. Procentowy udział wad w ogólnej produkcji stanowił 10,07%.

**Tabela 1.** Ilość wyrobów wadliwych w skali roku

Wielkość produkcji (w szt.)	Liczba wyrobów wadliwych (w szt.)	Procentowy (%) udział wad
1251	126	10,07

**Źródło:** Opracowanie własne.

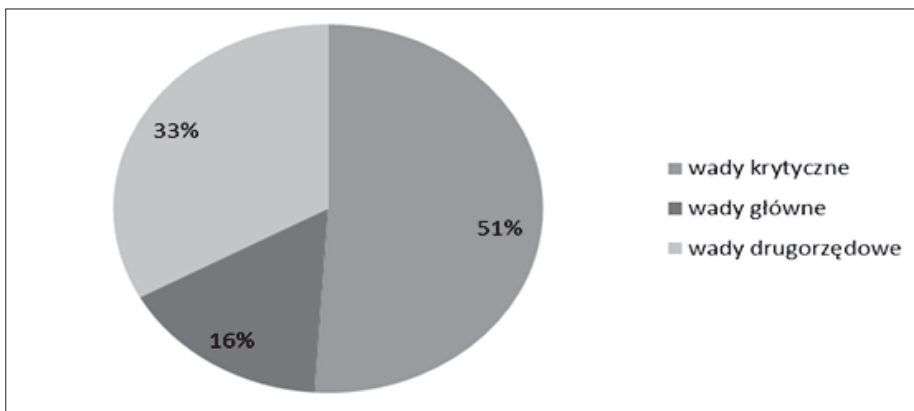
Ilość poszczególnych rodzajów wad w skali roku przedstawia rysunek 1. Z danych tych wynika, że wady krytyczne występowały najczęściej. Na 1251 sztuk wyprodukowanych blatów 64 zakwalifikowano jako wadliwe, posiadające wadę krytyczną. Wady główne występowały na 20 blatach, a wady drugorzędowe zaobserwowano w przypadku 42 blatów.

**Rysunek 1.** Ilość poszczególnych rodzajów wad w skali roku

**Źródło:** Opracowanie własne.

Generowanie wad krytycznych wiąże się z realną stratą dla przedsiębiorstwa. Polityka jakościowa przedsiębiorstwa jasno określa postępowanie z wyrobami niezgodnymi, kwalifikując wadę krytyczną jako produkt wadliwy, nienadający się do naprawy, a co za tym idzie uznając wyrób za odpad. W analizowanym przedsiębiorstwie 51% kosztów wadliwości produktu tworzą wady krytyczne (rysunek 2).

**Rysunek 2.** Udział poszczególnych rodzajów wad w ogólnych kosztach wadliwości produktów w skali roku



**Źródło:** Opracowanie własne.

Szczegółowy opis występujących wad i ich ilości zestawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Rodzaje i ilość wadliwych blatów w skali roku

Nr wady	Opis wady	Ilość w skali roku
1	Rozwarstwienie materiału/pęknięcia materiału	44
2	Uszkodzenia mechaniczne (w trakcie obróbki)	25
3	Występowanie niewykończonych ubytków o dopuszczalnych wymiarach	16
4	Wymiary poza dopuszczalną tolerancją	12
5	Niezgodność kolorystyczna	11
6	Zabrudzenia występujące na blatach	10
7	Jakość surowca niezgodna ze specyfikacją jakościową	8

**Źródło:** Opracowanie własne.

Pierwszym etapem analizy wadliwości jest analiza Pareto-Lorenza, dokonywana w celu zidentyfikowania najważniejszych wad z punktu widzenia ilości ich występowania.

### Analiza wad za pomocą diagramu Pareto-Lorenza

Diagram Pareto-Lorenza to technika pozwalająca na zarejestrowanie danych dotyczących problemu i analizowanie ich w sposób umożliwiający wyróżnienie



najważniejszych obszarów, czynników oddziałujących i zagadnień. W procesie rozwiązywania problemów natury jakościowej zasada Pareto jest niezwykle istotna, pomaga w określeniu 20% przyczyn, które są odpowiedzialne za powstawanie 80% problemów. Zasada ta, znana również jako reguła 80/20, podawana jest w wielu postaciach. Za pomocą diagramu Pareto-Lorenza można określić częstotliwość występowania przyczyn zaistniałego problemu. Pozwala to na wyznaczenie działań niezbędnych do doskonalenia procesów i zwiększenia jakości wyrobów<sup>16</sup>.

W tabeli 3 przedstawiono wady uszeregowane w porządku malejącym wraz z obliczonym ich procentowym udziałem oraz wartości skumulowane, co pozwala na zidentyfikowanie niewielkiej liczby wad, które powodują najdotkliwsze skutki.

**Tabela 3.** Rodzaje i ilość wadliwych blatów w skali roku

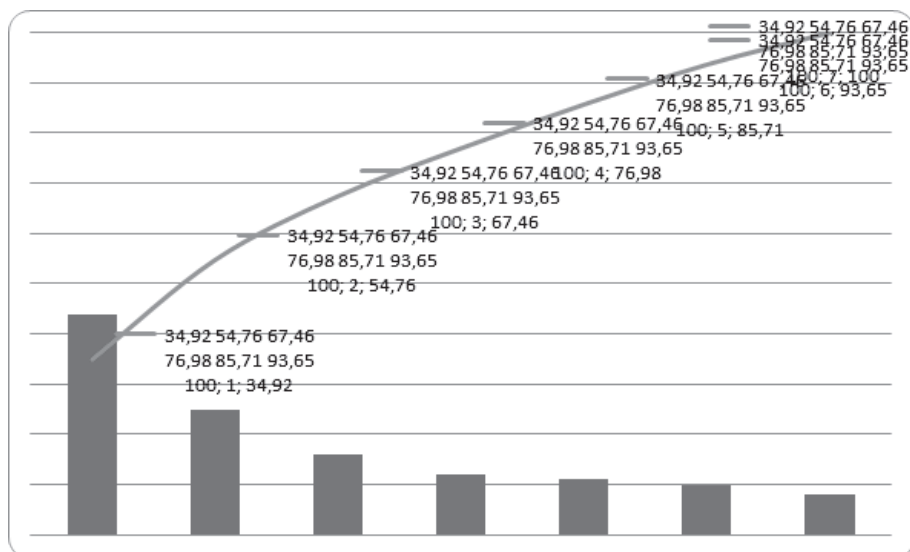
Nr wady	Opis wady	Ilość w skali roku	Udział procentowy [%]	Wartość skumulowana [%]
1	Rozwarstwienie materiału/pęknięcia materiału	44	34,92	34,92
2	Uszkodzenia mechaniczne (w trakcie obróbki)	25	19,84	54,76
3	Występowanie ubytków o dopuszczalnych wymiarach	16	12,70	67,46
4	Wymiary poza dopuszczalną tolerancją	12	9,52	76,98
5	Nie zgodność kolorystyczna	11	8,73	85,71
6	Zabrudzenia występujące na blatach	10	7,94	93,65
7	Jakość surowca niezgodna ze specyfikacją jakościową	8	6,35	100,00

**Źródło:** Opracowanie własne.

Na podstawie określonych i odpowiednio ułożonych niezgodności z tabeli 3 wykonano diagram, który został przedstawiony na rys. 3.

<sup>16</sup> S. Wawak, *Zarządzanie jakością. Podstawy, systemy i narzędzia*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2011, s. 169.

Rysunek 3. Diagram Pareto-Lorenza



**Źródło:** Opracowanie własne.

Z diagramu wynika, że za 68% wad występujących w czasie procesu technologicznego produkcji blatu z klejunki drzewnej odpowiadają 3 rodzaje wad: rozwarstwienie materiału i pęknięcia, uszkodzenia mechaniczne oraz ubytki o dopuszczalnych wymiarach. W pierwszej kolejności należy wyeliminować pierwszą wadę ponieważ stanowi ona aż 35% wszystkich stwierdzonych wad.

Kolejnym etapem jest identyfikacja przyczyn wad wyrobu.

### Analiza przyczyn za pomocą diagramu Ishikawy

Jednym z najczęściej stosowanych narzędzi zarządzania jakością jest diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy. Pozwala on na zidentyfikowanie i rozpoznanie najczęściej pojawiających się niezgodności oraz na określenie przyczyn ich powstania. Diagram Ishikawy umożliwia graficzną prezentację powiązań pomiędzy przyczynami danego problemu a ich hierarchią. Jego nazwa wywodzi się od nazwiska autora, jednakże czasami, ze względu na swój kształt, nazywany jest również schematem rybiej ości lub schematem jodełkowym. Jego budowa ma strukturę hierarchiczną, która porządkuje

w sposób chronologiczny i logiczny czynności lub przyczyny związane z zaistniałym problem<sup>17</sup>.

Sporządzenie diagramu Ishikawy składa się z kilku kroków:

- wytypowanie niezgodności,
- zdefiniowanie przyczyn głównych,
- określenie przyczyn szczegółowych, bezpośrednio powiązanych z przyczynami głównymi i stanowiącymi ich rozwinięcie,
- wybór najistotniejszego czynnika (czynnik krytyczny).

Przyczyny główne zapisuje się na osiach skierowanych w kierunku osi głównej diagramu. Z kolei przyczyny pośrednie (szczełgółowe) są połączone z przyczynami głównymi i stanowią ich rozwinięcie

Wśród podstawowych zalet wykresu wpływających na jego popularność wymienia się najczęściej: uporządkowany przekaz informacji, trafność analizy, jasną i logiczną hierarchię danych, staranność, nacisk na lokalizację i eliminację przyczyn problemu. Dużą zaletą jest również jego uniwersalność, przejawiająca się w możliwości wykorzystania go do rozpatrywania dowolnych zjawisk w różnych sferach działalności organizacji. Wykres ten można stosować do badania problemów w różnych przekrojach i o różnym stopniu szczełgółowości. Narzędzie to cechuje<sup>18</sup>:

- kompleksowe podejście (obejmuje całokształt badanego zagadnienia i prowadzi do sumarycznego ujęcia wszystkich przyczyn, wynikiem których jest określony skutek i ukazanie ich wzajemnej więzi);
- łatwe ustalenie hierarchii przyczyn wadliwości;
- możliwość szybkiego wyciągania prawidłowych wniosków w sposób oczywisty, wynikający z analizy, zmierzających do poprawy jakości;
- nieskomplikowana budowa (procedura zapisu wniosku jest prosta i nie sprawia trudności prowadzącym analizę);
- komunikatywność i przejrzystość zapisu.

---

<sup>17</sup> M. Ćwiklicki, H. Obora, *Metody TQM w zarządzaniu firmą. Praktyczne przykłady zastosowań*, Poltext, Warszawa, 2009, 74.

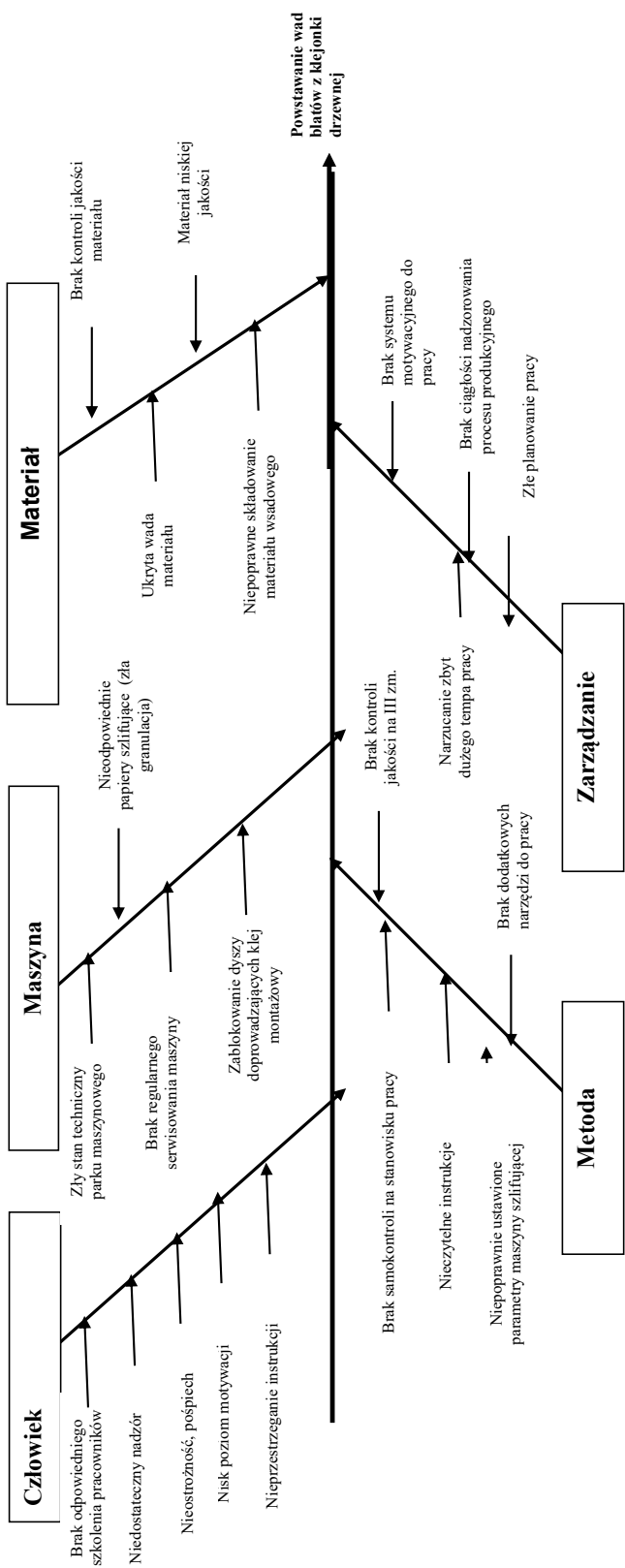
<sup>18</sup> P. Lenik, *TQM...*, dz. cyt., s. 56.

Na rysunku 4 przedstawiono w postaci diagramu Ishikawy czynniki wpływające na powstawanie wad w procesie produkcji blatów z klejonki drzewnej lakierowanych olejami utwardzanymi światłem ultrafioletowym. Analizę oparto na pięciu podstawowych obszarach problemowych: człowiek, maszyna, materiał, zarządzanie, metoda. Diagram wskazuje na wiele potencjalnych przyczyn w każdym z analizowanych obszarów.

### **Analiza FMEA**

W analizie FMEA obliczono wskaźnik WPR, czyli współczynnik poziomu ryzyka zwany również w literaturze liczbą priorytetową ryzyka. Jest on iloczynem następujących elementów: znaczenie wady, częstość wystąpienia wady oraz wykrywalność wady. Został ustalony dla każdej z wad. Następnie zaproponowano działania korygujące. Wyniki analizy za pomocą metody FMEA przedstawiono w tabeli 4. Z analizy tej wynika, że wadą, która ma największe znaczenie, jest rozwarstwienie i pęknięcia materiału podczas suszenia, oraz uszkodzenia powstałe w trakcie obróbki. W przypadku pierwszej niezgodności wskaźnik WPR = 168 i udało się go zredukować do 105, natomiast w przypadku drugiej niezgodności WPR = 140 i zredukowano go do 84. Trzecią wadą o największym współczynniku ryzyka było zaniżenie wymiarów poniżej dopuszczalnych. W tym przypadku po zastosowaniu zaleceń wynikających z analizy FMEA wskaźnik WPR zmniejszył się z 84 do 70.

**Rysunek 4.** Diagram Ishikawy przedstawiający przyczyny wpływające na powstawanie wad w procesie produkcji białów



**Źródło:** Opracowanie własne.

**Tabela 4.** Analiza przyczyn i skutków wad blatów z klejunki drzewnej

<b>Analiza przyczyn i skutków wad</b>				
Element:				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze
1.	Rozwarstwienie materiału / pęknięcia, odkształcenia	Występowanie niezgodności jakościowych w postaci pęknięć po suszeniu, rozwarstwień. Występowanie zjawiska absorpcji wilgoci przez fryzy sąsiadujące w produkcie już sklejonym, co powoduje odkształcenie się materiału.	Przesuszenie lub niedosuszenie materiału. Nieodpowiedni dobór parametrów suszenia: czasu suszenia, temperatury itp.	Kontrola w trakcie suszenia = Kontrola parametrów suszenia. Kontrola próbek w trakcie suszenia z użyciem odpowiednich narzędzi (wagosuszarki, GANN)
2.	Uszkodzenia (w trakcie obróbki) -mikroprzerwy między zamkami mikrowczepowymi, niedoklejki	Niedostatecznie sklejenie wytworzonego połączenia mikrowczepowego. Powstanie niedoklejek na powierzchni lamelii, lub tzw linii klejowych	Nieodpowiednie ustawienie maszyny w procesie połączeń mikrowczepowych Używanie stępionych głowic podczas strugania zamków mikrowczepowych Zbyt niska/wysoka temperatura otoczenia wpływająca na temperaturze kleju	Kontrola wizualna wytworzonych połączeń mikrowczepowych. Wytworzenie próbnej partii (5 sztuk) po odpowiednim ustawieniu maszyny, poddanie próbek wizualnej ocenie. Kontrola wizualna wytworzonych połączeń mikrowczepowych. Okresowa wymiana głowic po zauważeniu ich stępienia się. Wyrywkowa kontrola powstałych połączeń mikrowczepowych Kontrola temperatury otoczenia oraz kleju używanego w aktualnym procesie produkcyjnym.
3.	Niezgodność kolorystyczna	Obniżenie własności użytkowych, dodatkowy proces technologiczny	Nieodpowiedni dobór parametrów koloryzacji: czasu, temperatury itp.	Kontrola w trakcie koloryzacji = Kontrola parametrów malowania.

Analiza przyczyn i skutków wad											
Element:				Firma:	Data:						
W	P	R	WPR	Osoba odpowiedzialna:							
				Wyniki działania							
				Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady				W	P	R	WPR
7	4	6	168	Przeprowadzanie częstszych analiz wilgotności suszonego materiału				7	3	5	105
7	5	4	140	Wzmocniona kontrola podczas wytwarzania połączeń mikrowczepowych. Odpowiednie ustawienie maszyny. Szkolenia dla operatorów mikrowczepiarek przynajmniej dwa razy w roku. Częstsza wymiana narzędzi skrawających. Odpowiednie oznakowanie pól odkładczych dla głowic naostrzonych oraz stępionych				7	4	3	84
6	3	4	72					6	2	4	48
6	2	4	48					6	2	3	36
3	4	3	36	Szkolenia pracowników z zakresu kontroli jakościowej wytwarzanego materiału				3	4	2	24

<b>Analiza przyczyn i skutków wad</b>				
Element:				
Nr wady	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Działania zapobiegawcze
4.	Jakość surowca niezgodna ze specyfikacją jakościową	Potencjalna reklamacja oraz obniżenie wytrzymałości wyprodukowanych elementów	Występowanie niezgodności jakościowych w postaci sęków, zakorków, rozwarstwień i innych procesów biodegradalnych drewna	Kontrola w trakcie rozładunku = wizualna ocena zgodności ze specyfikacją jakościową dostarczonego surowca przez dostawcę zewnętrznego
5.	Wymiary zaniżone poza dopuszczalną tolerancją	Element nie nadaje się do użytku. Opóźnienie w dostawie do klienta	Niepoprawne ustawienie wymiarów struganego materiału przez operatora. Niepoprawy dobór narzędzi skrawających Niedostateczna kontrola pod względem wymiarowym struganego materiału	Kontrola w trakcie strugania = Kontrola parametrów strugania. Kontrola materiału z użyciem odpowiednich narzędzi (suwmiarka). Kontrola optyczna Kontrola w trakcie strugania = poziom zużycia głowic strugających. Ocena wizualna struganego materiału
6.	Zarysowania o dopuszczalnych wymiarach	Obniżenie własności użytkowych, dodatkowy proces technologiczny	Zabrudzenia rolotoku szpachlą Brak okresowego czyszczenia rolotoków Niedopilnowanie kierownika, brygadzystów	Wizualna ocena czystości rolotoków
7.	Zabrudzenia występujące na blatach	Obniżenie własności użytkowych	Ślady przypalenia powstałe po „zabiciu” się papierów ściernych. Zbyt późna wymiana papieru ściernego. Powstanie wybrzuszenia na płycie wyczuwalnego lecz niewidocznego, co w późniejszym okresie lakierowania i matowieniu płyt powoduje powstanie widocznego śladu na płycie gotowej	Wizualna ocena płyt po szlifowaniu w maszynie Costa. Wizualna ocena stanu papieru ściernego. Organoleptyczna ocena płyty po szlifowaniu



Analiza przyczyn i skutków wad								
Element:				Firma:	Data:			
W	P	R	WPR	Osoba odpowiedzialna:				
				Wyniki działania				
				Działania na rzecz poprawy wykrywalności wady	W	P	R	WPR
4	5	3	60	Kontrola w trakcie rozładunku. Ustalenie między działem zakupu surowca a dostawcą warunków reklamacji	4	4	3	48
7	6	2	84	Wprowadzenie obowiązku kontrolowania 10% struganego materiału. Odpowiednie posegregowanie narzędzi skrawających. Przeprowadzenie szkoleń ustawień maszyn dla operatorów – przygotowanych przez szkoleniowców producenta maszyny. Stworzenie instrukcji stanowiskowej obsługi maszyny oraz kontroli i zapisów wyników ustawień maszyny	7	5	2	70
4	4	2	32	Zalecenie okresowego czyszczenia rolotoków	4	3	2	28
4	3	2	24	Częstsza wymiana papieru ściernego	4	3	1	12

### Podsumowanie

Powyższa analiza potwierdziła, że proces produkcji blatów z klejonki drzewnej lakierowanych olejami utwardzanymi pod światłem ultrafioletowym jest dość złożony, a czynniki wpływające na jego jakość często są wzajemnie powiązane. Podczas analizy zostały zidentyfikowane następujące wady blatów:

- rozwarstwienia/pęknięcia materiału,
- uszkodzenia mechaniczne (w trakcie obróbki),
- występowanie ubytków o dopuszczalnych wymiarach,
- wymiary poza dopuszczalną tolerancją,
- niezgodność kolorystyczna,
- zabrudzenia występujące na blatach,
- jakość surowca niezgodna ze specyfikacją jakościową.

Dalsza analiza niezgodności pozwoliła na wykazanie przyczyn odpowiedzialnych za występowanie tych wad. Jako najważniejsze można wskazać:

- nieodpowiednie ustawienia parametrów maszyn i urządzeń,
- brak samokontroli na stanowisku pracy,
- brak odpowiedniego szkolenia pracowników, a także zaniedbania obowiązków przez pracowników. Firma powinna zwrócić uwagę na podniesienie kwalifikacji pracowników poprzez szkolenie, a także na uświadomienie ich o wysokości kosztów, jakie są ponoszone na skutek zaniedbywania czy też niedokładnego wykonania powierzonych im zadań. Istotną rolę powinno w tym zakresie pełnić kierownictwo firmy, w tym kierownicy produkcji.

Zaproponowano szereg działań zapobiegawczych, mających na celu niedopuszczenie do powstania niezgodności w czasie procesu produkcji np.: szkolenia operatorów maszyn i urządzeń, ciągła kontrola procesu, stosowanie się do instrukcji stanowiskowych i procedur. Wdrożenie działań zapobiegawczych i korygujących pozwoli na redukcję czasu przeznaczonego na nieplanowane postoje, minimalizację kosztów utraty surowca i energii oraz zwiększy odpowiedzialność pracowników za powierzone im zadania. Zidentyfikowane wady oraz zaproponowane zmiany i modyfikacje powinny w konsekwencji zapewnić optymalizację procesu poprzez redukcję ilości wad przy jednoczesnej minimalizacji kosztów koniecznych do wdrożenia danego działania.

Firma, stosując w przyszłości narzędzia jakości, ma możliwość ciągłego doskonalenia procesu poprzez poddawanie go kolejnym analizom, na podstawie

uzyskanych wyników wprowadzając rozwiązania, które skutecznie eliminują źródła wad.

### **Literatura**

1. Ćwiklicki M., Obora H., *Metody TQM w zarządzaniu firmą. Praktyczne przykłady zastosowań*, Poltext, Warszawa 2009
2. Hamrol A., Kowalik D., *FMEA w doskonaleniu procesów z dominującym udziałem człowieka*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, nr 12, 2002
3. Hamrol A., Mantura W., *Zarządzanie jakością teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 2008
4. Hamrol A., *Zarządzanie jakością z przykładami*, PWN, Warszawa 2008
5. Huber Z., *Analiza FMEA procesu*, Internatowe Wydawnictwo Złote Myśli, Gliwice 2007
6. Konarzewska-Gubała E. (red.), *Zarządzanie przez jakość*, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2006
7. Krzemień E., Wolniak R., *Wpływ zastosowania metody FMEA na koszty jakości w przedsiębiorstwie*, „Problemy Jakości”, nr 5, 2002
8. Lenik P., *TQM. Instrumentarium doskonalenia jakości*, PWSZ Krosno, Krosno 2011
9. Łańcucki J., *Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań 2001
10. Mazur A., Gołaś H., *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010
11. Sęp J., Perłowski R., Pacana A., *Techniki wspomaganie zarządzania jakością*, Politechnika Rzeszowska, 2007
12. Wawak S., *Zarządzanie jakością. Podstawy, systemy i narzędzia*. Wydawnictwo Helion, Gliwice 2011
13. Wolniak R., Skotnicka B., *Metody i narzędzia zarządzania jakością. Teoria i praktyka*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008
14. Zdanowicz R., Kost G., *Wykorzystanie metody FMEA do poprawy jakości produktów*, „Problemy Jakości” nr 7/2001

## UTILIZATION OF QUALITY MANAGEMENT TOOLS FOR ANALYSIS OF PRODUCT DEFENSE

**Summary:** The paper presents the use of quality management tools for the analysis of the defect of wood worktop, lacquered with ultraviolet light cured. The analysis identified the key defects for the product, the place of origin, the effects they have on the product. They analyzed the causes of their origins and how they were eliminated.

**Key words:** FMEA method, Pareto-Lorenz analysis, Ishikawa plot, defectiveness, product quality.

Translated by Beata Ujda-Dyńska