

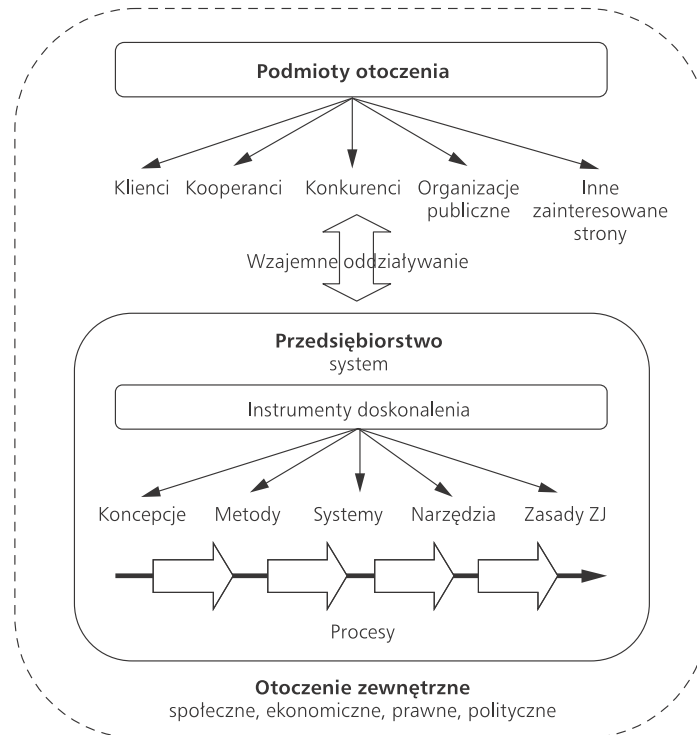
METODY I NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

5.1. Metody zarządzania jakością

Instrumentarium zarządzania i doskonalenia jakości jest obecnie bardzo szerokie. Obejmuje:

- 1) koncepcje jakości (m. in. TQM, *Kaizen*, *Lean management*, *Six Sigma*) opisane w rozdziale III niniejszej monografii; koncepcje obejmują całość przedsiębiorstwa jako systemu, wszystkie jego procesy;
- 2) zasady zarządzania jakością, m.in.: zasady Deminga, zasady ciągłego doskonalenia, zasady zarządzania jakością wynikające z norm ISO serii 9000, które obrazują stosunek przedsiębiorstwa i jego pracowników do szeroko pojętych problemów jakości;
- 3) systemy zarządzania jakością, które, podobnie jak powyższe instrumenty, mają charakter systemowy i dotyczą wszystkich obszarów działalności przedsiębiorstwa (najpopularniejsze systemy zarządzania jakością zostały scharakteryzowane w rozdziale IV monografii);
- 4) metody zarządzania jakością, przedstawiane najczęściej w podziale na metody projektowania i kontroli, do których zalicza się: metodę FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), metodę QFD (*Quality Function Deployment*), metodę SPC (*Statistical Process Control*); charakter ich oddziaływania i użyteczność określone są jako średnio-terminowe, ponadto metody zarządzania jakością cechuje planowe i powtarzalne postępowanie przy realizacji zadań związanych z zarządzaniem jakością;
- 5) narzędzia i techniki, mają charakter krótkotrwały, operacyjny, służą podejmowaniu bieżących decyzji, a zbierane i przetwarzane za ich pomocą dane związane są z różnymi aspektami zarządzania jakością; stanowią najliczniejszą grupę instrumentów jakości; wśród sztandarowego podziału narzędzi zarządzania jakością wskazuje się podział na tzw. tradycyjne i nowe narzędzia.

Graficzna prezentacja instrumentów zarządzania i doskonalenia jakości została zestawiona na rysunku 44. Stosowanie tych instrumentów przez przedsiębiorstwa służy realizacji szeroko pojętej idei projakościowego zarządzania.



Rysunek 44. Instrumenty doskonalenia jakości

Źródło: opracowanie własne.

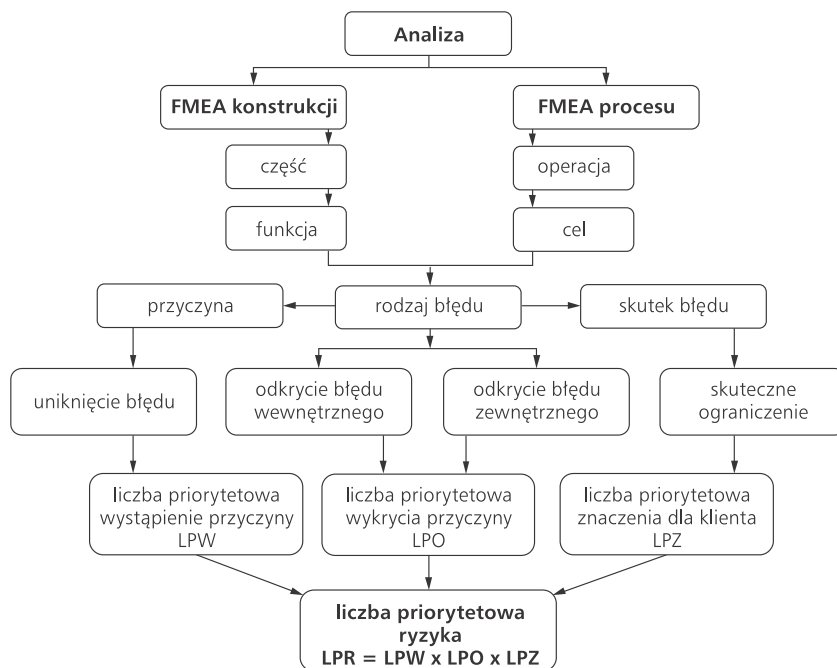
FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

Metoda analizy błędów i potencjalnych ich skutków – FMEA – jest jedną z metod, którą przedsiębiorstwa wykorzystują do zapobiegania i niwelowania skutków wad, jakie mogą wystąpić w procesach projektowych i wytórczych. Stosowanie tej metody na etapie projektowym koncentruje się wokół badania prawdopodobnych usterek przed zaaprobowaniem rozwiązania konstrukcyjnego. W procesie produkcji metoda FMEA wykorzystywana jest do badania możliwości wystąpienia błędów w toku produkcji i montażu. Jej celem jest zatem wskazanie i ocena ryzyka związanego ze słabymi punktami planowania produkcji, konstruowania i procesu wytwarzania, co pozwala istotnie zmniejszyć to ryzyko. Metoda ta pozwala na m.in.: poprawę jakości wyrobu, lepsze dostosowanie do wymagań klienta, obniżenie kosztów, zmniejszenie liczby reklamacji, poprawę niezawodności produktów. Analiza tą metodą przyczynia się także do pogłę-

biania integracji pracowników, usprawnienia przepływu informacji, ułatwiając zespołowe rozwiązywanie problemów¹⁵⁴.

Wyróżnia się dwa główne rodzaje tej metody (rys. 45)¹⁵⁵:

- 1) FMEA konstrukcji – przeprowadzana podczas wstępnych prac projektowych w celu uzyskania informacji o silnych i słabych punktach produktu, po to, aby wprowadzić zmiany koncepcyjne jeszcze przed podjęciem właściwych prac konstrukcyjnych;
- 2) FMEA procesu – pozwala rozpoznać możliwe zakłócenia, które mogą utrudniać lub dezorganizować planowane procesy wytwarzania. Przyczynami tych zakłóceń mogą być: metody obróbki, urządzenia kontrolno-pomiarowe, maszyny, urządzenia itp.



Rysunek 45. Rodzaje FMEA

Źródło: R. Zdanowicz, G. Kost, *Wykorzystanie FMEA do poprawy jakości produktów*, „Problemy Jakości” 2001, nr 7, s. 36.

¹⁵⁴ G.P. Wójcik, *Wpływ systemu zarządzania na efektywność...*, *op. cit.*, s. 392.

¹⁵⁵ M. Jakubiec, *Metody i narzędzia zarządzania jakością*, [w:] L. Bylinko, M. Jakubiec, M. Kubański (red.), *Zarządzanie XXI wieku. Zarządzanie logistyką i jakością*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2012, s. 88.

Dalej zaprezentowano wyciąg z procedury przedsiębiorstwa z rynku wyrobów medycznych, przedstawiający praktyczne podejście do realizacji analizy FMEA¹⁵⁶.

FMEA konstrukcji może być stosowana w następujących fazach:

- koncepcyjnej – dla przeprowadzenia analizy ryzyka awarii i bezpieczeństwa użytkownika w alternatywnych rozwiązaniach koncepcyjnych,
- konstruowania – dla ustalenia słabych miejsc konstrukcji oraz sposobów i środków ich usunięcia,
- badań – dla uzyskania wiedzy, jakie badania należy rzeczywiście przeprowadzić dla oceny wyrobu.

Analizowane są: realizowane funkcje, niezawodność, łatwość obsługi, podatność naprawcza, technologiczność.

Główne powody przeprowadzenia FMEA konstrukcji to:

- nowy wyrób,
- nowe lub w znacznym stopniu zmienione części lub podzespoły,
- nowe materiały,
- nowe technologie,
- nowe zastosowanie,
- szczególne ryzyko niebezpieczeństwa (analiza ryzyka).

FMEA konstrukcji może obejmować cały wyrób, wybrany zespół lub poszczególne części. W analizie wykorzystywane są informacje, jakie przedsiębiorstwo posiada o podobnych wyrobach własnych lub firm konkurencyjnych.

FMEA procesów pozwala rozpoznać możliwe zakłócenia, które mogłyby utrudnić lub dezorganizować planowane procesy wytwarzania.

Analizowane są: wydajność procesu, dobór właściwej metody produkcji, łatwość wykrywania odchyłeń, dobór środków pomiarowych, zużycie maszyn i urządzeń. FMEA procesu może być stosowana w następujących fazach:

- w początkowej fazie planowania, aby zdecydować o przydatności procesów i rozważyć dobór środków produkcji (zakup maszyn i urządzeń),
- w fazie planowania produkcji, aby określić słabe miejsca i zastosować środki zapobiegawcze,
- przed uruchomieniem produkcji seryjnej,
- w produkcji seryjnej dla usprawnienia procesów, które okazały się niestabilne lub o niskiej wydajności.

¹⁵⁶ Dokumenty wewnętrzne przedsiębiorstwa X.

Decyzję o przeprowadzeniu analizy FMEA, jej celu i zakresie, podejmuje kierownik działu konstrukcyjnego (analiza FMEA konstrukcji) lub główny technolog (FMEA procesu).

Decyzja ta jest zwykle uwarunkowana:

- potrzebą wprowadzenia zmian w wyrobie, aby nie powstały wady, które występują w wyrobach (procesach) podobnych, już istniejących,
- potrzebą określenia działań korygujących dla istniejących wyrobów (procesów).

Zespół FMEA składa się z 4 do 8 osób. Są to specjaliści z dobrą znajomością wyrobów i technologii, posiadający rozeznanie w wynikach badań i kontroli wyrobów i procesów, posiadający umiejętność posługiwania się danymi statystycznymi z badań produkcji, serwisu i rynków zbytu. Skład zespołu ustalany jest stosownie do postawionego celu. Przewodniczącym jest konstruktor (FMEA konstrukcji) lub technolog (FMEA procesu).

Opisywana procedura przedstawia następnie szczegółowe kroki przeprowadzenia analizy metodą FMEA.

Informacje wejściowe do analizy FMEA to zwykle:

- rysunki wyrobu,
- normy związane i wymogi prawne,
- opis warunków eksploatacji,
- wykaz parametrów użytkowych i estetycznych,
- wykaz cech jakościowych i ekonomicznych,
- wykaz znanych wad i awarii wyrobu podobnego, wcześniej produkowanego,
- opis przebiegu analizowanego procesu technologicznego,
- inne istotne informacje przydatne w pracach zespołu.

W ramach realizacji poszczególnych kroków analizy metodą FMEA zespół określa liczbowo, na podstawie opracowanych wytycznych, wartości następujących parametrów:

- 1) LPW – liczba priorytetowa – występowanie (jak duże jest prawdopodobieństwo wystąpienia wady),
- 2) LPZ – liczba priorytetowa – znaczenie (jak bardzo ta wada jest dokuczliwa dla klienta),
- 3) LPO – liczba priorytetowa – wykrywalność (jak skuteczna jest obecna metoda kontroli, aby nie dopuścić do tego, by wadliwy wyrób trafił do klienta).

Powyższe liczby priorytetowe przyjmują wartości liczbowe z zakresu od 1 do 10.

Następnie obliczana jest: LPR – liczba priorytetowa ryzyka. Jest ona iloczynem trzech wcześniej oszacowanych liczb priorytetowych: $LPR = LPW \times LPZ \times LPO$.

LPR przyjmuje wartości od 1 do 1000. LPR jest miarą ryzyka konstrukcji (procesu) i jej wartość służy do określenia priorytetu w kolejności eliminowania wad. Niezależnie od wynikowego LPR należy szczególną uwagę zwrócić na wady o wysokiej dotkliwości dla klienta (duże LPZ).

Analiza ryzyka, uzyskana w wyniku zastosowania metody FMEA, jest jednym z dokumentów wchodzących w skład zbioru dokumentacji niezbędnej do nadania oznaczenia CE na wyroby sprzedawane na rynkach Unii Europejskiej.

Analiza FMEA powinna być przeprowadzana zespołowo z uwagi na znaczną ilość informacji potrzebną do jej przeprowadzenia, pochodzącą z różnych źródeł. Stosowanie FMEA przyczynia się do poprawy jakości analizowanych produktów i procesów, a także do powstania banku danych o produktach dostępnych dla pracowników i zwiększających ich wiedzę na temat produktu. Analiza ta łączy współpracowników i uświadamia im istotę problemów oraz związanych z nimi konsekwencji¹⁵⁷.

Tabela 16 przedstawia przykład analizy FMEA dla produktu – wiązka elektryczna.

QFD – Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) jest angielskim określeniem opracowanej w Japonii na początku lat 70. ubiegłego stulecia metody lepszego uwzględniania potrzeb klientów w wyrobach projektowanych i modyfikowanych. QFD oznacza metodę strukturalnego planowania i rozwoju produktu lub usługi, umożliwiającą zespołom badawczym dokonywanie precyzyjnej specyfikacji potrzeb i oczekiwań klientów, a następnie ocenę każdej zaproponowanej możliwości przez pryzmat jej wpływu na zaspokajanie postulowanych potrzeb. U podstaw tej metody leży stwierdzenie, że większość błędów popełnia się podczas projektowania, a ich skutki ujawniają się dopiero u klienta. QFD polega na zdefiniowaniu cech wyrobu, ich zależności oraz zagwarantowania, aby te cechy zostały uwzględnione w pracach rozwojowych, procesach produkcji i wyrobie. QFD jest metodą projektowania produktu opartą na potrzebach klienta. Przekłada bowiem życzenia klienta na parametry techniczne. Obejmuje badania rynku, badania rozwojowe, wynalazczość, projektowanie nowych koncepcji, testowanie prototypów, testowanie produktów i serwis¹⁵⁸.

¹⁵⁷ K. Kazojć, *Zarządzanie jakością w organizacjach*, [w:] R. Borowiecki, J. Kaczmarek (red.), *Zarządzanie przedsiębiorstwem w warunkach współczesnych wyzwań gospodarczych. Modele. Metody. Procesy*, Wydawnictwo Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2014, s. 291.

¹⁵⁸ G.P. Wójcik, *Wpływ systemu zarządzania na efektywność...*, *op. cit.*, s. 393.

Tabela 16. Przykład FMEA procesu – linia cięcia i zagniatania automatycznego wiązki elektrycznej

Lp.	Wymaganie	Potencjalne błędy	Potencjalne skutki błędu	S	Potencjalne przyczyny błędu	O	Bieżący proces		D	RPN
							Środki kontrolne zapobiegawcze	Środki kontrolne wykrywające		
1	Właściwa długość przewodu	Błędne długości (niezgodne wymiary)	Błędne taśmowanie niezgodne wymiary	6	Błędna tabela cięcia	3	Tabela cięcia jednorazowo wysyłana, sprawdzona na wiązkach wzorcowych	Stół montażowy	5	90
2	Właściwa długość przewodu	Błędne długości (niezgodne wymiary)	Błędne taśmowanie (niezgodne wymiary)	6	Awaria maszyny	2	Przeeglądy	Stół montażowy	5	60
3	Właściwa długość przewodu	Błędne długości (niezgodne wymiary)	Błędne taśmowanie (niezgodne wymiary)	8	Błędna weryfikacja (długości) wykonana przez operatora	3	–	Stół montażowy	5	120
4	Właściwy rodzaj przewodu	Błędne użycie kabla (inny kolor)	Niezgodność z rysunkiem	7	Niezgodne z tabelą cięcia	2	Dodatkowe oznaczenie regałów z przewodami na szpuli	Sprawdzenie materiału poprzez skanowanie kodu	2	28
5	Właściwy rodzaj przewodu	Błędne użycie kabla (inny kolor)	Niezgodność z rysunkiem	8	Błędna weryfikacja przez operatora	4	Dodatkowe oznaczenie regałów z przewodami na szpuli	Autokontrola	9	288
6	Właściwa klasa termiczna przewodu	Błędne użycie kabla (inna klasa termiczna)	Zwarcie	9	Niezgodne z tabelą cięcia	4	Dodatkowe oznaczenie regałów z przewodami na szpuli	Autokontrola	9	324

Lp.	Wymaganie	Potencjalne błędy	Potencjalne skutki błędu	S	Potencjalne przyczyny błędu	O	Bieżący proces		D	RPN
							Środki kontrolne zapobiegawcze	Środki kontrolne wykrywające		
7	Właściwa klasa termiczna przewodu	Błędne użycie kabla (inna klasa termiczna)	Niezgodność z rysunkiem	8	Błędna weryfikacja przez operatora	2	-	Autokontrola	9	144
8	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Błędny zacisk terminala na kablu, wystające żyłki miedzi	Wzrost spadku wytrzymałości	8	Błędne ustawienie maszyny	2	-	Autokontrola	5	80
9	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Błędny zacisk terminala na kablu, wystające żyłki miedzi	Zwarcie	8	Błędne ustawienie maszyny	2	-	Stół elektryczny	4	64
10	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Błędny zacisk terminala na kablu, wystające żyłki miedzi	Zwarcie	8	Zużyte części map	2	Przeglądy	Stół elektryczny	4	64
11	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Błędny zacisk terminala na kablu, wystające żyłki miedzi	Wzrost spadku wytrzymałości	8	Zużyte części map	2	Przeglądy	Stół elektryczny	4	64
12	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Błędny zacisk terminala na kablu, wycięte żyłki miedzi	Wzrost spadku wytrzymałości	8	Błędne ustawienie maszyny	2	Dynamometr	CFA	2	32
13	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Deformacja skrzydełek	Nieprawidłowe zaczeplenie w kostce	8	Uszkodzony MAP	2	Środki wizualne	Test elektryczny	4	64

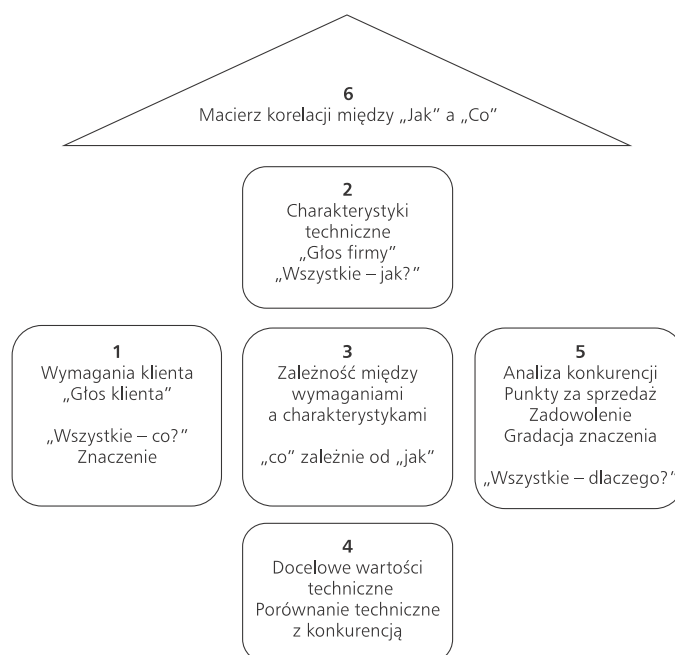
14	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Deformacja skrzydełek	Nieprawidłowe zaczeplenie w kostce	8	Żle wykalibrowana maszyna przez operatora	2	Środki wizualne, instrukcje pracy	Test elektryczny	4	64
15	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Nieprawidłowa wysokość końcówki	Problem z montażem w złączu	8	Niewłaściwie ustawienie maszyny, miniaplikatora	2	Tabliczki z ustawieniami na miniaplikatorze	Stół montażowy	4	64
16	Zagniatanie terminala zgodnie ze standardem	Nieprawidłowa wysokość końcówki	Problem z montażem w złączu	8	Niewłaściwy pomiar wysokości	2	Tabliczki z ustawieniami na miniaplikatorze	Stół montażowy	4	64
17	Użycie terminala przewidzianego w projekcie	Zaciśnięty niewłaściwy terminal	Niezgodność z rysunkiem	6	Niezgodne z tabelą cięcia	2	Skanowanie kodów kreskowych	Baza WPCS	3	36
18	Użycie terminala przewidzianego w projekcie	Zaciśnięty niewłaściwy terminal	Brak możliwości montażu	6	Uszkodzony MAP	2	Przeeglądy MAP	Autokontrola	9	108
19	Użycie terminala przewidzianego w projekcie	Zaciśnięty niewłaściwy terminal	Brak możliwości montażu	6	Niewłaściwie ustawiony MAP	2	-	Stół montażowy	5	60
20	Użycie terminala przewidzianego w projekcie	Zaciśnięte niewłaściwe oczko masowe	Niezgodność z rysunkiem	6	Niezgodne z tabelą cięcia	2	-	Założenie odpowiednich bolców masowych na podzespołach	4	48

Lp.	Wymaganie	Potencjalne błędy	Potencjalne skutki błędu	S	Potencjalne przyczyny błędu	O	Bieżący proces		D	RPN
							Środki kontrolne zapobiegawcze	Środki kontrolne wykrywające		
21	Właściwy rodzaj przewodu	Błędne użycie przewodu (zła średnica)	Złe funkcjonowanie wiązki	8	Niezgodne z tabelą cięcia	2	Dodatkowe oznaczenie regalów z przewodami na szpuli	Sprawdzenie materiału poprzez skanowanie kodu	2	32
22	Właściwy rodzaj przewodu	Błędne użycie przewodu (zła średnica)	Złe funkcjonowanie wiązki	8	Błędnie przypisany przewód w bazie	2	-	Autokontrola	9	144
23	Obecność markatury na przewodzie	Brak markatury	Brak możliwości zidentyfikowania przewodów	8	Awaria opisywarki	4	Przeglądy	Stół montażowy	7	224
24	Właściwa markatura na przewodzie	Błędna markatura	Pomyłone przewody w złączu	8	Błędna tabela cięcia	3	-	Test elektryczny	4	96
25	Czytelna markatura na przewodzie	Nieczytelna markatura	Brak możliwości zidentyfikowania przewodów	8	Awaria opisywarki	3	Przeglądy	Stół montażowy	4	96

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów przedsiębiorstwa X.

QFD polega na pracy zespołowej, dzięki której tworzy się, przez ukazanie współzależności między tym, czego klienci oczekują, a tym, jakie cechy posiada wyrób, dom jakości (*house of quality*). Struktura domu jakości obejmuje elementy (rys. 46)¹⁵⁹, takie jak:

- 1) wymagania klientów,
- 2) stopień ważności każdego z wymagań (potrzeb) wraz z oceną porównawczą przedsiębiorstw konkurencyjnych,
- 3) parametry (cechy) techniczne wyrobu,
- 4) powiązanie między potrzebami odbiorcy i cechami technicznymi,
- 5) ocena względna każdej cechy technicznej,
- 6) stopień korelacji cech technicznych,
- 7) pożądane wartości każdej cechy technicznej,
- 8) techniczna ocena porównawcza,
- 9) specjalne wymagania związane z bezpieczeństwem, regulacjami rządowymi, serwisem itp.



Rysunek 46. Elementy domu jakości w QFD

Źródło: D. Lock (red.), *Podręcznik zarządzania jakością*, PWN, Warszawa 2002, s. 352.

¹⁵⁹ K. Kazojć, *Zarządzanie jakością w organizacjach...*, op. cit., s. 289.

Podstawowe zalety i mankamenty tej metody zostały ujęte w tabeli 17.

Tabela 17. Korzyści i trudności ze stosowania metody QFD

Korzyści	Trudności
<ul style="list-style-type: none"> • produkty stają się sterowane przez rynek, a przedsiębiorstwo skłania się do zmian w kierunku prokonsumenckim, • ograniczenie liczby zmian w projektach produktów, • niższe koszty uruchomienia nowych projektów, • krótsze cykle pracy nad projektem, • lepsze wykorzystanie umiejętności międzywydziałowej pracy zespołowej, • wyjaśnienie konkurencyjnej pozycji produktów przedsiębiorstwa, • proces spełnia rolę wykazu czynności kontrolnych. 	<ul style="list-style-type: none"> • podjęcie zadań QFD nie ma charakteru pracy dorywczej, należy powołać zespół i wydzielić odpowiednie środki na zapewnienie sukcesu, • konieczne jest szkolenie całego zespołu, • szczegółowy arkusz macierzy może prowadzić do nieporozumień i sporów o detale, • pułapka polegająca na poszukiwaniu poprawnego arkusza macierzy, podczas gdy ważniejsze jest zrozumienie procesu i jego celów, • QFD nie jest tylko zadaniem dla projektantów, w proces należy zaangażować służby marketingu i produkcji.

Źródło: D. Lock (red.), *Podręcznik zarządzania jakością*, PWN, Warszawa 2002, s. 356–357.

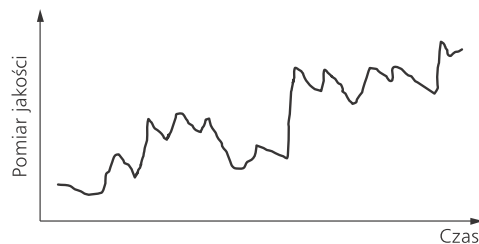
SPC – Statistical Process Control

Zastosowanie statystyki do analizy procesów wynika przede wszystkim z ich niestabilności. Wynikiem realizowanych procesów są określone wyroby. Występują dające się określić ilościowo zmienności parametrów procesów oraz właściwości wyrobów. Metody i techniki statystyczne mają zapobiegać destabilizacji parametrów procesów i powodować, aby uzyskiwane właściwości wyrobów były zgodne z wymaganymi. Obserwacja procesu pozwala wykryć jego destabilizację, co pozwala jednocześnie na jego regulację i stymulowanie powrotu do właściwych wymagań. W odniesieniu do procesów, przede wszystkim technologicznych, można stworzyć system kontroli dający wiarygodną informację o poprawnym, tj. ustabilizowanym poziomie jakości, uznanym za optymalny lub też sygnalizującym potrzebę regulacji procesu. System ten nazywany jest statystyczną kontrolą procesu¹⁶⁰.

Podstawowym narzędziem w statystycznej kontroli procesu jest karta kontrolna, będąca podstawą monitorowania przebiegu procesu (karta kontrolna jako narzędzie zarządzania jakością została opisana w kolejnym podrozdziale). Karty pozwalają na obserwowanie trendów. Jeżeli zgodnie z trendem parametry procesu się pogarszają, można rozpocząć analizę przyczyn takiego stanu rzeczy. Jeżeli trend sugeruje poprawę, również wskazana jest analiza, aby ustalić, co wpływa na popra-

¹⁶⁰ Zob.: M. Jakubiec, *Metody i narzędzia zarządzania jakością...*, *op. cit.*, s. 89–92.

wę procesu. Takie informacje o procesie mogą być wymieniane pomiędzy działami przedsiębiorstwa, aby podejmować trafne decyzje, co do jego przebiegu (rys. 47)¹⁶¹.



Rysunek 47. Karty kontrolne w pomiarze jakości

Źródło: opracowanie własne.

Zatem, *Statistical Process Control* pozwala monitorować oraz poprawiać procesy, szczególnie produkcyjne. Daje możliwość obserwacji, w jaki sposób zachowuje się proces i czy pojawiające się w nim anomalie są wywołane przez czynniki specjalne (destabilizacja procesu) czy normalne (będące jego częścią)¹⁶².

5.2. Narzędzia zarządzania jakością

Jedną z zasad zarządzania jakością stanowi, że decyzje należy podejmować na podstawie faktów. W domyśle pozostaje stwierdzenie, że należy je podejmować na podstawie danych opisujących fakty z przeszłości oraz teraźniejszości oraz na podstawie prognoz budowanych na tych danych. Narzędzia zarządzania jakością pozwalają pozyskiwać dane, zarówno o charakterze ilościowym, jak i jakościowym (opisowym). Stanowią cenne wsparcie dla menedżerów oraz pozostałych pracowników w wykrywaniu relacji zachodzących między elementami systemu zarządzania, w ilościowym opisywaniu tych relacji, szacowaniu prawdopodobieństwa, na ile te relacje są pewne. Dane zbierane za pomocą tych narzędzi wykorzystuje się zarówno do podejmowania decyzji strategicznych, jak i operacyjnych na stanowiskach pracy¹⁶³.

Istnieje wiele kryteriów podziału narzędzi zarządzania jakością. Ogólny podział wyróżnia tzw. tradycyjne i nowe narzędzia zarządzania jakością. Tabele od

¹⁶¹ N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, *Operation management...*, *op. cit.*, s. 553.

¹⁶² M. Dudek, P. Byzdra, *Klasyfikacja wybranych narzędzi produkcji w klasie światowej*, [w:] M. Dudek, H. Howaniec, D. Sala, W. Waszkielewicz (red.), *Inżynieria produkcji. Problemy jakości i zarządzania produkcją*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała 2013.

¹⁶³ *Ibidem*, s. 93.

18 do 20 przedstawiają podział tych narzędzi. Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością można podzielić dalej na te, które służą zbieraniu danych, i te, które służą ich analizie. Z kolei nowe narzędzia zarządzania jakością można pogrupować według: analizy problemów, podejmowania decyzji o działaniach oraz według kolejności działań, tj. planowania zasobów. Jeszcze inny podział narzędzi zarządzania jakością wskazuje na kryteria podziału: cel stosowania (wizualizacja, grupowanie, monitorowanie, wskazanie zależności, rangowanie, ocena zdatności) oraz charakter, tj. wspomniany podział na narzędzia jakościowe i ilościowe.

Tabela 18. Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością

Funkcja	Narzędzie	Opis
Zbieranie danych	Arkusz kontrolny	Arkusz służy do zbierania danych z pomiarów i obserwacji, jak również do ich porządkowania, a także analizy informacji o wyrobie lub procesie.
	Karta kontrolna Shewharta	Karta kontrolna Shewartha to przykład statystycznego narzędzia zarządzania jakością. Wykorzystywana do statystycznego sterowania i kontrolowania procesów. Pozwala ocenić stabilność procesu oraz ewentualną potrzebę korekty.
	Histogram	Jest diagramem służącym do wizualizacji danych. Pozwala analizować wyniki procesu w celu ich doskonalenia.
Analiza danych	Diagram Ishikawy	Narzędzie do graficznego przedstawienia potencjalnych przyczyn nieprawidłowości. Innymi słowy, powiązań między czynnikami działającymi na proces a skutkami ich oddziaływania.
	Diagram Pareto	Szereguje dane oraz przedstawia ich udział w całkowitym wyniku.
	Wykres korelacji zmiennych	Przedstawia graficznie zależność pomiędzy dwoma zbiorami wartości badanych cech.
	Schemat blokowy	Służy np. do graficznej prezentacji przebiegu procesu. Schemat blokowy może także odzwierciedlać przepływ informacji, materiałów i odpowiedzialności.

Źródło: M.Z. Wiśniewska, P. Grudowski, *Zarządzanie jakością i innowacyjność. W świetle doświadczeń organizacji Pomorza*, Wydawnictwo InnoBaltica sp. z o.o., Gdańsk 2014, s. 42¹⁶⁴.

¹⁶⁴ Zob. także: A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, PWN, Warszawa 2005; J. Żuchowski, E. Łagowski, *Narzędzia i metody doskonalenia jakości*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2004; M. Wiśniewska, E. Malinowska, *Zarządzanie jakością żywności. Systemy. Koncepcje. Instrumenty*, Difin, Warszawa 2011.

Tabela 19. Nowe narzędzia zarządzania jakością

Funkcja	Narzędzie	Opis
Analiza problemów	Diagram pokrewieństwa	Polega na przyporządkowaniu i tematycznej segregacji przyczyn dotyczących analizowanego problemu.
	Diagram relacji	Diagram ten przedstawia logiczne powiązania i zależności zespołu czynników wpływających na analizowane zagadnienie.
Podjęmowanie decyzji o działaniach	Diagram systematyki	Dokonyje hierarchizacji zadań służących rozwiązaniu danego problemu.
	Diagram macierzowy	Pozwala na ustalenie wzajemnej zależności charakterystyk różnych analizowanych obiektów.
	Macierzowa analiza danych	Odnosi się do diagramu macierzowego i pozwala usystematyzować priorytety wyznaczone w tym diagramie.
Kolejność działań – planowanie zasobów	Diagram PDPC – planowania procesu decyzyjnego	Służy analizie stopnia ważności poszczególnych zadań i ustaleniu priorytetów w ich realizacji.
	Diagram strzałkowy	Pozwala w sposób graficzny zaplanować przebieg poszczególnych zadań procesu realizacyjnego.

Źródło: *Ibidem*, s. 43¹⁶⁵.

¹⁶⁵ Zob. także: A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami...*, *op. cit.*; J. Żuchowski, E. Łagowski, *Narzędzia i metody doskonalenia jakości...*, *op. cit.*; M. Wiśniewska, E. Malinowska, *Zarządzanie jakością żywności...*, *op. cit.*; J. Łuczak, A. Matuszak-Flejszman, *Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy*, Wydawnictwo Quality Progress, Poznań 2007; J.J. Dahlgard, K. Kristensen, G.K. Kanji, *Podstawy zarządzania jakością*, PWN, Warszawa 2000; W. Ładoński, K. Szoltysek (red.), *Zarządzanie jakością. Część 3. Metody kształtowania jakości w organizacji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.

Tabela 20. Kryteria klasyfikacji narzędzi zarządzania jakością

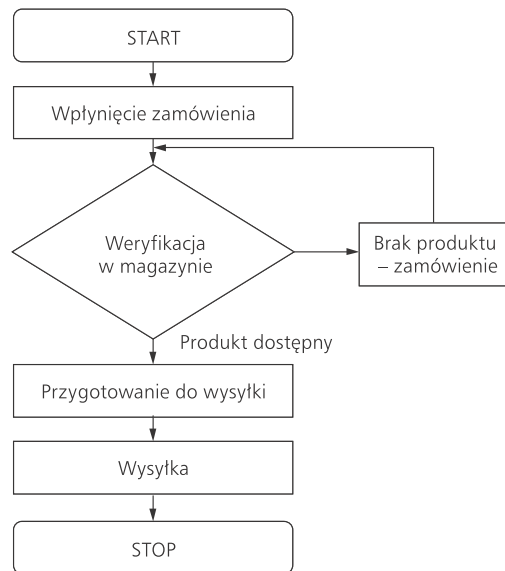
Narzędzie		Kryterium													
		Arkusz kontrolny	Karta Shewharta	Histogram	Diagram Ishikawy	Diagram Pareto	Wykres korelacji	Schemat blokowy	Diagram pokrewieństwa	Diagram relacji	Diagram systematyki	Diagram macierzowy	Macierzowa analiza danych	Diagram PDPC	Diagram strzałkowy
Cel stosowania	Wizualizacja							X			X			X	X
	Grupowanie	X			X				X						
	Monitorowanie	X	X	X											
	Wskazanie zależności	X			X		X	X	X	X	X	X	X		X
	Rangowanie					X							X		
	Ocena zdatości			X			X								
Charakter	Jakościowe	Opisowe						X						X	
		Kreatywne				X			X	X	X	X	X		
	Ilościowe	Opisowe	X	X			X								

Źródło: *Ibidem*, s. 44; Por.: A. Hamrol, *Zarządzanie jakością z przykładami*, PWN, Warszawa 2005, s. 231.

Tradycyjne narzędzia zarządzania jakością

Schemat blokowy

Schemat blokowy jest graficzną prezentacją poszczególnych etapów, czynności, zadań, od momentu ich rozpoczęcia do momentu zakończenia. Najczęściej narzędzie to wykorzystywane jest do opisu przebiegu procesu. Postać graficzna pozwala lepiej i szybciej analizować dany proces, a także wprowadzać ewentualne modyfikacje. Schematy blokowe mogą być proste lub rozbudowane. W przypadku tworzenia schematu blokowego istotne jest przyjęcie elementów graficznych, które będą opisywać poszczególne jego części, a następnie konsekwentne ich stosowanie przy konstruowaniu kolejnych schematów.



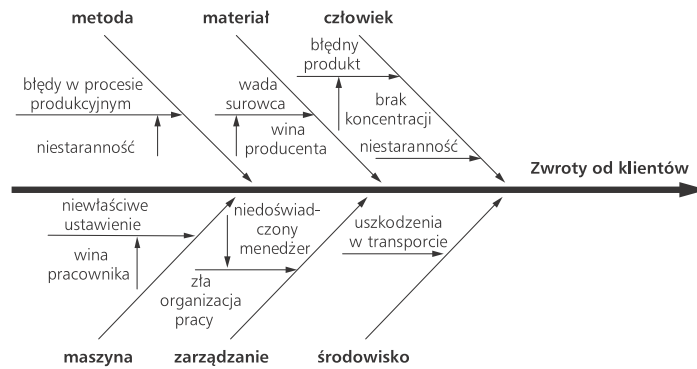
Rysunek 48. Schemat blokowy dla procesu – realizacja zamówienia od klienta

Źródło: opracowanie własne.

Diagram Ishikawy

Nazywany również diagramem przyczynowo-skutkowym, służy do identyfikacji przyczyn wpływających na dany skutek, którym zazwyczaj jest błąd, brak czy nieprawidłowość w danym procesie. Zgodnie z rysunkiem 49, na osi poziomej nanosi się ową nieprawidłowość, natomiast na strzałkach prowadzących do niej, w poszczególnych obszarach – przyczyny nieprawidłowości. Obszary, w których ulokowane są przyczyny, to z reguły: metoda, materiał, człowiek, maszyna, zarządzanie oraz środowisko. Obszary i ich nazewnictwo uzależnione są od rozpatrywanej niezgodności.

Diagram Ishikawy można odczytywać w dwojaki sposób. Analizując go od osi głównej do kolejnych przyczyn, odpowiada się na pytanie: dlaczego?, natomiast analizując go w odwrotną stronę, uzyskuje się odpowiedź na pytanie: jaki to przyniesie skutek? Wykres ten nie analizuje zależności pomiędzy poszczególnymi przyczynami, a jedynie identyfikuje je. Poniżej przykład wykresu dla problemu – wysoki wskaźnik zwrotu produktu od klientów.

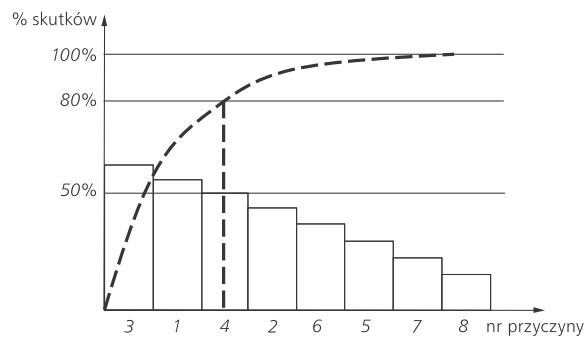


Rysunek 49. Postać diagramu K. Ishikawy

Źródło: opracowanie własne.

Diagram Pareto-Lorenza

Vilfredo Pareto był włoskim socjologiem i ekonomistą prowadzącym badania, szczególnie w okresie międzywojennym, nad dystrybucją dochodów ludności. Odkrył, że 20% ludności posiada 80% ogólnego dochodu. Stworzył uniwersalną zasadę, mówiącą, że 80% wszystkich zdarzeń wynika z 20% ich przyczyn (rys. 50). Przykładowo: 20% produktów generuje 80% przychodów ze sprzedaży, 20% pracowników popełnia 80% wszystkich błędów. Wyniki badań pokazały, że zasada ta ma swoje odniesienie do różnych zjawisk, które występują w przyrodzie, systemach technicznych, społecznych, gospodarczych¹⁶⁶.



Rysunek 50. Diagram Pareto-Lorenza – zasada 20/80

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Materiałów szkoleniowych TÜV SÜD Polska: *Pełnomocnik Systemu Zarządzania Jakością ISO 9001:2008*, wydanie 11/2009, s. 7.

¹⁶⁶ K. Szczepańska, *Metody i techniki TQM*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009, s. 97–98.

Opierając się na tej regule, rozwinięto technikę, która jest wykorzystywana m.in. do analizy ustalania potencjalnych możliwości obniżania kosztów. W ekonomii technika ta nosi nazwę analizy ABC. Analiza ABC oparta jest na założeniu, że procentowy udział czynników ważnych i mniej ważnych w ogólnej liczbie czynników jest zawsze taki sam. Kolejne litery, A, B i C oznaczają przynależność danego czynnika do jednej z trzech grup w zależności od ich znaczenia. Najważniejsze czynniki grupowane są w przedziale A i stanowią 15% liczby wszystkich czynników. Ich wartość to aż 65%, co jest spowodowane znaczeniem tych czynników dla efektu końcowego (wyniku). Przeciętne czynniki, B, to 20% liczby wszystkich czynników, a ich wartość wynosi 20%. Grupa C to czynniki mało ważne, stanowiące 65% wszystkich czynników, a ich udział w wartości wynosi 15%. Analiza ABC, podobnie jak diagram Pareto, służy do określenia działań, które są najważniejsze, biorąc pod uwagę efekty, jakie przynoszą. W przypadku narzędzi zarządzania jakością, wykorzystywanych do rozwiązywania problemów, zasada Pareto jest istotna, ponieważ pozwala określić te przyczyny, 20%, które powodują powstanie 80% problemów. Proporcje te nie zawsze muszą być takie, chodzi o wskazanie niewielkiej liczby przyczyn powodujących większość problemów.

Wykres oparty na podobnej analizie zastosował M.O. Lorenzo, dla zaprezentowania nierównomiernego rozkładu bogactwa. Przez kilka lat toczył się spór o autorstwo. Ostatecznie, postać graficzna nosi nazwę obu badaczy¹⁶⁷.

Histogram

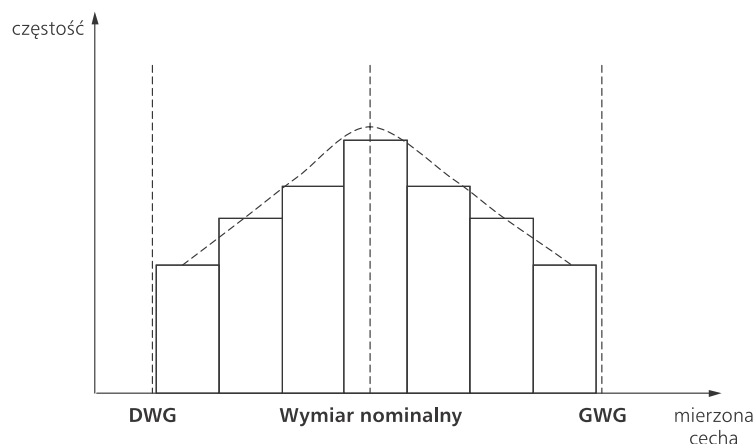
Jest narzędziem służącym do przedstawienia wykresów zmienności, informacji o przebiegu procesu oraz do podejmowania decyzji odnoszących się do tego, na czym należy się skupić w działaniach (rys. 51). Histogram powstaje na podstawie¹⁶⁸:

- 1) zebrania danych,
- 2) ustalenia rozstępów wartości,
- 3) ustalenia liczby przedziałów,
- 4) podzielenia liczby rozstępów przez liczbę przedziałów, co pozwala uzyskać szerokość przedziałów,
- 5) następnie, dodając do najniższej liczby wartości szerokości przedziałów uzyskujemy przedziały,
- 6) przyporządkowania danych do przedziałów,
- 7) zaznaczenia na wykresie ilości danych przypadających na dany przedział.

Wykres w postaci histogramu jest szczególnie przydatny na etapie wstępnej analizy danych, ponieważ pozwala opracować model rozkładu dla danej zmiennej.

¹⁶⁷ *Ibidem*, s. 98.

¹⁶⁸ M. Jakubiec, *Metody i narzędzia zarządzania jakością...*, op. cit., s. 95.

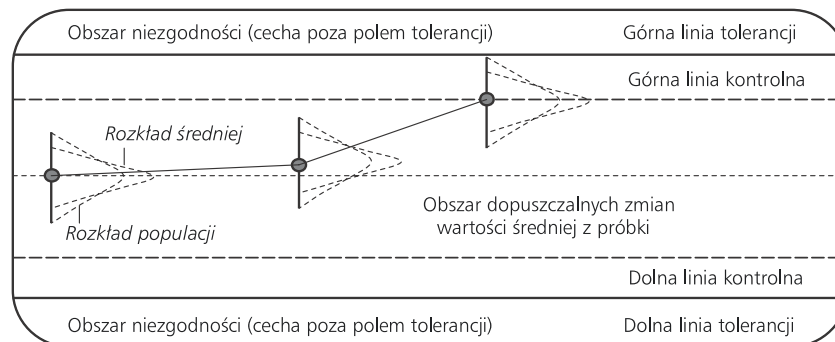


Rysunek 51. Przykład histogramu – rozkład normalny

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ibidem*, s. 7.

Karty kontrolne

Stanowią narzędzie o charakterze statystycznym, analizujące przebieg procesu, najczęściej produkcyjnego (rys. 52). Bazują na miarach statystycznych, jak np. średnia czy odchylenie standardowe. Miary te uzależnione są od postaci danych, które brane są do analizy. Kiedy proces jest pod tzw. kontrolą, wówczas zachowuje się losowo, tj. nieprzewidywalnie, wskutek przyczyn wywołujących przypadkową zmienność. Karta kontrolna ma sygnalizować każde odstępstwo od takiego stanu rzeczy, wywołanego przez przyczyny specjalne, nazywane też wyznaczalnymi, bez względu na to, czy działają one na wartość średnią czy na rozrzut. Karty kontrolne spełniają dwa główne cele: sygnalizują działanie, gdy wystąpiła zmiana, oraz sygnalizują brak działania, gdy nie ma zmian. Karty kontrolne mogą odnosić się do wspomnianych średnich wartości, wartości rozstępów oraz sum skumulowanych. Kryteria te definiują poszczególne rodzaje kart.



Rysunek 52. Przykład karty kontrolnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Szkoda, A. Świdorski, *Zastosowanie technik statystycznych w systemach zarządzania*, „Problemy Jakości” 2007, nr 1, s. 30.

Wykres korelacji

Jest narzędziem statystycznym wykorzystywanym do badania zależności między dwoma cechami, np. parametrami procesu. Wykres powstaje na podstawie współczynnika korelacji liniowej, tzw. współczynnika Pearsona. Aby obliczyć ten współczynnik, należy posiadać podane w postaci wykazu par indywidualnych wartości obu cech dla każdej z N badanych jednostek statystycznych. Współczynnik korelacji liniowej ma następujący wzór obliczeniowy:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{\bar{x}}) \times (y_i - y_{\bar{y}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{\bar{x}})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - y_{\bar{y}})^2}}$$

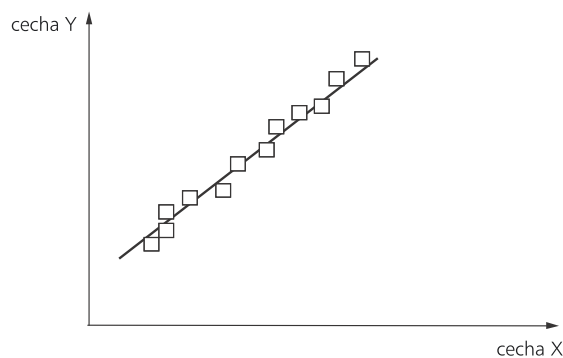
gdzie: x_i oraz y_i , oznaczają kolejne wartości badanych cech.

Własności współczynnika korelacji liniowej, a zatem i wykresu korelacji, jako narzędzia zarządzania jakością, są następujące¹⁶⁹:

- 1) jest miarą symetryczną, co oznacza, że obliczona siła i kierunek zależności są takie same, jak w odwrotnym oznaczeniu cech ($r_{xy} = r_{yx}$);
- 2) jest miarą niemianowaną, tzn. możliwe jest dokonywanie porównań korelacji dla różnych zestawów zmiennych;
- 3) jest miarą unormowaną, tzn. istnieją dolna i górna granica wartości; współczynnik ten znajduje się w przedziale od -1 do +1;

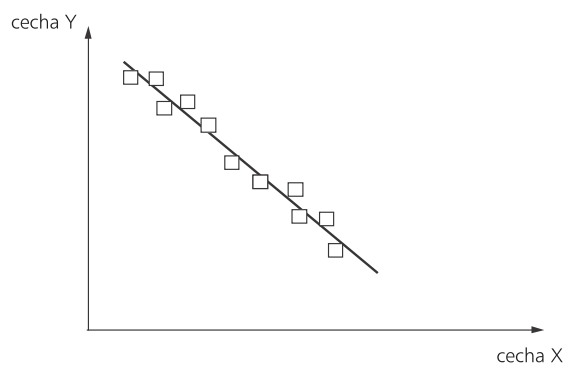
¹⁶⁹ W. Starzyńska (red.), *Podstawy statystyki...*, op. cit., s. 163–164.

- 4) pozwala określić zarówno siłę, jak i kierunek zależności między zmiennymi;
- 5) dodatni znak współczynnika wskazuje na dodatnią korelację między zmiennymi. Oznacza to, że wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy wzrost wartości drugiej cechy (rys. 53);
- 6) ujemny znak współczynnika wskazuje na ujemną zależność między zmiennymi. Oznacza to, że wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy spadek wartości drugiej cechy (rys. 54);
- 7) współczynnik korelacji równy 0 może świadczyć o zupełnym braku związku korelacyjnego między badanymi zmiennymi, albo jedynie o tym, że niespełnione jest założenie o liniowej zależności między zmiennymi (rys. 55).



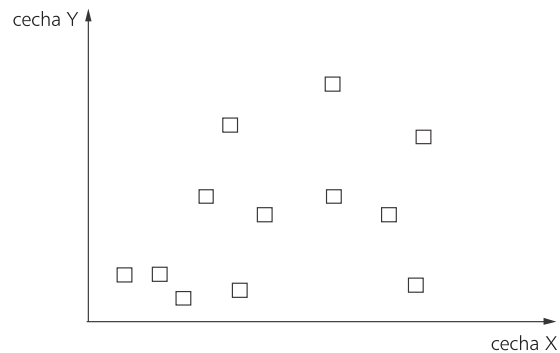
Rysunek 53. Linia korelacji dodatniej, zależność badanych cech wprost proporcjonalna

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 54. Linia korelacji ujemnej, zależność badanych cech odwrotnie proporcjonalna

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 55. Brak linii korelacji, brak zależności między badanymi cechami

Źródło: opracowanie własne.

Nowe narzędzia zarządzania jakością

Tzw. nowe narzędzia zarządzania jakością służą analizie problemów czy przedsięwzięć oraz planowaniu ich realizacji. W większym stopniu wykorzystuje się je do zjawisk o charakterze jakościowym (nie ilościowym). Każde z tych narzędzi może samoistnie stanowić instrument do identyfikacji, kategoryzacji, bądź analizy występujących problemów jakościowych. Narzędzia te wzajemnie się uzupełniają, dając możliwość osiągnięcia przez kierowników lub zespoły maksymalnej skuteczności wypracowanych rozwiązań. Nowe narzędzia zarządzania i doskonalenia jakości nie mają na celu wyeliminowanie „starych” narzędzi, wręcz przeciwnie stanowią uzupełnienie aparatu metodycznego w procesie identyfikacji, rozwiązywania i analizy problemów, czy też pomagają w prawidłowym (skutecznym) kierowaniu przedsięwzięciami, w tym i programami poprawy jakości w przedsiębiorstwie¹⁷⁰.

W tabeli 21 przedstawiono syntetyczną charakterystykę narzędzi zarządzania jakością, zaliczanych do tzw. nowych narzędzi.

Tabela 21. Charakterystyka nowych narzędzi zarządzania jakością

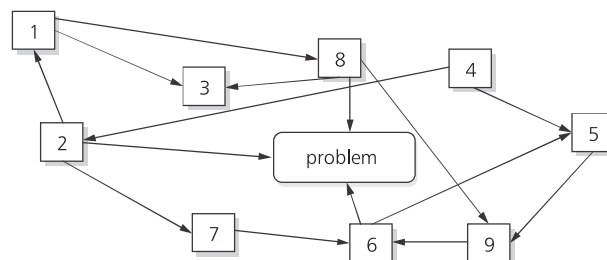
Narzędzie	Charakterystyka
Diagram relacji	Służy do porządkowania informacji i przedstawienia, które czynniki wpływają na określony problem i jakie zależności występują między tymi czynnikami. Służy do prezentacji złożonych problemów, ponieważ poszukuje logicznych zależności między czynnikami. Jest zbliżony do diagramu przyczynowo- skutkowego. Jego przydatność jest duża w procesie planowania, projektowania i rozwiązywania problemów (rys. 56).

¹⁷⁰ K. Szczepańska, *Metody i techniki TQM...*, op. cit., s. 109.

Narzędzie	Charakterystyka
Diagram pokrewieństwa	Jest narzędziem zbierania, porządkowania i logicznego przedstawienia pomysłów lub zagadnień tego samego rodzaju. Jest zaliczany do narzędzi porządkowania pomysłów, z wykorzystaniem dla ich identyfikacji burzy mózgów. Diagram pokrewieństwa jest szczególnie przydatny, gdy mamy do czynienia z dużą liczbą pomysłów czy informacji dotyczących złożonego problemu. Ponadto, w przypadku wdrożeń konkretnych rozwiązań, diagram może wspierać proces i przyczynić się do zwiększenia jego efektywności (rys. 57 i 58).
Diagram systematyki	Służy do określenia problemów decyzyjnych, wariantów decyzji oraz prawdopodobieństwa otrzymania każdego z wyników. Diagram przedstawia ciąg decyzji, prawdopodobieństw i różnych ich kombinacji w sposób łatwy do analizy i wyboru racjonalnych decyzji. Jego przydatność jest szczególnie widoczna przy rozwiązywaniu problemów o charakterze strukturalnym i przy podejmowaniu decyzji w warunkach niepewności. Diagram systematyki, zgodnie ze swoją nazwą, w sposób systematyczny ujmuje i przedstawia kategorie (czynności), które należy podjąć lub zrealizować podczas planowania przedsięwzięć lub też w procesie rozwiązywania problemów. Jest jednym z wielu narzędzi procesu podejmowania decyzji, a jego zastosowanie zwiększa możliwość tworzenia wariantów rozwiązań (decyzji) oraz uwzględnia oczekiwane wartości docelowe (rys. 59).
Diagram macierzowy	Celem wykorzystania tego narzędzia jest przedstawienie powiązań i zależności między zmiennymi, np. zadaniami, procesami, parametrami czy czynnościami. W narzędziu tym zmienne umieszczane są w macierzach (rzęd-kolumna), a kierunek wektora wskazuje na istnienie powiązań. Istnieje wiele postaci diagramów macierzowych, typu L, T, X i Y (rys. 60). Na podstawie diagramów macierzowych, stosowanych w sferze zarządzania, produkcji i administracji powstała koncepcja rozwinięcia funkcji jakości – <i>Quality Function Deployment</i> , z charakterystycznym domem jakości, omówionym w poprzednim podrozdziale.
Macierzowa analiza danych	Jest to ilościowe narzędzie służące identyfikacji struktury dużych zbiorów danych. Danymi wejściowymi do analizy są macierze składające się ze zmiennych (kolumny) i obserwacji badanego zjawiska (wiersze). Macierzowa analiza danych zawiera parametry – wartości liczbowe kształtowania się poszczególnych zmiennych. Proces zbierania i opracowania danych jest z reguły trudny i czasochłonny, a także kosztochłonny, ponieważ nierzadko wymaga on zastosowania komputerowego wspomaganie do przeprowadzenia analiz wielokryterialnych. Wynika to z faktu, że dane do macierzowej analizy danych pochodzą z badań marketingowych oraz analiz rynku (rys. 61).

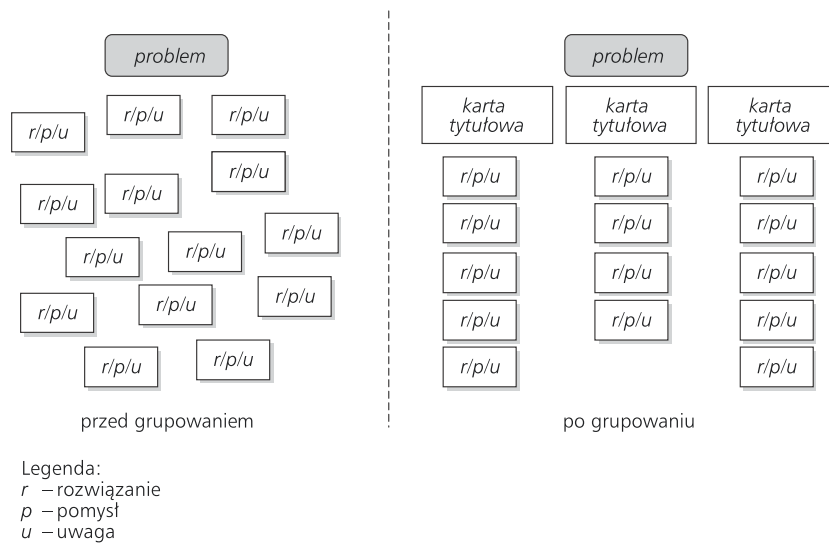
Diagram PDPC – planowania procesu decyzyjnego	Diagram ten służy do analizy wszelkich możliwych do wystąpienia problemów, począwszy od identyfikacji problemu, a skończywszy na wprowadzeniu jego rozwiązania. Podaje alternatywne rozwiązania dla danego wariantu decyzji. Wnioski, które formułuje się na podstawie wyników diagramu są podstawą do określenia alternatywnych środków zapobiegawczych, które będą możliwe do zastosowania w przypadku wystąpienia przewidzianych problemów. Diagram ten jest uproszczoną wersją diagramu systematyki (rys. 62).
Diagram strzałkowy	Przedstawia graficznie strukturę przedsięwzięcia lub projektu za pomocą sieci-grafu. Wykorzystywany do planowania przedsięwzięć lub projektów i ustalenia kolejności wykonywania poszczególnych zadań, co ułatwia ich kontrolę. U jego podstaw leży tzw. lista zbiorcza, zawierająca spis działań lub czynności. Geneza tego narzędzia sięga badań operacyjnych, gdzie ich istota polega na przyjęciu założenia, że podstawą podejmowania decyzji jest logiczne rozumowanie, poparte wnikliwą i metodyczną analizą, prowadzącego do optymalnego rozwiązania. Diagram strzałkowy znajduje zastosowanie do skomplikowanych i mało przejrzystych projektów, ponieważ stwarza możliwość przeglądu poszczególnych kroków, których podjęcie warunkuje realizację projektu. Wyróżnić można dwa podstawowe modele diagramu strzałkowego: CPM (<i>Critical Path Method</i> , odpowiedni dla procesów powtarzalnych, w których zadania mają stały czas trwania i znane są terminy realizacji) i PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i> , dla procesów niepowtarzalnych, w których można jedynie w przybliżeniu oszacować okres realizacji i terminy zakończenia zadania). Diagram strzałkowy został zaprezentowany na rys. 63.

Źródło: K. Szczepańska, *Metody i techniki TQM*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009, s. 109–110, 112, 115, 120, 126–128, 128, 130–131.



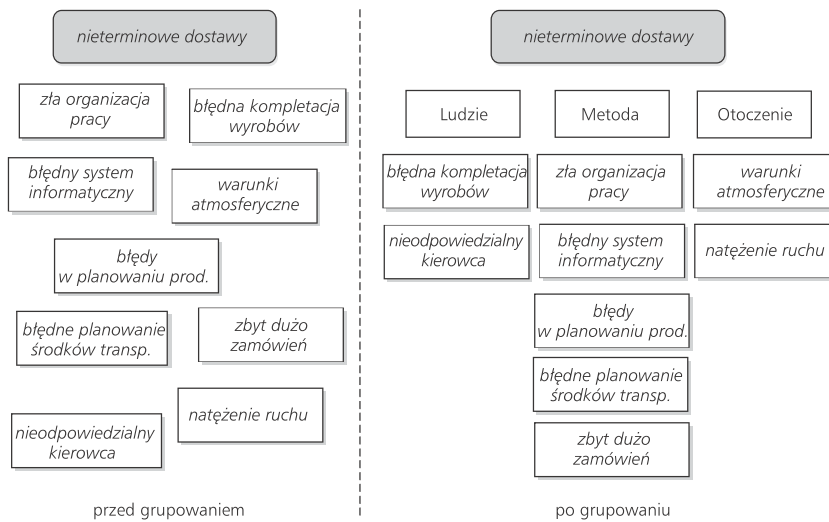
Rysunek 56. Diagram relacji

Źródło: M. Jakubiec, *Metody i narzędzia zarządzania jakością*, [w:] L. Bylinko, M. Jakubiec, M. Kubański (red.), *Zarządzanie XXI wieku. Zarządzanie logistyką i jakością*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała 2012, s. 98.



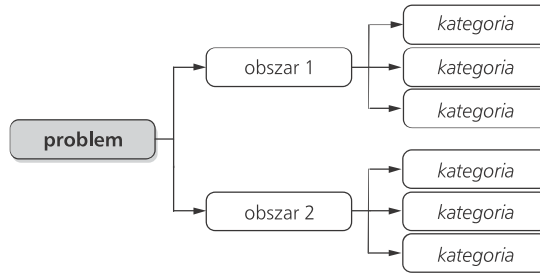
Rysunek 57. Diagram pokrewieństwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Szczepańska, *Metody i techniki TQM*, op. cit., s. 110–111.



Rysunek 58. Diagram pokrewieństwa – przykład

Źródło: opracowanie własne.



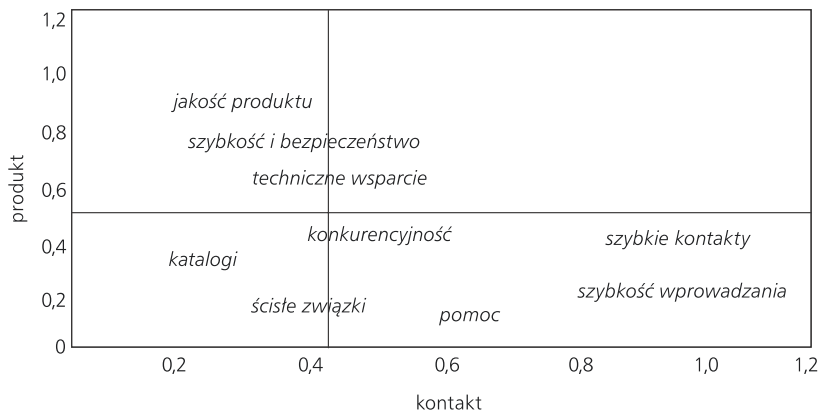
Rysunek 59. Diagram systematyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Szczepańska, *Metody i techniki TQM...*, op. cit., s. 117.

Powiązania czynników A pomiędzy sobą →	Opis czynnika 1 w grupie A	Opis czynnika 2 w grupie A	Znaczenie czynników B w aspekcie II ↓		
Znaczenie czynników B w aspekcie I ↓			Kryterium		
Znaczenie czynnika 1 w grupie B			1	2	3
Znaczenie czynnika 2 w grupie B					

Rysunek 60. Diagram macierzowy, typ Y

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Żuchowski, E. Łagowski, *Narzędzia i metody doskonalenia jakości*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2004, s. 102 oraz J. Łuczak, A. Flejszman-Matuszak, *Metody i techniki zarządzania jakością. Kompedium wiedzy*, Quality Progress, Poznań 2007, s. 306–307.



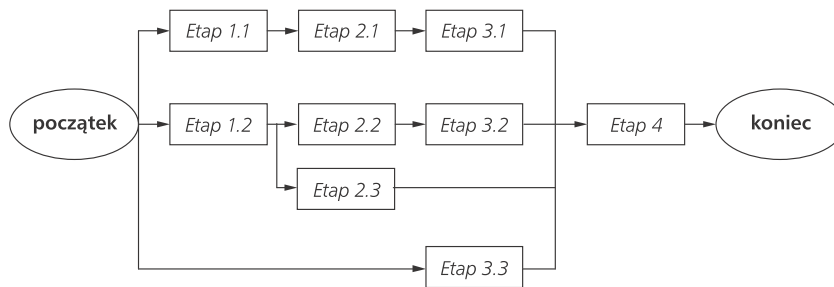
Rysunek 61. Macierzowa analiza danych – czynniki zadowolenia klientów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J.J. Dahlgaard, K. Kristensen, G.K. Kanji, *Podstawy zarządzania jakością*, PWN, Warszawa 2000, s. 134.

	Wykonawca				Potencjalne zagrożenie	Sposób postępowania
	A	B	...	C		
Krok 1	■				awaria	wezwać X
Krok 2		■				
...						
Krok n			■		opóźnienie	zawiadomić X

Rysunek 62. Wykres programowy procesu decyzji

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Myszewski, *Po prostu jakość – podręcznik zarządzania jakością*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2009, s. 155.



Rysunek 63. Diagram strzałkowy

Źródło: M. Jakubiec, *Metody i narzędzia...*, op. cit., s. 103.