

**Anna MAZUR  
Hanna GOŁAŚ**

# **ZASADY, METODY I TECHNIKI WYKORZYSTYWANE W ZARZĄDZANIU JAKOŚCIĄ**



**Wydawnictwo  
Politechniki Poznańskiej**



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**WIEDZA  
DLA GOSPODARKI**

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



---

Materiały dydaktyczne współfinansowane ze środków Unii Europejskiej  
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

# Projekt WIEDZA DLA GOSPODARKI nr POKL 04.01.01-00-250/09

Realizator projektu

POLITECHNIKA POZNAŃSKA pl. M. Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań  
tel. +48 (61) 665 3957 faks +48 (61) 665 36 99; e-mail: wdg@put.poznan.pl; www.wdg.put.poznan.pl

Recenzent

prof. dr hab. inż. ROMUALD KOLMAN Politechnika Gdańska

Opracowanie komputerowe – Maria Kalinowska

Projekt okładki – Andrzej Jakubowski

Redakcja – Krystyna Bubacz

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

**Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie**

ISBN 978-83-7143-908-7

Wydanie I

Copyright © by Politechnika Poznańska, Poznań 2010

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ  
pl. M. Skłodowskiej-Curie 2, 60-965 Poznań  
tel. +48 (61) 665 3516, faks +48 (61) 665 3583  
e-mail: office\_ed@put.poznan.pl  
www.ed.put.poznan.pl

Druk: perfekt druk  
ul. Grodziska 11, 60-363 Poznań  
tel. (061) 8611181-83

## SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW I OZNACZEŃ .....	5
PRZEDMOWA.....	6
1. PODSTAWY ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ .....	7
1.1. Pojęcie jakości .....	7
1.2. Pojęcie zarządzania .....	9
1.3. Rozwój zarządzania jakością .....	12
1.4. Istota zarządzania jakością – ciągłe doskonalenie .....	22
2. ZASADY, METODY, NARZĘDZIA I TECHNIKI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ .....	26
2.1. Podstawowe pojęcia związane z instrumentarium zarządzania jakością .....	26
2.2. Klasyfikacja zasad, metod, technik i narzędzi zarządzania jakością ....	29
2.2.1. Klasyfikacja według faz cyklu życia wyrobu/procesu.....	32
2.2.2. Klasyfikacja według cyklu organizacyjnego Le Chateliera .....	37
2.2.3. Klasyfikacja według wykonawcy .....	39
2.2.4. Klasyfikacja według cyklu Deminga .....	41
2.2.5. Klasyfikacja według funkcji zarządzania.....	43
2.2.6. Klasyfikacja według etapów wdrażania i eksploatacji systemu zarządzania jakością.....	44
3. PRZEGLĄD I ZASTOSOWANIE INSTRUMENTARIUM ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ.....	47
3.1. Zasady zarządzania jakością .....	47
3.1.1. Zasada pracy zespołowej .....	47
3.1.2. Kaizen .....	50
3.1.3. Poka-Yoke.....	54
3.1.4. Zero defektów .....	55
3.1.5. Osiem zasad zarządzania jakością .....	56
3.1.6. Czternaście zasad Deminga .....	57
3.1.7. Zasady wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu jakości ....	58
3.2. Metody zarządzania jakością .....	59
3.2.1. FMEA – analiza przyczyn i skutków wad .....	59
3.2.2. QFD – rozwinięcie funkcji jakości .....	68
3.2.3. SPC – statystyczne sterowanie procesem .....	71
3.2.4. DOE – planowanie eksperymentów .....	77
3.2.5. Raport 8D.....	79
3.2.6. 5S .....	83

3.3. Narzędzia zarządzania jakością .....	85
3.3.1. Six Sigma .....	85
3.3.2. Pięć razy „dlaczego” – 5WHY .....	87
3.3.3. Diagram Ishikawy .....	89
3.3.4. Diagram Pareto-Lorenza .....	93
3.3.5. Diagram przepływu (schemat blokowy, algorytm) .....	95
3.3.6. Karty kontrolne Shewharta .....	97
3.3.7. Histogram .....	98
3.3.8. Burza mózgów .....	99
3.3.9. Nowe narzędzia zarządzania jakością .....	100
3.4. Techniki zarządzania jakością .....	105
LITERATURA .....	107
Spis rysunków .....	111
Spis tabel .....	112
Spis wzorów .....	113

## WYKAZ SKRÓTÓW I OZNACZEŃ

ASQC	American Society of Quality Control – Amerykańskie Stowarzyszenie Sterowania Jakością
DOE	Design of Experiments – projektowanie eksperymentów
EOQC	European Organization of Quality Control – Europejska Organizacja Kontroli Jakości
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis – analiza przyczyn i skutków wad
JUSE	Union of Japanese Scientists and Engineers – Japońskie Towarzystwo Naukowo-Inżynieryjne
PDPC	wykres programowy procesu decyzji, plan działania
QA	Quality Assurance – zapewnienie jakości
QC	Quality Control – kontrola jakości
QFD	Quality Function Deployment – rozwinięcie funkcji jakości
SPC	Statistic Proces Control –statystyczna kontrola procesu
SQC	Statistic Quality Control – statystyczna kontrola jakości
TQC	Total Quality Control – totalna kontrola jakości
TQM	Total Quality Management – totalne zarządzanie jakością
TPM	Total Productive Maintenance – totalne utrzymanie ruchu
7NT	siedem narzędzi tradycyjnych
7NN	siedem narzędzi nowych
7NS	siedem narzędzi statystycznych

## PRZEDMOWA

Niniejszy podręcznik jest przeznaczony dla studentów politechnicznych studiów magisterskich drugiego stopnia kierunku „zarządzanie”. Nauczanie przedmiotu „zasady, metody i techniki zarządzania jakością” ma na celu przekazanie studentom ogólnej wiedzy z zakresu wykorzystania instrumentarium jakości, a przede wszystkim nabycie umiejętności praktycznego wykorzystania tego instrumentarium w doskonaleniu działań podejmowanych w przedsiębiorstwach zarówno produkcyjnych, jak i usługowych.

W rozdziale pierwszym wyjaśniono pojęcia związane z jakością, zarządzaniem oraz zarządzaniem jakością. Zaprezentowano rys historyczny rozwoju zarządzania jakością, położono nacisk na wyjaśnienie istoty zarządzania jakością we współczesnym świecie – jest nią ustawiczne doskonalenie i dążenie do ciągłej poprawy. Rozdział drugi stanowi wyjaśnienie pojęć: zasada, metoda, narzędzie oraz technika. Zaprezentowano przegląd definicji tych pojęć, a także obszerną klasyfikację instrumentarium jakości. Rozdział trzeci jest poświęcony prezentacji wybranych instrumentów zarządzania jakością z wnikliwym opisem oraz przykładami zastosowania. Niektóre z prezentowanych w podręczniku opracowań powstawały w ciągu ostatnich 4 lat podczas realizowania prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, pod nadzorem i z udziałem autorek podręcznika. W związku z powyższym autorki dziękują studentom za zaangażowanie w praktyczne opracowania zastosowań wielu zasad, metod, narzędzi i technik jakości; w szczególności dziękują: Monice Aleksander, Danucie Kąkol, Monice Klawikowskiej, Tomaszowi Łężakowi i Dariuszowi Warosiowi.

W podręczniku nie poruszono aspektów, mocno osadzonej w nauce o jakości, problematyki inżynierii jakości, ponieważ jest ona przedmiotem opracowania Małgorzaty Jasiulewicz-Kaczmarek i Waldemara Prussaka pt. „Inżynieria systemów pro jakościowych”.

Prezentowany podręcznik może być wykorzystywany przez studentów innych uczelni i odrębnych kierunków studiów, którzy są związani z problematyką jakości, doskonalenia i stosowania instrumentarium zarządzania jakością.

# 1. PODSTAWY ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

## 1.1. POJĘCIE JAKOŚCI

Problemem jakości interesowano się od dawna. Także obecnie zajmuje się nim wielu filozofów, teoretyków, praktyków. Pierwsze zapisy dotyczące jakości można odnaleźć w Kodeksie Hammurabiego wydanym w 1750 roku przed Chrystusem, gdzie nakazywano ukarać śmiercią murarza w sytuacji, gdyby zbudowany przez niego dom zawalił się i zabił mieszkańców. W roku 1664 reformator francuskiej gospodarki Jean Baptiste Colbert pisał, że „jeżeli fabryki dzięki starannej pracy zagwarantują dobrą jakość wyrobów, wówczas obcokrajowcy chętnie będą się w nie zaopatrywali, a do Królestwa popłyną pieniądze” [67].

W literaturze można spotkać wiele zróżnicowanych pojęć i definicji jakości, co wynika z punktu widzenia, kategorii i aspektu, w jakim pojęcie jakości można rozpatrywać, a mianowicie w aspekcie:

- *filozoficznym*, jako wyodrębnienie z rzeczy i zjawisk elementów, które uznać można za jakościowo jednorodne,
- *prawnym*, jako przestrzeganie norm jakościowych, ujętych w odpowiednich przepisach,
- *socjologicznym*, jako ustosunkowanie się użytkowników do określonych cech wyrobów,
- *humanistycznym*, jako kształtowanie warunków życia i pracy sprzyjających wzrostowi poziomowi kultury i moralności środowiska ludzkiego,
- *technicznym*, jako zrozumienie preferowania określonych właściwości jakościowych nadawanych przedmiotom, w celu wykazania optymalnej przydatności społecznej i użytkowej spełniającej oczekiwania użytkowników,
- *ekonomicznym*, jako uwzględnienie użyteczności społecznej, przydzielonych wyrobom właściwości jakościowych [47].

Jakość jest jednym z tych pojęć, które niełatwo poddają się próbom ścisłego definiowania. Jedną z przyczyn jest fakt, że jakość nie jest pojęciem jednoznacznym, a często zależy od kontekstu, w którym zostało użyte. Spotykane w piśmiennictwie definicje jakości przedstawiono w tabeli 1.1.

Analizując tabelę 1.1 można zauważyć, że interpretacje pojęcia jakości są bardzo różne. Pewna grupa naukowców przypisuje jakości sens absolutny, traktując jakość jako kategorię realnie istniejącą, dającą się opisywać bądź mierzyć, inna grupa wyznaje pogląd, że w odniesieniu do jakości można mówić wyłącz-

nie o wzroście bądź spadku jej poziomu, negując pogląd mierzenia absolutnych wartości jakości [22].

Tabela 1.1. Definicje jakości spotykane w literaturze (opracowanie na podstawie [6, 11, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 47, 51, 54, 55, 67, 71])

Autor	Definicja jakości
Ansell	to dawanie klientom tego, czego chcą, kiedy zechcą, po właściwej cenie i bez popełniania błędów.
Arystoteles	to to, co sprawia, że „rzecz jest rzeczą, którą jest”, cechy odróżniające daną rzecz od innych rzeczy tego samego rodzaju.
Crosby P.	to spełnienie wymagań.
Cyceron	to właściwość przedmiotu.
Deming E. W.	to przewidywany stopień jednorodności i niezawodności osiągnięty po niskich kosztach i stosownie do wymagań rynkowych.
Descartes Rene	to tylko subiektywne reakcje naszych zmysłów.
EOQC <sup>1</sup>	to stopień spełnienia przez wyrób wymagań odbiorcy, wypadkowa jakości projektu i jakości produkcji.
Juran J.	to zdatność do użycia lub zastosowania.
Kindlarski E.	to stopień, w jakim wyrób może spełnić wymagania odbiorcy.
Kolman R.	to stopień spełnienia zbioru wymagań, których całkowite zaspokojenie oznacza osiągnięcie stanu doskonałości względnej.
Lao Tsu	to doskonałość, do której trzeba dążyć, lecz nie daje się jej osiągnąć.
Mantura W.	to niepusty zbiór cech, $J = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$
Masaaki Imai	to to, co można poprawić.
Muhlemann	to zaspokojenie potrzeb i spełnienie wymagań konsumenta.
Olejnik T., Wieczorek R.	to właściwość charakteryzująca przydatność wyrobu do sprawnego spełniania funkcji oczekiwanych ze strony użytkowników.
Platon	to sąd wartościujący, oznaczający stopień doskonałości w stosunku do idei.
PN-EN ISO 9000:2006	to stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania
Taguchi G.	to strata społeczna, jaką może spowodować wyrób po przekazaniu go odbiorcy.

<sup>1</sup> Europejska Organizacja Kontroli Jakości (ang. *European Organization of Quality Control*).



## 1.2. POJĘCIE ZARZĄDZANIA

Zarządzanie kształtowało się przez wieki pod wpływem czynników społecznych, gospodarczych i politycznych. Towarzyszyło człowiekowi w wielu aspektach życia, jednak miało charakter bardzo ograniczony. Człowiek wykorzystywał racjonalnie swój czas, zarządzał swoim otoczeniem, zapasami, gospodarstwem domowym, swoimi podwładnymi, pracownikami, wojskiem itp., czyli wykorzystywał elementy zarządzania, jak planowanie i podział pracy, koordynowanie, proste czynności administracyjne czy dysponowanie zasobami.

W literaturze pojawia się wiele pojęć zarządzania. Jest ono definiowane jako [2, 9, 31, 56]:

- zbiór funkcjonalnie wyodrębnionych czynności charakterystycznych dla zorganizowanych przedsięwzięć angażujących więcej niż jeden podmiot działania;
- dokładne poznanie tego, czego się oczekuje od ludzi, a następnie dopilnowanie, by wykonali to w najlepszy i najtańszy sposób;
- proces doprowadzania do wykonania określonych rzeczy sprawnie<sup>2</sup> i skutecznie<sup>3</sup>;
- proces planowania, organizowania, przewodzenia i kontrolowania pracy członków organizacji oraz wykorzystywania wszystkich dostępnych zasobów organizacji do osiągnięcia jej celów w sposób sprawny i skuteczny.

Z uwagi na złożoność zagadnienia zarządzania należy je rozumieć wielowymiarowo, przez pryzmat samego zarządzania (funkcji zarządzania), zasięgu celów oraz przez organizację, w której zarządzanie jest prowadzone (zarządzanie jednostek, procesów/działań, zasobów). Wielowymiarowość zarządzania przedstawiono na rysunku 1.1.

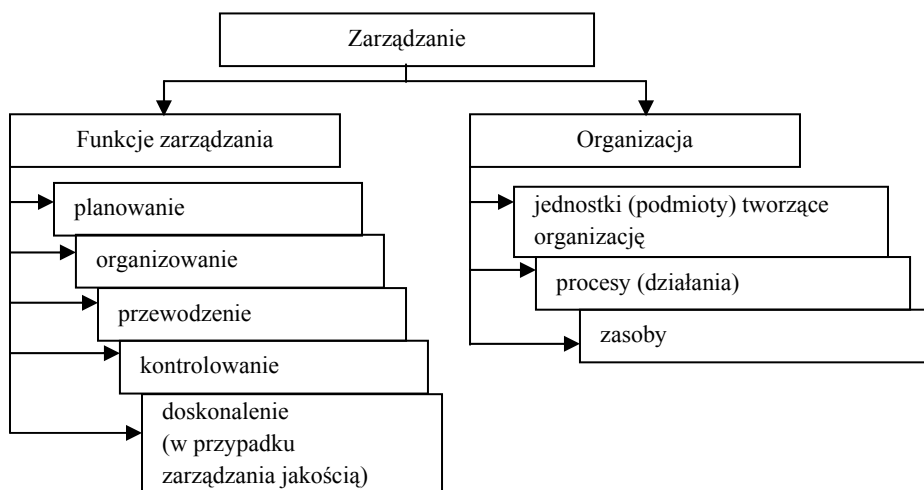
Zarządzanie przedsiębiorstwem opiera się na czterech podstawowych funkcjach (rys. 1.1), którymi są:

- planowanie,
- organizowanie,
- przewodzenie,
- kontrolowanie.

---

<sup>2</sup> Sprawność oznacza wykonywanie zadania w sposób poprawny i odnosi się do stosunku między nakładami a wynikami. Na przykład zwiększa się sprawność, gdy uzyska się albo większy wynik z danego nakładu, albo taki sam wynik przy zmniejszonych nakładach. Kierownicy mają do czynienia z nakładami będącymi rzadkimi zasobami (pieniężnymi, ludźmi, sprzętem), a więc troszczą się o ich sprawne wykorzystanie [31]. W nurtach filozofii nawiązujących do arystotelizmu oznacza trwałą zdolność do dokonywania czegoś nabytą podczas działania. W ujęciu technicznym oznacza stosunek uzyskanego efektu działania do środków zużytych do tego celu, określony w procentach [17].

<sup>3</sup> Skuteczność oznacza wykonanie jakiegoś zadania w sposób gwarantujący osiągnięcie celu [31], oznacza stopień, w jakim planowane działania są zrealizowane i planowane wyniki osiągnięte [51]. Z pojęciem skuteczności związane jest pojęcie efektywności rozumiane jako relacja między osiągniętymi wynikami a wykorzystanymi zasobami [51].



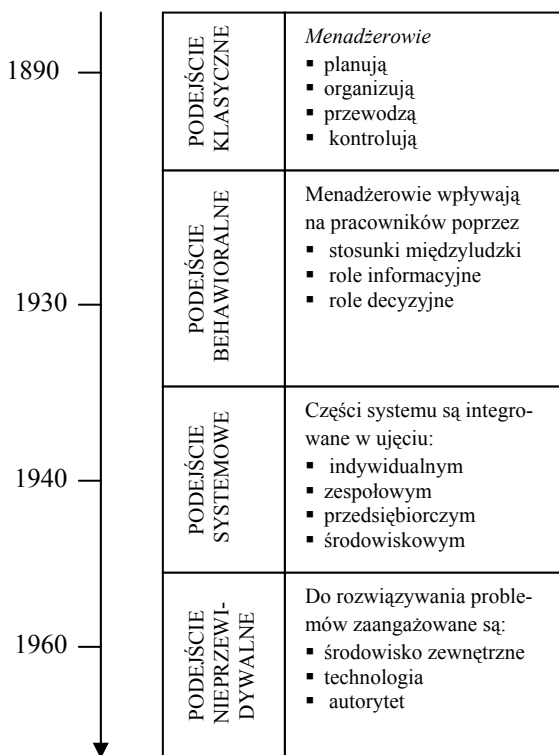
Rys. 1.1. Wielowymiarowość zarządzania (opracowani na podstawie [13])

Tabela 1.2. Wyjaśnienie funkcji zarządzania (opracowanie na podstawie [2, 9, 12, 31, 46, 50, 53, 56, 66])

Funkcja zarządzania	Wyjaśnienie
Planowanie	Sformalizowany sposób określenia pożądanego stanu przyszłego i terminu jego realizacji oraz ustalenie działań niezbędnych do osiągnięcia tego stanu. Pozostaje w ścisłym związku z procesem podejmowania decyzji z określonego zbioru dostępnych rozwiązań.
Organizowanie	Polega na synchronizacji i koordynacji działań własnych kierownika i jego podwładnych oraz na ukształtowaniu odpowiednich warunków dla tych działań. Jest to proces związany z: porządkowaniem, przydzielaniem, koordynowaniem działań i zasobów poszczególnym członkom organizacji, nawiązaniem współpracy w ramach określonej struktury stosunków, wprowadzeniem określonego ładu w przedsiębiorstwie. Efektem organizowania w przedsiębiorstwie jest struktura organizacyjna.
Przewodzenie (motywowanie)	Polegają na takim oddziaływaniu na ludzi, aby podejmowane przez nich działania zmierzały do realizacji określonych celów. Zadaniem przywódcy jest zachęcanie do wspólnego wykonywania potrzebnych zadań i wspólnego osiągnięcia celów wytyczonych w funkcjach planowania i organizowania.
Kontrola	Polega na ustalaniu wyników i postępu w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa. Jest to obserwacja i systematyczne wprowadzanie korekt do bieżących działań dla ułatwienia realizacji celów. Kontrola polega na porównaniu rzeczywistych wyników z planowanymi oraz na korygowaniu błędów. Wpływa również na kształt działań podejmowanych w przyszłości. Wyniki kontroli stanowią istotne dane wejściowe do kolejnego przebiegu procesu planowania.
Doskonalenie	Jest to ciąg działań prowadzących do rozwiązywania zauważonych i przewidywanych problemów. Podejmowanie działań w celu uzyskania dodatkowych korzyści dla przedsiębiorstwa i jego klientów. Dotyczy doskonalenia zarówno działań, jak i produktów.

W zarządzaniu jakością należy również wyłonić piątą funkcję jaką jest doskonalenie. Wyjaśnienie funkcji zarządzania przedstawiono w tabeli 1.2.

Powyższe funkcje wywodzą się z klasycznej koncepcji zarządzania. Należy jednak zauważyć, że zarządzanie jest pojęciem, które znaczenie ewoluowało na przestrzeni lat. Historyczne ujęcie podejścia do problematyki zarządzania zaprezentowano na rysunku 1.2.



Rys. 1.2. Historyczny przegląd podejścia do problematyki zarządzania (opracowanie na podstawie [31])

Rozwój zarządzania spowodował wyłonienie się dwóch specyficznych – z punktu widzenia zarządzania jakością – kierunków: zarządzanie systemowe i procesowe. W systemowym<sup>4</sup> podejściu do zarządzania rozróżniamy system zarządzający i zarządzany. Oznacza to, że w przedsiębiorstwie występują jednostki organizacyjne pełniące rolę zarządczą i jednostki im podległe pełniące funkcję wykonawczą. W takim ujęciu zarządzanie jest tylko wtedy możliwe, gdy system sterowany zawiera podsystem społeczny [11]. Procesowe podejście do

<sup>4</sup> System (grec. *systema*) jest to skoordynowany układ elementów, zbiór tworzący pewną całość, uwarunkowaną stałym i logicznym uporządkowaniem jego części składowych [62].

zarządzania polega na identyfikowaniu, rozumieniu i zarządzaniu systemem wzajemnie powiązanych procesów w celu osiągnięcia maksymalnej efektywności i skuteczności działania organizacji [54].

### 1.3. ROZWÓJ ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Zarządzanie jakością według normy ISO 9000:2006 to skoordynowane działania dotyczące kierowania organizacją i jej nadzorowania w odniesieniu do jakości [51]. Zarządzanie jakością jest funkcją menedżerską odpowiedzialną za wszystkie aspekty jakości produkowanych przez przedsiębiorstwo wyrobów, lub świadczonych usług. Jest to planowe i zorganizowane oddziaływanie systemu zarządzającego (np. pracownicy tworzący służbę jakości) na system zarządzany, w skład którego wchodzi to wszystko, co zmierza bezpośrednio do spełnienia wymagań jakościowych. Zadaniem nadrzędnym zarządzania jakością jest ciągłe doskonalenie [12]. Zarządzanie jakością obejmuje wszystkie działania z zakresu zarządzania, które decydują o polityce jakości, celach i odpowiedzialności, a także ich realizacji w ramach systemu jakości, za pomocą takich środków, jak:

- planowanie jakości (ustanowienie celów jakości),
- zapewnienie jakości (wzbudzenie zaufania),
- sterowanie jakością (spełnienie wymagań, wysterowanie wszelkich zakłóceń),
- doskonalenie jakości [11, 12, 54].

Zarządzanie jakością ma charakter wielowymiarowy i interdyscyplinarny. Wybrane zagadnienia zarządzania jakością powiązane są z różnymi dziedzinami wiedzy i nauki (tab. 1.3).

Analizując przedstawioną tabelę, można zauważyć, że problematyka zarządzania jakością wymusza konieczność znajomości wielu dziedzin nauki. Należy również zauważyć, że pojęcie zarządzania jakością ewoluowało przez lata, co zaprezentowano na rysunku 1.3.

Już Egipcjanie dzięki rozwojowi technik inżynieryjnych, a także arytmetyki, geometrii oraz technik o prowadzeniu pomiarów podjęli prace na rzecz kontroli jakości, czego dowodem są przetrwałe do dziś precyzyjne konstrukcje piramid. Wkład starożytnych Greków w rozwój założeń formalnego podejścia do kontroli jakości widoczny jest w obszarze architektury, literatury, matematyki oraz sztuki, natomiast Rzymian – w architekturze i naukach inżynieryjnych, a największym ich osiągnięciem było wynalezienie betonu, a także znaczne postępy w budowie dróg i mostów oraz w projektowaniu przestrzennych wnętrz.

Osiągnięcia kultur starożytnych pozostały fundamentem współczesnego, już sformalizowanego podejścia do kontroli jakości, której początków należy szukać w średniowieczu, kiedy to produkcją towarów trudniły się jednostki lub niewielkie grupy osób. W średniowieczu wykonawcy byli jednocześnie kontrolerami wyników swojej pracy, a tym samym posługiwali się indywidualnie wypracowanymi standardami jakości. W tym samym czasie w Europie powstawały ak-

tywne cechy rzemieślnicze odzwierciedlające się w stowarzyszeniach mistrzów rzemiosła zorganizowanych w celu ochrony swoich ekonomicznych i społecznych interesów. Poza wprowadzeniem pewnych lokalnych uregulowań makroekonomicznych, ustanowieniem monopoli i stabilnych poziomów cen dokonały one specyfikacji standardów jakości dla wytwarzanych w owym czasie produktów.

Tabela 1.3. Obszary zarządzania jakością i związane z nią dziedziny nauki (opracowanie na podstawie [12])

Planowanie celów jakościowych	←	Marketing, Socjologia, Zarządzanie
Planowanie i utrzymywanie zasobów potrzebnych do osiągnięcia celów jakościowych	←	Zarządzanie, Ekonomia
Motywowanie do osiągnięcia celów jakościowych	←	Psychologia, Socjologia, Zarządzanie
Tworzenie bezpiecznego środowiska pracy	←	Ergonomia, Socjologia
Normalizacja i organizowanie systemu jakości	←	Prawo, Zarządzanie
Komunikacja	←	Informatyka, Socjologia, Psychologia
Projektowanie wyrobów i procesów zorientowanych na wymagania klienta	←	Nauki techniczne, rolnicze i inne, Teoria optymalizacji
Wartościowanie i ocena jakości	←	Kwalitologia, Metrologia, Statystyka
Sterowanie jakością, doskonalenie jakości	←	Zarządzanie, Teoria sterowania, Podejmowanie decyzji
Utrzymanie jakości wyrobu w fazach dystrybucji i eksploatacji	←	Teoria niezawodności, Marketing
Prowadzenie rachunku kosztów jakości	←	Ekonomia, Rachunkowość

Rozwój techniki i technologii, a tym samym rosnąca złożoność procesów wytwórczych spowodowały konieczność wprowadzenia daleko posuniętej specjalizacji pracy. W dobie upowszechniania się produkcji masowej zaczęło rosnąć zapotrzebowanie na kontrolę jakości produktów. Rozwinęła się era kierowników, którzy sprawowali kontrolę nad wszystkim, co działo się w przedsiębiorstwie; w ich gestii znajdowało się również ustalanie standardów jakości produktu oraz podejmowanie kluczowych decyzji dotyczących kontroli jakości. Za zgodność produktów z ustanowionymi standardami odpowiedzialni byli kierownicy nadzorujący pracę powierzonych im grup pracowników wykonujących podobne zadania [10].

Orientacja marketingowa	Jakość totalna	Kompleksowe zarządzanie jakością (TQM)	Strategiczne planowanie jakości	↑	1990
			Jakość procesów biznesowych		
	Zapewnienie jakości (QA)	Totalna kontrola jakości (TQC)	Jakość usług		1980
Orientacja sprzedażowa	Kontrola jakości	Statystyczna kontrola jakości (SQC)	Jakość procesu wytwarzania produktu		1960
		Inspekcja			1930
Orientacja produkcyjna	(QC)	Kontrola kierownicza	Jakość produktu		1920
		Samokontrola indywidualnego wytwórcy			1900
					Lata

Rys. 1.3. Ewolucja zarządzania jakością [10]

W okresie pierwszej wojny światowej w miarę wzrostu złożoności systemów wytwórczych liczba pracowników podlegających poszczególnym kierownikom rosła. Zauważono potrzebę zaangażowania w proces produkcyjny osób niezwiązanych bezpośrednio z produkcją, które zajęłyby się szeroko pojętą inspekcją.

Pierwsze stadium rozwoju jakości zaczęło się od 1910 roku, gdy pierwsze modele „T” samochodu Ford Motor Company zjechały z taśmy produkcyjnej. Firma zaczęła zatrudniać inspektorów (kontrolerów), którzy sprawdzali produkty i porównywali je z prototypem. Tę procedurę stosowano we wszystkich fazach wytwarzania, tj. w procesach produkcyjnych, zaopatrzeniu itp. Celem inspekcji było wycofanie, naprawienie lub ustalenie specjalnych warunków sprzedaży po niższej cenie wyrobów o nieakceptowanej jakości. Inspektorzy działali do połowy lat 30. XX wieku [4].

Drugie stadium rozwoju zarządzania jakością przypada na lata dwudzieste ubiegłego stulecia, gdy w 1924 roku w Stanach Zjednoczonych upowszechniła się statystyczna kontrola jakości (ang. *SQC – Statistics Quality Control*). Nastąpiło to w związku z przemysłowym zastosowaniem karty kontrolnej, opracowanej przez W. A. Shewharta z American Bell Telephone Laboratories, który był również pomysłodawcą algorytmu działań korygujących, nazwanego później cyklem Shewharta. Pierwsze praktyczne zastosowanie kart kontrolnych nastąpiło 16 maja 1924 roku w USA. Propozycje Shewharta były reakcją na zagrożenia

związane z powiększaniem się dystansu między produkcyjnymi i kontrolnymi możliwościami człowieka [14]. Okazało się, że dla wielu przedsiębiorstw rutynowa inspekcja jest mało rygorystyczna, zbyt czasochłonna i bardzo kosztowna.

Rozwiązaniem bardziej ekonomicznym niż próba znalezienia i usunięcia wady w produkcie finalnym była precyzyjna kontrola jakości wykonania produktu na każdym etapie jego powstawania. Narzędziem, które umożliwiło dokonywanie kontroli procesu wytwarzania produktów stały się właśnie karty kontrolne Shewharta<sup>5</sup>.

Osiągnięcia w dziedzinie nauk statystycznych pozwoliły odstąpić od stuprocentowej inspekcji wszystkich wyrobów gotowych, zastępując ją inspekcją wybiórczą opartą na doborze próby, pozwalającej uzyskać statystycznie istotne wyniki. Dało to możliwość obniżenia kosztów działalności inspekcyjnej. Był to przełom w zakresie postrzegania i kształtowania jakości, którego konsekwencją był postępujący rozwój metod kontrolowania wszelkich procesów biznesowych w przedsiębiorstwie, takich jak statystyczna kontrola procesu (ang. *SPC – Statistics Process Control*), czy projektowanie eksperymentów (ang. *DOE – Design of Experiments*).

Od roku 1925 statystyczna kontrola jakości rozwijała się. Zaczęto wydawać „*Journal of the American Statistical Association*”, który zapoczątkował serię artykułów na temat stosowania statystyki w kształtowaniu jakości w przemyśle. W połowie lat 30. XX wieku nastąpiło międzynarodowe zainteresowanie kontrolą jakości. W roku 1935 E.S. Pearson rozwinął brytyjskie standardy stosowania metod statystycznych w standaryzacji przemysłowej i kontroli jakości – British Standards 600.

Druga wojna światowa spowodowała rozwój kontroli jakości w przemysłach o charakterze wojennym, jednak rosnąca skala produkcji nie była poparta wykwalifikowaną siłą roboczą, co prowadziło do spadku jakości powstających wyrobów. W tym celu USA uruchomiły programy szkoleniowe realizowane zarówno przez pojedyncze instytucje, jak i organizacje rządowe. Standardy okresu wojny, opublikowane w tym czasie w USA, nosiły nazwę Z-1 Standards, a zaadaptowane w Wielkiej Brytanii przyjęły nazwę British Standards 1008.

---

<sup>5</sup> Stosowanie kart kontrolnych daje realne możliwości sterowania przemysłowymi procesami kreowania jakości. Zgodnie z poglądami Shewharta sterowanie jakością w sferze produkcji ma polegać na wykrywaniu i usuwaniu kolejnych systematycznych (nielosowych) czynników zakłócających przebieg procesu technologicznego. Wykrycie rozregulowania monitorowanego procesu przez kartę kontrolną jest pierwszym krokiem w tak zwanym cyklu Shewharta (ang. *Shewhart cycle*), który jest ciągiem skoordynowanych działań mających na celu ich identyfikację, a następnie wyeliminowanie czynnika zakłócającego przebieg monitorowanego procesu. W pracy W.A. Shewharta *Economic control of quality of manufactured product*, opublikowanej w USA 1931 roku, przyczyny te są określane jako *assignable causes*, czyli przyczyny wyznaczalne. Propozycje Shewharta początkowo zostały przyjęte z rezerwą. Ich szerokie zastosowanie nastąpiło dopiero w latach drugiej wojny światowej, w okresie wzmoczonego wysiłku produkcyjnego amerykańskiego przemysłu [14].

Niektóre z metod statystycznych stosowanych przez aliantów były tak rozwinięte, że zostały sklasyfikowane jako tajemnica wojskowa.

W konsekwencji tych sukcesów w 1946 roku powstało Amerykańskie Stowarzyszenie Sterowania Jakością (ang. *American Society for Quality Control*). Organizację tę założono przede wszystkim w celu upowszechnienia w amerykańskim przemyśle statystycznych metod sterowania procesami, a także metod odbiorczej kontroli jakości.

Dalszy rozwój zarządzania jakością wiąże się z nazwiskami wybitnych ekspertów w dziedzinie jakości, którymi są: W.E. Deming, P.B. Crosby, J.M. Juran, J.S. Oakland.

Deming W.E. (1900-1993) odegrał znaczącą rolę w popularyzacji kontroli jakości w Japonii<sup>6</sup>. W owym czasie przedsiębiorstwa japońskie posługiwały się przedwojennymi standardami brytyjskimi, taylorowskimi metodami pracy oraz inspekcją, co pozwalało na bycie konkurencyjnym w zakresie kosztu i ceny, a nie jakości. W związku z problemami, z którymi borykała się gospodarka japońska w 1950 roku został zaproszony przez Japońskie Towarzystwo Naukowo-Inżynieryjne JUSE W.E. Deming, który poprowadził w Japonii cykl wykładów poświęconych statystycznym metodom sterowania jakością. Nauczał japońskich inżynierów stosowania karty kontrolnej, a menedżerów największych japońskich przedsiębiorstw – odpowiedzialności, jaką ponoszą za jakość, zapoznając ich między innymi z koncepcją cyklu PDCA (koło – cykl Deminga), który przedstawiono na rysunku 1.4.

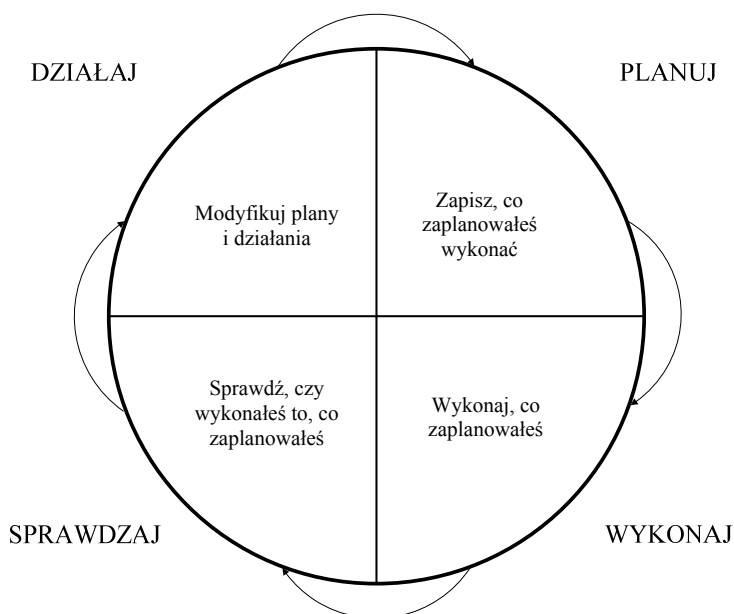
Deming przyczynił się do swoistej „rewolucji jakościowej” w Japonii i nie tylko, jednak przemysł amerykański zainteresował się jego pomysłami dopiero 30 lat później [15]. Deming zaproponował stosowanie 14 zasad w pracy kierownictwa przedsiębiorstwa. Zasługi Deminga są tak wysoko oceniane, iż corocznie, od 1951 roku, jest tam przyznawana nagroda jego imienia (ang. *Deming Applications Prize*) za największe osiągnięcia w dziedzinie jakości i produktywności [29].

W roku 1954 do Japonii przybył kolejny propagator idei w zakresie zarządzania jakością – J.M. Juran. Wygłosił on wiele wykładów dla menedżerów średniego szczebla, tłumacząc im, jaką rolę powinni odegrać w promowaniu działań na rzecz kontroli jakości. Jego idea głosiła konieczność analizowania

---

<sup>6</sup> W roku 1946 powstało Japońskie Towarzystwo Naukowo-Inżynieryjne (ang. *Union of Japanese Scientists and Engineers; JUSE*). Organizację tę powołano do życia w celu uchronienia japońskiego przemysłu przed całkowitym załamaniem, w następstwie poniesionej rok wcześniej klęski militarnej i restrykcyjnej polityki amerykańskich władz okupacyjnych. Japończycy rozumieli, że źródła amerykańskiej przewagi technologicznej tkwią w wysokiej jakości produkcji. W konsekwencji w ramach JUSE powstał już w 1946 roku zespół do spraw badań nad sterowaniem jakością (ang. *Quality Control Research Group*), w skład którego wchodził przedstawiciel nauki, przemysłu i rządu. Rok później do życia powołano ISO (*International Organization for Standardization*). Jednym z ważnych segmentów działalności tej organizacji była, od początku jej istnienia, międzynarodowa standaryzacja metod statystycznych stosowanych w zarządzaniu jakością [10].





Rys. 1.4. Cykl W.E. Deminga<sup>7</sup> [32]

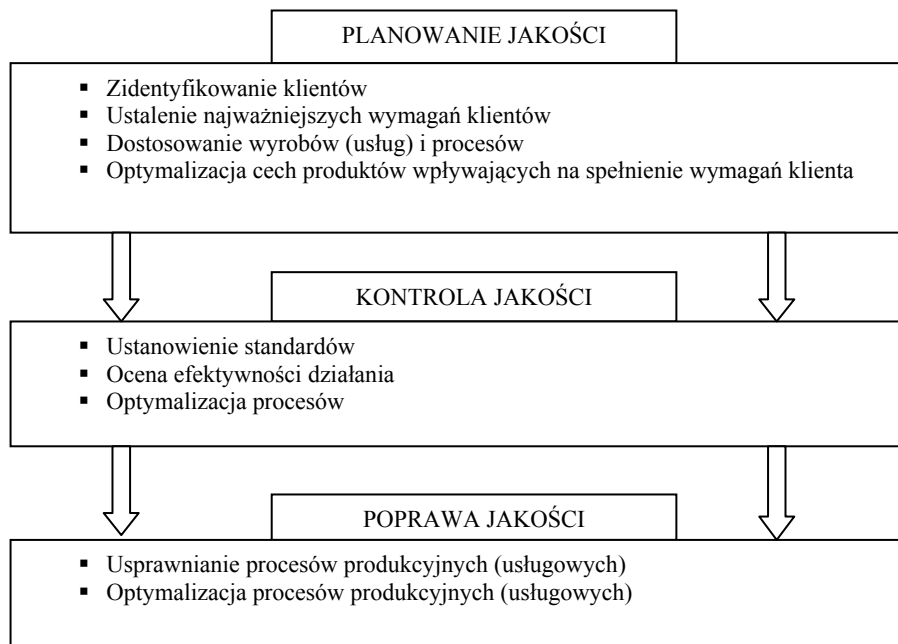
całej organizacji podczas realizacji działań związanych z kontrolą jakości, zakładał, że kontrola jakości nie powinna pozostawać domeną tylko wąskiej grupy specjalistów. Koncepcja opracowana przez Juran, zwana trylogią jakości, a także nacisk położony na przywództwo i programy szkoleniowe stworzyły podwaliny rodzącego się w owym czasie japońskiego podejścia do zarządzania jakością [10]. Założenia trylogii Juran przedstawiono na rysunku 1.5.

Według Juran zarządzanie jakością nie wymaga drastycznych i rewolucyjnych zmian, lecz jedynie nadania zauważonemu problemom związanym z jakością takiej samej rangi jak innym problemom zdefiniowanym w organizacji. Najważniejsze zalecenia dla zarządzania jakością Juran zawarł w 10. krokach dążenia do TQM [11]:

1. Uświadomienie potrzeby i szansy doskonalenia jakości.
2. Ustalenie celów ciągłego doskonalenia.
3. Stworzenie organizacji, która pomoże w realizacji celów, poprzez powołanie rady do spraw jakości, określenie problemów, wybranie odpowiedniego projektu, stworzenie zespołów i powołanie koordynatorów.
4. Przeszkolenie wszystkich pracowników.
5. Przydzielenie zadań problemowych.
6. Informowanie o przebiegu prac.
7. Okazywanie uznania.

<sup>7</sup> Cykl Deminga będzie szczegółowo omówiony w podrozdziale 2.2.4 niniejszego podręcznika.

8. Ogłaszanie wyników.
9. Odnotowywanie sukcesów.
10. Włączanie usprawnień do powszechnie stosowanych systemów i procesów firmy, co zapewnia podtrzymanie zapału pracowników.



Rys. 1.5. Założenia trylogii Jurana (opracowanie na podstawie [10])

Wkład Jurana w teorię i praktykę jakości jest znaczący, szczególnie z punktu widzenia wyjścia poza techniczno-technologiczne aspekty kontroli jakości, wprowadzone do zarządzania jeszcze w latach 40. XX wieku.

Kontynuatorem rozwoju zarządzania jakością jest K. Ishikawa, często nazywany pionierem japońskiego zarządzania jakością. Wśród jego dokonań wymienić należy:

- upowszechnienie stosowania karty kontrolnej w przemyśle japońskim,
- stworzenie w 1943 roku, w trakcie realizacji programu jakości w Kawasaki Steel Work, diagramu przyczyn i skutków (znanego również jako „diagram Ishikawy” lub „rybiej ości”),
- wypracowanie we wczesnych latach 60. ubiegłego stulecia koncepcji kół jakości<sup>8</sup>, powstałej w celu doskonalenia jakości.

<sup>8</sup> Koła jakości były jedną z koncepcji pracy zespołowej i miały na celu dyskusję nad napotykanyymi problemami i ich rozwiązywanie. Uczestnikami kół jakości byli pracownicy, menedżerowie spotykający się z własnej woli w regularnych i krótkich odstępach czasu.

Prace w tym ostatnim obszarze były kontynuowane przez G. Taguchiego, który rozwinął metody doskonalenia jakości, wykorzystujące procedury projektowania eksperymentów (DOE) oraz stworzył koncepcję kontroli jakości poza linią produkcyjną (ang. *off-line quality control*) [10].

Lata sześćdziesiąte XX wieku to okres podboju kosmosu. W przemyśle kosmicznym, w którym wadliwy element za przysłowiowego dolara mógł zaprzepaścić powodzenie projektu wartego miliony, niedopuszczalne stało się stosowanie standardów zakładających istnienie minimalnego poziomu braków. W odpowiedzi na zaistniałą sytuację P.B. Crosby opracował koncepcję „zero defektów” i wygłosił slogan „zrób to dobrze za pierwszym razem”. Oczywiście zdawał sobie sprawę z tego, że błędy są dopuszczalne, ale twierdził, że organizacja nie może z góry zakładać, że te błędy zostaną popełnione. Dlatego też – w odróżnieniu od Deminga – negował użyteczność wielu statystycznych metod zarządzania jakością, a zwłaszcza klasycznych kart kontrolnych, które zakładały pewną tolerancję i służyły, według niego, wyłącznie do zbierania informacji o tym, co się wydarzyło. Crosby jest również autorem czterech zasad zarządzania jakością, nazywanych przez niego absolutami [12]:

1. Jakość określa się jako spełnienie przez produkt określonych wymagań, w tym głównie wymagań nabywców.
2. Jakość osiąga się przez profilaktykę, a nie przez kontrolę i ocenienie.
3. Standard jakości oznacza brak usterek i nie ma tu miejsca na dopuszczalny poziom błędów.
4. Jakość mierzy się kosztem braku zgodności ze specyfikacją.

Należy także wspomnieć, że P. Crosby, w przeciwieństwie do wspomnianego K. Ishikawy, uważał działanie „kół jakości” za nieefektywne z powodu udziału w nich jedynie ochotników, podczas gdy wprowadzenie procesu totalnego usprawniania jakości wymaga aktywnego uczestnictwa wszystkich zatrudnionych. Crosby często wskazywał, że przedsiębiorstwa tracą około 20% przychodu, prowadząc niewłaściwie swoją działalność, a następnie korygując błędy. W firmach usługowych wskaźnik ten sięga nawet 35%. Ponadto podkreślał, że kierownictwo ponosi główną odpowiedzialność za jakość w organizacji. Dawał wskazówki kadrze kierowniczej, postulując przestrzeganie następujących zasad: słuchania, współpracy, pomocy, uczenia się, kierowania, przewodzenia i unikania.

W roku 1979 P. Crosby wydał książkę pt. *Jakość jest za darmo*. W książce tej przedstawił istotę podejścia do zarządzania jakością, polegającą na określeniu i wyjaśnieniu 14 kroków procesu doskonalenia (na podstawie [10, 29]):

1. **Zaangażowanie kierownictwa** – wytworzenie projakościowej postawy menedżerów i ich zobowiązującego zaangażowania. Wszyscy zarządzający, a szczególnie naczelne kierownictwo przedsiębiorstwa, muszą czuć potrzebę poprawy jakości i koncentrować się na działaniach zapobiegawczych, eliminujących możliwe źródła braków. To ich zaangażowanie musi być widoczne dla pozostałych pracowników. Wyrazem nowego podejścia powinien być dokument formułujący politykę firmy w tej dziedzinie.

2. **Zespoły doskonalenia jakości** – ich zadaniem powinno być określanie, przegląd i ocena działań realizowanych w organizacji i w poszczególnych jej częściach.

3. **Pomiar i ewidencja jakości** – konieczne jest określenie odpowiednich miar jakości służących identyfikacji sfer wymagających poprawy.

4. **Ocena kosztów jakości** – w celu określenia sfer, w których poprawa jakości jest opłacalna.

5. **Uświadomienie wszystkim pracownikom znaczenie jakości** – wszyscy muszą rozumieć konieczność dotrzymywania norm i znać koszty błędów.

6. **Działania korygujące** – konieczność ich podjęcia jest najczęściej następstwem sytuacji zidentyfikowanych w fazie 3 i 4, a także wynikiem dyskusji między pracownikami.

7. **Planowanie wytwarzania bez braków** – zero defektów.

8. **Trening menedżerów** – przeszkolenie personelu nadzoru. Kierownicy wszystkich szczebli muszą zostać przeszkoleni, by potrafili wdrożyć własne, odcinkowe programy poprawy jakości.

9. **Dzień bez braków** – trzeba określić konkretny dzień informujący wszystkich, że firma zaczęła realizować nowy standard osiągnięć, w celu uświadomienia wszystkim pracownikom, że zmiana jest możliwa, a osiągnięcie zerowego poziomu defektów jest realne.

10. **Ustalanie celów** – formułowanie celów przekształcających zobowiązania do poprawy jakości w konkretne działania. Zachęcać poszczególnych pracowników, by ustalili ambitne cele dla siebie i swojej grupy.

11. **Usunięcie przyczyn błędów** – pracownicy muszą być zachęceni do informowania kierownictwa o tym wszystkim, co może utrudnić im wykonywanie pracy bez braków.

12. **Uznanie** – pracownicy wyróżniający się osiągnięciami w zakresie jakości muszą być doceniani.

13. **Powołanie rady lub grupy jakości** – mają być stałym miejscem przepływu i wymiany informacji.

14. **Zrobienie wszystkiego jeszcze raz od początku** – doskonalenie jakości nigdy się nie kończy.

Początek lat sześćdziesiątych XX wieku był więc okresem krystalizowania się nowego podejścia do kwestii kontroli jakości w przedsiębiorstwie. W owym czasie szeroko dyskutowana była koncepcja totalnej jakości A.V. Feigenbauma (ang. *Total Quality Control*), który położył nacisk na to, że odpowiedzialność za kontrolę jakości ponoszą wszystkie komórki przedsiębiorstwa, a nie tylko komórka kontroli jakości i dlatego każda z nich powinna kreować wysoką jakość. Zauważył on, że największe problemy w zakresie jakości powstają na poziomie zarządzania przedsiębiorstwem (o czym wcześniej mówił P.B. Crosby). Prowadzenie działań jakościowych powinno odbywać się z uwzględnieniem następujących zasad [12]:

- jakość jest kompleksowym procesem obejmującym całe przedsiębiorstwo,
- w pracy nad jakością muszą być widoczne i docenione osiągnięcia poszczególnych pracowników oraz jednostek organizacyjnych,
- jakość produktów należy rozpatrywać jako wartość dla nabywcy,
- poprawa jakości wymaga stosowania nowoczesnych technik w badaniu, projektowaniu, wytwarzaniu, wyznaczaniu i regulowaniu jakości produktów, a także zaangażowania i współpracy określonych jednostek i pracowników,
- jakość produktu stanowi podstawę doboru technik wytwórczych,
- głównym czynnikiem w doskonaleniu jakości produktów jest postawa, wiedza i umiejętności liniowej kadry kierowniczej.

Prewencja, eksponowana w ramach koncepcji TQC i innych powstających w owym czasie, stała się wizytówką nowej ery w historii rozwoju zarządzania jakością, zwanej erą zapewnienia jakości. Odtąd dotrzymywanie standardów jakości zaczęło obowiązywać nie tylko komórkę produkcji, ale wszystkie komórki przedsiębiorstwa. Zauważono, że im większy wysiłek na rzecz jakości, tym faktycznie lepsze efekty w osiąganych wynikach rynkowych [10].

Lata sześćdziesiąte i późniejsze XX wieku stały się okresem, w którym, aby zdobyć i utrzymać silną pozycję na rynku klienta, przedsiębiorcy musieli się skupić na lepszym niż dotąd satysfakcjonowaniu klientów i budowaniu ich lojalności. Zarządzanie jakością zaczęło ewoluować w kierunku jakości totalnej obejmującej wszystkie procesy przedsiębiorstwa.

Początek lat osiemdziesiątych XX wieku był okresem narodzin kompleksowego zarządzania jakością w Stanach Zjednoczonych Ameryki i Europie. Od tej pory wiele technik używanych dotąd procesów wytwarzania produktu zaczęto stosować również do doskonalenia innych horyzontalnych procesów w przedsiębiorstwie, dotychczas w dużej mierze nieobjętych procesem zarządzania. Pionierem w tej dziedzinie był IBM, który na początku lat 80. zastosował kompleksowy program doskonalenia jakości (ang. *Quality Improvement Programme*). Wszystkie działania podejmowane w IBM zostały sklasyfikowane jako odrębne procesy zdolne generować coraz to lepsze wyniki, przy wsparciu kontroli jakości klasycznymi procedurami.

Propagatorem kolejnej idei związanej z rozwojem zarządzania jakością stała się firma PHILIPS. Zgodnie z jej założeniami każda osoba w przedsiębiorstwie jest potencjalnym klientem, podobnie jak każdy jest dostawcą. Narodziła się koncepcja „klienta wewnętrznego”. Te i wiele innych, powstałych w dwóch ostatnich dekadach XX wieku, koncepcji technik w zakresie zarządzania jakością doprowadziło do zredukowania kosztów przy jednoczesnym dotrzymaniu lub podniesieniu poziomu jakości, ale odtąd w ramach różnorodnych procesów biznesowych. To nowe podejście obejmowało w szczególności skracanie trwania cykli procesu, redukcję jego etapów oraz poprawę całkowitej jego efektywności [54]. Tak więc okres powojennej konkurencji doprowadził do rozwinięcia się zarządzania jakością w TQM (ang. *Total Quality Management*).

TQM (*Total Quality Management*) tłumaczone jako zarządzanie przez jakość, zarządzanie jakością totalną czy totalne lub kompleksowe zarządzanie jakością jest filozofią kierowania przedsiębiorstwem opartą na zrozumieniu, że najważniejszy na rynku jest klient. To on decyduje o kupnie wyrobu i to on stawia wymagania decydujące o losie producenta. To nowe podejście do problemów jakości powstało w USA, a za jego twórcę uważa się W.E. Deminga. Dynamiczny rozwój nowej idei pojmowania jakości nastąpił w Japonii, która jest na następnym etapie systemowego podejścia do problemu jakości, a mianowicie Całkowitego Zarządzania Jakością (TQM, KAIZEN). Jest to koncepcja kierowania przedsiębiorstwem, w którym przez ciągłą analizę danych z rynku można sprostować, a nawet wyprzedzać oczekiwania klientów. W koncepcjach tych zastosowanie ma wiele metod i narzędzi wykorzystywanych do prawidłowego zarządzania.

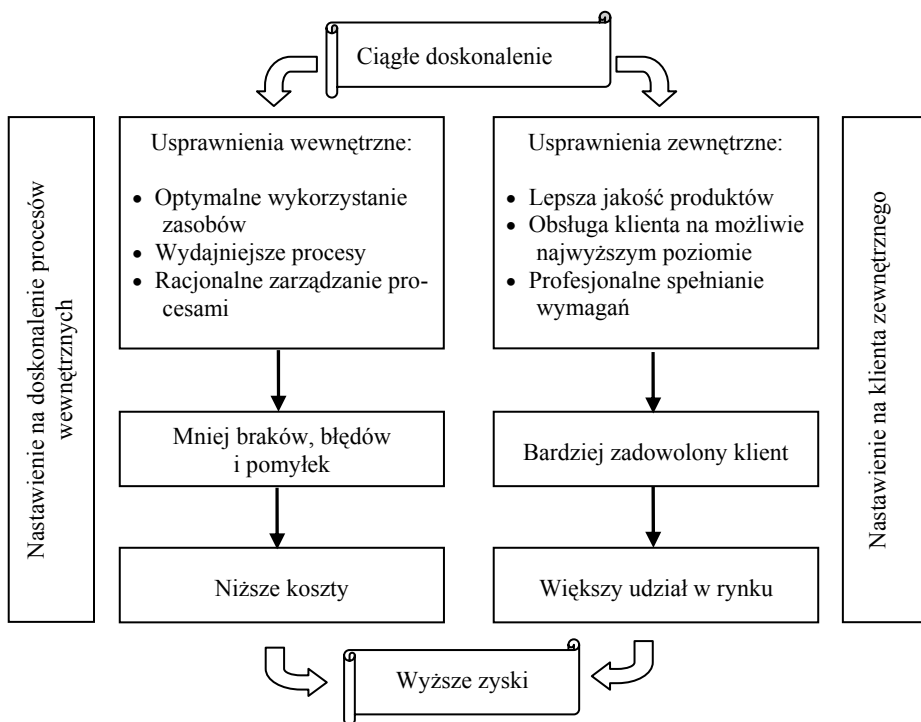
#### **1.4. ISTOTA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ – CIĄGŁE DOSKONALENIE**

Według *Słownika języka polskiego* doskonałość to najwyższy stopień cech dodatnich, bycie doskonałym, brak wad, idealność, wzorowość [65]. Proces ciągłego doskonalenia jest funkcją zarządzania zorientowaną bezpośrednio na wzrost efektywności oraz skuteczności podejmowanych działań. Jest to część zarządzania ukierunkowana na zwiększenie zdolności do spełnienia wymagań związanych z jakością [12]. Literatura obszernie prezentuje konieczność ciągłego doskonalenia jakości. Imai M. definiuje jakość jako wszystko to, co można poprawić [76]. W życiu codziennym doskonalenie to dążenie do optymalizacji wyrobów, procesów, podejmowanych decyzji, nas samych.

Warunek doskonalenia jakości wynika ze zmagania się o pozycję lidera na rynku oraz z dążenia do maksymalizacji zysków. W związku z tym rosną wymagania klienta, a to z kolei staje się podstawowym czynnikiem rozwoju cywilizacji. Definicja jakości w ujęciu totalnym zawiera sformułowanie optymalizacji, co wiąże się z maksymalizacją spełniania wymagań. Doskonalenie jest nieodzownie zdeterminowane przez postęp techniczny w odniesieniu do wielu obszarów, od rozwiązań konstrukcyjnych poprzez techniki wytwarzania i logistykę, aż do preferencji i możliwości finansowych klientów.

Największe światowe autorytety w dziedzinie jakości rekomendują stosowanie filozofii ciągłej poprawy. Podejście takie przedstawione jest także w kryteriach ocen zróżnicowanych konkursów, tzw. nagród jakości. Deming w swoich zasadach zaleca nieustanne dążenie do poprawy jakości produktów i usług oraz ukierunkowuje na myślenie o ciągłej poprawie wszystkich procesów [76]. Imai dostrzega ścisły związek pomiędzy jakością a pojęciem doskonalenia, co wyrażone zostało przesłaniem TQM, w myśl którego zawsze można znaleźć

sposób na osiągnięcie wyższej jakości przy mniejszym koszcie. Uważa on, że wyższą jakość można, a wręcz należy uzyskać przez poprawę zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej jakości. Zapobieganie wadom i problemom w wewnętrznych procesach prowadzi do obniżenia kosztów, dlatego też to jest główny cel udoskonalenia wewnętrznej jakości. Poprawa zewnętrznej jakości ukierunkowana jest na klienta zewnętrznego, w celu zwiększenia jego zadowolenia, co z kolei przyczynia się do pozyskania większego udziału w rynku, a przez to osiągnięcia większych dochodów. Obydwa kierunki pokazane na rysunku 1.6 powinny stać się integralną częścią kultury jakości firmy i poprawy jakości wraz z aktywnym uczestnictwem wszystkich pracowników [76].



Rys. 1.6. Efekty ciągłego doskonalenia (opracowanie na podstawie [4])

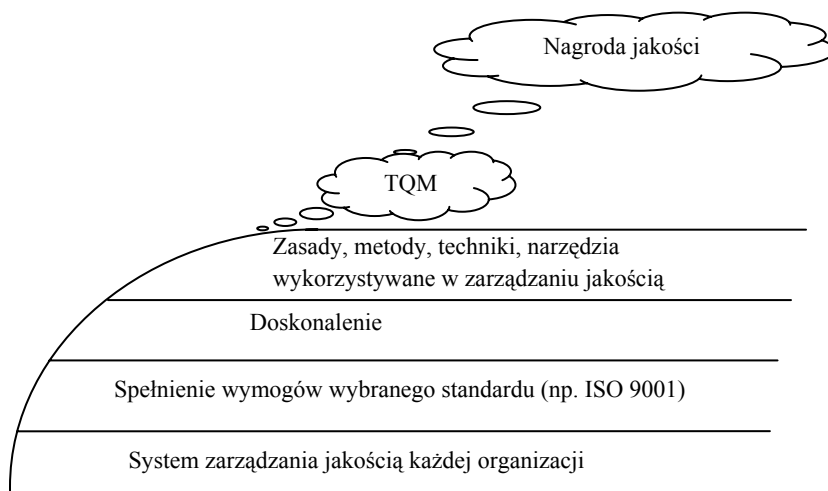
Doskonalenie może być również traktowane jako naturalny ludzki odruch ułatwiania sobie pracy. Upraszczanie to związane jest z korzyściami dla klienta wewnętrznego. W każdym przedsiębiorstwie powinny być doskonalone wszelkie procesy, personel, park maszynowy, infrastruktura oraz systemy komunikacji, obiegu informacji itp. [76].

Ciągłe doskonalenie jest jedną z ośmiu zasad zarządzania jakością. Nowoczesne przedsiębiorstwa mają wpisane w swojej strategii dążenie do ciągłego doskonalenia. Przedsiębiorstwa powinny przestrzegać reguł, które świadczą o doskonaleniu w kategoriach racjonalnych, a mianowicie [12]:

1. Proces doskonalenia powinien być wpisany w koło Deminga.
2. Ciąg działań prowadzących do rozwiązywania problemów potencjalnych oraz takich, które już występowały nazywamy doskonaleniem.
3. Proces doskonalenia musi być mierzalny, a jego wyniki wymierne. Konieczne jest ustalenie stosownych wskaźników pomiarowych, a także ich wartości docelowych, do których będzie się dążyć i uzyskane rezultaty doskonalenia przyrównywać. Wskaźniki<sup>9</sup> mogą być związane ze zmniejszeniem rozrzutu wyników, obniżeniem liczby wyrobów niezgodnych, obniżeniem kosztów niezgodności, zwiększeniem satysfakcji klienta, co świadczy o tym, że powinny dotyczyć wielu aspektów procesów i produktów.
4. Przedsiębiorstwa muszą przyjąć własną dynamikę doskonalenia. Mogą korzystać z procesów doskonalenia o charakterze ciągłym, powolnym bądź skokowym – tak jak w podejściu reengineeringu, gdzie obserwuje się większe ryzyko niepowodzenia i występowanie okresowych niestabilności.

Sukces tzw. japońskich kół jakości wynika z przeniesienia na szczebel wykonawczy elementów cyklu Deminga.

Przedsiębiorstwa ukierunkowane projakościowo rozumieją istotę doskonalenia i traktują ją jako naturalne działania podejmowane w celu poprawy wewnętrznych procesów, relacji z otoczeniem oraz pozycji na rynku. Dążenie przedsiębiorstw ukierunkowanych jakościowo zaprezentowano na rysunku 1.7.



Rys. 1.7. Dążenia organizacji ukierunkowanej projakościowo (opracowanie własne)

<sup>9</sup> Wskaźniki powinny być mierzalne, aby możliwe było ich nadzorowanie. Konieczne jest koncentrowanie się na pomiarach wskaźników istotnych procesów, których pomiar może przynieść korzyści oraz zmotywować pracowników do ich osiągania. Poza tym wartość docelowa wskaźnika powinna być osiągalna, gdyż tylko realne cele mogą zachęcić pracowników do podejmowania działań doskonalących. Kolejnym krokiem jest ustalenie czasu weryfikacji uzyskanych wyników, określenie osoby odpowiedzialnej za zbieranie danych oraz informowanie o aktualnej wielkości wskaźnika [12].



Należy pamiętać, że każda organizacja ma wypracowany własny, wewnętrzny system zarządzania jakością, mimo że niejednokrotnie nie zdaje sobie tego sprawy i nie nazywa go w ten sposób. Dopiero w momencie podejmowania decyzji o spełnieniu wymagań wybranego standardu projakościowego można założyć wypracowane przez lata rozwiązania systemowe.

Decyzja o wdrożeniu i certyfikowaniu systemu zarządzania jakością jest bardzo częstym krokiem podejmowanym przez przedsiębiorstwa skupiające swoją uwagę na jakości. Bieżąca eksploatacja i utrzymanie systemu zarządzania jakością zmuszają do podejmowania regularnych działań doskonalących. Kolejnym krokiem rozwoju projakościowego przedsiębiorstw jest wykorzystywanie różnego rodzaju zasad, metod, technik i narzędzi jakości do doskonalenia. Sięgając po instrumentarium jakości, przedsiębiorstwa zapewniają sobie ciągły projakościowy rozwój w kierunku TQM – jakości totalnej, który może być krokiem w kierunku spełnianie kryteriów nagrody jakości.

## **2. ZASADY, METODY, NARZĘDZIA I TECHNIKI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ**

### **2.1. PODSTAWOWE POJĘCIA ZWIĄZANE Z INSTRUMENTARIUM ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ**

Instrumentarium zarządzania jakością<sup>10</sup> można podzielić na zasady, metody i techniki. W literaturze przedmiotu występuje również pojęcie narzędzi jakości. Rozróżnienie to jest związane głównie z zasięgiem oddziaływania poszczególnych instrumentów. Zasady charakteryzują się oddziaływaniem długoterminowym i wpływają na strategię rozwoju przedsiębiorstwa, wykraczają poza ramy przedsiębiorstwa, a rezultaty stosowania są trudne do bieżącej oceny. Nie dają gotowych rozwiązań, ani schematu postępowania, lecz pozwalają ukierunkować i umotywować działania, a także wpływają na motywowanie pracowników do działania na rzecz poprawy i doskonalenia jakości. Metody z kolei prezentują oddziaływanie „średnioterminowe”, kształtują jakość projektową i jakość wykonania. Narzędzia są krótkoterminowe w oddziaływaniu, a efektywne wykorzystanie można dostrzec w połączeniu z innymi metodami, wtedy wyniki widoczne są natychmiast [11, 58, 74]. Techniki stanowią części składowe zasad, metod lub narzędzi i służą do osiągnięcia celów szczegółowych w obrębie powyższych.

Analizując problematykę zarządzania jakością oraz doskonalenia z wykorzystaniem odpowiednich zasad, metod i technik jakości, można zauważyć pewien brak jednoznaczności w stosowaniu pojęć: zasada, metoda, technika. W tabeli 2.1 zestawiono spotykane w literaturze definicje tych pojęć.

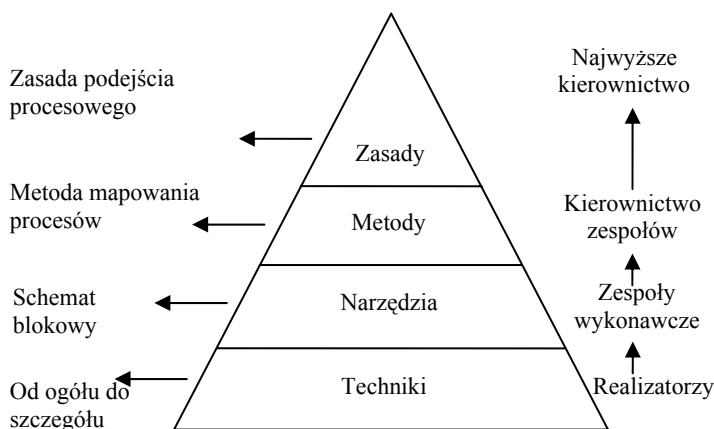
W literaturze z zakresu organizacji i zarządzania nie ma konkretnego rozróżnienia między metodami czy technikami. Przyczyną tego jest zakres i obszar stosowania konkretnych metod, narzędzi i technik zarządzania jakością. W zależności od złożoności problemu stosowaną metodę możemy nazwać narzędziem. Wynika to ze stopnia uogólnienia, w jakim stosowana jest metoda [37]. Przykład poziomu szczegółowości dla zasad, metod, narzędzi i technik projakościowych zaprezentowano na rysunku 2.1.

---

<sup>10</sup> Istotą działania na rzecz jakości jest zarządzanie projakościowe lub jakościowe, natomiast sformułowanie „zarządzanie jakością” jest używane jako skrót myślowy.

Tabela 2.1. Definicje pojęć: zasada, metoda, narzędzie, technika (opracowanie na podstawie [1, 11, 15, 28, 37, 38, 44, 45, 54, 55, 58, 64, 74,75])

Pojęcie	Spotykane definicje
Zasada	<ul style="list-style-type: none"> <li>– określa stosunek przedsiębiorstwa i jego pracowników do ogólnie rozumianych problemów jakości,</li> <li>– określa w prosty i zwięzły sposób cele i zadania polityki jakości prowadzonej przez kierownictwo, pomocne przy wdrażaniu SZJ.</li> </ul>
Metoda	<ul style="list-style-type: none"> <li>– norma postępowania uznana przez kogoś za obowiązującą,</li> <li>– świadomy i konsekwentnie stosowany sposób postępowania lub zespół czynności i środków opartych na naukowych podstawach wykorzystywanych do osiągnięcia określonego celu przy realizacji zadań związanych z zapewnieniem jakości,</li> <li>– świadome i konsekwentne postępowanie ukierunkowane na osiągnięcie określonego celu,</li> <li>– sposób naukowego badania rzeczy i zjawisk,</li> <li>– planowane, powtarzalne i oparte na naukowych podstawach sposoby postępowania przyjęte przy realizacji określonych zadań,</li> <li>– sposób systematycznie stosowany, przy czym sposób oznacza umyślny tok działania, a więc skład i układ jego stadiów,</li> <li>– pewna ogólna postawa umysłu wobec problemów,</li> <li>– sposoby zastosowane w szerszych fragmentach,</li> <li>– powtarzalny sposób; systematyczne stosowanie danego sposobu, tak żeby nie pociągało ono za sobą konieczności wielokrotnego stosowania,</li> <li>– ogólny schemat planu działania, sformułowany na podstawie uogólnienia jakichś typów skutecznych działań, który pozwala na opracowanie właściwego ich programu,</li> <li>– usystematyzowane zastosowanie narzędzi i technik w celu doskonalenia.</li> </ul>
Technika	<ul style="list-style-type: none"> <li>– procedura,</li> <li>– receptura,</li> <li>– tok postępowania dotyczący konkretnego, wąskiego fragmentu problemu,</li> <li>– szczegółowy sposób postępowania, świadomy i konsekwentnie stosowany dla osiągnięcia celów cząstkowych bądź szczegółowych,</li> <li>– części składowe metod,</li> <li>– wyuczona i wyćwiczona umiejętność wykonywania jakichś czynności,</li> <li>– sposób wykonywania prac, czynności, posługiwanie się instrumentami, przyrządami czy narzędziami,</li> <li>– działanie oparte na analizowaniu zmienności procesowych.</li> </ul>
Narzędzie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– służy do zbierania i przetwarzania danych,</li> <li>– prosty element stosowany w obrębie konkretnej metody bądź techniki,</li> <li>– służy do bezpośredniego oddziaływania w różnych procesach zapewnienia jakości czy zarządzania jakością, jak np. przy zbieraniu, porządkowaniu i przedstawianiu danych lub wyników z badań dotyczących jakości,</li> <li>– stanowi instrumentarium analitycznego zestawienia zmienności,</li> <li>– może dotyczyć urządzenia prostego lub złożonego, umożliwiając wykonanie jakiejś czynności lub pracy, przyrządu, instrumentu.</li> </ul>



Rys. 2.1. Przykład rozróżnienia między instrumentarium jakości (opracowanie własne)

Rozróżnienie pomiędzy zasadą i metodą, a przede wszystkim pomiędzy metodą a narzędziem jest słabo określone. Zasady oraz narzędzia są stosowane w działaniach jakościowych w całym cyklu istnienia wyrobu lub procesu, natomiast metody wykorzystywane są tylko w konkretnych jego etapach. Należy jednak zauważyć, że zasady, metody, techniki oraz narzędzia są od siebie zależne i występują pomiędzy nimi sprzężenia, które pozwalają wykorzystać dane zbierane na wszystkich etapach istnienia wyrobu i procesu<sup>11</sup> do doskonalenia jakości.

Aby to doskonalenie przebiegało w sposób optymalny, dane muszą być przetwarzane za pomocą odpowiednich narzędzi w sposób gwarantujący określenie celów do osiągnięcia. Tylko wówczas informacje przetworzone przez narzędzia są wartościowe dla metod. Zdefiniowane grupy instrumentów tworzą system ukierunkowany na doskonalenie, który może być w pełni wykorzystany, gdy zarządzanie jakością odbywa się w ramach wdrożonego i funkcjonującego systemu zarządzania jakością [11].

Wprowadzenie zasad, metod, technik oraz narzędzi do praktyki procesu doskonalenia jakości często trafia na opory i brak zrozumienia. W związku z powyższym warunkiem skutecznego wykorzystywania tych instrumentów jest zrozumienie potrzeby ich stosowania i pełne zaangażowanie oraz wsparcie ze strony najwyższego kierownictwa, zaplanowanie i zorganizowanie działań związanych z wdrożeniem tych technik, zaangażowanie i udział pracowników oparty na pracy zespołowej, a także prawidłowo przeprowadzany program szkoleń [15].

<sup>11</sup> Etapy istnienia wyrobu obejmują: projektowanie, produkcję, eksploatację i użytkowanie wyrobu, dla procesu etapy te obejmują projektowanie procesu, wdrażanie i kontrolę jego przebiegu.

## 2.2. KLASYFIKACJA ZASAD, METOD, TECHNIK I NARZĘDZI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Zgodnie z definicjami podanymi w rozdziale 2.1, można jednoznacznie wskazać, które ze znanych w literaturze przedmiotu zasad, metod, narzędzi i technik zarządzania jakością można przyporządkować odpowiedniej grupie instrumentów (tab. 2.2).

W literaturze z zakresu zarządzania jakością czy zapewnienia jakości przedstawionych jest wiele klasyfikacji zasad, metod, narzędzi i technik, które można wykorzystać w zależności od potrzeb do rozwiązywania problemów związanych z kształtowaniem poziomu jakości i doskonalenia procesów czy wyrobów.

Tabela 2.2. Podstawowa klasyfikacja instrumentarium zarządzania jakością (opracowanie na podstawie [11, 32, 59, 12, 34, 68])

Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

Tabela 2.3. Metody i narzędzia doskonalenia jakości zalecane przez normę PN-ISO 9004-4+ACI:1996 [13]

Nazwa metody i narzędzia	
Według PN-ISO 9004-4	Według informacji literaturowych
Gromadzenie danych i ich stratyfikacja	
Formularz zbierania danych	Arkusz kontrolny
Techniki i narzędzia dla danych nieliczbowych	
Wykres współzależności Działania porównawcze „Burza mózgów” Wykres przyczynowo-skutkowy Karta przebiegu Wykres drzewa	Diagram pokrewieństwa Działania porównawcze (benchmarking) „Burza mózgów” Diagram przyczynowo-skutkowy Schemat blokowy Diagram drzewa
Narzędzia i techniki dla danych liczbowych	
Karta kontrolna Histogram Wykres Pareto Wykres rozrzutu	Karta kontrolna Histogram Analiza Pareto Diagram rozrzutu

Tabela 2.4. Podział według rodzajów metod i narzędzi (opracowanie własne)

Instrumentarium	Rodzaj instrumentu
METODY	METODY PROJEKTOWANIA
	QFD FMEA SHAININA (TAGUCHIEGO) DOE
	METODY PRACY ZESPOŁOWEJ
	Burza mózgów Koła jakości
	METODY STEROWANIA I KONTROLI
	SKP – statystyczna kontrola procesu Badanie zdolności jakościowej maszyn i procesów SKO – statystyczna kontrola odbiorcza w produkcji SKO – statystyczna kontrola odbiorcza dostaw SPC – statystyczna kontrola jakości
	INNE METODY
	SERVQUAL Poka Yoke
NARZĘDZIA	STARE NARZĘDZIA
	Histogram Diagram Ishikawy (diagram przyczynowo-skutkowy, „rybia ość”) Diagram Pareto (wykres Pareto-Lorentza, analiza ABC, 20:80) Arkusz kontrolny Karta kontrolna (Karty Shewharta) Wykres rozproszenia ( wykres zmiennych, wykres korelacji) Schemat blokowy Mapa przebiegu procesu
	NOWE NARZĘDZIA
	Diagram pokrewieństwa (wykresy pokrewieństwa) Matrycowa analiza danych (wykres analizy danych) Diagram matrycowy (wykres tablicowy) Diagram współzależności (diagram relacji) Diagram drzewa (drzewo decyzyjne, diagram systematyki) Diagram planowania procesu podejmowania decyzji (Karta planowania procesu podejmowania decyzji, wykres programowy procesu decyzji – PDPC) Diagram sieciowy (diagram strzałkowy)

Polska norma PN-ISO 9004-4+ACI:1996 podaje metody i narzędzia jakości zalecane do doskonalenia systemów zarządzania, które zaprezentowano w tabeli 2.3. W zestawieniu tym podano także stosowane w literaturze przedmiotu określenia tych samych metod oraz narzędzi [13].

Wybór metod lub narzędzi jakości zależy od rozpatrywanego problemu. Przestrzega się przed schematycznym korzystaniem z instrumentów zarządzania

jakości, które zaprezentowano w tabeli 2.3. Innym podziałem instrumentarium zarządzania jakością jest podział wg rodzajów metod i narzędzi. Przykładową klasyfikację przedstawiono w tabeli 2.4.

Inną klasyfikację narzędzi można przedstawić ze względu na ich przeznaczenie, co zaprezentowano w tabeli 2.5.

Tabela 2.5. Podział narzędzi wspomagających zarządzanie jakością ze względu na ich przeznaczenie [12]

Narzędzia	Podział tradycyjny	Przeznaczenie			
		Kojarzenie i grupowanie	Planowanie działania	Opis ilościowy	Opis właściwości statystycznych
Arkusz kontrolny	7NT	x		<b>X</b>	
Histogram	7NT			x	<b>X</b>
Karta kontrolna	7NT				<b>X</b>
Diagram Ishikawy	7NT	<b>X</b>			
Diagram Pareto	7NT			<b>X</b>	
Schemat blokowy	7NT		<b>X</b>		
Diagram korelacji	7NT			x	<b>X</b>
Diagram pokrewieństw	7NN	<b>X</b>			
Diagram relacji	7NN	<b>X</b>			
Diagram macierzowy	7NN	<b>X</b>		x	
Diagram systematyki	7NN	<b>X</b>			
Macierzowa analiza danych	7NN	<b>X</b>		x	
Plan działania (PDPC)	7NN		<b>X</b>		
Diagram strzałkowy (sieć działań)	7NN		<b>X</b>		
Próbkowanie	7NS				<b>X</b>
Statystyki	7NS			x	<b>X</b>
Rozkłady	7NS				<b>X</b>
Przedziały ufności	7NS				<b>X</b>
Hipotezy statystyczne	7NS				<b>X</b>
Analiza wariancji	7NS				<b>X</b>
Analiza regresji korelacji	7NS				<b>X</b>
Burza mózgów		<b>X</b>			
Wskaźniki zdolności					<b>X</b>

X – zastosowanie podstawowe

x – zastosowanie pomocnicze

7NT – siedem narzędzi tradycyjnych

7NN – siedem narzędzi nowych

7NS – siedem narzędzi statystycznych

Zastosowanie zasad, metod i technik zarządzania jakością wynika najczęściej z potrzeby niedopuszczenia do wystąpienia zagrożenia, błędu czy wyrobu niezgodnego lub rozwiązania zaistniałego problemu. Z tego względu można dokonać ich podziału wg różnych, w zależności od potrzeb, kryteriów. Proponuje się następujące kryteria klasyfikacji, np. według:

- fazy cyklu życia wyrobu/ procesu,
- etapów cyklu organizacyjnego Le Chateliera,
- wykonawcy,
- cyklu Deminga,
- funkcji zarządzania,
- etapów wdrażania i eksploatacji systemu zarządzania jakością.

### **2.2.1. Klasyfikacja według faz cyklu życia wyrobu/procesu**

Pojęcie cyklu życia wyrobu odnosi się do faz jego istnienia, począwszy od badań rynkowych, a skończywszy na utylizacji. Podział na poszczególne fazy zależy od przyjętego stopnia szczegółowości. Proponuje się następujący podział:

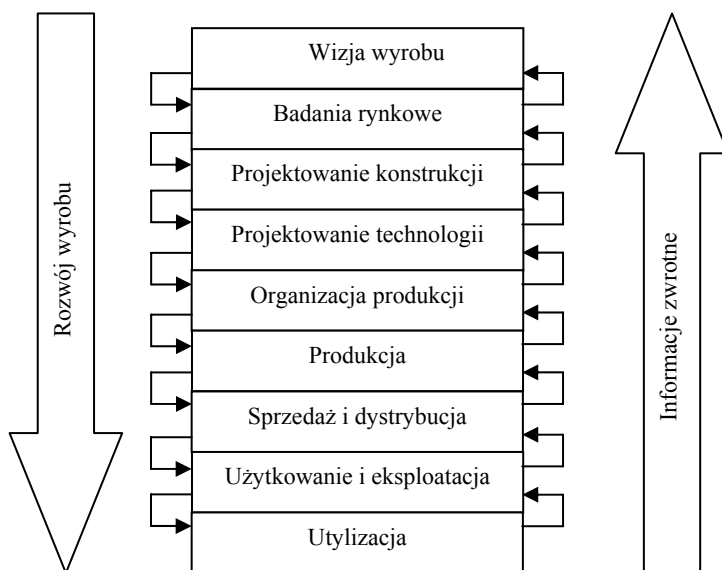
- wizja wyrobu – pomysł, inspiracja przedstawiciela producenta,
- badania rynkowe – ocena potrzeb potencjalnych użytkowników,
- projektowanie konstrukcji wyrobu z uwzględnieniem wyników badań rynkowych (opracowanie rysunków wykonawczych z uwzględnieniem zbadanych potrzeb potencjalnych użytkowników),
- projektowanie technologii wytwarzania – opracowanie kart technologicznych dla wyrobu,
- organizacyjne przygotowanie produkcji – zidentyfikowanie, zapewnienie i utrzymywanie zasobów niezbędnych do realizacji procesu produkcji,
- produkcja wyrobu – realizacja procesu produkcji zgodnie z zaprojektowaną technologią wykonania wyrobu, przeprowadzeniem kontroli wyrobu i oceną gotowego wyrobu,
- sprzedaż i dystrybucja – pozyskanie klientów, w tym użytkowników wyrobów i dostarczenie do klienta,
- użytkowanie i eksploatacja wyrobu – ocena funkcjonowania wyrobu w warunkach rzeczywistego zastosowania,
- utylizacja (wycofanie wyrobu ze sprzedaży i zadbanie o bezpieczeństwo środowiska).

Schemat cyklu życia wyrobu przedstawiono na rysunku 2.2.

Cykl życia procesu w odróżnieniu od cyklu życia wyrobu rozpoczyna się nie od koncepcji i wizji, lecz od opracowanego projektu konstrukcyjnego wyrobu i obejmuje następujące fazy:

- analiza dostępności zasobów (zidentyfikowanie potrzeb i możliwości technicznych przedsiębiorstwa),





Rys. 2.2. Cykl życia wyrobu (opracowanie własne)

- ustalenie stopnia szczegółowości procesu (podział procesu produkcji na czynności, zabiegi i ruchy),
- projektowanie parametrów decydujących o zdolności jakościowej procesu – opracowanie zasad i metod wykonania poszczególnych operacji technologicznych, ustalenie metod kontroli i rodzajów stosowanych zapisów,
- realizacja procesu (wykonanie procesu zgodnie z projektem),
- zakończenie procesu (zakończenie realizacji procesu ze względu na wycofanie wyrobu z rynku i likwidację wyrobu).

Schemat cyklu życia procesu przedstawiono na rysunku 2.3.



Rys. 2.3. Cykl życia procesu (opracowanie własne)

Miejsce zastosowania zasad, metod, narzędzi i technik zarządzania jakością w cyklu życia wyrobu przedstawiono w tabeli 2.6.

Tabela 2.6. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia wyrobu (opracowanie własne)

Faza cyklu życia wyrobu	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Wizja wyrobu	Praca zespołowa	QFD DOE – planowanie eksperymentów	Burza mózgów	Arkusze badawcze
Badania rynkowe	Praca zespołowa	DOE – planowanie eksperymentów	Diagram Pareto Lorenza Burza mózgów	Pomiar Zapis Arkusze badawcze
Projektowanie konstrukcji wyrobu	Praca zespołowa KAIZEN Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD DOE – planowanie eksperymentów	5 Why Diagram Ishikawy Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis
Projektowanie technologii wytwarzania	Praca zespołowa KAIZEN Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD DOE – planowanie eksperymentów	5 Why Diagram Ishikawy Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis
Organizacyjne przygotowanie produkcji	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA 5S	Burza mózgów	Pomiar Zapis

Produkcja	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Sprzedaż i dystrybucja	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga	FMEA 5S	5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Burza mózgów	Pomiar Zapis Arkusze badawcze
Użytkowanie i eksploatacja wyrobu	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Utylizacja	Praca zespołowa KAIZEN Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA Raport 8D 5S	Diagram przepływu Histogram Burza mózgów	Pomiar Zapis

Miejsce zastosowania zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia procesu przedstawiono w tabeli 2.7.

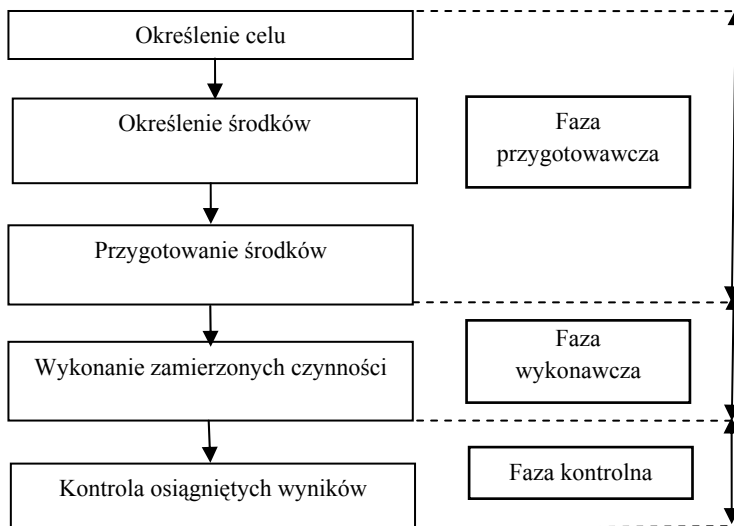
Tabela 2.7. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia procesu (opracowanie własne)

Faza cyklu życia procesu	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Analiza dostępności zasobów	Praca zespołowa KAIZEN	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Ustalenie stopnia szczegółowości procesu	Praca zespołowa Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC	Diagram przepływu Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis
Projektowanie parametrów decydujących o zdolności jakościowej procesu	Praca zespołowa Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA SPC	Diagram przepływu Burza mózgów	Zapis
Realizacja procesu	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

Zakończenie procesu	Praca zespołowa KAIZEN Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA Raport 8D 5S	Diagram przepływu Histogram Burza mózgów	Pomiar Zapis
---------------------	---	-------------------------	--	-----------------

### 2.2.2. Klasyfikacja według cyklu organizacyjnego Le Chateliera

Planowanie i realizacja jakiegokolwiek działania w przedsiębiorstwie odzwierciedla iteracyjny cykl organizacyjny Le Chateliera (rys. 2.4 [39]). Zgodnie z tym cyklem należy zachować odpowiednie etapy postępowania, jeśli chce się, aby jakiegokolwiek działanie przebiegało w sposób skuteczny.



Rys. 2.4. Cykl organizacyjny Le Chateliera (opracowanie na podstawie [39])

Pięć etapów cyklu obejmuje całość działania zorganizowanego, w którym trzy pierwsze etapy tworzą fazę przygotowawczą [11], kolejny wykonawczą i ostatni kontrolną. Faza przygotowawcza definiuje cel podjęcia wysiłku organizacyjnego i finansowego na rzecz działania oraz wymaga zidentyfikowania i zapewnienia zasobów materialnych i intelektualnych niezbędnych do realizacji

Tabela 2.8. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu organizacyjnym Le Chateliera (opracowanie własne)

Etap cyklu Le Chateliera	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Określenie celu	Praca zespołowa	FMEA DOE – planowanie eksperymentów	5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Burza mózgów	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Określenie środków i metod	Praca zespołowa Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD DOE – planowanie eksperymentów	Burza mózgów	Pomiar Zapis
Przygotowanie środków i zasobów	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością	FMEA QFD	Diagram przepływu Burza mózgów	Pomiar Zapis Arkusze badawcze
Wykonanie zamierzonych czynności	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Kontrola osiągniętych wyników	Praca zespołowa	FMEA QFD SPC Raport 8D	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

sformułowanego celu. Faza ta jest fazą działań zarządczych, w przeciwieństwie do dwóch kolejnych, które stanowią działania wykonawcze. Pierwszą z nich jest faza wykonania zamierzonych czynności zgodnie z opracowanym wcześniej planem.

Le Chatelier, komentując często występujące w praktyce przemysłowej zjawisko zmian w planach działania podczas ich realizacji, stwierdza, że: „... postępuje się tak w nadziei zrobienia lepiej, ale jest to zwykła wymówka, gdyż rzadko się zdarza, aby te improwizacje były lepsze od projektu wykonanego z rozmysłem; w każdym razie poprawki takie są zawsze przyczyną opóźnień i dodatkowych kosztów”. Podczas realizacji działania konieczna jest stała koordynacja i kontrola faktycznych przebiegów czynności z przebiegami planowanymi i dokonywanie na tej podstawie odpowiedniej regulacji wykonania.

Ostatnią fazą cyklu działania zorganizowanego jest kontrola osiągniętych wyników. Wyniki uzyskiwane i gromadzone w toku realizacji działań zostają zebrane, poddane analizie oraz konfrontacji z założonymi w fazie preparacji celami. Taki przebieg kontroli wymaga zastosowania podejścia systemowego do ewidencjonowania wyników i wszelkich dokumentów, co pozwala ocenić stopień realizacji celu. Na podstawie zebranych danych można dokonać oceny skuteczności podjętych działań.

Opisany cykl postępowania jest układem nie tyle chronologicznym, ile racjonalnym [39]. W praktyce przedsiębiorstw często okazuje się, że dany etap ujawnia okoliczności wskazujące na konieczność powrotu do etapu wcześniejszego i ponownienie tej części cyklu, który po niej powinien następować. Ten sposób postępowania, rozwijany i modyfikowany w zależności od potrzeb, przez ostatnich kilkadziesiąt lat stanowił podstawę, na której były organizowane różne przedsięwzięcia usprawniania organizacji [27]. Cykl Le Chateliera jest możliwy do zastosowania dla działań organizacyjnych, które można traktować jako wyodrębnioną całość.

Miejsce zastosowania zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia procesu przedstawiono w tabeli 2.8.

### **2.2.3. Klasyfikacja według wykonawcy**

W każdym przedsiębiorstwie można wyróżnić trzy poziomy efektywności: poziom organizacji, procesu i stanowiska pracy [57]. Koncepcja trzech poziomów przedstawia strukturę sukcesu organizacji. Podobnie jest w ciele człowieka, na które składają się trzy układy: kostny, mięśniowy i nerwowy. Każdy z nich jest podstawowy dla życia i wszystkie są współzależne. Problem z jednym z nich może doprowadzić do niewłaściwego funkcjonowania całego organizmu. Jak zrozumienie anatomii ludzkiego organizmu jest najważniejsze do postawienia właściwej diagnozy przez lekarza, tak zrozumienie trzech poziomów efek-

tywności jest niezbędne do zaproponowania przez menadżera właściwych rozwiązań dla organizacji [57].

Na każdym z trzech poziomów efektywności organizacji funkcjonują wykonawcy, którzy mają różne cele. W tabeli 2.9 przedstawiono zestawienie spotykanego w praktyce podziału wykonawców wg zajmowanego miejsca w strukturze organizacyjnej przedsiębiorstwa.

Wykonawcy działań w przedsiębiorstwie stosują różne zasady, metody, narzędzia i techniki wspomagające ich codzienną pracę w zakresie wykonawstwa jak i analizy danych. W tabeli 2.10 przedstawiono wybrane z nich.

Tabela 2.9. Wykonawcy według poziomu efektywności organizacji (opracowanie własne)

Poziom efektywności organizacji	Wykonawca	Cele
Organizacja	właściciel, zarząd	wynikają ze strategii działania
Proces	dyrektorzy, kierownicy działów	wynikają z celów organizacji
Stanowisko pracy	pracownicy produkcyjni	wynikają z celów procesu

Tabela 2.10. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik stosowanych przez wykonawców (opracowanie własne)

Wykonawca	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Właściciel, zarząd	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis
Dyrektorzy, kierownicy działów	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis



Pracownicy produkcyjni	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów	Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Katy kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
------------------------	---	-----------------	--	--

### 2.2.4. Klasyfikacja według cyklu Deminga

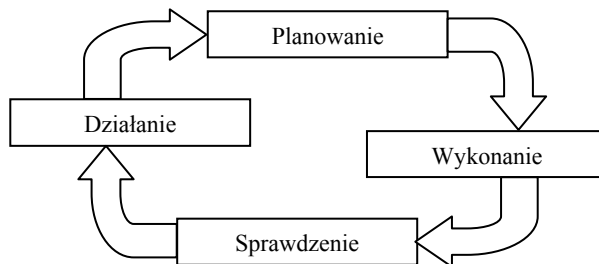
Cykl Deminga to cztery etapy postępowania ukierunkowane na ciągłe doskonalenie (rys. 2.5):

**1. Planowanie** obejmuje wiele działań ukierunkowanych na dążenie do wyboru rozwiązań nadających się najlepiej do wdrożenia, a mianowicie zdefiniowanie problemu, analiza przyczyn wystąpienia problemu, opracowanie projektu działań, określenie krytycznych czynników sukcesu, celów jakościowych i mierników wyników, zebranie i analiza danych, wybór rozwiązania optymalnego. Na tym etapie należy dostrzec możliwość zmiany, czyli udoskonalenia procesu i je zaplanować.

**2. Wykonanie** polega na wprowadzeniu planu w małej skali czy przeprowadzeniu testów, które posłużą do oceny zaproponowanych rozwiązań. Pozytywna weryfikacja pozwala na przeszkolenie pracowników, scharakteryzowanie procesu oraz wyznaczenie zespołów projektowych. W tym miejscu należy wdrożyć rozwiązania przy wsparciu i zrozumieniu działań podejmowanych przez najwyższe kierownictwo.

**3. Sprawdzenie** sprowadza się do oceny czynności występujących na podstawie przyjętych mierników wykonania. Sprawdza się, czy działania usprawniające przyniosły przyjęte założenia w pierwszym etapie.

**4. Działanie** – wprowadzenie sprawdzonych usprawnień, natomiast w przypadku występowania odchyłeń od planu należy wdrożyć działania korygujące.



Rys. 2.5. Cykl Deminga (opracowanie własne)

Na każdym z etapów cyklu można zastosować wybrane zasady, metody, narzędzia i techniki zarządzania jakością. Przykłady zaprezentowano w tabeli 2.11.

Tabela 2.11. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu Deminga (opracowanie własne)

Etap cyklu Deminga	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Planowanie	Praca zespołowa	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D	5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Burza mózgów	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Wykonanie	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Sprawdzenie	Praca zespołowa	FMEA QFD SPC Raport 8D	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Działanie	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA DOE – planowanie eksperymentów	5 Why Diagram przepływu Burza mózgów	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

## 2.2.5. Klasyfikacja według funkcji zarządzania

Pojęcie oraz funkcje zarządzania omówiono w rozdziale 1.2. Realizacja poszczególnych funkcji może być wspierana przez stosowanie instrumentarium zarządzania jakością. W tabeli 2.12 zawarto przykładowe zasady, metody, narzędzia i techniki możliwe do wykorzystania podczas procesu zarządzania.

Tabela 2.12. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik według funkcji zarządzania (opracowanie własne)

Funkcje zarządzania	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Planowanie	Praca zespołowa	FMEA QFD SPC DOE - planowanie eksperymentów Raport 8D	5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Burza mózgów	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Organizowanie	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC	Diagram przepływu Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Przewodzenie	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

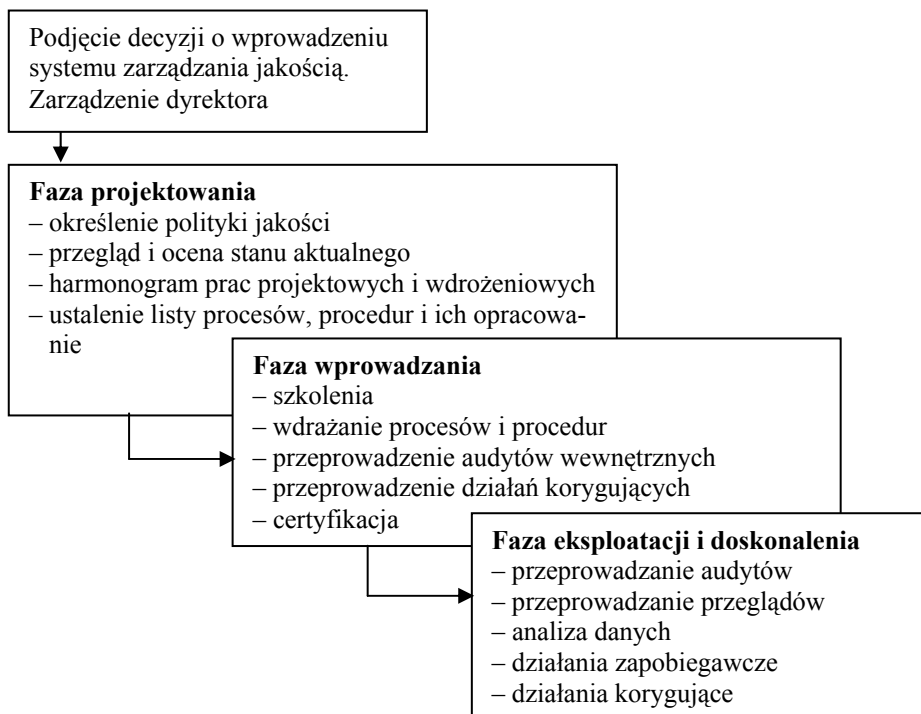
Kontrolowanie	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów	FMEA QFD SPC Raport 8D	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze
Doskonalenie	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

### 2.2.6. Klasyfikacja według etapów wdrażania i eksploatacji systemu zarządzania jakością

System zarządzania jakością (SZJ) służy do kierowania organizacją i nadzorowania jej działań w odniesieniu do jakości [52]. Modele systemów zarządzania jakością oparte na międzynarodowych standardach są obecnie bardzo powszechne, ponieważ spełniają wiele warunków sprzyjających stosowaniu ich w praktyce. Modele są:

- kompleksowe,
- elastyczne,
- uniwersalne,
- oparte na dobrym zapleczu organizacyjnym,
- obiektywne.

Wdrażanie systemu zarządzania jakością składa się z kilku głównych etapów, które pozwalają na stworzenie pewnego algorytmu postępowania dla przedsiębiorstw chcących skutecznie zaprojektować i wdrożyć SZJ. Najczęściej stosowane fazy podczas realizacji tego typu przedsięwzięcia przedstawiono na rysunku 2.6.



Rys. 2.6. Przebieg wdrożenia i eksploatacji systemu zarządzania jakością (opracowanie na podstawie [11])

Na poszczególnych etapach wdrażania oraz eksploatacji zarówno przedsiębiorstwo, jak i doradca mogą stosować wybrane zasady, metody, narzędzia czy techniki wspomagające planowanie i realizację wykonywanych działań (tab. 2.13).

Tabela 2.13. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik według etapów wdrażania i eksploatacji systemu zarządzania jakością (opracowanie własne)

Fazy wdrażania i eksploatacji SZJ	Zasady	Metody	Narzędzia	Techniki
Faza projektowania	Praca zespołowa 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis

cd. Tab. 2.13

Faza wprowadzania	Praca zespołowa KAIZEN 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA	Burza mózgów	Pomiar Zapis
Faza eksploatacji i doskonalenia	Praca zespołowa KAIZEN POKA-YOKE Zero defektów 8 zasad zarządzania jakością 14 zasad Deminga Zasady zarządzania jakością wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu przedmiotu	FMEA QFD SPC DOE – planowanie eksperymentów Raport 8D 5S	Six Sigma 5 Why Diagram Ishikawy Diagram Pareto-Lorenza Diagram przepływu Karty kontrolne Shewarta Histogram Burza mózgów Nowe narzędzia zarządzania jakością	Pomiar Zapis Ocena organoleptyczna Arkusze badawcze

### **3. PRZEGLĄD I ZASTOSOWANIE INSTRUMENTARIUM ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ**

#### **3.1. ZASADY ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ**

##### **3.1.1. Zasada pracy zespołowej**

Praca zespołowa jest jednym z podstawowych założeń zarządzania jakością, w szczególności z punktu widzenia stosowania instrumentarium jakości w doskonaleniu różnych aspektów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Przez zespół należy rozumieć dwie lub więcej osób współdziałających i wzajemnie oddziałujących na siebie w dążeniu do wspólnego celu [12]. Zespół to grupa pracowników funkcjonująca jako jednostka często nadzorowana tylko w niewielkim stopniu lub wcale, której zadaniem jest wykorzystanie funkcji organizacyjnych [61]. Zespoły mogą mieć charakter formalny lub nieformalny. Zespoły formalne są tworzone w określonym celu, do realizacji określonych zadań. Mogą mieć charakter zespołów doraźnych – zadaniowych lub projektowych. Zespoły nieformalne tworzą się wówczas, gdy ludzie systematycznie się spotykają i współdziałają ze sobą z własnej inicjatywy.

Niezależnie od tego, czy zespół jest sformalizowany czy nie, w zespole wszyscy członkowie muszą bezpośrednio ze sobą współpracować, wymieniać się swoimi pomysłami i korzystać z wzajemnej pomocy. Nie jest możliwe istnienie zespołu bez wzajemnych relacji i sprzężeń zwrotnych. Zespół jest bowiem grupą ludzi, którzy wykonując zadanie, nieustannie podejmują wymianę informacji w celu wypracowania wspólnych rozwiązań.

Aby zespół sprawnie realizował powierzone mu zadania, konieczne jest spełnienie następujących warunków [40, 60]:

- znajomość i akceptacja celów do jakich zespół został powołany przez wszystkich członków zespołu,
- uzależnienie pełnienia przywódczej roli w zespole wyłącznie od kwalifikacji danej osoby lub osób, a nie od jakichkolwiek innych czynników (typu stanowisko, staż pracy itp.),
- swobodna atmosfera, umożliwiająca autentyczne zaangażowanie,

- pełne uczestnictwo wszystkich członków w dyskusji skoncentrowanej na określonym zadaniu,
- traktowanie rozbieżności zdań jako wartości, a nie utrudnienia, rzeczowa dyskusja nad wszelkimi pomysłami,
- nastawienie wszystkich członków zespołu na uważne słuchanie siebie nawzajem,
- podejmowanie decyzji w trybie konsensusu,
- przyjęcie zasady, że wszelkie uwagi krytyczne muszą być szczere, a zarazem konstruktywne, nigdy nie mogą zamieniać się w ataki osobiste,
- jasne i równocześnie elastyczne określenie obowiązków każdego z członków zespołu,
- regularne monitorowanie i korygowanie przez zespół przyjętych metod działania.

Tworzenie zespołów wymaga odpowiedniego toku postępowania, który zaprezentowano w tabeli 3.1.

Po zorganizowaniu zespołu ekspertów należy koniecznie wytłumaczyć każdemu z nich szczegółowy cel prowadzonych badań, a także sposób oceny poszczególnych czynników decydujących o poziomie jakości warunków pracy w przedsiębiorstwie, tak aby zespół mógł:

- swobodnie identyfikować problemy,
- zbierać informacje i analizować dane,
- planować zmiany i poszukiwać rozwiązań,
- działać z wykorzystaniem różnych metod i narzędzi,
- umiejętnie oceniać rezultaty [69].

Z punktu widzenia problematyki, którą ma się zajmować zespół ekspertów ważne jest również, aby powołany zespół potrafił:

- uważnie obserwować sytuacje na stanowisku pracy,
- zbierać i omawiać istotne problemy w grupie,
- opracować i przedstawić możliwości polepszenia,
- jeżeli zajdzie taka konieczność, skonsultować się z innym obszarami,
- wybrać propozycje, które mało kosztują i przynoszą duże korzyści,
- wprowadzić środki zaradcze tak szybko, jak to możliwe,
- uznawać osiągnięcia [5].

Członkowie zespołu muszą wypracować własny zestaw komplementarnych umiejętności niezbędnych do realizacji powierzonych im zadań. Umiejętności te można podzielić na trzy kategorie:

- wiedza specjalistyczna,
- umiejętności rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji – członkowie zespołu muszą umieć dostrzegać problemy, oceniać różne warianty postępowania i podejmować decyzje niezbędne do dalszego działania. Większość zespołów musi od początku mieć w swoim składzie ludzi mających te umiejętności, ale często okazuje się, że rozwijają się one lepiej podczas pracy zespołu,



– umiejętności interpersonalne – wzajemnego zrozumienia i poczucia wspólnego celu nie można osiągnąć bez skutecznej komunikacji i konstruktywnych konfliktów. Są one ściśle związane z umiejętnościami interpersonalnymi, do których należy skłonność do podejmowania ryzyka, zdolność do konstruktywnej krytyki i aktywnego słuchania, obiektywizm, wyrażanie uzasadnionych wątpliwości, udzielanie wsparcia oraz uznawanie interesów i osiągnięć innych [20].

Tabela 3.1. Zasady postępowania przy tworzeniu zespołów (opracowanie na podstawie [54, 59])

Etap tworzenia zespołu	Charakter działań
1. Określenie celów	Cele muszą być: mierzalne, zorientowane na działanie, realistyczne – możliwe do osiągnięcia w naturalnych warunkach, ułożone na osi czasu, zrozumiałe – sformułowane w jasny sposób, akceptowane przez pracowników, motywujące do działania. Muszą być zgodne z dwiema zasadami: osiągalności celu (cele są możliwe do osiągnięcia przy danym poziomie wiedzy i danych warunkach technicznych oraz organizacyjnych) i dostępności celu (cele są możliwe do osiągnięcia z wykorzystaniem zasobów będących w dyspozycji przedsiębiorstwa).
2. Określenie zasobów	Należy określić zasoby niezbędne do realizacji celu. Analizując zasoby, należy wziąć pod uwagę dostępność ludzi, kapitału, infrastruktury, czasu i informacji.
3. Ustalenie sposobu pracy zespołu	Należy odpowiedzieć na następujące pytania: czy działalność zespołu ma być ciągła, czy czasowa? czy praca w zespole będzie dodatkowym zajęciem dla członków zespołu? od czego powinna zacząć grupa realizująca zadania? jakie uprawnienia ma zespół z punktu widzenia ingerowania w funkcjonowanie organizacji?
4. Określenie sposobów motywowania	Należy opracować system nagród przewidzianych dla pracowników za osiągnięte wyniki. Praca w zespole nie może się kojarzyć z karą, z przymusowym pozostawianiem w pracy itp.
5. Określenie sposobów oceny pracy	System oceny osiągniętych wyników ma być znany, zrozumiały i podany do ogólnej wiadomości. Należy wcześniej opracować system ewaluacji i przetestować go przed wdrożeniem w ocenę faktycznych wyników zespołu i jego członków.
6. Określenie składu zespołu	Skład zespołu nie może być wynikiem przypadku lub losowego doboru. Kryteria wyboru członków zespołu powinny wynikać z zadań, jakie są stawiane zespołowi, z predyspozycji osobowościowych oraz kompetencji potencjalnych członków zespołu.
7. Wybór lidera	Każdy z zespołów musi posiadać wyłonionego lidera, który koordynuje pracę, określa zadania, rozwiązuje kwestie sporne oraz dostarcza informacji. Musi to być osoba potrafiąca zintegrować i zmotywować grupę.

### 3.1.2. Kaizen

Kaizen odzwierciedla kulturę organizacji ukierunkowanej w całości na dążenie do ciągłej poprawy realizowanej drobnymi krokami, każdego dnia, w ramach wszystkich procesów. Kaizen to sposób myślenia i zarządzania – *kai* rozumie się jako „zmianę”, a słowo *zen* jako – „dobry”, co oznacza proces doskonalenia, który nie ma końca [35, 41, 49]. Ta japońska koncepcja powstała w Japonii i w jeszcze większym stopniu niż TQM akcentuje zaangażowanie wszystkich pracowników przedsiębiorstwa w ciągłe ulepszanie i sterowanie procesami<sup>12</sup> [12].

Założenia tej nowej filozofii pracy przedstawił Masaki Imai w opublikowanej w 1986 roku książce *Kaizen – The Kay to Japanese Competitive Success* [15]. Pojęcie to jest też tłumaczone jako stopniowe i uporządkowane oraz ciągłe ulepszanie, podnoszenie wartości, poprawa, postęp, udoskonalenie. Innymi słowy są to ciągłe udoskonalenia w życiu osobistym, społecznym oraz w pracy. Kaizen koncentruje się na eliminowaniu strat we wszystkich procesach, a także na zaangażowaniu wszystkich uczestników przedsiębiorstwa w realizowaniu procesu doskonalenia. Filozofia ta nie opiera się na nowych technologiach czy ewolucyjnych, kosztowych inwestycjach, lecz na osiąganiu sukcesów dzięki nieustannym i drobnym zmianom.

Kaizen to ciągłe usprawnienie bez gwałtownych ingerencji czy reorganizacji procesów; sukcesy z kolei wynikają z synergii efektów (sukcesywnych drobnych przemian), w przeciwieństwie do innowacji, gdzie zachodzą diametralne zmiany istniejącego stanu [32].

Kaizen to niekończący się proces poprawy jakości zarówno firmy, procesu, jak i produktu. Zgodnie z tą myślą spełnianie określonego kryterium, wymagania staje się punktem wyjścia do poprawy tego kryterium w przyszłości. Gdy dany proces produkcyjny osiąga wydajność spełniającą przyjęte normy, nie powinno to powstrzymywać przed podejmowaniem kolejnych kroków w kierunku poprawy wydajności. Kaizen stanowi sposób myślenia, w którym poszukiwanie wszelkiego rodzaju usprawnień i twórczych rozwiązań jest naturalnym działaniem podejmowanym w celu skutecznego zarządzania. Należy również zauwa-

---

<sup>12</sup> Zachodni model zarządzania przedsiębiorstwami skupia się na orientacji produktowej, z uwzględnieniem ilości i jakości produkowanych wyrobów. Japoński model zarządzania przedsiębiorstwami przejawia orientację procesową, gdzie szczególnie nacisk kładziony jest na jakość procesów pracy [11]. W przedsiębiorstwach stosujących zachodni styl zarządzania przyjmuje się, że pracownicy powinni stosować określone instrukcje wykonywania pracy, natomiast w stylu japońskim, mimo istniejących i stosowanych norm, naturalne dla pracowników jest zgłaszanie rozwiązań mających na celu usprawnienie realizowanych procesów pracy [72]. W podejściu Japończyków przeważa orientacja na procesy. Umożliwia to dobrą jakościowo realizację procesów, a tym samym osiąganie dobrych wyników. Japończycy potrafią zauważyć w drobnych zmianach, często niepociągających za sobą wydatków, znaczne źródło oszczędności zasobów przedsiębiorstwa.

żyć, że myślenie zgodnie z Kaizen jest ukierunkowane na proces oraz sposób zarządzania, a nie na ocenę ludzi przez pryzmat wyników, jakie osiągają [72].

W celu lepszego zrozumienia istoty Kaizen w tabeli 3.2 zaprezentowano zasadnicze różnice w podejściu do doskonalenia z punktu widzenia innowacji (podejścia zbieżnego z kulturą europejską) oraz z punktu widzenia Kaizen.

Tabela 3.2. Cechy Kaizen oraz innowacji [70]

Kryterium porównania	Innowacje	Kaizen
Skutek	krótkookresowy	długookresowy
Tempo	duże kroki	małe kroki
Działania	podejmowane i realizowane w sposób jednorazowy	ciągłe, podejmowane i realizowane w sposób ciągły
Zmiany	gwałtowne i ulotne	stopniowe i stałe
Zaangażowanie	kilka wybranych, wyspecjalizowanych osób	wszystkich osób
Podejście	indywidualne podejście w odniesieniu do pomysłów i podejmowanych wysiłków	podejście systemowe, kolektywne, wysiłek grupowy
Tryb	podejmowanie radykalnych działań, „niszczenie i odbudowywanie”	utrzymywanie istniejącego stanu i usprawnianie
Wymagania praktyczne	duże inwestycje, ale znacznie mniejszy wysiłek dla utrzymania efektów	są niewielkie inwestycje, ale znacznie większy wysiłek dla utrzymania efektów
Ukierunkowanie wysiłku	na technikę	na ludzi
Kryteria oceny	ukierunkowane na zysk	ukierunkowane na poprawę
Walory	dobrze skutkuje w gospodarkach o szybkim tempie wzrostu	dobrze skutkuje w gospodarkach o wolnym tempie wzrostu

Z analizy tabeli 3.2 wynika, że innowacje wiążą się zazwyczaj z dużymi zmianami przeprowadzanymi przez kierownictwo średniego i wyższego szczebla, tymczasem Kaizen skupia się na małych usprawnieniach dokonywanych przy zachowaniu status quo, a także łączy się z problematyką kontroli jakości, statystycznej kontroli procesów, kół jakości, sterowania i zarządzania jakością. Cechy charakteryzujące filozofię Kaizen na każdym etapie – od planowania wdrożenia Kaizen poprzez jego adaptację w przedsiębiorstwie aż do osiągnięcia wyników – zaprezentowano w tabeli 3.3.

Tabela 3.3. Cechy Kaizen (opracowanie na podstawie [12, 15, 32])

Kaizen – założenia	Kaizen – realizacja	Kaizen – efekty
<ul style="list-style-type: none"> <li>– delegowanie uprawnień i odpowiedzialności</li> <li>– praca zespołowa</li> <li>– system motywacyjny</li> <li>– konwencjonalna wiedza na temat reguł działania</li> <li>– wykazywanie przez wszystkich pracowników dążenia do poprawy jakości produktów, procesów i pracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– powolne tempo wprowadzania</li> <li>– stopniowa rewolucja</li> <li>– uczestnictwo wszystkich zatrudnionych</li> <li>– systemowe podejście, grupowy wysiłek</li> <li>– utrzymanie istniejącego stanu oraz jego usprawnianie</li> <li>– rozwinięty system szkoleń</li> <li>– robienie dobrze za pierwszym razem</li> <li>– przywiązywanie wagi do szczegółów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– długookresowe skutki</li> <li>– poprawa jakości procesów, wyrobów</li> <li>– poprawa warunków pracy</li> <li>– obniżenie kosztów</li> <li>– podniesienie wiedzy i kwalifikacji pracowników</li> <li>– poprawa morale załogi</li> <li>– większe identyfikowanie się z przedsiębiorstwem</li> <li>– poprawa komunikacji między współpracownikami oraz pracownikami i kierownictwem</li> <li>– wzrost udziału pracy zespołowej</li> <li>– zespołowe rozwiązywanie problemów</li> <li>– zniwelowanie marnotrawstwa, wyszczuplenie produkcji, optymalne wykorzystywanie mocy produkcyjnych</li> </ul>

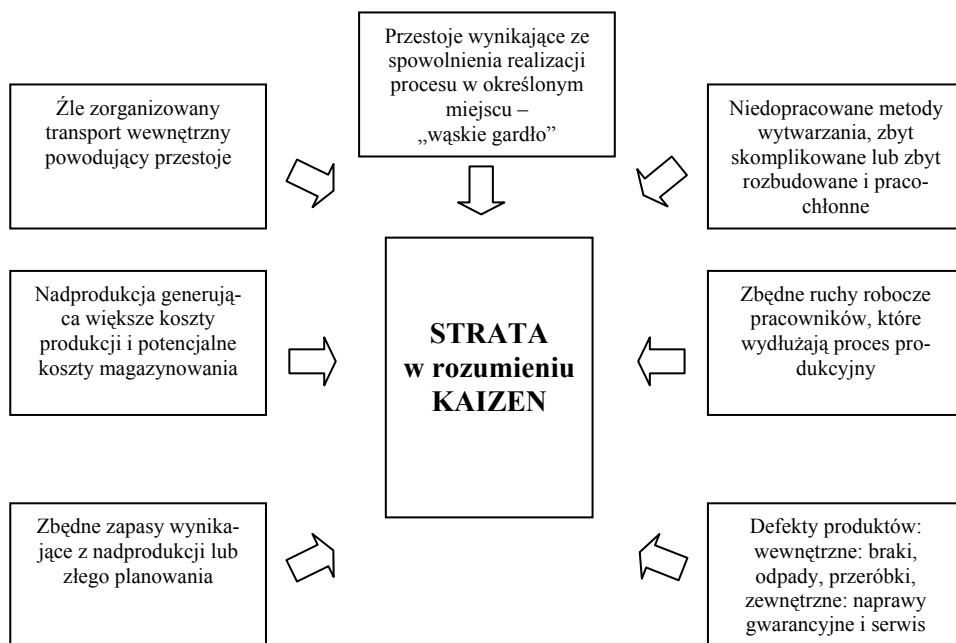
Punktem wyjścia filozofii Kaizen jest odpowiednie zdefiniowanie pojęcia straty w przedsiębiorstwie. Tradycyjnie strata jest rozumiana jako ujemny wynik finansowy przedsiębiorstwa. W przypadku procesu produkcyjnego ze startą mamy do czynienia, gdy funkcjonowanie procesu nie przynosi zysku. W odniesieniu do Kaizen stratą jest jednak każda czynność, która z punktu widzenia klienta nie dodaje wartości do produktu lub usługi. Wyeliminowanie wszelkiego marnotrawstwa – czyli zjawisk zbędnych, niedających wartości dodanej klientowi, przyczynia się do poprawy wykorzystania potencjału firmy.

Wyłączenie MUDA<sup>13</sup> m.in. przez długotrwałe, krytyczne obserwacje procesów roboczych we własnym zakresie i zapisywanie uwag, przeprowadzanie burzy mózgów<sup>14</sup>, a także przez autorejestrację prowadzi do wykreowania przedsiębiorstwa, które stanie się bardziej elastyczne na realizację wyzwań rynkowych. Głównymi przyczynami marnotrawstwa są: nadprodukcja, zapasy, zbędne ru-

<sup>13</sup> MUDA po japońsku oznacza marnotrawstwo [32].

<sup>14</sup> Wykrywanie marnotrawstwa na spotkaniach z udziałem moderatora i przedstawianie za pomocą technik wizualizacji.

chy, transport, błędy w procesie produkcyjnym, braki oraz ich naprawa i czas oczekiwania [32]. Przyczyny strat w przedsiębiorstwie w rozumieniu filozofii Kaizen przedstawiono na rysunku 3.1.



Rys. 3.1. Straty w rozumieniu filozofii Kaizen (opracowanie własne)

Należy pamiętać, że Kaizen jest nie tylko koncepcją zarządzania, jest przede wszystkim częścią kultury japońskiej, obecnej w wielu aspektach życia.

Cechą charakterystyczną Kaizen jest odpowiednie zorganizowanie systemu produkcyjnego przedsiębiorstw. Ważne jest, aby system produkcyjny funkcjonował zgodnie z założeniem systemu ciągłego – pull system. Wymaga to odpowiedniej organizacji produkcji ukierunkowanej głównie na skrócenie czasu produkcji. W celu sprawnego zorganizowania i nadzorowania procesu produkcji konieczne jest zastosowanie odpowiednich metod i narzędzi wspomagających zasadę Kaizen<sup>15</sup>, na przykład<sup>16</sup>: 5S, 5 Why, TPM (ang. *Total Productive Maintenance*), 3MU, 4M.

<sup>15</sup> Zgodnie z przyjętą klasyfikacją zarządzania jakością, jednomyślnie zaliczono Kaizen do grupy zasad [15].

<sup>16</sup> Należy zauważyć że przytoczone narzędzia nie są narzędziami specyficznymi i wykorzystywanymi wyłącznie przez filozofię Kaizen (aczkolwiek często się z niej wywodzą i są z nią związane). Więcej na temat narzędzi wykorzystywanych przy realizacji założeń Kaizen można odnaleźć np. w [41].

### 3.1.3. Poka-Yoke

Wadą tradycyjnego podejścia do zapewnienia jakości jest koncentrowanie się na wykrywaniu braków wytworzonych na wcześniejszych etapach produkcji. Zdecydowanie lepszym podejściem jest zapobieganie powstawaniu braków. Cel ten można osiągnąć przez zastosowanie technik Poka-Yoke, które zostały opracowane przez inż. Shigeo Shingo z firmy Toyota.

System Poka-Yoke jest oparty na koncepcji „zabezpieczenia przed pomyłką”. Jego celem jest takie zaprojektowanie produkcji, aby wyeliminować możliwość wystąpienia błędów [8]. Podstawowymi rodzajami błędów są: nieprawidłowe wykonanie czynności, wykonanie niepotrzebnej czynności lub w błędnej kolejności oraz realizacja pracy w zbyt długim czasie. Aby nie dopuścić do tego typu zdarzeń, niezbędne jest zaimplementowanie na stanowisku pracy takich mechanizmów, które będą zapobiegać powstawaniu błędów lub niezwłocznie informować o ich zaistnieniu [73].

System Poka-Yoke bazuje na czterech zasadach:

1. Kontroli u źródła – interwencja powinna następować tak blisko źródła powstawania potencjalnych defektów, jak tylko jest to możliwe i zawsze zanim nieprawidłowy element przejdzie do następnego etapu produkcji.

2. Zachowanie rozsądnych proporcji – im większe znaczenie ma potencjalny defekt, tym ściślejszego systemu kontroli wymaga. Tam, gdzie spodziewane są mniej poważne defekty ostrzegawczy sygnał świetlny lub dźwiękowy może być wystarczający. Tam, gdzie mogą wystąpić potencjalne defekty o bardziej zasadniczym znaczeniu może być uzasadnione wyłączenie maszyny albo zatrzymanie konkretnej operacji jednostkowej.

3. Prostota i efektywność – kosztowne systemy automatycznej kontroli rzadko są konieczne, a nawet rzadko są przydatne. Ulepszone metody produkcji w połączeniu z prostą kontrolą są podejściem najbardziej nowoczesnym.

4. Wykonuj to, co jest oczywiste w pierwszej kolejności – poważne problemy mogą być często rozwiązywane bardzo prostymi środkami. Należy skupić się na uzyskaniu największej poprawy, angażując w to możliwie najmniej pieniędzy i wysiłku. Shingo zauważa, że podczas gdy ulepszania projektu mogą zmniejszyć liczbę defektów w dłuższym przedziale czasu, wiele zasad systemu Poka-Yoke może być zastosowanych doraźnie w ciągu kilku dni, a nawet godzin; są więc one niezmiernie użytecznym i niekosztownym sposobem zapobiegania defektom, zanim zostanie opracowany produkt bardziej odporny na zmiany warunków w jakich ma funkcjonować [8]. Rozwiązania stosowane w ramach technik Poka-Yoke bazują na następujących mechanizmach zapobiegania lub wykrywania błędów:

– procedury obowiązujące na stanowisku podczas wykonywania pracy, np. pracownik przed montażem kompletuje wszystkie niezbędne części i kładzie je przed sobą na specjalnie wyznaczonym miejscu. Jeżeli w trakcie montażu zosta-

nie pominięta którakolwiek część, pracownik widząc ją przed sobą niezwłocznie naprawi swój błąd;

- blokady uniemożliwiające wykonanie danej czynności w sposób nieprawidłowy. Jako przykład można wskazać: wzorniki, szablony, różnego rodzaju zabezpieczenia przed nieprawidłowym umieszczeniem materiału w maszynie lub pominięciem którejs z czynności;

- proste urządzenia kontrolno-pomiarowe informujące o powstaniu lub możliwości powstania błędu, uzupełnione często o funkcję blokowania pracy urządzenia zapobiegającą powstaniu braku. Zalicza się do nich: sprawdziany, kontrolki, sygnalizatory dźwiękowe, sensory, wyłączniki czasowe itp.;

- listy kontrolne (checklists) i procedury funkcjonują na podobnych zasadach. Pracownik wykonujący swą pracę punkt po punkcie według listy nie pominie żadnej istotnej czynności [73].

Jednym z przykładów Poka-Yoke jest zastosowanie urządzeń, które klient może użytkować tylko i wyłącznie w jeden sposób. Nazywane są one projektami idiot-proof, ponieważ ich stosowanie jest jednoznaczne i nie wymaga specjalnego przygotowania i zastanawiania się. Przykładem projektu idiot-proof jest wtyczka elektryczna z trzema kołkami. Można ją włożyć tylko do określonego typu gniazodka, w określony sposób.

Techniki Poka-Yoke są powszechnie wykorzystywane w procesach produkcyjnych. Prowadzi to do produkcji bezusterkowej, którą wszyscy powinni sobie stawiać za cel jakości numer jeden. Dostrzeganie możliwości zapobiegania błędom w procesie jeszcze przed ich pojawieniem się jest najlepszym sposobem redukcji wad i strat, dlatego mechanizmy zapobiegające powstawaniu błędów powinny być wdrażane na etapie projektowania wyrobu [3, 8, 73].

### **3.1.4. Zero defektów**

Autorami zasady zero defektów byli P.B. Crosby i J.F. Halpin [47]. Crosby był przeciwnikiem ustalania dopuszczalnego poziomu niezgodności wyrobów. Jedyną akceptowaną poziom jakości to zero defektów. Gdy poziom niezgodności przekracza zero, należy bezwzględnie podjąć działania usprawniające. Koncepcja zero defektów nie jest akceptowana przez wielu praktyków, ponieważ sprowadza się do wyznaczenia celów, których realizacja jest niemożliwa.

Zasada zero defektów kieruje się hasłem: „rób dobrze za pierwszym razem – to zależy od ciebie” i opiera się na dwóch założeniach:

- pracownicy dobrowolnie mogą przystąpić do pracy wg tej metody,
- ujawnia się przyczyny, a nie winnych powstawania braków.

Pierwsza zasada wymaga od kierownictwa organizacji, aby zostały stworzone takie warunki pracy, które są niezbędne do wykonania wyrobów dobrych jakościowo oraz aby pracownicy byli odpowiednio motywowani w celu dobro-

wolnego zgłaszania się do uczestnictwa w tej metodzie. Druga zasada zakłada, że pracownik popełnia błąd w wyniku braku wymaganych kwalifikacji oraz nieuwagi w pracy. Pierwszy czynnik można usunąć przez systematyczne uzupełnianie i doskonalenie kwalifikacji pracowników, a także wyzwalanie inicjatywy wśród pracowników w kierunku wykrywania przyczyn braków. W tym przypadku główną rolę odgrywać będą stosunki wzajemnej współpracy pomiędzy poszczególnymi grupami pracowników, a także między nimi a kierownictwem. Drugi czynnik wymaga stworzenia warunków powodujących wzrost zainteresowania pracowników wykonywaną pracą przez uruchomienie przesłanek psychologicznego oddziaływania w celu wywołania właściwej motywacji do pracy i uświadamiania swej roli w procesie wytwarzania. W tym rozumieniu stosuje się system nagradzania zamiast karania.

Warunkiem wdrożenia zasady zero defektów jest odpowiednie przygotowanie przedsiębiorstwa przez szczegółową analizę istniejącego stanu i w konsekwencji przez realizację wniosków z tej analizy oraz uporządkowanie techniczno-organizacyjnej działalności.

Koncepcja ta może być wykorzystywana przez każdą organizację bez względu na jej wielkość oraz rodzaj branży, w której działa. Zastosowanie zero defektów polega na zrozumieniu i wdrożeniu w działalności organizacji następujących przekonań:

1. Jakość to nie doskonałość wykonania, ale zgodność z oczekiwaniami klienta.
2. System jakości jest ukierunkowany na eliminowanie przyczyn błędów, a nie usuwanie ich skutków.
3. Standard jakości to zero defektów, a nie dopuszczalny poziom błędów.
4. Miarą jakości jest cena zgodności ze specyfikacją, a nie wskaźniki.

### 3.1.5. Osiem zasad zarządzania jakością

W roku 1997 Komitet Techniczny ISO TC 176 opublikował dokument zatytułowany *Zasady zarządzania jakością oraz wytyczne ich stosowania*. Zdefiniowano w nim osiem zasad zarządzania jakością:

1. **Orientacja na klienta** – organizacje są zależne od swoich klientów i dlatego należy identyfikować i rozumieć obecne i przyszłe potrzeby klienta, aby spełnione były jego wymagania oraz należy wykraczać ponad jego oczekiwania.

2. **Przywództwo** – przywódcy ustalają jedność celu i kierunku działania organizacji; zaleca się, aby tworzyli oni i utrzymywali środowisko wewnętrzne, w którym ludzie mogą w pełni zaangażować się w osiąganie celów organizacji.

3. **Zaangażowanie ludzi** – ludzie na wszystkich szczeblach są istotą organizacji i ich całkowite zaangażowanie pozwala na wykorzystanie ich potencjału



dla dobra organizacji. Pracownicy muszą wiedzieć, jakie są ich obowiązki i jaką mają rolę w kształtowaniu jakości oferowanych produktów czy usług.

4. **Podejście procesowe** – pożądany wynik osiąga się wówczas, gdy działania i związane z nimi zasoby są zarządzane jako proces.

5. **Podejście systemowe do zarządzania** – zidentyfikowanie, zrozumienie i zarządzanie wzajemnie powiązanymi procesami jako systemem przyczynia się do zwiększenia skuteczności i efektywności organizacji w osiąganiu celów.

6. **Ciągłe doskonalenie** – zaleca się, aby ciągłe doskonalenie funkcjonowania całej organizacji stanowiło stały cel organizacji.

7. **Podejmowanie decyzji na podstawie faktów** – skuteczne decyzje opierają się na analizie danych i informacji.

8. **Wzajemne korzystanie z powiązań z dostawcami** – organizacja i jej dostawcy są od siebie zależni, a wzajemne korzystne powiązania zwiększają zdolność obu stron do tworzenia wartości.

Wprowadzenie ośmiu zasad zarządzania jakością stanowiło całkowicie nowe spojrzenie na systemy jakości. Stały się one przyczyną do nowelizacji norm jakościowych w postaci nowej rodziny norm ISO serii 9000:2000 określanej „wizja 2000”, które zostały zatwierdzone przez Międzynarodową Organizację ds. Normalizacji (ISO) 15 grudnia 2000 roku [19].

### 3.1.6. Czternaście zasad Deminga

1. **Stalość (niezmiennność) celu** – systematyczne i wytrwałe dążenie do doskonalenia pracy, wyrobów i usług. Planowanie ukierunkowane długofalowo na wzmocnienie pozycji konkurencyjnej na rynku, a nie na cele doraźne. Wyraźnie określona odpowiedzialność kierownictwa.

2. **Uczenie każdego nowej filozofii** – w firmie nie mogą być akceptowane błędy, materiały niskiej jakości, opóźnienia, wadliwe produkty.

3. **Eliminacja potrzeby masowej inspekcji** – nie można już polegać na masowej kontroli jako sposobie zapewnienia jakości. Należy dążyć do tego, by statystyczne potwierdzenie jakości stało się częścią procesu wytwórczego i sprzedaży.

4. **Opieranie biznesu na jakości a nie na cenie** – zrezygnowanie z zawierania umów jedynie na podstawie ceny zakupu. Należy skończyć ze zwyczajem stosowania wyłącznie kryterium cenowego, starać się zminimalizować koszt całkowity, a nie tylko koszt początkowy. Dążyć do tego, by każdy element dostarczał jeden dostawca na zasadzie długotrwałej współpracy opartej na zaufaniu i lojalności.

5. **Ciągłe usprawnienia** – eliminowanie marnotrawstwa i polepszanie jakości w każdej dziedzinie: w zaopatrzeniu, transporcie, projektowaniu wyrobów, procesów i metod, w pracach inżynierskich i remontowych, w sferze sprzedaży,

dyskrybucji, księgowości i rachunkowości, w placach, produkcji, usługach posprzedażowych itp.

6. **Trening (szkolenia)** – wdrażanie nowoczesnych metod doskonalenia zawodowego celem ukształtowania pro jakościowych postaw i odpowiednich umiejętności.

7. **Nowoczesne metody nadzoru** – stosowanie właściwych form nadzoru – przełożeni powinni pomagać pracownikom, zakładając drugorzędne znaczenie normatywów wydajności. Trzeba usunąć wszelkie bariery mogące utrudnić uzyskanie najlepszych wyników przez pracowników firmy.

8. **Pozbycie się strachu** – stwarzanie odpowiednich warunków pracy – wyeliminowanie strachu jako czynnika stymulującego podwładnych oraz wzajemnego braku zaufania. Brak strachu przyczynia się do większego zaangażowania pracowników, lepszej wymiany informacji, zmniejszenia błędów i strat ekonomicznych przedsiębiorstwa.

9. **Przełamywanie barier międzywydziałowych** – aby wszyscy zgodnie współdziałali dla wspólnego celu.

10. **Eliminowanie sloganów i napomnień** – pustych haseł dla podwyższenia produktywności i jakości menadżerowie powinni dostarczać metod i usprawniać system pracy.

11. **Eliminowanie limitów w pracy** – zrezygnowanie z formułowania celów w postaci wskaźników liczbowych, gdyż normy prowadzą do nieefektywności i wysokich kosztów.

12. **Stwarzanie warunków do dumy z wykonywanej pracy.**

13. **Edukacja i szkolenia** – prowokowanie do ustawicznego samokształcenia. Wydatki na szkolenia są opłacalną inwestycją, podnoszą jakość personelu oraz konkurencyjność.

14. **Plan działania** – zapewnienie warunków, w których cała załoga będzie dostrzegać potrzebę włączenia się w działania na rzecz urzeczywistnienia przemian zachodzących w ich przedsiębiorstwie [10, 12, 29].

### 3.1.7. Zasady wykorzystywane w badaniu i kształtowaniu jakości [11]

**Zasada antropocentryzmu** – polega na odniesieniu wszystkiego co człowiek poznaje, tworzy i wytwarza do jego potrzeb, wartości, wymagań i celów. Należy więc w pierwszej kolejności rozpoznać potrzeby i wartości człowieka, będące źródłem jego aktywności oraz celów prowadzonej działalności. Z celów i potrzeb wynikają specyfikacje wymagań odniesione do przedmiotów służących zaspokojeniu tych potrzeb.

**Zasada kompleksowości** – polega na dążeniu do maksymalizacji wiedzy o przedmiotach stanowiących obiekt diagnozowania, prognozowania lub projektowania. Stosowanie zasady kompleksowości wiąże się z wykorzystaniem peł-

nych zakresów następujących kryteriów: procesowego, badawczego, podmiotowego, strukturalnego.

**Zasada wartościowania** – polega na przyporządkowaniu wybranej cechy (cech) wartości określonej jakości przedmiotu. W wyniku tego przyporządkowania zostają określone stany wartości odpowiadające cechom oraz stanom, poziomom i natężeniom cech, a także stanom, poziomom i względnym poziomom jakości.

**Zasada optymalizacji** – w wyniku jej zastosowania uzyskuje się nie dowolną, lecz optymalną jakość przedmiotu. Istotą tej zasady jest porównanie dopuszczalnych rozwiązań na podstawie kryterium decyzyjnego oraz wybór najlepszego rozwiązania.

**Zasada ekonomiki** – opiera się za badaniu relacji występującej pomiędzy kategoriami jakościowymi, odnoszonymi do przedmiotu, a kategoriami ekonomicznymi.

**Zasada synergii** – polega na uwzględnieniu w badaniu i kształtowaniu jakości wyrobów zjawiska synergii. Warunkiem wystąpienia zjawiska synergii jest odmiennność jakości przedmiotu złożonego, wyodrębnionego na tle otoczenia, względem sumy jakości jego składników.

**Zasada kinetyki** – polega na uwzględnieniu obiektywnego i powszechnego zjawiska zmienności jakości przedmiotu w czasie. Proces zmian jakości przedmiotu składa się z dwóch rodzajów zdarzeń: pojawianie się lub znikanie określonych cech oraz przechodzenie jednych stanów cech określonego zbioru w inne stany.

**Zasada probabilistyki** – polega na wszechstronnym wykorzystywaniu metod rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej w poznawaniu i kształtowaniu jakości przedmiotów.

## 3.2. METODY ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

### 3.2.1. FMEA – analiza przyczyn i skutków wad

Metodę FMEA (ang. *Failure Mode and Effect Analysis*) zaczęto stosować w latach sześćdziesiątych XX wieku w USA przy konstruowaniu oraz przygotowywaniu procesów wytwarzania złożonych i odpowiedzialnych wyrobów w astronautyce, technice jądrowej oraz w przemyśle lotniczym [11]. Z czasem zaczęto wykorzystywać ją w pozostałych gałęziach przemysłu, szczególnie tam, gdzie wyroby muszą cechować się wysoką niezawodnością, ze względu na bezpieczeństwo użytkowników. Dobrym przykładem zaadaptowania tej metody jest branża motoryzacyjna.

FMEA jest uznaną i powszechnie stosowaną metodą umożliwiającą identyfikację błędów i pomoc w ich eliminowaniu. Analizę FMEA wykorzystuje się do rozpoznania i oceny ryzyka wystąpienia potencjalnych błędów, które mogą za-

istnieć w poszczególnych elementach wyrobu lub w procesie jego wytwarzania, a także skutków ich wystąpienia. Metoda ta ma wskazać elementy procesu czy też części składowe wyrobu, wobec których trzeba podjąć działania eliminujące lub ograniczające ryzyko potencjalnych błędów [32].

Dzięki FMEA możemy urzeczywistnić np. zasadę zero defektów. Ponadto jej cele są zgodne z inną zasadą – ciągłego doskonalenia. Metoda FMEA pozwala poddać wyrób lub proces kolejnym analizom, a następnie na podstawie uzyskanych wyników wprowadzać poprawki i nowe rozwiązania, skutecznie eliminujące źródła wad. Analizy mogą przy okazji dostarczyć nowych pomysłów ulepszających właściwości wyrobu.

Wyróżniamy kilka rodzajów analizy FMEA:

- DFMEA, czyli FMEA wyrobu (ang. *design*),
- PFMEA – FMEA procesu (ang. *process*),
- SFMEA – FMEA systemu (ang. *system*),
- MFMEA – FMEA maszyny (ang. *machinery*),
- EFMEA – FMEA środowiska (ang. *enviromental*).

Dwie najczęściej wykorzystywane metody to DFMEA oraz PFMEA.

DFMEA, czyli analiza FMEA wyrobu pozwala na zrobienie rzeczy dobrze za pierwszym razem. Przeprowadzana jest już podczas wstępnych prac projektowych w celu uzyskania informacji o silnych i słabych punktach wyrobu, tak aby jeszcze przed wdrożeniem do produkcji istniała możliwość wprowadzenia zmian koncepcyjnych. Do wskazania słabych punktów wyrobu, które mogą być w czasie jego eksploatacji przyczyną powstawania wad, są przydatne ustalenia uzyskiwane na etapie projektowania, dzięki wiedzy i doświadczeniu zespołu zaangażowanego w przeprowadzenie FMEA, a także z pomocą informacji uzyskiwanych podczas eksploatacji podobnych wyrobów własnych lub innych producentów.

Wady wyrobu lub konstrukcji mogą dotyczyć [11]:

- funkcji, które wyrób ma realizować,
- niezawodności wyrobu w czasie jego eksploatacji,
- łatwości obsługi przez użytkownika,
- łatwości naprawy w przypadku jego uszkodzenia,
- technologii konstrukcji.

DFMEA stosuje się w następujących sytuacjach:

- wprowadzania nowych projektów,
- wprowadzania nowych komponentów,
- wprowadzania nowych materiałów,
- stosowania nowych technologii,
- rozszerzania zakresu zastosowania wyrobu,
- gdy istnieje szczególne ryzyko niebezpieczeństwa i żadne wady nie są dozwolone,
- eksploatacja wyrobu w szczególnie trudnych warunkach.

PFMEA, czyli analiza FMEA procesu jest przeprowadzana w celu rozpoznania czynników, które mogą utrudniać spełnienie wymagań zawartych w specyfikacji konstrukcji lub dezorganizować przebieg procesu wytwarzania. Czynniki te mogą być związane z metodami obróbki, parametrami obróbki, środkami kontrolno-pomiarowymi czy też maszynami i urządzeniami [11].

PFMEA umożliwia identyfikację problemów i zakłóceń, jakie można napotkać w trakcie realizacji zaplanowanych procesów, a zatem można ją stosować:

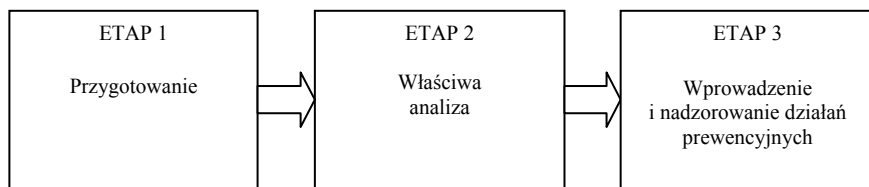
- w początkowej fazie projektowania procesów technologicznych,
- przed uruchomieniem produkcji seryjnej,
- w fazie planowania produkcji dla najbardziej optymalnego przygotowania procesu,
- przy wprowadzaniu nowych wyrobów lub procesów wytwarzania,
- w produkcji seryjnej w celu doskonalenia procesów, które są niestabilne lub nie zapewniają uzyskania wymaganej wydajności.

W tabeli 3.4 przedstawiono różnicę pomiędzy DFMEA oraz PFMEA.

Tabela 3.4. Porównanie DFMEA oraz PFMEA [1]

	DFMEA	PFMEA
Kryterium analizy	Właściwości funkcjonalne podczas użytkowania	Przebieg procesu
Przedmiot analizy	Cały wyrób, podzespoły, części	Fazy procesów obróbki i montażu
Pytania, na które udziela się odpowiedzi	Jakie przyczyny mogą powodować całkowity lub częściowy zanik danej funkcji wyrobu? Jakie mogą być związane z tym skutki?	Jakie wady mogą się pojawić w danej fazie procesu i jaki może być ich wpływ na wady wyrobu?
Przykłady określ wad	<ul style="list-style-type: none"> <li>– pęknięcie elementu</li> <li>– brak styku</li> <li>– brak przepływu medium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wymiar poza polem tolerancji</li> <li>– za mała twardość</li> <li>– zimny lut</li> <li>– niewłaściwa masa</li> </ul>
Przykłady określ przyczyn wad	<ul style="list-style-type: none"> <li>– błędy konstrukcji</li> <li>– zużycie</li> <li>– błędy obsługi</li> <li>– wpływ otoczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– błędy maszyny</li> <li>– błędy maszyny</li> <li>– niewłaściwe metody</li> <li>– niewłaściwy materiał</li> </ul>
Przykłady określ skutków	<ul style="list-style-type: none"> <li>– awaria/zanik funkcji</li> <li>– zmniejszenie osiągnięć</li> <li>– zagrożenia zdrowia/życia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– niezgodność z wymaganiami</li> <li>– zmniejszona wydajność</li> <li>– wysokie koszty</li> </ul>

Przebieg prac związanych z przeprowadzeniem analizy FMEA można podzielić na trzy etapy: przygotowanie, przeprowadzenie właściwej analizy oraz wprowadzenie i nadzorowanie działań prewencyjnych [11] (rys. 3.2).



Rys. 3.2. Etapy przeprowadzania FMEA (opracowanie własne)

**Etap 1.** W trakcie etapu przygotowania tworzony jest zespół interdyscyplinarny, składający się z przedstawicieli różnych działów przedsiębiorstwa (np. produkcji, logistyki, technicznego przygotowania produkcji, jakości) oraz w razie potrzeby również użytkowników wyrobów. Jest to wymaganie normy ISO/TS 16949:2002 (7.3.1.1), zgodnie z którym organizacja powinna zastosować podejście interdyscyplinarne w przygotowaniu realizacji wyrobu obejmujące opracowanie i przegląd FMEA, zawierający działania w celu zredukowania potencjalnego ryzyka [5].

Spośród członków zespołu wyłaniany jest lider, który odpowiada za organizowanie i kierowanie pracą grupy FMEA. Grupa kieruje się zasadą pracy zespołowej. Zadaniem zespołu jest przygotowanie założeń potrzebnych do przeprowadzenia właściwej analizy FMEA, zwłaszcza wybór podzespołów, części (w wyrobie) oraz operacji (w procesie), które powinny być poddane analizie [11]. W pracach tych powinno dominować podejście systemowe, które pozwala uogólnić analizę i jednocześnie czyni ją bardzo przejrzystą. Podejście systemowe oznacza, że wyroby lub konstrukcje, a także procesy technologiczne należy rozpatrywać jako system złożony z podsystemów, które z kolei mają swoje podsystemy niższego rzędu. Każdy element systemu spełni w nim określoną funkcję. Mogą to być funkcje:

- wewnętrzne, zasadnicze dla danego elementu,
- wejścia, odbierane od innych elementów,
- wyjścia, przesyłane do innych elementów.

Określenie granic systemu i wyodrębnienie w nim stopni i liczby podsystemów powinno być jednym z pierwszych zadań pracy zespołu FMEA. Liczba poziomów zależy od złożoności rozpatrywanego obiektu. Właściwa dekompozycja systemu pozwala na rozpoczynanie analizy na jego dowolnym poziomie, co jest szczególnie ważne w przypadku złożonych wyrobów i procesów [11].

**Etap2.** Jest to właściwy etap analizy FMEA. Analizę można przeprowadzić dla całego wyrobu, pojedynczego podzespołu, a także dla całego procesu technologicznego lub jego dowolnej operacji. Pierwszym zadaniem jest określenie

potencjalnych wad, jakie mogą wystąpić w analizowanym wyrobie. Przez wadę rozumie się wadliwe działanie wyrobu, niezgodne z ustaloną funkcją. Przyczyną wady jest nieprawidłowe działanie podsystemu niższego rzędu, natomiast skutki wady odnoszą się do funkcjonowania podsystemu wyższego rzędu. Przyczyn wad można szukać zarówno w samym wyrobie i jego konstrukcji, jak i w procesie technologicznym.

Jeśli przyjmiemy [11]:

wyrób → konstrukcja → proces produkcyjny

to możliwe jest stosowanie przy prowadzeniu analizy następującego schematu wnioskowania:

– przyczyną wady wyrobu jest wada konstrukcji, która jest skutkiem wady procesu,

– wada wyrobu jest skutkiem wady konstrukcji,

– przyczyną wady konstrukcji jest wada procesu.

Po zdefiniowaniu relacji wyrób → konstrukcja → proces produkcyjny ocenia się każdą wadę ze względu na trzy kryteria, które w przemyśle motoryzacyjnym bardzo często oznacza się literami S, O, D, gdzie:

S – znaczenie dla klienta (ang. *severity*),

O – prawdopodobieństwo wystąpienia/występowalność (ang. *occurrence*),

D – wykrywalność (ang. *detection*).

Ocena znaczenia błędów, ich przyczyn i skutków dokonywana jest w wyniku punktowego szacowania. Oceny dokonuje się w skali dziesięciopunktowej. Aby ułatwić i odpowiednio dobrać punktację dla poszczególnych kryteriów, można posilkować się specjalnymi tabelami, które zostały stworzone dla poszczególnych gałęzi przemysłu. Kryteria oceny w tabelach 3.5, 3.6, 3.7 zostały opracowane na podstawie podręcznika *Potential Failure Mode and Effects Analysis Reference Manual – DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2001* oraz indywidualnych wymagań klientów w branży motoryzacyjnej.

W przypadku kryterium „znaczenie dla klienta” konieczne jest poddanie analizie skutków, jakie niesie ze sobą dany błąd dla klienta zewnętrznego oraz wewnętrznego (pracownika na kolejnym etapie). Należy zauważyć, że niekiedy klient zewnętrzny w odniesieniu do tzw. charakterystyk specjalnych może zastrzec, że punktacja w tym wypadku nie może być mniejsza niż np. 6. W przypadku szacowania „wykrywalności” należy zauważyć, że im wyżej jest oceniana, tym przypisana jej wartość jest mniejsza.

Kolejnym krokiem jest obliczanie liczby priorytetowej ryzyka, tzw. RPN (ang. *Risk Priority Number*). Wskaźnik ten jest iloczynem znaczenia dla klienta S, występowalności O oraz wykrywalności D, stąd:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Tabela 3.5. Znaczenie dla klienta [32]

Znaczenie skutku	Wpływ na klienta – opis kryterium	Wpływ na pracownika – opis kryterium	S
Żadne	Jest nieprawdopodobne, aby wada mogła mieć zauważalny wpływ na zachowanie się wyrobu lub procesu. Wada nie wywoła żadnego zauważalnego skutku.	Jest nieprawdopodobne, że wada spowoduje utrudnienia w następnych operacjach. Wada nie wywoła żadnego zauważalnego skutku.	1
Najmniejsze	Część wyrobów może zawierać wady wykończenia zauważalne przez uważnych klientów (mniej niż 25%).	Część (mniej niż 100%) wyrobów może wymagać poprawienia na stanowisku pracy.	2
Mniejsze	Część wyrobów może zawierać wady wykończenia zauważalne przez klientów (około 50%).	Niewielkie zakłócenia na linii technologicznej. Część wyrobów może wymagać poprawienia, ale poza stanowiskiem pracy.	3
Bardzo niskie	Część wyrobów może zawierać wady wykończenia zauważalne przez większość klientów (ponad 75%).	Niewielkie zakłócenia na linii technologicznej. Wyroby mogą wymagać sortowania, a część wyrobów może wymagać naprawienia.	4
Niskie	Wyrób funkcjonuje, ale komfort pracy jest dostępny w ograniczonym zakresie. Klient może odczuwać niezadowolenie.	Niewielkie zakłócenia na linii technologicznej. 100% wyrobów może wymagać naprawienia poza stanowiskiem pracy, jednak nie ma konieczności przekazywania ich do działu serwisu.	5
Umiarkowane	Wyrób funkcjonuje, ale nie jest zapewniony komfort pracy. Klient niezadowolony.	Niewielkie zakłócenia na linii technologicznej. Część wyrobów może wymagać złomowania, lub naprawy poza linią technologiczną.	6
Wysokie	Wyrób funkcjonuje, ale na ograniczonym poziomie użyteczności. Klient bardzo niezadowolony.	Zakłócenia na linii technologicznej. Część wyrobów może wymagać sortowania w celu wydzielania części do złomowania oraz do naprawy poza linią technologiczną.	7
Bardzo wysokie	Wyrób nie funkcjonuje – utrata podstawowych funkcji. Klient bardzo niezadowolony.	Zakłócenia na linii technologicznej. 100% wyrobów może wymagać złomowania lub czas naprawy wyrobów przekracza 60 minut. Naprawa przeprowadzana w dziale serwisu – poza produkcją.	8
Niebezpieczne z ostrzeżeniem	Bardzo znaczący defekt, gdy wystąpienie wady wpływa na bezpieczeństwo użytkownika pojazdu lub/i pociąga za sobą niezgodność z państwowymi uregulowaniami prawnymi. Wada występuje z ostrzeżeniem.	Zagrożenie dla operatora – z ostrzeżeniem.	9
Niebezpieczne bez ostrzeżenia	Bardzo znaczący defekt, gdy wystąpienie błędu wpływa na bezpieczeństwo użytkownika pojazdu lub/i pociąga za sobą niezgodność z państwowymi uregulowaniami prawnymi. Wada występuje bez ostrzeżenia.	Zagrożenie dla operatora – bez ostrzeżenia.	10



Tabela 3.6. Występowalność wady [32]

Prawdopodobieństwo wystąpienia wady	Poziom prawdopodobieństwa	O
Odległe: wada nieprawdopodobna	$\leq 1$ na 100 000	1
Niskie: pojedyncze wystąpienia	1 na 10 000	2
	1 na 2000	3
Umiarkowane: wada występuje okazjonalnie	1 na 1000	4
	1 na 500	5
	1 na 200	6
Wysokie: wada występuje z dużą częstotliwością	1 na 100	7
	1 na 50	8
Bardzo wysokie: wada jest prawie nieunikniona	1 na 20	9
	$\geq 1$ na 100	10

Tabela 3.7. Wykrywalność [32]

Wykrycie	Opis wykrywalności wad	D
Pewne	Produkt lub proces jest zabezpieczony przed powstawaniem wady. Brak możliwości wyprodukowania części niezgodnej w wyniku konstrukcji procesu/wyrobu. Wada jest zawsze wykryta.	1
Bardzo wysokie	Wyrób nie zostanie przekazany do dalszych etapów. Kontrola jest automatyczna i stwierdzenie wady wstrzymuje proces. Wada jest prawie zawsze wykryta.	2
Wysokie	Kontrola przeprowadzana automatycznie lub poprzez wiele sprawdzeń na dalszych etapach procesu. Jest duże prawdopodobieństwo, że wada zostanie wykryta w zakładzie.	3
Umiarkowanie wysokie	Kontrola w postaci wielu sprawdzeń na dalszych etapach procesu lub nadzór poprzez metody szacunkowe oraz kontrola przy zwolnieniu pierwszej poprawnej części. Jest duże prawdopodobieństwo, że wada zostanie wykryta w zakładzie.	4
Umiarkowane	Kontrola jest oparta na pomiarach przeprowadzanych po zakończeniu danego etapu lub kontrola weryfikująca zgodność obejmuje 100% wyrobów, zanim te opuszczą stanowisko robocze. Kontrola może wykryć wadę.	5
Niskie	Etap jest nadzorowany tylko przez SPC (karty kontrolne) lub inne metody szacunkowo-statystyczne. Kontrola może nie wykryć wady.	6
Bardzo niskie	Kontrola polega tylko na podwójnej ocenie wizualnej. Kontrola ma małe szanse na wykrycie wady.	7
Niepewne	Kontrola polega tylko na pojedynczej ocenie wizualnej. Kontrola ma małe szanse na wykrycie wady.	8
Bardzo niepewne	Kontrola jest wykonywana, ale nie jest ukierunkowana na analizowaną wadę lub kontrole wady są sporadyczne. Kontrola prawdopodobnie nie wykryje wady.	9
Niemożliwe	Brak kontroli lub wada niemożliwa do wykrycia. Absolutna pewność niewykrycia wady.	10

Określa on poziom ryzyka, jakie wiąże się z występowaniem poszczególnych wad. W przypadku przyjętej skali dziesięciopunktowej dla każdego kryterium może on teoretycznie wynosić minimalnie 1, a maksymalnie 1000. Gdy wskaźnik RPN zostanie obliczony dla wszystkich możliwych wad, należy je uszeregować według rangi (wielkości). Na tej podstawie będziemy mogli się zorientować, które potencjalne wady i które z potencjalnych przyczyn są najpoważniejsze oraz określić kolejność działań korygujących lub zapobiegawczych.

**Etap 3.** Wyniki przeprowadzonych analiz są podstawą do wprowadzenia w wyrobie, w sposobie jego użytkowania lub w procesie technologicznym zmian, które pozwolą zmniejszyć ryzyko wystąpienia wad określonych jako krytyczne. Jeśli nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie przyczyn powstawania wad, należy podjąć działania w celu zwiększenia możliwości ich wykrywania lub zmniejszenia negatywnych skutków ich wystąpienia. Jednak główny nacisk powinien być położony na zapobieganie powstawaniu wad, a nie na ich wykrywanie i późniejsze korygowanie. Realizacja zalecanych działań korygujących lub zapobiegawczych powinna być ciągle nadzorowana, a ich efekty poddawane weryfikacji według metody FMEA. Powinny być określone osoby odpowiedzialne za prowadzenie tych działań oraz terminy ich realizacji.

Metoda FMEA sprawdza się zarówno w produkcji jednostkowej, jak i seryjnej, wszędzie tam, gdzie wady wyrobu mogą narazić producenta na duże straty finansowe [11]. Poza zapobieganiem i niwelowaniem skutków wad metoda ma wiele innych korzyści, do których należą [32]:

- kreowanie pracy zespołowej i integracja zespołów podczas wspólnego rozwiązywania problemów,
- wzrost wiedzy i doświadczenia pracowników,
- poprawa niezawodności wyrobu lub wydajności procesu,
- wzrost zadowolenia klienta,
- obniżenie kosztów,
- zdefiniowanie ryzyka oraz zapewnienie właściwych działań dla jego zminimalizowania, co jest istotne i dostarcza argumentów odciążających w przypadku odpowiedzialności producenta za wyrób.

Mimo wielu zalet i możliwości należy jednak stosować analizę FMEA z zachowaniem ostrożności. Szczególnie kontrowersyjne jest przypisywanie liczb S, O, D. Do ich obiektywnego oszacowania potrzebne są obszerne informacje o analizowanym obiekcie. Należy pamiętać, że FMEA nie generuje gotowych rozwiązań, w jaki sposób usunąć daną wadę. Podaje jedynie wskazania, które miejsca w wyrobie, konstrukcji lub procesie technologicznym są krytyczne i dlatego [11].

Należy też dodać, że analiza FMEA jest obowiązkowa w branży motoryzacyjnej, jeśli wyrób dostarczany jest bezpośrednio do montażu gotowego wyrobu. Wyniki analizy są kluczowe dla projektowania procesu, szczególnie przy doborze narzędzi monitorujących proces.

Te opisane działania powinny znaleźć odzwierciedlenie w postaci odpowiednio przygotowanego dokumentu. Do tego celu służy specjalnie przygotowany arkusz FMEA. Forma, zawartość i złożoność tego dokumentu bywają różne i zależą od założeń przyjętych przy realizacji FMEA.

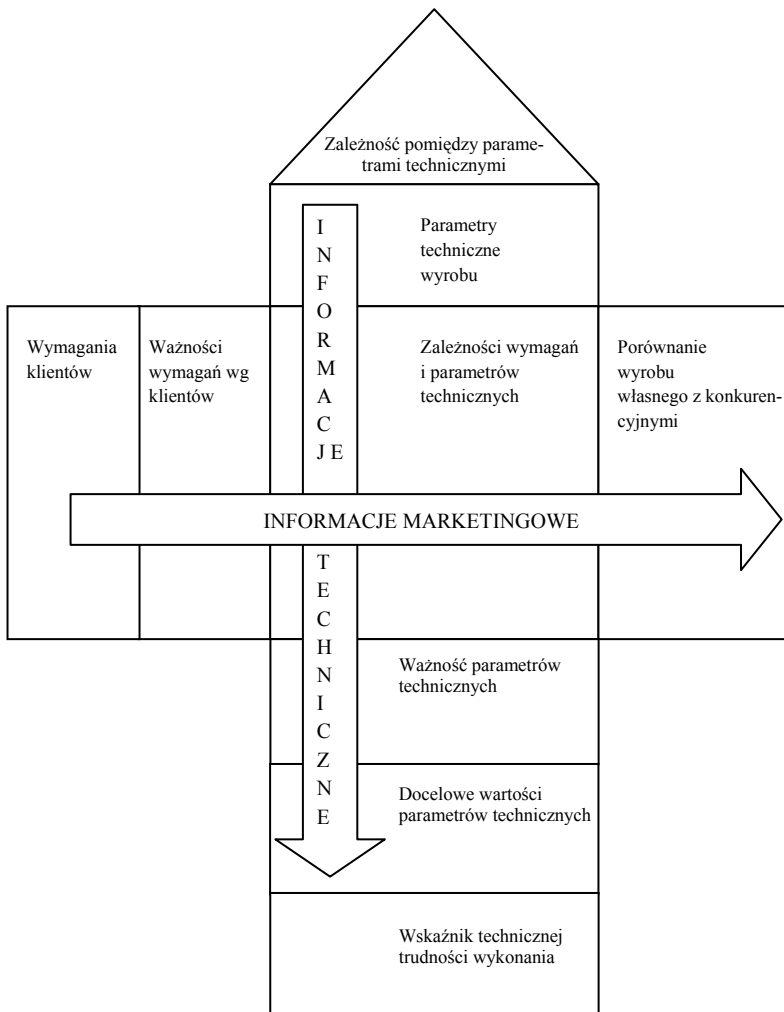
W tabeli 3.8 zaprezentowano przykład wykorzystania analizy FMEA.

Tabela 3.8. Przykład wykorzystania metody FMEA do poszukiwania potencjalnych zagrożeń dla SZJ (opracowanie na podstawie [11, 32])

Arkusz FMEA nr 01									
Sporządził:									
Ocena									
Strona:									
Data:									
S									
O									
D									
RPN									
środki zaradcze									
szkolenie w zakresie metod pomiaru zadowolenia klienta									
wprowadzenie obowiązku zapisów									
współpraca z pracownikami, rejestrowanie problemów i sugestii, wydawanie biuletynów informacyjnych, radiowęzeł									
7									
3									
10									
210									
kontrola wzrokowa									
kontrola wzrokowa									
kontrola wzrokowa									
brak możliwości dokonania wyrobu									
brak zaangażowania pracowników, niezadowolenie z pracy									
nieznajomość czynników decydujących o skuteczności SZJ									
brak komunikacji z klientem wewnętrznym (pracownicy) dotyczącej zarówno przekazywania informacji o polityce, celach i wykonywaniu zadań przedsiębiorstwa, jak i zdobywania informacji od klientów (zadowolenie z pracy, pojawiające się problemy w trakcie realizacji zadań produkcyjnych)									
brak nadzoru nad dokumentami									
brak zgłoszenia reklamacji, skarg, zażaleń									
brak znajomości innych metod pomiaru									
błędne określenie stopnia zadowolenia klienta									
kontrola wzrokowa									
Metoda kontroli									
Przyczyna									
Skutek									
Zagrożenia dla SZJ									
ANALIZA PRZYCZYŃ I SKUTKÓW WAD									
MONITOROWANIE I POMIAR ZADOWOLENIA KLIENTA									

### 3.2.2. QFD – rozwinięcie funkcji jakości

**QFD** (ang. *Quality Function Deployment*) – metoda rozwinięcia funkcji jakości. Dzięki tej metodzie istnieje możliwość uwzględnienia na wszystkich etapach projektowania możliwie największej liczby czynników mogących wpływać na jakość wyrobu. Jest sposobem „tłumaczenia informacji” pochodzących z rynku, wyrażonych w języku konsumentów, na język używany w przedsiębiorstwie przez projektantów. Zawiera rozwinięcie czterech „domów”, które dzielą projektowanie produktu oraz proces produkcyjny na ciągle wzrastające poziomy specyfikacji [11]. „Dom jakości” zaprezentowano na rysunku 3.3.



Rys. 3.3. Schemat domu jakości [1]

Diagram zawiera różnie zdefiniowane pola, a ich liczba zależy od charakteru i złożoności zadania, jakie ma być osiągnięte. Do podstawowych pól należą wymagania klienta, w którym to polu znajdują się określenia używane przez klienta, a zaraz obok ich ważność, którą ocenia się w skali pięciopunktowej. Można tu wykorzystać np. techniki badań marketingowych.

Kolejnym istotnym polem są parametry techniczne wyrobu. Charakteryzują one wyrób z punktu widzenia projektanta. Pole pomiędzy wymaganiami klientów a parametrami technicznymi określa się mianem matrycy zależności – powiązań między atrybutami klienta a charakterystykami technicznymi. Oznacza się je jako zależności: silna – 9 punktów, średnia – 3 punkty lub słaba – 1 punkt. Skala ocen jest indywidualnym wyborem projektanta. Jeśli pomiędzy wcześniej wymienionymi polami – „domami” nie zachodzi zależność, to pole nie jest wypełniane. Ową zależność można również przedstawić w postaci graficznej. Najczęściej stosuje się kółka, kwadraty czy prostokąty. Mając dane wejściowe od klienta i charakterystyki techniczne, można obliczyć ważności parametrów technicznych. Jeśli  $W_i$  jest współczynnikiem ważności wymagania „i”, a  $Z_{ij}$  jest współczynnikiem zależności pomiędzy wymaganiem „i” oraz parametrem technicznym „j”, to współczynnik ważności parametru technicznego „j” wynosi  $T_j$  i określany jest wzorem:

$$T_j = \sum W_i \times Z_{ij} \quad (2)$$

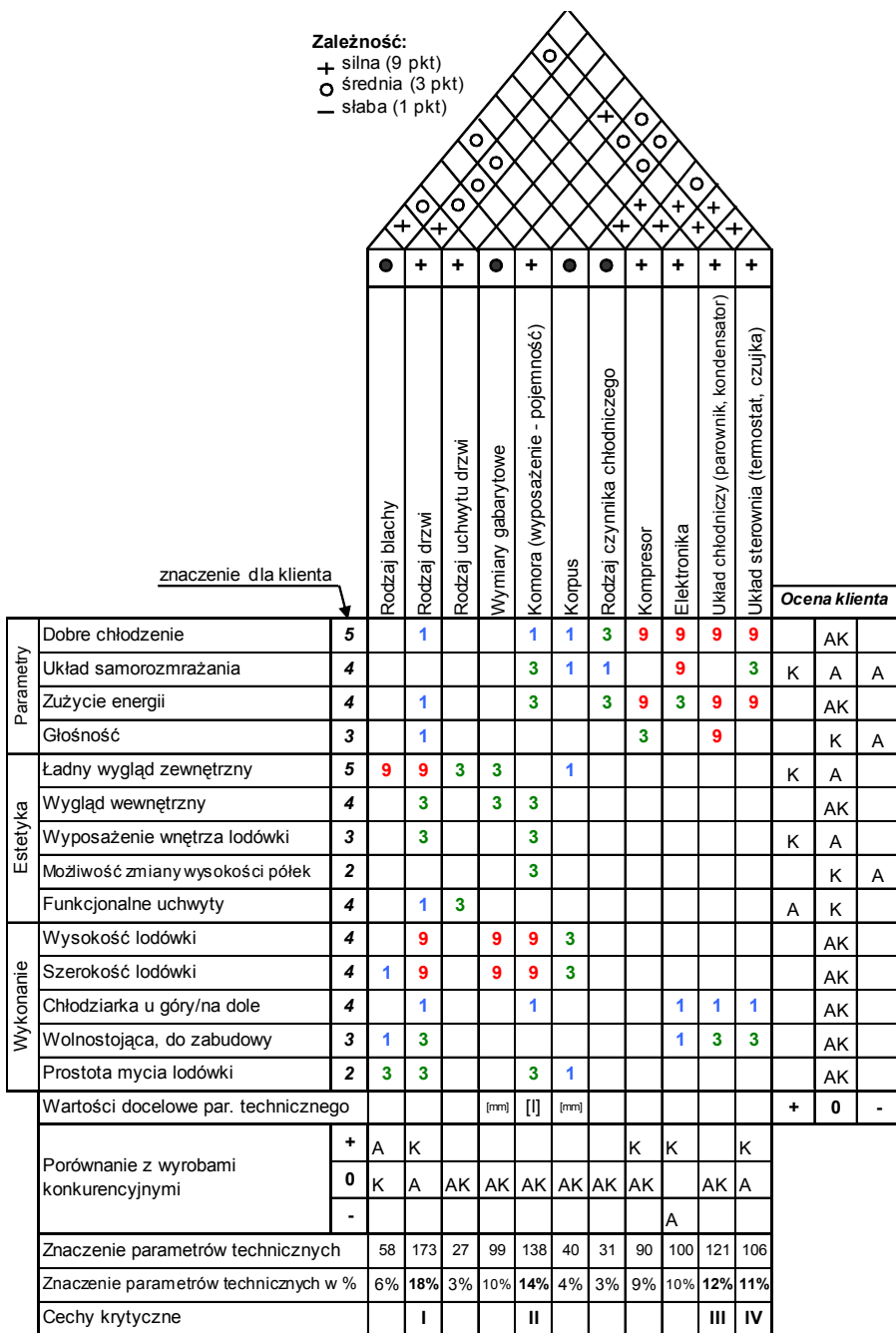
Uzyskane wartości  $T_j$  liczby pozwalają projektantowi w łatwy sposób identyfikować w wyrobie szczególnie ważne problemy techniczne.

Zależności pomiędzy parametrami technicznymi, zwane również matrycą korelacji, przedstawiają korelacje zarówno pozytywne, jak i negatywne pomiędzy parametrami technicznymi. Korelacje negatywne wskazują, że poprawa jednej charakterystyki spowoduje pogorszenie drugiej.

Ustalenie wskaźników technicznej trudności wykonania najczęściej ocenia się w skali od 1 do 5. Jest to miara trudności technicznych i organizacyjnych, których wystąpienia można się spodziewać przy osiąganiu docelowych parametrów technicznych. Wysoka wartość wskaźnika oznacza, że mogą wystąpić problemy.

Stosowanie metody QFD przynosi niewątpliwe korzyści – pozwala skupić się na tym, czego klient naprawdę oczekuje. QFD pozwala przełożyć język wymagań klienta na wymagania techniczne. Przykład wykorzystania metody QFD zaprezentowano na rysunku 3.4.

Z rysunku 3.4 wynika, iż przy projektowaniu szczególnie należy zwrócić uwagę na rodzaj drzwi oraz wyposażenie komory lodówki. Czynniki te mają istotny wpływ na wygląd i funkcjonalność wyrobu. Klient zwraca uwagę na funkcjonalność, pojemność lodówki, praktyczne rozmieszczenie wysokości półek, liczbę pojemników. Bardzo ważny jest również układ chłodniczy, a co się z tym wiąże – układ sterowania, co ma bezpośrednie przełożenie na pracę lodów-



A "Alfa"  
K Firma konkurencyjna

Rys. 3.4. QFD dla lodówki (opracowanie własne)

ki, czyli na klasę energetyczną oraz hałas. Kupując wyrób klient sam nie jest w stanie ocenić jakości chłodzenia, bazuje na marce firmy oraz na tym, co powie sprzedawca. Stosowanie analizy QFD może stać się zatem swego rodzaju bazą informacji, dzięki której można przełożyć wymagania klientów na wymagania techniczne na etapie projektowania.

### **3.2.3. SPC – statystyczne sterowanie procesem**

Idea kontroli statystycznej wywodzi się z obserwacji, iż każda z poszczególnych cech wyrobu w danej partii, wykonanej w tych samych warunkach, podlega pewnemu rozkładowi statystycznemu, który opisywany jest przez funkcję gęstości prawdopodobieństwa. Rodzaj i przebieg rozkładu opisującego daną cechę może być różny, lecz dla większości procesów przemysłowych stwierdzono, że mamy do czynienia ze zbiorowościami podlegającymi rozkładowi normalnemu, który obrazuje krzywa Gaussa [15].

Obecnie powszechne jest przekonanie, że jakość wyrobu lub usługi musi być wbudowana w procesy ich projektowania i wytwarzania, a nie uzyskiwana przez tradycyjnie rozumianą kontrolę jakości, czyli kontrolę końcową. Tak więc w coraz szerszym zakresie stosowane są metody umożliwiające szybkie wykrywanie i zapobieganie błędom i niezgodnościom już na etapie produkcji wyrobów. Metody te pozwalają na bieżącą korekcję i sterowanie procesami produkcji pod kątem wymaganej jakości.

Kontrola statystyczna może być stosowana we wszystkich sferach przemysłowego procesu realizacji, przyjmując na różnych etapach odmienne formy. Jednak sfera produkcji jest tą sferą przemysłowego procesu realizacji, w której metody kontroli statystycznej znalazły najszersze zastosowanie [15]. Stosowanie tych metod w toku produkcji znacznie zwiększa prawdopodobieństwo, że wyroby będą wytwarzane zgodnie z wymaganiami jakościowymi zawartymi w dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej.

Dodatkowo istnieje możliwość ciągłego dokumentowania procesu, co powoduje jego stałe doskonalenie. Poprawne stosowanie metod statystycznych w procesie produkcji przynosi znaczące efekty. Z kontrolą statystyczną mamy do czynienia wtedy, gdy kontrolowane są losowo wybrane z populacji wyroby. W zależności od liczebności oraz częstości pobierania próbek, a nade wszystko od sposobu wykorzystania wyników do zwrotnego oddziaływania na proces produkcji, kontrola statystyczna dzieli się na:

1. Statystyczną kontrolę odbiorczą (SKO), która jest ukierunkowana na wyrób i na podstawie której podejmowana jest decyzja, czy partia wyrobów, z której pobrano próbkę może być przyjęta czy nie.

2. Statystyczną kontrolę procesu – czyli formę kontroli ukierunkowaną na proces. Uzyskiwane wyniki są wykorzystywane do bieżącej kontroli procesu i w razie potrzeby do jego korygowania [10].

Przez statystyczną kontrolę procesu rozumiemy zespół metod i technik statystycznych mających na celu usprawnienie przebiegu prac przez redukcję występujących odchyleń [11]. Na każdy proces oddziałują różne czynniki, które zakłócają jego przebieg, w związku z tym rzeczywiste wartości interesującej nas cechy wyrobu ulegają odchyleniom od wartości pożądanej, a tym samym wpływają na pogorszenie jakości wyrobu. Shewhart podzielił przyczyny zmienności jakości na dwie następujące grupy:

- przyczyny losowe (systemowe) [4],
- przyczyny specjalne.

Przyczyny systemowe stanowią integralną część procesu. Jest ich zazwyczaj wiele, lecz nie wykazują istotnych zmian w czasie. Czynniki te wywołują odchylenia systemowe (zwykłe), wynikające z istoty samego procesu, stosowanych maszyn, technologii itp. Ograniczenie tych czynników wymaga zmiany procesu [15]. Przyczyny specjalne są czynnikami, które nie wynikają z istoty procesu, lecz warunkowane są przez czynniki otoczenia. Czynniki te mogą pojawiać się przypadkowo (losowo) w wyniku uszkodzenia narzędzia lub elementów obrabiarci, czy też takich czynników jak nadmierny spadek napięcia czy wyłączenie zasilania, względnie mogą stopniowo narastać w czasie, w wyniku np. stopniowego zużywania się narzędzi lub elementów maszyn [15].

Do rejestracji i obserwacji zmienności badanej cechy podczas procesu służą tzw. karty kontrolne. Karty takie zaproponował już w 1924 roku Shewhart. Za pomocą tych kart możliwe jest, na podstawie stanu wybranych cech wyrobu, śledzenie przebiegu procesu i wczesne wykrywanie jego rozregulowania wyrażającego się nadmiernymi odchyleniami wartości cech. Celem stosowania kart kontrolnych Shewharta jest wczesne wykrywanie, a następnie eliminowanie zakłóceń specjalnych wykraczających poza ustalone granice.

Rejestracja wyników badań odbywa się przez nanoszenie na tory kart kontrolnych wartości parametrów statystycznych obliczonych na podstawie danych z próbek pobieranych w regularnych odstępach czasu z procesu poddawanego kontroli. Ponieważ odchylenia występują w każdym procesie, niezbędne jest ustalenie dopuszczalnych granic, które nie mogą zostać przekroczone. Granice te w postaci górnej i dolnej linii kontrolnej nanosi się na karty kontrolne. Jeżeli wartości parametrów statystycznych są zawarte wewnątrz granicznych linii kontrolnych, to uznaje się, że proces produkcyjny jest ustabilizowany i prawidłowy, natomiast przekroczenie którejś z linii granicznych sygnalizuje rozregulowanie procesu [15].

Na kartach kontrolnych występują jeszcze inne rodzaje linii: linie ostrzegawcze górne i dolne – ich przekroczenie jest sygnałem o zbliżającym się rozregulowaniu procesu, a w przypadku kolejnego przekroczenia tej samej granicy –

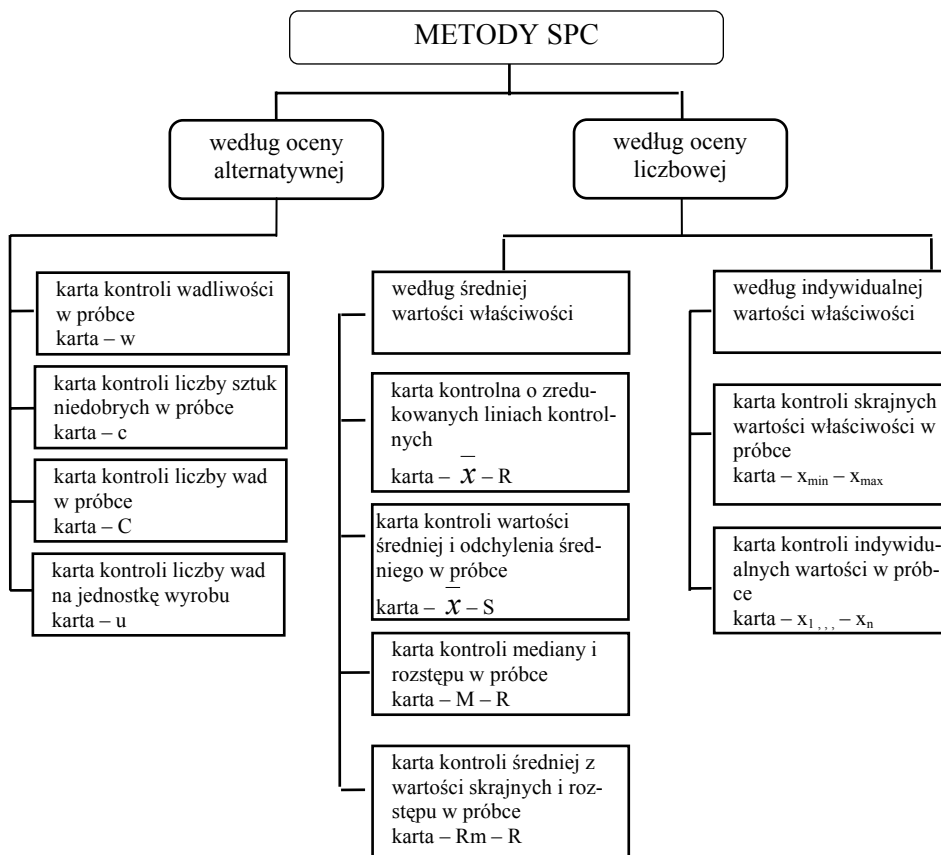


sygnałem o rozregulowaniu procesu; oraz linia centralna – symbolizująca średnią oczekiwaną wartość parametru – jest bazą do obliczenia linii kontrolnych.

Rozróżniamy dwa rodzaje metod SPC:

- według oceny alternatywnej,
- według oceny liczbowej.

Rodzaje metod SPC zaprezentowano na rysunku 3.5.



Rys. 3.5. Metody SPC (opracowanie własne)

W ten sam sposób dzielą się karty kontrolne: na karty kontrolne cech ilościowych i karty kontrolne cech alternatywnych.

Karty kontrolne mogą być ponadto:

- jednotorowe, stosowane do oceny tylko jednej właściwości lub też grupy właściwości za pomocą jednego parametru statystycznego,
- dwutorowe, stosowane do oceny jednej właściwości przez dwa parametry statystyczne lub dwóch właściwości określonych jednym parametrem każda,

– wielotorowe, zawierające więcej niż dwa tory przeznaczone do kontrolowania więcej niż dwóch parametrów dla różnych właściwości wyrobu.

Kontrola przy zastosowaniu SPC przebiega następująco:

1. W określonych odstępach czasu pobrać z bieżącej produkcji próbkę o liczności odpowiadającej metodzie, za pomocą której będzie oceniany przebieg procesu.

2. Zmierzyć lub sprawdzić przewidziane instrukcją właściwości w poszczególnych sztukach w próbce, rejestrując wyniki pomiarów lub badań.

3. Obliczyć wartości parametrów statystycznych (właściwych dla prowadzonej karty kontrolnej) i nanieść otrzymane dane na tor karty kontrolnej.

4. Uznać proces jako przebiegający prawidłowo, jeżeli wartości otrzymanych parametrów statystycznych mieszczą się w ustalonych dla nich granicach.

5. Uznać, że procesowi grozi rozregulowanie, jeżeli wartość któregośkolwiek parametru przekracza linie ostrzegawcze.

6. Uznać, że proces został rozregulowany, jeżeli wartość któregośkolwiek z parametrów przekracza linie kontrolne lub wartości dwóch kolejnych próbek przekraczają linie ostrzegawcze.

7. Po każdym pozytywnym wyniku badania próbki przeprowadzić, zgodnie z instrukcją ogólną dla prowadzonego rodzaju karty kontrolnej, analizę jakości z ostatnich 15 – 25 próbek ze względu na zdatność jakościową procesu, trend<sup>17</sup>, run<sup>18</sup> i tzw. zjawisko środkowej jednej trzeciej<sup>19</sup>.

Dostatecznie pewnym dowodem rozregulowania procesu są rozmieszczenia punktów wartości parametrów statystycznych na torze karty kontrolnej w stosunku do linii kontrolnej, tzw. sygnał statystycznej kontroli jakości. Występują następujące rodzaje sygnałów:

– pojedynczy, gdy występuje jeden punkt poza którąkolwiek linią kontrolną na jednym z torów karty,

– seryjny, gdy występują dwa lub więcej kolejnych punktów poza tą samą linią kontrolną,

– sygnał z połączonych próbek – wystąpienie jednego punktu poza jedną z linii kontrolnych obliczonych dla próbki składającej się z wielu kolejnych próbek pobranych do kontroli,

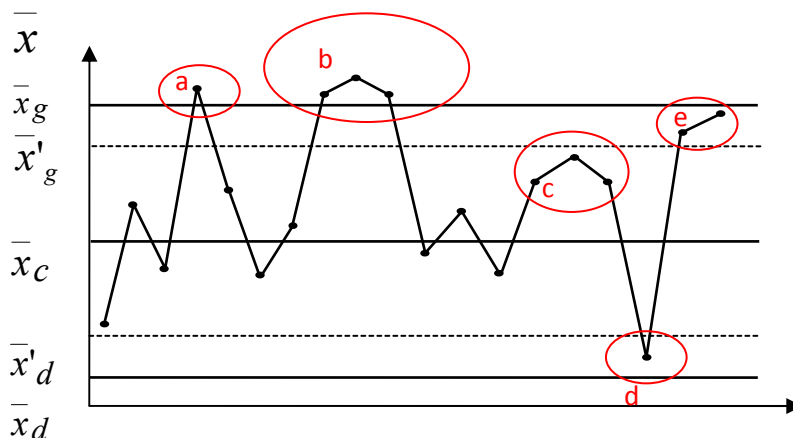
---

<sup>17</sup> Trend – występuje wtedy, gdy 7 kolejnych wartości parametru statystycznego na karcie kontrolnej wykazuje nieprzerwaną tendencję na plus lub minus. Trend wskazuje np. systematyczne zużywanie się narzędzia.

<sup>18</sup> Run – występuje wtedy, gdy 7 kolejnych wartości parametru statystycznego leży nieprzerwanie po tej samej stronie linii centralnej. Wystąpienie runu należy interpretować jako informacje o stałym przesunięciu się wartości średniej.

<sup>19</sup> Zjawisko środkowej jednej trzeciej – występuje wtedy, gdy mniej niż 40% lub więcej niż 90% wartości parametru statystycznego z ostatnich kolejnych 25 próbek mieści się w środkowej jednej trzeciej przedziału kontrolnego. W pierwszym przypadku rozkład parametru charakteryzuje duży rozrzut, a więc zdatność jakościowa procesu została zachwiana, w drugim natomiast proces jest zbyt dokładny, a więc nieekonomiczny.

- sygnał uprzedzający – wystąpienie jednego punktu w obszarze pomiędzy linią kontrolną a linią ostrzegawczą,
  - pojedynczy z dwóch kolejnych sygnałów uprzedzających.
- Przykłady sygnałów zaprezentowano na rysunku 3.6.

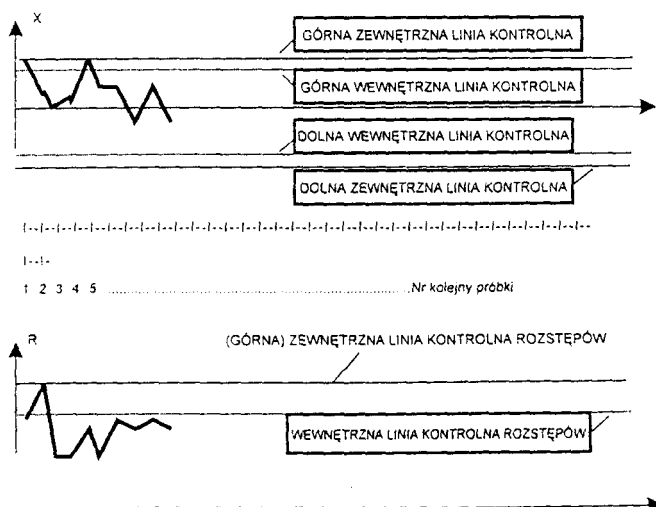


a – pojedynczy, b – seryjny, c – z połączonych próbek, d – uprzedzający, e – pojedynczy z dwu kolejnych sygnałów uprzedzających,  $\bar{x}_g$  – górna linia kontrolna,  $\bar{x}_d$  – dolna linia kontrolna,  $\bar{x}'_g$  – górna linia ostrzegawcza,  $\bar{x}'_d$  – dolna linia ostrzegawcza,  $\bar{x}_c$  – średnia oczekiwana wartość parametru,  $\bar{x}$  – wartość średnia

Rys. 3.6. Przykłady sygnałów na torze karty kontrolnej (opracowanie własne)

Najczęściej wykorzystywanym narzędziem jest karta kontrolna cech oceniających liczbowo – karta kontroli wartości średniej i rozstępu –  $\bar{x}$  – R. Jest ona arkuszem zawierającym dwa układy współrzędnych. Oś poziome obu układów mają jednakową skalę, oznaczającą kolejny numer pobieranej próbki. Oś pionowa górnego układu zawiera skalę wartości liczbowych, wyrażonych w jednostkach miary, którymi mierzy się wartości średnie obserwacji w próbkach. Zakres skali jest ograniczony do prawdopodobnego przedziału zmienności średnich. Tę samą skalę ma oś pionowa drugiego, niżej położonego, układu, z tym że zakres skali jest dostosowany do zakresu zmienności rozstępów, a początkiem skali jest zero. W obu układach współrzędnych umieszczone są linie kontrolne, stanowiące istotę karty [71]. Przykład karty kontrolnej zaprezentowano na rysunku 3.7.

Karta służy do wykrywania, jaki udział w zmienności procesu mają pospolite przyczyny zmienne przypadkowo, a jaki udział mają pojedyncze przyczyny lub zdarzenia specjalne. Jest ona testem istotności różnic między próbkami, które sygnalizują, że proces jest statystycznie poza kontrolą. Dostarcza sygnały, których obserwacja pozwala wykrywać anomalie i przez ich usuwanie utrzymywać proces w zaprojektowanych granicach statystycznej stabilności [71].



Rys. 3.7. Karta  $\bar{X} - R$  [71]

Karty kontrolne są narzędziem do nadzorowania przebiegu procesu i rozpoznawania wystąpienia w nim trwałych zmian. Z zasady nie odnoszą się wprost do granic tolerancji kontrolowanych cech i dlatego nie pozwalają określić stopnia spełnienia przez proces wymagań jakościowych. Miarą potencjalnych lub rzeczywistych zdolności procesu do spełniania tych wymagań są wskaźniki tzw. zdolności jakościowej. Wskaźniki te są wyznaczane dla konkretnej cechy wyrobu. Praktycznie oznacza to, że ze względu na niektóre cechy proces może charakteryzować się wysoką zdolnością, a ze względu na inne – niską. Dla procesu krytyczna jest cecha, dla której wskaźnik jest najniższy. Stosuje się wskaźniki zdolności jakościowej procesu lub maszyny. Oba rodzaje wskaźników mają identyczną postać matematyczną, różnią się jedynie sposobem uzyskiwania danych pomiarowych, na podstawie których są wyznaczane [11].

Wskaźnik zdolności procesu występuje w dwóch postaciach –  $C_p$  i  $C_{pk}$ . Wskaźnik zdolności jakościowej  $C_p$  określa, ile razy przedział naturalnej zmienności danej cechy, wyznaczany wartością  $6\sigma$  ( $-3\sigma$ ,  $+3\sigma$ ), mieści się w jej polu tolerancji [11]:

$$C_p = \frac{(GLT - DLT)}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma} \quad (3)$$

gdzie: GLT, DLT – odpowiednio górna i dolna linia tolerancji,  
 $T$  – pole tolerancji,  
 $\sigma$  – odchylenie standardowe badanej cechy.

Wskaźnik zdolności jakościowej procesu Cpk uwzględnia zarówno naturalną zmienność cechy, jak i położenie jej wartości średniej względem granic tolerancji. Do jego obliczenia wykorzystuje się jeden ze wzorów [11]:

$$C_{pk} = \frac{(GLT - \bar{x})}{3\sigma}, \text{ jeżeli } GLT - \bar{x} \leq \bar{x} - DLT \quad (4)$$

$$C_{pk} = \frac{(\bar{x} - DLT)}{3\sigma}, \text{ jeżeli } GLT - \bar{x} > \bar{x} - DLT \quad (5)$$

gdzie: GLT, DLT – odpowiednio górna i dolna linia tolerancji,

$\sigma$  – odchylenie standardowe badanej cechy,

$\bar{x}$  – wartość średnia badanej cechy uzyskana podczas próby zdatności.

Z powyższej definicji wynika, że wskaźnik Cp określa potencjalne możliwości procesu do spełniania wymagań jakościowych. Wskaźnik Cpk jest z kolei miarą wycentrowania procesu i jeśli  $Cpk \neq Cp$ , to na proces działa stały czynnik specjalny powodując, że średnia wartość cechy jest różna od wartości nominalnej [11]. Przykłady oceny procesu na podstawie wskaźników zdatności Cp i Cpk zaprezentowano w tabeli 3.9.

Tabela 3.9. Przykłady oceny procesu na podstawie wskaźników zdolności Cp i Cpk [11]

Wskaźnik zdolności	Ocena procesu
$Cpk = Cp$	Proces ustawiony dokładnie na środku pola tolerancji.
$Cpk \neq Cp$	Proces niewycentrowany – wymagana korekcja ustawienia.
$Cp < 0,67; T < 4\sigma$	Proces o niskiej zdolności jakościowej. Należy się liczyć z frakcją jednostek niezgodnych $p > 0,046$ . Konieczne jest „doskonalenie” procesu lub rozszerzenie pola tolerancji.
$Cp = 1; T = 6\sigma$	Jeśli $Cp = Cpk$ , należy liczyć się z frakcją jednostek niezgodnych $p \approx 0,0027$ .
$Cp = 1,33 \Rightarrow T = 8\sigma$	Zdolność procesu jest dobra. Jeśli $Cp = Cpk$ , należy liczyć się z frakcją jednostek niezgodnych $p \approx 0,000064$ .
$Cp > 1,66 \Rightarrow T > 10\sigma$	Zdolność procesu „bardzo dobra”. Jeśli $Cp = Cpk$ , frakcja jednostek niezgodnych wyrażana jest w kategoriach PPM (parts per milion – części na milion).

### 3.2.4. DOE – planowanie eksperymentów

DOE (ang. *Design of Experiments*) – to niezmiernie ważny i przydatny zestaw narzędzi zapobiegawczych. Metoda ta jest stosowana zarówno podczas planowania procesu, jak i rozwoju produktu. Metodę stosuje się do optymaliza-

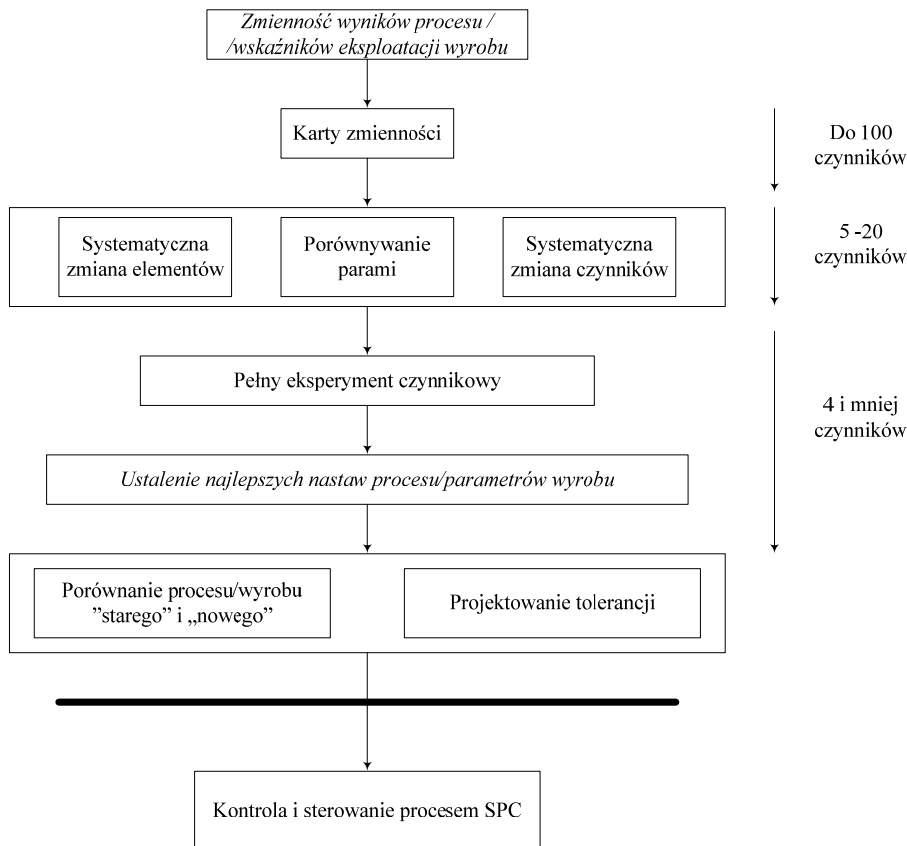
cji produktów, rozwiązań czy też procesów przy jak najmniejszej liczbie doświadczeń [59]. DOE bazuje na planowaniu eksperymentów i jest pomocna w identyfikacji czynników, które mogą mieć znaczny, bądź znikomy wpływ na wyrób w różnych fazach cyklu życia. Czynniki te można podzielić na cztery zasadnicze grupy, które zaprezentowano w tabeli 3.10.

Tabela 3.10. Czynniki działające na wyrób i proces [12]

Wyrób	Proces
Czynniki sterowalne	
Czynniki dobierane przez projektanta i konstruktora:	Czynniki dobierane przez technologa/projektującego-usługę:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– struktura (liczba elementów i sposób ich połączenia)</li> <li>– wymiary i ich tolerancje</li> <li>– pasowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– struktura procesu (rodzaj i kolejność działań)</li> <li>– urządzenia (jeśli istnieje możliwość wyboru)</li> <li>– narzędzia</li> <li>– parametry procesu</li> <li>– kompetencje pracowników</li> </ul>
Czynniki niesterowalne	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– właściwości użytych materiałów</li> <li>– właściwości elementów konstrukcyjnych znormalizowanych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kwalifikacje załogi (w krótkim okresie)</li> <li>– możliwości technologiczne i zdolność jakościowa będących w dyspozycji urządzeń technologicznych</li> </ul>
Czynniki zakłócające zewnętrzne	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– niewłaściwe użytkowanie</li> <li>– za niska/za wysoka – wahania temperatury otoczenia</li> <li>– wstrząsy i drgania</li> <li>– korozja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zmienność niejednorodność materiałów wejściowych</li> <li>– zmiana napięcia zasilania</li> <li>– drgania podłoża</li> <li>– nastawienie klienta</li> </ul>
Czynniki zakłócające wewnętrzne	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– naturalne zużywanie się części wyrobu</li> <li>– starzenia materiału</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zużywanie się narzędzi</li> <li>– zmienność wprowadzana przez człowieka</li> <li>– zmęczenie pracownika</li> </ul>

Metody projektowania eksperymentów w praktyce są bardzo kosztowane i czasochłonne. Właśnie dlatego zaczęto rozwijać uproszczone metody planowania eksperymentów i analizowania wyników, opierając się na osiągnięciach statystyki matematycznej oraz klasycznej teorii planowania eksperymentów. W tej dziedzinie wyróżnili się G. Taguchi i D. Shainin. Mieli bardzo duży wpływ na rozwój uproszczonych metod eksperymentów, ponieważ nie ingerowali w przebieg rzeczywisty procesu. Zastosowali pewne schematy postępowania, przez co zmniejszana jest liczba czynników na każdym etapie, ostatecznie do 2 – 4 głów-

nych [12]. Eksperymenty proponowane przez Shainina wraz z kolejnością ich zastosowania zaprezentowano na rysunku 3.8.



Rys. 3.8. Eksperymenty według Shainina [12]

### 3.2.5. Raport 8D

Osiem dyscyplin (8D) jest metodą rozwiązywania problemów w celu polepszenia wyrobu i procesu, składającą się z ośmiu kroków wzmacniających współdziałanie zespołu. Działanie grupy jako całości wywołuje efekt synergii, powodując lepszy rezultat niż w przypadku ekspertów pracujących indywidualnie. W tabeli 3.11 ujęto sposób postępowania przy stosowaniu raportu 8D.

Każdy krok jest wspierany listą pytań oceniających, a mianowicie: co jest z tym nie tak? co? kiedy? gdzie? ile? W początkowym stadium prac nad 8D konieczne jest podjęcie szybkich działań ukierunkowanych na skutek, aby zapobiec wystąpieniu ponownie wad w czasie wdrożenia efektywnych działań korygujących [32].

Tabela 3.11. Metodyka postępowania przy wykorzystaniu raportu 8D (opracowanie na podstawie [32, 33])

Schemat postępowania	Opis podejmowanych działań
KROK 1D Powołanie zespołu 8D	Powołanie grupy ludzi mającej wspólny cel działania – rozwiązywanie określonych problemów. Powołany zespół musi posiadać wiedzę, czas, umiejętności i uprawnienia do rozwiązywania problemu. Wśród członków zespołu należy wyłonić lidera odpowiedzialnego za koordynowanie pracami zespołu.
KROK 2D Zdefiniowanie problemu	Problem powinien być zdefiniowany w sposób mierzalny i w ujęciu zewnętrznym i wewnętrznym. Należy odpowiedzieć na pytania: jak? kto? co? gdzie? jak duży? jak poważny? itp.
KROK 3D Wdrożenie i weryfikacja tymczasowych działań powstrzymujących	Należy zdefiniować działania zmierzające do ograniczenia skutków zaistniałych niezgodności. Działania te mają chronić klientów przed stratami aż do momentu wprowadzenia działań korygujących.
KROK 4D Określenie i weryfikacja podstawowych przyczyn	Wszystkie możliwe przyczyny muszą być zweryfikowane. Przyczyny muszą określać, dlaczego wystąpił problem, mają się odnosić do opisu problemu. Do identyfikacji przyczyn wykorzystywane są różne narzędzia jakości, np. 5WHY, Diagram Ishikawy itp.
KROK 5D Wybór i weryfikacja działań korygujących	Należy określić trwałe działania usuwające przyczynę stwierdzonej niezgodności, a przy tym upewnić się, że zaproponowane działania nie przyniosą skutków ubocznych, a z pewnością wyeliminują przyczynę niezgodności. Należy opracować alternatywne działania korygujące.
KROK 6D Wdrażanie ciągłych działań korygujących	Trzeba opracować harmonogram wdrażania działań korygujących oraz metody monitorowania stopnia zaawansowania działań, ich skuteczności i efektywności.
KROK 7D Zapobieganie ponownemu wystąpieniu	Opracowanie metod zapobiegania wystąpieniu problemu w przyszłości.
KROK 8D Raport o zakończeniu działań	Ocena indywidualnego i zbiorowego wysiłku przy rozwiązywaniu problemu, publikowanie osiągnięć i dzielenie się wiedzą.

Przykład raportu 8D wykorzystywanego w analizie przyczyn reklamacji zaprezentowano w tabeli 3.12.



Tabela 3.12. Wzór raportu 8D (opracowanie własne)

RAPORT 8D					
Klient: .....		Nr raportu: .....		Data reklamacji: .....	
Zgłosił: .....			Nr reklamacji: .....		
Członkowie zespołu:					
Nazwisko i imię:		Stanowisko:		Telefon:	
ZDEFINIUJ Opis niezgodności	Nazwa wyrobu:	Nr, typ:	INFORMACJE Z DZIAŁU SPRZEDAŻY I PRODUKCJI	Data produkcji wadliwych wyrobów:	Data sprzedaży wadliwych wyrobów:
	Opis podjętego działania natychmiastowego:			Liczba wyprodukowanych wyrobów:	Liczba sprzedanych wadliwych wyrobów:
				Zdjęcie wadliwego wyrobu:	
ZMIERZ	Objaśnienie problemu	Opis problemu:			
	Kryteria akceptacji	Opis niespełnionych kryteriów (wymiarów poza tolerancją):		Odniesienie do dokumentacji: (PKJ, PFMEA, KARTA TECHNOLOGICZNA)	
	Miejsce wykrycia	Podać nazwę procesu, w którym wykryto niezgodność:          UWAGA: Załączyć plan kontroli jakości i zaznaczyć miejsca wykrycia niezgodności			

		Krótkoterminowe działania powstrzymujące:					
	Podjęte akcje dla wyrobu	Czy zapoznano pracowników z powstałą niezgodnością?			Wyniki sprawdzenia:		
		Czy zweryfikowano proces i jego dokumentację?			Sprawdzone:	Liczba braków:	Data:
		Czy dokonano bieżącej selekcji produkcji?					
		Czy dokonano selekcji wyrobów gotowych?					
		Czy dokonano selekcji wyrobów sprzedanych?					
		OPISAC INNE PODJĘTE DZIAŁANIA POWSTRZYMUJĄCE:			Odpowiedzialny:		Data
ANALIZA	Przyczyny rzeczywiste i potencjalne	DIAGRAM ISHIKAWY			ANALIZA 5WHY		
		Źródło błędu	%	przyczyna			
POPRAW	Przeciwdziałanie	Działania korygujące i zapobiegawcze – wybór działań dla trwałego usunięcia przyczyny:					
		Niezgodność	Działanie korygujące/zapobiegawcze:		Odpowiedzialny:	Data:	
SPRAWDŹ	Zmiany	Opis zmian:		Odpowiedzialny:	Planowana data wdrożenia:	Data wdrożenia:	
		Podziękowania dla zespołu i prezentacja wyników.		Raport sporządził:	Data sporządzenia:		

Zaprezentowany raport 8D zawiera wszystkie niezbędne dane do prawidłowego rozpatrzenia reklamacji. Raport opracowany został w taki sposób, by członkowie zespołu mieli możliwość szybkiego odnajdywania przyczyny reklamacji. Poza tym formularz ten daje wskazówki do podejmowania działań tymczasowych, w celu uniknięcia kolejnych reklamacji. W siódmym kroku – *Sprawdź* – wyznaczono miejsce wprowadzenia zmian, które mogą dotyczyć zmian systemowych, np. zmiany procedur czy FMEA, osób odpowiedzialnych za dane zadanie itp.

### 3.2.6. 5S

Nazwa 5S pochodzi od pierwszych liter pięciu japońskich słów zaczynających się na literę s, czyli: seri (selekcja), seiton (systematyka), seiso (sprzątanie), seiketsu (standaryzacja), shitsuke (samodyscyplina) [30].

Selekcja dotyczy produkcji w toku, eliminacji niepotrzebnych narzędzi, nieużywanych maszyn, uszkodzonych produktów, papierów i dokumentów. Systematyka dotyczy utrzymania w porządku i gotowości do wykorzystania wszystkich rzeczy używanych podczas realizacji procesu produkcyjnego. Sprzątanie ma na celu utrzymanie stanowiska pracy w czystości, standaryzacja dąży do tego, by stało się to zwyczajem, a samodyscyplina ma się odzwierciedlać w stosowaniu procedur [30].

Przykład karty selekcji wypełnianej przed uruchomieniem procesu produkcyjnego przedstawiono w tabeli 3.13.

Tabela 3.13. Karta selekcji na stanowisku (opracowanie własne)

SELEKCJA NA STANOWISKU PRACY			
Dział: .....		Stanowisko: .....	
Data: .....		Wykonał: .....	
Wykaz rzeczy potrzebnych	Zawsze*	Czasami*	Rzadko*
* zaznacz właściwe znakiem X			
Rzeczy niepotrzebne – ale nie określono co z nimi zrobić			
.....			
.....			
.....			
Zatwierdził: .....			

Systematyka odzwierciedla się w odpowiednim zorganizowaniu procesu produkcyjnego i systematycznym przestrzeganiu zasad przyjętych na tym etapie. Należy w tym momencie zorganizować przestrzeń roboczą, określić dostępność i ulokowanie narzędzi, a także zabezpieczyć niezbędne na stanowisku dodatkowe rzeczy jak palety, stojaki itp. Czystość na stanowisku jest niezwykle ważnym elementem eliminowania marnotrawstwa, stąd konieczne wpojenie nawyku sprzątania powtarzanego regularnie. Standaryzacja ma na celu uczynienie codziennym zwyczajem zasad 5S. Standaryzacja często odbywa się przez opracowanie wielu dokumentacji w postaci instrukcji, kart charakterystyk, planów zagospodarowania stanowisk itp. Samodyscyplina ma na celu wszczepienie w ludzi odpowiedzialności za podejmowane działania. Ogólna kontrola 5S powinna być dokumentowana. Wzór karty kontroli 5S zaprezentowano w tabeli 3.14.

Tabela 3.14. Karta kontroli 5S (opracowanie własne)

KARTA KONTROLI 5S				
Dział: ..... Stanowisko: ..... Operatory maszyn: .....				
Data: ..... Wykonał: .....				
Kategoria 5 S	Pytanie	Tak*	Nie*	Opis problemu
SELEKCJA	Czy narzędzia pomiarowe są właściwie przechowywane?			
	Czy na stanowisku jest porządek?			
	Czy ograniczono zapasy na stanowisku?			
	Czy usunięto narzędzia rzadko używane?			
	Czy usunięto wszystkie niepotrzebne rzeczy?			
	Czy wszystkie niezbędne rzeczy są na stanowisku?			
SYSTEMATYKA	Czy łatwo wszystko można znaleźć?			
	Czy wszystkie potrzebne narzędzia są w bliskim zasięgu?			
	Czy określono miejsca przechowywania narzędzi?			
	Czy określono miejsca przechowywania części?			
	Czy narzędzia i części są odkładane na swoje miejsce?			
	Czy miejsca przechowywania są dobrze oznaczone?			
SPRZĄTANIE	Czy przejścia są drożne?			
	Czy wokół maszyny jest czysto?			
	Czy maszyna jest czyszczona?			
	Czy narzędzia i części są czyszczone?			
	Czy akcesoria do czyszczenia są łatwo dostępne?			
	Czy pracownik sprząta stanowisko po zakończonej pracy?			
STANDARYZACJA	Czy wcześniejsze 3 zasady są przestrzegane?			
	Czy stanowisko jest kontrolowane pod względem 5S?			
	Czy wszystkie standardy są znane?			
	Czy wszystkie instrukcje są widoczne?			
SAMODYSCIPLINA	Czy pracownicy są zaangażowani w przestrzeganie zasad?			
	Czy pracownicy stosują się do przyjętych standardów?			
	Czy pracownicy przestrzegają zasad BHP?			
	Czy pracownicy informują przełożonego o problemach?			

\* zaznacz właściwe znakiem X

Wykonał: ..... Zatwierdził: .....

Stosowanie zasad 5S pozwala na dobre przygotowanie stanowisk do realizacji procesu produkcyjnego w sposób wydajny i efektywny, eliminując marnotrawstwo czasu związane z poszukiwaniem narzędzi, zbędnymi ruchami robotycznymi itp.

### 3.3. NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

#### 3.3.1. Six Sigma

Six Sigma to kompleksowy i elastyczny system osiągania, utrzymywania i maksymalizowania sukcesu w biznesie, charakteryzujący się zrozumieniem potrzeb klientów oraz zdyscyplinowanym wykorzystaniem faktów, danych i wyników analiz statystycznych. Podstawą Six Sigmy jest zarządzanie, usprawnianie i ciągle tworzenie nowych, doskonalszych rozwiązań w odniesieniu do procesów zachodzących w organizacji [19]. Six Sigma wprowadza miarę DPMO – liczbę defektów na milion możliwości (ang. *defects per milion opportunities*). Miarę tę należy zdefiniować poprzez charakterystykę wskaźnika DPU – liczba defektów na jednostkę (ang. *defects per unit*). DPU szacowane jest jako różnica liczby defektów wykrytych w badanym obszarze i liczby jednostek przechodzących przez ten obszar. Miarę DPMO uzyskuje się, mnożąc DPU przez jeden milion.

Uzyskany wynik należy podzielić przez średnią liczbę możliwości wystąpienia błędu [13]. Obecnie większość przedsiębiorstw znajduje się na poziomie cztery sigma, dla którego DPMO wynosi 6210. Założeniem Six Sigma jest poziom sześciu sigm, czyli 3,4 PMO. Poziom ten oznacza, iż 99,99966% wyjściowych wyników przebiegu procesu jest wolne od defektów. Należy dodać, iż sześć sigma oznacza poziom jakości, który nie odnosi się do całego produktu, ale do jego pojedynczej cechy – krytycznej dla jakości (ang. *CTQ – critical to quality characteristic*). Jeśli mówi się więc o produkcie, iż jest on klasy sześć sigma, oznacza to, iż prawdopodobieństwo wystąpienia wady w obrębie jego cechy krytycznej dla jakości ma się przeciętnie jak 3,4 do miliona [19].

General Electric jest jednym z przedsiębiorstw, w którym Six Sigma dokonała przełomowych zmian. Aspekty finansowe są odzwierciedleniem wielu częściowych osiągnięć. Przez rozwiązanie problemów z fakturowaniem, usprawnienie procesu podpisywania kontraktów czy uzyskania przełomowej metodologii w prześwietlaniu pacjentów GE do końca 1999 roku (od 1995 r.) zyskał 1,5 miliarda dolarów [48].

Sukces Motoroli na konkurencyjnym rynku i jej obecne funkcjonowanie jest również ściśle powiązane z Six Sigma. Pozwoliła ona Motoroli na prosty i konsekwentny proces obserwowania i porównywania poziomu zaspokajania wyma-

gań klientów (miara Six Sigma) oraz ambitny cel, którym była idealna jakość produktów. Do niektórych osiągnięć firmy w latach 1987-1997 należą [48]:

- pięciokrotny wzrost sprzedaży, przy dwudziestoprocentowym rocznym wzroście zysku netto,
- oszczędności – dzięki Six Sigmie zaoszczędzono około 14 miliardów dolarów,
- wzrost kursu akcji średnio o 21,3% rocznie.

Motorola wykorzystała Six Sigmę jako sposób transformacji działalności, który polegał na lepszej komunikacji, szkoleniach, pracy zespołowej, częstych pomiarach oraz skoncentrowaniu się na kliencie.

Do najważniejszych obszarów zastosowania Six Sigmy można zaliczyć [19]:

- redukcję kosztów,
- poprawę produktywności,
- wzrost udziałów w rynku,
- utrzymanie klientów,
- redukcję defektów,
- redukcję czasu przebiegu cyklu produkcyjnego,
- zmiany kulturowe,
- rozwój produktów i usług.

Wiele innych firm poszło śladem GE i Motoroli, odkrywając krok po kroku nowe zalety stosowania Six Sigmy. Metoda ta bowiem [48]:

1. Generuje sukces, który nie przemienie – jedynym sposobem na utrzymanie znacznego wzrostu firmy jest nadążanie za zmianami otoczenia i ciągła innowacyjność.

2. Ustala cele dla każdego – ukierunkowanie każdej jednostki w organizacji jest bardzo ważne, by osiągnąć wyznaczony cel. Six Sigma, wykorzystując standardowy zakres działania firmy, wypracowuje poziom działalności bliski ideału.

3. Zwiększa wartości dla klientów – kluczowym zadaniem Six Sigmy jest poznanie oczekiwań klientów i wypracowanie sposobu na spełnienie ich oczekiwań, utrzymując przy tym zyskowność firmy.

4. Przyspiesza poprawę wyników – dzięki Six Sigmie, która korzysta z narzędzi i technik zaczerpniętych z różnych dziedzin można osiągnąć poprawę wyników w dziedzinie jakości i innowacyjności produktów.

5. Promuje uczenie się – umożliwia wymianę pomysłów, przyspieszając w ten sposób rozwój firmy.

6. Doprowadza do strategicznych zmian – przez lepsze zrozumienie procesów w firmie umożliwia skuteczniejsze przeprowadzenie zmian zarówno małych, jak i kluczowych dla rozwoju przedsiębiorstwa.

Aby zrozumieć koncepcję metody Six Sigma trzeba się przyjrzeć jej zasadom. Wyróżnia się sześć zasad [48]:

1) kierunek – klient.

W Six Sigmie priorytetem jest klient i jego potrzeby. Pomiar efektywności rozpoczyna się zawsze od klienta, jak również jego usatysfakcjonowanie z produktu stanowi kluczowe kryterium wprowadzenia udoskonalenia.

2) zarządzanie wykorzystujące informacje.

Dyscyplina Six Sigma wymaga rozpoczęcia pracy od określenia konkretnych wskaźników, które służą do pomiaru działania firmy, następnie systematycznego zbierania informacji i analizowania tych danych. Wprowadzenie tego rozwiązania pomaga menadżerom odpowiedzieć na pytania związane z konkretnymi danymi oraz ich wykorzystaniem w celu osiągnięcia maksymalnych rezultatów.

3) proces, zarządzanie, ulepszanie.

Zakłada się, że proces jest jednym z najważniejszych elementów koniecznych do osiągnięcia celu. Należy zatem widzieć w procesie sposób na uzyskanie przewagi konkurencyjnej na rynku.

4) aktywne zarządzanie.

Oznacza to zachowanie polegające na definiowaniu ambitnych celów i ich rewidowaniu, ustalaniu przejrzystych wytycznych oraz skupianiu się na profilaktyce.

5) nieograniczona współpraca.

Niekiedy złamanie barier istniejących w firmie jest dużym wyzwaniem. Six Sigma rozszerza możliwości współpracy przez ukazanie każdemu pracownikowi jego roli w organizacji oraz wskazanie współzależności w całym procesie. Jest również inicjatorem pracy zespołowej.

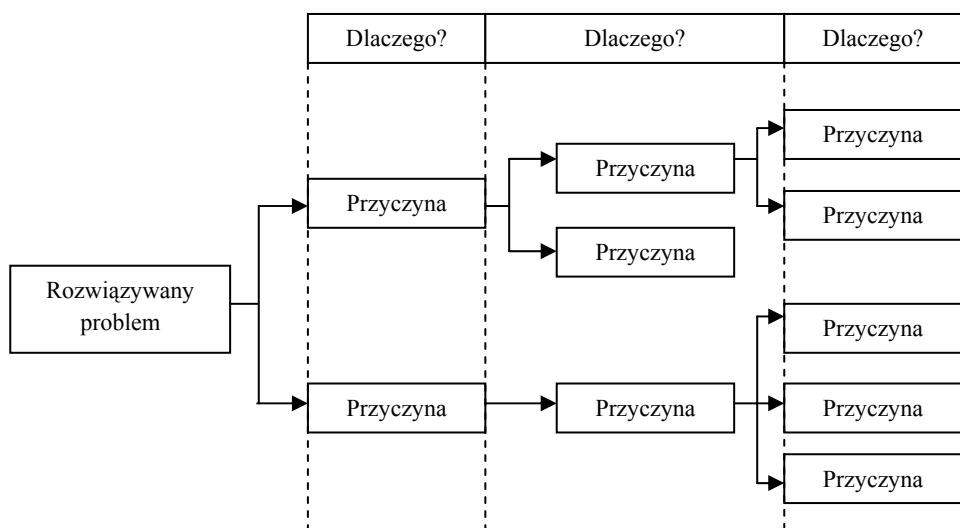
6) celem – doskonałość, tolerancja dla niepowodzeń.

Z dążeniem do doskonałości jest związany pewien element zarządzania ryzykiem. Należy przyjąć niepowodzenia nie jako porażkę, ale lekcję na drodze do samodoskonalenia.

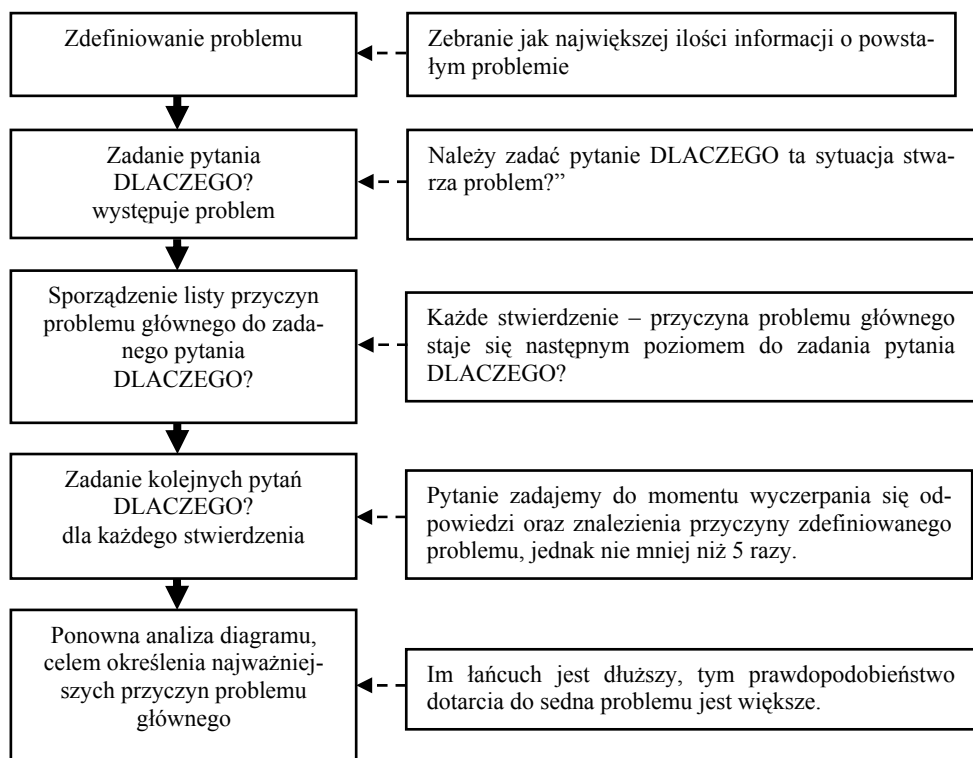
### **3.3.2. Pięć razy „dlaczego” – 5WHY**

Analiza 5WHY jest kolejnym narzędziem wykorzystywanym do poszukiwania przyczyn stwierdzonych uchybień a także do wykrywania źródeł powstających problemów oraz w sytuacji, gdy inne analizy okazały się zbyt powierzchowne i nie zbadały problemu dogłębnie. Jest to proste narzędzie niewymagające specjalistycznego przygotowania, przyjmujące formę diagramu drzewkowego, w sposób graficzny prezentującego przyczyny problemów (rys. 3.9).

Zadawanie kilku pytań „dlaczego?” pozwala odnaleźć źródła zakłóceń, wnikliwie zbadać ich przyczyny, a w konsekwencji uzyskać skuteczne krótko- i długoterminowe rozwiązanie. Bazuje na założeniu, iż każde stwierdzenie określone jest przez stawianie pytania „dlaczego?” Metoda ta działa podobnie jak diagram Ishikawy (przyczynowo-skutkowo), skłania pracowników do analitycznego myślenia i samodzielnej identyfikacji problemu. Diagram WHY jest pomocny w ocenie przyczyn problemów oraz zależności zachodzących między nimi [32].



Rys. 3.9. Schemat diagramu 5WHY (opracowanie na podstawie [32])



Rys. 3.10. Schemat postępowania w tworzeniu diagramu 5WHY (opracowanie na podstawie [32])



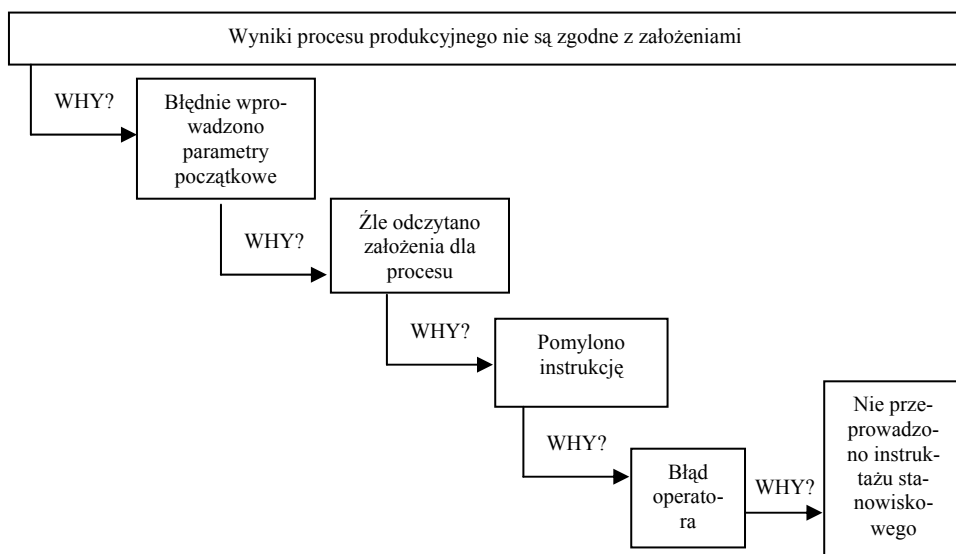
Metoda ta może być wykorzystywana przy analizowaniu uchybień w realizacji procesów, analizowaniu przyczyn reklamacji itp. Dzięki zadawaniu pytań „dlaczego?” problem staje się bardziej zrozumiały, przez co podstawowa przyczyna jego powstania jest łatwiejsza do zidentyfikowania i wyeliminowania. Etapy tworzenia diagramu 5WHY przedstawiono na rysunku 3.10.

Analiza 5WHY obejmuje dwa aspekty, więc konieczne są dwa pytania:

1. Dlaczego problem powstał? – na tym etapie zastanawiamy się nad przyczynami wystąpienia problemu, np. dlaczego dany defekt został wyprodukowany.

2. Dlaczego tego nie zauważyliśmy? – musimy się zastanowić, dlaczego nasz obecny system kontroli i nadzoru nie wykrył problemu.

Przykład zastosowania analizy 5WHY zaprezentowano na rysunku 3.11.



Rys. 3.11. Przykład wykorzystania analizy 5WHY (opracowanie własne)

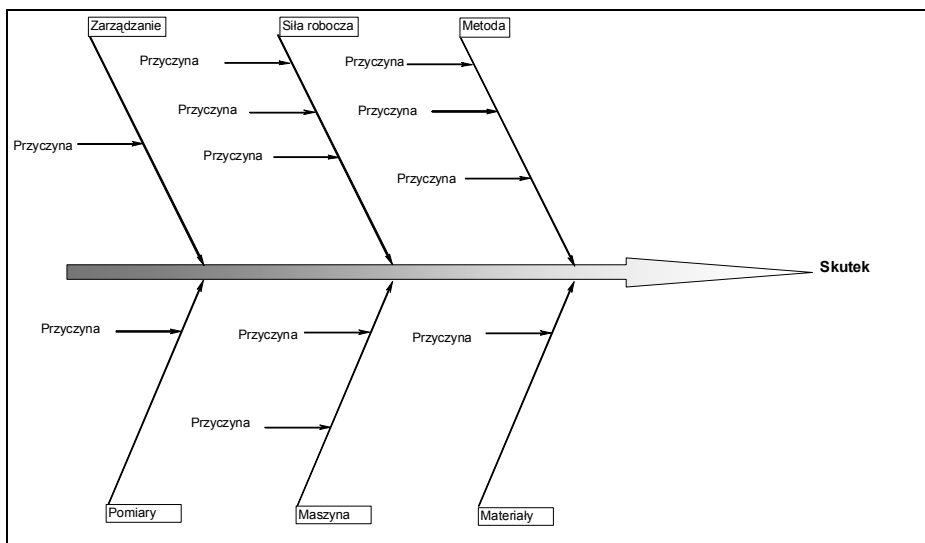
### 3.3.3. Diagram Ishikawy

Twórcą tego narzędzia jest Kaoru Ishikawa, profesor Uniwersytetu Tokijskiego, a diagram był po raz pierwszy zastosowany w Japonii w Sumitomo Electric. Najważniejszą cechą tego narzędzia jest graficzna prezentacja wzajemnych powiązań przyczyn wywołujących określony skutek. Istotą wykresów jest graficzna prezentacja tych zależności. Stosowany jest zazwyczaj w pracy zespołowej w połączeniu z innymi narzędziami, zwłaszcza z burzą mózgów stanowiącą

integralne narzędzie znajdowania rozwiązań [16, 74]. Najważniejszymi cechami diagramu Ishikawy są [16, 74]:

- uporządkowany przekaz informacji,
- trafność analizy,
- kompleksowe podejście do rozpatrywanego zagadnienia,
- hierarchizacja danych,
- przejrzystość i komunikatywność zapisu,
- nacisk na lokalizację i eliminację przyczyn problemu.

Przykład diagramu Ishikawy został przedstawiony na rysunku 3.12.



Rys. 3.12. Przykład diagramu Ishikawy (opracowanie własne)

Diagram ma kształt przypominający rybą oś, gdzie [74]:

- „głowa ryby” oznacza problem do rozwiązania,
- „kręgosłup” skupia poszczególne grupy przyczyn, mogące powodować wystąpienie omawianego problemu,
- „ości” oznaczają przyczyny zaliczone do danej grupy.

Wykres Ishikawy służy nie tylko do wyszukiwania nowych przyczyn, ale także przypomina o przyczynach, które należy sprawdzać, by uzyskać zadowalający wynik procesów produkcyjnych.

Aby umożliwić szybkie wyszukiwanie głównych przyczyn problemu, opracowano koncepcję 5M. Według tej koncepcji, w większości problemów, analiza powinna skoncentrować się na głównych pięciu grupach przyczyn. Niekiedy dodaje się także pomiar oraz środowisko [74]. Elementy koncepcji 5M przedstawiono w tabeli 3.15.

Tabela 3.15. Układ 5M [25]

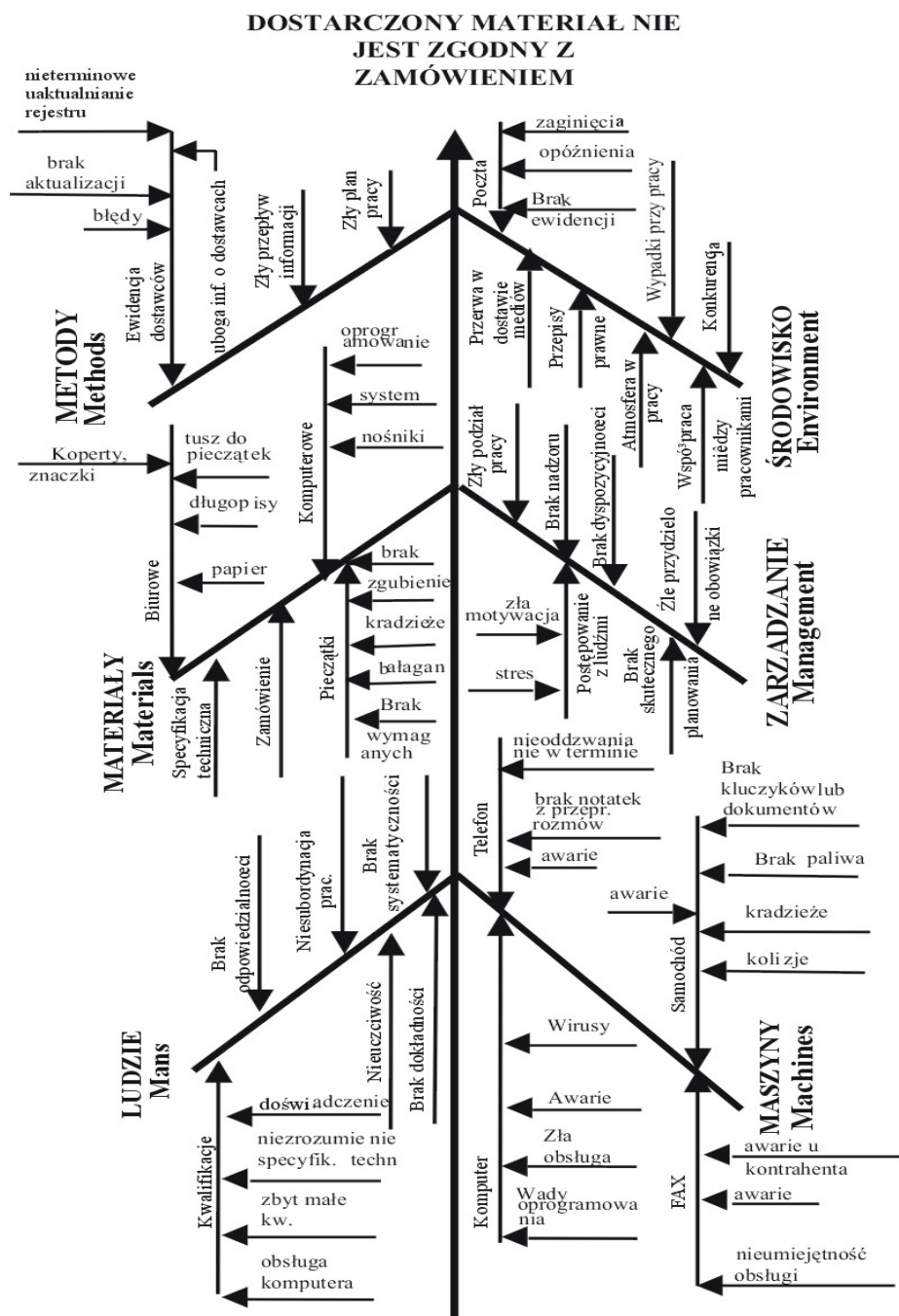
Kategoria		Zakres
Nazwa angielska	Nazwa polska	
Manpower	Siła robocza	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kwalifikacje,</li> <li>– przyzwyczajenia,</li> <li>– zadowolenie z pracy,</li> <li>– staż,</li> <li>– samopoczucie.</li> </ul>
Methods	Metoda	<ul style="list-style-type: none"> <li>– procedury,</li> <li>– instrukcje,</li> <li>– zakres obowiązków,</li> <li>– specyfikacje,</li> <li>– normy,</li> <li>– prawo,</li> <li>– reguły,</li> <li>– know-how,</li> <li>– technologia.</li> </ul>
Machinery	Maszyna	<ul style="list-style-type: none"> <li>– licencja,</li> <li>– trwałość,</li> <li>– nowoczesność,</li> <li>– wydajność,</li> <li>– precyzja,</li> <li>– bezpieczeństwo,</li> <li>– warunki pracy.</li> </ul>
Material	Materiał	<ul style="list-style-type: none"> <li>– surowce wejściowe,</li> <li>– półfabrykaty,</li> <li>– elementy,</li> <li>– substytuty.</li> </ul>
Management	Zarządzanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– struktura organizacyjna,</li> <li>– organizacja pracy,</li> <li>– zmienowość,</li> <li>– warunki pracy.</li> </ul>

Koncepcja 5M ma ograniczenia [74]:

- często nie występują przyczyny należące do niektórych grup; zespoły stosując zbyt sztywno tę technikę, próbują „na siłę” znaleźć każdą z przyczyn,
- w wielu sytuacjach można dokonać lepszego podziału przyczyn, bądź może pojawić się konieczność wprowadzenia innych grup przyczyn.

Dlatego należy zwrócić uwagę na to, aby grupy pracujące nad danym problemem wykazywały się znaczną elastycznością uzyskiwania rozwiązań.

Bardzo często diagram Ishikawy jest rozważany w układzie 5M + E, gdzie dodatkowym, szóstym elementem jest środowisko (ang. *Environment*).



Rys. 3.13. Przykład zastosowania diagramu Ishikawy (opracowanie na podstawie [43])

Etapy postępowania przy rozwiązywaniu problemu za pomocą diagramu Ishikawy [74]:

1. Identyfikacja problemu.

Punktem wyjścia podczas analizy jest dokładne zdefiniowanie problemu, który należy rozwiązać. Problem ten może być wybrany przez zastosowanie burzy mózgów, analizy Pareto, analizy kosztów jakości itp. Cel analizy zapisywany jest na końcu strzałki.

2. Określenie głównych grup przyczyn.

W tym etapie należy zidentyfikować najważniejsze grupy przyczyn, które mogą mieć wpływ na dany problem. Można zastosować koncepcję 5M, bądź opracować własne grupy przyczyn.

3. Uszczegółowienie przyczyn.

Za pomocą burzy mózgów lub innej techniki należy szukać przyczyn dla każdej zidentyfikowanej grupy. W kolejnym etapie można szukać podprzyczyn dla danej podprzyczyny itd.

4. Analiza wyników.

Po sporządzeniu diagramu należy poddać go szczegółowej analizie. Jednym z rozwiązań jest wystawienie opracowanego diagramu na widok publiczny. W ten sposób każdy z uczestników może wyrazić swoje zdanie lub też zaproponować własne rozwiązanie. Przykład zastosowania diagramu Ishikawy przedstawiono na rysunku 3.13.

### 3.3.4. Diagram Pareto-Lorenza

Diagram Pareto-Lorenza umożliwia hierarchizację czynników wpływających na analizowane zjawisko [32]. Diagram Pareto ma zastosowanie w wielu dziedzinach nauki a także w życiu codziennym. Za jego twórcę uważa się Włocha V. Pareto. Był on socjologiem i ekonomistą, w XIX w. prowadził badania nad zamożnością społeczeństwa włoskiego i zaobserwował, że aż 80% bogactw Włoch znajduje się w posiadaniu zaledwie 20% społeczeństwa. Jak się potem okazało, można to odnieść do wielu innych zjawisk, stąd też potoczne określenie: reguła 80/20. Według Pareto zinterpretować ją można w następujący sposób: niewielka liczba zdarzeń, czy sytuacji jest odpowiedzialna za większość występujących zjawisk.

Zasada Pareto ma wiele zastosowań, jest wykorzystywana w wielu dziedzinach zarządzania. Pokazuje co należy naprawić, na czym się skupić, by poprawić efektywność zarządzania, a co należy pominąć, gdyż i tak nie można tego zmienić. Jest regułą, która umożliwia określenie kierunków działań zmierzających do poprawy poziomu jakości procesów, produktów czy też usług. Porządkuje dane pod względem ich ważności. Narzędzie to jest uniwersalne, łatwe do zastosowania i mało kosztowne, za to bardzo przydatne.

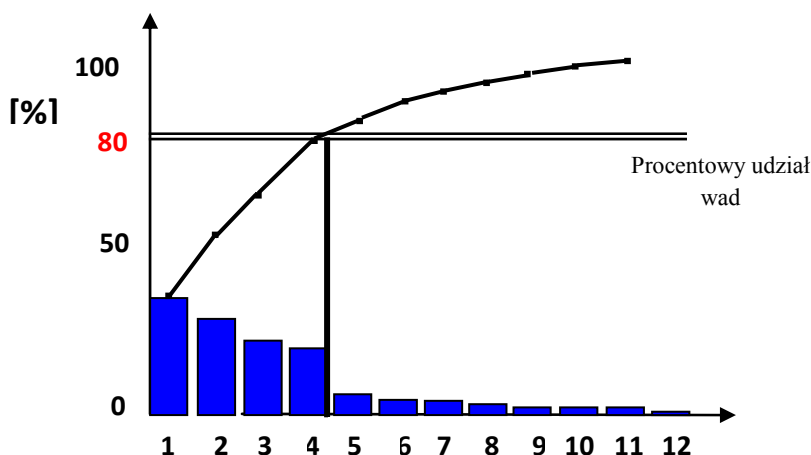
Wykres Pareto wiąże się ściśle z zasadą opracowaną przez M.O. Lorenza, który również badał nierównomierne rozkłady, dlatego też w literaturze spotyka się najczęściej wykres Pareto-Lorenza. Wykres ten tworzy się wg zasad:

1. Należy zgromadzić dane o badanym zjawisku.
2. Uszeregować przyczyny od najbardziej do najmniej znaczącej.
3. Wyznaczyć skumulowane wartości każdej przyczyny.
4. Oznaczyć na osi pionowej (Y) wartości (ilości) przyczyn oraz udziały procentowe.
5. Oznaczyć na osi poziomej (X) przyczyny od największej do najmniejszej wartości idąc od lewej do prawej.
6. Narysować wykresy słupkowe dla każdej przyczyny – tzw. wykres Pareto.
7. Oznaczyć punkty odpowiadające wartościom skumulowanym i połączyć je linią – tzw. krzywa Lorenza.

Analiza otrzymanego wykresu pozwala na wykrycie nieprawidłowości i wprowadzenie działań naprawczych. Przykład wykorzystania diagramu Pareto-Lorenza zaprezentowano w tabeli 3.16 i na rysunku 3.14.

Tabela 3.16. Klasyfikacja wad według częstości występowania – niezgodność dostarczonego materiału z zamówieniem [42]

Nr niezgodności	Rodzaj niezgodności na 120 obserwacji	Liczba sytuacji	Liczba względna (%)	Liczba skumulowana niezgodności	Liczba względna skumulowana (%)
1	Zły przepływ informacji	32	26,66	32	26,66
2	Brak notatek z przeprowadzonych rozmów telefonicznych	26	21,66	58	48,32
3	Niezrozumienie specyfikacji technicznej	20	16,66	78	64,98
4	Brak aktualizacji w ewidencji dostawców	18	15	96	79,98
5	Awarie komputera	6	5	102	84,98
6	Brak doświadczenia	4	3,33	106	88,31
7	Brak systematyczności	4	3,33	110	91,65
8	Źle rozplanowana praca	3	2,5	113	94,14
9	Zagubienie pieczętki	2	1,67	115	95,81
10	Niesubordynacja pracowników	2	1,67	117	97,49
11	Nieumiejętność obsługi komputera	2	1,67	117	97,49
12	Brak doświadczenia	1	0,83	120	100
	Suma	120			

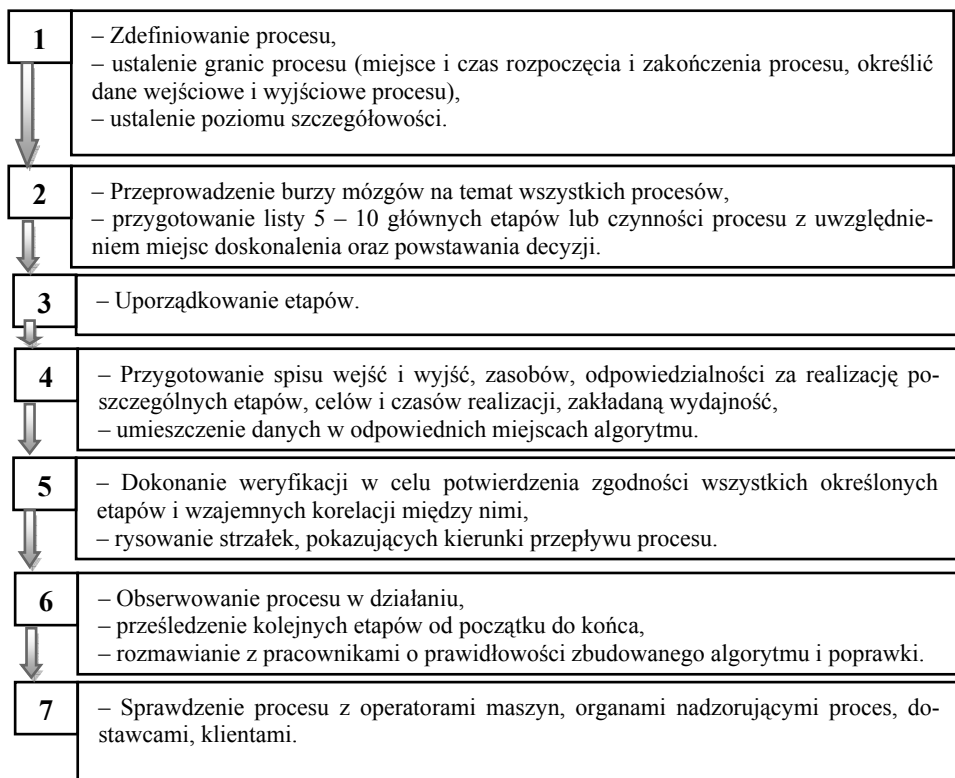


Rys. 3.14. Diagram Pareto-Lorenza dla danych z tabeli 3.16 (opracowanie własne)

Z analizy rysunku 3.14 wynika, że głównymi przyczynami powstania tej niezgodności są: zły przepływ informacji, brak notatek z przeprowadzonych rozmów telefonicznych, niezrozumienie specyfikacji technicznej, brak aktualizacji w ewidencji dostawców. Zastosowanie działań korygujących właśnie do tych niezgodności przyniesie największe efekty [43].

### 3.3.5. Diagram przepływu (schemat blokowy, algorytm)

Diagram przepływu jest zaliczany do tradycyjnych narzędzi jakości. Narzędzie to prezentuje się w logicznej sekwencji kroków, w celu umożliwienia rozpoznania właściwego toku luk sekwencji zdarzeń poszczególnych etapów przebiegu procesu. Diagram przepływu służy do prostego prezentowania informacji, celem przekazania najogólniejszej wiedzy o procesie (pokazanie kolejności etapów) lub do obszernego opisu przebiegu procesu wraz z wyszczególnionymi wszystkimi czynnościami i momentami decyzyjnymi, a także z informacjami dotyczącymi odpowiedzialności, dokonywania zapisów, magazynowania materiałów, współzależności między procedurami [32]. Diagram przepływu znajduje zastosowanie, gdy konieczne jest zrozumienie procesu, znalezienie możliwości doskonalenia przebiegu procesu, projektowanie procesów. Jest też niezbędnym etapem opracowania np. FMEA czy planu kontroli [32]. Na rysunku 3.15 przedstawiono sposób przygotowania typowego diagramu przepływu (schematu blokowego, algorytmu).



Rys. 3.15. Etapy opracowywania diagramu przepływu (opracowanie na podstawie [32])

Do opracowania algorytmów stosuje się najczęściej typowe symbole, przedstawione w tabeli 3.17, jednakże ich przeznaczenie ma charakter umowny i wymaga zdefiniowania.






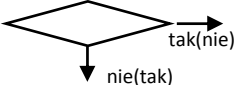
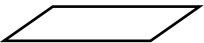

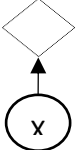
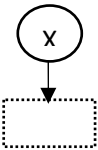

Podczas opracowywania diagramu przepływu należy odpowiedzieć na pytania [36]:

- skąd pochodzi (usługa, materiał)?
- jak usługa/materiał powiązana/y jest z procesem?
- kto podejmuje decyzje?
- co się dzieje, jeśli decyzja brzmi „tak”/„nie”?
- co musi być jeszcze zrobione w tym momencie?
- co dzieje się z produktem/usługami na kolejnych etapach?
- jakie testy/sprawdziany są przeprowadzane na produkcie w każdej części procesu?
- co się dzieje, jeśli wynik testu czy inspekcji będzie zły?

Odpowiadając na powyższe pytania, mamy gwarancję, że diagram przepływu będzie opracowany poprawnie.



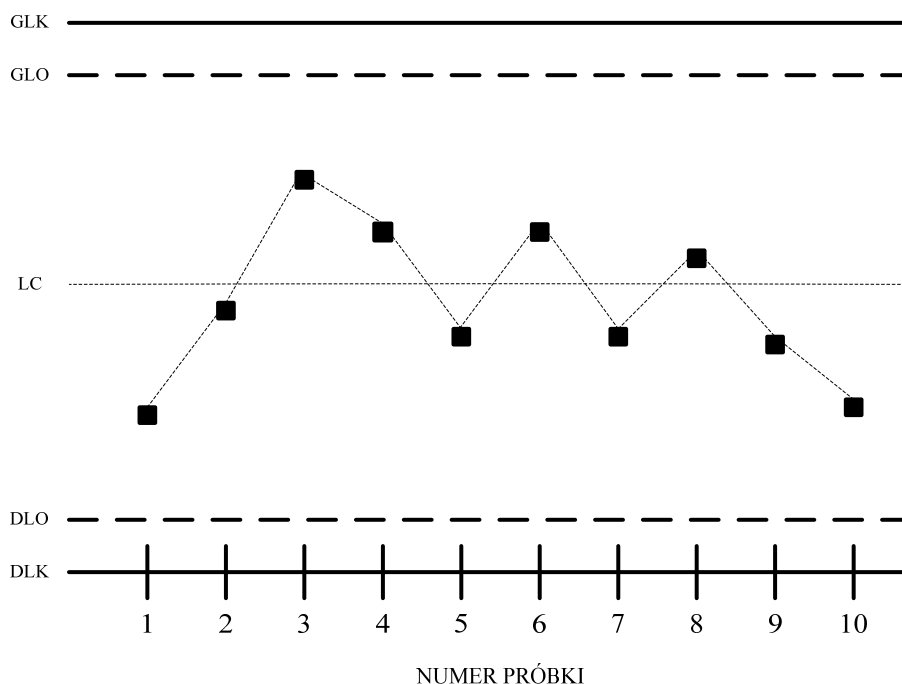
Tabela 3.17. Symbole graficzne używane w diagramach przepływu (opracowanie na podstawie [15, 32, 76])

Symbol graficzny	Nazwa
	START/ STOP
	Wykonanie – opis działania
  	Dane wejściowe/ dane wyjściowe Dokumenty/ zapis na formularzu
	Warunek, decyzja, alternatywa
	Proces
	Kierunek działania
 	Łącznik między czynnościami lub decyzjami
	Archiwizowanie, magazynowanie

### 3.3.6. Karty kontrolne Shewharta

Następnym narzędziem wykorzystywanym do opisu właściwości statystycznych są karty kontrolne Shewharta. Karty kontrolne procesu, nazywane krótko kartami kontrolnymi, są jednym z najstarszych narzędzi statystycznych wykorzystywanych w sterowaniu jakością procesów produkcyjnych. Ich zadaniem jest dostarczenie w przejrzystej, graficznej postaci informacji o tym, czy proces jest stabilny, czy w jego przebiegu wystąpiły zmiany wymagające podjęcia działań korygujących bądź zapobiegawczych. Karty kontrolne opierają się na stwierdzeniu, że zmienność procesu jest wywołana dwoma rodzajami przyczyn:

- losowe (naturalne, inherentne) – w procesie występuje ich wiele, natomiast nie mają zbyt wielkiego wpływu. Są trudne do zidentyfikowania i wymagają dużych zmian w procesie,
- specjalne (wyznaczalne) – są łatwe do zidentyfikowania, co pozwala na szybkie usunięcie, bądź ograniczenie ich działania [12]. Przykład karty kontrolnej zaprezentowano na rysunku 3.16.



Rys. 3.16. Karta kontrolna (opracowanie na podstawie [12])

Karty kontrolne stosowane są do:

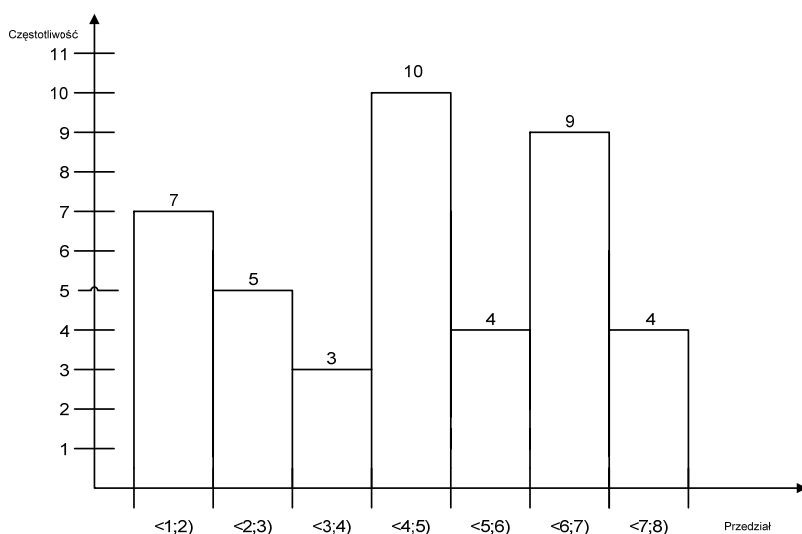
- oceny stabilności procesu,
- określenia, kiedy proces wymaga regulacji, kiedy należy zostawić go bez zmian,
- potwierdzenia udoskonalenia procesu,
- rozróżnienia zmienności losowej i nielosowej ze względu na dane przyczyny [72].

### 3.3.7. Histogram

Histogram – stanowi graficzną prezentację badanych wartości procesu lub zdarzeń w postaci wykresu słupkowego zmienności określonego zbioru danych. Jest to narzędzie do wizualizacji określonych informacji dotyczących przebiegu różnych zjawisk oraz podejmowania decyzji, na czym w pierwszej kolejności należy się skupić w działaniach [32]. Przykład histogramu zaprezentowano w tabeli 3.18 oraz na rysunku 3.17.

Tabela 3.18. Dane wyjściowe do histogramu (opracowanie własne)

Przedział	Środek przedziału	Liczebność
<1;2)	1,5	7
<2;3)	2,5	5
<3;4)	3,5	3
<4;5)	4,5	10
<5;5)	5,5	4
<6;7)	6,5	9
<7;8)	7,5	4



Rys. 3.17. Przykład histogramu (opracowanie własne)

### 3.3.8. Burza mózgów

Burza mózgów – to sposób zespołowego poszukiwania nowych pomysłów dotyczących sposobów rozwiązywania problemów [12]. Proces ten składa się z kilku czynności:

- w sesji nie powinno brać udziału więcej niż 15 uczestników,
- pierwszym etapem jest swobodne zgłaszanie pomysłów na forum grupy,
- w drugim etapie cała grupa dokonuje oceny, a następnie selekcji zgłoszonych wcześniej pomysłów.

W literaturze spotkać można cztery odmiany burzy mózgów [12]:

1. Brainstorming indywidualny – jest ukierunkowany na predyspozycje intelektualne jednostki bez uwzględnienia grupy. Uczestnik nie przedstawia swoich pomysłów na forum grupy, tylko spisuje wszystko co jest związane z tematem problemu na kartce. Następnie jest tworzona jedna lista, w której spisuje się ogół pomysłów. Proces jest bardzo dobry dla osób nieśmiałych, lecz kreatywnych [12].

2. Quick Think Method – odmian ta jest bardzo pomocna wtedy, gdy uczestnicy mają bardzo mało czasu na podjęcie decyzji. Metoda ta kładzie nacisk na liczbę i zróżnicowanie pomysłów [12].

3. Dyskusja 66 – sesja odbywa się w sześcioosobowych zespołach, w których uczestnicy przez sześć minut intensywnie spisują swoje pomysły na kartce. Po tym czasie każda z grup prezentuje swoje rozwiązania, a najlepsze z nich trafiają na tablice. Metoda sprzyja intensywnemu myśleniu nad rozwiązaniami i powoduje, że grupy rywalizują ze sobą [12].

4. Brainwriting 635 – ta odmiana burzy mózgów polega na tym, że sześciu osobom daje się po jednej karcie. Każdy z uczestników ma za zadanie napisać trzy pomysły w ciągu 5 minut, a następnie ma przekazać arkusz kolejnej osobie. W ciągu kolejnych 5 minut uczestnicy dopisują kolejne 3 rozwiązania problemu, nie powtarzając tych, które znajdują się na arkuszu. Każdy formularz powinien być przekazany 5 razy [12].

### 3.3.9. Nowe narzędzia zarządzania jakością

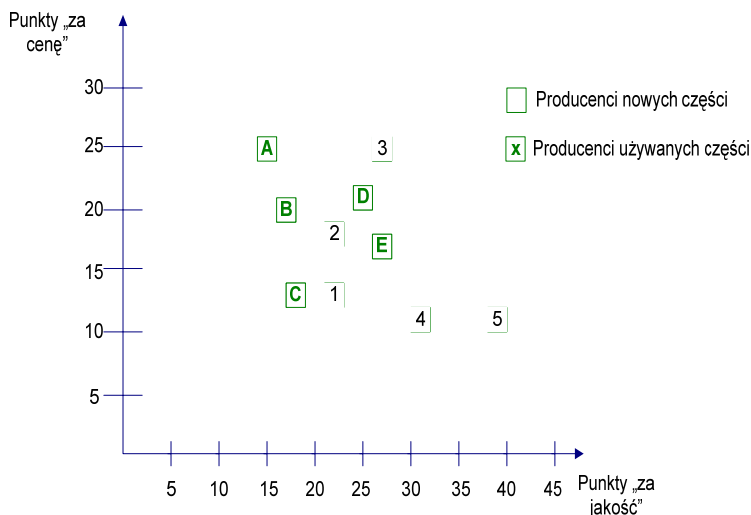
**Macierzowa analiza danych.** Ukazuje zależności między dwoma zbiorami danych niepowiązanych ze sobą funkcjonalnie w prostej formie graficznej [12].

Zanim przystąpi się do przedstawienia wyników na wykresie, przeprowadza się wielowariantową analizę danych zawartych w diagramach macierzowych w odniesieniu do wybranych cech wyrobu. Wartościowanie danych dokonuje się w zależności od kryteriów (np. jakość i cena). Wykres powinien zawierać:

- przyporządkowanie zbiorów cech (kryteria decyzyjne) do poszczególnych osi wykresu,
- określenie wielkości i rodzaju zależności między zbiorami cech,
- wartościowanie danych ze względu na różne kryteria decyzyjne,
- naniesienie danych na wykres [12].

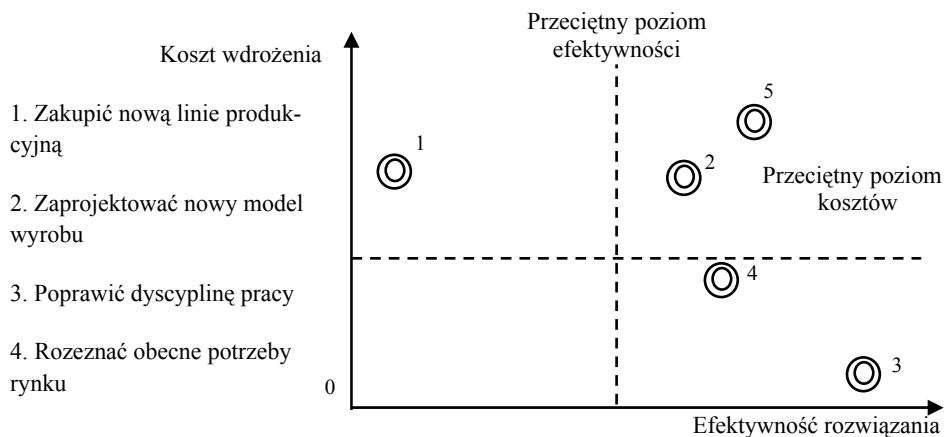
Na rysunku 3.18 przedstawiono przykład wyników analizy macierzowej danych z rynku produkcji pewnych części.

Z rysunku 3.18 wynika, że najbardziej optymalnym producentem części nowych jest 5, gdyż za najniższą cenę klient uzyskuje najlepszą jakość. Natomiast wśród producentów części używanych najlepszym producentem jest A, ponieważ w optymalnej cenie oferuje bardzo dobrą jakość.



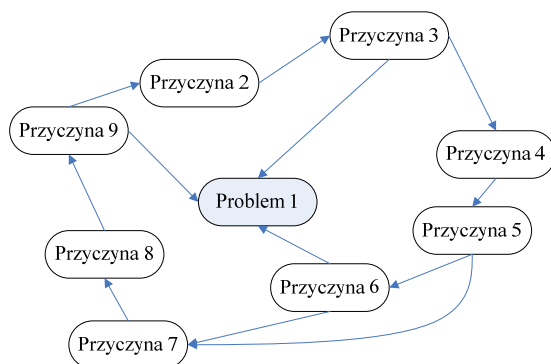
Rys. 3.18. Przykładowe wyniki macierzowej analizy danych z rynku producentów części (opracowanie na podstawie [37])

**Macierzowa analiza danych.** Służy do analizy danych zawartych w diagramie macierzowym, który najczęściej przedstawiany jest w formie wykresu opartego na układzie odpowiednio dobranych współrzędnych. Na rysunku 3.19 przedstawiono przykład analizy efektywności poszczególnych zadań.



Rys. 3.19. Analiza efektywności poszczególnych zadań w macierzowej analizie danych [32]

**Diagram relacji** – pomaga zilustrować zbiór czynników wpływających na problem. W odróżnieniu od diagramu Ishikawy nie grupuje ich w kategorie, lecz znajduje powiązania między przyczynami, gdzie jedna z nich może powodować drugą. Na rysunku 3.20 pokazano, z czego składa się diagram relacji [12].



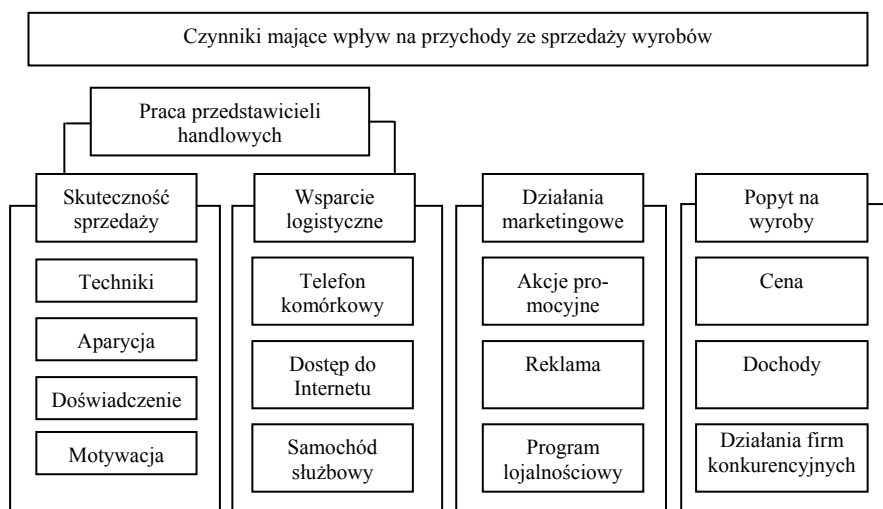
Rys. 3.20. Diagram relacji (opracowanie na podstawie [37])

**Diagram pokrewieństwa.** Stosowany jest do porządkowania rozproszonych danych, informacji, opinii czy faktów zebranych w wyniku np. burzy mózgów. Porządkowanie to polega na tworzeniu nie więcej niż dziewięciu kategorii pojęć i przyporządkowywaniu zebranych danych do tych pojęć. Diagram ten nie polega na logice instrukcji, lecz na intuicji członków zespołu roboczego.

Postępowanie podczas opracowywania diagramu obejmuje następujące kroki:

- dokonanie wyboru tematu,
- zebranie danych,
- ustalenie kategorii,
- sortowanie zebranych danych.

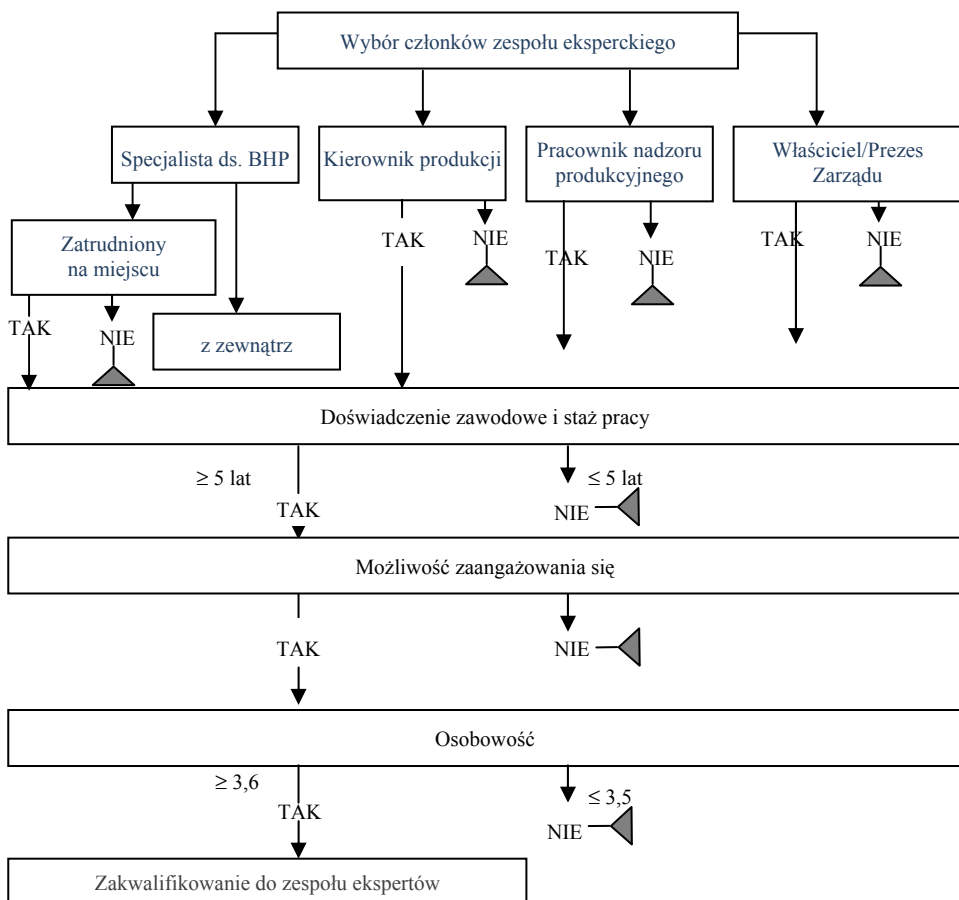
Na rysunku 3.21 przedstawiono przykład diagramu pokrewieństwa dla czynników mających wpływ na przychody ze sprzedaży wyrobów.



Rys. 3.21. Diagram pokrewieństwa [32]

**Diagram systematyki**, inaczej nazywany diagramem drzewa lub drzewem decyzyjnym. Jest to graficzne uporządkowanie czynników powodujących wystąpienie problemu lub czynności niezbędnych w ramach danego procesu. Diagram logicznie i chronologicznie porządkuje przyczyny lub zadania ze względu na zdefiniowany cel, zgodnie z zasadą „od ogółu do szczegółu”.

Na rysunku 3.22 przedstawiono przykład zastosowania diagramu systematyki podczas podejmowania decyzji związanej z wyborem członków zespołu.



Rys. 3.22. Diagram systematyki – wybór członka zespołu eksperckiego (opracowanie własne)

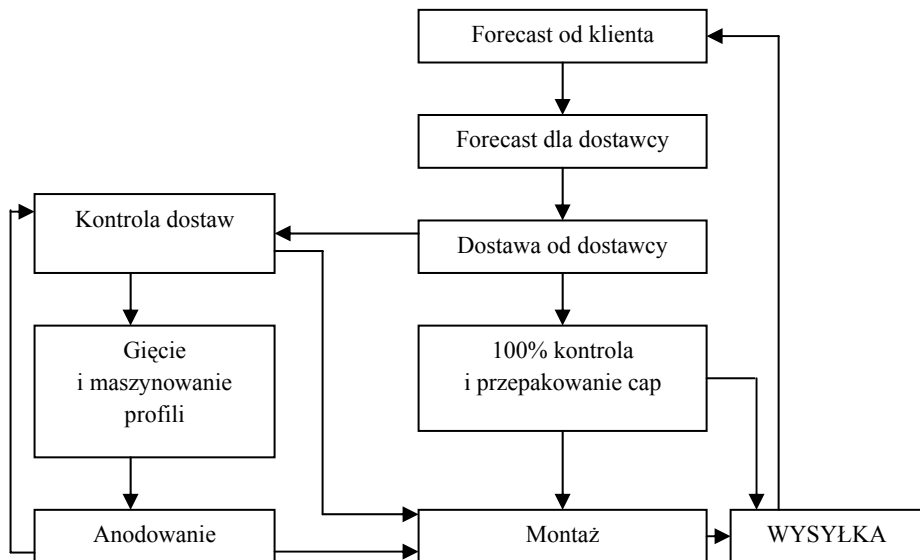
**Diagram macierzowy.** Przedstawia powiązania, w postaci tablicy, elementów oraz rodzaj i siłę związków zachodzących między nimi. Jest podstawowym elementem metody QFD. Na rysunku 3.23 przedstawiono przykład zastosowania diagramu macierzowego do przedstawienia zależności między kosztami jakości a działaniami realizowanymi przez organizację w ramach systemu zarządzania jakością.

	Koszty zapobiegania	Koszty oceny	Koszty błędów wew.
Szkolenia	X	–	–
Kontrola i testowanie	–	X	–
Złomowanie	–	–	X
Analiza i ocena dostawców	X	–	–
Analiza zadowolenia klienta	X	–	–
Badania rynku	X	–	–

Rys. 3.23. Diagram macierzowy (opracowanie własne)

**Wykres podejmowania decyzji** – umożliwia wybór optymalnej drogi osiągnięcia zamierzonego celu. Jest zbliżony do diagramu systematyki, ukazując alternatywne rozwiązania. Bazuje na rozwiązaniach zawartych w diagramie systematyki. Formułowane odpowiedzi na pytanie: „jakie inne kroki można podjąć, aby zrealizować cel?” wskazują na jego dynamiczny charakter.

**Diagram strzałkowy** – jest rozwinięciem schematu blokowego. Wykorzystywany jest do planowania działań oraz ustalania ich kolejności. Inne zastosowanie to planowanie powtarzalnych procesów. Przy definiowaniu procesu ustalane są chronologia działań oraz czas potrzebny do ich wykonania. Działania wymagające czasu są łączone na schemacie liniami, działania realizowane równocześnie – są oznaczane strzałkami. Na rysunku 3.24 przedstawiono przykład diagramu strzałkowego.



Rys. 3.24. Diagram procesu produkcyjnego [42]



### 3.4. TECHNIKI ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Technika to przyjęty tok postępowania dotyczący konkretnego, wąskiego fragmentu problemu, świadomie i konsekwentnie stosowana, aby osiągnąć cele cząstkowe. Techniki najczęściej są używane podczas stosowania różnego rodzaju metod i narzędzi będących w zakresie obszaru zarządzania jakością, metod badawczych lub kontroli jakości wyrobów/usług.

Najczęściej stosowane w praktyce techniki to:

- pomiar,
- zapis,
- ocena organoleptyczna,
- arkusz badawczy.

**Pomiarem** jest czynność lub ciąg czynności mających na celu określenie wartości wielkości mierzonej z wykorzystaniem przyrządu pomiarowego oraz procedury pomiarowej. Każdy pomiar zawiera wiele niedoskonałości, które przyczyniają się do powstania błędu jego wyniku. Przyjmuje się, że na błąd pomiaru wpływają dwie składowe: przypadkowe i systematyczne.

Błąd przypadkowy wynika z nieprzewidywanych zmian czynników wpływających na wielkość mierzoną oraz przyrząd pomiarowy. Błąd ten można zmniejszyć dzięki zwiększeniu liczby obserwacji.

Błąd systematyczny powstaje wskutek rozpoznanego oddziaływania mierzonej wielkości wpływającej na wynik pomiaru.

**Zapis.** Według normy ISO 9000:2006 zapisem jest specjalny rodzaj dokumentu, który stanowi dowód wykonania jakiejś czynności. Najczęściej zapisy sporządzane są na specjalnie przygotowanych formularzach mających na celu zapewnienie powtarzalności rodzaju zbieranych danych. Zapisy powinny być sporządzane czytelnie i zrozumiale. Każdy z zapisów powinien mieć znamiona identyfikujące jego autora, czyli datę sporządzenia oraz podpis. Ponadto należy dla każdego zapisu określić sposób jego przechowywania oraz wskazać osoby uprawnione lub nieuprawnione do wglądu do danego zapisu. Przykładem zapisu może być np. protokół zdawczo-odbiorczy budowy, zamówienie do dostawcy na materiały czy zapis z kontroli jakości wyrobu.

**Ocena organoleptyczna** – nazywana jest również oceną sensoryczną, gdyż polega na ocenie czegoś za pomocą narządów zmysłu: smaku, zapachu, słuchu czy dotyku. Ocena ta ma jedną podstawową zaletę, a mianowicie jest powszechnie dostępna, gdyż każdy z pracowników odczuwa to, co dzieje się na świecie zewnętrznym za pomocą właśnie narządów zmysłu. Wadą tej oceny jest jej duża subiektywność, gdyż każdy z nas ma inny próg wrażliwości na bodźce. Ponadto próg ten zmienia się w zależności od aktualnego stanu zdrowia osoby oceniającej, samopoczucia czy otoczenia, w którym wykonywana jest ocena.

**Arkusz badawczy** – to przygotowany formularz umożliwiający zbieranie danych i informacji dotyczących badanego zjawiska, których źródłem jest obserwacja lub wywiad. Arkusze badawcze stosuje się najczęściej do:

- zbierania danych odnoszących się do częstotliwości, problemów i wad w trakcie procesu produkcyjnego,
- zbierania danych dotyczących czynników wpływających na zadowolenie klienta,
- zbierania danych na każdym etapie wdrażania nowego wyrobu,
- zapisywania obserwacji i zbierania powtarzalnych danych, np. przez tę samą osobę lub w tej samej lokalizacji,
- standaryzowania listy działań, np. przy tworzeniu listy działań prewencyjnych, przy sprawdzaniu wyposażenia [32].

## LITERATURA

- [1] Bagiński J. (red.), Zarządzanie jakością, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004.
- [2] Banaszyk P., Podstawy organizacji i zarządzania, WSHiR, Poznań 2002.
- [3] Borcz A., Technika poka-yoke narzędziem zapobiegania błędom w procesach. Problemy Jakości nr 4, 2002.
- [4] Dahlgaard J.J., Kristesen K., Kanji G.K., Podstawy zarządzania jakością, PWN, Warszawa 2000.
- [5] Deckert K. (Hrsg), Geschäftsprozesse optimieren. Acht Strategien erfolgreicher Manager und Berater, Düsseldorf, ECON 1997.
- [6] Deming W.E., Out of the Crisis, Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, Massachusetts 1996.
- [7] Drabik G., Parsiewicz W., Przewodnik ISO 9000, Materiały informacyjne nt. wdrażania systemu zarządzania jakością wg norm ISO serii 9000. Opracowano w ramach zamówienia Ministerstwa Gospodarki w Warszawie, Katowice 2002.
- [8] Drummond H., W pogoni za jakością. Total Quality Management, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1998.
- [9] Griffin W.R., Podstawy zarządzania organizacjami, PWN, Warszawa 1996.
- [10] Haffer R., Systemy zarządzania jakością w budowaniu przewag konkurencyjnych przedsiębiorstw, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2003.
- [11] Hamrol A., Mantura W., Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, PWN, Warszawa 2002.
- [12] Hamrol A., Zarządzanie jakością z przykładami, PWN, Warszawa 2005.
- [13] ISO/TS 16949:2002. Systemy zarządzania jakością – szczegółowe wymagania do stosowania ISO 9001:2000 w przemyśle motoryzacyjnym w produkcji seryjnej oraz w produkcji części zamiennych, ISO, 2002.
- [14] Iwasiewicz A., Zarządzanie jakością, PWN, Warszawa – Kraków 1999.
- [15] Jazdon A., Doskonalenie zarządzania jakością, Wydawnictwo OPO, Bydgoszcz 2002.
- [16] Jedliński M., Jakość w nowoczesnym zarządzaniu, MBA, Szczecin 2002.
- [17] Kaczorowski B. (red.), Leksykon, PWN, Warszawa 2004.
- [18] Karaszewski R., Total Quality Management. Zarządzanie przez jakość – wybrane zagadnienia, TNOiK, Toruń 1999.
- [19] Karaszewski R., Nowoczesne koncepcje zarządzania jakością, Toruń 2006.
- [20] Katzenbach J.R., Smith D.K., Siła zespołów. Wpływ pracy zespołowej na efektywność organizacji, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2001.
- [21] Kawecka-Endler A., Organizacja technicznego przygotowania produkcji – prac rozwojowych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [22] Kolman R., Ilościowe określanie jakości, PWE, Warszawa 1973.
- [23] Kolman R., Inżynieria jakości, PWE, Warszawa 1992.
- [24] Kolman R., Krukowski K., Nowoczesne systemy jakości, seria: Biblioteka Menedżera i Służby Pracowniczej, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 1997.
- [25] Kolman R., Kwalitologia. Wiedza o różnych dziedzinach jakości. Wydawnictwo Placet, Warszawa 2009.

- [26] Kopaliński W., Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych, Wiedza Powszechna, Warszawa 1990.
- [27] Kosieradzka A., Lis S., Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
- [28] Kotarbiński T., Traktat o dobrej robocie, Ossolineum 1973.
- [29] Koźmiński A.K., Piotrowski W., Zarządzanie. Teoria i praktyka, PWN, Warszawa 1996.
- [30] Kraszewski R., Nowoczesne koncepcje zarządzania jakością, TNOiK Dom Organizatora, Toruń 2006.
- [31] Luning P.A., Marcelis W.J., Jongen W. M. F., Zarządzanie jakością żywności, ujęcie technologiczno-menedżerskie, WNT, Warszawa 2005.
- [32] Łuczak J., Matuszak-Flejszman A., Metody i techniki zarządzania jakością. Kompendium wiedzy, Quality Progress, Poznań 2007.
- [33] Łuczak J., Maćkiewicz E., 8D oraz inne metody zarządzania jakością w branży motoryzacyjnej (OE/OES) – analiza przypadku, Problemy Jakości, nr 11, 2006.
- [34] Łunarski J., Zarządzanie jakością. Standardy i zasady, WNT, Warszawa 2008.
- [35] Magnusson K., Kroslid D., Bergman B., Six Sigma. The pragmatic approach, Studentlitteratur, Lund 2003.
- [36] Mantura W., Kategoria jakości w projektowaniu technicznym, Politechnika Poznańska, Rozprawy, Poznań 1994.
- [37] Martyniak Z., Elementy metodologii organizowania, PWN, Warszawa 1976.
- [38] Martyniak Z., Metodologiczne podstawy doskonalenia organizacji przedsiębiorstwa, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1982.
- [39] Martyniak Z., Zarządzanie i organizacja. 50 problemów teorii i praktyki, Książka i Wiedza, Warszawa 1986.
- [40] Masłyk-Musiał E., Organizacje w ruchu, Wydawnictwo Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- [41] Masaaki I., Kaizen. Klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii, Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2007.
- [42] Mazur A., Gołaś H., Łęzak T., Wykorzystanie metod i narzędzi jakości do doskonalenia procesów w przedsiębiorstwach branży motoryzacyjnej. Koncepcje zarządzania jakością. Doświadczenia i perspektywy, Sikora T. (red.), Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2008.
- [43] Mazur A., Szalbierz M., Zastosowanie metod i narzędzi jakości do doskonalenia organizacji [w:] Praktyka zarządzania nowoczesnym przedsiębiorstwem, Fertsch M., Trzecieliński S. (red.), Wyd. Politechnika Poznańska, Instytut Inżynierii Zarządzania, Poznań 2003.
- [44] Mikołajczyk Z., Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania, PWN, Warszawa 1997.
- [45] Mikołajczyk Z., Techniki organizatorskie, PWN, Warszawa 1979.
- [46] Nowak-Far, Globalna konkurencja, PWN, Warszawa – Poznań 2000.
- [47] Olejnik T., Wieczorek R., Kontrola i sterowanie jakością, PWN, Warszawa 1982.
- [48] Pande P.S., Neuman R.P., Cavanagh R.R., Six Sigma. Sposób poprawy wyników nie tylko dla firm takich jak GE czy Motorola, Wydawnictwo K.E. Liber, Warszawa 2005.

- [49] Pasternak K., Zarys zarządzania produkcją, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2005.
- [50] Pelka B., Zarządzanie przedsiębiorstwem i menadżeryzm, IOiZwP ORGMASZ, Warszawa 1996.
- [51] PN-EN ISO 9000:2006. System zarządzania jakością. Podstawy i terminologia, PKN 2006.
- [52] PN-EN ISO 9001:2009. System zarządzania jakością. Wymagania, PKN 2009.
- [53] Pomykański A., Zarządzanie i planowanie marketingowe, PWN, Warszawa 2005.
- [54] Prussak W., Zarządzanie jakością. Wybrane elementy, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003.
- [55] Pszczołowski T., Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji, Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich, Wrocław 1978.
- [56] Robbins P. S., DeCenzo A. D., Podstawy zarządzania, PWE, Warszawa 2002.
- [57] Rummler G.A., Brache A.P., Podnoszenie efektywności organizacji, PWE, Warszawa 2000.
- [58] Sęp J., Pacyna A., Metody i narzędzia zarządzania jakością, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2001.
- [59] Sęp J., Perłowski, Pacyna A., Techniki wspomagania zarządzania jakością, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006.
- [60] Sidor-Rządowska M., Więcej niż suma jednostek. Kilka uwag na temat tworzenia zespołu, Personel nr 4/1999.
- [61] Sikora J., Zespół pracowniczy. Zeszyt 178/2000, Biblioteka Menedżera i Służby Pracowniczej, Bydgoszcz 2000.
- [62] Skrzypek E., Jakość w przedsiębiorstwie, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1994.
- [63] Skrzypek M., Jakość i efektywność, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2000.
- [64] Słownik języka polskiego, PWN, Warszawa 2005.
- [65] Słownik wyrazów bliskoznacznych, Inprint sp. z o.o., Warszawa 2008.
- [66] Steinmann H., Schreyogg G., Zarządzanie. Podstawy kierowania przedsiębiorstwem. Koncepcje, funkcje, przykłady, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995.
- [67] Tabora A., Zając A., Rączka M. (red.), Zarządzanie jakością, tom I. Jakość i systemy zapewnienia jakości, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2000.
- [68] Thompson J.R., Koronacki J., Nieckuła J., Techniki zarządzania jakością od Showarta do metody Six Sigma, AOW Exit, Warszawa 2005.
- [69] Tocca F.M., Woodhull D., Management of People and Programs in Industrial Hygiene, American Industrial Hygiene Association, Fairfax 1996.
- [70] Wasilewski L., Kaizen – tajemnica sukcesu Japonii, Wydawnictwo Ośrodka Badań Jakości Wyrobów ZETOM, Warszawa 1992.
- [71] Wasilewski L., Podstawy zarządzania jakością, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania im. L. Koźmińskiego, Warszawa 1998.
- [72] Wawak S., Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2002.
- [73] Wodecka-Hyjek A., Walczak M., Wykorzystanie technik poka-yoke przy wdrażaniu metody six-sigma, Problemy Jakości, nr 1, 2006.

- [74] Wolniak R., Skotnicka B., Metody i narzędzia zarządzania jakością, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- [75] Zieleniewski J., Organizacja i zarządzanie, PWN, Warszawa 1969.
- [76] Żuchowski J., Łagowski E., Narzędzia i metody doskonalenia jakości, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2004.

## SPIS RYSUNKÓW

1.1. Wielowymiarowość zarządzania .....	10
1.2. Historyczny przegląd podejścia do problematyki zarządzania .....	11
1.3. Ewolucja zarządzania jakością .....	14
1.4. Cykl W.E. Deminga .....	17
1.5. Założenia trylogii Juran .....	18
1.6. Efekty ciągłego doskonalenia .....	23
1.7. Dążenia organizacji ukierunkowanej pro jakościowo .....	24
2.1. Przykład rozróżnienia między instrumentarium jakości .....	28
2.2. Cykl życia wyrobu .....	33
2.3. Cykl życia procesu .....	33
2.4. Cykl organizacyjny Le Chateliera .....	37
2.5. Cykl Deminga .....	41
2.6. Przebieg wdrożenia i eksploatacji systemu zarządzania jakością .....	45
3.1. Straty w rozumieniu filozofii Kaizen .....	53
3.2. Etapy przeprowadzania FMEA .....	62
3.3. Schemat domu jakości .....	68
3.4. QFD dla lodówki .....	70
3.5. Metody SPC .....	73
3.6. Przykłady sygnałów na torze karty kontrolnej .....	75
3.7. Karta $\bar{x} - R$ .....	76
3.8. Eksperymenty według Shainina .....	79
3.9. Schemat diagramu 5WHY .....	88
3.10. Schemat postępowania w tworzeniu diagramu 5WHY .....	88
3.11. Przykład wykorzystania analizy 5WHY .....	89
3.12. Przykład diagramu Ishikawy .....	90
3.13. Przykład zastosowania diagramu Ishikawy .....	92
3.14. Diagram Pareto-Lorenza dla danych z tab. 3.16 .....	95
3.15. Etapy opracowywania diagramu przepływu .....	96
3.16. Karta kontrolna .....	98
3.17. Przykład histogramu .....	99
3.18. Przykładowe wyniki macierzowej analizy danych z rynku producentów części .....	101
3.19. Analiza efektywności poszczególnych zadań w macierzowej analizie danych .....	101
3.20. Diagram relacji .....	102
3.21. Diagram pokrewieństwa .....	102
3.22. Diagram systematyki – wybór członka zespołu eksperckiego .....	103
3.23. Diagram macierzowy .....	104
3.24. Diagram procesu produkcyjnego .....	105

## SPIS TABEL

1.1. Definicje jakości spotykane w literaturze .....	8
1.2. Wyjaśnienie funkcji zarządzania .....	10
1.3. Obszary zarządzania jakością i związane z nią dziedziny nauki .....	13
2.1. Definicje pojęć: zasada, metoda, narzędzie, technika .....	27
2.2. Podstawowa klasyfikacja instrumentarium zarządzania jakością .....	29
2.3. Metody i narzędzia doskonalenia jakości zalecane przez normę PN-ISO 9004-4+ACI:1996 .....	29
2.4. Podział według rodzajów metod i narzędzi .....	30
2.5. Podział narzędzi wspomagających zarządzanie jakością ze względu na ich przeznaczenie .....	31
2.6. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia wyrobu .....	33
2.7. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu życia procesu .....	36
2.8. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu organizacyjnym Le Chateliera .....	38
2.9. Wykonawcy według poziomu efektywności organizacji .....	40
2.10. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik stosowanych przez wykonawców .....	40
2.11. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik w cyklu Deming .....	42
2.12. Klasyfikacja wybranych zasad, metod, narzędzi i technik według funkcji zarządzania .....	43
2.13. Klasyfikacja zasad, metod, narzędzi i technik według etapów wdrażania i eksploatacji systemu zarządzania jakością .....	45
3.1. Zasady postępowania przy tworzeniu zespołów .....	49
3.2. Cechy Kaizen oraz innowacji .....	51
3.3. Cechy Kaizen .....	52
3.4. Porównanie DFMEA oraz PFMEA .....	61
3.5. Znaczenie dla klienta .....	64
3.6. Występowalność wady .....	65
3.7. Wykrywalność .....	65
3.8. Przykład wykorzystania metody FMEA do poszukiwania potencjalnych zagrożeń dla SZJ .....	67
3.9. Przykłady oceny procesu na podstawie wskaźników zdolności Cp i Cpk .....	77
3.10. Czynniki działające na wyrób i proces .....	78
3.11. Metodyka postępowania przy wykorzystaniu raportu 8D .....	80
3.12. Wzór raportu 8D .....	81
3.13. Karta selekcji na stanowisku .....	83
3.14. Karta kontroli 5S .....	84
3.15. Układ 5M .....	91
3.16. Klasyfikacja wad według częstości występowania .....	94
3.17. Symbole graficzne używane w diagramach przepływu .....	97
3.18. Dane wyjściowe do histogramu .....	99



**SPIS WZORÓW**

(1)	RPN .....	63
(2)	$T_j$ .....	70
(3)	$C_p$ .....	76
(4)	$C_{pk}$ .....	77
(5)	$C_{pk}$ .....	77