Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego | Rzeczpospolita Polska | Dofinansowane przez Unię Europejską

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego

Kierunek studiów:
Inżynieria danych

Agnieszka Czajkowska

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ

opracowane w ramach realizacji Projektu
„Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025

Spis treści

1. Współczesne postrzeganie i koncepcja jakości. Ewolucyjne zmiany w podejściu do zagadnień jakości i zarządzania jakością 3
1.1 Początki zarządzania jakością 3
1.2. Jakość 4.0 i Jakość 5.0 5
1.3. Korzyści z najnowszych koncepcji jakości 8
2. Główni twórcy koncepcji zarządzania jakością i ich założenia 10
3. Normy zarządzania jakością – seria ISO 9000. Systemy zarządzania bezpieczeństwem pracy. HACCP 14
3.1. Norma PN-N-18001 System zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracy 15
3.2. HACCP (Analiza Zagrożeń i Krytyczne Punkty Kontroli).....18
4. Narzędzia zarządzania jakością.....21
5. Metody wspomagające zarządzanie jakością 39
5.1. FMEA – analiza przyczyn i skutków wad 39
5.2. QFD – rozwinięcie funkcji jakości.....45
5.3. Poka - yoke 53
6. Metoda badania jakości usług. Metoda Servqual.....52
7. Literatura.....60

Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

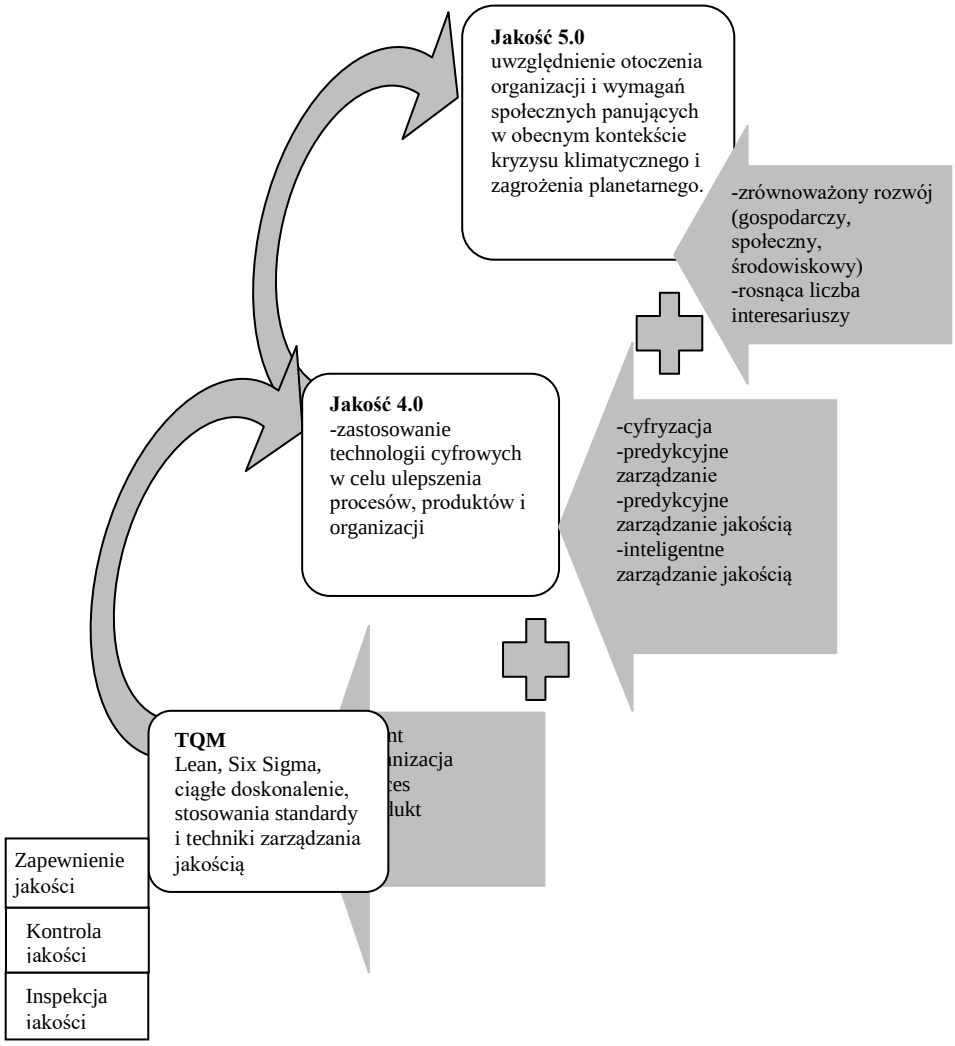
1. Współczesne postrzeganie i koncepcja jakości. Ewolucyjne zmiany w podejściu do zagadnień jakości i zarządzania jakością.

1.1. Początki zarządzania jakością

W pionierskich czasach zarządzania jakością, zgodność i znaczenie zmniejszania zmienności w procesach produkcyjnych były kluczowymi cechami przy definiowaniu jakości (Shewhart, 1931) Kolejne definicje jakości były zorientowane na zadowolenie klienta poprzez spełnienie jego potrzeb. Deming (Deming, 1986) wyraźnie zwracał uwagę na potrzeby klienta, definiując, że "jakość powinna być ukierunkowana na potrzeby klienta, obecne i przyszłe" A. V. Feigenbaum zdefiniował jakość jako ogół charakterystyk wyrobu lub usługi w sferze marketingu, projektowania, produkowania i obsługi, dzięki którym użytkowane wyroby i usługi spełniają oczekiwania klienta. [Beckford, 1998] Wychodził On z założenia, że jakość to całokształt cech wyrobu lub usługi w odniesieniu do marketingu, konstrukcji, wytwarzania oraz do pomocniczych procesów produkcyjnych, w wyniku których wyrób lub usługa spełni oczekiwania klienta (Feigenbaum, 1991). Autor zasady „zero defektów" P. B. Crosby definiował jakość jako *zgodność z wymaganiami*. Wg niego jakość osiąga się poprzez zapobieganie powstawaniu wad a nie przez ocenę prawidłowości wykonania. [Więcek, 2007] W normie ISO 9000:2001 *jakość oznacza stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania* (PN_EN ISO 9000:2001). Wszystkie definicje jakości zawierają jeden wspólny rdzeń – jakość oznacza spełnienie wymagań klienta. Różnice w definiowaniu jakości w poszczególnych okresach wiążą się z etapami rozwoju metod zapewnienia jakości, które w latach 60 i 70 - tych ograniczały się jedynie do kontroli i usuwania błędów, w latach 80 i 90 – tych zostały wzbogacone o sterowanie związane z zapobieganiem błędom (identyfikowanie punktów krytycznych, motywowanie załogi itp.) i wreszcie po 99 roku wprowadzono jakość globalną, a więc panowanie nad jakością we wszystkich możliwych obszarach - zarządzanie jakością.
Ewolucję zarządzania jakością od inspekcji jakości poprzez kontrolę jakości, zapewnienie jakości, kompleksowe zarządzanie jakością aż po jakość 4.0 i Jakość 5.0 zaprezentowano na rys. 1.

Politechnika Świętokrzyska Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki" nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

[Tekst alternatywny. Schemat czytany od dołu prezentujący ewolucję zarządzania jakością. Na samym dole początki zarządzania jakością (od inspekcji), następnie TQM, Jakość 4.0 i na górze ostatnia koncepcja jakość 5.0. Po prawej stronie w szarych polach tekstowych w kształcie strzałek przedstawiono cechy charakterystyczne koncepcji]



Rys. 1. Ewolucja koncepcji zarządzania jakością (opracowanie własne)
Źródło: opracowanie własne

Prawdziwym przełomem w zarządzaniu jakością była koncepcja Total Quality Management, której podstaw należy szukać na początku lat 40 (na dobre rozwinęła się w latach 80-90) ubiegłego stulecia, dzięki współpracy amerykańskich naukowców W.E. Deminga (TQM jest oparte między innymi na tzw. cyklu Deminga) i J. Jurana. TQM pochodzi od angielskich słów Total Quality Management, co tłumaczone jest na język polski jako „kompleksowe zarządzanie jakością". Od TQM obserwuje się rozwój

metod, technik oraz narzędzi zarządzania jakością. Na początku lat 60. opublikowano koncepcję Total Quality Control – kompleksowego sterowania jakością, która zbierała w postaci kilku zasad osiągnięcia i doświadczenia współpracy amerykańsko-japońskiej. Pojęcie Zarządzanie przez jakość pojawiło się na przełomie lat 70. i 80. XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Total Quality Management przyjęto w Stanach Zjednoczonych dla podejścia (nazywanego przez niektórych autorów filozofią) wykorzystującego zestaw metod projakościowych takich jak: Six Sigma, Failure Mode and Effects Analysis. Kompleksowe zarządzanie jakością promuje stosowanie metod TQM przez wszystkich zatrudnionych w organizacji pracowników (Kaur i in., 2019). Szybko rozwijające się technologie, procesy i praktyki, które zmieniają obecnie świat produkcji wprowadzają do zarządzania jakością pojęcia Jakości 4.0 i Jakości 5.0.

1.2. Jakość 4.0 i Jakość 5.0

Termin Jakość 4.0 został po raz pierwszy użyty w raporcie Amerykańskiego Towarzystwa Jakości w 2015 r. (ASQ, 2015) w kontekście odnoszenia się do obszaru TQM dla kolejnych etapów rozwoju przemysłu (Pereira, 2019) i koncepcji Jakość 4.0 (ASQ, 2015). Cechy Jakości 4.0 to:

- cyfryzacja zarządzania jakością,
- predykcyjne zarządzanie jakością,
- masowa personalizacja,
- inteligentne zarządzanie jakością.

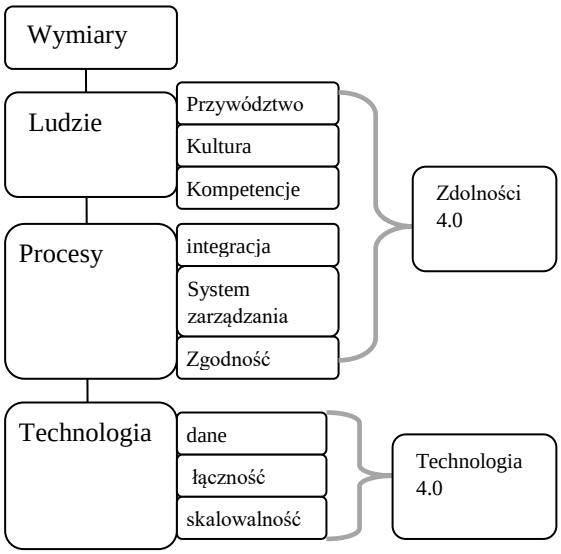
Jej efektem mają być:

- poprawa satysfakcji klienta,
- poprawa jakości produktu
- wydajności operacyjnej.

Cyfryzacja wpłynęła na społeczeństwo i organizacje na wszystkich poziomach, począwszy od tworzenia nowych rodzajów miejsc pracy, a skończywszy na umożliwieniu korzystania z narzędzi cyfrowych jako wsparcia w codziennych działaniach. Wynikiem cyfryzacji są nowe kompetencje potrzebne do nawiązania ścisłej współpracy z działem IT (Ponsignon i in., 2019) oraz nowe rodzaje kanałów informacji zwrotnej od klientów. Jakość 4.0 całkowicie zrewolucjonizowała istniejące praktyki zarządzania jakością i przyniosła wiele korzyści dla przemysłu produkcyjnego. Charakteryzuje się zwiększonym wykorzystaniem nowych technologii informacyjnych. Technologie te obejmują analizę dużych zbiorów danych, Internet rzeczy, przetwarzanie w chmurze, produkcję addytywną, sztuczną inteligencję, blockchain (Kagermann i In., 2022) Jakość 4.0 stanowi korzyści ale i wyzwania dla każdego ogniwa uczestniczącego w procesie produkcyjnym: klienta, pracownika, zarządzania, produkcji i informacji.

Autorzy (Fiałkowska-Filipek i in., 2023; Ranjith i in.,2022) wskazują trzy wymiary Q4.0: ludzie, procesy, technologia, a w ich obrębie istnieje 11 elementów opisujących kluczowe elementy Q4.0: przywództwo, kultura, zgodność, system zarządzania, kompetencje, współpraca, skalowalność, analityka, dane, rozwój aplikacji, łączność (połączenie między technologią informatyczną biznesową a technologią operacyjną).

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono model jakości 4.0 obejmujący trzy jego wymiary wraz z kluczowymi elementami dla każdego z nich. Z prawej strony zaznaczono elementy należące do zdolności (ludzie i procesy) oraz elementy należące do technologii obejmujące dane, łączność oraz skalowalność]

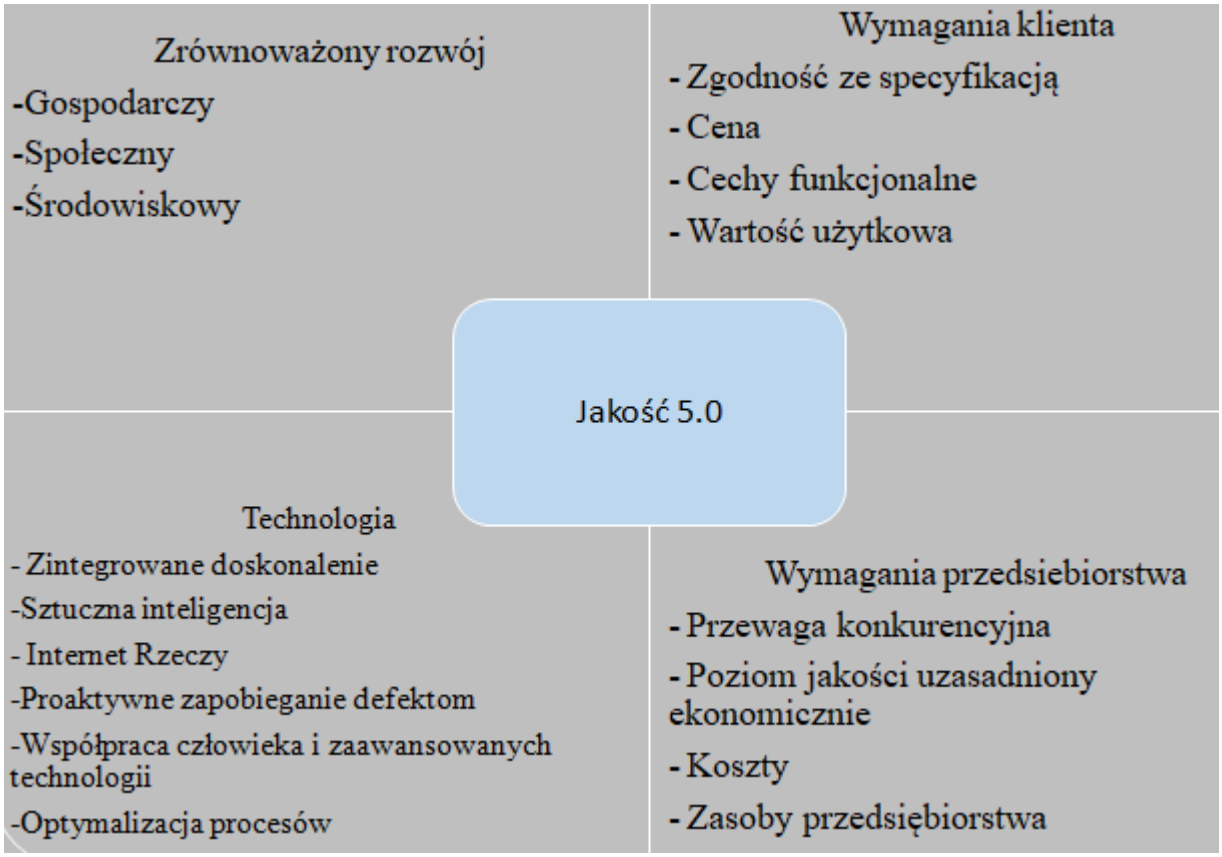


Rys. 2. Model Jakości 4.0
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Fiałkowska-Filipek, 2023; Ranjith, 2022).

Pierwsze dwa wymiary (ludzie i procesy) budują zdolności (nazywane zdolnościami 4.0), które obejmują: zarządzanie danymi w czasie rzeczywistym, interoperacyjność, wizualizację, decentralizację, zwinność, orientację na usługi, zintegrowany proces biznesowy i zrównoważony rozwój. Modele biznesowe oparte na technologii opartej na technologiach I4.0 i zdolnościach 4.0 tworzą zdolność do zaspokajania wymagań klientów i społeczeństwa. Zastosowaniu technologii cyfrowych w celu ulepszenia procesów, produktów i organizacji. Podczas gdy niektóre modele podkreślają integrację zasad zarządzania jakością z nowymi technologiami, zaniedbują pilną potrzebę rozwiązania głębokich napięć społecznych i problemów środowiskowych. Modele te nie obejmują szerszych aspektów społecznych i środowiskowych niezbędnych do holistycznego podejścia do zarządzania jakością w obliczu obecnych wyzwań.

Jakość 5.0 ściśle związana jest z Przemysłem 5.0. Przemysł 5.0 dąży do integracji ludzkich możliwości z zaawansowanymi technologiami, takimi jak sztuczna inteligencja (AI), robotyka, Internet rzeczy (IoT) i rzeczywistość rozszerzona (AR). Nowsze badania nad zarządzaniem jakością, uwzględniające perspektywę zrównoważonego rozwoju, podkreślają potrzebę szerszego zrozumienia ról klientów, biorąc również pod uwagę perspektywy innych interesariuszy. Jakość 5.0 wymaga symbiotycznej relacji między ludźmi a maszynami (Grudkowska i in, 2022; Brennen i in., 2016), w której maszyny zwiększają ludzkie możliwości, a nie je zastępują. Cztery kluczowe kwestie kształtowania jakości (rys. 3.) dotyczą niezmiennie wymagań klienta i zaspokojenia jego potrzeb (Teece, 2010), wymagań przedsiębiorstwa i dbania o jego interesy, ale również zrównoważonego rozwoju (Porter, 2006) i zmiennego otoczenia, które bardziej niż kiedykolwiek wcześniej skłania do ciągłego analizowania jakości produktów i usług.

[Tekst alternatywny. Na rysunku zaprezentowano cztery główne obszary kształtujące Jakość 5.0. U góry od lewej strony zrównoważony rozwój i wymagania klienta, na dole od lewej strony technologia i wymagania przedsiębiorstwa]



Rys. 3. Główne składowe jakości 5.0
Źródło: opracowanie własne

1.3. Korzyści z najnowszych koncepcji jakości

Nowe technologie i związane z nimi innowacje mają fundamentalny wpływ na każdego uczestnika procesu produkcyjnego- klienta, pracownika, zarządzających, produkcje i informację. Korzyści zaprezentowano w Tabeli 1.

Tabela 1. Korzyści związane z Jakością 4.0 i 5.0

Uczestnicy	Korzyści
Klient	• klienci mają kontrolę nad tym, co kupują • liczbą zakupionych produktów • możliwość zmiany zamówień w dowolnym momencie produkcji bez dodatkowych kosztów • produkty dostosowane do potrzeb klientów • wyższe oczekiwania klientów co do jakości • dostęp do informacji i szczegółów technicznych produktu • produkty bardziej zindywidualizowane
Pracownik	• nadzorowanie pracy wykonywanej przez maszyny • bardziej skoordynowane stanowisko (pracownicy maja kompetencje do podejmowania decyzji i rozwiązywania problemów) • umożliwia pracownikom zaangażowanie się w proces zarządzania jakością dzięki wykorzystaniu technologii cyfrowych i analiz, które mogą zwiększyć zaangażowanie i motywację pracowników. • wykorzystanie zaawansowanych interfejsów, (np. rzeczywistość wirtualna i rzeczywistość rozszerzona) celem usprawnienia interakcji człowiek-maszyna i umożliwić lepsze zarządzanie jakością
Zarządzanie	• inteligentne zarządzanie jakością (inteligentne maszyny, czujniki) • zintegrowanym systemie produkcyjnym • stosowanie analityki do prognozowania problemów z jakością i wymagań konserwacyjnych, • poprawę konkurencyjności poprzez monitorowanie i zarządzanie jakością w czasie rzeczywistym, • większa efektywność procesu zarządzania jakością.
Produkcja	• mniejsza liczba braków • niewielkie różnice jakościowe lub ich brak • skrócone przestoje • terminowe naprawy możliwe dzięki sygnałom stanu maszyny • technologie cyfrowe, • zaawansowane analizy • analiza danych w czasie rzeczywistym, • konserwacja predykcyjna, • sztuczna inteligencja • zwiększenie efektywności • obniżenie kosztów, • natychmiastowa korekty problemów z jakością • wykorzystanie najnowszych technologii - IoT, cloud computing, big data i sztuczna inteligencja (AI)
Informacja	• szybkie i wydajne zbieranie i przetwarzanie danych z wielu źródeł • projektanci mogą przewidywać wymagania dotyczące użytkowania i konserwacji • umożliwia identyfikację i korygowanie problemów z jakością w czasie rzeczywistym, co może obniżyć koszty przeróbek i roszczeń gwarancyjnych

Źródło: opracowanie własne

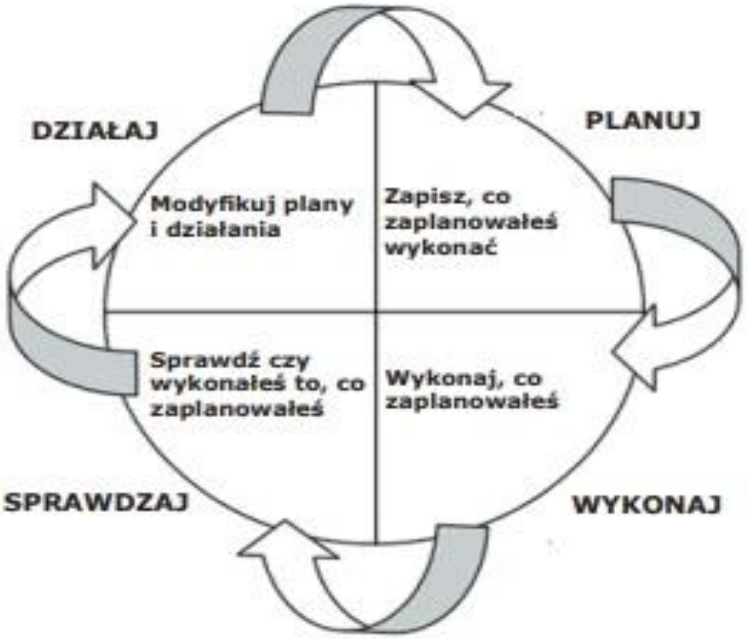
Oprócz korzyści pojawiają się również wyzwania związane na przykład z większą odpowiedzialnością związaną z obsługą maszyn. Ewolucja rozwiązań stosowanych w przemyśle wymaga ewolucji kompetencji pracowniczych by mogli z nią współdziałać dla wspólnego dobra. Wyzwaniem jest również pogodzenie dążenia do jakości i zadowolenie klienta z dbałością o zrównoważony rozwój.
Ewolucja jakości i zarządzania jakością jest nieunikniona, gdyż szybki rozwój technologii, wyzwania globalnego rynku, wzrost zamożności społeczeństwa, rosnący poziom wykształcenia konsumentów powodują, że firmy są zmuszone elastycznie dostosowywać swoje systemy jakości do nowych realiów. Pojęcia te silnie związane są z otoczeniem, w którym funkcjonujemy, dlatego też na przykład jakość 5.0 uwzględnia zrównoważony rozwój i odpowiedzialność społeczną, które są bardzo ważne dla współczesnego człowieka. Ewolucji ulega każde ogniowo procesu produkcyjnego - klient i jego wymagania, materiały, technologie stosowane w procesach, pracownicy, środowisko. Inteligentniejsze i bardziej wydajne środowisko produkcyjne przynosi wiele korzyści dla pracownika, produkcji, zarządzających, a w konsekwencji dla klienta. Niestety wiąże się to z wyzwaniami, gdyż do utrzymania szybkiego tempa rozwoju potrzebne jest zwiększanie poziomu kompetencji pracowników czy pozytywne nastawienie zarządu na nowe technologie. Większe tempo rozwoju digitalizacji przekłada się na korzyści dla gospodarek, wpływając również na rozwój społeczny. Społeczeństwo 5.0 stawia w centrum człowieka, mającego większy i lepszy dostęp do informacji dzięki transformacji cyfrowej. Ryzyko społeczne i etyczne związane z nową rewolucją będzie dużym wyzwaniem.

2. Główni twórcy koncepcji zarządzania jakością i ich założenia

William Deming (1900- 1993) – prekursor nowych koncepcji zarządzania jakością. Postulował całkowitą zmianę stylu zarządzania oraz konieczność zmiany orientacji produkcyjnej na rynkową.

Cykl PDCA Deminga zawiera chronologicznie uporządkowane działania, typowe dla układu sterowania ze sprzężeniem zwrotnym (działania te dotyczą jakości procesów technologicznych oraz produktów). Innymi słowy jest to cykl działań mających na celu wprowadzenie zmian i innowacji do przedsiębiorstwa. Elementy cyklu PDCA zaprezentowano na rys. 4.

[Tekst alternatywny. Rysunek to koło podzielone na cztery części. Należy czytać od prawej górnej ćwiartki – „planuj”, następnie „wykonaj”, „sprawdzaj” i „działaj”, które należy rozumieć jako „popraw”]



Rys. 4. Koło Deminga
Źródło: Deming,1986

Poszczególne etapy w kole Deminga oznaczają:
Etap 1 – Planuj
Należy dostrzec możliwość zmiany (udoskonalenia procesu) i ją zaplanować. W tym etapie identyfikuje się i gromadzi informacje w tych obszarach funkcjonowania

organizacji, w których zmiany przyniosą największe efekty. Na wstępie pracy zespół roboczy musi opracować listę elementów procesu, które można udoskonalić.
Etap 2 – wykonaj
Etap ten ma na celu dokonanie zmian w procesie w kierunku podniesienia jego wydajności czy jakości produktu/usługi i usunięcie przyczyn problemów. Można również wdrożyć działania o ograniczonej skali bądź przeprowadzić testy rozwiązań opracowanych przez zespół w poprzednim etapie cyklu.
Etap 3 – Sprawdzaj
Należy wykonać pomiary uzyskanych wyników i porównać je z założeniami przyjętymi w etapie pierwszym. Ten etap powinien koncentrować się na pomiarach założonych w planie. Ma na celu stwierdzenie, czy wdrożone działania były skuteczne. Odpowie również na pytanie, czy działania usprawniające wdrożone w fazie drugiej odniosły sukces.
Etap 4 – Działaj
Jeśli zaobserwowano odchylenia od założonego planu, należy wdrożyć działania w celu ich skorygowania. Jeśli opracowany plan się nie powiódł, na bazie tych doświadczeń należy przygotować nowy. Jeżeli przeprowadzone działania zakończyły się sukcesem, w następnym cyklu poprzeczkę należy podnieść.

Philip Crosby urodził się w 1926 roku w Whelling w Zachodniej Wirginii.
Philip Crosby jest autorem metody „zero defektów" i absolutów jakości.
Zero defektów – metoda zakładająca, że można dążyć do całkowitego wyeliminowania braków poprzez właściwą organizację procesów, kształcenie personelu, utrzymywanie infrastruktury
Absoluty jakości:

- Jakość określa się jako zgodność ze specyfikacją, a nie jako dobry produkt.
- Jakość osiąga się przez profilaktykę, a nie poprzez ocenianie.
- Standard jakości oznacza brak usterek.
- Jakość mierzy się kosztem braku zgodności ze specyfikacją, a nie wskaźnikami.

Etapy doskonalenia wg Crosby'ego:

1. Określenie zaangażowania zarządu w kwestię jakości.
2. Powołanie zespołów doskonalenia jakości.
3. Wprowadzenie kryteriów jakościowych.
4. Określenie kosztu jakości.
5.Zwiększenie świadomości jakości oraz osobistej troski wszystkich pracowników o reputację firmy.
6. Podjęcie działań naprawczych w stosunku do błędów ujawnionych w pkt. 5.

7. Zaprogramowanie produkcji wolnej od usterek.
8. Przeszkolenie kierowników, aby aktywnie uczestniczyli w procesie doskonalenia jakości.
9. Ogłoszenie momentu, od którego obowiązywać będzie zasada "żadnych usterek"..
10. Określenie celów i zachęcenie pracowników do samodoskonalenia.
11. Zachęcenie pracowników, by informowali kierownictwo o trudnościach jakie napotykają przy realizacji celów.
12. Docenianie i nagradzanie pracowników.
13. Powołanie rad do spraw jakości, które dostarczają regularnych informacji.
14. Powtórzenie wszystkiego od początku, aby zaznaczyć, że programy jakościowe nigdy się nie kończą.

Dr Joseph Moses Juran (1904-2008) jest uważany za ojca współczesnego zarządzania jakością.
Proces zarządzania jakością w koncepcji "trylogii" Jurana składa się z trzech etapów:

1. Planowania Jakości

- Wyznaczenie celów jakości
- Identyfikacja klientów
- Ustalenie potrzeb klientów
- Kształtowanie cech produktów, które odpowiadają potrzebom klientów
- Opracowanie procesów umożliwiających wytwarzanie niezbędnych cech produktów
- Ustanowienie kontroli nad procesem

2. Kontroli Jakości

- Ocena aktualnego przebiegu procesu
- Porównanie rzeczywistych rezultatów z oczekiwanymi
- Działanie , jeśli są rozbieżności z celami

3. Poprawy Jakości.

- Udowodnienie potrzeby udoskonalenia
- Wyznaczenie infrastruktury
- Stworzenie projektów ulepszenia
- Zapewnienie zespołom zasobów, szkoleń i motywacji do diagnozowania powodów i stymulowania napraw
- Ustanowienie kontroli w celu zachowania zysków

Armand Vallin Feigenbaum (April 6, 1922 Nowy Jork– November 13, 2014)

W latach 1958-1968 – General Electric Company (dyrektor ds. produkcji i kontroli jakości).
W latach 1961-1963 był prezesem American Society for Quality (Amerykańskie Stowarzyszenie Kontroli Jakości)
W 1951 roku ukazała się Jego książka pt. "Quality Control", a dziesięć lat później jej poprawione wznowienie "Total Quality Control". Dr Feigenbaum jest "ojcem" pojęcia Total Quality Control „Ukryta fabryka".
Feigenbaum uważał, że:

- Systemowe podejście do kompleksowego spojrzenia na jakość wskazuje na potrzebę wykorzystania narzędzi statystycznych do ustalenia standardów jakości.
- Po ich ustaleniu wszelkie działania są oceniane pod kątem dostosowania do standardów. Doskonalenie standardów jakości zakłada stosowanie działań korygujących i zapobiegawczych. Przy ustalaniu standardów powinno się także zdefiniować standardy kosztów błędów.
- Tylko przedsiębiorstwo, które panuje nad kosztami może skutecznie sterować jakością. Wdrażanie rozwiązań projakościowych ma umożliwić określenie rodzaju błędów i wysokości strat z nimi związanych (koszty błędów), a także określenie nakładów na zapobieganie błędom i ich konsekwencjom (koszty prewencji i koszty oceny).

Genichi Taguchi (ur. 1 stycznia 1924 w Takamachi w Japonii), japoński inżynier i statystyk, który wprowadził metody statystyczne do przemysłu w celu poprawy jakości produktów.
Osiągnięcia Genichi Taguchi:

- Funkcja strat jakości - metoda, której główna idea polega na takim dopasowaniu procesów produkcyjnych i produktów do tzw. krzywych jakości, aby straty były jak najmniejsze.
- Sterowanie jakością off-line - takie zaprojektowanie i przygotowanie systemu produkcyjnego, które zapewni niezawodność procesów (projektowanie systemu, parametrów i tolerancji maszyn)
- Projektowanie eksperymentów

3. Normy zarządzania jakością – seria ISO 9000. Systemy zarządzania bezpieczeństwem pracy. HACCP

Aktualna rodzina podstawowych norm ISO serii 9000 składa się z 4 norm podstawowych:

- ISO 9000:2015 Quality management systems - Fundamentals and vocabulary (odpowiednik krajowy - PN-EN ISO 9000:2015-10 Systemy zarządzania jakością - Podstawy i terminologia),
- ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements (odpowiednik krajowy - PN-EN ISO 9001:2015-10 Systemy zarządzania jakością - Wymagania),
- ISO 9004:2018 Quality management - Quality of an organization - Guidance to achieve sustained success (odpowiednika krajowego aktualnie brak – dostępna . norma - PN-EN ISO 9004:2010 Zarządzanie ukierunkowane na trwały sukces organizacji - Podejście wykorzystujące zarządzanie jakością),
- ISO 19011:2011 Guidelines for auditing management systems (odpowiednik krajowy - PN-EN ISO 19011:2012 Wytyczne dotyczące auditowania systemów zarządzania) oraz norm, specyfikacji technicznych i raportów technicznych wspomagających normy podstawowe, zawierających wytyczne dotyczące specyficznych zagadnień w ramach systemu zarządzania jakością.

W normie ISO 9001 wyspecyfikowano wymagania dotyczące systemu zarządzania jakością, gdy organizacja:

- Pragnie wykazać zdolność do stałego dostarczania wyrobów i usług spełniających wymagania klienta i mających zastosowanie wymagań prawnych oraz
- Dąży do zwiększenia zadowolenia klienta, przez skuteczne stosowanie systemu, łącznie z procesami doskonalenia systemu i zapewnienia zgodności z wymaganiami klienta i mającymi zastosowanie wymaganiami prawnymi

Struktura normy ISO 9001:2015 jest następująca:
Przedmowa do Normy Europejskiej
0 Wprowadzenie
1 Zakres normy
2 Powołania normatywne
3 Terminy i definicje
4 Kontekst organizacji
5 Przywództwo
6 Planowanie
7 Wsparcie
8 Działania operacyjne
9 Ocena efektów działania
10 Doskonalenie

3.1. Norma PN-N-18001 System zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracy.

Przy wsparciu Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej, Polski Komitet Normalizacyjny powołał Normalizacyjną Komisję Problemową nr 276 ds. Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy. Jednym z najważniejszy osiągnięć tej Komisji było opracowanie pierwszej i podstawowej Polskiej Normy dotyczącej systemów zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy pt. Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy. Wymagania (PN-N-18801:1999). Norma ta była jedną z pierwszych w Europie i spowodowała duże zainteresowanie wdrażaniem tegoż systemu.
Dalsze prace Normalizacyjnej Komisji Problemowej nr 276 doprowadziły do ukazania się kolejnych norm: PN-N-18002:2000 Systemy Zarządzania Bezpieczeństwem i Higieną Pracy.
Nowa wersja normy ISO 18001:2004 została opracowana w 2003 roku, a opublikowana w 2004 roku. Jej aktualizacja miała na celu pełną harmonizację z wytycznymi Międzynarodowej Organizacji Pracy.

Wymagania i wytyczne dotyczące systemu zarządzania BHP, którego wdrożenie powinno prowadzić do osiągania stałej poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników, zawarte są w następujących normach:

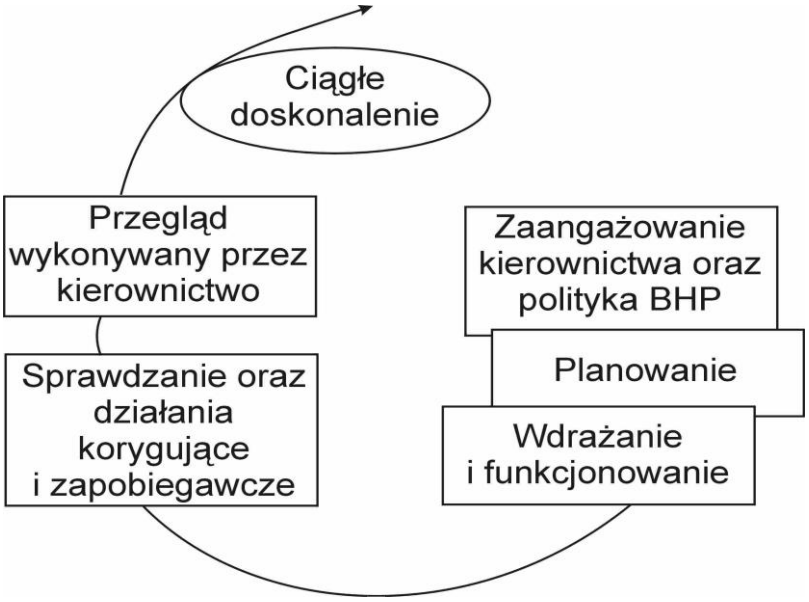
- PN-N-18001:2004 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wymagania.
- PN-N-18004:2001 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wytyczne.
- W skład serii norm PN-N-18000 wchodzą również:
- PN-N-18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
- PN-N-18011:2006 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wytyczne auditowania.

Norma PN-N 18001 jest główną normą opisującą system BHP, która podobnie jak inne systemy zarządzania, została oparta na cyklu Deminga, co zaprezentowano na rys. 5.

Model ten wskazuje, że zarządzanie BHP powinno być działaniem odpowiednio zaplanowanych, formalnie opisanym. Działanie to powinno stanowić podstawę rozliczenia realizacji planu przez kierownictwo po zakończeniu cyklu.

[Tekst alternatywny. W modelu przedstawionym na rysunku podkreślono szczególne znaczenie zaangażowania najwyższego kierownictwa, które pomaga w odpowiednim wdrożeniu i funkcjonowaniu systemu. Najwyższe kierownictwo powinno wykazywać silne, widoczne przywództwo i zaangażowanie w działaniach na rzecz określenia stanu warunków i organizacji pracy oraz zachowań pracowników zapewniającego

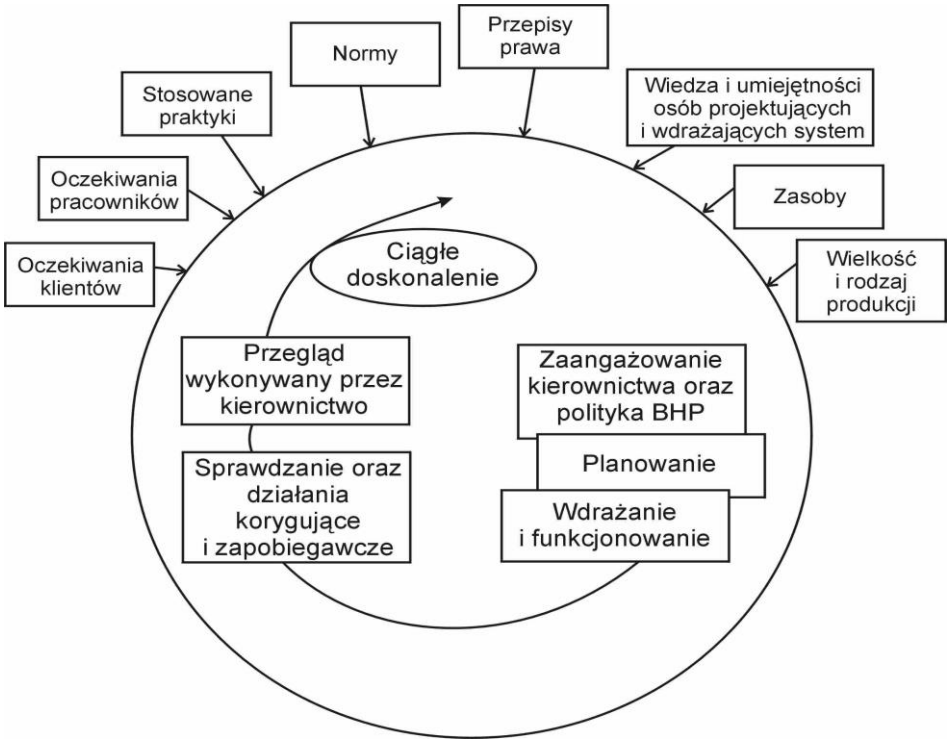
wymagany poziom ochrony zdrowia i życia przed zagrożeniami występującymi w środowisku pracy



Rys. 5. Czynniki mające wpływ na strukturę systemu zarządzania BHP
Źródło: opracowanie własne na podstawie (PN-N 18001:2004.; Kalandyk, 2012)

Należy pamiętać, że na niektóre elementy systemu zarządzania BHP będą miały wpływ rozmaite czynniki, które płyną zarówno z wnętrza przedsiębiorstwa (np. z jego zasobów, wielkości i rodzaju produkcji), ale i z zewnątrz (np. norm, zróżnicowanych oczekiwań klientów). Zestawienia takich czynników dokonały Jasiulewicz-Kaczmarek i Misztal (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2014), a opracowanie to przedstawiono na rysunku.

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono elementy wpływające na system zarządzania BHP takie jak: oczekiwania klientów, oczekiwania pracowników, stosowane praktyki, normy, przepisy prawa, wiedza i umiejętności osób projektujących i wdrażających system, zasoby, wielkość i rodzaj produkcji. Ponownie podkreślono, jak ważne jest ciągłe doskonalenie i zaangażowanie kierownictwa, ponieważ wpływa ono na poszczególne czynniki systemu.]



Rys. 6. Czynniki mające wpływ na strukturę systemu zarządzania BHP
Źródło: opracowanie na podstawie (Boron-Kaszycka, 2011; Kalandyk, 2012)

Korzyści z wdrożenia systemu zarządzania BHP należą (Boron-Kaszycka, 2011; Jasiulewicz-Kaczmarek, 2014; Kalandyk, 2012):

- sformalizowanie działań – zwiększenie zgodności działań z wymaganiami prawnymi,
- spełnienie wymagań bezpieczeństwa pracy na różnych stanowiskach,
- identyfikacja zagrożeń dla bezpieczeństwa pracowników i szybkie przeciw działanie tym zagrożeniom, szczególnie w zmieniających się warunkach i asortymencie produkcji lub usług,
- minimalizowanie częstości występowania wypadków,
- zmniejszenie (ograniczenie lub wyeliminowanie) możliwości wystąpienie chorób zawodowych jako konsekwencji narażenia pracowników na działanie czynników szkodliwych,
- poprawa warunków pracy i przez to wzrost wydajności pracy,

- angażowanie wszystkich pracowników w zapewnienie bezpiecznej pracy,
- wzrost zaufania pracowników do organizacji i identyfikowanie się z organizacją,
- zwiększenie świadomości pracowników w zakresie zasad i przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy,
- ograniczenie kosztów związanych z wypadkami,
- możliwość zarządzania ryzykiem zawodowym,
- zmniejszenie kosztów pracy, a przez to korzystny wpływ na wyniki ekonomiczne organizacji,
- podkreślenie, że bezpieczeństwo pracowników jest kwestią priorytetową,
- wzrost zaufania klientów, firm ubezpieczeniowych i państwowych organów kontrolnych,
- łatwiejsze uzyskiwanie dotacji na inwestycje modernizacyjne,
- zmniejszenie ilości wizyt PIP i służb bezpieczeństwa i higieny pracy,
- łatwiejsze pozyskiwanie pracowników dzięki renomie przedsiębiorstwa skutecznie dbającego o zdrowie swoich pracowników,
- zwiększenie konkurencyjności organizacji przez poprawę jej wiarygodności,
- poprawa komunikacji i wzajemnego współdziałania organizacji z organami nadzoru warunków bezpieczeństwa i higieny pracy.

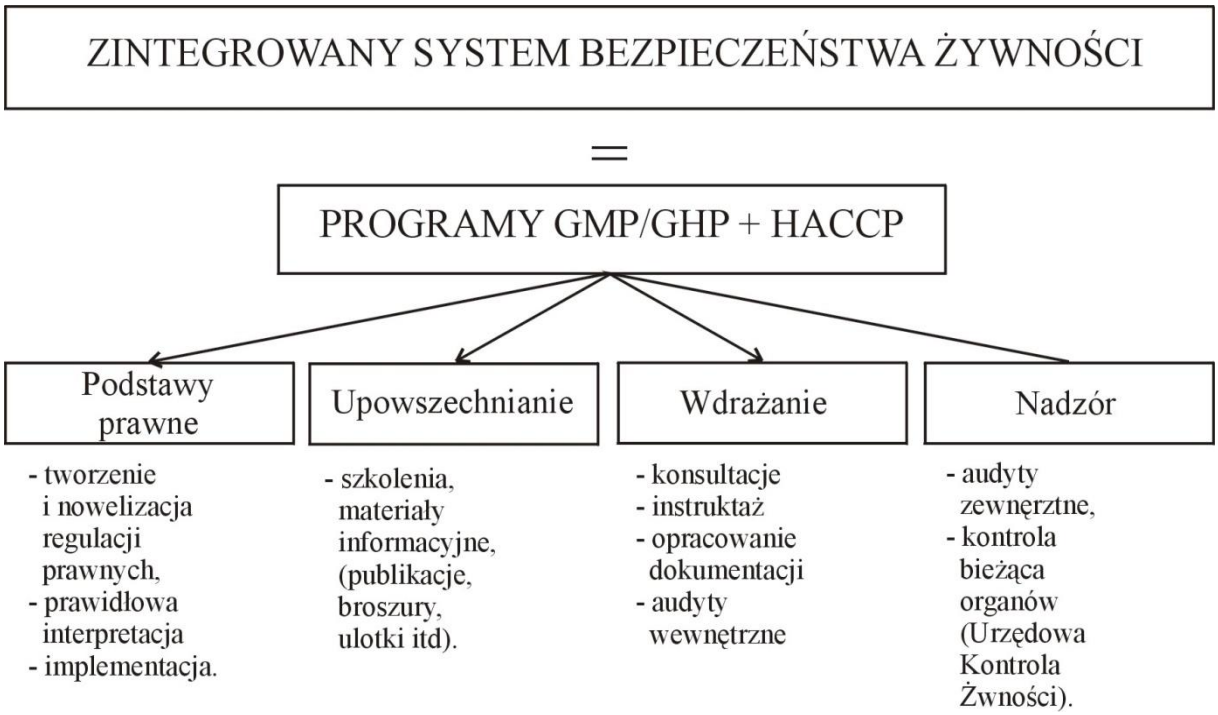
3.2. HACCP (Analiza Zagrożeń i Krytyczne Punkty Kontroli)

Analiza zagrożeń oparta na punktach kontroli czynników krytycznych w skrócie HACCP definiuje się jako: „systematyczne podejście do identyfikacji, oceny i kontroli tych kroków w produkcji żywności, które są przełomowe dla bezpieczeństwa produktu. Jest to analityczne narzędzie, które umożliwia zarządowi przedstawienie i utrzymanie wydajnego, trwałego programu bezpiecznej żywności. Podstawowym celem koncepcji HACCP jest zapewnienie wytwarzania bezpiecznych produktów żywnościowych przez zapobieganie, a nie przez inspekcje (Luning, 2003)

Skrót HACCP, pochodzi z angielskiej nazwy systemu, czyli Hazard Analysis and Critical Control Point System, co po polsku oznacza System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli. System HACCP powstał w latach 60. XX wielu w Stanach Zjednoczonych, na zlecenie NASA oraz laboratoriów wojskowych, a Kompania Pillsbury sformułowała podstawowe zasady działania tej metody. Ich wspólnym celem było wprowadzenie tzw. programów „zero defects” przy produkcji żywności, które gwarantowały w sposób całkowicie niezawodny i pewny jej całkowite bezpieczeństwo.

HACCP to system, który rozpoznaje, kontroluje oraz ocenia zagrożenia istotne dla bezpieczeństwa i jakości produkowanej żywności. System ten stanowi kodeks zdrowej żywności. HACCP to nie tylko gwarancja zdrowej i bezpiecznej żywności, ale i niezawodność samego procesu produkcji, pakowania, magazynowania jaki i dystrybucji. System HACCP składa się z kilku elementów (Turlejska, 2003), co zaprezentowano na rys. 7.

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono elementy systemu HACCP: Podstawy prawne, dające gwarancje przedsiębiorcy, że jego produkt spełnia wszystkie wymogi, upowszechnianie wiedzy z zakresu bezpieczeństwa żywności, praktyczne wdrażanie zasad GHP/GMP i systemu HACCP, sprawowanie nadzoru.]



Rys. 7. Główne elementy systemu HACCP

Zasady systemy HACCP

Krytyczny Punkt Kontroli (CCP – Critical Control Point) - miejsce w procesie technologicznym lub cyklu produkcyjnym, w którym do zagwarantowania bezpieczeństwa żywności niezbędne jest uniknięcie lub eliminacja występujących tam zagrożeń (biologicznych, chemicznych lub fizycznych) albo ich zredukowanie do poziomu, który uznaje się za bezpieczny

Miejsce w Krytycznym Punkcie Kontroli w procesie produkcyjnym znajduje się, gdy:

Wystąpiło istotne zagrożenie z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności.

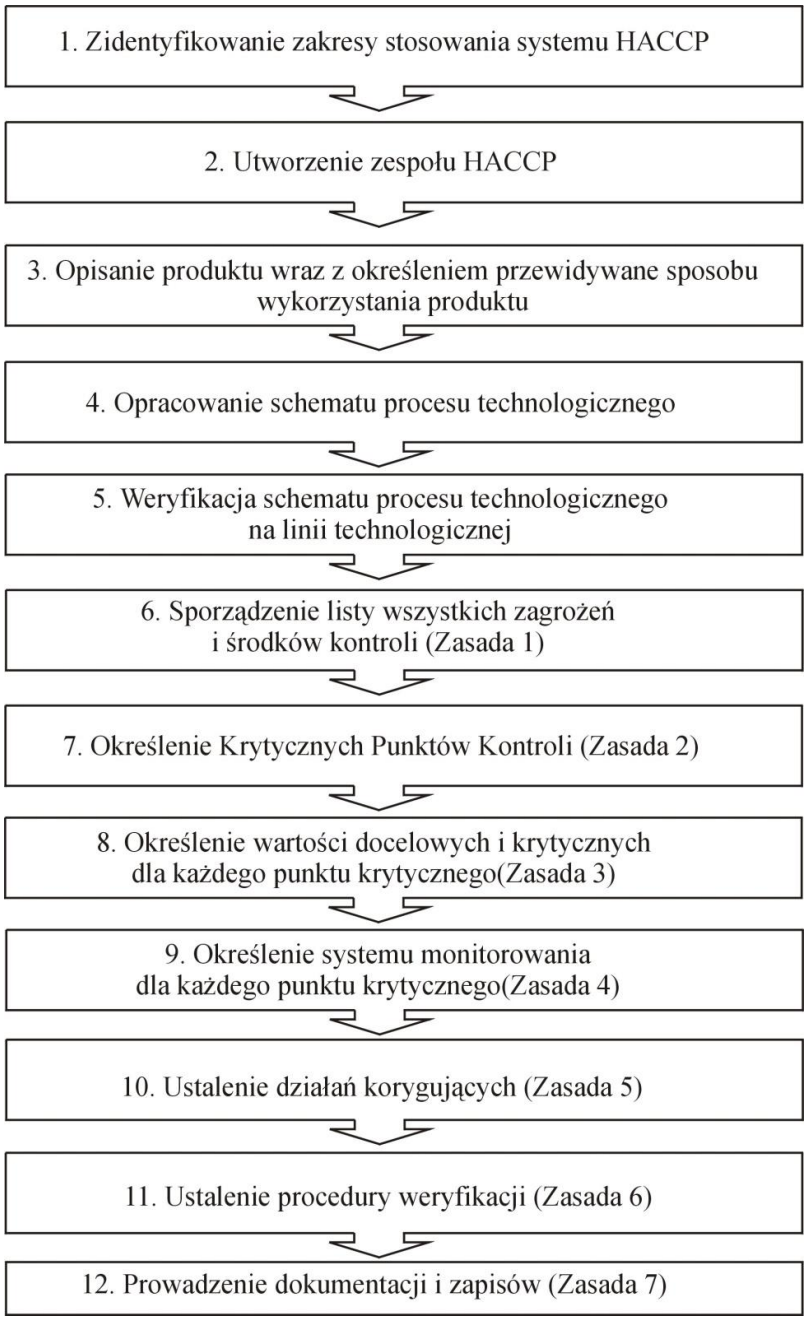
Następuje możliwość pojawienia się zagrożenia.

Posiadamy do dyspozycji pewne środki kontroli, do usunięcia zagrożenia.

Nie występuje punkt procesu technologicznego, dzięki któremu można usunąć bądź zredukować zagrożenie.

Można wykorzystać drzewko decyzyjne lub metodę FMEA do ustalenia CCP.

[Na rysunku 8 zaprezentowano dwunastoetapową sekwencję działań służącą jako wskazówka przy wprowadzaniu tej metody do praktycznych poczynań w produkcji bądź obrocie żywnością. Etapy wdrożenia systemu HACCP, które mogą być pomocą i uzupełnieniem dla zasad, stworzyła Komisja Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO (Codex Alimentarius)]



Rys. 8. Kroki postępowania w systemie HACCP

Źródło: opracowanie na podstawie (Turlejska, 2004)

4. Narzędzia zarządzania jakością

Diagram Ishikawy

Narzędzia jakościowe kreatywne to takie, które poszukują i opisują skojarzenia oraz związki między właściwościami obiektu. Należą do nich: diagram macierzowy, diagram Ishikawy, diagram pokrewieństwa, diagram relacji, diagram systematyki, macierzowa analiza danych oraz burza mózgów.

Nazwa diagramu Ishikawy nazywanego również *diagramem przyczyn i skutków* (ang. *cause and effect diagram*) pochodzi od nazwiska twórcy – Kaoru Ishikawy, profesora Uniwersytetu Tokijskiego. Inna popularna nazwa to wykresem rybich ości (ang. *fishbone diagram*) ze względu swój kształt. Ishikawa opracował diagram przyczynowo-skutkowy, w którym analiza rozpoczynana jest od stwierdzenia wystąpienia skutku (np. wady, awarii lub innego niepożądanego stanu, niezadowolenia klienta) i prowadzona w kierunku identyfikacji wszystkich możliwych przyczyn, które go spowodowały. Diagram ten jest więc graficzną prezentacją konkretnego skutku oraz podzielonych na kategorię uporządkowanych przyczyn (Borkowski, 2004). Pozwala na uszeregowanie przyczyn występujących nieprawidłowości i wzajemnego powiązania tych przyczyn. Wykresy te można stosować do analizowania problemów o charakterze produkcyjnym, społecznym, ekonomicznym.

Diagram Ishikawy pozwala na:

- analizowanie procesów zachodzącym w produkcji,
- dostrzeżenie złożoności sytuacji,
- ujawnienie nieoczywistych związków pomiędzy poszczególnymi przyczynami,
- wykrycie źródła problemu.

Autor diagramu wyodrębnił główne kategorie przyczyn, nazywane 5M (nazwa pochodzi od pierwszych liter angielskich słów): człowiek (*Man*), sprzęt/maszyna (*Machine*), materiał (*Material*), stosowana metoda (*Method*), kierownictwo (*Management*).

Diagram Ishikawy na przestrzeni lat ewoluował, co skutkowało dodawaniem kolejnych grup przyczyn. Aktualnie najpopularniejszy podział wskazuje na 6M+1E (lub 6M, gdzie dodatkowe M oznacza measurement/pomiar, a E-environment/środowisko).

Dla każdej kategorii szukamy przyczyn z nią związanych (Borkowski, 2004; Hamrol, 2008):

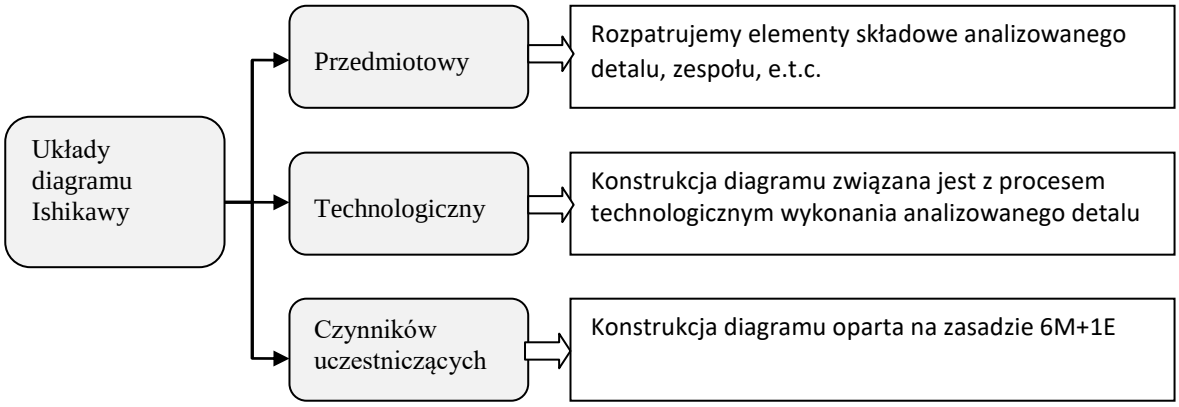
- MAN (człowiek) – kategoria ta obejmuje wiedzę, kompetencję, doświadczenia, ale także motywację i przyzwyczajenia pracowników;

- MACHINE (maszyna) – grupa techniczna, odnosząca się do przyczyn związanych z maszynami i urządzeniami wykorzystywanymi w analizowanym procesie, takich jak: cechy, nowoczesność, bezpieczeństwo, wydajność, możliwości;
- METHODS (metody) – kategoria obejmująca przyczyny związane z procesem produkcji/ świadczenia usługi, w której zidentyfikowano problem, takie jak procedury, instrukcje, regulacje, normy, prawo; - -MATERIALS (materiały) – grupa przyczyn wynikających z problemami z surowcami, materiałami oraz półfabrykatami służącymi do produkcji danego dobra lub świadczenia usługi;
- MANAGEMENT (zarządzanie) – kategoria problemów z zarządzaniem i jego funkcjami (organizacją pracy, przewodzeniem, motywacją, kontrolą, strukturą organizacyjną, kulturą i klimatem itp.),
- MEASUREMENT (pomiar) – przyczyny, które związane są bezpośrednio z pomiarem i wpływają niekorzystnie na produkt lub usługę,
- ENVIRONMENT (otoczenie) – przyczyny z otoczenia - środowiska pracy.

W zależności od rodzaju i dziedziny analizowanego problemu możliwe jest również użycie innych kategorii przyczyn, np. wyposażenie, informacje, procedury, procesy, organizacja pracy, konkurencja, dostawcy.

Kroki tworzenia diagramu Ishikawy: (Borkowski, 2004; Hamrol, 2008)
1. zdefiniowanie problemu (krótkie i jasne, jako wynik analizy rozważanego zagadnienia i zbierania informacji zaznaczony na poziomej osi),
2. ustalenie głównych kategorii możliwych przyczyn (lub oparcie o teorię 5M+1E lub inny istniejący podział). Tutaj można zastosować jeden z trzech układów (rys.9):

[Tekst alternatywny. Na rysunku 9 wyjaśniono w jakim przypadku stosujemy układ przedmiotowy, technologiczny lub czynników uczestniczących]

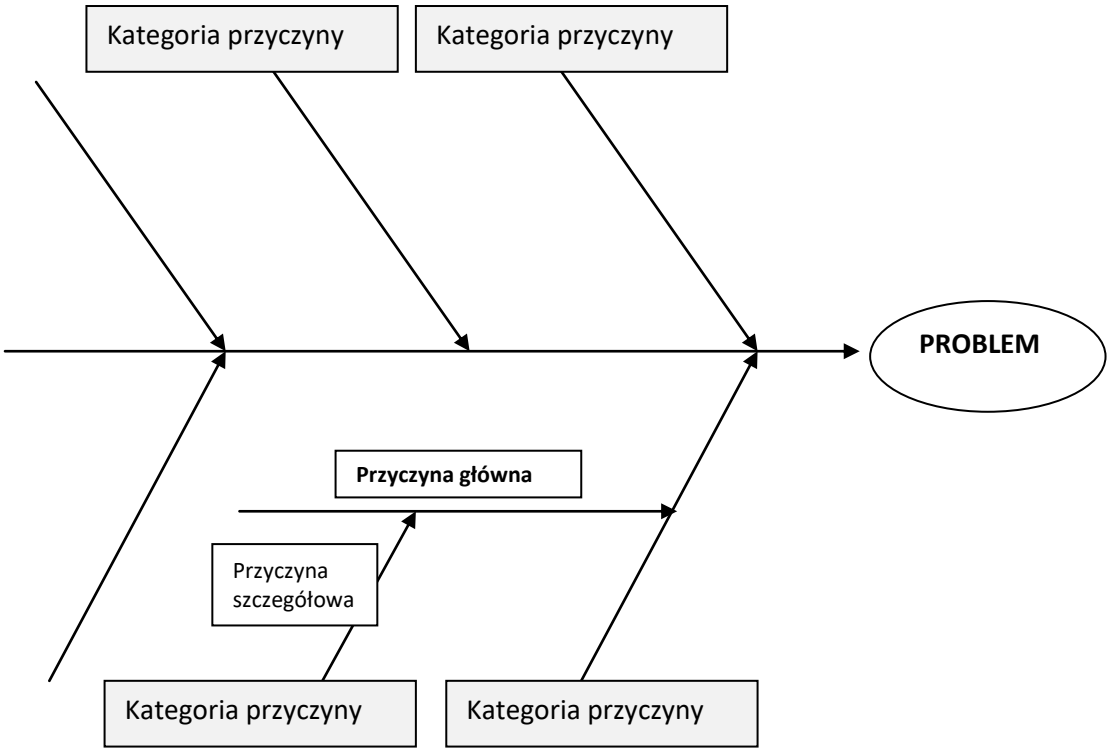


Rys. 9. Możliwe układy diagramu Ishikawy

Politechnika Świętokrzyska Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki" nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

3. celem ustalenia przyczyn staramy się poprzez burzę mózgów uzyskać odpowiedzi na pytania co? Kto? Gdzie? Kiedy? Dlaczego?– analizowanie każdej kategorii po kolei poprzez identyfikację przyczyn – poszukiwanie i hierarchizacja przyczyn do momentu ustalenia przyczyny, która będzie możliwa do usunięcia lub która zakwalifikuje problem do problemów nierozwiązywalnych,
4. tworzenie diagramu w oparciu o ustalone przyczyny,
5. analiza techniczna diagramu – sprawdzenie kompletności przyczyn, dodanie przyczyn pominiętych i zmiana miejsca przyczyn źle sklasyfikowanych,
6. analiza danych z diagramu – wybór kilku (2-4) przyczyn mających największy wpływ na powstanie problemu,
7. sformułowane wniosków.

Poprawnie sporządzony diagram umożliwia właściwe jego odczytanie (Bolin, 2006):
- czytając go od osi głównej do najdrobniejszej przyczyny uzyskujemy odpowiedź na pytanie: DLACZEGO?
- czytając go od najdrobniejszej osi do głównej uzyskujemy odpowiedź: JAKI TO PRZYNOSI SKUTEK?



Rys. 10 Podstawowe elementy diagramu Ishikawy
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Bolin, 2006)

Zalety zastosowania diagramu Ishikawy w zarządzaniu jakością (Borkowski, 2004; Hamrol, 2008, Ismyrlis, 2017):

- prostota analizy (zawiera w sobie wszystkie możliwe przyczyny i podprzyczyny i przedstawia je w prostej wizualnie formie),
- możliwość identyfikacji, klasyfikacji i hierarchizacji przyczyn występowania problemów w jednej analizie,
- wspiera analizę istniejących problemów oraz odchyleń procesów
- ułatwia wdrożenie działań korygujących,
- jest to proste do wdrożenia narzędzie zarządzania jakością.

Wśród głównych trudności wyróżnia się (Hamrol, 2008, Ismyrlis, 2017:

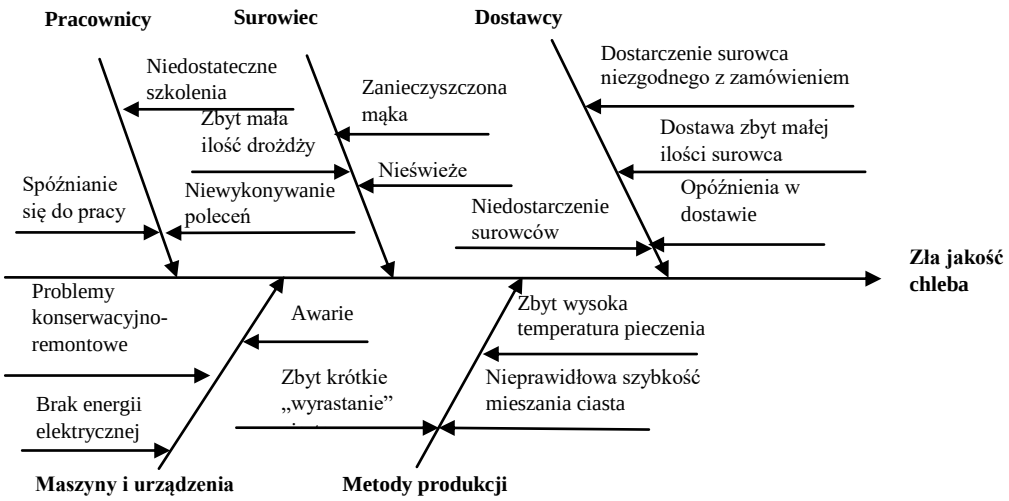
- niedostateczną analizę problemu (zbyt powierzchowną),
- problematykę przyporządkowania informacji,
- kwalifikację przyczyn do danych kategorii,
- klasyfikację przyczyn pierwszorzędnych i przyczyn dalszego rzędu,
- formułowanie wniosków.

Bariery te można pokonać poprzez zastosowanie zespołowej pracy nad diagramem (burzy mózgów), która przyczyni się do identyfikacji większej ilości przyczyn (założenia literaturowe zalecają tworzenie diagramu Ishikawy przez grupę specjalistów z różnych dziedzin, posiadających wiedzę teoretyczną z zakresu przeprowadzania tej analizy). Ponadto, liczba błędów związanych z klasyfikacją może być znacznie niższa niż w przypadku pracy indywidualnej. Zaletą pracy w grupie jest także uzyskanie większej ilości różnych wniosków (Hamrol, Mantura, 2008)

W przypadku braku pewności o poprawności opracowanego diagramu Ishikawy należy pamiętać o kilku założeniach. Przede wszystkim: przyczyny mogą się powtarzać w różnych grupach. Ponadto, zła klasyfikacja nie przekreśla poprawności diagramu, może stanowić jedynie utrudnienie w sformułowaniu wniosków. Diagramy nieczytelne można rozbijać- zaleca się utworzenie jednego diagramu zawierającego kategorie wraz z głównymi przyczynami oraz kolejnych, prezentujących osobne rozbudowania każdej kategorii wraz z przyczynami kolejnych rzędów.

Przykład.
Diagram Ishikawy można stosować do rozwiązywania różnorakich problemów. Na rysunku 11 zastosowano go do analizy przyczyn niskiej jakości chleba (Borkowski, 2004).

[Tekst alternatywny. Na rysunku do poziomej osi, na której zaznaczono problem (zła jakość chleba) dochodzą osie pod kątem ok. 70 stopni (jak rybie ości), na których zaznaczone są przyczyny, które wpłynęły na złą jakość chleba]



Rys. 11. Diagram Ishikawy zastosowany do analizy przyczyn niskiej jakości chleba
Źródło: opracowanie na podstawie (Borkowski, 2004)

Diagram relacji

Diagram relacji (ang. interrelationship diagram) określany jest również jako diagram zależności, drzewo relacji, wykres współzależności przyczyn (Brady, 2010; Borkowski, 2004). Głównym celem diagramu jest wyjaśnienie związków przyczynowo – skutkowych celem wyłonienia przyczyn najbardziej odpowiedzialnych za występowania problemu. Zastosowanie diagramu umożliwia więc uporządkowanie informacji, czyli wskazanie czynników, które stanowią przyczynę występowania danego problemu, jak również wyznaczenie zależności, jakie między nimi występują (Ćwiklicki, 2011).

Diagram relacji jest bardzo zbliżony do diagramu Ishikawy, jednak nie określa on jedynie powiązań "przyczyna - skutek", ale również definiuje powiązania, jakie istnieją na linii "przyczyna - przyczyna"

Kiedy warto zastosować diagram relacji?

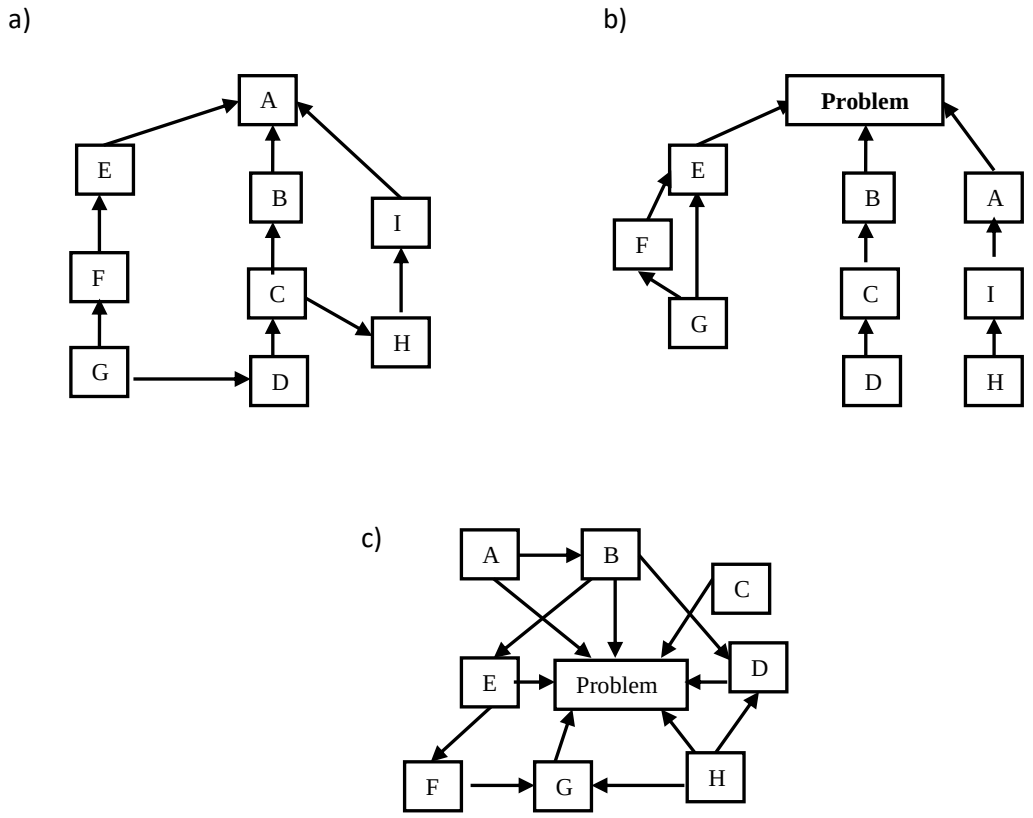
- W sytuacji, w której problem charakteryzuje się tym, że w dużej mierze jest skomplikowany, złożony,
- kiedy niezbędnym jest by wskazać, co stanowi przyczynę, a co skutek,
- kiedy kolejność występujących operacji ma bardzo duże znaczenie.

Diagram relacji umożliwia ustalenie, czy badany problem jest skutkiem, czy przyczyną zaistniałą w analizowanym procesie, co nie zawsze jest oczywiste i łatwe do ustalenia.
Diagram relacji może wyć również zastosowany celem wskazania kierunku działań jakie należy podjąć by osiągnąć zamierzony cel np. do poprawy jakości procesów lub usług, zwiększenia zadowolenia klientów, zmniejszenia liczby reklamacji itp.
Kroki tworzenia diagramu (Ćwiklicki, 2011; Borkowski, 2004):
1. Określenie problemu i ukształtowanie grupy roboczej.
Określenie problemu i ukształtowanie grupy roboczej. Liczba członków zespołu roboczego powinna wynosić od 4 do 6 osób będących specjalistami różnych dziedzin. Ważnym jest by mieć pewność, że zespół roboczy we właściwy sposób rozumie określony problem. Pomocnym może okazać się umieszczenie pełnego zdania określającego dany problem na odpowiedniej wielkości kartce papieru.
2. Wskazanie wszystkich przyczyn/pomysłów, jakie powiązane są z badanym problemem.
Możliwym jest skorzystanie z zagadnień, które zostały wyznaczone wcześniej poprzez diagram pokrewieństwa czy też burzę mózgów, chyba że grupa podejmie decyzję o ich określeniu od nowa.
3. Umieszczenie na kartkach możliwie wszystkich przyczyn/pomysłów, a następnie ułożenie ich na tablicy sposób, który pozwoli im przyjąć kształt okręgu.
Rozpoczęcie poszukiwań związków istniejących między danymi zagadnieniami dokonuje się przy użyciu strzałek, które łączą przyczyny z wywołanym przez nie skutkiem. Podobnie wskazywane są powiązania, jakie występują pomiędzy przyczynami. Co ważne strzałki wyznaczają porządek zgodnie, z którym następowały kolejne działania, powiązania pomiędzy przyczyną a skutkiem.
4. Dokonanie ilościowej oceny zjawisk, które przedstawiono w sposób opisowy.
Każdemu ze wskazanych powiązań przydzielić należy odpowiednią do siły ich oddziaływania ilość punktów. Analizie poddane powinny zostać wszystkie z wymienionych powiązań.
5. Przeprowadzenie segregacji czynników, które poddane zostały analizie.
Segregacji można dokonać na dwa sposoby:

- Sposób uproszczony polega na analizie przyczyn/czynników pod względem liczby powiązań. Czynnik/przyczyna do której prowadzi największa liczba strzałek/powiązań w najwyższym stopniu odpowiada za wystąpienie problemu.
- Inny sposób polega na sporządzeniu tabeli, w której określa się czy zależność między czynnikami występuję i jaka jest siła tychże powiązań.

Wyróżniamy trzy rodzaje diagramów (Čorejová,2004) prosty, ukierunkowany i scentralizowany, co zaprezentowano na rys. 12.

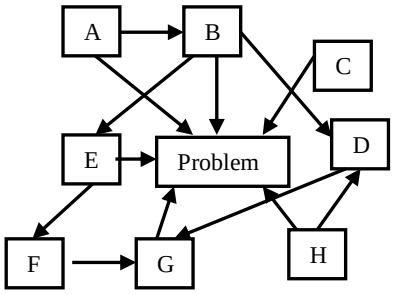
[Tekst alternatywny. Rysunek 12 prezentuje trzy możliwe rodzaje diagramu relacji a) prosty, b) ukierunkowany, c) scentralizowany. Różni je umieszczenie problemu oraz rodzaj powiązań]



Rys. 12. Rodzaje diagramów relacji: a) prosty, b) ukierunkowany, c) scentralizowany
Źródło: opracowanie na podstawie (Borkowski, 2004)

Analizę diagramu relacji, jak już wcześniej wspomniano, można prowadzić w dwojaki sposób. W pierwszym sporządzamy dodatkowo tabelę, gdzie określamy siłę powiązań między poszczególnymi czynnikami w skali liczbowej.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 13 zaprezentowano scentralizowany przykład diagramu relacji, w którym problem znajduje się w centrum rysunku i wskazywane są za pomocą strzałek relacje między przyczynami a problemem oraz między przyczynami a przyczynami]



Czynnik/ Przyczyna	A	B	C	D	E	F	G	H
A	x							
B		x						
C			x					
D				x				
E					x			
F						x		
G							x	
H								x

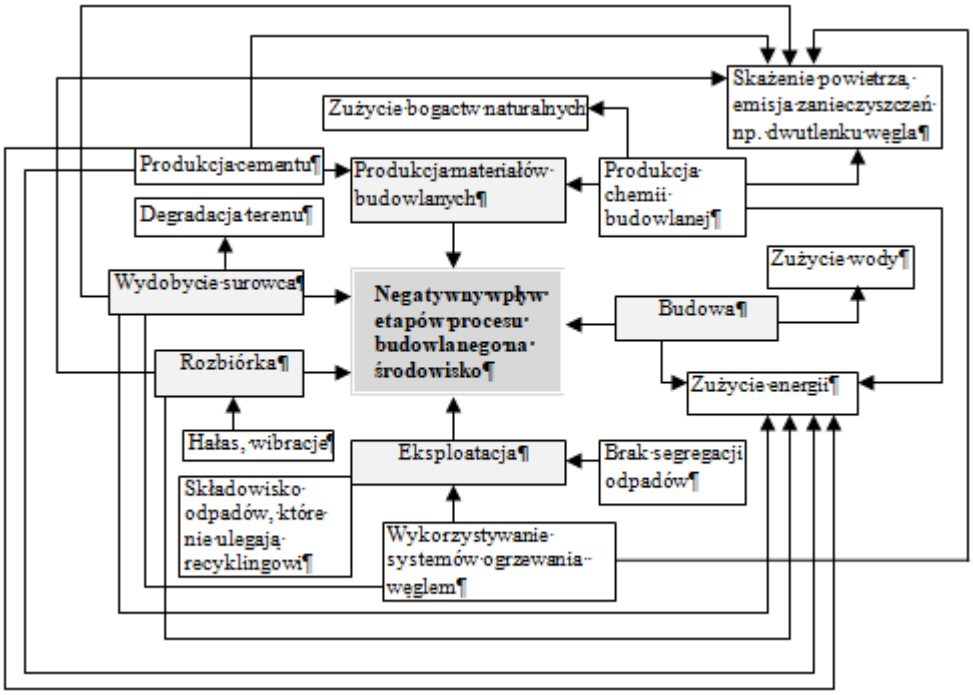
Rys. 13. Korelacje między czynnikami od A do H a problemem oraz między czynnikiem a czynnikiem
Źródło: opracowanie na podstawie (Borkowski, 2004)

Drugi sposób polega na wyciąganiu wniosków poprzez analizowanie liczby powiązań między czynnikami (liczby dochodzących strzałek). Czynnik/przyczyna o największej liczbie powiązań stanowi najważniejszy czynnik decydujący o występowaniu danego problemu.

Przykład

Na rys. 14 zaprezentowano przykład diagramu relacji do rozwiązania problemu negatywnego wpływu na środowisko procesu związanego z budową. Z przeprowadzonej analizy wynika, że największy problem stanowi „zużycie energii” oraz „skażenie powietrza, emisja zanieczyszczeń np. dwutlenku węgla”.

[Tekst alternatywny. Po środku rysunku umieszczony jest problem „negatywny wpływ etapów procesu budowlanego na środowisko”, a wokół niego rozmieszczone są obszary, które na niego wpływają takie jak „wydobycie surowca”, „produkcja materiałów budowlanych”, „budowa”, „eksploatacja” i „rozbiórka”. Za pomocą strzałek pokazane jest, które czynniki / elementy procesu budowlanego wpływają na problem oraz wpływ czynnika na czynniki czyli zależność przyczyna-przyczyna]



Rys. 14. Zastosowanie diagramu relacji do wskazania przyczyn negatywnego wpływu działań związanych z procesem budowlanym na środowisko
Źródło: opracowanie własne

Diagram systematyki

Diagram systematyki nazywany jest również diagram drzewa, wykresem typu drzewo, drzewem decyzyjnym (ang. System Flow/Tree Diagram/ Systematic diagram) (Čorejová, 2004; Ćwiklicki, 2011). Diagram systematyzuje przyczyny problemu w porządku chronologicznym lub logicznym, przypominając tym samym diagram Ishikawy. Proces systematyzowania przebiega zgodnie z zasadą „Od ogółu do szczegółu”.
Rozkładamy analizowaną operację na składowe i doszukujemy się krok po kroku, co może nam przeszkodzić w realizacji celu.

Kroki tworzenia diagramu systematyki (Čorejová, 2004; Ćwiklicki, 2011):

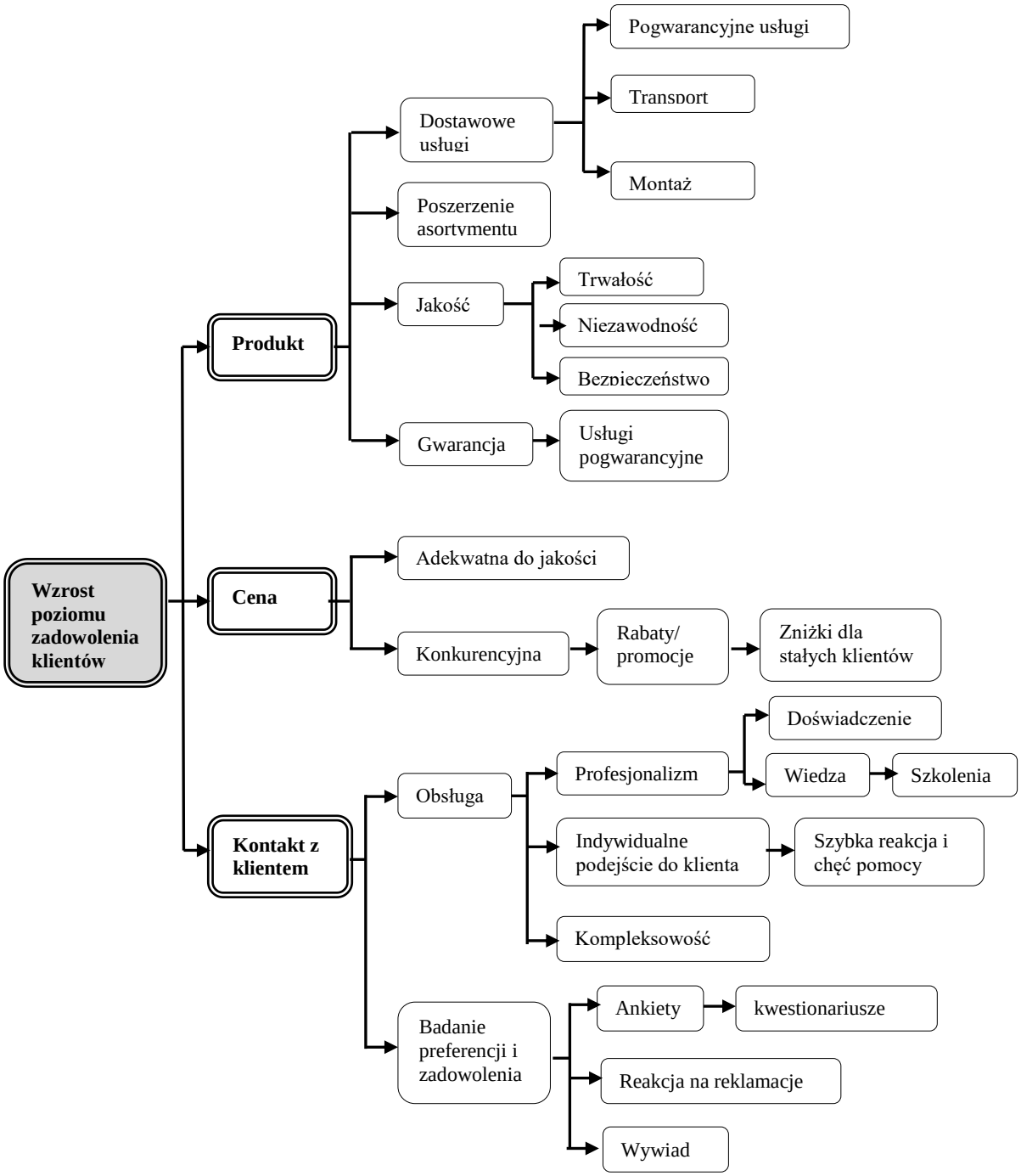
Krok 1. Identyfikacja celu lub procesu. Należy określić cel jaki chcemy osiągnąć lub problem, którego przyczyny szukamy.
Krok 2. Zidentyfikować podprocesy składające się na główny cel /proces. Należy zidentyfikować główne grupy przyczyn tzw. obszary/kategorie istotne.
Krok 3. Zidentyfikować przyczyny problemu. Należy znaleźć szczegółowe przyczyny.
Krok 4. Analiza w kierunku uzyskania odpowiedzi na pytania: Czy eliminacja przyczyn problemu pozwoli na jego stuprocentową realizację? Czy zidentyfikowane elementy szczegółowe umożliwiają realizację celu głównego?
Krok 5. Wybrać jedna ze ścieżek rozwiązań

Do głównych zalet stosowania diagramu systematyki należy zaliczyć:

- prostą i tanią metodę analizy problemu,
- czytelne zobrazowanie ścieżki rozwiązania problemu,
- możliwość zastosowania w wielu gałęziach przemysłu, usługach, jak również rozwiązywania problemów społecznych,

[

Tekst alternatywny. Na rysunku w postaci schematu blokowego poszukiwana jest najlepsza droga prowadząca do wzrostu poziomu zadowolenia klientów zgodnie z zasadą „od ogółu do szczegółu”]

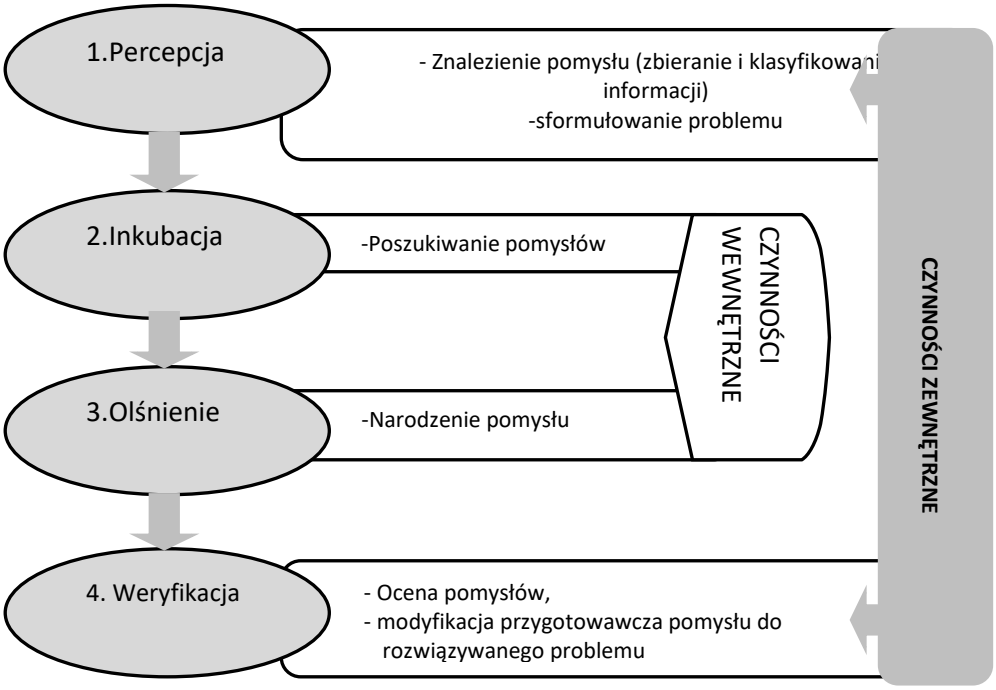


Rys. 15. Diagram systematyki zastosowany do poszukiwania najlepszej ścieżki pozwalającej na wzrost poziomu zadowolenia klientów
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Borkowski, 2004)

Burza mózgów

Twórczą metoda rozwiązywania problemów jest burza mózgów. Za jej twórcę uważa się A. F. Osborna. Została zastosowana po raz pierwszy w 1939roku. Proces twórczego rozwiązywania problemów składa się z czterech faz (Coskun, 2005; Kaźmiński, 1995) (rys. 16)

[Tekst alternatywny. Rysunek przedstawia cztery fazy twórczego rozwiązywania problemów w kolejności- percepcja, inkubacja, olśnienie, weryfikacja wraz z krótkim wyjaśnieniem każdej z faz]



Rys. 16. Fazy twórczego rozwiązywania problemów
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Coskun, 2005; Kaźmiński, 1995)

Metoda ta wspiera narzędzia zarządzania jakością jak diagram podobieństwa, diagram Ishikawy, diagram macierzowy, diagram systematyki i inne. Dwa podstawowe etapy to:

1. Zebranie pomysłów,
2. Analiza i ocena zaproponowanych rozwiązań.

Burzę mózgów można przeprowadzić w sposób tradycyjny, choć jest już wiele sposobów, które odróżniają tę metodę od tradycyjnej.
Należy pamiętać, że prawidłowe przeprowadzenie burzy mózgów wymaga solidnego przygotowania. Technika ta ma bardzo proste założenia, ale nie można

bagatelizować zaleceń związanych z dwoma zespołami czy zasadami, które muszą być respektowane aby jej zastosowanie przyniosło pożądany skutek.
Tradycyjny sposób przeprowadzenia burzy mózgów można opisać w pięciu krokach [1.11]:

- Krok 1. Zbieramy grupę osób tzw. zespół roboczy, którego celem jest wygenerowanie a następnie ocena pomysłów na rozwiązanie problemu.
- Dobór członków zespołu uzależnia się od rodzaju problemu. W jego skład powinni wchodzić specjaliści z danej dziedziny, specjaliści z pokrewnych dziedzin oraz osoby niezwiązane z problemem (ok. 10-30%). Zadaniowy zespół oceniający tworzy się w celu analizy i oceny pomysłów zebranych przez zespół twórczy. Zespół oceniający rozpoczyna swoja pracę co najmniej w 48 godzin po zakończeniu pracy zespołu zadaniowego.
- Inny sposób organizowania grupy zakłada, że składa się ona z dwóch grup członków – połowę stanowią stali członkowie grupy (osoby kreatywne i twórcze), a druga połowę zespołu specjaliści.
- Krok 2. Zapisujemy na tablicy problem, który chcemy rozwiązać lub cel jaki chcemy osiągnąć.
- Krok 3. Każdy z członków grupy zgłasza pomysł na rozwiązanie problemu.
- Krok 4. Kartki z pomysłami przyklejamy na tablicy. Warunkiem jest by żaden z pomysłów nie być wyśmiewany czy lekceważony.
- Krok 5. Omówienie i analiza zebranych pomysłów celem wybrania najlepszego rozwiązania.

Członkowie zespołów muszą przestrzegać pewnych reguł:
- zasada równych szans - należy czekać na swoja kolej w zgłaszaniu pomysłów, aby każdy miał szanse zgłosić pomysł,
- zasada „zero krytyki” – pomysły zapisywane są bez względu na ich abstrakcyjność,
- „zasada klarowności” – należy dołożyć starań by pomysły były jasne a ich przedstawienie zwięzłe,
- „zasada dyskrecji” – należy wstrzymać się od komentarzy.

Wyróżnia się trzy etapy poszukiwania pomysłów do burzy mózgów:
- Przygotowanie do burzy mózgów polegające na sprecyzowaniu problemu, jasnym jego sprecyzowaniu, zapisaniu na tablicy,
- Tworzenie burzy mózgów obejmujące sesje twórcze, zebranie pomysłów, nadanie im numerów ewidencyjnych,
- Ocena, która obejmuje trzy kroki -ustalenie kryteriów oceny, analiza pomysłów, ocena właściwa pomysłów.

Burzę mózgów wspierają techniki pomocnicze, do których zaliczamy:

- Metodę najbardziej szalonych pomysłów,
- Metodę wywalającą,
- Metodę SIL (sukcesywne łączenie elementów problemu)

Metoda najbardziej szalonych pomysłów polega na zaangażowaniu osób, które są kreatywne i maja nieskrępowaną wyobraźnię. Zaleca się członkom zespołu aby wyobrazili sobie idealne rozwiązanie problemu pomijając przy tym praktyczne ograniczenia. Każdy z takich szalonych, abstrakcyjnych pomysłów jest zapisywany i traktowany jako idea, która wymaga odrębnej burzy mózgów. Celem takiego postępowania jest opracowanie na podstawie tych nierealnych pomysłów realistycznej koncepcji.

Metoda wyzwalająca obejmuje cztery podstawowe kroki:
Krok 1. Zapoznanie grupy z problemem, który ma być rozwiązany,
Krok 2. Zapisanie w ciszy swoich pomysłów.
Krok 3. Przedstawienie przez poszczególnych członków zespołu swoich pomysłów.
Krok 4. Rozmowa, analiza na temat zaprezentowanych pomysłów.
Metoda ta często wspiera klasyczna burzę mózgów.

Metoda SiL (ang. successive integration of problem elements) została opracowana w Niemczech w organizacjach non – profit. Jej idea sprowadza się do połączenia w jeden pomysł wszystkich zgłoszonych pomysłów.

Krok 1. Grupa robocza (6-8 osób) zapisuje pomysły dotyczące rozwiązania analizowanego problemu.
Krok 2. Dwie osoby odczytują głośno swoje pomysły.
Krok 3. Grupa dyskutuje próbując znaleźć rozwiązanie na podstawie dwóch zgłoszonych wcześniej pomysłów.
Krok 4. W kolejnym kroku następna osoba zgłasza pomysł grupie. Grupa natomiast próbuje połączyć zgłoszony pomysł z wcześniej otrzymanym rozwiązaniem.
Krok 5. Proces dodawania pomysłów jest realizowany do chwili aż wszystkie pomysły zostaną odczytane na głos, a grupa znajdzie powiązania między nimi.
Krok 6. Rezultatem jest znalezienie jednego, wspólnego rozwiązania problemu.

Jest wiele technik wspomagających burzę mózgów takich jak „technika zapisu myśli", „technika przypisanych kartek", „technika grup nominalnych" i innych, które pomagają uzyskać najlepsze rozwiązanie problemu.

Diagram Pareto-Lorenza

Diagram Pareto-Lorenza jest wykorzystywany do identyfikacji i uporządkowania czynników, które mają największy wpływ na badane zjawisko. Został stworzony, aby pokazać nieregularność wyniku i współczynnika oraz podkreślić, że niewielka liczba czynników decyduje o największych skutkach. Diagram ten pomaga skupić się na głównych kwestiach problemu, działaniach korygujących i zapobiegawczych (Hamrol, 2013).Diagram Pareto-Lorenza stanowi skuteczne narzędzie do hierarchizacji czynników wpływających na analizowane zjawisko. Jest on graficznym narzędziem prezentującym zarówno względny, jak i bezwzględny rozkład różnych rodzajów błędów, problemów lub ich przyczyn. Dzięki temu pozwala na identyfikację kluczowych aspektów, które mają największy wpływ na wyniki analizy. Diagram Pareto-Lorenza ma formę wykresu słupkowo-liniowego. Słupki odnoszą się do częstotliwości występowania elementów analizy (wykres Pareto), natomiast wykres liniowych odnosi się do nich wartości skumulowanych (krzywa Lorenza).
Diagram Pareto-Lorenza jest powszechnie używany w różnych dziedzinach jako narzędzie do wyodrębnienia głównych obszarów wymagających interwencji lub poprawy. Jego prostota i intuicyjny charakter czynią go atrakcyjnym narzędziem dla specjalistów i decydentów, umożliwiając skoncentrowanie uwagi na najważniejszych kwestiach i efektywne podejmowanie strategicznych decyzji.
Diagram Pareto-Lorenza bardzo dobrze sprawdza się podczas podejmowania decyzji związanych z eliminacją najistotniejszych przyczyn braków czy redukcji źródeł powstawania niepotrzebnych kosztów (Kafel, 2006)
Włoski uczony VilfredoPareto, profesor uniwersytetu w Lozannie badał strukturę własności dóbr materialnych społeczeństwa na początku XX wieku. Zaobserwował on, że 80% całkowitego majątku należy do zaledwie 20% społeczeństwa (Grosfed-Nir, 2007). Badanie te zostały wykorzystane przez J.M. Jurana, który wprowadził zasadę Pareto do badania i poprawy jakości (Baudin, 2010) Frąś i Sikowski w swej pracy (Frąś, 2011) przedstawili zasadę Pareto, lub zasadę 20/80, która głosi, że w typowych przypadkach można wskazać stosunkowo małą liczbę elementów danego zbioru, dla których suma miar stanowi stosunkowo dużą część w sumie miar wszystkich elementów. W literaturze przedmiotu przyjmuje się jeszcze układ 10%, 20% oraz 70% co w konsekwencji oznacza, że 10% asortymentu posiada największy udział w wartości produkcji, natomiast 70% asortymentu posiada najmniejszy udział w wartości produkcji (Konarzewska-Gubała, 2003).
Aby skonstruować diagram Pareto-Lorenza, można skorzystać z następujących kroków:

1. Zebranie danych dotyczących badanych elementów, np. analiza występujących niezgodności pod kątem częstości ich występowania.

2. Uszeregowanie elementów według np. częstotliwości ich występowania (malejąco).
3. Obliczenie sumy częstotliwości występowania wszystkich elementów.
4. Obliczenie ich udziałów procentowych.
5. Obliczenie udziałów procentowych skumulowanych.
6. Rysowanie układu współrzędnych, gdzie na osi X będą znajdować się oznaczenia badanych elementów, a na osi Y ich udziały procentowe.
7. Rysowanie wykresu: słupki według udziałów procentowych, a linia według procentów skumulowanych.
8. Analiza otrzymanych wyników według zasady 20/80.

Do analizy otrzymanych wyników przedstawionych za pomocą diagramu Pareto-Lorenza można wykorzystać metodologię przedstawioną przez Wiśniewską i Grudowskiego. Należy podzielić pole wykresy na trzy obszary zgodnie z zasadą:

- obszar A: 20% populacji grupujące 80% skumulowanych wartości cechy,
- obszar B: 30% populacji grupujące 15% skumulowanych wartości cechy,
- obszar C: 50% populacji grupujące 5% skumulowanych wartości cechy.

Analizując diagram Pareto-Lorenza pod kątem występujących niezgodności, można wskazać te, które związane są z największym ryzykiem (występują najczęściej) i dla nich przedsiębiorstwo powinno wprowadzić działania korygujące. Te, które występując bardzo rzadko (grupa C), nie wymagają dodatkowych analiz w celu ich eliminacji.

Diagram Pareto-Lorenza ma wiele zalet, które sprawiają, że jest on użytecznym narzędziem w różnych dziedzinach. Oto niektóre z głównych zalet:

1. Skoncentrowanie na najważniejszych problemach: Diagram Pareto-Lorenza pozwala zidentyfikować i skupić się na najważniejszych problemach lub przyczynach, które mają największy wpływ na wyniki. Pozwala to na efektywne alokowanie zasobów i wysiłków w celu rozwiązania najistotniejszych kwestii.
2. Prosta wizualizacja danych: Diagram Pareto-Lorenza jest łatwy do zrozumienia i interpretacji nawet dla osób bez specjalistycznej wiedzy statystycznej. Wykorzystuje prosty układ słupków, co ułatwia prezentację i komunikację wyników.
3. Efektywne podejmowanie decyzji: Dzięki diagramowi Pareto-Lorenza, można podejmować lepsze decyzje i priorytetyzować działania, bazując na faktycznych danych i wynikach. Pomaga unikać marnowania czasu i zasobów na mniej ważne problemy.
4. Ułatwia wybór działań naprawczych: Analiza diagramu Pareto-Lorenza wskazuje, które obszary wymagają pilnego działania lub poprawy. Pozwala to skupić się na eliminowaniu przyczyn głównych problemów, co prowadzi do szybszej poprawy jakości i efektywności.

5. Pomoc w wykrywaniu ukrytych problemów: Często diagram Pareto-Lorenza ujawnia ukryte problemy lub niedociągnięcia, które mogą być pomijane przy analizie ogólnego zbioru danych.
6. Wsparcie w planowaniu i monitoringu: Diagram Pareto-Lorenza może być używany jako narzędzie planowania, które pomaga określić cele i kierunki działań. Może również służyć jako narzędzie monitoringu postępów w osiąganiu tych celów.
7. Wskazuje na źródła nierówności: W ekonomii i naukach społecznych, diagram Pareto-Lorenza jest stosowany do analizy rozkładu dochodów, zasobów lub wpływów, co pozwala na zrozumienie nierówności i skoncentrowanie się na sprawiedliwości społecznej.

Diagram Pareto-Lorenza jest użytecznym narzędziem do analizy danych, identyfikacji najważniejszych problemów oraz podejmowania strategicznych decyzji w celu poprawy jakości, efektywności i skuteczności działania. Jest prosty, ale potężny, i można go z powodzeniem stosować w wielu różnych dziedzinach i sytuacjach.

Diagram Pareto-Lorenza wykorzystywany jest też w innych formach. Na przykład w logistyce metoda ABC wykorzystywana jest do zarządzania zapasami w magazynie. Metoda ABC technologii natomiast jest wykorzystywana do oceny nowoczesności wyposażenia technicznego (maszyn) wykorzystywanych w przedsiębiorstwie, pod kątem technik produkcji ich poszczególnych części.

Praktyczne zastosowanie diagramu Pareto-Lorenza przedstawiono na przykładzie analizy przyczyn odpowiadających za złą jakość chleba. Pod uwagę wzięto 10 niezgodności:

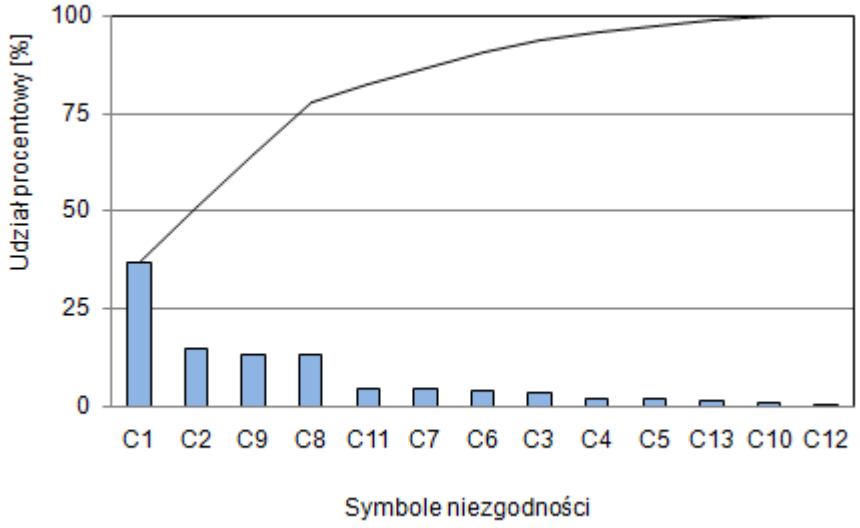
C_1 - Niedolewy (160 sztuk)
C_2 - Pęknięcia (65 sztuk)
C_3 - Niedotrzymanie wymiaru (15 sztuk)
C4 - Krzywizny (8 sztuk)
C_5 - Pęcherze (8 sztuk)
C6 - Obcy materiał w gwincie (17 sztuk)
C_7 - Ubytki w gwintach (19 sztuk)
C_8 - Pory w gwintach (57 sztuk)
C_9 - Uszkodzenia mechaniczne (58 sztuk)
C_{10} - Obciągnięcia (4 sztuk)
C_{11} - Grat na żeberkach (20 sztuk)
C_{12} - Inne (1 sztuka)
C_{13} - Zalewki (6 sztuk)

W pierwszej kolejności uszeregowano niezgodności od najczęściej do najrzadziej występujących, obliczono udziały procentowe oraz udziały skumulowane. Wyniki przedstawiono w tabeli 2, sam diagram Pareto-Lorenza przedstawiono na rysunku 17.

Tabela 2 Zestawienie niezgodności odlewów ciśnieniowych dla danego okresu

Symbol przyczyny	Rodzaj niezgodności	Częstotliwość wystąpienia niezgodności	Udział [%]	Udział skumulowany [%]
C_1	Niedolewy	160	36.53	36.53
C_2	Pęknięcia	65	14.84	51.37
C_9	Uszkodzenia mech.	58	13.24	64.61
C_8	Pory w gwintach	57	13.01	77.63
C_{11}	Grat na żeberkach	20	4.57	82.19
C_7	Ubytki w gwintach	19	4.34	86.53
C6	Obcy materiał w gwincie	17	3.88	90.41
C_3	Niedotrzymanie wymiaru	15	3.42	93.84
C4	Krzywizny	8	1.83	95.66
C_5	Pęcherze	8	1.83	97.49
C_{13}	Zalewki	6	1.37	98.86
C_{10}	Obciągnięcia	4	0.91	99.97
C_{12}	Inne	1	0.23	100
Sum	X	438	100	X

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono diagram Pareto – Lorenza. Wykres słupkowy odpowiada wartościom procentowym z tabeli, a wykres liniowy wartościom skumulowanym]



Rys. 17. Hierarchizacja niezgodności w odlewnictwie ciśnieniowym

Źródło: opracowanie własne

Cztery niezgodności (C1, C2, C9, C8) odpowiedzialne są za 77,63% wszystkich wyrobów niezgodnych.

5. Metody wspomagające zarządzanie jakością

5.1. FMEA – analiza przyczyn i skutków wad

Metoda FMEA - analiza potencjalnych przyczyn i skutków wad (ang. Failure Mode and Effects Analysis).
Metoda ta polega na określeniu ryzyka pojawienia się w procesie/ projekcie/wyrobie wad, przeanalizowaniu przyczyn ich niezgodności oraz znaczenia dla funkcjonowania, a także zaproponowaniu działań zapobiegawczych. Metoda FMEA została opracowana i zastosowana w latach 60 dla potrzeb amerykańskiej agencji kosmicznej NASA. Posłużyła ona do analizy elementów statków kosmicznych. Po sukcesie w przemyśle kosmicznym szybko z FMEA skorzystał przemysł lotniczy i atomowy. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych metodę zaczęto wykorzystywać w Europie w przemyśle chemicznym, elektronicznym, a w szczególności w samochodowym. Metoda FMEA została zaadaptowana w przemyśle samochodowym w normach QS 9000 oraz TS 9000. Zaadaptowano ją także w ramach rodziny norm ISO 9000.

Analizę FMEA (Skrzypczak, 2015) przeprowadza się w formie projektu, w który zaangażowani są pracownicy o dużej wiedzy i doświadczeniu. Metoda FMEA przeprowadzana jest w zespołach roboczych, składających się np. z przedstawicieli biura konstrukcyjnego, wydziałów produkcyjnych oraz działu sterowania jakością i zapewniania jakości. Zespół określa możliwe błędy, ocenia ich wagę ze względu na: ryzyko wystąpienia, znaczenie w fazie eksploatacji wyrobu (realizacji procesu produkcyjnego) oraz możliwości wykrycia. Każde z kryteriów oceniane jest w skali 1-10. Na podstawie tych ocen obliczany jest wskaźnik ryzyka, będący iloczynem ocen cząstkowych, który może się zmieniać w przedziale 1-1000.

FMEA wyrobu/konstrukcji – ma na celu poznanie silnych i słabych stron produktu już w fazie projektowania, co daje możliwość tworzenia optymalnej konstrukcji w fazie prac konstrukcyjnych. Informacje dotyczące przyczyn pojawiania się wad, które mogą powstać podczas eksploatacji wyrobu zdobywa się korzystając z wiedzy i doświadczenia członków zespołu FMAE, a także dzięki danym uzyskanym podczas eksploatacji wyrobów konkurencji i własnych, które posiadają zbliżone parametry.
Z metody FMEA korzystamy podczas (Ulewicz, 2016):

- Powstawania koncepcji nowego wyrobu. Pozwala ona zaplanować wszystkie oczekiwania klienta oraz zapobiegać wystąpieniu wad,

- Definiowania wyrobu celem sprawdzenia czy projekty, obsługa, serwis, dostawy są odpowiednie i zagwarantowane we właściwym czasie,
- Wdrożenia nowych procesów produkcji lub wprowadzeniu nowych produktów;
- planowania procesu wytwarzania dla celów optymalizacji procesu;
- przed zamierzonym przystąpieniem do produkcji seryjnej;
- usprawnienia procesów niestabilnych.

Projekt składa się z trzech etapów:
- Przygotowywanie.
- Przeprowadzania właściwej analizy.
- Nadzorowania działań korygujących i zapobiegawczych.

Celem metody jest systematyczne identyfikowanie prawdopodobnych niezgodności produktu/procesu, następnym krokiem jaki powinno się podjąć to eliminacja niezgodności bądź minimalizacja ryzyka z nimi związanego. Przedsiębiorstwa poprzez zastosowanie metody FMEA poprzez poddawanie go analizom doskonalą swoje produkty lub procesy. Na podstawie uzyskanych wyników organizacje wprowadzają ulepszenia. Koncepcją metody FMEA jest interpretacja czynników, które mogą być problematyczne przy spełnieniu wymagań ujętych w specyfikacji technicznej materiału, konstrukcji, wyrobu itd. bądź mogą wpływać na stabilność ciągu procesu produkcyjnego [20]. Do opracowywania metody FMEA konieczna jest grupa osób (4- 8), spośród nich wybierany jest lider grupy. Do jego zadań należą m.in. wybór członków zespołu, wyznaczenie terminów spotkań, nadzorowanie i strategia wykonywanych czynności oraz kontrola efektów. Zespół powinien być złożony z osób posiadających duże doświadczenie z danej dziedziny. Osoby odpowiedzialne za wykonanie analizy FMEA opierają się na harmonogramie przedstawionym na rysunku 18.

Krok 1. Identyfikacja potencjalnych wad procesu
Krok 2. Identyfikacja potencjalnych skutków
Krok 3. Określenie znaczenia wady
Krok 4. Identyfikacja potencjalnych przyczyn
Krok 6. Określenie środków detekcji
Krok 7. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia wady
Krok 8. Obliczenie liczby priorytetowej ryzyka (LPR= LPW*LPZ*LPO)
Krok 9. Wprowadzenie działań zapobiegawczych

Tabela 3. Przykładowy arkusz stosowany w metodzie FMEA - przykład wypełniania i analizy

POLE DLA IDENTYFIKATORÓW *WYROBU/PROCESU*										
Nazwa/ oznaczenie wyrobu	Potencjalna wada	Potencjalne skutki wady	Potencjalne przyczyny wady	Stan istniejący					Zalecane środki zaradcze	Odpowie-dzialny
				Metoda badania	Ocena					
					LPW	LPZ	LPO	LPR		
					'	10	9	90	-	
					'	10	10	100	-	
					3	10	4	120	Kontrola w 100%	

Sposoby określania liczb priorytetowych zaprezentowano w tabelach 4-6

Tabela 4. Prawdopodobieństwo wystąpienia wady

Znaczenie/ Występowanie										
Skala ocen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prawdopodobieństwo	0%-10%	11%-30%		31%-60%			61%-80%	81%-100%		
Opis znaczenia	niedostrzegalne	nieznaczne		umiarkowane			poważne	szczególne		
Opis występowania	nie występuje	bardzo nieznaczne		nieznaczne			umiarkowane	częste		

Tabela 5. Prawdopodobieństwo wykrycia wady

Wykrywalność										
Skala ocen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prawdopodobieństwo	0%-10%	11%-50%		61%-80%			81%-90%		91%-100%	
Opis wykrywalności	pewna	duża		znaczna			nieznaczna		bardzo mała	

Tabela 6. Wartości liczby priorytetowej ryzyka

Wartość RPN	Ryzyko	Uwagi
0-100	nieznaczne	x
101-300	małe	x
301-600	średnie	Wymaga omówienia i monitorowania
601-800	poważne	Wymaga pilnej uwagi
801-1000	bardzo poważne	Bardzo pilne

W fazach zbierania informacji o niezawodności konstrukcji czy przebiegu procesu wykorzystywane są elementarne narzędzia jakości, jak np. analiza Pareto, wykres Ishikawy, karty kontrolne.

Przykład 1.

Metoda FMEA

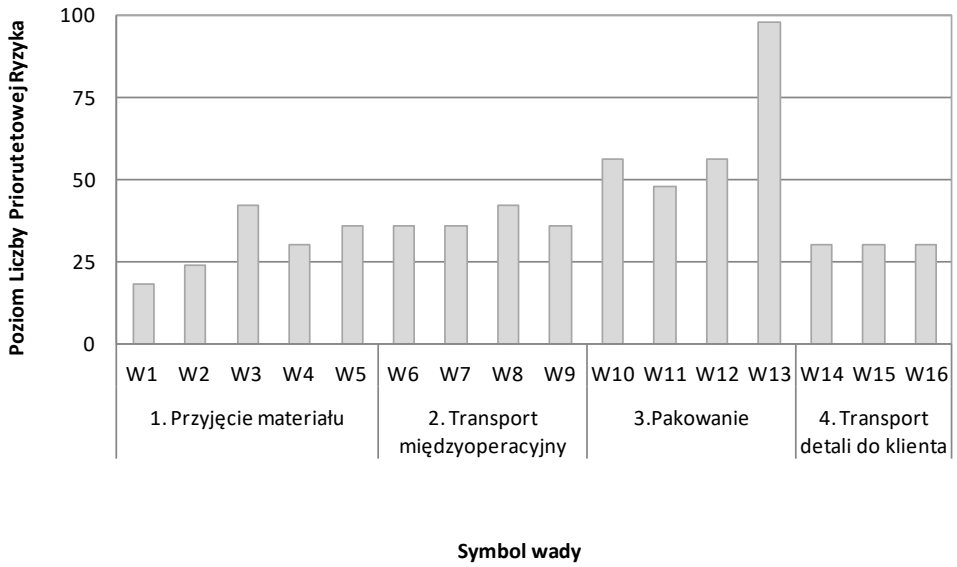
W Tabeli 7 zaprezentowano potencjalne wady, skutki oraz przyczyny tychże wad dla każdego z czterech obszarów. Liczbę priorytetową ryzyka zaprezentowano na rys. 5.

Tabela 7. Analiza FMEA dla procesu logistycznego

Proces	Symbol wady	Potencjalna wada	Potencjalny skutek wady	Potencjalna przyczyna	LPO	LPZ	LPW	LPR
1. Przyjęcie materiału	W1	Uszkodzenie materiału podczas rozładunku	Uszkodzone gąski	Błąd ludzki	2	3	3	18
	W2	Nieodpowiednia ilość dostarczonego materiału	Niewystarczająca ilość stopu	Zła dostawa	2	4	3	24
	W3	Zapakowanie detali w nieodpowiednie pojemniki	Uszkodzenie detali	Niestosowanie się do obowiązujących procedur	2	7	3	42
	W4	Brak rozliczenia ilościowego z kooperantem	Nieodpowiednie rozliczenie kosztowe i niewłaściwe planowanie produkcji	Niestosowanie się do obowiązujących procedur	2	5	3	30
	W5	Zły załadunek i rozładunek detali	Uszkodzenie detali	Niestosowanie się do obowiązujących procedur	2	6	3	36
2. Transport międzyoperacyjny	W6	Pomieszanie różnych detali	Nie w pełni obrobiony detal u Klienta	Niestosowanie się do instrukcji.	2	6	3	36
	W7	Niewłaściwy pojemnik	Uszkodzone detale	Niestosowanie się do instrukcji.	2	6	3	36
	W8	Zbyt duża/mała ilość detali w pojemniku	Uszkodzone detale + przemieszanie	Niestosowanie się do instrukcji.	2	7	3	42

	W9	Złe oznakowanie detali	Niewłaściwa identyfikacja części	Niestosowanie się do instrukcji.	2	6	3	36
3. Pakowanie	W10	Nieodpowiednie opakowanie	Uszkodzone detale Pomieszane detale	Błąd ludzki	2	7	4	56
	W11	Nieodpowiednia ilość sztuk w pojemniku	Nieodpowiednie rozliczenie kosztowe	Błąd ludzki	2	6	4	48
	W12	Nieodpowiednia etykieta lub jej brak	Brak właściwej identyfikacji detali	Błąd ludzki	2	7	4	56
	W13	Niewłaściwe mocowanie kartonów na palecie	Uszkodzenia detali podczas transportu	Błąd ludzki	2	7	7	98
4. Transport detali do klienta	W14	Niewłaściwe ułożenie palet na samochodzie	Uszkodzenia detali podczas transportu	Błąd ludzki	2	5	3	30
	W15	Niewłaściwe dokumenty wysyłkowe lub ich brak	Brak identyfikacji	Błąd ludzki	2	5	3	30
	W16	Brak zabezpieczenia towaru	Uszkodzenia detali podczas transportu	Błąd ludzki	2	5	3	30

[Tekst alternatywny. Na rysunku przedstawiono wartości liczby priorytetowej ryzyka dla wszystkich szesnastu potencjalnych wad z podziałem na cztery etapy procesu logistycznego]



Rys. 18. Liczba Priorytetowa Ryzyka dla procesu logistycznego w przedsiębiorstwie metalurgicznym [opracowanie własne na podstawie 18

Z analizy rysunku wynika, że największe ryzyko wystąpienia dotyczy W13 - niewłaściwe mocowanie kartonów na palecie. Skutkiem tej wady jest uszkodzenia detali podczas transportu. Uszkodzenie detali występuje na każdym etapie procesu logistycznego od przyjęcia materiału poprzez transport do klienta. Na drugim miejscu jest liczba krytyczna równa 56 i dotyczy dwóch wad:
W10 - Nieodpowiednie opakowanie,
W12 - Nieodpowiednia etykieta lub jej brak.
Z analizy przeprowadzonych badań wynika, że skutkiem wystąpienia wady W10 jest również uszkodzenie detali.
Wśród sposobów na poprawę można zaproponowano:

- ważenie każdej dostawy,
- uaktualnienie instrukcji pakowania,
- przeprowadzanie audit gotowego wyrobu.

Dla wady o najwyższej liczbie priorytetowej ryzyka wprowadzono nową instrukcję dotyczącą mocowania kartonów na palecie co zmniejszyło LPR = 98 do LPR = 56. Elastyczność metody umożliwia jej stosowanie również do oceny procesów związanych z usługami, z tworzeniem oprogramowania, koncepcjami logistycznymi.

5.2. QFD – rozwinięcie funkcji jakości

Metoda QFD (Sunday, 2012) (ang. Quality Function Deployment) oznacza dopasowanie funkcji jakości. Często jest ona także nazywana Rozwinięciem Funkcji Jakości albo Domem Jakości (*House of Quality) (Chan, 2002)* , w związku z charakterystycznym wyglądem macierzy analitycznej, która jest każdorazowo wykorzystywana podczas stosowania tej metody. Narzędzie jakim jest diagram "domu jakości" stosowane jest we wszystkich fazach QFD.
Powstanie tej metody notowane jest na rok 1966, kiedy to Y. Akao przedstawił jej podstawy w ramach "Total Quality Control" (Totalnej Kontroli Jakości). (Akao, 1987, Ćwiklicki, 2008) Po raz pierwszy została zastosowana w roku 1972 w Japonii, w stoczni należącej do koncernu Mitsubishi. Po kilku latach zdobyła także popularność w Stanach Zjednoczonych, gdzie wykorzystywano ją z powodzeniem w zakładach Forda i General Motors. Obecnie metoda QFD jest stosowana na całym świecie. Na przestrzeni lat koncepcja rozwinęła się także o płaszczyznę "pozaproduktową" i znajduje zastosowanie w branży usługowej - głównie w sektorach finansowym, lotnictwie pasażerskim, hotelarstwie czy też w służbie zdrowia.

Cel metody QFD
Głównym celem jest przełożenie potrzeb i oczekiwań odbiorców na charakterystyki wyrobu lub usługi.
Coraz silniejsze naciski na zmniejszenie kosztów projektowania i skrócenie czasu jego trwania sprawiły, że pojawiła się potrzeba stworzenia metody, która umożliwiłaby przełożenie uświadomionych i nieuświadomionych wymagań klientów na parametry techniczne z jednoczesnym uwzględnieniem możliwości technologicznych, stopnia istotności poszczególnych cech oraz powiązań pomiędzy nimi. Produkcja na skalę przemysłową uniemożliwia bezpośredni kontakt z docelowym odbiorcą. Kontakt realizowany jest więc przez ankiety, wywiady. Niestety odbiorcy nie potrafią sprecyzować . NP. niewielu detalicznych klientów firmy produkujących elektronarzędzia wie, ile obrotów na minutę powinno wykonywać wiertło w wiertarce, którą kupują

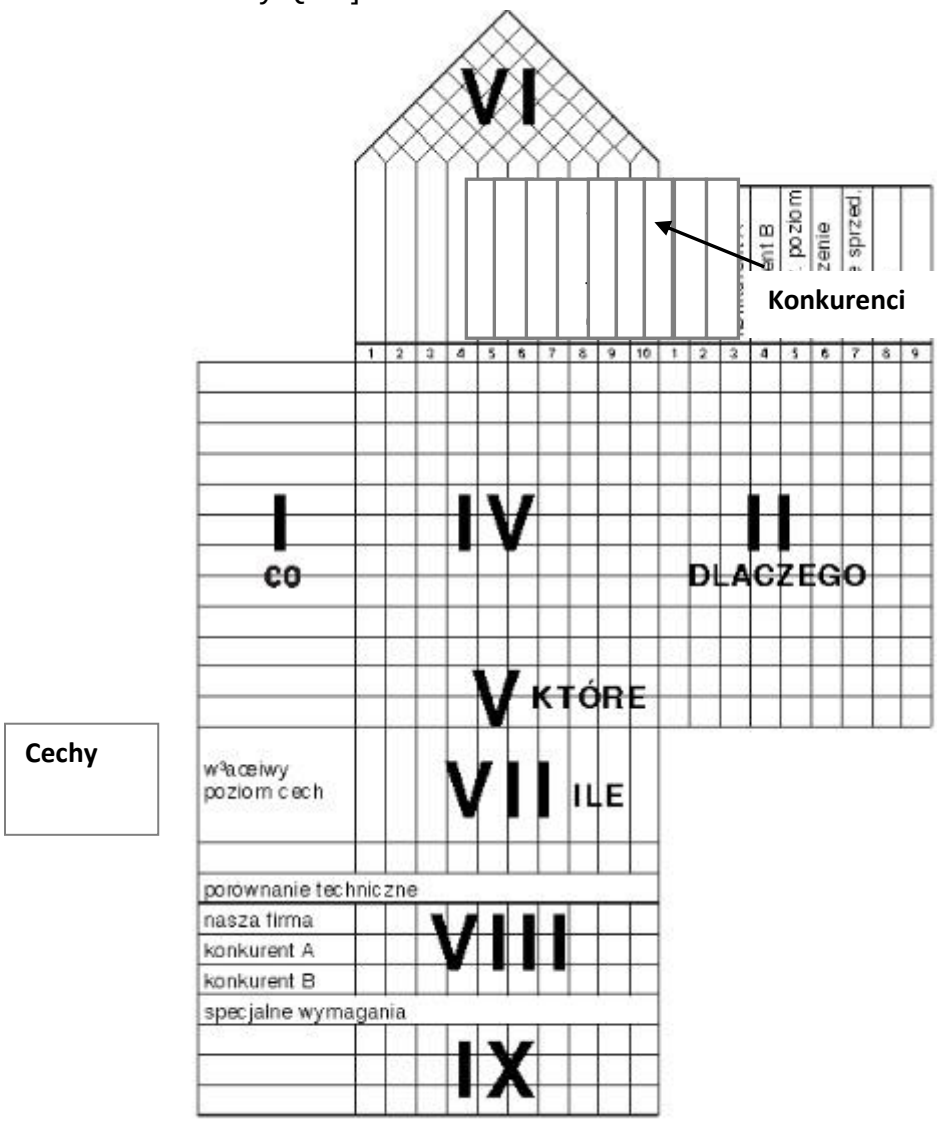
Zalety:
Metoda QFD ma wiele zalet (Wolniak, 2017). Jest ona opłacalna, jak również stosunkowo prosta we wdrożeniu, analizie i dokumentacji, przez co można ją stosować we wszystkich gałęziach przemysłu i usług. Już w fazie projektowania produktu uwzględnia się głos potencjalnego klienta, przez co produkt końcowy może być lepiej zaprojektowany, tak aby zaspokoić te potrzeby. Planowanie produktu staje się integralną częścią planowania jakości, można lepiej zaplanować koszty jakości, następuje również ciągłe doskonalenie jakości produktu. Przy wykorzystaniu metody

QFD w przedsiębiorstwie obserwuje się również niższe koszty produkcji i skrócenie cykli produkcyjnych. Poprzez analizę produktów konkurencyjnych, przedsiębiorstwo lepiej poznaje swoje słabe i mocne strony

Pewną wadą, a raczej ograniczeniem metody QFD jest jej pracochłonność i czasochłonność, przez co możliwe jest pojawianie się wśród pracowników zachowań negujących możliwość jej wprowadzenia. Często pracownicy nie mają umiejętności pracy w grupie, co w metodzie QFD jest bezwzględnym wymogiem

Z analizy literaturowej oraz badań rynku wynika, że metoda QFD jest metodą zarządzania jakością, najczęściej wykorzystywaną w branży samochodowej, chemicznej, farmaceutycznej oraz budowlanej.

[Tekst alternatywny. Rysunek w kształcie domu zawiera obszary niezbędne do zastosowania metody QFD]



Rys. 19. Konstrukcja metody QFD

Faza 1. Wymagania klienta
Zidentyfikować potrzeby klienta.
Faza 2. Ocena ważności wymagań klientów
Uszeregować wymagania klienta według wagi znaczenia. Wymaganiom wyodrębnionym w fazie 1 należy przypisać określony stopień ważności w skali od 1 do 10 (1 - mało ważne, 10 - bardzo ważne)
Faza 3. Jak jest kształtowany produkt?
Odpowiednim parametrom technicznym (cechom) produktu przyporządkować wymagania klienta. Dzięki temu uzyskuje się odpowiedź na pytanie: Jak produkt urzeczywistnia oczekiwania klienta?
Faza 4. Matryca zależności
W polu zależności między fazą 1 (CO?) i fazą 3 (JAK?) przedstawić siłę wzajemnych relacji pomiędzy wymaganiami rynkowymi a parametrami technicznymi produktu. Ustalenie stopnia powiązania każdego życzenia klienta (Faza 1) z pożądaną cechą produktu (Faza 3) może być wyrażone graficznie: słaba, średnia i silna zależność.
Faza 5. Mierzalne wartości docelowe
Cechom produktu ustalonym w fazie 3 nadać mierzalne wartości docelowe, aby odpowiedzieć na pytanie: Jak dużo? Wymaga to zdefiniowania tych wartości, wykorzystując do tego celu miary dotyczące np. wagi, grubości, natężenia, czasu. Równocześnie ustalić techniczny stopień trudności ich realizacji, przyjmując skalę od 1 do 10, gdzie 1 - nie sprawiające większych trudności, 10 - bardzo trudne lub wręcz niemożliwe do wykonania.
Faza 6. Wzajemne zależności
Faza pozwala stwierdzić, czy ustalona mierzalna wartość docelowa (faza 5) jest wystarczająca dla spełnienia oczekiwanych przez klienta cech produktu. Przyjmuje się, że celem może być:
minimanta (im niższa wartość tym lepiej),
maksymanta (im wyższa wartość tym lepiej),
nominanta (wartość nominalna jest najlepsza).
Faza 7. Diagram wzajemnych zależności
Wszystkie wyznaczone cechy produktu (Faza 3) oraz związane z nimi parametry docelowe (Faza 5) porównać parami pod względem wzajemnego oddziaływania. Gdy w diagramie przeważają znaki " - " (wpływ negatywny) oznacza to że nie ma praktycznie możliwości dokonania zmian bez ich negatywnego wpływu na inne cechy. Gdy przeważają znaki pozytywne i neutralne (" + " lub " O ") to wówczas koncepcja produktu posiada możliwości ulepszeń.
Faza 8. Ocena stopnia spełnienia wymagań klienta przez produkt
Dokonać porównań danego produktu z produktami konkurencyjnymi na zasadzie benchmarkingu. Wybrane produkty ocenić z punktu widzenia spełnienia przez nie życzeń klienta (Faza 1) w skali od 1 do 5, gdzie 1 - niewystarczające spełnienie, 5 -

bardzo dobre spełnienie W fazie tej ustalane są również główne punkty ciężkości serwisu i jego wymagań wobec życzeń klienta z fazy 1.

Faza 9. Porównanie konkurencyjności pod względem technicznym

Na zasadach benchmarkingu dokonać porównania konkurencyjnych produktów pod względem wymagań technicznych ustalonych w fazie 3. Porównywane są te cechy, które są odzwierciedlone w aktualnych danych i które pozwalają wykazać w jakim obszarze rozwiązania techniczne konkurencji są lepsze. Porównanie konkurencyjności pod względem technicznym odbywa się z wykorzystaniem poniższej skali:

" + " - przewaga techniczna,
" O " - porównywalna cecha,
" - " - słabsze rozwiązanie.

Faza 10. Znaczenie parametrów technicznych

Parametry techniczne tej fazy przyjmują postać liczbową, będącą sumą iloczynów wynikających z przemnożenia ocen ważności wymagań klienta (Faza 2) przez liczbę oznaczającą siłę ich zależności z daną cechą techniczną (Faza 4). Oprócz wymiaru absolutnego, stosuje się także udział relatywny, stanowiący procentowy udział danej cechy w sumie liczb obrazujących znaczenie wszystkich uwzględnianych parametrów technicznych.

Faza 11. Cechy krytyczne

Za krytyczne (najważniejsze) przyjmuje się te cechy techniczne, które wobec określonych wymagań klientów w fazie 1, ze względu na swe istnienie stwarzają największe problemy ich technicznej realizacji.

Korzyści wynikające ze stosowania metody QFD:

-stworzenie jednolitej struktury organizacyjnej,
-ułatwienie kontroli zgodności z harmonogramem prac,
-inicjowanie zespołowych form pracy,
-przełamywanie barier pomiędzy działami,
-przepływ informacji o oczekiwaniach klienta przez całą strukturę firmy,
-trafne rozpoznanie hierarchii oczekiwań klienta,
-możliwość przewidywania poziomu ich spełnienia,
-zwiększenie potencjału firmy w zakresie pełnej realizacji wymagań,
-podejmowanie trafnych decyzji na podstawie zgromadzonej wiedzy,
-uniknięcie wielu kosztów i straty czasu.

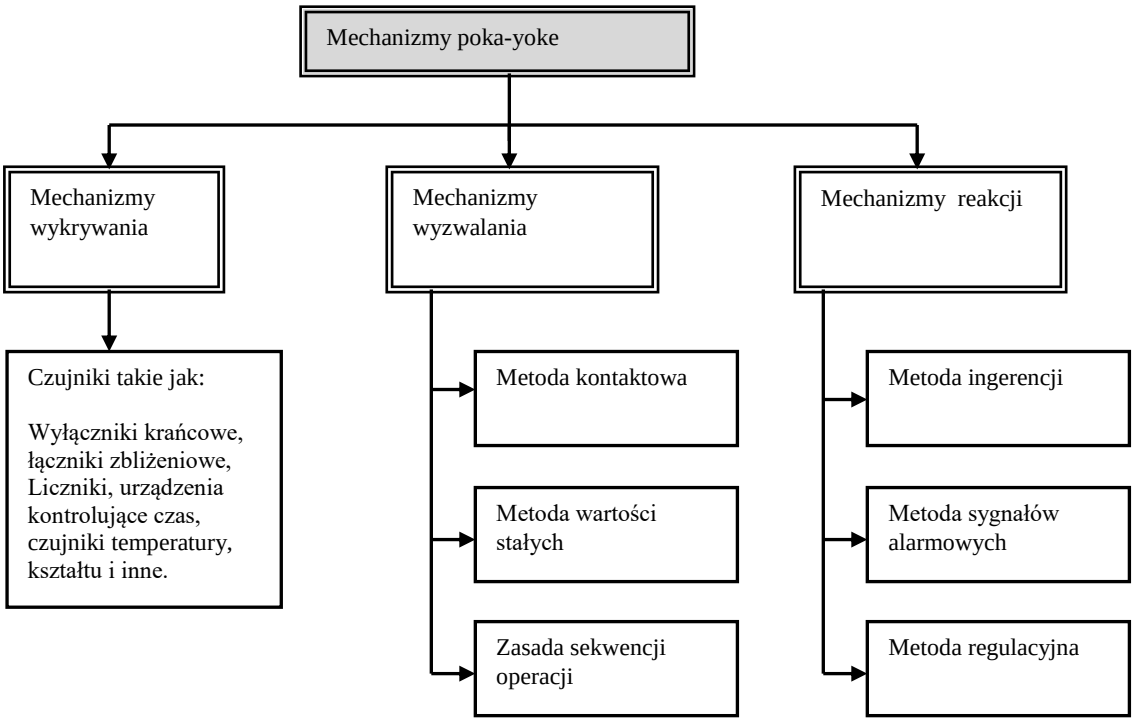
5.3. Poka - yoke

Poka – Yoke to zbiór środków technicznych, systemów, metod , które uniemożliwiają powstanie wady w procesie produkcji. W języku japońskim „poka” oznacza błąd lub

wadę natomiast „yoke" – zapobieganie, unikanie. Metodologia poka-yoke po raz pierwszy została zastosowana przez Shigeo Shingo. Poka – yoke wymaga zrozumienia łańcucha przyczynowo – skutkowego powstawania wady. Dużą wagę przywiązuje się do przeanalizowania i zrozumienia przyczyn powstawania wady. Poka yoke - stwarzanie warunków w których błąd nie może się zdarzyć, albo będzie natychmiast widoczny. Główną zasadą w systemie Poka Yoke jest to, że za błędy nie należy winić ludzi, a tylko procesy.
Shigeo Shingo zaproponował trzy rodzaje mechanizmów w systemie poka-yoke:

- Mechanizmy wykrywania,
- Mechanizmy wyzwalania,
- Mechanizmy reakcji.

[Tekst alternatywny. Na rysunku w postaci schematu blokowego w przejrzysty sposób zaprezentowano trzy mechanizmy (wykrywania, wyzwalania i reakcji) i szczegółowo metody dla każdego z nich]



Rys. 20. Mechanizmy i metody w Poka - yoke

Źródło: opracowanie własne

Metoda kontaktowa

Polega na tym, że odpowiednie czujniki poprzez „kontakt" z detalem wykrywają wadę. Wykorzystuje się tu parametry geometryczne.

Metody ustalonej wartości

Metoda polega na wykorzystaniu automatycznych liczników komponentów (np. podajników, które podają pracownikowi konkretną ilość elementów) lub urządzeń optycznych, które kontrolują liczbę ruchów, ich długość bądź inne krytyczne parametry. Jest to bardzo przydatna metoda z punktu widzenia eliminacji wad przy jednakowych komponentach oraz podczas czynności wymagających monotonnych ruchów operatora.

Przykłady metody ustalonej wartości:

- liczniki – proste urządzenia pomiarowe, dzięki którym można łatwo policzyć ilość wykorzystanych elementów do produkcji urządzeń,
- programowalne sterowniki logiczne – na podstawie algorytmu kontrolują liczbę operacji wykonanych na danej komórce roboczej,
- podajniki komponentów – podają zalecaną liczbę komponentów niezbędną do wykonania zadania.

Metody sekwencji operacji

Błędy wykrywane są podczas kontroli sekwencji standardowych operacji. Ta metoda polega na wykrywaniu błędów z nieprawidłowości popełnienia kolejnych kroków w produkcji. Użycie tej metody jest bardzo przydatne w przypadku kontroli pracy jednego operatora, którego zadaniem jest wykonać odpowiednia ilość ruchów w określonych czasie. Metody koniecznego kroku Urządzenia informują o wykryciu nieprawidłowości, jeśli np. dany ruch nie został wykonany w określonym czasie bądź w określonej kolejności względem kolejnych operacji. Mogą być też sygnały świetlne które włączają się podczas popełnienia błędu lub dźwiękowe. Przykład to kontrola części pobieranych z regału (ich ilości). Wśród mechanizmów reakcji również można wyróżnić trzy najczęściej spotykane metody.

Metoda ingerencji (wyłączenia)
Jeżeli nastąpi niebezpieczeństwo powstania wady, to maszyny zostają wyłączone. Cały proces zostaje zatrzymany celem podjęcia działań mających na celu uniknięcie powstania wady.

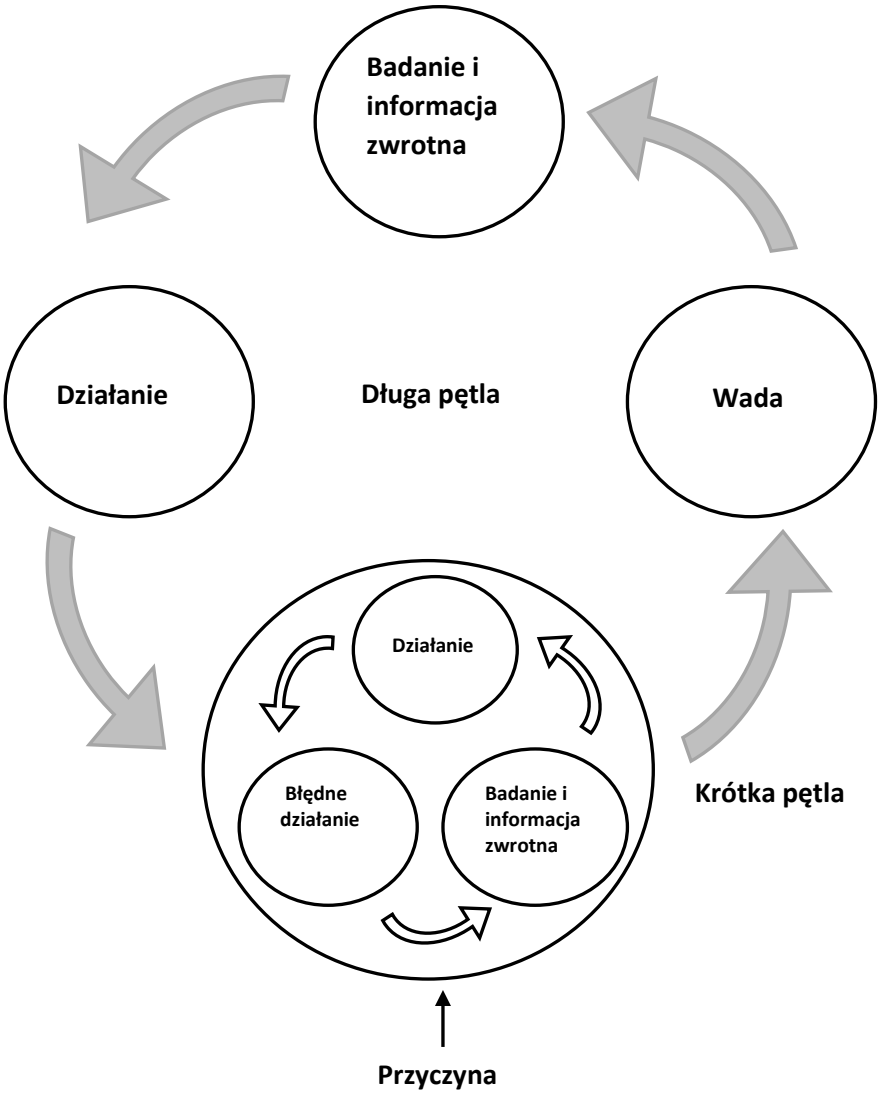
Metody sygnałów alarmowych

Zgodnie z tą metodą stosuje się systemy ostrzegawcze, odbierane przez zmysły człowieka (sygnały słuchowe, świetlne, dźwiękowe), które uniemożliwiają popełnieni błędu.

Metody regulacyjna

Metoda ta polega na natychmiastowej korekcie i braku możliwości „pójścia dalej”. Stosowane są tu urządzenia, które uniemożliwiają umieszczenie elementu w niewłaściwej pozycji. Natychmiastowość reakcji stanowi realizację maksymalnie

krótkiego sprzężenia zwrotnego w pętli sterowania procesem. Powodzenie w systemie poka – yoke jest ściśle związane z krótkimi pętlami jakości. Pętla jakości opiera się na połączonych ze sobą działaniach, które określają jakość towarów. Zapewnienie jakości jest systemem podwójnej informacyjnej pętli zwrotnej. Pierwsza pętla dostarcza informacji o jakości pracownikom, podobnie jak w przypadku sterowania jakością. To pozwala im na doskonalenie jakości pracy. Druga pętla dostarcza informacji menedżerom, projektantom i technologom. Dzięki tym informacjom mogą oni usprawniać produkt, technologię wytwarzania oraz cały system produkcyjny.



Rys. 21. Krótkie pętle sterujące w systemie poka – yoke

Koncepcja pętli jakości opiera się na założeniu nieprzerwanego doskonalenia. Każdy niekorzystny sygnał jest punktem wyjścia do działań korygujących, które ponownie

są oceniane pod kątem ich skuteczności. W systemie poka – yoke powodzenie opiera się na krótkich pętlach jakości.

Korzyści z poka – yoke:

- mniejszy nakład czasu na szkolenia pracowników;
- eliminacja wielu operacji związanych z kontrolą jakości;
- odciągnięcie operatorów od powtarzalnych operacji;
- promowanie działań związanych z doskonaleniem pracy;
- zmniejszenie liczby braków;
- natychmiastowe działanie w momencie pojawienia się problemu;
- 100% kontroli w procesie.

Rys. 22. Przykłady rozwiązań poka-yoke w życiu codziennym
Źródło: opracowanie własne

6. Metoda badania jakości usług. Metoda Servqual

Metoda Servqual została stworzona w latach 1983-1985 przez Berry'ego, Parasuramana i Zeithamla i opisana w pracy (Parasuraman i in., 1985). Metoda ta opiera się na porównaniu oczekiwań klientów wobec danej usługi z ich faktycznym postrzeganiem (odbieraniem, doświadczeniem) świadczonej usługi (Parasuraman i in.,1991; Cai, S., I in. 2003].
Klienci tworzą swoje oczekiwania na podstawie wcześniejszych doświadczeń, zaleceń od przyjaciół, działań marketingowych i informacji o konkurentach. Oczekiwania stanowią punkt odniesienia dla oceny jakości usług przez klientów. Jeśli

usługa nie spełnia oczekiwanego poziomu, może prowadzić do wzrostu oczekiwań klientów wobec tej usługi.
Postrzeganie odnosi się do subiektywnej opinii klienta na temat otrzymanej usługi. Ponieważ każdy klient ma inne oczekiwania, ich postrzeganie tej samej usługi może znacznie się różnić. Satysfakcja klienta wynika z różnicy między postrzeganiem a oczekiwaniami dotyczącymi jakości usługi. Gdy dostarczona usługa i postrzeganie jej wydajności przez klienta są zbliżone do jego oczekiwań, prowadzi to do jego satysfakcji (Parasuraman,1985)
W metodzie Servqual używana jest wieloskalowa ocena, która pomaga mierzyć jakość usługi z punktu widzenia klienta i jego doświadczenia, aby uzyskać wiele wskazówek dotyczących poprawy oferowanych usług.
Większość metod, które wykorzystuje się do oceny jakości, to metody ankietowe. Ankieta używana w metodzie Servqual składa się z trzech podstawowych części, dodatkowo poszerzana jest o metryczkę. W pierwszych dwóch częściach respondent odpowiada na 18-22 pytania (czasem więcej). Odpowiada na te pytania dwukrotnie, oceniając swoje oczekiwania wobec tej usługi oraz swoje doświadczenia po jej świadczeniu. Ze względu na wieloaspektowy charakter każdej usługi, jej jakość jest oceniana z kilku perspektyw (obszarów), które mogą się różnić od siebie w zależności od specyfiki usług. Analiza dotyczy oczekiwań i postrzegania klientów w pięciu kluczowych obszarach, które w pewnym stopniu charakteryzują konkretny obszar usług. Według Parasuramana i innych badaczy (Ingaldi, 2018) wymiarami tymi powinny być:

- materialność (np. sprzęt, urządzenia, budynki, materiały promocyjne),
- reagowanie (chęć pomocy klientom i świadczenie szybkiej obsługi);
- niezawodność (zdolność do dokładnego i niezawodnego wykonywania obiecanych usług, terminowość);
- empatia (poziom troski i spersonalizowanej uwagi, jaką firma zapewnia swoim klientom);
- pewność (wiedza i uprzejmość pracowników oraz ich zdolność do budzenia zaufania i pewności).

Klient ocenia swoje oczekiwania i postrzeganie danej usługi za pomocą semantycznej skali (skala Likerta), gdzie 1 oznacza słaby, a najwyższy poziom doskonały. Najczęściej wykorzystywana jest skala pięciopunktową lub siedmiopunktowa. Ocenia również ważność poszczególnych obszarów, na przykład dzieląc 100 punktów między te obszary [6.7].Stanowi to trzecią część ankiety Servqual.
Metoda Servqual może być szeroko stosowana i może być zastosowana do oceny jakości wszystkich usług. Dużą zaletą tej metody jest możliwość poprawy jakości, zwiększenia satysfakcji klientów i tym samym zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstwa. Głównym elementem analizy Servqual jest obliczenie różnicy między dwiema ocenami podanymi przez klientów, czyli oczekiwaniami a

postrzeganiem wykonanej usługi. Różnica ta może również uwzględniać wagi poszczególnych obszarów. Dodatkowo, można obliczyć średnie oczekiwania i postrzeganie.

Dzięki tej analizie, przedsiębiorstwo może lepiej zrozumieć, jakie obszary wymagają poprawy, aby lepiej sprostać oczekiwaniom klientów i dostarczyć usługi na wyższym poziomie. To z kolei przyczynia się do zwiększenia satysfakcji klientów i lojalności, co przekłada się na wzrost konkurencyjności na rynku.

Formuła obliczania satysfakcji klienta za pomocą metody Servqual jest następująca (Borkowski, 2004):

$$\text{Satysfakcja klienta} = \text{Postrzeganie} - \text{Oczekiwanie} \qquad (1)$$

W konsekwencji klient, któremu świadczona jest usługa, może doświadczyć trzech sytuacji, zależnie od wyniku porównania jego oczekiwań i postrzegania usługi (Parasuraman i in.,1985):

1. P = O - jeśli wynik analizy jest równy zero, oznacza to, że klient jest zadowolony, ponieważ jego oczekiwania co do usługi zgadzają się z jego postrzeganiem faktycznej usługi. Jakość odczuć związanych z otrzymaniem usługi spełnia oczekiwania dotyczące tej usługi.
2. P > O - jeśli wynik porównania jest dodatni, oznacza to, że rzeczywista jakość usługi jest wyższa niż oczekiwania klienta, który ocenia jakość na wysokim poziomie.
3. P < O - jeśli różnica między postrzeganiem usługi a oczekiwaniami jest ujemna, oznacza to, że oczekiwania klienta co do usługi nie zostały spełnione. Negatywny wynik analizy wskazuje na niewystarczającą satysfakcję klienta i niespełnienie jego oczekiwań.

Pozytywny wynik (czyli gdy postrzeganie przewyższa oczekiwania) wskazuje na satysfakcję klienta, a wyższa wartość jest postrzegana jako lepsza. Z drugiej strony, negatywny wynik (czyli gdy oczekiwania przewyższają postrzeganie) oznacza niezadowolenie klienta i motywuje firmę do zidentyfikowania potencjalnych obszarów poprawy. W zasadzie metoda Servqual dostarcza cennych informacji na temat postrzegania klientów i poziomu ich satysfakcji, co pozwala firmom rozwijać skuteczne strategie marketingowe i poprawiać jakość usług, aby spełnić lub przekroczyć oczekiwania klientów (Parasuraman i in.,1985).

Badania z wykorzystaniem metody Servqual moża przeprowadzić w następujących etapach:

1. Określenie problemu do analizy – za pośrednictwem metody Servqual określa się poziom usług świadczących przez określoną organizację, jak również najważniejszych konkurentów.
2. Budowa ankiety – ankieta musi się opierać na określonych grupach determinant/ atrybutów, można jednak te grupy odpowiednio modyfikować, w zależności od badanej usługi i celu badania.

3. Badania ankietowe – udział w ankiecie biorą wybrani losowo klienci. Każdy klient musi wypełnić cztery części ankiety: ocena poziomu oczekiwania, ocena poziomu postrzegania rzeczywistej usług, wagi dla poszczególnych grup determinant oraz metryczka. Budowa trzech podstawowych części ankiety została krótko scharakteryzowana wcześniej. Natomiast metryczka zawiera najczęściej informację takie jak: wiek, doświadczenia z usługami, wysokość dochodów, wykształcenie, miejsce zamieszkania, stan cywilny, co pozwala poznać strukturę respondentów, ale także na dokładniejszą interpretację wyników badań, często także na segmentację klientów.
4. Obliczenie wartości dla określonych wymiarów przedstawiają następujące etapy:

- I etap – obliczanie różnicy między wartością oczekiwania a postrzegania.
- II etap – wykonuje się obliczenie średniej poprzez sumowanie wyników, dla poszczególnych determinant (stwierdzeń) oraz dla poszczególnych grup stwierdzeń.
- III etap – wyniki ponownie należy sumować i podzielić przez ilość badanych obszarów - średnia arytmetyczna.
- IV etap – wyliczenie „ważonej", która uwzględnia wagi poszczególnych grup determinant.
- V etap – oblicza się odchylenie standardowe i inne obliczenia statystyczne (opcjonalnie).

5. Analiza wyników - po otrzymaniu wyników z określonych obliczeń dla danej organizacji, a następnie na jej podstawie zostają ustalone słabe i mocne strony określonej organizacji oraz ewentualne działania naprawcze.

MetodaServqual została z powodzeniem zastosowana w wielu różnych rodzajach usług, takich jak usługi bankowe, hotelowe, biblioteczne, punkty usługowe, i wiele innych (Parasuraman i in., 1985). Jednak badacze napotykają pewne problemy związane z konceptualizacją i operacjonalizacją skali Servqual (Ladhari R., 2009; Buttle F, 1996). Wątpliwości dotyczą zastosowania pięciu ogólnych wymiarów skali Servqual w niektórych branżach usługowych. Wykorzystanie metody Servqual wymaga dostosowania jej do specyfiki niektórych usług (Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

Praktyczny przykład wykorzystania metody Servqual dotyczy jakości kształcenia studentów na wyższej uczelni. Badanie zostało przeprowadzone w jesienią 2016 roku. Ankietę wypełniło 240 studentów jednego z kierunków technicznych na jednej z polskiej uczelni wyższej. Atrybuty wykorzystane w badaniu wraz z wynikami Servqual przedstawiono w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Ocena poszczególnych grup atrybutów dla uczelni wyższej

Atrybuty	Servqual
Materialność	
1. Sale dydaktyczne wyposażone są w nowoczesny sprzęt.	0,12

Atrybuty	Servqual
2. Budynek wydziału wygląda atrakcyjnie.	0,02
3. Pracownicy dydaktyczni i administracyjni wyglądają elegancko.	0,16
4. System elektroniczny pomaga załatwić wszystkie sprawy związane ze studiami.	-2,37
Średnia grupy	**-2,07**
Niezawodność	
5. Pracownicy dydaktyczni trzymają się terminów. Zajęcia odbywają się zgodnie z harmonogramem.	0,31
6. Studenci mogą oczekiwać zaangażowania i zrozumienia ze strony pracowników dziekanatu w rozwiązywaniu problemów poszczególnych studentów.	0,06
7. Studenci mogą liczyć na pomoc wykładowcy w rozwiązaniu problemu.	-0,59
8. Programy nauczania są zgodne z sylabusami.	0,43
Średnia grupy	**0,21**
Terminowość	
9. Pracownicy dydaktyczni szybko odpowiadają na e-maile.	-1,02
10. Prace zaliczeniowe są szybko sprawdzane (według podanych terminów).	-0,76
11. Pracownicy nigdy nie są zbyt zajęci, aby odpowiadać na pytania uczniów.	-0,8
Średnia grupy	**-2,58**
Fachowość	
12. Pracownikom zależy na wysokim poziomie edukacji.	-0,10
13. Pracownicy dydaktyczni są wymagający.	1,35
14. Pracownicy dydaktyczni stosują adekwatne (efektywne) metody oceniania.	-0,41
15. Personel dydaktyczny jest przygotowany i kompetentny do prowadzenia zajęć. Służą fachową pomocą.	0,16
16. Prace zaliczeniowe są sprawdzane z należytą starannością.	-0,08
Średnia grupy	**0,92**
Empatia	
17. Pracownicy dziekanatu podchodzą indywidualnie do każdego studenta.	0,06
18. Godziny konsultacji są dogodne dla studentów.	0,04
19. Pracownicy dydaktyczni są uprzejmi i traktują każdego studenta z szacunkiem.	-0,22
20. Plan jest tak zorganizowany, aby zapewnić dobrą organizację pracy studenta.	-0,69
21. Pracownicy rozumieją indywidualne potrzeby studentów (ich problemy życiowe).	-1,26
22. Studenci wierzą w dobrą wolę wykładowcy (w jego uczciwość).	-0,02
Średnia grupy	**-2,08**

*Źródło: (*Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

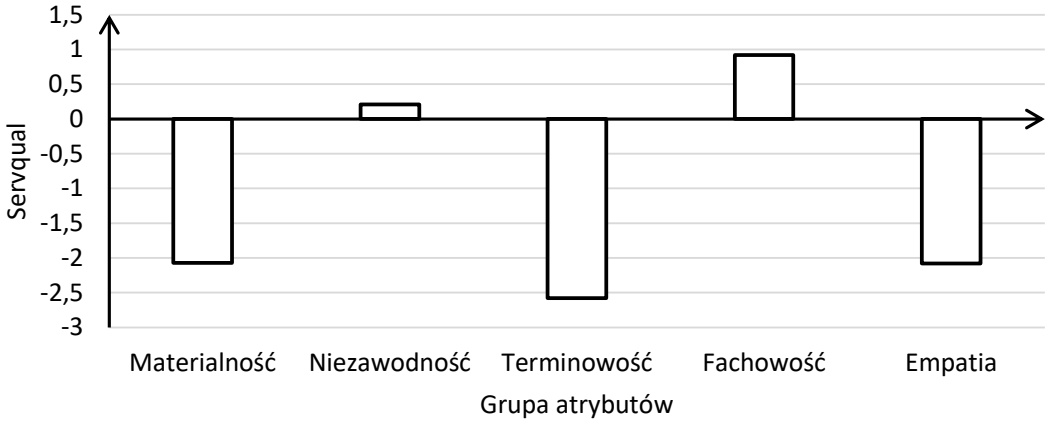
Analiza wykazała, że całkowita średnia jakość usług według metody Servqual bez uwzględnienia wag wynosi:

$$S_1=-1,12 \qquad (2)$$

Wartości średnie dla poszczególnych grup przedstawiono na rysunku 6.1. Analiza rysunku prowadzi do wniosku, że uczelnia przekroczyła oczekiwania studentów dotyczące jakości kształcenia w dwóch obszarach: rzetelności i kompetencji. Ważnym czynnikiem wpływającym na ten wynik jest fakt, że większość pracowników zatrudnionych na badanym wydziale posiada doświadczenie techniczne zdobyte w ramach stypendiów i programów stażowych oraz posiada wysokie kompetencje zawodowe, a ich zajęcia są pełne praktycznych przykładów.

Według studentów najgorszym obszarem jest terminowość. W tym obszarze różnica pomiędzy postrzeganiem usług a oczekiwaniami wynosi tylko -2,58.

[Tekst alternatywny. Na rysunku zaprezentowano wartości różnic między postrzeganiem a oczekiwaniem dla pięciu obszarów: materialność, niezawodność, terminowość, fachowość i empatia. Z analizy rysunku wynika, że pozytywnie oceniono dwa obszary niezawodność i fachowość]

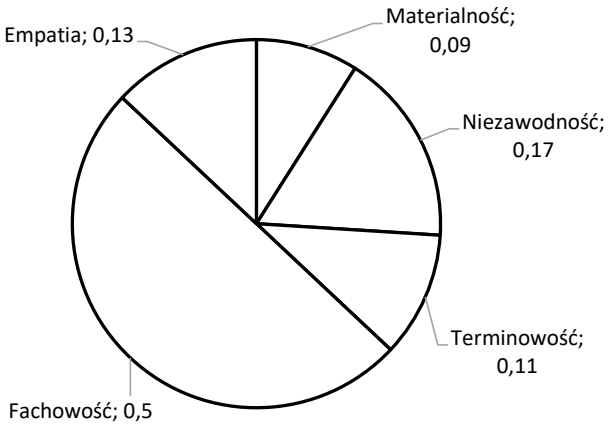


Rys. 23. Zbiorcze średnie wyniki Servqual dla uczelni wyższej

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

Na rysunku 24 przedstawiono wagi przypisane przez respondentów poszczególnym obszarom. Jak widać na rysunku, najważniejszym obszarem są kompetencje, najmniej istotnym obszarem materialność. Można wnioskować, że dla studentów ważniejsze są różnego rodzaje kompetencje pracowników, co umieją, jaką maja wiedzę, a nie ich wygląd czy wygląd budynków i sal dydaktycznych.

[Tekst alternatywny. Na rysunku zaprezentowano ważność każdego z pięciu obszarów dla ankietowanych. Wynika z niego, że najważniejszy jest obszar fachowość a po nim niezawodność. Najmniej ważny jest obszar materialność]



Rys. 24. Struktura wag poszczególnych grup atrybutów dla uczelni wyższej

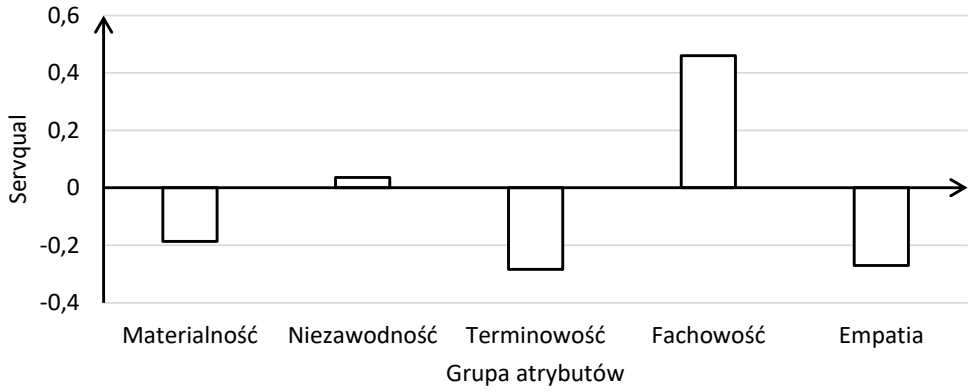
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

Analiza wykazała, że całkowita średnia ważona jakość usług według metody Servqual wynosi:

$$S_2=-0,04 \qquad (3)$$

Na rysunku 26 przedstawiono także średnie wyniki ważone Servqual dla poszczególnych grup. Posłużyły one jako dane do obliczenia całkowitej średniej ważonej jakość usług według metody Servqual.

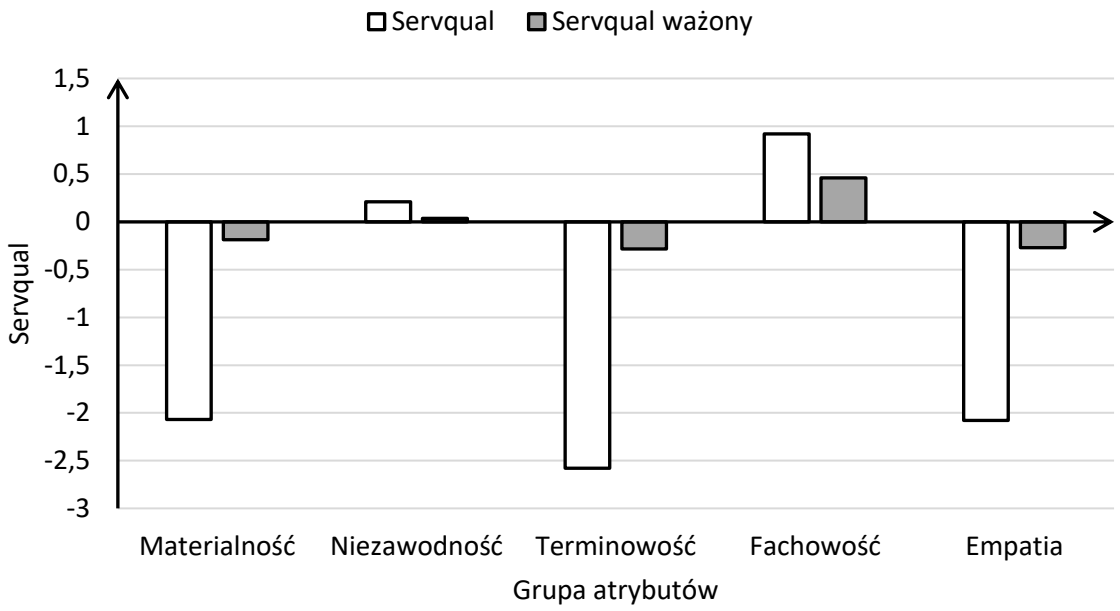
[Tekst alternatywny. Na rysunku 26 przedstawiono średnie wyniki ważone Servqual, w postaci wykresu słupkowego, dla poszczególnych obszarów. Najwyższa średnia ważona dotyczy obszaru fachowość]



Rys. 25. Zbiorcze średnie wyniki ważone Servqual dla uczelni wyższej

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

Na rysunku 27 porównano średnie wartości Servqual dla poszczególnych grup atrybutów (średnie arytmetyczne oraz średnie ważone). Z materiału przedstawionego w badaniu wynika, że jakość usług oczekiwanych przez studentów jest spójna z jakością, jakiej doświadczają. Przy przypisanych wagach dobra ocena kompetencji przerosła nawet oczekiwania uczniów. Jak wynika z ankiety, najmniej zadowoleni są studenci z obszarów terminowości, empatii i materialności.



Rys. 27. Porównanie średnich i średnich ważonych Servqual dla uczelni wyższej
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Czajkowska A., Ingaldi M., 2019)

Analiza wyników wskazuje, że obszarem najlepiej ocenianym przez studentów były kompetencje. Najniższą satysfakcję stwierdzono z terminowości. W tym obszarze największą wadą był brak szybkiej odpowiedzi na maile. Zaskakująca może być również ocena obszaru materialność. Budynek został gruntownie wyremontowany w 2011 roku, ale uczniowie źle ocenili ten obszar. Analiza tego atrybutu w tym obszarze pokazuje jednak, że tylko co czwarty czynnik miał wpływ na tę niską ocenę, gdyż pozostałe trzy różnice P-O były dodatnie. Wynik został obniżony przez oprogramowanie komputerowe, które miało na celu ułatwienie funkcjonowania uczelni, jednak pozostaje w fazie wdrożeniowej i nie w pełni spełnia swoją rolę. Analiza fachowości wskazuje, że studenci są zadowoleni z usług świadczonych przez uczelnię. Wynik 0,4 oznacza wysoką zgodność oczekiwań usług z postrzeganiem usługi faktycznie wykonanej. Uczelnia może poszczycić się tym, że obszar kompetencji, który jest dla studentów najważniejszy, przerósł ich oczekiwania. Również obszar rzetelności został oceniony przez studentów jako przekraczający oczekiwania.
Ulepszenia powinny być dokonywane pod względem terminowości, empatii oraz materialności, co może zmniejszyć całkowitą ważoną Servqual. Uczelnie nie są typowymi firmami usługowymi i nie mogą spełnić wszystkich oczekiwań studentów, ponieważ nie wszystkie byłyby dobre dla uczelni i dla samych studentów. Niemniej jednak, aby kształcić się na wysokim poziomie, należy określić oczekiwania uczniów.

Idea metody Servqual polega na dopasowaniu zestawienia do specyfiki usług. Formularz ankiety powinien być tak opracowany, aby uwzględniał kluczowe aspekty usługi.

7. Literatura

1. Akao Y. (1997) QFD: Past, present and future. *International Symposium on OFD*. Linköping, Sweden.
2. Baudin M. (2012) Revisiting Pareto in manufacturing. *Industrial Engineer*, 2012, 44(1), 28-33.
3. Beckford J. (1998). *Quality: A Critical Introduction*, Routledge, s. 86.
4. Bolin A.U., Neuman G.A. (2006). The relationships among personality, process, and performance in interactive brainstorming groups. *Journal of Business and Psychology*, 20, 565-585.
5. Borkowski S. (2004) *Mierzenie poziomu jakości*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Marketingu w Sosnowcu, Sosnowiec.
6. Boron-Kaszycka J. (2011). Wpływ zintegrowanych systemów zarządzania na efektywność ekonomiczną – studium przypadku, *Systemy Zarządzania w Inżynierii Produkcji*, 1(1), s. 24-28.
7. Brady M., Loonam J. (2010). Exploring the use of entity-relationship diagramming as a technique to support grounded theory inquiry, *Qualitative Research in Organizations and Management*, Vol. 5 No. 3, s. 224-237.
8. Brennen J.S., Kreiss D. (2016). Digitalization. *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*, 2016, s. 1–11.
9. Buttle F. (1996). Servqual: review, critique, research agenda. *European Journal of Marketing*, 30 (1), 8-32.
10. Cai S., Jun M. (2003). Internet users' perceptions of online service quality: a comparison of online buyers and information searchers. *Managing Service Quality*, 13(6), 504-519.
11. Chan L-K., Ming L-W. (2002). Quality Function Deployment: A literature review. *European Journal of Operational Research*. vol. 143, pp. 463-497.
12. Coskun, H. (2005). The effects of social identity and role taking on productivity in Individual brainstorming. *Turk Psikoloji Dergisi*. 20, 133-136.
13. Czajkowska A., Ingaldi M. (2019). *Identification of the Needs and Expectations of University Students from Engineering Courses on the Example of a University in Poland.* [w:] Ulewicz R., Nikolic R. (red.) System Safety: Human - Technical Facility – Environment. De Gruyter, Warszawa 2019, 498-505
14. Čorejowá T., Borkowski S. (2004) *Instrumenty rozwiązywania problemów w zarządzaniu*, Wydawnictwo Humanitas.

15. Ćwiklicki M. (2007). Metoda KJ w rozwiązywaniu problemów jakościowych. [w:] *Problemy jakości*. 39 (1), pp. 8-11.
16. Ćwiklicki M., Obora H. (2008). Kierunki rozwinięcia metody QFD. *Problemy Jakości*, 2008, 39 (4), pp. 10-13.
17. Ćwiklicki M., Obora H. (2011). *Wprowadzenie do metod TQM, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, Kraków 2011, s. 60-61.
18. Deming W. E. (1986). *Out of the crisis*. The MIT Press.
19. Feigenbaum A. (1991). *Total quality control*, New York.
20. Fiałkowska-Filipek M., Dobrowolska A. (2023). Quality 5.0: Towards sustainable quality improvement in organizations, Ekonomia — Wroclaw Economic Review 29/3 *Acta Universitatis Wratislaviensis* No 4193.
21. Frąś J., Siwkowski M. (2011). Metody i techniki zarządzania jakością. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, No. 685, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia 46, 369-380
22. Grudkowska J., Zieliński D. (2022) *Społeczeństwo 5.0: refleksje krytyczne*, Transformacje, 2(113), s. 248.
23. Hamrol A., Mantura W. (2002). *Zarządzanie jakością. Teoria i Praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 226-227.
24. Hamrol M., Mantura W. (2008). *Zarządzanie jakością z przykładami.* Warszawa, PWN
25. Hamrol A. (2013). *Zarządzanie jakością z przykładami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
26. Ingaldi M. (2018). Overview of the main methods of service quality analysis. In. *Production Engineering Archives*, 18, 54-59.
27. Ismyrlis V. (2017). The contribution of quality tools and integration of quality management systems to the organization. The TQM Journal 2017, 29, 677-689.
28. Jasiulewicz-Kaczmarek M., Misztal A. (2014). *Projektowanie i integracja systemów zarządzania projakościowego*, Politechnika Poznańska, Poznań.
29. Kafel P., Sikora T. Wykorzystanie tradycyjnych narzędzi wspomagających zarządzanie jakością. Przegląd Organizacji, 2006, 3, 31-34
30. Kagermann H., Wahlster W. (2022) *Ten years of industrie 4.0. Science*, 4(3), 26. https://doi. org/10.3390/sci4030026.
31. Kalandyk B., Zapała R., Maj M. (2012). Systemy zarządzania BHP w przedsiębiorstwach, *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 10, special issue 2, s. 83-86.
32. Kaur M., Singh K., Singh D. (2019). Synergetic success factors of total quality management (TQM) and supply chain management (SCM), Quality Paper 2019.
33. Kaźmiński A. K., Piotrowski W. (1995). *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa 1995.

34. Konarzewska-Gubała E. (2003). *Zarządzanie przez jakość*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
35. Ladhari R. (2009). A review of twenty years of Servqual research. *International Journal of Quality and Services Sciences*, 1(2), pp.172-198
36. Lisiecki M. (1995). *Metody organizacji i kierowania*, WSZiM, Warszawa 1995.
37. Grosfed-Nir A., Ronen B., Kozlovsky N. (2007). The Pareto managerial principle; When does it apply?. *International Journal of Production Research*, 45(10), pp. 2317-2325
38. Luning P.A., Marcelis W.J., Jongen W.M.F. (2005). *Zarządzanie jakością w żywności ujęcie technologiczno-menedżerskie*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2005.
39. Ładoński W. , Szołtysek K. (2008). Nowe narzędzia w zarządzaniu jakością*, Problemy Jakości,* nr 6 s. 142
40. Norma PN-N 18001:2004. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania.*, PKN, Warszawa 2004.
41. Norma ISO 9000:2000: *System zarządzania jakością*, 3.1.1.
42. Ulewicz R., Novy F.*: Zapewnienie jakości i właściwości wybranym materiałom konstrukcyjnym.* Monografia. Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 2016, s. 55- 56
43. Parasuraman A., Zeithaml V.A., Berry L.L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and its implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41-50.
44. Parasuraman A., Berry L.L., Zeithaml V.A. (1991). Refinement and Reassessment of the SERVQUAL Scale. *Journal of Retailing,* 76(4), 420-450
45. Pereira A.C., Romero F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206–1214.
46. Ponsignon F., Kleinhans S., Bressolles G. (2019). The contribution of quality management to an organisation's digital transformation: A qualitative study. *Total Quality Management & Business Excellence*, *30*(sup 1), s.17–34.
47. Porter M.E, Kramer M.R. (2006). Strategy and society: The link between competitive advan tage and Corporate Social Responsibility, *Harvard Business Review*, Vol. 12(84).
48. Ranjith Kumar R., Ganesh L.S., Rajendran C. (2022). *International Journal of Quality & Reliability Management*, 39(6), 1385–1411.
49. Shewhart W. A. (1931). *Economic control of quality and manufactured product*. Van Nostrand.
50. Skrzypczak A., Dudek A., Ulewicz R. (2015). Ocena możliwości wykorzystania wybranych instrumentów zapewniających jakość w procesie łączenia włókien światłowodowych. *Zeszyty Naukowe. Quality. Production. Improvement*, nr 1.
51. Sunday A.O. (2012). Manufacturing Quality Function Deployment: Literature Review and Future Trends*. Engineering Journal*, 17(3), pp. 79-103.

52. Teece D.J. (2010) Business Models, Business Strategy and Innovation, *Long Range Planning*, nr 43(2–3), s. 172–194.
53. Turlejska H. (2003). *Zasady GMP/GHP oraz system HACPP jako narzędzia zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności*, FAPA, Warszawa, 2003
54. Więcek J. (2007) *Zintegrowane zarządzanie jakość*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 34
55. Wolniak R. (2017). Historia metody QFD. *Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacja i zarządzanie.* vol. 100, pp. 553-564.
56. Wójcik G. P. (2014). *Koszty jakości: wybrane aspekty*, Difin, Warszawa.
57. Kaźmiński A. K., Piotrowski W. (1995). *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa.