

## Metody i techniki zarządzania jakością

Znajomość i skuteczne wykorzystywanie metod i technik zarządzania jakością są przejawem wysokiej kultury organizacji. Ich stosowanie należy wiązać z określoną dojrzałością systemu zarządzania jakością, u podstaw której leży świadomość kadry kierowniczej o zasadności ich stosowania i konieczności wkomponowania w praktykę działań korygujących i ciągłego doskonalenia. Konieczne jest jednak zwrócenie uwagi na to, że niewiele organizacji korzysta z niniejszych narzędzi, a jeszcze mniej robi to z pełną premedytacją – jako stały element rozwiązań systemowych. Częściej są to działania wymuszone przez klientów<sup>326</sup> czy wymagania standardów<sup>327</sup>. Dlatego właśnie należy zachęcać do poznania przynajmniej najpowszechniejszych narzędzi, zaznaczając, że jest ich bardzo dużo<sup>328</sup>. Tylko wiedza o nich samych, o celowości ich wykorzystania pozwoli na świadomą w tym zakresie politykę ich stosowania.

---

<sup>326</sup> Np. Fortel Q (wymagania VW), Alliance Supplier Guide (ASG) (wymagania Nissana oraz Renault).

<sup>327</sup> Np. ISO/TS 16949:2002, TL 9000.

<sup>328</sup> Patrz m.in. Z. Martyniak, *Nowe metody i koncepcje zarządzania*, Wyd. AE w Krakowie, Kraków 2002; Takashi Osada, *Five keys to a Total Quality Management*, Tokyo 1991; N.R. Tague, *The Quality Toolbox*, ASQ Quality Press, Milwaukee 1995; G.F. Smith, *Quality Problem Solving*, ASQ Quality Press, Milwaukee 1998; C.C. Pages, *Total Quality Management: A Survey of Its Important Aspects*, State University of New York of Buffalo, 1995; E. Kreier, J. Łuczak, *Łatwi i skuteczny sposób uzyskania certyfikatu ISO 9000*, Forum 1997 – 2006, J. Łuczak, T. Bramorski, *QS-9000 System jakości dostawców na rynek motoryzacyjny*, Quality Progress 1999; S. Shiba, *Le Management par Peerce*, Methode HOSHIN, Insep. Editions, Paris 1995; A. Hamrol, W. Mantura, Za-

Jednym z kluczowych założeń systemowego zarządzania jakością jest **rozwój umiejętności identyfikacji niezgodności oraz planowania i realizacji działań korygujących i zapobiegawczych**. W istocie chodzi o skuteczne mechanizmy odpowiednio szybkiej reakcji na problemy, analizy przyczyn ich występowania oraz wyboru i realizacji najwłaściwszych działań – ukierunkowanych na przyczyny problemów. Nie można zapominać także o wymaganiach stawianych w normie ISO 9001:2000, w szczególności w rozdziale VIII: Pomiar, analiza i doskonalenie. Analiza tych zagadnień wskazuje na konieczność podejmowania działań związanych z identyfikacją niezgodności, określaniem przyczyn ich wystąpienia, dokonywania korekt niezgodności oraz planowania i przeprowadzania działań korygujących i zapobiegawczych. Norma ISO 9001 mówi jednak tylko o tym, co należy zrobić, natomiast odpowiedzi na pytania, jakimi metodami i narzędziami się posłużyć, należy szukać w literaturze i doświadczeniach w tym względzie. W normach stanowiących podstawę systemów branżowych wymagane są zarówno praca zespołowa, jak również wykorzystanie bardzo konkretnych narzędzi i technik rozwiązywania problemów. Wiele z tych metod określa się wręcz mianem systemów, a to dlatego, że stanowią integralny i konieczny element współpracy pomiędzy organizacjami, w relacjach klient - dostawca.

W literaturze przedmiotu opisywane są, a w praktyce stosowane liczne metody i techniki zarządzania jakością, z tym że terminy te często używane są zamiennie. Najczęściej, w ujęciu encyklopedycznym, przyjmuje się, że<sup>329</sup> metoda to świadomie i konsekwentnie stosowany sposób postępowania dla osiągnięcia określonego celu; zespół celowych czynności i środków. Natomiast technika to celowy i racjonalny, oparty na teorii sposób postępowania w jakiejś dziedzinie.

**Wykorzystanie narzędzi doskonalenia organizacji należy rozpatrywać w relacji z poszczególnymi fazami cyklu Deminga.** Jest to koncepcja ciągłego doskonalenia procesów, zachodzących w systemie. To także filozofia służąca systemowemu rozwiązywaniu problemów oraz wspieraniu wdrażania przyjętych rozwiązań<sup>330</sup>. **Cykl PDCA (koło Deminga), określa chronologicznie uporządkowane działania, typowe dla układu sterowania ze sprzężeniem zwrotnym<sup>331</sup>** (działania te dotyczą jakości

---

*zarządzanie jakością: teoria i praktyka*, WN PWN, Warszawa 2004; S. Borkowski, *Mierzenie poziomu jakości*, Wyd. WSZiM, Sosnowiec 2004; P.S. Pande, R.P. Neuman, R.R. Cavanagh, *Six Sigma: sposób poprawy wyników nie tylko dla takich firm jak GE czy Motorola*, K.E. Liber, Warszawa 2003.

<sup>329</sup> *Encyklopedia ekonomiczna*, WN PWN, Warszawa 1999, s. 74.

<sup>330</sup> S. Smith, *Techniki pokonywania problemów*, Wyd. Helion, Warszawa 2004, s. 109.

<sup>331</sup> A. Hamrol, W. Mantura, op.cit., s. 93.

procesów technologicznych oraz produktów). Norma ISO 9001:2000 zaleca stosowanie tego podejścia w ciągłym procesie doskonalenia systemu zarządzania jakością.

Na poszczególnych etapach cyklu Deminga znajdują zastosowanie narzędzia zarządzania jakością, co obrazuje tabela 9.

Tabela 9

## Wybrane metody i techniki zarządzania jakością w relacji z fazami PDCA

Etap	Metody i techniki zarządzania jakością
Etap 1 – planuj:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– diagram przepływu</li> <li>– NGT</li> <li>– analiza Pareto</li> <li>– burza mózgów</li> <li>– diagramy przyczynowo-skutkowe</li> <li>– mapowanie procesu</li> <li>– hoshin plan</li> </ul>
Etap 2 – wykonaj:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– projektowanie eksperymentu</li> <li>– monitorowanie procesów</li> <li>– SPC</li> <li>– plan kontroli</li> </ul>
Etap 3 – sprawdzaj:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– arkusze kontrolne</li> <li>– wykresy kontrolne</li> <li>– wskaźniki kluczowych charakterystyk procesu</li> <li>– arkusze kontrolne</li> </ul>
Etap 4 – działaj:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– modelowanie procesów</li> <li>– analiza sił pola</li> <li>– analiza oddziaływań</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie N.R. Tague, op.cit.; G.F. Smith, op.cit.

Metody i techniki, które chcemy zaprezentować, można pogrupować w zależności od otrzymanych odpowiedzi na pytania formułowane na poszczególnych etapach procesu rozwiązywania problemów i doskonalenia:

- Co ma zostać osiągnięte, jakie cele powinny zostać postawione?
- Co w odniesieniu do postawionych celów realizowane jest w chwili obecnej, jaki jest aktualny stan procesu?
- Co można zrobić lepiej, gdzie są obszary, które można doskonalić?
- Jakie są bariery i przyczyny niezadowolającego stanu?
- Jaka jest najlepsza droga poprawy obecnej sytuacji?
- Jakie zmiany powinny nastąpić dla większej efektywności i skuteczności podejmowanych działań?

- Jaka jest efektywność podjętych działań?
- Jeżeli zostały zrealizowane cele, w jaki sposób utrwalić podjęte działanie i uczynić z niego powszechną praktykę?

Szukając odpowiedzi na każde z tak postawionych pytań, możemy skorzystać z **różnych metod i technik zarządzania jakością**, które mają wspólny mianownik. Jest nim konieczność pracy grupowej oraz możliwość i potrzeba angażowania każdego pracownika, nie ze względu na jego wykształcenie, a doświadczenie w wykonywaniu swojej pracy. Są to metody proste w swoich zasadach, a zatem krótkie szkolenie i właściwie dobrany zespół bez mała gwarantują osiągnięcie postawionych celów ich stosowania.

Konieczne jest także zwrócenie uwagi na **metodyki rozwiązywania problemów**, które w swojej istocie odwołują się do poszczególnych narzędzi i metod. Przede wszystkim warto zapamiętać 8D (autorstwa Ford Motor Co.). Zakładają one kilkuetapowe podejście do problemu, począwszy od pełnej diagnozy jego przyczyn, a kończąc na zapewnieniu skuteczności wykonanych i utrwalonych systemowo działań. Tabela 10 charakteryzuje etapy 8D.

Tabela 10

Etapy metody 8D

Lp.	Etap procesu 8D	Opis
1	Powołanie zespołu 8D	Powołanie nielicznej grupy pracowników ze znajomością zagadnienia (produktu) procesu, nadanie im uprawnień, czasu, wyposażenie w wiedzę z zakresu narzędzi rozwiązywania problemów oraz realizacji działań korygujących i zapobiegawczych, wybranie lidera grupy
2	Zdefiniowanie problemu	Zdefiniowanie wewnętrznego lub zewnętrznego problemu – określenie co jest niewłaściwe oraz opisanie tego zagadnienia w sposób pozwalający odpowiedzieć na pytanie: co? gdzie? jak duży? jak wiele? itd.
3	Wdrożenie i weryfikacja akcji okresowych	Zdefiniowanie i wdrożenie tymczasowych działań dla wyodrębnienia efektów od innych wewnętrznych/zewnętrznych klientów do czasu, kiedy działania korygujące nie zostaną zastosowane; dokonanie weryfikacji efektywności podjętych działań

cd. tab. 10

Lp.	Etap procesu 8D	Opis
4	Określenie i zweryfikowanie przyczyn podstawowych	Identyfikacja wszystkich przyczyn, które mogą powodować dany problem, wyizolowanie jak i zweryfikowanie przez testowanie wszystkich możliwych przyczyn w odniesieniu do opisu problemu i danych testowych, wskazanie możliwych działań korygujących dla wyeliminowania kluczowych przyczyn
5	Dokonanie wyboru ciągłych działań korygujących	Realizacja programów przedprodukcyjnych pozwala upewnić się, że wybrane działania korygujące rzeczywiście rozwiążą problem klienta oraz że nie wywołają niepożądanych efektów; jeżeli jest to właściwe, oprzeć się na szacowaniu ryzyka
6	Wdrożenie ciągłych działań korygujących	Ustanowienie planu wdrożenia ciągłych działań korygujących oraz zdefiniowanie systemu nadzoru nad ich skutecznością, zapewnienie, że przyczyny wywołujące niepożądany skutek są eliminowane, monitorowanie długoterminowej efektywności oraz wdrożenie ewentualnych działań, jeżeli jest to konieczne
7	Zapobieganie ponownemu wystąpieniu	Modyfikacja, dostosowywanie systemu w niezbędnym zakresie dla zapobieżenia wystąpienia tego i podobnych problemów w przyszłości, zidentyfikowanie możliwości dla poprawy oraz ustanowienie procesu inicjatyw dla poprawy
8	Gratulacje dla zespołu	Docenienie pracy zespołu

Źródło: Materiały Ford Motor Company.

Metodyka 8D wykorzystywana jest przez zespoły jakości powoływane do rozwiązywania szczególnie istotnych problemów, kiedy w danym przypadku nie są znane przyczyny oraz środki zaradcze. Na każdym z wymienionych etapów mogą być stosowane różne metody zarządzania jakością, np. na etapie piątym (dokonywanie wyboru ciągłych działań korygujących) stosowane są m.in. FMEA, diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy, plany weryfikacji, raporty DVPSOR.

Przykładowy raport 8D (mieszek filtra dla motoryzacji)

		<b>8D REPORT/RAPORT 8D</b>	<b>NJ/ 1/2006</b>
<b>customer/klient:</b> <b>KRAUT AUTOMOTIVE SYSTEMS GmbH</b>		<b>Reference:</b> complaints: 2774599/ /1 (2006.05.16)	<b>opening date/ /data otwarcia:</b> 2006.05.18
<b>Part no./ indeks:</b> 000FP5465		<b>1 – team/zespół:</b> Sales Department Quality Department Production Department Manager Technology Department Production Construction Department Technology Department Operation Director Quality Management Representative	
<b>Name/Nazwa:</b> Pleated paper Plisowany mieszek			
<b>Nr sprawy:</b> 997.10.021.63			
<b>2 – problem description/opis niezgodności</b>			
Found: defective dimension – length of the pleated paper FP5468: about 590 mm (nominal dimension 609 mm with tolerance +20,-0). In dispatch of 672 pcs, there were 132 pcs damaged			
Znaleziono: wadliwy wymiar – długość mieszka FP5468: około 590 mm (wymiar nominalny to 609 mm w tolerancji +20, -0). W dostawie 672 sztuk, wadliwych było według wskazań klienta 132 sztuk			
Dispatch date of defective pieces/Data dostawy wadliwych mieszków: 2006.04.05			
Total quantity of defective pieces/Całkowita liczba wadliwych sztuk: 132/672			
<b>3 – root cause/przyczyny:</b>		<b>responsibility:</b>	
<b>3a. material, components/materiały, komponenty (N)</b>		0%	
<b>3b. man-power/człowiek (N)</b>		0%	
<b>3c. machine, tool/maszyna, narzędzie (Y)</b>		25%	
• Stability of curing process, Stabilność warunków wypalania,		technology	
<b>3d. method/metoda (Y)</b>		75%	
• Lack of nominal dimension – on the length for cutting pleating paper, before curing, brak wskazania nominalnego wymiaru – długości dla cięcia splisowanej bibuły, przed wypalaniem		technology	
• Packaging of warm filters/ lack of seasoning, pakowanie ciepłych filtrów/ brak sezonowania		technology	
• Not determine enough information about packaging method for pleated papers, niedookreślona metoda pakowania (wkładania do kartonów) mieszków		technology	

<p><b>4 – immediate actions/działania natychmiastowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Verification of the process, control plans, process instructions (completeness, actuality, availability), weryfikacja procesu technologicznego, planów kontroli, instrukcji (kompletność, aktualność, dostępność)</i></li> <li>• <i>Define on pleating process nominal dimension for length of the pleated paper (change in control plan), zdefiniowanie nominalnego wymiaru na etapie cięcia splisowanej bibuły (620 +/- 5) (zmiana w planie kontroli)</i></li> <li>• <i>Seasoning of final product (24h) before packaging (change in control plan), sezonowanie finalnego mieszka (24h) przed pakowaniem (zmiana w planie kontroli)</i></li> <li>• <i>Training of people on packaging process (after curing of the paper) szkolenie dla operatorów w szczególności w odniesieniu do etapu przekładania z koszy (po wypalaniu) do kartonów (przed wysyłką)</i></li> <li>• <i>Control of the dimensions after pleating process and before curing of the paper (each 10 pc), Kontrola wymiarowa na etapie cięcia mieszka (przed wypalaniem, próba co 10 sztuk)</i></li> <li>• <i>100% of the control for final product, 100% kontrola wymiarowa wyrobu finalnego</i></li> <li>• <i>100% of the control for filters in warehouse and on the transport –there are no filters in warehouse and in the transport , 100% kontrola mieszkań w magazynie wyrobów gotowych oraz w transporcie – brak filtrów na magazynie i w transporcie</i></li> <li>• <i>sticking the labels: „100% tested” on the bulk boxes – implementation of this label temporary for next few dispatches, oklejanie naklejką „100% tested” na kartonach - wprowadzenie takiej naklejki okresowo, na najbliższe wysyłki</i></li> </ul>	<p><b>responsibility/week</b></p> <p>production/20 done – necessary to change control plans, new drawings for pleating, process wykonano – konieczność zmian w planie kontroli i wydanie nowych rysunków,</p> <p>production/20 done (team work), wykonano zespołowo</p> <p>production/20 done, min time for seasoning is 8 hours, określono czas na minimum 8h</p> <p>production/20 done, wykonano</p> <p>production/20 done, wykonano</p> <p>production &amp; quality/20 done M.Konury, wykonano</p> <p>production &amp; quality/20 N/A, nie dotyczy braku filtrów na magazynie i w transporcie</p> <p>production label done, we will use them during next 3 deliveries, naklejka wykonana zespół określił użycie jej na 3 wysyłki</p>
---	---

<p><b>5 – long term corrective actions/ działania korygujące długoterminowe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• change of the oven for the newest one (possibility for monitoring of curing parameters), zmiana obecnego pieca (wypalanie) na urządzenie nowocześniejsze (jednokierunkowe, monitorowanie parametrów wypalania etc.)</li> <li>• correction of the control plan (find nominal dimension for length after pleating and before curing process, set-up the control after pleating and on final product, seasoning of the pleated papers), korekta planu kontroli (wskazanie wymiaru nominalnego długości mieszka przed wypalaniem, ustanowienie kontroli po cięciu i na wyrobie finalnym, sezonowanie mieszkań)</li> <li>• set-up of standard packaging method (after curing process) and change of the bulk boxes, ustanowienie standardu pakowania (przenoszenia z koszy do kartonów) oraz zmiana wzoru kartonu</li> <li>• drawing of the filter for pleating proces, opracowanie rysunku technicznego na plisowanie</li> <li>• set-up of the rules for dosing the glue, ustanowienie zasad dozowania kleju</li> <li>• training of workers, szkolenie operatorów, zwrócenie uwagi na dokonane zmiany technologiczne</li> </ul>	<p><b>responsibility/implementation. week (date)/odp./data wdrożenia:</b>  technology/23  In progress, w trakcie uruchamiania</p> <p>technology/21  done, wykonanał przegląd i akceptację wykonał zespół</p> <p>technology/21  In control, w trakcie kontroli</p> <p>technology/24  done, wykonał</p> <p>technology/ 23  done sample, wykonano wzorzec</p> <p>technology 24  (17.06.2006)  during production, done, przy produkcji na bieżąco</p>
<p><b>6 – verification/ocena skuteczności:</b>  <b>6a – verification (immediate actions)/ocena skuteczności (działania natychmiastowe):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• control of the length after pleating process (each 10 pc), kontrola wymiarowa długości cięcia mieszka według planu próbkowania (co 10 sztuka);</li> <li>• 100% of control for final filters, kontrola 100% wyrobu finalnego</li> </ul> <p><b>6b – verification (long term corrective actions)/ ocena skuteczności (działania korygujące długoterminowe):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• control of the length after pleating process (each 10 pc), kontrola wymiarowa długości cięcia mieszka według planu próbkowania (co 10 sztuka)</li> </ul>	<p><b>responsibility/week (date)/ odp./data wdrożenia:</b>  production &amp; quality/21</p> <p>production &amp; quality/21</p> <p>production &amp; quality/24</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% of control for final filters, kontrola 100% wyrobu finalnego</li> <li>• ppm analyze, analiza ppm</li> </ul>	production & quality/24  production & quality/24
<b>7 – permanent corrective action &amp; preventive action / ciągle działania korygujące oraz działania zapobiegawcze:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trainings of workers, szkolenia stanowiskowe operatorów</li> <li>• analyze of measurement cards – ppm, analiza zapisów z kart pomiarowych – ppm</li> <li>• monitoring of curing process, monitorowanie procesu wypalania</li> <li>• monitoring of glue dosage, monitorowanie dozowania kleju</li> <li>• replace current oven by new one, zastąpienie obecnego pieca do wypalania filtra</li> <li>• temporary PFMEA and corection of the control cards, okresowe PFMEA oraz ewentualna korekta kart kontrolnych</li> </ul>	
<b>8 – closing/zakończenie:</b> <u>copy sent to/kopia dla:</u>	<b>Closing date/data zamknięcia:</b> 17.06.2006  <b>signature/ podpis:</b> QM representative

W dalszej części niniejszego rozdziału omówione zostaną najczęściej przytaczane w literaturze i stosowane w praktyce narzędzia i techniki zarządzania jakością.

## 1. Burza mózgów

Burza mózgów jest stosowana w celu znalezienie w krótkim okresie wielu pomysłów przez grupę pracowników. Wykorzystywana jest wtedy, gdy zaistnieje potrzeba uzyskania szerokiego spektrum różnorodnych opcji, wskazania oryginalnych, twórczych pomysłów oraz gdy wymagane jest zaangażowanie grupy pracowników.

Po raz pierwszy metoda ta została zastosowana w 1963 r. w jednej z amerykańskich firm reklamowych. Składa się z **dwóch sesji: twórczej**, na której zgłaszane są pomysły, oraz **oceniającej**, na której dokonywana jest ich weryfikacja.

Na sesji twórczej uczestnicy zgłaszają możliwie największą liczbę pomysłów, nie poddając ich jednocześnie krytyce.

Burza mózgów realizowana jest w trzech fazach<sup>332</sup>:

- faza pierwsza obejmuje prace przygotowawcze do przeprowadzenia prawdziwej burzy mózgów,
- faza druga dotyczy poszukiwania pomysłów i stanowi właściwą burzę mózgów,
- faza trzecia to zestawienie, ocena i wybór najlepszych pomysłów.

W trakcie prowadzenia burzy mózgów istotne jest przestrzeganie podstawowych zasad:

- żadnego krytycyzmu, żeby nie była dokonywana ocena pomysłów przed ich wyjawieniem,
- niedokonywanie oceny i niewyrażanie żadnych pochwał, co może wskazywać na to, że kolejny pomysł nie jest już taki dobry, kreatywność i ocena nie mogą iść ze sobą w parze,
- im więcej, tym lepiej – badania wykazały, że istnieje bezpośrednia relacja między liczbą wszystkich pomysłów a liczbą pomysłów dobrych,
- niekonwencjonalność myślenia, nieukrywanie żadnych pomysłów,
- wykorzystywanie pomysłów innych uczestników dla kreowania własnych,
- zachęcanie uczestników do szybkiego wyrażania pomysłów,
- dokumentowanie pomysłów w sposób umożliwiający wgląd wszystkich uczestników.

Niewerbalną formą burzy mózgów jest brainwriting<sup>333</sup>. Uczestnicy grupy zapisują swoje pomysły na kartce, a następnie przekazują swoją kartkę drugiej osobie w celu stworzenia większej ilości pomysłów. Opisywana metoda znajduje zastosowanie przy próbie opracowania listy pomysłów na temat zbyt kontrowersyjny lub emocjonalny, aby można było przeprowadzić burzę mózgów, a także stwarza zachętę do uczestnictwa tych, którzy w trakcie burzy mózgów są zdominowani przez innych uczestników.

W literaturze można napotkać wiele wersji brainwritingu. Najczęściej opisywane są **dwie wersje**. Dla pierwszej charakterystyczne są następujące działania:

- uczestnicy siadają dookoła stołu, prowadzący przekazuje grupie temat sesji lub pytanie,

---

<sup>332</sup> M.in. C.C. Pages, *Total Quality Management, A survey of Its Important Aspects*, State University of New York of Buffalo, 1995, s. 127 – 135.

<sup>333</sup> Ibidem, s. 85.

- każdy z uczestników zapisuje swoje pomysły na papierze, po napisaniu czterech pomysłów odkłada kartkę na środek stołu i bierze inną (kartkę innego uczestnika) – nowe pomysły (do czterech) dodawane są do poprzedniej listy i znów kartka wraca na środek stołu i proces się powtarza,
- ćwiczenie kończy się po około 10-15 minutach po tym, jak nikt już nic nie dopisuje, następnie kartki z pomysłami zostają zebrane i przygotowane w celu podjęcia dalszej dyskusji.

Dla drugiej wersji charakterystyczne są następujące czynności:

- sześciu ludzi siada dookoła stołu, prowadzący narzuca temat lub stawia pytanie,
- każda osoba zapisuje trzy pomysły,
- po pięciu minutach kartki są podawane osobie siedzącej po lewej stronie,
- proces jest kontynuowany w pięciominutowych blokach do momentu, w którym każdy ma przed sobą swoją kartkę.

## 2. Schematy opisowe (wykresy prezentacyjne)

Wykresy sporządzane w różnej formie znacznie skuteczniej przyciągają uwagę na wystawie, prezentacji, w czasopiśmie, książce aniżeli zbiór danych zawartych w tabeli czy nawet pojedynczym szeregu statystycznym. Często zestawienie określonych wartości lub pokazanie pewnych tendencji ułatwia analizę aktualnego stanu i unaocznia problemy, które powinny zostać rozwiązane. Z drugiej strony **schematy opisowe** świetnie nadają się do różnego rodzaju podsumowań, prezentacji i przedstawiania efektów pracy<sup>334</sup>. Jest to powszechnie stosowane narzędzie, a przyczynia się do tego świadomość, że:

- graficzne przedstawienie struktury pewnej zbiorowości czy dynamiki pewnego zjawiska znacznie lepiej odzwierciedla prezentowane w tabeli dane liczbowe,
- przyswojenie wszelkiego rodzaju informacji dotyczących liczb, tendencji czy zmian przedstawionych w postaci schematu opisowego zajmuje znacznie mniej czasu niż studiowanie tabel, zawierających dziesiątki danych liczbowych,
- nowoczesna technika komputerowa dostarcza ogromnych możliwości wykorzystania tego narzędzia: arkusze kalkulacyjne, programy graficzne, programy do prezentacji, nawet edytory tekstów zawierają narzędzia, umożliwiające szybkie i łatwe wykorzystanie schematów opisowych.

---

<sup>334</sup> E. Kreier, J. Łuczak, op.cit., s. 286.

Graficzne przedstawienie danych ułatwia zadanie, gdyż poszczególne elementy struktury zbiorowości i istniejące między nimi różnice same „rzucają się w oczy” i nie wymagają żadnych obliczeń, mających na celu ustalenie, o ile jedna zbiorowość uwidoczniiona w tabeli jest większa lub mniejsza od drugiej (dotyczy to również wykresów ilustrujących dynamikę zjawisk).

Stosowanie tych narzędzi służy organizacji do prezentacji wyników prowadzonych analiz nie tylko wewnątrz przedsiębiorstwa – kierownictwu i pracownikom, ale również może być wykorzystywane do prezentowania rezultatów na zewnątrz np. auditorom, a przede wszystkim klientom. Bardzo często narzędzia te znajdują zastosowanie w zarządzaniu jakością przy opracowywaniu harmonogramów prac, prezentacji wyników dotyczących kosztów jakości, wyników analiz, np. reklamacji, rezultatów analiz marketingowych, prezentacji samej firmy.

### Cechy wykresów

**Warunkiem spełnienia przez wykres postawionych celów jest jego staranne wykonanie oraz umiejętne dobranie typu wykresu do prezentowanego zjawiska.**

Wykres powinien mieć:

- tytuł informujący o tym, co przedstawia,
- legendę (objaśnienie) wyjaśniającą znaczenie poszczególnych znaków, deseni, symboli, kolorów itp.
- przyjętą skalę, podziałkę.

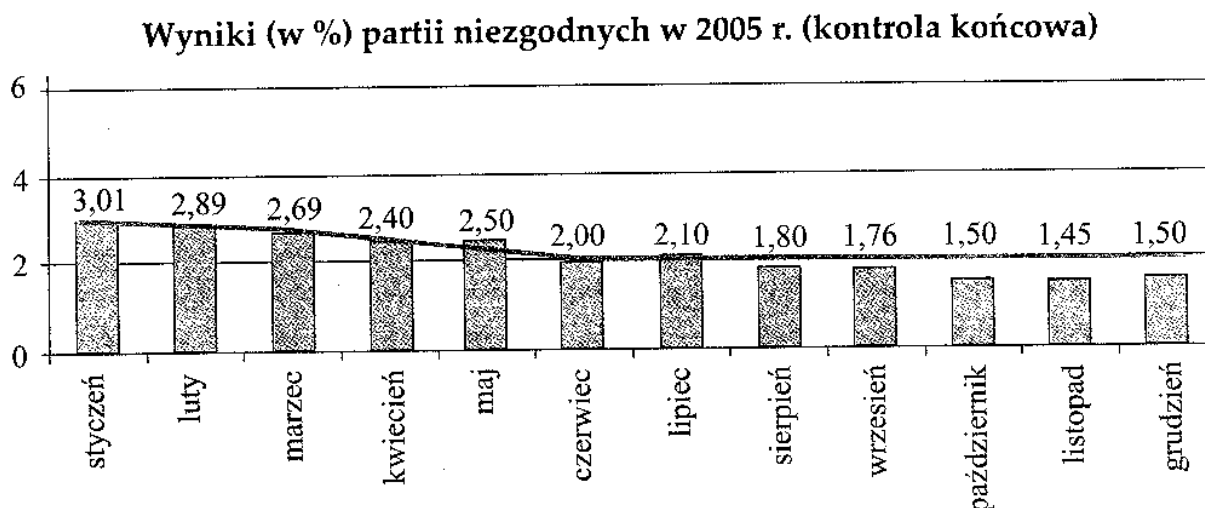
Schematy opisowe (wykresy prezentacyjne) mogą być przygotowywane w bardzo różnorodnej postaci, w zależności od tego czego mają dotyczyć. Mogą to być schematy powierzchniowe, np. kolumnowe, kołowe, rzadziej prostokątne i trójkątne, schematy tendencji czy schematy obrazkowe.

### Wykresy powierzchniowe

Wykresy powierzchniowe są graficzną formą przedstawiania danych liczbowych za pomocą figur geometrycznych lub obrazków (symboli), gdzie rozmiary powierzchni są dostosowane do wielkości zjawiska, które przedstawiają.

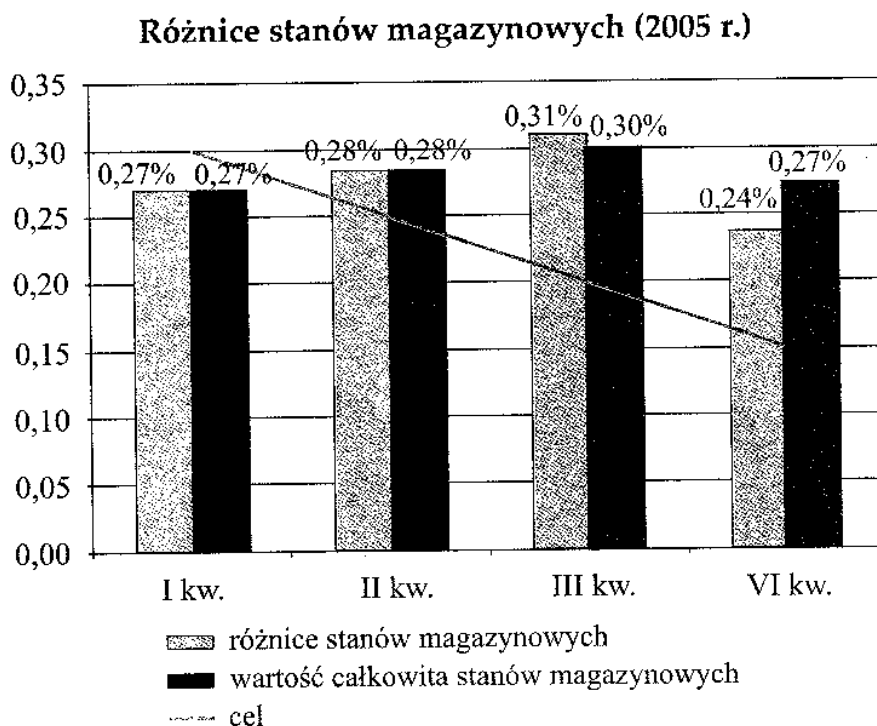
**Wykres kolumnowy.** Pierwszym reprezentantem tej grupy jest wykres kolumnowy, gdzie do zobrazowania zjawiska (szczególnie ilościowego) wykorzystuje się prostokąty<sup>335</sup>. Zastosowanie tego rodzaju wykre-

<sup>335</sup> N.R. Tague, op.cit., s. 46 – 48.



Rys. 23. Przykład wykresu kolumnowego

su daje możliwość przejrzystego i obrazowego porównania danych, również w dłuższym okresie. Kolumny odzwierciedlają ilość lub objętość danego zjawiska. Najczęściej są to prostokąty o równych podstawach i różnych wysokościach.



Rys. 24. Przykład wykresu kolumnowego (w %)

Przykład ujęty na rysunkach 23 i 24 dotyczy przedstawienia wyników procentowej wielkości partii niezgodnej w stosunku do wielkości wyprodukowanych wyrobów gotowych w poszczególnych miesiącach w 2005 r.

Z wykresu wynika, że procent partii niezgodnych w pierwszych pięciu miesiącach przekraczał założony cel, co skłaniało do podjęcia określonych działań. Skuteczna realizacja działań przyczyniła się do poprawy wyników, co można zauważyć w drugiej połowie roku.

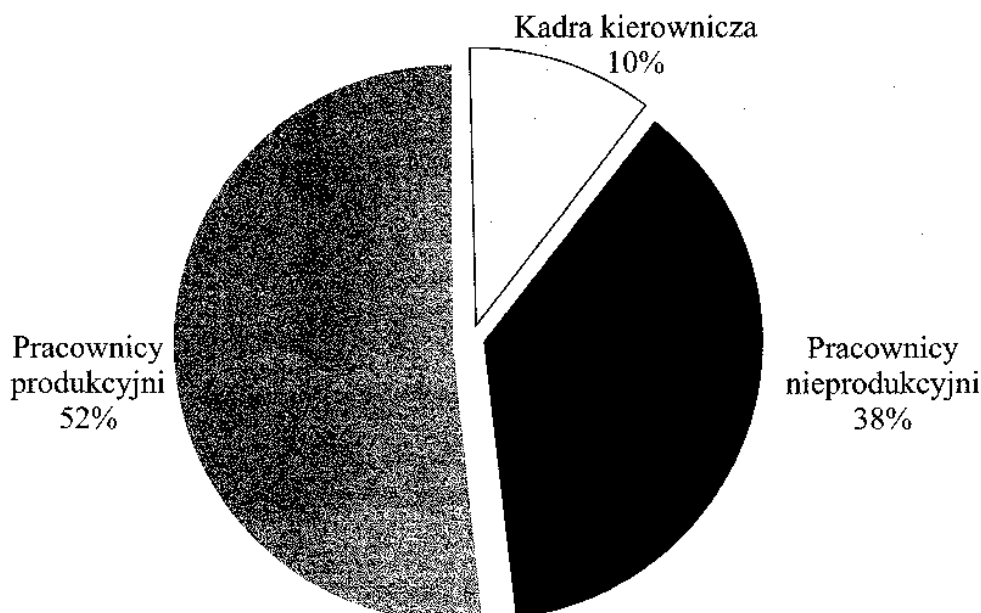
Użyteczność wykresu kolumnowego jest większa, jeżeli oprócz słupków przedstawiających zjawisko w danym okresie zostaną umieszczone równoległe słupki, dotyczące tego samego zjawiska, ale z innego okresu.

Porównanie wielkości słupków pozwala zauważyć, jaka jest różnica między procentowym udziałem materiałów wydanych lub przyjętych poza BOM w kwartale w stosunku do sprzedaży w danym kwartale oraz narastająco od początku roku w stosunku do sprzedaży.

**Wykres kołowy.** Kolejnym rodzajem schematów powierzchniowych jest wykres kołowy<sup>336</sup>. Przedstawia on obraz sytuacji w danym okresie (momencie), ale gorzej niż wykres kolumnowy ilustruje liczebność poszczególnych elementów. Natomiast szczególnie dobrze nadaje się do przedstawiania struktury badanej zbiorowości, np. udziału procentowego poszczególnych elementów w całości zjawiska. Powierzchnia koła jest odpowiednikiem ilustrowanej przez to koło wielkości danej zbiorowości. 1% odpowiada 3,6° co oznacza, że 100% odpowiada całemu kołu (360°).

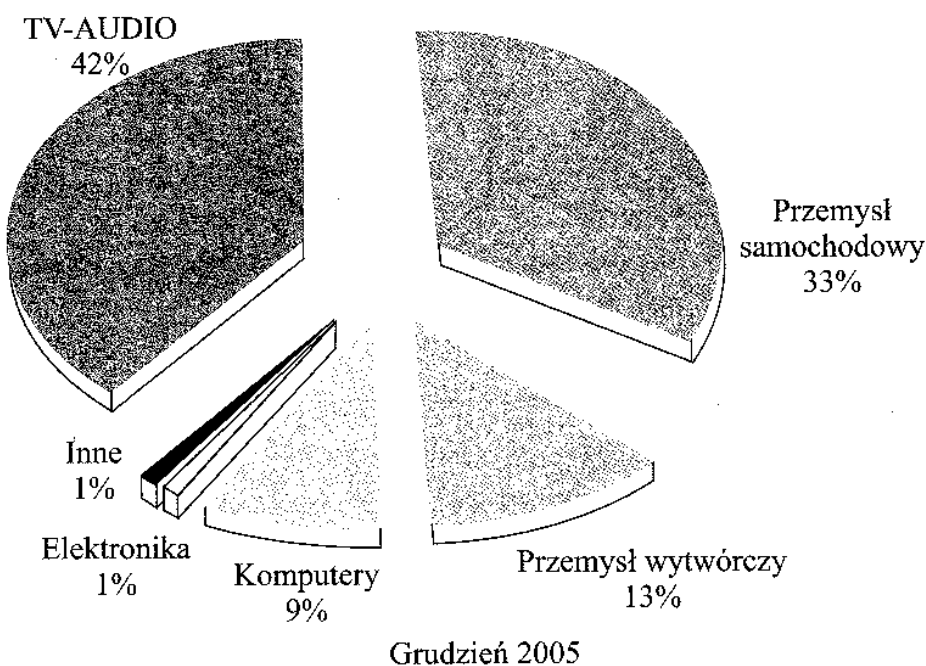
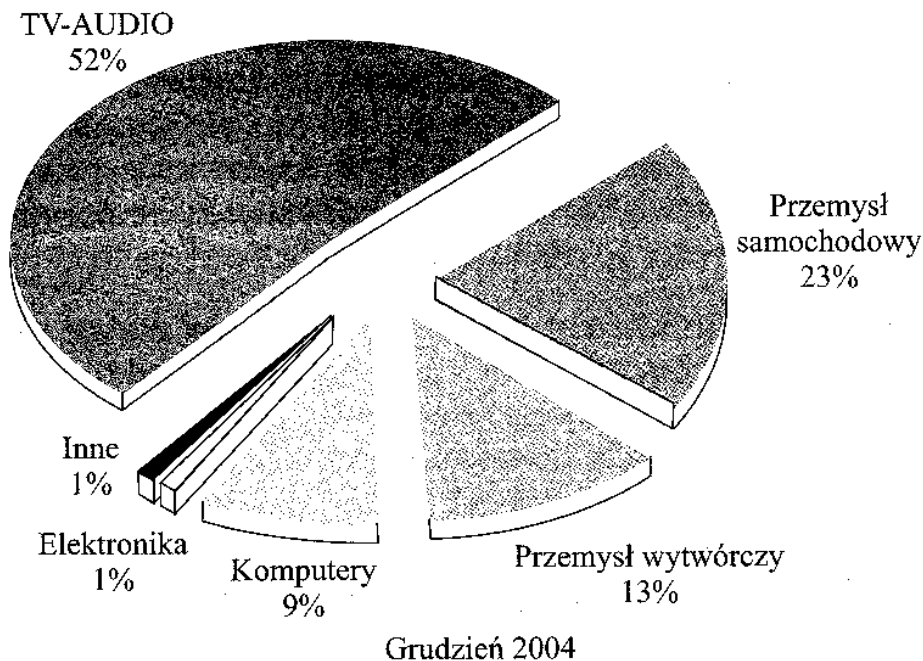
#### Przykład

Strukturę grup pracowniczych w przykładowym przedsiębiorstwie w grudniu 2005 r. przedstawia rysunek 25.



Rys. 25. Wykres kołowy

<sup>336</sup> Por. *Total Quality Tools*, PQ Systems, Dayton 1996, s. 202 – 206.



Rys. 26. Przykłady wykresu kołowego

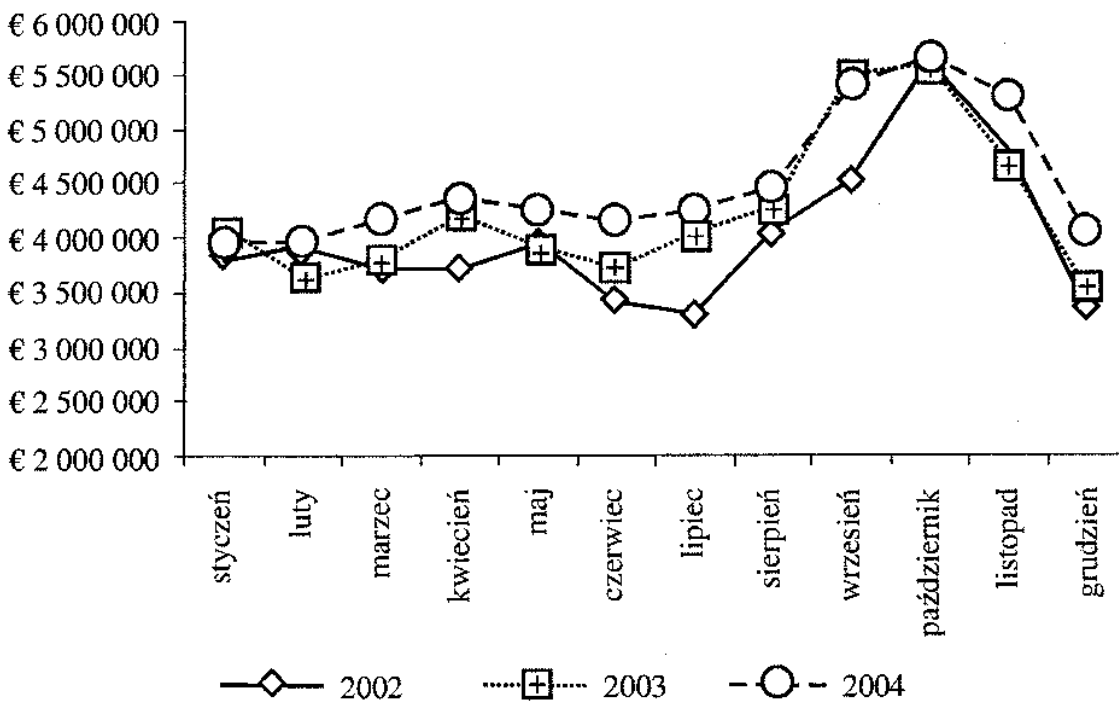
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów wewnętrznych firmy produkcyjnej

W podobny sposób można przedstawić np. strukturę udziału reklamacji, dotyczących poszczególnych wyrobów w stosunku do wszystkich reklamacji lub procentowy udział Polski w stosunku do państw europejskich, pod względem liczby posiadanych certyfikatów na zgodność z normami ISO serii 9000 i wiele, wiele innych. Możemy również zesta-

wić wykresy kołowe, dotyczące tego samego zjawiska w różnych okresach i w ten sposób przedstawić tendencje lub zmiany, jakie wystąpiły w danym okresie.

W poniższym przypadku może to być zwiększenie procentowego udziału sprzedaży wyrobów na rynek przemysłu motoryzacyjnego, z 23% na 33% w stosunku do roku 2004.

**Schemat tendencji.** Schemat kolumnowy najlepiej nadaje się do prezentacji ilościowej, schemat kołowy do prezentacji struktury. I chociaż w obu przypadkach mogliśmy zaobserwować pewne tendencje, jednak precyzyjniejszym narzędziem do takiej prezentacji jest schemat tendencji. Tworzony dla zilustrowania tendencji badanych zjawisk, równie dobrze nadaje się do porównywania wartości w różnych okresach i przedstawienia ich wielkości, tak jak to ukazano na rysunku 27.



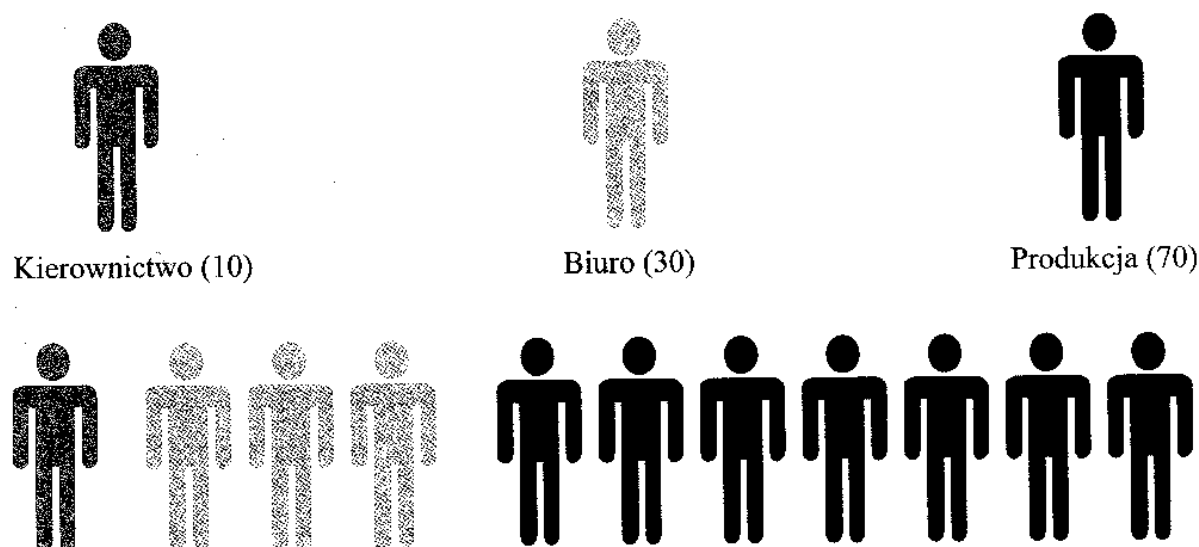
Rys. 27. Schemat tendencji

**Wykresy obrazkowe.** Wykresy obrazkowe prezentują dane liczbowe za pomocą znaków lub obrazków, odpowiadających swym wyglądem zbiorowości, którą mają prezentować, np. symbolem ludzi jest sylwetka człowieka, lasu - drzewo, samochodu - obrazek auta, a pieniędzy - moneta. W przypadku wykresów obrazkowych prezentacja poprzez zróżnicowanie wielkości symboli sprawia trudności, dotyczące obliczenia powierzchni figury o nieregularnym kształcie. Dlatego stosuje się róż-



nicowaną liczbę znaków tej samej wielkości (identycznego rozmiaru) i określa jaką liczebność prezentuje dany symbol. Jeżeli sylwetka człowieka reprezentuje pięciu ludzi, to dziesięć takich sylwetek reprezentuje grupę pięćdziesięcioosobową.

Wykresy obrazkowe nie odznaczają się dokładnością, bo ich celem jest raczej przyciągnięcie uwagi i skierowanie jej na prezentowane zjawisko.



Rys. 28. Sposób przedstawienia liczby pracowników przedsiębiorstwa z podziałem na grupy pracownicze

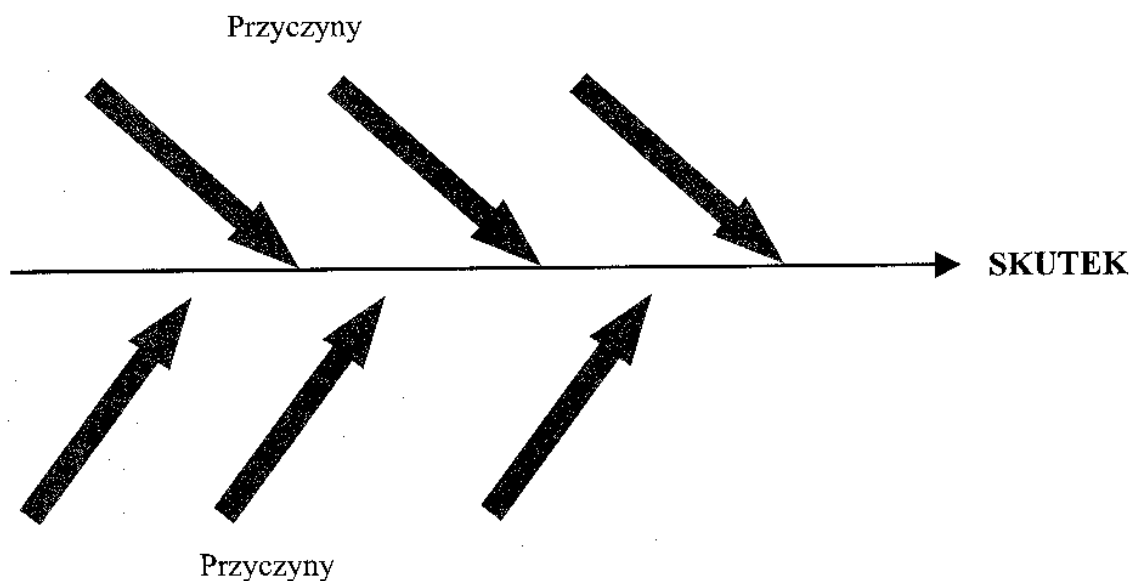
Prezentujemy strukturę według grup pracowniczych, a mnożąc liczbę figur przez wielkość wyobrażaną przez jedną z nich, wnioskujemy, że kierownictwo stanowi około 10 osób, biuro - około 30, produkcja - około 70 osób.

Schematy te jednak lepiej sprawdzają się w przypadku większych populacji, tj. powierzchnie lasów, ludność miast, wsi, liczba wyprodukowanych samochodów itd., gdzie dokładna liczebność zjawiska nie ma tak wielkiego znaczenia jak samo jego przedstawienie.

### 3. Diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy

Diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy, po raz pierwszy wykorzystany w Sumitomo Electric, stanowi obecnie bardzo powszechne narzędzie w zarządzaniu jakością. Jego istotą jest graficzna prezentacja analizy wzajemnych powiązań przyczyn wywołujących określony pro-

<sup>337</sup>. Doskonale sprawdza się w pracy zespołowej w połączeniu z innymi narzędziami i technikami zarządzania jakością, np. z burzą mózgów. Mówi się o nim jako o narzędziu hierarchizującym, którego zasadniczym celem jest pomoc w zlokalizowaniu przyczyn nurtującego nas problemu. Diagram Ishikawy często nazywany jest także schematem jodełkowym lub też schematem rybiej ości, wyglądem swoim bowiem przypomina jej kształt.



Rys. 29. Diagram „rybiej ości”

Do podstawowych cech omawianego diagramu można zaliczyć:

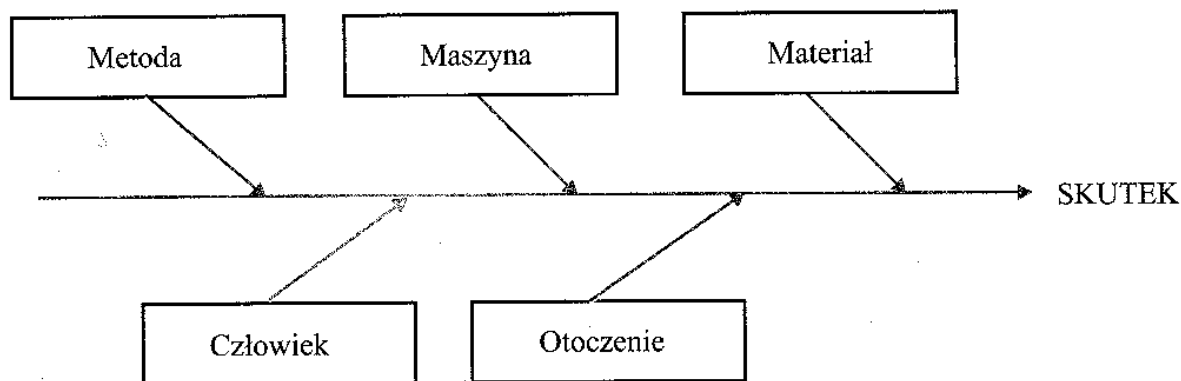
- uporządkowany przekaz informacji,
- trafność analizy,
- hierarchię danych,
- staranność,
- nacisk na lokalizację i eliminację przyczyn problemu.

### Układ 5M

Ogólny obraz schematu jodełkowego przedstawia rysunek 30. „Głowa ryby” symbolizuje analizowany problem, kręgosłup skupia promieniście rozmieszczone „oście” - grupy przyczyn powodujących tę niedogodność. Zadaniem zespołu jest właśnie wskazanie i uporządkowanie przyczyn. Dla mniej doświadczonych grup roboczych zaleca się analizę wykorzy-

<sup>337</sup> Por. m.in. G.F. Smith, op.cit., s. 110 – 112.

stującą układ 5M, proponujący pięć grup przyczyn, tj. siła robocza (*Manpower*), metoda (*Method*), maszyna (*Machinery*), materiał (*Material*), zarządzanie (*Management*):



Rys. 30. Typowe klasyfikacje kategorii 5M

- siła robocza - kwalifikacje, przyzwyczajenia, zadowolenie z pracy, staż, samopoczucie itp.,
- metoda - procedury, instrukcje, zakres obowiązków, specyfikacje, normy, prawo, reguły, know-how, technologia itp.,
- maszyna - licencja, trwałość, nowoczesność, wydajność, precyzja, bezpieczeństwo, warunki pracy itp.,
- materiał - surowce wejściowe, półfabrykaty, elementy, substytuty itd.,
- management - struktura organizacyjna, organizacja pracy, zmianowość, warunki pracy itp.

Dla doświadczonej grupy roboczej schemat jodełkowy może być bardzo pomocny przy wyróżnieniu grup przyczyn, wywołujących dany problem. Uwzględnienie tych grup stanowi gwarancję, że większość ważnych przyczyn znajdzie się na schemacie. Jednak w wielu wypadkach może okazać się konieczne zmodyfikowanie powyższych grup przyczyn, pominięcie niektórych i utworzenie nowych.

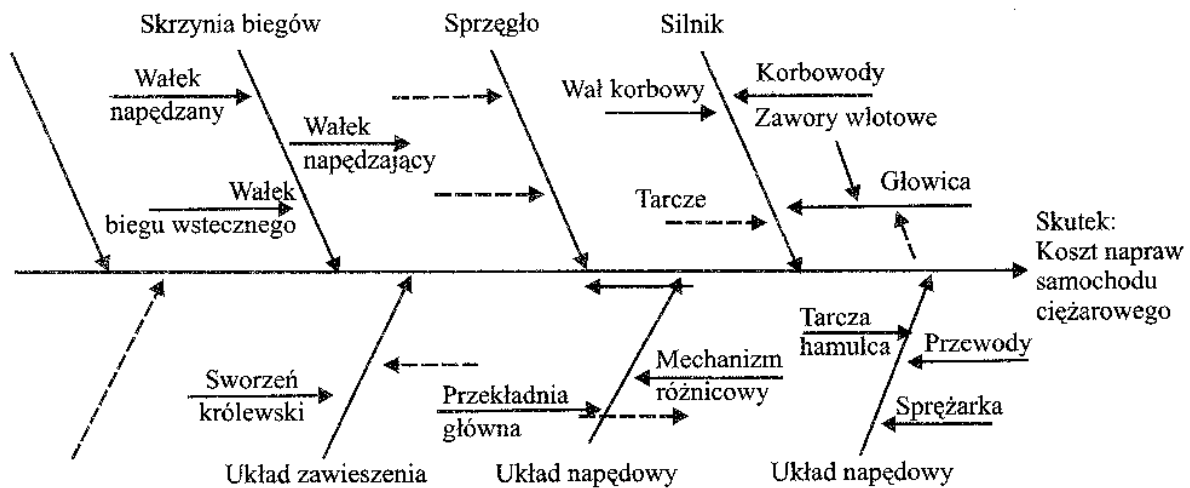
### Budowa diagramu

W budowie diagramu Ishikawy można wskazać następujące etapy działań<sup>338</sup>:

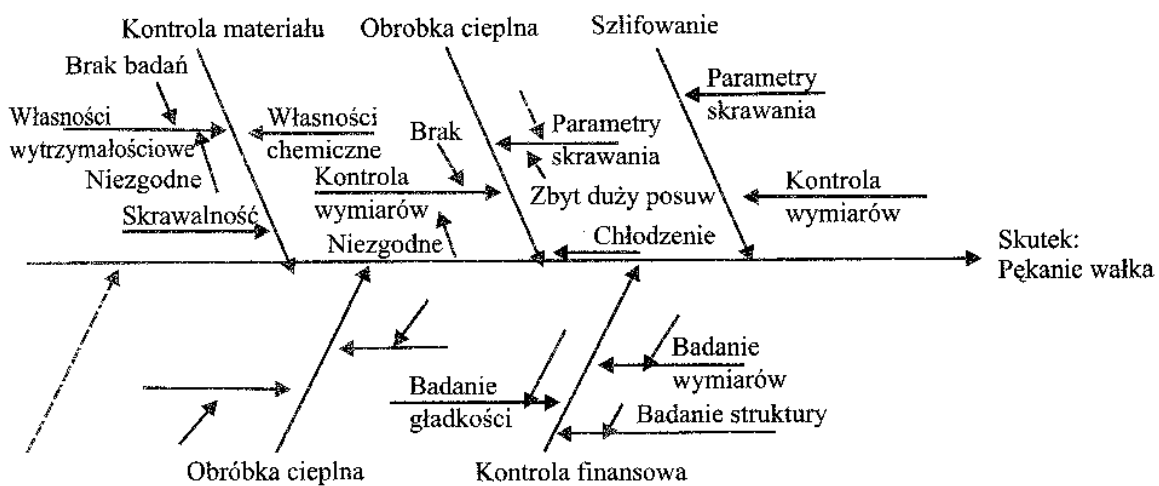
- identyfikacja problemu,
- inicjacja prac nad diagramem,

<sup>338</sup> M.in. C.C. Pages, op.cit., s. 97 – 100.

### Układ strukturalny przyczyn



### Układ technologiczny przyczyn

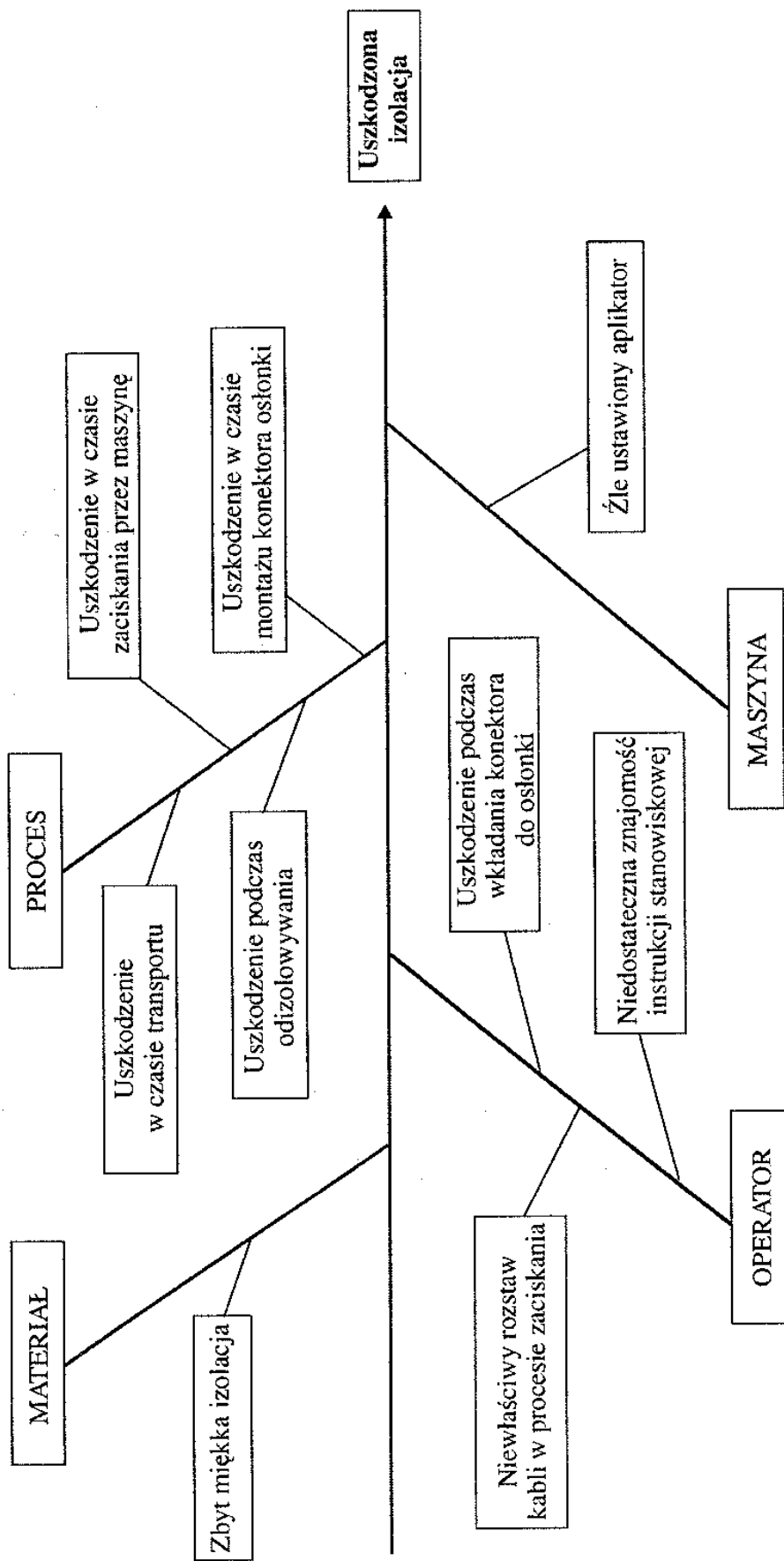


### Układ 5M



Rys. 31. Przykłady typowych klasyfikacji diagramu Ishikawy

Źródło: L. Wasilewski, *Statystyczne metody doskonalenia jakości produkowanych wyrobów*, Zetom, Warszawa 1994, s. 55



Rys. 32. Przykład wewnętrznego diagramu Ishikawy  
 Źródło: Materiały wewnętrzne firmy produkcyjnej

- określenie głównych grup przyczyn,
- uszczegółowienie diagramu,
- analiza diagramu.

Punktem wyjściowym jest zdefiniowanie problemu, który chcemy rozwiązać. Może to być efekt przeprowadzonej burzy mózgów, analizy Pareto czy też problem przysparzający największych kosztów.

Bardzo efektywnym sposobem wykorzystania schematu jodełkowego jest wystawienie go na widok publiczny, np. w korytarzu biurowca. Można to robić przed lub po wprowadzeniu przyczyn do schematu. Każda z przechodzących osób ma możliwość dodawania do diagramu swoich propozycji<sup>339</sup>. W ten sposób można uzyskać nie tylko wiele dobrych pomysłów, ale również dać tak wszystkim pracownikom, jak i osobom wizytującym przedsiębiorstwo szansę uczestnictwa. Uzupełniony schemat jest dowodem zaangażowania pracowników w sprawy własnego przedsiębiorstwa. Można także przedstawić do publicznego wglądu już kompletny schemat. Gdy spotyka się on z uwagami, należy je wtedy notować i uwzględniać w późniejszych analizach.

Wykorzystując inne metody, np. ABCD czy analizę Pareto, dokonujemy gradacji ważności przyczyn i sporządzamy plan działań korygujących. W miarę eliminowania poszczególnych przyczyn należy je wykreślać i odnotowywać na diagramie czas ich wygaśnięcia. Dobrze jest również zaznaczać przyczyny, które są aktualnie rozpracowywane. W ten sposób wszyscy zaangażowani w to działanie identyfikują się z przedsięwzięciami kształtującymi jakość.

#### 4. Metoda ABCD (Suzuki)

Bardzo prostą i chętnie stosowaną (szczególnie w pracach japońskich kół jakości) metodą określenia ważności, rangi poszczególnych przyczyn jest **metoda ABCD**. Jest ona stosowana, gdy nie wiadomo, które z przyczyn mają większy, a które mniejszy, a nawet wadliwy wpływ na rozpatrywaną kwestię. Inna jej nazwa to **metoda Suzuki**, pochodząca od nazwiska jej pomysłodawcy.

Dla efektywności metody ABCD ważne jest, aby przy jej realizacji uczestniczył **zespół pracowników**. Członkowie zespołu powinni być starannie dobrani, powinni być specjalistami w swojej dziedzinie, bezpośrednio związani z analizowanym problemem oraz odpowiednio umo-

<sup>339</sup> N.R. Tague, op.cit., s. 132.

tywowani i przeszkoleni w zakresie stosowania narzędzi i technik zarządzania jakością.

Posiadając odpowiedni zespół ludzi, możemy przystąpić do realizacji naszego zadania.

Prace wykonywane z zastosowaniem tej metody możemy podzielić na następujące etapy:

- uporządkowanie przyczyn,
- sporządzenie oraz wypełnienie tabeli indywidualnych wyborów rangi,
- sporządzenie oraz wypełnienie tabeli zbiorczej,
- uszeregowanie przyczyn według ważności (rangi).

Zgodnie z tym porządkiem w pierwszej kolejności musimy **uporządkować przyczyny**, które wywołują dany problem. W tym celu przyporządkowujemy każdej z nich (w dowolnej kolejności) kolejne cyfry lub kolejne litery alfabetu. Utworzoną w powyższy sposób listę przyczyn wpisujemy w przygotowaną już tabelkę indywidualnych wyborów rangi.

Tabela 11

#### Przyczyny wywołujące problem

Przyczyna		Ranga (znaczenie) przyczyny										Uwagi
symbol	nazwa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Źródło: J. Łańcucki (red.), *Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM*, Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2003, s. 226.

Tabelka, uzupełniona poprzez wpisanie odpowiednich symboli i odpowiadających im przyczyn, przekazywana jest wszystkim członkom zespołu. Zadaniem każdego z nich jest **indywidualne wypełnienie otrzymanej tabeli**, tzn. przypisanie każdej przyczynie odpowiedniego znaczenia (rangi) korzystając z dziesięciostopniowej skali oceny. Bardzo ważne jest, aby ocena ta była dokonywana z punktu widzenia rzeczywistego wpływu danej przyczyny na nasz problem. Dokonując oceny, stawiamy umówiony znak w odpowiedniej kolumnie. Im większy wpływ

danej przyczyny, tym mniejszą wartość z naszej skali ocen jej przyporządkujemy i odwrotnie, jeżeli przyczyna ma mniejsze znaczenie, przyporządkujemy jej większą wartość z naszej skali ocen.

Jest również inny sposób postępowania w tym punkcie analizy. Każdy z członków zespołu, określając wpływ przyczyn na nasz problem, wybiera dziesięć przyczyn jego zdaniem najważniejszych i ustala ich hierarchię w skali 1-10 punktów. Jednak przy tym sposobie wiele przyczyn z listy może zostać pominiętych w dalszej ocenie, dlatego też pozostaniemy przy ustalonym już porządku pracy.

Wypełnione tabele indywidualnych wyborów rangi, z przyporządkowaniem przyczynom odpowiedniej oceny, zostają zebrane od wszystkich członków zespołu i na ich podstawie wypełniona zostaje **zbiorcza tabela ocen**. Tę pracę można już wykonywać indywidualnie.

Tabela 12

Tabela ocen

Przyczyna		Ranga (znaczenie) przyczyny										Skorygowana suma znaczeń	Liczba odpowiedzi nieskreślonych	Wskaźnik rangi	Ranga	
Symbol	Nazwa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					

Źródło: Jak do tab. 11, s. 227.

Proces wypełniania zbiorczej tabeli ocen przebiega następująco.

- Z tablic indywidualnych wyborów rangi przenoszone są na tablicę zbiorczą informacje o symbolu, nazwie przyczyny i hierarchii ważności przyczyny.
- Spośród przyznanych znaczeń usunięte zostają odpowiedzi skrajne, w celu wyeliminowania odpowiedzi chybionych.
- Kolejnym krokiem jest obliczenie skorygowanej sumy znaczeń.



Skorygowana suma znaczeń jest to suma iloczynów liczby przyznaných znaczeń i rangi przyczyny. Dla lepszego zobrazowania zagadnienia posłużymy się przykładem podanym w tabeli 13, dotyczącym problemów przy wdrażaniu systemu zarządzania jakością. Zespół roboczy liczy dziesięć osób.

Tabela 13

## Problemy przy wdrażaniu systemu zarządzania jakością (przykłady)

Przyczyna		Ranga (znaczenie) przyczyny										Skorygowana suma znaczeń	Liczba odpowiedzi nieskreślonych	Wskaźnik rangi	Ranga	
symbol	nazwa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	brak przeszkolenia załogi		2	4	3	1							28	9	3,11	2
B	zła organizacja pracy przy wdrażaniu systemu	1	4	3	2								25	9	2,78	1
C	zbyt skomplikowana dokumentacja systemowa			1	2	3	3	1					41	8	5,125	3

Źródło: Jak do tab. 11, s. 228.

Dla przyczyny A skorygowana suma znaczeń wyniesie:

$$(2 \cdot 2) + (4 \cdot 3) + (3 \cdot 4) = 4 + 12 + 12 = 28$$

- Mając powyższe dane przystępujemy do obliczenia wskaźnika rangi. Wskaźnik rangi jest ilorazem danych z kolumny „Skorygowana suma znaczeń” oraz danych z kolumny „Liczba odpowiedzi nieskreślonych”.

W naszym przypadku wynosi on:  $\frac{28}{9} = 3,11$ .

Takie same obliczenia wykonujemy dla pozostałych przyczyn.

Kolejnym krokiem jest **uszeregowanie wskaźników rangi od wartości najmniejszej do największej**. Tak uszeregowanym wskaźnikom przypisujemy kolejne liczby porządkowe, zaczynając od jeden, a kończąc na  $n$ , w zależności od liczby przyczyn. W analizowanym przypadku okazało się, że najpoważniejszą przyczyną, którą powinniśmy zająć się w pierwszej kolejności, jest złe zorganizowanie prac przy wdrażaniu systemu jakości. Na drugim miejscu znalazło się złe przeszkolenie załogi, a na trzecim zbyt skomplikowana dokumentacja systemowa.

Jak widać, jest to bardzo prosta, a zarazem efektywna metoda. Pozwala wybrać najważniejsze przyczyny i zawęzić bezpiecznie pole naszych działań. Może być z powodzeniem stosowana we wszystkich przedsiębiorstwach bez względu na profil działalności, jaki prezentują.

## 5. Diagram Pareto-Lorenza

Diagram Pareto jest narzędziem umożliwiającym hierarchizację czynników, wpływających na badane zjawisko. Jest graficznym obrazem, pokazującym zarówno względny, jak i bezwzględny rozkład rodzajów błędów, problemów lub ich przyczyn<sup>340</sup>. Bardzo często pracownicy stają wobec dużej liczby problemów, które chcieliby rozwiązać od razu, przeceniając swoje możliwości. Gdy następuje decyzja o rozwiązaniu jakiegoś problemu, okazuje się, że często składa się na niego bardzo wiele przyczyn, z których jedne mają bardzo istotną wagę, a inne są bez znaczenia.

Diagram jako narzędzie statystyczne został rozpowszechniony przez **Josepha M. Jurana**, który zajmował się analizą nierównomiernego rozkładu strat jakości. W czasie swoich badań zetknął się z wynikami prac włoskiego ekonomisty i socjologa Vilfreda Pareto, który prowadził badania nad rozłożeniem zasobów kapitałowych w Europie na początku XIX wieku. Dowiódł, że bogactwo było domeną nielicznych, natomiast biedota była zjawiskiem nad wyraz częstym. Na tej podstawie stworzył regułę 80/20 – mówiącą, że występowanie większości zdarzeń można zaobserwować w małym fragmencie rzeczywistości. Okazało się, że około 20% społeczeństwa posiada w swoim władaniu 80% całkowitego majątku. Diagram Pareto opiera się na prostym wykresie słupkowym (przedstawiają dane w porządku malejącym), na który nanosi się liniowy wykres wartości skumulowanych. W przypadku zastosowania tej metody

<sup>340</sup> J.J. Dahgaard, K. Kristesen, G. K. Kanji, op.cit., s. 91.

w praktyce zarządzania jakością należy skupić się na przeprowadzeniu działań korygujących właśnie w stosunku do tych najistotniejszych 20% przyczyn niezgodności.

W praktyce analizę Pareto stosuje się, gdy chce się wyeliminować:

- zjawiska o największej częstotliwości występowania,
- przyczyny tworzenia największych kosztów.

Tryb postępowania podczas opracowywania analizy wymienionych celów jest następujący:

- określamy listę przyczyn,
- wybieramy kategorie wpływające na interesujące nas zjawisko,
- określamy przedział czasowy analizy,
- gromadzimy dane,
- tworzymy tabelę i skalujemy osie,
- tworzymy wykres słupkowy (pamiętając o porządku malejącym),
- obliczamy i w końcu nanosimy wartości skumulowane na wykres,
- analizujemy wykres.

W przypadku analizy złożonych grup czynników wskazane jest dokonanie ponownej analizy dla podgrup tych czynników. Oznacza to podział wytypowanych w czasie analizy grup czynników na części składowe i powtórna analizę. Postępowanie to prowadzi do odnalezienia najistotniejszych czynników, mających wpływ na liczbę ujawnionych niezgodności lub na koszty, jakie te niezgodności powodują.

W celu przybliżenia sposobu postępowania podczas wykonywania analizy Pareto prześledźmy niżej przedstawiony przykład.

#### Przykład

W pewnej firmie produkującej pojazdy użytkowe w ostatnich dwóch kwartałach stwierdzono znaczny wzrost kosztów serwisu. Aby skutecznie przeciwdziałać temu zjawisku, postanowiono przeprowadzić analizę usterkowości z zastosowaniem metody Pareto-Lorenza. W tym celu stworzono kategorie. Zostały nimi grupy konstrukcyjne pojazdu, ponieważ były powszechnie znane i stosowane w firmie, jednocześnie ich liczba umożliwiała przejrzyste przedstawienie wyników przeprowadzanej analizy. Następnie określono przedział czasowy, za który przyjęto kwartał. Decyzję tę podjęto, analizując liczbę reklamacji zgłaszanych miesięcznie. Kolejnym krokiem było gromadzenie danych, w tym celu opracowano odpowiedni formularz, który wypełniano przy każdej naprawie gwarancyjnej. Dane z formularzy przenoszono do specjalnie w tym celu stworzonej bazy danych.

Tabela 14

## Liczba usterek przypadająca w serwisie

Grupa konstrukcyjna	Koszt naprawy (w zł)	Procent całej sumy – koszty	Skumulowany % kosztów
Silnik	36 000,00	41,67	41,67
Zawieszenie	18 000,00	20,83	62,50
Wskaźniki	16 800,00	19,44	81,94
Pneumatyka	5 100,00	5,90	87,84
Zbiornik Paliwa	3 400,00	3,94	91,78
Oświetlenie	2 700,00	3,13	94,91
Rama	1 800,00	2,08	96,99
Szyby	1 000,00	1,16	98,15
Hydraulika	900,00	1,04	99,19
Powłoka lakiernicza	700,00	0,81	100

Na tej podstawie uporządkowano dane, przeliczono wartości procentowe, a następnie skumulowane, aby w końcu przejść do fazy tworzenia wykresu. Pierwszy powstał wykres słupkowy, na który naniesiono wartości skumulowane i połączono je linią.

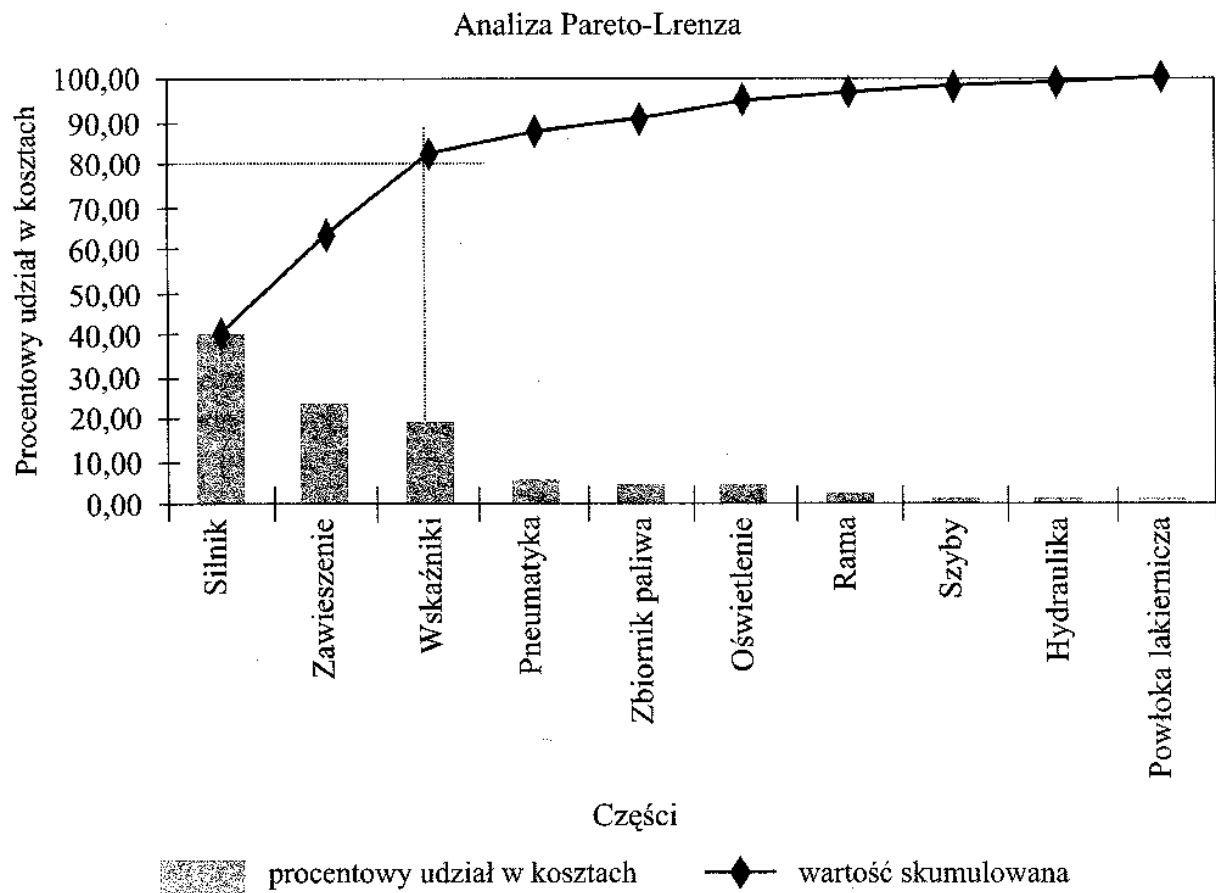
Okazało się, że niewralgicznymi grupami konstrukcyjnymi są: silnik, zawieszenie oraz wskaźniki i że w pierwszej kolejności należy zająć się tymi właśnie grupami. Grupy te powodują około 80% wszystkich usterek, z jakimi ma do czynienia serwis.

Innym przykładem jest zestawienie najczęściej powtarzających się błędów, znajdujących podczas kontroli końcowej w firmie produkującej wiązki przewodowe. Na podstawie sporządzanych raportów nieprzydatności zestawiono rodzaje występujących błędów i określono, które z niezgodności występują najczęściej.

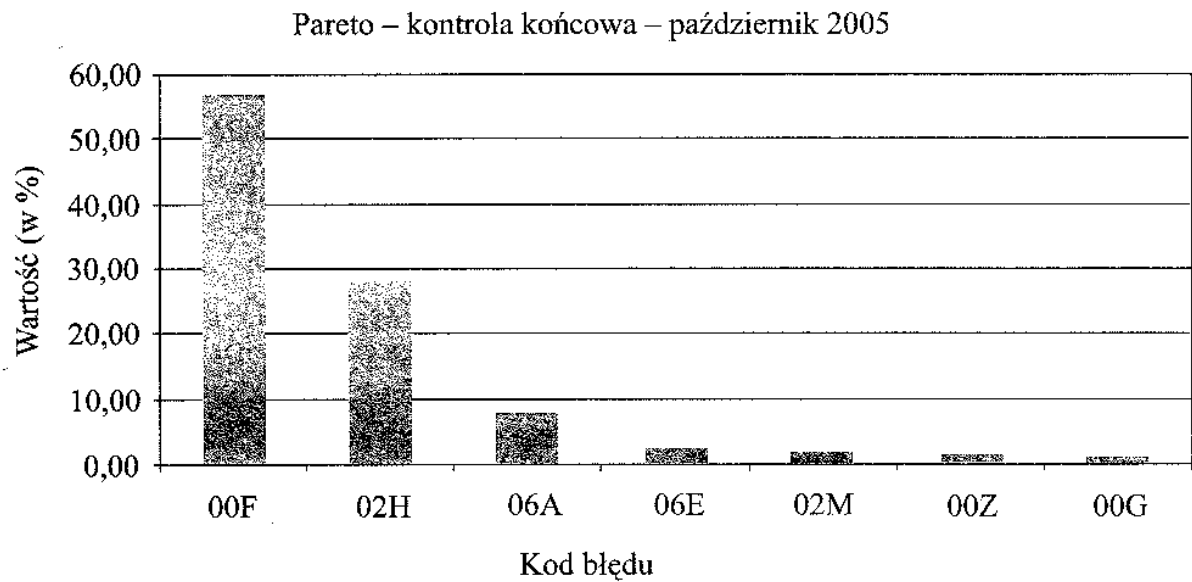
Dla czytelniejszej identyfikacji stworzono listę kodów, określających poszczególne rodzaje błędów:

- 00F – niezgodny wygląd zacisku,
- 02H – zła pozycja polaryzacji,
- 06A – niedociśnięty konektor,
- 06E – nieprawidłowy zaczep konektorów,
- 02M – brak kabla,
- 00Z – wadliwy zacisk konektora,
- 00G – uszkodzone złącze.

Wykres na rysunku 34 wskazuje na następujące, najczęściej pojawiające błędy: niezgodny wygląd zacisku, złą pozycję polaryzacji oraz niedociśnięty konektor.



Rys. 33. Wykres Pareto-Lorenza



Rys. 34. Wykres Pareto-Lorenza

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów wewnętrznych firmy produkcyjnej

Analiza posłużyła przygotowaniu i wdrożeniu odpowiednich akcji zgodnie z cyklem PDCA.

Metoda Pareto-Lorenza wykorzystywana jest zamiennie z metodą Suzuki, często nazywaną również analizą ABC. Różnica między nimi polega na formie prezentacji. Analiza Pareto-Lorenza stosowana jest częściej ze względu na przystępniejszą formę. Ten sam sposób podejścia możemy stosować w bardzo licznych przypadkach w dowolnych branżach i przy rozwiązywaniu różnych zagadnień. Wykres Pareto-Lorenza ułatwia analizę możliwości uzyskania poprawy jakości przy ograniczonych nakładach, a ponadto identyfikuje te problemy, które powinny być rozwiązywane w pierwszej kolejności.

## 6. FMEA – analiza skutków i przyczyn potencjalnych błędów

Doświadczenia przedsiębiorstw dowodzą, że 75% przyczyn wszystkich błędów leży w fazie projektowania wyrobu. Jednak w tej fazie ich wykrywalność jest niewielka, o czym świadczy fakt, że 80% błędów ujawnia się w czasie produkcji, kontroli i u klienta. Taki stan rzeczy powoduje bardzo duże straty, a przede wszystkim wzrost kosztów związanych z korygowaniem, naprawą, stratą czasu, utratą klientów itd.

Chociaż inżynierowie w Stanach Zjednoczonych i Japonii stosowali już wcześniej analizy typu FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), pierwszy raz formalnie zastosowano FMEA w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych, w przemyśle kosmicznym. Najczęściej metoda ta stosowana jest w gałęziach przemysłowych, produkujących wyroby wysokiego ryzyka (lotnictwo, wojsko), w elektronice, przemyśle maszynowym, a szczególnie w przemyśle samochodowym. Przykładem może być zdobywający coraz większą popularność standard QS-9000<sup>341</sup>, w którym stosowanie analizy FMEA jest jednym z obowiązkowych wymagań, stawianych przed przedsiębiorstwami zainteresowanymi otrzymaniem certyfikatu QS-9000.

FMEA jako zdyscyplinowana technika umożliwiająca identyfikację błędów i pomoc w ich wyeliminowaniu, powinna być przynajmniej rozpatrzona, a jeżeli jest to możliwe – wykorzystana przez wszystkie przedsiębiorstwa, dążące do zapobiegania błędom i uznające politykę ciągłego doskonalenia.

---

<sup>341</sup> J. Łuczak, T. Bramorski, *QS-9000 System jakości dostawców na rynek motoryzacyjny*, Quality Progress, 1999.

Na FMEA składają się działania, które mają na celu:

- rozpoznanie i ocenę potencjalnych błędów, mogących wystąpić w wyrobie lub procesie, oraz skutków ich wystąpienia,
- identyfikację działań, które mogłyby wyeliminować lub przynajmniej ograniczyć szanse wystąpienia potencjalnych błędów,
- udokumentowanie procesu.

Podjmując decyzję o przeprowadzeniu analizy FMEA, należy określić cel i zakres, jaki ma obejmować.

Jednym z najważniejszych czynników, decydujących o sukcesie przy wdrażaniu FMEA jest wybór odpowiedniego momentu przeprowadzenia analizy. Oznacza to, że naszą analizę powinniśmy wykonać „przed wydarzeniem”, a nie po fakcie. Aby osiągnąć jak największe korzyści, FMEA musi być wykonana przed nieświadomym „wprojektowaniem” błędów do wyrobu lub procesu. Czas zużyty na początku na dobre wykonanie FMEA (na etapie projektowania wyrobu lub procesu), kiedy to można łatwo i tanio dokonać zmian w projektowanym wyrobie czy procesie, ogranicza problemy związane z wprowadzaniem zmian. FMEA może zredukować lub wyeliminować potrzebę wprowadzania zmian korygujących, które mogą doprowadzić w późniejszych etapach do jeszcze większych komplikacji i kosztów. Nie oznacza to, że FMEA nie możemy wykorzystać np. do określenia działań korygujących dla istniejących wyrobów lub procesów.

## Rodzaje analizy FMEA

Najczęściej wyróżnia się dwa rodzaje analizy FMEA<sup>342</sup>:

- FMEA projektu,
- FMEA procesu.

FMEA projektu umożliwia „zrobienie rzeczy dobrze za pierwszym razem”. Realizacja FMEA projektu na bardzo wczesnym etapie powstawania koncepcji wyrobu pozwala z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym:

- określić ryzyko uszkodzeń i awarii mogących wystąpić w wyrobie (rozpatrując również inne rozwiązania),
- wyznaczyć te punkty wyrobu, które stanowią jego czułe miejsca, określić sposoby i środki niezbędne do ich usunięcia,

---

<sup>342</sup> Por. FMEA Guide – QS-9000, 1996.

- zebrać wszystkie niezbędne informacje, które pomogą w planowaniu dokładnych i sprawnych programów testowych i rozwojowych i pozwolą np. wyeliminować zbędne badania,
- stworzyć listę potencjalnych stanów uszkodzeń uszeregowanych według ich wpływu na klienta, ustanawiając w ten sposób priorytetowość poszczególnych działań.

#### **FMEA projektu można stosować np.:**

- przy wprowadzaniu nowych wyrobów,
- gdy istnieje szczególne ryzyko niebezpieczeństwa i żadne wady nie są dozwolone,
- przy projektowaniu części nowych, części zmienionych oraz części przeniesionych do nowych zastosowań lub do innego środowiska.

FMEA procesu umożliwia rozeznanie problemów i zakłóceń, jakie możemy napotkać w trakcie realizacji zaplanowanych przez nas procesów. Stosowana na bardzo wczesnym etapie planowania procesów pozwala z odpowiednim wyprzedzeniem czasowym:

- zdecydować o przydatności procesu,
- zidentyfikować słabe punkty i możliwe problemy oraz zmienne procesu, na których należy skupić kontrolę, w celu zmniejszenia występowania lub w celu wykrywania potencjalnych uszkodzeń,
- zastosować odpowiednie środki zapobiegające występowaniu słabych miejsc w procesach,
- stworzyć listę potencjalnych zagrożeń uszeregowanych według ich wpływu na klienta, ustanawiając w ten sposób priorytetowość poszczególnych działań.

#### **FMEA procesu możemy zastosować np.:**

- przed uruchomieniem produkcji seryjnej,
- w fazie planowania produkcji dla jak najbardziej optymalnego przygotowania procesu (w tym dobór środków: maszyny, urządzenia, przyrządy),
- przy wprowadzaniu nowych wyrobów lub procesów wytwarzania,
- dla usprawnienia procesów niestabilnych.

FMEA znajduje również zastosowanie w zakresie usług serwisowych, montażu, magazynowania i innych działań, które nie muszą być związane z procesami produkcji, np. w odniesieniu do organizacji, aby zapewnić optymalne funkcjonowanie służb w przedsiębiorstwie. Dobór, przygotowanie i realizacja FMEA zależy od kategorii badanego problemu.



FMEA przyniesie oczekiwane rezultaty tylko wtedy, gdy analizy dokonywać będzie odpowiednio dobrany zespół ludzi. Powinni to być specjaliści z różnych obszarów przedsiębiorstwa, reprezentujący odpowiednie dziedziny wiedzy, niezbędne dla osiągnięcia celu, jaki stawiamy sobie, realizując metodę FMEA. Powinni być przeszkoleni w zakresie pracy zespołowej oraz w zakresie metodologii i sposobu przeprowadzania analizy FMEA, legitymować się dużym doświadczeniem oraz wiedzą dotyczącą przede wszystkim:

- wyników kontroli i badań wyrobów lub procesów,
- samych wyrobów, technologii i metod produkcji,
- podobnych wyrobów lub procesów,
- potrzeb klientów wynikających z przeprowadzonych badań rynku,
- danych dostarczanych z serwisu,
- zbierania i analizowania danych w trakcie realizowania procesów produkcyjnych.

**Generalną zasadą jest, aby zespół składał się z pracowników przedsiębiorstwa.** Jeżeli jednak jest to konieczne, do zespołu można dołączyć eksperta z zewnątrz. Zespół powinien liczyć od 4 do 8 osób.

Na czele zespołu stoi kierownik. Nie musi być specjalistą, jednak powinien posiadać pełną wiedzę na dany temat. Do jego zadań należy:

- dobór członków zespołu,
- integracja zespołu,
- organizacja pracy w zespole,
- planowanie i przygotowywanie spotkań,
- nadzór nad ich przebiegiem,
- zapewnienie maksymalnej efektywności pracy.

Członkowie zespołu powinni mieć zapewniony bezproblemowy i szybki dostęp do wszystkich informacji i materiałów źródłowych z badań rynku, kontroli jakości, analiz statystycznych, serwisu i jakichkolwiek innych obszarów, z których informacje mogą okazać się przydatne i pomóc w osiągnięciu postawionego celu.

## Etapy FMEA

Po wyznaczeniu celu i zakresu analizy, dobraniu kierownika i zespołu odpowiedzialnego za jej realizację, można rozpocząć analizę FMEA, która powinna obejmować następujące działania:

1. Zidentyfikowanie wszystkich elementów wyrobu lub funkcji rozpatrywanego procesu w kolejności technologicznej.

## 2. Sporządzenie listy możliwych błędów.

Jest ona sporządzana zgodnie z intencjami członków zespołu. Zakłada się, że potencjalny błąd może wystąpić, ale wcale nie musi. Należy wziąć również pod uwagę możliwe błędy, które mogłyby wystąpić jedynie w określonych warunkach roboczych (ciepło, zimno, sucho) i w pewnych warunkach użytkowania. Przy określaniu możliwych błędów możemy wykorzystać raporty z reklamacji, zapisy napraw gwarancyjnych, protokoły z kontroli oraz doświadczenie związane z produkcją podobnych wyrobów.

## 3. Sporządzenie listy prawdopodobnych skutków tych błędów<sup>343</sup>.

Skutki tych błędów należy określić z punktu widzenia klienta, biorąc pod uwagę, co klient mógł zauważyć lub doświadczyć. Pamiętajmy, że naszym klientem może być zarówno odbiorca wewnętrzny, jak również ostateczny użytkownik. Należy jasno zaznaczyć, czy błąd mógłby wpłynąć na bezpieczeństwo lub niezgodność z przepisami.

## 4. Sporządzenie listy przyczyn możliwych błędów.

Jest to wskazanie słabych miejsc wyrobu lub procesu, których konsekwencją jest wystąpienie błędu. Należy pamiętać, żeby przyczyny błędów były podane możliwie najbardziej zwięźle i w pełnym zakresie, tak aby działania zapobiegawcze skierować na odpowiednie przyczyny.

## 5. Przyporządkowanie możliwym błędom wartości ryzyka P, Z, T.

Litery te oznaczają odpowiednio: P - prawdopodobieństwo wystąpienia, Z - znaczenie dla klienta, T - wykrywalność (trudność wykrycia). Ocena znaczenia błędów, ich przyczyn i skutków dokonywana jest w wyniku punktowego szacowania. Najczęściej oceny dokonuje się w skali dziesięciopunktowej (od 1 do 10), gdzie 1 jest wartością najmniejszą. Przykładowe kryteria oceny przedstawione są w tabeli 15<sup>344</sup>:

Tabela 15

Kryteria oceny znaczenia błędów (przykłady)

Prawdopodobieństwo wystąpienia (P)	Znaczenie dla klienta (Z)	Wykrywalność (T)
Przypadkowe = 1	Bez znaczenia = 1	Bardzo wysoka = 1
Niskie = 2 - 3	Niskie = 2 - 3	Wysoka = 2 - 5
Umiarkowane = 4 - 6	Umiarkowane = 4 - 6	Umiarkowana = 6 - 8
Wysokie = 7 - 8	Wysokie = 7 - 8	Niska = 9
Bardzo wysokie = 9 - 10	Bardzo wysokie = 9 - 10	Przypadkowa = 10

<sup>343</sup> G.F. Smith, op.cit., s. 187 - 189.

<sup>344</sup> Por. FMEA Guide - QS-9000, 1996.

Członkowie zespołu dokonują oceny na podstawie ustalonych dla wyrobu lub procesu kryteriów oceny. Kryteria oceny będą różnić się od siebie w zależności od charakteru działalności przedsiębiorstwa i ustaleń zespołu FMEA. Cały zespół powinien zaakceptować kryteria oceny i system punktacji, nawet jeżeli zostały one zmodyfikowane do analizy indywidualnego wyrobu.

6. Obliczenie wskaźnika oceny ryzyka C.

Wskaźnik oceny ryzyka jest iloczynem podanych wyżej trzech wskaźników, tzn. P, Z, T. Określa on poziom ryzyka, jakie jest związane z wystąpieniem poszczególnych wad lub błędów. W przypadku skali dziesięciopunktowej może wynosić minimalnie 1, a maksymalnie 10.

7. Uporządkowanie potencjalnych błędów według ich rangi.

Gdy obliczone zostaną wskaźniki oceny ryzyka dla wszystkich możliwych błędów, powinniśmy je uszeregować według rangi (wielkości). Dzięki temu będzie widać, które potencjalne wady oraz które z potencjalnych przyczyn są najpoważniejsze oraz można określić kolejność naszych działań zapobiegawczych lub korygujących. Ponieważ oceny dokonywane przez zespół są ocenami subiektywnymi, trudno określić poziom, od którego powinniśmy planować działania naprawcze, dlatego właściwe wydaje się podejmowanie działań naprawczych zgodnie z wielkością C (od największej do najmniejszej).

8. Wskazanie działań naprawczych.

Po uporządkowaniu wskaźników według rangi powinno się określić działania zapobiegawcze lub korygujące, które podejmiemy w celu:

- wyeliminowania lub zminimalizowania prawdopodobieństwa wystąpienia błędu,
- zredukowania znaczenia danego błędu dla klienta do minimum,
- podwyższenia prawdopodobieństwa wykrycia danego błędu.

Główny nacisk należy jednak położyć na zapobieganie powstawaniu błędów, a nie na ich wykrywanie i późniejsze korygowanie. W odniesieniu do poszczególnych działań naprawczych powinny być wyznaczone osoby odpowiedzialne za wdrożenie tych działań. Należy również określić terminy ich realizacji (np. datę rozpoczęcia i docelową datę zakończenia działania).

Tak opisane działania muszą znaleźć swoje odzwierciedlenie w postaci odpowiednio przygotowanego dokumentu. Do tego celu służy specjalnie przygotowany arkusz FMEA<sup>345</sup>. Forma, zawartość i złożoność tego dokumentu bywają różne i zależą od przyjętych przy realizacji FMEA założeń. Przykładową formę takiego dokumentu przedstawia tabela 16.

<sup>345</sup> Ibidem.

Tabela 16

Fragment raportu PFMEA

Data emisji: 05-01-03		KOD: Power-Link E.C.:		Revizja	Modyfikacja	Informacje o modyfikacji																																																												
Nowy proces <input type="checkbox"/>		LICZYSTY:																																																																
Następujący proces <input checked="" type="checkbox"/>		1) Team Leader (Technical Dept.)																																																																
CEL RYZYKA IPR: 100		2) (Quality Man)																																																																
		3) (Technical Dept.)																																																																
		4) (Technical Dept.)																																																																
		5) (Production)																																																																
<b>WAZNOŚĆ BŁĘDŹ (O)</b>		<b>CZĘSTOTLIWOŚĆ WYSTĄPIENIA BŁĘDŹ (F)</b>		<b>PRAWDOPODOBIENSTWO WYKRYCIA BŁĘDŹ (R)</b>																																																														
<table border="1"> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>1</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>2</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>3</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>4</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>5</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>6</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>7</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>8</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>9</td></tr> <tr><td>WAZNOŚĆ</td><td>10</td></tr> </table>		WAZNOŚĆ	1	WAZNOŚĆ	2	WAZNOŚĆ	3	WAZNOŚĆ	4	WAZNOŚĆ	5	WAZNOŚĆ	6	WAZNOŚĆ	7	WAZNOŚĆ	8	WAZNOŚĆ	9	WAZNOŚĆ	10	<table border="1"> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>1</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>2</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>3</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>4</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>5</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>6</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>7</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>8</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>9</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>10</td></tr> </table>		WYSTĄPIENIA	1	WYSTĄPIENIA	2	WYSTĄPIENIA	3	WYSTĄPIENIA	4	WYSTĄPIENIA	5	WYSTĄPIENIA	6	WYSTĄPIENIA	7	WYSTĄPIENIA	8	WYSTĄPIENIA	9	WYSTĄPIENIA	10	<table border="1"> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>1</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>2</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>3</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>4</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>5</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>6</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>7</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>8</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>9</td></tr> <tr><td>WYSTĄPIENIA</td><td>10</td></tr> </table>			WYSTĄPIENIA	1	WYSTĄPIENIA	2	WYSTĄPIENIA	3	WYSTĄPIENIA	4	WYSTĄPIENIA	5	WYSTĄPIENIA	6	WYSTĄPIENIA	7	WYSTĄPIENIA	8	WYSTĄPIENIA	9	WYSTĄPIENIA	10
WAZNOŚĆ	1																																																																	
WAZNOŚĆ	2																																																																	
WAZNOŚĆ	3																																																																	
WAZNOŚĆ	4																																																																	
WAZNOŚĆ	5																																																																	
WAZNOŚĆ	6																																																																	
WAZNOŚĆ	7																																																																	
WAZNOŚĆ	8																																																																	
WAZNOŚĆ	9																																																																	
WAZNOŚĆ	10																																																																	
WYSTĄPIENIA	1																																																																	
WYSTĄPIENIA	2																																																																	
WYSTĄPIENIA	3																																																																	
WYSTĄPIENIA	4																																																																	
WYSTĄPIENIA	5																																																																	
WYSTĄPIENIA	6																																																																	
WYSTĄPIENIA	7																																																																	
WYSTĄPIENIA	8																																																																	
WYSTĄPIENIA	9																																																																	
WYSTĄPIENIA	10																																																																	
WYSTĄPIENIA	1																																																																	
WYSTĄPIENIA	2																																																																	
WYSTĄPIENIA	3																																																																	
WYSTĄPIENIA	4																																																																	
WYSTĄPIENIA	5																																																																	
WYSTĄPIENIA	6																																																																	
WYSTĄPIENIA	7																																																																	
WYSTĄPIENIA	8																																																																	
WYSTĄPIENIA	9																																																																	
WYSTĄPIENIA	10																																																																	
<b>PO ANJACH KOREKCYJNYCH</b>																																																																		
FAZA PROCESU	FAZA WYSTĄPIENIA BŁĘDŹ (ang.)	OPIS BŁĘDŹ	SKUTKI BŁĘDŹ	O	PRZYCZYNA BŁĘDŹ	F	KONTROLA	R	AKCJE KOREKCYJNE	STATUS AKCJI	O	P	R																																																					
1. Kontrola wejściowa		Komponenty niepodane (wymiar i wagę itp.)	Brak możliwości zastosowania	6	Proces dostawy poza kontrolą	4	Specyfikacja produktu i instrukcje kontrolne	2																																																										
		Uszkodzony element	Brak możliwości zastosowania	6	Zły sposób pakowania	3	Specyfikacja produktu i instrukcje kontrolne	2																																																										
2. Cięcie kabla		Grubość kabla niegodna z wymiarami zły kabel	Produkt nie spełnia wymagań klienta	6	Błąd operatora w fazie cięcia	3	Instrukcja kontrolna	3																																																										
			Produkt nie spełnia wymagań klienta	6	Błąd operatora (złe pobranie materiału)	3	Podręcznik kontroli - PPK (ryzyko)	2																																																										

		Zły kabel	Produkt nie spełnia wymagań klienta	6	Zła interpretacja dokumentacji w czasie procesu produkcyjnego błąd techniczny	2	Sprawdzenie dokumentacji w czasie wdrażania produktu	2						
2. Zdjęcie izolacji	X	Przecięcie ekranu	Złe ekranowanie przewodu	7	Zły set-up maszyny	3	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	2						
		Przecięcie ekranu	Złe ekranowanie przewodu	7	Zewnętrzna średnica kabla poza tolerancją (zły kabel)	3	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu) instrukcje kontroli wejściowej	2						
		Przecięcie ekranu	Złe ekranowanie przewodu	7	Złe noże odizolowujące	3	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	2						
		Przecięcie żył przewodu wewnątrz kabla	Zła brak przewodności elektrycznej	7	Zły set-up maszyny	2	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	2						
		Przecięcie żył przewodu wewnątrz kabla	Zła brak przewodności elektrycznej	7	Złe noże odizolowujące	2	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	2						
		Nie docięta izolacja kabla	Problem w czasie fazy przygotowania przewodu	6	Zły set-up maszyny	3	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	1						
3. Zwijanie		Zły wymiar zewnętrzny	Produkt nie spełnia wymagań klienta	6	Błąd operatora przy ustawieniu maszyny	3	Instrukcja sprawdzania (dla każdej fazy procesu)	4						

Dokument taki może być znacznie zmodyfikowany i poszerzony o kolumny wskazujące np.

- osoby odpowiedzialne za realizację działań naprawczych,
- terminy rozpoczęcia i zakończenia tych działań,
- wskaźniki P, Z, T i C obliczone po wprowadzeniu założonych działań naprawczych

oraz uzupełniony (poza tabelą) o informacje wskazujące:

- kto go sporządził, sprawdził, zatwierdził,
- w jakim przedsiębiorstwie, zakładzie czy dziale analiza była przeprowadzana,
- czego ona dotyczyła itd.

Stosowanie FMEA poza zapobieganiem czy niwelowaniem skutków błędów niesie ze sobą wiele **innych korzyści**. Należą do nich:

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

## 7. QFD – rozwinięcie funkcji jakości

QFD (Quality Function Deployment) to technika, która efektywnie wiąże „co” i „jak” w projektowaniu produktu i poprzez takie działanie tłumaczy głos klienta na język handlowca/technika. Jest doskonałym uzupełnieniem tradycyjnych technik analiz rynkowych, które w przeważającej większości nie skupiają się na potrzebach klienta.

QFD została wprowadzona w 1972 r. w stoczni Mitsubishi Kobe. Technikę tę po raz pierwszy zastosowały w Stanach Zjednoczonych firmy Ford i Xerox w 1986 r. Od tego czasu spotyka się ona z szeroką akceptacją firm amerykańskich i znalazła zastosowanie m.in. w takich firmach, jak: Hewlett-Packard, Digital Equipment, Eaton Controls, Texas Instruments oraz w armii Stanów Zjednoczonych. QFD zapowiada dostarczanie lepszych produktów za korzystniejszą cenę. Dodatkowo

jeden z obserwatorów stosowania tej metody wymienia jeszcze **inne korzyści**<sup>346</sup>:

- zmiany technologiczne zredukowano o 30 - 50%,
- cykle projektowe skrócono o 30 - 50%,
- koszty uruchomienia zredukowano o 20 - 60%,
- liczba skarg gwarancyjnych zmalała o 20 - 60%.

**Metoda QFD jest niezwykle intuicyjna; nie zawiera statystyk i objawia się w postaci priorytetowej listy specyfikacji i celów projektowania produktu.** Zawiera rozwinięcie czterech „matryc” lub „domów”, które dzielą projektowanie produktu oraz proces produkcyjny na ciągle wzrastające poziomy specyfikacji<sup>347</sup>.

### Budowanie „domu jakości”

Przykład „domu jakości” zbudowanego dla produktu koksowni, pozwoli na prześledzenie podstawowych etapów jego tworzenia.

#### 1. Czas klienta

Wymagania klienta są wymienione w lewej kolumnie „domu jakości”, oznaczonej jako A. Powinny być zhierarchizowane od 2 do 3 poziomów, czyli korzyści pierwszo-, drugo- i trzeciorzędne. Średnie wyniki „ważności dla klienta” podane są w części B. Oceny klienta naszego produktu oraz jednego (lub więcej) konkurencyjnych podano w części C. Ten „dom jakości” został zmodyfikowany w celu umieszczenia kolumny oznaczonej „skargi klienta”, która wskazuje częstotliwość zarejestrowanych problemów z produktem.

#### 2. Charakterystyki techniczne

Charakterystyki techniczne są wymienione w części D. Dwie duże siatki, jedna obejmująca „pokoje” - E, druga obejmująca „dach” - F, wskazująca zależności. „Pokoje” zawierają to, co określamy mianem matrycy zależności, a więc powiązań między atrybutami klienta a charakterystykami technicznymi. Powstały trzy poziomy korelacji, oznaczone następującymi symbolami/wartościami wagowymi:

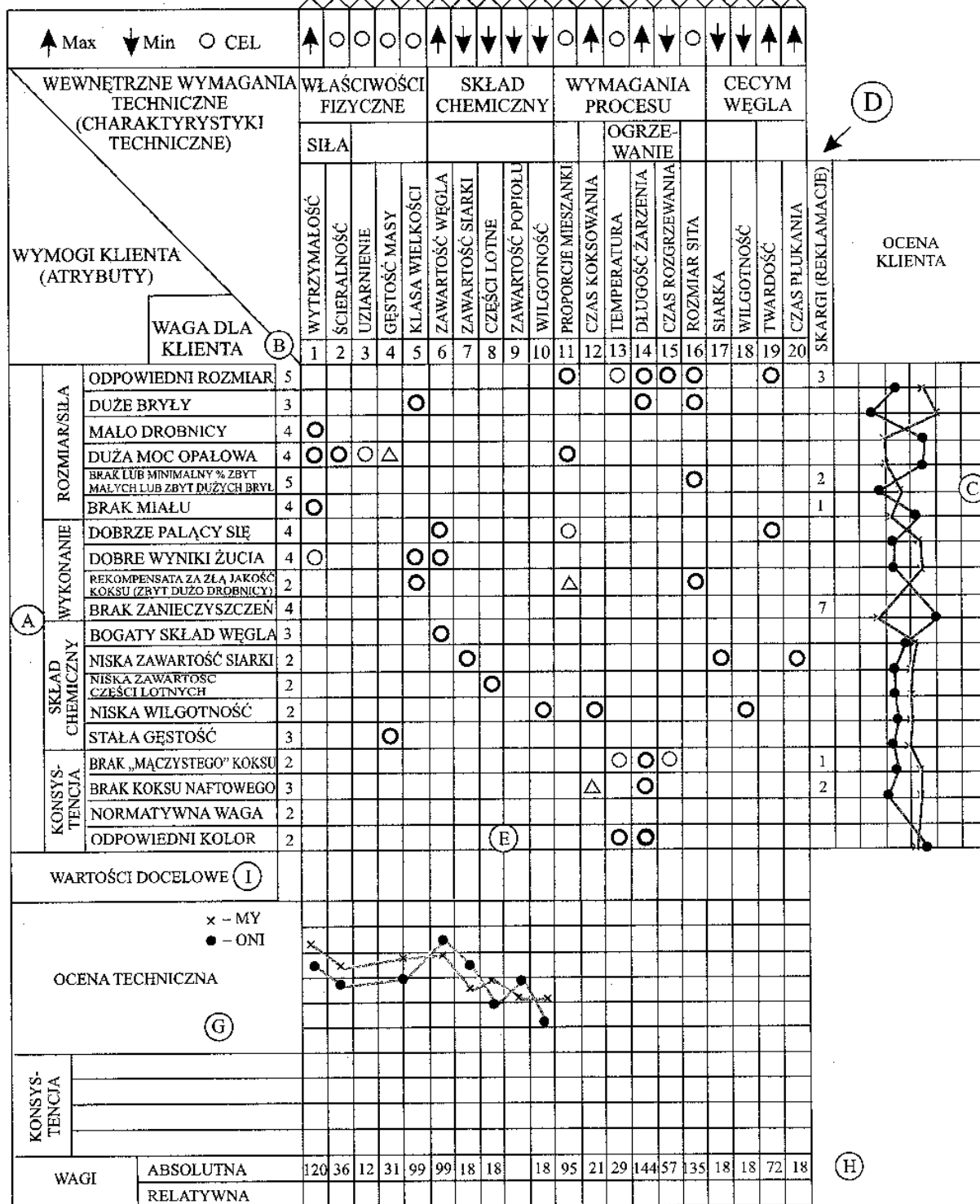
Symbol	Waga
Δ	1
○	3
●	9

<sup>346</sup> M. Hmayer, A.P. Lehner, *The Power of Product Platforms*, The Free Press, New York 1997, s. 93.

<sup>347</sup> Por. I. Burrows, *In Search of the Perfect Product*, 1991, s. 145 - 147.

PLANOWANIE PRODUKTU KOKSOWANIA  
WSPÓLZALEŻNOŚĆ

- SILNA
- ŚREDNIA
- △ SŁABA



Rys. 35. „Dom jakości” dla planowania koksowania

Źródło: E. Kreier, J. Łuczak, *ISO 9000 – Łatwy i skuteczny sposób zarządzania jakością*, Wydawnictwo Forum, Poznań 2000-2006, rozdz. 3, pkt 2.1.5, s. 4

„Dach”, nazwany **matrycą korelacji**, przedstawia korelacje – zarówno pozytywne, jak i negatywne – pomiędzy parami charakterystyk technicznych. Korelacje negatywne wskazują, że poprawa jednej charakterystyki spowoduje pogorszenie drugiej. Należy zaznaczyć, że pozytywne korelacje mogą również prowadzić do niechcianych konsekwencji, jeśli np. wyższa wartość charakterystyki technicznej jest niepożądana. W ocenie technicznej (G) zetknemy się z dodatkowymi charakterystykami technicznymi, gdzie nasz wyrób jest porównany z konkurencyjnymi ze względu na jego „jakość techniczną”; w naszym przykładzie w pięciopunktowej skali.

### 3. Wagi charakterystyk technicznych i wartości docelowe

Posiadając dane wejściowe od klienta i charakterystyki techniczne, możemy obliczyć wagi absolutne dla charakterystyk technicznych (H). Wagi te są sumą korelacji podanych w matrycy związków („pokojach”), z których każda pomnożona jest przez odpowiadającą jej wagę klienta. Na przykład waga absolutna dla charakterystyki technicznej „zawartość węgla” wynosi  $[(9 \cdot 4) + (9 \cdot 4) + (9 \cdot 3)] = 99$ . Relatywne wagi charakterystyk technicznych są po prostu uporządkowaniem ich kolejno według wartości wag absolutnych. I wreszcie grupa zajmująca się nowym produktem musi się zgodzić co do wartości docelowych (I), dla każdej charakterystyki technicznej lub chociaż dla najważniejszych z nich, pod kątem „wykonalności technicznej”.

Analiza wykorzystania powyższej techniki wymaga komentarza; wnioski i konkluzje wydają się oczywiste:

1. Najważniejszą charakterystyką techniczną jest „długość podgrzewania w trakcie procesu”, która posiada wartość absolutną:

$$[(9 \cdot 5) + (9 \cdot 3) + (3 \cdot 3) + (9 \cdot 2) + (9 \cdot 3) + (9 \cdot 2)] = 144.$$

2. Najmniej ważną natomiast jest „sproszkowanie”, która ma wartość absolutną  $(3 \cdot 4) = 12$  („zawartość popiołu” o wartości zero nie odnosi się do żadnego atrybutu klienta).
3. Klient postrzega produkt jako nadrzędny w kategorii „duże bryły” oraz podrzędny w „braku zanieczyszczeń”. Cechy te nie równoważą się, ponieważ zanieczyszczenie jest ważniejsze od wielkości koksu.
4. Technicznie firma jest postrzegana jako dobra w charakterystyce „łatwość kruszenia” oraz powinna być postrzegana jako nadrzędna w kategorii „rozbicie”. „Rozbicie” jest ważne dla klienta.
5. Matryca korelacji („dach”) zawiera w większości pozytywne wiadomości. Korelacje pomiędzy łatwość kruszenia/długość, siarka/siarka oraz wilgotność/wilgotność są silnie pozytywne, dając pożądaną wy-



nik. Korelacja negatywna (#) pomiędzy zawartość węgla/popiół jest celowa. I wreszcie wpływu słabej pozytywnej korelacji pomiędzy lotność/temperatura nie można stwierdzić bez większej ilości informacji z pomiarów w innych odpowiednich punktach temperatury.

6. Wszystkie równe cechy zespół projektowy powinien ułożyć w porządku: długość żarzenia, rozmiar sita oraz wytrzymałość na kruszenie. W celu uzupełnienia „domu jakości” ocena techniczna dla tych charakterystyk technicznych musi być określona.

Analiza literatury<sup>348</sup> oraz obserwacje rynkowe świadczą o częstej klasyfikacji QFD do kategorii technik badań marketingowych. Jaj stosowanie przynosi dwie niewątpliwe korzyści. Po pierwsze potrzeby klienta są zapisane własnymi słowami respondenta. Po drugie dane są zebrane i analizowane przez krzyżowo-funkcjonalne grupy. Ważną korzyścią tej metody jest to, że bierze ona pod uwagę głos klienta (tzn. potrzeby klienta określone językiem klienta) i zachowuje go, eliminując jednocześnie konieczność powtórnej interpretacji, jako że głos ten jest bezpośrednio przekształcony na wewnętrzne wymagania techniczne, mające na celu spełnienie wymagań klienta. Na przykład w trakcie wstępnych badań Forda nad modelem taurusa we wczesnych latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku odkryto, że kierowcy chcieli silników z wtryskiem paliwa. Później badania QFD dowiodły, że tak naprawdę chcieli silników o większej mocy. Ta ostatnia specyfikacja, będąca własnymi słowami klientów, okazała się bardziej dokładna oraz pomocna w zaprojektowaniu takiego właśnie silnika.

## 8. Nowe narzędzia w zarządzaniu jakością

Włączenie do zestawu tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, siedmiu nowych, nazywanych niekiedy „nowymi narzędziami QFD” następuje najczęściej w Japonii, gdzie stosowane są oprócz narzędzi tradycyjnych. Do narzędzi tych można zaliczyć:

- diagram relacji,
- diagram pokrewieństw (metoda K J),
- diagram systematyki (diagram drzewa),
- diagram matrycowy,
- matrycowa analiza danych,

<sup>348</sup> M.in. C.C. Pages, op.cit., s. 127 – 135.

- wykres programu procesu decyzyjnego (PDPC),
- diagram strzałkowy.

Mogą one znaleźć szerokie zastosowanie w zarządzaniu w wielu obszarach biznesu tak w sektorze produkcyjnym, jak również usługowym w szerokim spektrum zagadnień, np. w strategii i planowaniu, projektowaniu, rozwiązywaniu problemów produkcyjnych.

W praktyce stosowanie „siedmiu nowych narzędzi” pogłębia zdolność organizacyjną do:

- efektywnej wymiany informacji,
- eliminowania błędów,
- czerpania wiedzy z doświadczeń.

Nie zastępują one tradycyjnego zestawu narzędzi i metod, a raczej stanowią ich uzupełnienie. Traktowane są jako integralna część QFD – rozwoju funkcjonalnego jakości, służąc identyfikacji kluczowych elementów i pośrednich kroków w dążeniu do obranego celu.

## Diagram relacji

Diagram relacji został zaprojektowany dla uzyskania logicznych powiązań i zależności zespołu czynników wpływających na analizowane zagadnienie. Wykazuje znaczne podobieństwa do diagramu przyczynowo-skutkowego Ishikawy, dając jednak większe możliwości ukazania powiązań i zależności w grupach przyczyn. Celem jego stosowania jest daleko idące uporządkowanie informacji. Zaczynając od zdefiniowania zagadnienia, wykorzystując omawianą metodę, dokonujemy wnikliwej jego analizy, czynników z nim związanych. Najbardziej efektywną drogą wykorzystywania diagramu relacji jest praca zespołowa. Nie ogranicza się ona do jednego spotkania, a organizowany jest cykl powtarzających się spotkań, na których kolejno dokonuje się identyfikacji problemu, jego analizy, poszukuje rozwiązań i weryfikuje ich efektywność. Powinniśmy korzystać z niego, gdy:

- napotkamy trudności związane z określeniem współzależności skutku i przyczyny w analizowanym obszarze,
- wskazane wcześniej zależności są krytykowane,
- występują symptomy pojawienia się problemów w przyszłości,
- jest już najwyższy czas do poddania analizie danego procesu.

Praca z diagramem relacji przebiega w następujących etapach:

- celem pierwszego jest zdefiniowanie problemu, który chcemy poddać analizie,

- wykorzystując tradycyjne techniki, np. burzę mózgów, schemat Ishikawy, wskazujemy przyczyny, wywołujące dany problem, następnie za pomocą strzałek łączymy przyczyny ze skutkiem, jaki wywołują, w podobny sposób zaznaczamy powiązania między przyczynami,
- dokonujemy prezentacji zebranych danych, uzgadniając je w gronie zespołu, rysując diagram relacji, który przedstawia nurtujący problem i jego przyczyny, ukazuje również, w przeciwieństwie do diagramu Ishikawy, powiązania pomiędzy przyczynami.

Prosty diagram relacji służy wstępnej analizie zagadnienia, czynniki (oznaczone cyframi), od lub do których skierowana jest największa liczba strzałek, będą problemem lub ważnymi przyczynami. W dalszej części pracy może być wykorzystany diagram ukierunkowany lub scentralizowany, zależnie od liczby przyczyn analizowanego zagadnienia. Podobnie jak większość omawianych metod, diagram realizacji nie rozwiąże nurtującego nas problemu, służy natomiast za punkt wyjścia dla planowania działań korygujących.

### **Diagram pokrewieństwa (metoda KJ)**

Diagram pokrewieństwa jest narzędziem służącym podporządkowaniu danych zebranych w efekcie burzy mózgów. Jest metodą bardzo uniwersalną, doskonale bowiem sprawdza się przy analizie problemów, pomysłów, opcji, rozwiązań itd. w różnych obszarach aktywności organizacji. W swoim założeniu odbiega jednak znacznie od standardowych technik SPC, jego bowiem istotą jest intuicja członków zespołu roboczego. Nie opiera ona się na logice instrukcji, a właśnie na intuicji specjalistów z zakresu analizowanego zagadnienia. Wiedza, jaką daje monitorowanie procesu (pracy maszyn, kosztów jakości, serwisu posprzedażowego itp.), nie powinna zostać zignorowana, dlatego ważna jest wielopłaszczyznowa, ciągła analiza poszczególnych obszarów. Diagram pokrewieństwa może być bardzo pomocny przy zbieraniu danych, informacji oraz porządkowaniu ich w kategorie, które następnie mogą być traktowane jako dane wyjściowe do pracy z wykorzystywaniem innych narzędzi, np. schematu przyczynowo-skutkowego, diagramu relacji, stanowi bowiem niejako „mapę geografii” danego zagadnienia.

Diagram pokrewieństwa może okazać się bardzo użyteczny, gdy:

- analizowane zagadnienia są zbyt obszerne lub zbyt chaotyczne, aby w prosty sposób mogły zostać zdefiniowane,
- konieczne jest poparcie dla określonego rozwiązania, koncepcji, projektu itd.,
- celem jest wyjaśnienie i umotywowanie stanowiska.

Z drugiej strony stosowanie omawianej metody nie jest wskazane, gdy problem jest prosty lub gdy wymaga szybkiego rozwiązania.

Pracę z diagramem pokrewieństwa można podzielić na następujące etapy:

- dokonanie wyboru tematu – problemu,
- zbieranie ustne informacji charakteryzujących dane zagadnienie,
- zapisywanie je na kartkach (na każdej jedna informacja),
- ustalanie kategorii i sortowanie kart,
- rysowanie diagramu,
- przeprowadzenie prezentacji.

Pracę rozpoczyna się od doboru zagadnienia, którego ma dotyczyć analiza, chociaż należy je zdefiniować raczej ogólnie. W zespole uczestniczyć powinny osoby bezpośrednio związane z danym zagadnieniem – obszarem, którego dotyczy. Każdemu z nich rozdajemy karty, na których przez około 10 minut zapisują swoje pomysły (na każdej kartce jeden). Następnie uczestnicy przedstawiają swoje pomysły, przyczepiają swoje kartki na tablicy, tak aby były widoczne dla wszystkich. Podobnie jak w przypadku „burzy mózgów” należy przestrzegać zasady „odroczonego sądu”, to znaczy że niedopuszczalne są na tym etapie żadne komentarze tak krytyczne, jak również pochwały. Wskazane jest natomiast uzupełnienie listy w trakcie prezentacji, być może przedstawiane pomysły zainspirują innych uczestników. Następnie uczestnicy spotkania klasyfikują wszystkie pomysły. Proces ten kontynuowany jest tak długo, aż utworzonych zostanie około 10 kategorii. Sortowanie odbywa się intuicyjnie, a nie pod kątem logicznych poszukiwań przyczyn danego problemu. Jeśli stwierdzimy, że niektóre zagadnienia nie pasują do danej grupy, poddajemy je ponownemu sortowaniu. Jeżeli w dalszym ciągu nie możemy zaklasyfikować ich do utworzonych kategorii – wykluczamy je. W efekcie zwykle uzyskujemy duży zbiór danych w określonym porządku, stanowiący punkt wyjścia do dalszych prac.

### Diagram systematyki

Diagram systematyki, nazywamy często diagramem drzewa, może stanowić efektywne narzędzie w procesie planowania. Znajduje najczęściej zastosowanie wtedy, gdy celem naszym jest rozwiązanie problemu – przypomina wtedy schemat Ishikawy, lub też przedstawienie kolejnych etapów działań w analizowanym procesie, wtedy wykazuje duże podobieństwo do systemu blokowego. W każdym przypadku jest łatwy w interpretacji. W praktyce popularyzuje się pracę z diagramem jako

pracę indywidualną, jednak doskonale sprawdza się także w pracy japońskich kół jakości, w pracy kolektywnej. Zawsze w efekcie otrzymujemy usystematyzowany zestaw działań, jakie powinniśmy wykonać.

Procedura pracy z diagramem systematyki jest następująca:

- W pierwszej kolejności identyfikowany jest cel – problem, który chcemy rozwiązać, bądź też nakreślamy ramy procesu do analizy, zapisujemy go na karcie i umieszczamy z lewej strony tablicy.
- Przeprowadzana jest burza mózgów lub też, wykorzystując np. diagram relacji, wpisywane są wszystkie czynniki – w przypadku analizy problemu – mające na niego wpływ, a przy analizie procesu wszystkie czynności realizowane w jego ramach.
- Dokonywana jest analiza – przypisując umowne symbole każdemu pomysłowi czy propozycji, oceniając tym razem ich znaczenie dla rozpatrywanego zagadnienia. Krok ten ma szczególne znaczenie przy klasyfikacji proponowanych rozwiązań analizowanego problemu pod kątem realności ich wykonywania. W efekcie zajmujemy się tylko myślami oznaczonymi symbolem koła, oznaczone trójkątem muszą zostać zaliczone również do nich lub do ostatniej grupy i odrzucone.
- Rysowany jest diagram systematyki. Zadajemy pytanie: Co w pierwszej kolejności musimy wykonać, aby zrealizować obrany cel? (umieszczony z lewej strony tablicy). W odpowiedzi możemy wskazać jedną lub kilka czynności – umieszczamy je z prawej strony tablicy. W tym momencie będą one celami i zadajemy analogiczne pytanie w stosunku do nich, odpowiedzi zapisujemy na kartach i umieszczamy z prawej strony tablicy.
- Kończymy budowę diagramu po uporządkowaniu wszystkich pomysłów, gdy z prawej strony będą najbardziej szczegółowe czynności – od nich musimy rozpocząć rozwiązywanie określonego problemu, lub też są one punktami wyjścia analizowanego procesu. Dokonujemy jeszcze raz weryfikacji pod takim właśnie kątem – czy realizując kolejno kroki zapisane od lewej strony osiągniemy zamierzony cel.

Diagram systematyki może być doskonałym narzędziem w planowaniu, analizie proponowanych rozwiązań danego problemu czy też weryfikacji ich przyczyn.

## Diagram matrycowy

Celem zastosowania diagramu matrycowego jest przedstawienie powiązań i zależności między zadaniami, czynnościami, procesami, proponowanymi rozwiązaniami problemu itd. Ukazywane są one w posta-

ci par czynników rozmieszczonych w rzędach i kolumnach. Obecność strzałki wskazuje na powiązania w danej grupie czynników i odwrotnie – jej brak świadczy o niezależności elementów.

W zależności od złożoności analizowanego zagadnienia – liczby grup członków, stosowane są różne modele diagramów matrycowych, a mianowicie: L, T, Y, X, C.

Podstawowym i zarazem najczęściej stosowanym jest **model L**, służący analizie zależności dwóch grup czynników prezentowanych w linii i rzędzie. Dobór elementów poszczególnych grup czynników (A, B, C, D) może być efektem pracy z wykorzystaniem innych narzędzi, np. analizy oddziaływań, „burzy mózgów”. **Diagram T** może zostać wykorzystany, gdy w analizowanym zagadnieniu, w którym występują trzy grupy czynników, powiązania występują tylko w parach, to znaczy pomiędzy przyczynami zespołów A i B oraz A i C. Gdy pomiędzy wszystkimi przyczynami (czynnikami) odpowiednio pogrupowanymi stwierdzono zależność, można zastosować **model Y** w przypadku trzech grup lub **model C**, analizując do dwunastu grup czynników. Diagramy matrycowe wykorzystywane są w szeroko rozumianej sferze zarządzania, produkcji, administracji, kadrach itd.

### Matrycowa analiza danych

Stosowanie matrycowej analizy danych jest szczególnie cenione w pracy służb marketingowych w analizie rynku – poszukiwaniach nisz rynkowych. W połączeniu z innymi metodami jej efekty mogą być bardzo pomocne przy formułowaniu produktowej strategii rynkowej. Jej celem jest analiza danych, uzyskanych w efekcie sporządzenia diagramu matrycowego i przedstawienie ich w prostej, obrazowej formie, ukazanie istotności zależności ze względu na wybrane cechy, np. produktu.

Idea metody, uwzględniająca rodzaj danych (w tym przypadku czynników rynkowych – preferencji konsumenckich) oraz powiązania wykazane na diagramie matrycowym, jest nieskomplikowana, jednak sam proces analizy wykazuje dużą złożoność. W procesie matrycowej analizy danych niezbędne jest komputerowe wspomaganie wielowariantowych analiz. Dane wyjściowe natomiast przybierają prostą i czytelną formę, ukazując siłę zależności w grupach analizowanych czynników.

### Wykres programowy procesu decyzji (PDPC)

PDPC jest bardzo pomocnym narzędziem w doborze najbardziej optymalnej drogi osiągnięcia zamierzonego celu. Może nim być np.

wykonanie projektu, usprawnienie procesu usługowego, zmniejszenie kosztów braków. Dokonuje się tego poprzez stymulację możliwego rozwoju zdarzeń. Stosowany jako metoda wspomagająca planowanie, pozwala uniknąć niespodzianek, nieprzewidzianych kosztów. Formą swoją jest zbliżony do diagramu systematyki, ale w przeciwieństwie do niego podkreśla się dynamiczny charakter PDPC, oprócz bowiem chronologicznego porządku procedury postępowania ukazuje alternatywne rozwiązania. Stanowi uzupełnienie technik FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) oraz FTA (Fault Tree Analysis), wykorzystywanych przy identyfikacji i eliminowaniu istniejących i potencjalnych błędów.

Pracę z PDPC można podzielić na kilka etapów:

- Powołanie zespołu i definiowanie procesu, który chcemy poddać analizie. Można skorzystać tutaj z wybranej gałęzi schematu systematyki przygotowanego wcześniej. Zatem punktem wyjścia będzie np. procedura rozwiązywania określonego problemu ustalona za pomocą innej metody.
- Dokonujemy analizy poprzez stawianie wobec każdego etapu pytań typu: Co może iść niewłaściwie przy realizacji tego etapu? Jakie inne kroki możemy podjąć, aby zrealizować cel?
- Po uzyskaniu odpowiedzi, dokonujemy rozgałęzień pierwotnego schematu. Poszczególne działania w chronologicznym porządku łączymy strzałkami. Każdy z etapów realizowany jest pod kątem celowości, możliwości wykonania, ryzyka jakie z sobą niesie, innych możliwych rozwiązań.
- Kończymy przygotowanie schematu, gdy wyczerpują się pomysły grupy.

Tak przygotowany wykres może zostać wzbogacony o odpowiedzialności oraz terminy wykonania poszczególnych etapów. Procedura opracowana na podstawie PDPC powinna być regularnie przeglądana w trakcie realizacji założeń i modyfikowana w przypadku pojawienia się problemów czy napływu nowych informacji.

## Diagram strzałkowy

Diagram strzałkowy jest narzędziem bardzo prostym, a przy tym może być bardzo pomocny w planowaniu powtarzalnych procesów. Może być wykorzystany dla opracowania najbardziej efektywnego dziennego planu realizacji projektu i monitorowania jego skuteczności. Ukazuje sieć powiązań wszystkich elementów, wpływając na realizację wraz z czasem, jakiego wymaga ich wykonanie.

Praca z diagramem przebiega w następujących etapach:

- definiujemy proces, jaki ma zostać zaplanowany,
- ustalamy w indywidualnej pracy działania niezbędne w procesie – członkowie zespołu zapisują je na pojedynczych kartkach wraz z czasem potrzebnym do ich wykonania,
- umieszczamy tak przygotowane karty na tablicy w kolejności realizacji etapów – uwzględniając, czy są to czynności poprzedzające, następujące po sobie, czy realizowane równocześnie, zbędne działania wykreślamy, a dokonujemy uzupełnień o pominięte,
- uzupełniamy wykres strzałkami (linią ciągłą) – gdy realizacja danego etapu wymaga czasu, i strzałkami (linią przerywaną) w przypadku działań niezabierających czasu,
- ponad strzałkami zapisujemy rodzaj wykonywanej pracy wraz z czasem, jakiego wymaga – w ten sposób zaplanować można realizację każdego projektu czy też dzienny rozkład pracy.

Przedstawione „nowe narzędzia” nie stanowią rewolucji w zestawieniu z dotychczas dobrze znanymi technikami, raczej są ich modyfikacją. W konstrukcji niektórych z nich odnajdujemy elementy zapożyczone z metod wykorzystywanych w innych obszarach zarządzania, np. w marketingu. W efekcie stanowią użyteczne uzupełnienie tradycyjnych technik zarządzania jakością. Szczególnie użyteczne wydają się w procesie projektowania, stąd też często nazywane są narzędziami QFD rozwoju funkcjonalnego jakości. Z równym powodzeniem także mogą być stosowane przy rozwiązywaniu bieżących problemów. Analizy dokonywane z ich pomocą mogą dotyczyć wszystkich obszarów organizacji, ich uniwersalność pozwala bowiem stosować je tak w przemyśle, jak i w sektorze usługowym.