

CAPITOLUL 10

TEHNICI ȘI INSTRUMENTE FOLOSITE LA COLECTAREA ȘI REPREZENTAREA DATELOR REFERITOARE LA CALITATE

Obiectivele acestui capitol sunt:

- *Să prezinte tehnici și instrumente ale managementului calității folosite pentru colectarea și reprezentarea datelor, ca suport pentru analizele ulterioare;*
- *Să prezinte modul de identificare/organizare a cauzelor defectelor cu ajutorul diagramei cauză-efect;*
- *Să prezinte modul de tratare a datelor colectate cu ajutorul analizei Pareto.*

Tehnicile și instrumentele managementului calității permit identificarea cauzelor defectelor, ierarhizarea acțiunilor pentru îmbunătățire, localizarea punctelor în care trebuie intervenit, fiind utilizate pentru:

- *ordonarea și sintetizarea datelor referitoare la calitate;*
- *controlul funcționării proceselor;*
- *eșantionarea loturilor de produse și luarea de decizii referitoare la calitatea acestora.*

10.1. COLECTAREA DATELOR

• Fișe de colectare a datelor

Colectarea datelor referitoare la o anumită problemă legată de calitatea produsului se face cu ajutorul *Fișelor de colectare a datelor*.

Fișele de colectare, furnizează elemente pentru a stabili care este tendința de evoluție a problemei care a constituit obiectul înregistrării.

Aceste documente ale calității sunt folosite în cele mai diverse domenii de activitate. Analiza datelor înregistrate, permite stabilirea caracterului periodic al unor fenomene, semnalând zonele în care trebuie intervenit cu precădere. Datele înregistrate pot constitui elemente primare pentru alte analize, spre exemplu *Pareto*.

După funcțiunile îndeplinite fișele de colectare pot fi clasificate în două categorii:

- Fișa pentru înregistrarea datelor,
- Fișa pentru inspecție.

• Fișa pentru înregistrarea datelor

Întocmirea unei fișe de acest fel, se face în câteva etape, formatul adoptat trebuind să ofere răspunsuri la următoarele probleme:

- *indicarea clară a scopului colectării datelor, spre exemplu: tipurile de defecte, frecvența defectelor, prețul de vânzare al unui anumit produs pe piață etc.;*
- *stabilirea volumului de date necesare a fi colectate pentru atingerea scopului;*



EXEMPLU ILUSTRATIV: Fișă pentru înregistrarea numărului de defecte (Fig. 10.1)

Fișa cuprinde tipurile de defecte care pot apărea la produsul respectiv, numărul de defecte, pe zile și totalul acestora.

Din analiza fișei se pot determina cu ușurință tipurile de defecte care influențează preponderent calitatea produsului, precum și defectul asupra căruia trebuie intervenit cu prioritate.

Fișa pentru înregistrarea frecvenței defectelor Carcasă de reductor							
Defecte constatate	DATA						Total defecte
	7	8	9	10	11	12	
Crăpături turnare	II	I	I	III		II	9
Zgârieturi	III III III	III II	III	III III III II	III	III-III I	59
Vopsire incompletă	II	I		I	II	I	7
Abatere de formă			I			I	2
Cine a colectat datele:							
Locul în care s-au colectat datele:							
Metoda de colectare a datelor:							

Figura 10.1: Fișă pentru înregistrarea numărului de defecte

- stabilirea modului de colectare a datelor: cine, când și prin ce metodă va culege datele;
- definitivarea formatului fișei de înregistrare, astfel încât să convină scopului întocmirii: amplasarea rubricilor în pagină, stabilirea modului de exprimare (simboluri, valori numerice), verificarea comodității înregistrării datelor;

Structura acestui document al calității este diferită în funcție de problema urmărită.

● Fișa pentru inspecție

Aceste fișe trebuie să ofere răspunsuri la următoarele probleme:

- indicarea clară a scopului colectării datelor;
- stabilirea punctelor de inspecție;
- stabilirea mărimilor inspectate;
- stabilirea formatului fișei, astfel încât să ofere o înregistrare comodă, o prelucrare simplă a datelor culese, să permită colectarea datelor prevăzute în standardele de inspecție de către personalul abilitat pentru acest lucru și la momentul de timp indicat, iar rezultatele să fie înaintate acolo unde este necesar.

Structura acestui document este diferită în funcție de problema analizată.



EXEMPLU ILUSTRATIV: Fișă de verificare a condițiilor solicitate prin contract (Fig. 10.2)

Fișa prezintă punctele de inspecție unde trebuie verificați anumiți parametrii stipulați în contractul cu beneficiarul.

Fișa de verificare a dimensiunilor cablului de frână		
Lungime cablu	Nr. bucăți	Total
71-72 mm	II	2
72-73 mm	III III	8
73-74 mm	III	5
74 -75 mm	I	1

Figura 10.2: Fișă de verificare a condițiilor solicitate prin contract (dimensiunea cablului de frână)

10.2. REPREZENTAREA DATELOR

Pentru reprezentarea datelor referitoare la calitate se utilizează, în principal, următoarele tipuri de grafice: în coloane, liniar, circular, radar, histograme.

• Graficul în coloane

Graficele în coloane (Fig. 10.3) au marcate pe abscisă intervalele de timp în care se face analiza și elementele analizate (de exemplu: caracteristici de calitate, tipuri de defecte etc.), iar pe ordonată, mărimea elementelor analizate (de exemplu: valoarea caracteristicilor de calitate, numărul sau ponderea defectelor etc.).

• Graficul liniar

Graficul liniar este folosit pentru evidențierea variației în timp a elementelor analizate. Pe abscisă se marchează perioada de timp luată în considerare, iar pe ordonată mărimea elementelor (Fig. 10.4).

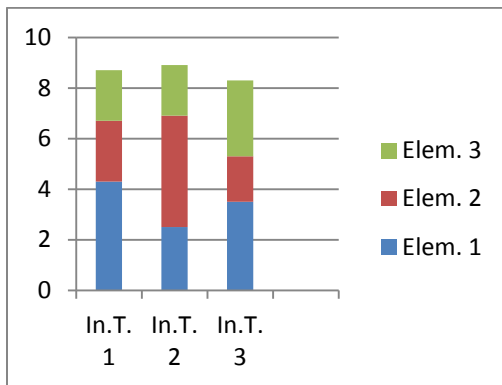


Figura 10.3: Grafic în coloane

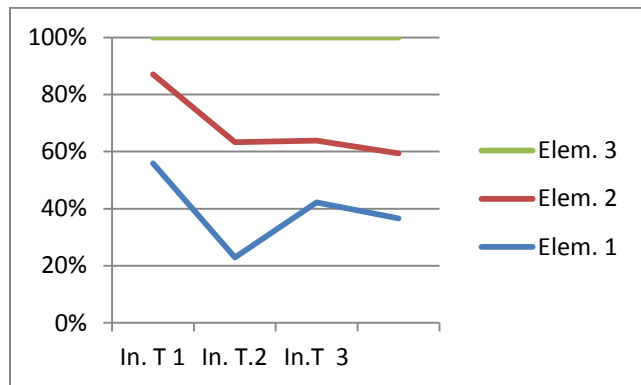


Figura 10.4: Grafic liniar

• Graficul circular

Acest tip de grafic permite evidențierea ponderii diferitelor elemente în cadrul fenomenului analizat (Fig. 10.5).

Numărul de intervale poate fi calculat și cu relația $z = \sqrt{n}$ iar mărimea intervalului cu relația $h = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{z}$.

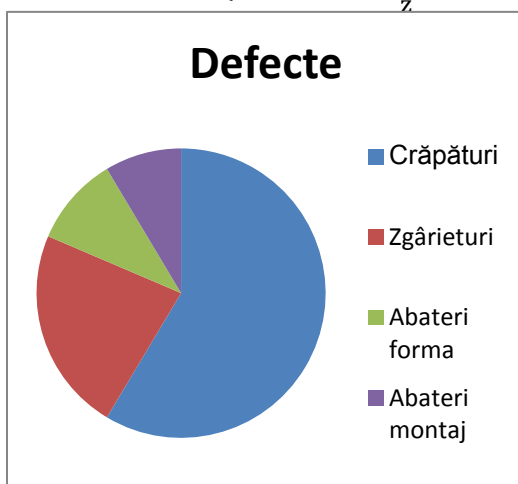


Figura 10.5: Grafic circular

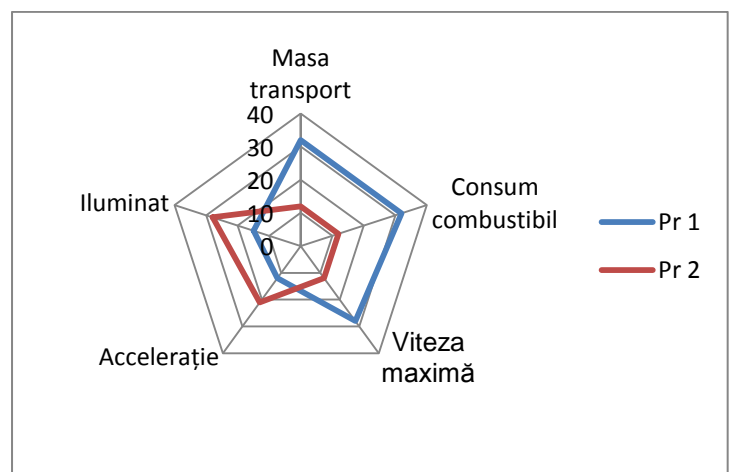


Figura 10.6: Grafic radar

CONCLUZIE

Graficul circular se folosește pentru analiza diferitelor categorii de defecte, evidența ponderii factorilor care determină un anumit nivel al calității produselor, analiza compoziției chimice a produselor etc.

- **Graficul radar**

Este folosit în cazul unor analize complexe care necesită luarea în considerare a unui număr mare de elemente.

Tehnica de construire a graficului radar, presupune trasarea în interiorul unui cerc a unui număr de raze egal cu numărul elementelor analizate. Pe fiecare rază se marchează mărimea elementelor, astfel încât valoarea cea mai mică să corespundă cu centrul cercului (Fig. 10.6).

CONCLUZIE

Graficul radar se folosește pentru analiza comparativă a calității produselor, prin compararea mai multor caracteristici.

- **Histograma**

Histograma este o reprezentare grafică a dispersiei valorilor parametrului studiat, care permite compararea ușoară cu valorile de referință, care pot fi limitele unui câmp de toleranțe (Fig. 10.7).

Dacă, să presupunem că sunt analizate (n) probe colectate dintr-un lot de produse, acestea se împart într-un număr de (z) intervale, care se recomandă să fie ales din tabelul 10.1.

Tabelul 10.1: Intervale pentru histograme

Probe (n)	Intervale (z)
50-100	6-10
100-150	7-12
150-250	10-20

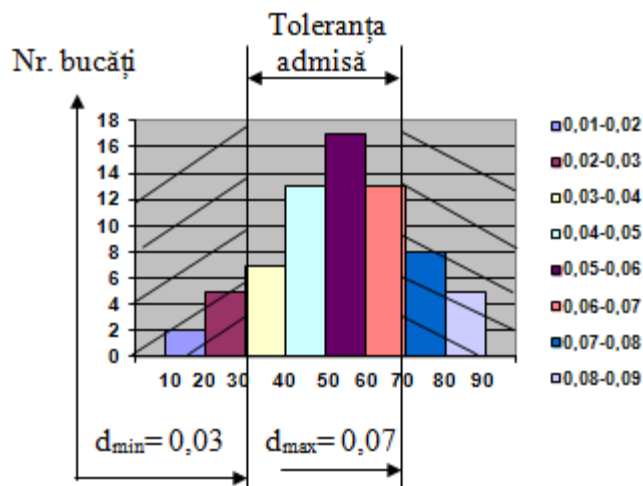


Figura 10.7: Histograma

CONCLUZIE

Din analiza histogramei, se constată că zonele hașurate sunt în afara câmpului de toleranțe prescris, acestea constituind piese neconforme cu specificațiile.

• Diagrama de corelare

Diagrama de corelare este o reprezentare grafică care evidențiază relațiile dintre două variabile ale unui proces, de regulă o cauză (X) un efect (Y), una dintre categoriile de date (X) fiind reprezentată pe abscisă, iar cealaltă (Y) pe ordonată (Fig. 10.8). Examinarea distribuției, permite evidențierea tipului de corelare existent între categoriile respective de date și cât de puternică este legătura dintre ele.

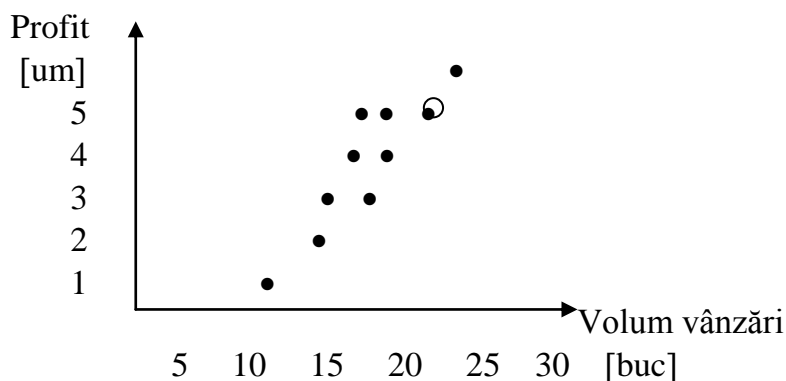


Figura 10.8: Diagrama de corelare între volumul lunar al vânzărilor și profitul obținut

În funcție de dispunerea punctelor reprezentate, corelarea poate fi [OLA04]:

- *diagramă cu corelare pozitivă* - când pentru valori crescătoare ale lui X corespund valori crescătoare ale lui Y;
- *diagramă cu corelare negativă* - când pentru valori crescătoare ale lui X corespund valori descrescătoare ale lui Y;
- *diagramă fără corelare* – nu se observă nicio tendință.

10.3. DIAGRAMA CAUZĂ-EFECT

Diagrama „cauză-efect”, denumită și diagrama „schelet de pește” sau diagrama „Ishikawa”, după numele cercetătorului japonez care a elaborat-o, permite descoperirea cauzelor defectelor și ierarhizarea acestora după ce principalele tipuri de defecte au fost stabilite.

Diagrama se construiește de o echipă de experți pentru un defect studiat „efectul”. Echipa stabilește „cauzele” defectului, care apoi sunt evidențiate în diagramă.

Efectul, provine din rezultatul activității, care în controlul calității poate fi: un defect întâlnit frecvent, refuzuri la recepție etc.

Cauzele sunt alcătuite din elementele care influențează efectul: *metoda de lucru, mașina-unealtă, muncitorul, materialul, măsurarea*, elemente ce pot fi reunite în cheia mnemotehnică 5m. Fiecare cauză principală, denumită cauză de ordinul I, este influențată de o serie de factori, denumiți și cauze de ordinul 2, care la rândul se evidențiază pe diagramă (Fig. 10.9).

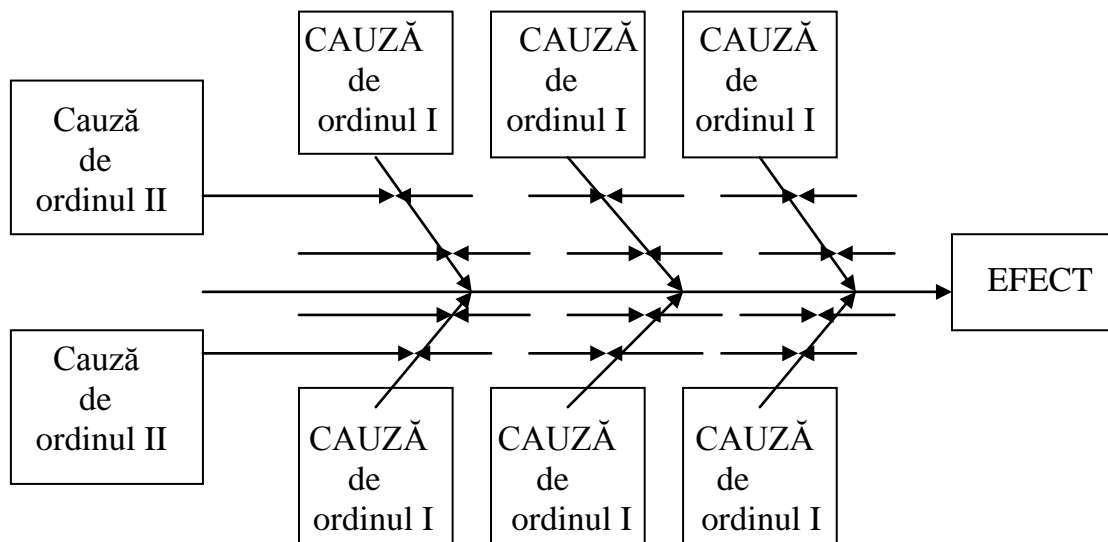


Figura 10.9: Structura generală a diagramei „cauză-efect”

CONCLUZIE

În alcătuirea diagramei „cauză-efect” este important să nu fie confundate cauzele cu măsurile corective, care se deduc într-o etapă ulterioară.

Pentru construirea diagramei se parcurg mai multe etape:

- *Definirea problemei ale cărei cauze vor fi analizate;*
- *Definirea cauze principale posibile (cauzele de ordinul I), în domeniul producției fiind delimitate de obicei cauzele „5m”. Această sistematizare a cauzelor nu trebuie preluată în orice situație.*
- *Identificarea tuturor cauzelor posibile (a cauzelor de ordinul II), fiecare din aceste cauze fiind încadrată într-una din categoriile principale, anterior constituite.*
- *Construirea diagramei se realizează prin menționarea efectului în căsuța din dreapta și stabilirea poziției categoriilor principale de cauze.*
- *Dezvoltarea diagramei constă în menționarea cauzelor de ordinul II.*

În felul acesta elementele cauzale principale și secundare sunt corelate explicit și rațional. Dintre cauzele evidențiate sunt selectate, cauzele care au cea mai mare influență probabilă asupra efectului analizat, în vederea folosirii concluziilor din diagrama cauză-efect pentru o analiză Pareto.

Este recomandabilă alegerea unui număr redus de cauze (3-5), asupra căruia va trebui acționat cu prioritate pentru rezolvarea problemei.

Atunci când problema de analizat este mai complexă, cauzele pot fi numeroase. În asemenea situații este preferabilă construirea unor diagrame parțiale.



EXEMPLU ILUSTRATIV: Problema analizată este durata de serviciu redusă pentru un lagăr cu rulmenți (Fig. 10.10)

Ca suport pentru analiză în prima etapă se stabilesc cauzele de ordinul I ale defectelor: factorul uman, condițiile de montaj, condițiile de exploatare, materialul și procesul tehnologic.

În etapa următoare se stabilesc cauzele de ordinul 2 (factorii de influență), asociate cauzei principale respective. În acest fel sunt adunate și reprezentate, într-o formă intuitivă, toate cauzele posibile ale problemei studiate.

După întocmirea diagramei, se identifică cauzele cele mai semnificative și se stabilește o prioritate în rezolvarea acestora (prin analiză Pareto). Apoi, se stabilesc măsurile ce se impun în pentru înlăturarea cauzelor identificate.

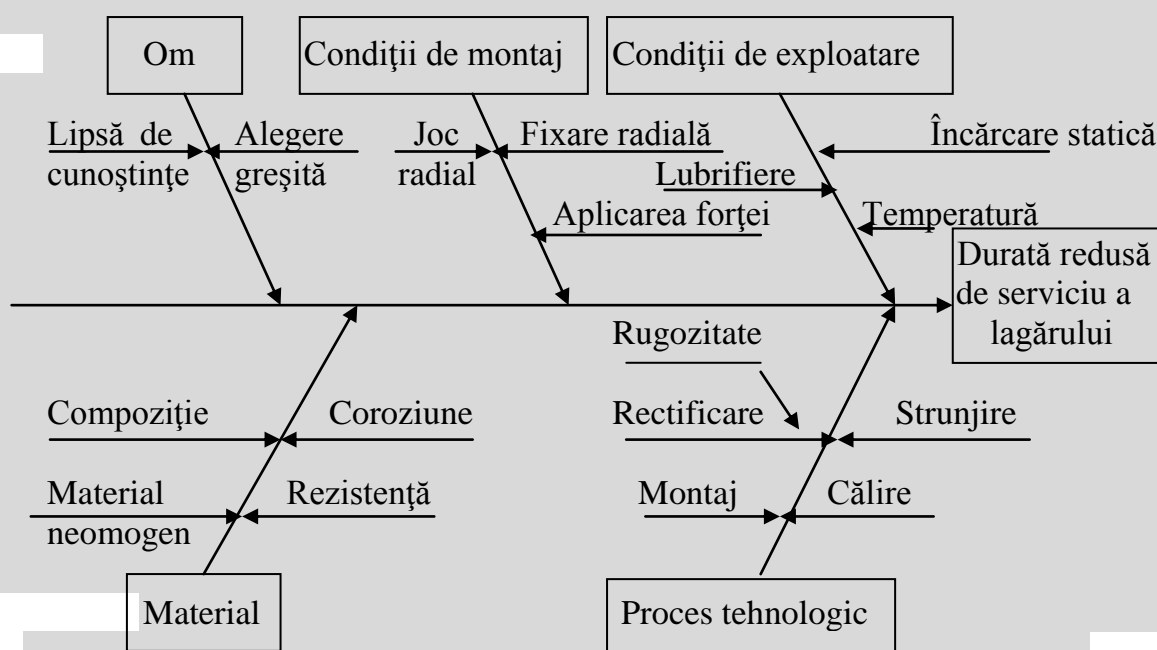


Figura 10.10: Diagrama „cauză-efect” pentru identificarea duratei de serviciu reduse pentru un lagăr cu rulmenți

10.4. ANALIZA PARETO

Acest tip de diagramă pune în evidență distribuția neuniformă, conform căruia în asigurarea calității 20 % din cauze explică 80 % din defecte.

Diagrama Pareto permite evidențierea celor mai importante cauze care generează cele mai multe defecte, asupra cărora trebuie acționat cu prioritate.

În vederea construirii diagramei Pareto, se parcurg următoarele etape:

- 1) Tipurile de defecte sunt clasificate în funcție de cauze.
- 2) În intervalul de timp stabilit este urmărită producția și sunt identificate piesele defecte în funcție de cauzele studiate, printr-o fișă de colectare a datelor.
- 3) Datele colectate sunt înscrise într-un tabel în ordine descrescătoare a frecvenței de apariție (coloanele 1, 2), în care se calculează numărul cumulat de defecte (coloana 3), după cum este exemplificat în tabelul 10.1.



EXEMPLU ILUSTRATIV: Histograma pentru rugozitateainelui interior al unui lot de rulmenți

Tabelul 10.1: Defecte constatate la un rulment

Nr. Crt.	Defectul constatat	Nr. defecte	Nr. cumulat de defecte
0	1	2	3
1	Rugozitatea suprafeței	60	60
2	Fisuri	25	60+25=85
3	Coroziune	22	85+22=107
4	Deteriorări	18	107+18=125
5	Toleranțe dimensionale și de formă	6	125+6=131
6	Diverse	11	131+11=142
TOTAL DEFECTE		142	142

4) Se trasează axele diagramei Pareto:

- *axa orizontală*, reprezintă clasificarea tipurilor de defecte sau a cauzelor acestora. Cauzele pot fi datorate: factorului uman, materiilor prime, utilajelor (precizie, uzură, SDV-uri, etc.), procedeele tehnologice, perioadei de timp în care s-a lucrat (anul, luna, schimbul de lucru) etc.

- *axa verticală*, pune în evidență cuantificarea numerică a defectelor studiate: de ex.: calitatea (suma defectelor, totalul reclamațiilor, rata respingerilor); costuri (costurile rebuturilor, costurile remedierilor, cheltuieli cu personalul); zilele de întârziere la livrarea produselor (Fig. 10.11).

5) Defectele semnalate sunt reprezentate pe diagramă sub forma unor coloane de aceeași lățime în ordinea descrescândă a frecvențelor defectelor semnalate, sau a cauzelor acestora, după cum se dorește reprezentarea. Între coloane nu se lasă spații goale.

6) Trasarea curbei sumă a tipurilor de defecte, se obține prin însumarea frecvenței defectelor. Colțul drept al fiecărei coloane semnifică numărul cumulat al defectelor, care se unesc prin puncte (Fig. 10.11).

7) Din extremitatea curbei sumă se coboară o paralelă la ordonată. Punctul de extremitate reprezintă procentul de 100% al defectelor, în funcție de care se stabilește scara pentru procentul cumulativ.

CONCLUZIE

Toate categoriile de defecte care:

- însumate dau o frecvență de 70%, sunt considerate defecte de rangul I.
- sunt cuprinse între 90-100%, sunt considerate de rangul III.
- restul tipurilor de defecte sunt clasificate ca aparținând categoriei II.

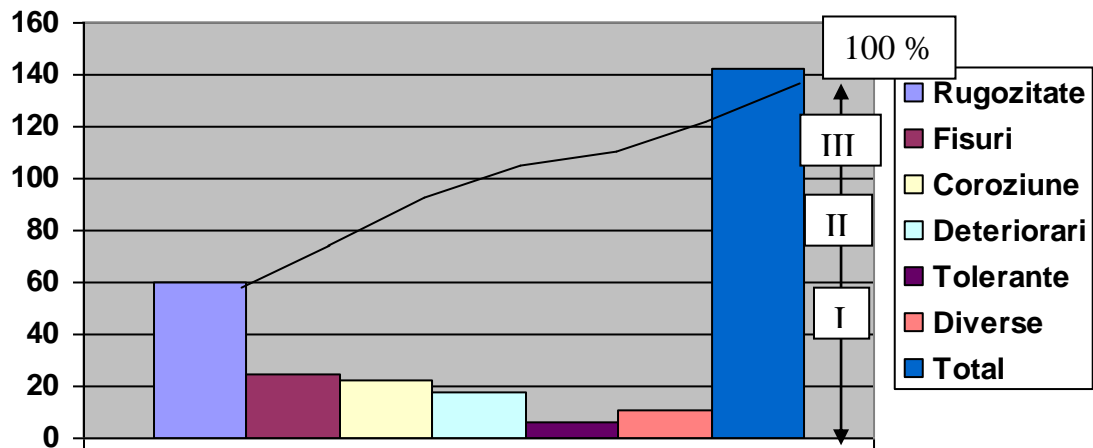


Figura 10.11: Diagrama Pareto privind defectele unui rulment
Cuantificate în tabelul 9.1

CONCLUZIE

La eliminarea defectelor prioritatea cea mai mare o au defectele de rangul I, deoarece acestea reprezintă procentual cea mai mare parte a defectelor. Pentru exemplul considerat, defectele care trebuie eliminate în primul rând, sunt rugozitatea ridicată a suprafeței și fisurile care apar pe calea de rulare.

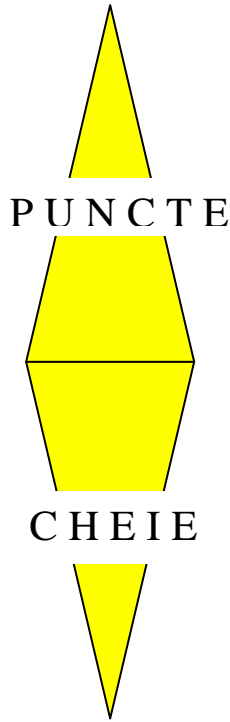
După înlăturarea cauzelor defectelor de rangul I, care pot fi eliminate, se trasează o nouă diagramă Pareto, pe care se pun în evidență rezultatele obținute, prin comparație cu diagrama inițială. În cazul aplicării unor măsuri eficace de reducere a cauzelor defectelor de ordinul I, compararea numărului de defecte pe cele două diagrame, trebuie să evidențieze o scădere în timp a defectelor.

Recomandări bibliografice suplimentare:

- [ION13] Ionescu S.C., (2013). *Arhitectura calității*. Editura Politehnica Press. București.
- [MOL11d] Moldovan L., (2011). *Metode de analiză și evaluare a calității*. Editura Universității „Petru Maior” din Tîrgu-Mureș.
- [OLA04] Olaru M., (2004). *Managementul calității*. Editura economică. București

REZULTATE AȘTEPTATE

După studierea acestui capitol ar trebui să înțelegeți cum trebuie să colectați și să reprezentați datele referitoare la calitate, și să identificați cauzele defectelor, într-o organizație care își propune să folosească tehnicile și instrumentele managementului calității.



- Tehnicile și instrumentele managementului calității permit identificarea cauzelor defectelor, ierarhizarea acțiunilor pentru îmbunătățire, localizarea punctelor în care trebuie intervenit.
- Colectarea datelor referitoare la o anumită problemă legată de calitatea produsului se face cu ajutorul Fișelor de colectare a datelor.
- fișele de colectare pot fi clasificate în două categorii: fișe pentru înregistrarea datelor, fișe pentru inspecție.
- Pentru reprezentarea datelor referitoare la calitate se utilizează, în principal, următoarele tipuri de grafice: în coloane, liniar, circular, radar, histograme.
- Diagrama „cauză-efect”, este denumită și diagrama „schelet de pește” sau diagrama „Ishikawa”.
- Diagrama cauză-efect permite descoperirea cauzelor defectelor și ierarhizarea acestora după ce principalele tipuri de defecte au fost stabilite.
- Analiza Pareto pune în evidență distribuția neuniformă, conform căruia în asigurarea calității 20 % din cauze explică 80 % din defecte.
- Defectele sunt clasificate în rangul I (care însumate dau o frecvență de 70%), rangul III (sunt cuprinse între 90-100%) și restul tipurilor de defecte sunt clasificate ca aparținând categoriei II.

TEST DE AUTOEVALUARE



Încercuiți răspunsurile corecte la întrebările următoare.

ATENȚIE: pot exista unul, niciunul sau mai multe răspunsuri corecte la aceeași întrebare.

- 1) Fișele de colectare pot fi:
- a) fișe pentru înregistrarea datelor; Da / Nu
 - b) fișe pentru analiza datelor; Da / Nu
 - c) fișa pentru inspecție. Da / Nu
- 2) Reprezentarea datelor referitoare la calitate se poate face pe grafice:
- a) în coloane; Da / Nu
 - b) circulare; Da / Nu
 - c) radar. Da / Nu
- 3) Diagrama de corelare poate fi:
- a) fără corelare; Da / Nu
 - b) cu corelare pozitivă; Da / Nu
 - c) cu corelare redusă. Da / Nu
- 4) Diagrama cauză-efect:
- a) are ca și cauze 5m; Da / Nu
 - b) prezintă măsuri corective ale defectelor; Da / Nu
 - c) indică numărul de defecte. Da / Nu
- 5) Analiza Pareto:
- a) pune în evidență distribuția neuniformă; Da / Nu
 - b) 80 % din defecte au 20 % din cauze; Da / Nu
 - c) ierarhizează defectele în trei ranguri. Da / Nu
- 6) Defectele de rangul I:
- a) au prioritatea cea mai mare la eliminarea defectelor; Da / Nu
 - b) însumate dau o frecvență de 90%; Da / Nu
 - c) sunt în număr constant la o nouă trasare a diagramei Pareto. Da / Nu
- 7) Diagrama schelet de pește:
- a) se mai numește digrama Ishikawa; Da / Nu
 - b) are efecte de ordinul I și II; Da / Nu
 - c) efectele de ordinul II detaliază efectele de ordinul I. Da / Nu
- 8) Histograma:
- a) permite compararea cu valori de referință; Da / Nu
 - b) permite reprezentarea a unui număr restrâns de date; Da / Nu
 - c) permite o reprezentare a dimensiunilor situate în afara câmpului de toleranțe prescris. Da / Nu