

---

---

**Cristina-Ileana PASCU**



---

**Cristina-Ileana PASCU**

***METODE APLICATE  
ÎN INGINERIA CALITĂȚII***



**Editura UNIVERSITARIA  
Craiova, 2022**

---

Referenți științifici:

*Conf.univ.dr.ing. Adrian Sorin ROȘCA*

Universitatea din Craiova

*Conf.univ.dr.ing. NICOLAE CRĂCIUNOIU*

Universitatea din Craiova

Copyright © 2022 Editura Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

---

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**PASCU, CRISTINA ILEANA**

**Metode aplicate în ingineria calității** / Cristina-Ileana Pascu. - Craiova :  
Universitaria, 2022

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1845-9

62

© 2022 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

## ***PREFAȚĂ***

Această monografie se dorește a fi o caracterizare actualizat a a celor mai utilizate metode moderne aplicate în Ingineria Calității, fiind, în același timp, și o prezentare a studiilor personale în domeniu cu aplicabilitate în ingineria industrială și automotive.

Actualizarea rezidă în aducerea la zi a denumirilor, definițiilor și interpretărilor, conform standardelor în vigoare, at t a termenilor generici care caracterizează Ingineria Calității dar și o metodologie clară de aplicare a metodelor prezentate pe parcursul monografiei.

Stabilirea corectă și cu acuratețe a metodelor necesare îmbunătățirii calității procesului de producție și, implicit, a produselor fabricate de o firmă reprezintă o condiție sine-qua-non de control și dominare a pieței competitivie din domeniu de activitate al companiei respective.

Aplicarea acestor metode și metodologii implică schimbare în sensul îmbunătățirii continue: indicatori de performanță stabiliți periodic, cerințele față de calitate a acestora mărindu-se continuu în timp; implicarea întregului personal, la toate nivelurile și în toate entitățile în activități de îmbunătățire a capacităților distinctive ale firmei, în vederea asigurării succesului pe termen lung, orientarea organizației către satisfacerea cerințelor clienților, și obținerea de avantaje pentru toți membrii organizației și pentru societate.

Implementarea principiilor Calității Totale este astăzi predominantă în firmele moderne, deoarece are ca rezultat creșterea v nzărilor, concomitent cu reducerea costurilor de fabricație, prin evitarea pierderilor.

 n cadrul lucrării sunt tratate aspectele de bază privind definirea conceptului de calitate și evoluția acestuia în timp, prezentarea metodelor din domeniul calității, în capitolele următoare punându-se accent pe prezentarea detaliată a metodelor de control statistic al procesului (SPC), Analiza Modurilor de Defectare, a Efectelor și Criticității (Failure Modes, Effects & Analysis) (FMEA) și Global 8D precum și a metodologiilor moderne care să aplică la acest moment în firmele moderne în vederea îmbunătățirii continue și realizării unei producții cu "zero defecte".

Astfel, ultimele capitole sunt dedicate prezentării metodologiilor Lean Manufacturing și SixSigma, fiind descrise tehnicile și metodele încorporate în aceste filozofii de producție.

De asemenea, sunt prezentate detaliat etapele și pașii necesari a fi parcurși în vederea obținerii certificării “Lean-SixSigma” pentru o companie, precum și studii de caz pentru fiecare metodă.

Lucrarea sintetizează cele mai importante aspecte legate de tehnicile și metodologiile moderne aplicate în Ingineria Calității, fiind elaborată în urma consultării unei bogate bibliografii de specialitate, a standardelor în vigoare, fără a se substitui acestora, și a recomandărilor forurilor europene specializate în acest domeniu.

Prin tematica abordată, lucrarea se adresează în primul rând studenților și masteranzilor din învățământul superior tehnic, de la facultățile din domeniul industrial și automotive, dar poate fi utilă și specialiștilor din domeniul mecanic, care au ca obiect de activitate construcția de mașini, precum și profesorilor de specialitate din învățământul preuniversitar.

Prin reacțiile celor care vor studia prezenta lucrare, se va constata dacă, și în ce măsură, aceasta corespunde exigențelor acestora.

Autoarea este convinsă că există loc pentru mai bine și că pot exista unele deficiențe în abordarea tematicii prezentate, fapt pentru care crede că lucrarea poate fi perfecționată și mulțumește anticipat tuturor aceluia care prin observații pertinente vor contribui la îmbunătățirea calității ulterioare a acesteia.

Mulțumesc totodată aprecierilor formulate de domnii conf.dr.ing. Adrian Sorin Roșca și conf.dr.ing. Nicolae Crăciunoiu, referenții științifici ai acestei lucrări.

*Ileana Pascu  
Craiova, mai 2022*

## ***NOTAȚII ȘI ABREVIERI UTILIZATE***

- A - probabilitatea de apariție a unui defect
- AQ - asigurarea calității ( Assurance of Quality)
- CTQs – Cerințe critice pentru calitate (Critical to Quality)
- D - probabilitatea de detectare
- DFMEA - analiza FMEA aplicată produsului
- EOAT - Articulații braț robot (end of arm tooling)
- ERA - acțiuni urgente de răspuns
- FAI - inspecția primului articol (First Articol Inspection)
- FMEA - Analiza Modurilor de Defectare, a Efectelor și Criticității (Failure Modes, Effects & Analysis)
- I – indicele Importanței
- IQ – inspecția calității (Inspection of Quality)
- ISO - Organizația Internațională de Standardizare (International Standards Organization)
- Lean – Lean Manufacturing
- Lean – producție flexibilă (Lean Manufacturing)
- MA – mentenanță autonomă
- MC – mentenanță corectivă
- MD – mentenanță de detectare
- MP – mentenanță planificată
- MPd – mentenanță predictivă
- MPv – mentenanță preventivă
- MSA - Sistemul de analiză a sistemelor de măsurare
- MTBF - Timpul mediu de bună funcționare între două defecțiuni
- MTTR - Timpul mediu de staționare în reparație

OEE - Eficiența globală a echipamentelor (Overall Equipment Efficiency)

OTD – timp de livrare (on time delivery)

PFMEA – analiza FMEA aplicată procesului de fabricație

QC - control de calitate (Quality Control)

RFT - indicele „Fără defecte de prima dată” ( Right First Time)

RPN - coeficientul de risc

S – indecele de Severitate

SMED – Schimbarea matriței într-un minut (Single Minute Exchange of Die)

SOP - Procedurile standard de operare

SPC - controlul statistic al proceselor

SUBO – Observații privind comportamentul sigur și nesigur (Safe and Unsafe Behavior Observations)

SW- Munca standardizată (Standardized Work)

TPL - mentenanță totală productivă (Total Productive Maintenance)

TQ – calitate totală (Total Quality)

TQM - Managementul Calității Totale (Total Quality Management)

VOC – Vocea Clientului (Voice of Client)

VSM – Harta fluxului de valoare (VALUE STREAM MAP)

WIP - Muncă în procesare

YTD - De la începutul anului (Year To Date)



## 1. CONCEPTUL DE CALITATE

### 1.1. Repere cronologice ale conceptului de calitate

Noțiunea de calitate poate fi considerată ca fiind cel mai vechi concept, prima mențiune documentară care face referire la calitate se consideră a fi în Geneza, prima carte a Bibliei, unde se precizează că, după crearea lumii în șase zile, „Dumnezeu a văzut că aceasta a fost bine făcută”. Acesta a fost debutul acțiunii de conducere a calității [Boro1]. Conceptul de calitate a apărut și s-a dezvoltat odată cu apariția speciei umane, primul tratat de control al calității reprezentat ca un ghid al calității, a fost descoperit în Egipt, datând din anul 1450 î.e.n.[Opre1].

Filozoful grec Heraclit, în 480 î.H. a predefinit conceptul ca fiind "să facem încă de astăzi lucrurile la care alții se vor gândi abia mâine"

Cuvântul "calitate" își are originea în latinescul "qualis", care se traduce prin "fel de-a fi", denumirea fiind dată de Cicero.

Cronologic, principalele repere și descoperiri istorice care au dinamizat producția de bunuri și serviciile, și, implicit, calitatea acestora, au fost [Culot1, Opre1]:

- tipărirea Bibliei, în 1455 de Gutenberg, care, prin descoperirea tiparului în Europa, va permite transmiterea mult mai rapidă a cunoștințelor științifice;

- fabricarea furnalului, în 1491, în Anglia, care va impulsiona creșterea producției de fontă respectiv, producția de bunuri materiale;

- secolele XVI-XVII, caracterizate de marile descoperiri geografice, care au permis extinderea comerțului la scara întregii planete;

- apar, la mijlocul secolului XVII, în Franța, la fabrici de textile și de hârtie, consemnări în registrele de fabricație privind obligativitatea procedurilor de satisfacție ale clienților prin stabilirea de măsuri în cadrul procesului de fabricație [Opre2].

- în jurul anilor 1800, în S.U.A., apare noțiunea de elemente interschimbabile, într-un contract al guvernului cu un producător de armament, privind livrarea de tunuri și muniție.

- secolele XVIII-XIX, perioada revoluției industriale, care a produs dezvoltări industriale spectaculoase: creșterea producției de mărfuri într-un ritm amețitor, revoluționarea transporturilor, apariția telecomunicațiilor, etc.

- în anul 1907, compania Ford, considera *inspecția calității* ca fundament al organizării muncii în timpul procesului de fabricație a automobilelor [Opre3] .

- secolul XIX și începutul secolului XX, când, datorită relansării economice, apar marile descoperiri ale lumii contemporane: se descoperă electricitatea, motorul cu ardere internă și cel electric, se extinde rețeaua de transport feroviar, se realizează mașini de puteri mari, care pot lucra în condiții grele, apar automobilul și avionul.

Un rol deosebit în îmbunătățirea nivelului de calitate al produselor, vis-a-vis de ameliorarea preciziei de fabricație și a măsurătorilor, l-au avut două invenții de la începutul secolului al XIX-lea [Boro1]:

- ✓ *șurubul de precizie*, pe principiul căruia s-a realizat micrometrul, instrument uzual de control, dar de precizie înaltă, între 0,01-0,001 mm;
- ✓ *suprafața perfect plană*, care a condus la fabricarea bancurilor de lucru și de control mult mai precise.

Începând cu anii 1920, conceptul de calitate capătă noi valențe și semnificații, atribuindu-se un rol din ce în ce mai pregnant în practica industrială, este perioada în care apar părinții calitologiei [Opre2]:

- în anul 1920, în S.U.A., la Western Electric se începe aplicarea inspecția de eșantionare statistică la controlul operațiunilor de vânzare;
- în 1928, inginerul Joseph M. Juran a publicat prima sa lucrare în domeniul calității, intitulată “Metode statistice aplicate în fabricație”, destinată personalului din firme care avea responsabilitatea evaluării și menținerii sub control a calității [Drag1];
- prin anii 1930, tot în S.U.A, Walter Shewhart introduce statistica ca posibilitate de gestionare a calității;
- între 1941 - 1944, la firma Bell Sistem din S.U.A, Harold F. Dodge și Henry C. Roming au pus la punct tabele pentru eșantionarea loturilor în vederea efectuării controlului de calitate în fabricile de armament, tabele care, cu actualizările aferente, sunt standardizate în STAS 3160, fiind utilizate și în prezent;

- în anul 1947, Abraham Wald publică lucrarea „Sequential Analysis”;
- în anul 1951, în SUA, dr. Armand V. Feigenbaum publică „Total quality control” prin prisma experienței în controlul calității la General Electric;
- în același an, 1951, profesorul Joseph M. Juran publică “Quality Control Handbook” (care în 1973 a fost tradusă în română având titlul “Calitatea produselor”) care a devenit baza organizării controlului calității într-o firmă;
- începând cu anii '50, în Japonia, la Toyota, începe să se aplice *Toyota Production System (TPS)* pentru a organiza eficient producția și logistica, inclusiv interacțiunea cu furnizorii și clienții în vederea minimizării costurilor și eliminarea pierderilor;
- în anii '60 Philip B. Crosby, vicepreședinte pentru calitate a Trustului Internațional Telegraph and Telephone din S.U.A., a implementat conceptul „zero defecte” constând în eliminarea controalelor succesive și implicarea tuturor membrilor unei organizații că trebuie „făcut bine de prima oară”, prin aplicarea a 14 principii de bază;
- începând cu anul 1975 *calitatea* devine strategia de redresare a industriei japoneze, este elaborat conceptul „ținerea sub control a calității în întreaga companie” (și care se aplică la nivelul întregii țări). Se produce astfel așa-numitul fenomen denumit “miracolul japonez”: industria japoneză invadează piețele occidentale și nord-americane cu produse concurențiale de un nivel calitativ superior acestora, dar la prețuri egale sau mai mici: automobile, produse de uz casnic, electronice, etc. Alarmate, S.U.A realizează apariția unui nou tip de război, războiul economic, iar *principala armă de atac era calitatea*. Calitatea așteptată din punctul de vedere al clientului nu al producătorului. Japonezii observaseră pulsul pieței, coborâseră în “agora” și, corect informați, loveau direct la țintă [Boro1];
- industria americană îl remarcă pe E. Deming, expert american în domeniul calității, fondatorul programului japonez de îmbunătățire a calității, încă din 1950! *Problema calității devine*

*problemă de grad zero ca interes național*: luna octombrie 1984 este declarată “Luna națională a calității”; în octombrie 1985 se declanșează prima campanie pentru calitate sub titlul “Renașterea calității în America”;

- în ianuarie 1988 se instituie premiul național “Malcolm Baldrige”, acordat anual companiilor cu rezultate remarcabile în domeniul calității.
- Statele Europei Occidentale, declanșează campanii naționale pentru promovarea calității: în Anglia, în mai 1983 începe “Campania națională a calității”; în Franța, în iulie 1985 se organizează “Primul congres național al cercurilor calității”, iar în octombrie 1986 se instituie “Premiul național al calității” [Boro2];
- începând cu 1991 se instituie decernarea Premiului EFQM (European Foundation for Quality Management) de către Fundația Europeană pentru Managementul Calității, la diverse categorii, ce diferențiază organizațiile după mărime.

## **1.2. Definirea calității**

În SR EN ISO 9001:2015, calitatea reprezintă "măsura în care un ansamblu de caracteristici intrinseci îndeplinește cerințele"[ISO1], deci, calitatea este exprimată printr-un ansamblu de caracteristici.

O definiție pragmatică a calității îi aparține lui Donald E. Peterson, părintele companiei Ford Motor, care e afirmat că *“a oferi o calitate de nivel mondial înseamnă a furniza produse și servicii care satisfac nevoile și așteptările clienților la un cost, reprezentând valoarea pe care aceștia sunt dispuși să o plătească”*.

Literatura de specialitate furnizează un număr considerabil de definiții date conceptului de calitate. După unii specialiști, calitatea produselor este considerată satisfacerea unei necesități; gradul de satisfacere a consumatorului; conformitatea cu caietele de sarcini; ansamblul mijloacelor pentru realizarea unui produs viabil; un cost mai mic pentru o utilizare dată [Pugna1].

Definițiile clasice ale calității, formulate de marii specialiști în domeniu, pun un accent deosebit pe îndeplinirea cerințelor clientului (meeting the customer requirements) [Boro1].

Printre cele mai utilizate și cunoscute definiții ale conceptului de calitate sunt cele ale lui:

- J.Juran: Calitatea înseamnă potrivire cu utilizarea dorită, respectiv adecvare la scop (fit for use) [Juran1].
- A.W.Feigenbaum: Suma totală a caracteristicilor unui produs sau serviciu referitoare la tehnologia de fabricație, producție, mentenanță, servicii de piață prin care produsul sau serviciul utilizat va corespunde așteptărilor clientului [Feig1].
- G. Taguchi: costul minim pe care un produs îl impune societății [Tagu1].
- P.F. Drucker: ceea ce clientul este dispus să plătească în funcție de ceea ce obține și valorifică [Druck1].
- Ph.Crosby: Calitatea înseamnă atingerea specificațiilor (conformance to requirements) [Crosb1].
- W. Christopher: orice clientul spune că este [Chris1].
- W.E.Deming: Calitatea trebuie să aibă în obiectiv nevoile consumatorului prezent și viitor [Demi1].

Rezumativ, se pot concluziona următoarele [Boro1]:

- calitate absolută nu există;
- calitatea este un concept determinat de cerințele și satisfacția clientului și nu de producător;
- calitatea este un concept integrator între orientarea către producție și cea către piață.
- calitatea reprezintă o cerință de grad zero pentru o firmă competitivă, fiind cel mai important activ al unei companii;

Se poate releva modul în care calitatea este obținută prin schema cunoscută sub numele de “cercurile celor trei calități”.

În figura 1.1 se prezintă “cercurile celor trei calități” în care se evidențiază modul prin care se obține calitatea optimă.

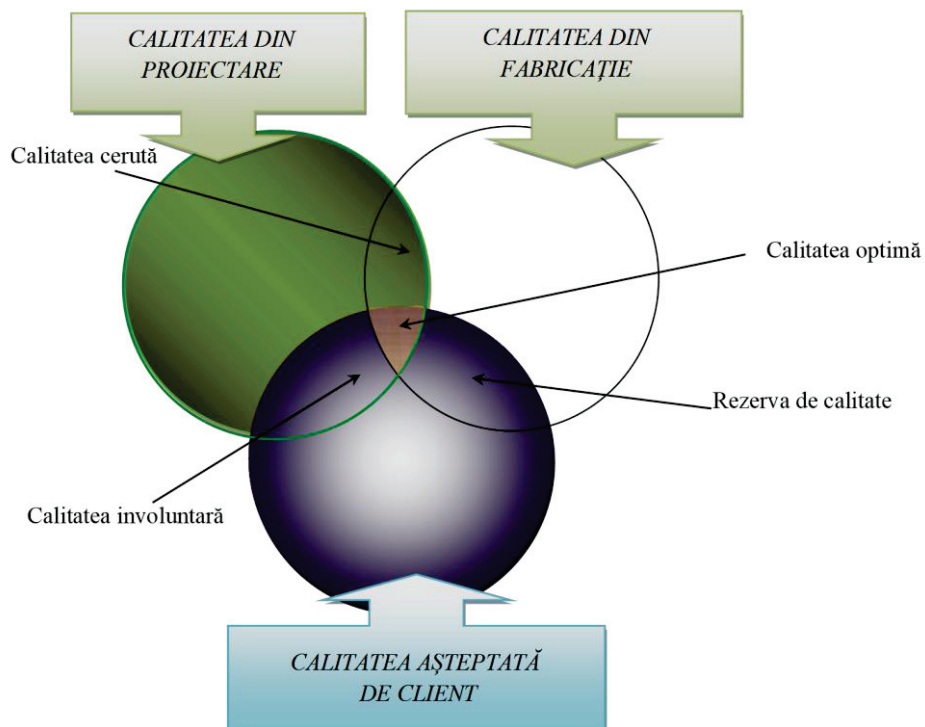


Fig. 1.1. Cercurile celor trei calități

*Calitatea așteptată de client*, este considerată calitate inițială, definind necesitățile și așteptările exprimate sau implicite ale acestuia. Aceasta ar trebuie identificată în proiect, ca rezultat al unei activități de design. Dar, datorită erorilor care pot s a apar a, fie prin prisma limitelor proiectantului în a elabora soluții la toate cerințele, fie a limitărilor datorate realităților tehnico-organizatorice din firmă, apare calitatea din proiectare.  n etapa de realizare efectivă a produsului (proces de fabricație sau îndeplinirea serviciului) se obține *calitatea din fabricație*, care nu va corespunde pe deplin calității din proiectare datorită erorilor și abaterilor care apar în timpul procesului de fabricație. De aceea, va apare doar suprapunerea parțială a celor trei tipuri de calitate reprezentate sub formă de cercuri, figura 1.1. Calitatea optimă este reprezentată doar de zona de intersecție a celor trei cercuri [Boro1].

Calitatea are un caracter complex și dinamic, încorporează un ansamblu de caracteristici tehnico-funcționale, psiho-senzoriale, economice și sociale, care satisfac, într-un anumit grad, nevoia socială și/sau așteptările beneficiarilor la un moment dat și într-un anumit loc [Opre1, Gheo1].