

Analiză statistică multidimensională

*Aplicații în studiul calității
produselor și serviciilor*



METEOR PRESS

Cuvânt-înainte	5
Introducere	7
Capitolul 1. Controverse și tendințe actuale ale conceptului de calitate	11
1.1. Controverse asupra conceptului de calitate	11
1.2. Tendințe actuale conceptuale și metodologice în abordarea calității	13
1.3. Managementul calității	18
1.4. Sisteme informatice utilizate în studiul calității	23
Capitolul 2. Metode statistice de analiză a calității obligatorii	31
2.1. Diagnosticul calității	32
2.2. Controlul și inspecția calității	36
2.3. Auditul calității	52
2.4. Ancheta calității	56
2.4.1. Eșantionare – aspecte practice	56
2.4.2. Inspecția calității loturilor de produse	59
Capitolul 3. Metode statistice de analiză a calității necesare	63
3.1. Metode descriptive de segmentare a pieței	65
3.1.1. Variabile de segmentare și unități statistice	66
3.1.2. Algoritmi de clasificare	71
3.1.3. Interpretarea și validarea rezultatelor	77
3.1.4. Exemplu de segmentare a pieței – abordare descriptivă	78
3.2. Metode predictive a priori de segmentare a pieței: analiza discriminantă	81
3.2.1. Metode geometrice	82
3.2.2. Metode probabiliste	89
3.2.3. Erori de clasificare	95
3.2.4. Estimații practice ale erorii de clasificare	96
3.2.5. Caz particular de segmentare a pieței – abordare predictivă, utilizând analiza discriminantă	98
3.3. Metode de clasificare bazate pe arbori: CHAID, CART	105
3.3.1. Metoda CHAID	105
3.3.2. Metoda CART	108
3.3.3. Caz particular de segmentare a pieței – abordare predictivă, utilizând algoritmului CHAID	109
3.4. Metode de regresie mixte sau cu clase latente	114

Capitolul 4. Metode statistice de analiză a calității excepționale	119
4.1. Analiza factorială	120
4.1.1. Analiza în componente principale	120
4.1.2. Analiza de corespondențe și analiza corespondențelor multiple	126
4.2. Metoda Quality Function Deployment (QFD)	130
4.2.1. Diagrama „House of Quality“	130
4.2.2. Etapele metodologiei QFD	132
4.2.3. Proiectarea „Călimdarului de fiecă zi – FISCAL“ folosind QFD	134
4.3. Metodologia TRIZ	143
4.3.1. Ciclul TRIZ	144
4.3.2. Proiectarea „Călimdarului de fiecă zi – FISCAL“ folosind TRIZ ..	146
4.4. Testarea de acceptabilitate a noilor produse	151
Capitolul 5. Modele econometrice utilizate în studiul „calității optime“	155
5.1. Modele de regresie cu variabile binare	156
5.2. Modele pentru ciclurile de viață ale produselor	159
5.2.1. Modelul Rayleigh	160
5.2.2. Previzionarea evoluției nivelului de performanță	163
5.3. Modele pentru măsurarea satisfacției clienților	165
5.3.1. Metoda MUSA	166
5.3.2. Interpretarea rezultatelor	169
5.3.3. Exemplu numeric	173
Anexe	181
Bibliografie	192

CONTROVERSE ȘI TENDINȚE ACTUALE ALE CONCEPTULUI DE CALITATE

În ultimele patru decenii, japonezii au utilizat cu succes instrumente și metodologii pentru studiul și dezvoltarea calității, ca parte a efortului depus pentru obținerea poziției de lideri pe piața produselor electronice, automobilelor etc. Din anii '50, Japonia a început să fie cunoscută pentru crearea permanentă de produse cu o calitate din ce în ce mai ridicată. Astfel, multe companii, folosesc produsele japoneze ca standarde de calitate. Din modul cum ei au reușit, într-un timp atât de scurt, să ajungă lideri pe piața mondială, se poate învăța foarte mult.

1.1. CONTROVERSE ASUPRA CONCEPTULUI DE CALITATE

Termenul de calitate poate avea semnificații diferite pentru persoane sau contexte diferite.

Un automobil de calitate poate fi definit ca fiind unul care nu are defecte și care merge așa cum ne așteptăm. Aceasta este în conformitate cu definirea calității, de către J. M. Juran¹, în 1988, drept „*competența unui produs/serviciu de a fi utilizat*“.

Un automobil de calitate poate fi definit și ca fiind unul conform cu standardele în vigoare. O astfel de viziune asupra calității au avut P. B. Crosby² care considera „*calitatea ca fiind conformitatea cu specificațiile*“ și H. L. Gilmore³ pentru care „*calitatea era gradul în care un anumit produs este conform cu un design sau o specificare*“.

H. Gitlow⁴ și colaboratorii săi, în 1989, au promovat idei mai largi referitoare la calitate, afirmând că aceasta reprezintă așteptările ca un produs sau serviciu livrat să: 1) întrunească standardele clienților; 2) îndeplinească și să corespundă

¹ J. M. Juran – *Juran's Quality Control Handbook: Fourth Edition*, New York, NY: McGraw Hill Book Company, 1988.

² P. B. Crosby – *Quality Is Free: The Art of Making Quality Certain*, Mentor Books, 1992.

³ H. L. Gilmore – *Product Performance Cost*, Quality Progress, 1974.

⁴ H. Gitlow and colab. – *Tools and Methods for the Improvement of Quality*, Homewood: Boston, 1989.

nevoilor clienților; 3) îndeplinească așteptările clienților; 4) îndeplinească nevoile și aspirațiile viitoare anticipate. Această concepție a calității a fost promovată încă din anii '50 de către A. A. Keuhn și R. L. Day, care susțineau că „*într-o analiză finală a pieții, calitatea unui produs depinde de cât de bine se potrivește cu modelul preferințelor consumatorilor*”⁵.

Calitatea mai poate fi privită și în felul următor: „*voi ști ce este calitatea atunci când o să o văd*”. R. M. Pirsig spunea: „*calitatea nu este niciun concept, niciun fapt, ci o a treia entitate independentă de cele două, ..., chiar dacă nu putem defini calitatea, știm ce este*”⁶.

Pornind de la ideile prezentate anterior, termenul de calitate poate fi definit din perspectiva:

1. *clientului* – un produs sau serviciu de calitate este acela care poate fi folosit și care îndeplinește cerințele clientului;
2. *producătorului* – un produs sau serviciu de calitate este acela care se conformează designului, specificațiilor, standardelor, cerințelor și care nu are defecte;
3. *produsului* – calitatea se întâlnește atunci când produsul are ceva în plus față de altele similare și acest lucru îi conferă valoare suplimentară;
4. *valorii* – un produs de calitate este obținut din cea mai bună combinație între preț, utilitate și așteptări;
5. *transcendentă* – un produs de calitate nu se știe sigur ce este, dar este ceva bun.

Instrumentele și tehnicile utilizate în studiul calității s-au îmbogățit și dezvoltat continuu în vederea creșterii calității la toate nivelele: pentru îmbunătățirea procesului, pentru a adăuga valoare prin brainstorming unor caracteristici noi, pentru descreșterea costurilor, pentru a ajuta producția și serviciile să fie conforme cu specificațiile.

Definițiile 2, 3 și 4 sunt definiții tradiționale asociate calității. Astfel, un produs de calitate nu trebuie să aibă defecte, să fie ceea ce oamenii vor și să poată fi cumpărat la un preț rezonabil. Prima definiție este mai interesantă deoarece forțează industria să privească dincolo de ea și să creeze produse pe care oamenii le vor și nu pe care inginerii proiectanți cred că oamenii le vor. Ultima definiție permite cele mai multe interpretări, deoarece nu definește efectiv un produs de calitate, spunând: „*nu știi ce este un produs de calitate, dar dacă îți place îl cumpăr*”.

⁵ A. A. Keuhn, R.L. Day – *Strategy of Product Quality*, Harward Business Review, 11-12, 1954, pag. 831.

⁶ R. M. Pirsig – *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance*, Bantam Books, 1984.

Abordările japonezilor referitoare la calitate iau în considerare toate aceste aspecte. Produse la prețuri mici, cu caracteristicile cerute la costuri rezonabile, fără defecte și adesea cu proprietăți pe care consumatorii nu știu că le vor, sunt toate atribute ale produselor și serviciilor furnizate de japonezi. Din aceste motive, ele sunt mult mai apreciate pe piață decât produsele și serviciile oferite de alte țări.

1.2. TENDINȚE ACTUALE CONCEPTUALE ȘI METODOLOGICE ÎN ABORDAREA CALITĂȚII

La sfârșitul anilor '70, Dr. N. Kano de la Universitatea Rika din Tokyo a redefinit noțiunea de *calitate în termeni bidimensionali*: gradul în care un produs sau serviciu răspunde la necesitățile clienților și gradul de satisfacție conferit utilizatorului⁷.

Prin juxtapozarea celor două dimensiuni, Dr. N. Kano a putut defini calitatea în termeni mult mai complecși, identificând în mod unic trei tipuri de calitate: *calitate de bază (obligatorie)*, *calitate necesară* și *calitate excepțională*. Un produs competitiv trebuie să aibă atributele obligatorii, să maximizeze atributele necesare și să includă atât de multe atribute excepționale câte sunt posibile la un cost pe care piața să-l poată suporta.

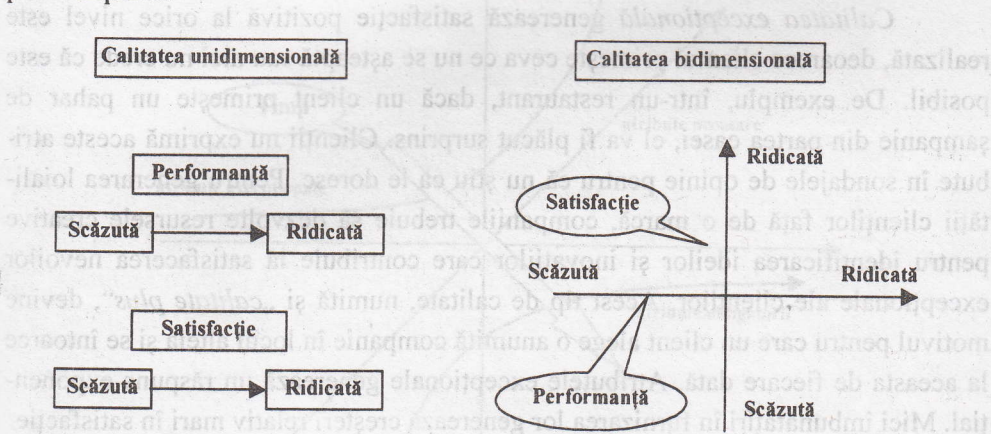


Fig. 1.1. Calitatea bidimensională

Fig. 1.3. Dimensiunile atribuzării calității, definiție de Kano

⁷ N. Kano – *Attractive quality and must-be quality*, The Journal of The Japanese Society for Quality Control, aprilie 1984.

Dinamica *calității obligatorii* indică faptul că anumite cerințe ale clienților, dacă nu sunt respectate, creează o mare insatisfacție, iar dacă sunt respectate au doar un efect limitat asupra satisfacției clienților. De exemplu, când o persoană merge la un restaurant, se așteaptă să găsească locuri libere. Dacă nu există niciunul, el va fi nesatisfăcut. Dacă există un loc liber, nu este generată o satisfacție deosebită, deoarece persoana se aștepta la acest lucru. În cazul în care persoana găsește mai multe locuri libere, nivelul satisfacției este același cu cel pe care îl are pentru un singur loc liber.

Lipsa atributelor de bază va fi exprimată prin reclamații. În industrie calitatea este adesea măsurată prin numărul reclamațiilor clienților, numărul garanțiilor acordate, numărul de înlocuiri de produse etc.

Calitatea necesară generează clienților satisfacție proporțional cu performanța produsului. Atributele necesare au în general un răspuns liniar. Creșterea nivelului satisfacției este obținută prin creșterea acestor atribute. De exemplu, un client într-un restaurant așteaptă să-i fie luată și onorată comanda într-un timp rezonabil. Cu cât această cerere este satisfăcută mai bine, cu atât clientul va fi mai mulțumit. Clienții își exprimă liber dorințele relativ la aceste atribute ale calității când sunt întrebați. Aceasta se numește adesea „vocea clientului”. Prețul pe care un client este dispus să-l plătească pentru un produs sau serviciu este strâns legat de atributele necesare.

Calitatea excepțională generează satisfacție pozitivă la orice nivel este realizată, deoarece clientul primește ceva ce nu se așteaptă sau nici nu crede că este posibil. De exemplu, într-un restaurant, dacă un client primește un pahar de șampanie din partea casei, el va fi plăcut surprins. Clienții nu exprimă aceste atribute în sondajele de opinie pentru că nu știu că le doresc. Pentru generarea loialității clienților față de o marcă, companiile trebuie să dezvolte resursele creative pentru identificarea ideilor și inovațiilor care contribuie la satisfacerea nevoilor excepționale ale clienților. Acest tip de calitate, numită și „calitate plus”, devine motivul pentru care un client alege o anumită companie în locul alteia și se întoarce la aceasta de fiecare dată. Atributele excepționale generează un răspuns exponențial. Mici îmbunătățiri în furnizarea lor generează creșteri relativ mari în satisfacție.

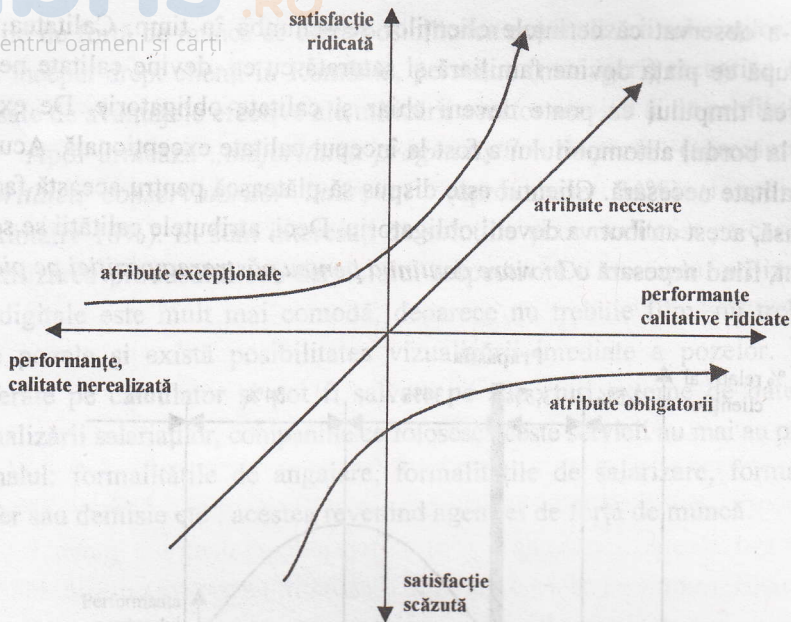


Fig. 1.2. Modelul Kano pentru satisfacția clienților

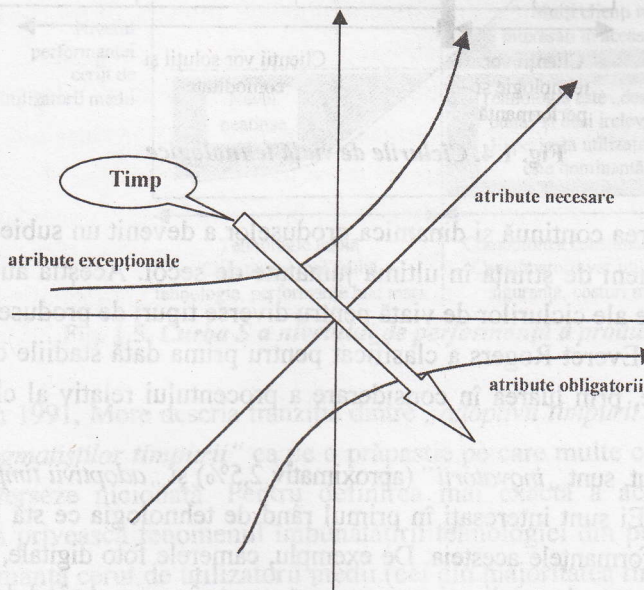


Fig. 1.3. Dinamica atributelor calității, definite de Kano

S-a observat că cerințele clienților se schimbă în timp. Calitatea excepțională, după ce piața devine familiară și saturată cu ea, devine calitate necesară. Cu trecerea timpului ea poate deveni chiar și calitate obligatorie. De exemplu, telefonul la bordul automobilului a fost la început calitate excepțională. Acum, el a devenit calitate necesară. Clientul este dispus să plătească pentru această facilitate. În timp însă, acest atribut va deveni obligatoriu. Deci, atributele calității se schimbă permanent, fiind necesară o *inovare continuă pentru păstrarea poziției pe piață*.

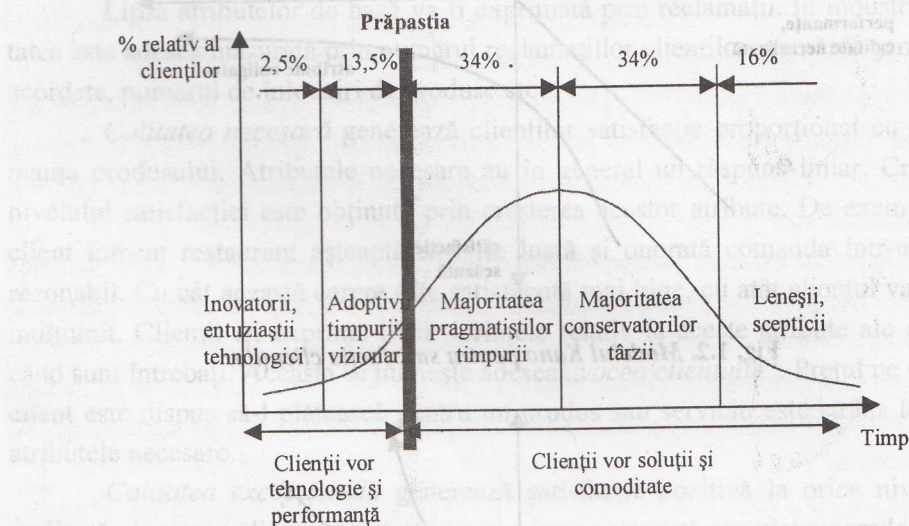


Fig. 1.4. Ciclurile de viață tehnologică

Schimbarea continuă și dinamica produselor a devenit un subiect de studiu pentru mulți oameni de știință în ultima jumătate de secol. Aceștia au încercat să determine modele ale ciclurilor de viață pentru diverse tipuri de produse specifice.

În 1962, Everet Rogers a clasificat pentru prima dată stadiile ciclurilor de viață tehnologică, prin luarea în considerare a procentului relativ al clienților din fiecare stadiu⁸.

La început, sunt „inovatorii” (aproximativ 2,5%) și „adoptivii timpurii” (aproximativ 13,5%). Ei sunt interesați în primul rând de tehnologia ce stă la baza produsului și de performanțele acesteia. De exemplu, camerele foto digitale, atunci când au fost lansate, aveau drept clienți persoane interesate în primul rând de tehnologia ce stătea la baza lor și de performanțele acesteia. În cazul serviciilor, de exemplu

⁸ http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Sloan-School-of-Management/15-912Technology-StrategySpring2003/781CD2BE-500C-4E8D-AE32-C609109C78DF/0/class_2.pdf

agențiile de forță de muncă ce oferă posibilitatea externalizării salariaților, acestea au pentru început drept clienți în România, persoane (manageri) receptive la inovare, interesate de avantajele efective ale utilizării acestor servicii și de profitul obținut.

Apoi urmează „majoritatea pragmatistilor timpurii” (aproximativ 34%), „majoritatea conservatorilor întârzați” (aproximativ 34%) și apoi „leneșii” (aproximativ 16%). Ei sunt interesați de soluțiile și comoditatea pe care le-o conferă utilizarea produsului sau serviciului respectiv. De exemplu, utilizarea cameralor digitale este mult mai comodă, deoarece nu trebuie film, nu trebuie dezvoltate pozele și există posibilitatea vizualizării imediate a pozelor. Ele pot fi transferate pe calculator și pot fi salvate pe suporturi externe de date. În cazul externalizării salariaților, companiile ce folosesc aceste servicii nu mai au probleme cu personalul: formalitățile de angajare, formalitățile de salarizare, formalitățile de transfer sau demisie etc., acestea revenind agenției de forță de muncă.

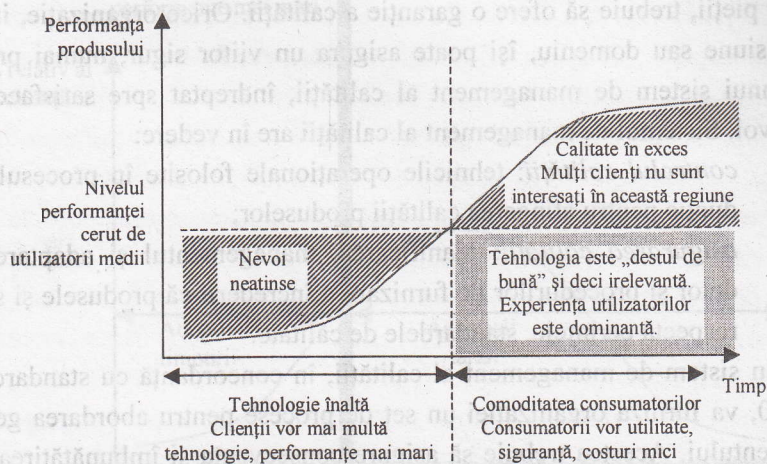


Fig. 1.5. Curba S a nivelului de performanță a produsului

În 1991, More descria tranziția dintre „adoptivii timpurii” și „marea majoritate a pragmatistilor timpurii” ca pe o prăpastie pe care multe companii nu reușesc să o traverseze niciodată. Pentru definirea mai exactă a acesteia, Christensen preferă să privească fenomenul îmbunătățirii tehnologiei din perspectiva nivelului de performanță cerut de utilizatorii medii (cei din majoritatea timpurie și târzie). El afirmă că în momentul în care produsele sau serviciile au început să satisfacă nevoile de bază ale clienților, aceștia încep să le privească drept „destul de bune”.