

2.2 Măsurarea și evaluarea calității produselor

2.2.1 Considerații generale

Ținând seama de sfera largă a condițiilor care definesc calitatea, din punct de vedere practic a apărut necesitatea măsurării și estimării obiective a acesteia, a exprimării ei în termeni cantitativi cu ajutorul unor indici specifici.

În 1971 Organizația Europeană pentru Controlul Calității a adoptat termenul de **calimetrie**, știință cu caracter interdisciplinar destinată măsurării și estimării calității în principalele etape de dezvoltare ale produsului: concepție, execuție, exploatare.

În vederea estimării se impune luarea în considerație a următoarelor aspecte principale, care constituie **principiile calimetriei**:

- efectuarea unei clasificări și ierarhizări a caracteristicilor după criteriul importanței acestora și acordarea unor ponderi;
- suma ponderilor trebuie să fie o valoare constantă;
- toate produsele analizate să fie comparate pe baza unei singure scări generale, caz în care este necesară convertirea în parametrii cifrici a caracteristicilor produsului.

Nivelul caracteristicilor de calitate este prevăzut în standarde, norme tehnice, fișe tehnice, caiete de sarcini, certificate de omologare, etc.

Conform teoriei sistemelor, calitatea poate fi estimată ca o funcție a principalelor caracteristici de calitate evaluate în conformitate cu cerințele consumatorilor.

Măsurarea și evaluarea calității are ca **scop**:

- menținerea unui nivel calitativ al produselor și serviciilor și apoi creșterea constantă a acestuia, care nu este posibilă decât prin analiza periodică sau continuă a caracteristicilor de calitate și intervenția promptă asupra acelor factori care conduc la deprecierea unora dintre caracteristici;
- evaluarea nivelului calitativ este necesară pentru introducerea în programul de fabricație a noilor tipuri de produse cărora trebuie să li se asigure competitivitatea.

Evaluarea calității se exprimă de cele mai multe ori indicatori specifici, determinați prin metode statistico-matematice. Ei sintetizează fie o grupă de caracteristici (măsurabile sau atributive, tehnico-funcționale, economice, estetice etc.), fie întregul sistem de caracteristici ale unui produs.

Exprimarea nivelului calității prin indici, indicatori și coeficienți, reprezintă o convertire a calității în expresie cantitativă.

2.2.2 Caracteristici de calitate

Calitatea unui produs, este determinată de ansamblul însușirilor, proprietăților, caracteristicilor sale utile, care se pot observa, încerca sau măsura, ori cel puțin compara cu un etalon, în vederea determinării obiective a gradului de satisfacere a nevoilor și așteptărilor clienților.

Dintre numeroasele caracteristici ale unui produs, numai unele pot determina, la un moment dat, calitatea. Acestea se numesc **caracteristici de calitate**

Dintre diferitele caracteristici care concură la realizarea unui produs, cele care se adoptă pentru evaluarea calității sunt cele prevăzute în documentația tehnică constructivă și tehnologică, în norme, standarde, în contractele economice dintre producător și beneficiar.

Principale grupe tipologice ale caracteristicilor de calitate

Pentru aprecierea cantitativă a calității se impune identificarea tuturor caracteristicilor și formarea unor grupe tipologice în funcție de diferite criterii.

1. În raport cu natura și efectul pe care îl au în procesul de utilizare, caracteristicile de calitate se grupează în următoarele tipologii:

a) Caracteristici tehnice

Se referă la însușirile valorii de întrebuințare a produsului care-i conferă acestuia potențialul de satisfacere a utilităților consumatorilor. Se caracterizează prin proprietăți fizice, chimice, biologice, intrinseci structurii materiale a produsului și determinate de concepția constructiv-funcțională a acestuia. Caracteristicile tehnice, după care se pot aprecia performanțele, sunt direct sau indirect măsurabile obiectiv, cu o precizie suficientă prin mijloace tehnice adecvate.

b) Caracteristici psiho-senzoriale

Aceste caracteristici vizează efecte de ordin estetic, organoleptic, ergonomic pe care produsele le au asupra utilizatorilor prin forma, culoare, gust, grad de confort.

Caracteristicile estetice materializează nevoile spirituale ale societății față de un anumit produs.

c) Caracteristici de disponibilitate

Aceste caracteristici reflectă aptitudinea produselor de a-și realiza funcțiile utile de-a lungul duratei de viață, aptitudine definită prin două concepte fundamentale: **fiabilitatea și mentenabilitatea**.

Fiabilitatea reprezintă capacitatea unui produs de a funcționa fără defecțiuni, într-un interval de timp dat, în condiții specificate. Cantitativ, fiabilitatea unui produs reprezintă probabilitatea ca acesta să-și îndeplinească funcțiile cu anumite performanțe și fără defecțiuni, într-un anumit interval de timp și în condiții de exploatare date.

Mentenabilitatea are caracter probabilistic ca și fiabilitatea și măsoară șansa ca un produs să fie repus în funcțiune într-un interval specificat de timp, în condițiile existente de întreținere și reparații.

d) Caracteristicile economice

Caracteristicile economice sînt legate direct de caracteristicile tehnice. Aceste caracteristici se referă la cheltuielile care se fac pentru utilizarea produselor. Ele se reflectă prin cheltuielile de utilizare, întreținere, montare etc.

e) Caracteristici de ordin social general

Aceste caracteristici vizează efectele pe care le au sistemele tehnologice de realizare a produselor, precum și utilizarea acestora asupra mediului natural, asupra siguranței și sănătății populației.

2. După importanța lor în asigurarea utilității și funcționalității produselor, caracteristicile se grupează astfel:

a) Caracteristici de bază (absolut necesare)

b) Caracteristici secundare, care pot să lipsească sau pot fi realizate la nivele inferioare, reducându-se astfel costurile inutile fără ca gradul de utilitate al produselor să fie semnificativ afectat.

3. În funcție de destinația și caracterul folosirii produselor în procesul de consum, caracteristicile se pot grupa astfel:

a) Caracteristici ale mijloacelor de muncă

-durabilitate, greutate, consumuri specifice, temperatura, precizie de lucru, estetica;

b) Caracteristici ale obiectelor muncii

-ușurința prelucrării și economicitatea acesteia, asigurarea calității cerute produsului finit, soliditate, componenta chimică.

c) Caracteristici pentru obiectele de consum individual

-gust, forma, rezistența la rupere și la frecare, elasticitate.

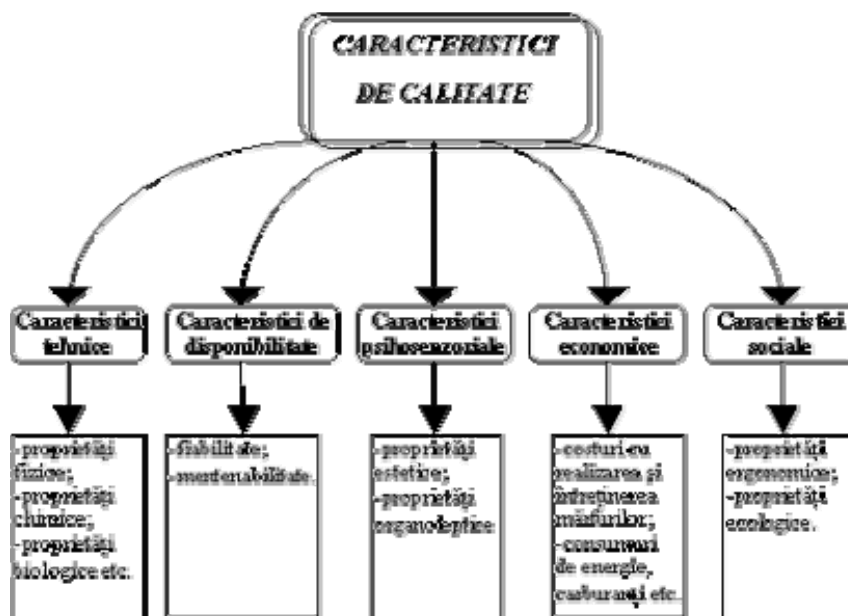


Fig.2.1 Principalele grupe tipologice ale caracteristicilor de calitate

4. După modul de compensare a caracteristicilor de calitate distingem:

- Caracteristici măsurabile direct (greutate, rezistența, conținutul de substanțe utile)
- Caracteristici măsurabile indirect (fiabilitatea unui utilaj determinată pe baza probelor de rezistență la uzură)
- Caracteristici comparabile obiectiv cu mostra etalon (numărul de defecte/cm³ de țesături, tablă).
- Caracteristici comparabile subiectiv cu mostra etalon (grad de vopsire, finisajul unei mobile, grad de cromare etc.)

5. În funcție de modul de exprimare deosebim:

- Caracteristici cuantificabile: cote dimensionale, greutate, rezistență, debite.
- Caracteristici atributive: care definesc calitatea prin calificative (corespunzător, necorespunzător).

Indiferent de gruparea utilizată, se poate spune că aceste caracteristici conferă produsului calitate.

Prin compararea caracteristicilor obținute, realizate, reale **efective**, cu cele specificate, **prescrise**, prevăzute, impuse sau proiectate, se evaluează calitatea produselor. Cu cât gradul de corespondență a caracteristicilor obținute cu cele specificate este mai ridicat, cu atât este mai bună calitatea produsului.

Spre deosebire de **produse**, unde calitatea acestora este dată în mare parte de caracteristicile proprii înglobate în produs, la **servicii**, calitatea este dată de dimensiunea umană a prestatorului de servicii, în care trebuie să existe însușiri ale acestuia, cum ar fi: onestitatea, competența, promptitudinea, încrederea, flexibilitatea, empatia, curtoazia, etc.

2.2.3 Sistemul de indicatori ai calității produselor

Având în vedere multitudinea și complexitatea caracteristicilor de calitate nu se poate vorbi despre un singur indicator ci de un sistem agregat de indicatori. Sistemul de indicatori ai calității produselor reprezintă o componentă principală în cadrul managementului întreprinderii, prin intermediul căruia se iau decizii privind strategia calității în raport cu fluctuațiile pieței.

Ei constituie expresii cantitative (numerice) ale caracteristicilor de calitate și arată măsura în care un anumit produs, în procesul utilizării, îndeplinește condițiile specifice destinației sale.

Un indicator nu este o constatare, ci dimpotrivă, implică acțiune, fiind un instrument indispensabil în luarea unor decizii eficiente. Pentru a fi eficient, un indicator al calității trebuie să îndeplinească mai multe **condiții**:

- să fie simplu- dintre mai multe variante de calcul să se aleagă varianta ce asigură cea mai ușoară determinare și înțelegere a semnificației indicatorului;
- să fie pertinent, să prezinte un obiectiv asociat, adecvat utilizatorilor;
- să fie corect; să fie verificabil;
- reproductibil;
- fiabil;
- să aibă o unitate de măsură.

Pentru stabilirea indicatorilor sunt necesare patru etape :

- determinarea indicatorilor, precizând unitatea de măsură;
- alegerea modului de reprezentare a fiecărui indicator;
- alegerea frecvenței de determinare și raportare a acestora;
- modalitățile de comunicare a indicatorilor și de instruire a personalului.

Aprecierea corectă a nivelului calității are în vedere o structură piramidală, concretizată printr-o sistematizare ierarhică a indicatorilor, ca în figura 2.2, care poate avea trei trepte:

- treapta I, situată la baza piramidei, cuprinde un număr foarte mare și divers de indicatori denumiți **indicatori analitici** sau simpli ai calității;
- treapta II, cuprinde un număr mai mic de indicatori, specifici grupelor de caracteristici de calitate, respectiv **indicatori sintetici ai fiecărei grupe de caracteristici**;
- treapta III, situată în vârful piramidei, reprezintă **indicatorul complex**, integral al nivelului calității.

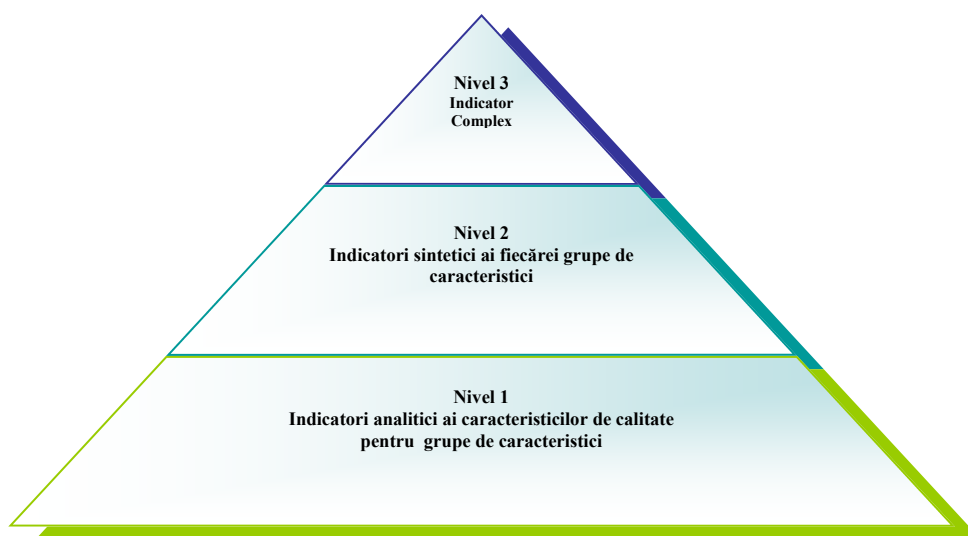


Fig.2.2 Piramida indicatorilor de calitate

Odată stabiliți indicatorii calității se precizează și metoda de determinare sau calculare a valorii lor. Marea varietate a acestor indicatori ca și mijloacele folosite pentru determinarea lor, au condus la constituirea următoarelor metode: experimentală, statistică, expertizei și sociologică.

- **Metoda experimentală** se bazează pe evaluarea proprietăților produselor prin folosirea mijloacelor tehnice de măsurare pentru caracteristici măsurabile, cum sunt: duritatea, rezistența la întindere, sarcina de rupere, densitatea, etc
- **Metoda statistică** este cea mai laborioasă, fiind cea mai des utilizată în cadrul producției de serie. Ea are la bază teoria probabilităților și statistica matematică, folosind un complex de tehnici, procedee și metode de analiză și decizie.
- **Metoda expertizei** se bazează pe luarea în considerare și generalizarea experienței unor experți. În cadrul acestei metode foarte des se utilizează metoda organoleptică, ce face apel la simțurile omului, ale specialiștilor cunoscători ai produselor. Exactitatea determinării indicatorilor calității prin metode organoleptice depinde de experiența acumulată, calificarea și competența specialiștilor care efectuează evaluarea.
- **Metoda sociologică** se bazează pe informațiile obținute direct de la consumatorii de fapt sau potențiali ai produselor. Aceste informații se obțin prin intermediul chestionarelor de anchetă, sondaj de opinie. În urma prelucrării acestor informații, se determină valorile indicatorilor calității, care determină cerințele consumatorilor față de anumite produse. Metoda este des utilizată în studii de marketing.
- **Metode econometrice** (Onicescu) pentru analiza nivelului calitativ și ierarhizarea unor produse cu mai multe caracteristici și proveniență diferită.

În cazul producției industriale, aprecierea, măsurarea sau estimarea calității este o activitate complexă atât de natură tehnică cât și statistico – economică, care se efectuează cu ajutorul unor indici de calitate specifici, grupați după cum urmează:

A. Indicatori pentru aprecierea gradului de dezvoltare a performanțelor calitative

B. Indicatori pentru aprecierea lisei de calitate (indicatorii noncalității).

A. Indicatori pentru aprecierea gradului de dezvoltare a performanțelor calitative

A.1 Indicatorul cumulativ (complex) al calității K_{cum} , situat în vârful piramidei indicatorilor, trebuie să exprime corespondența dintre caracteristicile efective ale produsului și parametrii de identificare ai nevoii sociale pentru care a fost creat și este definit prin relația:

$$K_{cum} = \sum_{i=1}^n K_{ri} p_i \quad (2.1)$$

K_{ri} - valoarea relativă a caracteristicii de calitate i ;

p_i - ponderea atribuită caracteristicii de calitate i , care trebuie să îndeplinească condiția:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 100 \% \quad (\text{când } p_i \text{ este exprimat procentual}) \text{ sau } \sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (\text{când } p_i < 1)$$

Indicatorul complex al calității ilustrează ponderat, contribuția tuturor grupelor de proprietăți / caracteristici la stabilirea nivelului calității unui produs.

Stabilirea ponderii se poate realiza fie în urma unor studii sociologie, fie prin efectuarea unor calcule de corelație.

A.2 Indicatori parțiali ai calității

La nivelul primei trepte de indicatori, aprecierea calității produselor se poate face folosind indicatori relativi, analitici (simplici).

Aceștia definesc fiecare în parte, aspecte esențiale ale caracteristicilor de calitate, specifice produselor, care fac obiectul specificațiilor tehnice, standardelor de produs, a unor clauze contractuale etc. Ei se exprimă, ca și caracteristicile de calitate pe care le reprezintă, în unități naturale, natural-conventionale, de timp de munca și valorice. Exprimarea cel mai frecvent folosită este cea numerică, dar există și numeroase situații când această modalitate este imposibil de aplicat, recurgându-se la exprimarea atributivă sau prin calificative.

Acești indicatori exprimă raportul dintre valoarea caracteristicii de calitate a produsului indigen, analizat X_{ai} și valoarea caracteristicii de calitate corespundente a produsului de bază, de referință (etalon), la nivel mondial X_{ri} .

K_c – coeficient de comparare, care se determină (după caz) conform relațiilor:

$$K_c = \frac{X_{ai}}{X_{ri}}, \text{ pentru caracteristici care se optimizează prin maximizare} \quad (2.2)$$

$$K_c = \frac{X_{ri}}{X_{ai}}, \text{ pentru caracteristici care se optimizează prin minimizare}$$

Evoluția calității prin prisma indicatorilor parțiali se poate evalua cu ajutorul indicatorului de dinamică a calității I_{dinc} , determinat ca raport dintre indicatorul parțial al calității din perioada curentă și indicatorul parțial al calității din perioada anterioară:

$$I_{dinc} = \frac{K_{cc}}{K_{ca}}, \quad (2.3)$$

A 3. Indicatorul calității medii

Indicatorul calității medii \bar{k} exprimă sintetic calitatea produselor ce pot fi încadrate în mai multe clase de calitate și se utilizează în special, în domeniul bunurilor de larg consum în cazul producției omogene. Se obține ca medie aritmetică a coeficienților pe clase de calitate, ponderați cu cantitatea de produse fabricate pe clase de calitate. Relația de calcul este, [1]:

$$\bar{k} = \frac{\sum q_i k_i}{\sum q_i}, \quad (2.4)$$

unde:

k_i reprezintă coeficientul mediu de calitate pe clase de calitate. Pentru produsele diferențiate pe clase se utilizează coeficienți pentru fiecare clasă de calitate astfel:

$K_0 = 0$, pentru calitatea extra;

$K_1 = 1$, pentru calitatea **I**;

$K_2 = 2$, pentru calitatea **II**;

$K_3 = 3$, pentru calitatea **III**

q_i – cantitatea de produse corespunzătoare clasei de calitate i .

Cu cât valoarea acestui coeficient este mai mică cu atât reflectă o situație favorabilă, deoarece ponderea produselor de calitate superioară în totalul producției realizate este mai mare.

Calcularea indicatorului calității medii la diferite perioade de timp permite aprecierea evoluției nivelului calitativ al produselor, prin calcularea indicelui calității medii I_k , [1].

$$I_k = \frac{\bar{K}_2}{\bar{K}_1}, \quad (2.5)$$

unde:

\overline{K}_2 este indicatorul calității medii în perioada curentă;

\overline{K}_1 este indicatorul calității medii în perioada anterioară.

Dacă $I_k < 0$, s-a produs îmbunătățirea calității produselor față de etapa anterioară.

A4. Ponderea producției fără defecte în total producție fabricată (I):

$$I = \frac{Q_c}{Q_t} \cdot 100, \quad (2.6)$$

unde:

Qc reprezintă cantitatea (sau valoarea) producției conforme cu specificațiile:

Qt- cantitatea (valoarea) totală produsă.

B. Indicatorii noncalității

Evaluarea conformității unui produs se poate determina și prin calcularea unor indicatori care reflectă **noncalitatea**. Aceștia nu se substituie indicatorilor sintetici ai calității, ci îi pot completa. Noncalitatea se manifestă fie în tipul fabricației, fie în utilizare.

Indicatorii noncalitatii reflectă deficiențele calitative ale procesului de producție și exprimă ponderea rebuturilor, remanierilor, reclamațiilor de la beneficiari în totalul producției realizate.

B1. Indicatorul reclamațiilor clienților evidențiază modul în care se comportă produsele în exploatare, pot oferi o imagine asupra noncalității, furnizând informații utile pentru proiectare și fabricație. Astfel de indicatori pot fi:

- volumul producției reclamate;
- ponderea produselor refuzate sau reclamate;
- costuri ocazionate de stingerea reclamațiilor făcute de beneficiarii interni și externi pentru calitate necorespunzătoare;
- costuri privind remedierea produselor reclamate de beneficiari.
- numărul de cereri de reparații la 1000 bucăți expediate.

În urma analizei reclamațiilor se pot obține informații utile cu privire la felul și frecvența defectelor, comportarea produselor în exploatare etc. și pot fi adoptate măsuri pentru eliminarea și mai ales prevenirea deficiențelor din activitatea de producție.

B 2. Indicatorii rebuturilor

Rebutul reprezintă un produs ale cărui caracteristici de calitate nu se încadrează în cerințele prevăzute în standarde, norme interne sau caiete de sarcini etc. Rebuturile se clasifică după mai multe criterii.

După caracteristicile tehnico-economice există rebuturi:

- recuperabile, ale căror deficiențe pot fi remediate prin prelucrări suplimentare;
- nerecuperabile, ale căror deficiențe nu pot fi remediate, sau remedierea nu este eficientă.

După locul de apariție, rebuturile pot fi:

- interne, descoperite în cadrul firmei care le-a produs;
- externe, descoperite la beneficiari.

Indicatorii utilizați pentru aprecierea rebuturilor sunt:

- a) valoarea producției rebutate;
- b) procentul producției rebutate;
- c) pierderile valorice înregistrate de firmă din rebutarea producției;

d) procentul de pierderi din producția rebutată.

- Valoarea producției rebutate V_R

$$V_R = \sum_{i=1}^n QRD \cdot CRD + \sum_{i=1}^n QRM \cdot CRM \quad (2.7)$$

în care:

- QRD, QRM – reprezintă cantitatea de rebuturi definitive, respectiv remaniabile;
- CRD, CRM – costul unitar al rebuturilor definitive, respectiv remaniabile.

- Procentul de producție rebutată P_R

$$P_R = \frac{V_R}{\sum QC} \cdot 100, \quad [\%] \quad (2.8)$$

ΣQC - valoarea totală a producției exprimată în costuri de producție.

B 3. Metoda Demeritelor (metoda penalizării defectelor)

Metoda demeritelor constă în analiza și evaluarea calității produselor, detectarea defectelor și compararea cu un produs de referință. Controlul prin această metodă permite determinarea cantitativă a gradului de conformanță a produselor, bazat pe penalizarea defectelor.

Această metodă reflectă măsura în care a fost respectată disciplina de fabricație și are ca scop orientarea acțiunilor corective de înlăturare a cauzelor care au generat abateri de la calitate.

Principiile metodei

- Principiul de bază al metodei constă în aceea că: fiecărui defect depistat la un produs / organ / reper complex, i se asociază o notă sau un punctaj de gravitate care, convențional constituie “demeritul” pentru defectul considerat.
- Controlul prin demerite este o metodă proprie producătorului și nu poate face obiectul de clauză contractuală cu beneficiarul.
- Pentru a fi eficientă, metoda presupune revizuirea anuală a obiectivelor de demerite și, după caz, a fișelor de cotare.
- Anumite categorii de defecte, în special cele referitoare la aspect, se cotează după principiul potrivit căruia acesta se observă și nu se caută cu tot dinadinsul.

Modul de aplicare al metodei

Aplicarea metodei presupune identificarea defectelor, clasificarea acestora pe clase de defecte în funcție de gravitatea și implicațiile apariției lor, iar pentru fiecare clasă se acordă un punctaj de penalizare. Se utilizează în acest caz patru clase de defecte:

- ✓ *Critic* - este defectul care împiedică îndeplinirea funcției produsului, susceptibil de a conduce la o lipsă de securitate pentru beneficiar. Produsele cu astfel de defecte nu trebuie livrate, deoarece generează cu siguranță reclamații din partea clientului și compromit marca firmei respective.
- ✓ *Major (principal)* - este un defect care, fără a fi critic, riscă a provoca o deficiență sau o reducere a posibilităților de utilizare, sesizabil de beneficiar, provocându-i neajunsuri și probabil va genera reclamații.
- ✓ *Minor A (secundar)* - este un defect care nu reduce prea mult posibilitățile de utilizare ale produsului, fiind sesizabil de beneficiar, care probabil, nu va genera reclamații.
- ✓ *Minor B (minor)* - este defectul care nu reduce posibilitatea de utilizare a produsului și nu prezintă inconveniente practice, fiind în general, nesensibil de beneficiar și nu generează reclamații.

În prezent se utilizează mai multe variante de penalizare a claselor de defecte (prezentate în tabelul 2.1), în funcție de strategia de calitate a producătorului. Documentul de lucru îl reprezintă **fișa de cotare a demeritelor**, care conține:

- date de identificare a produsului;
- tabel centralizator cu număr de defecte pe categorii;
- punctajul aferent total;
- schița produsului respectiv;
- numărul curent;
- denumirea defectului și scala de apreciere funcție de mărimea abaterii față de specificație;
- numărul de cod necesar pentru o eventuală analiză de fiabilitate;
- grupa de demerite (categoria de defecte);
- punctajul acordat;
- observații.

Tabelul 2.1

Clase de defecte	Varianta de penalizare		
	I	II	III
A Critice	100	10	55
B Principale	50	5	15
C Minor A	10	3	5
D Minor B	1	1	3

Varianta I favorizează mai puternic evidențierea defectelor critice, în timp ce variantele II și III reduc diferența dintre defectele critice și cele minore.

- **Indicele demeritelor**

Metoda presupune ca din N produse realizate, să se preleveze un eșantion n , pentru care se verifică caracteristicile de calitate stabilite, se identifică numărul de defecte din fiecare categorie și clasă (N_A, \dots, N_D), se penalizează conform variantei stabilite (P_A, \dots, P_D) și se calculează indicele demeritului I_d .

$$I_d = \frac{N_A P_A + N_B P_B + N_C P_C + N_D P_D}{n}, \quad (2.9)$$

- **Demeritul total**- reprezintă suma demeritelor pe categorii (demerite parțiale)

$$D_t = \sum_{i=1}^4 D_{pi}, \quad (2.10)$$

- **Demeritul mediu pe lot controlat** - reprezintă raportul dintre suma valorilor demeritelor totale pe produs controlat și numărul de produse cotate:

$$D_m = \frac{D_{t1} + D_{t2} + D_{t3} + \dots + D_{tm}}{n}, \quad (2.11)$$

2.2.4 Nivelul tehnic al produselor

Considerații generale

Nivelul tehnic - reprezintă indicatorul global al calității produselor care se determină pe baza valorilor caracteristicilor calitative ale produsului, în comparație cu cele ale altor produse similare, din care unul este luat de referință.

Nivelul calității - este indicatorul global al calității, exprimând prin comparație valorile caracteristicilor calitative ale unui produs în raport cu caracteristicile specificate ale acestuia, cuprinse în standarde, norme, caiet de sarcini, etc.

Calculul nivelului tehnic al unui produs

Nivelul tehnic se poate determina în mai multe variante de exprimare, după cum urmează:

✓ **Nivelul tehnic absolut al produsului** N_{taj} - este cuantificabil în funcție de caracteristicile sale K_{ij} care exprimă concludent *potențialul disponibil* al produselor respective.

$$N_{taj} = f(K_{ij})$$

Caracteristicile K_{ij} au unități de măsură eterogene și sensuri de influență diferite. Pe baza principiului utilității al lui Neuman - Morgenstern și a funcțiilor de tip Cobb - Douglas, nivelul tehnic absolut se exprimă astfel:

$$N_{taj} = a \prod_{\substack{i \in S1 \\ j \in P}} \left(\frac{K_{ij}}{K_{il}} \right)^{\gamma_{ij}} \cdot \prod_{\substack{i \in S2 \\ j \in P}} \left(\frac{K_{il}}{K_{ij}} \right)^{\gamma_{ij}}, \quad (2.12)$$

în care: $S1 \cup S2 = S$

N_{taj} - reprezintă nivelul tehnic absolut al unui produs j care aparține mulțimii de produse P ;

K_{ij} - constituie valorile reprezentative ale caracteristicilor i ale produsului j , $i \in [1; m]$;

K_{il} - constituie valorile reprezentative ale caracteristicilor i ale produsului l adoptat de referință, $l \in P$;

P - reprezintă mulțimea produselor pentru care se determină nivelul tehnic;

a - constituie constanta de departajare care definește nivelul tehnic al produsului l de referință și care, de regulă, se consideră $a=1000$;

γ_{ij} - ponderile de influență (coeficienți de importanță) ale caracteristicilor i asupra nivelului tehnic al produsului j ;

$S1$ - reprezintă submulțimea caracteristicilor care trebuie să fie cât mai mici pentru a îmbunătăți calitatea produselor;

$S2$ - reprezintă submulțimea caracteristicilor care trebuie să fie cât mai mari pentru a îmbunătăți calitatea produselor;

S - reprezintă mulțimea caracteristicilor produsului $j \in P$.

✓ **Nivelul tehnic relativ** N_{trj} - posibil de stabilit pentru fiecare produs în comparație cu un produs cu nivel tehnic absolut maxim.

$$N_{trj} = \frac{N_{taj}}{\max(N_{taj})} \cdot 100 [\%], \quad (2.13)$$

Nivelul tehnic relativ N_{trj} ierarhizează produsele j în funcție de valorile nivelurilor lor tehnice.

✓ **Nivelul tehnic real** consideră valorile reale ale caracteristicilor de calitate K_{ij} , existente la un moment dat, corespunzător modului de funcționare al produsului $N_{treal} < N_{taj}$

Nivelul tehnic real oferă o imagine concludentă asupra produsului aflat în serviciu, a modului său de comportare.