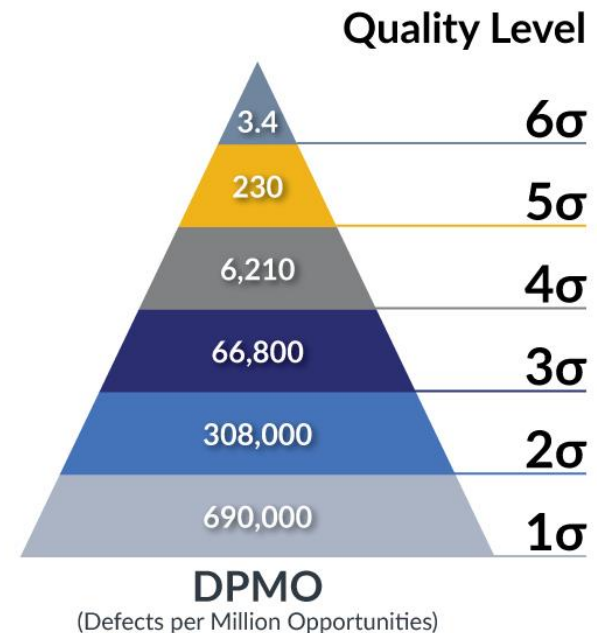


OPTIMIZĂRI ÎN INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL CALITĂȚII



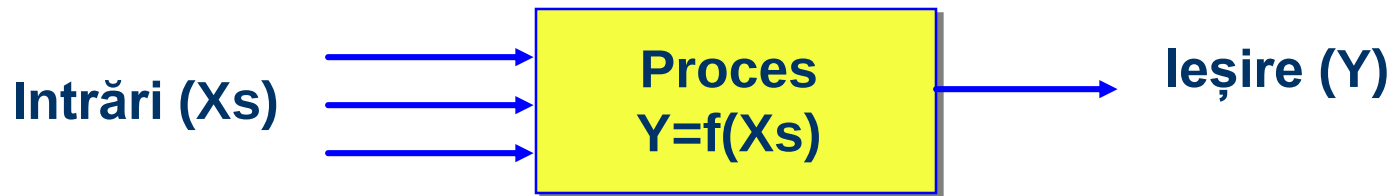
Conf.univ.dr.ing. Adrian P. Pugna

**Departamentul Management
Facultatea de Management in Producție și Transporturi
Universitatea Politehnica Timisoara, Romania**

Clienții și Variația

- Clienții sunt nemulțumiți atunci când cred că un produs sau serviciu diferă de ceea ce așteaptă, adică există o variație.
- Variația are mai multe fațete:
 - Lipsa de funcționalitate/acțiune
 - Defecte
 - Întârzieri etc.
- Trebuie înțelese cauzele variației
- **Six Sigma își propune să reducă și să controleze variația**

Cauzele variației



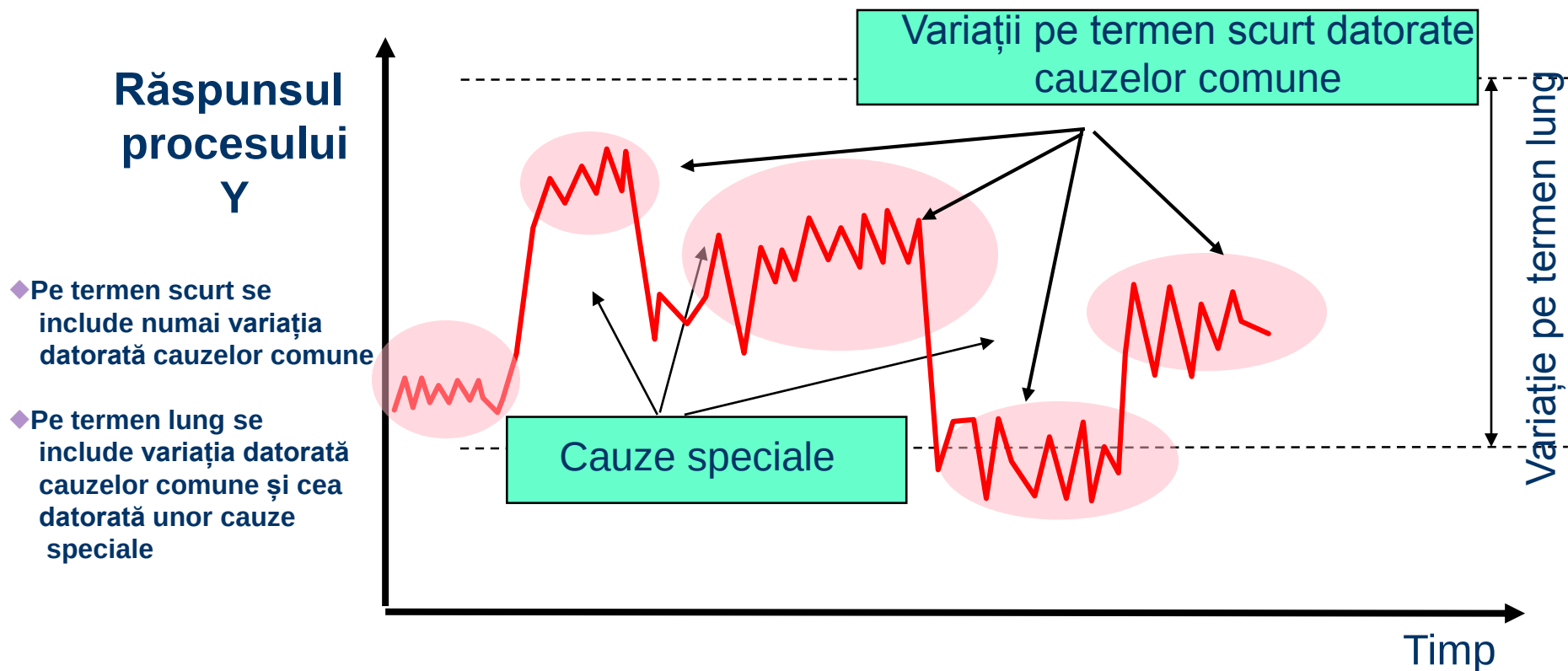
Variația lui Y este cauzată de variația Xs

Trebuie înțelegi Xs și îmbunătățești și controlezi cei cu cea mai mare influență asupra lui Y

-
- $X_1 \dots X_N$
 - Independenți
 - Intrări în proces
 - Cauze
 - Problema
 - Controlare

- Y
- Dependentă
- Ieșire
- Efect
- Simptom
- Monitorizare

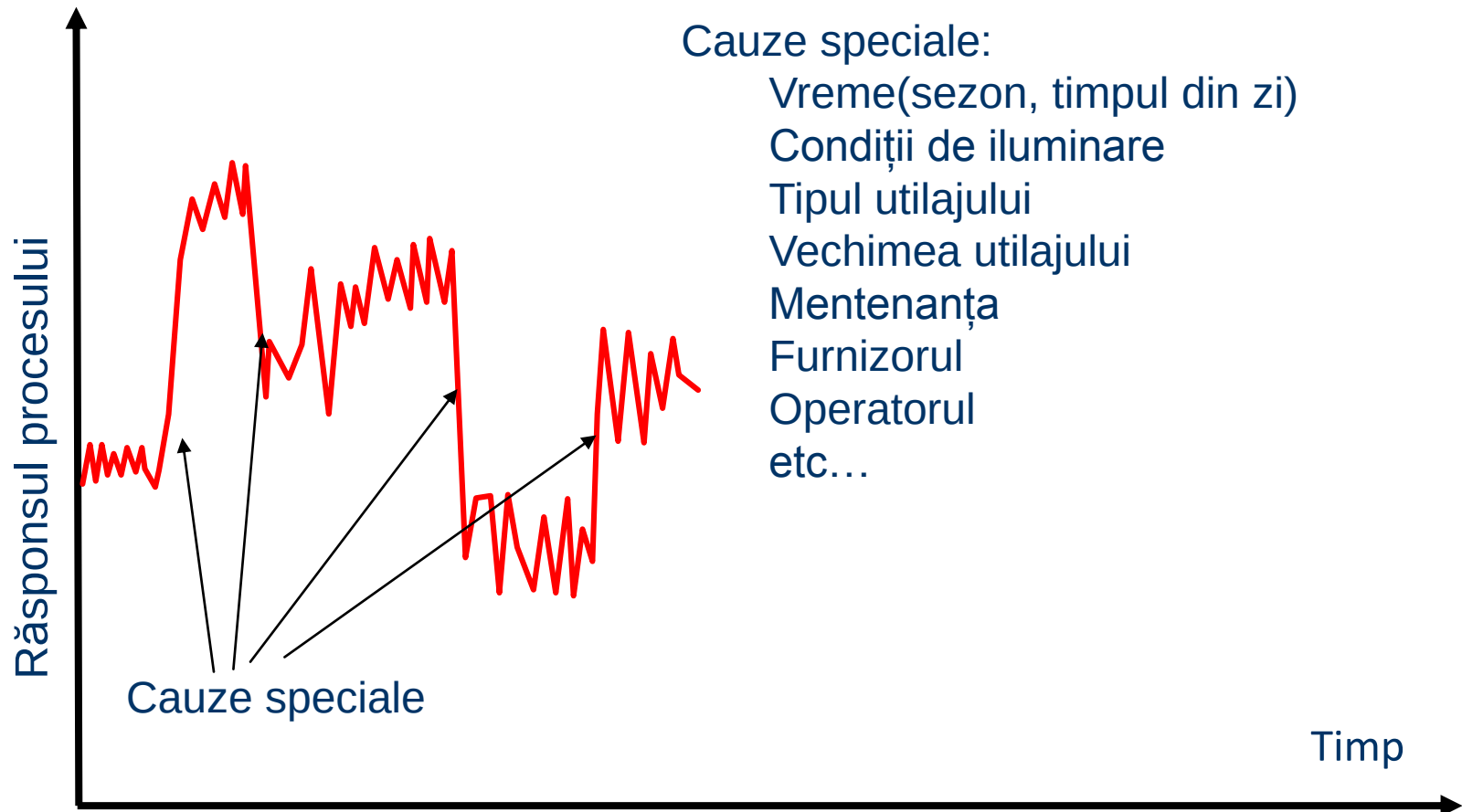
Variația pe termen scurt și lung



EXEMPLU

Conduc spre servicii. Durează 35 +/- 3 minute. Aceasta este o cauză comună de variație. Într-o zi a durat 50 minute datorită lucrărilor - aceasta este o cauză specială de variație.

Exemple de cauze speciale



Exercițiu – Cauze speciale



- Considerați un proces oarecare
- Faceți o listă a potențialelor cauze speciale
- Prezentați celorlalți
- Timp: Minute

Măsurarea variației

- Variația nu este simplu de măsurat pentru că este **ALEATORIE**
- **Aleatoriu** nu înseamnă neregulat! Este posibil să nu poată fi prezisă ieșirea individuală a unui proces, dar există posibilitatea ca măsurând mai multe răspunsuri să obținem o indicație importantă
- Răspunsurile procesului se vor grupa și ne interesează în jurul cărei valori se grupează și cum se împrăștie.
- Această formă de grupare formează un model care este adesea predictibil

Exemplu

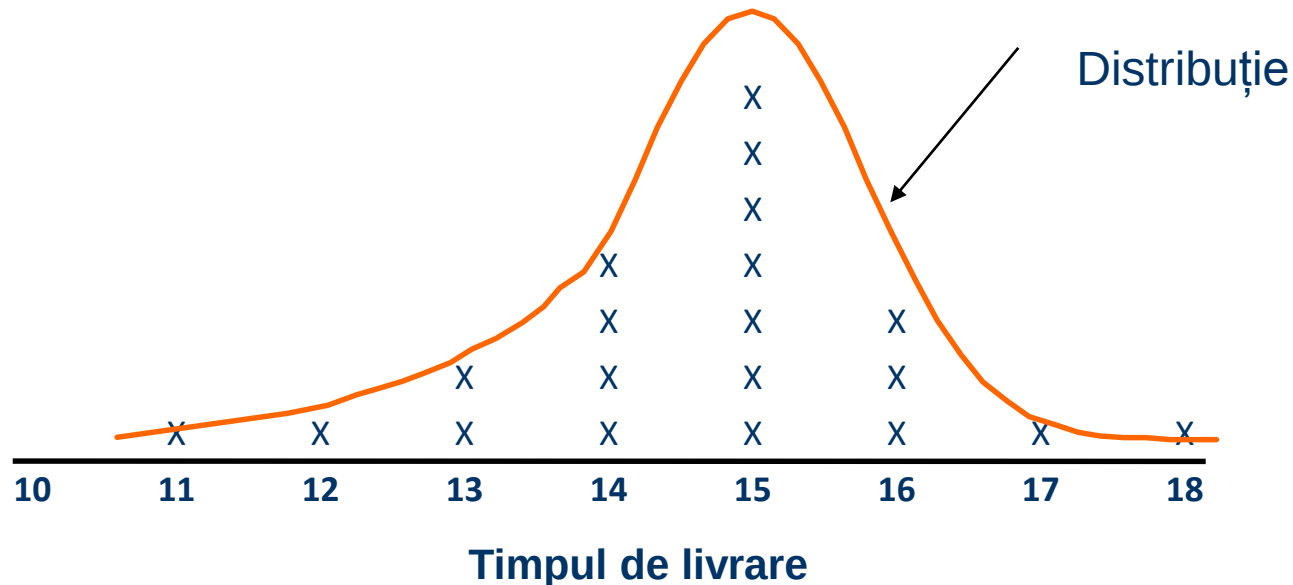


SSP.zip

- Dacă aruncăm o monedă, nu putem prezice dacă va fi cap sau pajură
- Dacă aruncăm de 1000 ori, ne așteptăm ca de 500 de ori să fie cap și de 500 ori, pajură
- Există deci un model, dar nu putem prezice aruncările individuale
- Ne raportăm așteptările la șansă (probabilitate), adică există 50% șanse să aruncăm cap
- A fi aleatoriu se referă la șansă

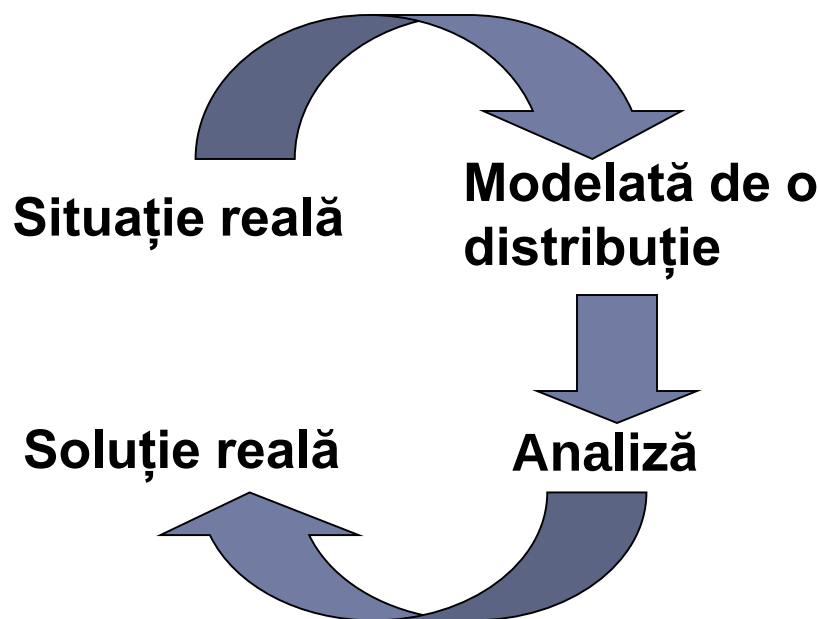
De la aleatoriu la distribuție

- leșirile se grupează pentru a forma un model
- Acest model descrie distribuția variației
- Nu putem prezice unde va fi o valoare individuală dar putem prezice modelul general



Distribuțiile în viața reală

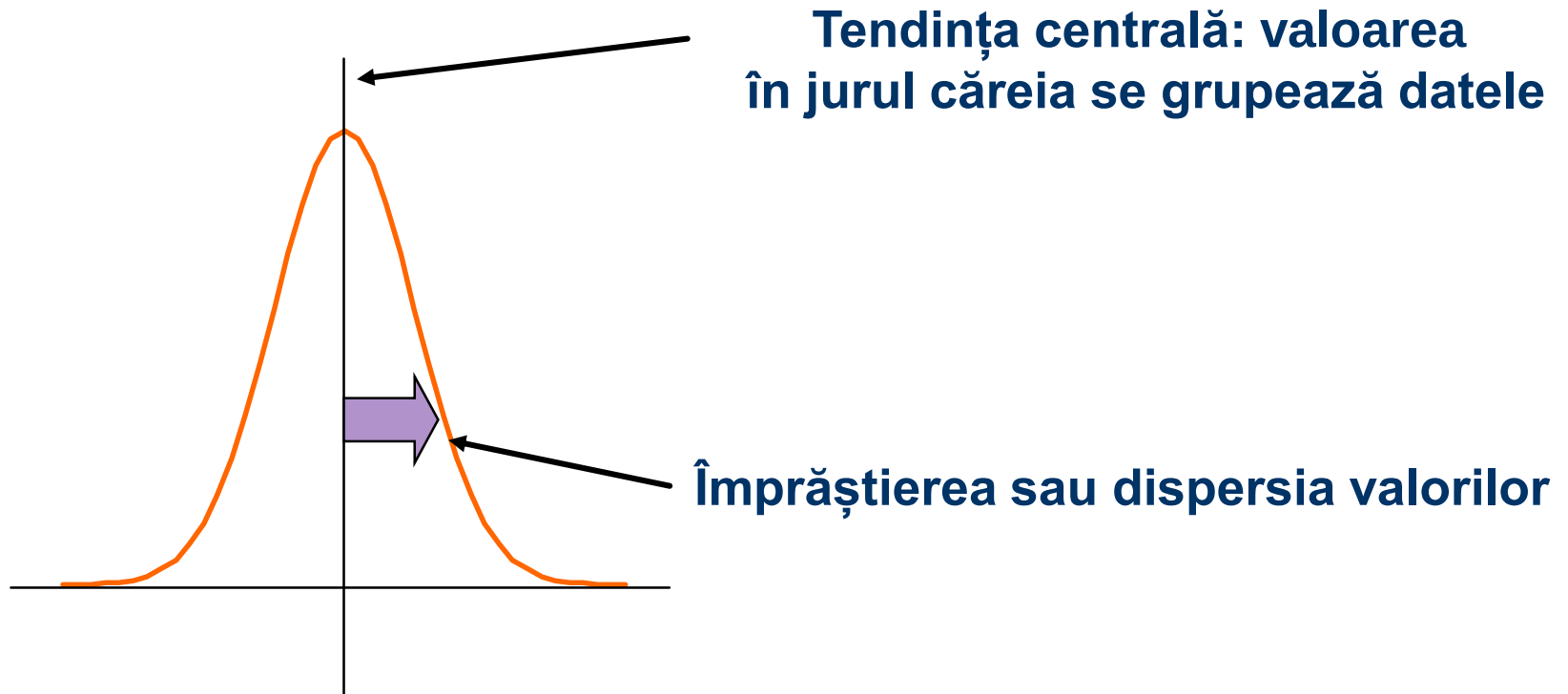
- Distribuțiile pot fi modelate matematic
- Dacă culegem date dintr-un proces sau despre un produs, putem să le "potrivim" la o distribuție și să folosim proprietățile acesteia pentru analiză și predicții



Distribuții de probabilitate

- Distribuțiile de probabilitate (numite pe scurt distribuții) reprezintă un mod de a face predicții despre evenimente aleatorii
- Există multe "distribuții standard" cu care putem modela variația din lumea reală
- Distribuții standard
 - Date atributive
 - Binomială
 - Poisson
 - Date variabile
 - Normală (Gauss-Laplace))
 - Lognormală
 - Student t
 - Fischer
 - Exponențială

Proprietăți cheie ale distribuțiilor



Măsuri ale tendinței centrale

- Media aritmetică

$$\mu = \frac{\sum x_i}{n}$$

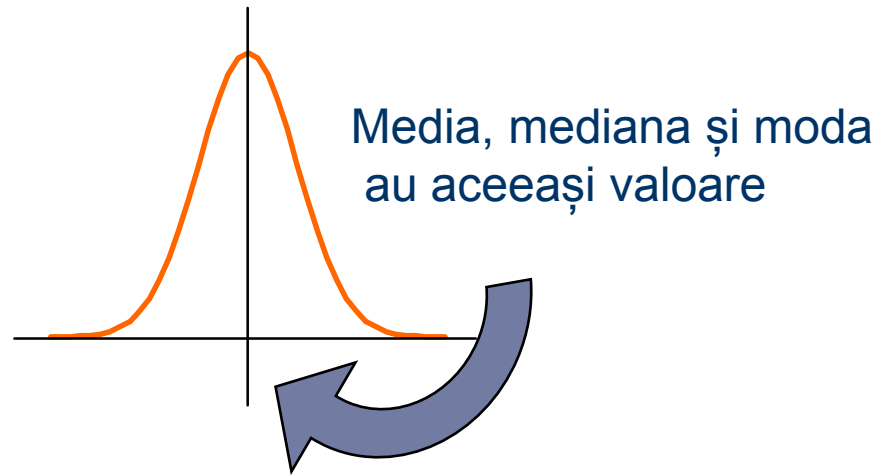
- Mediana

- valoarea din mijlocul
șirului de date

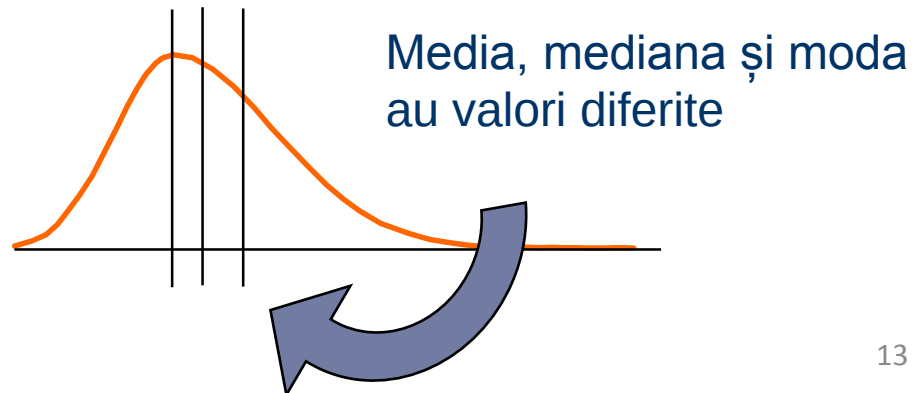
- Modă (Modul)

- valoarea care apare cel
mai des

Dacă distribuția este simetrică



Dacă distribuția NU este simetrică



Măsurile împrăştierii

- Amplitudinea

$$R = \text{Valoarea maximă} - \text{Valoarea minimă}$$

- Amplitudinea are dezavantajul că pot apare valori extreme
- O abordare este să se calculeze deviația medie de la valoarea mediei aritmetice:

$$\frac{\Sigma(X - \mu)}{n}$$

- Are dezavantajul că există valori pozitive și negative

Varianța și abaterea standard

- Media abaterilor pătrate față de media aritmetică se numește varianță și este o măsură a împrăstierii

$$V = \frac{1}{n} \sum (x_i - \mu)^2$$

- Are dezavantajul că are unitatea de măsură ca (media aritmetică)². Pentru a-l elimina se folosește rădăcina pătrată din varianță care are simbolul σ și se numește abatere medie pătratică (abatere standard)

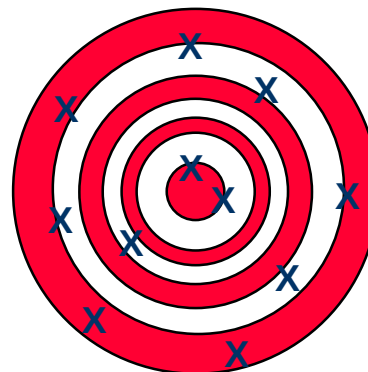
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}}$$

Media și abaterea standard oferă informații importante despre proces

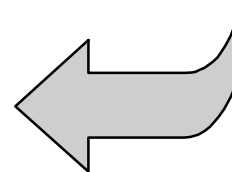
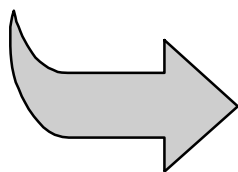
Deplasarea de la valoarea țintă se măsoară cu ajutorul mediei



Împrăștierea se măsoară cu abaterea standard



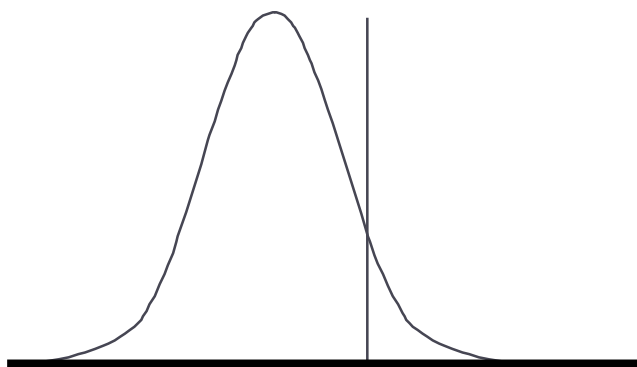
La țintă



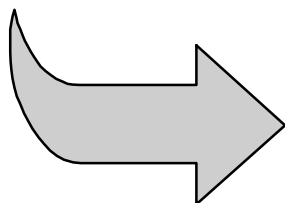
Reducerea împrăștierei

Distribuții și variația.....

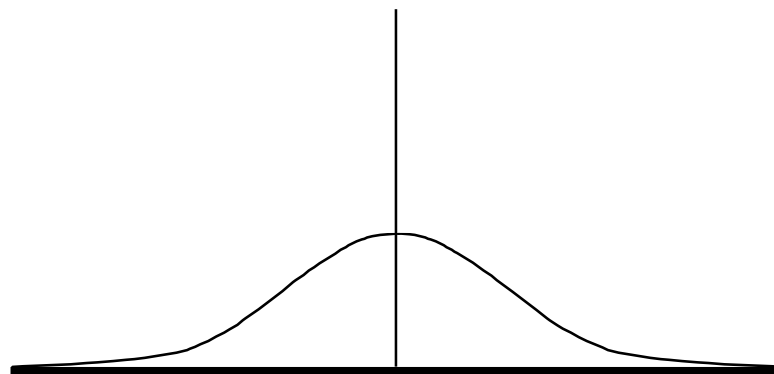
În afara țintei



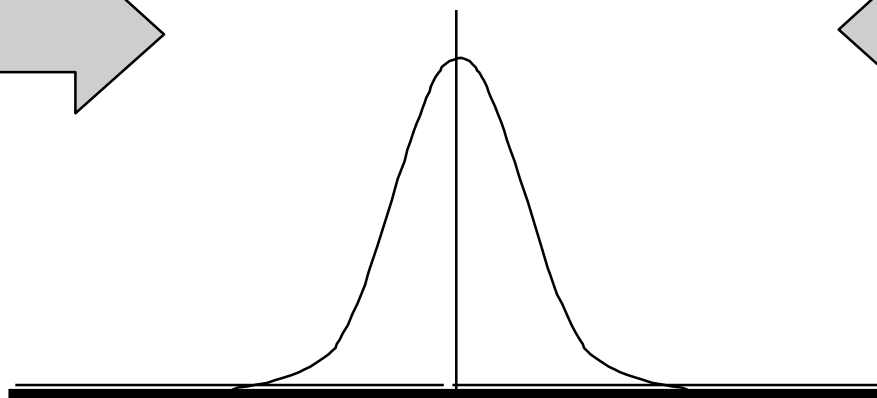
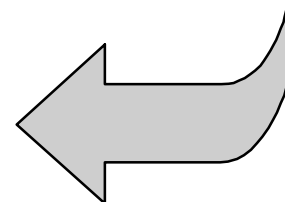
La țintă



Împrăștierea

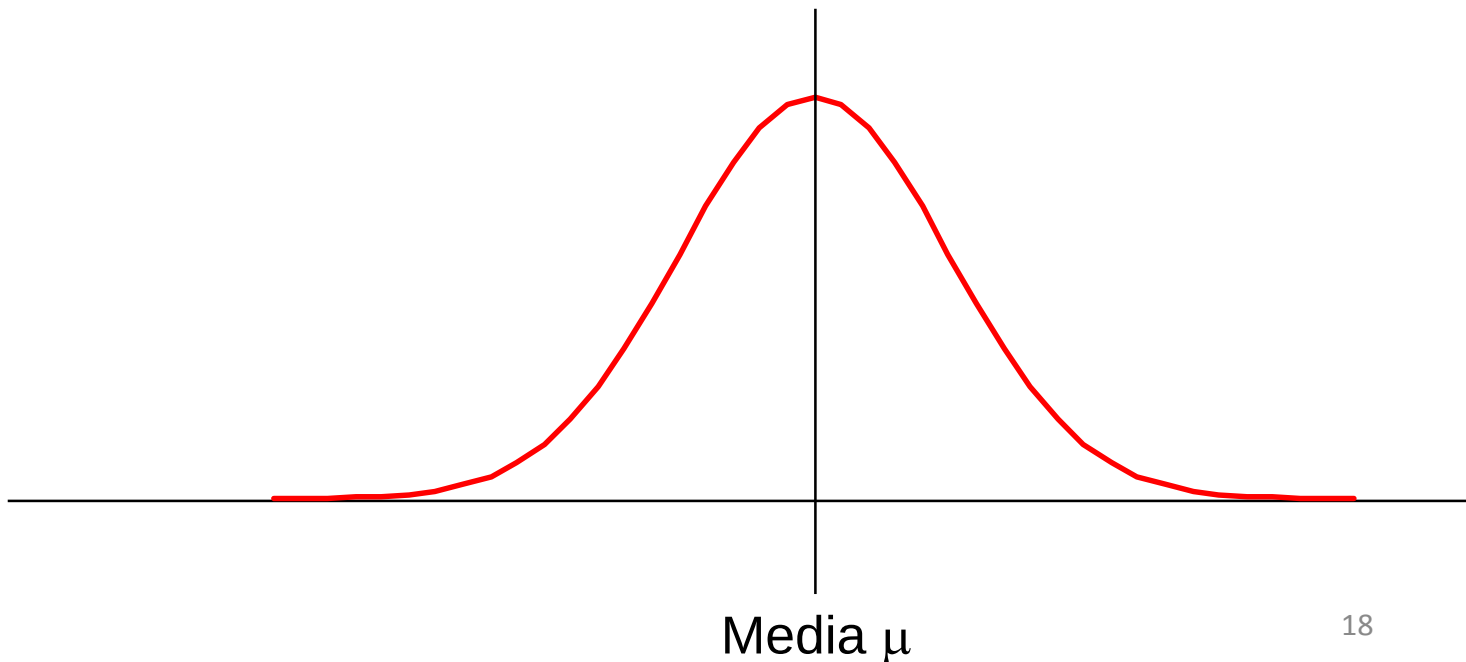


*Reducerea
împrășterii*



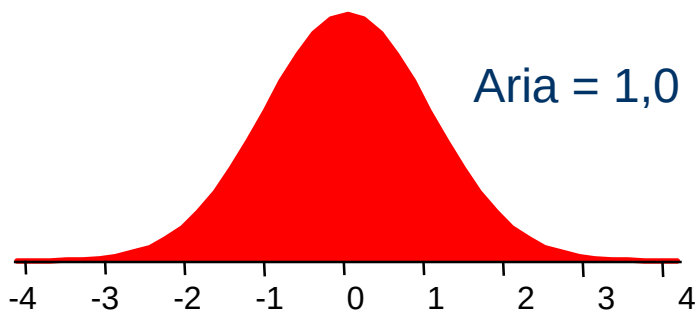
Distribuția normală (Gauss-Laplace)

- Peste 90% din procesele de fabricație, asamblare etc
- Modelează comportamentul aleatoriu
- Valorile grupate în jurul mediei au o probabilitate mai mare decât cele dinspre cozi
- Este distribuția de bază în instrumentarul Six Sigma

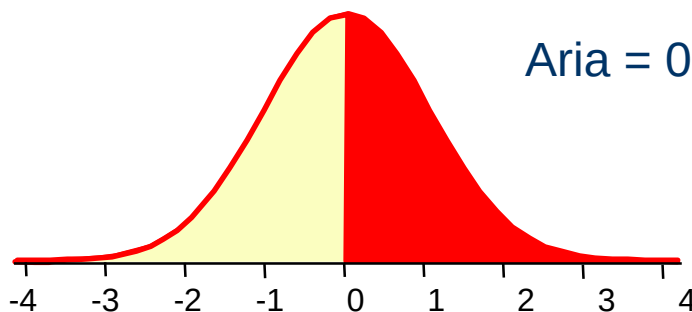


Distribuția normală (Gauss-Laplace)

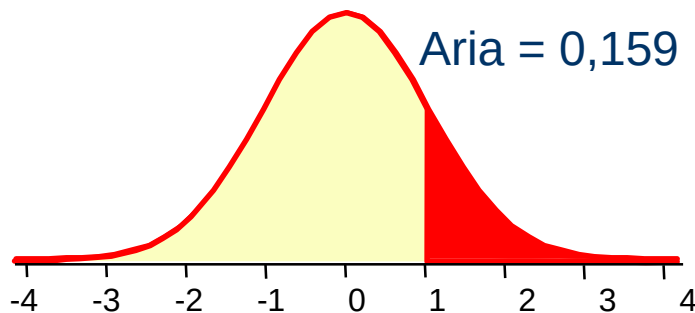
Aria de sub curba normală = probabilitatea sau șansa de a fi în acea regiune



Aria = 1,0 probabilitatea = 1,0 sau 100%

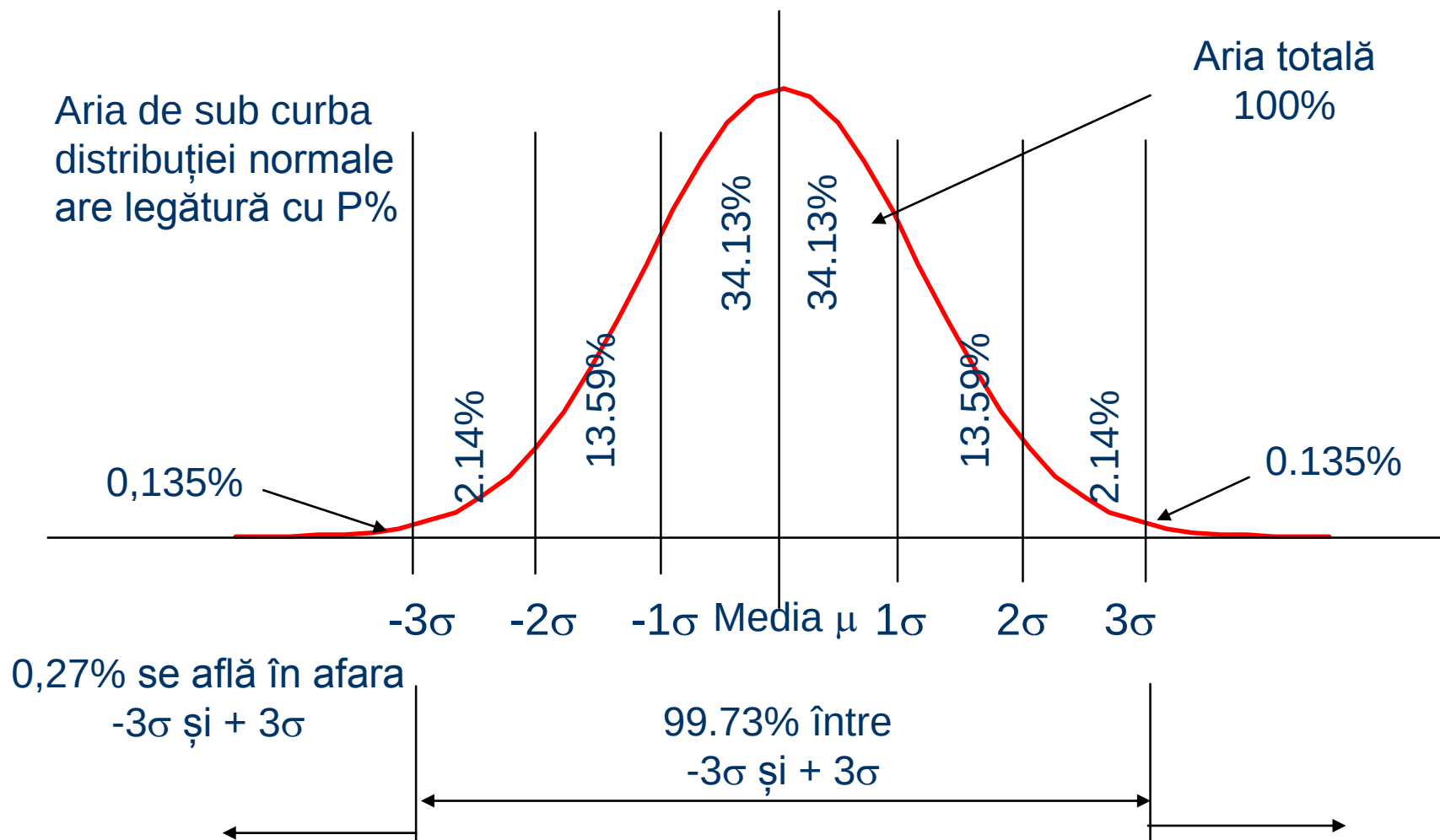


Aria = 0,5 probabilitatea = 0,5 sau 50%

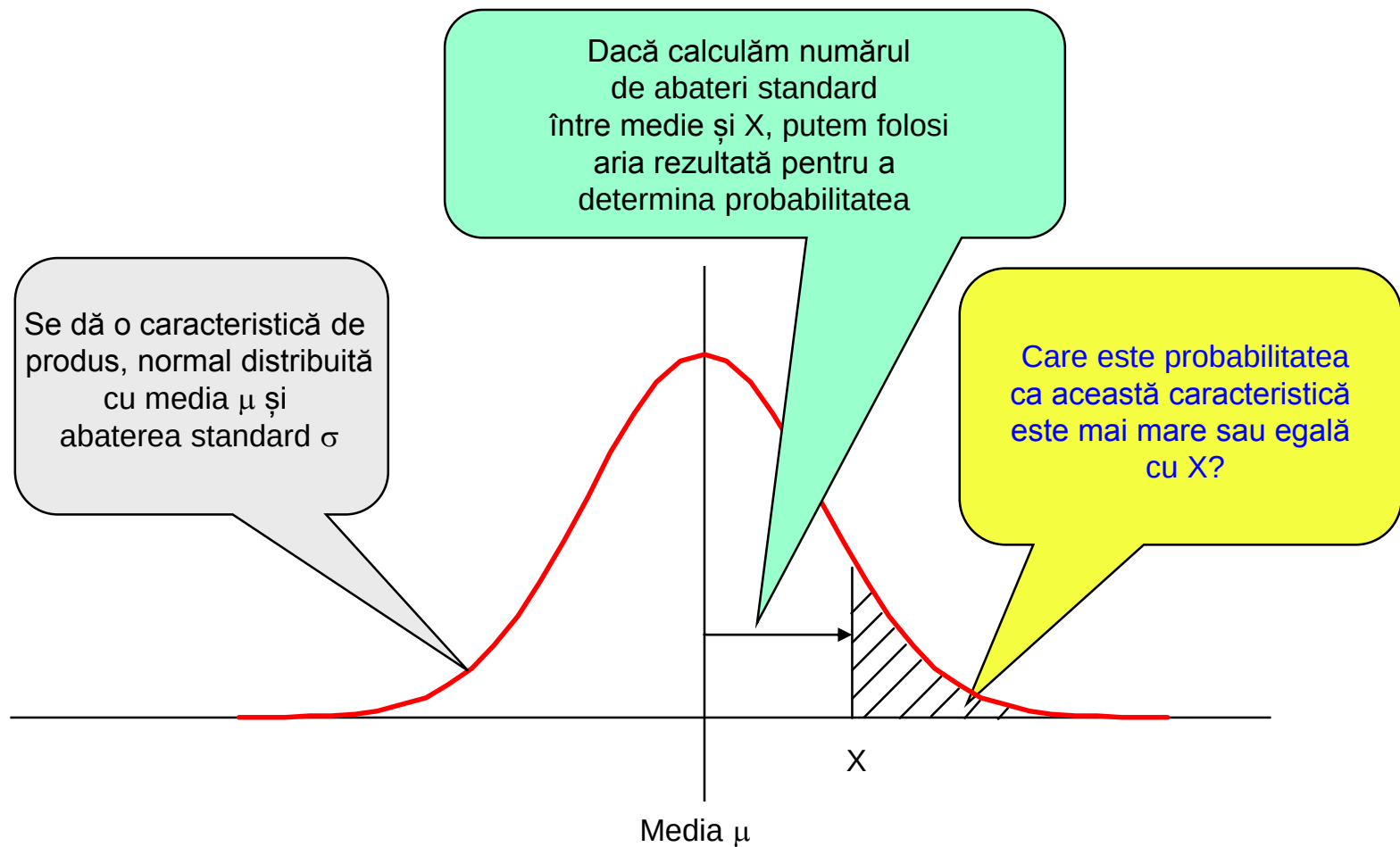


Aria = 0,159 probabilitatea = 0,159 sau 15,9%

Aria, Probabilitatea & Abaterea standard

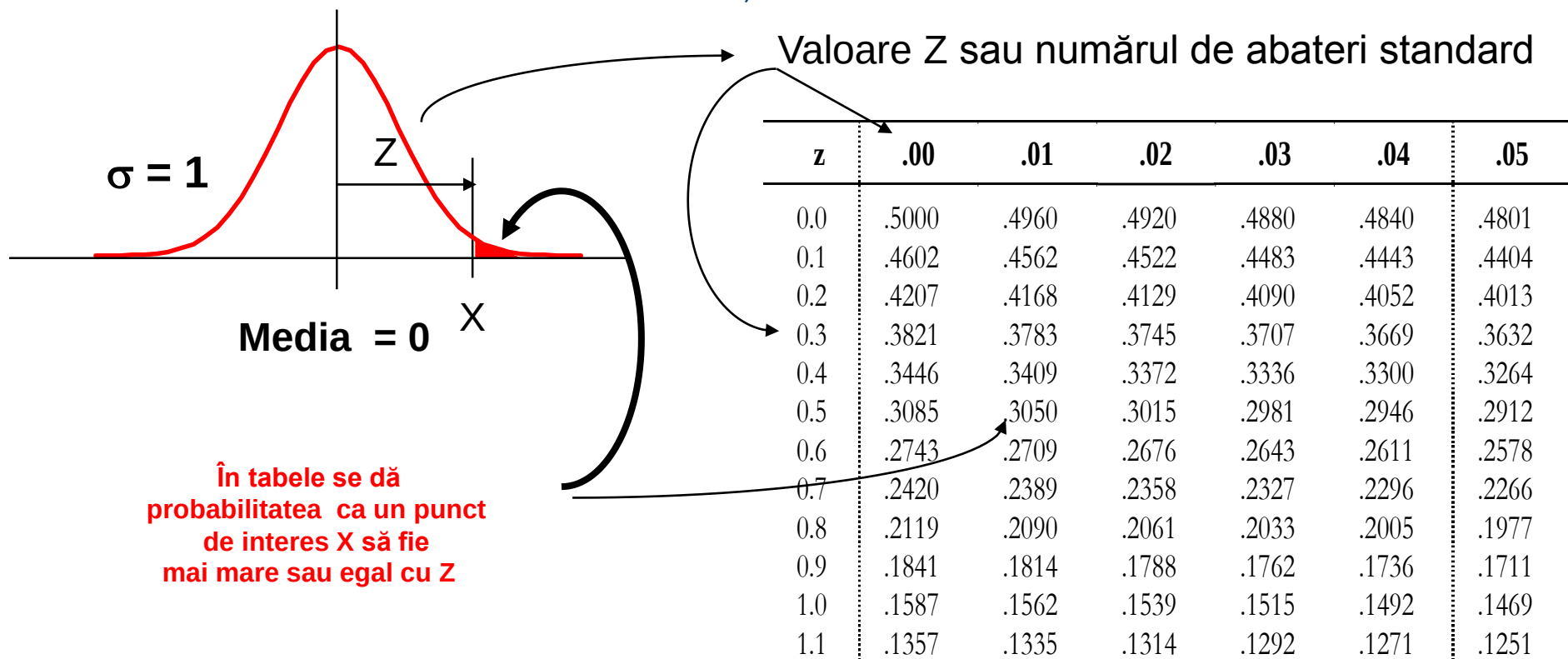


O situație des întâlnită...



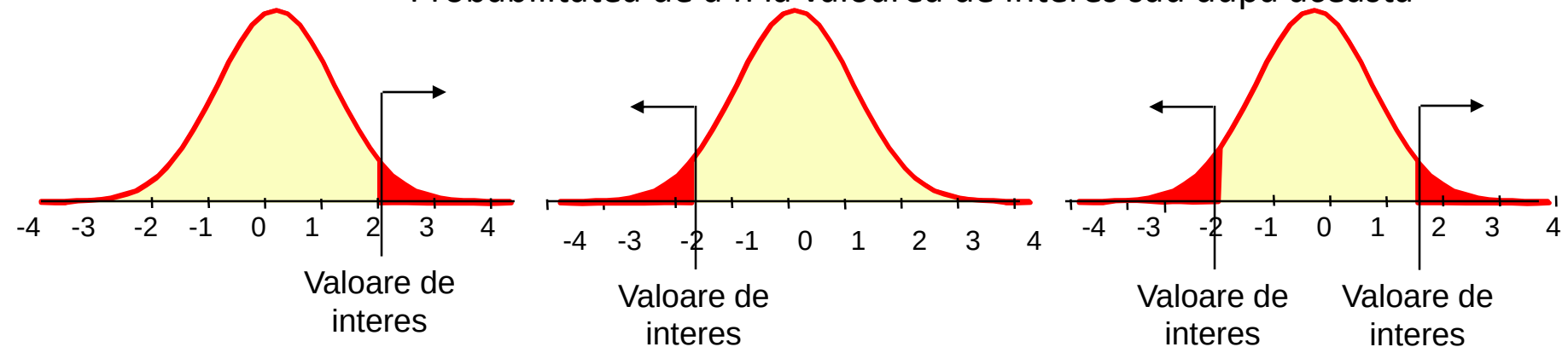
Distribuția normală standard

Există tabele pentru probabilitate versus numărul de abateri standard
în cazul “Distribuției normale standard” care are
o medie $\mu = 0$ și abaterea standard $\sigma = 1$



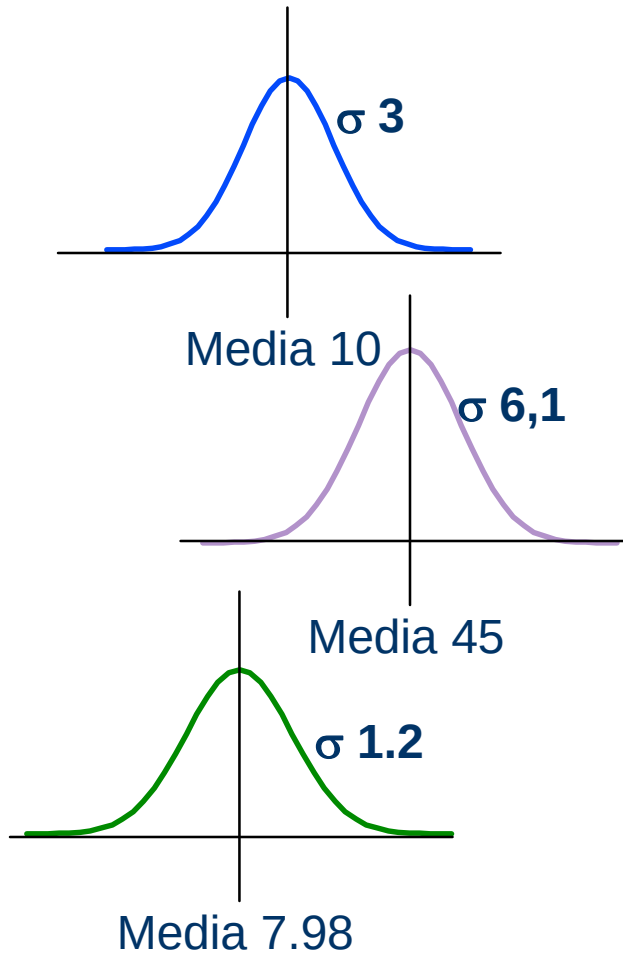
Valorile-P sunt probabilități de interes

- Valorile probabilităților se mai numesc valori-P
 - Valoare - P = aria cozii
 - Aria de sub curbă după punctul sau valoarea de interes
 - Probabilitatea de a fi la valoarea de interes sau după aceasta



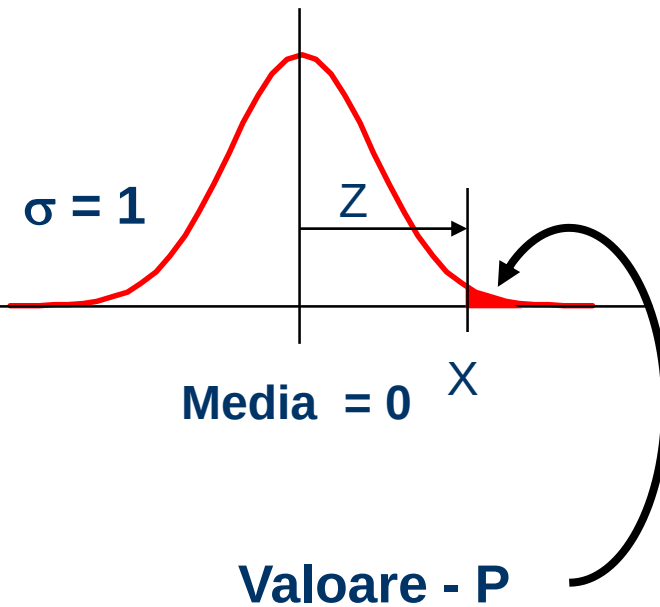
- O valoare - P mică ($0 - 0,05$) indică
 - Probabilitatea ca valoarea de interes să provină dintr-o distribuție numai datorită șansei, este mică
 - Se întâmplă altceva acolo

Valori Z



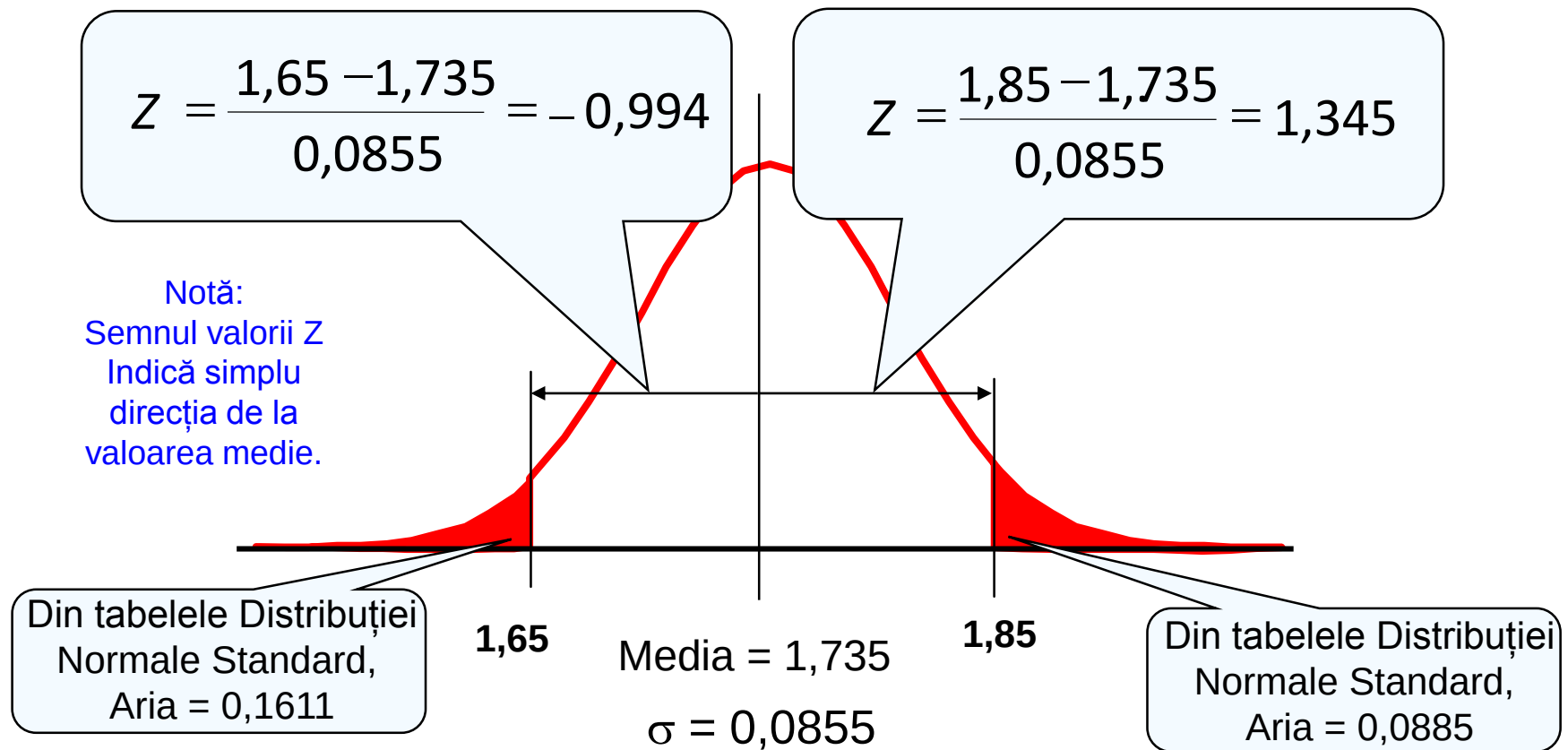
Z se calculează
cu ecuația

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$



Utilizarea valorilor Z

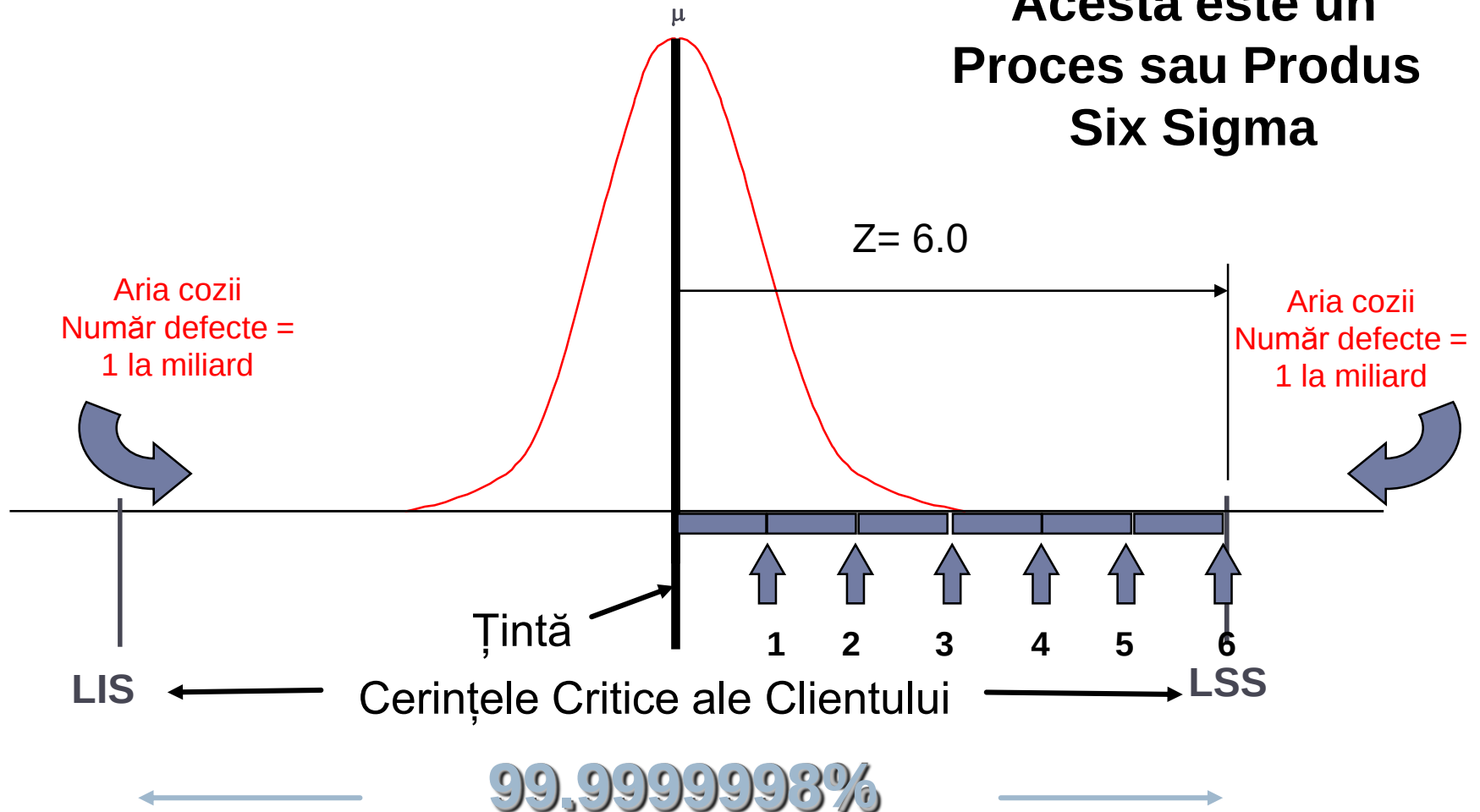
Un client cere ca specificația produsului să fie $1,75 \pm 0,1$. S-au cules date din procesul de fabricație rezultând o medie $1,735$ și $\sigma = 0,0855$



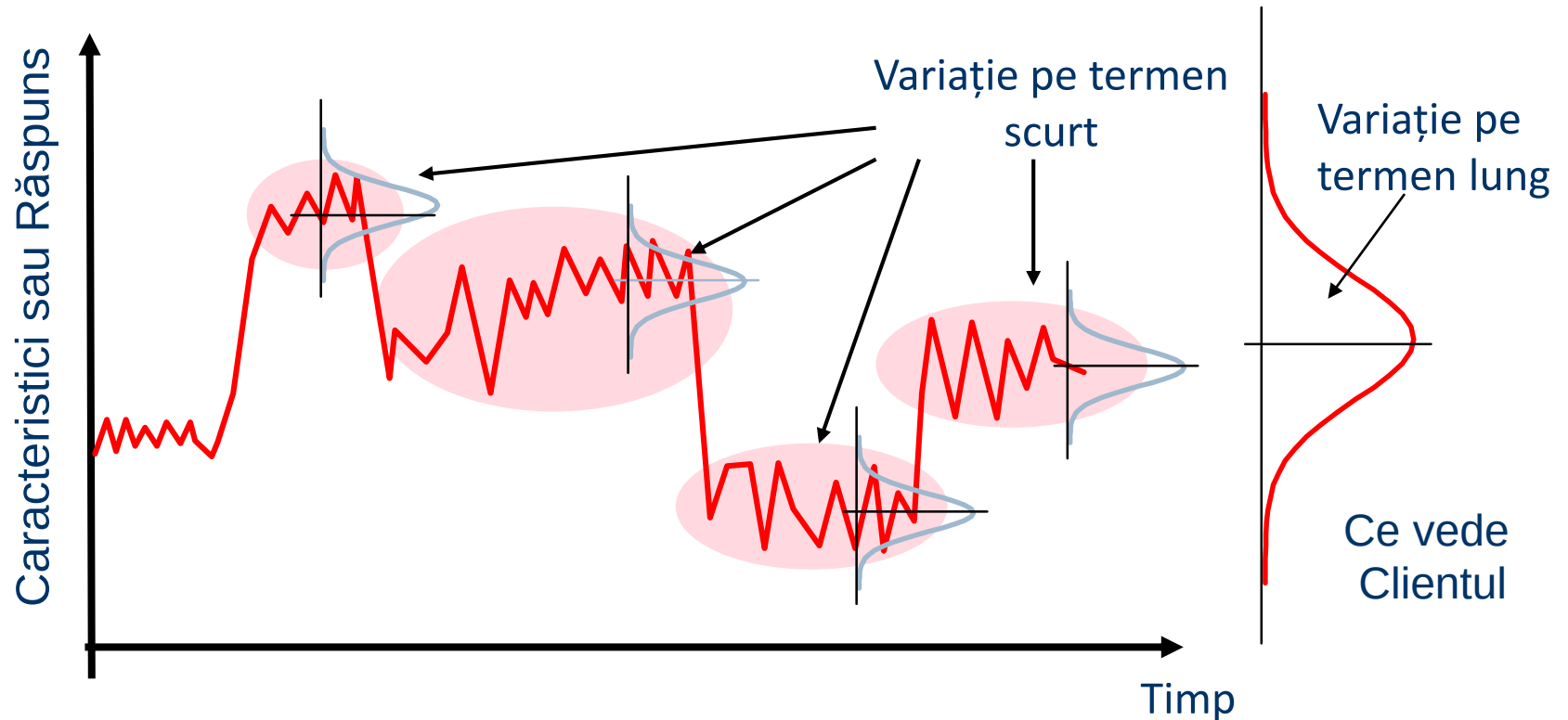
Aria totală în cozi = $0,1611 + 0,0885 = 0,2496$
Aria de interes = $1 - 0,2496 = 0,75 = \text{randament}$

Variația și Six Sigma

Acesta este un
Proces sau Produs
Six Sigma

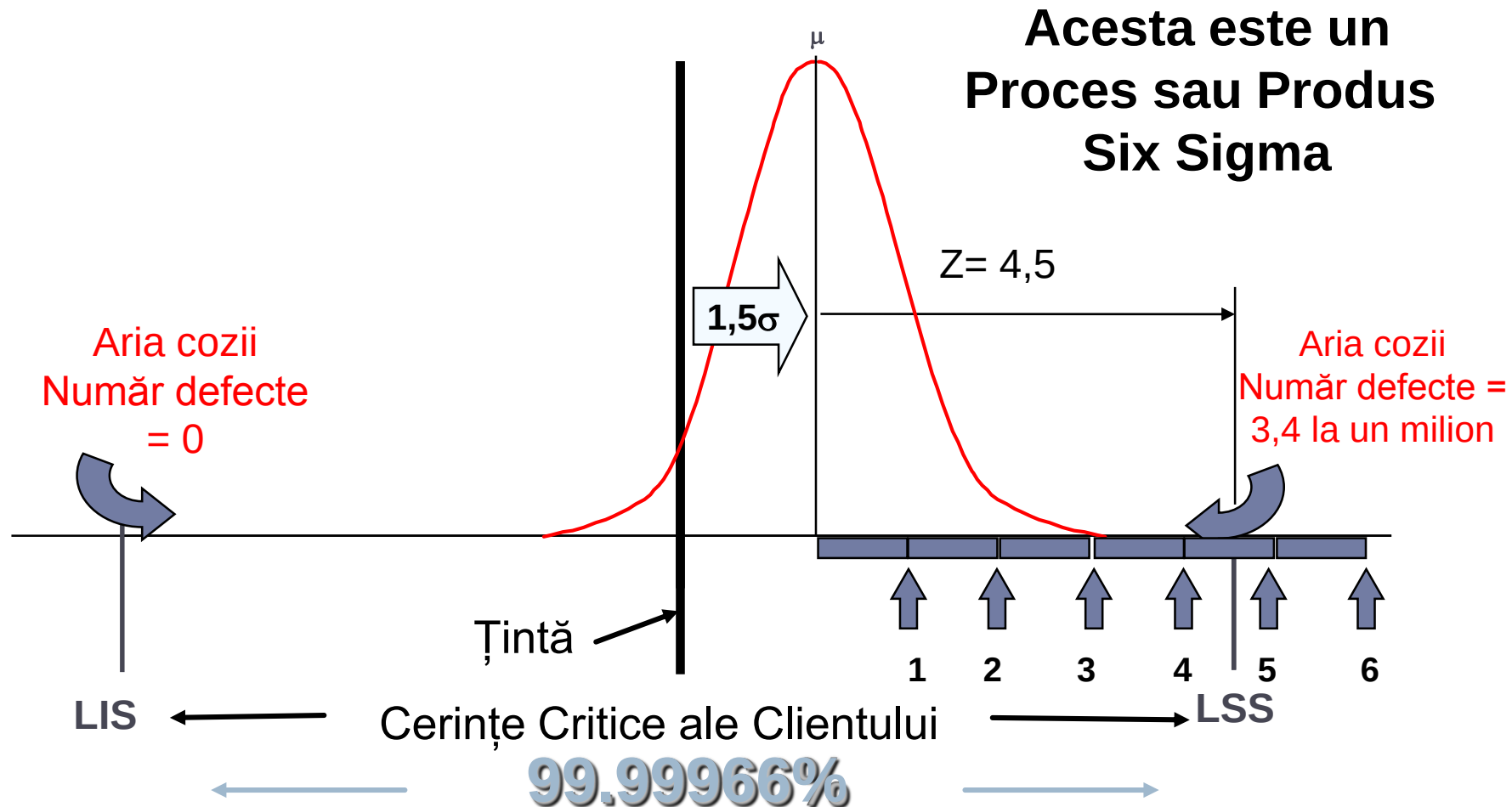


Variația pe termen scurt și lung



- ✓ Prezența cauzelor speciale va crește variația pe care o vede clientul.
- ✓ O ipoteză rezonabilă este **o deplasare în timp de 1,5 sigma.**

Deplasare cu 1,5 sigma



CONCLUZIE

- Pe termen scurt avem nevoie de $Z_{st} = 6,0$ pentru “garantarea” pe termen lung a $Z_{lt} = 4,5$
- Pentru a obține 3,4 defecte pe milion necesită $Z_{lt} = 4,5$ – nu trebuie să încercăm să obținem $Z_{st} = 6,0$ dacă

$$Z_{deplasat} = Z_{st} - Z_{lt} < 1,5$$

Testarea normalității datelor

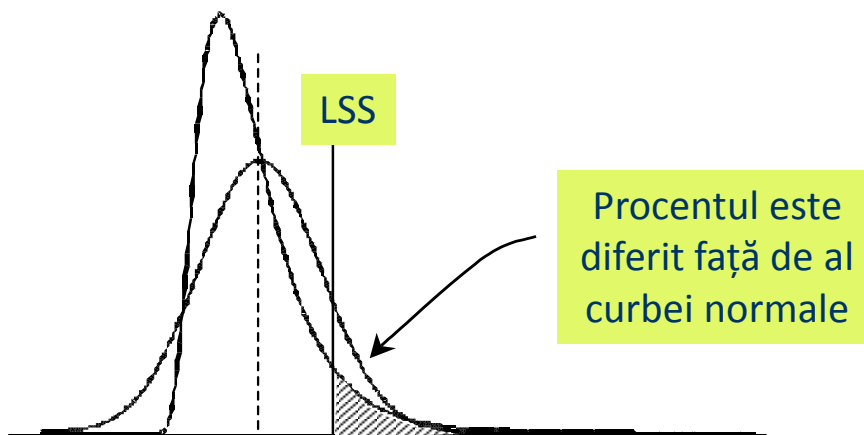
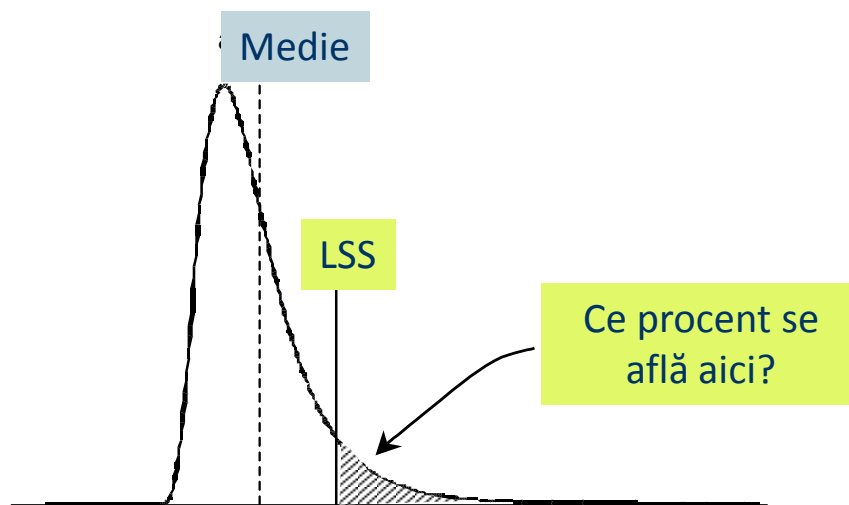
- Distribuția normală este foarte importantă pentru Six Sigma deoarece multe din tehnici și instrumente se bazează pe aceasta

Instrument	Consecințe
Sigma pentru proces	Sigma pentru proces incorect
Fișe de control	Detectare incorectă a cauzelor speciale
Testarea ipotezelor	Concluzii incorecte
Regresie	Identificare incorectă a factorilor importanți, ,capabilitate de predicție scăzută
DOE	Concluzii incorecte despre factorii importanți ,capabilitate de predicție scăzută

Efectul neverificării normalității datelor

Exemplu: Efectul unei distribuții non-normale asupra calculului Nivelului Sigma al procesului

- Nivelul Sigma al procesului se determină găsind aria de după limitele specificate folosind tabelele Z
- Dacă datele nu sunt normale, aria va fi incorect estimată din tabelele Z și deci va oferi un nivel Sigma al procesului nereal



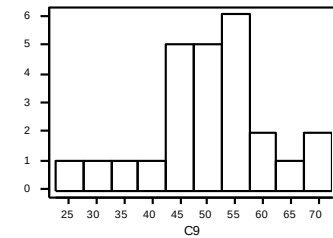
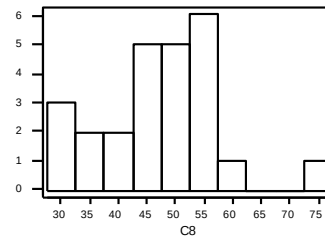
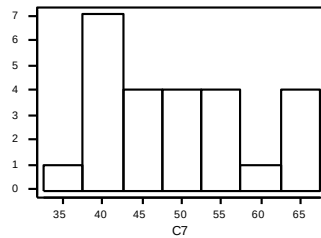
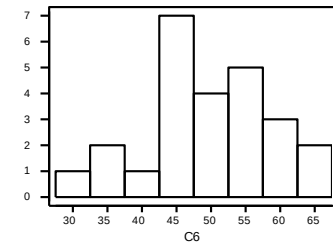
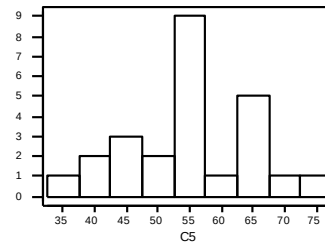
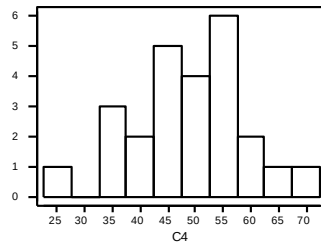
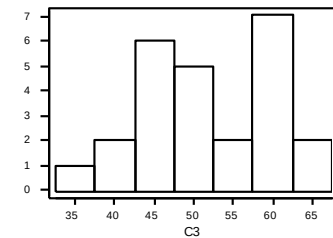
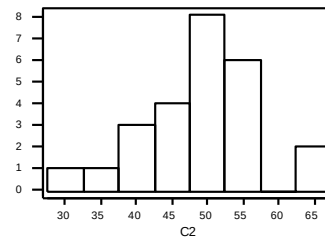
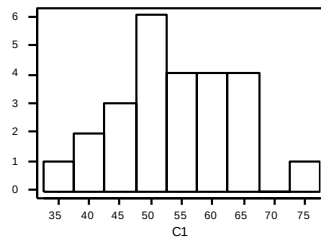
Exercițiu – Normal?



- Uitați-vă la fiecare histogramă din următoarele pagini și decideți care seturi de date provin dintr-o distribuție normală
 - *Marcați-le pe cele care vă par normale.*
- Lucrați pe perechi pentru confirmarea datelor
- Fiți pregătiți să comunicați celorlalți părerea dvs.
- Timp 10 minute

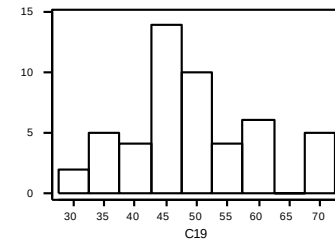
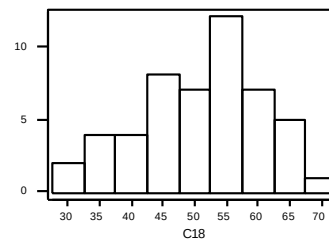
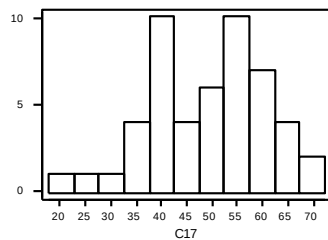
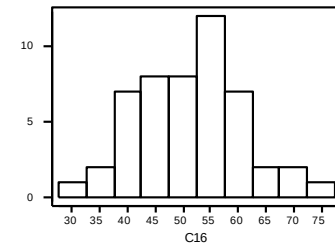
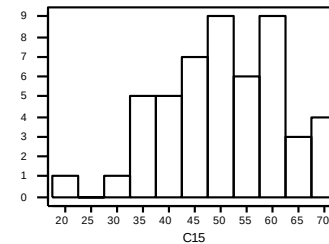
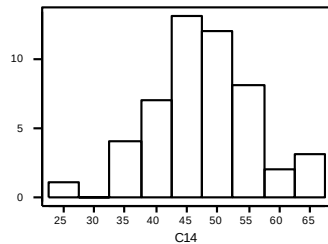
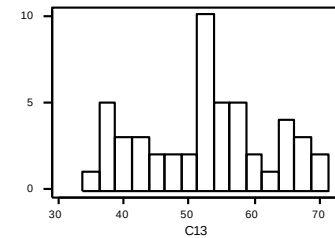
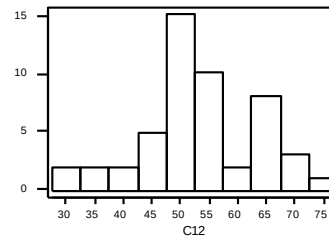
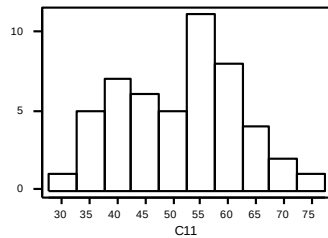
Evaluarea datelor pentru normalitate

25 date



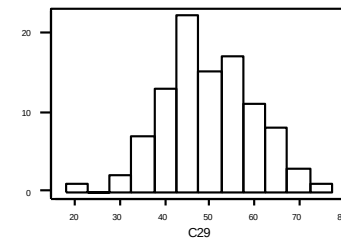
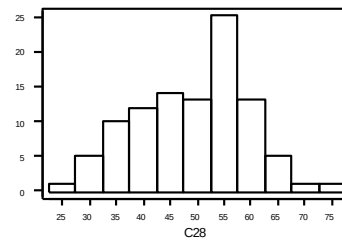
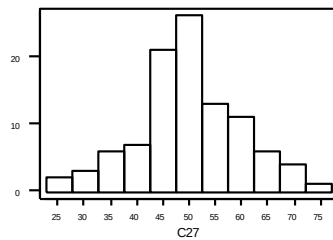
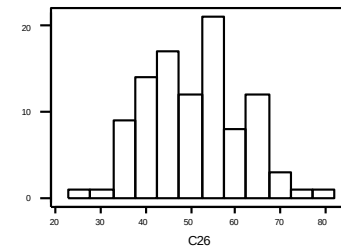
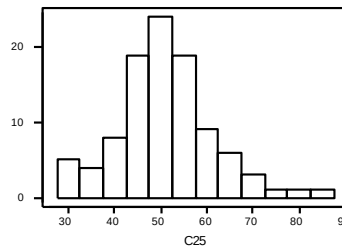
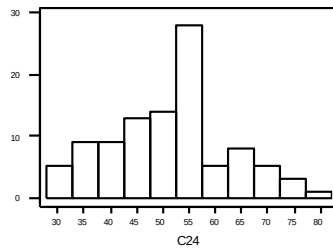
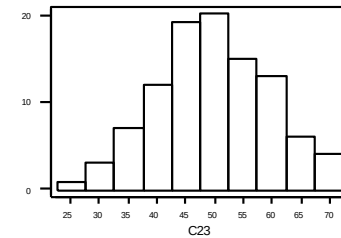
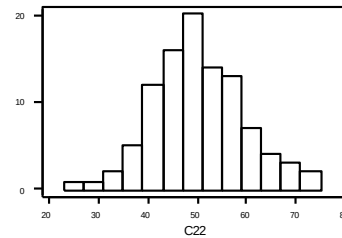
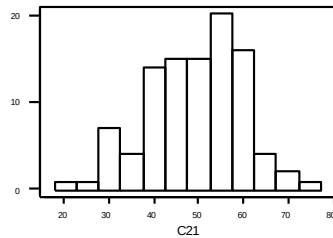
Evaluarea datelor pentru normalitate

50 date



Evaluarea datelor pentru normalitate

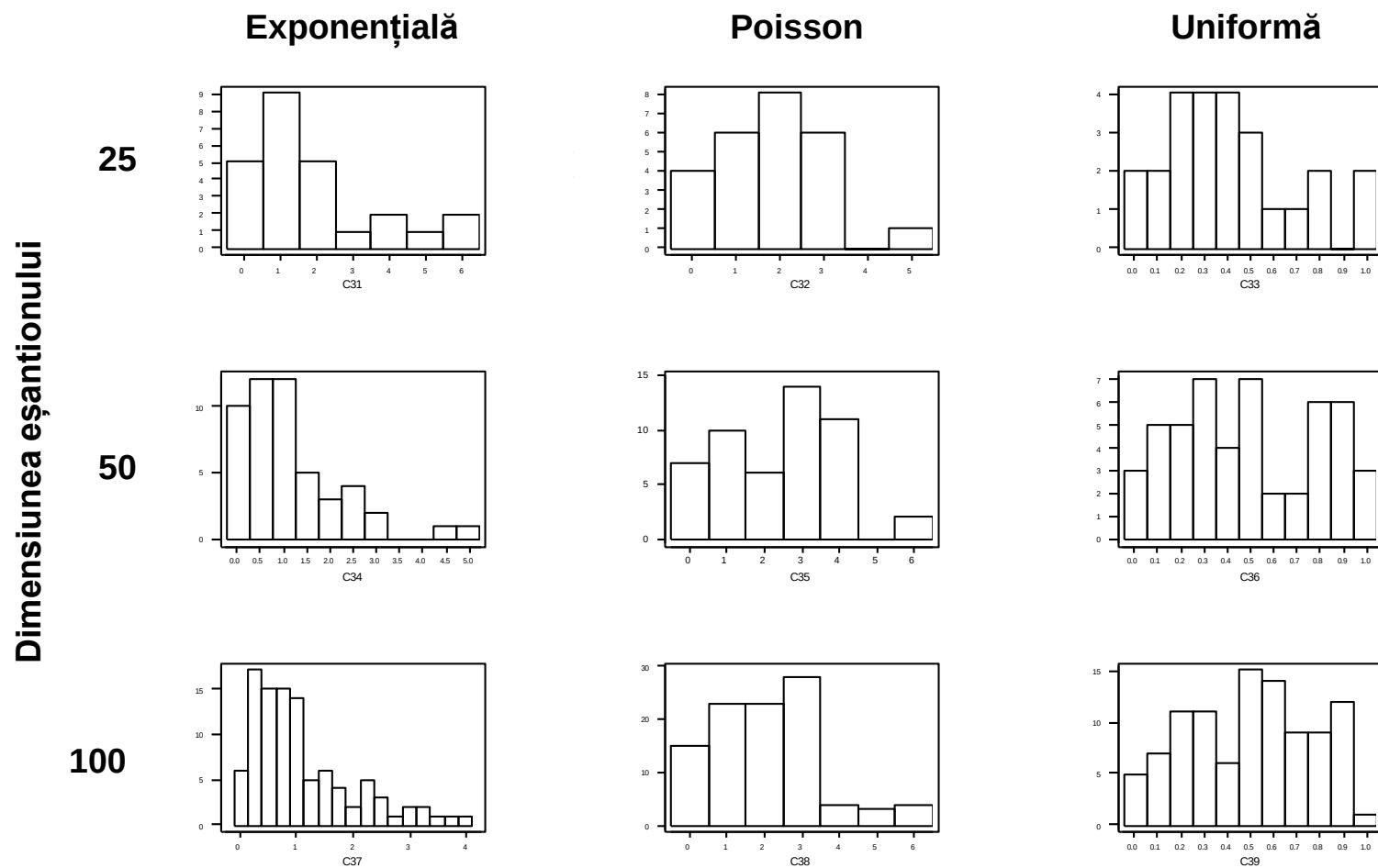
100 date



Exercițiu : Răspunsuri

- Numai privind la histograme poate fi înșelător
 - Fiecare histogramă din paginile precedente au fost generate aleatoriu cu un program ca distribuții normale cu media = 50 și o abatere standard = 10.
 - Toate sunt deci normale!!
- Este dificil să spunem dacă datele sunt normale doar privind la histograme cu $n = 25$, $n = 50$ și uneori chiar $n = 100$
- Reprezentarea grafică a datelor este utilă dar atenție dacă se folosesc un număr mic de date!

Alte distribuții

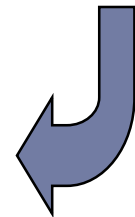


Date non-normale

- Dacă datele nu sunt normale există posibilitatea să fie corectate

- Valori aberante (extreme) – ***eliminați-le!***
- Erori de înregistrare/transcriere – ***eliminați-le!***
- Amestec de date - ***separați-le!***
- Date rotunjite – ***creșteți precizia!***
- Date insuficiente – ***colectați mai multe!***
- Există cauze speciale – ***eliminați-le!***
- Distribuția datelor chiar nu este normală

Verificați
întotdeauna
înainte de a
trage concluzii

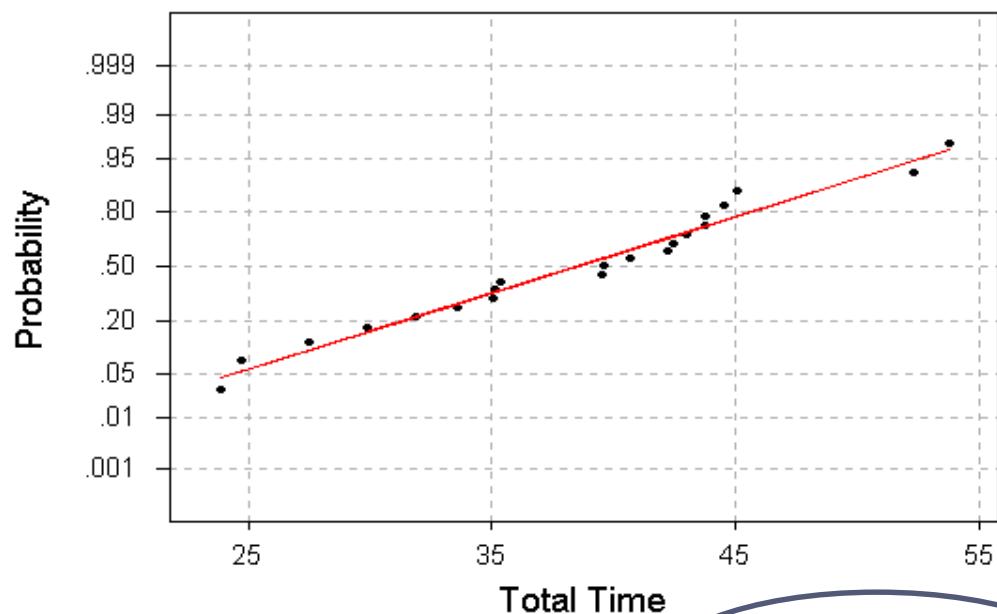


Verificarea distribuției normale

- Atât datele variabile cât și discrete (dacă sunt destule) pot fi adesea modelate cu distribuția normală
- Multe instrumente statistice (inclusiv programe soft statistice) se bazează pe distribuția normală.
- Însă, multe instrumente statistice vor oferi ieșiri chiar dacă datele nu sunt normale. Aceste ieșiri pot fi înșelătoare.
- Așadar primul pas este să verificăm normalitatea datelor
- Există teste specifice pentru verificarea normalității

Test pentru verificarea normalității datelor

Normal Probability Plot



verage: 38.4497
3tDev: 8.11225
N: 21

Anderson-Darling Normality Test
A-Squared: 0.304
P-Value: 0.541

Într-un test de verificare a normalității datelor, datele se plasează pe un grafic special (diagrama Henry) – dacă datele se înscriu pe o linie dreaptă, atunci sunt distribuite normal.

Testul include și un test de ipoteză care oferă o valoare cantitativă dacă datele sunt normale, prin valoarea - P.

Dacă $P > 0.05$, se poate spune că datele sunt distribuite normal.

Valori - P

- Valoarea – P reprezintă riscul de a lua o decizie greșită – în acest caz concluzionând că datele nu sunt normale când de fapt sunt.
- În acest caz Valoarea – P este 0,541 – adică un risc de aproximativ 54% de a lua decizia greșită – în acest caz concluzionând că datele nu sunt normale când de fapt sunt.
- Riscul este prea mare așa că vom concluziona că datele sunt normal distribuite.
- Nu putem fi niciodată 100% siguri. Experiența a arătat că nivelul deciziei este la 5% (sau 95% încredere).
- Am testat să vedem dacă $P > 0.05$ și dacă e așa, considerăm că datele sunt normal distribuite.

Cât este “suficient de bun” ?

- O fabrică de îmbuteliere lucrează la un nivel de 200 ppm.
- Linia de îmbuteliere lucrează 12 h pe zi, 280 zile pe an.
- Producția totală va fi 40.320.000 sticle
- La un randament de 99.9%, fără defecte, se vor produce:

40.320 produse
defecte

=

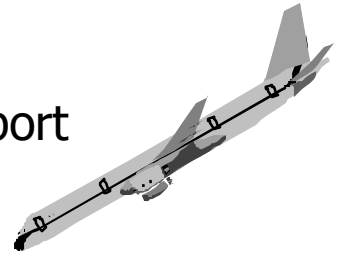
40.320 clienți
potențial pierduți
pe an

Câteva lucruri interesante...

La un randament de 99,9%, fără defecte

1 oră de apă potabilă contaminată, în fiecare lună

2 aterizări mai lungi sau mai scurte pe fiecare aeroport
American, în fiecare zi



500 operații chirurgicale greșite, în fiecare săptămână

22.000 cecuri deduse din conturi bancare greșite, în fiecare oră

32.000 bătăi de inimă "ratate", pe persoană, pe an

Câteva lucruri interesante...

La 99,9%, fără defecte



3.000 nou-născuți, scăpați accidental din mâinile asistentelor sau doctorilor, în fiecare an

4.000 rețete medicale greșite, pe an

400 scrisori pe oră nu vor ajunge niciodată la destinatar

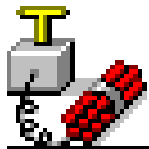


La 6 sigma (99.9997%)

10 nou-născuți, scăpați accidental din mâinile asistentelor sau doctorilor, în fiecare an

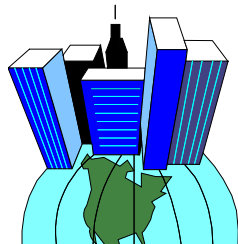
13 rețete medicale greșite, pe an

1 scrisoare "pierdută", pe oră



Istoricul Six Sigma...

- ◆ Dezvoltat de Bill Smith, Motorola Quality Manager
- ◆ Implementare a început la Motorola în 1987
- ◆ A ajutat Motorola să câștige primul Baldrige Award în 1988
- ◆ Marile companii din lume au adoptat Six Sigma.



Design
1985 - 1992

Motorola
Texas Instruments

Dezvoltare
1993-1994

Asea Brown Boveri

Rezultate
1994-1996

Allied Signal
General Electric

Avantaj competitiv
1996-1997

Nokia Mobile Phones
Bombardier, Siebe, ...

Tehnologie nouă
1997-1998

Lockheed Martin, Sony,
Crane, Polaroid, Avery
Dennison, Shimano, JP
Morgan, City of Fort
Wayne

"Iluminare"
1999-2005

Bank of America,
American Express



1818: Gauss folosește distribuția normală pentru explorarea analizei erorilor pentru măsurări, analiza probabilităților și testarea ipotezelor.



1924: Walter A. Shewhart introduce fișele de control și face distincția între variația datorată cauzelor speciale și comune ca și contributori la problemele proceselor.

1736: Matematicianul francez Abraham de Moivre publică un articol ce introduce curba normală.



1896: Sociologul italian Vilfredo Pareto introduce regula 80/20 în *Cours d'Economie Politique*.



1941: Alex Osborn, șeful BBDO Advertising, introduce un set de reguli pentru "brainstorming".

1949: U. S. DOD lansează Military Procedure MIL-P-1629, *Procedures for Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis*.

1960: Kaoru Ishikawa introduce diagrama "cauză-efect".



1970s: Dr. Noriaki Kano introduce modelul bidimensional al calității și cele trei tipuri de calitate.



1986: Bill Smith, senior engineer introduce conceptul Six Sigma la Motorola



1995: Jack Welch lansează Six Sigma la GE.



1994: Larry Bossidy lansează Six Sigma la Allied Signal.



Six Sigma – “Prima generație” (SSG 1)

- Perioada “1986-1990” este cunoscută ca prima generație Six Sigma, sau pe scurt SSG 1.
- Începută la Motorola
- Abordare statistică
- Se măsoară numărul de defecte la milionul de oportunități : Defects Per Million Opportunities (DPMO)
- Focalizare pe:
 - Eliminarea defectelor
 - Îmbunătățirea calității produselor și serviciilor
 - Reducerea costurilor
 - Îmbunătățirea continuă a proceselor

Six Sigma - "Generația a doua" (SSG 2)

- În anii 90, focalizarea Six Sigma s-a transferat de la calitatea produsului la calitatea afacerii. "Pionerul" generației a doua Six Sigma, sau pe scurt SSG 2, a fost General Electric Corp.
- Six Sigma devine un sistem de management focalizat pe afacere.
- Determinare în a aduce(economisi) în final "bani".
- Candidații cu potențial au fost selectați ca "Black Belts".

Six Sigma - "Generația a treia" (SSG 3)

- Dezvoltată după 2000.
- SSG3 arată organizațiilor cum să livreze produse și servicii care au valoare reală în ochii clienților.
- Combină tehnicile de Lean Manufacturing și Six Sigma. Se mai numește Lean Six Sigma.

SIX SIGMA – Realizări

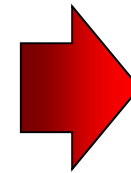
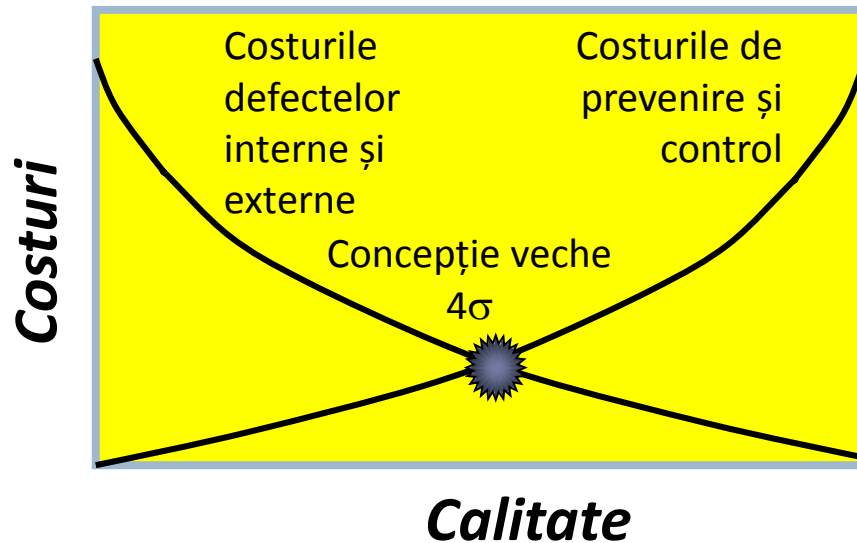
Companie/ Proiect	Metrică/Măsurători	Avantaje- Economii
Motorola (1992)	Defecte ale procesului	Reducerea acestora de 150 de ori
Raytheon/Aircraft Integration Systems	Țimpul de inspecție a mentenanței depozitului	Reducere de 88% calculată în zile
GE/Railcar leasing business	Returnarea la magazinele de reparații	Reducere de 62%
Fabrica Allied Signal/Laminates din Carolina de Sud	Capacitate Durata ciclului Inventar Livrare la timp	A crescut cu 50% S-a redus cu 50% S-a redus cu 50% A crescut cu aproape 100%
Allied Signal/Bendix IQ brake pads	Durata ciclului de la inventare și până la livrare	S-a redus de la 18 la 8 luni
Hughes Aircraft's Missiles Systems Group/Wave soldering operations	Calitate Productivitate	S-a îmbunătățit cu 1000% A crescut cu 500%
General Electric	Financiar	2 miliarde de dolari în 1999
Motorola (1999)	Financiar	15 miliarde de dolari în 11 ani
Dow Chemical/Rail delivery project	Financiar	Economii de 2,45 milioane de dolari
Fabrica DuPont/Yerkes din New York (2000)	Financiar	Economii de peste 2 milioane de dolari
Telefonica de Espana (2001)	Financiar	Economii și venituri ridicate de 30 de milioane de euro în primele 10 luni
Texas Instruments	Financiar	600 milioane de dolari
Johnson & Johnson	Financiar	500 milioane de dolari
Honeywell	Financiar	1,2 miliarde de dolari

Ce este Six Sigma?

- O **Viziune** și **Filozofie** de a ne dedica clienților noștri spre a le oferi produse de calitate înaltă la un cost scăzut.
- O **Metrică** ce demonstrează nivele de calitate la o performanță de 99.99966% pentru produse și proces.
- O **Referință (Benchmark)** a capacității produselor și proceselor noastre în comparație cu "best in class"
- O aplicare practică a **Instrumentelor Statistice** și a **Metodelor** care să ne ajute să *măsurăm, analizăm, îmbunătățim și controlăm* procesele noastre.



Six Sigma ca filozofie...

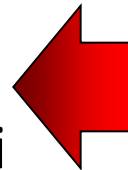


Concepție veche

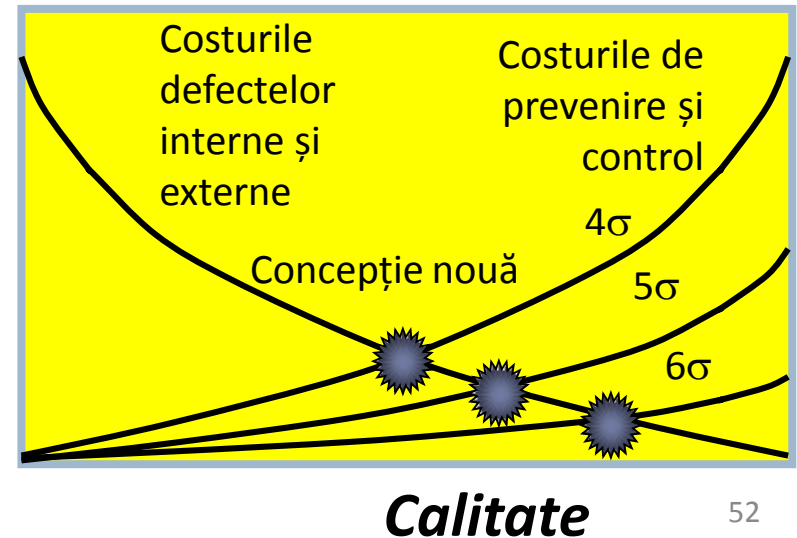
Calitate înaltă = Costuri mari
Modelul Juran

Concepție nouă

Calitate înaltă = Costuri mici
Modelul Schneidermann



Costuri



Ce este Six Sigma?...alte definiții

Six Sigma este o *abordare fundamentală privind oferirea către clienți a unor niveluri foarte ridicate de satisfacție prin utilizarea datelor și analizei statistice în scopul maximizării și menținerii succesului în afaceri.*

Six Sigma este o *metodologie disciplinată*, bazată pe date, pentru a elimina defectele, tinzând spre 6 abateri medii pătratice (abaterea standard) între medie și cea mai apropiată limită (6 sigma).

3 Sigma versus 6 Sigma

Organizația 3 sigma	Organizația 6 sigma
• <i>Cheltuie 15~25% din venituri pe căderi (defecte, procese)</i> • <i>Se bazează pe inspecție (pentru a găsi defectele)</i> • <i>Nu au o abordare disciplinată pentru colectarea și analiza datelor</i> • <i>Se compară cu concurența</i> • <i>Consideră că 99% este suficient</i> • <i>Definesc CTQs intern</i>	• <i>Cheltuie 5% din venituri pe căderi (defecte, procese)</i> • <i>Se bazează pe procese capabile care nu produc defecte</i> • <i>Folosesc DMAIC sau DMADV (DMEEDI)</i> • <i>Se compară cu "Best in the World"</i> • <i>Consideră că 99% este inacceptabil</i> • <i>Definesc CTQs extern</i>

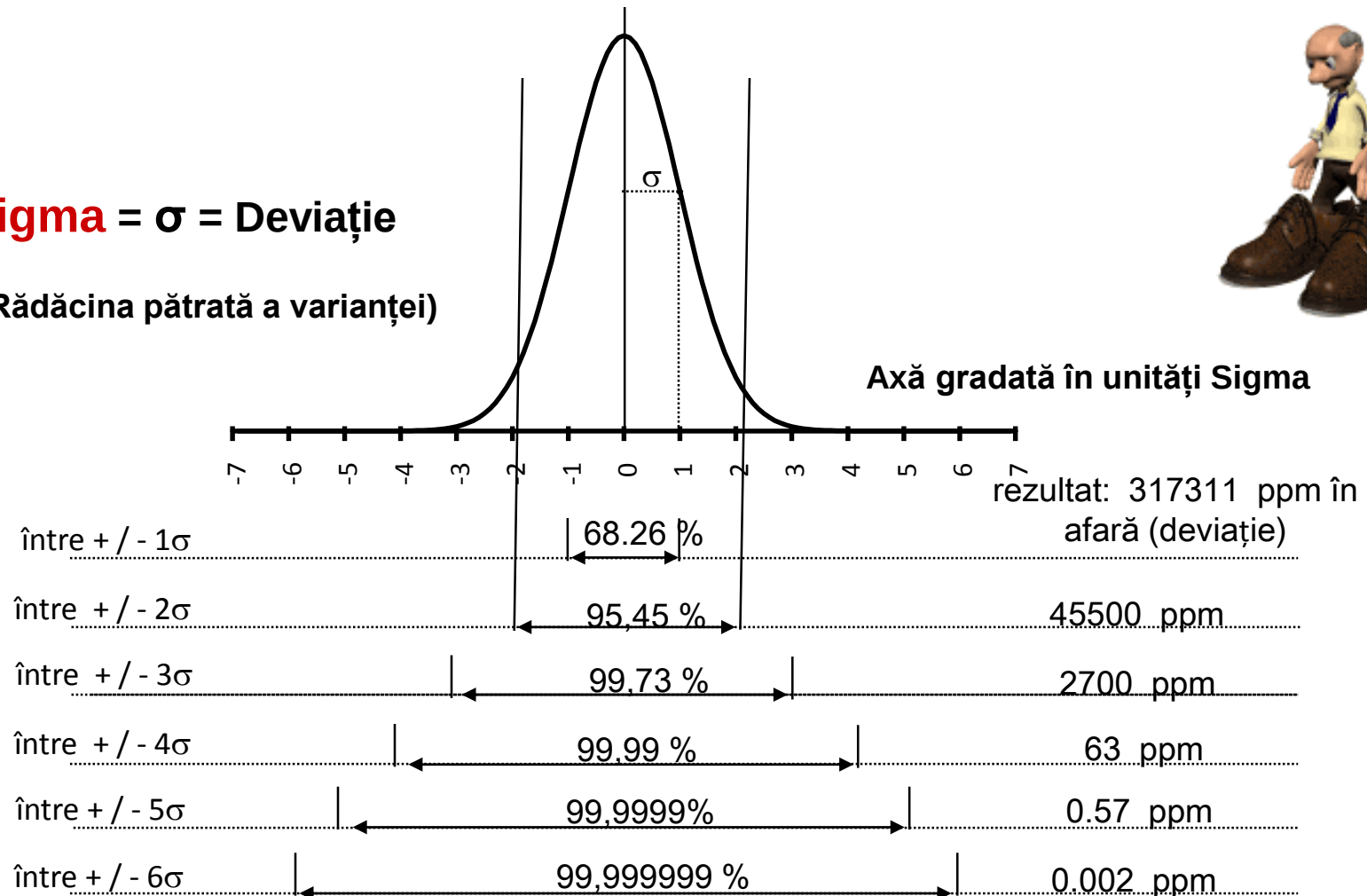
Six Sigma poate fi implementat...

- a)... ca o *strategie la nivelul întregii organizații* bazată pe o abordare condusă de managementul acesteia, de sus în jos;
- b)... ca o *metodologie de îmbunătățire orientată către proces;*
- c)... ca un *set de instrumente.*

Statistica Six Sigma

Sigma = σ = Deviație

(Rădăcina pătrată a varianței)





Beneficiile Six Sigma

1. Generează succes susținut
2. Impune un țel de performanță pentru toți
3. Transmite valoare crescută către clienți
4. Accelerează rata îmbunătățirii
5. Promovează învățarea
6. Execută schimbări strategice

Şase teme ale Six Sigma

1. Focalizare pe client

- Performanţa **Six Sigma** începe cu clientul.

2. Management bazat pe date şi fapte

- **Six Sigma** ajută managerii să răspundă la 2 întrebări esenţiale pentru a susţine deciziile şi soluţiile bazate pe fapte
 - 1) Ce date / informaţii am realmente nevoie?
 - 2) Cum să folosesc datele / informaţiile pentru a obţine beneficiile maxime?

Şase teme ale Six Sigma

3. Focalizare pe proces, management şi îmbunătăţire
 4. Management proactiv
 5. Colaborare fără limitări
 6. Dorinţă de perfecţiune; toleranţă pentru eşecuri
- În timp ce **Six Sigma** ţinteşte perfecţiunea, trebuie acceptate şi eşecurile ocazionale atunci când se lansează idei şi abordări noi

Six Sigma versus TQM

Lipsuri TQM

- Lipsă de integrare
- Apatia Leadershipului
- Concept neclar (Fuzzy)

Soluția Six Sigma

- Leagă afacerea cu dorințele personale
- Leadershipul este în avangardă
- Un mesaj simplu, repetat consistent

Six Sigma versus TQM

Lipsuri TQM

- Țel neclar
- Incapacitate de a "doborâ" barierele interne

Soluția Six Sigma

- Țel ambițios și clar
- Prioritate și accent pe Managementul de proces interdisciplinar

Six Sigma versus TQM

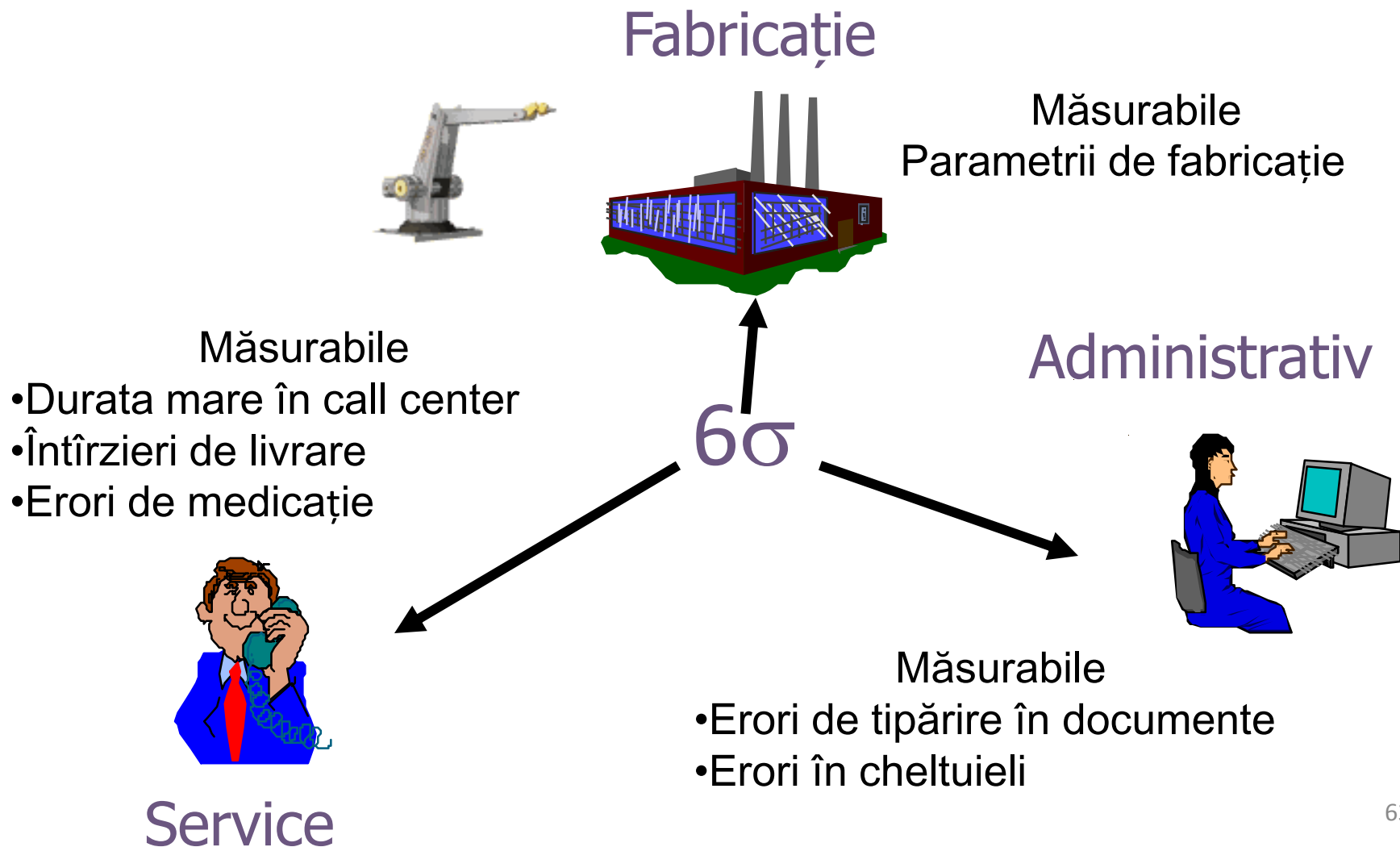
Lipsuri TQM

- Schimbare incrementală versus exponențială
- Focalizare pe calitatea produsului

Soluția Six Sigma

- Schimbare incremental – exponențială
- Atenție la toate procesele

Posibilități de aplicare Six Sigma



Service / Administrativ

- Cercetările au arătat că în acest domeniu, costul calității slabe ajunge până la 50% din totalul bugetului.
- Procesele administrative și de service au de obicei 1.5 – 3 sigma (50 – 90% randament).
- Numai 10% din timpul total al procesului este folosit pentru muncă reală, restul de 90% se folosește pentru așteptare, repararea, mutarea lucrurilor, inspectare pentru defecte precum și alte activități neesențiale.

De ce este mai dificil ?

- Procese de muncă "invizibile"
- Fluxuri de lucru și proceduri care evoluează
- Lipsă de date și fapte

Cum să utilizăm Six Sigma în Service

- Porniți cu procesul
- Rafinați problema
- Folosiți inteligent datele și faptele pentru reducerea ambiguităților
- Nu supralicitați prelucrarea statistică



Six Sigma în fabricație

- Adoptarea unei perspective mai largi
- Trecerea de la “Certificare” la “Îmbunătățire”
- Adaptare de instrumente la specificul mediului de fabricație propriu

Six Sigma poate fi implementat...

a)... ca o *strategie la nivelul întregii organizații* bazată pe o abordare condusă de managementul acesteia, de sus în jos;

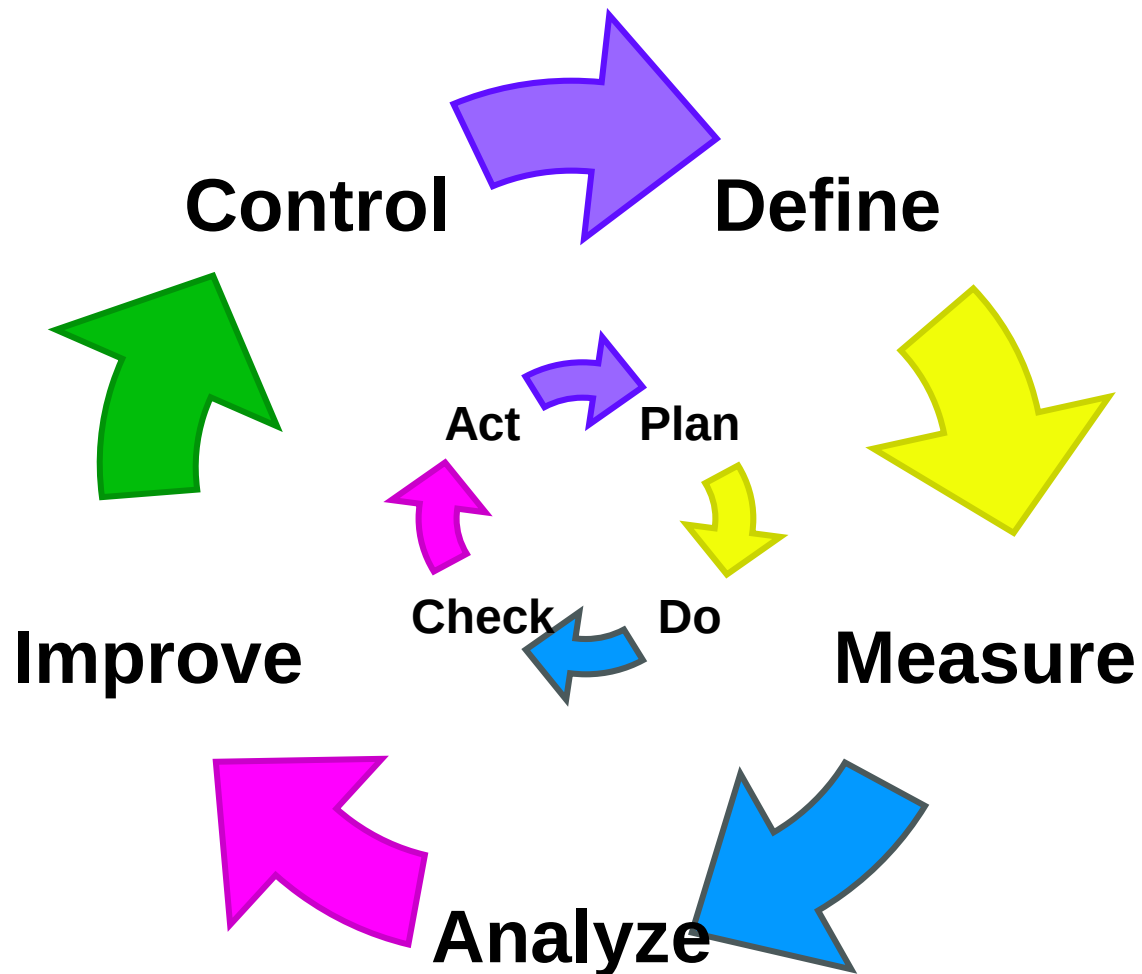
b)... ca o metodologie de îmbunătățire orientată către proces;

c)... ca un *set de instrumente*.

Procesul de îmbunătățire Six Sigma

DMAIC (Define – Measure – Analyze – Improve – Control)

- Provine din ciclul PDCA (Plan – Do – Check – Act) al lui Edwards W. Deming
- Se poate aplica atât pentru îmbunătățirea proceselor cât și pentru proiectare/reproiectare



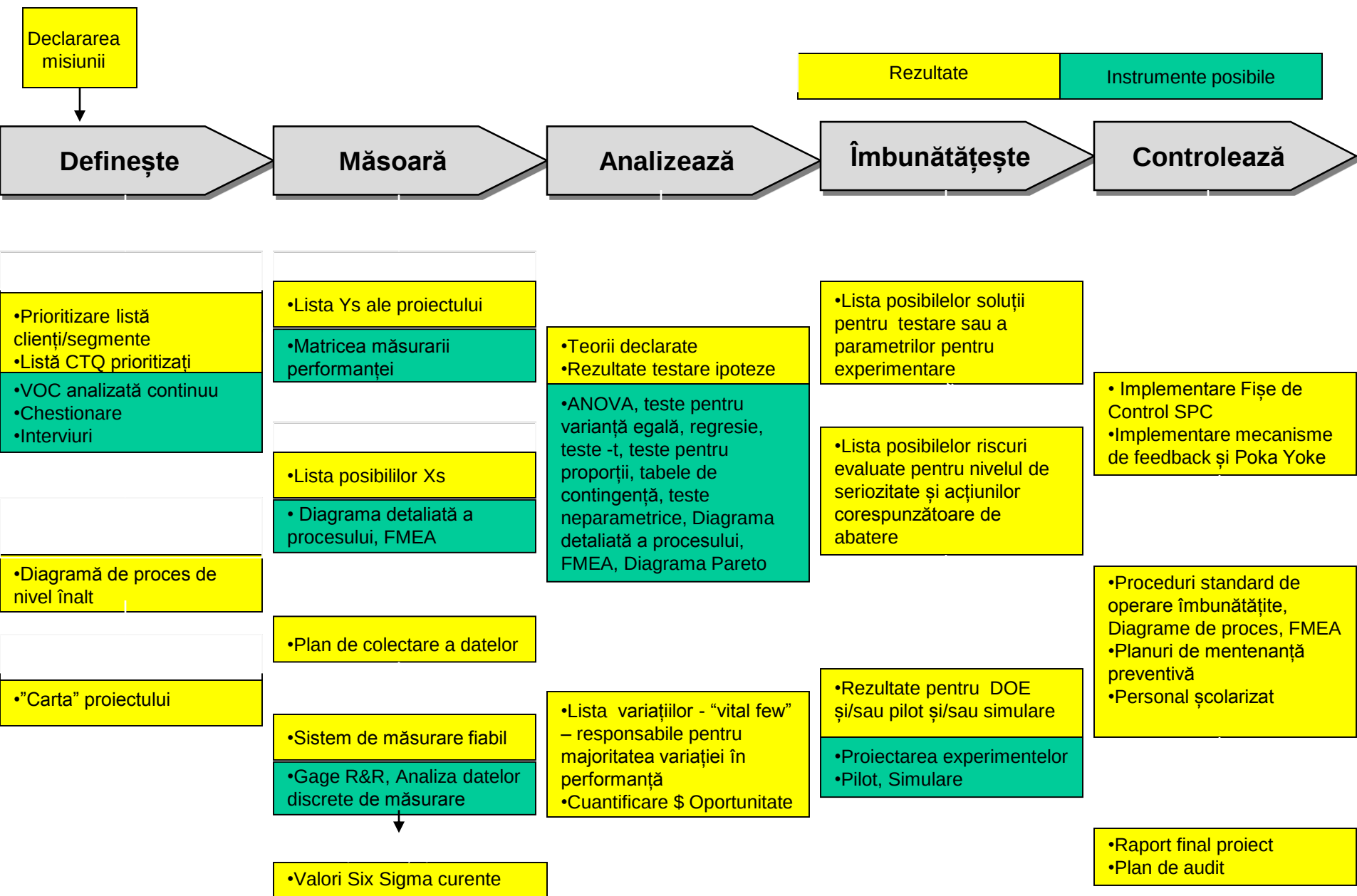
Procesul de îmbunătățire Six Sigma

DMAIC (Definește – Măsoară – Analizează – Îmbunătățește – Controlează)



	Definește	Proiect corect, echipa potrivită
Caracterizarea procesului	Măsoară Y	✓ Proces ✓ Probleme și simptome ✓ Ieșirile procesului ✓ Variabila de răspuns, Y
Optimizarea procesului	Analizează Îmbunătățește Controlează	✓ Variabile independente, X_i ✓ Intrările procesului ✓ Determinantele – "Vital Few" ✓ Cauze ✓ Relație matematică

Scop: $Y = f(x)$



Procesul Six Sigma și Instrumentele Statistice



- Vocea Clientului (VOC)
- QFD

- Matrice XY
- Analiza procesului și AMDEC
- Metode de colectare a datelor
- Exactitate și corectitudine date
- Statistică de bază
 - Distribuții uzuale
 - Teorema Limită Centrală
 - Distribuția mediei de selecție
 - Concepte probabiliste de bază
- Luarea deciziilor
- Date nenormale
- Capabilitate (termen scurt și lung)
- Analiza datelor
 - Diagrame Cauză-Efect
 - Fișe de Verificare
 - Fișe de Control
 - Diagrame de flux
 - Histograme
 - Diagrame Pareto
 - Diagrame de împrăștiere
- Sistem de măsurare
- Analiza mijloacelor de măsurare (GR&R)
- Evaluarea Capabilității Procesului

- Analiza grafică a datelor
- Analiză Multi-Vari
- Statistică inferențială
 - Intervale de încredere
 - Eșantionare
- Testarea ipotezelor statistice
 - Medii, Varianțe și Proporții
 - ANOVA
 - Teste -T
 - Teste pentru varianțel
 - Teste de comparare pe perechi
 - χ^2
 - Proporții
 - Tabele de contingență
 - Estimare intervale
 - Teste neparametrice
- Corelații liniare și multiple
- Regresii liniare și multiple
- Modelarea și simularea proceselor

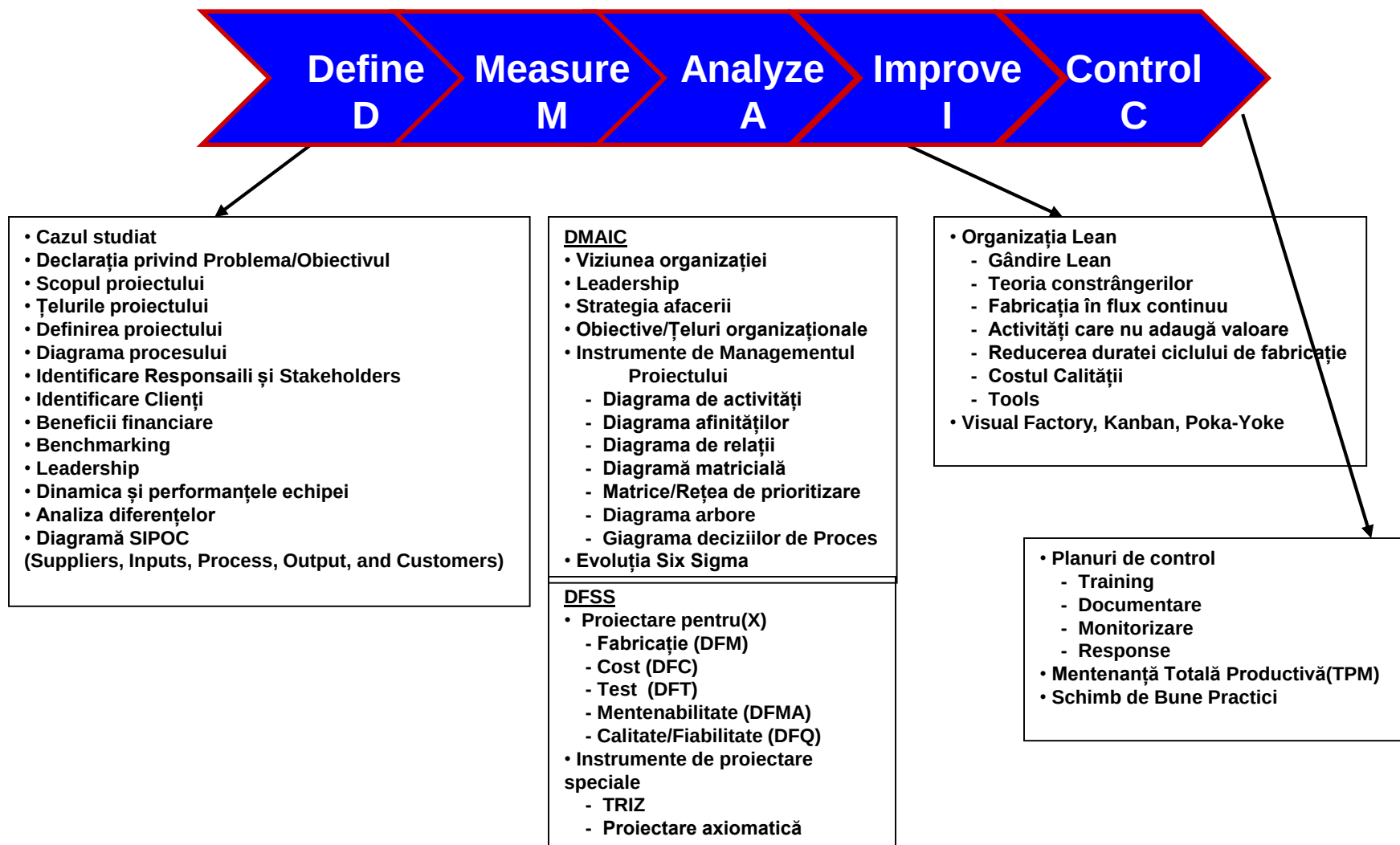
- Testarea ipotezelor statistice
 - ANOVA
 - Teste neparametrice
 - Tabele de contingență
- Proiectarea Experimentelor (DOE)
 - Terminologie
 - Planificarea experimentelor
 - Principii de proiectare
 - 1 Factor
 - Plan Factorial complet
 - Plan Factorial fracționat
 - Taguchi
- Metodologia Suprafeței de Răspuns (RSM)
- EVOP

- Fișe de Control
 - Obiective, beneficii, tipuri
 - Selectare variabile
 - Grupare rațională
 - Selecție/Aplicare
 - Analiză
 - Evaluarea Capabilității

DFSS

- Quality Function Deployment (QFD)
- Proiectare Robustă
 - Cerințe funcționale
 - Strategia zgomotului
 - Proiectarea Toleranțelor
 - Capabilitatea procesului
- Analiza Proiectării și AMDEC
- Fiabilitate

Procesul Six Sigma și Instrumentele Manageriale



Procesul de îmbunătățire Six Sigma

1. Definește

- Identificarea problemei
- Definirea cerințelor
- Stabilirea obiectivelor

2. Măsoară

- Validare problemă / proces
- Redefinire problemă / obiectiv
- Măsurare pași cheie / intrări

3. Analizează

- Dezvoltare ipoteze cauzale
- Identificare a celor mai importante cauze de bază ("vital few")
- Validare ipoteze

Procesul de îmbunătățire Six Sigma

4. Îmbunătățește

- Dezvoltare de idei pentru înlăturarea cauzelor de bază
- Testarea soluțiilor
- Standardizare soluții / măsurare rezultate

5. Controlează

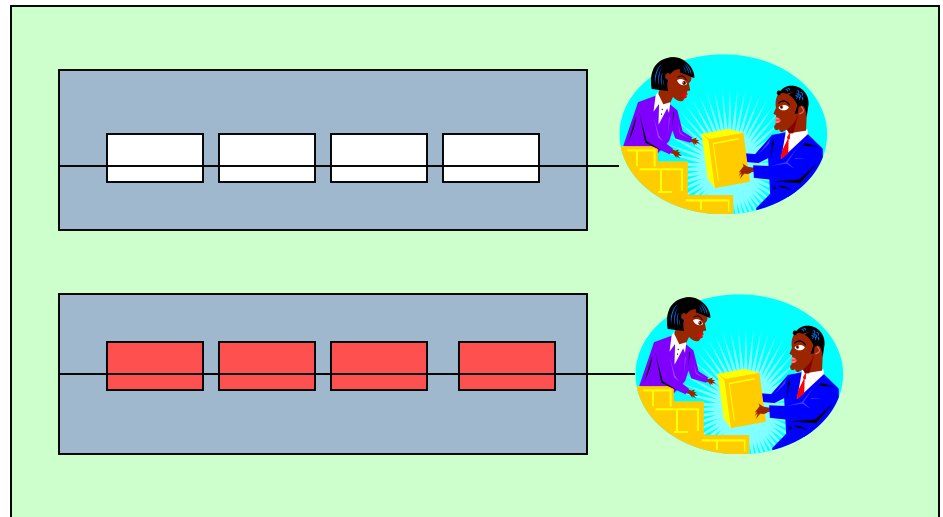
- Stabilirea măsurabilelor standard pentru menținerea performanței
- Corectarea, după necesități, a problemelor

Foaia de parcurs (Roadmap) pentru implementarea Six Sigma

1. Identificarea proceselor de bază și a clienților cheie
2. Definirea cerințelor clienților
3. Măsurarea performanței curente
4. Procesul de îmbunătățire Six Sigma, proiectare/reproiectare

Trei activități principale...

1. Pasul 1:
Identificarea
proceselor de
bază și a clienților
cheie



a) Identificarea
proceselor de bază ale
organizației

b) Definirea ieșirilor
procesului și a clienților
de bază

c) Crearea diagramelor
de nivel înalt pentru
procese de bază

Pasul 1A: Identificarea proceselor de bază

Procese de bază

- Un lanț de sarcini – de obicei implicând diverse departamente sau funcțiuni – care livrează valoare (produse, servicii, suport, informații) către clienții externi

Procese ajutătoare și de suport

- Asigură resurse sau intrări vitale către activitățile care produc valoare

**a) Identificarea
proceselor de bază**

b) Definirea ieșirilor
procesului și a clienților
cheie

c) Crearea diagramelor
de nivel înalt pentru
procese de bază

Concepte privind procesele de bază

I. Munca, privită ca un proces

- Tot mai multe organizații conștientizează diferența dintre o funcțiune și un proces
- Succesul afacerii depinde de înțelegerea și îmbunătățirea proceselor de muncă

**a) Identificarea
proceselor de bază**

b) Definirea ieșirilor
procesului și a clienților
cheie

c) Crearea diagramelor
de nivel înalt pentru
procesele de bază

Concepte privind procesele de bază

II. Management Interdisciplinar

Organizațiile au început:

- să înțeleagă diferența dintre un proces și un departament
- să definească procesele în jurul limitelor funcționale

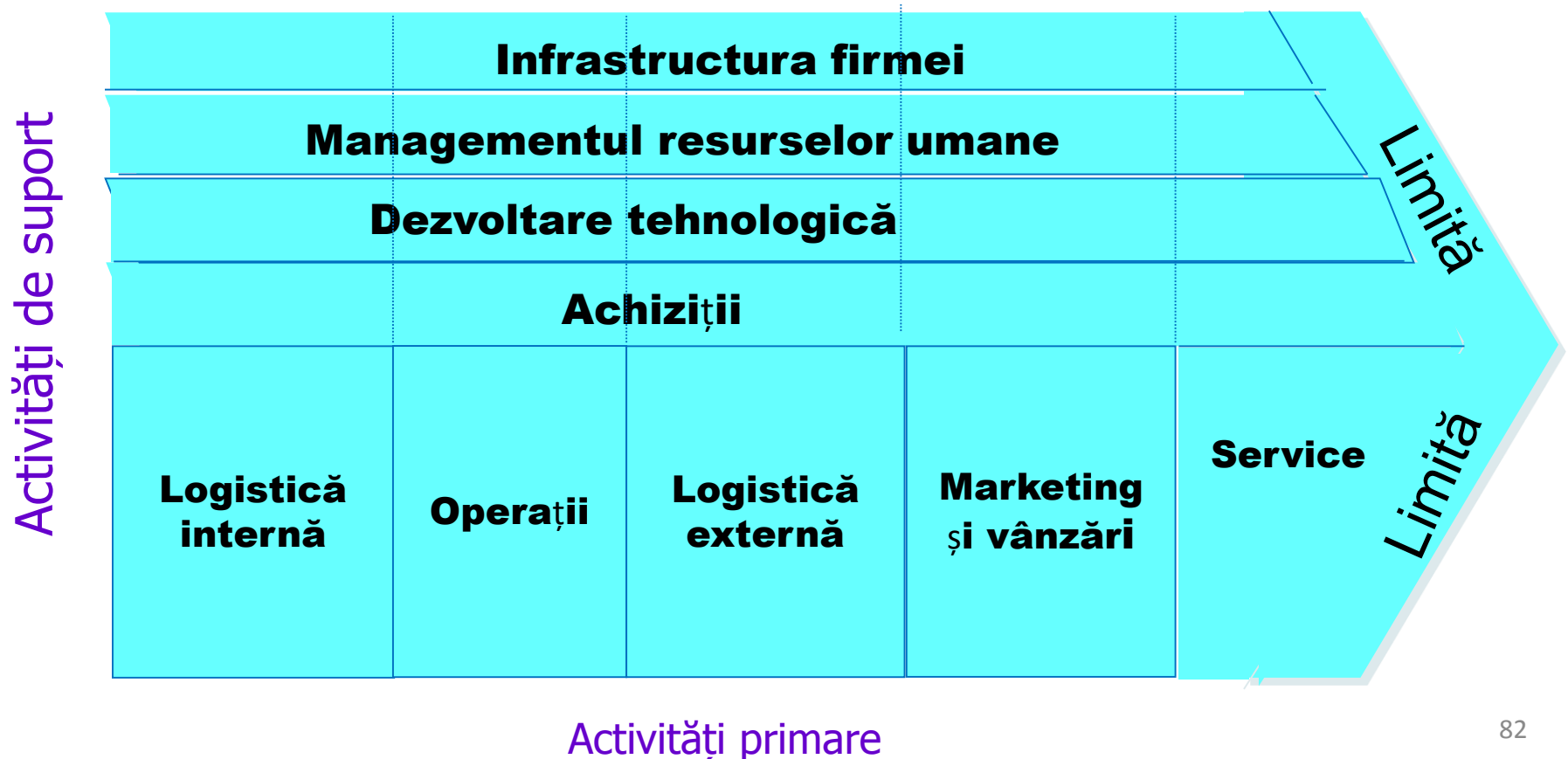
**a) Identificarea
proceselor de bază**

b) Definirea ieșirilor
procesului și a clienților
cheie

c) Crearea diagramelor
de nivel înalt pentru
procesele de bază

Concepte privind procesele de bază

III. Lanțul valorii



Trei dimensiuni ale conceptului de lanț valoric

- Lanțul valoric reîntărește interconectivitatea cheie a activităților organizației cu succesul acesteia.
- În timp ce fiecare funcțiune contribuie la valoare, sunt unele care au un rol "primar" iar altele un rol "secundar" .
- Lanțurile valorice sunt definite la nivelul unității operaționale a unei organizații.

**a) Identificarea
proceselor de bază**

b) Definirea ieșirilor
procesului și a clienților
cheie

c) Crearea diagramelor
de nivel înalt pentru
procese de bază

Descrierea generică a proceselor de bază și ajutătoare / suport

Procese de bază:

- "Achiziția" de clienți
- Administrarea ordinelor
- Îndeplinirea ordinelor
- Service sau suport pentru clienți
- Dezvoltare de produse / servicii noi
- Facturare și colectare (opțional)

Procese suport:

- Achiziția de capital
- Maximizarea bunurilor bugetare
- Recrutare și angajare
- Evaluare și compensare
- Dezvoltarea și suportul resurselor umane
- Respectarea reglementărilor
- Facilități
- Sisteme informaționale
- Management de proces și /sau funcțional

Definirea și adaptarea proceselor de bază

Întrebări cheie pentru procesele de bază:

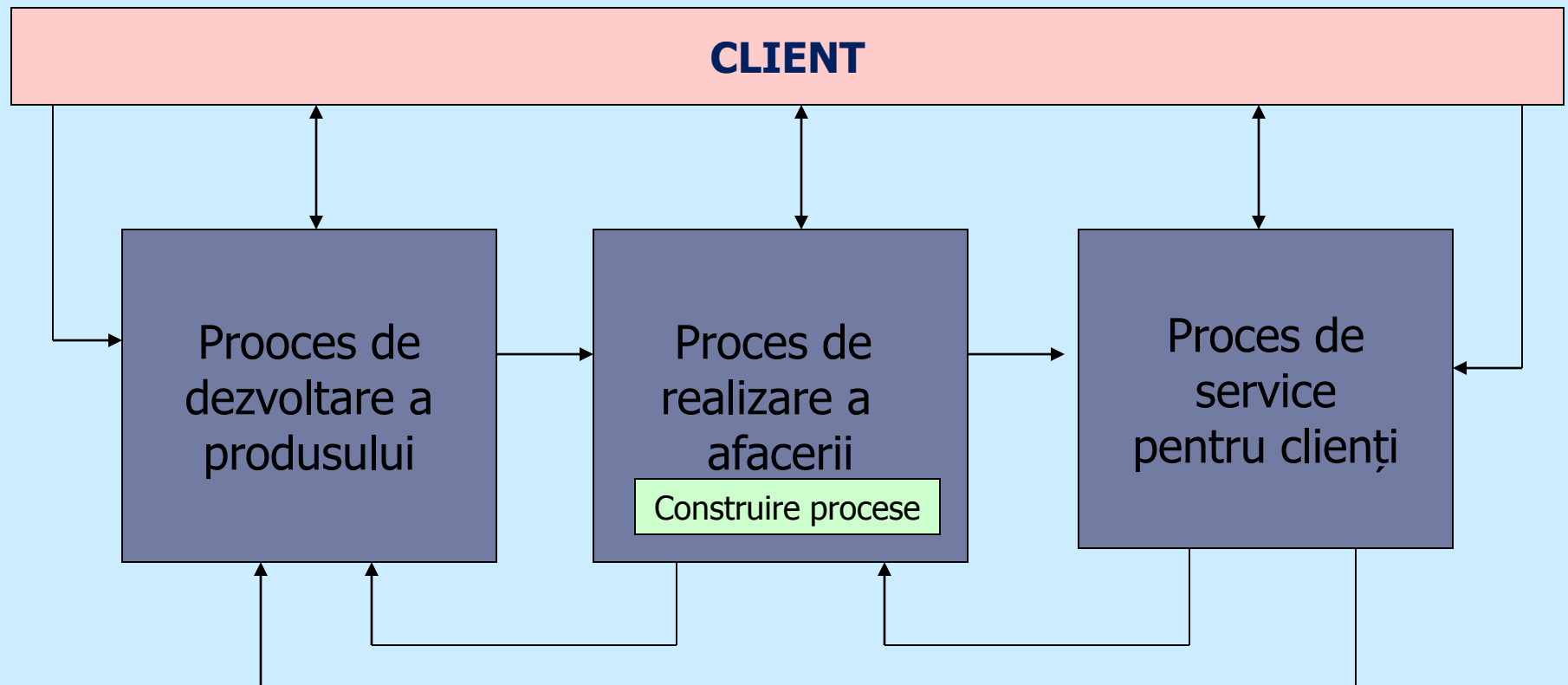
1. Care sunt activitățile majore prin care furnizăm valoare – produse și servicii – către clienți?
2. Cum putem descrie sau numi cel mai bine aceste procese?
3. Care sunt ieșirile critice (1 la 3) pentru fiecare proces pe care le putem folosi la evaluarea performanței / capacității acestuia?

a) Identificarea proceselor de bază

b) Definirea ieșirilor procesului și a clienților cheie

c) Crearea diagramelor de nivel înalt pentru procesele de bază

Exemplu: Model de proces strategic simplificat



Procese suport – Administratie, Finante, Sisteme

Pasul 1B: Definirea ieșirilor cheie ale procesului și a clienților cheie

- Provocarea este să se evite considerarea a prea multe elemente sau produse ale muncii în categoria *"ieșiri"*.
- Pentru moment considerăm că sunt relevante fie *produsul final* fie *ieșirea primară (principală)*.

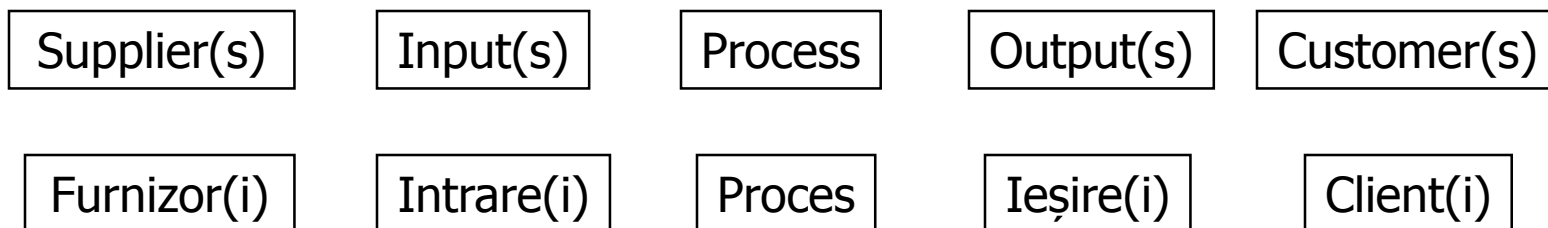
a) Identificarea proceselor de bază ale organizației

b) Definirea ieșirilor procesului și a clienților cheie

c) Crearea diagramelor de nivel înalt pentru procesele de bază

Pasul 1C : Crearea de diagrame de nivel înalt pentru procesele de bază

Diagrama SIPOC



a) Identificarea proceselor de bază ale organizației

b) Definirea ieșirilor procesului și a clienților cheie

c) Crearea diagramelor de nivel înalt pentru procesele de bază

Beneficiile diagramei SIPOC

- Prezintă într-o singură diagramă (simplă) un set de activități inter-funcționale.
- Folosește un format aplicabil la toate dimensiunile de procese – chiar și pentru întreaga organizație.
- Ajută la menținerea unei priviri de ansamblu, la care se pot adăuga oricând detalii suplimentare.

a) Identificarea proceselor de bază ale organizației

b) Definirea ieșirilor procesului și a clienților cheie

c) Crearea diagramelor de nivel înalt pentru procesele de bază

Diagrama SIPOC și completarea proceselor de bază

Întrebări care ajută la identificarea furnizorilor și intrărilor:

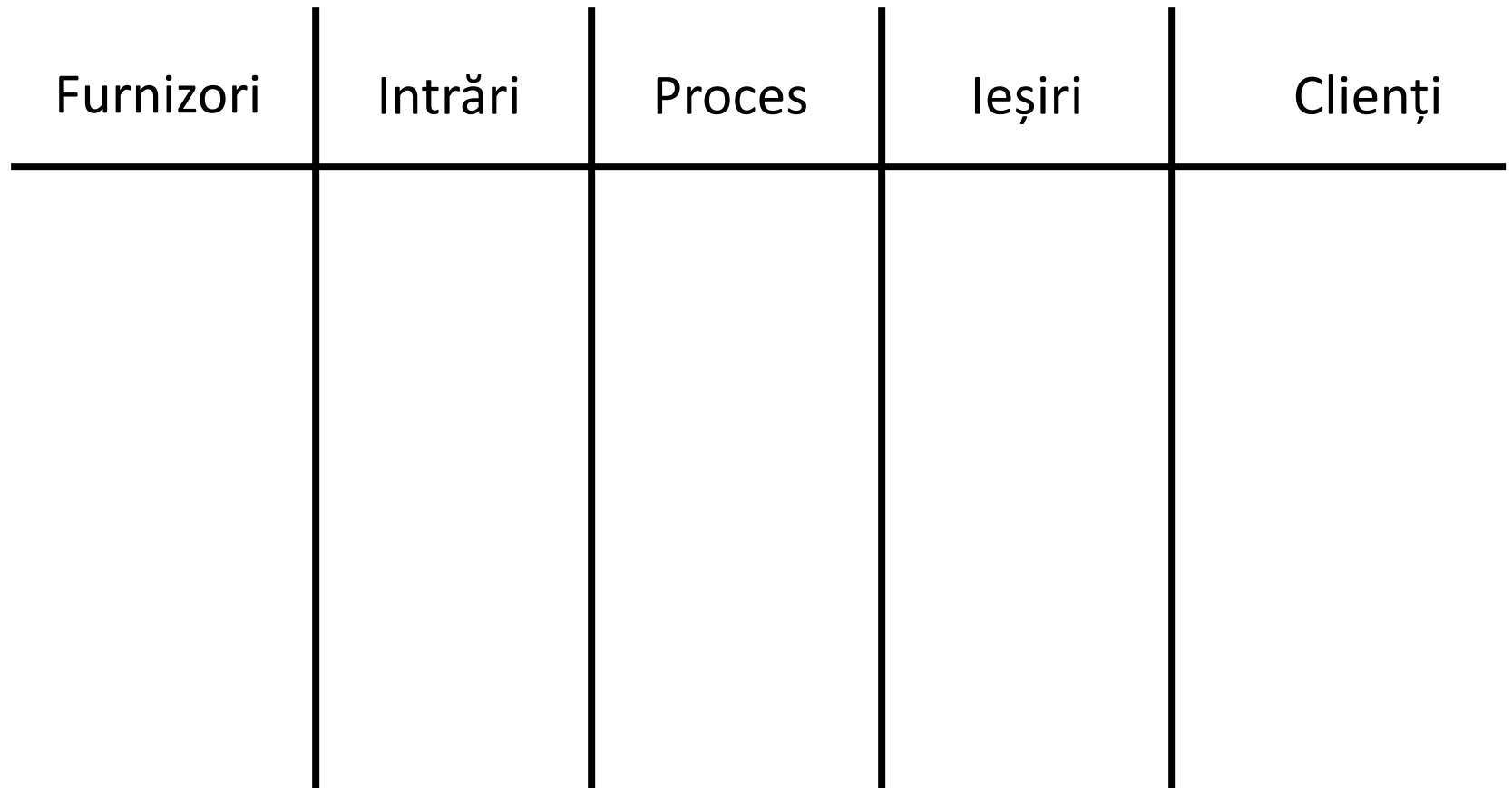
- Care sunt materialele, informațiile sau produsele cheie care sunt oferite procesului?
- Care dintre acestea sunt absolut esențiale pentru realizarea procesului
- Sunt consumate sau folosite în timpul procesului sau se transferă către client sub forma de ieșiri?
- Cine asigură aceste intrări?

a) Identificarea proceselor de bază ale organizației

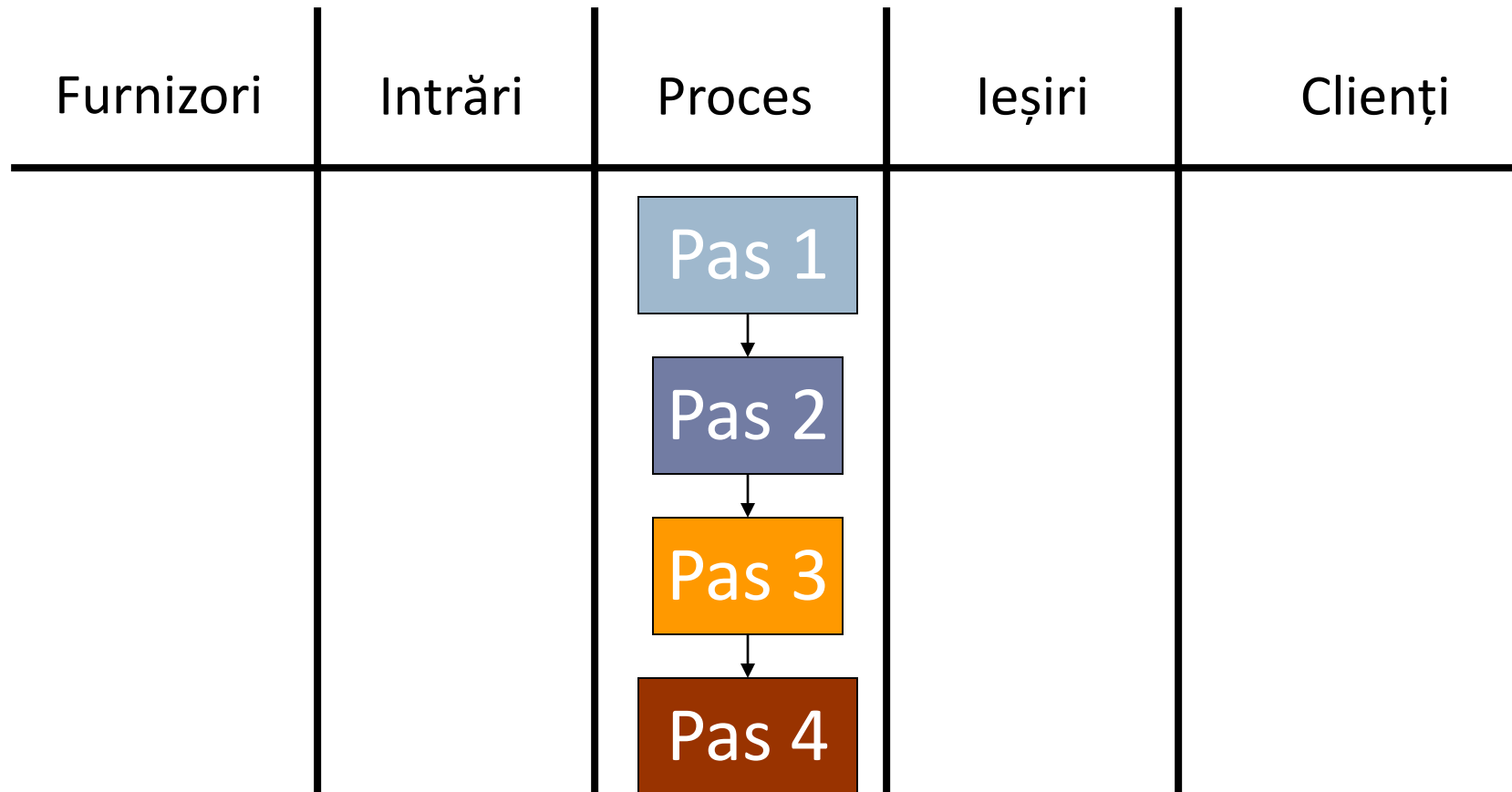
b) Definirea ieșirilor procesului și a clienților cheie

c) Crearea diagramelor de nivel înalt pentru procesele de bază

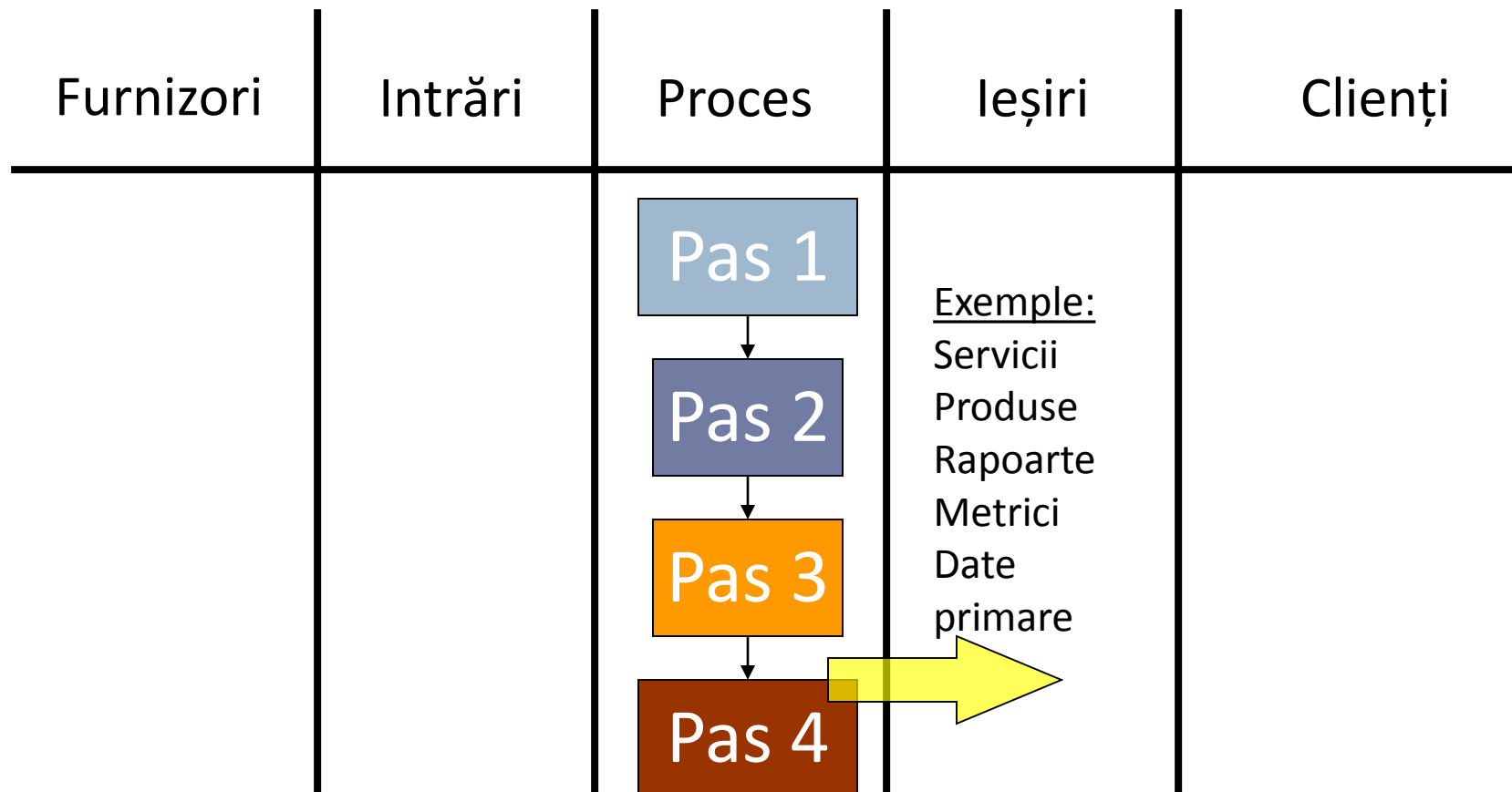
Cum se construiește diagrama SIPOC



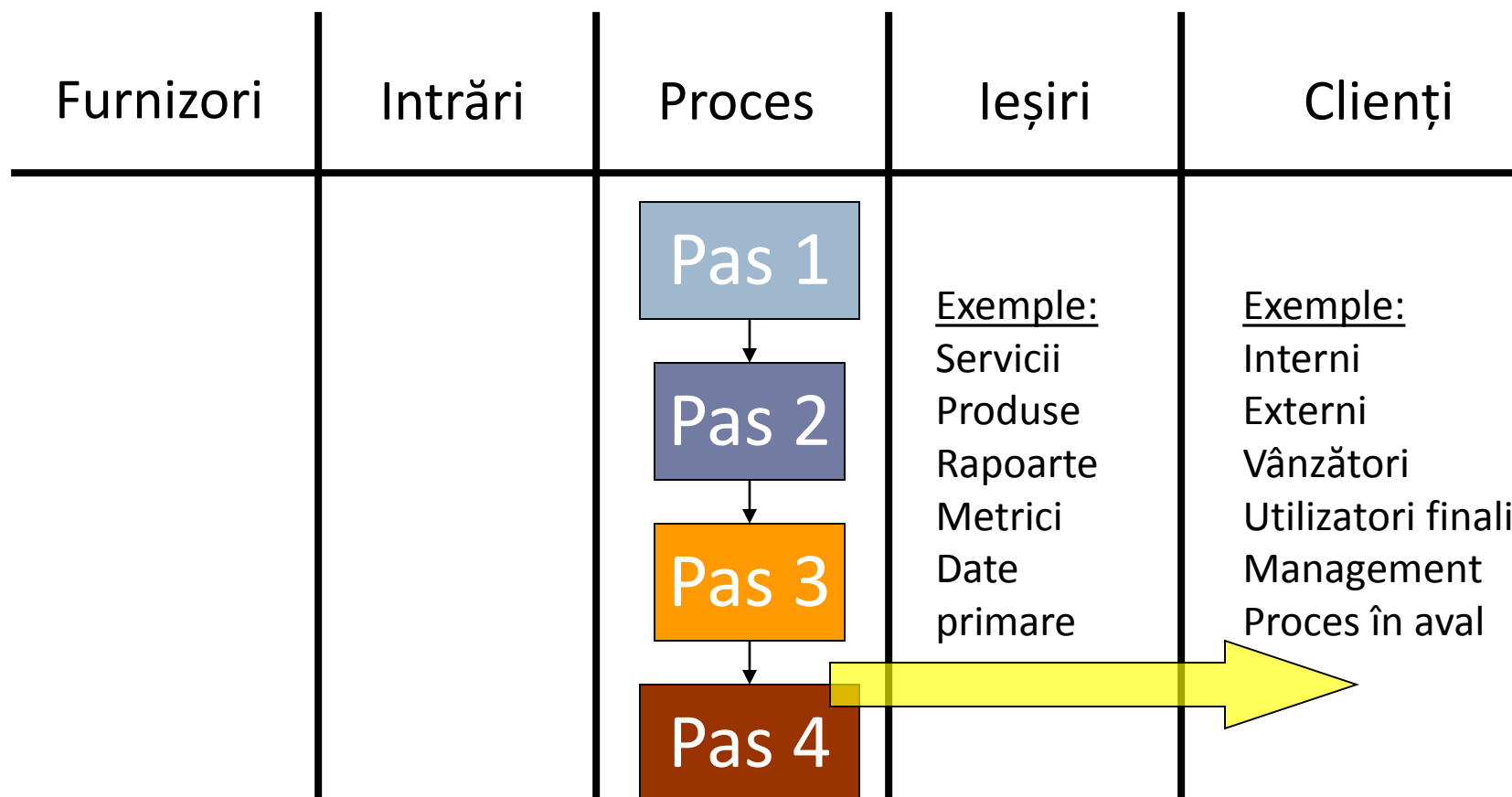
1: Se începe cu o diagramă de nivel înalt a procesului



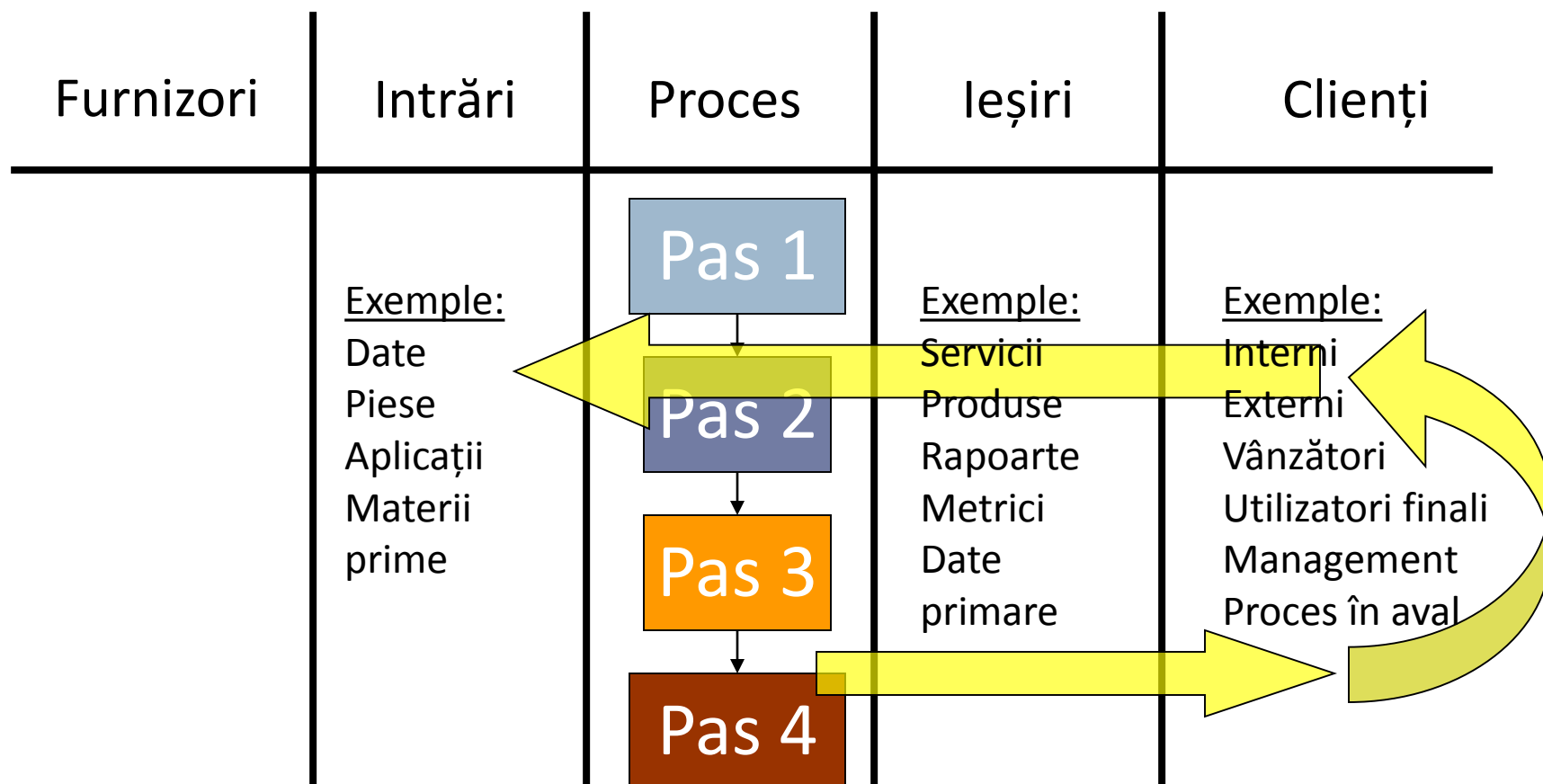
2: Se face o listă a tuturor ieșirilor din proces



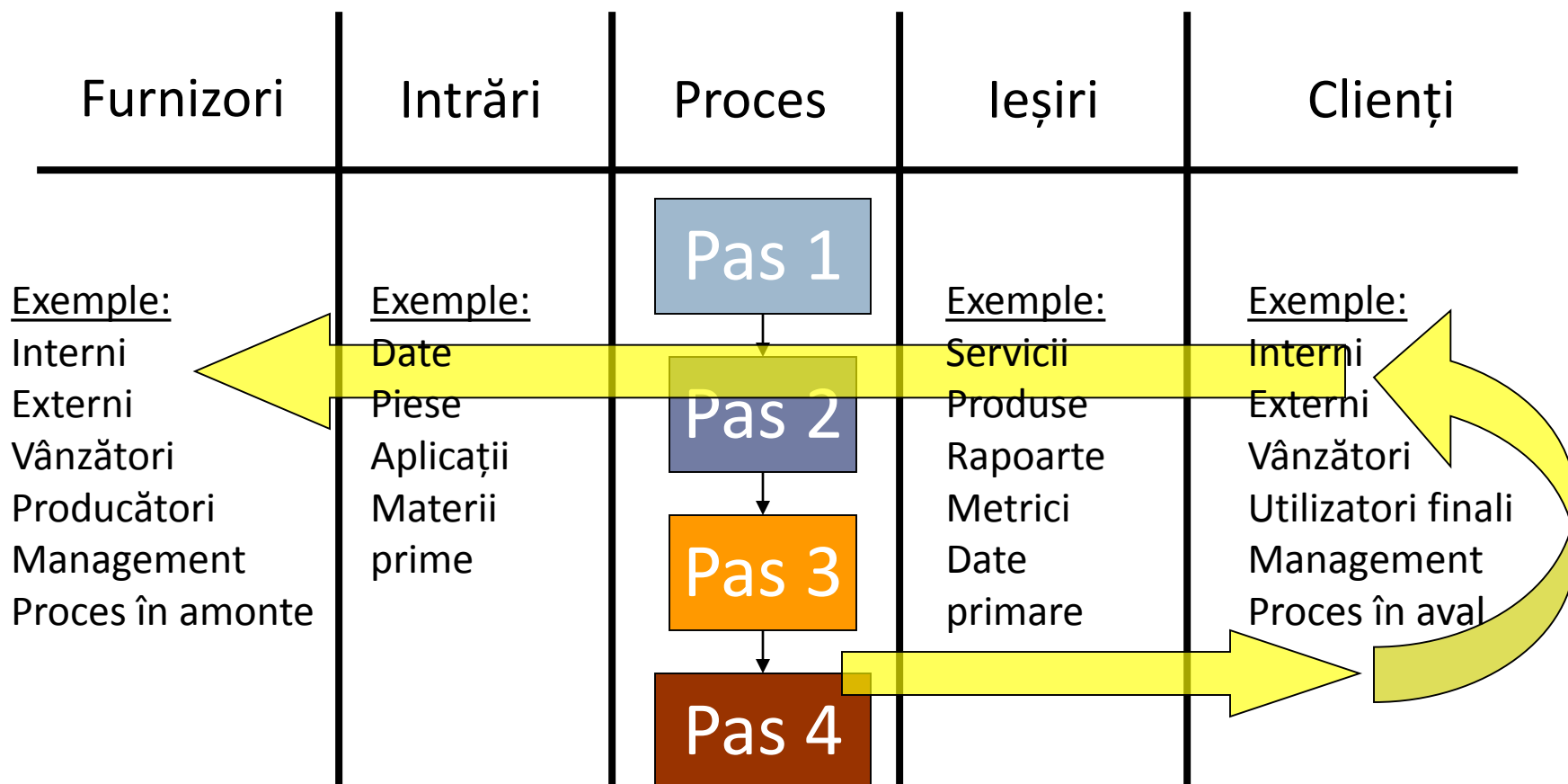
3: Identificarea clienților care primesc ieșirile



4: Identificarea intrărilor procesului



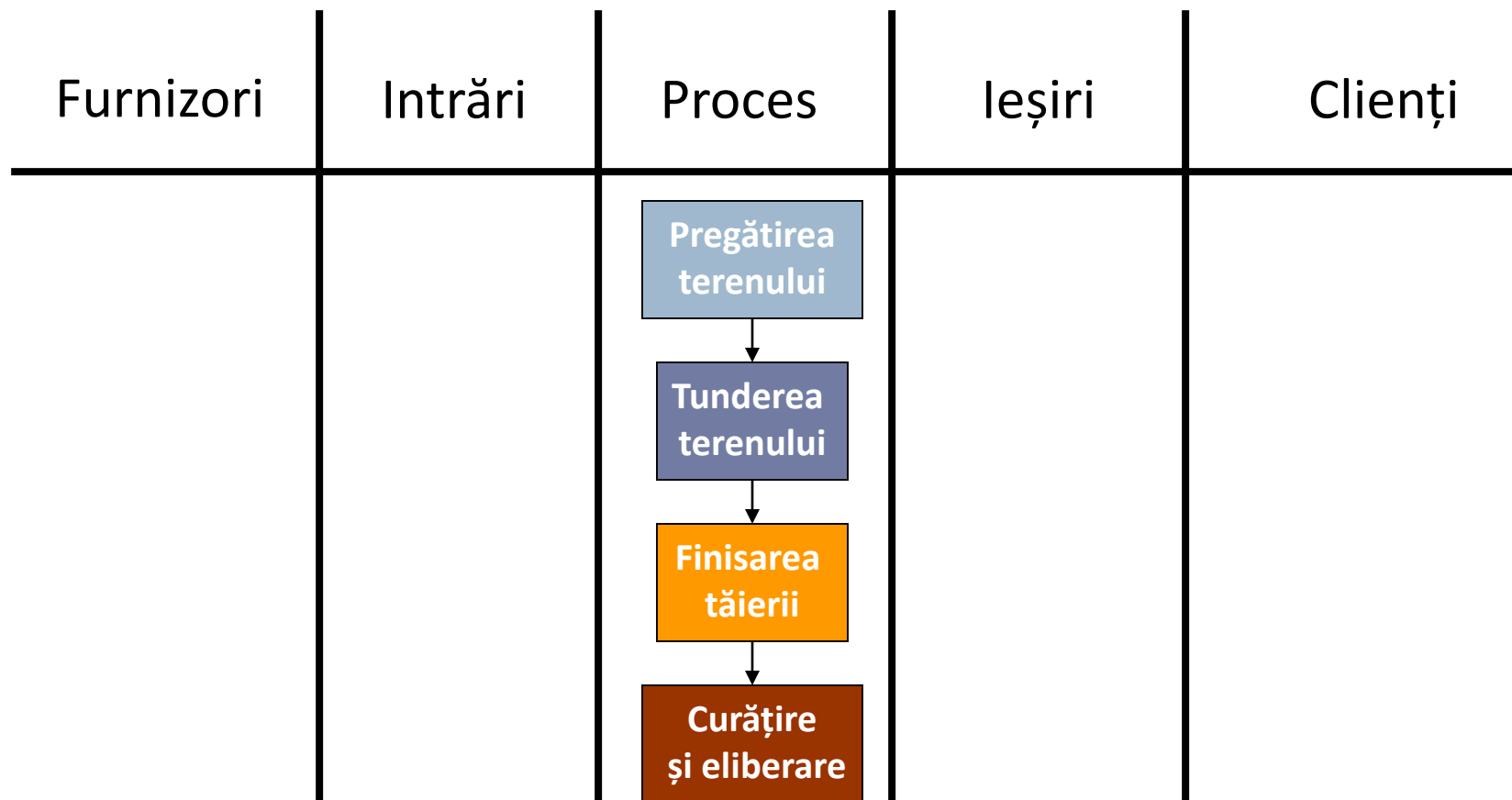
5: Identificarea furnizorilor pentru intrările procesului



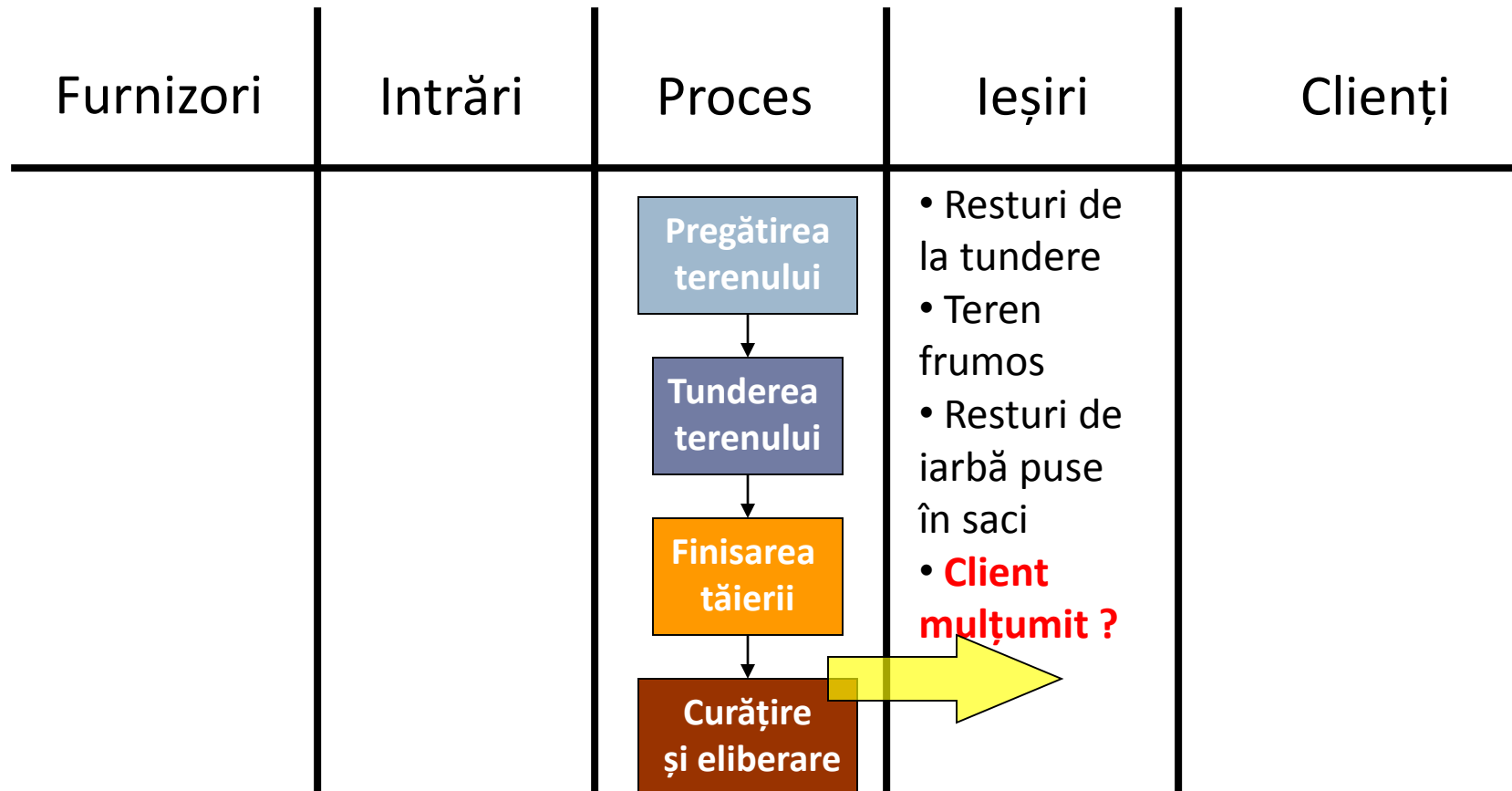
Exemplu: Tunderea mecanizată a gazonului

Furnizori	Intrări	Proces	Ieșiri	Clienți

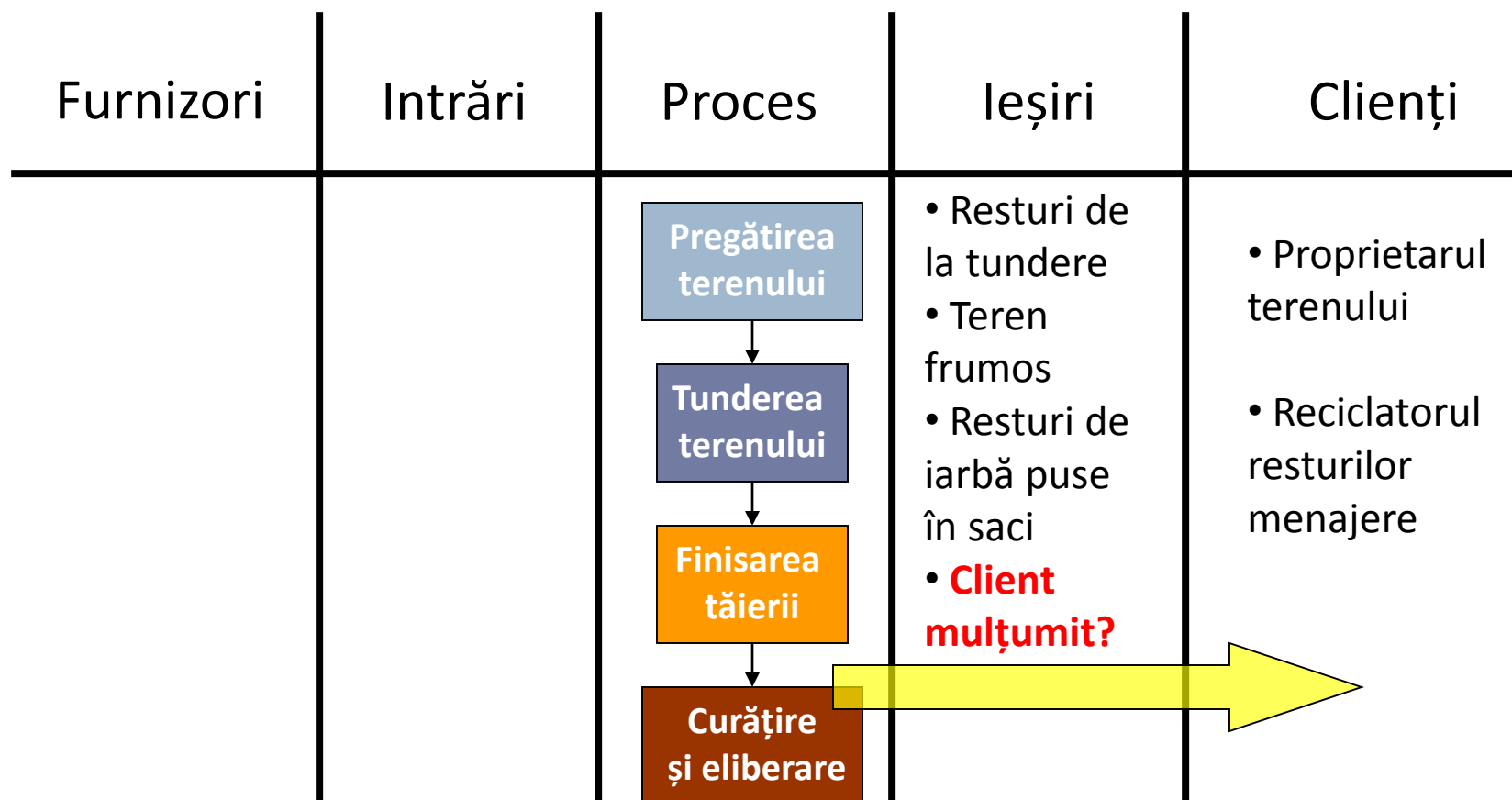
1: Se începe cu o diagramă de nivel înalt a procesului



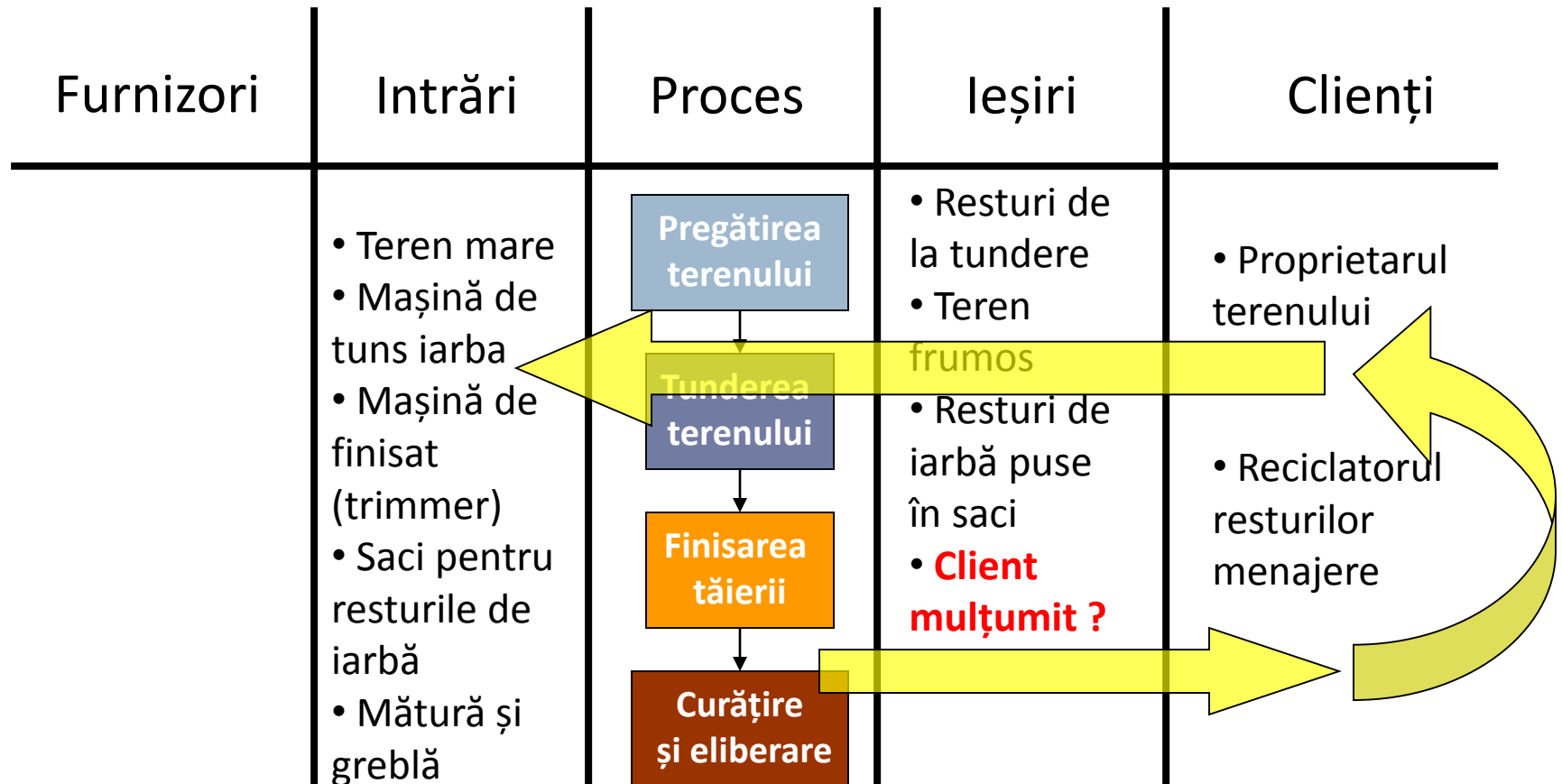
2: Se face o listă a tuturor ieșirilor din proces



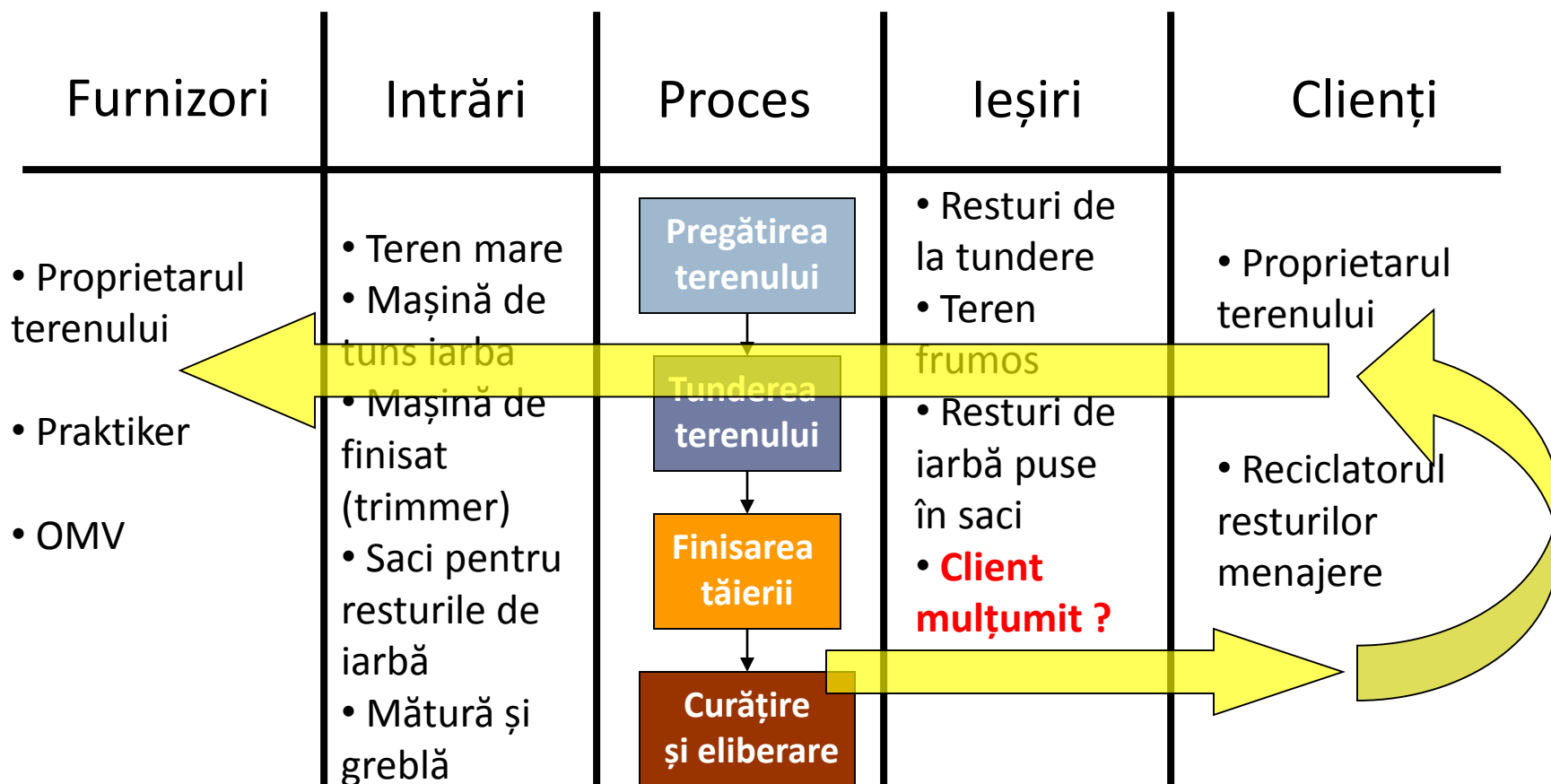
3: Identificarea clienților care primesc ieșirile



4: Identificarea intrărilor procesului



5: Identificarea furnizorilor pentru intrările procesului



Pentru a creea o definire SIPOC a procesului se folosesc următoarele:

1. ***Se denumește procesul.*** ***Folosiți un Verb + Substantiv*** (ex: "Recrutează personal").
2. ***Definiți ieșirile procesului.*** Acestea sunt lucruri tangibile pe care procesul le produce (ex: un raport, o scrisoare).
3. ***Definiți clienții procesului.*** Aceștia sunt persoane care primesc ieșirile din proces. Fiecare ieșire trebuie să aibe un client.

4. ***Definiți intrările în proces.*** Acestea sunt lucruri care fac procesul să funcționeze, fiind adesea tangibile (ex: cererea unui client).
5. ***Definiți furnizorii procesului.*** Aceștia sunt persoane care oferă intrările. Fiecare intrare trebuie să aibe un furnizor. În unele procese, furnizorul și clientul pot fi aceeași persoană.
6. ***Definiți sub-procese care compun procesul.*** Acestea sunt activități care trebuie îndeplinite pentru a transforma intrările în ieșiri și vor forma baza diagramei de proces.

Elemente care pot fi adăugate diagramei SIPOC

- ***Declarația privind scopul procesului*** – definiți de ce există procesul (de exemplu procesul de recrutare a personalului există pentru a angaja oamenii potriviți cu calitățile necesare la momentul oportun). Scopul procesului trebuie să reflecte un beneficiu pentru organizație și nu pur și simplu o prezentare a numelui procesului.
- ***Identificarea responsabilului procesului*** – decideți cine este unicul responsabil pentru întregul proces. Această persoană trebuie să fie implicată în orice toate activitățile de definire și îmbunătățire a procesului.

Elemente care pot fi adăugate diagramei SIPOC

- **Definiți punctele de început și sfârșit ale procesului** – acestea vor fi prima și ultima dintre activitățile de pe diagrama de proces. De notat că unele procese pot avea puncte de început și sfârșit multiple.
- **Definiți orice frontiere sau limitări ale scopului procesului** – de exemplu, procesul are de-a face cu toate tipurile de clienți sau numai cu unele tipuri (de exemplu clienți cu amănuntul versus clienți ai afacerii)? Sau, procesul are de-a face numai cu un tip particular de tranzacție (de exemplu risc mare versus risc scăzut)? Aceste frontiere (limite) ajută la a decide dacă este nevoie de una sau mai multe diagrame de proces.

Cum să se evite greșelile în definirea și construirea diagramei SIPOC

	Bune practici	Greșeli comune
Numele proceselor definesc "cum faceți lucrurile", nici mai mult nici mai puțin.	Folosiți un Verb + Substantiv, de ex: "Recrutează personal" sau "Pregătește raport".	Nume care folosesc timpul trecut, de ex: "Personal recrutat" sau "Rapoarte pregătite"
Numele proceselor nu trebuie să definească cerințele de performanță sau obiectivele de îmbunătățire.	Folosiți declarația privind scopul procesului pentru a defini pentru ce există procesul. Aceasta vă va ajuta la identificarea obiectivelor de îmbunătățire și a măsurărilor performanței.	Nume care definesc ceea ce procesul încearcă să obțină, de ex: "Recrutare imediată de personal" sau "Îmbunătățiri timingul rapoartelor". Aceste sunt obiective de îmbunătățire și nu nume de proces.

Cum să se evite greșelile în definirea și construirea diagramei SIPOC

	Bune practici	Greșeli comune
Ieșirile trebuie să specifice ce oferă procesul și nu ceea ce obține.	<i>Ieșirile sunt "lucruri".</i> Pot fi corecte sau cu erori. Pot satisface sau nu nevoile clienților.	<i>Ieșiri care sunt de fapt realizări.</i> De ex: "Client satisfăcut" sau "Rapoarte la timp".
Intrările trebuie să specifice ceea ce declanșează procesul și asupra aceia ce procesul "acționează".	<i>Intrările sunt "lucruri" oferite de furnizori procesului.</i>	<i>Includerea personalului și a altor resurse ca intrări.</i> Ele nu declanșează procesul și acesta nu acționează asupra lor. Includerea regulilor și politicilor ca intrări. Acestea ghidează procesul dar nu acționează asupra lor.

Defining a Process with SIPOC

SIPOC Process Definition Template:

Process:				
Purpose:				
Owner:				
Suppliers	Inputs	Process Steps	Outputs	Customers
Boundaries:				
Start-point:		End-point:		
Includes:		Excludes:		



VOC Process Improvement

Add Process Step

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
List the suppliers of any inputs to this process (materials, resources, services or information).	List the inputs to this process (materials, resources, services or information).	Describe the process and/or list the key process steps.	List the outputs of this process (products, services or information).	Identify the customers of these process outputs.
Marketing	Interview notes	Start ↓ Define market ↓ Plan VOC investigation ↓ Collect VOC data ↓ Analyze VOC data ↓ Summarize customer needs ↓ End	Customer needs summary	Product Team
Product Team members	Surveys		Customer needs data dictionary	
Technical Support	Published market data		Product definition	
Customer Service	Focus group reports		Sales forecast	
Field Service	Video observation			
Customers				
Market research firms				



SIPOC Form (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)

By: Greg Hart – President, Hart Innovative Solutions, Inc.

SUPPLIERS <i>Whose help do we need?</i>	INPUTS – Critical Characteristics <i>What Resources do we need?</i>	PROCESS <i>How do we produce products?</i>	OUTPUTS - <i>What products do we provide?</i>	<i>Critical Characteristics</i>	CUSTOMER -NEEDS <i>Who are customers - what do they need?</i>
Machines		Process Name:	Product Characteristics:		Customers
➤	➤	➤	➤	➤	➤
➤	➤	➤	➤	➤	
➤	➤	➤	➤	➤	Customer Needs
Materials		➤	➤	➤	Quality
➤	➤	➤	➤	➤	➤
➤	➤	➤	➤	➤	On-Time Delivery
➤	➤	➤	➤	➤	
➤	➤	➤	➤	➤	Reasonable Price
Tooling / Fixtures		➤	➤	➤	
➤	➤	➤	➤	➤	
➤	➤	➤	➤	➤	
Manpower		➤			
➤ Human Resources	Operators	➤	Product Types		
Management		➤	➤	➤	
➤ Managers	Management	➤	➤	➤	
➤ Staff	Technical Support	➤	➤	➤	
Measurement		➤	➤	➤	
➤		➤	➤	➤	
Maintenance		➤	➤	➤	
➤					

b) Six Sigma ca metodologie de îmbunătățire orientată către proces

...se pune problema selectării proceselor critice !!

- ✓ Cei mai mulți plasează ***problema selectării proceselor critice*** în faza de **definire (Define)** sau chiar înaintea acestei faze.
- ✓ ***Selectarea proceselor critice*** este crucială pentru aplicarea **Six Sigma** și este foarte dificilă

Studiu de caz:

Selectarea proceselor critice pentru un proiect Six Sigma – experiențe privind o bancă în domeniul automotive

Florian Johannsen, Susanne Leist, Gregor Zellner
18th European Conference on Information Systems, 2010



Banca este afiliată la un grup automotive German și este responsabilă pentru activități concentrate pe servicii financiare în Germania (500-1000 angajați)

- Banca nu are rețea proprie.
- Portofoliul de produse constă din **soluții individuale** pentru a asigura mobilitatea clienților, finanțarea și leasingul, asigurările auto, finanțarea dealerilor și managementul flotei.
- Produsele tradiționale bancare și de asigurări, ca de exemplu depozite, fonduri de investiții, asigurări de persoane și bunuri, cărți de credit sunt integrate din ce în ce mai mult în produsele de bază.

➤ În plus, Banca oferă soluții moderne și flexibile pentru managementul bunurilor private .

➤ 62% din cumpărătorii de mașini noi se finanțează prin contracte de credit sau leasing la această bancă.

➤ În contrast cu obiectivele strategice a altor furnizori de servicii financiare în automotive, această bancă nu dorește să devină deținătorul contului checking al clienților.

➤ Pe de o parte banca dorește să sprijine vânzările de mașini, aceasta însemnând loializarea clienților existenți și câștigarea de noi clienți

➤ Pe de altă parte, banca se concentrează și pe posibilitatea de a obține câștiguri din serviciile financiare din automotive și managementul bunurilor private

- Banca este în competiție directă cu furnizori financiari independenți de fabricanții automotivi și asemenea cu alte bănci, companii de asigurare și alți furnizori de servicii bancare.
- Poziția băncii în piață este una solidă datorită importanței refinașării care îi permite să ofere dobânzi atractive.



Banca lucrează sub *German Banking Act* (KWG), reflectând în structura sa cerințe minime de Managementul Riscului cerut de *Federal Institute for Financial Services Supervision*.



Banca are o structură organizațională având ca **funcții principale**:

“Piață”

“Managementul Riscului”

“Suport”

“Piață” are **subfuncții** ce se referă la:

- Inițierea,
- Organizarea,
- Performanța (și execuția),
- Suport al relațiilor cu clienții și tranzacțiilor corespunzătoare
- Service pentru clienți

“Managementul Riscului” controlează în special tranzacțiile și înglobează **subfuncții** (controlul riscului, managementul reclamațiilor) care:

- Planifică,
 - Conduce,
 - Controlează
- ... părți din întregul portofoliu al clienților

“Suport” are subfuncții ce aparțin coordonării băncii sau servesc ca suport pentru **“Piață”** și **“Managementul Riscului”** :

- IT
- HR

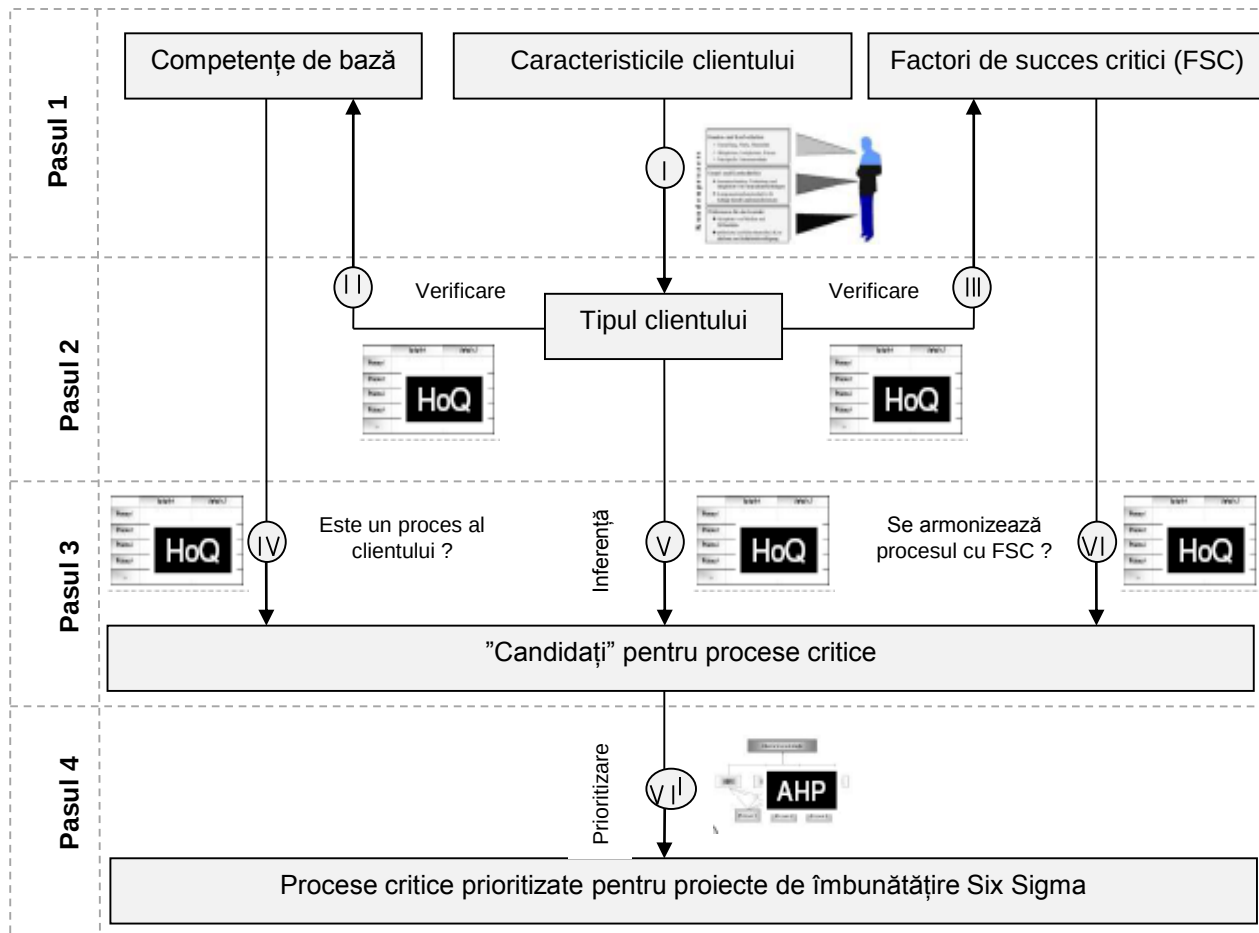
Modul de selectare a proceselor critice

1. "Candidații" pentru **procesele critice**, **competențele de bază**, **caracteristicile clientului** și **factorii de succes critici** se determină în principal pe baza interviurilor cu managerii de vîrf, managerii de departamente și angajații de la departamentele "marketing", "IT", "resurse umane" și "calitate". Bazat pe caracteristicile clienților se determină tipul acestora (Săgeata I).
2. Se analizează consistența **competențelor de bază**, **caracteristicilor clienților**, **tipurilor clienților** și a **factorilor de succes critici** (Săgețile II și III). Analiza se bazează pe o matrice similară cu Casa Calității (House of Quality – HoQ).

3. "Candidații" pentru **processe critice** sunt analizați prin prisma **competențelor de bază**, **tipurilor de clienți** și a **factorilor de succes critici** (Săgețile IV, V și VI). Analiza se bazează pe HoQ, rezultând "candidații" pentru **processe critice**.

4. "Candidații" pentru **processe critice** sunt prioritizați (Săgeata VII) pe baza Procesului de Ierarhizare Analitică (Analytical Hierarchy Process – AHP)

Selectarea proceselor critice



Câteva precizări....

A. Procese critice:

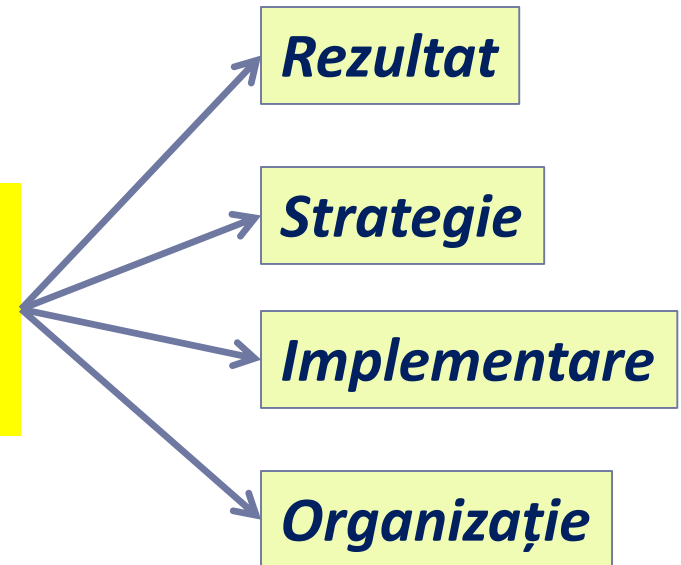
Harrington (1991): ...o secvență (de activități) care joacă un rol major în satisfacerea dorințelor clienților...

....**procese critice** au un potențial mare de îmbunătățire și dacă sunt optimizate, eficiența și adaptabilitatea organizației, ca întreg, crește...

Davenport (1993):...acele proceduri organizaționale care au cea mai mare necesitate de a fi îmbunătățite în mod radical...

Criterii pentru selectarea proceselor critice:

Pande et al. (2000) clasifică criteriile de selecție în conformitate cu aspectele referitoare la:



Strategie

- **suportul acordat** strategiei și **obiectivelor afacerii**;
- importanța acordată satisfacției clientului;
- nevoia de optimizare a unei proceduri specifice;
- relația cu competențele de bază;
- interdependența cu alte proiecte .

Implementare

- alocarea resurselor;
- disponibilitatea expertizei interne și externe;
- posibilitatea de succes;
- complexitatea proiectului.

Organizație

- efectele experienței acumulate (învățării);
- beneficii interdepartamentale.

Observații privind criteriile pentru selectarea proceselor critice:

✓ Luarea în considerare a ***tuturor criteriilor*** atunci când se selectează procesele ***nu va duce la rezultatele dorite !!!***

✓ Se consideră că ***cel mai bun mod de a alege proiectele de îmbunătățire Six Sigma*** este cel ***bazat pe obiectivele afacerii !!!***

B. Factori de succes critici:

... se referă la un **număr limitat de factori**, care sunt **cruciali pentru succesul organizației**....

... acoperă **procesele de bază ale organizației** și joacă un **rol decisiv în realizarea obiectivelor organizației**, asigurând astfel succesul acesteia și al angajaților acesteia....

➤ Exemple de **factori de succes critici** pentru industria automotive: "styling", sistemul calitativ al dealerilor, controlul costurilor, îndeplinirea standardelor de energie....

✓ **Factorii de succes critici** se folosesc pentru prioritizarea proceselor pe baza metodei AHP. Metoda AHP este folosită ca un instrument pentru luarea unei decizii raționale în cazul problemelor de decizie multicriterială.

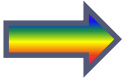
C. Competențe de bază:

...se referă la **capabilități, abilități și tehnologii** care s-au format de-a lungul a mulți ani de experiență și a unui proces colectiv de învățare...

... **nu pot fi imitate**, sunt percepute de clienți ca **unice** și asigură un acces potențial la o mare varietate de piețe...

... reprezintă unul din criteriile pentru identificarea și selectarea proceselor critice...

Pasul 1:

 Pentru determinarea **proceselor critice**, **competențelor de bază**, a **caracteristicilor clientului** și a **factorilor de succes critici**

- S-au realizat interviuri cu CEOs ai băncii despre cele prezentate anterior
 - De asemenea au fost intervievați despre procesele pe care le consideră decisive
 - Chestionarele pentru interviu au fost trimise înainte spre studiu
 - Chestionarele au inclus **30 factori de succes critici**, **6 competențe de bază**, **27 caracteristici ale clientului** și **5 tipuri de clienți**
-
- S-au realizat interviuri cu Managerii de Departament și angajați de la “Marketing”, “IT”, “Resurse umane” și “Calitate”
 - Angajații fiind în contact direct cu clienții au definit ușor **caracteristicile clientului**, dar au răspuns și despre celelalte elemente
-
- Au fost analizate și date secundare de la “Marketing” (plângeri, sondaje privind satisfacția clienților etc) care au fost corelate cu rezultatele interviurilor.

➤ Prin analiza rezultatelor interviurilor a existat o concentrare clară pe **5 factori de succes critici** :

- ✓ “procesarea rapidă a tranzacțiilor clienților”,
- ✓ “poziționare strategică”,
- ✓ “service de calitate înaltă”,
- ✓ “flexibilitatea angajaților, organizațiilor, proceselor și IT”
- ✓ “inovare în proiectarea produselor”.

➤ Pentru categorisirea clienților s-a utilizat o taxonomie financiară utilizată în Germania (ținând cont de **caracteristicilor clientului** obținute din interviuri)

- ✓ “tip orientat spre beneficii financiare”,
- ✓ “tip orientat spre oportunități și risc financiar”,
- ✓ “tip orientat spre distracție”,
- ✓ “tip tradițional financiar”
- ✓ “tip orientat spre consultanță financiară”

Săgeata 1:

- Analiza caracteristicilor clienților a arătat o suprapunere cu tipurile **"tip orientat spre beneficii financiare"**, și **"tip orientat spre oportunități și risc financiar"**
- Ambele tipuri sunt caracterizate de **"cunoștințe profunde privind produsele financiare"**
- Ambele tipuri folosesc internetul pentru tranzacții financiare și așteaptă o **"abordare orientată spre produs"** și **"informații dedicate despre produs"** de la furnizorul de servicii financiare

➤ Au fost identificate **6 competențe de bază** :

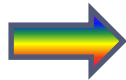
- ✓ **"oferirea de produse de leasing dedicate și atractive"**,
- ✓ **"adoptarea de noi tehnologii"**,
- ✓ **"consultanță completă"**,
- ✓ **"know-how privind dezvoltarea piețelor financiare"**,
- ✓ **"managementul riscului"**.

➤ În plus, CEOs au numit 22 de procese pe care le consideră decisive pentru succesul afacerii.

➤ Dacă acestea sunt și **"processe critice"** trebuie văzut în pașii următori

➤ Pașii 2 la 4 au fost realizați în cadrul unui workshop la care au participat și managerii de la departamentele “Marketing”, “IT”, “Resurse umane” și “Calitate”.

Pasul 2:



În acest pas s-a examinat consistența datelor și influența componentelor, una asupra alteia.

➤ **De exemplu**, în matricea “**competențe de bază - tipuri de clienți**” (vezi săgeata II) s-a verificat în ce măsură competențele de bază reflectă așteptările clienților .

➤ Pentru aceasta, se listează **competențe de bază** și **tipuri de clienți** ca linii și coloane, similar cu HoQ, determinându-se cât de puternică este relația pentru fiecare linie a matricii.

Vezi următoarele slide-uri pentru modul de construire a matricii

➤ Dacă totalul liniilor arată că aceste **competențe de bază**, nu corespund **caracteristicilor clientului**, poate fi o indicație că persoanele intervievate nu au răspuns cu responsabilitate sau chiar că strategia afacerii nu este corectă având în vedere că nu se focalizează pe clienții care trebuie.



Este necesară o discuție cu CEOs și o decizie a managementului este indispensabilă.

Săgeata 2:

➤ Compararea **tipuri de clienți** cu **competențe de bază** a arătat că acestea pot servi complet interesele diferitelor tipuri de clienți.

De exemplu: Un client *“orientat spre tehnologie”*, care necesită puțină consultanță privind produsele financiare comparativ cu un client de tipul *“orientat spre oportunități și risc”*, va dori mai probabil competențe de bază ca *“adoptarea de noi tehnologii orientată spre client”* (Web 2.0, Mobile Banking) decât *“servicii de consultanță complete”*.

Săgeata 3:

Factorii de succes critici reflectă de asemenea așteptările clienților, rezultat obținut din matricea corespunzătoare

De exemplu: Clientul de tip *“orientat spre oportunități și risc”*, cunoscător al produselor financiare de tip acțiuni va aprecia factori de succes critici de tipul *“procesare rapidă a tranzacțiilor clientului”* din contră factorii de tipul *“produse standardizate”* nu le va aprecia.

Pasul 3:

➡ **Competențele de bază**, **factorii de succes critici** și **tipurile de clienți** au fost folosite pentru identificarea candidaților pentru **procesele critice** (vezi săgețile IV – VI).

Săgeata 4:

Procesele critice au fost analizate din punct de vedere relațional cu **competențele de bază** așa cum au fost evidențiate în interviuri.

Critical processes ▽	Core Competences					Total
	<i>Offering attractive, customised leasing products</i>	<i>Adoption of new technologies</i>	<i>Comprehensive consultancy</i>	<i>Know-How concerning financial market development</i>	<i>Risk management</i>	
<i>Product development</i>	9	9	0	3	3	24
<i>Customer service</i>	9	1	9	3	0	22
<i>Application development (IT)</i>	3	9	3	3	3	21
<i>Customer transfer between financial services and automobile branch</i>	9	0	9	0	3	21
<i>Settlement of contract</i>	9	0	9	0	0	18
<i>Customer care</i>	3	3	9	1	1	17
<i>Credit assessment</i>	1	0	3	0	3	7
<i>Document management</i>	0	0	1	1	3	5
...	...	...	...	...	...	

Legendă: relație puternică (9); relație medie (3); relație slabă (1), fără relație (0)

De exemplu: Pentru o bancă din domeniul automotive care excelează asupra competiției cu competențe de bază ca **“oferirea de produse de leasing dedicate și atractive”** procesul **“dezvoltarea produselor”** este crucial pentru succesul său. În acest context procesul **“dezvoltarea produselor”** este mai important ca **“managementul documentelor”**

Săgeata 5:

➤ Similar, tipurile de clienți s-au comparat cu procedurile operaționale rezultând în 5 procese specifice care are contribuție esențială la satisfacția clienților de tipurile identificate.

De exemplu: Procese ca **“realizarea contractelor”** ca și **“dezvoltarea produselor”** sunt cruciale în munca cu clienții care așteaptă oferte individualizate de produse și servicii. Pe baza acestor procese, produsele pot fi individualizate și oferite foarte rapid.

Săgeata 6:

➤ S-a verificat dacă **selecția proceselor** se armonizează cu **factorii de succes critici**. Aici s-a dovedit că 4 procese sunt de egală importanță pentru toți factorii de succes critici.

De exemplu: pentru a oferi servicii adecvate, individualizate, **“procesarea rapidă a tranzacțiilor clienților”** este un factor critic de succes important (care a și rezultat din proiect). De aceea procese ca **“realizarea contractelor”** și **“grija față de client”** sunt vitale în acest context.



IMPORTANT

- ✓ S-au realizat totalurile pentru cele 3 HoQ (săgețile IV, V, VI) pentru fiecare proces.
- ✓ 4 procese care au avut cel mai mare total au fost selectate ca potențial candidați pentru proiecte Six Sigma. Astfel s-a redus numărul lor la cele cu adevărat “critice”.

Pasul 4:

- În ultimul pas (săgeata VII) candidații au fost ierarhizați folosind Procesului de Ierarhizare Analitică (Analytical Hierarchy Process – AHP)
- Echipa de proiect a decis (din motive de complexitate) să prioritizeze procesele critice numai pe baza factorilor de succes critici
- S-au folosit numai deumirile generice ale proceselor, nu cele specifice ale băncii.

Procese critice	Prioritate
Realizarea contractelor	1
Grija față de client	2
Service clienți	3
Dezvoltare produse	4

Procesul de Ierarhizare Analitică

The Analytic Hierarchy Process (AHP)

- Este o metodă pentru decizii multi-criteriale.
- Permite criterii calitative și cantitative în evaluare.
- Gamă largă de aplicații:
 - Selectarea unei mașini pentru cumpărare
 - Selectarea unei oferte de serviciu
 - Selectarea furnizorilor
 - Prioritizarea unui proces Six Sigma
 - Etc.

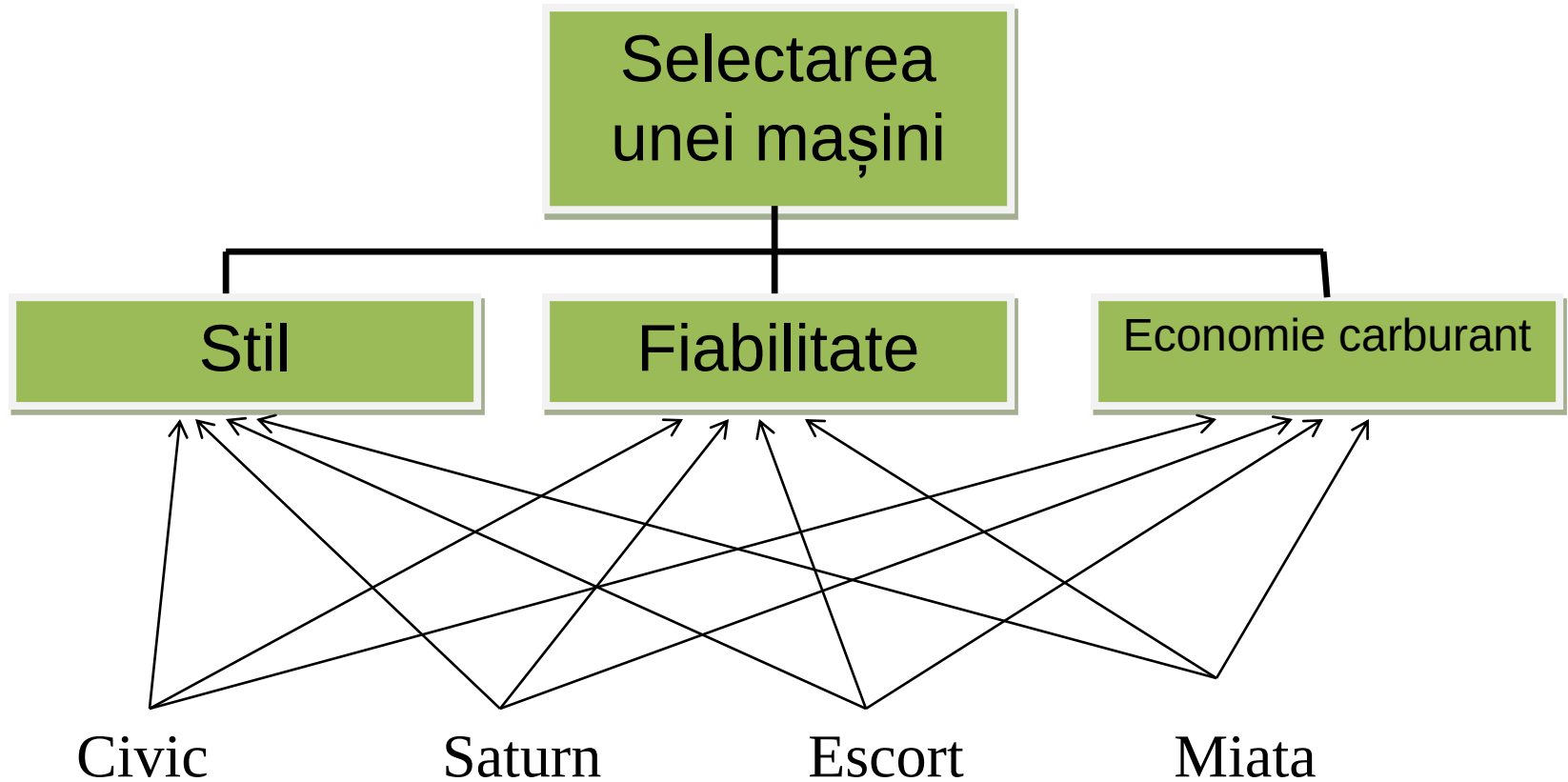
AHP-Ideea generală...

- Dezvoltarea unei **ierarhii a criteriilor de decizie** și **definirea alternativelor**.
- Algoritmul AHP este compus din 2 pași:
 1. Determinare **ponderii relative a criteriilor de decizie**
 2. Determinare **ierarhizării relative (prioritățile) a alternativelor**
- ! Se pot compara informații **cantitative** și **calitative** prin folosirea judecăților corecte pentru obținerea **ponderilor** și **priorităților**.

Exemplu: Selectarea unei mașini pentru cumpărare

- Obiectiv
 - Selectarea unei mașini
- Criterii
 - Stil, Fiabilitate, Economie de carburant **Cost?**
- Alternative
 - Civic Coupe, Saturn Coupe, Ford Escort, Mazda Miata

Arborele ierarhic



Alternative de mașini

Ierarhizarea criteriilor și alternativelor

- Se fac comparații pe perechi cu ierarhii variind între 1-9.
- O presupunere de bază, dar rezonabilă pentru compararea alternativelor:
Dacă atributul A este absolut mai important decât atributul B și este ierarhizat cu 9, atunci B trebuie să fie absolut mai puțin important decât A și este ierarhizat ca 1/9.
- Aceste combinații pe perechi se fac pentru toți factorii, de obicei nu mai mult ca 7 și matricea este astfel completată.

Scala comparațiilor pe perechi

Judecata verbală a preferințelor	Ierarhizare numerică
Extrem de preferat	9
Foarte puternic spre extrem	8
Foarte puternic preferat	7
Puternic spre foarte puternic	6
Puternic preferat	5
Moderat spre puternic	4
Preferat moderat	3
Egal spre moderat	2
În mod egal preferat	1

Ierarhizarea criteriilor

	Stil	Fiabilitate	Economie
Stil	1	1/2	3
Fiabilitate	2	1	4
Economie	1/3	1/4	1

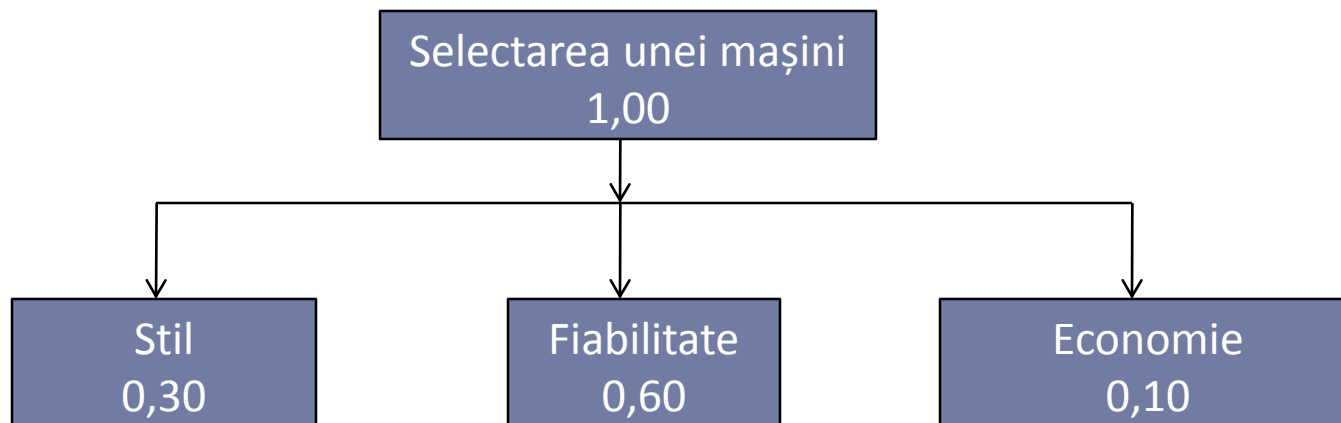
Ierarhizarea priorităților

- Se consideră $[Ax = \lambda_{\max}x]$, unde
 - A matricea de comparare de dimensiune $n \times n$, pentru n criterii, numită **matrice de prioritate**.
 - X este Eigenvector de dimensiune $n \times 1$, numit și **vector de prioritate**.
 - $\lambda_{\max}$ este Eigenvalue, $\lambda_{\max} \in \mathbb{R} > n$.
- Pentru a afla ierarhizarea priorităților, adică Eigenvector X :
 - Se normalizează intrările coloanelor prin împărțirea fiecărei intrări cu suma de pe coloană.
 - Se face apoi media pe rânduri.

$$\begin{array}{c}
 A = \begin{bmatrix} 1 & 0,5 & 3 \\ 2 & 1 & 4 \\ 0,33 & 0,25 & 1,0 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Sume pe coloană normalizate}} \begin{bmatrix} 0,30 & 0,29 & 0,38 \\ 0,60 & 0,57 & 0,50 \\ 0,10 & 0,14 & 0,13 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{Media rândurilor}} X = \begin{bmatrix} 0,30 \\ 0,60 \\ 0,10 \end{bmatrix} \\
 \begin{array}{cccc} \text{Sumele col.} & 3,33 & 1,75 & 8,00 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} 1,00 & 1,00 & 1,00 \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{Vector de} \\ \text{prioritate} \end{array}
 \end{array}$$

Ponderea criteriilor

- Stil 0,30
- Fiabilitate 0,60
- Economie 0,10



Verificarea consistenței

- Următorul pas este calcularea **Raportului Consistenței (Consistency Ratio - CR)** pentru a măsura cât de consistente au fost judecățile .
- Evaluarea AHP se bazează pe presupunerea că cel care ia decizii este rațional, adică, dacă A este preferat lui B și B este preferat lui C, atunci A este preferat lui C.
- Dacă CR este mai mare ca 0,1 atunci judecățile nu sunt credibile pentru că sunt prea apropiate de aleatoriu iar exercițiul este lipsit de valoare și trebuie repetat.

Calcularea raportului de Consistență - CR

- Se calculează Eigenvector $\lambda_{\max}$ astfel încât să conducă la **Indicele Consistenței – CI** și **Raportul Consistenței - CR**.
- Se consideră $[AX = \lambda_{\max} X]$ unde X este Eigenvector.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A & & X & & AX & & X \\
 \left[\begin{array}{ccc} 1 & 0.5 & 3 \\ 2 & 1 & 4 \\ 0.333 & 0.25 & 1.0 \end{array} \right] & & \left[\begin{array}{c} 0.30 \\ 0.60 \\ 0.10 \end{array} \right] & = & \left[\begin{array}{c} 0.90 \\ 1.60 \\ 0.35 \end{array} \right] & = & \lambda_{\max} \left[\begin{array}{c} 0.30 \\ 0.60 \\ 0.10 \end{array} \right]
 \end{array}$$

$$\lambda_{\max} = \text{media}\{0,90/0,30 ; 1,60/0,6 ; 0,35/0,10\}=3,06$$

➤ **Indicele Consistenței - CI** is este

$$CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)=(3,06-3)/(3-1)= 0,03$$

Raportul Consistenței - CR

- Pasul final este să se calculeze **Raportul Consistenței - CR** folosind tabelul de mai jos.
- Rândul de sus este ordinul matricii aleatorii iar rândul de jos este **Indicele Consistenței – CI**, corespunzător pentru judecăți aleatorii.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

- O inconsistență de 10% sau mai puțin, implică faptul că ajustările sunt minore comparativ cu valori actuale ale intrărilor pentru Eigenvector.
- O valoare pentru CR de 90% , implică faptul că judecățile sunt absolut aleatorii și nu sunt credibile, fiind necesară repetarea acestora.

În exemplul nostru : $CR = CI / 0,58 = 0,03 / 0,58 = 0,05$

$0,05 < 0,1$, adică evaluările/judecățile sunt consistente!

Ierarhizarea alternativelor

Stil

	Civic	Saturn	Escort	Miata	<u>Vectorul de prioritate</u>
Civic	1	1/4	4	1/6	$\begin{bmatrix} 0.13 \\ 0.24 \\ 0.07 \\ 0.56 \end{bmatrix}$
Saturn	4	1	4	1/4	
Escort	1/4	1/4	1	1/5	
Miata	6	4	5	1	

Fiabilitate

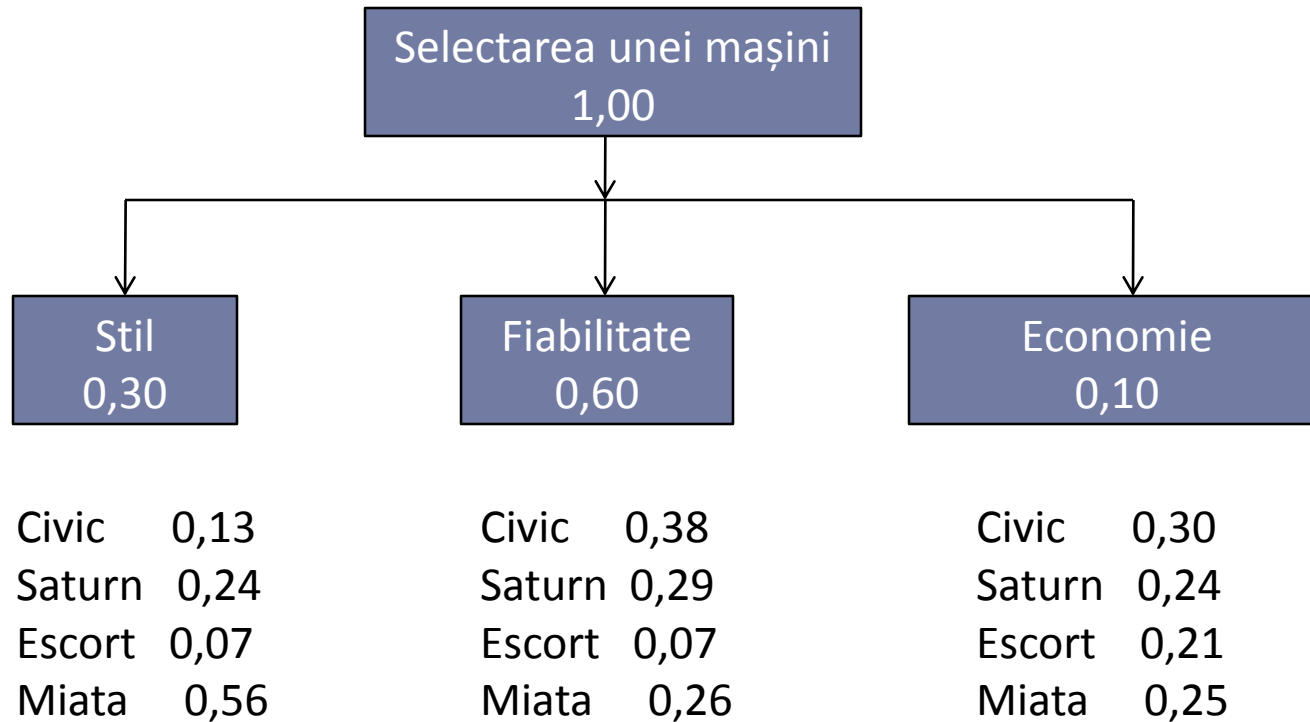
	Civic	Saturn	Escort	Miata	
Civic	1	2	5	1	$\begin{bmatrix} 0.38 \\ 0.29 \\ 0.07 \\ 0.26 \end{bmatrix}$
Saturn	1/2	1	3	2	
Escort	1/5	1/3	1	1/4	
Miata	1	1/2	4	1	

Ierarhizarea alternativelor

- ❖ Deoarece economia de carburant este o măsură cantitativă, pot fi folosite rapoartele consumurilor pentru a determina ierarhizarea relativă a variantelor.
- ❖ Acest lucru nu este obligatoriu, putându-se folosi compararea pe perechi în unele cazuri.

	<u>Mile/galon</u>	<u>Normalizat</u>
<u>Economie</u>		
Civic	34	0,30
Saturn	27	0,24
Escort	24	0,21
Miata	<u>28</u> 113	<u>0,25</u> 1,0

Ierarhizarea alternativelor



Ierarhizarea alternativelor

	Stil	Fiabilitate	Economie				
Civic	0,13	0,38	0,30	x	$\begin{bmatrix} 0,30 \\ 0,60 \\ 0,10 \end{bmatrix}$	=	$\begin{bmatrix} 0,30 \\ 0,27 \\ 0,08 \\ 0,35 \end{bmatrix}$
Saturn	0,24	0,29	0,24				
Escort	0,07	0,07	0,21				
Miata	0,56	0,26	0,25				

↓

Matricea de priorități

↓

Ponderea criteriilor

↓

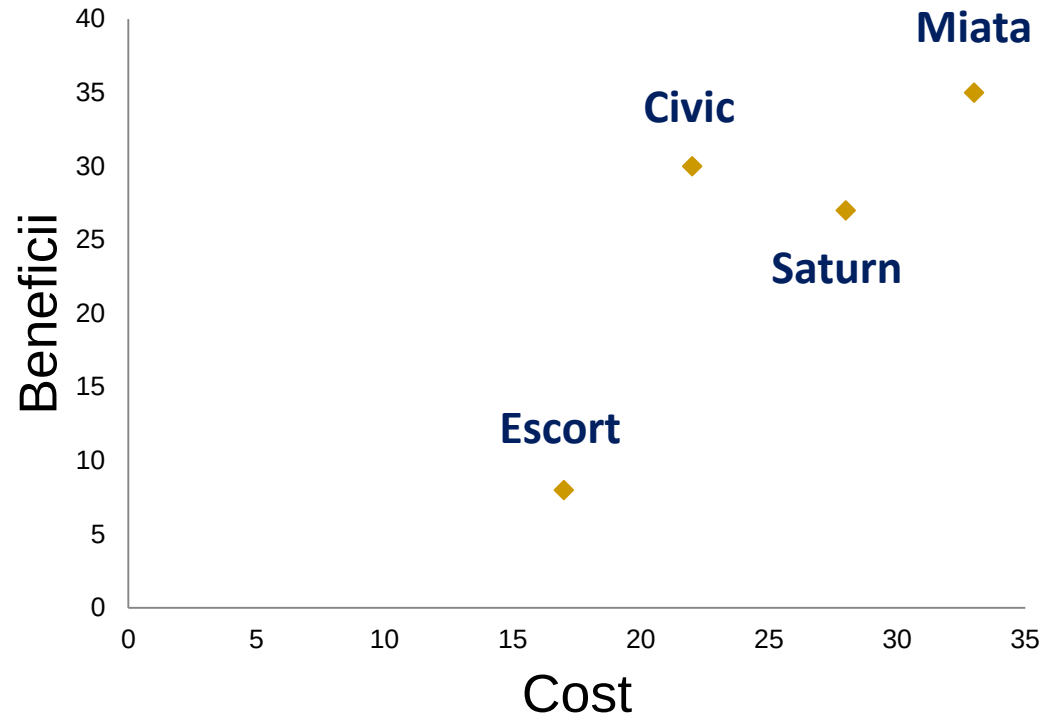
Vectorul de prioritate

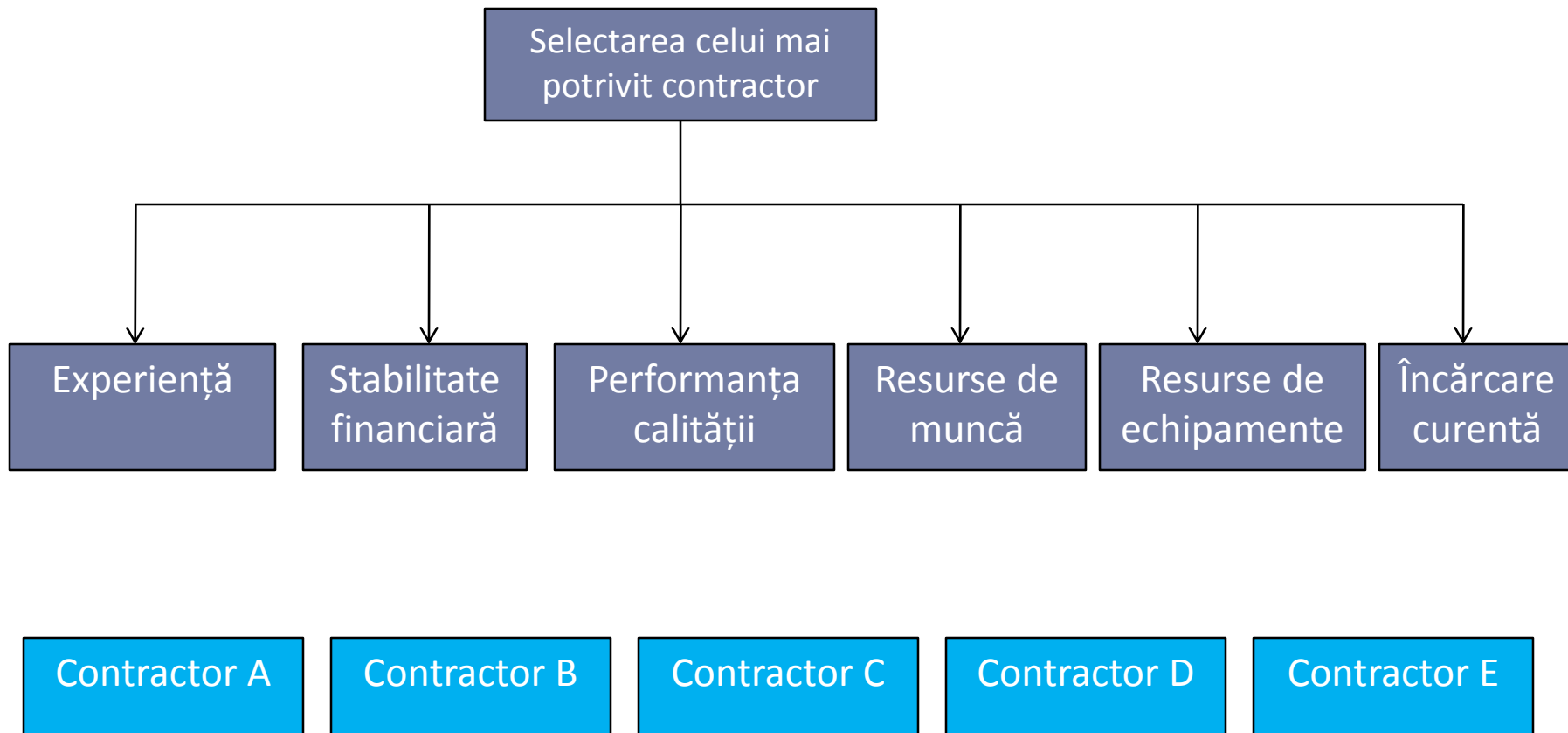
Includerea costului ca un criteriu de decizie

- Adăugarea “costului” ca un nou criteriu este foarte dificilă în AHP.
- Se va adăuga o nouă coloană și un nou rând în matricea de evaluare, însă, întreaga evaluare trebuie repetată întrucât adăugarea unui nou criteriu poate afecta importanța relativă a altor criterii
- Se poate însă normaliza “costul” direct și să se calculeze raportul cost/beneficiu pentru compararea alternativelor

	Cost	Cost normalizat	Beneficii	Raport Cost/Beneficii
Civic	\$12K	0,22	0,30	0,73
Saturn	\$15K	0,28	0,27	1,03
Escort	\$9K	0,17	0,08	2,13
Miata	\$18K	0,33	0,35	0,92

Includerea costului ca un criteriu de decizie





	Contractor A	Contractor B	Contractor C	Contractor D	Contractor E
Experiență	5 ani experiență	7 ani experiență	8 ani experiență	10 ani experiență	15 ani experiență
	2 proiecte similare	1 proiect similar	Fără proiecte similare	2 proiecte similare	Fără proiecte similare
		Experiență în achiziții publice	1 proiect internațional		
Stabilitate financiară	7 mil. € active	10 mil. € active	14 mil. € active	11 mil. € active	6 mil. € active
	Rată înaltă de creștere	5,5 mil. € datorii	6 mil. € datorii	4 mil. € datorii	1,5 mil. € datorii
	Fără datorii	Membru al unui grup de companii		Relații bune cu băncile	
Performanța calității	Organizare bună	Organizare medie	Organizare bună	Organizare bună	Organizare proastă
	Personal calificat	Personal calificat	Echipe calificate	Reputație bună	Tehnici neetice
	Reputație bună	2 proiecte întârziate	Premiu guvernamental	Multe certificări	1 proiect terminat
	Multe certificări	Programe pentru siguranță	Reputație bună	Costuri crescute la unele proiecte	Calitate medie
	Programe pentru siguranță		Programe pentru asigurarea calității		
Resurse de muncă	150 muncitori	100 muncitori	120 muncitori	90 muncitori	40 muncitori
	10 muncitori supercalificați	200 prin subcontract	Muncitori relativ bine calificați	130 prin subcontract	260 prin subcontract
		Disponibilitate în perioade de vârf	25 muncitori supercalificați		

	Contractor A	Contractor B	Contractor C	Contractor D	Contractor E
Resurse de echipamente	4 betoniere	6 betoniere	1 fabrică de betoane	4 betoniere	2 betoniere
	1 excavator	1 excavator	2 camioane-betonieră	1 excavator	10 altele
	15 altele	1 buldozer	2 betoniere	9 altele	200 cofraje metalice
		20 altele	1 excavator		600 cofraje lemn
		1500 cofraje metalice	1 buldozer		
			16 altele		
			1700 cofraje metalice		
Încărcare curentă	1 proiect mare care se încheie	2 proiecte care se încheie(1 mare+ 1 mediu)	1 proiect mediu început	2 proiecte mari care se încheie	2 proiecte mici începute
	2 proiecte la mijloc (1 mediu +1 mic)		2 proiecte care se încheie (1 mare + 1 mediu)	1 proiect mediu la mijloc	3 proiecte care se încheie (2 mici + 1 mediu)

Pasul1: Evaluarea ponderii criteriilor

	Exp	SF	PC	RM	RE	ÎC	Vector prioritate
Exp	1	2	2	6	6	5	0,372
SF	1/2	1	3	6	6	5	0,293
PC	1/3	1/3	1	4	4	3	0,156
RM	1/6	1/6	1/4	1	2	1/2	0,053
RE	1/6	1/6	1/4	1/2	1	1/4	0,039
ÎC	1/5	1/5	1/3	2	4	1	0,087
							$\Sigma = 1$

$$\lambda_{\max} = 6,31 ; CI = 0,062 ; CR = 0,05 < 0,1 \Rightarrow \text{OK}$$

Pasul 2: Ierarhizarea alternativelor pentru Experiență

Exp	A	B	C	D	E
A	1	1/3	1/2	1/6	2
B	3	1	2	1/2	4
C	2	1/2	1	1/3	3
D	6	2	3	1	7
E	1/2	1/4	1/3	1/7	1



Exp	A	B	C	D	E	Vector prioritate
A	0,08	0,082	0,073	0,078	0,018	0,086
B	0,24	0,245	0,293	0,233	0,235	0,249
C	0,16	0,122	0,146	0,155	0,176	0,152
D	0,48	0,489	0,439	0,466	0,412	0,457
E	0,04	0,061	0,049	0,066	0,059	0,055
						$\Sigma = 0,999$

$$\lambda_{\max} = 5,037 ; CI = 0,00925 ; CR = 0,0082 < 0,1 \Rightarrow \text{OK}$$

Pasul 3: Calculul vectorului de prioritate și ierarhizarea alternativelor

	Exp (0,372)	SF (0,293)	PC (0,156)	RM (0,053)	RE (0,039)	ÎC (0,087)	x	=		
									0,372	0,222
A	0,086	0,425	0,269	0,151	0,084	0,144			0,293	0,201
B	0,249	0,088	0,074	0,273	0,264	0,537			0,156	0,241
C	0,152	0,178	0,461	0,449	0,556	0,173			0,053	0,288
D	0,457	0,268	0,163	0,081	0,057	0,084			0,039	0,046
E	0,055	0,039	0,031	0,045	0,038	0,062			0,087	

Temă: Evaluarea unor oferte de serviciu

- Vi se oferă 4 joburi : (A), (B), (C), și (D).
(alternativele)
- Bazați-vă alegerea pe 4 criterii: locație, salariu, conținutul jobului și perspective pe termen lung.
(criteriile)

Altă posibilitate de ierarhizare a proceselor critice

Evaluare impact asupra...

- **Impact asupra afacerii**
 - Creșterea veniturilor
 - Reducerea costurilor
 - Reducerea capitalului
 - Obiective cheie
 - Livrare la timp
 - Lead Time
 - Calitate
 - Satisfacția clientului
- **Impact asupra metricilor operaționale de excelență**

Evaluarea efortului și riscului

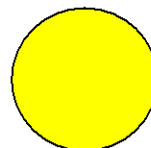
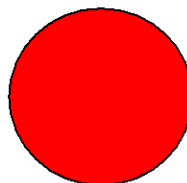
- **Efort necesar**
 - Resurse umane
 - Resurse de capital
 - Durata proiectului
- **Probabilitatea de succes**
 - **Risc tehnic**
 - Date disponibile
 - Cunoștințe despre proces
 - **Risc managerial**
 - Aliniere la obiective
 - Suport acordat de Value Stream Manager
- **Impact vs. Risc vs. Efort**
 - Evaluare ROI (Return On Investment) – Rentabilitatea Economică
 - Atribuirea priorităților în cadrul proiectelor

Se dau note de la 1 – 5 care apoi se ponderează cu procentul fiecărei coloane

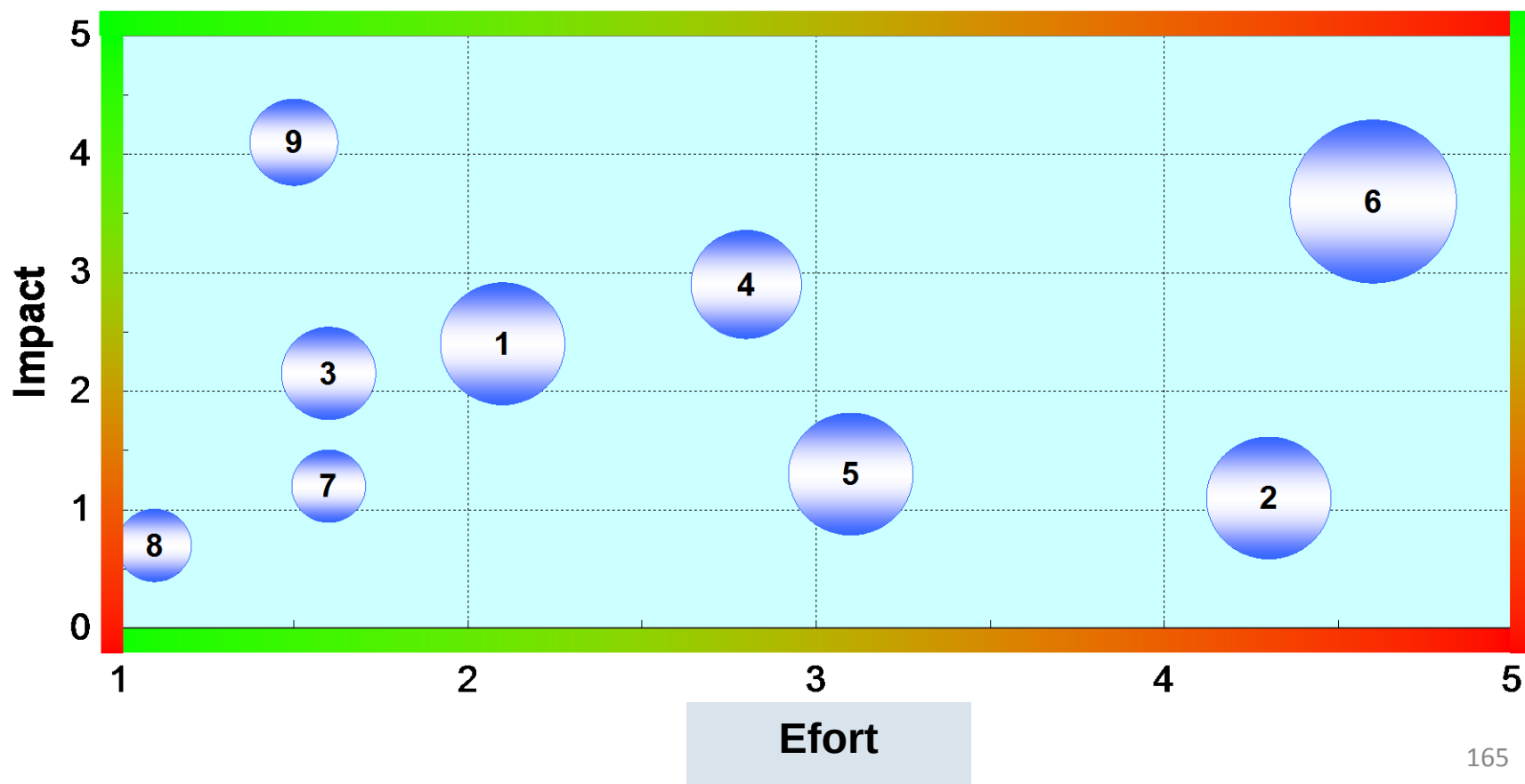
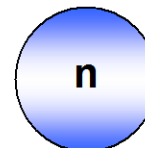
Informații proiect			Impact									Efort				Risc			Scor ===== Impact / Risc / Efort	Ierarhie
#	Fab. (F) sau Admin (A)	Descriere proiect	Creșterea veniturilor	Reducerea costurilor	Reducerea capitalului	Obiective cheie	Livrare la timp	Lead Time	Calitate	Satisfacția clientului	Impact total	Resurse umane	Resurse de capital	Durata proiectului	Efort total	Risc tehnic	Risc managerial	Risc total		
		Ponderea variabilelor	20%	15%	10%	15%	20%	5%	5%	10%	100%	50%	20%	30%	100%	40%	60%	100%		
1	A	Erori de facturare client	0	2	0	4	4	2	2	5	2.4	2	1	3	2.1	1	4	2.8	0.41	6
2	F	Rebuturi din garanții versus vânzări	0	2	0	1	1	0	3	3	1.1	4	4	5	4.3	4	2	2.8	0.09	9
3	A	Performanța de livrare a vânzătorului	0	2	2	2	5	4	3	0	2.2	1	1	3	1.6	1	2	1.6	0.84	2
4	F	Performanța de expediere la timp	2	1	2	4	5	0	1	5	2.9	4	1	2	2.8	1	3	2.2	0.47	5
5	A	Angajare și păstrare personal	0	3	0	2	1	0	3	2	1.3	3	2	4	3.1	1	4	2.8	0.15	8
6	A	Ciclul de viață al dezvoltării noilor produse	3	4	2	5	3	3	4	5	3.6	5	3	5	4.6	5	5	5.0	0.16	7
7	F	Mentenanța fabricației Mentenanța utilajelor, SDV	0	3	0	1	2	3	1	0	1.2	1	4	1	1.6	1	1	1.0	0.75	3
8	A	Vânzări zilnice de performanță	0	0	4	2	0	0	0	0	0.7	1	0	2	1.1	1	1	1.0	0.64	4
9	F	FTY de 65% la produsul 123	4	4	2	5	4	4	5	5	4.1	2	1	1	1.5	2	1	1.4	1.95	1

Ierarhizarea proiectelor

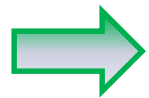
Risc



Număr
proiect

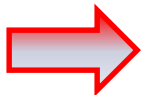


... și o altă posibilitate de selectare/ierarhizare a proceselor



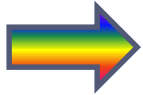
Se selectează proiectele care...

- ✓ Sunt foarte bine definite
- ✓ Au punctele de pornire și sfârșit ușor identificabile
- ✓ Au obiectivele clar definite

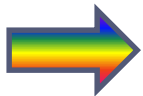


Nu se selectează proiectele care...

- Sunt abordate de altă echipă
- Au soluția identificată dar nu se știe cauzele problemelor



Odată stabilite procesele care îndeplinesc condițiile precedente, se adoptă **Criterii de Ierarhizare** și se folosește o **Matrice de Ierarhizare** pentru prioritizarea acestora.

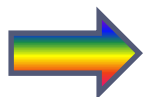


Ca și **Criterii de Ierarhizare** se pot folosi:

- **Criteriul Resurselor**
(posibilitatea de a reuși a actualei echipe)
- **Criteriul Financiar**
(viabilitatea din punct de vedere financiar)
- **Criteriul Interdepartamental**
(importanța pentru alte departamente/divizii/companii)
- **Criteriul Clienților**
(cât de important este pentru clienți)
- **Etc.**



Fiecărui **Criteriu de Ierarhizare** i se atribuie un **Nivel de Importanță** sau **Factor de Pondere** pe o scală de la 1 la 3



Pentru fiecare **Proiect** se determină pe o scală de la 1 la 5, gradul în care acesta îndeplinește fiecare **Criteriu de Ierarhizare**

De exemplu, pentru Proiectul 1, scorul este:

$$1 \times 3 + 3 \times 2 + 3 \times 1 + 3 \times 3 + 2 \times 2 + 5 \times 1 = 30$$

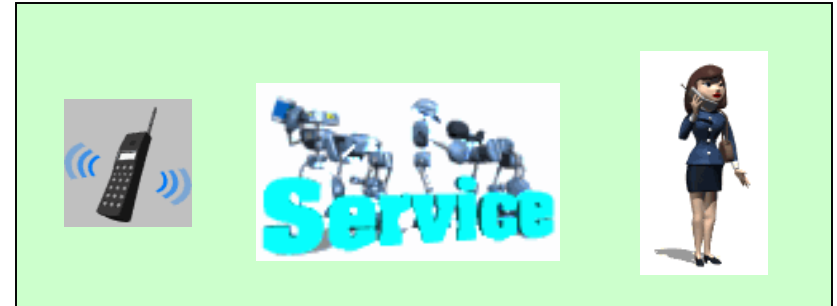
Nivel de
importanță sau
factor de pondere
pentru criteriu
(Scală 1-3) -->

	3	2	1	3	2	1	
Nume Proiect	Criteriu 1	Criteriu 2	Criteriu 3	Criteriu 4	Criteriu 5	Criteriu 6	Scor Total Proiect
Proiect 4	4	3	1	4	5	4	45
Proiect 3	2	4	4	5	3	3	42
Proiect 2	3	5	4	2	4	4	41
Proiect 5	5	4	3	2	3	1	39
Proiect 1	1	3	3	3	2	5	30

Definirea cerințelor clienților



Foaia de parcurs
Pasul 2:
Definirea cerințelor
clienților



a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Pasul 2A: Strângerea datelor despre clienți și dezvoltarea strategiei "Vocea Clientului"

"Voice of Customer" - (VOC)



- Organizațiile cheltuie mulți bani pentru cercetarea pieței și interviewarea clienților, dar practicile curente nu rețin cerințele clienților în mod corect.

Organizațiile încep să-și dea seama că nu își înțeleg clienții așa de bine precum credeau!!!

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Elemente esențiale privind sistemul "Vocea Clientului" (VOC)



- Considerați-l ca un efort continuu...
- Definiți clar "Clienții"...



- Folosiți o gamă largă de metode...
- Căutați date specifice...
- Urmăriți tendințele...
- Folosiți corect informațiile...
- Porniți cu obiective realiste.

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Pasul 2B: Dezvoltarea standardelor de performanță



- Folosiți Pasul 2A pentru a obține informații despre nevoile și comportamentul clienților pentru a stabili linii directoare clare pentru performanță și satisfacția clienților.
- Odată definite cerințele concrete, performanța actuală poate fi măsurată iar strategia și focalizarea pe piață pot fi evaluate în raport cu așteptările și cerințele clienților.

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Tipuri de cerințe: Ieșiri și Service



- **Cerințe de ieșire**

- Elemente și/sau caracteristici ale produsului final sau serviciului care sunt livrate clientului la sfârșitul procesului.

- **Cerințe de service**

- Linii directoare despre cum trebuie tratați/serviți clienții în timpul desfășurării procesului înșăși.

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

De ce ne referim atât la Cerințe de leșire cât și la Cerințe de Service?



1. Toți clienții au aceste cerințe



2. Clienții sunt atenți adesea în mod egal la ele, dacă nu chiar mai mult la Cerințele de Service.

3. Construirea performanței Six Sigma înseamnă monitorizarea și îmbunătățirea atât a dimensiunii de leșire cât și a celei de Service.

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Linii directoare privind Declarația de Cerințe...

- 
1. Legarea de o leșire specifică sau “Momentul Adevărului.”
 2. Descrierea unui criteriu (sau factor), unic de performanță.
 3. Flosirea factorilor observabili și/sau măsurabili.
 4. Stabilirea unui nivel de performanță “acceptabil” sau “inacceptabil”.
 5. Detaliere dar conciziune.
 6. Potrivire sau validare de “Vocea Clientului” (VOC).

a. Dezvoltarea strategiei
“Vocea Clientului”
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Pași spre definirea cerințelor...



1. Identificare situației de leșire sau Service
2. Identificarea clientului sau segmentului clientului
3. Evaluarea datelor disponibile despre nevoile, așteptările, comentariile, plângerile etc., clienților.
4. Elaborarea unei Declarații de Cerințe inițiale.
5. Validarea cerințelor.
6. Rafinarea și finalizarea Declarației de Cerințe.

a. Dezvoltarea strategiei
"Vocea Clientului"
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Pasul 2C: Analiza și prioritizarea Cerințelor Clientilor; legarea Cerințelor și Strategiei



- Cerințele clienților nu sunt egale iar clienții vor reacționa diferit în ceea ce privește un “defect” pentru cerințe diferite.
- Analiza Kano
 - Cerințe de bază
 - Cerințe variabile
 - Cerințe latente

a. Dezvoltarea strategiei
“Vocea Clientului”
(VOC)

b. Dezvoltarea
standardelor de
performanță și a
declarației de
cerințe

c. Analiza și
prioritizarea
cerințelor

Modelul Kano - introducere

➤ Este foarte important pentru organizații, în special pentru cele care lucrează la dezvoltarea de noi produse și servicii inovative, *să cunoască nevoile și cerințele clienților lor cât mai rapid.*

➤ Abordarea „**Crearea Calității Atractive**”, cunoscută și sub numele de „**Modelul Kano**” a apărut ca urmare a *punerii sub semnul întrebării a ideii tradiționale că acționând mai intens asupra unui produs sau serviciu atunci clientul va fi cu atât mai mulțumit.*

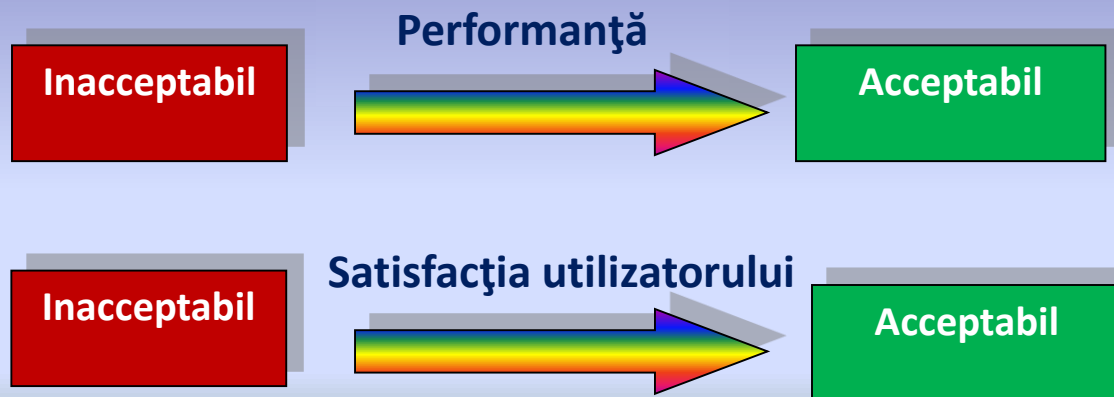
Modelul Kano - introducere

- Dr. Noriaki Kano de la Universitatea Rika din Tokyo a susținut că *performanța unui produs sau serviciu nu este egală în ochii clienților*, în sensul *că performanța unor anumite categorii de attribute ale produselor sau serviciilor, produce niveluri mai mari de satisfacție decât a altora*.
- Prin adăugarea de noi dimensiuni Modelului Kano, apare *posibilitatea cuantificării în termeni monetari a pierderilor suferite de clienți în cazul neîndeplinirii cerințelor acestora*.

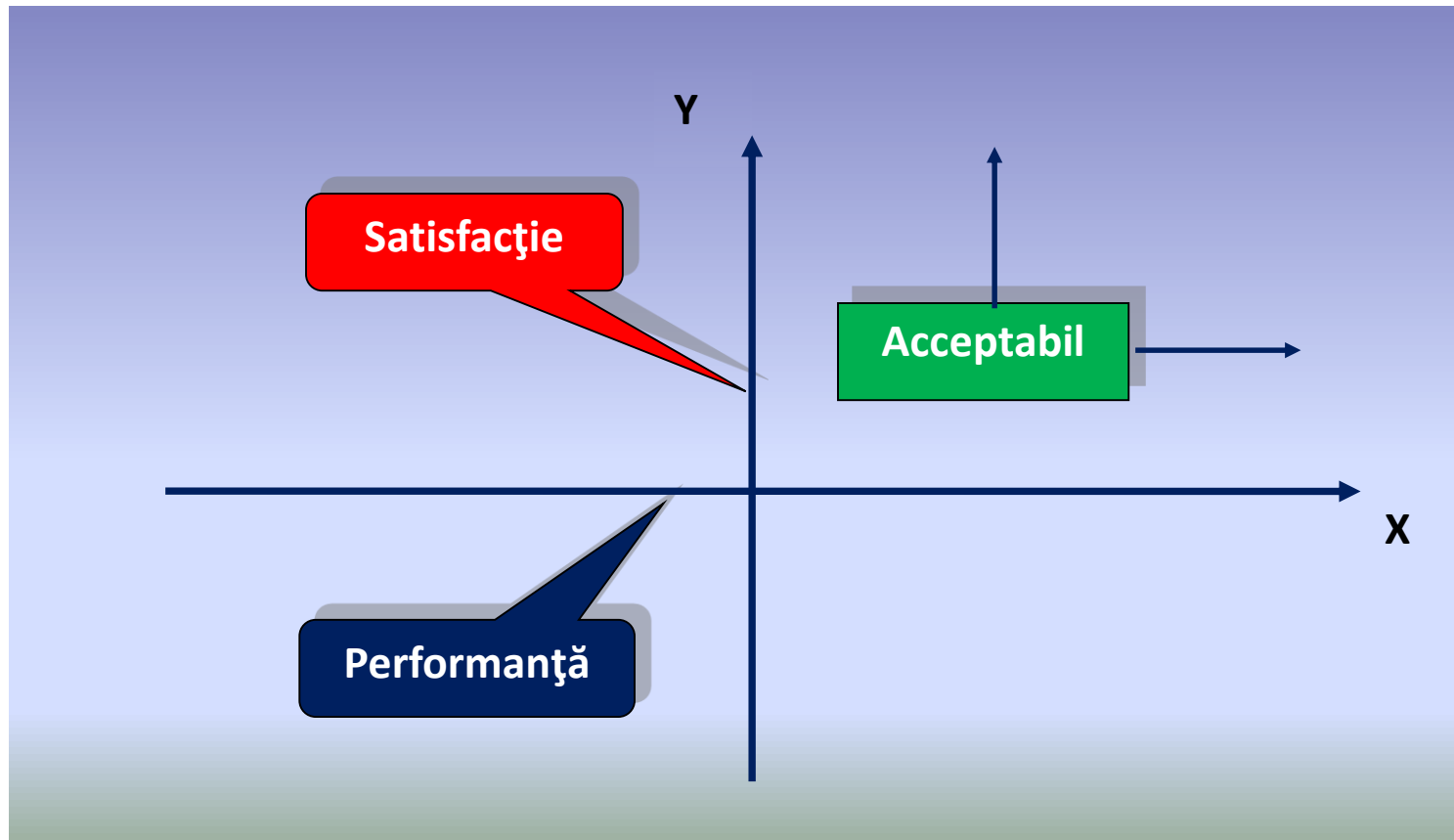
Modelul Kano -bidimensional

- Dr. Noriaki Kano de la Universitatea Rika din **Tokyo a îmbunătățit definiția calității adăugând o nouă dimensiune acesteia.**
- Definițiile precedente ale calității până în acel moment au fost **liniare și unidimensionale.**
- Dr. Kano a integrat calitatea unui **model bidimensional**, considerând două dimensiuni: modul în care se comportă un produs sau serviciu din punct de vedere al performanței (axa X), și gradul de satisfacție al utilizatorului / clientului (axa Y).

Calitatea Unidimensională



Calitatea Bidimensională



FOARTE IMPORTANT!!!



...analiza **"problemelor clienților"**
în loc de a **"dorințelor clienților"**

- Dacă clienții sunt întrebați în faza de explorare **numai despre dorințele lor și despre motivele cumpărării**, rezultatele sunt de obicei dezamăgitoare și răspunsurile deja cunoscute.
- Așteptările privind produsul, menționate de clienți, sunt numai vârful icebergului, fiind necesar să se evidențieze **nevoile "ascunse" și problemele**.
- O analiză detaliată a problemelor ce trebuie rezolvate, a condițiilor și mediului în care evoluează produsul pot conduce la informații privind dezvoltări ulterioare ale produsului.

...următoarele întrebări pot fi de mare folos atunci când se investighează **problemele clienților....**

- 1. Ce asociații face clientul atunci când utilizează produsul **X** ?*
- 2. Care probleme/defecte/plângeri le asociază clientul cu utilizarea produsului **X** ?*
- 3. Care criterii ia în considerare clientul atunci când cumpără produsul **X** ?*
- 4. Care elemente sau servicii noi ar putea împlini mai bine așteptările clientului ?*
- 5. Ce ar schimba clientul la produsul **X** ?*

- Elaborarea modelului Kano începe printr-o sondare a clienților pe bază de chestionare, aceștia fiind întrebați despre atributele produselor și ce percepție au atât asupra faptului că le au în mod suficient sau în mod insuficient.
- Un sondaj de tip Kano pune 2 întrebări pentru fiecare atribut al produsului rezultând categoriile din următorul tabel.

Stare fizică (gradul de îndeplinire)		Suficient		
Insuficient	Percepția utilizatorului	Nesatisfăcut	Neutru	Satisfăcut
	Nesatisfăcut	<i>Sceptic</i>	<i>Trebuie să existe</i>	<i>Unidimensional</i>
	Neutru	<i>Invers</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Atractiv</i>
	Satisfăcut	<i>Invers</i>	<i>Invers</i>	<i>Sceptic</i>

Un exemplu dat de Zultner și Mazur (2006)

Prima întrebare:

„Dacă automobilul *are o vizibilitate bună* [**suficient**], cum vă simțiți? [**neutru**].



Deci “starea fizică” este [**suficient**] iar “percepția utilizatorului” este [**neutru**].

A doua întrebare:

“Dacă automobilul *nu are o vizibilitate bună* [**insuficient**], cum vă simțiți ? [**nesatisfăcut**].



Deci “starea fizică” este [**insuficient**] iar “percepția utilizatorului” este [**nesatisfăcut**].

Astfel la intersecția celor două, se obține din tabel, varianta “**Trebuie să existe**”, adică vizibilitatea bună este așteptată pentru un astfel de automobil de către client (sau segment de clienți).

Există șase categorii de cerințe...

1. Atractiv



... numită și „Încântător” se referă la *cerințe în general necunoscute clienților*, care nu le menționează atunci când sunt intervievați dar le plac atunci când le observă.

2. Indiferent



... se referă la faptul că clienților pur și simplu *nu le pasă despre aceste cerințe (le sunt indiferente)*.

3. Unidimensional



...numită și „Dorit” se referă la faptul că *relația între gradul de îndeplinire (starea fizică) și gradul de satisfacție este una liniară*. Mai multă performanță aduce în mod proporțional mai multă satisfacție. Cerințele „Dorite” rezultă de obicei atunci când clienții sunt întrebați despre ceea ce doresc. Clienții sunt de obicei dispuși să facă compromisuri în ceea ce privește mai multă performanță pentru unul din elemente în contul altui element.

4. Trebuie să existe



... numită și „Așteptat” *sunt asumate de clienți și nu sunt menționate* (numai dacă nu au fost recent dezamăgiți).

5. Invers



... se referă la cerințele pe care *clienții ar prefera să nu le aibă*, fiind chiar dispuși să plătească să nu le aibă. Prezența lor produce insatisfacție iar absența lor satisfacție.

6. Sceptic



... se referă la faptul că există o anumită *incertitudine* în ceea ce privește răspunsul clientului.

Referitor la categoria 6. Sceptic

➤ Alți evaluatori consideră că în această categorie se pot încadra răspunsurile obținute atunci când se evaluează nivelele de performanță despre care **...clientul fie că nu îi pasă** :

„Cum te-ai simți dacă salariul îți crește cu 10 lei [**suficient**], sau cu 5 lei [**insuficient**]?”

...fie că le acceptă pe oricare dintre ele :

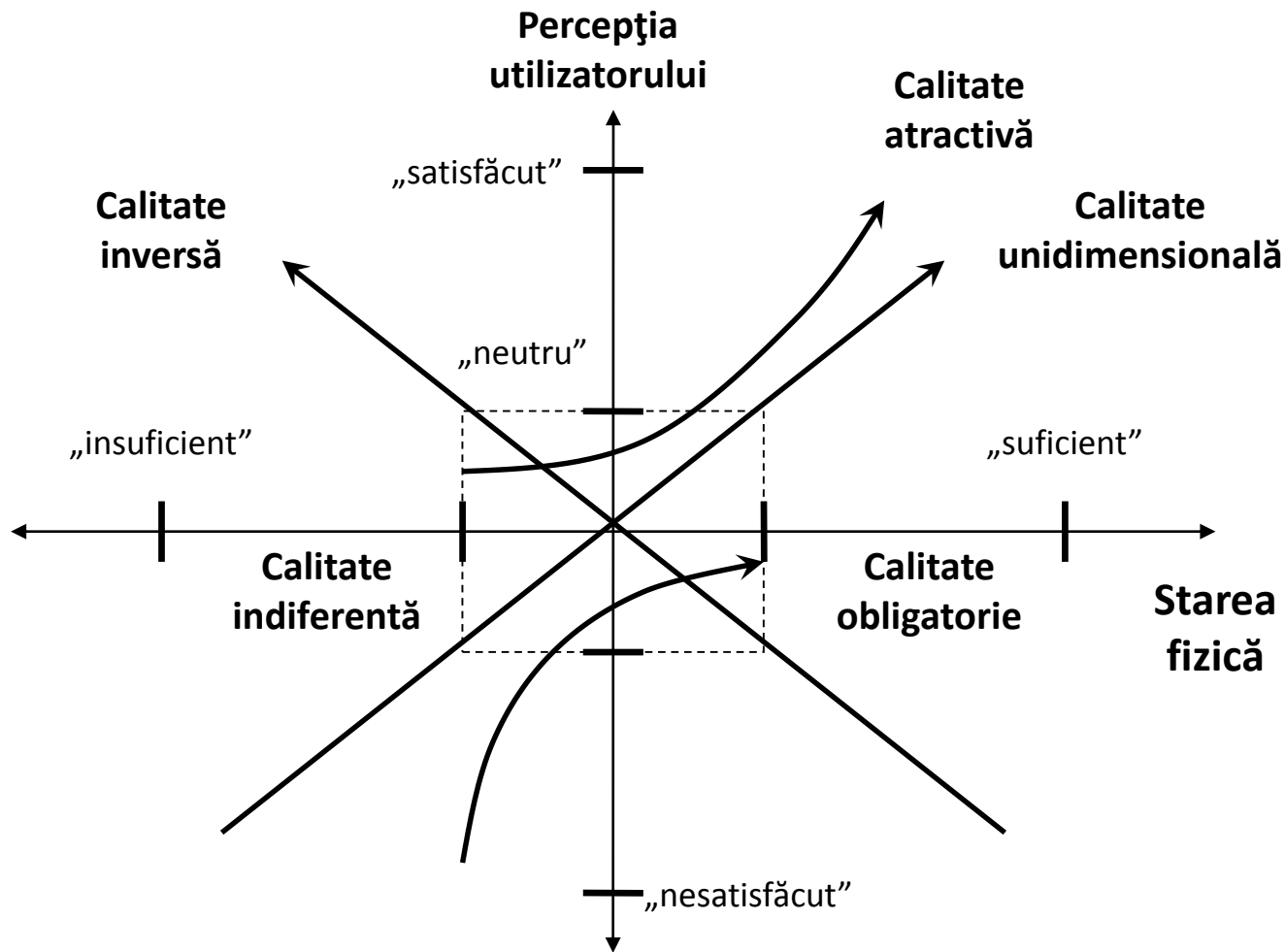
„Cum te-ai simți dacă ai avea un salariu de 9000 lei [**suficient**], sau de 6000 lei [**insuficient**]?”

➤ De notat că clientul va evalua întotdeauna întrebarea având în minte un anumit nivel de performanță.

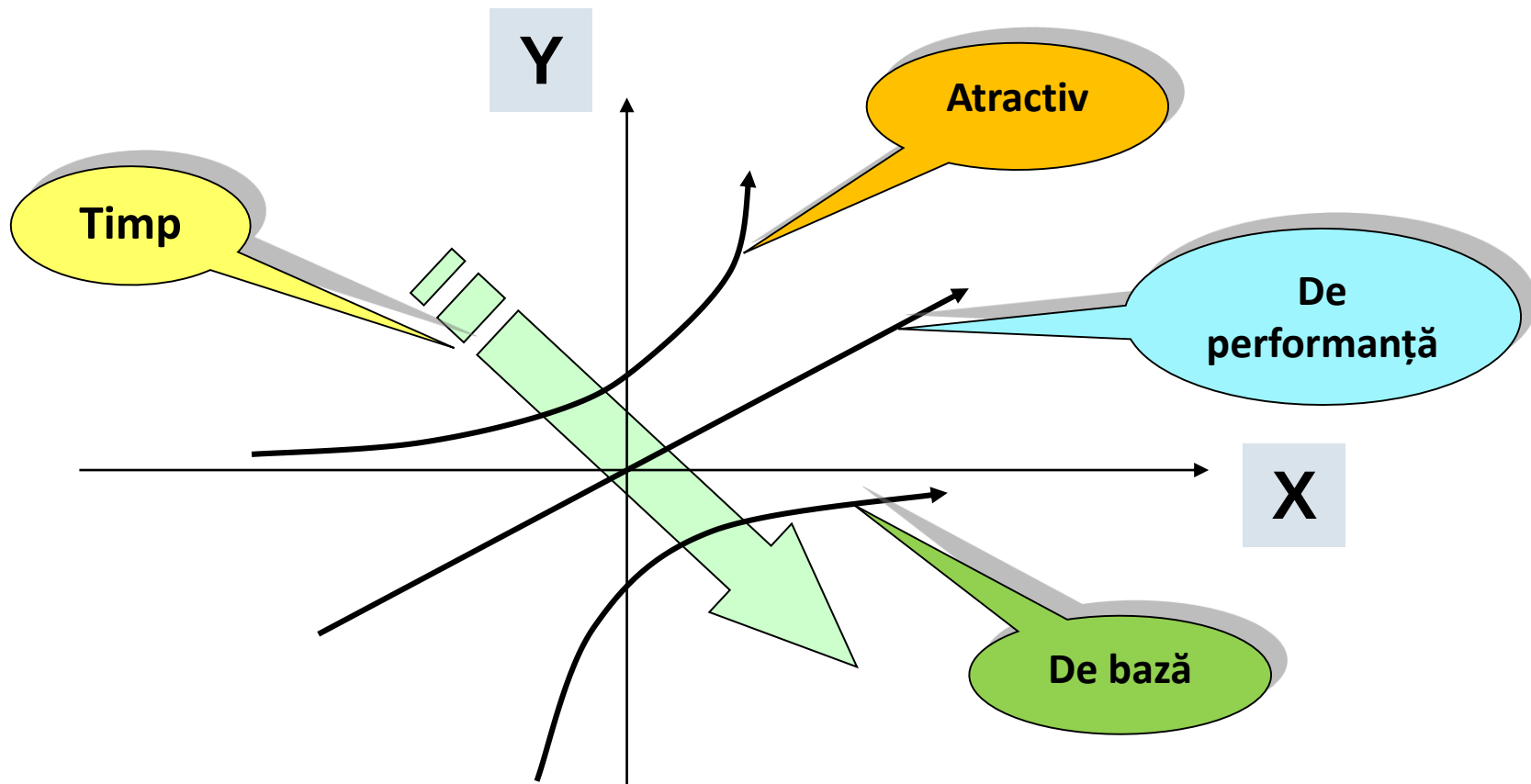
 Kano urmează aceste categorii cu sintagma „**elemente de calitate**”, însemnând un nivel înalt funcțional al cerințelor.

➤ Exemple de răspunsuri la categoriile Kano referitoare la elementele de calitate ale unui automobil

Elementul de calitate	<i>Așteptat</i>	<i>Dorit</i>	<i>Încântat</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Invers</i>
Vizibilitate bună	●				
Interior spațios		●			
Sistem de tracțiune îmbunătățit			●		
Imagine aventuroasă și simpatică				●	
Transmisie manuală în 6 trepte					●



Zona neutră este cea în care începe Calitatea Atractivă și se sfârșește Calitatea Obligatorie



 O altă posibilitate de **a distinge între tipurile de cerințe care influențează satisfacția clientului** este să se răspundă în 5 feluri diferite la fiecare pereche de întrebări pentru fiecare element al produsului sau serviciului.

1. Construirea chestionarelor de tip Kano

Întrebări funcționale și disfuncționale în sondajul Kano

Forma funcțională a întrebării

Dacă automobilul are o vizibilitate bună cum vă simțiți ?

1. Îmi place în acest fel
2. Trebuie să fie în acest fel
3. Sunt neutru
4. Este acceptabil în acest fel
5. Nu îmi place în acest fel

Forma disfuncțională a întrebării

Dacă automobilul nu are o vizibilitate bună cum vă simțiți ?

1. Îmi place în acest fel
2. Trebuie să fie în acest fel
3. Sunt neutru
4. Este acceptabil în acest fel
5. Nu îmi place în acest fel

Modul de evaluare al răspunsurilor la întrebările pereche

Cerințele clientului		Întrebări disfuncționale (negative)				
		1.Satisfăcut	2.Trebuie să existe	3.Neutru	4.Acceptabil	5.Nesatisfăcut
Întrebări funcționale (pozitive)	1.Satisfăcut	<i>Chestionabil</i>	<i>Atractiv</i>	<i>Atractiv</i>	<i>Atractiv</i>	<i>Unidimensional</i>
	2.Trebuie să existe	<i>Invers</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Trebuie să existe</i>
	3.Neutru	<i>Invers</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Trebuie să existe</i>
	4.Acceptabil	<i>Invers</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Indiferent</i>	<i>Trebuie să existe</i>
	5.Nesatisfăcut	<i>Invers</i>	<i>Invers</i>	<i>Invers</i>	<i>Invers</i>	<i>Chestionabil</i>

Modul de evaluare al răspunsurilor la întrebările pereche (simbolizare)

Customer Requirements ↓		Dysfunctional				
		1. like	2. must-be	3. neutral	4. live with	5. dislike
Func-tional	1. like	Q	A	A	A	O
	2. must-be	R	I	I	I	M
	3. neutral	R	I	I	I	M
	4. live with	R	I	I	I	M
	5. dislike	R	R	R	R	Q

Customer Requirement is:

A: Attractive

M: Must-be

R: Reverse

O: One-dimensional

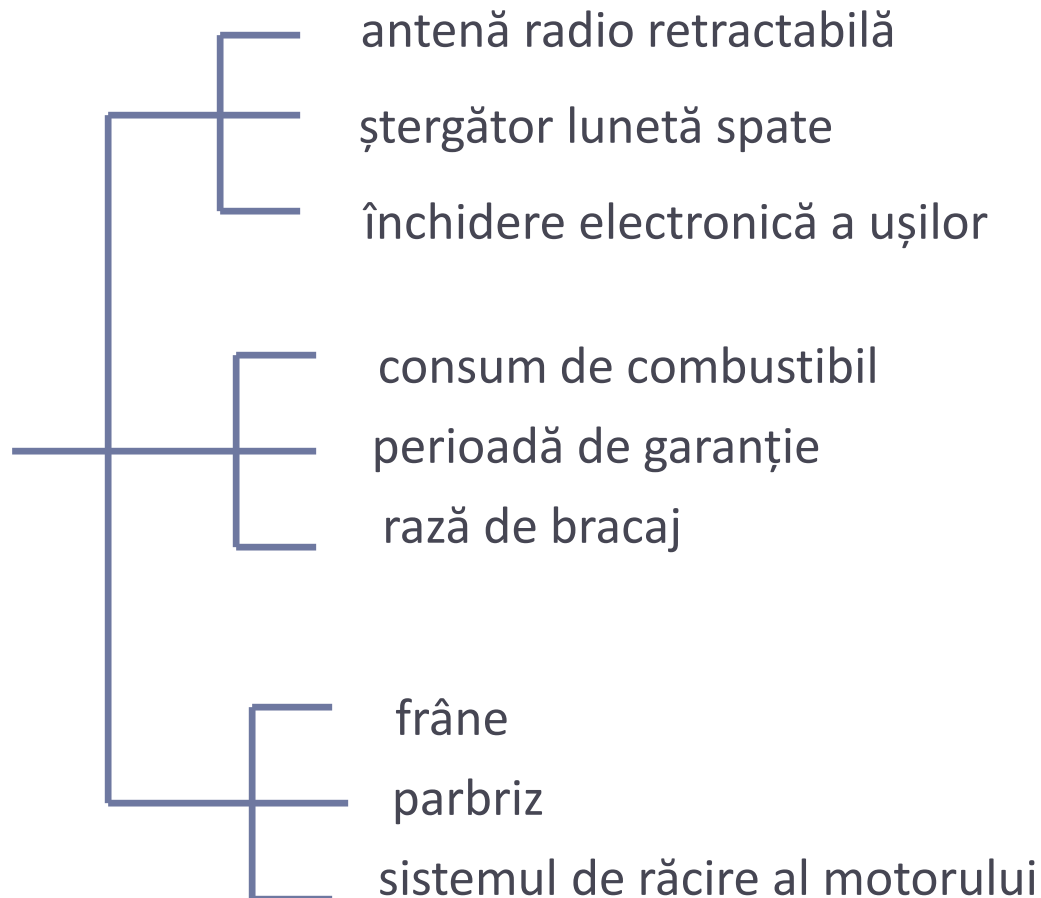
Q: Questionable result

I: Indifferent

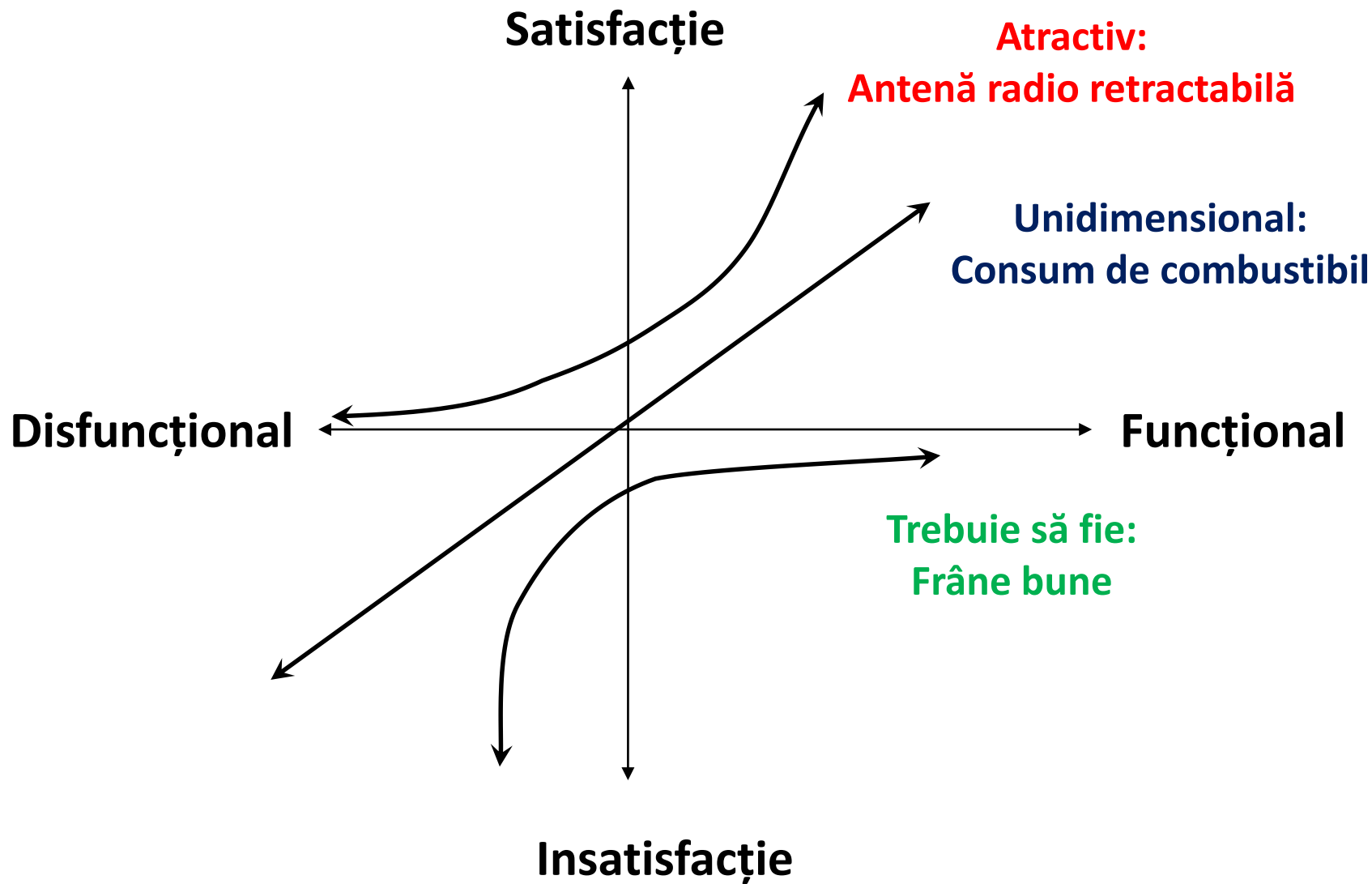
Exemplu

...cerințele clientului (Customer Requirements – C.R)

**C.R pentru un
automobil**



1.a Dacă consumul de combustibil este mic cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel
1.b Dacă consumul de combustibil este mare, cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel
2.a Dacă frânele sunt tari, cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel
2.b Dacă frânele sunt slabe, cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel
3.a Dacă antenna radio se retrage automat când radioul este oprit, cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel
3.b Dacă antenna radio nu se retrage automat când radioul este oprit, cum vă simțiți ?	1. Îmi place în acest fel 2. Trebuie să fie în acest fel 3. Sunt neutru 4. Este acceptabil în acest fel 5. Nu îmi place în acest fel



...câteva recomandări privind întrebările pereche...



Pentru a formula o întrebare clară, nu abstractizați la limită



Atunci când o cerință potențială provine din analiza datelor VOC, evitați abaterea de la intenția originală a declarației de cerință a clientului



Atenție la exprimarea polară a întrebărilor pereche, este de preferat orientarea multivalorică



Nu introduceți mai multe gânduri într-o singură întrebare. Dacă o cerință particulară conține mai multe gânduri, folosiți mai multe întrebări Kano.



Formulați întrebările în termenii clientului, nu în termeni ai dezvoltării produsului, adică în termeni ai beneficiului adus și ai elementelor care le produc



Timpul alocat ascultării clientului și formatul chestionarului îmbunătățesc imaginea profesională a organizației

2. Testarea chestionarelor de tip Kano



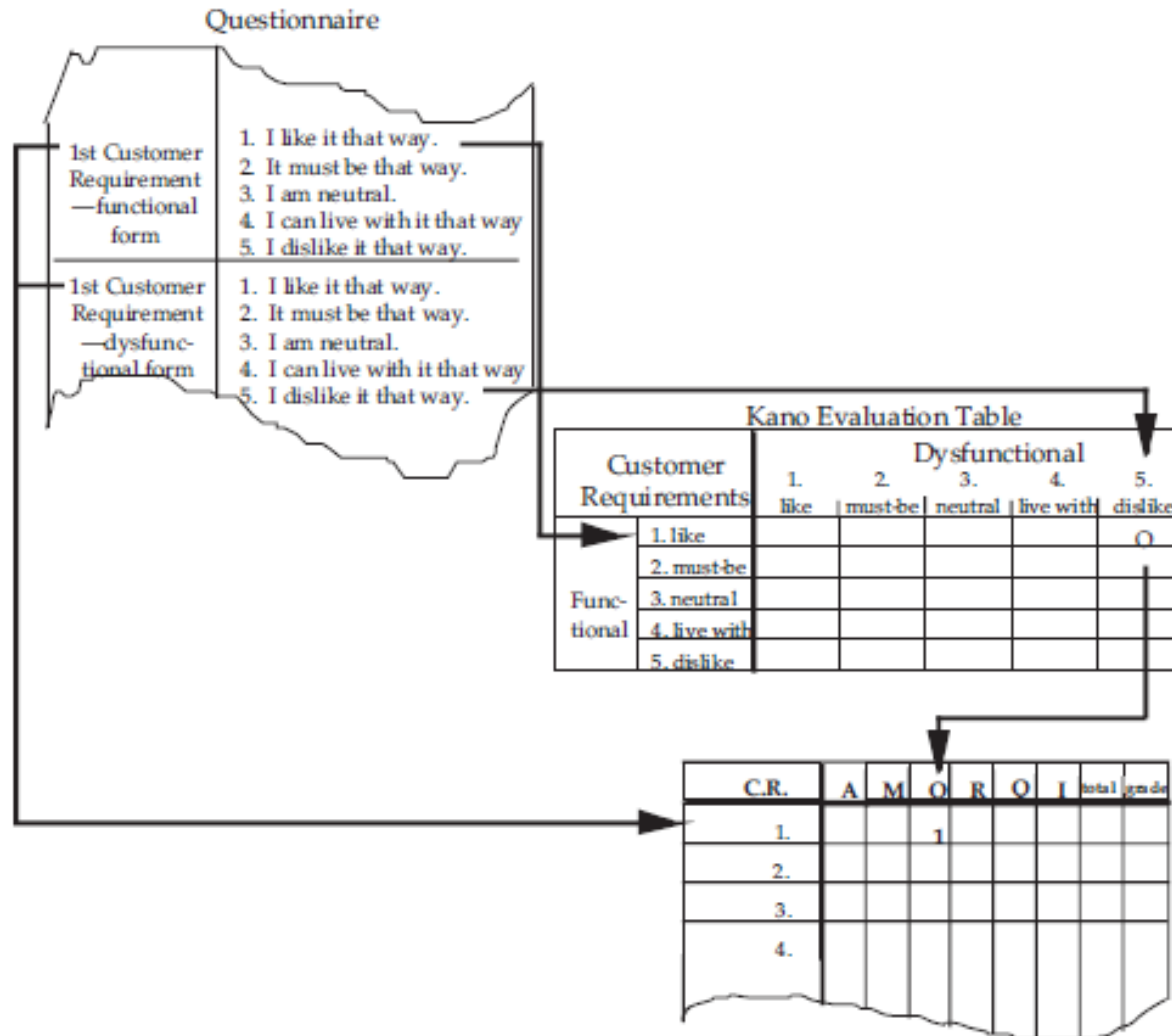
Atunci când un chestionar Kano este trimis la mai mulți clienți este important ca acesta să fie înțeles de toți.

- Pentru început puneți membrii care participă la elaborarea chestionarului Kano să răspundă la întrebări. Fiecare membru trebuie să se gândească la un client încercând să prezică ce ar răspunde acesta și care întrebări s-ar putea să nu le înțeleagă.
- Apoi selectați oameni din interiorul organizației și administrați-le chestionarul. Selectați o mare varietate de personal (manageri, ingineri, personal de la marketing etc).
- Dacă testul intern semnalează ceva confuz, este probabil că și clienții vor remarca același lucru.
- Revizuiți și retestați chestionarul adăugând, dacă e necesar, instrucțiuni suplimentare.

3. Administrarea chestionarelor de tip Kano

- Selectați clienții pe care doriți să-i intervievați, asigurând reprezentativitatea eșantionului
- Decideți cum doriți să transmiteți chestionarele: telefon, fax, poștă, e-mail, față în față etc. Cea mai folosită este transmiterea prin poștă. Dacă optați pentru acest mod, scrieți o scrisoare de introducere în care să explicați scopul sondajului și includeți instrucțiuni de completare pentru clienți.
- Dacă folosiți și **chestionare pentru Importanță** alături de chestionarele Kano, folosiți aceeași secvență de întrebări în ambele pentru a compara mai ușor cele două chestionare.
- Trimiteți chestionarele. Păstrați un jurnal al clienților la care s-au trimis chestionare și înregistrați rezultatele pe măsură ce sosesc.

4. Procesarea rezultatelor



Exemplu

C.R.	A	M	O	R	Q	I	total	grade
1.	1	1	21				23	O
2.		22			1		23	M
3.	13		5			5	23	A
...	6	1	4	1		11	23	I
...	1	9	6	1		6	23	M
...	7		2	3	1	10	23	I



Cel mai simplu mod de a alege o categorie este să se folosească codul care apare cel mai des în răspunsurile pentru o anumită cerință (C.R) - adică se folosește **modul statistic al răspunsurilor**.

✓ **Observații**

✓ Dacă orice cerință primește un număr substanțial de scoruri **Q (questionable) – chestionabil**, întrebarea trebuie probabil scoasă temporar din analiză până când confuzia cu aceasta va fi rezolvată sau modul de gândire a respondenților poate fi deslușit.

✓ Dacă majoritatea respondenților dau un scor **R (reverse) - invers** la una din cerințe, aceasta indică faptul că gândirea pieței despre întrebare este opusă gândirii celor ce au creat chestionarul.

4. Analizarea rezultatelor

Beneficii obținute prin analiza datelor chestionarului Kano:

- O mai bună înțelegere a cerințelor clienților;
- Prioritizarea cerințelor pentru activități de dezvoltare;
- Decelarea caracteristicilor segmentelor de piață;
- Ajutarea procesului de proiectare.

✓ Observație:

Scopul chestionarelor Kano este să se înțeleagă mai bine *caracteristicile cerințelor clienților*. Răspunsurile trebuie privite doar ca un ghid, ele *nu oferă răspunsuri exacte asupra a ce element trebuie inclus în produs sau ce cerință nu trebuie satisfăcută în întregime*.



De obicei se dorește să se facă o analiză mai în profunzime decât cea oferită de modul statistic simplu.

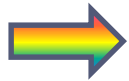
Exemplu:

Există două întrebări și 50 de răspunsuri la fiecare:

- 30 de clienți consideră prima cerință **A** iar 20 o consideră **I**.
- 30 de clienți consideră a doua cerință **A** iar 20 o consideră **M**.

Concluzie:

În acest caz este clar că cele două cerințe trebuie tratate în mod diferit. A doua cerință trebuie să fie prioritară pentru echipă.



Atunci când două coduri Kano sunt egale în evaluarea unei întrebări, se consideră:

- a. Contactarea clienților pentru informații adiționale,
- b. Cercetarea pentru diferențe în segmentarea pieței,
- c. Selectarea clasificării care va avea cel mai mare impact asupra produsului, folosind următoarea ordine:

M > O > A > I



Un alt mod de a studia datele este să se construiască un tabel cu coloane pentru primul, al doilea și al treilea cel mai frecvent răspuns.

Numărul CR	Cel mai frecvent răspuns	Al 2-lea cel mai frecvent răspuns	Al 3-lea cel mai frecvent răspuns
1	A	O	
2	A	O	
3	M		
4	O	I	I
5	O	A	
6	M	A	
7	A	O	M
8	M		
9	O	M	I

 Apoi rândurile pot fi rearanjate în grupe conform ordinii: M, O, A, I, R.

Numărul CR	Cel mai frecvent răspuns	Al 2-lea cel mai frecvent răspuns	Al 3-lea cel mai frecvent răspuns
8	M		
3	M		
6	M	A	
9	O	M	I
5	O	A	
4	O	A	
1	A	O	
7	A	O	M
2	A	O	I

 Dacă se utilizează în paralel cu chestionarul Kano și un chestionar de Importanță, atunci răspunsurile pot fi sortate pe baza acestuia:

Exemplu:

Dacă există mai multe cerințe ale clienților a căror evaluare a fost **A**, atunci se pot folosi datele din chestionarul de Importanță pentru sortare în ordine descrescătoare a importanței acestor cerințe.

✓ Observație:

Ca și ghid general, se poate considera necesar:

- îndeplinirea cerințelor **M**,
- a fi competitiv față de liderii de piață relativ la **O**,
- a se include pentru diferențiere elemente **A**.

Chestionarul de Importanță

➡ Pentru fiecare cerință potențială a clienților inclusă în chestionarul Kano, se construiește o întrebare în chestionarul de Importanță în formatul general: **"Cât de important este sau ar fi dacă: [cerința X]?"**

Exemplu:

"Cât de important este sau ar fi dacă automobilul are un consum mic ?"

	Not at all important		Somewhat important		Important		Very important		Extremely important
		←							→
<i>How important is it or would it be if:</i> The car has good gas mileage?	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>How important is it or would it be if:</i> The car has good brakes?	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>How important is it or would it be if:</i> The car has a long warranty period?	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>How important is it or would it be if:</i> The car has a small turning radius?	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Îmbunătățiri ale analizei rezultatelor



Dacă chestionarul Kano întreabă despre **funcții foarte generale**, ca de exemplu dacă o mașină trebuie să aibă 3 sau 4 roți sau un soft trebuie să aibă o GUI (graphical user interface), **fiecare va avea o opinie specifică**.



Dacă însă chestionarul Kano întreabă despre **funcții foarte specifice**, ca de exemplu dacă o mașină trebuie să aibă valve ceramice sau un soft trebuie să fie compatibil cu un printer specific, atunci **majoritatea respondenților pot fi indiferenți (I)**.



Întrebări **extrem de detaliate** pot crește “nivelul zgomotului” pâna la nivelul în care **toate cerințele sunt considerate indiferente (I)**.

Exemplu:

Dacă 18 răspunsuri clasifică o cerință ca **O**, 19 ca **A**, 18 ca **M**, 20 ca **I**, 2 ca **R** și 3 ca **Q**, atunci modul statistic simplu clasifică cerința ca **I** deși 57 din 82 de persoane consideră că au nevoie de acea cerință într-un fel sau altul

O modalitate de a modifica **modul statistic simplu** este:

$$\text{Dacă } (\mathbf{O} + \mathbf{A} + \mathbf{M}) > (\mathbf{I} + \mathbf{R} + \mathbf{Q})$$

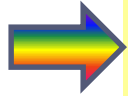
Atunci gradul este maximum (**O**, **A**, **M**)

Dacă nu, gradul este maximum (**I**, **R**, **Q**).

C. R.	A	O	M	I	R	Q	total	grade
1.	19	18	18	20	2	3	90	A
2.	7	6	9	36	2	2	62	I
...								

Pentru CR1, $(19+18+18) > (20+2+3)$. De aceea, gradul este **A**; adică, maximum (18, 19, 18).

Pentru CR2, $(7+6+9) < (36+2+2)$. De aceea, gradul este **I**, sau maximum (36, 2, 2).



Sunt unele cazuri în care răspunsurile sunt "răspândite" pe mai multe categorii sau când deși sunt împărțite în mod diferit pe două categorii, gradul este același.

C R	A	M	O	R	Q	I	total	grade
1.	33	21	30			16	100	A
2.	90					10	100	A
3.	60					40	100	A



Ideea este să se reducă datele la 2 numere, unul pozitiv care dă valoarea relativă a îndeplinirii cerințelor clienților (satisfacția clientului va crește prin oferirea de elemente **A** și **O**) și unul negativ, arătând costul relativ al neîndeplinirii acelei cerințe (satisfacția clientului va scădea dacă elementele **O** și **M** nu sunt incluse).

(Customer Satisfaction Index – CSI)

Indicele de Satisfacție al Clienților

➡ Customer Satisfaction Index (CSI) este o metodă (propusă de Berger et. al în 1993) de a identifica clasificarea atributelor în conformitate cu modelul Kano.

➡ Acesta este format din rata de clienții care declară a fi mulțumiți cu prezența sau suficiența atributelor (**SI - Satisfaction Index**), precum și de rata de clienții care declară a fi nemulțumiți cu lipsa sau insuficiența atributelor (**DI – Dissatisfaction Index**).

➡ Dacă $SI > 0,5$ și $DI < 0,5$, atributul este clasificat ca fiind **A**.

➡ Dacă $SI \leq 0,5$ și $DI \geq 0,5$, acesta este clasificat ca **M**.

➡ Dacă $SI > 0,5$ și $DI > 0,5$, acesta este clasificat ca **O**

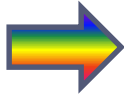
➡ Dacă $SI < 0,5$ și $DI < 0,5$, el este clasificat ca **I (Neutru)**.

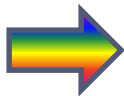
Coeficienții de Satisfacție/**Insatisfacție** a Clientilor

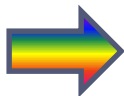
$$SC = \frac{A + O}{A + O + M + I} \quad \text{Coeficientul de Satisfacție al Clientului}$$

$$DC = \frac{O + M}{(A + O + M + I) \cdot (-1)} \quad \text{Coeficientul de **Insatisfacție** al Clientului}$$

$$TSC = \frac{A - M}{A + O + M + I} \quad \text{Coeficientul Total de Satisfacție al Clientului}$$

 Semnul (-) pus în fața coeficientului DC este pentru a accentua influența lui negativă asupra satisfacției clientului dacă nu este atins nivelul de calitate pentru acest produs.

 Coeficientul pozitiv SC ia valori între 0 și 1; cu cât valoarea este mai apropiată de 1, cu atât mai mare influența asupra satisfacției clientului. Un coeficient SC care se apropie de 0 semnifică faptul că există foarte puțină influență.

 Dacă DC se apropie de -1, influența asupra insatisfacției clientului este foarte puternică dacă atributul produsului nu este îndeplinit. O valoare de aproximativ "0" semnifică faptul că acel atribut nu cauzează insatisfacție dacă nu e îndeplinit.

 Dacă $TSC < 0$, atunci cerințele sunt **O**, dacă $TSC > 0,1$, atunci cerințele sunt **A**, dacă $TSC = 0$, atunci cerințele sunt **R**.

Tabelul de transformare Kano

	I like	Must-be	Neutral	I live with	Dislike
Functional	4	2	0	-1	-2
Dysfunctional	-2	-1	0	2	4

Forma de analiză descrisă în această secțiune presupune existența a Q perechi de întrebări, $j = 1, \dots, Q$ și N respondenți, $i = 1, \dots, N$. Se presupune de asemenea folosirea în paralel cu **Chestionarul Kano** a unui **Chestionar de importanță**. Astfel, există trei scoruri pentru fiecare cerință investigată a clientului— **Funcțional**, **Disfuncțional** și **Importanță**.

Cele 3 scoruri sunt codate astfel:

Funcțional: $Y_{ij} = -2$ (Dislike), -1 (Live with), 0 (Neutral), 2 (Must-be), 4 (Like)

Disfuncțional: $X_{ij} = -2$ (Like), -1 (Must be), 0 (Neutral), 2 (Live with), 4 (Dislike)

Importanță: $W_{ij} = 1$ (Not at all Important), ..., 9 (Extremely Important).

Astfel, dacă **respondentul 8** răspunde că îi place economia de carburant, poate "trăi" și cu consum mai mare și consideră că problema economiei de carburant e de importanță medie, rezultă:

$$Y_{8,6} = 4$$

$$X_{8,6} = 2$$

$$W_{8,6} = 5$$

- De notat că X și Y iau valorile -2, -1, 0, 2, 4 .
- Logica pentru scala asimetrică (începând de la -2, mai degrabă decât de la -4) este că "Must be" și "One-dimensional" sunt răspunsuri mai puternice ca "Reverse" sau "Questionable".
- De aceea scala trebuie să dea o importanță mai mică răspunsurilor mai puțin puternice pentru a diminua influența lor asupra mediei.
- Răspunsurilor de tip Reverse li se dă o importanță mai mică, fiind "trase" spre zero.

Functional (-2 to 4) vs. Dysfunctional (-2 to 4)

<u>Functional</u>	Like 4	Q	A	<u>A</u>	A	<u>Q</u>
	Must-be 2	R	I	I	I	M
	Neutral 0	R	I	<u>I</u>	I	<u>M</u>
	Live with -1	R	I	I	I	M
	Dislike -2	<u>R</u>	R	R	R	Q
		Like -2	Must-be -1	Neutral 0	Live with 2	Dislike 4
		<u>Dysfunctional</u>				

Cele mai pure reprezentări pentru punctele Reverse, Indifferent, One-dimensional, Must-be, și Attractive se identifică în acest sistem de coordonate cu punctele:

Reverse $X = -2, Y = -2$

Indifferent: $X = 0, Y = 0$

One-dimensional $X = 4, Y = 4$

Must-be $X = 4, Y = 0$

Attractive: $X = 0, Y = 4$

Aceste puncte sunt prezentate în figură (cu bold). Toate celelalte combinații de puncte XY apar ca interpolări între aceste puncte

✓ Calculați pentru toate întrebările, $j = 1, \dots, Q$, media lui X (disfuncțional) și Y (funcțional) :

$$Xave[j] = \frac{\sum_i X_{ij}}{N} \text{ and } Yave[j] = \frac{\sum_i Y_{ij}}{N}$$

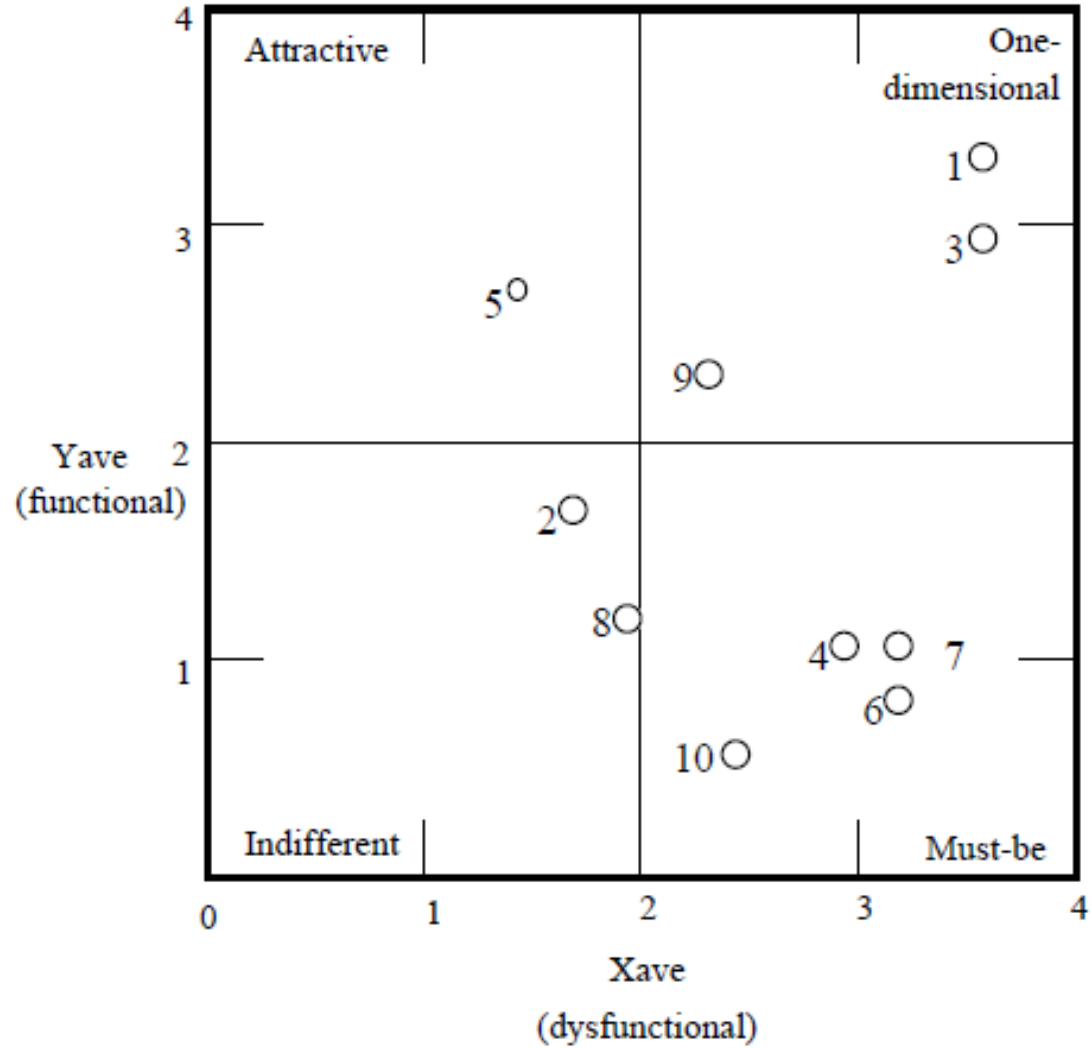
✓ Reprezentați punctele Q ($Xave[j], Yave[j]$) și folosiți numărul j ca *simbol pe grafic* astfel încât să puteți identifica ce întrebare reprezintă fiecare punct.

➤ Mediile trebuie să cadă între 0 și 4, deoarece valorile negative sunt fie "Questionables" sau "Reverses". „Questionables” nu vor fi incluse în medii. "Reverses" pot fi transformate din această categorie schimbând sensul întrebărilor funcționale și disfuncționale pentru toți respondenții.

➤ Altfel, cum s-a descris și anterior nu o să fie destule "Reverses,, să "tragă" media spre negativ. În figura următoare, pătratul în care $Xave$ și $Yave$ sunt cuprinse între 0 și 4 este împărțit în cadrane, considerând punctele proptotip Attractive, One-dimensional, Must-be, și Indifferent plasate în cele 4 colțuri.

➤ Acest pătrat provine din colțul dreapta-sus al figurii precedente.

Dysfunctional



✓ Din **Chestionarul de Importanță**, se calculează media importanței pentru fiecare întrebare

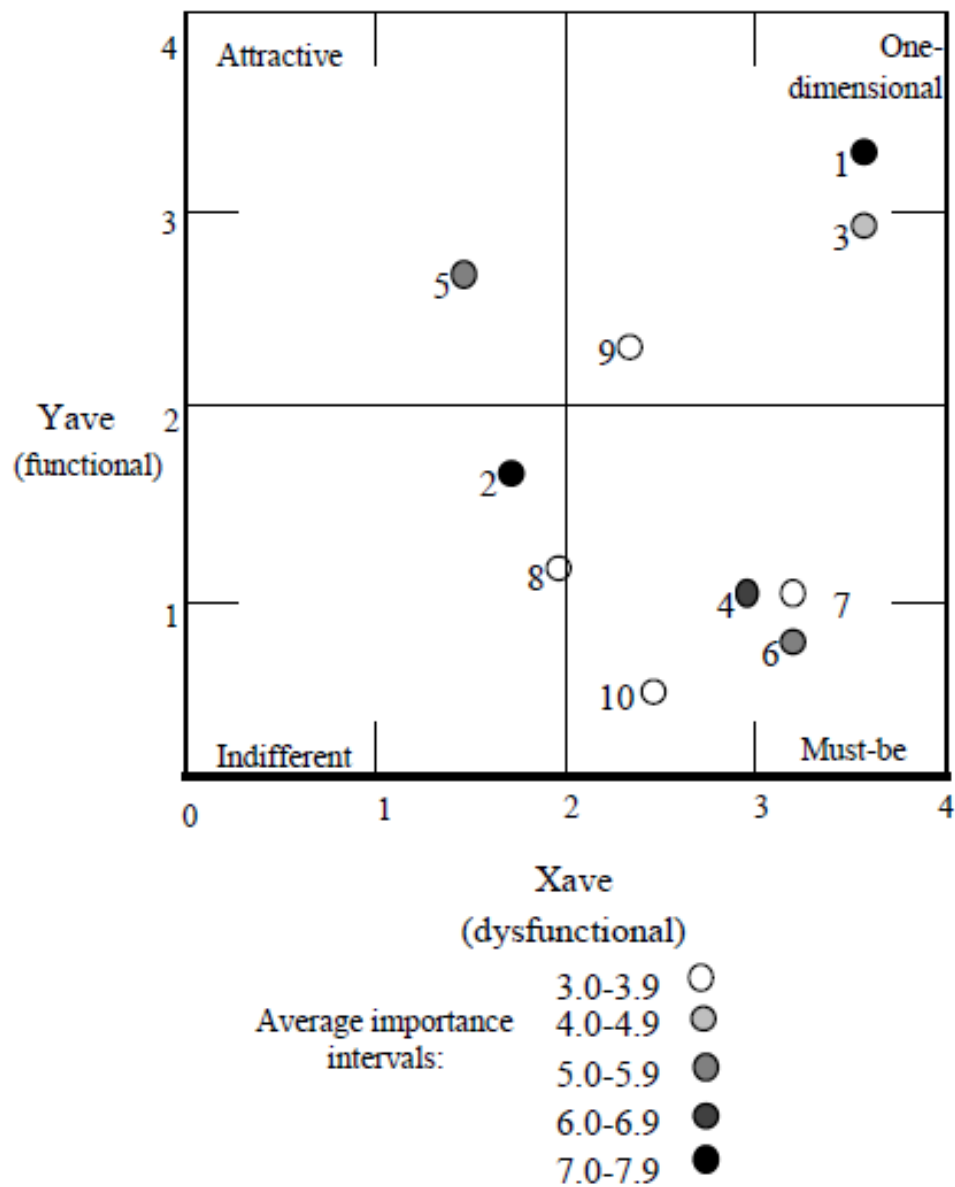
$$Wave[j] = \frac{\sum_i W_{ij}}{N},$$

✓ Reprezentați valoarea lângă punctele (Xave[j],Yave[j]), ca în figura următoare. De exemplu desenați un cerc plin, cu raza proporțională cu:

$$\sqrt{Wave[j]}$$

astfel încât raza cercului "j" va fi proporțională $Wave[j]$.

✓ Ca alternativă, reprezentați valorile lui "j" folosite în identificarea întrebării în nuanțe de gri, reprezentând domeniul de valori pentru *Wave*.



Chestionar de Ierarhizare

How would you rank the deep powder snow features of your skis?

☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7
totally unsatisfactory						excellent

Indicele de Îmbunătățire a Calității

Este foarte important pentru strategia dezvoltării produselor, să se cunoască calitatea propriului produs în raport cu cel mai puternic competitor. Este de aceea util, nu numai să cerem clienților să ne evalueze propriul produs ci și pe cel al competitorului.

Indicele de Îmbunătățire a Calității (QI) este raportul calculat prin înmulțirea semnificației relative a unei cerințe produsului (**Chestionarul de Importanță**) cu diferența dintre evaluarea propriului produs și cel al competitorului printr-un **Chestionar de Ierarhizare**

QI = Importanța relativă x (evaluarea propriului produs – evaluarea produsului competiției)

How important are the following features?	totally unimportant				very important		
	1	2	3	4	5	6	7
Good edge grip on hard snow							
Ease of turn							
Excellent deep powder snow features							x
Scratch-resistant surface							
.....							

How would you rank the deep powder snow features of your skis?

(own customer)

☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7
totally unsatisfactory						excellent

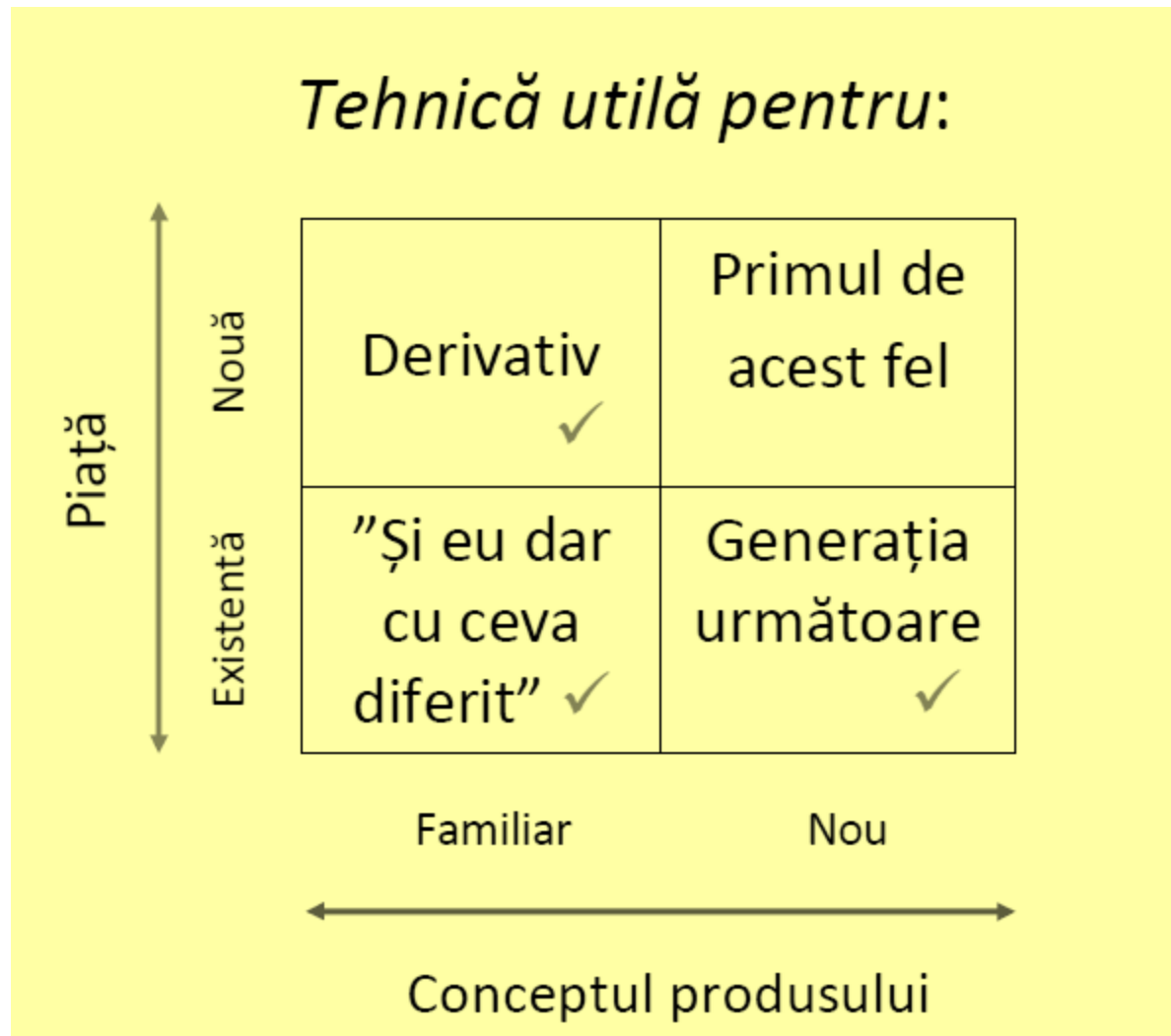
How would you rank the deep powder snow features of your skis?

(competitor's customer)

☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7
totally unsatisfactory						excellent

QFD – Quality Function Deployment

Desfășurarea funcției calității





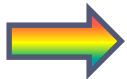
Quality Function Deployment (QFD) – este un *instrument de planificare* care are ca obiectiv proiectarea calității unui produs sau serviciu pornind de la nevoile clientului.

- Este o abordare care implică *echipe inter-funcționale* (ai căror membrii nu sunt neapărat din proiectarea produsului) care urmăresc ciclul complet al dezvoltării produsului.



QFD este o *abordare sistematică a proiectării* bazată pe o cunoaștere profundă a dorințelor/cerințelor clienților cuplată cu integrarea grupurilor funcționale ale corporației.

- Pentru a proiecta corect un produs, echipa de proiectare trebuie să cunoască *ce este produsul* pe care îl proiectează și *ce așteaptă clientul (utilizatorul final)* de la acesta.
- Constă în *"traducerea" dorințelor/cerințelor* clientului (de exemplu: ușurința de a scrie a unui pix) *în caracteristici de proiectare* (vâscozitatea pastei, presiune asupra vârfului-bilă) pentru fiecare stadiu al dezvoltării produsului (Rosenthal, 1992)



Scopul final al **QFD** este *"traducerea" criteriilor de calitate*, adesea *subiective*, în *criterii obiective* ce pot fi *cuantificate și măsurate* și care apoi pot fi utilizate pentru proiectarea și fabricarea produsului.

- Este o *metodă complementară* pentru determinarea a cum și unde trebuie atribuite prioritățile în dezvoltarea produsului.
- Intenția este să se obțină *proceduri obiective din ce în ce mai detaliate* în dezvoltarea produsului (Reilly, 1999).

- ✓ **QFD** a fost dezvoltată de Yoji Akao în 1966.
- ✓ În 1972 abordarea a fost bine demonstrată la Mitsubishi Heavy Industries Kobe Shipyard
- ✓ În 1978 a apărut prima carte în limba japoneză, tradusă ulterior în 1994 în limba engleză (Mizuno and Akao, 1994).

Cele 3 scopuri principale în implementarea QFD sunt:

- 1. Prioritizarea nevoilor și cerințelor spuse și nespuse ale clienților**
- 2. Traducerea acestora în caracteristici tehnice și specificații**
- 3. Construirea și oferirea unui produs sau serviciu de calitate prin focalizarea tuturor spre satisfacerea clientului.**

De la introducerea QFD, multe companii au reușit să-și transforme modul în care:

- Planifică noile produse
- Proiectează cerințelor produsului
- Determină caracteristicile procesului
- Controlează procesul de fabricare
- Documentează specificațiile existente ale produselor



QFD folosește unele principii ale Concurrent Engineering în ceea ce privește implicarea echipelor interfuncționale în toate fazele dezvoltării produselor.

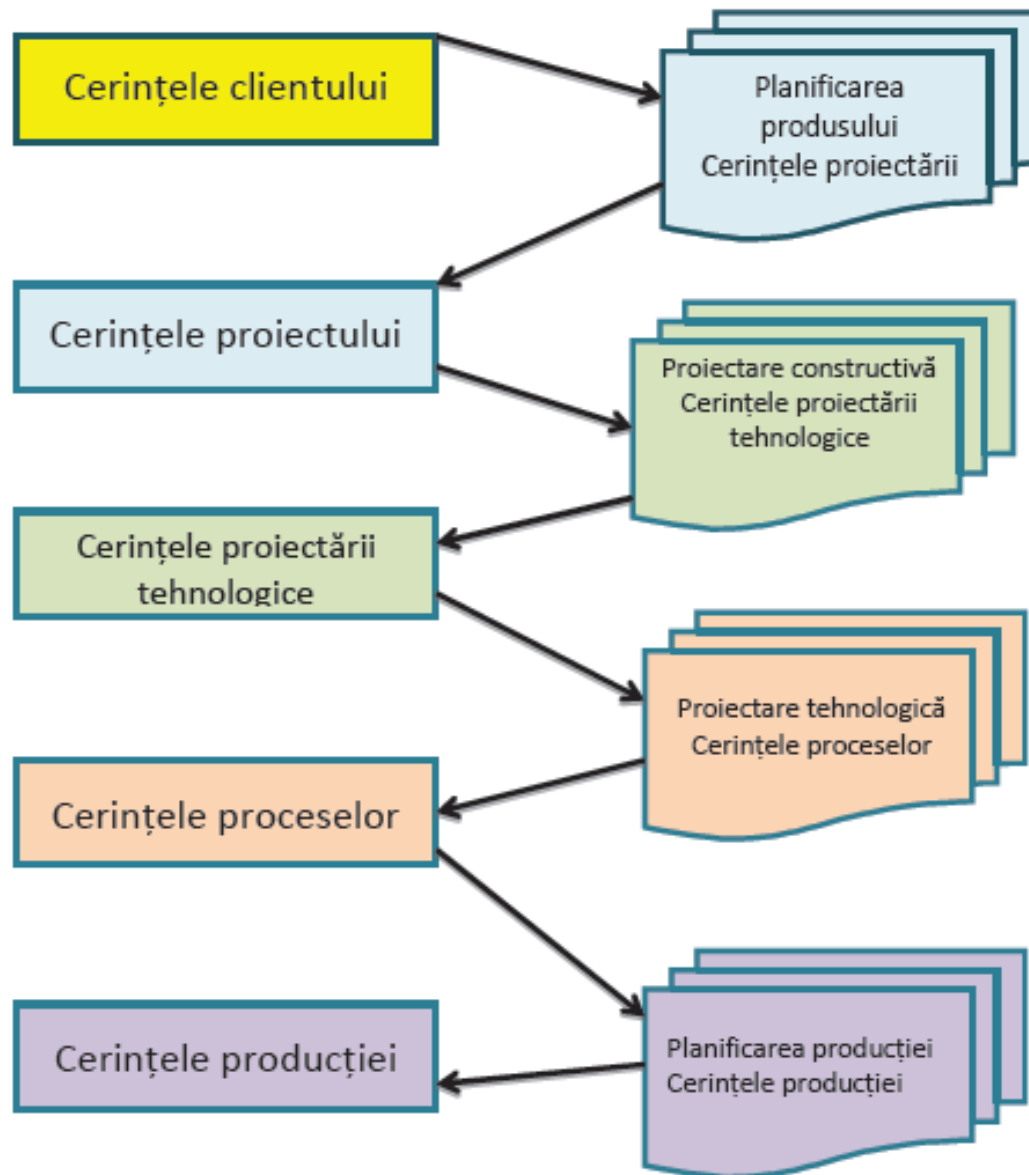


Fiecare din cele 4 faze ale unui proces **QFD** utilizează o matrice pentru a traduce a cerințelor clienților de la fazele inițiale de planificare până la controlul producției (Becker Associates Inc, 2000).

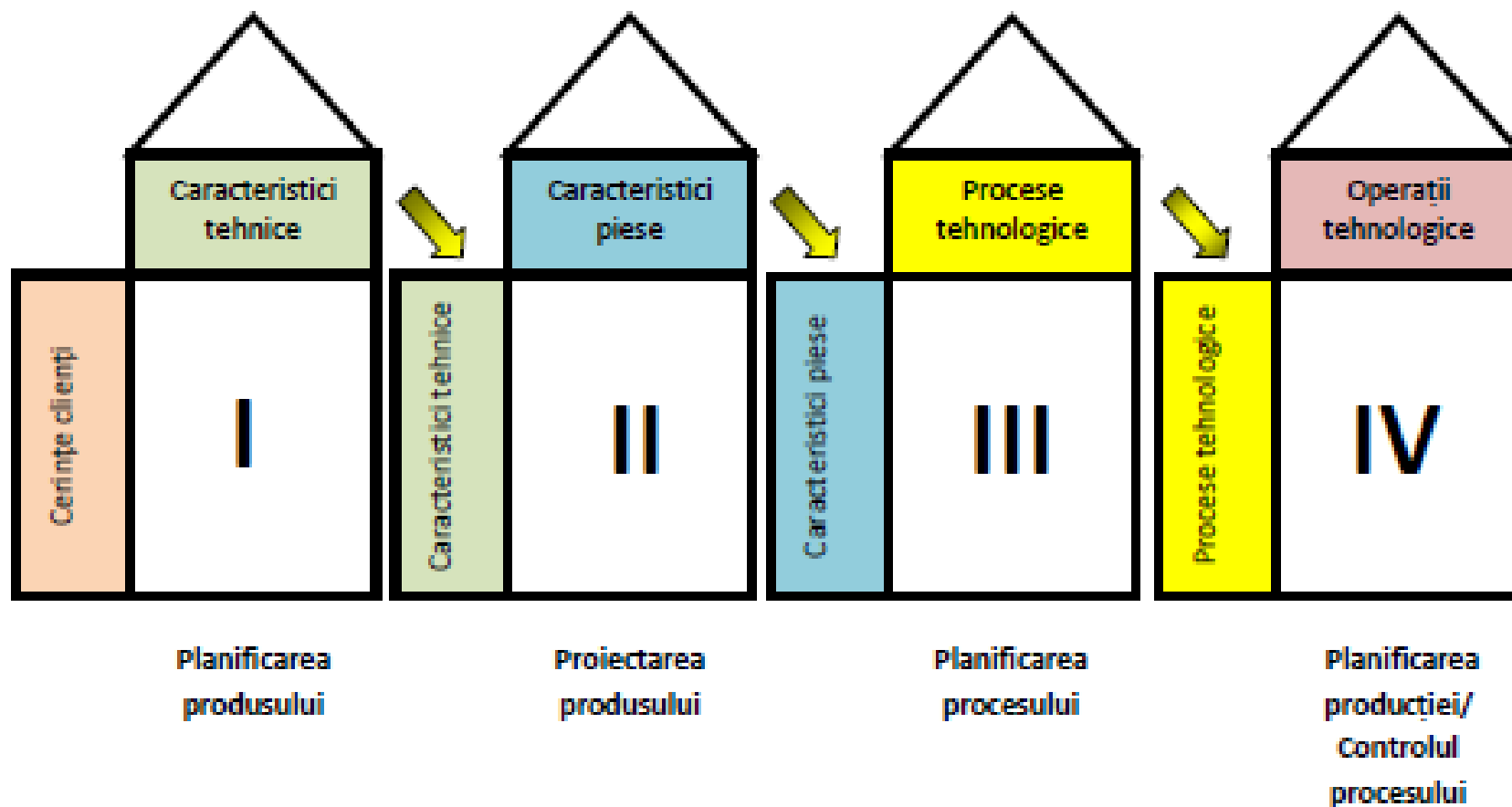


Fiecare fază, sau matrice, reprezintă un aspect mai specific al cerințelor produsului. Relațiile între elemente sunt evaluate pentru fiecare fază. Numai cele mai importante aspecte din fiecare fază sunt desfășurate în matricea următoare.

Aplicarea QFD în diverse etape din ciclul de dezvoltare al produsului

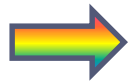


Fazele unui proces QFD



 **Faza 1 – Planificarea produsului:** Construirea Casei Calității. Este condusă de Departamentul Marketing. Multe organizații trec numai prin această fază a procesului QFD. Această fază documentează cerințele clienților, date din garanții, oportunități competitive, măsurări referitoare la produs, măsurări referitoare la competiție precum și abilitatea tehnică a organizației să îndeplinească fiecare cerință a clientului. Obținerea de date bune/corecte de la clienți, în această fază, este critică pentru succesul întregului proces QFD.

 **Faza 2 – Proiectarea produsului:** Este condusă de Departamentul Inginerie (Engineering). Proiectarea produsului necesită din partea echipei idei creative și inovative. În timpul acestei faze sunt create conceptele produsului și sunt documentate specificațiile pieselor. Piese considerate a fi cele mai importante în satisfacerea cerințelor clienților sunt transferate spre planificarea proceselor, adică faza 3.



Faza 3 – Planificarea procesului: Este condusă de Departamentul Fabricare (Manufacturing). În timpul acestei faze, se creează diagrame de flux (flowcharts) pentru procesele de fabricare și sunt documentate valorile parametrilor proceselor (sau valorile țintă).

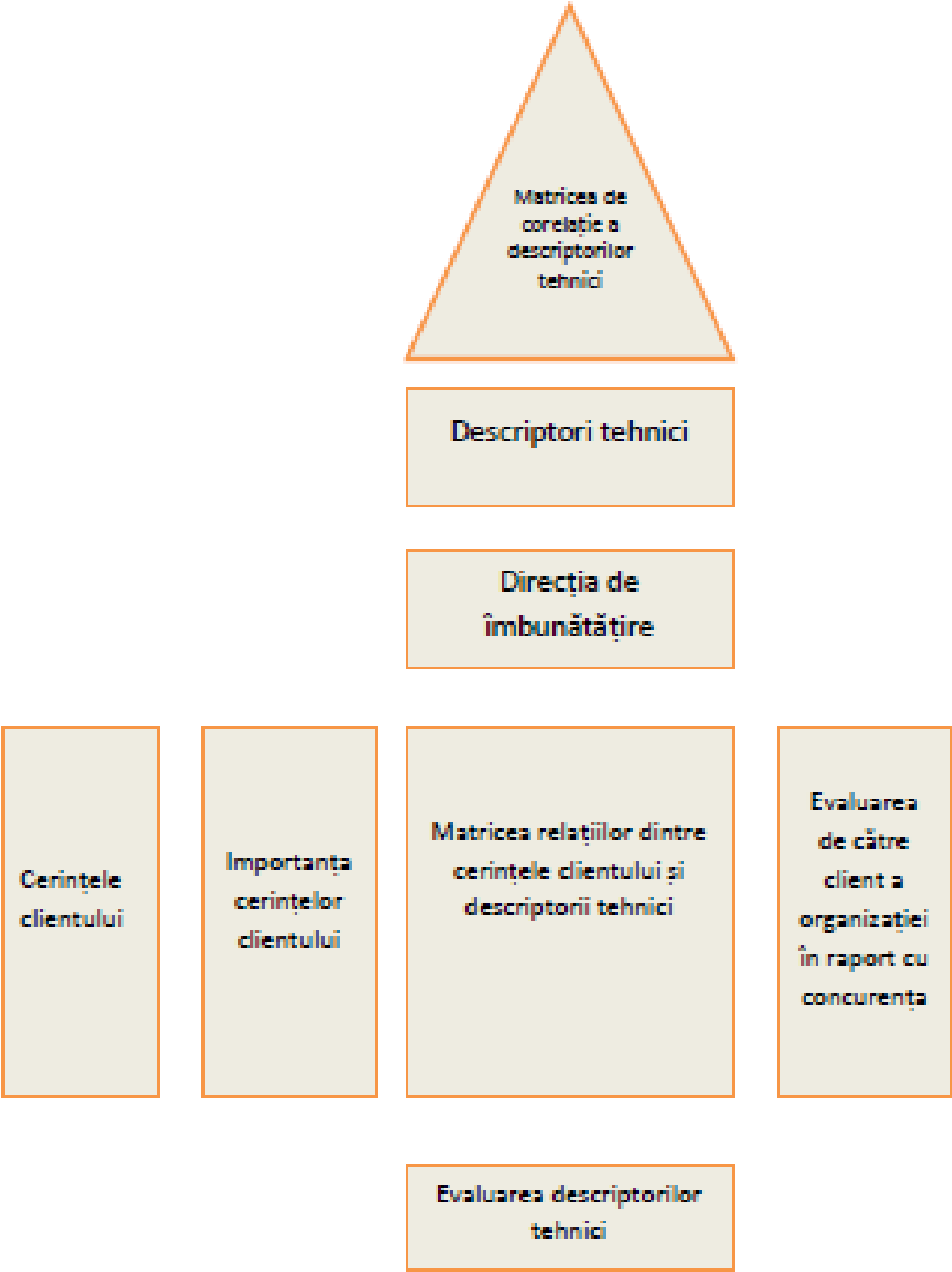


Faza 4 – Planificare producției/Controlul procesului: Este condusă de Departamentele Calitate (Quality) și Fabricare (Manufacturing). Se creează indicatori de performanță pentru monitorizarea proceselor de producție, planificarea mentenanței și abilităților necesare ale operatorilor. De asemenea se iau decizii referitoare la care procesul prezintă cel mai mare risc și sunt prevăzute elemente de control pentru prevenirea căderilor.

Casa Calității

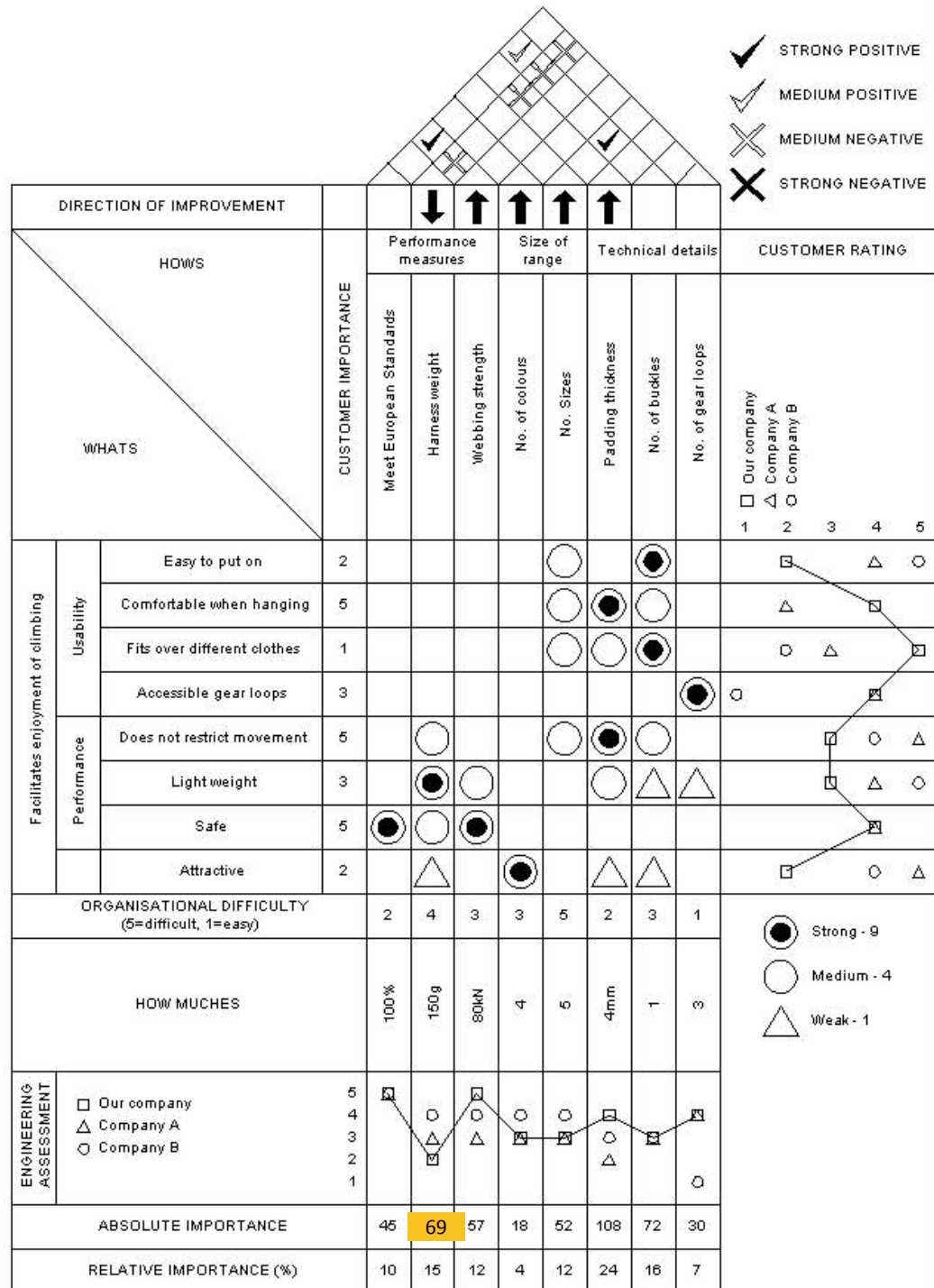
Prima fază în implementarea procesului **QFD** implică construirea "Casei Calității" (Hauser and Clausing, 1988)

"Casa Calității"



Dezvoltarea unui echipament de cățărare

(Lowe & Ridgway, 2001)



Pași în construirea Casei Calității (Becker and Associates, 2000)

Pasul 1: Cerințele clientului – "Vocea Clientului" (Voice of Customer – VOC)

Primul pas într-un proiect **QFD** este să se determine *ce segment de piață va fi analizat* în cadrul acestui proces și *să identifice clienții*. Apoi echipa preia informații de la client referitor la cerințele acestora despre produs sau serviciu. Pentru organizarea și evaluarea acestor date, se folosesc chestionare de tip Kano, Diagrame de Afinități sau Diagrame Arbore.

Facilitates enjoyment of climbing	Usability	Easy to put on										
		Comfortable when hanging										
		Fits over different clothes										
		Accessible gear loops										
	Performance	Does not restrict movement										
		Light weight										
		Safe										
		Attractive										

Pasul 2: Cerințele obligatorii (regulatorii)

Nu toate cerințele produsului sau serviciului sunt cunoscute clienților, astfel încât echipa trebuie să documenteze cerințele dictate de management sau standardele regulatorii.

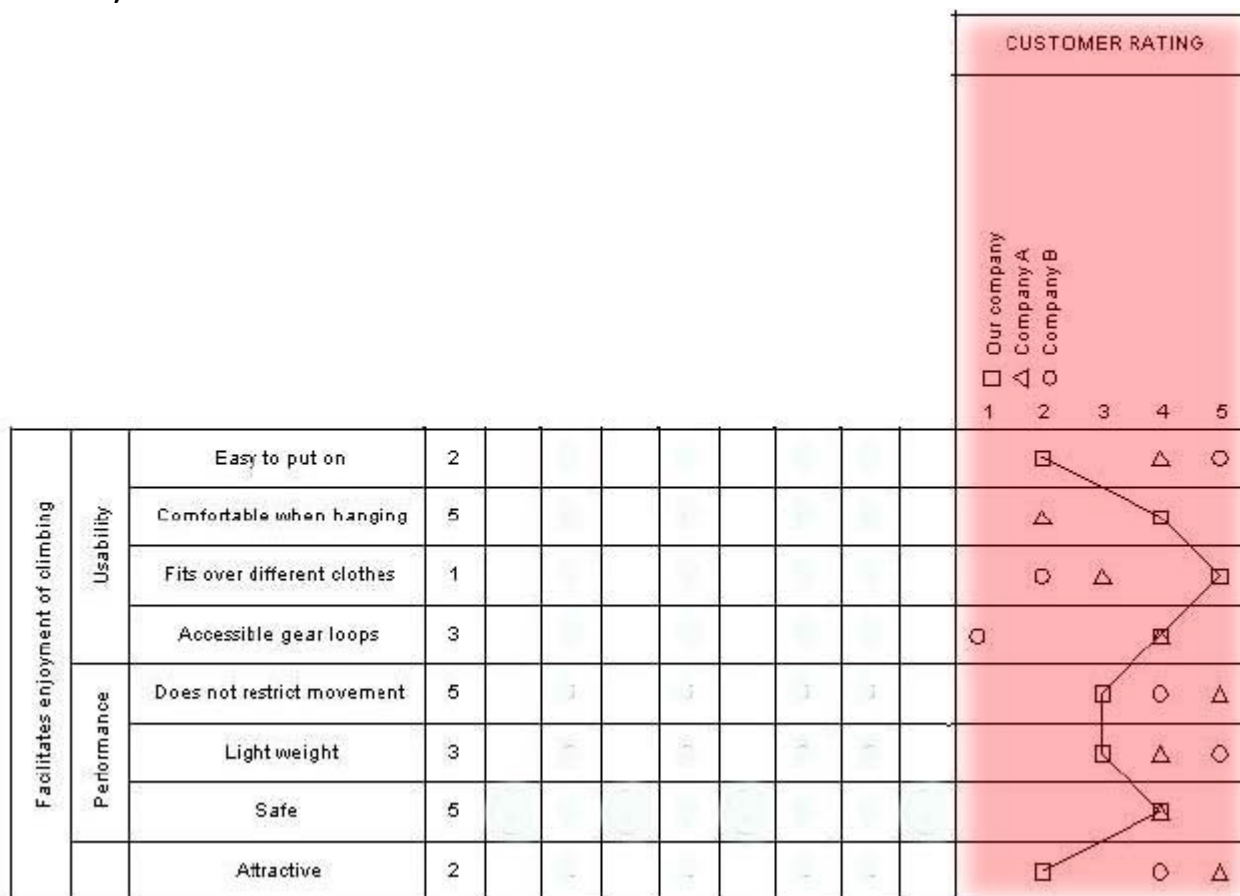
Pasul 3: Evaluarea importanței cerințelor de către clienți

Pe o scală de la 1 la 5, clienții evaluează importanța fiecărei cerințe. Acest număr va fi folosit mai târziu în matricea de relații.

Facilitates enjoyment of climbing	Usability	Easy to put on	2									
		Comfortable when hanging	5									
		Fits over different clothes	1									
		Accessible gear loops	3									
	Performance	Does not restrict movement	5									
		Light weight	3									
		Safe	5									
		Attractive	2									

Pasul 4: Evaluarea competiției de către clienți

Înțelegerea modului în care clienții evaluează competiția poate fi un mare avantaj competitiv. În acest pas al procesului QFD este o idee bună să se ceară clienților să evalueze produsul sau serviciul oferit relativ la competiție. Pot fi adăugate "camere" care să identifice oportunitățile de vânzare, țeluri pentru îmbunătățire continuă, plângeri ale clienților etc.



PLANNING MATRIX							
Our product	Competitor A's product	Competitor B's product	Planned rating	Improvement factor	Sales point	Overall weighting	Percentage of total
3	3	4	4	1.2	1.1	2.6	7
4	4	2	5	1.2	1.4	8.4	22
1	1	5	2	1.2	1.0	1.2	3
3	4	1	3	1.0	1.0	3.0	8
2	2	3	5	1.6	1.4	11.2	29
3	2	5	3	1.0	1.0	3.0	8
4	3	3	4	1.0	1.2	6.0	16
2	2	5	3	1.2	1.1	2.6	7
			Total (100%)			38	

Pasul 5: Descriptori tehnici – "Vocea Inginerului" – (Voice of Engineer – VOE)

Descriptorii tehnici sunt attribute despre produs sau serviciu care pot fi măsurate și evaluate în raport cu competiția. Pot exista descriptori tehnici deja folosiți în organizație pentru determinarea specificațiilor produsului sau pot fi create noi tipuri de măsurări care să asigure că produsul va îndeplini cerințele clientului.

HOWS WHATS			CUSTOMER IMPORTANCE	Performance measures			Size of range		Technical details		CUSTOMER RATING					
				Meet European Standards	Harness weight	webbing strength	No. of colours	No. Sizes	Padding thickness	No. of buckles	No. of gear loops	□ Our company △ Company A ○ Company B 12345				
Facilitates enjoyment of climbing	Usability	Easy to put on	2										□		△	○
		Comfortable when hanging	5										△		□	
		Fits over different clothes	1										○	△		□
		Accessible gear loops	3									○			□	
	Performance	Does not restrict movement	5											□	○	△
		Light weight	3											□	△	○
		Safe	5												□	
		Attractive	2										□		○	△

Pasul 6: Direcția de îmbunătățire

După definirea descriptorilor tehnici, trebuie determinată direcția în care trebuie să se deplaseze fiecare descriptor

DIRECTION OF IMPROVEMENT				↓	↑	↑	↑	↑										
HOW/IS WHAT/IS			CUSTOMER IMPORTANCE	Performance measures			Size of range		Technical details		CUSTOMER RATING							
				Meet European Standards	Harness weight	Webbing strength	No. of colours	No. Sizes	Padding thickness	No. of buckles	No. of gear loops	Our company Company A Company B	1	2	3	4	5	
Facilitates enjoyment of climbing	Usability	Easy to put on	2										□			△	○	
		Comfortable when hanging	5										△			□		
		Fits over different clothes	4										○		△		□	
		Accessible gear loops	3									○				□		
	Performance	Does not restrict movement	5												□	○	△	
		Lightweight	3												□		△	○
		Safe	5														□	
		Attractive	2											□			○	△

Pasul 7: Matricea de relații

Cu ajutorul matricii de relații, echipa determină relația între cerințele clienților și abilitatea organizației de a le îndeplini. Echipa pune întrebarea "Care este tăria relației între descriptorii tehnici și cerințele clienților?". Relația poate fi slabă, moderată sau puternică cu valorile numerice 1, 4 sau 9.

DIRECTION OF IMPROVEMENT				↓		↑		↑		↑											
				Performance measures		Size of range		Technical details		CUSTOMER RATING											
HOW'S			CUSTOMER IMPORTANCE	Meet European Standards		Harness weight		Webbing strength		No. of colours		No. Sizes		Padding thickness		No. of buckles		No. of gear loops			
WHATS																					

● Strong - 9
 ○ Medium - 4
 △ Weak - 1

Pasul 8: Dificultatea organizațională

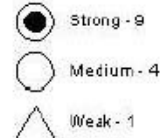
Se evaluează atributele de proiectare în termeni de dificultate organizațională. Este posibil ca anumite atribute să fie în conflict direct cu politicile organizației, de exemplu creșterea *numărului de mărimi (number of sizes)* poate fi în contradicție cu politica stocurilor organizației (de unde și gradul de dificultate organizațională maxim = 5)

DIRECTION OF IMPRVEMENT				↓	↑	↑	↑	↑			
HOWS 											

Pasul 9: Analiza tehnică a produselor competiției

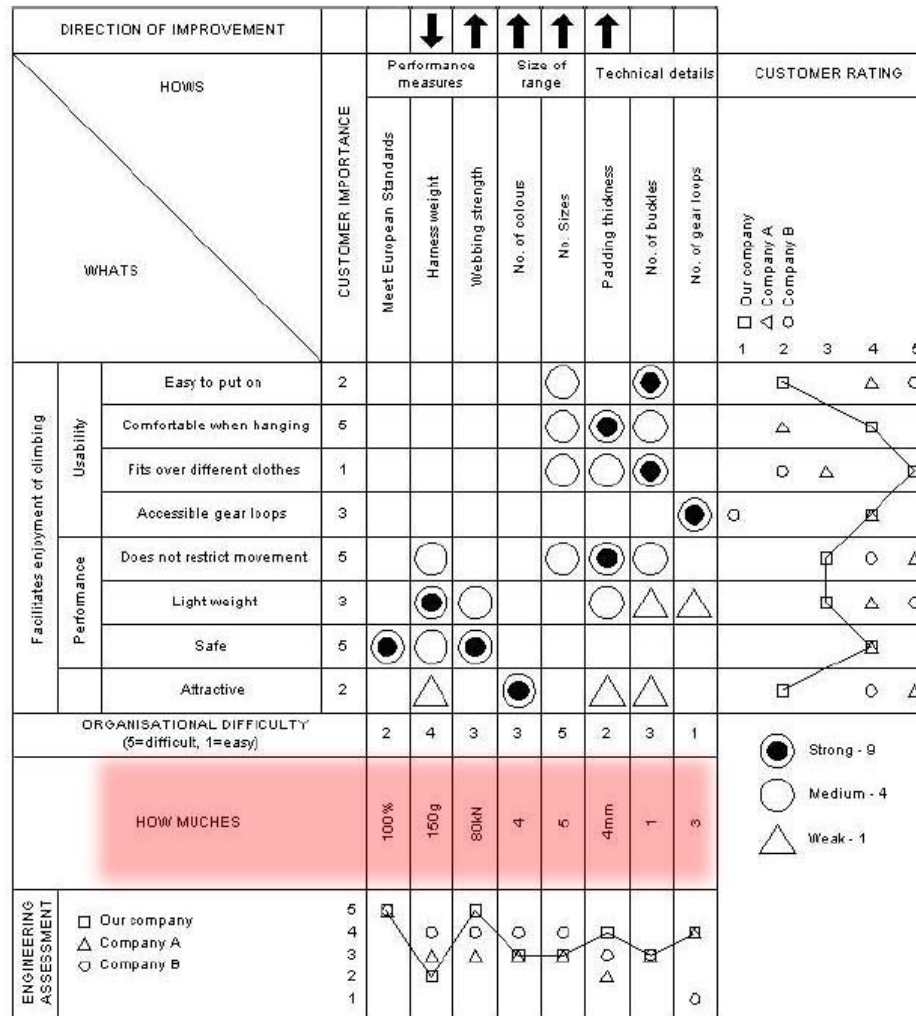
Pentru o cât mai bună înțelegere a competiției, Departamentul de Inginerie va efectua o comparație cu descriptorii tehnici ai competiției.

DIRECTION OF IMPROVEMENT				↓	↑	↑	↑	↑							
HOWS WHATS			CUSTOMER IMPORTANCE	Performance measures			Size of range		Technical details		CUSTOMER RATING				
				Meet European Standards	Harness weight	Webbing strength	No. of colours	No. Sizes	Padding thickness	No. of buckles	No. of gear loops	1	2	3	4
Facilitates enjoyment of climbing	Usability	Easy to put on	2					○		●		□		△	○
		Comfortable when hanging	5					○	●	○		△		□	
		Fits over different clothes	1					○	○	●		○		△	
		Accessible gear loops	3								●	○		□	
	Performance	Does not restrict movement	5		○			○	●	○			□	○	△
		Light weight	3		●	○			○	△	△		□	△	○
		Safe	5	●	○	●								□	
		Attractive	2		△		●		△	△			□	○	△
ORGANISATIONAL DIFFICULTY (5=difficult, 1=easy)			2	4	3	3	5	2	3	1					
HOW MUCHES															
ENGINEERING ASSESSMENT	□ Our company △ Company A ○ Company B		6	□		□									
			4		○		○		○						
			3		△		△		△						
			2		□		□		□		△				
			1												○
● Strong - 9 ○ Medium - 4 △ Weak - 1															



Pasul 10: Valori țintă pentru descriptorii tehnici

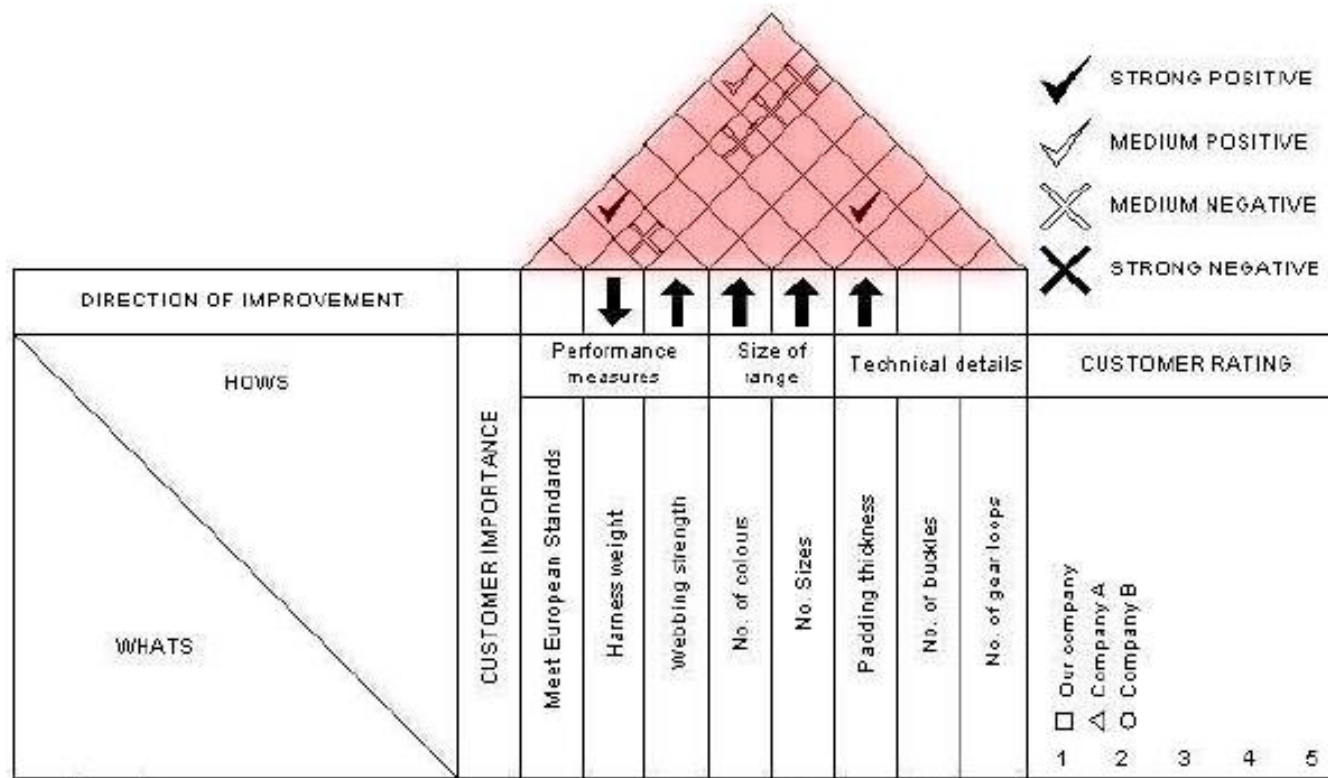
Echipa **QFD** începe să stabilească valori țintă pentru fiecare descriptor tehnic. Valorile țintă reprezintă "cât de mult" pentru descriptorii tehnici și pot fi considerați ca și bază pentru comparații ulterioare (sau se pot detalia valorile pentru descriptorii tehnici pentru competiție stabilind apoi valorile țintă)



Technical Benchmarking	Our product	Y	174g	250	5	4	4mm	1	4
	Competitor A's product	Y	193g	321	3	5	8mm	4	5
	Competitor B's product	Y	157g	198	6	4	3mm	1	3
DESIGN TARGETS		Y	160g	250	8	6	4mm	2	4

Pasul 11: Matricea de corelare a descriptorilor tehnici

Matricea de corelare (numită și "acoperișul" Casei Calității) este probabil ultima folosită în analiză, însă, este de mare ajutor pentru inginerii proiectanți în următoarea fază a proiectului **QFD**. Echipa examinează impactul descriptorilor tehnici unul asupra altuia. Echipa trebuie să documenteze relații puternic negative între descriptorii tehnici și să elimine contradicțiile fizice



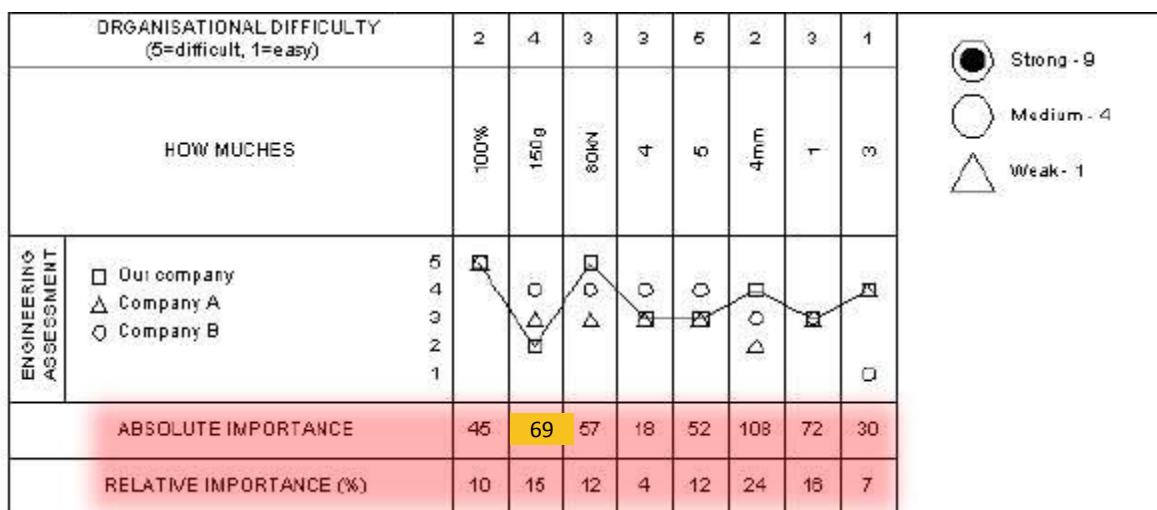
Pasul 12: Importanța absolută și relativă

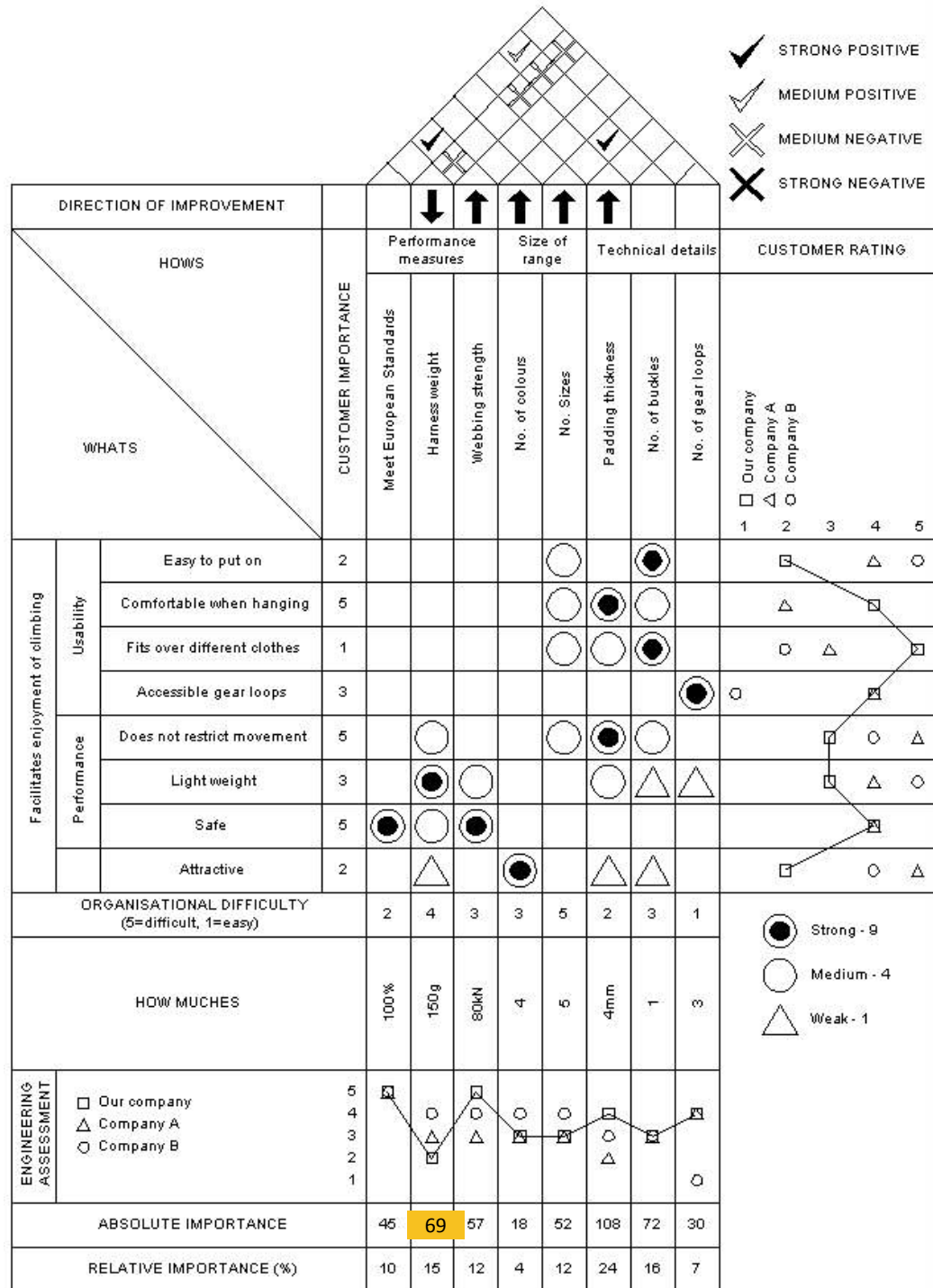
Valoarea numerică a importanței absolute se obține însumând pe coloană (pentru fiecare descriptor tehnic) produsul dintre valoarea celulei cu valoarea importanței evaluată de clienți.

De exemplu: Descriptorul tehnic – "greutatea echipamentului" (harness weight) – $5 \times 4 + 3 \times 9 + 5 \times 4 + 2 \times 1 = 69$

Importanța relativă (%) se obține însumând valorile absolute și apoi împărțind valoarea absolută a fiecărui descriptor tehnic la suma respectivă

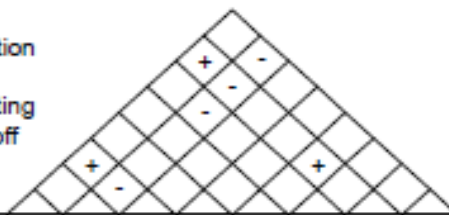
În acest mod se va cunoaște care din aspectele tehnice contează cel mai mult pentru clienți !!





Rock-Climbing Harness

Key to roof / correlation
matrix symbols
+ Positive / Supporting
- Negative / Tradeoff



DIRECTION OF IMPROVEMENT																				
TECHNICAL REQUIREMENTS			CUSTOMER IMPORTANCE	Performance measures			Size of range		Technical details			PLANNING MATRIX								
				Meets European standards	Harness weight	Webbing strength	No. of colors	No. of sizes	Padding thickness	No. of buckles	No. of gear loops	Our product	Competitor A's product	Competitor B's product	Planned rating	Improvement factor	Sales point	Overall weighting	Percentage of total	
CUSTOMER REQUIREMENTS																				
Facilitates climbing	Usability	Easy to put on	2									3	3	4	4	1.2	1.1	2.6	7	
		Comfortable when hanging	5									4	4	2	5	1.2	1.4	8.4	22	
		Fits over different clothes	1									1	1	5	2	1.2	1.0	1.2	3	
		Accessible gear loops	3									3	4	1	3	1.0	1.0	3.0	8	
	Performance	Does not restrict movement	5									2	2	3	5	1.6	1.4	11.2	29	
		Lightweight	3									3	2	5	3	1.0	1.0	3.0	8	
		Safe	5									4	3	3	4	1.0	1.2	6.0	16	
		Attractive	2									2	2	5	3	1.2	1.1	2.6	7	
TECHNICAL PRIORITIES			54	81.2	63	23.4	70.2	191.6	98.6	30	612	Total (100%)								38
PERCENTAGE OF TOTAL			9	13	10	4	12	31	16	5	Total (100%)									
Technical Benchmarking	Our product		Y	174g	250	5	4	4mm	1	4										
	Competitor A's product		Y	193g	321	3	5	8mm	4	5										
	Competitor B's product		Y	157g	198	6	4	3mm	1	3										
DESIGN TARGETS			Y	160g	250	8	6	4mm	2	4										

Key to interrelationship matrix symbols

 Strong interrelationship

 Medium interrelationship

 Weak interrelationship

Key to interrelationship matrix symbols

- Strong interrelationship
- Medium interrelationship
- ▲ Weak interrelationship

 Acest proces este apoi repetat într-o manieră ușor simplificată pentru următoarele 3 faze ale proiectului, implicând pașii 1,2,3,5,7,9 &11.

 Principalele diferențe:

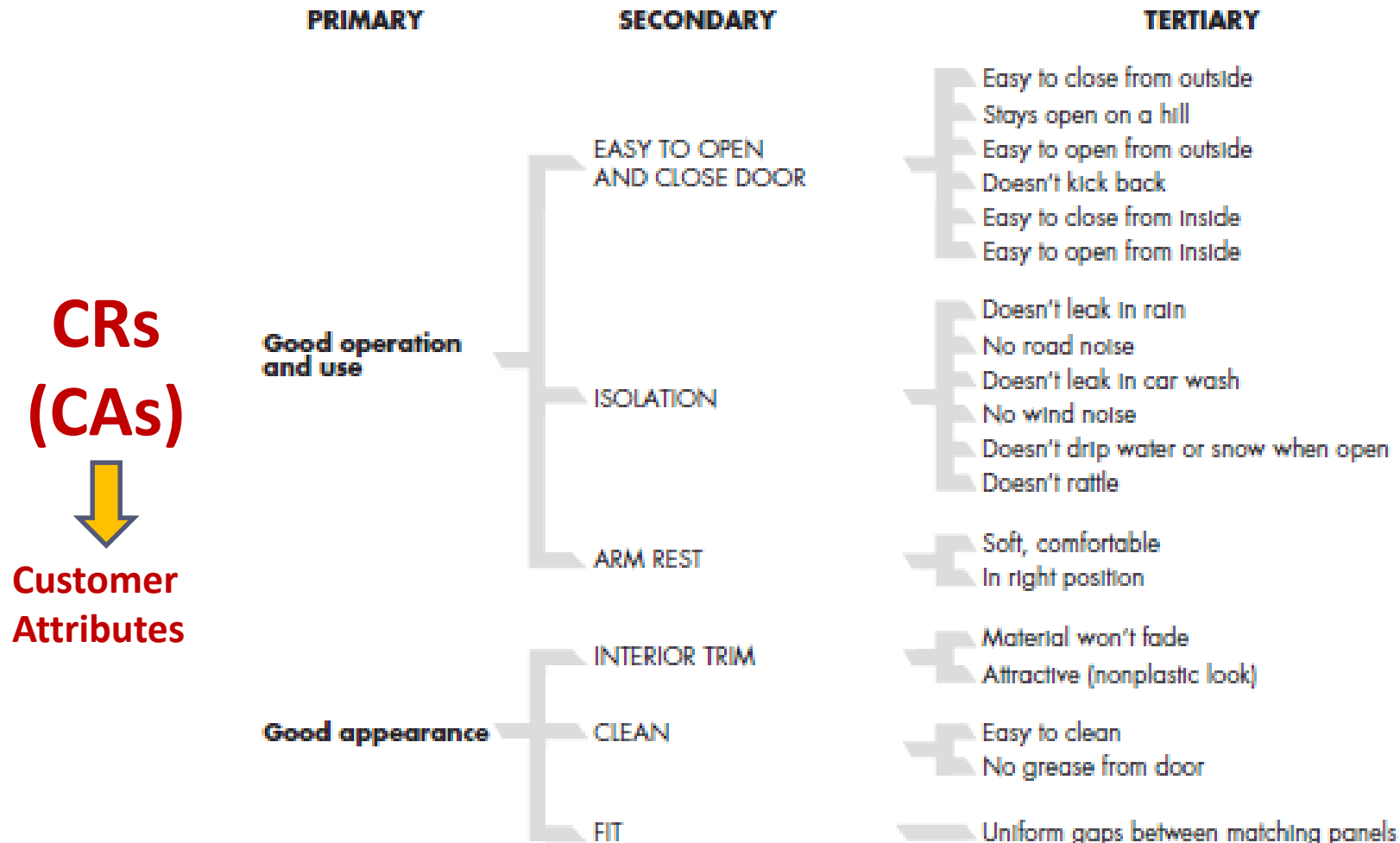
- în Faza 2 este că procesul devine o traducere a VOE (Voice of Engineer) în VOPDS (Voice of Part Design Specifications);
- în Faza 3 procesul devine o traducere a VOPDS în VOMP (Voice of Manufacturing Planning);
- în Faza 4 procesul devine o traducere a VOMP în VOPP (Voice of Production Planning)

Dezvoltarea unei uși de automobil

John R. Hauser & Don Clausing

HARVARD BUSINESS REVIEW May-June 1988

Customer attributes and bundles of CAs for a car door



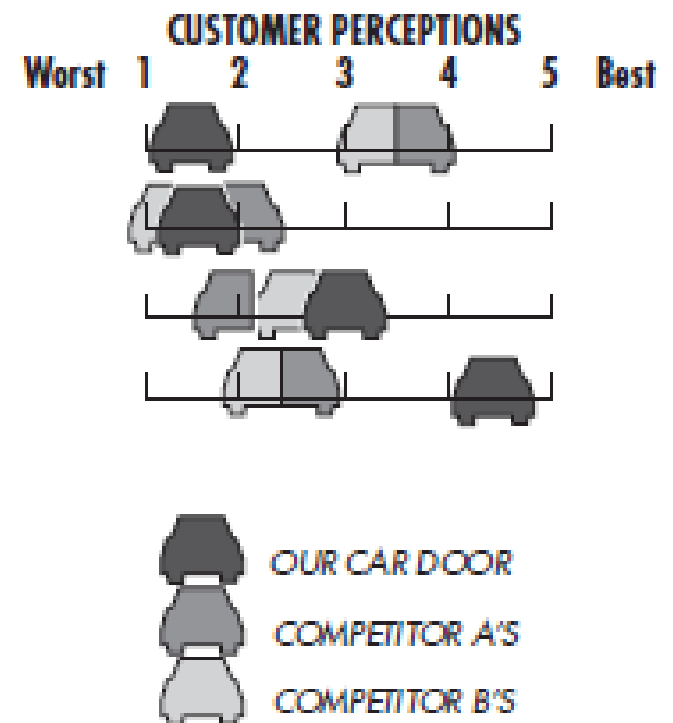
Relative-importance weights of customer attributes

BUNDLES	CUSTOMER ATTRIBUTES	RELATIVE IMPORTANCE
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7
	Stays open on a hill	5
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3
	No road noise	2

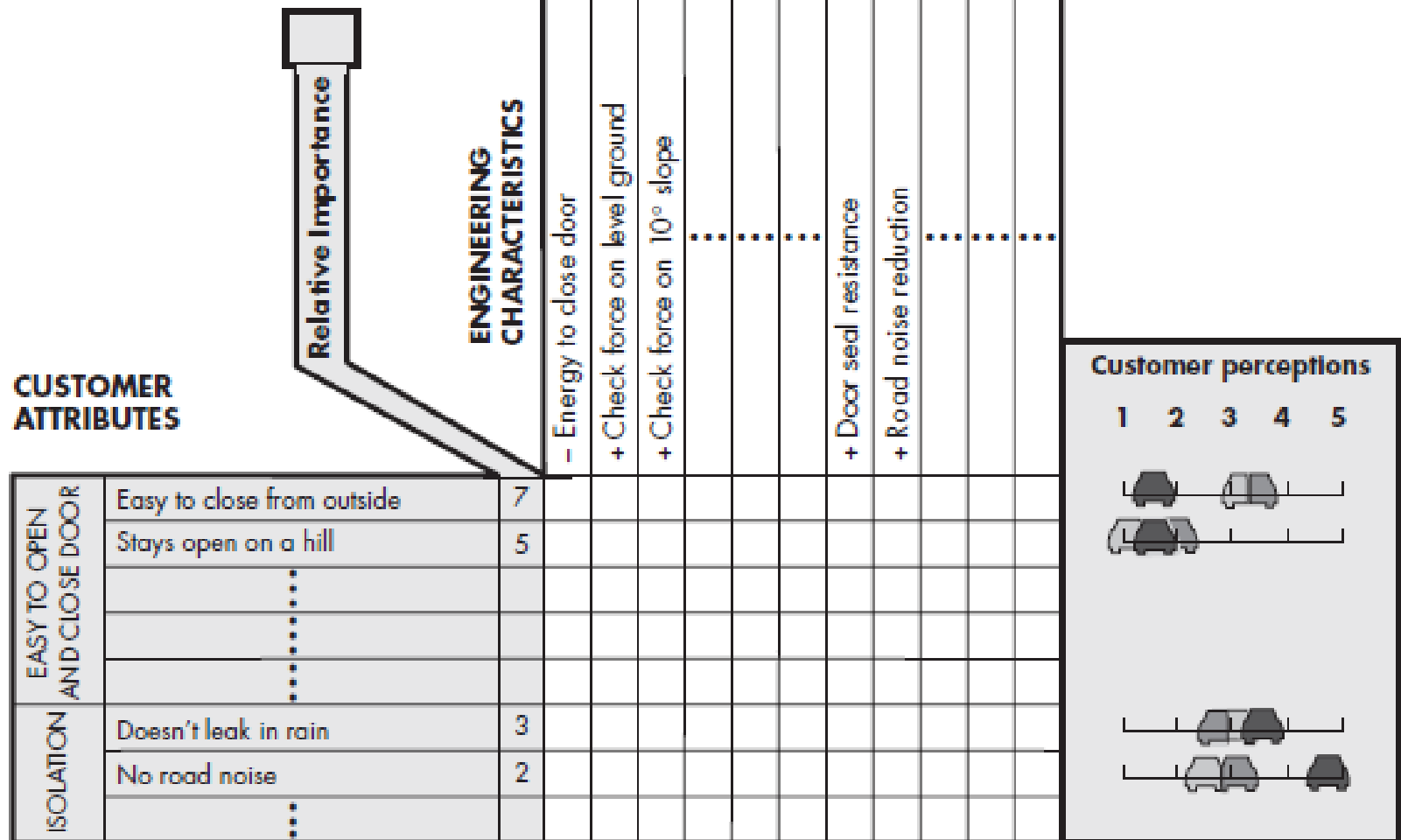
A complete list totals 100%

Customers' evaluations of competitive products

BUNDLES	CUSTOMER ATTRIBUTES	RELATIVE IMPORTANCE
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7
	Stays open on a hill	5
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3
	No road noise	2



Engineering characteristics tell how to change the product

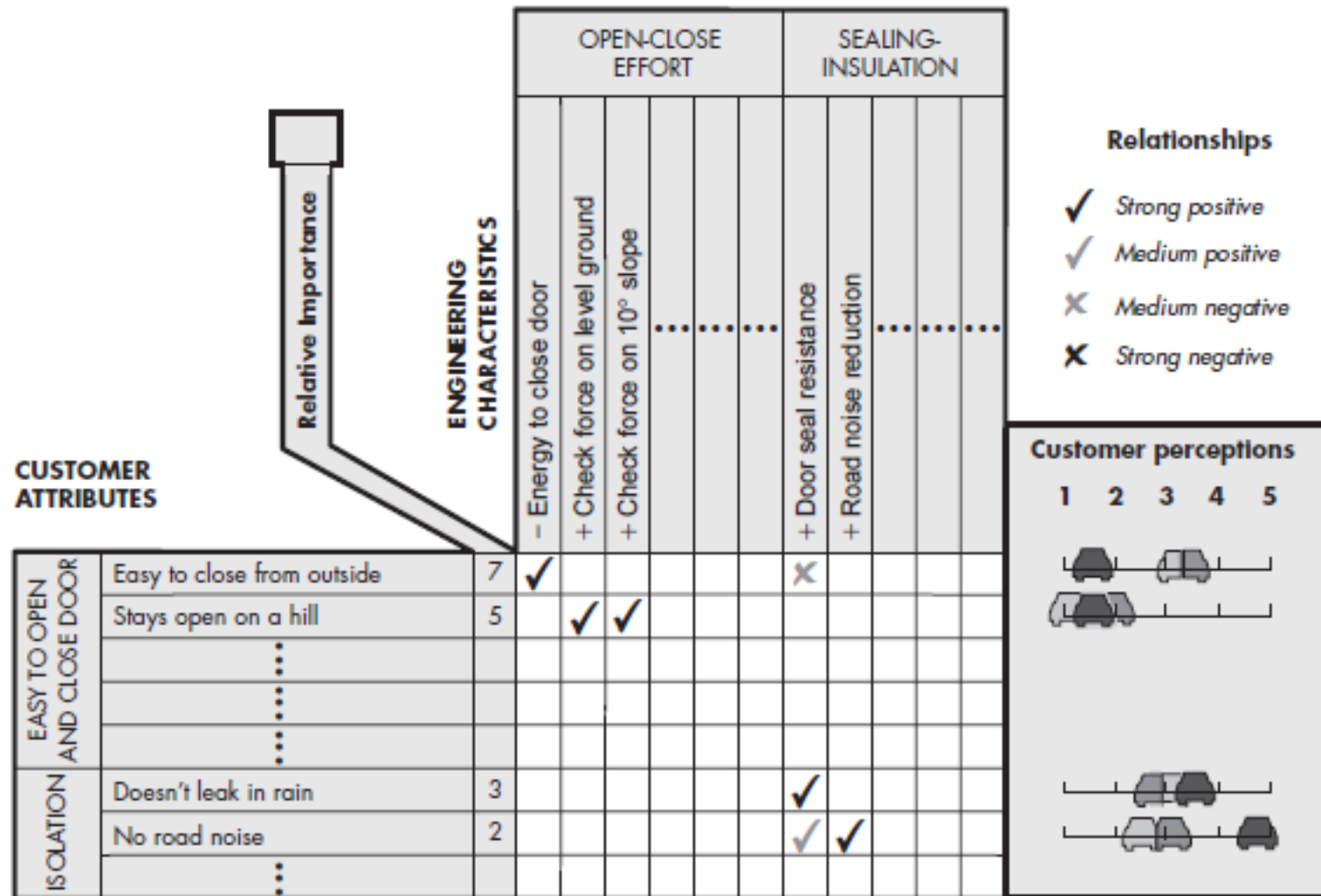


OUR CAR

A'S CAR

B'S CAR

Relationship matrix shows how engineering decisions affect customer perceptions

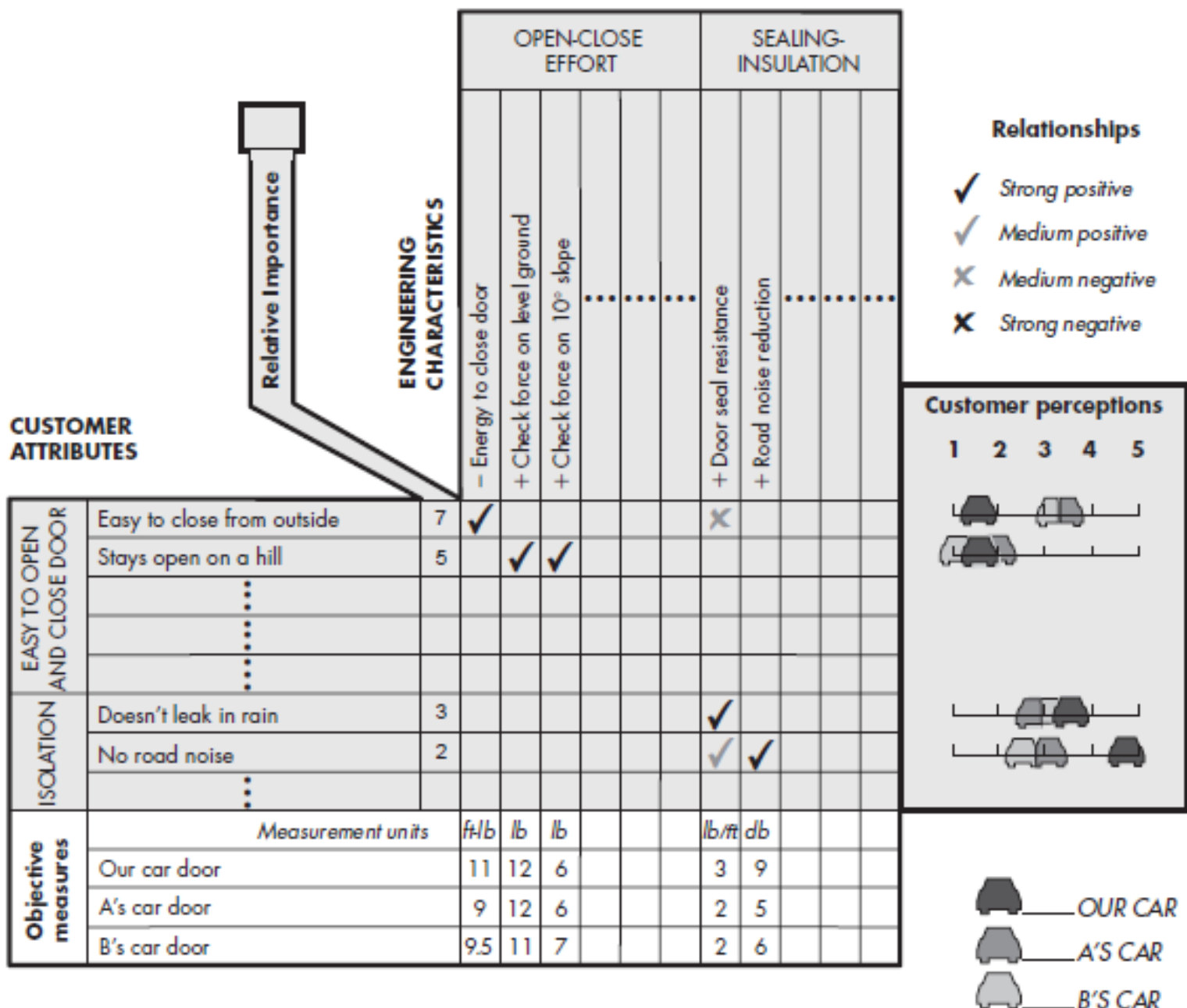


OUR CAR

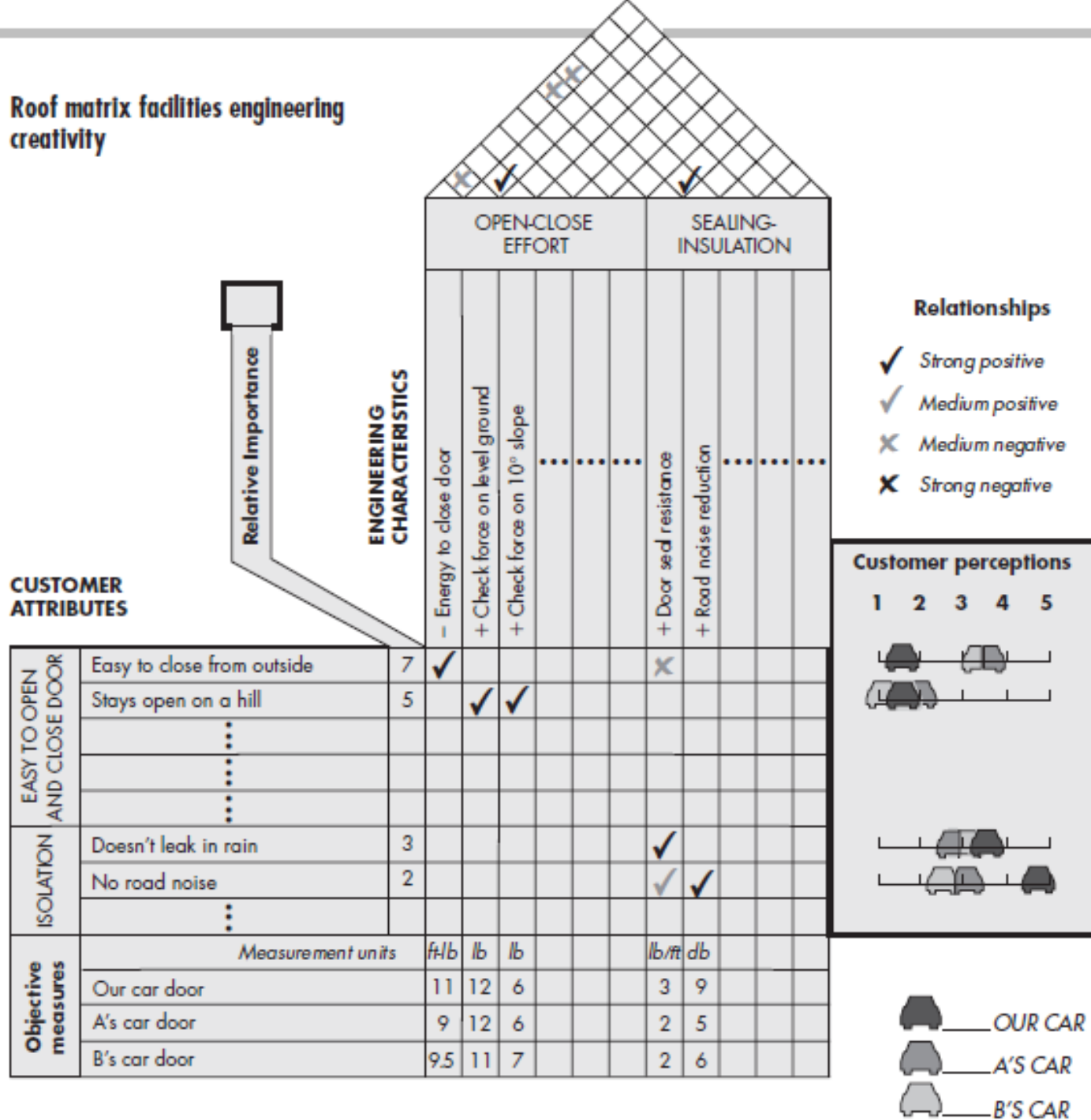
A'S CAR

B'S CAR

Objective measures evaluate competitive products



Roof matrix facilitates engineering creativity



Key to roof / correlation
matrix symbols
+ Positive / Supporting
- Negative / Tradeoff

		Matrix symbols																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</	
--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--

Key to interrelationship matrix symbols

● Strong interrelationship

□ Medium interrelationship

△ Weak interrelationship

Suntex Process

Correlation:	
	Very Strong Relationship
	Strong Relationship
	Weak Relationship

Engineering Characteristics									Selling Points
Customer Requirements	Importance to Customer	Quality of Suppliers	Packaging Material: Product Preservation	Packaging: Appearance	Pathogen Removal	Chemical Film Removal	Soil Residue Removal	Wax Removal	
Brand	2								
Taste	5								
Appearance	5								
Price	3								
Germ-free	4								
Pesticide-free	3								
Convenience	3								
Importance Weighting		4	4	2	5	5	3	4	
Target Values		5	4	5	5	5	3	4	
Deployment									

Windshield Wiper

	Mechanic	Sales	Driver	Visibility Percentage	Steps to attach	Time to attach (secs)	Steps to detach	Time to detach	Number of Parts	Weight (g)	Cars that fit it (%)	Smoothness of blade	Sales Price (\$)	Design 1	Design 2	Design 3
Functional Performance																
removes water	5	9	1													
Fast attachment	3	1	9													
Fast detachment	3															
not release accidentally	4		1													
Human Factors																
Easy to attach	2	9							1				3	5	4	
Easy to detach	4	9					9		1				3	5	5	
Interface with vehicle																
fits most cars	4		1			9						5	5	5	4	
Not mar window	5	1	1			9						1	5	3	5	
light weight	4	1	3			9	3		9			5	3	4	5	
not rattle	2		3				1		9			5	3	2	3	
Competitive sales price																
Design 1				92												
Design 2				100												
Design 3				89												
Target				100												

QFD-Laatusalo

© VTT Building Technology
Finland 1995 Version 1.0

Subject: Spektri Trio, dining room

Title: Customer demands

Compiler: Nokkala, Koskinen, Sundell, Mikkola, Vainio

Date: 11.5.1995

Characteristics (HOWs)																					Customer importance (P1)	Product comparison			
	modifiability of lighting	colours, textiles, plants	acoustics; no echo	different routes for personnel	sound reproduction possibility	no fixed sections	functioning collection of dishes & no thresholds	possibility for extra service points	dirt-resistant joints of tiles	sufficient number of trash bins	stackability of chairs	clearance in front of windows	guidance ("start here" etc.)	peaceful spots	continuous counter line	buffet service option	interior decoration reservations	electric points in floor	tables around columns	Present level		Competitor	Competitor	Target level (P2)	
Requirements (WHATs)																									
COMFORTABLE	9	9	9	1	3		3			1	1									3	4	3	3	4	
MODIFIABLE	9	3			9	9		1	9			3					9	9	9		5	1	2	4	3
FUNCTIONAL	1			9	1	9	9	3	9		3	3	1	9		9	3	1	3	3	4	2	2	4	5
FLEXIBLE				3		3	9		9		1	1		3		3	9	3	9	1	3	2		3	5
ATTRACTIVE	3	9	3		3		3			1				3	3					1	4	3	4	2	5
AMPLE CAPACITY				1			9		9					3		3				3	5	4	2	4	3
CLEAN, CLEANABLE	3						9	9		9	9	9	9								4	4	2	4	4
UNCOMPLICATED		1					9							9		9					5	4	2	4	4
INDIVIDUALISTIC	3	9			3										3		3	1		3	2	4	1	2	3
UNIVERSALLY ADAPTABLE	9	3			3	9		3	9		1	3			3		9	9	9	3	3	4	3	3	3
Weight factor (P1)	142	119	48	54	88	117	213	62	180	44	58	75	44	121	63	105	117	87	111	61	1909				
Weight factor %	7 %	6 %	3 %	3 %	5 %	6 %	11 %	3 %	9 %	2 %	3 %	4 %	2 %	6 %	3 %	6 %	6 %	5 %	6 %	3 %	100 %				
Weight factor (P2)	131	130	51	67	77	114	216	63	171	45	63	74	45	124	69	105	123	77	114	64	1923				
Weight factor %	7 %	7 %	3 %	3 %	4 %	6 %	11 %	3 %	9 %	2 %	3 %	4 %	2 %	6 %	4 %	5 %	6 %	4 %	6 %	3 %	100 %				
Selections	x						x		x					x			x		x						

Auxiliary Power Unit Product Planning Matrix

Interactions:

- ⊕ Strong Negative
- ⊕ Moderate Negative
- Strong Positive
- Moderate Negative

Interactions: ⊕ Strong Negative ⊕ Moderate Negative ● Strong Positive ○ Moderate Negative																
		Goal														
		Area	Physical	Operation				Contain								
		Priority	Bleed air ducting location	Maximum APU weight	Low turbine wheel weight	High equivalent shaft horsepower	Controlled turbine inlet temp.	Bleed air	Electrical power output	Turbine assy tri-hub containment	Strong containment ring	Lightweight containment ring	Competitive Evaluation (1-Low, 5-High)			
Customer Needs													1	3	5	
Interface	Fit with customer envelop/interface	3	5								3				W	T
	Support oil-cooled generator	5		3											T	W
	Low weight	4	3	5	3					3		5			T	W
Oper.	Provide bleed air	4	3			5	5	5							T	W
	Provide electrical power	3				5			5						W	T
	Operate safely	5			3		3			5	5					WT
	Reliable	5				5				3						WT
Technical Evaluation		5														W - We T - They
		4			W		T			T		W				
		3	W	WT	T	W	W	WT	WT	W	WT					
		2				T						T				
		1	T													
Target Value / Specification Value			Interface point A	160 lbs.	6 lbs.	350 hp	1850 degrees F	75 lbs/min.	75 KVA	2.5 lbs at power	3 lbs. at power	< 6 lbs.				
Technical Difficulty (1-Low, 5-High)			1	4	3	5	3	3	3	4	2	4				
Importance Rating			39	35	27	35	60	20	15	52	34	20				

Refrigerator Product Planning Matrix

Interactions:

- + Strong Negative
 + Moderate Negative
 ● Strong Positive
 ○ Moderate Positive

[illegible]

Măsurarea performanței curente

Pasul 3 din foaia de parcurs

Sarcini majore în măsurări

➡ **Obiectiv cheie:** *Să se obțină o referință de măsurare a performanței relativ la cerințele clienților*

A. Planificarea și realizarea măsurărilor performanței relativ la cerințele clienților

B. Dezvoltarea referinței pentru măsurarea defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

C. Măsurarea performanței curente

Conceptul de măsurare # 1:

"Observă, apoi Măsoară"

- Implică abilitatea de a "*observa*"
- Cel mai important este: "*ceea ce se măsoară*" să se aducă spre un eveniment sau comportament *măsurabil în mod obiectiv*

Conceptul de măsurare #2:

”Măsurări continue versus discrete”

- **Măsurări continue** – numai acei factori care pot fi măsurați pe o scală continuă sau infinit divizibilă (de ex: greutate, înălțime, timp, decibeli, temperatură, volți etc.).
- **Măsurări discrete** – orice altceva ce nu corespunde criteriilor pentru “continue” (de ex: nivelul de educație, tipul de vehicul, numărul elementelor individuale, scale artificiale – Likert 1 la 5 etc.)

”Pro și contra” utilizării măsurărilor discrete

Pentru

- Mulți factori pot fi definiți numai ca discreți
- Factorii intangibili pot fi discretizați
- Factorii sunt mai ușor și rapid de înregistrați în timpul observării
- Defectul (un factor important în 6 Sigma)-este un factor discret

Contra

- Trebuie efectuate multe observații pentru a obține o informație validă
- Se pot pierde informații importante
- Datele continue pot fi prelucrate mult mai detaliat

Conceptul de măsurare #3:

”Măsoară numai cu motiv”

Măsurări pentru previziuni

- Reprezintă factorii din amonte (furnizori, materii prime, procese, proceduri)
- Se măsoară pentru a previziona sau anticipa evenimente din aval în cadrul procesului

Măsurări pentru rezultate

- Reprezintă factorii din aval (satisfacția clienților, loialitate, profitabilitate)
- Se focalizează pe realizările proceselor
- Pot fi pe termen scurt sau lung

Conceptul de măsurare #3:

”Măsoară numai cu motiv”

Măsurarea eficienței

- Urmărește volumul de resurse consumat în timpul fabricării produselor și serviciilor (procese mai eficiente, minimizarea costurilor relativ la timp, materiale etc.)

Măsurarea eficacității

- Privește munca depusă prin prisma clienților:
“Cât de bine au fost îndeplinite nevoile și cerințele?”

Conceptul de măsurare #4:

"Măsurarea este în sine un proces"

- ✓ Selectare a ceea ce trebuie să se măsoare
- ✓ Dezvoltarea definițiilor operaționale
- ✓ Identificarea surselor de date
- ✓ Pregătirea planului de colectare și eșantionare
- ✓ Implementarea și rafinarea măsurărilor

Pasul 3 din foaia de
parcurs:

Măsurarea performanței curente



a. Planificarea și executarea
măsurărilor relativ la
cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de
măsurare a defectelor și
identificarea oportunităților
de îmbunătățire

3.a Selectare a ceea ce trebuie să se măsoare

- La ce întrebări cheie încercăm să răspundem?
- Ce date ne vor oferi răspunsurile?
- Ce cerințe de leșire sau Service ne vor ajuta cel mai bine să evaluăm performanța relativ la nevoile clienților?
- Care factori din amonte ne pot alerta despre problemele ce ar putea apare ulterior ?
- Cum vom prezenta, analiza și/sau utiliza măsurările ?

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Criterii pentru selectarea măsurărilor

Valoare/Utilitate

- Legătura cu cerințele de mare prioritate ale clienților
- Exactitatea datelor
- Zonele de pericol sau de oportunități potențiale
- Pot fi comparate /referențiate (benchmarked) relativ la alte organizații
- Sunt utile măsurările permanente

Fezabilitate

- Disponibilitatea datelor
- Este necesar "Lead time"
- Costul obținerii datelor
- Complexitate
- Rezistență/opoziție sau "factorul frică"

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

3.a Dezvoltarea definițiilor operaționale

- **“Definiție operațională”** - o descriere clară, ușor de înțeles și neambiguă a ceea ce trebuie măsurat sau observat, astfel încât toți pot opera sau măsura consistent pe baza acestei definiții.
- Cum putem descrie clar factorul/lucrul pe care încercăm să îl monitorizăm sau numărăm?
- Dacă operatorii adună date, vor interpreta lucrurile în aceeași manieră?

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

3.a Identificarea surselor de date

- Unde putem găsi sau observa date pe care să le măsurăm?
- Este validă experiența anterioară (sau datele istorice)?
- Ne putem permite obținerea de noi date?
- Obținerea de date de la sistemul informațional versus de la oamenii lucrând în proces

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

3.a Pregătirea planului de colectare și eșantionare

- Cine va obține și/sau prelucra datele?
- Ce formulare sau instrumente vor avea nevoie pentru colectarea și organizarea datelor?
- Ce alte informații vom avea nevoie ca să putem analiza eficient datele?
- Câte observații sau elemente trebuie să numărăm pentru a obține o măsurătoare exactă?
- Cât de des va trebui să efectuăm măsurările?

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Pregătirea planului de colectare și eșantionare

Trei elemente majore

1. Colectarea datelor

- ✓ formulare
- ✓ stratificarea datelor (factori, ce?, cine?, când?, unde?)

2. Eșantionare

- ✓ concepte de eșantionare
- ✓ statistică

3. Testarea măsurării

- ✓ exactitate
- ✓ repetabilitate
- ✓ reproductibilitate
- ✓ stabilitate

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

3.b Dezvoltarea referinței pentru măsurarea defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Avantajele utilizării metodei măsurărilor bazate pe defecte

- **Simplitate** – bun sau rău (defect)
- **Consistență** – poate fi aplicată oricărui proces care are un standard de performanță
- **Comparabilitate** – performanța sau eforturile din diferite zone de business pot fi comparate

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Concepte cheie a măsurărilor bazate pe defecte

- **Unitate** – de.ex: mașină, piesă, împrumut, o ședere la hotel, extras bancar
- **Defect** – de.ex: o scurgere de ulei, o întârziere în plățirea împrumutului ipotecar, o rezervare pierdută, o declarație eronată
- **Defective** – de.ex: o mașină cu 1 defect este la fel de "defectivă" ca una cu 15 defecte
- **Oportunitate de defectare** – de ex.: numărul de oportunități de defectare a unui automobil poate fi de ordinul miilor

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Măsurile defectivelor și randamentului

- **Proporția Defectivelor** – se referă la fracțiunea sau procentul de elemente care au "1" sau mai multe defecte.
- **Randamentul final (FY – Final Yield)** - calculat ca "1 minus Proporția Defectivelor". Spune ce fracțiune din totalul pieselor produse/livrate nu are defecte.

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

$$\text{Proporția Defectivelor} = \frac{\text{Numărul Defectivelor}}{\text{Numărul de Unități}}$$

Exemplu din servicii

- 43 din 250 aplicații pentru obținerea unui împrumut conțin defecte

$$\frac{43 \text{ defective}}{250 \text{ unități}} = 0,172 \text{ (sau } 17,2\% \text{ defective)}$$

Exemplu din fabricație

- 97 din 750 microcipuri conțin defecte

$$\frac{97 \text{ defective}}{750 \text{ unități}} = 0,129 \text{ (or } 12,9\% \text{ defective)}$$

Randamentul final (FY)= 1 – Proporția Defectivelor

Exemplu din servicii

- 43 din 250 aplicații pentru obținerea unui împrumut conțin defecte

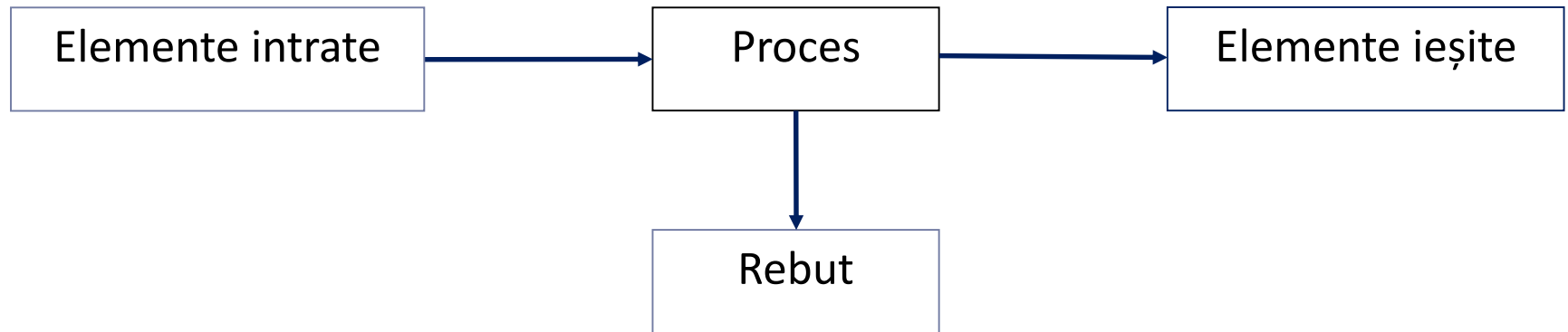
$$1 - 0,172 = 0,828 \text{ sau Randament final } 82,8\%$$

Exemplu din fabricație

- 97 din 750 microcipuri conțin defecte

$$1 - 0,129 = 0,871 \text{ sau Randament final } 87,1\%$$

➡ În mod clasic, se consideră că randamentul este raportul dintre *numărul de elemente ieșite* (*corecte* - conforme cu specificațiile) ce se obțin dintr-un proces, și *numărul de elemente intrate*, ca în figură



Exemplu:

➡ Se consideră procesul de presurizare a pneurilor la autovehiculele de pe o linie de asamblare, observându-se că din cele 352 de autovehicule ce au trecut prin acest proces în timpul unui schimb, 347 au avut presiune în pneuri în limitele specificate.

Modul clasic de calcul al randamentului oferă o proporție conform relației:

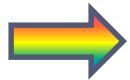
$$FY = \frac{\text{iesite}}{\text{intrate}} = \frac{347}{352} = 0,986 = 98,6\%$$



Modul clasic de calcul al randamentului se aplică de obicei la *inspecția finală* (ultimul pas al procesului) pentru a aprecia *eficiența generală a procesului*.

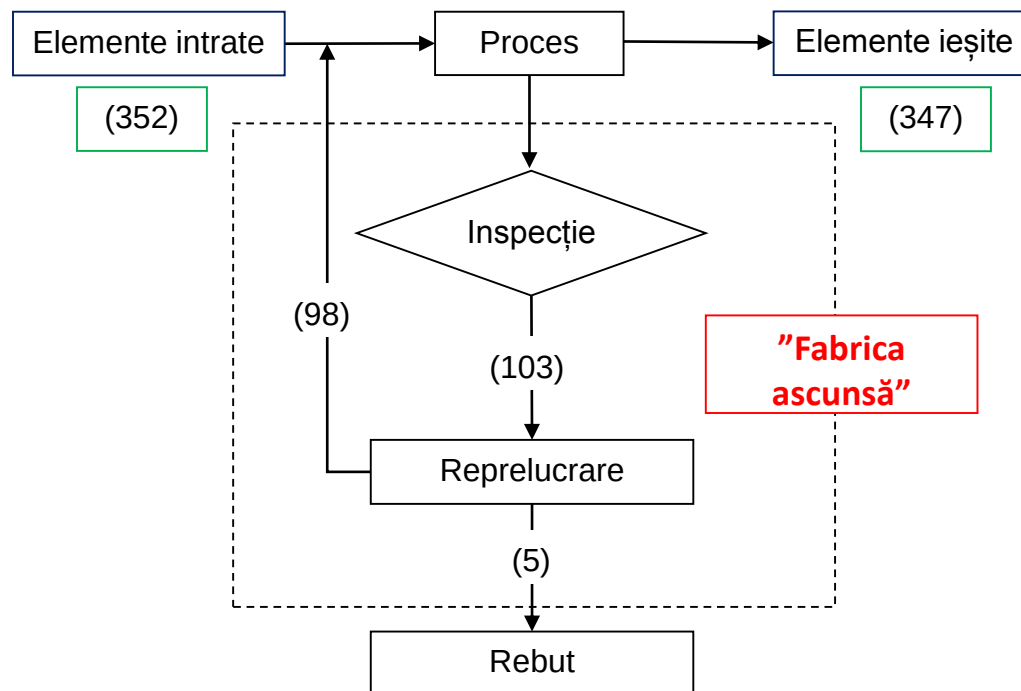
Perspectiva Six Sigma

Randamentul inițial: First Time Yield (FTY) sau First Pass Yield (FPY)



Modul clasic de calcul al randamentului este înșelător!!!

Dacă se urmărește mai îndeaproape procesul de presurizare a pneurilor din figură, se observă că imediat după acesta, pneurile sunt inspectate detectându-se 103 pneuri care nu se încadrează în specificații. 98 de pneuri sunt re prelucrate și încadrate în specificații iar 5 nu au mai putut fi salvate fiind rebutate.



Având aceste informații, proporția de pneuri care **trec corect prin procesul de presurizare pentru prima oară** este dată în relația:

$$FTY = FPY = \frac{249}{352} = 0,707 = 70,7\%$$

➡ Acest mod de calcul al randamentului se numește **randament inițial** sau pe scurt **FTY** și este adesea foarte diferit de **randamentul clasic** sau pe scurt **FY**, deoarece ține cont de realitatea procesului, inclusiv de inspecție și re prelucrare (reparare).

➡ În acest sens, în figură se pune în evidență așa numita **"fabrică ascunsă"** care reprezintă incapacitatea de încadrare în specificații la prima trecere prin proces.

➡ În cazul procesului de presurizare a pneurilor, **"fabrică ascunsă"** a inspecției și re prelucrării este responsabilă pentru $98,6\% - 70,7\% = 27,9\%$ din întreaga producție. Acest gen de **"fabrică ascunsă"** consumă resurse materiale, umane și de timp semnificative.

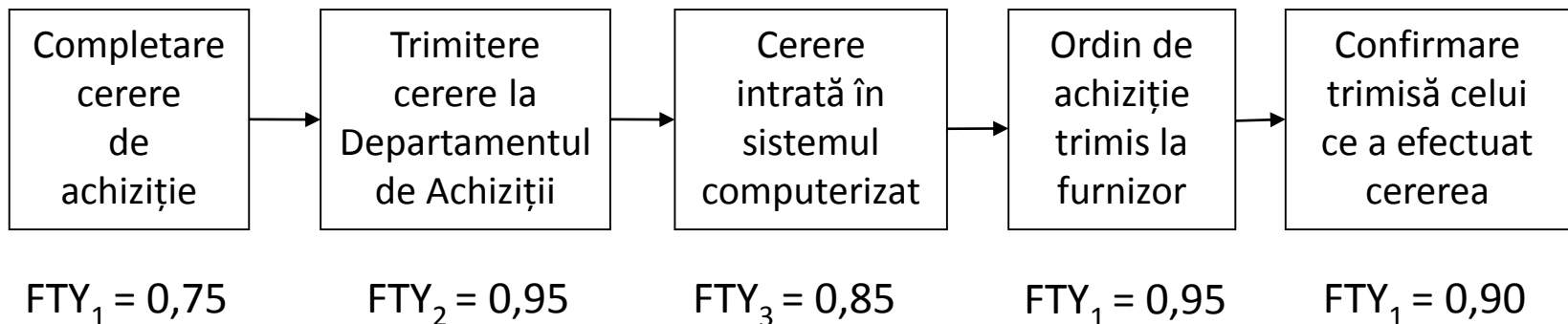
Perspectiva Six Sigma

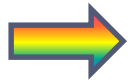
Randamentul cumulativ – Rolled Throughput Yield (RTY)

➡ În realitate, pașii individuali ai procesului sunt conectați pentru a crea o structură generală a procesului pentru realizarea unor sarcini complexe.

➡ Un mod prin care Six Sigma contabilizează complexitatea unui sistem este numărul proceselor implicate.

➡ În figură se prezintă un proces de lansare a unui ordin achiziție format din 5 pași.



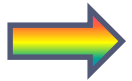


Pentru procesul precedent, RTY se calculează astfel:

$$\begin{aligned} \text{RTY} &= \text{FTY}_1 \times \text{FTY}_2 \times \text{FTY}_3 \times \text{FTY}_4 \times \text{FTY}_5 = \\ &= 0,75 \times 0,95 \times 0,85 \times 0,95 \times 0,90 = \\ &= 0,518 \end{aligned}$$



Aceasta înseamnă că șansa ca un ordin de achiziție să treacă prin întregul proces (5 pași) de prima oară fără re prelucrare sau rebutare este de numai 51,8%.



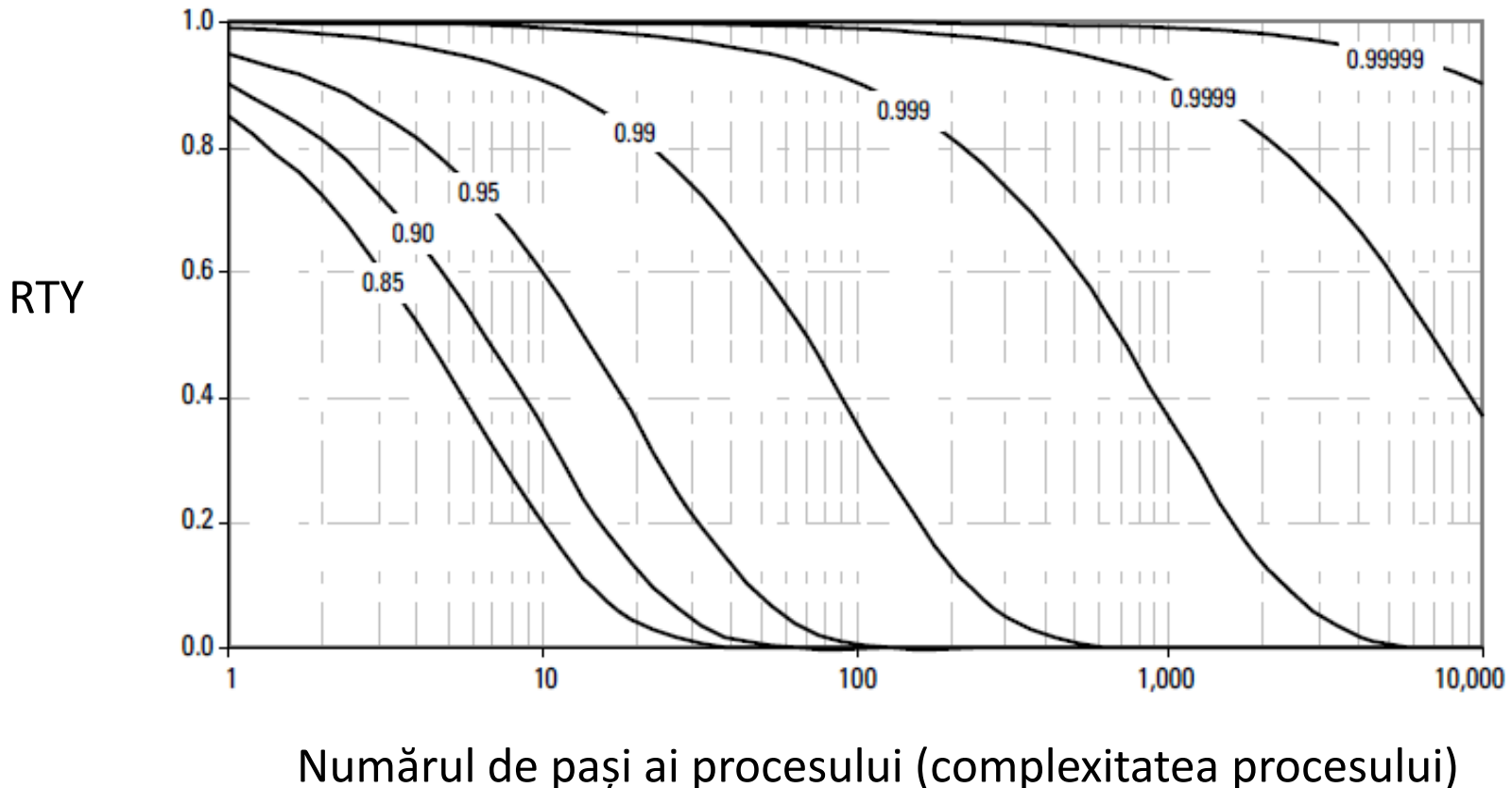
Similar cu modul în care se calculează fiabilitatea sistemelor în serie, RTY nu poate fi mai mare decât cea mai mică valoare FTY (veriga cea mai slabă a lanțului).

Formula generală pentru RTY este dată în relația:

$$\text{RTY} = \prod_{i=1}^n \text{FTY}_i$$

➡ Dacă procesul devine din ce în ce mai complex (mulți pași), chiar dacă **FTY** individuale sunt mari, **RTY** va scădea permanent.

➡ În figură se prezintă modul în care complexitatea unui proces scade **RTY** pentru diferite valori ale **FTY**.



Măsurile defectelor

- *Rata Defectelor - Numărul de Defecte pe Unitate sau DPU (Defects Per Unit)* – reflectă numărul mediu de defecte de toate tipurile raportat la numărul total de unități examinate.
- *DPU = 1* indică posibilitatea ca fiecare unitate să aibă un defect, deși în realitate unele unități pot avea mai mult de un defect iar altele să nu aibe deloc.

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

$$\text{DPU} = \frac{\text{Numărul Defectelor Observate}}{\text{Numărul Unităților Inspectate}}$$

Exemplu din servicii

- 52 defecte observate la 250 aplicații pentru obținerea unui împrumut (43 defecte - nume scrise greșit, lipsă informații locație anterioară, sume greșite etc)

$$\text{DPU} = \frac{52}{250} = 0,208\text{DPU sau } (20,8\%)$$

Exemplu din fabricație

- 97 defecte observate la 750 microcipuri (97 – defecte)

$$\text{DPU} = \frac{97}{750} = 0,129\text{DPU sau } (12,9\%)$$

Legătura între Randamentul cumulativ și Rata Defectelor



După cum s-a arătat anterior se pot calcula randamentul și rata defectelor unui proces sau caracteristici.



Dacă pentru un proces general, rata defectelor este relativ mică ($DPU < 0,10$ sau 10%) între cele două măsuri există legătura din relația:

$$RTY = e^{-DPU} \quad \text{sau} \quad DPU = \ln(RTY)$$

Exemplu 1

Randament	DPU	
$FTY_1 = 0,955$	0,045	
$FTY_2 = 0,970$	0,030	
$FTY_3 = 0,944$	0,056	RTY
DPU total	0,131	87,72%

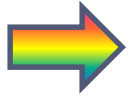
Compară acest rezultat cu calculul inițial !!

$$RTY = 0,955 \times 0,97 \times 0,944 = 87.45\%$$

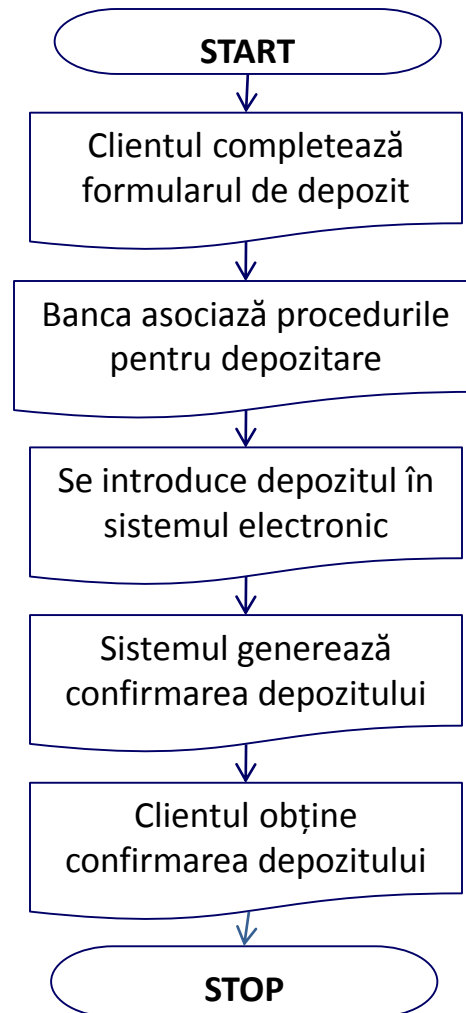
e^{-dpu} oferă o aproximare bună!

Studiu de caz 1

O bancă efectuează 280 operațiuni de depozitare zilnic pentru clienții săi. Banca primește o mulțime de reclamații deși numărul de defecte pe confirmarea finală este mic.



În primul rând se construiește schema procesului:





În al doilea rând se notează numărul de defecte pe fiecare pas al procesului, calculându-se DPU și FTY

Defecte	DPU	FTY
5		
6		
3		
4		
2		
Σ		

Defecte	DPU	FTY
5	$5/280 = 0,0179$	0,9823
6	$6/280 = 0,0214$	0,9788
3	$3/280 = 0,0107$	0,9893
4	$4/280 = 0,0143$	0,9858
2	$2/280 = 0,0071$	0,9929
Σ	0,0714	

 Dacă se calculează randamentul în mod clasic (ceea ce conduce la ideea unui proces cu un randament foarte bun) se obține:

$$FY = \frac{\text{iesite}}{\text{intrate}} = \frac{278}{280} = 0,9929 = 99,29\%$$

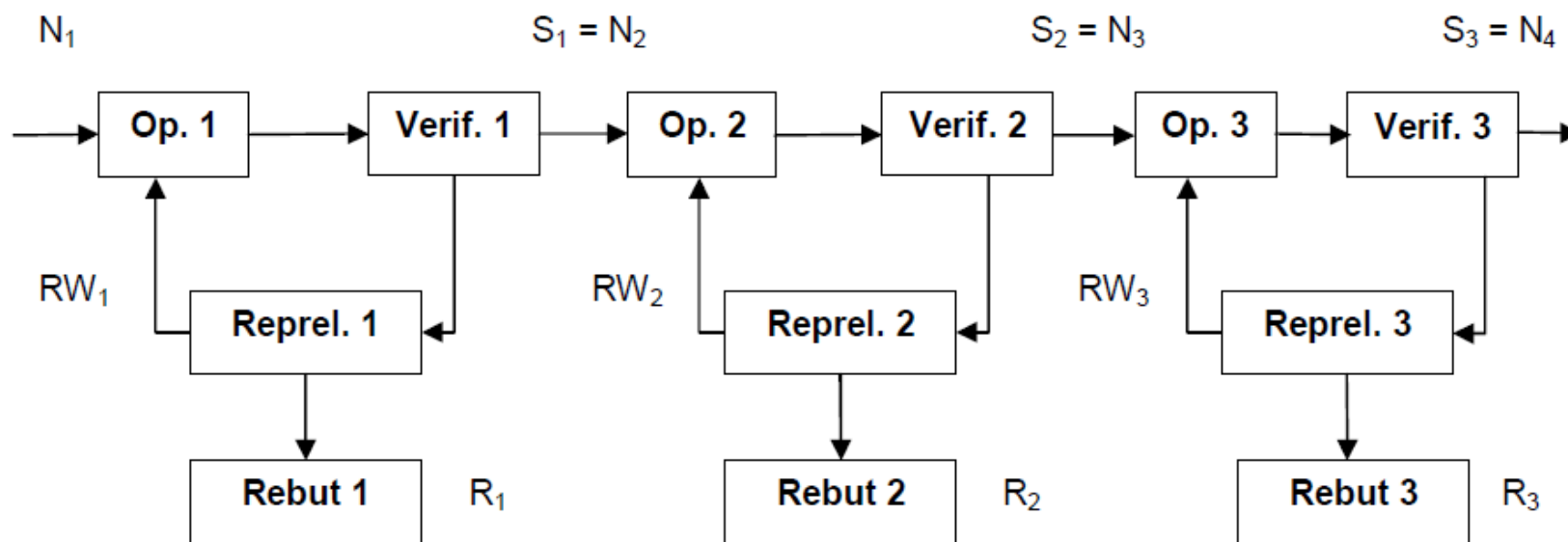
 Calculând randamentul cumulativ se obține:

$$RTY = \prod_{i=1}^k FTY = 0,9311 = 93,11\%$$

$$RTY = e^{-DPU_{\text{Total}}} = e^{-0,714} = 0,9311 = 93,11\%$$

Studiu de caz 2

O companie are un proces care se desfășoară în 5 pași (operații), conform figurii, în care s-au reprezentat și operațiile de verificare și re prelucrare (fabrica ascunsă) pentru primele 3 operații, la ultimele 2 operații neexistând piese re prelucrate sau rebutate (tabelul 1). Pentru acest caz se consideră că există o singură oportunitate de defectare pentru fiecare piesă la fiecare operație.



S_i = numărul de succese

RW_i = numărul de piese re prelucrate

N_i = numărul de piese intrate în proces

R_i = numărul de piese rebutate

$S_i = N_{(i-1)}$



Se calculează DPU, FTY și RTY pentru procesul de fabricație

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	
Unități intrate	52	48	42	42	42	... = Unități ieșite
Nr. piese trecute "din prima"	36	39	38	42	42	... = Media
Nr. oportunități	1	1	1	1	1	
Rebuturi	4	6	0	0	0	... = Total rebut
Piese re prelucrate	12	3	4	0	0	
Nr. piese defecte	16	9	4	0	0	... = Total defecte
FTY (%)	...	...	...	...	...	
DPU	...	...	...	...	...	... = Total DPU
RTY (%)	...	...	...	...	...	... %
						$e^{-DPU} =$

Tabelul 1



Dacă se calculează randamentul în mod clasic, se obține:

$$FY = \frac{\text{iesite}}{\text{intrate}} = \frac{42}{52} = 0,808 = 80,8\%$$

$$DPU_1 = \frac{(12 + 4)}{52} = \frac{16}{52} = 0,308 \quad ; \quad FTY_1 = \frac{36}{52} = 0,6923 = 69,23\%$$

$$DPU_2 = \frac{(3 + 6)}{48} = \frac{9}{48} = 0,188 \quad ; \quad FTY_2 = \frac{39}{48} = 0,8125 = 81,25\%$$

$$DPU_3 = \frac{(4 + 0)}{42} = \frac{4}{42} = 0,905 \quad ; \quad FTY_3 = \frac{38}{42} = 0,9048 = 90,48\%$$



Dacă se calculează RTY cu relația inițială se obține:

$$RTY = FTY_1 \cdot FTY_2 \cdot FTY_3 = 0,5089 = 50,89\%$$



Dacă se calculează RTY cu relația de aproximare se obține:

$$RTY = e^{-DPU_{\text{Total}}} = e^{-0,59} = 0,5541 = 55,41\%$$

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	
Unități intrate	52	48	42	42	42	42 = Unități ieșite
Nr. piese trecute "din prima"	36	39	38	42	42	38,4 = Media
Nr. oportunități	1	1	1	1	1	
Rebuturi	4	6	0	0	0	10 = Total rebut
Piese re prelucrate	12	3	4	0	0	
Nr. piese defecte	16	9	4	0	0	29 = Total defecte
FTY (%)	69,23	81,25	90,48	100	100	
DPU	0,308	0,188	0,095	0,00	0,00	0,59 = Total DPU
RTY (%)	69,23	56,25	50,89	50,89	50,89	50,89 %
						$e^{-DPU} = 55,41\%$

Determinarea oportunităților de defectare

1. Dezvoltarea unei liste preliminare a tipurilor de defecte.
2. Determinarea defectelor critice pentru clienți (adoptarea de criterii rezonabile, realiste, practice și consistente).
3. Verificarea numărului de oportunități și cu alte standarde.

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

Ghid pentru determinarea oportunităților pentru produse și servicii

- Focalizarea pe zone “standard” ale problemelor
- Gruparea defectelor apropiate într-o singură oportunitate
- Defectul trebuie să fie important pentru client
- Fiți consecvenți
- Schimbați numai când este absolută nevoie

a. Planificarea și executarea măsurărilor relativ la cerințele clienților

b. Dezvoltarea referinței de măsurare a defectelor și identificarea oportunităților de îmbunătățire

➡ O valoare **DPU = 0,478** pentru un *autovehicul* este privită complet diferit față de aceeași valoare pentru o *bicicletă*.

➡ Aceasta deoarece **numărul de oportunități de defectare** a unui *autovehicul* este **mult mai mare** ca la o *bicicletă* (datorită numărului mult mai mare de componente).

➡ Evident că această valoare a **DPU pentru autovehicul este dovada unei rate mult mai mici a defectelor** decât aceeași valoare pentru bicicletă, mult mai simplă din punct de vedere constructiv.

Comparația nu poate fi considerată deci corectă !!!

➡ Pentru a compara totuși ratele defectelor pentru sisteme cu grade de complexitate foarte diferite, este necesară **transformarea ratei defectelor într-un termen comun oricărei unități**.

➡ Termenul comun pentru orice produs, proces, service sau tranzacție este **oportunitatea**, care este o caracteristică specifică ce se poate transforma fie într-un defect fie într-un succes.

Exemple de oportunități în diferite domenii de aplicare a demersului Six Sigma

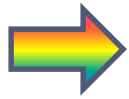
Domeniu	Exemplu
Produs	Dimensiunea critică a diametrului unui arbore
Proces tranzacțional	Adresa poștală a unui aplicant pe o cerere de împrumut
Medical (spital)	Istoria medicală corectă a unui pacient în fișa acestuia
Proiectare mediu magazin	Plasarea rafturilor pentru produse în lichidare
Proces de fabricație	Strângerea unui bolț la cuplul corect

 **Numărul de oportunități ale oricărei unități este o măsură directă a complexității acesteia.**

 De fapt atunci când se dorește să se afle cât de complexă este o unitate, se pot număra sau estima câte oportunități sunt pentru succes sau cădere.

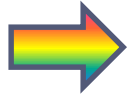
✓ ***Caracteristicile individuale care sunt critice pentru performanța unui sistem reprezintă oportunități !***

✓ ***Caracteristicile care au specificații reprezintă oportunități !***



Pentru putea compara direct ratele defectelor sistemelor de complexități diferite, se folosește **Rata Defectelor Pe Oportunitate - Defects Per Opportunity (DPO)**, calculată conform relației :

$$DPO = \frac{\text{numarul de defecte observate la o unitate}}{\text{numarul de oportunitati la o unitate}}$$



De exemplu pentru un autovehicul s-au observat 158 de caracteristici în afara specificațiilor, identificându-se 14550 de oportunități de succes sau cădere iar pentru o bicicletă s-au identificat numai două caracteristici neconforme cu specificațiile din cele 173 de caracteristici critice. Astfel:

$$DPO_{\text{auto}} = \frac{158}{14550} = 0,011 \quad DPO_{\text{bicicleta}} = \frac{2}{173} = 0,012$$



Se observă că valorile **DPO** sunt foarte apropiate deci cele două produse au aproximativ aceeași rată reală a defectelor pe oportunitate, deși complexitatea este total diferită.

$$\text{DPO} = \frac{\text{Numărul Defectelor Observate}}{\text{Nr. Unităților} \times \text{Nr. Oportunităților}}$$

Exemplu din servicii

- 52 defecte observate la 250 aplicații pentru obținerea unui împrumut (52 defecte - nume scrise greșit, lipsă informații locație anterioară, sume greșite etc) și 4 oportunități de defectare pe aplicație

$$\text{DPO} = \frac{52}{250 \times 4} = 0,052 \text{ DPO sau } (5,2\%)$$

Exemplu din fabricație

- 99 defecte observate la 750 microcipuri (99 – defecte și 150 oportunități de defectare per microcip)

$$\text{DPO} = \frac{99}{750 \times 150} = 0,00088 \text{ DPO sau } (0,08\%)$$

✓ Observații



Este bine să nu se supraliciteze numărul de oportunități pentru a face în mod artificial ca **DPO** să arate bine (de exemplu notarea corectă a numelui unui aplicant pe o aplicație poate fi considerată o singură oportunitate de succes sau cădere sau se poate spune că există o oportunitate pentru corectitudinea numelui , alta pentru font, alta pentru corectitudinea plasării numelui în format etc).

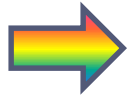


Atunci când numărul de oportunități pe o unitate este foarte mare iar numărul de defecte observate este mic, atunci calcularea **DPO** oferă un număr foarte mic cu care se lucrează greu.



De exemplu s-au observat 2 prăbușiri (defecte) ale avioanelor comerciale la 6 milioane de zboruri (oportunități).

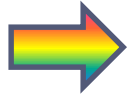
$$DPO = \frac{2}{6000000} = 0,000000333$$



De asemenea este important să se estimeze pentru viitor câte defecte apar după ce procesul se desfășoară pe o perioadă lungă de timp. DPU și DPO oferă numai o imagine a unei singure unități sau oportunități. Soluția pentru precedentele neajunsuri este să se numere defectele după un număr mare de oportunități.



O măsură a ratei defectelor utilizată în Six Sigma este ***Rata Defectelor la Milionul de Oportunități – Defects Per Million Opportunities (DPMO)***.

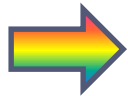


Atunci când se calculează **DPMO**, nu se dorește de fapt să se măsoare numărul de defecte după un milion de oportunități (nici nu este fezabil temporal), ci se dorește calcularea **DPMO** folosind **DPO** ca și estimator, ca în relația:

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1000000$$

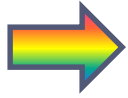
Sau se poate pornind invers de la **DPMO** spre **DPO** ca în relația:

$$\text{DPO} = \frac{\text{DPMO}}{1000000}$$



O alternativă pentru **DPMO** este **DPPM** (notat și **PPM**) – **Defective Parts Per Million**, adică **Părți Defective Per Milion**. **DPPM** (**PPM**) se folosește atunci când se evaluează rata defectelor a unui material sau proces continuu la care "elementul, partea" reprezintă oportunitatea.

Evaluarea oportunităților de defectare



Există două moduri de a contabiliza oportunitățile:

- **Relativ la produs**, numite ***oportunități active*** – definite de attribute distinctive, proprietăți sau de elemente de calitate care pot fi măsurate
- **Relativ la proces**, numite ***oportunități pasive*** – care indică complexitatea procesului și care au un impact asupra conformității cu intenția proiectului, numărul lor fiind egal cu:
numărul părților componente + numărul de conexiuni

Important

De câte ori se adaugă valoare apare o oportunitate pentru apariția unui defect

7 reguli pentru contabilizarea oportunităților pasive

1

✓ **Regula neadăugării de valoare** – *”Operațiile care nu adaugă valoare nu se contabilizează ca oportunități”*

Exemple:

- transportul și depozitarea nu reprezintă oportunități
- curățenia nu reprezintă o oportunitate
- inspecția și verificarea nu reprezintă oportunități

2

✓ **Regula componentelor furnizate** – *”Fiecare componentă furnizată reprezintă o oportunitate”*

Exemple:

- materialele furnizate care nu influențează direct montajul, forma sau funcțiile nu se consideră ca fiind oportunități
- dischetele de computer, pixuri, uleiuri, lichide de răcire etc, nu se consideră componente furnizate.

7 reguli pentru contabilizarea oportunităților pasive

3

✓ **Regula conexiunilor** – *“Fiecare conexiune sau legătură se consideră ca fiind o oportunitate”*

Exemple:

- un dispozitiv medical compus din 6 componente oferă un număr 6 oportunități
- un cablu de conectare compus din 10 fire oferă un număr de 10 oportunități
- un document care are 7 secțiuni ce trebuie completate oferă 7 oportunități

4

✓ **Regula procesului tranzacțional** – *“Fiecare tranzacție reprezintă o oportunitate”*

Exemple:

- completarea unui document oferă o oportunitate pentru fiecare secțiune sau câmp de date ce trebuie completate și nu o oportunitate pentru fiecare literă sau cifră scrise
- o linie de cod dintr-un program soft reprezintă o oportunitate

7 reguli pentru contabilizarea oportunităților pasive

5

✓ **Regula prelucrării și reprelucrării** – *"Fiecare operație independentă reprezintă o oportunitate"*

Exemple:

- interacțiunea unei asistente medicale cu un pacient și care implică mai multe sarcini independente, oferă mai multe oportunități (atâtea câte sarcini independente sunt îndeplinite)
- reverificarea intrărilor în sistem și a etichetelor este parte a "fabricii ascunse" și de aceea nu reprezintă oportunități

6

✓ **Regula verificării necesității** – *"Considerând ca oportunități aceste operații, afacerea merge în direcția care se dorește?"*

Exemplu:

- considerând că orientarea patului unui pacient reprezintă o oportunitate, va crește artificial numărătorul relației DPO și în general nu adaugă valoare

7

✓ **Regula consistenței** – *"Odată definită o oportunitate, organizația trebuie să rămână consistentă în contabilizarea ei"*

Exemplul 1

O companie fabrică 100 de pixuri. Fiecare pix complet are 2 componente, capacul și corpul. După verificare s-au găsit 10 defecte în lotul de 100 de pixuri. Calculele sunt următoarele:

Componente per produs: ...

Defecte: ...

Unități: ... (produse)

DPU = ... sau ...% (defecte per unitate sau produs)

DPO = ... sau ...% (defecte per oportunitate)

DPMO = ... = ... (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = ... (calculator Six Sigma)

Componente per produs: 2

Defecte: 10

Unități: 100 (produse)

DPU = 0,1 sau 10% (defecte per unitate sau produs)

$$DPO = \frac{10}{2 \cdot 100} = 0,05 \text{ sau } 5\% \quad (\text{defecte per oportunitate})$$

DPMO = DPO · 10⁶ = 50000 (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = 3,1 (calculator Six Sigma)

Interpretarea rezultatelor

DPU a fost 10% în timp ce DPO a fost 5%. DPO însemnând rata defectelor în fiecare componentă, adică sunt 5 defecte în cele 100 de unități sau 50000 unități defecte la un milion de unități.

Exemplul 2

Presupunem că avem același lot de pixuri și același număr de defecte, dar fiecare pix complet are 4 componente (în loc de 2 ca la exemplul 1).
Calcululele sunt următoarele:

Componente per produs: ...

Defecte: ...

Unități: ... (produse)

DPU = ... sau ...% (defecte per unitate sau produs)

DPO = ... sau ...% (defecte per oportunitate)

DPMO = ... = ... (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = ... (calculator Six Sigma)

Componente per produs: 2

Defecte: 10

Unități: 100 (produse)

DPU = 0,1 sau 10% (defecte per unitate sau produs)

$$DPO = \frac{10}{4 \cdot 100} = 0,025 \text{ sau } 2.5\% \text{ (defecte per oportunitate)}$$

DPMO = DPO · 10⁶ = 25000 (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = 3,5 (calculator Six Sigma)

Interpretarea rezultatelor

DPU a fost tot 10% în timp ce DPO a fost 2,5%. Aceasta înseamnă 2,5 defecte în cele 100 de unități sau 25000 unități defecte la un milion de unități.

Exemplul 3

Se consideră enunțul de la exemplul 2, dar numărul de defecte crește la 100. Calculele sunt următoarele:

Componente per produs: ...

Defecte: ...

Unități: ... (produse)

DPU = ... sau ...% (defecte per unitate sau produs)

DPO = ... sau ...% (defecte per oportunitate)

DPMO = ... = ... (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = ... (calculator Six Sigma)

Componente per produs: 2

Defecte: 100

Unități: 100 (produse)

DPU = 1 sau 100% (defecte per unitate sau produs)

$$DPO = \frac{100}{4 \cdot 100} = 0,25 \text{ sau } 25\% \text{ (defecte per oportunitate)}$$

DPMO = DPO · 10⁶ = 250000 (defecte per milionul de oportunități)

Scorul σ = 2,2 (calculator Six Sigma)

Interpretarea rezultatelor

DPU a fost 100% în timp ce DPO a fost 25%. Aceasta înseamnă o unitate defectă la fiecare 4 unități. Deși 100% din unități au fost defecte, atunci când se consideră la nivel de unitate este numai 25% adică 250000 unități defecte la un milion de unități.

Concluzii

- ✓ Este evident că sensul lui DPU este diferit de sensul lui DPMO, pentru că în realitate numărul de oportunități este diferit de numărul de unități. Există uneori tendința să nu se facă deosebirea între DPU și DPMO, mai ales atunci când se interpretează nivelele sigma.
- ✓ Așa cum se va arăta în continuare nivelul (Scorul) σ se calculează pe termen lung (luni, ani) și nu pe termen scurt (ore, zile).
- ✓ Din exemplele precedente se observă că produsul are mai multe componente și în acest caz DPMO va fi diferit. În tabelul următor se prezintă acest concept.

Randamentul bazat pe numărul de componente al unui produs



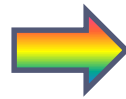
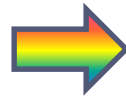
Procentul mediu al ratei defectelor pentru fiecare componentă (%)	Scorul Sigma (σ)	2 componente Randament (%)	5 componente Randament (%)	10 componente Randament (%)	100 componente Randament (%)	1000 componente Randament (%)
20	2,4	64	33	11	0	0
15	2,6	72	44	20	0	0
10	2,8	81	59	35	0	0
5	3,2	90	77	60 ($1,8\sigma$)	0	0
4	3,3	92	82	66	1,7	0
3	3,4	94	86	74	5	0
2	3,6	96	90	82	13	0
1	3,9	98	95	90 ($2,8\sigma$)	37 ($1,2\sigma$)	0
0,1	4,6	99,8	99,5	99	90 ($2,8\sigma$)	37 ($1,2\sigma$)
0,001	5,2	99,9	99,9	99,9	99 ($4,6\sigma$)	90 ($2,8\sigma$)
0,0004	6,0	99,9	99,9	99,9	99,9	99,6 ($4,2\sigma$)

 Prima coloană prezintă **procentul mediu al ratei defectelor pentru fiecare componentă a produsului**, a doua coloană **Scorul Sigma relevant**, coloanele 3, 4, 5, 6 și 7 sunt exemple de produse cu 2, 5, 10, 100 și 1000 de componente (considerate ca fiind oportunități).

 Aceste coloane prezintă **randamentul (sau procentul de produse)** ca rezultat al datelor procentuale din prima coloană.

 De exemplu pentru primul rând din tabel, considerând o medie a ratei defectelor de 20% pentru fiecare componentă, producătorul de pantofi (2 componente) va avea 64% produse finale fără defecte, producătorul de pixuri (5 componente) va avea 33% produse fără defecte după asamblare, producătorul de cămăși (10 componente) va avea 11% produse fără defecte după fabricație, producătorul de computere (100 componente) va avea 0% la fel ca și producătorul de automobile (1000 componente) – adică niciun produs final fără defecte după asamblare.

 Dacă spre exemplu producătorul de automobile dorește să producă 90% automobile fără defecte, trebuie să-și seteze procesele proprii și ale furnizorilor la o rată medie a defectelor pentru fiecare componentă de 0,0001%. Aceasta înseamnă că un Scor Sigma de 5,2 al proceselor și furnizorilor va produce automobile 2,8 σ (calculul este mai complicat).

-  Diferiți producători nu pot să-și compare produsele prin procentul de defecte măsurat în DPU.
-  Numărul componentelor produsului este un parametru foarte important care nu poate fi adresat prin DPU ci prin DPMO (sau Scorul Sigma).
-  De exemplu, un producător de televizoare poate să-și compare calitatea procesului său de producție cu un producător de pixuri.
-  Complexitatea calității crește odată cu numărul de componente.
-  Este evident că este mult mai dificil să se controleze calitate unui automobil comparativ cu a unui pantof.
-  Cu alte cuvinte, două procese de aceeași calitate (de exemplu o rată a defectelor de 5%) va nivele diferite a calității produselor dacă numărul componentelor este diferit.
-  Trebuie să i se acorde o importanță sporită îmbunătățirii proceselor organizațiilor a căror produse au multe componente.

Studiu de caz 4

Determinarea *oportunităților pasive* și *active* în cazul închirierii unui autovehicul de la un aeroport.



Pentru determinarea *oportunităților pasive* se pun două tipuri de întrebări:

Câte tranzacții (conexiuni) există?

- completarea contractului la recepție – 1
- localizarea autovehiculului în zona alocată – 1
- prezentarea documentelor la ieșire – 1
- primirea bonului de plată după returnarea autovehiculului – 1

Total tranzacții (conexiuni) = 4

Câte documente, echipamente (componente) există?

- contractul tip de închiriere
- carnetul de conducere al celui ce închiriază
- autovehiculul

Total documente, echipamente = 3

Total oportunități pasive = 7



Determinarea ***oportunităților active***

- secțiunile contractului de închiriere
- este autovehiculul în locația corectă?
- sunt cheile în autovehicul?
- autovehiculul pornește?
- autovehiculul continuă să funcționeze?
- ...ce alte defecte pot apare?

Total oportunități active = 5 +

Studiu de caz 5

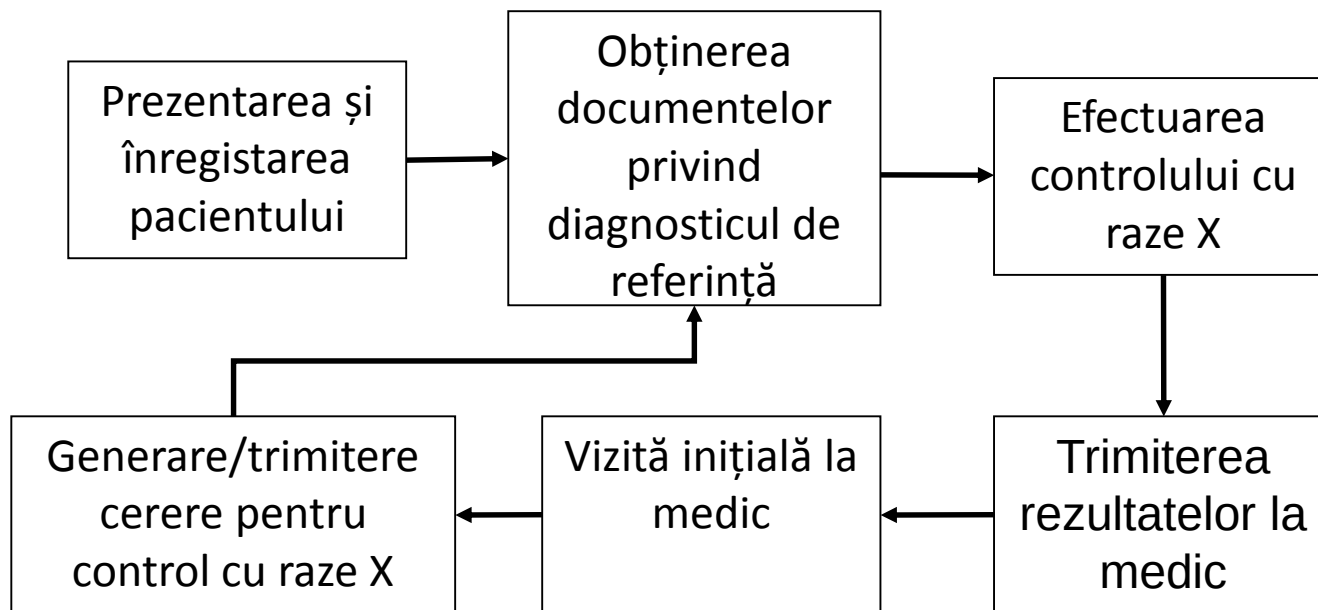
Managementul unui grup de spitale, care oferă servicii medicale multiple, a observat că unul din spitale primește mai multe plângeri privind serviciul de raze X decât celelalte spitale.

Spitalul respectiv a implementat de curând un nou program de înregistrare a pacienților.

Ca urmare, Managementul grupului de spitale a hotărât angajarea unui specialist Six Sigma pentru investigarea noului proces de înregistrare cu scopul de a reduce numărul plângerilor.

Specialistul Six Sigma a hotărât însă să descopere adevărata natură a plângerilor și astfel să determine cauza de bază a problemei.

În primul rând s-a construit schema flux a procesului și s-au identificat specificațiile:



Specificații privind duratele operațiunilor:

Prezentare: 15 minute

Obținere: 2 minute

Control raze X: 30 minute

Trimitere rezultate: 2 zile lucrătoare



Presupunând că toate **oportunitățile** sunt **pasive**, s-au obținut următoarele rezultate pentru etapele procesului:

➤ **Prezentare/Înregistrare**

- unități = 345
- defecte = 12
- oportunități/unitate = 3

Rezultă:

$FTY_1 = 96,6\%$; $DPU_1 = 0,035$; $RTY_1 = 96,6\%$

➤ **Obținere documente**

- unități = 182
- defecte = 37
- oportunități/unitate = 2

Rezultă:

$FTY_2 = 81,6\%$; $DPU_2 = 0,203$; $RTY_2 = 78,8\%$

➤ **Control raze X**

- unități = 160
- defecte = 15
- oportunități/unitate = 2

Rezultă:

$FTY_3 = 91,1\%$; $DPU_3 = 0,094$; $RTY_3 = 71,8\%$

➤ Trimitere rezultate

- unități = 182
- defecte = 2
- oportunități/unitate = 1

Rezultă:

$$FTY_4 = 98,9\% ; DPU_4 = 0,011 ; RTY_4 = 71,0\%$$

➤ Test final

- unități = 450
- defective = 50

Rezultă:

$$FTY_5 = 88,9\% ; \text{defective/unitate} = 0,11 ; RTY_5 = 71,0\%$$

$$DPU_{\text{Total}} = 0,035 + 0,203 + 0,094 + 0,011 = 0,343$$

$$RTY = (0,966) \cdot (0,816) \cdot (0,911) \cdot (0,989) = 0,71$$

$$DPPM = \frac{\text{nr. defective}}{\text{nr. total produse}} \cdot 1000000 = \frac{50}{450} \cdot 1000000 = 111111$$

$$DPMO = \frac{DPU}{\text{nr. oportunitati / unitate}} \cdot 1000000 = \frac{0,34282}{(3 + 2 + 2 + 1)} \cdot 1000000 = 42852$$

✓ **Concluzie:** Specialistul Six Sigma trebuie să se concentreze asupra etapei "Obținere documente" (cea mai mare valoare DPU și cea mai mică FTY).

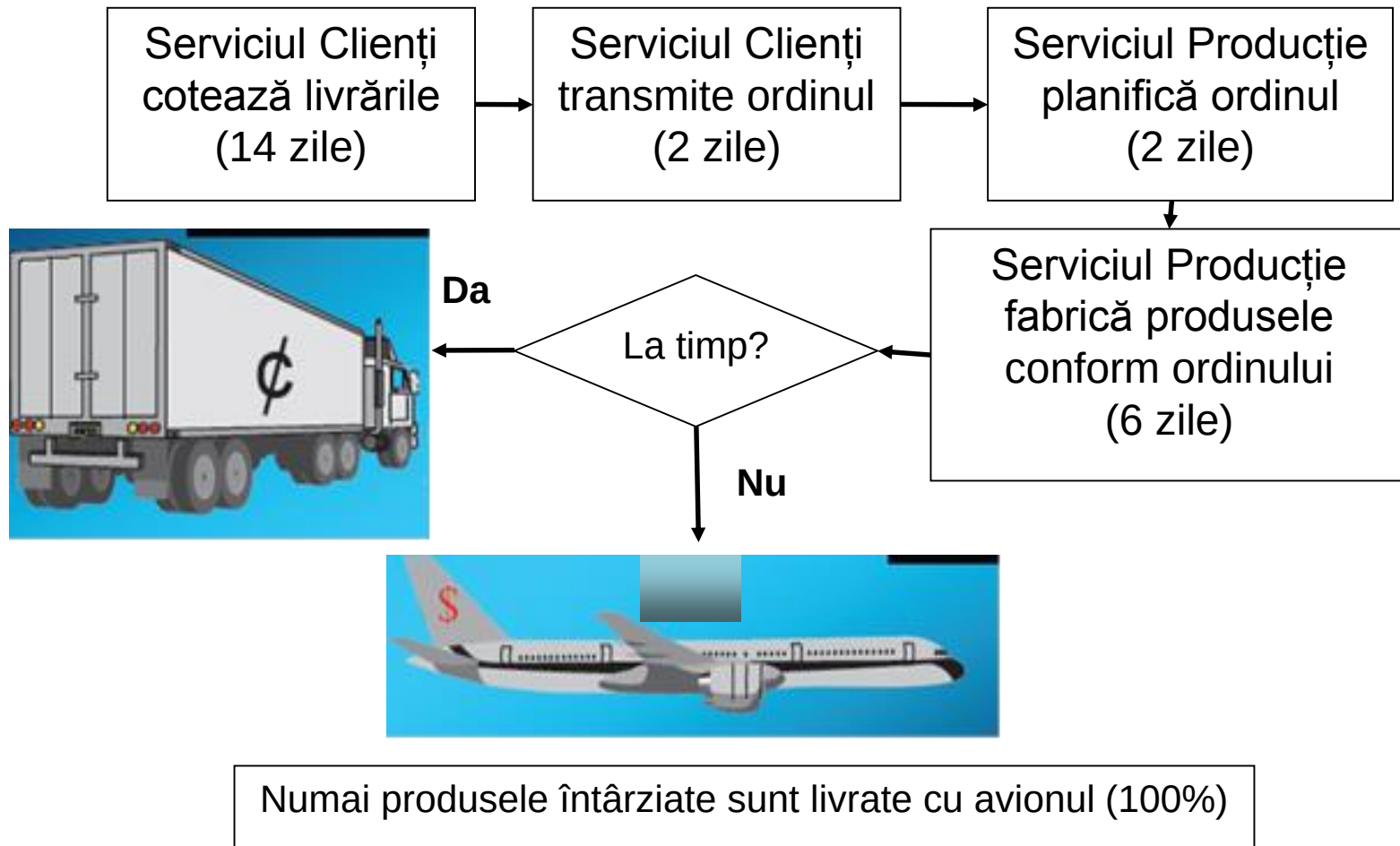
Studiu de caz 6

Compania ABC S.A. produce cuptoare cu microunde care sunt vândute în diverse magazine și prin cataloage în toată țara. Peste 40% din produse sunt expediate în regim expres cu costuri suplimentare de 2 milioane de lei. Compania dorește reducerea livrărilor în regim expres cu peste 70%, salvând astfel mai mult de 1,4 milioane de lei pe an.

S-a efectuat o analiză "*cauză – efect*" care a scos în evidență faptul că livrările în regim expres sunt cauzate în principal de:

- *Serviciul Clienți promite livrări imposibile*
- *Serviciul Clienți întârzie în distribuirea ordinelor*
- *Ordinele nu intră prompt în programări*
- *Ordinele nu sunt introduse corect în sistem*
- *Întârzieri în ciclul de producție (foarte rare)*
- *Gruparea unităților ce pot fi livrate la timp cu cele întârziate și livrarea tuturor cu avionul*

➡ S-a construit schema flux a procesului, s-au identificat specificațiile și s-au înregistrat datele pentru analiza capabilității



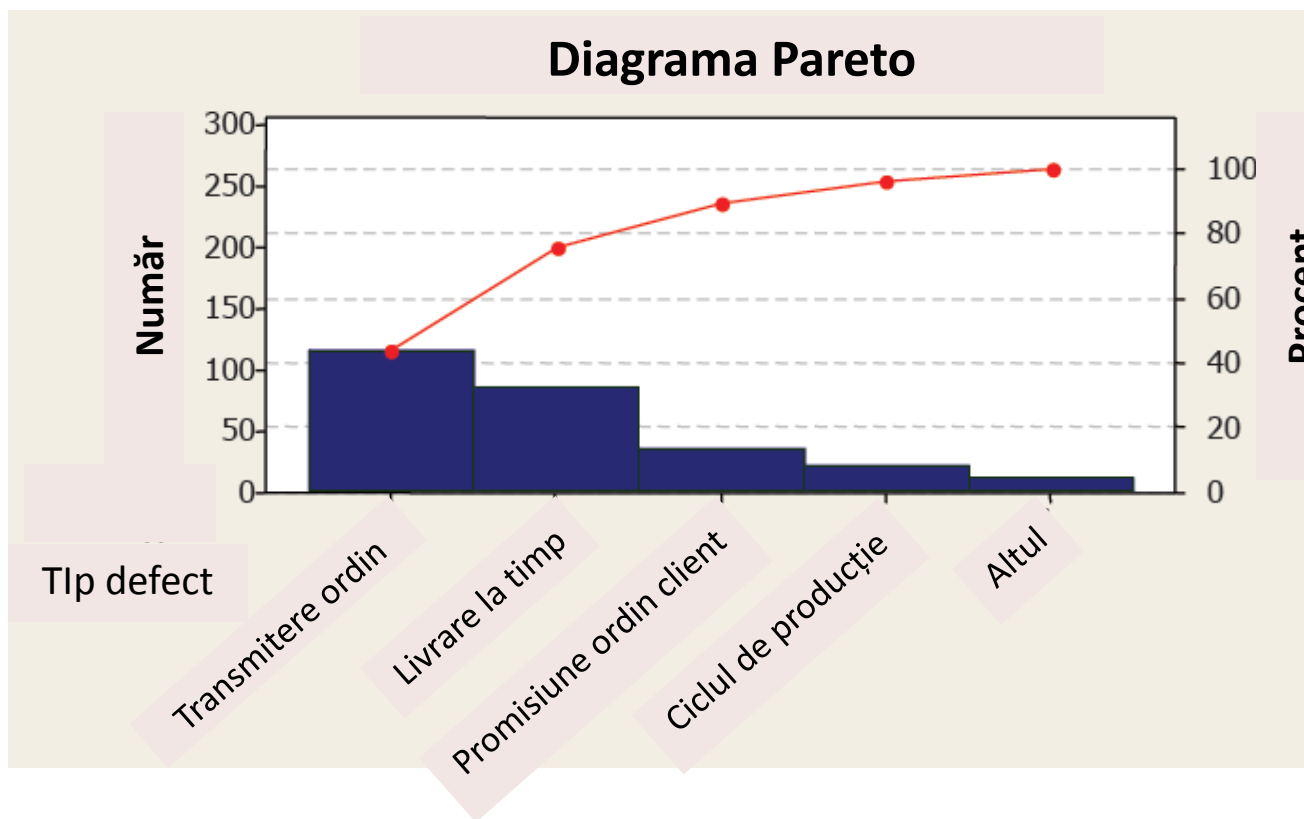
Schema procesului de livrare a cuptoarelor cu microunde

Datele pentru analiza capacității procesului de livrare

Etapa (specificația)	Ordine	Defecte	Op. / unitate
Promisiuni Serviciu Clienți (14 zile)	300	35	2
Transmitere ordine (2 zile)	320	115	2
Planificare ordine (2 zile)	320	5	3
Ciclul de producție (6 zile)	310	20	32
Produse realizate la timp livrate cu avionul (0%)	305	84	2
Test Final	300	5	

➡ S-a efectuat o analiză Pareto și s-au calculat indicatorii de capacitate ai procesului.

Tipul defectului	Transmitere ordin	Livrare la timp	Promisiune pentru ordinul clientului	Ciclul de producție	Altul
Număr	115	84	35	20	5
Procent (%)	43,6	31,8	13,3	7,6	3,8
Pr.cumul.(%)	43,6	75,4	88,6	96,2	100,0



Calculul indicatorilor de capacitate ai procesului de livrare

Etapa (specificația)	Ordine	Def.	Op. / unit.	DPU	FTY	RTY
Promisiuni Serviciu Clienți (14 zile)	300	35	2			
Transmitere ordine (2 zile)	320	115	2			
Planificare ordine (2 zile)	320	5	3			
Ciclul de producție (6 zile)	310	20	32			
Prod. " la timp" livrate cu avionul (0%)	305	84	2			
					FTY_F	
Test Final	300	5				
			Op. / unit.	DPU	RTY	DPMO
Total						

Etapa (specificația)	Ordine	Def.	Op. / unit.	DPU	FTY	RTY
Promisiuni Serviciu Clienți (14 zile)	300	35	2	0,117	0,890	0,890
Transmitere ordine (2 zile)	320	115	2	0,359	0,698	0,621
Planificare ordine (2 zile)	320	5	3	0,016	0,984	0,612
Ciclul de producție (6 zile)	310	20	32	0,065	0,938	0,573
Prod. " la timp" livrate cu avionul (0%)	305	84	2	0,275	0,759	0,435
					FTY _F	
Test Final	300	5			0,983	
			Op. / unit.	DPU	RTY	DPMO
Total			41	0,832	0,435	20283

✓ **Concluzie:** Pentru îmbunătățirea procesului, specialistul Six Sigma să se focalizeze asupra a două etape (au cea mai mare valoare DPU și cea mai mică FTY):

- Serviciul Clienți să transmită prompt ordinele;
- Livrarea cu avionul numai a produselor întârziate, celelalte să fie livrate cu camionul.

Studiu de caz 7

Managementul unui spital a început implementarea demersului Six Sigma, fiind interesat de creșterea randamentului serviciilor oferite pacienților.

Prima problemă a fost selectarea proceselor critice care să fie îmbunătățite în primă fază.

Datele obținute din proces și cele financiare au condus la identificarea a 5 procese care pot fi luate în considerare pentru îmbunătățire.

Se dorește să se afle care sunt în ordine primele două procese care trebuie îmbunătățite.

Datele pentru analiza proceselor

	P1	P2	P3	P4	P5
RTY	92%	78%	94%	98%	72%
Nr. interacțiuni cheie	5	4	5	6	6
Nr. documente cheie	4	2	3	2	2
Nr. duratelor de așteptare pentru audituri/interacțiuni	2	2	2	3	2
Nr. pachetelor de documente ale clienților auditate	3	4	3	3	4
Nr. secțiuni ale documentelor/document	3	3	2	4	10
Nr. mediu de pacienți pe lună	150	570	62	62	630

Unde

P1 – reabilitare fizică,

P2 – servicii de laborator,

P3 – servicii sociale,

P4 – terapie anti-drog și anti-alcool,

P5 – servicii de diagnostic radiologic.

Calculul indicatorilor de capacitate ai proceselor

	P1	P2	P3	P4	P5
RTY	92%	78%	94%	98%	72%
DPU					
Nr. interacțiuni cheie	5	4	5	6	6
Nr. documente cheie	4	2	3	2	2
Nr. duratelor de așteptare pentru audituri/interacțiuni	2	2	2	3	2
Nr. pachetelor de documente ale clienților auditate	3	4	3	3	4
Nr. secțiuni ale documentelor/document	3	3	2	4	10
Nr. mediu de pacienți pe lună	150	570	62	62	630
Nr. total de oportunități/unitate (Active)					
DPMO (Active)					
Scor Sigma servicii (Active)					
Nr. total de oportunități/unitate (Pasive)					
DPMO (Pasive)					
Scor Sigma servicii (Pasive)					

	P1	P2	P3	P4	P5
RTY	92%	78%	94%	98%	72%
DPU	0,083	0,248	0,062	0,020	0,329
Nr. interacțiuni cheie	5	4	5	6	6
Nr. documente cheie	4	2	3	2	2
Nr. duratelor de așteptare pentru audituri/interacțiuni	2	2	2	3	2
Nr. pachetelor de documente ale clienților auditate	3	4	3	3	4
Nr. secțiuni ale documentelor/document	3	3	2	4	10
Nr. mediu de pacienți pe lună	150	570	62	62	630
Nr. total de oportunități/unitate (Active)	17	10	11	14	26
DPMO (Active)	4905	24846	5625	1443	12635
Scor Sigma servicii (Active)	4,08	3,46	4,03	4,48	3,74
Nr. total de oportunități/unitate (Pasive)	9	6	8	8	8
DPMO (Pasive)	9265	41410	7734	2525	41063
Scor Sigma servicii (Pasive)	3,9	3,2	3,9	4,3	3,2

✓ **Concluzie:** Pentru îmbunătățirea procesului, specialistul Six Sigma trebuie să se focalizeze inițial asupra a două procese (au cea mai mare valoare DPU și cea mai mare DPMO atât pentru oportunitățile active cât și pentru cele pasive):

- Îmbunătățirea serviciilor de laborator;
- Îmbunătățirea serviciilor de diagnostic radiolog.

Studiu de caz 8

Managementul unei companii care fabrică dispozitive electronice a început implementarea demersului Six Sigma, fiind interesat de creșterea randamentului procesului de asamblare a plăcilor de circuite imprimate.

Datele obținute din proces și cele financiare au condus la identificarea a 5 produse care pot fi luate în considerare pentru îmbunătățire.

Se dorește să se afle care sunt în ordine primele două procese care trebuie îmbunătățite.

Datele pentru analiza proceselor

	Prod. 1	Prod. 2	Prod. 3	Prod. 4	Prod. 5
RTY	84%	94%	97%	90%	94%
Nr. componentelor de la furnizor	41	12	6	7	19
Nr. lipiturilor pe placă	315	71	31	65	127
Nr. lipiturilor testate/1000 (test distructiv)	100	55	30	20	70
Nr. lipiturilor inspectate/unitate (test vizual)	125	20	10	10	50
Nr. dimensiunilor critice	55	11	23	7	104

Calculul indicatorilor de capacitate ai produselor.

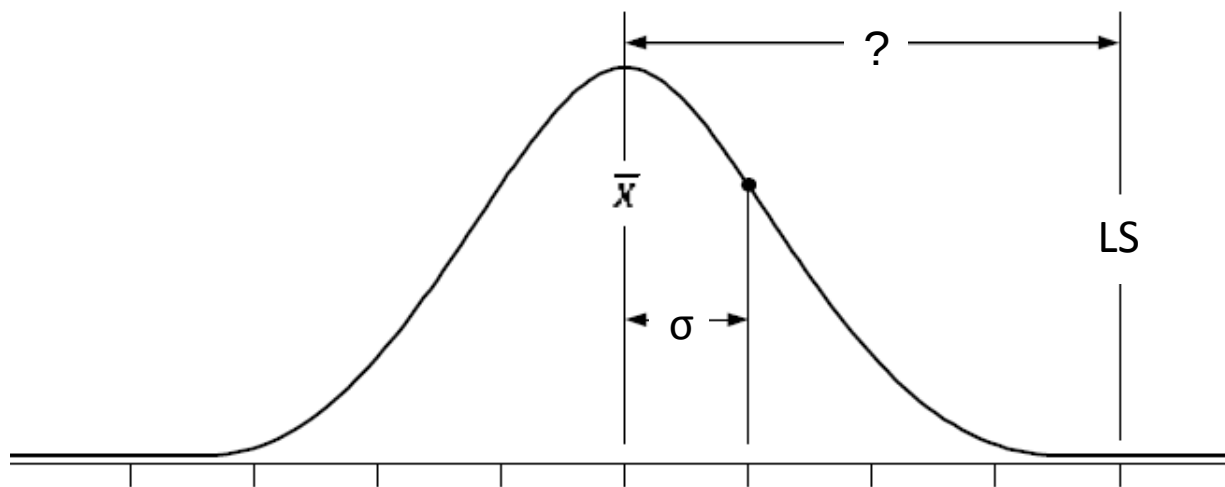
	Prod. 1	Prod. 2	Prod. 3	Prod. 4	Prod. 5
RTY	84%	94%	97%	90%	94%
DPU					
Nr. componentelor de la furnizor	41	12	6	7	19
Nr. lipiturilor pe placă	315	71	31	65	127
Nr. lipiturilor testate/1000 (test distructiv)	100	55	30	20	70
Nr. lipiturilor inspectate/unitate (test vizual)	125	20	10	10	50
Nr. dimensiunilor critice	55	11	23	7	104
Nr. total oportunități/oportunitate (Active)					
Nr. total oportunități/oportunitate (Pasive)					
DPMO (Active)					
DPMO (Pasive)					
Scor Sigma produs (Active)					
Scor Sigma produs (Pasive)					

	Prod. 1	Prod. 2	Prod. 3	Prod. 4	Prod. 5
RTY	84%	94%	97%	90%	94%
DPU	0,17	0,06	0,03	0,11	0,06
Nr. componentelor de la furnizor	41	12	6	7	19
Nr. lipiturilor pe placă	315	71	31	65	127
Nr. lipiturilor testate/1000 (test distructiv)	100	55	30	20	70
Nr. lipiturilor inspectate/unitate (test vizual)	125	20	10	10	50
Nr. dimensiunilor critice	55	11	23	7	104
Nr. total oportunități/oportunitate (Active)	212	35	34	18	163
Nr. total oportunități/oportunitate (Pasive)	356	83	37	72	146
DPMO (Active)	824	1773	898	5757	380
DPMO (Pasive)	490	745	823	1463	424
Scor Sigma produs (Active)	3,15	2,92	3,12	2,53	3,37
Scor Sigma produs (Pasive)	3,30	3,18	3,15	2,98	3,34

✓ **Concluzie:** Pentru îmbunătățirea procesului, specialistul Six Sigma trebuie să se focalizeze inițial asupra a două produse **Prod. 4** (are valoare mare DPU și cea mai mare DPMO atât pentru oportunitățile active cât și pentru cele pasive), și **Prod. 1** (are cea mai mare valoare DPU și RTY mic).

Scorul Sigma (Z)

- Din perspectiva calității, Six Sigma este definită ca 3,4 DPMO.
- În figură se prezintă distribuția performanței unui proces sau caracteristici comparativ cu o specificație unilaterală LS.
- Tendința centrală a distribuției performanței este definită de media sa, iar variația în performanță este definită de abaterea sa standard σ .
- Se pune problema câte abateri standard se potrivesc între medie și limita specificată LS.

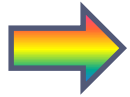


Scala de măsură a caracteristicii

- Din figură se observă că se potrivesc 4 abateri standard între medie și LS.
- Numărul exact poate fi întotdeauna calculat cu relația:

$$Z = \frac{|LS - \bar{X}|}{\sigma}$$

- Calcularea lui **Z** arată exact câte abateri standard se potrivesc între media și limita specificată a oricărui proces sau caracteristici.
- În Six Sigma această valoare se numește **Scor Sigma** a procesului sau caracteristicii.
- În statistică, această valoare se numește **Scor Z** sau **Scor Normal**.
- Indiferent ca se numește **Scor Z**, **Valoare Z**, **Scor Sigma**, **Valoare Sigma** sau simplu **Sigma**, exprimă *câte abateri standard se potrivesc între medie și limita specificată* și *nu trebuie confundat cu abaterea standard reprezentată de litera grecească σ* .



Scorul Sigma (Z) se folosește numai pentru caracteristicile distribuite normal.

- Distribuția unei caracteristici în demersul Six Sigma este considerată ca fiind în cazul variabilelor continue, Normală (Gauss-Laplace) și Poisson, în cazul variabilelor discrete.
- O distribuție normală este determinată de doi parametri, media ideală a populației statistice - μ și abaterea standard (abaterea medie pătratică) a populației statistice - σ .
- Media ideală indică poziția distribuției (de aceea se mai numește indicator de localizare/poziționare) în timp ce abaterea standard indică împrăștierea.
- Parametri populației statistice μ , σ , σ^2 (varianța sau dispersia) sunt în general necunoscuți însă ei pot fi estimați pe baza eșantionării.
- Astfel, media aritmetică $\bar{Y}$ estimează media ideală μ , abaterea medie pătratică experimentală s , estimează abaterea standard σ iar varianța eșantionului, V , estimează dispersia σ^2 .

➤ Dacă se consideră un eșantion, n , pentru care valorile individuale ale caracteristicii sunt $y_1, y_2, \dots, y_n$, atunci estimatorii populației statistice sunt calculați conform relațiilor:

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$$

$$s = \sqrt{V}$$

$$V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

În cazul în care se utilizează o fișă de control $\bar{x}-R$ pentru care se analizează k - subgrupuri de mărime n , atunci σ poate fi estimat conform relației :

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

unde $\bar{R} = R_i / n$ și R_i este amplitudinea pentru fiecare subgrup, respectiv d_2 este o constantă ce depinde de mărimea eșantionului n și este tabelată.

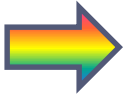
➤ Densitatea de probabilitate (repartiție) normală, $f(x)$, este dată în relația următoare și se notează de obicei cu $X \sim N(\mu, \sigma^2)$.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

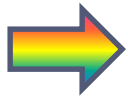
➤ Pentru a transforma cu $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ într-o distribuție normală standard $Z \sim N(0,1)$, adică o distribuție normală cu media = 0 și abaterea standard = 1, se folosește schimbarea de variabilă din relația (*) obținându-se densitatea de probabilitate standard conform relației (**)

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (*)$$

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \quad (**)$$



Un **Scor Sigma (Z)** mic înseamnă că o parte semnificativă a cozii distribuției se extinde peste limita specificată și deci cu cât mai mare **Scorul Sigma (Z)** cu atât mai puține defecte.



Scorul Sigma (Z) se poate modifica în 3 moduri:

- ✓ Poziția mediei se modifică în raport cu limita specificată;
- ✓ Lărgimea distribuției, definită de abaterea standard, se modifică;
- ✓ Poziția limitei specificate se modifică.

Scorul Sigma (Z) pe termen scurt și pe termen lung

➤ Calculul **Scorului Sigma (Z)** se face pe baza mediei și abaterii standard, însă trebuie decelat între ce fel de abatere standard se folosește, adică **abaterea standard pe termen scurt σ_{ST}** sau **pe termen lung σ_{LT}** .

➤ Dacă se folosește **abaterea standard pe termen scurt σ_{ST}** , atunci **Scorul Sigma (Z)** calculat este unul pe termen scurt, astfel:

$$Z_{ST} = \frac{|LS - \bar{X}|}{\sigma_{ST}}$$

- Performanța variației pe termen scurt, așa cum este cuantificată prin **Scorul Sigma (Z) pe termen scurt σ_{ST}** , reprezintă cea mai bună variație a performanței ce poate fi așteptată la actuala configurație a procesului.
- Este o măsură idealistă a capabilității și este cel mai ușor de evaluat printr-un eșantion relativ mic colectat din proces sau asupra unei caracteristici.
- Dacă însă se dispune de **abaterea standard termen lung σ_{LT}** , atunci **Scorul Sigma (Z)** calculat este unul pe termen lung, astfel:

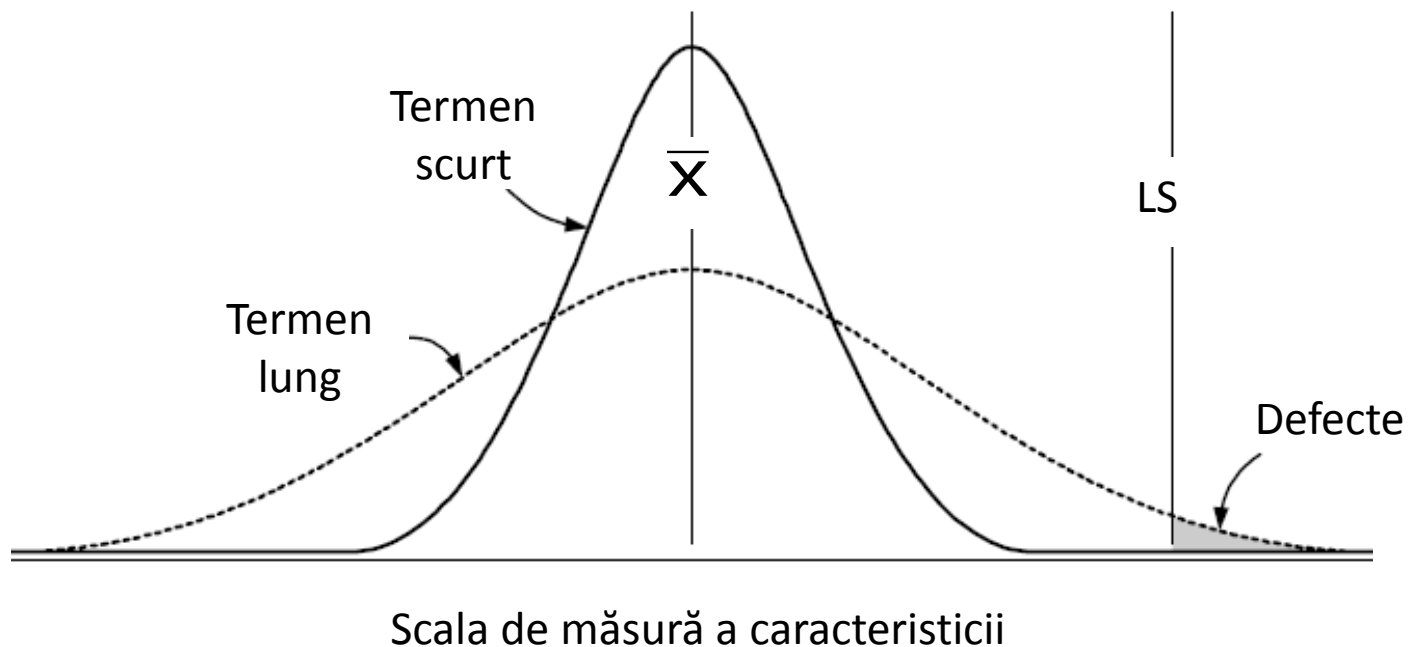
$$Z_{LT} = \frac{|LS - \bar{X}|}{\sigma_{LT}}$$



În realitate, un proces sau o caracteristică nu se comportă în mod ideal ca pe termen scurt ci performanța se degradează prin deplasare, îndepărtare sau diverse tendințe.

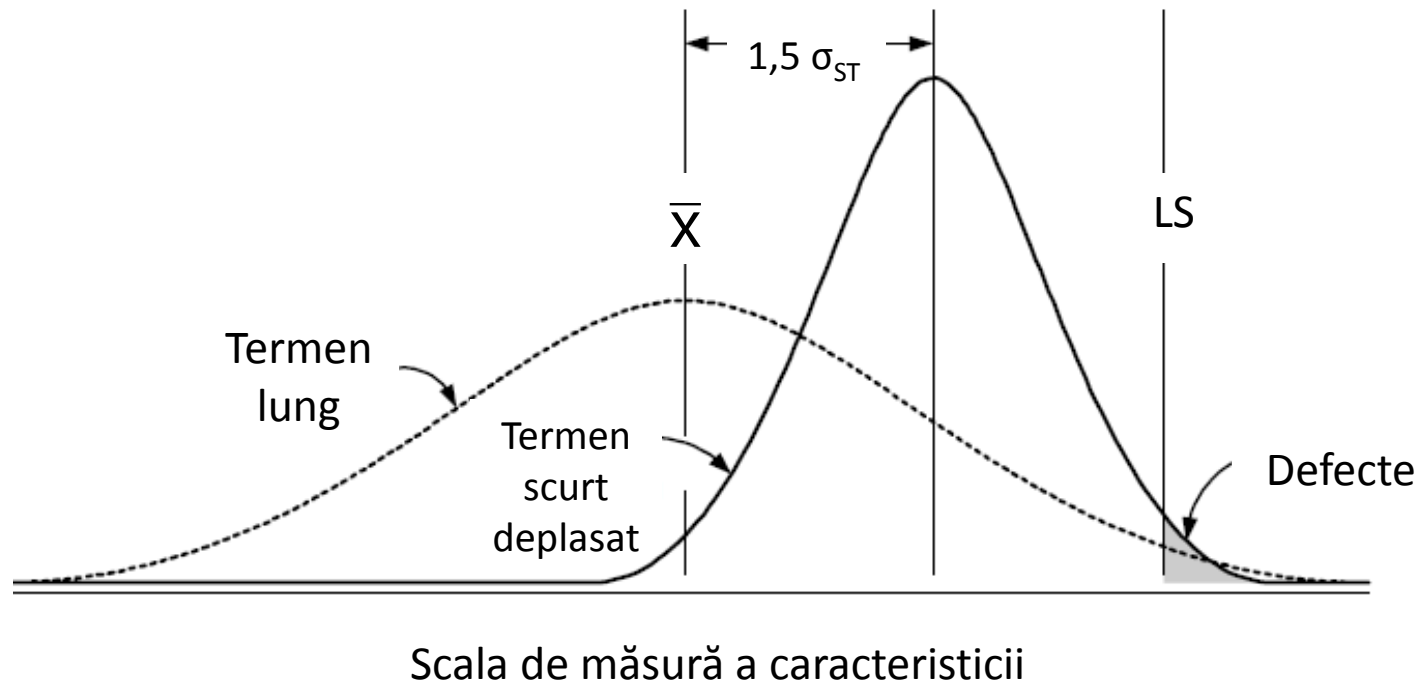
Conexiunea capabilității pe termen scurt cu performanța pe termen lung (cu deplasare de $1,5 \sigma$)

Distribuția performanței unei caracteristici pe termen scurt și extinderea pe termen lung (care creează defecte)



- Procesul sau caracteristica din figura precedentă rămâne în specificații pe termen scurt.
- Pe termen lung însă, datorită perturbațiilor, variația performanței crește și uneori creează defecte datorită depășirii specificațiilor.
- Din punct de vedere matematic există posibilitatea să se simuleze efectul acestei degradări prin mutarea artificială a distribuției pe termen scurt mai aproape de limita specificată până când cantitatea de defecte pentru distribuția pe termen scurt este aceeași cu cea pentru distribuția pe termen lung, așa cum se observă în figura următoare.

Deplasarea distribuției pe termen scurt pentru estimarea variației performanței pe termen lung



➤ În demersul Six Sigma, se utilizează o deplasare a distribuției pe termen scurt a procesului sau caracteristicii mai aproape de limita specificată cu o valoare egală cu de 1,5 ori **abaterea standard pe termen scurt (σ_{ST})**, considerându-se că este o bună aproximare a cantității de defecte ce pot apare pe termen lung.

➤ Deoarece Z_{ST} reprezintă **numărul de abateri standard pe termen scurt** între centrul variației și specificație, **Scorul Sigma (Z)** al distribuției deplasate este conform relației:

$$Z_{\text{deplasat}} = Z_{ST} - 1,5$$

➤ Dar distribuția deplasată fiind echivalentă cu cea pe termen lung în ceea ce privește defectele, relația precedentă poate fi rescrisă conform relației:

$$Z_{LT} = Z_{ST} - 1,5$$

- În practică, se măsoară **variabilitatea pe termen scurt** a unui proces sau caracteristici și se calculează **Scorul Sigma Z_{ST} pe termen scurt**.
- Apoi se translatează acesta la performanța ratei defectării pe termen lung folosind deplasarea de 1,5 **abateri standard pe termen scurt**. Acest **Scor Sigma Z_{LT} pe termen lung** este comunicat în termeni de **DPMO**.
- Se poate folosi tabelul următor în două moduri.
- Se determină **Z_{ST} pe termen scurt** pentru orice proces sau caracteristică și apoi se translatează în **DPMO pe termen lung** sau se determină inițial **DPMO** și apoi se translatează invers pentru a obține **Z_{ST} pe termen scurt**.

De exemplu, un **DPMO pe termen lung** de 6210 este rezultatul unui **Scor Sigma Z_{ST} pe termen scurt** de 4,0.

Un **DPMO pe termen lung** de 32 este rezultatul unui proces cu **Scor Sigma Z_{ST} pe termen scurt** de 5,5.

Legătura **Scorului Sigma** Z_{ST} pe termen scurt cu **DPMO** pe termen lung

Z_{ST}	DPMO
0,0	933.193
0,5	841.345
1,0	691.462
1,5	500.000
2,0	308.538
2,5	158.655
3,0	66.807
3,5	27.750
4,0	6.210
4,5	1.350
5,0	233
5,5	32
6,0	3,4

Atunci când se pune de exemplu întrebarea **"Cât este sigma a procesului?"** și se răspunde de exemplu **"2 sigma"** sau **"3 sigma"**, de fapt întrebarea corectă este **"Care este **Scorul Sigma** Z_{ST} pe termen scurt corespunzător ratei defectării pe termen lung"**.

Indicii capabilității

- Acest set de indici care cuantifică capabilitatea unui proces sau caracteristici de a se încadra în specificații, compară direct VOP (Voice of Process) cu VOC (Voice of Customer).

Indicele de capabilitate pe termen scurt C_p

- Indicele de capabilitate pe termen scurt C_p compară lățimea unei specificații bilaterale (ITS – intervalul de toleranțe specificat) cu lățimea efectivă a procesului pe termen scurt (ITN – intervalul de toleranțe natural).
- $ITS = LSS - LIS$ (limita superioară specificată – limita inferioară specificată) iar ITN este intervalul cuprins între -3σ și $+3\sigma$ care conține 99,73% din variația unui proces normal distribuit

- Pentru compararea ITS cu ITN **pe termen scurt** a procesului se folosește relația:

$$C_P = \frac{LSS - LIS}{6\sigma_{ST}}$$

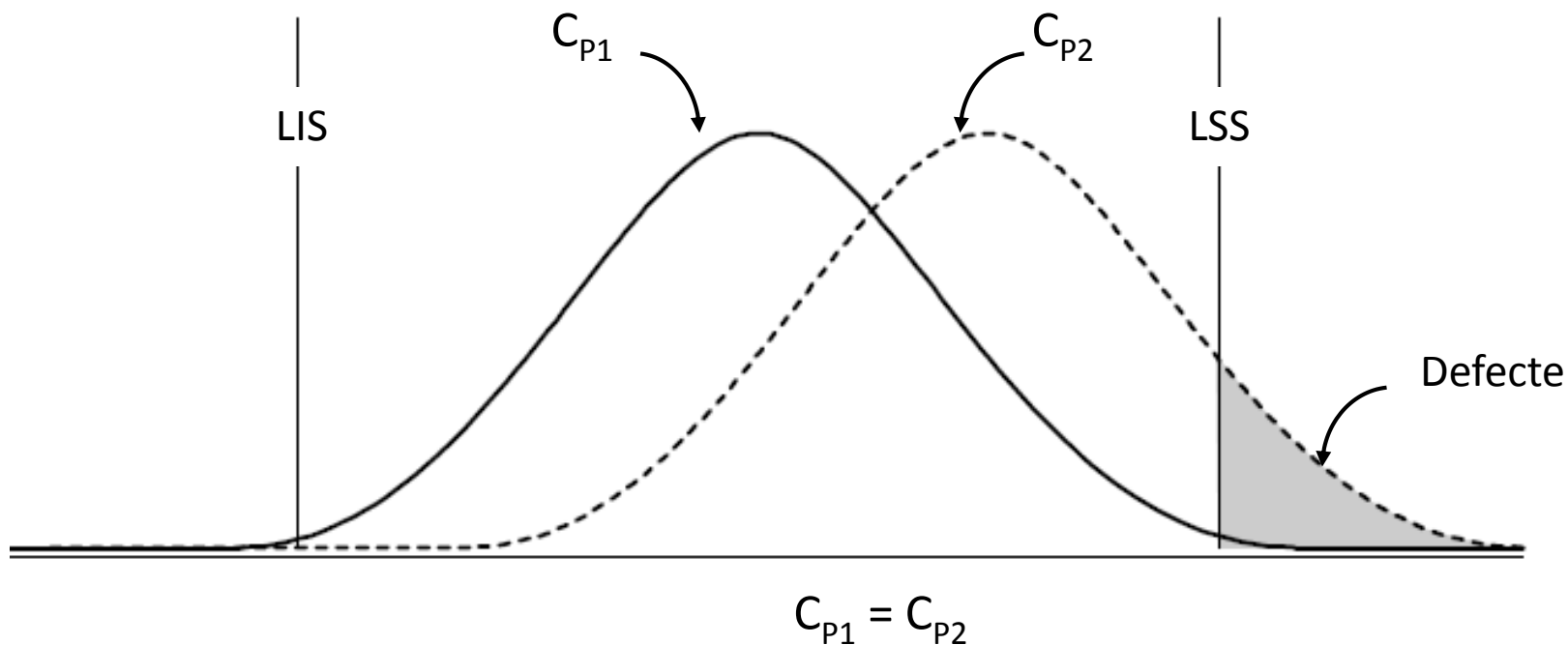
unde LSS – LIS reprezintă cerințele VOC și **6 σ_{ST}** reprezintă VOP **pe termen scurt**

- O valoare calculată $C_p = 1$ înseamnă că VOC = VOP. O valoare calculată $C_p < 1$ înseamnă că procesul este mai larg ca specificațiile cu posibilitate să apară defecte multe.
- O valoare calculată $C_p > 1$ înseamnă că lățimea efectivă a procesului este mai mică ca lățimea specificațiilor cu posibilitatea să apară mai puține defecte.

Indicele de capabilitate pe termen scurt ajustat C_{pk}

- Un neajuns al indicelui de capabilitate pe termen scurt C_p este că pot apare situații în care deși două distribuții au același ITS și ITN (deci același C_p), totuși ele să nu aibe aceeași capabilitate.
- Acest lucru apare datorită faptului că centrele specificațiilor sunt diferite.
- De exemplu în figura umătoare se observă că deși distribuția reprezentată cu linie continuă (centrată) are același C_p cu distribuția cu linie punctată, aceasta din urmă are mult mai multe defecte.

Două distribuții cu același C_p , una centrată și una descentrată relativ la ITS



- Se poate compensa acest neajuns prin ajustarea calcului lui C_p pentru cît de mare este descentrarea.
- Pentru aceasta se compară distanța de la centrul distribuției (media) la fiecare din limitele specificate cu jumătate din lățimea variației pe termen scurt conform relațiilor:

$$C_{PU} = \frac{LSS - \bar{X}}{3\sigma_{ST}}$$

$$C_{PL} = \frac{\bar{X} - LIS}{3\sigma_{ST}}$$

➤ Cea mai mică dintre valorile calculate C_{PU} și C_{PL} se numește indice de capabilitate pe termen scurt ajustat C_{PK} și poate fi scris conform relației:

$$C_{PK} = \min(C_{PU}, C_{PL}) = \min\left(\frac{LSS - \bar{x}}{3\sigma_{ST}}, \frac{\bar{x} - LIS}{3\sigma_{ST}}\right)$$

➤ Dacă variația procesului sau caracteristicii este centrată între limitele specificate, valoarea calculată a lui C_{PK} va fi egală cu valoarea calculată a lui C_p . De obicei o valoare calculată $C_{PK} \geq 1,33$ indică un proces sau caracteristică capabilă pe termen scurt.

➤ Valori calculate pentru $C_{PK} < 1,33$ pot indica, o variație ce excede specificațiile, o descentrare a acesteia fie o combinație a celor două.

Relația între C_p , C_{pK} și *Scorul Sigma*

- Dacă media procesului este centrată, adică $\mu = T$ (valoarea țintă) și $LSS - LIS = 6\sigma$, atunci se observă ușor că $C_p = 1$ și că distanța de la μ la limitele specificate este 3σ .
- În acest caz *Scorul Sigma* (nivelul calității) devine 3σ și relația dintre C_p și *Scorul Sigma* este dat în relația:

$$\text{Scorul Sigma} = 3 \cdot C_p$$

- După cum s-a arătat anterior, pe termen lung, media procesului se poate deplasa cu pâna la $1,5\sigma$ spre stânga sau spre dreapta.
- Pe termen lung dacă media este deplasată cu $1,5\sigma$, atunci *Scorul Sigma* devine $3\sigma + 1,5\sigma = 4,5\sigma$.
- Pentru un proces 6σ cu deplasare $1,5\sigma$, $C_{pK} = 1,5$ și *Scorul Sigma* este evident 6σ .

- În general, legătura dintre C_{PK} și **Scorul Sigma** este conform relației:

$$\text{Scorul Sigma} = 3 \cdot C_{PK} + 1,5 = 3 \cdot (C_{PK} + 0,5)$$

- Atunci se poate considera că pe termen lung, legătura între C_p și C_{PK} este conform relației:

$$C_{PK} = C_p - 0,5$$

Legătura între C_p , C_{PK} și **Scorul Sigma**

C_p	C_{PK} (este permisă o deplasare de $1,5\sigma$)	Scorul Sigma
0,50	0,00	1,5
0,67	0,17	2,0
0,83	0,33	2,5
1,00	0,50	3,0
1,17	0,67	3,5
1,33	0,83	4,0
1,50	1,00	4,5
1,67	1,17	5,0
1,83	1,33	5,5
2,00	1,50	6,0

Indicii de capabilitate pe termen lung – P_p și P_{PK}

- Același tip de indici de capabilitate care se calculează pentru variația pe termen scurt se pot calcula și pentru variația pe termen lung.
- Notarea acestor indici se face cu P_p și P_{PK} , singura diferență față de C_p și C_{PK} este că în formula de calcul apare σ_{LT} în loc de σ_{ST} .

Indicii de capabilitate pe termen scurt și pe termen lung

Numele indicelui	Formula de calcul	Descriere
Indice de capabilitate pe termen scurt	$C_p = \frac{LSS - LIS}{6\sigma_{ST}}$	Compară lățimea ITS cu ITN pe termen scurt
Indice de capabilitate pe termen scurt ajustat	$C_{PK} = \min\left(\frac{LSS - \bar{x}}{3\sigma_{ST}}, \frac{\bar{x} - LIS}{3\sigma_{ST}}\right)$	Compară lățimea ITS cu ITN pe termen scurt și ține cont de descentrarea procesului în raport cu specificațiile
Indice de capabilitate pe termen lung	$P_p = \frac{LSS - LIS}{6\sigma_{LT}}$	Compară lățimea ITS cu ITN pe termen lung
Indice de capabilitate pe termen lung ajustat	$P_{PK} = \min\left(\frac{LSS - \bar{x}}{3\sigma_{LT}}, \frac{\bar{x} - LIS}{3\sigma_{LT}}\right)$	Compară lățimea ITS cu ITN pe termen lung și ține cont de descentrarea procesului în raport cu specificațiile

- Indicii de capabilitate pot fi utilizați pentru întocmirea unui plan de îmbunătățire a procesului sau caracteristicii
- Scenarii ce pot apare cînd se măsoară capabilitatea unui proces sau caracteristici precum și planul de îmbunătățire asociat fiecărui scenariu

Simptom	Diagnostic	Plan de îmbunătățire
$C_p = C_{PK}$ și $P_p = P_{PK}$	Procesul sau caracteristica sunt centrate în interiorul specificațiilor	Focalizare pe reducerea variabilității pe termen lung cu păstrarea centrării procesului sau caracteristicii în raport cu specificațiile
$C_p = P_p$ și $C_{PK} = P_{PK}$	Procesul sau caracteristica au o descentrare semnificativă	Focalizare pe corectarea valorii țintă a procesului sau caracteristicii pînă la centrarea acesteia în raport cu specificațiile
$C_p = P_{PK}$	Procesul evoluează la nivelul de variație prescris	Monitorizarea continuă a capabilității procesului. Reproiectarea procesului pentru îmbunătățirea nivelului de performanță

Bibliografie orientativă:

Brue, G., (2006). *Six Sigma for Small Business*. Madison, Wisconsin: Entrepreneur Press.

Eckes, G., (2003). *Six Sigma for Everyone*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Gordon, M. J. Jr., (2002). *Six Sigma Quality for Business and Manufacture*. .

<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780444510471> : Elsevier

Pyzdek, T., Keller, P. A., (2010). *The Six Sigma Handbook. A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.

Shina, S. G., (2002). *Six Sigma for Electronics Design and Manufacturing*.
New-York: McGraw-Hill, Inc

Sung H. Park, S. H., (2003). *Six Sigma for Quality and Productivity*. Tokyo: Asian
Productivity Organization

Taghizadegan, S. (2006). *Essentials of Lean Six Sigma*.

<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123705020> : Elsevier

Truscott, W. T., (2003). *Six Sigma. Continual Improvement for Businesses*.

<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750657655> : Elsevier

Yang, K., El-Hail, B., (2003). *Design for Six Sigma. A Roadmap for Product Development*. New-York: McGraw-Hill, Inc.