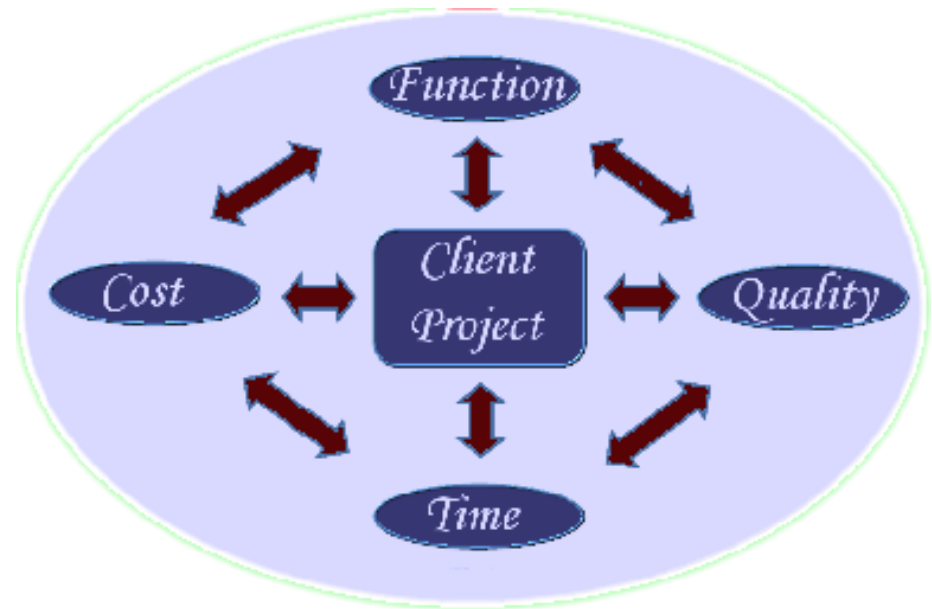


ANALIZA, INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL VALORII

On Time, On Budget, On Value



Best-Run Business



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

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

CAP.I INTRODUCERE

-  Pentru prima oară, noțiunea de **Analiza Valorii** a fost asociată cu **Analiza Monocriterială** inițiată de Ferdinand Porsche în anii '30.
-  **Analiza monocriterială** considera drept **unic criteriu**, **corelația necesară și suficientă** dintre **valoarea funcțiilor unui produs, proces sau serviciu** și **costurile de realizare a acestora**.
-  Accelerarea producției de echipamente militare în timpul celui de-al II-lea război mondial, a determinat o **creștere masivă a cererii** precum și **a prețului de achiziție** a unor materiale considerate strategice (Ni, Cr, Pt, W etc).
-  **Harry Erlicher** – directorul aprovizionării de la **General Electric** din Philadelphia a dat semnalul **reproiectării unor produse** în noul context.



După terminarea războiului **s-a încercat revenirea la proiectele originale** dar s-a constatat că **produsele reproiectate** pe baza noilor soluții **funcționau la fel de bine și în plus erau mai ieftine**

Harry Erlicher l-a însărcinat pe **Lawrence D. Miles**, directorul unui departament de aprovizionare a sucursalei din Baltimore cu **elaborarea unui sistem de realizare a alternativelor constructive** și **la un preț mai mic, într-un mod sistematic, deliberat și nu întâmplător**



Lawrence D. Miles, s-a focalizat asupra **funcțiilor** unui produs, atitudine reflectată de afirmația:



„Dacă nu pot obține produsul, trebuie să obțin funcțiile acestuia !”



Lawrence D. Miles este considerat veritabilul **fondator** al unei noi **metode manageriale**: **„Analiza și Ingineria Valorii”**



Miles a început să-și pună tot mai des întrebarea:

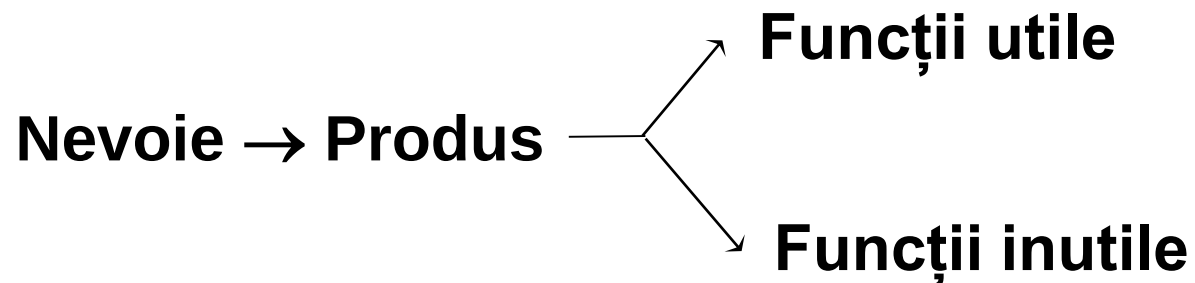
„Ce funcții trebuie să cumpăr?”

și nu

„Ce materiale trebuie să cumpăr?”

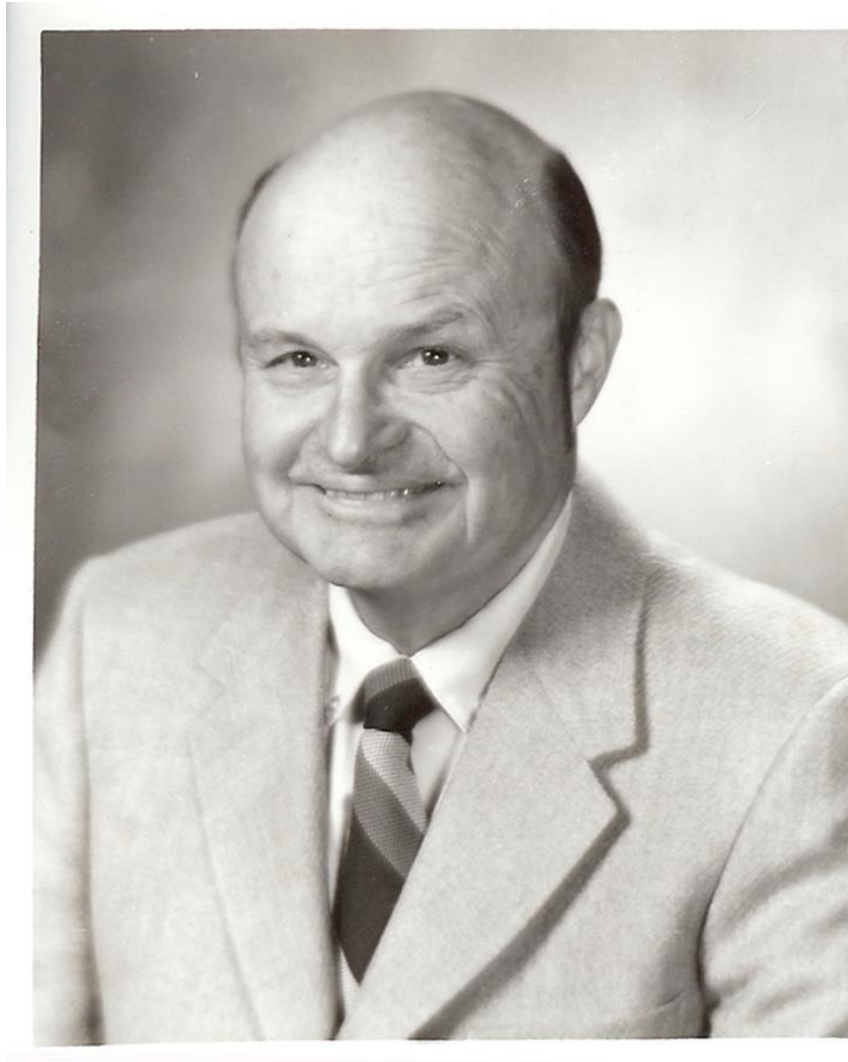
... cu alte cuvinte el și-a schimbat concepția, **nu cumpărând un produs pentru calitățile sale**, ci **cumpărând calitățile produsului**.

... din acest moment **nu și-a mai exprimat nevoia în termeni de produs**, ci **în termeni de funcții** înlocuind schema veche:



cu schema nouă:

Nevoie → Funcții utile → Produs



Lawrence D. Miles (1904-1985) - "Părintele" Analizei Valorii

1947



Lawrence D. Miles, creează la General Electric un compartiment specific – „**Purchasing Department Cost Reduction Section**”, unde s-au aplicat **concepte referitoare la analiza funcțională**, pe baza cărora **se pot reduce costurile**

1952



Marea Britanie introduce **Analiza Valorii**, cel mai consistent program fiind derulat începând cu 1961 la firma „**Dunlop**”

1954



Armata SUA implementează **Analiza Valorii** la activitățile industriale proprii

1959



Se înființează prima instituție pentru promovarea noii metode – „**Society of American Value Engineering (SAVE)**”

1961



Lawrence D. Miles, publică lucrarea „**Technics of Value Analysis and Engineering**”

1966



Yoji Akao, lansează „**Quality Function Deployment (QFD)**” – o **extindere și dezvoltare** a noii metode și care urmărește **satisfacerea cerințelor utilizatorilor în toate etapele evoluției produsului**

1974



Se înființează „**Zentrum Wert Analyse (ZWA)**” – asociația germană a utilizatorilor de **Analiza Valorii**

1978



Se înființează „**L'Association Française pour l'Analyse de la Valeur (AFAV)**” – asociația franceză a utilizatorilor de **Analiza Valorii**

1979



Se publică standardele românești:

„STAS 112721/1-1979” – „Analiza valorii. Noțiuni generale”
și

„STAS 112721/2-1979” – „Analiza valorii. Aplicarea metodei la produse”

„STAS 112721/1-1979” - „Analiza valorii este o metodă de cercetare și proiectare sistematică și creativă care, prin abordarea funcțională, urmărește ca funcțiile obiectului studiat să fie concepute și realizate cu cheltuieli minime în condiții de calitate, fiabilitate și performanță, care să satisfacă cererile utilizatorului”

✓ **Observații :**

 Unele publicații care tratează această metodă folosesc sintagma „**Analiza Valorii**”, pe când altele folosesc „**Ingineria Valorii**”, lăsând însă să se înțeleagă că de fapt **este în fond aceeași metodologie**, dar cu **denumiri ce diferă în funcție de momentul efectuării studiului**

 **Analiza Valorii (AV)** - se aplică la **obiecte existente**, fiind un **procedeu sistematic de ameliorare** a acestora prin **eliminarea costurilor nejustificate**, acționând pe baza mecanismului **feed-back**

 **Ingineria Valorii (IV)** - se aplică la **obiecte noi**, fiind un **procedeu sistematic de prevenire și eliminare a unor cauze generatoare de costuri inutile** prin **realizarea funcțiilor cu un cost minim**, **fără a neglija performanța**, aplicându-se din fazele de concepție și proiectare și acționând pe baza mecanismului **best-before**

 Unii specialiști, referindu-se la metodele precedente, precum și la altele similare, introduc noțiunea de „**Managementul Valorii**”, care are o sferă de cuprindere mai mare

 **Managementul Valorii (MV)** – desemnează **totalitatea activităților de natură managerială** care **urmăresc perfecționarea produselor și proceselor** prin prisma relației dintre **valoare și utilitate** pe de o parte și **consumul de mijloace** pe de altă parte

IMPORTANT!

În esență, **AV + IV** urmăresc **realizarea funcțiilor unui obiect** (funcțiile constituind un rezultat al cerințelor utilizatorului), astfel încât să existe o **proporționalitate** între **utilitatea (performanțele) fiecărei funcții** și **consumul de mijloace pentru realizarea acesteia**, iar ca o rezultată logică să **maximizeze raportul** dintre **utilitatea produsului** și **costul acestuia**

Pentru simplificarea formulărilor se va utiliza termenul de „Ingineria Valorii” pentru a descrie cele două situații prezentate anterior

Obiectul de studiu al IV poate fi:

→ Un **produs** realizat pe baza unui **brevet de invenție** sau după un **model**

→ Un **produs existent** în vederea modernizării lui

→ Părți componente (module) ale unui **produs** care îndeplinesc funcții distincte

→ **Tehnologia de fabricație** a unui **produs** sau părți ale unei **tehnologii de fabricație**

→ **Procese** de servire, auxiliare, de muncă etc.

Obiectivele principale ale unui studiu de IV sunt:

→ **Eliminarea cheltuielilor nejustificate** și a celor determinate de eventualele funcții inutile și **reducerea** în acest mod a **costului de fabricație**.

→ **Micșorarea costului de fabricație** pe **alte căi** decât cele enunțate anterior (reproiectare organologică, alte metode de realizare a funcțiilor).

→ **Generalizarea soluțiilor tehnologice, constructive, organizatorice** demonstrate ca fiind optime din punct de vedere economic la toate produsele, serviciile etc. similare realizate în filialele organizației pentru care s-a elaborat studiul, ori de alți producători dacă beneficiarul studiului acceptă să le vândă rezultatele.

→ **Creșterea valorii de întrebuințare a produselor**, aceasta chiar și în condițiile în care costurile nu se reduc sau chiar cresc, dar într-o anumită limită.

→ **Îmbunătățirea condițiilor de muncă** etc.

***Sintetic, obiectivul unui studiu de IV
poate fi exprimat prin relația***

$$IV \rightarrow \max (V\hat{I}_G/CP)$$

$V\hat{I}_G$ – valoarea de întrebuințare
(utilitatea) globală a obiectului studiat
(adică gradul de satisfacere a
necesității consumatorului)

CP – costul de producție a
obiectului studiat

***Poate fi exprimată ca o sumă
simbolică (reuniune) a unor elemente
componente definitorii***

$$V\hat{I}_G = V\hat{I}_T + V\hat{I}_E + V\hat{I}_S + V\hat{I}_M + V\hat{I}_R + V\hat{I}_A$$

VI_T



Valoarea tehnică – determinată de *caracteristicile tehnice ale obiectului studiat*.

VI_E



Valoarea estetică – determinată de efectele psihosenzoriale, generate de îmbinarea formelor, culorilor și dimensiunilor.

VI_S



Valoarea de schimb – determinată de opțiunea utilizatorului de a înlocui un obiect vechi (existent) cu unul nou. Poate fi cuantificată prin **preț** dispus să-l plătească utilizatorul .

VI_M



Valoarea morală – determinată de impactul obiectului studiat asupra valorilor morale ale societății.

VI_R



Valoarea de raritate – determinată de caracterul de unicat sau serie foarte mică a obiectului studiat.

VI_A



Valoarea afectivă – determinată de inducerea unor sentimente de către obiectul studiat.

Elemente specifice Ingineriei Valorii



Ingineria Valorii *se deosebește fundamental de metodele clasice* folosite și în prezent la *reducerea costurilor*



În timp ce *majoritatea metodelor clasice pornesc de la un obiect fizic*, pentru care *se caută cele mai economice soluții de fabricație, prin IV se studiază bunurile pornind de la nevoia socială, de la funcțiile lor, de la serviciile pe care trebuie să le aducă utilizatorului final.*



Spre deosebire de *metodele clasice, care îmbunătățesc ceea ce există, IV concepe sau reconcepe bunul în funcție de necesități; ea urmărește realizarea unei funcții ignorând adesea soluția actuală.*



Abordarea IV permite **stabilirea unor legături directe între funcțiile bunului și costurile necesare realizării lui.**



Între **nivelul de importanță al funcției în realizarea valorii de întrebuințare generale** și cel al **costului pe care îl antrenează** trebuie să fie un **raport proporțional**.



În studiul de IV **este mai important costul funcției**, **costul bunului exprimă numai ceea ce se consumă, fără a exprima și ceea ce se obține conform nevoii sociale.**



Introducând noțiunea de **cost al funcțiilor**, **IV determină cheltuielile materiale și de muncă vie** necesare pentru **a conferi produsului fiecare dintre valorile sale de întrebuințare.**



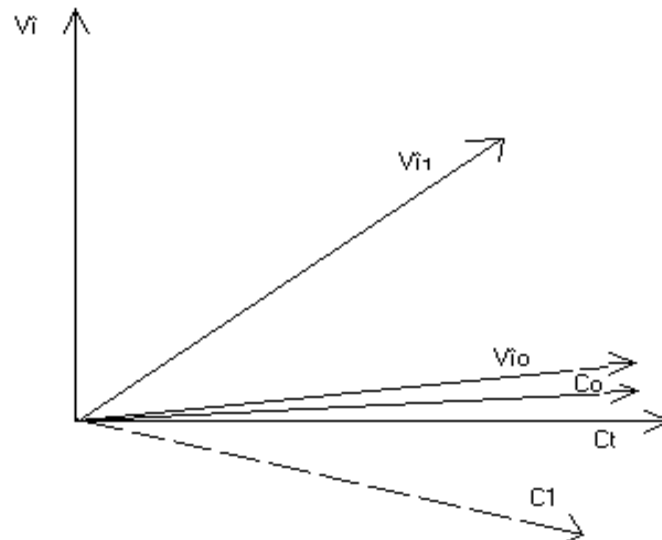
Munca vie reprezintă expresia valorică a consumurilor de muncă vie și materializată, efectuate în scopul obținerii unui produs la un moment dat, consumuri care îmbracă forma cheltuielilor de producție și desfacere suportate de societate.



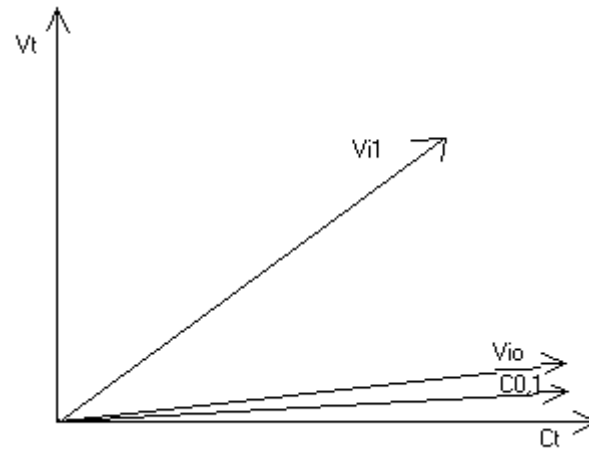
Studiile de IV nu urmăresc în exclusivitate reducerea costurilor; așa cum s-a arătat, **IV este folosită și pentru îmbunătățirea valorii de întrebuințare a bunurilor, deci pentru satisfacerea mai bună a consumatorilor.**

Acest obiectiv se poate realiza în următoarele condiții:

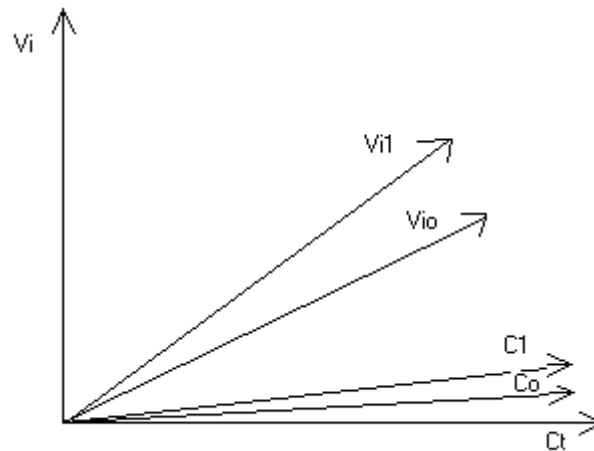
a) **Utilitatea bunului crește** și **costul de producție scade**



b) *Utilitatea bunului crește* și *costul rămâne constant*



c) *Utilitatea bunului crește* și de asemenea *costul crește, dar într-o măsură mai mică*



Noțiunile cu care operează Ingineria Valorii



În studiile de I.V se utilizează trei noțiuni de bază: **valoarea**, **valoarea de întrebuințare** și **funcția**.

Valoarea produsului



Pentru studiul de IV prezintă interes **mărimea valorii produsului** care este dată de **cantitatea de muncă socialmente necesară pentru producerea acestuia**.



Procesul de producție presupune **cheltuieli de muncă vie și trecută în activitățile care preced producția propriu-zisă**. De aceea alături de consumul total de muncă vie și materializată determinat de producerea unui bun, **în mărimea valorii se includ și cheltuielile de muncă din amonte și avalul acesteia**.

➔ În mod obișnuit, valoarea unui bun este legată de prețul plătit și se apreciază că **valoarea este cu atât mai mare cu cât bunul se vinde mai scump.**

IMPORTANT!

➔ În IV conceptul de **valoare** are însă **un sens foarte diferit** de cel dat în vorbirea curentă.

➔ ... astfel, **valoarea bunului crește când acesta realizează mai bine funcțiile utile** și la un **cost cât mai redus posibil**

$$\text{Valoare} = \frac{\text{functii}}{\text{cost}}$$

sau, dacă se ține cont că în *raport* se includ *funcțiile care acoperă nevoia*:

$$\text{Valoare} = \frac{\text{nivel de satisfacere a nevoii}}{\text{cost}}$$

sau

$$\text{Valoare} = \frac{\text{calitate}}{\text{cost}}$$

➡ Se constată deci, că **valoarea** se exprimă printr-un **raport necuantificabil**, dar **care permite apropierea calității de cost**.

➡ **Valoarea** crește **proporțional** cu **satisfacțiile aduse utilizatorului** și **invers proporțional** cu **costul**.

➡ **Mărimea valorii** induce o **relație directă** între **satisfacerea nevoii** și **cheltuielile necesare**, deci apare ca **raport** între **calitate** și **preț**.

➡ În mod practic **mărimea valorii unui bun** cu care se operează în studiile de IV va fi determinată de:

- **prețul** acordat de cumpărători
sau
- **costul** înregistrat de fabricant.

Valoarea de întrebuințare a produsului

➡ **Valoarea de întrebuințare** sau **utilitatea** exprimă **însușirile unui produs de a satisface o anumită nevoie socială** și este determinată atât de **proprietățile corpului material**, cât și de **manopera** care l-a modelat. Ea exprimă, de asemenea, **satisfacția pe care o oferă consumatorului folosirea produsului**.

➡ **Valoarea de întrebuințare scoate în evidență însușirile intrinseci ale produsului**, dar **pentru a fi recunoscută și a căpăta sens economic trebuie raportată la o anumită nevoie socială**.

... așadar, **utilitatea economică** implică stabilirea unor **relații între calitățile sau caracteristicile produsului** și cel puțin una dintre **nevoile individului sau societății**.



Rezultă că *prin intermediul valorii de întrebuințare se reflectă raporturile dintre om și bunuri, dintre nevoile acestuia și caracteristicile bunului.*



Există adeseori situații în care *omul nu se poate folosi de caracteristicile unui bun*. În acest caz *nu se recunoaște valoarea de întrebuințare a bunului*, el *nu are capacitatea de a satisface o nevoie, de a oferi o satisfacție.*



... ca urmare, *deși valoarea de întrebuințare are determinări în proprietățile intrinseci ale oricărui bun economic*, ea *are și un caracter subiectiv*, depinzând de *raportul pe care fiecare individ îl stabilește între bunul economic și nevoile sale.*

➡ **Valoarea de întrebuințare** are o importanță deosebită în economia de piață, ea fiind **esențială pentru vânzarea mărfurilor la un preț care să asigure recuperarea cheltuielilor și obținerea unui profit.**

➡ Întrucât **valoarea de schimb a unei mărfi este tocmai valoarea socială**, rezultă că prin studiul de IV se realizează concomitent două lucruri:

➡ **Satisfacerea la nivel corespunzător a nevoii sociale**

➡ **Se asigură producătorului un profit ca urmare a micșorării valorii individuale a bunului.**

➡ Prin metoda IV se realizează de fapt un **raport maxim** între **valoarea de întrebuințare** și **valoarea bunului**.

... posibilitatea **maximizării raportului** derivă din concepția specifică cu care sunt studiate bunurile în cadrul IV, respectiv prin **analiza funcțională** care permite **depistarea funcțiilor inutile** și **înlăturarea suportului material (reper, piesă) care le asigură**, deci a **costurilor inutile** care **încarcă valoarea bunului fără a-i mări în mod proporțional valoarea de întrebuințare**.



Concepția **funcțională** de abordare a **valorii de întrebuințare** în studiile de IV



Pentru **beneficiar** *nu prezintă interes produsul, ca obiect fizic*, pe el îl interesează **serviciile** pe care acesta i le poate aduce și pentru care este dispus să plătească un **preț**.



Studiul de I.V pornește tocmai de la **stabilirea funcțiilor necesare produsului** pentru a **satisface nevoile consumatorului** și continuă cu determinarea **costurilor limită necesare** realizării acestora.



Orice cost care nu contribuie la **realizarea funcțiilor utile** *va fi eliminat*, obținându-se astfel **economii importante**.

✓ **Observație :**

- ✓ Prin analiza, **în această concepție**, unor produse comune va duce la concluzia că o parte însemnată din **costurile de producție** nu au nici o legătură cu **funcțiile produsului** sau că au fost făcute **cheltuieli exagerate** în raport cu **nevoile de realizare a funcțiilor**, adică o supraevaluare, o supra-calitate a acestora și, deci, o risipă de muncă socială.

VERIFICAȚI !

Exemplu:

Dintr-un studiu efectuat asupra produsului „**Cuțit de vânătoare**”, a rezultat:

- În urma analizei structurii **costului de producție** s-a constatat că 70% din cheltuieli erau afectate mânerului, 25% lamei și 5% pentru teacă (port-cuțit).
- Însă contribuția cea mai mare la realizarea **valorii de întrebuințare** a produsului o aduce lama și nu mânerul.
- S-a realizat așadar o supraevaluare a funcțiilor îndeplinite de mâner „**Permite susținerea lamei pentru buna folosire a acesteia**” și „**Este estetic**.”
- **Cheltuielile exagerate** generate de realizarea acestor **funcții** au fost determinate de **materialele folosite, prea scumpe** în raport cu cerințele de utilizare, ca și de **manopera costisitoare** care a modelat mânerul.

✓ **Observații :**

- ✓ Dacă într-un studiu de IV se constată că **unele însușiri ale produsului analizat nu sunt în mod obiectiv necesare utilizatorului**, atunci **în faza de reproiectare se poate renunța la ele** deoarece **nu se diminuează valoarea de întrebuințare**.
- ✓ **Proprietățile care nu sunt necesare utilizatorului nu influențează valoarea de întrebuințare a produsului**. Ele constituie **funcții inutile** și trebuie înlăturate, **eliminându-se astfel costurile nejustificate**.
- ✓ Rațiunea principală a cercetării în cadrul studiului de IV este aceea că **funcțiile îndeplinite** de produsul analizat pot fi realizate **mai bine și mai ieftin**.
- ✓ Acest raționament va avea ca efect renunțarea la unele funcții, considerate anterior ca fiind necesare sau adoptarea unor principii funcționale complet noi.

- ✓ Deoarece **piesele** și **subansamblele** produsului sunt **purtătorii funcțiilor**, printr-o astfel de analiză se influențează soluțiile constructive, funcționale, tehnologice, consumul de materiale etc.
- ✓ De regulă, efectele rezultate din această **analiză funcțională** sunt mai mari decât cele obținute prin studierea individuală a pieselor .

Raportul calitate – utilitate

- ➡ **Conceptul economic al calității** se bazează pe „Teoria semnificației”, elaborată de biologul și filozoful Jakob Von Uexküll.
- ➡ Corespunzător acestei teorii **imaginea unui produs**, în cazul unei analize, **este reprezentată de caracteristicile acestuia**.
- ➡ **Caracteristica** reprezintă o însușire a produsului care îl diferențiază de altele și **derivă din valoarea sa de întrebuințare**, deci din **proprietatea produsului de a satisface o nevoie socială**.

➡ **Caracteristicile calitative** exprimă modul în care se realizează **utilitatea**, **nivelul de satisfacție** pe care îl resimte utilizatorul produsului.

➡ Pentru stabilirea **caracteristicilor unui produs** este necesar să se cunoască participanții interesați în realizarea acestuia - **beneficiarul**, **producătorul** și **societatea** în totalitatea ei.



... pentru toți, **calitatea se manifestă în perioada de utilizare a produsului**, dar analiza ei nu se poate rezuma numai la această perioadă ci trebuie extinsă și la celelalte:

- **conceperea și fabricarea**, - caracteristica de apreciere fiind **cantitatea de muncă încorporată în produs**;
- **realizarea comercială prin vânzare către beneficiari** - caracteristica produsului fiind aici **competitivitatea**;
- **perioada de utilizare** care evidențiază efectiv **utilitatea produsului**

- ✓ **Producătorul** urmărește, atunci când analizează **utilitatea produsului**, **cantitatea de muncă înglobată în produs** și **competitivitatea** acestuia,
- ✓ **Beneficiarul** este preocupat de **utilitatea produsului**, de **comportarea sa în timp**.
- ✓ **Societatea** este interesată de **protejarea consumatorilor în raport cu calitatea bunurilor** și de **existența unei concurențe loiale pe piață**.

Concluzie

Deși există deosebiri între **calitate** și **valoarea de întrebuințare**, cele două noțiuni sunt inseparabile: **nu poate exista calitate în afara valorii de întrebuințare**, tot așa cum **valoarea de întrebuințare nu răspunde nevoii sociale dacă nu se realizează la un anumit nivel de calitate**.

Principiile de bază ale Ingineriei Valorii

Principiul analizei funcționale

- *Abordarea funcțională* a produselor este **caracteristica de bază a metodei IV**.
- **Concepția constructivă a unui produs** reprezintă tocmai **rezultatul soluțiilor adoptate pentru materializarea fiecăreia dintre funcțiile sale**.
- De aceea, în căutarea **soluțiilor constructive ale produselor** trebuie plecat de la **nomenclatorul de funcții** întocmit în prealabil.
- Fiecare **funcție** este concepută **separat** asigurându-se materializarea ei, apoi **funcțiile** sunt **asamblate** prin însăși asamblarea corpurilor fizice respective care le permite manifestarea ca atare.
- În studiul de IV **caracteristicile funcționale** ale produsului **prezintă mai multă importanță decât cele structurale**.



În cadrul **analizei funcționale** pe care o realizează IV se studiază următoarele aspecte:

- *ce funcții sunt necesare pentru îndeplinirea condițiilor puse de beneficiari ?*
- *cum se pot obține variante mai bune și cu costuri mai mici, fără a ține seama de soluțiile existente ?*
- *cum pot fi îndeplinite funcțiile stabilite cu cheltuieli minime și cum se pot desface avantajos produsele ?*



Se pleacă deci de la ipoteza că pentru **fiecare funcție** este necesar un **minim de costuri** și că există mai multe posibilități de realizare a unei **funcții**.



De exemplu, **funcția „asigură transmiterea forței de rotire”** poate fi realizată mecanic, hidraulic, electric și se transmite prin roți dințate, lagăre, rulmenți, curele etc., costurile necesare fiind diferite.

Principiul dublei dimensionări a funcțiilor

➤ **Funcțiile unui produs** au două dimensiuni:

- o **dimensiune tehnică** exprimată printr-o **unitate de măsură adecvată**
- o **dimensiune economică** exprimată prin **cost**.

➤ Așadar **costul funcției nu se raportează la un corp fizic**, ci **la o anumită însușire a produsului**, care este măsurabilă.

➤ **Costul total al produsului** se determină ca **sumă a costurilor funcțiilor**.

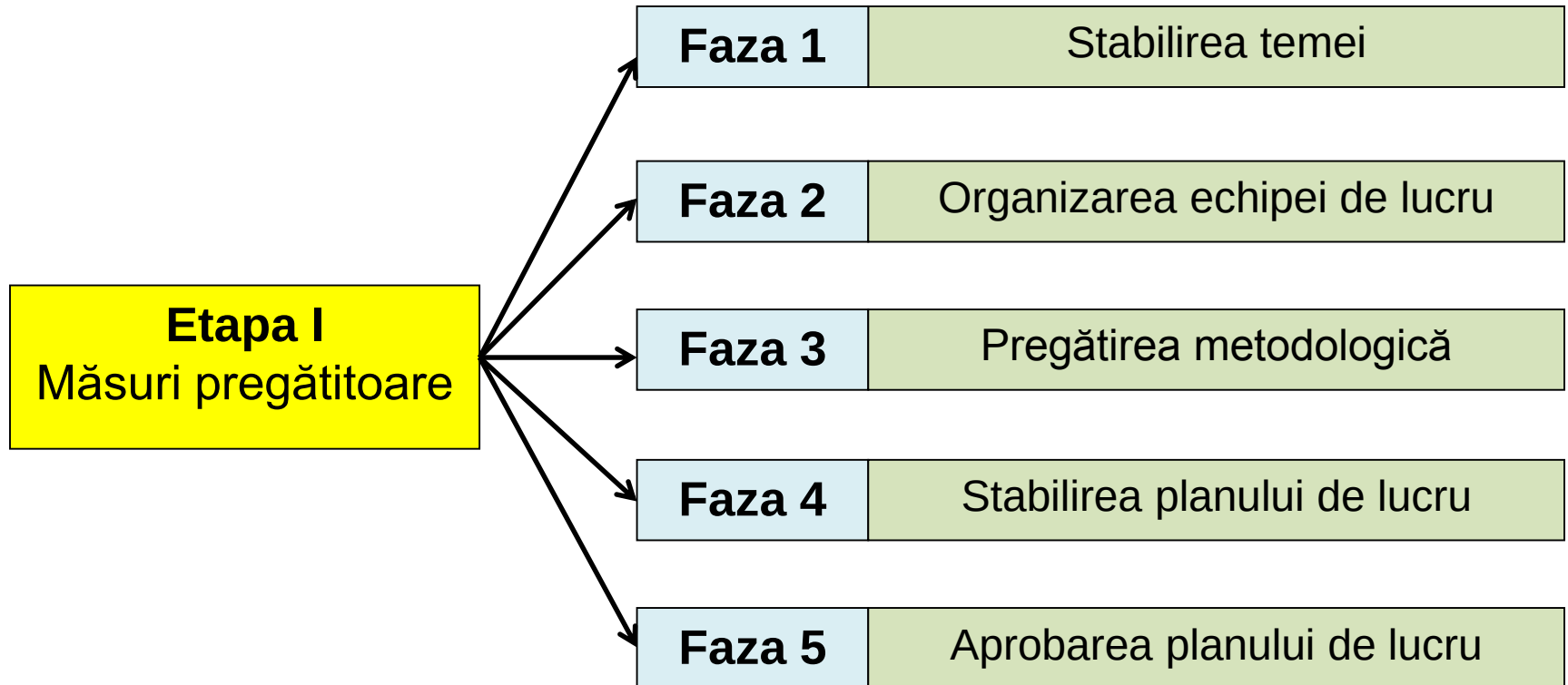
***Principiul maximizării raportului dintre
valoarea de întrebuințare și cost***

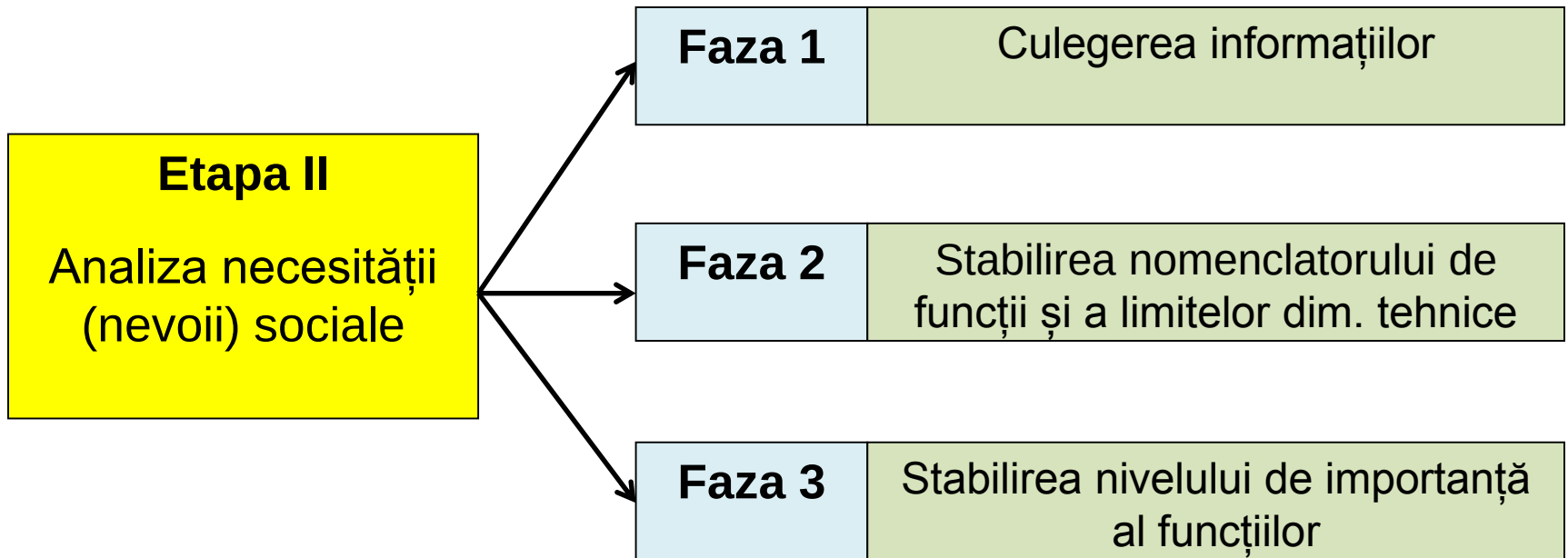
- Pentru a realiza o **competitivitate maximă** este necesar **ca produsul să aibă o valoare de întrebuințare cât mai mare** și o **valoare de schimb cât mai mică**, deci să fie fabricat cu **costuri reduse**.
- De cele mai multe ori însă **costurile funcțiilor nu sunt proporționale cu contribuția acestora la valoarea de întrebuințare generală a produsului**.
- Apare astfel necesitatea stabilirii unui **raport optim** între **funcțiile produsului** și **costurile necesare realizării lor, în sensul maximizării acestuia**.

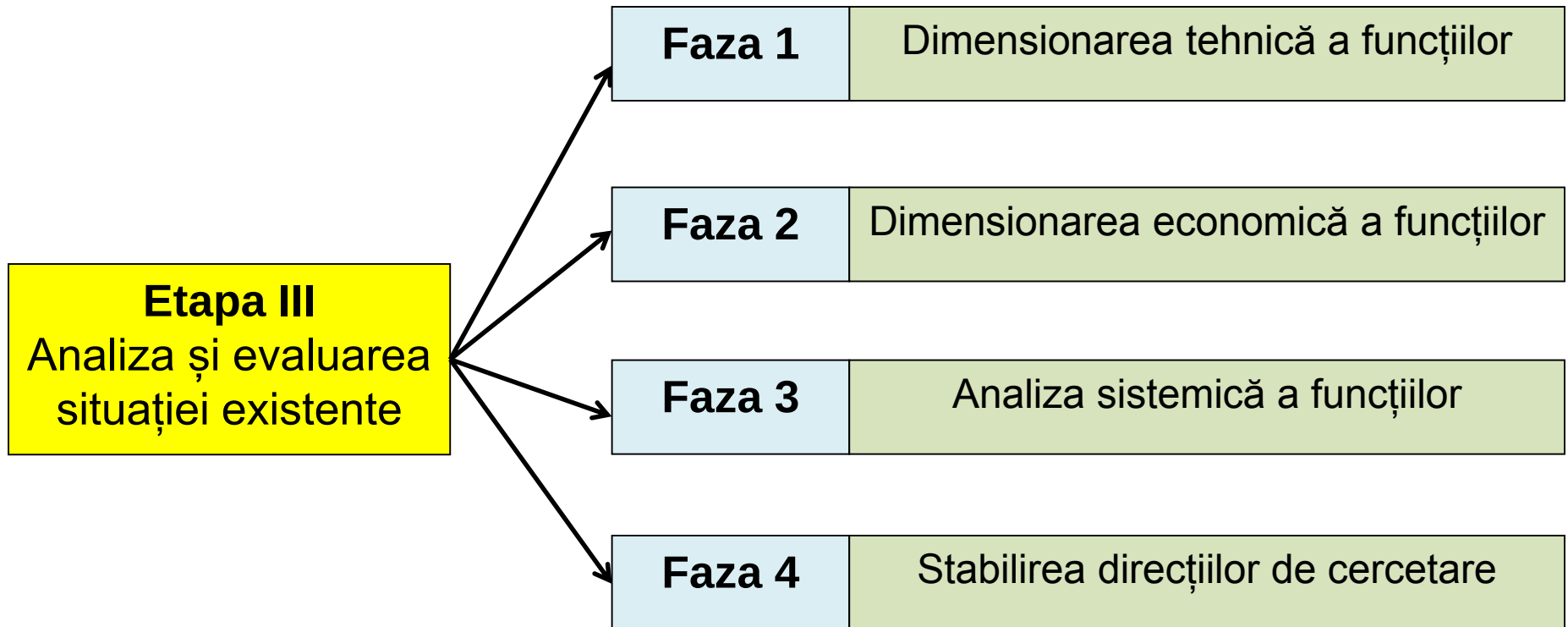
Principiul abordării sistemice a valorii de întrebuințare

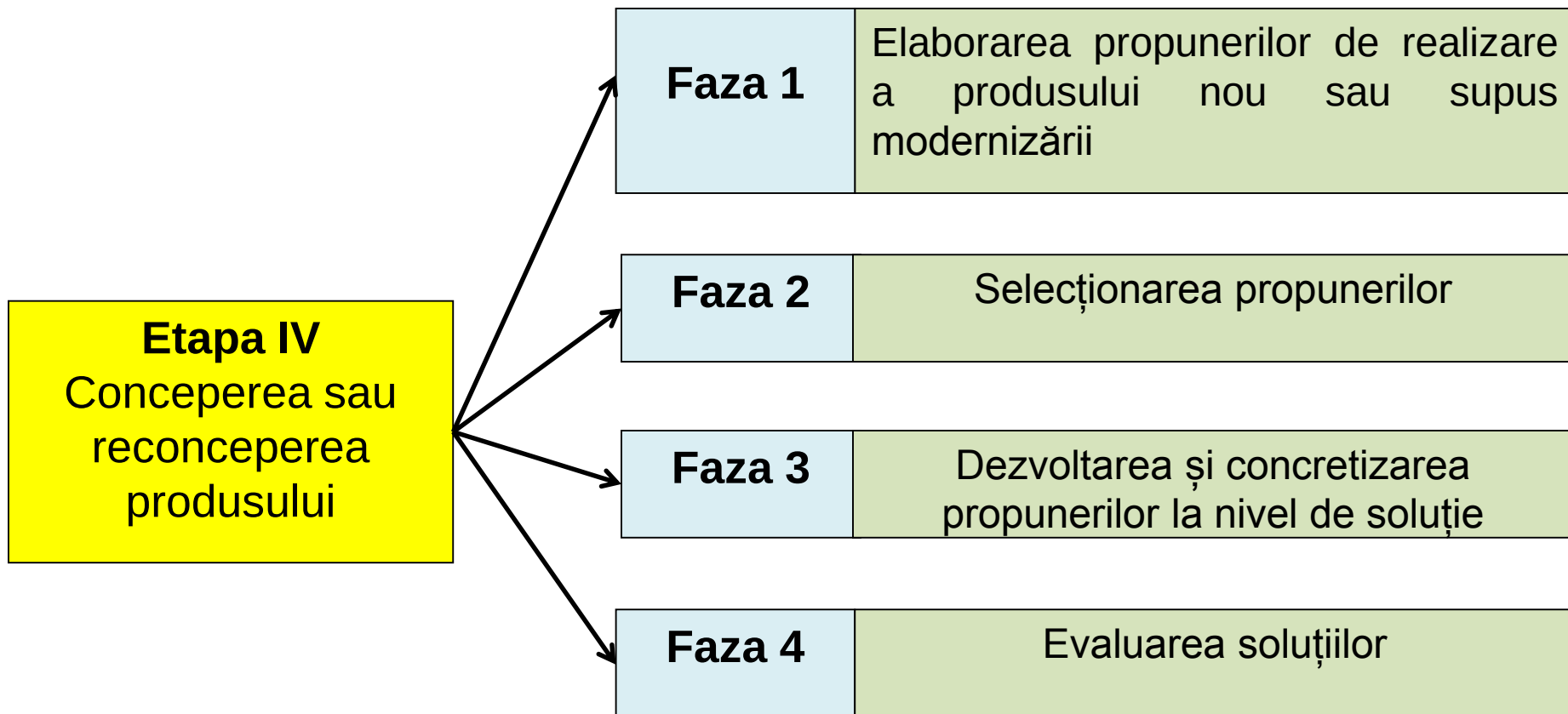
- Conform acestui principiu ***obiectul de studiu al metodei îl constituie în primul rând produsul.***
- Deoarece IV nu se aplică decât ***valorilor de întrebuințare*** care răspund unor ***nevoi sociale***, rezultă că ***părți din produs (piese, subansamble) nu pot constitui obiect de studiu pentru aceasta***, piesa existând ca ***utilitate*** numai în cadrul produsului, ca element component al lui, dar izolată, individualizată ea nu răspunde unei ***nevoi sociale***.
- Desigur, pot exista cazuri când ***datorită complexității produsului, IV nu se poate aplica decât în etape.***
- Pentru a se respecta ***principiul abordării sistemice***, în asemenea cazuri analiza trebuie să pornească de la ***identificarea funcțiilor sistemului*** în ansamblul său, iar apoi piesele și subansamblele să fie grupate pe aceste ***funcții*** și studiate ca atare. În felul acesta se analizează de fapt ***funcțiile produsului.***

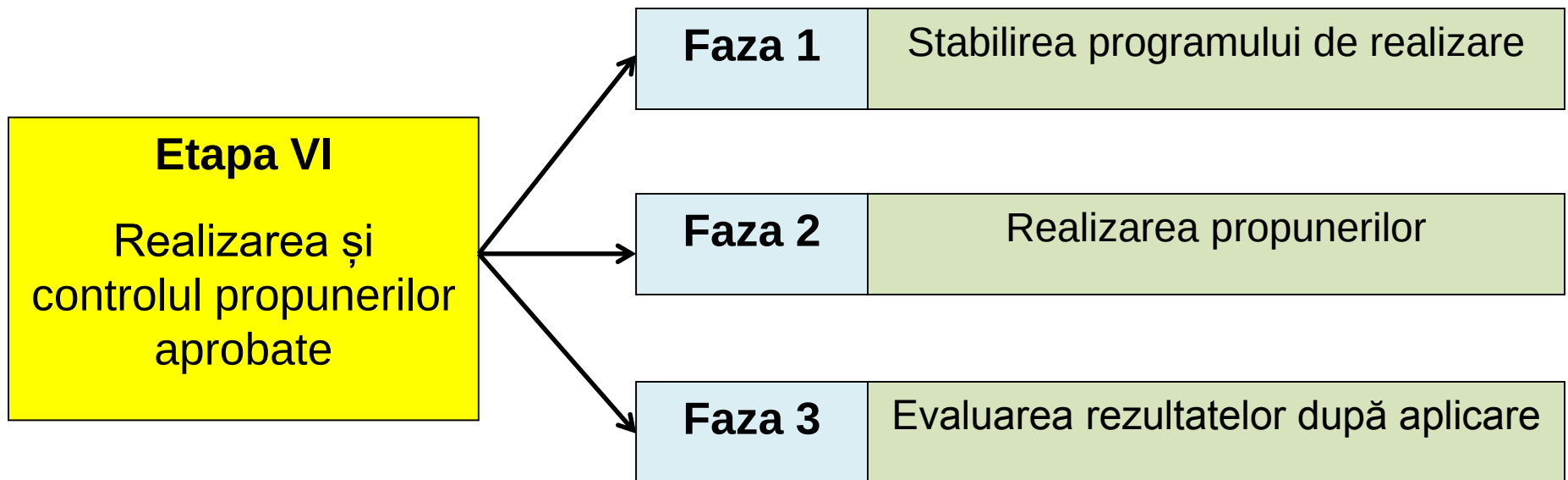
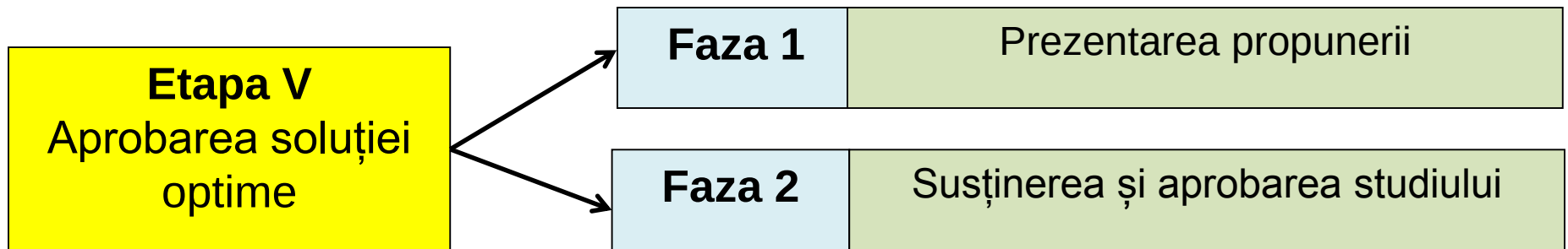
Metodologia de aplicare a Ingineriei Valorii la produse

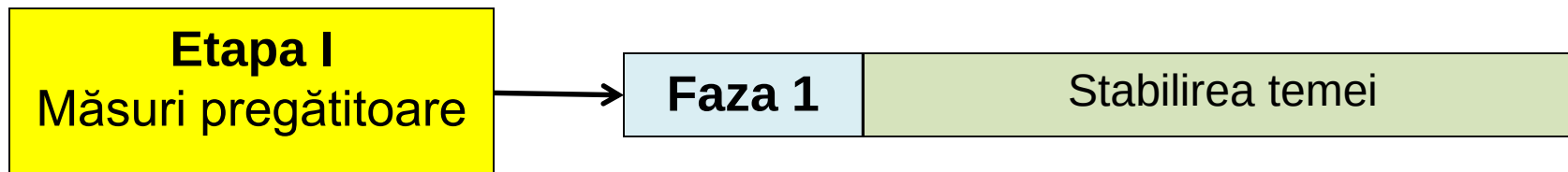












În această fază se **stabilește tema de cercetare-proiectare a produsului la care urmează să se aplice studiul de IV.**

Tema trebuie să precizeze **obiectul**, **obiectivele** și **restricțiile**.



Obiectul

... de studiu al IV pot fi **produsele, procesele, serviciile, structurile organizatorice, sistemele informaționale, obiectivele de investiții** etc.

➤ Metodologia de aplicare a IV este în general aceeași, cu unele particularități la proiectele de investiții și la procesele tehnologice.

➤ În domeniul produselor, IV se aplică atât la reproiectarea produselor existente cât și la proiectarea noilor produse.

Produs existent

- În acest caz obiectul de studiu al IV este un **produs cunoscut** ce **nu mai corespunde cerințelor inițiale pentru care a fost fabricat**.
- Studiul poate fi integral, când se aplică întregului produs sau parțial, când este limitat la o parte din produs care îndeplinește una sau mai multe funcții.

IMPORTANT!

- ✓ IV realizează un **studiu sistemic al produselor**, deoarece **numai considerat în totalitatea sa, în interacțiunea dintre reperele componente produsul are valoare de întrebuințare**.
- ✓ **Studiat separat** de sistemul în care funcționează, un reper sau chiar un subansamblu **nu răspunde unei nevoi sociale**.

Exemplu

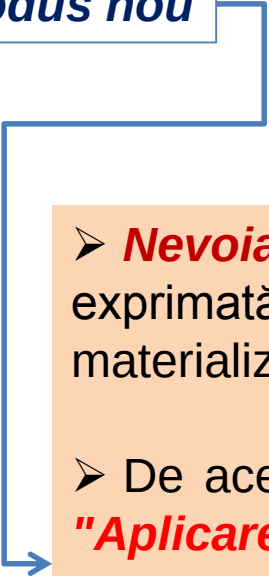
Roțile de la autoturism, luate separat, **nu au valoare de întrebuințare**, dar montate la autoturism capătă **utilitate** participând la realizarea **funcției** : **"permite deplasarea persoanelor în spațiu repede și în siguranță"**.

Concluzii

✓ **O parte din produs – piesă, subansamblu nu poate constitui obiect de studiu pentru IV**, deoarece **aceste părți există numai ca rezultat al unor soluții constructive adoptate la nivelul întregului produs**, dar **nu răspund prin ele însele unei nevoi sociale**.

- ✓ Pot exista cazuri când **datorită complexității produsului, al volumului mare de muncă** ce l-ar necesita, **utilizarea IV să devină greoaie și chiar neeficientă.**
- ✓ În asemenea situații **studiul poate fi restrâns la unul sau mai multe subansamble ale produsului**, dar aceasta cu **respectarea principiului analizei funcționale**, care presupune stabilirea mai întâi a funcțiilor produsului și repartizarea asupra lor a reperelor care le materializează.
- ✓ Studiul va fi aplicat în acest caz **numai la funcțiile realizate de subansamblele care dețin o pondere mare în costul produsului.**
- ✓ Logica acestei orientări este justificată și de faptul că în majoritatea cazurilor **ponderea în costul total al produsului o dețin, într-o proporție de 60-75 %, unu sau două subansamble.**
- ✓ Aplicând IV numai la **funcțiile** care sunt realizate de aceste subansamble, rezultatele pot justifica și o abordare parțială a produsului.

Produs nou



- **Nevoia socială**, stabilită prin cercetări de marketing, este exprimată în termenii **funcțiilor utile**, care apoi vor fi materializate într-un produs.
- De aceea **trebuie evitate** în acest caz exprimările de genul **"Aplicarea IV la proiectarea produsului X"**.
- Studiul vizează de fapt **"Analiza funcțională a nevoii X"**.
- **Nevoia** pornește de la **cerințele utilizatorilor** și materializarea ei trebuie să aducă acestora **satisfacțiile** pentru care sunt dispuși să facă un efort financiar.

Exemplu: Produsul "frigider"

→ Nevoia

→ ... de la care a pornit conceperea și fabricarea produsului a fost:
"păstrarea nealterată a produselor, în special alimentare, pe o perioadă îndelungată de timp".

✓ Observații:

✓ **Modurile concrete** în care a fost satisfăcută de-a lungul timpului această **nevoie** : pivnițele reci ale caselor, vasul cu gheață, răcitorul cu gheață, frigiderul de astăzi.

✓ Folosirea IV permite **conceperea funcțiilor** pe care produsul ce va "stinge" **nevoia** trebuie să le aibă: ***"produce frig"*** ; ***"are o anumită capacitate de depozitare"*** ; ***"permite depozitarea în bune condiții a unor produse de forme diferite"*** ; ***"este fiabil"*** ; ***"este estetic"*** ; ***"permite legarea la priza electrică"*** etc.

- ✓ După stabilirea tuturor **funcțiilor** se trece la **proiectarea constructivă și tehnologică a elementelor materiale** care **vor asigura funcțiile preconizate** cu un **minim de costuri**.
- ✓ **Aplicarea IV în faza de concepție și de proiectare a produselor asigură cea mai mare eficiență**, deoarece **circa 70-80 % din consumul de muncă vie și materializată este determinat de proiectant prin deciziile pe care le ia cu privire la piesele ce compun produsul, soluțiile constructive și tehnologice, toleranțele de precizie, gradul de finisare** etc.
- ✓ Tot acum, **prin soluțiile de proiectare alese se asigură și valoarea de întrebuințare a produselor**, concretizată într-o serie de parametri tehnico-funcționali ca: randament, fiabilitate, estetică etc.
- ✓ **Prin aplicarea I.V în această fază** se asigură chiar de la începutul existenței produsului un **raport optim între valoarea de întrebuințare și costurile necesare fabricării lui**.

Proces



- Metodologia de aplicare a IV la reproiectarea sau proiectarea proceselor tehnologice industriale se constituie ca un **ansamblu de tehnici și instrumente sistematice**, orientate spre **realizarea funcțiilor procesului tehnologic** cu **costuri minime**.
- Aplicare IV permite ca printr-o **evaluare detaliată, într-o manieră sistematică** să se **identifice și să se mobilizeze cât mai multe rezerve de reducere a costurilor**, concomitent cu **menținerea sau chiar îmbunătățirea calității produselor fabricate cu tehnologia respectivă**.
- Obiectivul IV în acest domeniu este **optimizarea raportului** dintre **calitatea produselor fabricate** și **costurile antrenate de procesul tehnologic**.

Servicii



- Prin servicii, în termenii IV, se înțeleg **activitățile care nu produc în mod direct bunuri.**
- Pentru practica studiilor de IV, conținutul termenului este același cu cel stabilit în structura economiei, respectiv **activitățile desfășurate în sectorul terțiar.**
- Ca urmare, obiect de studiu al IV pot fi **activitățile de service industrial ori de altă natură.**

Structuri organizatorice

- **Structura organizatorică** este un **ansamblu de persoane, subdiviziuni organizatorice și relațiile dintre ele, proiectate și dimensionate** astfel încât să asigure o **eficiență ridicată în realizarea obiectivelor**.
- **Componentele structurii organizatorice** sunt: **structura de conducere și structura de producție**. Ambele componente, care alcătuiesc în fapt organigrama organizației, conțin și **relațiile de subordonare dintre subdiviziunile organizatorice**.
- Existența structurii organizatorice în ansamblu și pe fiecare subdiviziune, răspunde unor **nevoi concrete** ale **managementului organizației, ale producției propriu-zise și ale realizării obiectivelor curente și de perspectivă** pe care organizația și le-a asumat.

✓ **Observații:**

- ✓ **Proiectarea unei structuri organizatorice** trebuie să înceapă cu **stabilirea funcțiilor** care-i sunt necesare pentru a răspunde acelor **nevoi**.
- ✓ **Materializarea funcțiilor** se realizează prin **componentele primare: postul, funcția, compartimentul, nivelul ierarhic, ponderea ierarhică, relațiile organizatorice**.
- ✓ Aplicarea IV va permite **proiectarea acestor componente la nivelul cerințelor reale** pentru **îndeplinirea funcțiilor care revin structurii organizatorice**, astfel încât **componentele primare să nu fie supradimensionate, dar nici subdimensionate**.
- ✓ **Analiza proporționalității** dintre **costurile necesare funcționării structurii pe fiecare componentă** și **efectele rezultate** dă proiectantului posibilitatea să se orienteze în cazul reproiectării asupra acelor **componente care generează costuri nejustificate**.

✓ **Reproiectarea structurii organizatorice**, prin conceptele IV, se bazează pe **analiza critică a modului de concepere și funcționare**, axată pe următoarele aspecte:

- **caracteristicile dimensionale și funcționale ale elementelor primare** ce alcătuiesc **structura organizatorică**;
- **delimitarea și dimensionarea organizatorică a activităților implicate în realizarea obiectivelor**;
- modul în care sunt respectate **principiile de concepere și funcționare a structurii organizatorice**;
- **dimensiunea compartimentelor și structura socio-profesională a personalului**;
- **structura și conținutul documentelor organizatorice** etc.

Sisteme informaționale

- **Sistemul informațional** este un **ansamblu de date, informații, fluxuri și circuite informaționale, proceduri informaționale și mijloace de tratare a informațiilor**, care **contribuie la înfăptuirea obiectivelor organizației**, asigurând **interfața** dintre **sistemul decizional** și cel **organizatoric**.
- **Sistemul informațional** răspunde unor **nevoi concrete ale managementului**, a cărei componentă este, **asigurând informațiile necesare în structura, cantitatea, calitatea și la momentul oportun pentru luarea deciziilor**.
- Ca urmare, aplicarea IV la **reproiectarea sistemului informațional** trebuie să pornească de **la concepția că aceasta nu este un scop în sine, ci o modalitate de asigurare a unui management performant, favorizând realizarea obiectivelor organizației**.

✓ **Observații:**

✓ În calitate de **componentă a sistemului managerial**, **sistemul informațional** participă la realizarea următoarelor **funcții** ale acestuia:

- **funcția decizională**, prin care se asigură elementele informaționale necesare fundamentării și adoptării deciziilor;
- **funcția operațională**, care facilitează asigurarea suportului informațional necesar pentru materializarea deciziilor;
- **funcția de documentare**, prin care se asigură sporirea fondului de informații la dispoziția organizației.

✓ Aplicarea IV la **reproiectarea sistemului informațional**, inclusiv a circuitului informațiilor, este **modalitatea cea mai sigură de realizare a funcțiilor acestuia la nivelul cerințelor și cu costuri minime**.



Obiectivele

... urmărite în cadrul studiului de IV sunt în legătură cu **valoarea de întrebuințare** și **costul produsului** și se materializează într-o serie de **indicatori limită**, pe care echipa de cercetare se angajează să-i asigure produsului în urma efectuării studiului.



Indicatorii trebuie să se refere în mod obligatoriu la:

- **limita minimă** a **valorii de întrebuințare**;
- **limita maximă** a **costului de producție**;
- **limita maximă** a **cheltuielilor pentru studiu**;
- **durata elaborării studiului**;
- **termenul de lansare a produsului reproiectat pe piață**.

✓ **Observații:**

Limita minimă a valorii de întrebuințare;

... are în vedere **nivelurile minime ale parametrilor tehnico-funcționali ai produsului.**

➤ În acest scop se stabilesc **parametrii de bază** care exprimă **gradul de utilitate a produsului** și **prezintă interes pentru beneficiar.**

➤ Este necesar ca la **alegerea și evaluarea parametrilor produsului**, să fie consultați specialiști din domeniul tehnic și economic care cunosc **cerințele reale ale beneficiarilor** și **tendențele** în evoluția acestora pe plan mondial.

Limita maximă a costului de producție

... se stabilește la **nivelul costului maxim admisibil pentru fabricarea produsului după aplicarea IV** și trebuie să asigure organizației, în **condițiile unui preț de producție dat**, un **profit care să influențeze pozitiv rata rentabilității**.

IMPORTANT!



Punctul de plecare pentru **limitarea costului de producție** poate fi:

- **la produsele care se fabrică cu un cost de producție fixat, chiar acest cost.**



În cazul în care **prețul de producție este deja stabilit**, atunci pentru determinarea **costului maxim** se va scădea din **preț** un **profit mai mare decât cel realizat în prezent**, ținând seama de limitele de reducere a costului preconizate prin studiul de I.V., astfel ca după aplicarea acestuia să se obțină un **spor de profit**

- **la produsele care se fabrică în deficit**, **limita maximă a costului** poate fi stabilită la **nivelul prețului de producție al produsului**

- **la produsele asimilate**, se poate folosi drept **limită maximă, costul antecalculat**, adică tocmai **costul care rezultă din aplicarea IV la proiectarea produsului respectiv**.

- **la produsele supuse modernizării**, **dacă determinarea costului este greu de realizat**, se pot folosi ca obiective și **costuri limită parțiale**, cum ar fi: **costul manoperei, costul materiei prime** etc.

Obiectivele stabilite trebuie să se comunice în scris membrilor colectivului de IV

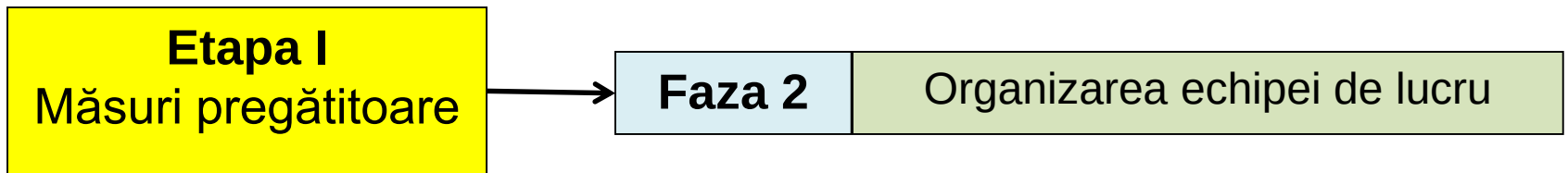
Societatea comercială..... Specialist..... Data.....	Studiul de Ingineria Valorii Obiective	U.M.
0	1	2
<u>1. Obiectul analizei</u> <i>Denumirea</i> - Produsul - Grupa - Piesa		Desen nr.
0	1	2
<u>2.Date privitoare la produs</u> - prețul - costul de producție - producția fizică anuală - producția netă - număr de bucăți ce se vor realiza până la: a) încetarea fabricației - produse - repere b) pentru următorii cinci ani - produse - repere		lei/buc. lei/buc. lei/buc. mii lei buc. buc. buc. buc.
3) Indicatorii limită a) limita minimă a valorii de întrebuințare b) limita maximă a costului de producție c) cheltuieli maxime pentru efectuarea studiului, din care: ✓ cheltuieli pentru cercetarea propriu-zisă ✓ pierderi din întreruperi sau din alte cauze generate de cercetare d) prețul stabilit pentru elaborarea studiului e) data susținerii studiului în fața conducerii organizației f) data aplicării în producție		Se vor indica parametri tehnico-funcționali prevăzuți lei/buc. mii lei mii lei ziua, luna, anul ziua, luna, anul
4) <u>Membrii colectivului de lucru</u> <i>Numele și prenumele</i> 1. Coordonator..... 2. Specialist.....		_Permanenți, Temporari



Restricțiile

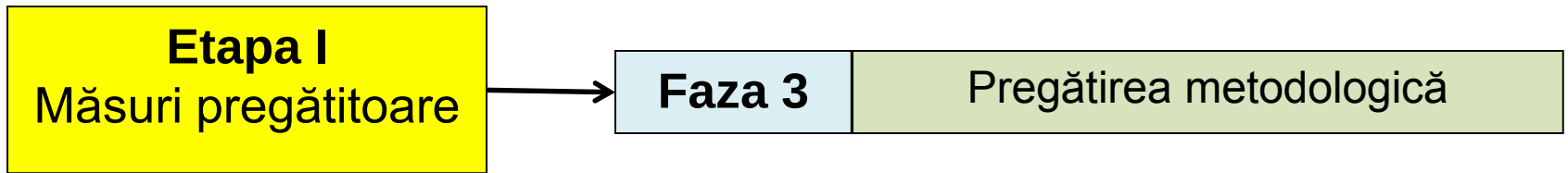
... se referă la **termenele de elaborare a studiului, de introducere în fabricație a produsului și de lansare pe piață.**

- Este indicat ca aceste termene să fie stabilite pe baza unei analize prealabile a volumului de muncă estimat pentru elaborarea studiului și introducerea în fabricație a produsului.
- Se vor fixa astfel termene realiste, pe care echipa să le poată respecta.
- Alte restricții urmărite în tema de cercetare sunt în legătură cu unele obiective ale studiului tratate mai înainte: **limita minimă a valorii de întrebuințare**, **limita minimă a profitului**; utilizarea unor materii prime deficitare, **limita maximă a cheltuielilor de proiectare** etc.

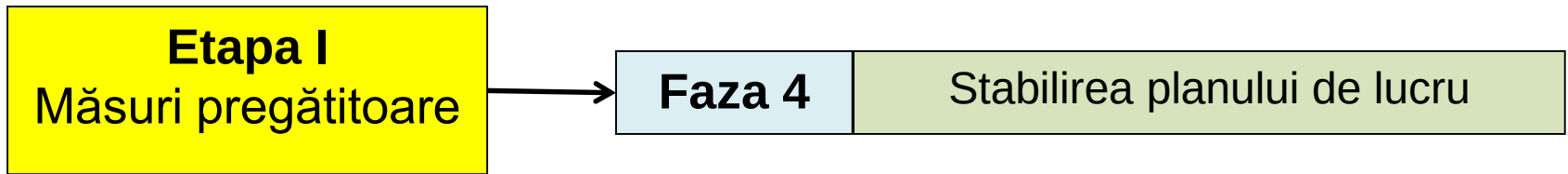


- Echipa de lucru și modul în care aceasta își desfășoară activitatea se stabilesc prin decizia conducerii dacă studiul se realizează cu specialiști din interiorul organizației.
- În funcție de complexitatea produsului, echipa poate fi format din 3-10 membri a căror specializare să corespundă cerințelor procesului de fabricație a produsului.
- Criteriile urmărite la alegerea membrilor echipei de cercetare sunt:

- ✓ competența în raport cu produsul analizat;
- ✓ apartenența la un compartiment care are atribuții în conceperea și fabricarea produsului;
- ✓ face dovada unor aptitudini cum sunt creativitatea și inventivitatea, respectă hotărârile stabilite, este cooperant;
- ✓ capacitatea de muncă și eficacitatea.



- Crearea unui climat favorabil de lucru în organizație, constituie o condiție hotărâtoare pentru reușita studiului.
- De aceea, în această fază este foarte importantă pregătirea psihologică a tuturor celor cu care colectivul de lucru va intra în contact pe parcursul elaborării studiului.
- Deoarece elaborarea unor soluții tehnice, constructive, organizatorice prin care să se îmbunătățească raportul dintre valoarea de întrebuințare și costurile necesare realizării acesteia presupune colaborarea constructivă și creatoare a salariaților din organizație, este necesar ca toți cei care au contact cu produsul realizat, de la proiectare și aprovizionare până la secțiile de fabricație și la desfacere, să fie informați pe larg asupra scopului urmărit prin studiul de I.V.



- Planul de lucru al echipei se întocmește în corelare cu prevederile planului tehnic privind etapele și fazele de aplicare a IV. Pentru fiecare etapă și fază se definesc sarcinile, termenele și responsabilitățile.
- De asemenea, pot fi precizate și mijloacele materiale și financiare, precum și colaborările necesare realizării fiecărei etape sau faze.
- Planul se elaborează de conducătorul echipei de lucru prin consultarea membrilor acesteia și în colaborare cu conducerea organizației.
- Pentru încadrarea în timp a studiului, se elaborează un grafic calendaristic în care se evidențiază toate etapele studiului și termenele de realizare

	MARTIE	APRILIE	MAI	IUNIE	IULIE	AUGUST	SEPTEMBRIE	OCTOMBRIE
ETAPE SI FAZE DE REALIZARE	ANALIZA NECESITATII SOCIALE							
	STABILIREA FUNCTIILOR		INFORMARE					
		STABILIREA NIVELELOR DE IMPORTANTA A FUNCTIILOR				RECONCEPTIE		
			DIMENS. TEHNICA A FUNCTIILOR			PROIECTAREA	EVALUAREA SOLUTIEI	
				DIMENS. ECONOMICA A FUNCTIILOR	ANALIZA SISTEMATICA A FUNCTIILOR			APROBAREA STUDIULUI
					STABILIREA DIRECTIILOR DE CERCETARE			

Termen de predare : 1 noiembrie 2013

Etapa II

Analiza necesității
(nevoii) sociale



Faza 1

Culegerea informațiilor



Obiectivul principal al acestei faze este **culegerea informațiilor necesare fundamentării necesității și eficienței reproiectării produsului**, precum și pentru **stabilirea direcțiilor și soluțiilor reproiectării efective a produsului**, astfel încât **obiectivele propuse în faza precedentă să fie atinse**.

CAP.II ANALIZA FUNCȚIONALĂ

2.1 Definirea funcției

 **Funcția** constituie prima **noțiune fundamentală** cu care se operează în **Ingineria Valorii**

Funcția  **fungi, functus**  efectuare, funcționare, acțiune destinată atingerii unui obiectiv

 **Funcția** este o **însușire esențială a obiectului studiat**, exprimată în raport cu mediul și utilizatorul – STAS 11272/1 -1979

 **Funcția** este **calitatea unui produs** care **determină efectul său util**, calitate care face din **corpul obiectului** o **valoare de întrebuințarea** - Orănescu (*Analiza Valorii*, 1978)

➡ **Funcția** este *răspunsul la o necesitate, satisfacerea unei anumite cerințe* a utilizatorului – Verone (Inventica, 1983)

➡ **Funcția** este *însușirea, proprietatea, caracteristica elementară a produsului*, care decurgând din **necesitatea utilizatorului**, conferă în mod **direct** sau **indirect utilitate** și implicit **valoare** acestuia – Condurache (Despre funcțiile produsului, 1995)

✓ Observații

➡ Fiecare **obiect** are, de regulă, mai multe **funcții** F_j

➡ Fiecare **funcție** are o **valoare de întrebuințare** vi_j

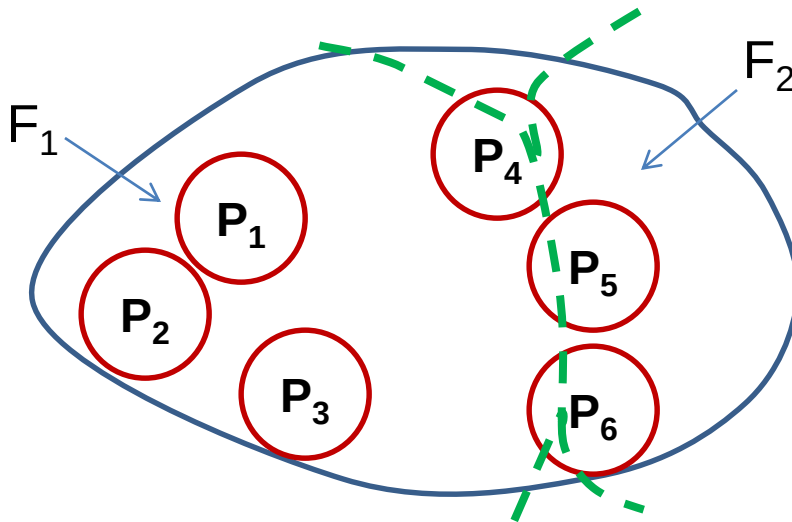
➡ Suma **valorilor de întrebuințare** reprezintă **valoarea de întrebuințare a obiectului studiat** (VI)

$$VI = \sum_{j=1}^N vi_j \quad (2.1)$$

➡ Fiecare **funcție** F_j are un **cost** C_j , iar **suma costurilor funcțiilor** determină **costul de producție al obiectului studiat** (CP)

$$CP = \sum_{j=1}^N C_j \quad (2.2)$$

➡ O **funcție** este determinată de o **parte materială a obiectului studiat** (de una sau mai multe componente luate integral sau parțial) și are **însușiri** ce determină un **efect util**, **satisfacă o necesitate** (**tehnică**, **economică**, **socială**, **tehnologică**), conferindu-i obiectului respectiv o **valoare de întrebuințare**



La materializarea **funcției** F_1 participă **integral** piesele P_1 , P_2 , P_3 și **parțial** P_4 , P_5 , P_6

La materializarea **funcției** F_2 participă **parțial** piesele P_4 , P_5 , P_6

Relația **piese – funcții** la un produs

2.2 Tipologia funcțiilor unui obiect – STAS 11272/1 -1979

a. După importanță

Funcții principale (Pr)



Funcția care corespunde **scopului principal** căruia îi este destinat obiectul respectiv și care **contribuie direct** la **realizarea valorii lui de întrebuințare**



O **funcție principală** poate exista **independent** de **celelalte funcții** și **exprimă relații** dintre obiectul studiat și utilizatorul său

Funcții secundare (Sec) sau auxiliare (Aux)



Funcția care servește la **îndeplinirea** sau **completarea** unei **funcții principale** sau mai multor **funcții principale**



O **funcție secundară (auxiliară)** contribuie **indirect** la **realizarea valorii de întrebuințare** a produsului și **exprimă o relație** între obiectul studiat și mediul înconjurător

b. După posibilitățile de măsurare a dimensiunilor tehnice

Funcții obiective (Ob)

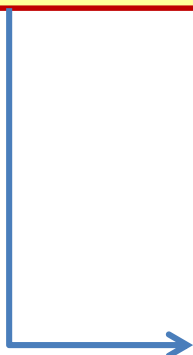


Funcția ale cărei **dimensiuni tehnice** pot fi măsurate ca **unități de măsură concrete**, ca de exemplu: m, m², rot/min, °C

Funcții subiective (Sub)



Funcția ale cărei **dimensiuni tehnice** sunt **determinate subiectiv**, prin **efecte psihosenzoriale, organoleptice, estetice, de modă, de prestigiu**, ce le au asupra utilizatorilor.



Se folosesc **scări de apreciere a valorii** pe bază de comparații ca de exemplu: Foarte Bine (FB) – Bine (B) – Satisfăcător (S) – Rău (R) – Foarte Rău (FR)

c. După contribuția la realizarea valorii de întrebuințare

Funcții necesare (Nec)



Funcția care **contribuie la realizarea valorii de întrebuințare**

Funcții inutile (In)



Funcția care **nu are nicio contribuție la valoarea de întrebuințare** a obiectului și este **rezultatul unei greșeli** în concepția produsului respectiv sau este **rezultatul schimbării destinației** obiectului

d. După momentul efectuării studiului

Funcții existente (E)



Funcțiile care cuprind **funcții necesare** și uneori chiar **funcții inutile** pe care le are obiectul la momentul studiului

Funcții noi (N)



Funcțiile noi sunt numai **funcții necesare** și care rezultă din **noile cerințe ale utilizatorului** și **trebuie să caracterizeze viitorul obiect**

e. După gradul de generalitate

Funcții specifice (Sp)



Funcțiile care prin **denumirea și dimensiunile lor tehnice**, **individualizează obiectul studiat**, deosebindu-l de alte obiecte

Funcții generale/comune (G)



Funcțiile care **se regăsesc aproape fără excepție la toate obiectele**, ca de exemplu: **să fie fiabil, să fie mentenabil, să fie estetic, să fie ergonomic, să poarte informații** etc.

f. După modul de percepere de către utilizator

România

Funcții principale (Pr)



Funcțiile care **sunt percepute de utilizator** și **contribuie direct la realizarea utilității obiectului**

Funcții auxiliare (Aux)



Funcțiile care **nu sunt percepute de utilizator** și **contribuie indirect la realizarea utilității obiectului prin intermediul unor funcții principale**

SUA, Anglia , Franța

Funcții primare (Prim)



Funcția determinantă, fără de care **produsul nu ar exista** (de exemplu, un ceas **măsoară timpul**)

Funcții complementare (Com) sau secundare (Sec)



Funcția care **îmbunătățește** sau **completează utilitatea produsului** (de exemplu, o mașină de tuns iarba poate avea și **funcția de a aduna iarba**)

✓ Observații :



Aceste două **categorii de funcții**, la care se mai adaugă **funcțiile de restricție**, **sunt percepute de către utilizator** și deci din punct de vedere românesc, aparțin **funcțiilor principale**



Funcții de restricție (Res)



Funcția care **există datorită unor restricții impuse de mediul** în care funcționează obiectul



Funcțiile pot fi formulate **din punct de vedere al proiectantului sau producătorului** și sub titulatura de **funcții tehnice**

✓ Observații:

➡ **Existența** și **costurile** unei **funcții secundare (auxiliare)** sunt dependente de **soluțiile tehnice** utilizate pentru **realizarea funcțiilor principale** cărora le crează condiții materiale de existență

➡ **Funcția secundară (auxiliară)** nu este o **funcție inutilă** ci este întotdeauna o **funcție necesară** și **obiectivă**

Funcția inutilă este acea funcție care apare ca urmare a unei aprecieri necorespunzătoare a necesităților tehnice, economice și sociale.

➡ **Funcțiile inutile** nu au nicio valoare de întrebuințare, ele trebuie cunoscute pentru a fi **eliminate** din nomenclatorul de funcții al noului produs.

➡ O **funcție este inutilă** dacă **nu este cerută** de niciunul dintre utilizatorii produsului respectiv

➡ **Caracterul de inutilitate** al unor funcții este uneori **relativ**, **aceeași funcție** putând fi, în același timp, **utilă** pentru un beneficiar și **inutilă** pentru altul, în acest caz apărând **necesitatea diversificării produsului**

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri de funcții	Explicații
1.	Modul de percepere de către utilizator	Principale Secundare (Auxiliare)	Sunt percepute de utilizator și contribuie direct la realizarea utilității obiectului. Exemplu: <i>un receptor de energie electrică transformă energia electrică în altă formă de energie</i> Nu sunt percepute de către utilizator și contribuie indirect la realizarea utilității prin intermediul unor funcții principale. Exemplu: <i>un receptor de energie electrică asigură izolarea electrică internă (auxiliară funcției anterioare)</i>

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri de funcții	Explicații
2.	Posibilitatea de cuantificare	Obiective	Pot fi măsurate cu o unitate de măsură tehnică. Exemplu: <i>transformarea energiei electrice în căldură (kW sau Kcal/h)</i>
		Subiective	Nu pot fi măsurate în mod obiectiv, exprimând o relație afectivă între utilizator și obiect. Exemplu: <i>obiectul are aspect estetic</i>
3.	Importanța pentru obiect	Primară	Fără de care obiectul nu ar exista. Exemplu: <i>siguranța electrică întrerupe brusc circuitul</i>
		Complementară	Care îmbunătățește utilitatea obiectului. Exemplu: <i>siguranța semnalizează funcționarea</i>
		De restricții	Care există datorită unor restricții impuse de mediul în care funcționează obiectul. Exemplu: <i>siguranța rezistă la coroziune</i>

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri de funcții	Explicații
4.	Modul de participare la utilitatea obiectului	Utile	Contribuie la utilitatea produsului. Exemplu: <i>un autoturism asigură microclimatul în habitacul.</i>
		Inutile	Nu contribuie la crearea utilității. Exemplu: <i>un autoturism asigură condiții de fumat (pentru un nefumător)</i>
		Dăunătoare	Diminuează utilitatea. Exemplu: <i>motorul face zgomot</i>
5.	Faza de analiză	De utilitate	Cerințe ale utilizatorului. Exemplu: <i>un transformator electric transformă parametrii curentului electric</i>
		Tehnice	Detalii ale proiectantului și producătorului. Exemplu: <i>transformatorul transformă energia electrică în energie magnetică; transformă energia magnetică în energie electrică</i>

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri de funcții	Explicații
6.	Nivelul analizei	Ale produsului	Referitoare la produs. Exemplu: <i>autoturismul asigură deplasarea</i>
		Ale subansamblului	Referitoare la subansamblele produsului. Exemplu: <i>motorul asigură putere la arbore</i>
		Ale reperului	Referitoare la reperele componente ale subansamblului. Exemplu: <i>bujia asigură aprinderea carburantului</i>
7.	Gradul de generalitate (Condurache)	Generale	Întâlnite la majoritatea produselor. Exemplu: <i>produsul este fiabil</i>
		Particulare	Întâlnite la grupa de produse. Exemplu: <i>receptorul electric transformă energia; protejează utilizatorul</i>
		Individuale	Care individualizează produsul. Exemplu: <i>siguranța întrerupe circuitul</i>

Modul de clasificare al funcțiilor Varianta MPT (H.L. Popa)



Ingineria și analiza valorii (IAV) se consideră ca un *ansamblu materializat de funcții (f)* ce *trebuie realizat în modul cel mai eficient*, adică *cu structuri cât mai simple și mai ingenioase*, care **să asigure costuri minim posibile** ale *funcțiilor respective* în funcția globală {Fg} a produsului.



Definirea *funcțiilor produsului* ține seama de sfera noțiunii “**funcție**” și de *categoriile de funcții* ale sistemului ingineresc, de **corelația calitate – funcții – competitivitate**, specifică sistemelor ingineresti.

➡ Prin **funcție globală a unui produs {Fg}**, se înțelege ceea ce **“face/poate face”** produsul respectiv, adică transformarea unor anumite intrări în anumite ieșiri cerute de utilizator și de mediile externe.

➡ Componenta generală a **funcției globale {Fg}** este:

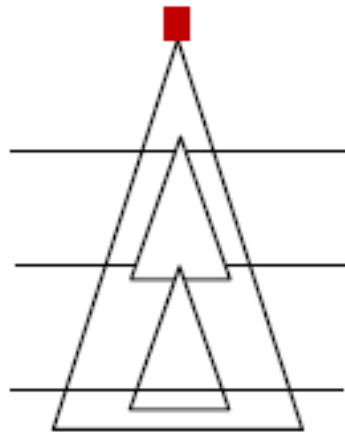
$$\{Fg\} = \{Fi\} + \{Fp\} = \{Fi\} + \{Ff\} + \{Fc\} \quad [\text{puncte}]$$

- **funcții intermediare {Fi}** – cerute de mediul intern al produsului global (pentru a asigura prin disponibilitate = fiabilitate & mentenabilitate, realizarea celorlalte performanțe cerute de durata de serviciu a produsului global)
- **funcții de performanță {Fp}** – cerute de mediul extern al produsului global: sistemul utilizator, mediul natural, mediul uman, mediul social, mediul economic (care definesc direct valoarea de întrebuințare a produsului global)

- **funcții finale {Ff}** – cerute de clientul/utilizatorul final pentru care produsul global a fost special construit (funcțiile finale definesc identitatea și conectivitatea produsului global la rețelele sale din mediile externe)
- **funcții colaterale {Fc}** – pentru care produsul nu a fost de fapt conceput dar care sunt impuse de dezvoltarea durabilă competitivă a mediilor sale externe; funcțiile colaterale au caracter general pentru orice produs, particulară fiind modalitatea structurală concretă de realizare

 Prin **produs global** se înțelege: produs de bază & ambalaje & etichete & documentație & marcă & garanție & servicii ante/postvânzări.

 Sortimentele din cadrul unei grupe dimensionale produse și vândute de diverși producători aflați în competiție, au **funcții globale {Fgi}** analoage și caracteristici de calitate cu valori nominale diferite. Indiferent de această diferențiere, **funcția globală {Fg}** prezintă aceeași ierarhie principală a funcțiilor componente:



Funcție globală F_g

Funcții standard (principiale) $F_1 \dots F_7$

Funcții grupate, decompozabile $F_{11} \dots F_{79}$

Funcții elementare, nedecompozabile $F_{111} \dots F_{799}$

Funcții standard:

F1 – asigurarea disponibilității produsului

F2 – asigurarea identității produsului

F3 – asigurarea conectării funcționale a produsului cu mediile sale externe

F4 – asigurarea ecologicității produsului

F5 – asigurarea ergonomicității produsului

F6 – asigurarea esteticii produsului

F7 – asigurarea efectelor social – culturale favorabile ale utilizării produsului

2.3 Formularea funcțiilor

Funcțiile unui obiect trebuie formulate *cât mai clar*, *cât mai succint* și *cât mai plastic*

Pentru formularea **funcțiilor** se recomandă *să nu se folosească un număr prea mare de cuvinte*, ci doar atâtea câte sunt necesare *pentru a enunța funcția respectivă*, *clar* și *precis*

În acest sens se propune *să se folosească la limită* numai un **verb** plus un **substantiv**, cu precizarea valorilor pentru performanțe calitative importante

Pentru **formularea corectă** a **funcțiilor** trebuie să se facă o **analiză amănunțită a însușirilor obiectului respectiv**. O **funcție este derivată dintr-o necesitate socială dar nu trebuie să se confunde cu aceasta**

Exemplu

Pornirea și oprirea funcționării unei mașini-unelte, care **este o necesitate**, se face prin intermediul unui **comutator**, ce are la rândul lui mai multe funcții. Una dintre ele poate fi denumită **„deschide și închide un circuit electric”**

✓ Observații:

➡ **Funcția** a fost definită anterior prin **ceea ce realizează obiectul** în vederea **satisfacerii unei necesități**, dar **formularea ei nu se realizează în același fel, cu aceleași cuvinte**, deoarece **nu trebuie să se confunde cu necesitatea respectivă**

➡ Pe de altă parte, **funcția nu trebuie să se confunde** nici **cu metoda** nici **cu soluția tehnică** de realizare a ei

Funcția



Este un ansamblu de proprietăți

Metoda



Este un procedeu folosit pentru atingerea unui anumit scop

Necesitatea



Exprimă o nevoie sau o trebuință într-un sens mai îngust ca funcția

2.4 Reguli practice și analize complementare pentru stabilirea funcțiilor unui obiect

2.4.1 Reguli practice pentru stabilirea funcțiilor

R1



O funcție este **principală** și **distinctă** de altă funcție dacă sunt îndeplinite simultan următoarele trei condiții:

a) adaugă prin sine însăși valoare de întrebuințare obiectului (contribuie direct la realizarea valorii de întrebuințare)

b) poate exista independent de celelalte funcții

c) exprimă relații între obiectul de studiu și utilizator (este percepută de utilizator)

Exemplu R1

Pentru un container, următoarele două formulări, *„protejează produsul”* și *„conține produsul”* **nu se referă la două funcții**, ci la **una singură** (aceasta deoarece conținând produsul i se asigură și o anumite protecție).

Formulările **corecte și complete** pentru cele **două tipuri de funcții principale** ale containerului vor fi:

„asigură protecție mecanică (sau termică, sau la umezeală etc.) în timpul operațiilor logistice”

„permite mecanizarea operațiilor logistice”

R2



O funcție este **secundară/auxiliară** dacă sunt îndeplinite simultan următoarele trei condiții:

a) nu adaugă prin sine însăși valoare de întrebuințare (contribuie indirect la realizarea valorii de întrebuințare)

b) condiționează existența unei (unor) **funcții principale**

c) exprimă relații între obiectul de studiu și **mediul înconjurător** (nu este percepută de utilizator)

Exemplu R2

Funcția secundară/auxiliară formulată prin expresia **„asigură temperatura normală de funcționare”**, poate fi întâlnită și sub alte forme de exprimare, ca de exemplu, **„disipează căldura”**, **„evacuează căldura”**, **„răcește materialul”** etc., regăsindu-se la diferite produse ca motoare, mașini-unelte, aparatură electro-casnică etc.

Nimeni nu va cumpăra un automobil pentru cantitatea de căldură evacuată de motor, însă evacuarea căldurii va condiționa o serie de funcții principale, cum ar fi:

„transformă energia termică a combustibilului în lucru mecanic”

„prezintă fiabilitate”

Totodată această **funcție secundară/auxiliară** exprimă și **relația motor – mediu de funcționare**

R3



*A se evita formulări cu caracter global care nu definesc funcții ci **grupe de funcții***

Exemplu R3

Pentru un container, formularea, „**asigură protecția produsului**” reprezintă un **grup format din mai multe funcții**, determinate de modurile de protecție ce ar putea exista independent:

- „**asigură protecție mecanică**”;
- „**asigură protecție termică**”;
- „**asigură protecție la umezeală**”;
- „**asigură protecție contra efracției etc.**”

R4



*Funcțiile **derivă din necesitățile sociale** dar **nu trebuie confundate cu acestea***

Exemplu R4

Dacă pentru un întrerupător electric am recurge la formularea, „**asigură aprinderea și stingerea lămpii**”, ea **s-ar confunda în mare măsură** cu **necesitatea socială a lămpii** (de a ilumina o suprafață, o incintă), deci formularea ar fi incorectă.

Formularea corectă va fi:

„asigură deschiderea și închiderea unui circuit electric”

R5



A nu se confunda funcțiile cu efectul lor

Exemplu R5



Pentru un motor de automobil, o formulare de genul, „*funcționează la o temperatură de X °C*”, *nu este o funcție*, ci tocmai *efectul funcției* „*asigură evacuarea căldurii*”.

Trebuie reținut că în contextul acestei reguli, *parametrii de funcționare ai unui produs nu sunt funcții*, ci *consecințele unora din funcțiile produsului*



R6



A nu se confunda funcțiile cu dimensiunile lor tehnice

Exemplu R6

Dacă pentru un reductor de turație s-ar recurge la formularea „**asigură transmiterea a 5 daN·m**”, ar fi **incorect**

Funcția formulată corect va fi:

„**asigură transmiterea unui cuplu**”, avînd ca **parametru**, **momentul de valoare 5 daN·m**

R7

A nu se confunda funcțiile cu soluțiile tehnice de realizare a lor

Pentru **evitarea acestei confuzii** care poate apărea cu ușurință, este necesară:

- **cunoașterea destinației produsului** (produs finit, subansamblu pentru un produs complex, piesă de schimb etc.),
- **mediul de utilizare**,
- **soluția constructiv-funcțională**,
- **constrângeri** determinate de cooperarea între întreprinderi etc.

Exemplu R7

La o încuietoare de tip „yale”, formularea **„nu permite demontarea din exterior” nu este o funcție**, ci o modalitate de realizare tehnică pentru **funcția „oferă siguranță contra efracțiilor”**

2.4.2 Analize complementare pentru stabilirea funcțiilor

a. Analiza secvențelor de utilizare

➡ Este necesară cunoașterea **secvențelor de utilizare**, adică a **pașilor logici** ce trebuie realizați pentru **exploatarea corectă a unui obiect** în vederea **respectării anumitor condiții tehnice**

b. Analiza eforturilor și mișcărilor la care trebuie să reziste obiectul

➡ Această analiză este **o prelungire a celei anterioare** și **cu care se poate efectua simultan** în anumite situații

c. Analiza mediului înconjurător

➡ Analizând **raportul** dintre **obiectul studiat** și **mediul înconjurător**, vor rezulta o suită de **funcții**, ca de exemplu: **„rezistă la coroziune”**; **„rezistă la radiații ultraviolete”**; **„este estetic”** (având în vedere efectul rezultat din combinația dintre culoarea de bază a obiectului și culoarea luminii incidente)

d. Analiza unui produs tip



Se recomandă **analiza unui obiect similar al concurenței**, **analiza unei familii de obiecte** din care ar putea să facă parte obiectul studiat etc.

e. Analiza unor norme

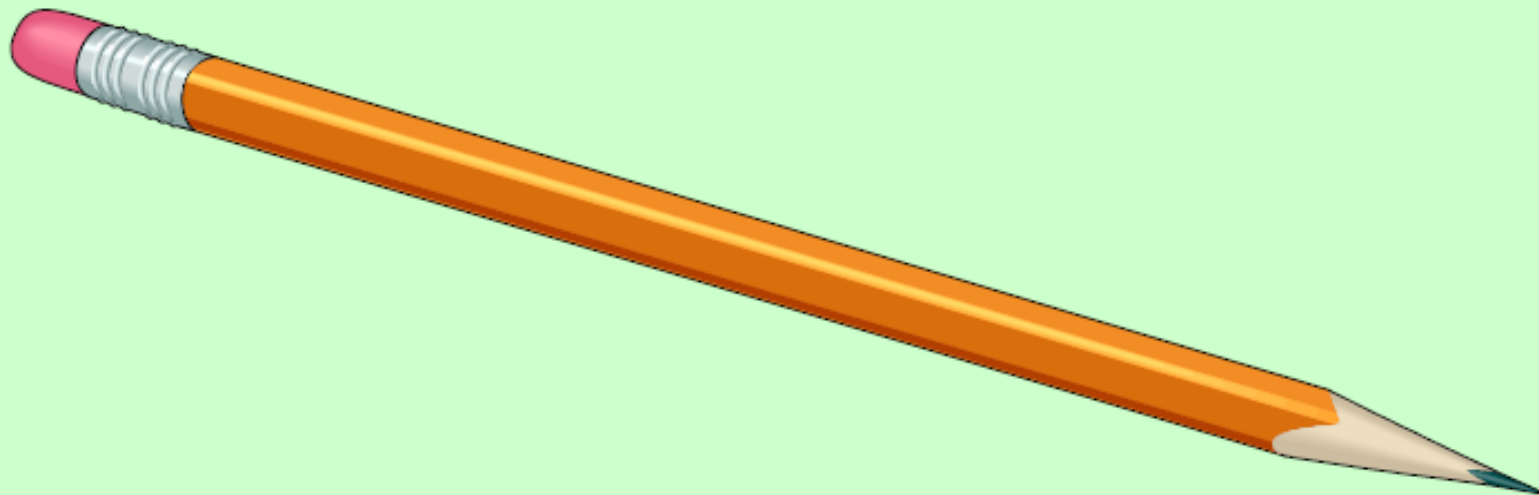


Studiul unor legi, standarde, norme, reguli etc., vor determina **o serie de funcții cu caracter ecologic**. Această analiză de poate efectua în strânsă legătură cu analiza de la punctul c.

De ce cineva cumpără un creion?



Care este funcția unui creion? (Ce face?)



De ce cineva cumpără un creion?



Creion: "Face semne" (pe un suport oarecare)

Bandă metalică:
"Fixează radiera"

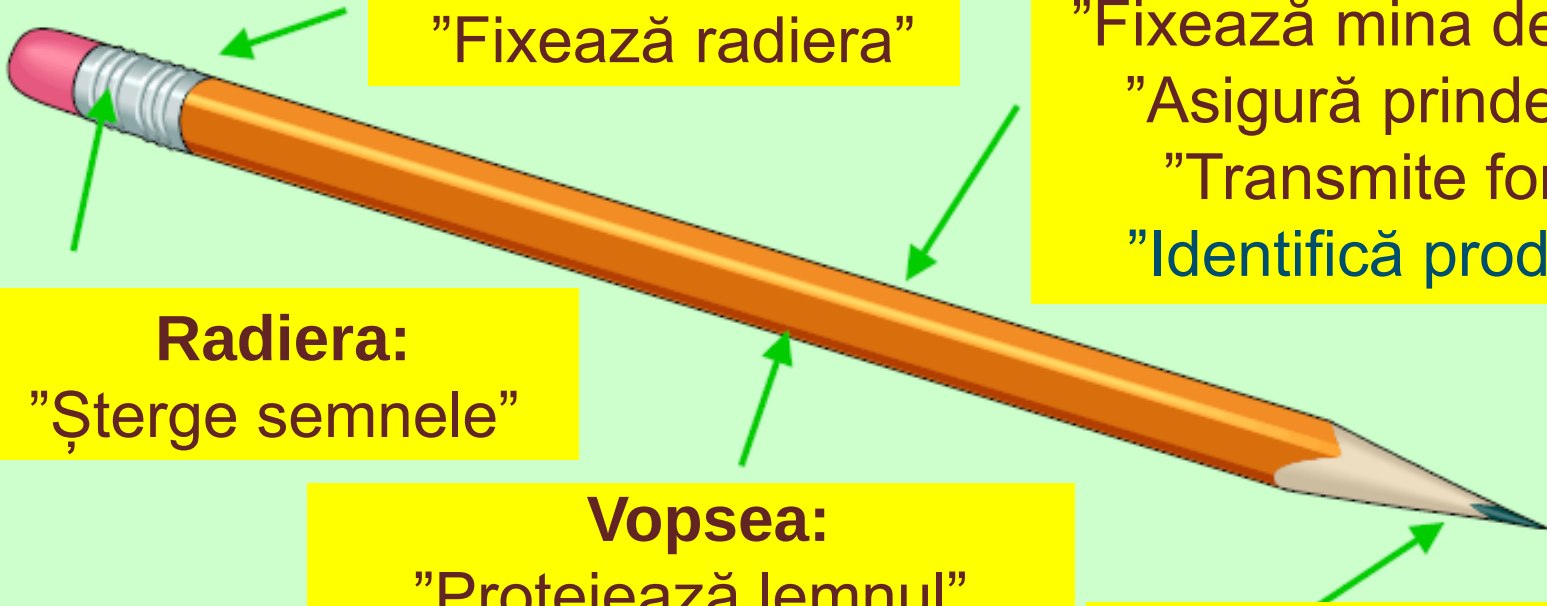
Corp creion:

"Fixează mina de grafit",
"Asigură prinderea",
"Transmite forța",
"Identifică produsul"

Radiera:
"Șterge semnele"

Vopsea:
"Protejează lemnul",
"Îmbunătățește aspectul"

Mină grafit:
"Face semne"



De ce cineva cumpără un creion?



	Creion	Varianta SUA, Anglia, Franța	Varianta România	"Face semne"
F_1	Radiera	Secondary/ Supporting	Principală (Complementară)	"Șterge semnele"
F_2	Bandă metalică	Secondary/ Supporting	Secundară (condiționează F_1)	"Fixează radiera"
F_3	Corp creion	Secondary/ Supporting	Principală (Complementară)	"Fixează mina de grafit"
F_4	Vopsea	Secondary/ Supporting	Principală (De restricție)	"Protejează lemnul"
F_5	Inscripționări	Secondary/ Supporting	Principală (Complementară)	"Identifică produsul"
F_6	Mină grafit	Basic (Primary)	Principală (Globală, Primară)	"Face semne"

De ce cineva cumpără un pix?



Pix: "Face semne" (pe un suport oarecare)

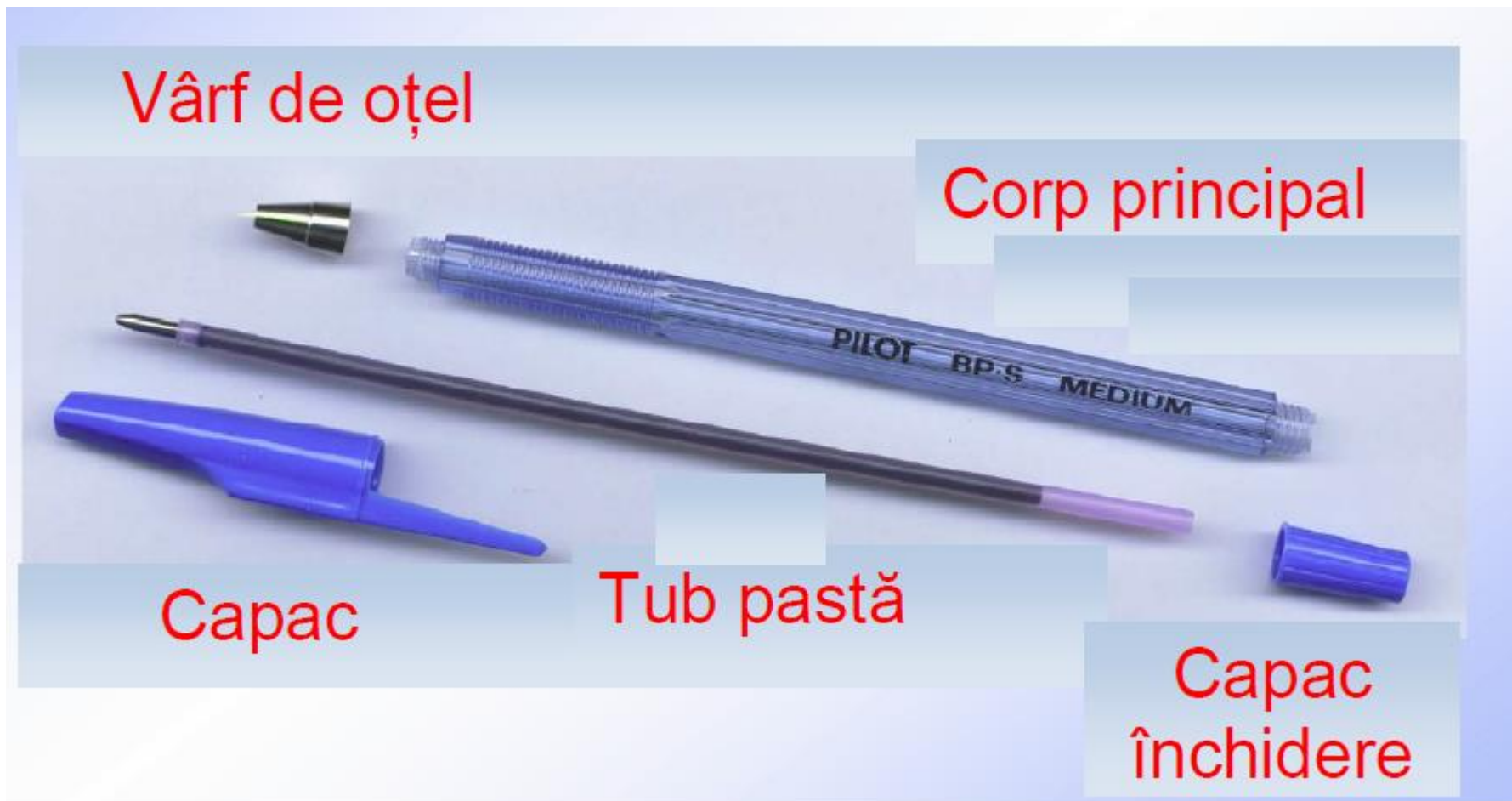
Vârf de oțel

Corp principal

Capac

Tub pastă

Capac
închidere



Funcții (Piese-Ansamblu)

Capac închidere

- Montează/localizează tub pastă
- Crește estetica
- Montează/localizează corp principal
- Permite dezasamblarea

Corp principal

- Identifică companie
- Identifică model
- Montează/localizează vârf de oțel
- Montează/localizează capac
- Montează/localizează tub pastă
- Crește estetica
- Crește posibilitatea de prindere

Capac

- Acoperă vârful de scriere
- Reține pixul în buzunar
- Crește estetica
- Reduce rostogolirea

Vârf de oțel

- Montează/localizează tub pastă
- Crește estetica
- Crește durata de viață a pixului
- Crește percepția de calitate
- Îmbunătățește echilibrul

Tub pastă

- Transferă pasta spre mediu

Pix: "Face semne" (pe un suport oarecare)



De ce cineva cumpără un pix?

2.5 Elaborarea nomenclatorului de funcții

 Prin **nomenclator de funcții** se înțelege **lista tuturor funcțiilor necesare respectivului obiect**

 **Un produs existent**, supus unui **studiu de analiza valorii în vederea modernizării**, poate avea **funcții inutile**, dar numai în momentul în care se desfășoară analiza, de aceea trebuind să se acorde o atenție deosebită **elaborării nomenclatorului de funcții**

Un **nomenclator de funcții greșit**, poate conduce la **concluzii eronate** cu privire la **direcțiile de modernizare a produsului**

Un **nomenclator de funcții nu trebuie să omită nicio funcție**, să conțină **clasificarea corectă** și **dimensiunile tehnice** (limitele maximă și minimă) **stabilite corect** pentru funcțiile respective (orice funcție poate avea una sau mai multe dimensiuni tehnice.)

 Întocmirea **nomenclatorului de funcții** trebuie să înceapă prin **definirea produsului** și a **condițiilor** în care acesta lucrează

 Operațiunea cea mai dificilă o constituie **identificarea** și **separarea funcțiilor**, mai ales în cazul **produselor complexe**.

 În cazul **produselor complexe**, se recomandă **să se descompună produsul în subansamble și repere** și apoi să se cerceteze și să se arate, pentru fiecare element component, **funcția și funcțiile la a căror materializare participă**.

În acest scop trebuie să se apeleze, pentru fiecare element în parte, la întrebări de tipul: „**ce face?**”, „**cât costă?**”, „**cât valorează?**” și să se evite întrebarea „**ce este?**” (răspunsul ce poate duce eventual la o **descriere a elementelor** și nu la **informații privind funcțiile lor**).

 **Necesitatea socială** reprezintă **ceea ce dorește utilizatorul** de la **obiectul cumpărat** și poate fi de ordin **tehnic, economic, estetic** sau **de vânzare**

 Formularea **necesității sociale** se poate face prin încercarea de a răspunde la o serie de întrebări, cum ar fi: **„ce este de făcut?”**, **„de ce trebuie făcut?”**, **„unde trebuie făcut?”**.

 Pentru **formularea funcțiilor** este necesară **cunoașterea condițiilor în care funcționează obiectul respectiv**.

 **Condițiile de lucru posibile** pot fi **statice, dinamice, cu șocuri, cu vibrații, cu accelerare, cu decelerare, cu umiditate, coroziune, variații de presiune, cu frecare** etc.

2.6 Caracteristicile funcțiilor

 **Caracteristicile** ce **trebuie să fie satisfăcute de un produs în exploatare** și **regăsite la diferitele funcții ale respectivului obiect**, pot fi **grupate** după următoarele **criterii**:

A. Caracteristici tehnice

a. Caracteristici de clasificare

Definesc însușirile generale și funcționale ale produselor, permițând clasificarea acestora în **familii** și **tipodimensiuni**

b. Caracteristici de destinație

Individualizează produsul și **îi stabilesc locul** și **utilitatea** în mulțimea produselor.

✓ **Observație:**

➡ Caracteristicile de destinație **pot fi măsurate cantitativ**, deci sunt **obiective** (ca de exemplu, viteza de rotație, puterea instalată etc) sau **pot fi apreciate calitativ**, fiind deci **subiective** (ca de exemplu, tipul constructiv al unui carburator, modul de punere în funcțiune al unui televizor etc).

c. Caracteristici de fiabilitate și mentenabilitate

Pot fi de exemplu: **timpul de funcționare până la o reparație capitală**, **timpul mediu de reparare** etc.

B. Caracteristici ergonomice și de protecție a mediului

Se referă la: **vibrații, zgomot, condiții de lucru pentru muncitori** etc.

C. Caracteristici estetice

Determinate de: **armonia și integrarea formelor în mediu, oportunitatea funcțională, aspectul comercial** etc.

2.7 Conexiunea între ingineria valorii, design și ergonomie

👉 **Adaptabilitatea** și **pregătirea factorului uman**, **natura** și **calitățile obiectului muncii**, **perfecționarea continuă a mijloacelor de muncă**, implică o **repartizare judicioasă a sarcinilor între om și mașină**.



Acest rol revine **ERGONOMIEI**

👉 După repartizarea rolurilor între om și mașină, se trece la **proiectarea** sau **reproiectarea obiectului studiat**.



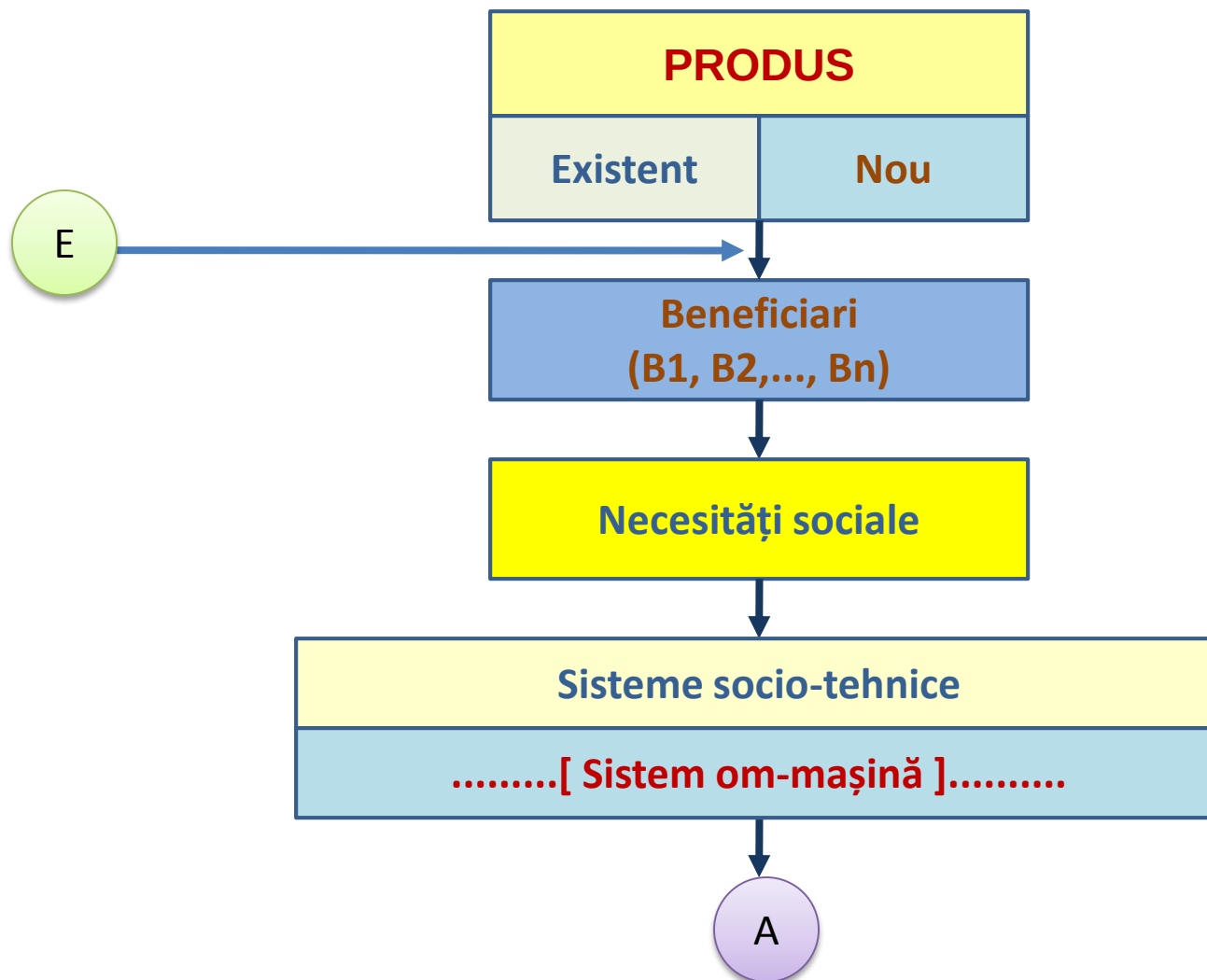
Acest rol revine **INGINERIEI VALORII**

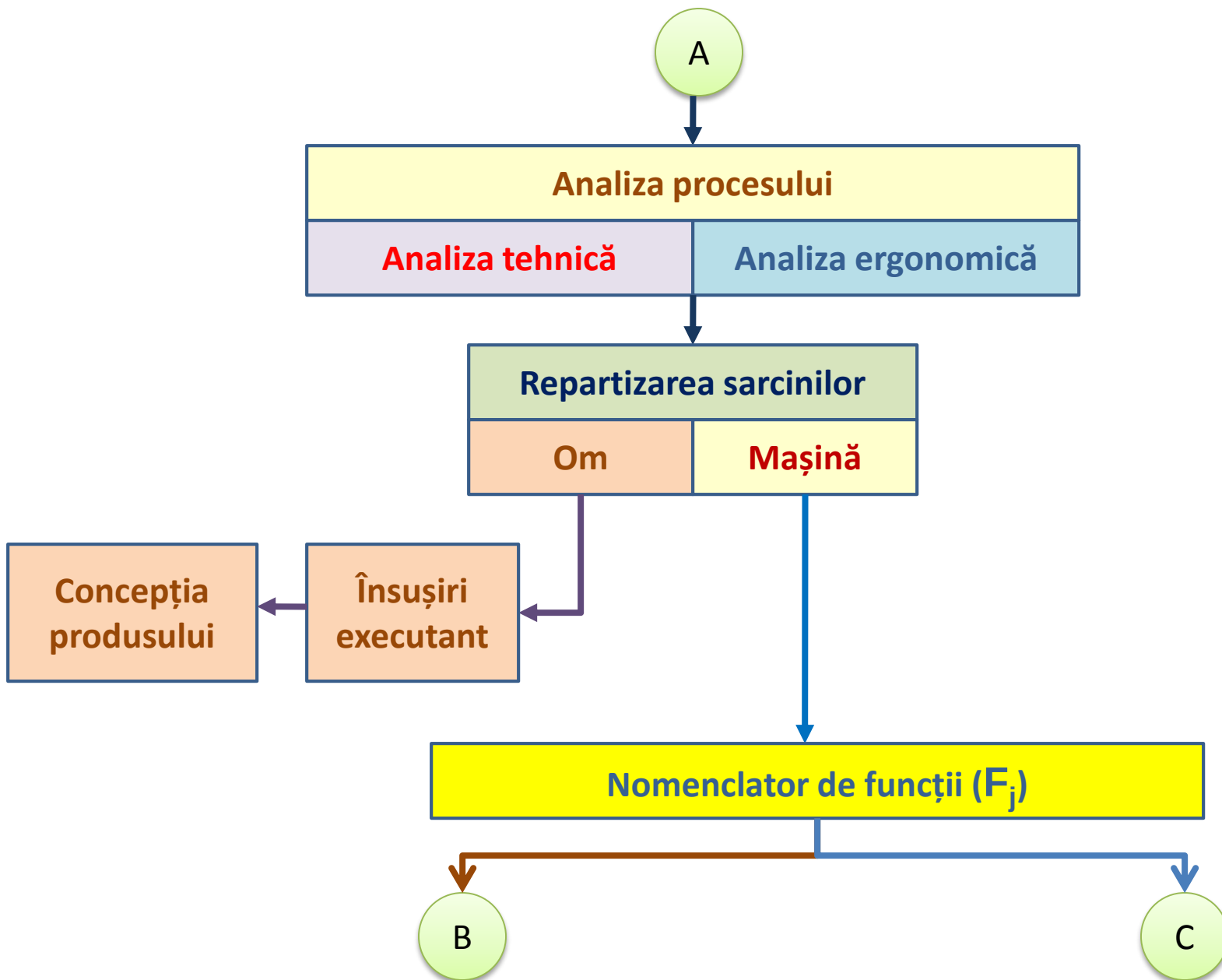
👉 Urmează **stabilirea dimensiunii estetice** a **obiectului studiat** prin **adaptarea continuă** la **forme**, **dimensiuni** și **culori** care să corespundă beneficiarilor

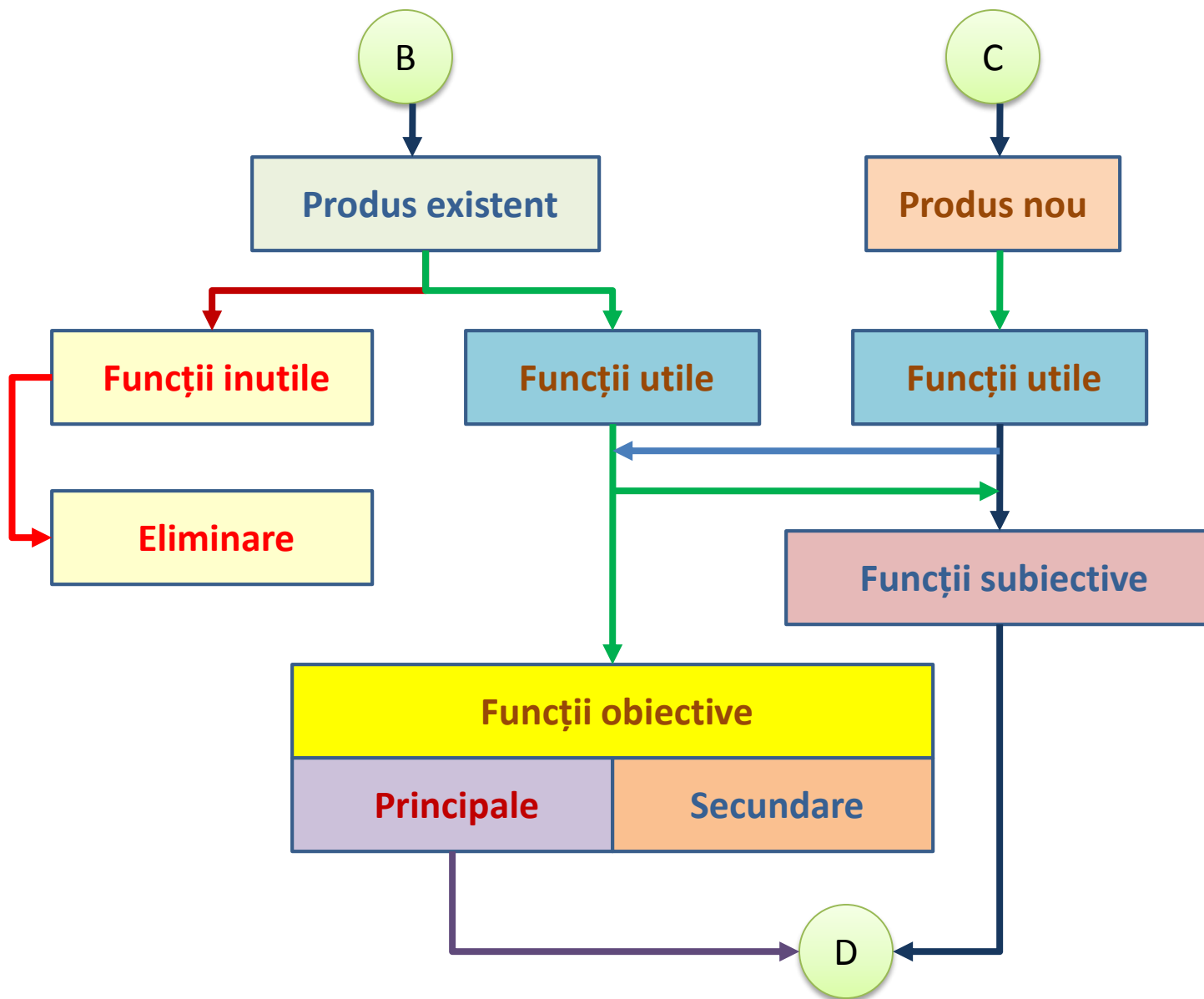


Acest rol revine **DESIGNULUI**

Principalele etape ale unui studiu de fundamentare a asimilării și modernizării unui obiect
(cu evidențierea locului, rolului și unele conexiuni între cele trei domenii).

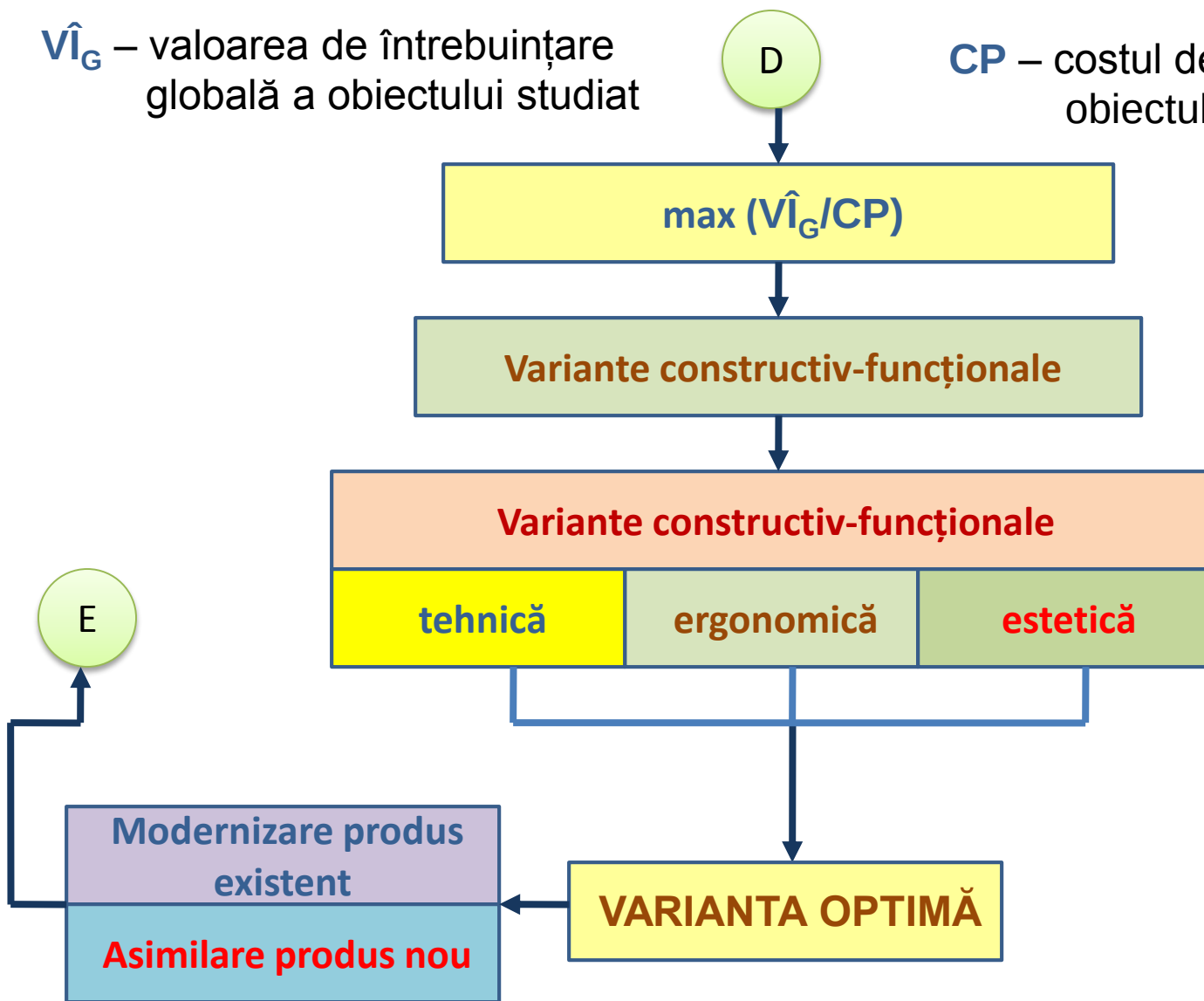






$\hat{V}_G$ – valoarea de întrebuințare
globală a obiectului studiat

CP – costul de producție a
obiectului studiat



2.8 Metoda analizei funcționale pentru determinarea componentelor unui sistem

 Această metodă este caracterizată prin următoarele etape de aplicare (cu exemplificare):

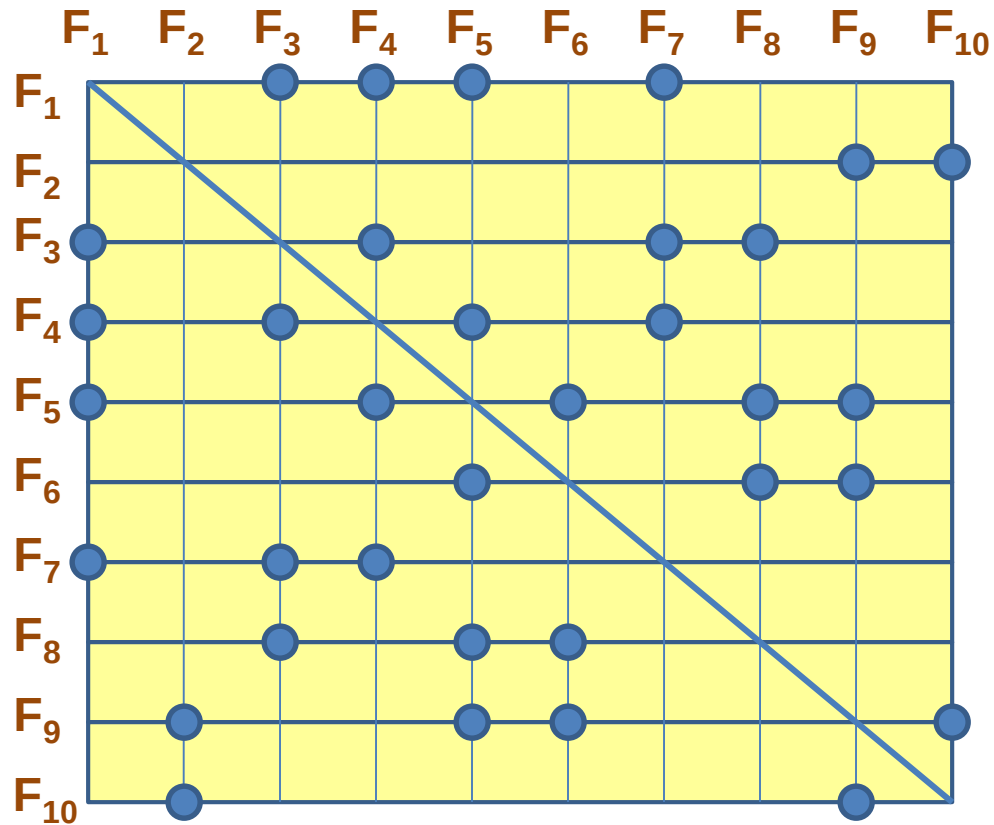
a. Stabilirea nomenclatorului de funcții pentru obiectul studiat

→ Se consideră un obiect cu **10 funcții**, notate (F_j)

b. Realizarea unei matrici de interacțiune a funcțiilor

→ **Interacțiunea** reprezintă **legătura dintre două sau mai multe funcții**, care face ca **modificările unei funcții să determine modificări ale celorlalte funcții cu care aceasta este în legătură**

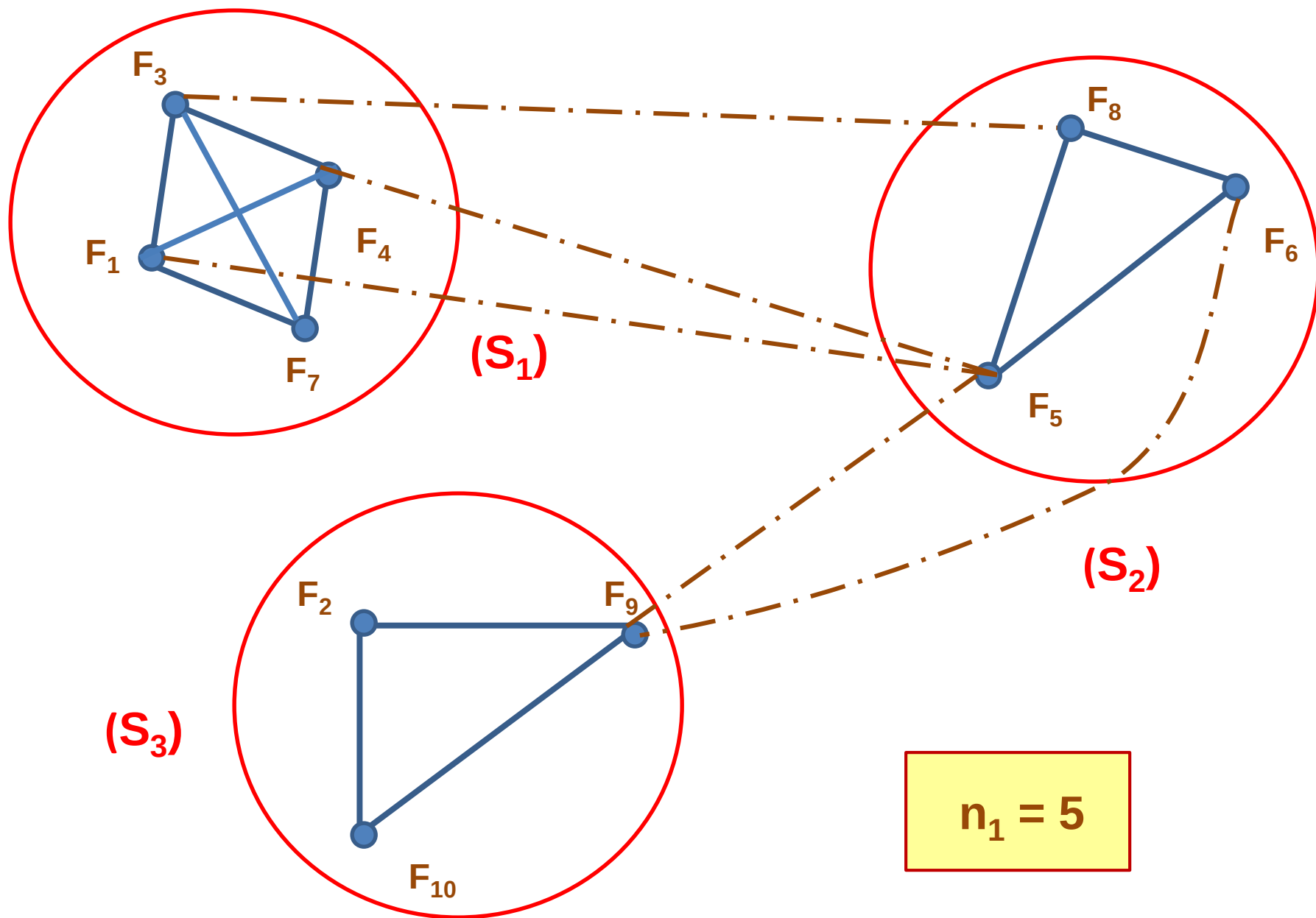
Matricea interacțiunii funcțiilor (F_j), $j = \overline{1,10}$



c. Stabilirea subsistemelor de funcții pe baza matricii de interacțiune

c₁. Un subsistem de funcții (S_j) ar putea conține funcțiile care au același număr de interacțiuni și/sau aceleași intensități ale interacțiunilor

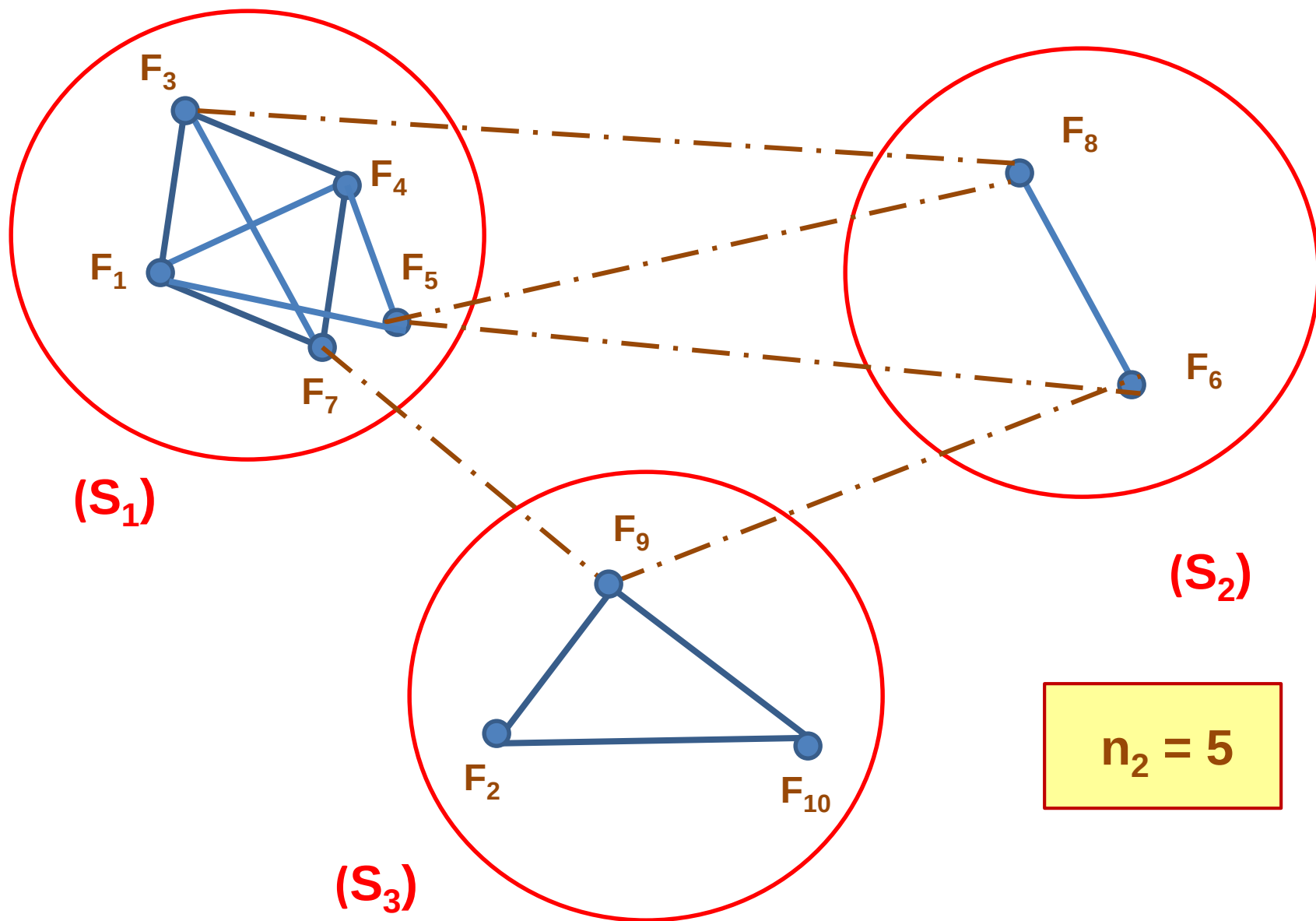
Interacțiunile unor *funcții* aparținând unor *subsisteme diferite* determină *interacțiuni* între aceste subsisteme

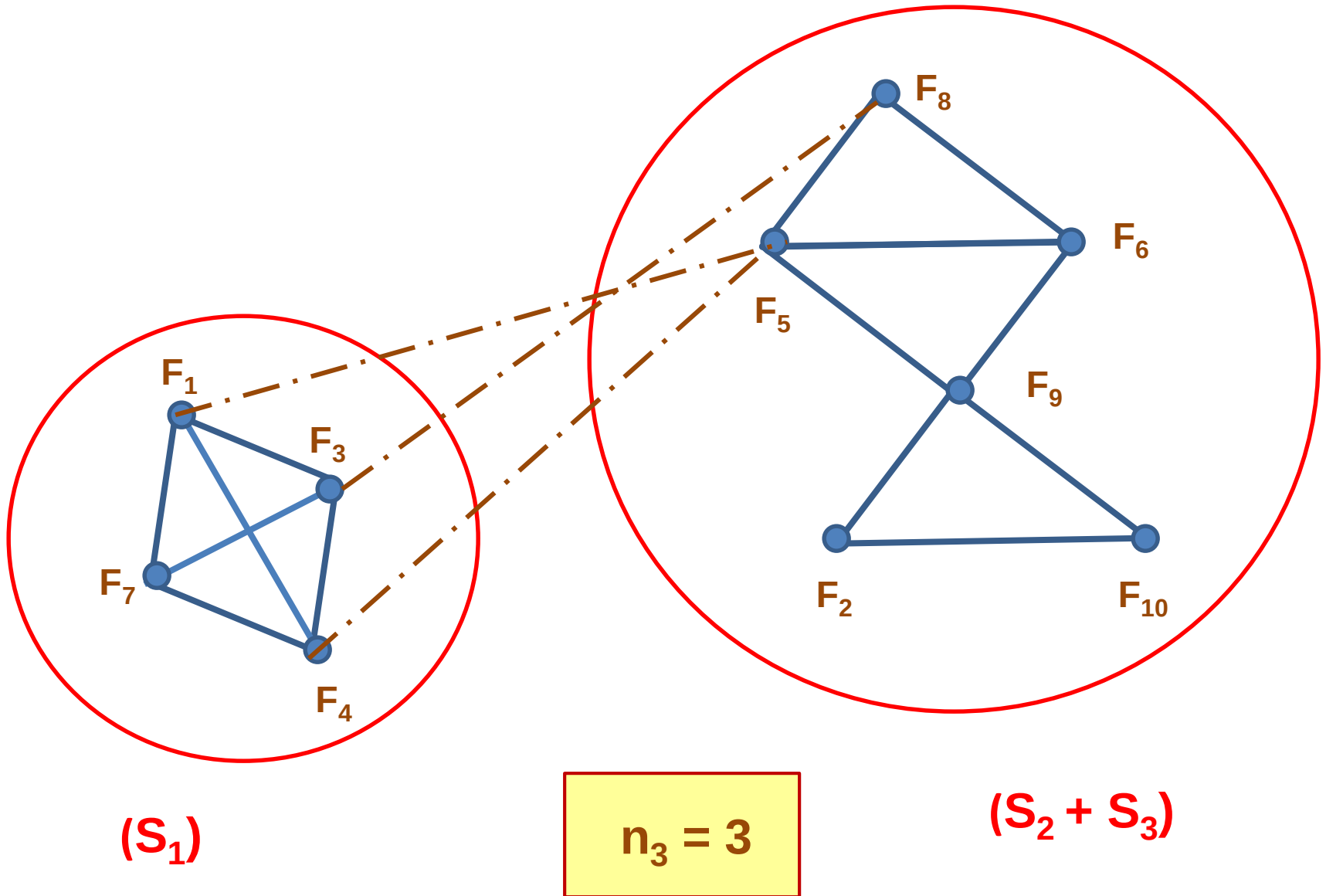


$$n_1 = 5$$

c₂. Realizarea unor combinații de funcții va conduce la modificarea structurii subsistemelor, a numărului de interacțiuni dintre subsisteme, cât și a numărului de interacțiuni pe ansamblul sistemului

În funcție de *numărul de soluții pentru materializarea funcțiilor*, se obțin **mai multe variante de cuplare a acestora în subsisteme** și de **cuplare a subsistemelor** pentru obținerea obiectului ca un **tot unitar**.





c_3 . Pentru fiecare subsistem se vor analiza mai multe variante din punct de vedere tehnic, ergonomic și estetic.

c_4 . Soluțiile stabilite ca optime pentru subsisteme trebuie să conducă la o soluție optimă și la nivelul întregului sistem.

Pentru evitarea unor incompatibilități, **c_3** și **c_4** trebuie abordate în paralel

2.9 Modelul (diagrama) FAST – (Function Analysis System Technique)



Modelul (diagrama) FAST a fost dezvoltat de Charles W. Bytheway în 1964 și a fost prezentat ca lucrare științifică la conferința Society of American Value Engineers (SAVE) din 1965.



Modelul (diagrama) FAST **a contribuit semnificativ la** poate cea mai importantă fază a metodologiei IV, **analiza funcțională**.



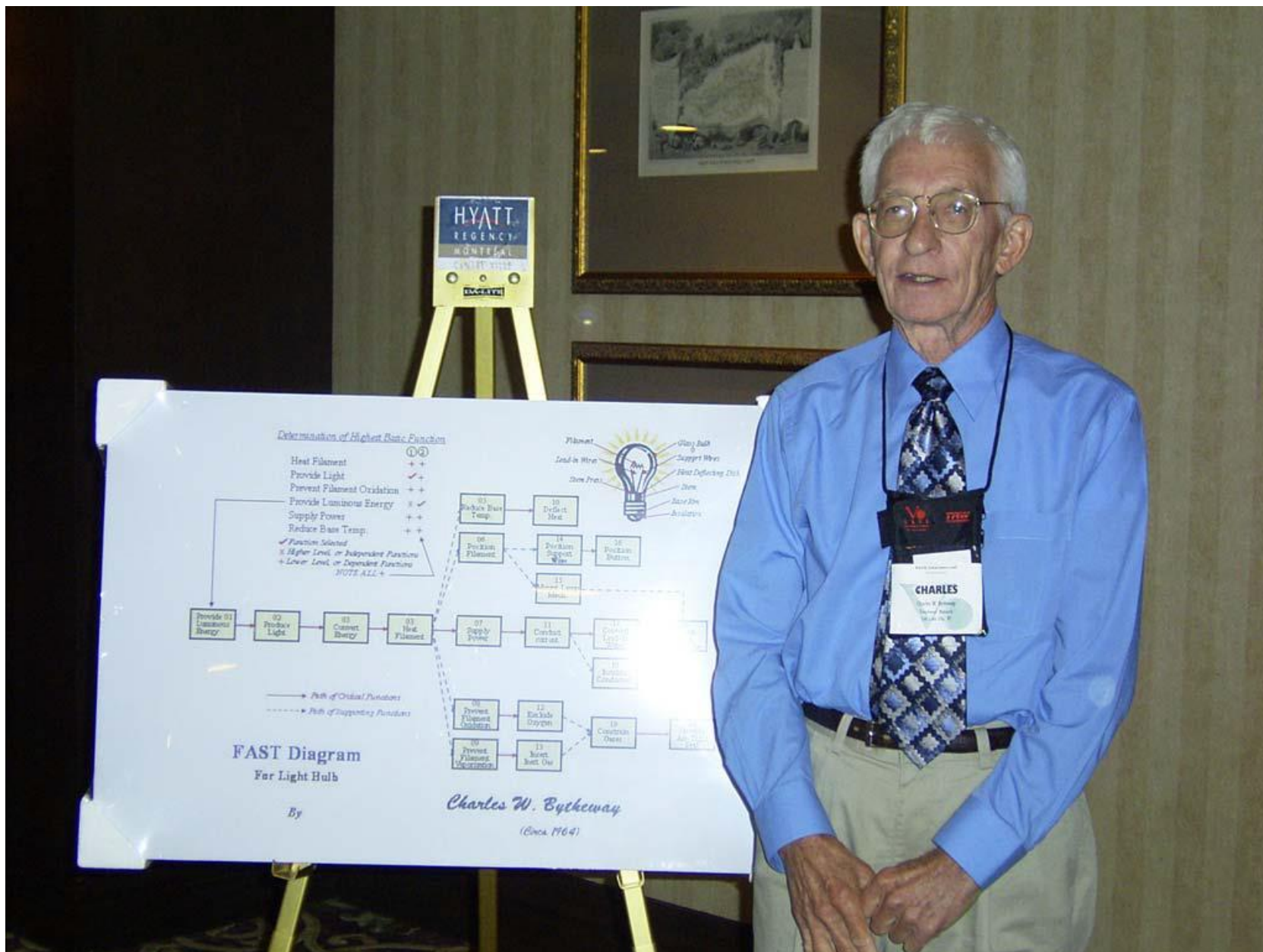
Modelul (diagrama) FAST **se bazează pe IV prin conectarea funcțiilor** exprimate simplu sub forma "**verb – substantiv**" **pentru a descrie sisteme complexe**.



Modelul (diagrama) FAST **nu este un produs sau rezultat final ci mai degrabă un început**.



Modelul (diagrama) FAST descrie elementul sau sistemul studiat și determină echipa să gândească prin prisma funcțiilor pe care acel element sau sistem le îndeplinește, formând **baza pentru o gamă largă de abordări ulterioare și tehnici de analiză**.



Charles W. Bytheway – prima diagramă FAST

✓ *Observații:*

- ➡ Diagrama (modelul) FAST este un ***stimul creativ*** pentru explorarea căilor inovative pentru îndeplinirea funcțiilor.
- ➡ Diagrama (modelul) FAST este un ***vehicul excelent de comunicare***.
- ➡ Utilizarea regulilor "**verb – substantiv**" în analiza funcțională creează un ***limbaj comun*** al tuturor disciplinelor și tehnologiilor.
- ➡ FAST permite membrilor echipelor multidisciplinare ***să contribuie în mod egal*** și să comunice între ei în timp ce abordează problema în mod obiectiv, ***fără părtinire sau concluzii preconcepute***.
- ➡ ***Cu FAST nu există rezultat sau model bun sau greșit***. Problema trebuie structurată până când ***membrii echipei*** de dezvoltare a produsului ***sunt satisfăcuți*** și ***problema reală este identificată***.
- ➡ După punerea de acord asupra problemei, ***singurul, și cel mai important rezultat*** al echipei multidisciplinare implicate în dezvoltarea unui model FAST, este ***consensul***.

- ➡ Odată **consensul realizat**, **modelul FAST este complet** și echipa se poate ocupa de următoarea fază creativă.
- ➡ **FAST diferă de IV** în ceea ce privește **utilizare logicii intuitive** pentru a **determina și testa dependențele funcționale** precum și în ceea ce privește **reprezentarea grafică a sistemului** într-o **diagramă sau model al dependenței funcționale**.
- ➡ O altă **diferență majoră față de IV** se referă **la analizarea unui sistem ca o entitate completă mai degrabă ca analizarea componentelor unui sistem**.
- ➡ Atunci când **se analizează un sistem**, devine evident că **funcțiile nu operează aleatoriu sau independent**.
- ➡ **Un sistem există** pentru că **funcțiile formează legături de dependență cu alte funcții**, la fel cum **componentele formează legături de dependență cu alte componente** pentru a face ca **sistemul să funcționeze**.

- ➡ Importanța abordării FAST este că **reprezintă grafic dependențele funcționale** și **crează un proces de studiere a legăturilor funcționale** în timp ce **se explorează diverse opțiuni de a dezvolta sisteme îmbunătățite**.
- ➡ Există în principiu 2 tipuri de diagrame FAST, **diagrama FAST orientată tehnic** și **diagrama FAST orientată spre client**.
- ➡ **Diagrama FAST orientată tehnic** este utilizată pentru **a înțelege aspectele tehnice a unei porțiuni specifice a unui produs complet**. (fig. 2.1.c; 2.1.d).
- ➡ **Diagrama FAST orientată tehnic** separă **funcția (funcțiile) "permanente" (all time functions)** și **funcția (funcțiile) "ce apar o singură dată" (one time functions)** (fig. 2.1.c ; 2.1.d).
- ➡ **Diagrama FAST orientată spre client se focalizează asupra aspectelor a unui produs care îi interesează pe clienți și nu se apleacă asupra aspectelor tehnice, mecanice sau fizice a unui produs**. O astfel de diagramă se aplică de obicei la un produs complet. (fig. 2.1.e).

2.9.1 Crearea modelului (diagramei) FAST

 Modelul (diagrama) FAST are o **orientare direcțională orizontală** denumită **dimensiunea "CUM? – DE CE?" (HOW? – WHY?)**.

 Această **dimensiune** este descrisă în această manieră pentru că **întrebările CUM? și DE CE? sunt puse pentru structurarea logicii funcțiilor sistemului.**

 Pornind cu o funcție, întrebăm **CUM?** această funcție este efectuată pentru a dezvolta o abordare mai specifică.

- acest șir de întrebări și mod de gândire este citit de la **stânga spre dreapta.**

 Pentru abstractizarea problemei la un nivel mai înalt, întrebăm **DE CE?** este efectuată acea funcție.

- această linie de logică este citită de la **dreapta la stânga.**



Există o **logică esențială** asociată cu **orientarea direcțională** "CUM? – DE CE?" a modelului FAST.



În primul rând, când se preia orice sarcină **este bine să se înceapă cu scopul sarcinii** și **apoi să se exploreze metodele pentru a atinge acel scop**.



Când se adresează oricărei funcții din modelul FAST întrebarea **DE CE?**, funcția de la stânga ei exprimă **scopul** acelei funcții (căreia i s-a pus întrebarea).



Întrebării **CUM?** i se răspunde de funcția de la dreapta și este o **metodă** de a executa funcția căreia i s-a pus întrebarea.

✓ **Observații:**

- ➡ O **diagramă clasică a sistemului** *pornește de la stânga cu începutul sistemului și se termină la dreapta cu scopul acestuia.*
- ➡ Modelul (diagrama) FAST, **citit de la stânga spre dreapta** *începe cu scopul (ieșirea) sistemului și se sfârșește la începutul (intrarea) sistemului care va atinge acel scop.*
- ➡ **Schimbarea unei funcții** pe traiectul **CUM – DE CE** *afectează toate funcțiile de la dreapta acelei funcții.* Acesta este un efect de domino care merge într-un singur sens, de la stânga spre dreapta.
- ➡ Pornind din orice loc al modelului FAST, **dacă o funcție se schimbă, scopurile rămân valide (funcțiile de la stânga)** dar **metoda de realizare a funcției respective și toate funcțiile de la dreapta ei sunt afectate** (se modifică).

➡ Construirea modelului (diagramei) FAST în **sensul CUM**, sau *justificarea funcției*, **va focaliza atenția echipei asupra fiecărei funcții a modelului**, în timp ce **inversarea modelului FAST** și construirea sa în **orientarea spre sistem va cauza "sărirea" funcțiilor individuale și focalizarea pe sistem** (lăsând astfel "goluri în sistem).

➡ O **regulă bună** în construirea unui model FAST este **construirea în sensul CUM** și **testarea logicii în sensul DE CE**.

➡ **Orientarea verticală** a modelului (diagramei) FAST este descrisă ca **direcție CÂND** - aceasta nu este parte a procesului logic intuitiv dar **suplimentează gândirea intuitivă**.

➡ **CÂND** nu este o orientare **temporală** ci **secvențială indicând cauza și efectul**.

➡ Întrebarea **CÂND?** este pusă fiecărei funcții astfel încât să se determine **care funcții "se realizează simultan" ("same time functions")** precum și **relația secvențială** cu celelalte funcții. (vezi fig. 2.1.c și 2.1.d)

Modelul (diagrama) clasic FAST

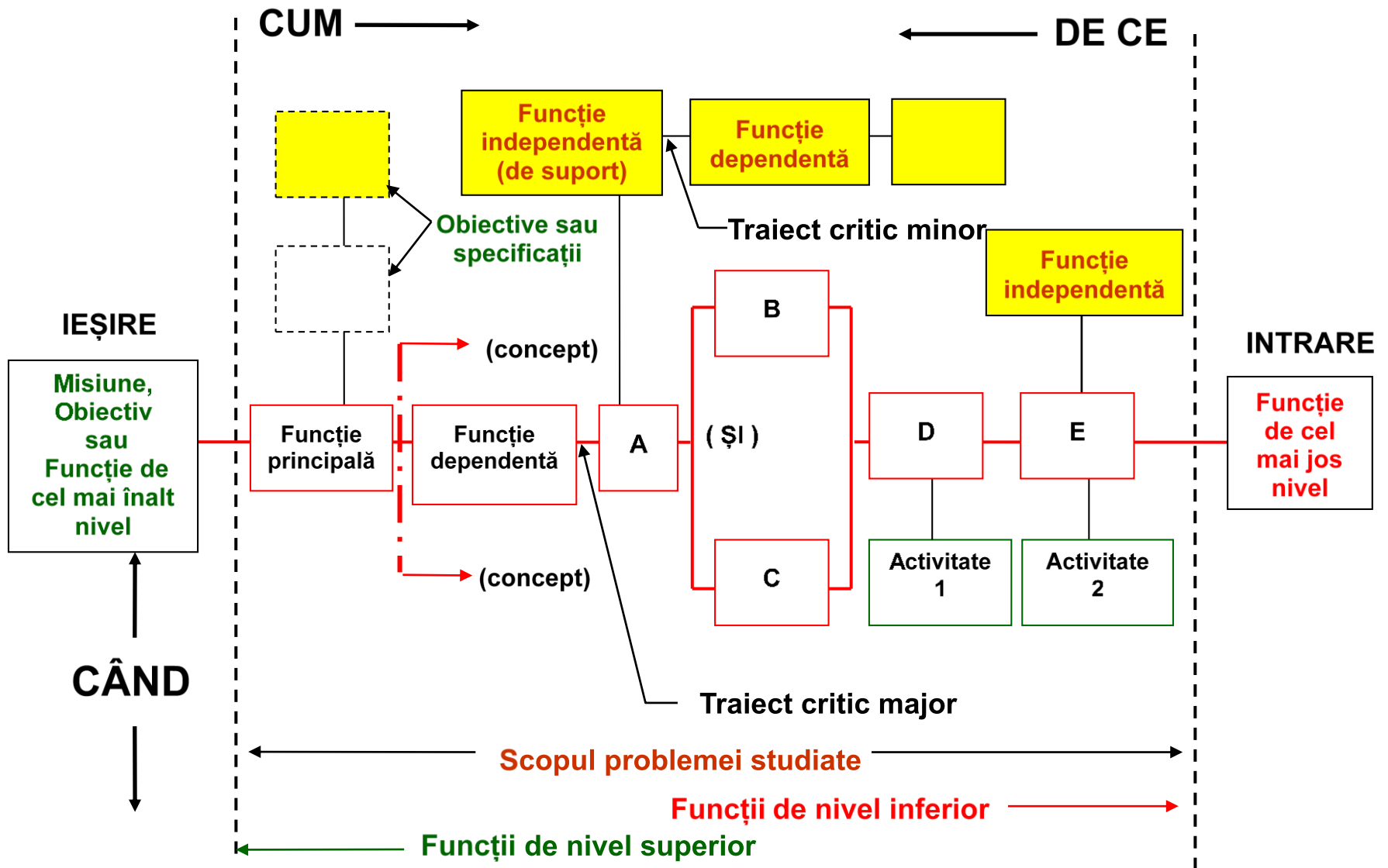


Fig. 2.1 Modelul (diagrama) clasic FAST

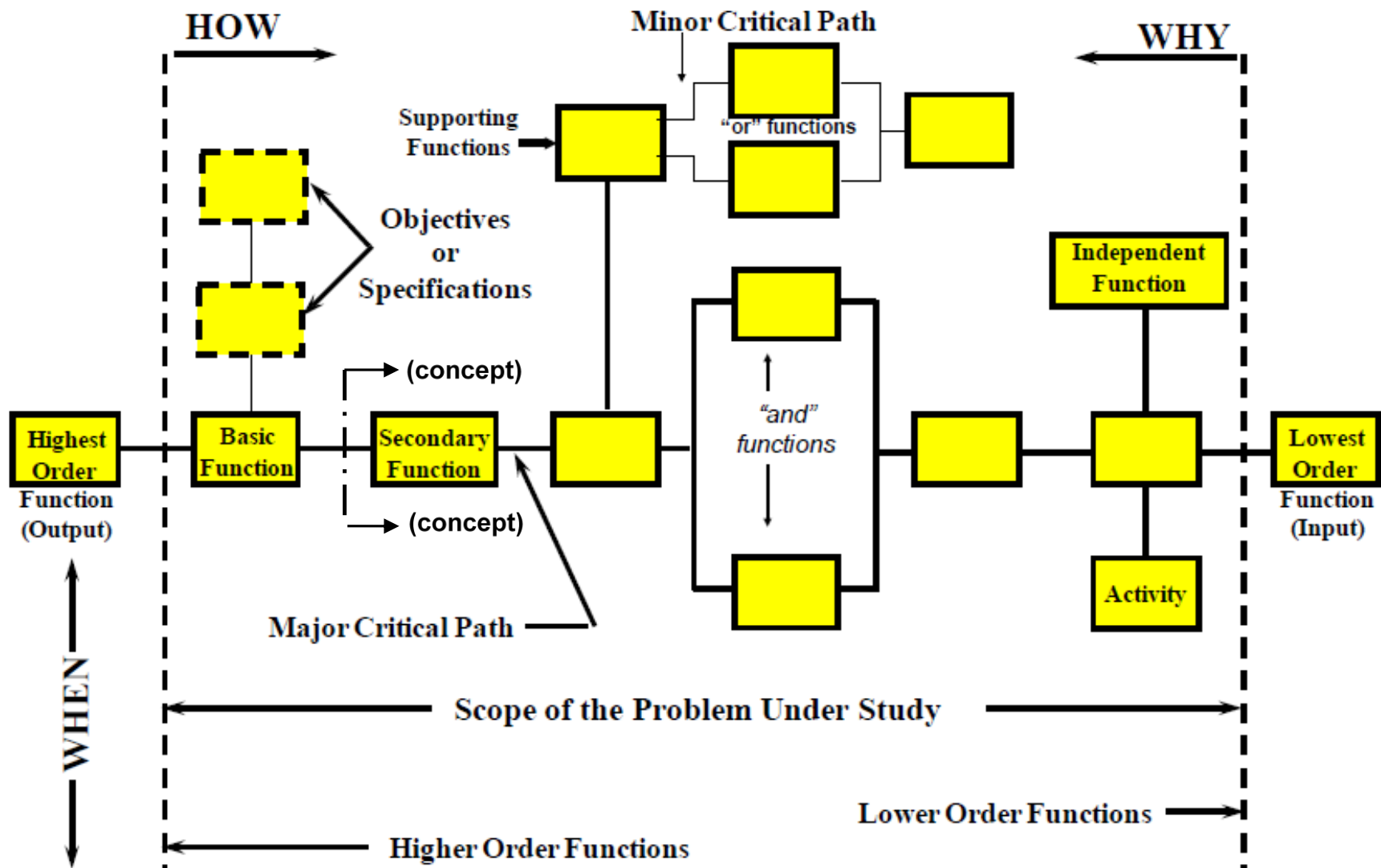


Fig. 2.1.a Modelul (diagrama) clasic FAST

A. Scopul problemei studiate

- **Linii de scop** reprezintă limitele studiului și sunt trasate ca două linii verticale punctate în modelul FAST.
- **Linii de scop** sunt limitele "**scopului problemei studiate (studiului)**" sau acel aspect al problemei studiat de echipă.
- **Funcțiile principale** vor fi întotdeauna **primele imediat în dreapta liniei de scop din stânga**.
- **Linia de scop din dreapta identifică** începutul studiului și **separă funcția (funcțiile) de intrare de "scopului problemei studiate (studiului)"**.

B. Funcția de cel mai înalt ordin

- **Obiectivul (scopul)** studiului sau **ieșirea funcției (funcțiilor) principale** sunt numite "**Funcție (Funcții) de cel mai înalt ordin**" ("Highest Order Function") și se află **în afara liniei de scop din stânga** și **la stânga funcției principale**.
- Orice **funcție aflată la stânga unei alte funcții pe traiectul critic** este o "**Funcție de ordin mai înalt**" ca aceasta.

C. Funcția de cel mai jos ordin

- Funcția necesară pentru inițierea proiectului este numită "**Funcția de cel mai jos ordin**" și este localizată cel mai la dreapta, **în afara liniei de scop din dreapta**.
- Orice **funcție aflată la dreapta unei alte funcții pe traiectul critic** este o "**Funcție de ordin mai jos**" ca aceasta și reprezintă o **metodă selectată pentru realizare funcției precedente**.

✓ **Observații:**

- ➡ Termenii **"înalt – superior"** și **"jos – inferior"** nu trebuie interpretați ca importanță relativă ci ca ***partea de ieșire*** respectiv ***partea de intrare*** a procesului.
- ➡ De exemplu **"Primirea obiectivelor"** poate fi **"Funcția de cel mai jos ordin"** (intrare) iar **"Satisfacerea obiectivelor"** poate fi **"Funcția de cel mai înalt ordin"** (ieșire).
- ➡ Modul în care se realizează **"Satisfacerea obiectivelor"** (**"Funcția de cel mai înalt ordin"**) reprezintă deci ***scopul problemei studiate***.

D. Funcția (funcțiile) principală (de bază)

- **Funcția (funcțiile) principală (de bază)** se află imediat **în dreapta liniei de scop din stânga** și reprezintă **intenția, scopul** sau **misiunea** produsului, procesului sau subiectului studiat, răspunzând la întrebarea **"Ce trebuie să facă?"**.
- Un produs sau serviciu poate avea **mai multe funcții principale (de bază)**, determinate de **luarea în considerare a nevoilor clienților**.
- De exemplu un perete exterior neimportant de la o clădire poate fi definit inițial prin descrierea funcțională **"Închide spațiul"**, însă o analiză funcțională mai aprofundată determină pentru acest perete particular că **două funcții principale (de bază)** sunt mai definitorii: **"Securizează zona"** și **"Protejează interiorul"**. Ambele funcții răspund la întrebarea **"Ce face?"**.

- Odată determinată, **funcția principală (de bază)** nu se va schimba.
- **Dacă funcția principală (de bază) nu este îndeplinită, produsul sau procesul își vor pierde valoarea de piață.**
- Toate funcțiile aflate la **dreapta funcției (funcțiilor) principale (de bază)** descriu **abordarea aleasă** pentru realizarea **funcției (funcțiilor) principale (de bază)**.

E. Funcția (funcțiile) secundară

- **Funcțiile secundare** sunt **funcții de suport** și uzual rezultă din configurarea particulară a produsului, procesului sau serviciului.
- **Funcția (funcțiile) secundară** răspunde la întrebarea "**Ce altceva face?**".
- În general **funcțiile secundare contribuie masiv la costuri** și pot fi sau nu esențiale pentru **performanța funcțiilor principale**.

➤ Există în principiu 3 tipuri de **funcții secundare**:

1. **Funcții secundare necesare** (fig. 2.1.c).

- ✓ Acesta **funcții** sunt **necesare** pentru **realizarea funcției (funcțiilor) principale**.
- ✓ De exemplu, lanternele cu baterii și felinarele cu kerosen realizează aceeași **funcție principală (de bază), "Produce lumină"**.
- ✓ Pentru lantena cu baterii este însă **necesară** o **funcție secundară "Conduce curentul"**.

2. **Funcții secundare de estetică**.

- ✓ Aceste **funcții** adaugă "estetică" sau decorează produsul sau proiectul și sunt asociate în general cu **"funcțiile de vânzări"**.
- ✓ De exemplu paleta de culori a vopselelor disponibile pentru un autovehicul poate constitui o **funcție secundară de estetică**.

3. Funcții secundare nedorite.

- ✓ Aceste **funcții**, prin definiție, **nu sunt dorite** atunci când **produsul realizează funcția (funcțiile) principală** sau **secundară**.
- ✓ De exemplu, în timp ce felinarul cu kerosen realizează **funcția sa principală "Produce lumină"**, apare o **funcție secundară nedorită "Produce miros urât"**.
- ✓ **Funcțiile secundare care dau valoare de stimă** (confort, satisfacție a utilizatorilor și aparență) sunt **permise numai dacă acestea sunt necesare pentru proiectare** sau **pentru ca produsul să funcționeze** sau **să se vândă**.
- ✓ Aceste funcții joacă uneori un rol important în marketingul produsului sau în acceptarea unui design sau chiar a produsului. **IV separă costurile necesare realizării performanței funcției (funcțiilor) principale** de cele **generate de funcțiile secundare** (pentru **a elimina cîte multe funcții secundare posibil** care nu adaugă valoare), **îmbunătățește valoarea funcțiilor rămase** permițând totodată ca **designul sau produsul să fie vandabile**.

F. Conceptul

- **Toate funcțiile** de **la dreapta funcției (funcțiilor) principale** înfățișează **abordarea conceptuală selectată** să **satisfacă funcția principală**.
- **Conceptul** reprezintă fie **condițiile existente** (actual - as is) fie **abordarea propusă** (ideal - to be) și **descrie metoda** luată în considerare sau aleasă **pentru a realiza funcția principală**.
- **Care abordare va fi utilizată** (actuală sau propusă) este **determinată de echipă și natura problemei studiate**.

✓ Observații:

- ➡ Ca regulă generală, este mai bine să se creeze un model FAST "ideal - to be" decât un model FAST "actual - as is", *chiar dacă obiectivul este îmbunătățirea unui produs existent.*
- ➡ Această **abordare** va da echipei **oportunitatea să compare "ideal"** cu **"actual"** și să ajute la rezolvarea a cum să se implementeze diferențele.
- ➡ Lucrând pe un model FAST "actual - as is" se **va restricționa atenția echipei la oportunități de îmbunătățire incrementale.**
- ➡ Un model FAST "actual - as is" este util pentru **urmărirea simptomelor problemei la cauza de bază (root cause)** și **explorarea modurilor de rezolvare a problemei** datorită relațiilor de dependentă funcțională a funcțiilor ce formează modelul FAST.

G. Obiective sau specificații

- **Obiectivele** sau **specificațiile** sunt **parametri particulari** sau **restricții** care trebuie atinse pentru a satisface "**Funcția de cel mai înalt ordin**" în mediul de operare al acesteia.
- Deși **nu sunt funcții**, ele **pot influența** conceptul selectat **pentru cea mai bună realizare a funcției (funcțiilor) principale** și **pentru a satisface cerințele clienților**.

H. Funcția (funcțiile) de traiect critic

- Orice **funcție** de pe **traiectul logic CUM – DE CE** este o **funcție de traiect critic**.
- Dacă **funcțiile** aflate pe **sensul DE CE** conduc la o **funcție (funcții) principală** atunci ele se află pe un **traiect critic major**, în caz contrar se va concluziona că este o **funcție independentă (de suport)** și se află pe un **traiect critic minor**.

- Schimbarea unei **funcții** pe un **traiect critic major** va **altera** sau **distruge** modul în care funcția principală va fi îndeplinită.
- Schimbarea unei **funcții** pe un **traiect critic minor** va "**deranja**" o **funcție independentă (de suport)** care îmbunătățește funcția principală.

I. Funcții dependente

- Începând cu **prima funcție** de **la dreapta funcției principale**, **fiecare funcție succesivă** este "**dependentă**" de cea din stânga ei (sau de funcția de nivel mai înalt) pentru existența ei.
- Această **dependență** devine mai evidentă atunci când se urmează **sensul** și se pune **întrebarea CUM**.
- **Funcțiile dependente critice** sunt **funcții secundare** aflate pe un **traiect critic major** și care trebuie să se realizeze pentru ca **Funcția principală (de bază)** care îi precede în **sensul DE CE** să se realizeze (sau să fie oferită).

J. Funcția (funcțiile) independentă (de suport)

- **Funcțiile ce nu depind de o altă funcție** sau **de metoda selectată pentru a realiza acea funcție** sunt considerate **funcții independente (de suport)**.
- **Funcțiile independente (de suport)** descriu o **îmbunătățire** sau **controlează** o **funcție** aflată pe **traiectul critic major**.
- **Funcțiile independente (de suport)** sunt de obicei **funcții secundare** care **există pentru a atinge nivelurile de performanță specificate în obiective** sau **specificațiile funcțiilor principale** sau pentru că o **abordare particulară** a fost aleasă **pentru implementarea funcției (funcțiilor) principale**.
- **Funcțiile independente (de suport)** se pot completa cu alte **funcții secundare** și care fie sunt **funcții "simultane" (same time functions)** fie sunt funcții **"permanente" (all time functions)** sau sunt cauzate de **funcția** de pe **traiectul critic**
- **Funcțiile independente (deasupra traiectului critic major)** și **activitățile (dedesubtul traiectului critic major)** sunt **rezultatul satisfacerii întrebării CÂND**.

K. Activitatea

- **Activitatea** reprezintă *metoda selectată* pentru *a realiza o funcție (sau un grup de funcții)*.
- În ultimii ani, **activitățile** nu mai sunt prezentate pe diagrama FAST ci mai degrabă sunt folosite *pentru a se determina când să se stopeze listarea funcțiilor* (de exemplu: când se definesc funcțiile, următoare conexiune fiind o activitate, atunci echipa consideră că a definit funcțiile la cel mai de jos nivel).
- De aceea, echipele din prezent plasează **funcțiile independente** atât deasupra cât și dedesubtul traectului critic major.

✓ **Observații:**

- ✓ **Funcțiile "permanente (all the time functions)** (fig. 2.1.c ; 2.1.d) sunt cerințele generale aplicate în interiorul scopului subiectului și **nu sunt de obicei direct legate de funcția de bază.**
- ✓ **Funcțiile "permanente (all the time functions)** sunt orice funcții necesare pentru a îndeplini standarde, coduri sau orice alte cerințe obligatorii ale subiectului (proiectului).
- ✓ Acestea ar fi **elementele asumate în piață ca fiind livrate de produs sau proces**, cum ar fi un nivel minim de calitate și fiabilitate, rezistența la coroziune etc.

Diagrama FAST orientată tehnic Ruggles

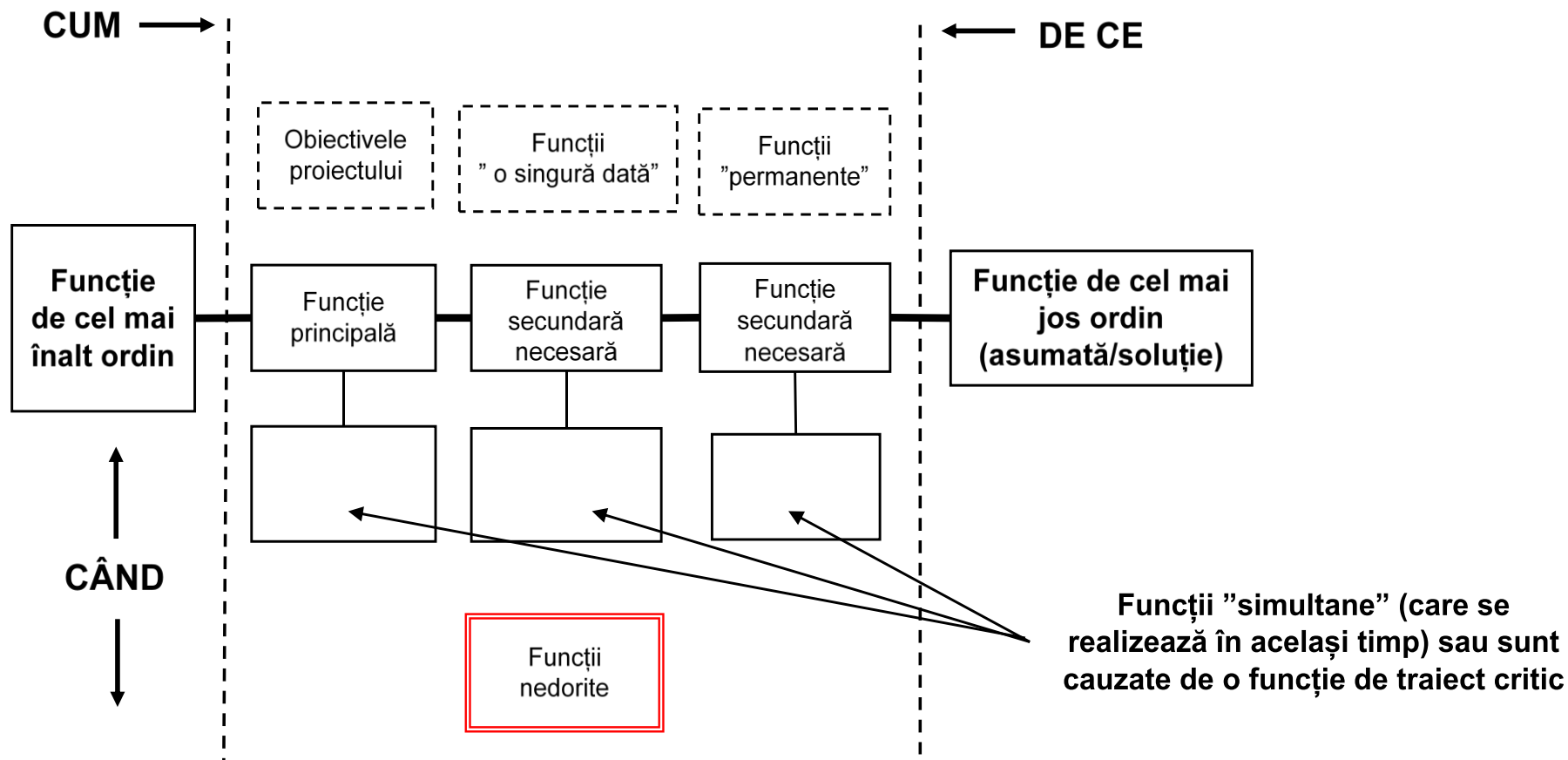


Fig. 2.1.c Prezentarea funcțiilor "permanente" (all the time functions), "ce apar o singură dată" (one time functions) și "se realizează simultan" (same time functions) în modelul (diagrama) FAST orientat tehnic

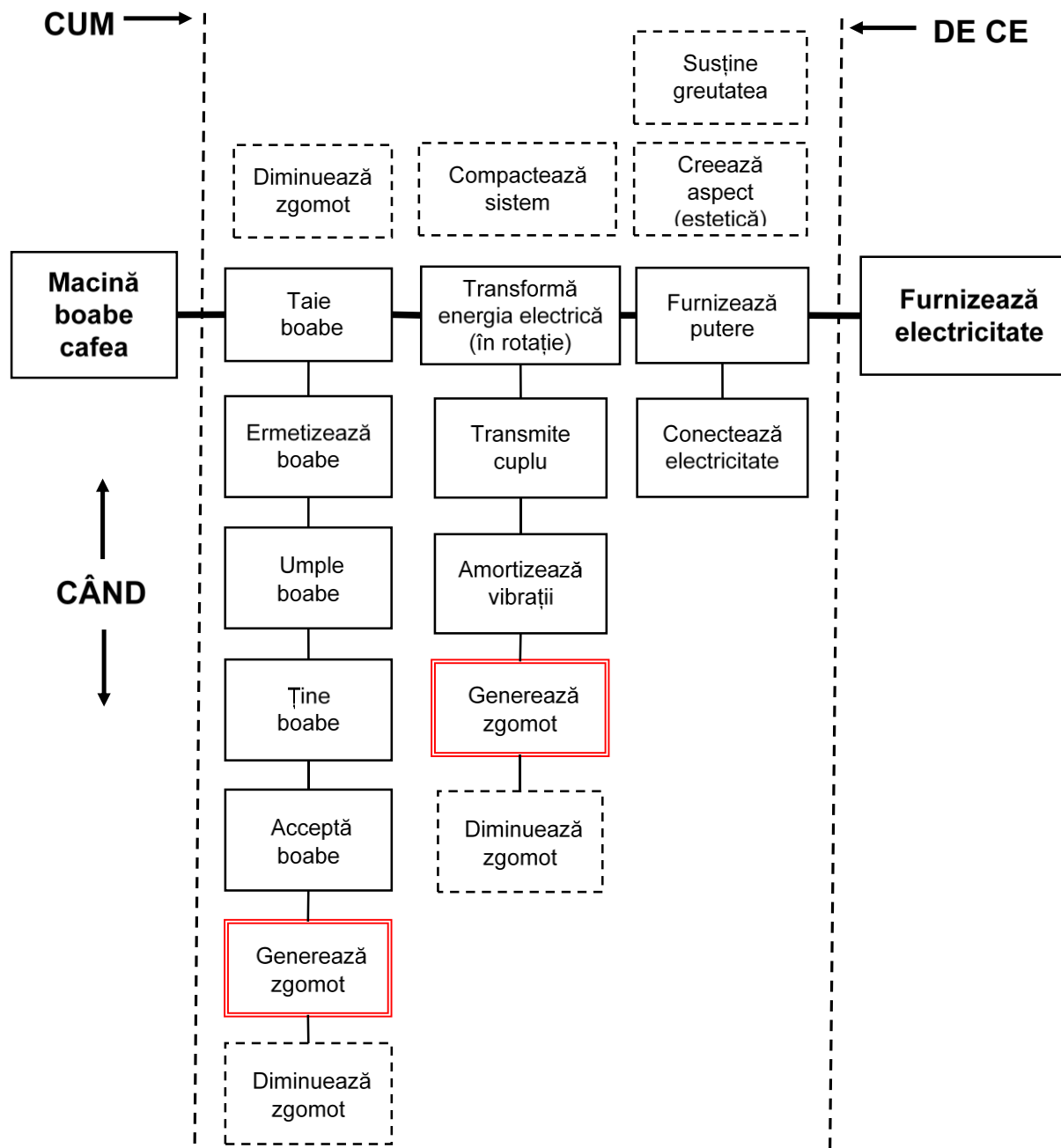


Fig. 2.1.d Modelul (diagrama) FAST orientat tehnic pentru măcinarea cafelei¹⁴⁷

Diagrama FAST orientată spre client Fowler - Snodgrass

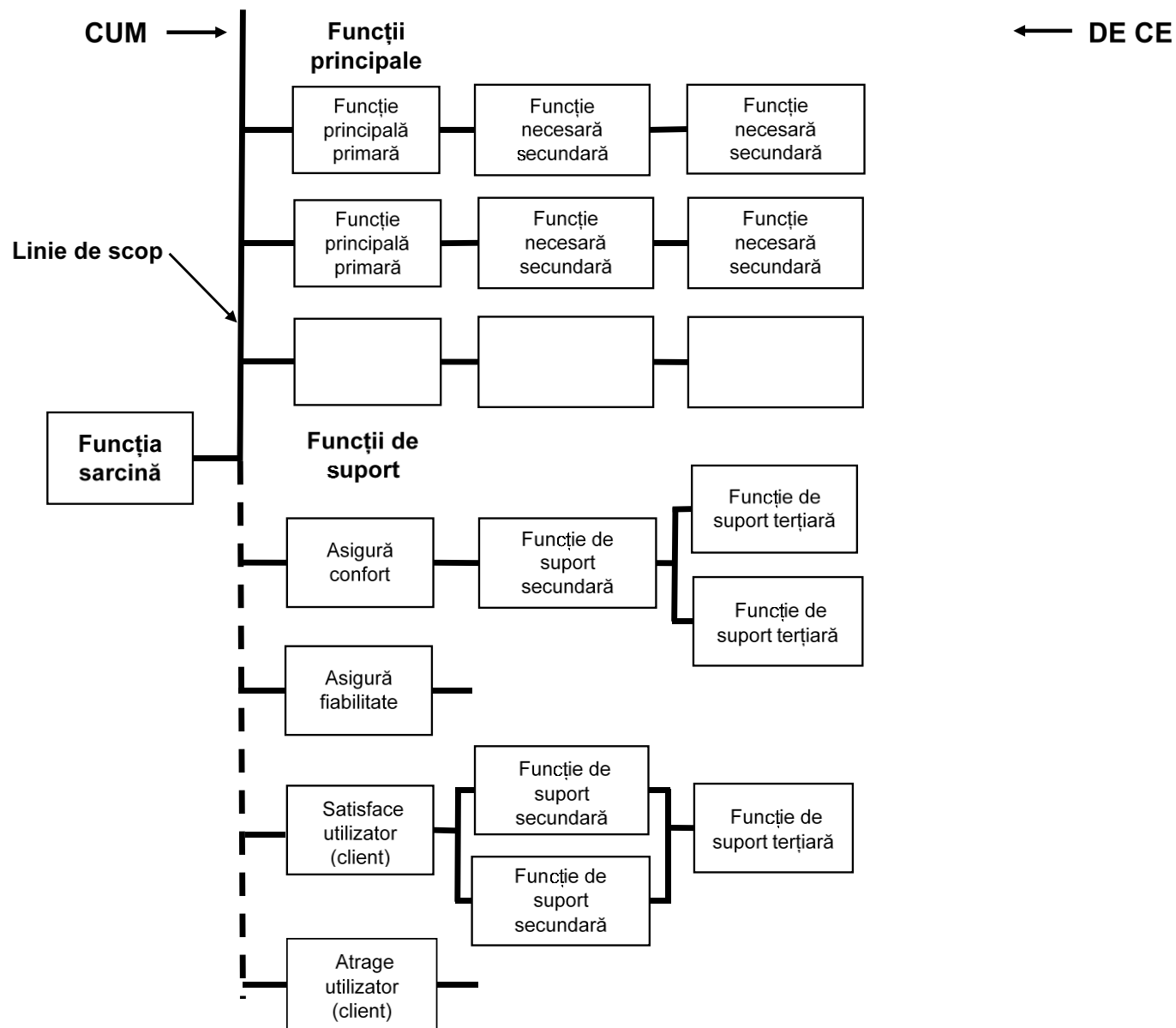


Fig. 2.1.e Modelul (diagrama) FAST orientat spre client

L. Simboluri standard și grafica utilizate în modelul (diagrama) FAST

a. Sensuri primare și determinarea logicii

- Sensurile **CUM** și **DE CE** sunt **întotdeauna de-a lungul traiectului critic** (fie că este **major** fie că este **minor**). (fig. 2.2)
- Direcția **CÂND** indică o **funcție independentă (de suport)** (deasupra) sau o **activitate** (dedesubt). (fig. 2.2)
- În acest moment, regula citirii dinspre **sensul de ieșire a unei funcții** trebuie adoptată astfel încât la întrebările primare **CUM**, **DE CE** și **CÂND** răspunsul este prezentat în blocurile din fig. 2.3

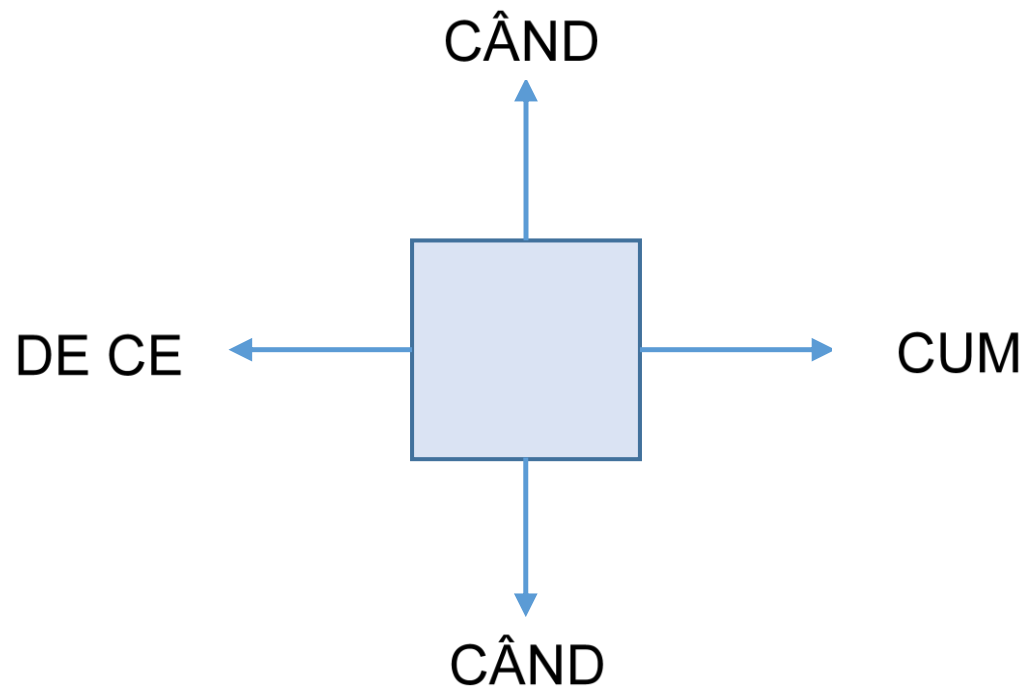


Fig. 2.2 Cele 4 sensuri primare în modelul (diagrama) FAST

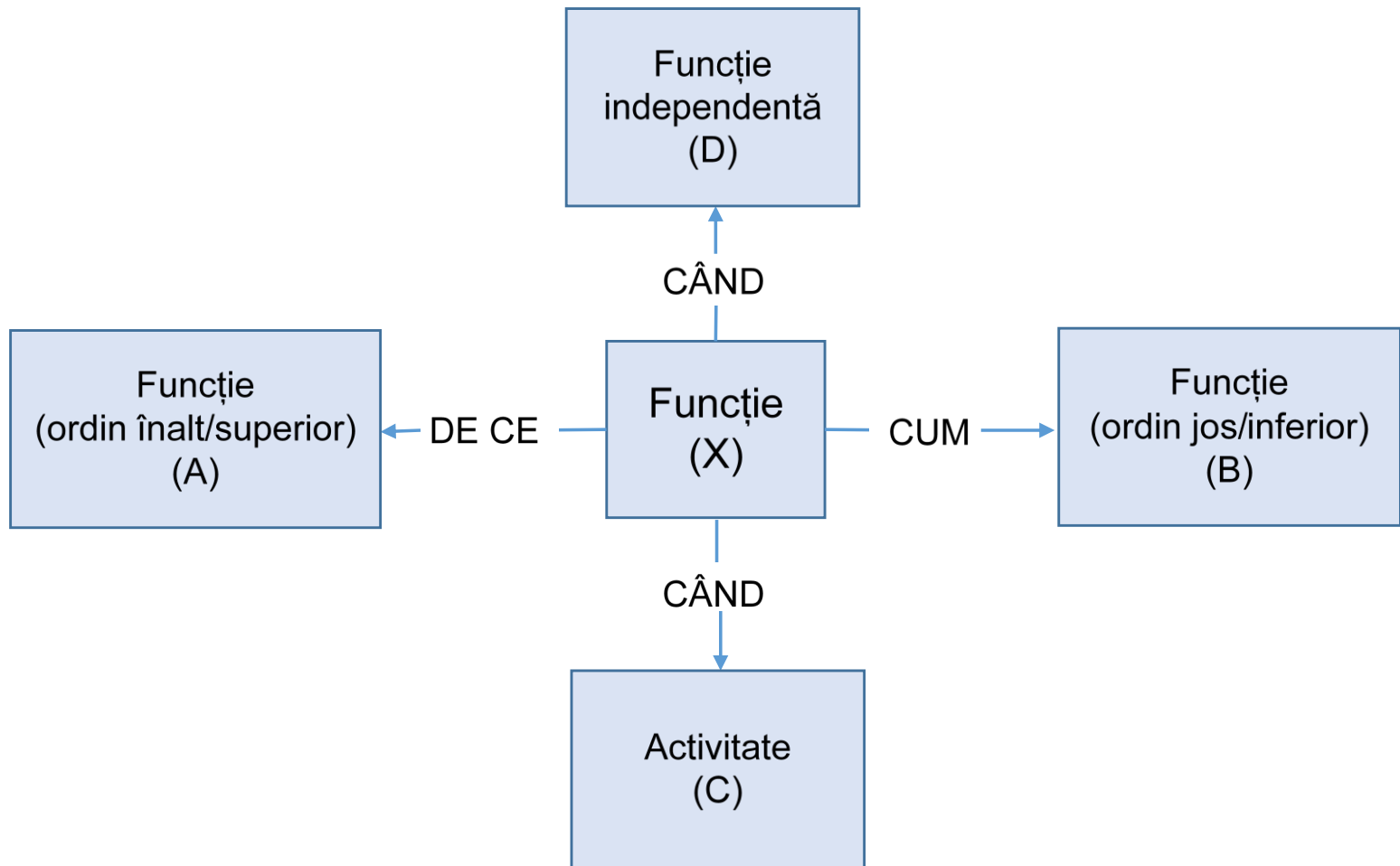


Fig. 2.3 Determinarea logicii modelului (diagramei) FAST

1. **CUM** este realizată (funcția X)?

...Prin (B)

2. **DE CE** este necesar ca (funcția X) să se realizeze?

... Pentru ca să poți realiza (A)

3. **CÂND** (funcția X) se realizează, ce altceva se întâmplă?

... (C) sau (D)

- Răspunsurile la cele 3 întrebări precedente sunt singulare dar pot fi multiple (**ȘI**) sau opționale (**SAU**).
- Deasemenea trebuie luată în considerare și importanța lor relativă

b. Conexiunea "ȘI" de-a lungul traiectului critic

- Conexiunea "ȘI" apare ca o **ramificație (furcă)** pe **traiectul critic** și este prezentată în exemplele A (fig. 2.4) și B (fig. 2.5).
- În exemplul A din fig. 2.4, **CUM** să construiești un sistem - "Construiește sistem" - se realizează prin construirea simultană a părții electronice - "Construiește parte electronică" - **ȘI** a părții mecanice - "Construiește parte mecanică", **cele două fiind de egală importanță**.
- În exemplul B din fig. 2.5, **CUM** să determini abaterile de la un anumit design - "Determină abateri" – se realizează simultan prin analizarea designului - "Analizează Design" - **ȘI** prin revizuirea diverselor propuneri - "Revizuieste propuneri", **prima fiind considerată mai importantă ca a doua**.

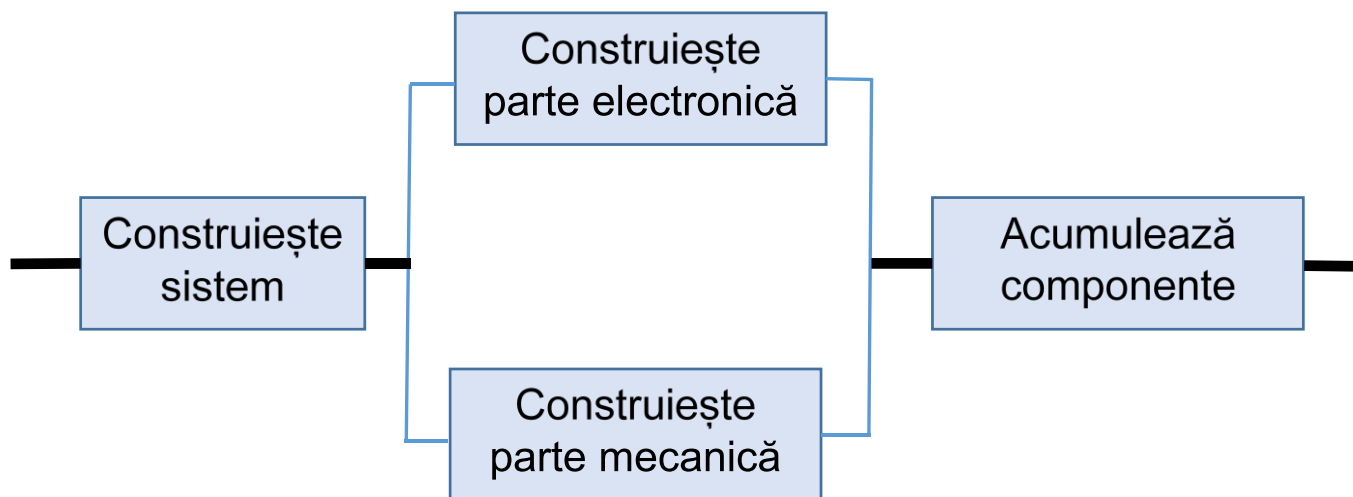


Fig. 2.4 Exemplul A. Conexiunea "ȘI" (egală importanță)

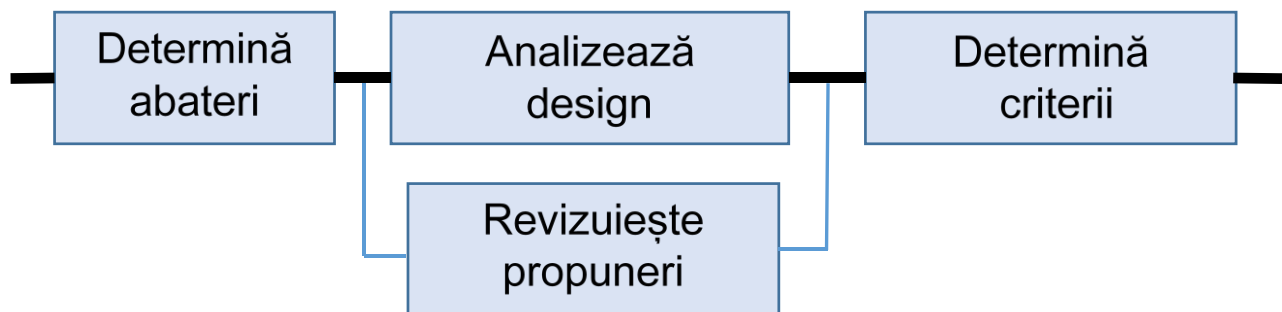


Fig. 2.5 Exemplul B. Conexiunea "ȘI" (importanță mai mică)

c. Conexiunea "SAU" de-a lungul traiectului critic

- Conexiunea "SAU" este reprezentată prin **linii multiple de ieșire** indicând o **opțiune**.
- În exemplul A din fig. 2.6, răspunsul la întrebarea, **CUM** veți converti rezervările pentru livrare - "Convertește rezervări" - se poate face prin extinderea rezervărilor - "Extinde rezervări" **SAU** prin prognozarea ordinelor - "Prognozează ordine".
- Când se merge în sensul **DE CE**, **se poate folosi, pe rând, unul din cele două traiecte**. De aceea: **DE CE** dorim să extindem rezervările - "Extinde rezervări" - pentru că dorim convertirea rezervărilor pentru livrare - "Convertește rezervări". De asemenea: **DE CE** dorim să prognozm ordinea - "Prognozează ordine" - pentru că dorim convertirea rezervărilor pentru livrare - "Convertește rezervări".
- Același proces se aplică și exemplului B din fig. 2.7, "Evaluează design" este considerat ca fiind mai puțin important ca "Monitorizează performanța".

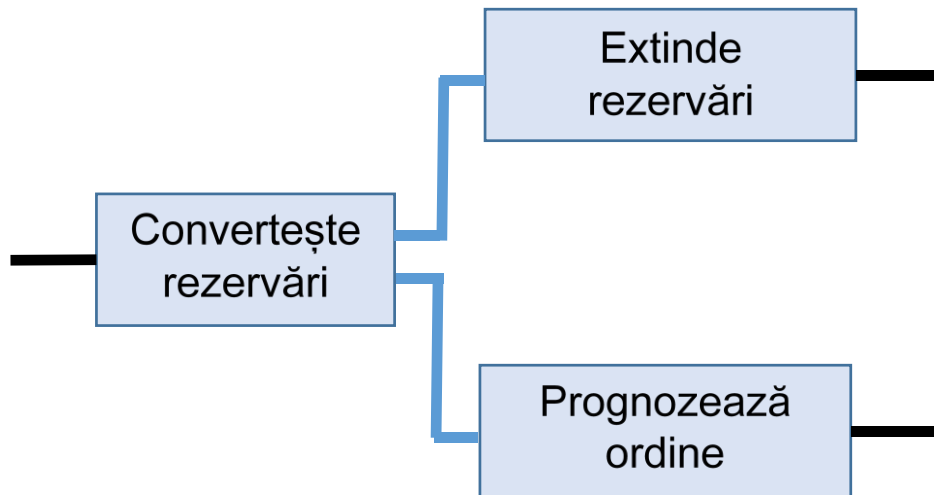


Fig. 2.6 Exemplul A. Conexiunea "**SAU**" (egală importanță)

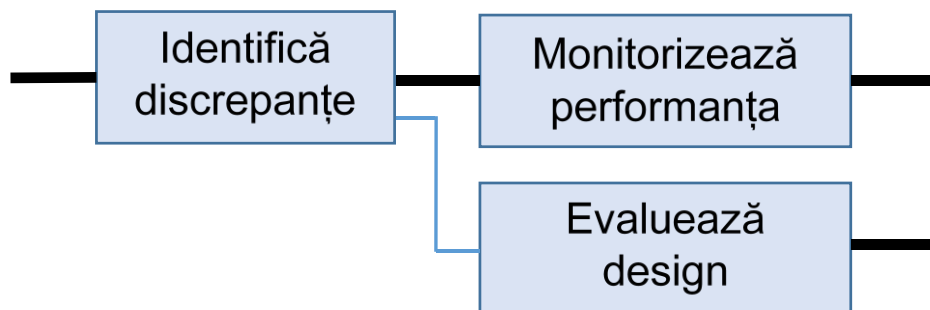


Fig. 2.7 Exemplul B. Conexiunea "**ȘI**" (importanță mai mică)

d. Conexiunea "ȘI" de-a lungul direcției CÂND

- Pentru funcțiile **CÂND** (**funcții independente** și **activități**), conexiunea **ȘI** este indicată prin conectarea reprezentării acestora (blocurile aferente) de deasupra și de dedesubtul funcțiilor de **traiect critic**.
- Exemplul din fig. 2.8 arată că atunci când veți dori să influențați clientul - "Influențează clientul" – veți informa clientul – "Informează clientul" **ȘI** veți folosi abilitățile personale – "Utilizează abilități".
- Dacă este necesară **ierarhizarea** sau **prioritizarea** funcțiilor "**ȘI**", **cele mai apropiate de funcția de traiect critic trebuie să fie cea mai importantă**.

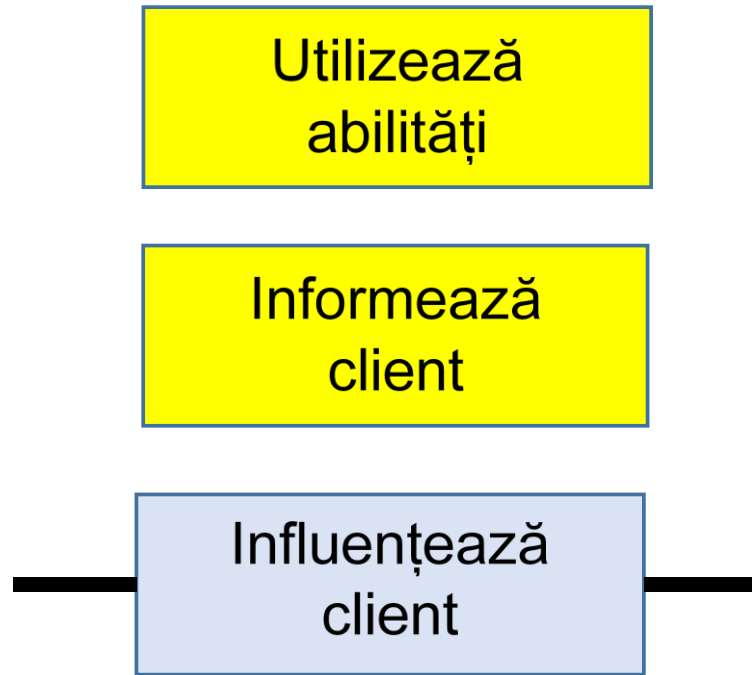


Fig. 2.8 Conexiunea "ȘI" de-a lungul direcției **CÂND** (exemplu)

✓ **Observații:**

➡ S-ar părea că ar trebui utilizat același simbol de tip "furcă" pentru a exprima conexiunea **ȘI** în direcția **CÂND** (la fel fel ca pe direcția **CUM** – **DE CE**), rezultând pentru exemplu din figura precedentă (fig. 2.9) o reprezentare grafică ca în fig. 2.10

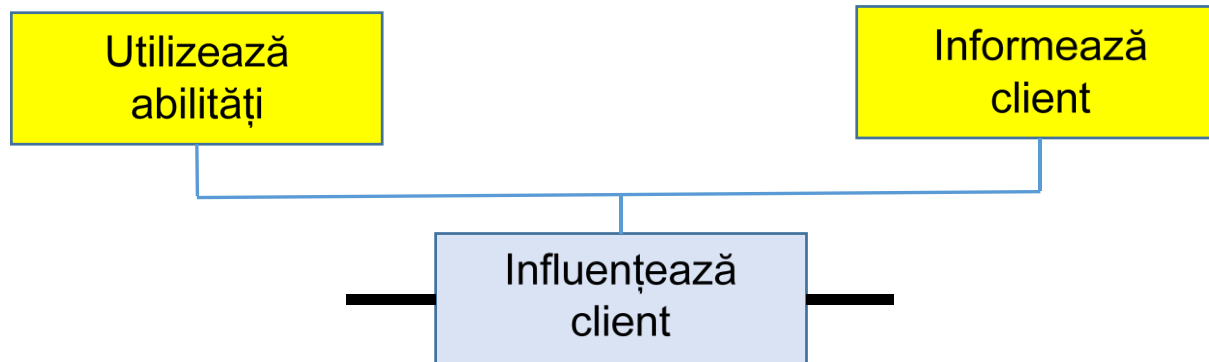


Fig. 2.10 Posibilitate de reprezentare a conexiunea "**ȘI**" de-a lungul direcției **CÂND** (exemplu)



Această reprezentare poate însă să cauzeze probleme grafice în cazul **funcțiilor "ȘI" multiple** respectiv în construirea **traectelor critice minore**, ca în fig. 2.11

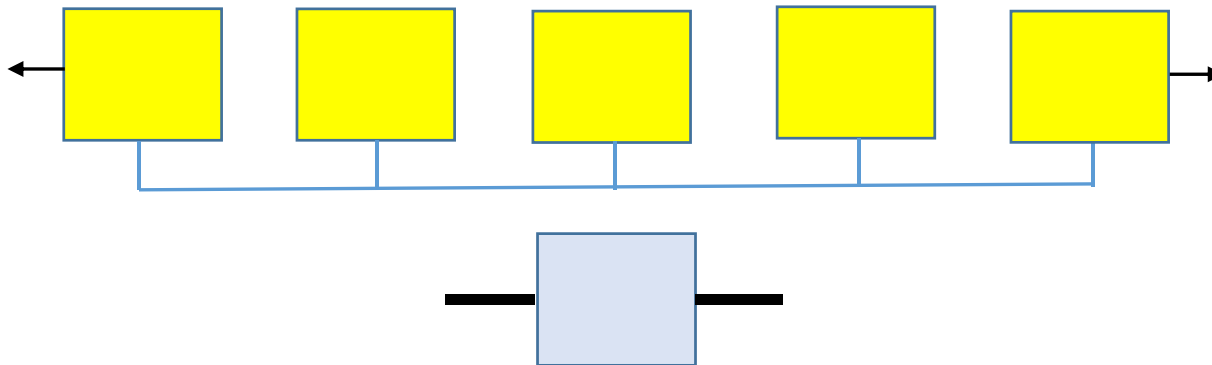


Fig. 2.11 Reprezentarea conexiunii "ȘI" de-a lungul direcției **CÂND** (funcții "ȘI" multiple)

e. Conexiunea "SAU" de-a lungul direcției CÂND

- Conexiunea "SAU" este indicată prin "**stegulețe**" spre dreapta (**sensul DE CE**) – exemplul A în fig. 2.12 și "**stegulețe**" spre stânga (**sensul CUM**) – exemplu B în fig. 2.13.
- Deși în exemplul A (fig. 2.) există o **funcție independentă** (**deasupra traiectului critic**) și în exemplul B (fig. 2) sunt **activități** (**dedesubtul traiectului critic**), regulile **CÂND** respectiv "**SAU**" sunt aplicabile la ambele.
- **Poziționarea "stegulețelor"** la stînga sau dreapta liniei verticale **depinde de modul de citire spre funcția de traiect critic.**

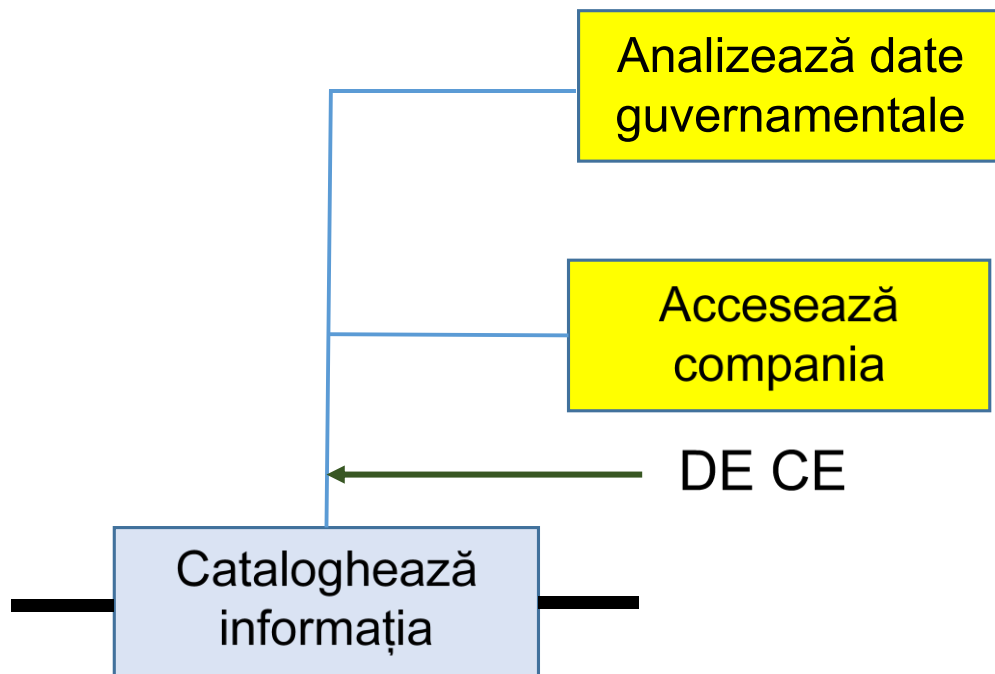


Fig. 2.12 Conexiunea "**SAU**" de-a lungul direcției **CÂND** în sensul **DE CE** (exemplul A)

- În exemplul A (fig. 2.12), **citind dinspre funcția de traiect critic**, atunci când se cataloghează informațiile – "Cataloghează informația" se evaluează informațiile companiei – "Accesează compania" **SAU** se analizează datele guvernamentale – "Analizează date guvernamentale" (în general nu se accesează ambele).
- Cu toate acestea, **citind înapoi de la funcție, liniile de ieșire sunt orientate în sensul DE CE.**
- **DE CE** evaluați informațiile companiei - "Accesează compania" **SAU** se analizează datele guvernamentale – "Analizează date guvernamentale", pentru a putea cataloga informațiile - "Cataloghează informația".

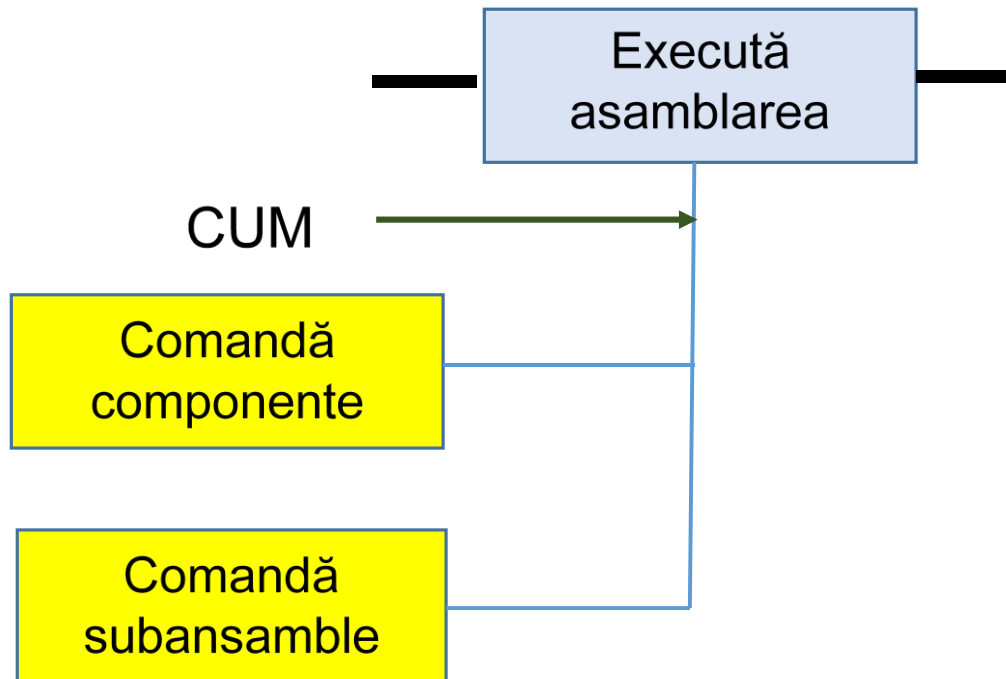


Fig. 2.13 Conexiunea "**SAU**" de-a lungul direcției **CÂND** în sensul **CUM** (exemplul B)

- În exemplul B, **privind de dedesubtul funcției de traiect critic**, se citește: **CÎND** cereți să se execute asamblarea – "Execută asamblarea" – atunci comandați piese – "Comandă piese" **SAU** comandați subansamble – "Comandă subansamble".
- Întrucât **blocurile (reprezentarea grafică) sunt dedesubtul traiectului critic** ele sunt **activități**.
- În citirea înapoi a activităților, **"stegulețele"** sunt îndreptate **spre sensul CUM** și întrebarea se citește: **CUM** veți comanda componente – "Comandă componente" **SAU** subansamble – "Comandă subansamble", prin cererea de efectuare a asamblării – "Execută asamblarea".
- De remarcat că **"stegulețul"** este mai bine poziționat astfel **decât dacă ar fi orientat spre sensul DE CE**.

✓ Observații:

➡ Din nou considerentele de ordin grafic au modificat notațiile "SAU" care apar pe **traiectul critic major** (fig. 2.14)

➡ Aparent conexiunea "SAU" în direcția **CÂND** ar trebui să respecte această convenție (ca în fig. 2.15), însă apar aceleași probleme ca la conexiunea "ȘI" în construirea **traiectelor critice minore** de **la funcțiile independente (de suport)** și în plus "stegulețele" SAU, **citite înapoi în traiectul critic vor fi mai greu de exprimat.**

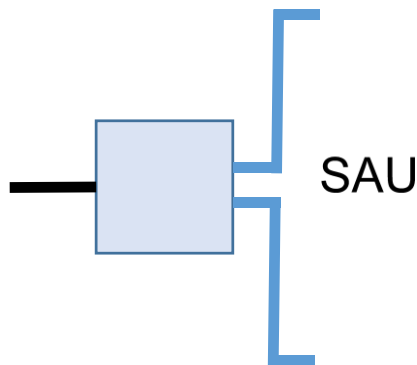


Fig. 2.14 Grafica și notațiile "SAU" care apar pe traiectul critic major

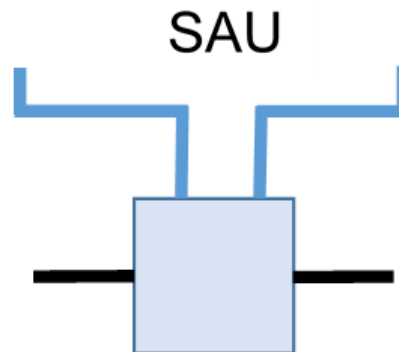
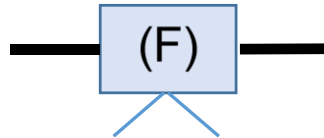


Fig. 2.15 Grafica și notațiile "SAU" care ar trebui să apară pe direcția CÂND conform convenției de pe traiectul critic

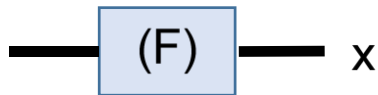
f. Alte notații și simboluri



Indică faptul că rețeaua continuă, dar nu este de interes pentru echipă sau nu contribuie la soluția căutată.



Indică faptul că funcția (F) este în continuare extinsă la un nivel inferior de abstractizare.



Indică faptul că linia "X" se conectează altundeva în model, potrivitându-se la același număr

✓ *Observații privind definirea funcțiilor*



Funcțiile sunt definite (la limită) prin :

➤ **Verbe active:**

- Descriu acțiunea specifică pe care ne propunem să o întreprindem pentru atingerea scopului dorit.
- Trebuie să fie demonstrabile la nivel non-verbal.

➤ **Substantive măsurabile:**

- Definesc obiectul asupra căruia va avea loc acțiunea

✓ **Orice verb** poate fi combinat cu **orice substantiv** pentru a descrie funcția dorită



Test de valabilitate :

“ Descrie ceea ce se întâmplă efectiv în sistemul studiat?”

Verbe de utilizat

Absoarbe	Aranjează	Crește
Activează	Atașează	Corectează
Ajută	Afișează	Combate
Accentuează	Admite	Distruge
Amplifică	Capteză	Dezvoltă
Aplică	Conține	Distribuie
Asistă	Convertește	Deschide
Asigură	Crează	Detectează
Aprinde	Cronometrează	Dirijează
Ascunde	Colectează	Elimină
Angrenează	Combină	Evaluează
Adaugă	Confirmă	Extinde
Analizează	Condu	Emite
Ajustează	Controlează	Evită

Fixează	Închide	Pornește	Testează
Filtrează	Înregistrează	Poziționează	Transportă
Induce	Localizează	Previne	Ține
Inițiază	Limitează	Promulgă	Verifică
Izolează	Măsoară	Permite	Slăbește
Injectează	Modifică	Protejează	Schimbă
Include	Montează	Purifică	Satisfă
Inversează	Mută	Răcește	Sigilează
Implementează	Menține	Rotește	Securizează
Instalează	Micșorează	Reține	Selectează
Întrerupe	Mișcă	Reduce	Susține
Îngheață	Mărește	Redu	Spațiază
Întărește	Orientează	Transmite	Suportă
Încălzește	Opune	Transferă	Strânge

Substantive de utilizat

Aer	Dimensiune	Indicație	Sunet
Arie	Distanță	Informație	Spațiu
Amestec	Deșeu	Lungime	Solicitare
Atmosferă	Energie	Material	Suprafață
Apă	Expansiune	Mobilitate	Temperatură
Culoare	Frig	Mecanism	Textură
Confort	Fluid	Mediu	Timp
Comunicare	Forță	Montare	Uzură
Componentă	Frecvență	Presiune	Umiditate
Curent	Formă	Protecție	Vibrație
Carcasă	Fricțiune	Rezistență	Volum
Căldură	Gaz	Rotație	Voltaj
Cuplu	Greutate	Solid	Zgomot

Verbe de evitat

 **Verbe pasive și indirecte:**

Furnizează	Dă	Este
Livrează	Aprovizionează	Prepară
Revizuieste	Participă	

 **Verbe de tip "scop":**

Îmbunătățește	Maximizează	Optimizează
Prezintă	Minimizează	Prioritizează
Economisește		

Sfaturi pentru generarea de expresii active

- Utilizați **verbe active** și nu **verbe pasive**
- Pentru a schimba o **descriere pasivă** în una **activă**, încercați să folosiți **substantivul** ca **verb** și selectați un alt **substantiv**

Pasiv	Activ
Furnizează susținere	Sușține greutatea
Urmărește aprobarea	Aprobă procedurile
Dezvoltă exponate	Expune produse
Prezintă buget	Bugetează cheltuielile
Determină soluția	Soluționează problema

❖ Funcțiile trebuie definite în așa fel încât să fie luate literal, în încercarea clarificării a ceea ce face sistemul în realitate !

Exemplu: Modelul (diagrama) FAST pentru proiectorul cu folii transparente



Traiect critic major

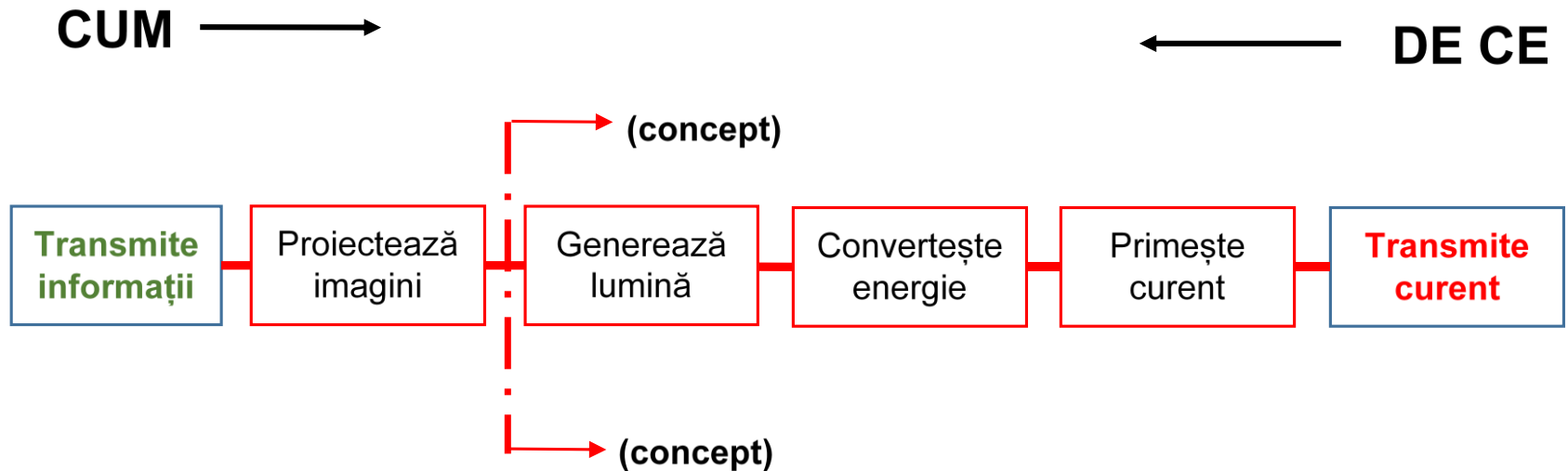


Fig. 2.16 Stabilirea traiectul major și generarea conceptului

Funcții independente (de suport)

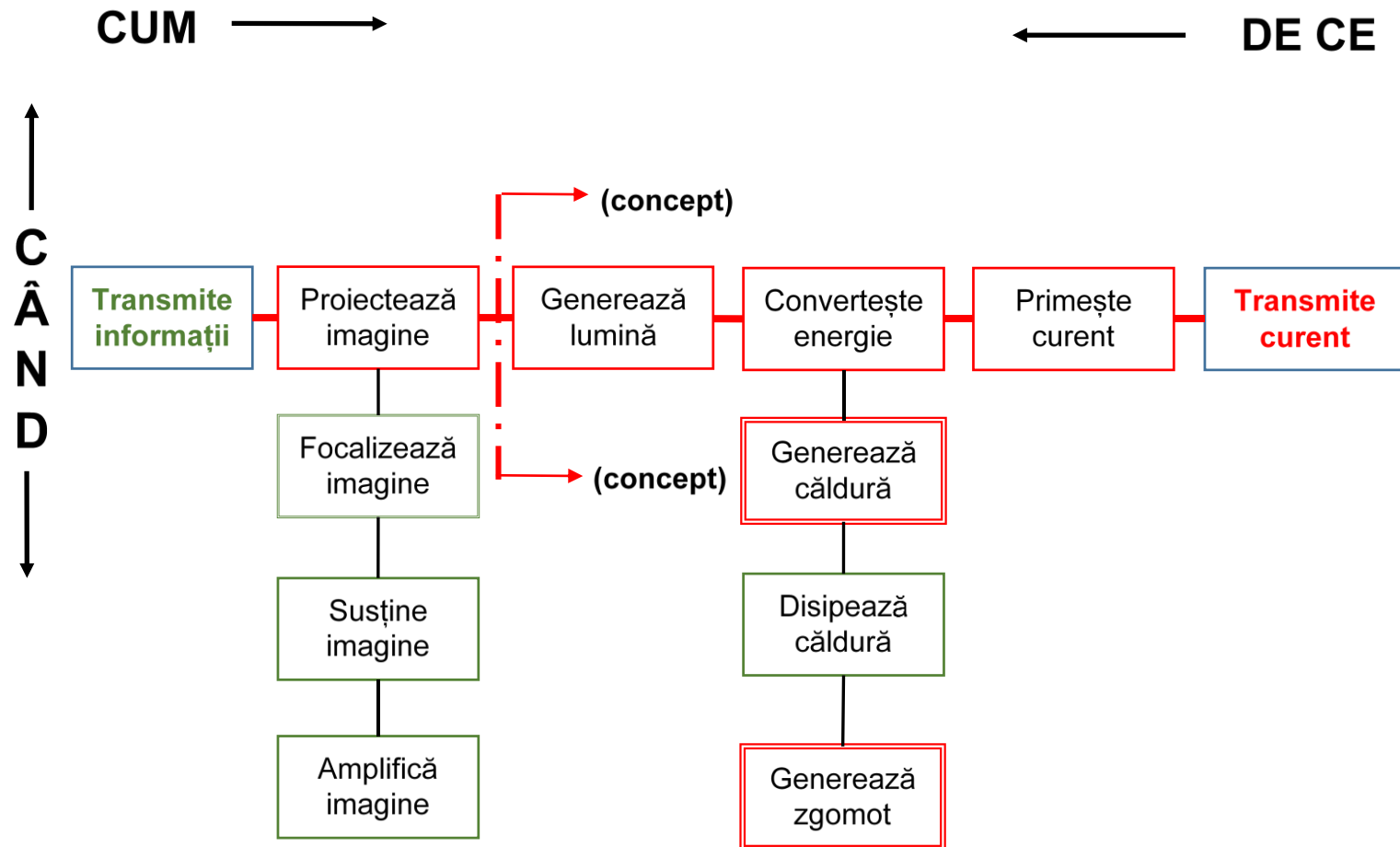


Fig. 2.17 Identificarea și adăugarea funcțiilor independente (de suport)

Obiective sau specificații

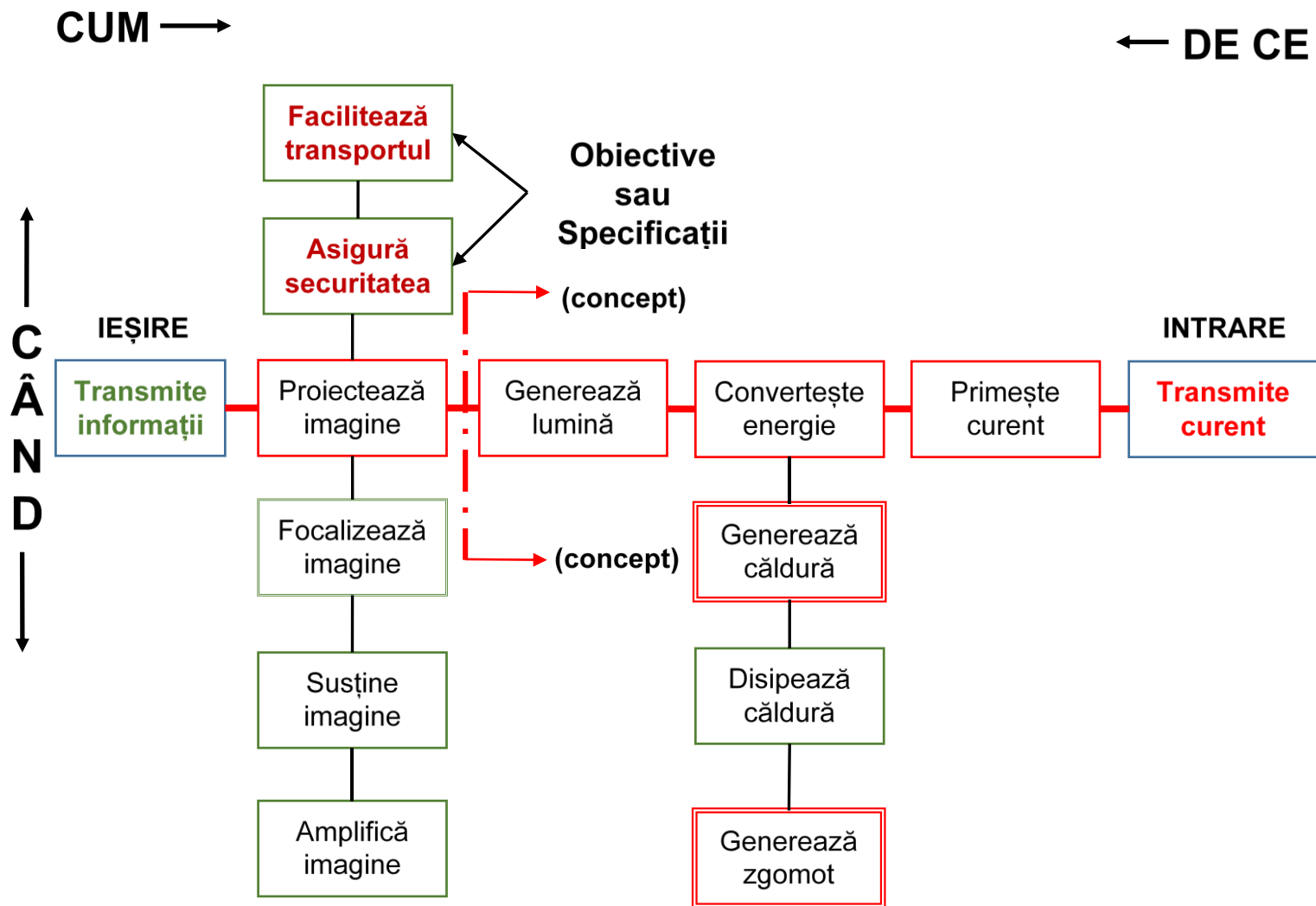


Fig. 2.17 Adăugarea obiectivelor sau specificațiilor

Linii de scop

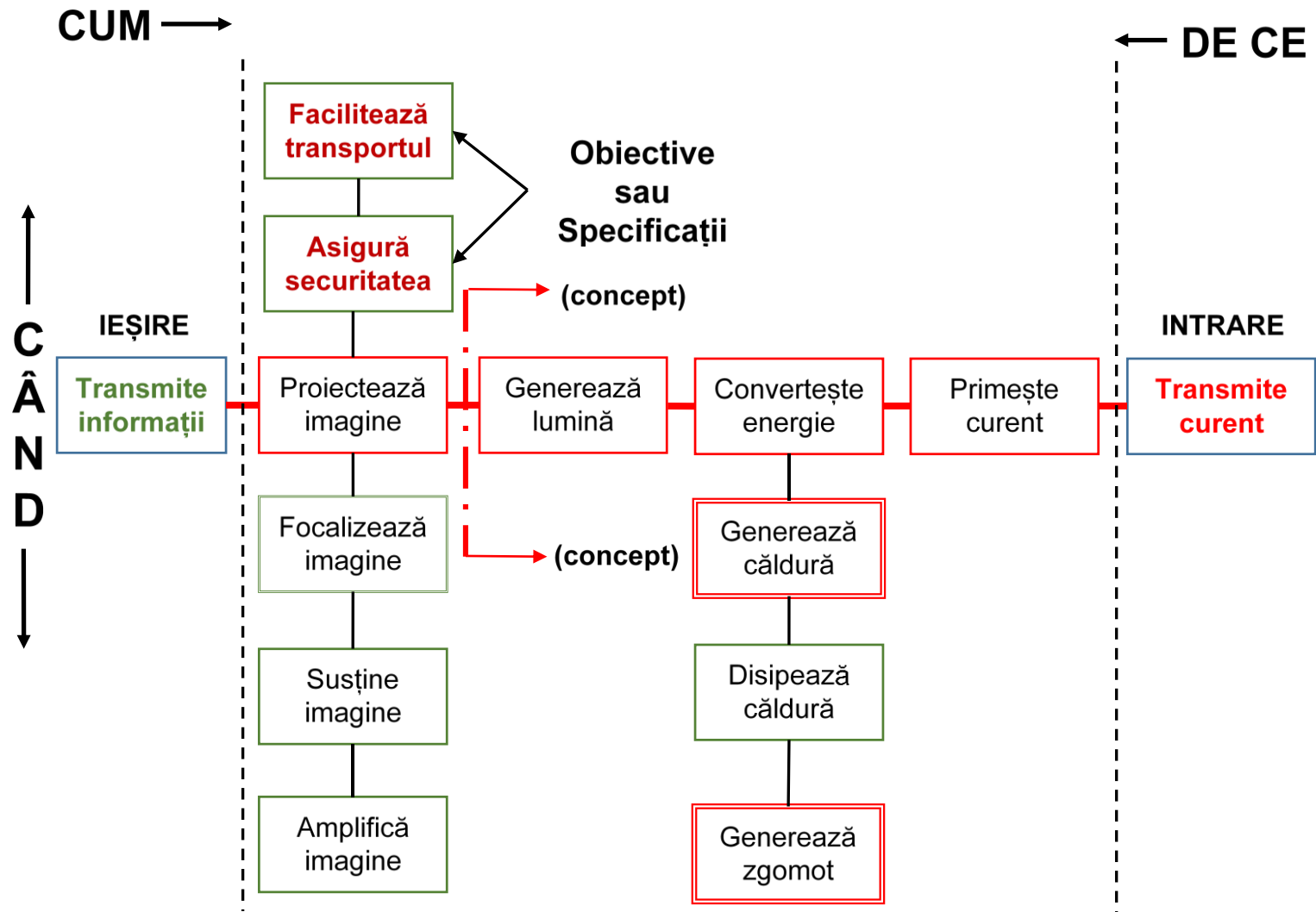


Fig. 2.18 Adăugarea liniilor de scop

Modelul (diagrama) FAST pentru Proiector (varianta 1 - clasică)

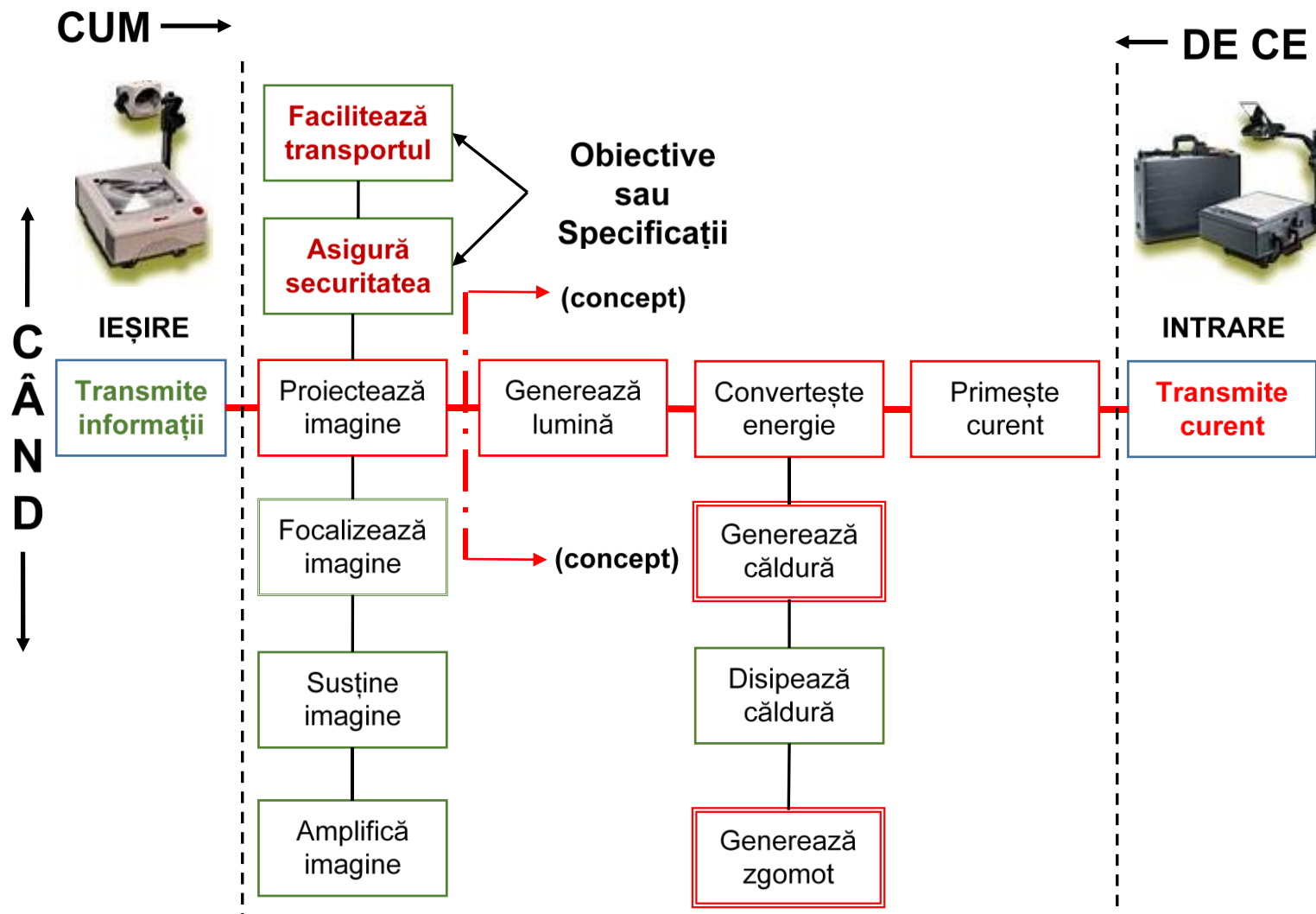


Fig. 2.19 Modelul (diagrama) FAST pentru proiector (varianta 1 – clasică) 179

Modelul (diagrama) FAST pentru Proiector (varianta 2)

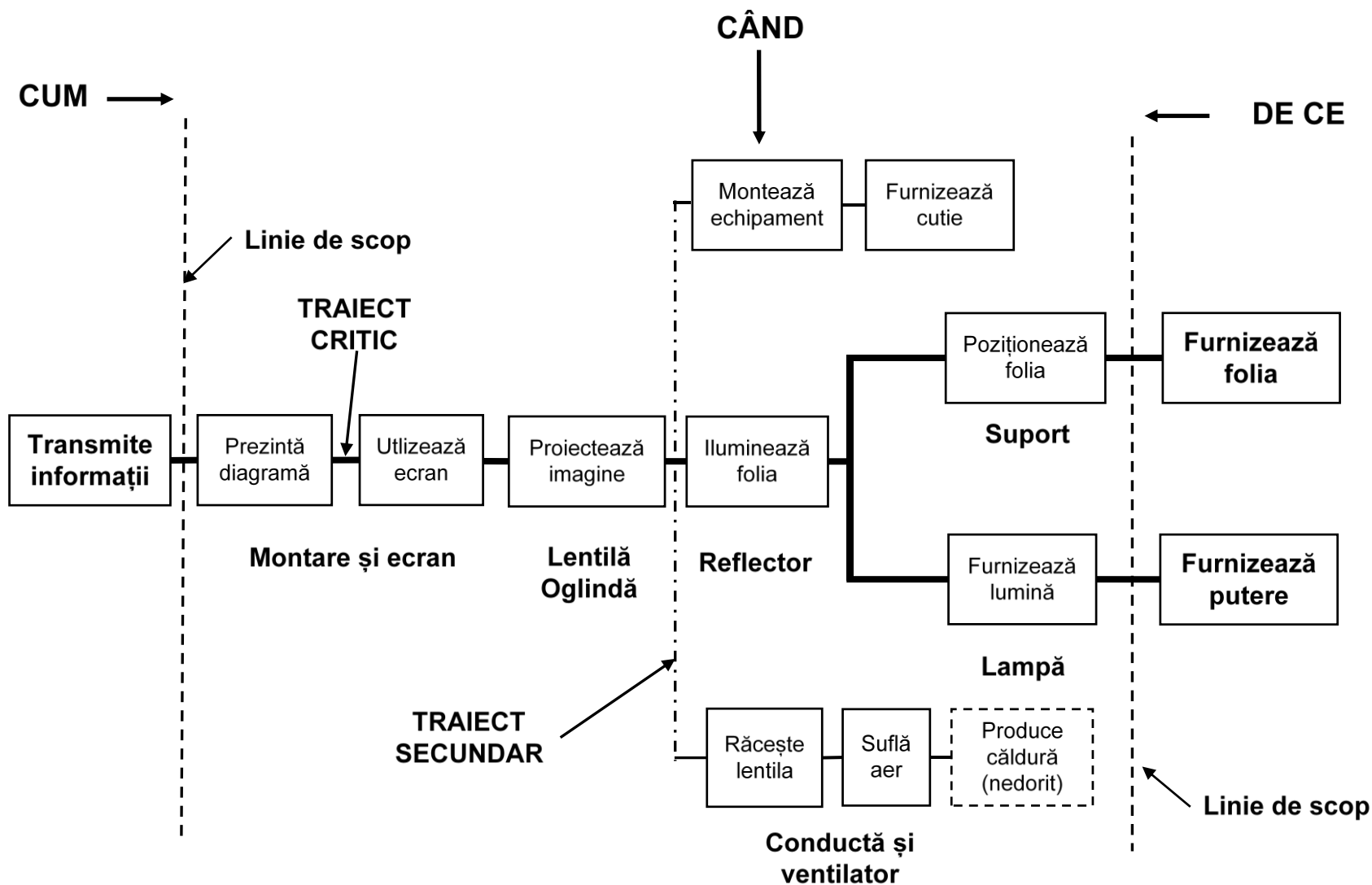


Fig. 2.20 Modelul (diagrama) FAST pentru proiector (varianta 2)
diagrama FAST Park-Wojciechowski

✓ **Observație:**

- ✓ În unele diagrame FAST, se consideră că toate funcțiile trebuie prezentate într-un sens pozitiv.
- ✓ De exemplu, în diagrama FAST din figura 2.21 (diagrama FAST pentru Proiector - varianta 3), "**CÂND**" dispozitivul „**Generează lumină**" se "**Minimizează căldura**", spre deosebire de încadrarea într-un mod mult mai comun de tipul " **CÂND** " dispozitivul "**Generează lumină**" se „**Generează căldura**", care ar putea fi dăunătoare, sau cel puțin ar trebui abordată ca o problemă sau constrângere în proiectare și tratată în consecință.

Modelul (diagrama) FAST pentru Proiector (varianta 3)

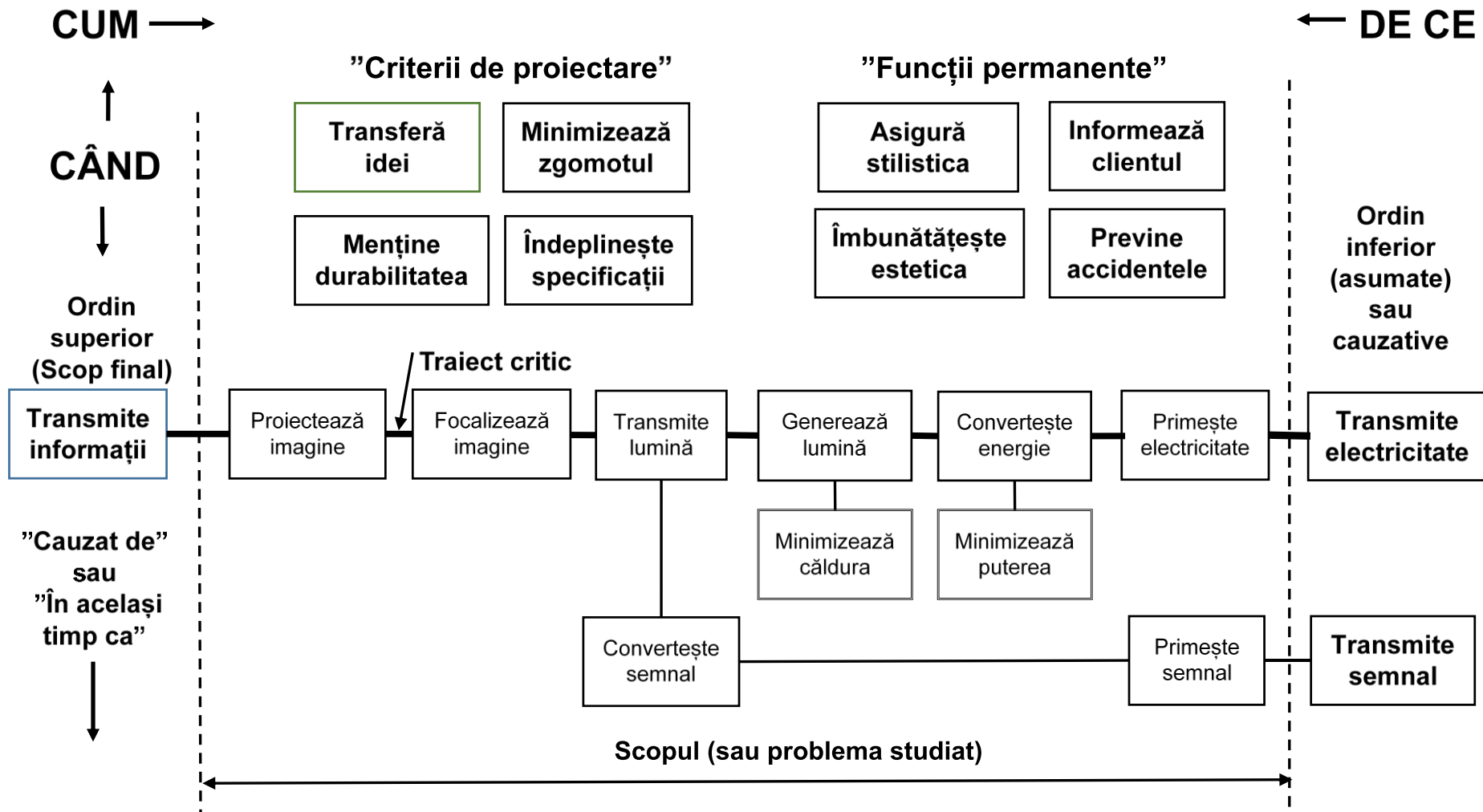


Fig. 2.21 Modelul (diagrama) FAST pentru proiector (varianta 3)

De ce cineva cumpără un creion?



Creion: "Face semne" (pe un suport oarecare)

Bandă metalică:
"Fixează radiera"

Corp creion:

"Fixează mina de grafit",
"Asigură prinderea",
"Transmite forța",
"Identifică produsul"

Radiera:
"Șterge semnele"

Vopsea:
"Protejează lemnul",
"Îmbunătățește aspectul"

Mină grafit:
"Face semne"

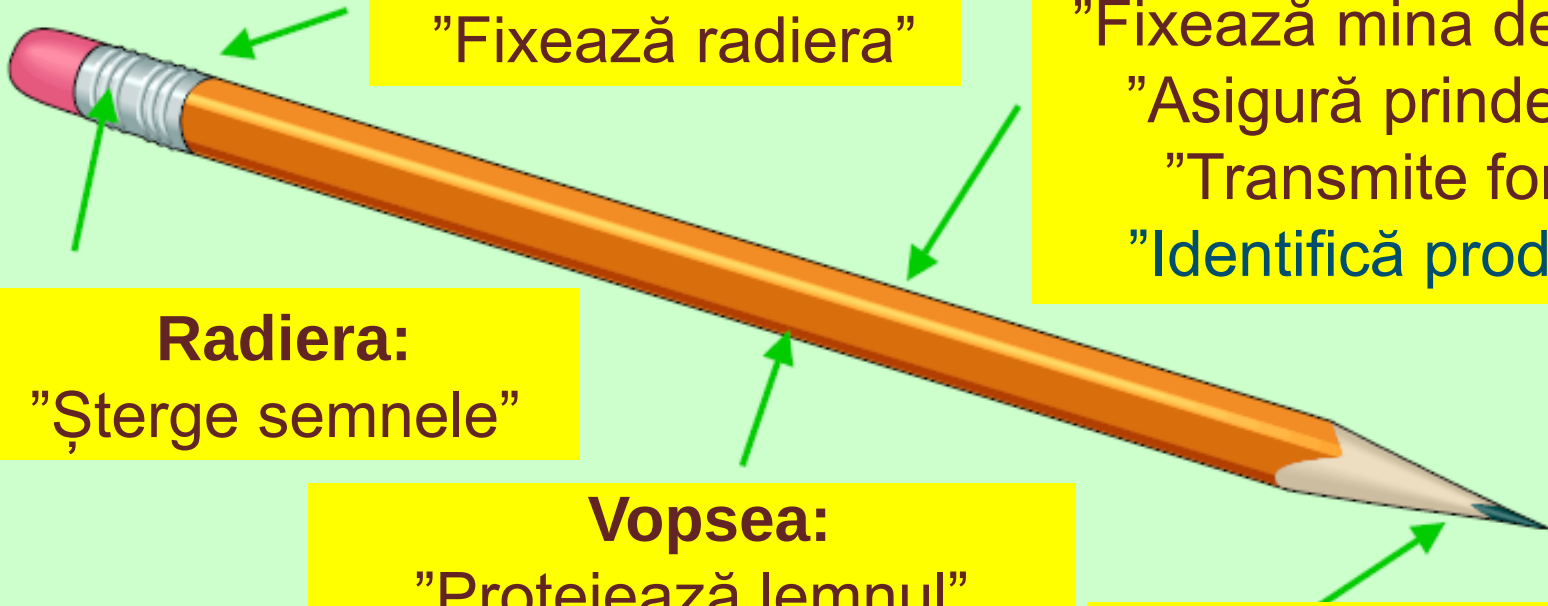
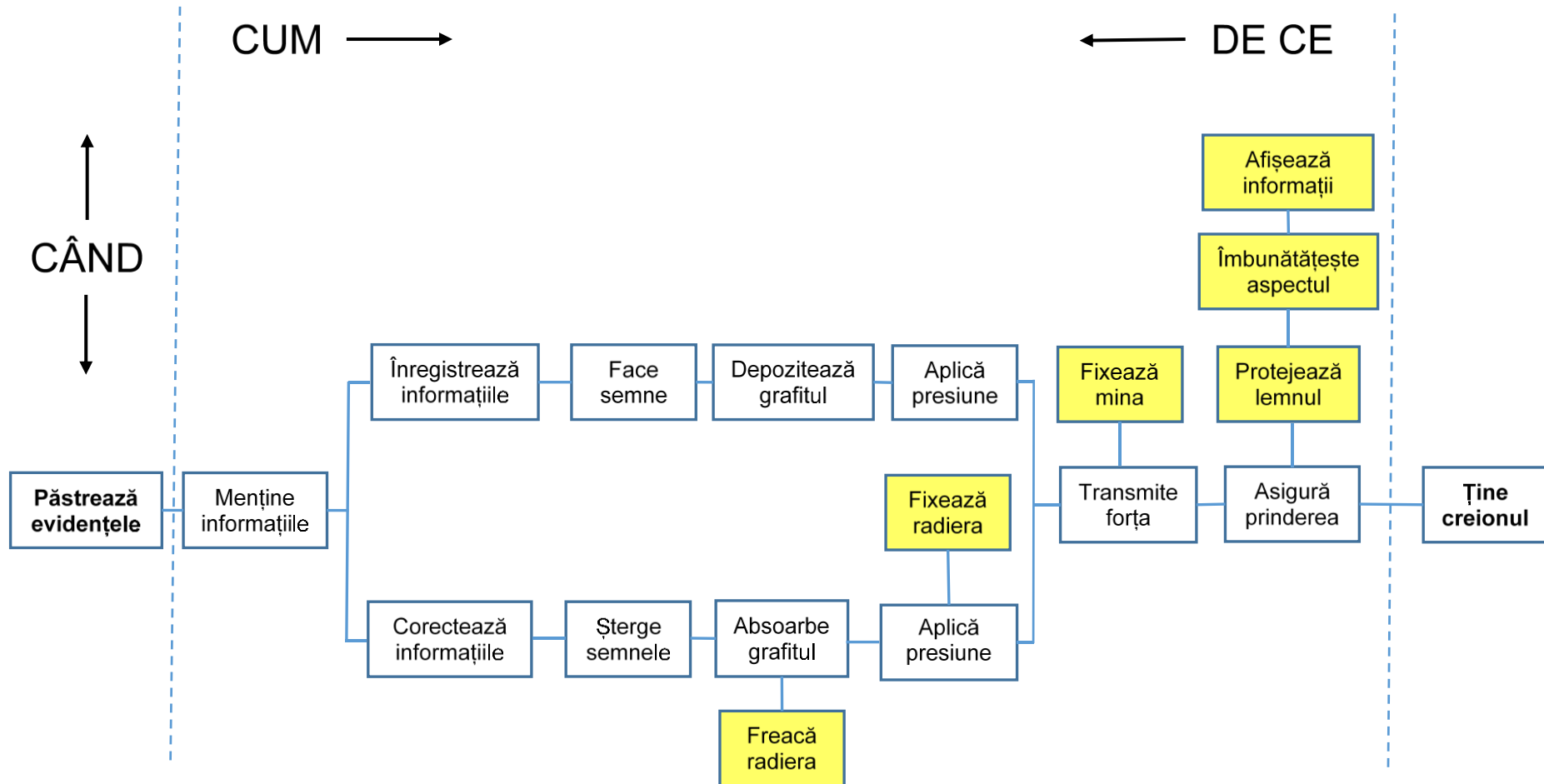


Diagrama FAST - Creion



De ce cineva cumpără un pix?



Pix: "Scrie pe hârtie", "Este estetic și ergonomic" și "Previne pierderea" (din buzunar)

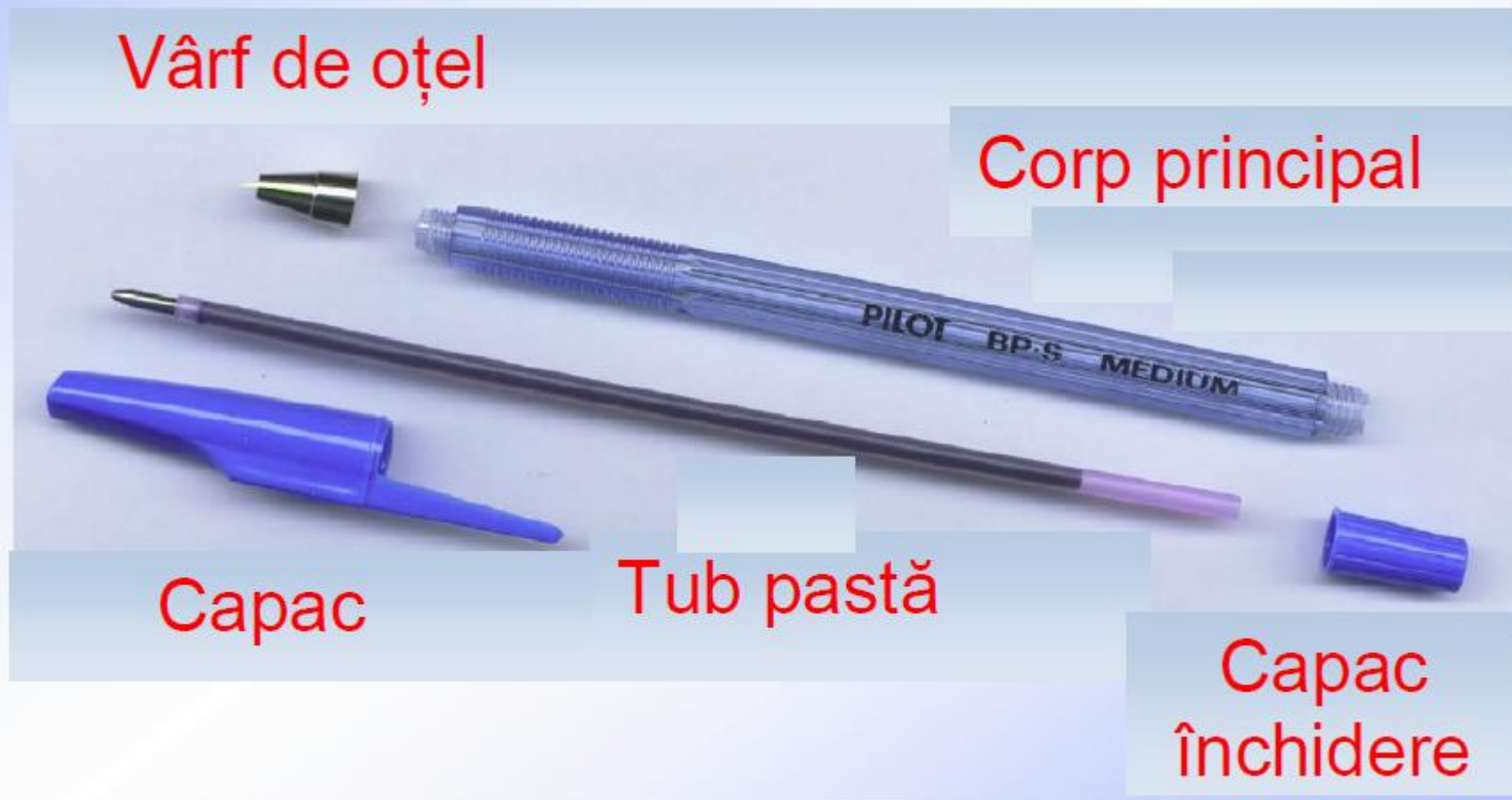
Vârf de oțel

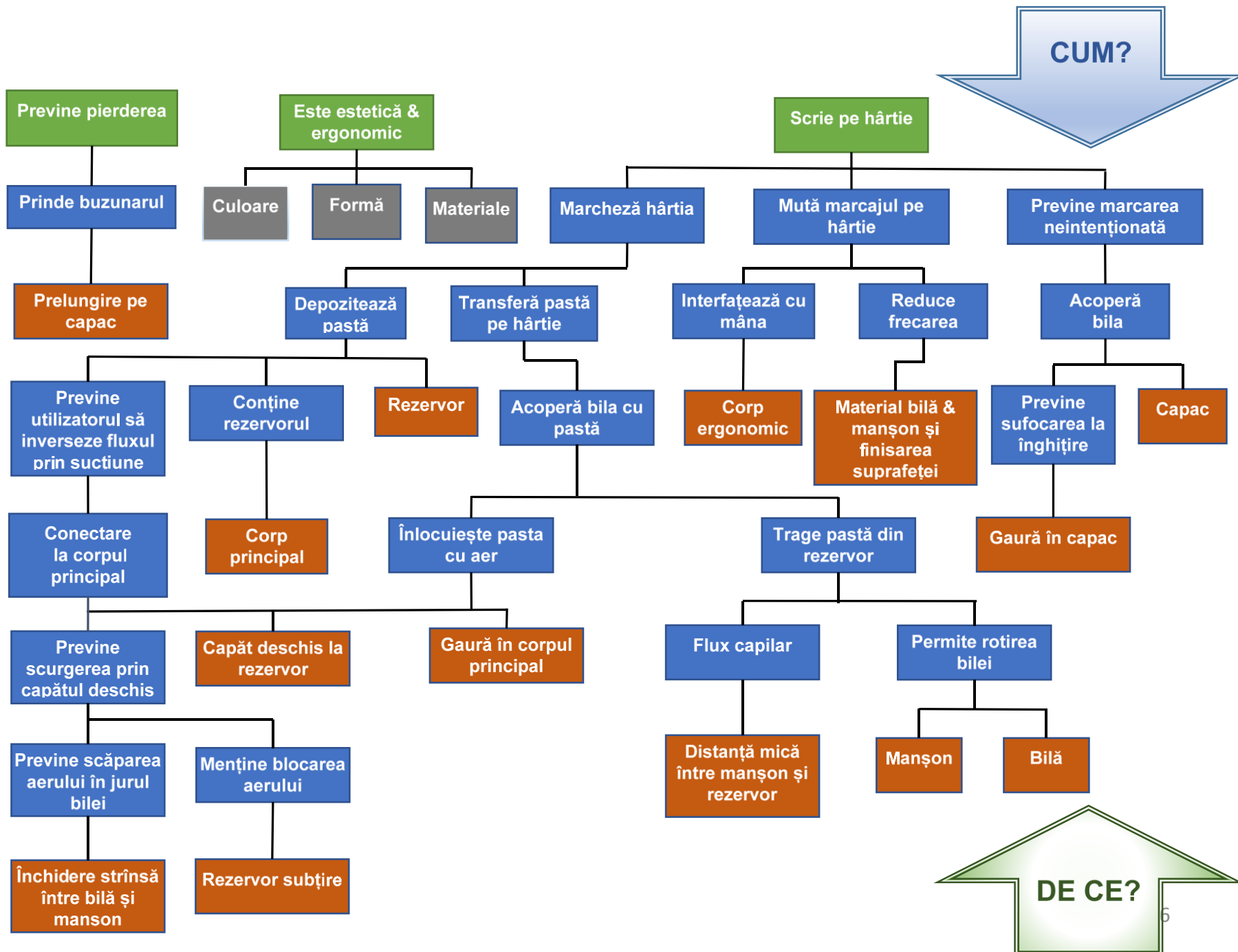
Corp principal

Capac

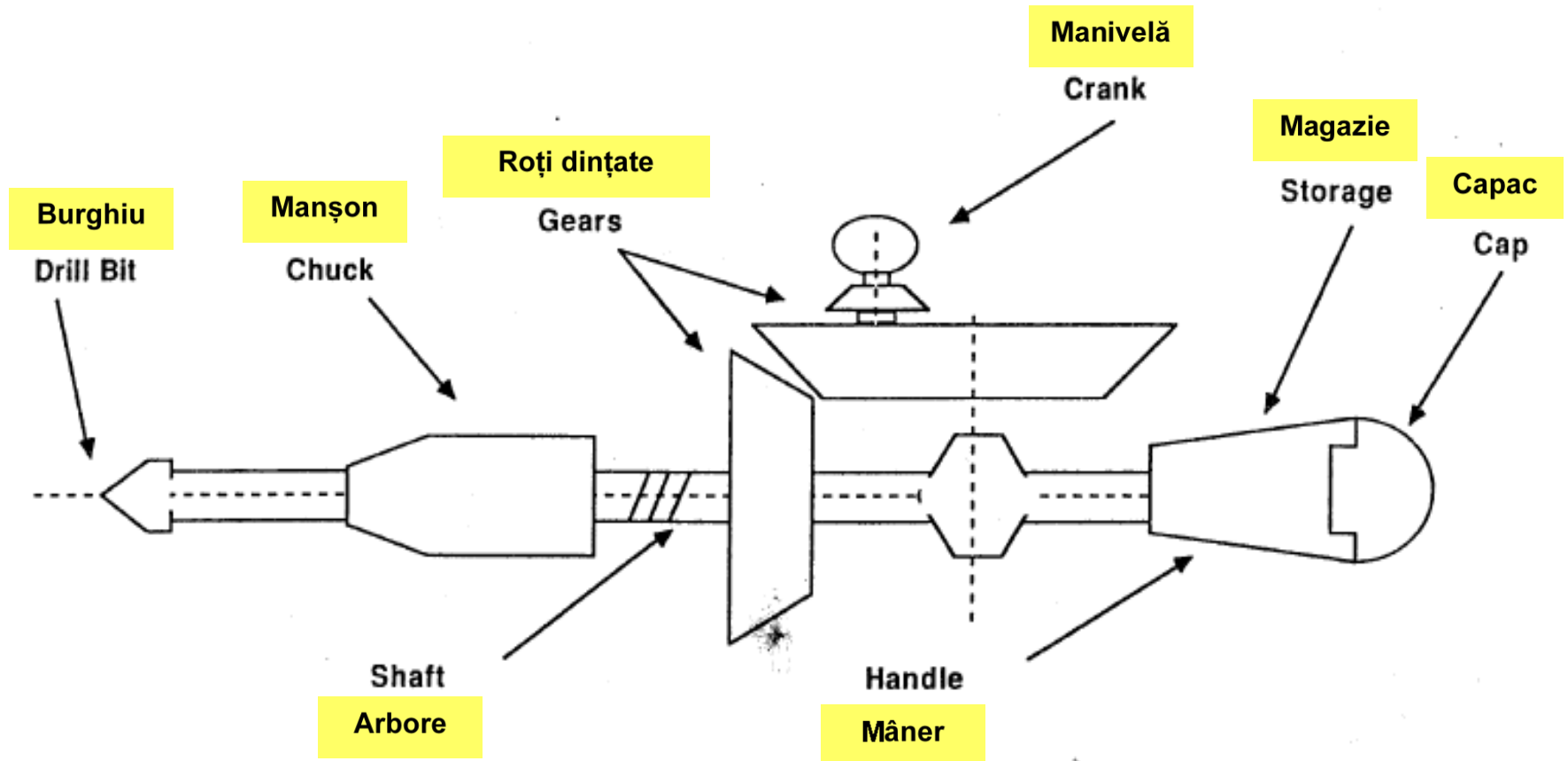
Tub pastă

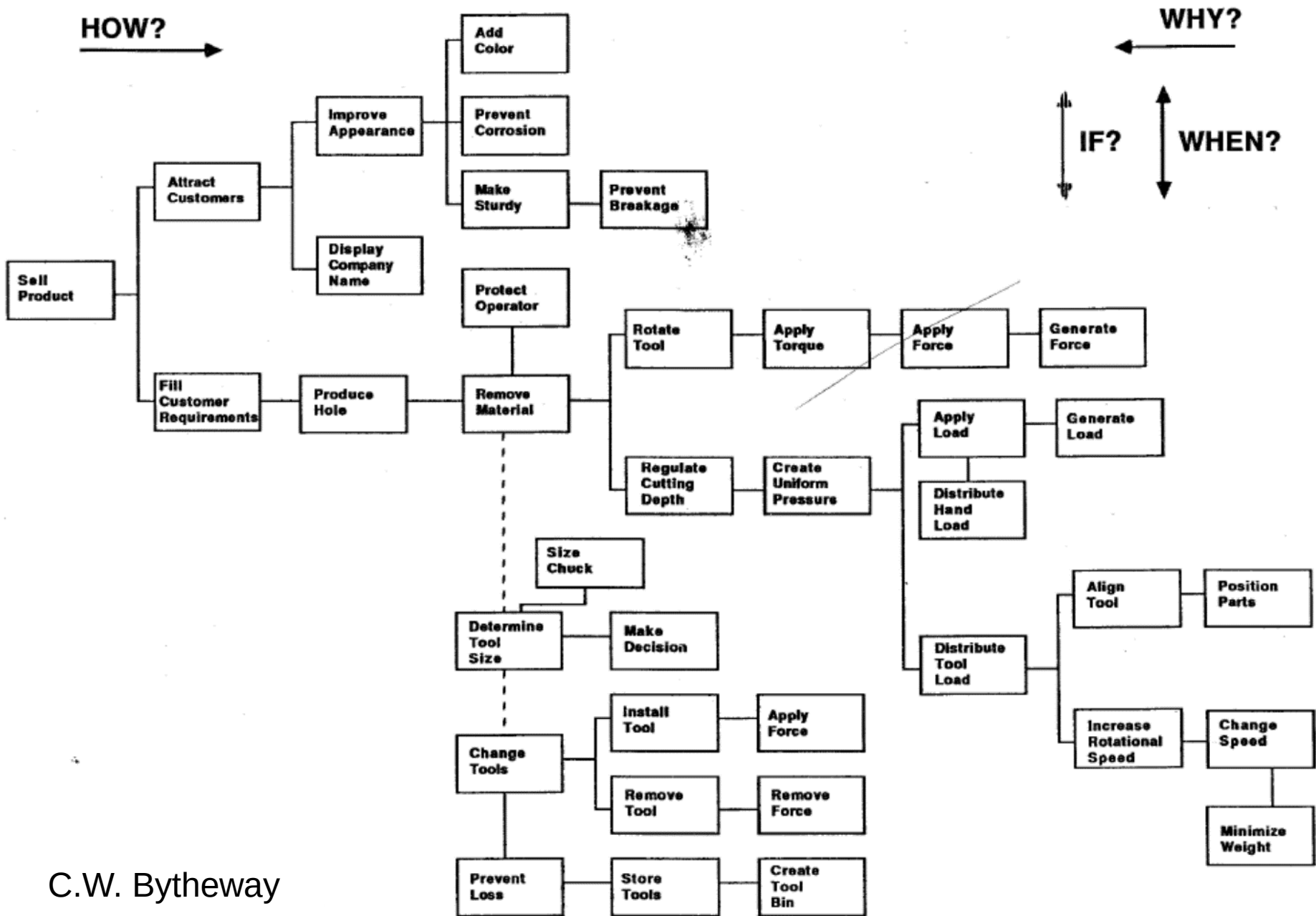
Capac
închidere





Exemplu: Burghiu manual



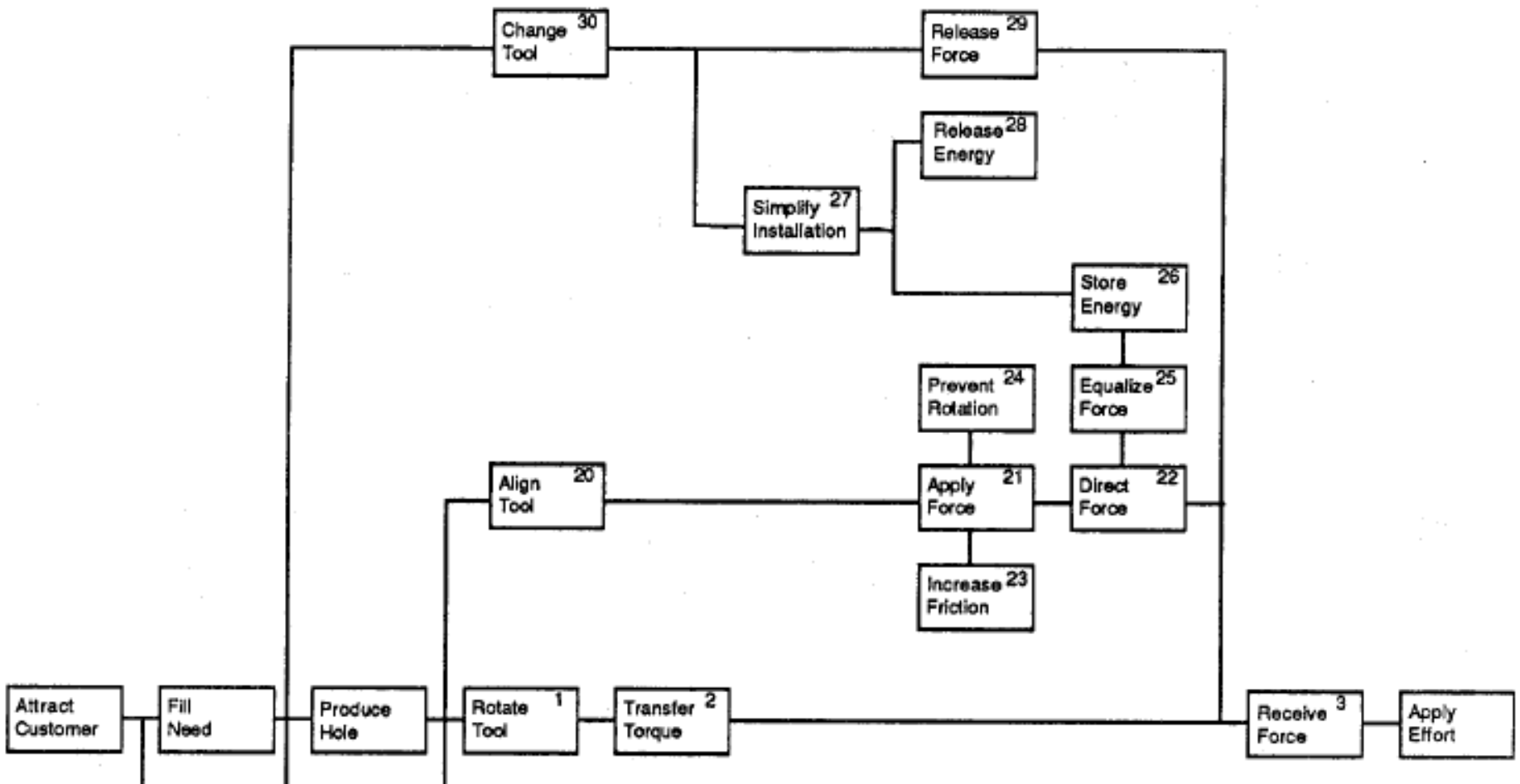


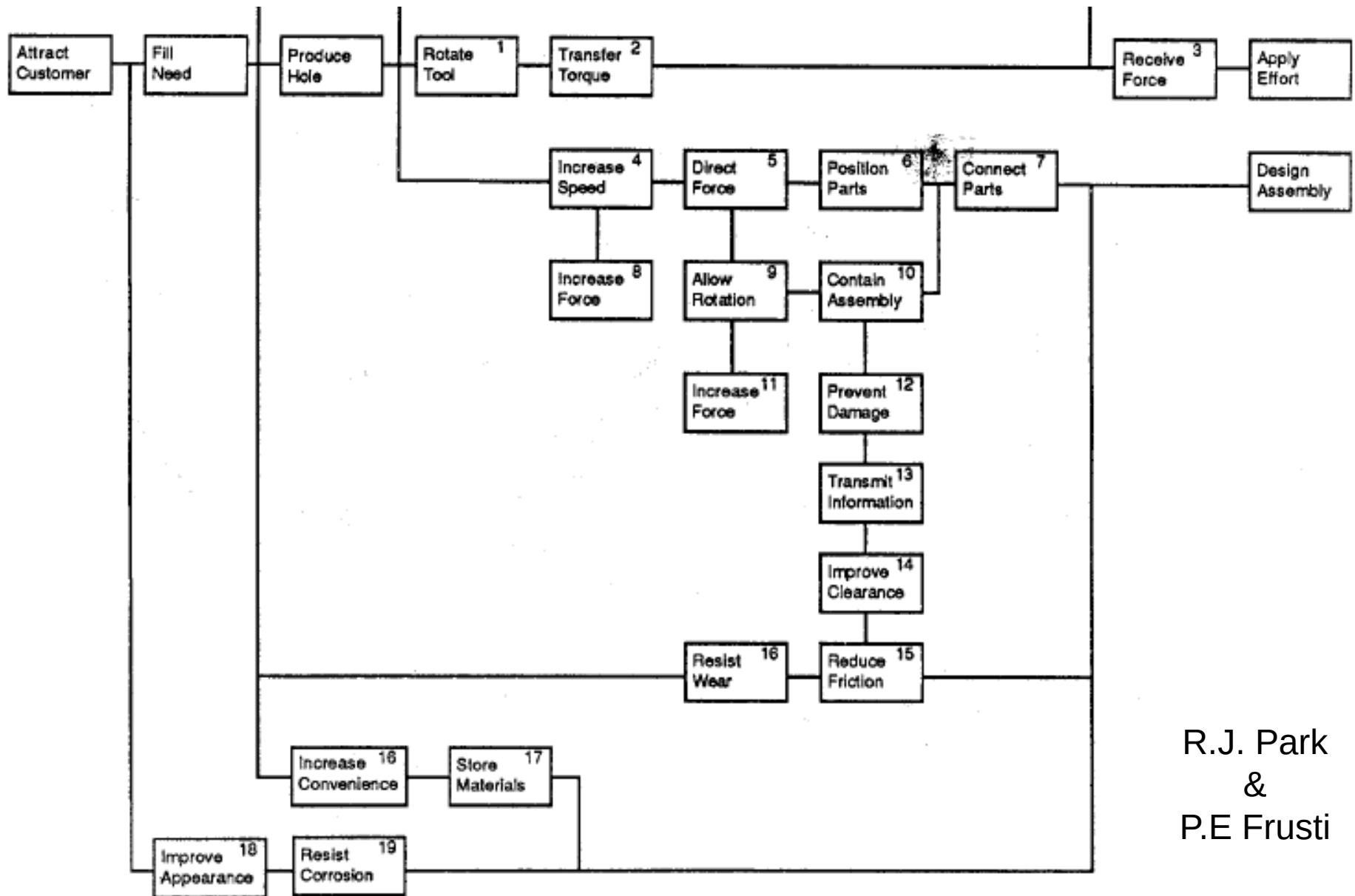
C.W. Bytheway

HOW? →

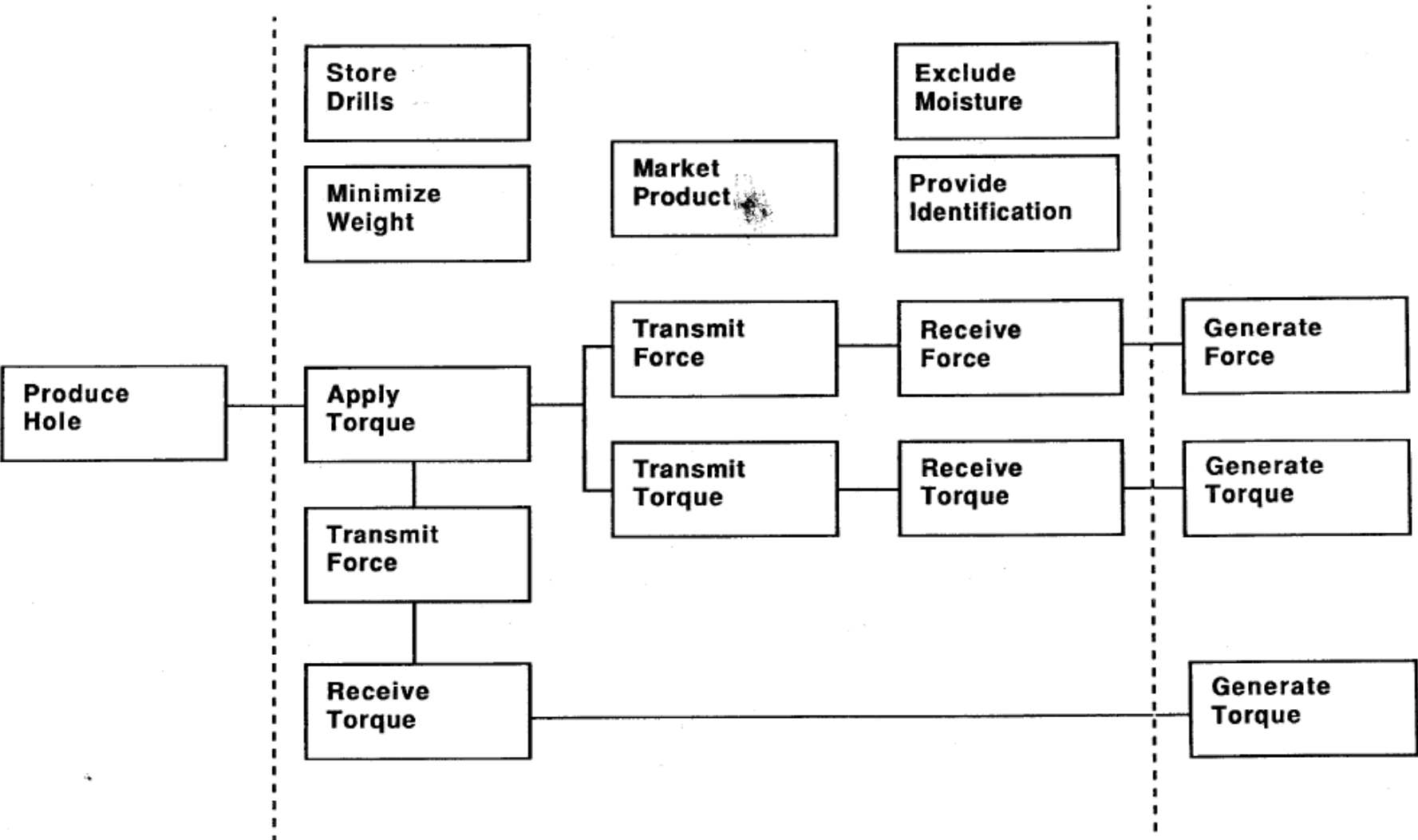
↓
WHEN

←
WHY?



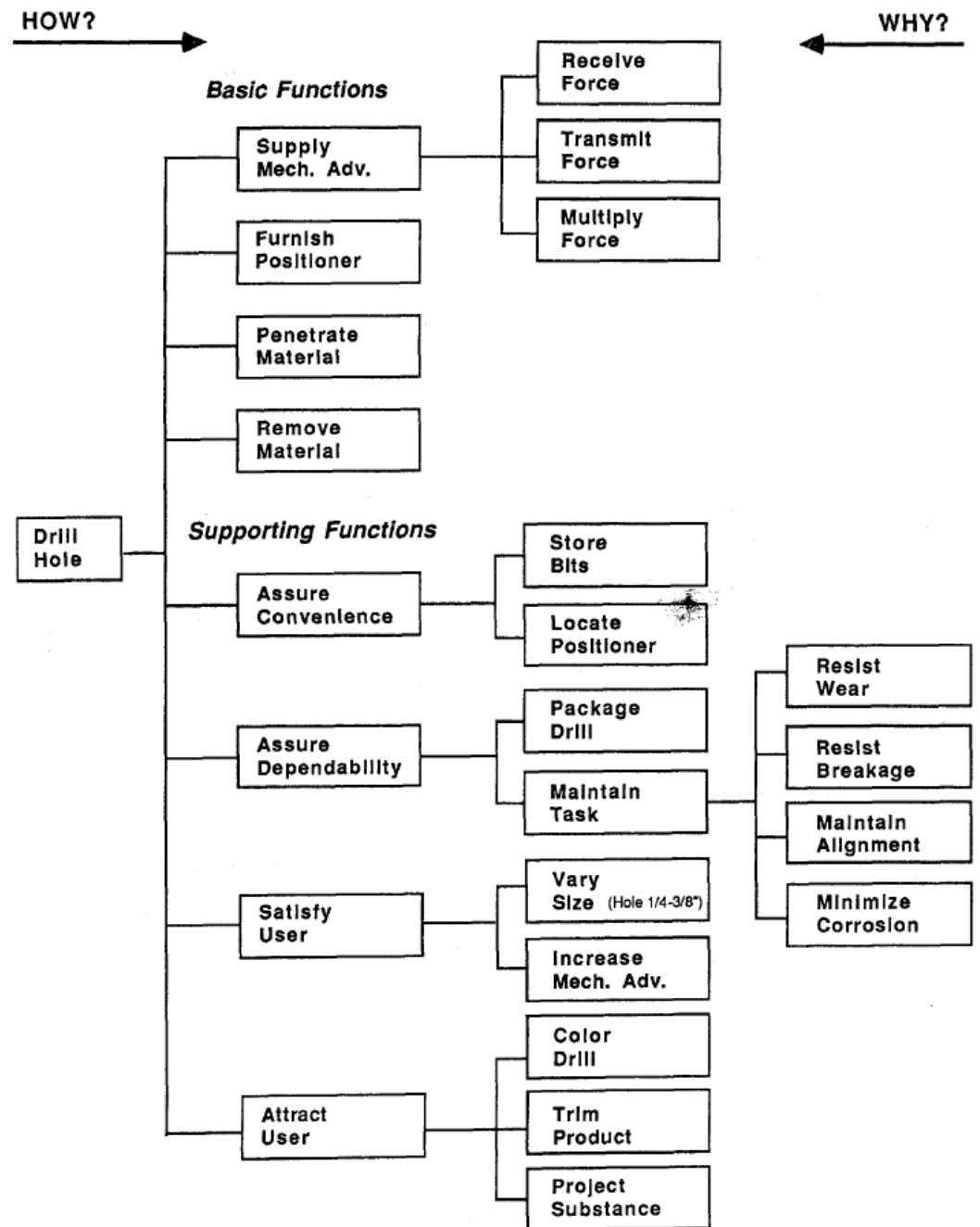


R.J. Park
&
P.E Frusti



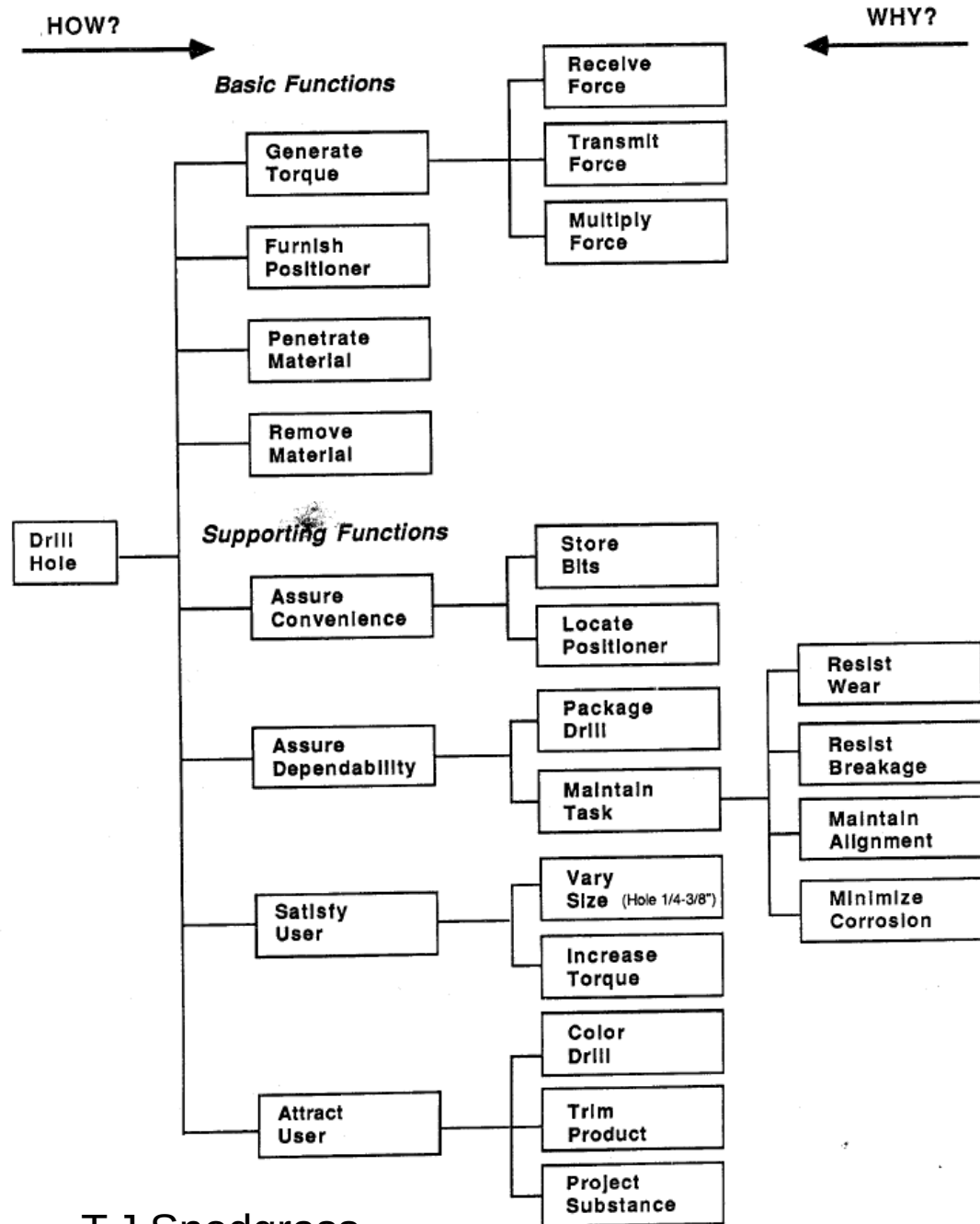
Cyrill Tammadge

Diagramă FAST orientată spre client pentru:
 "Burghiu manual cu diferite dimensiuni de burghie"
 (varianta Fowler)



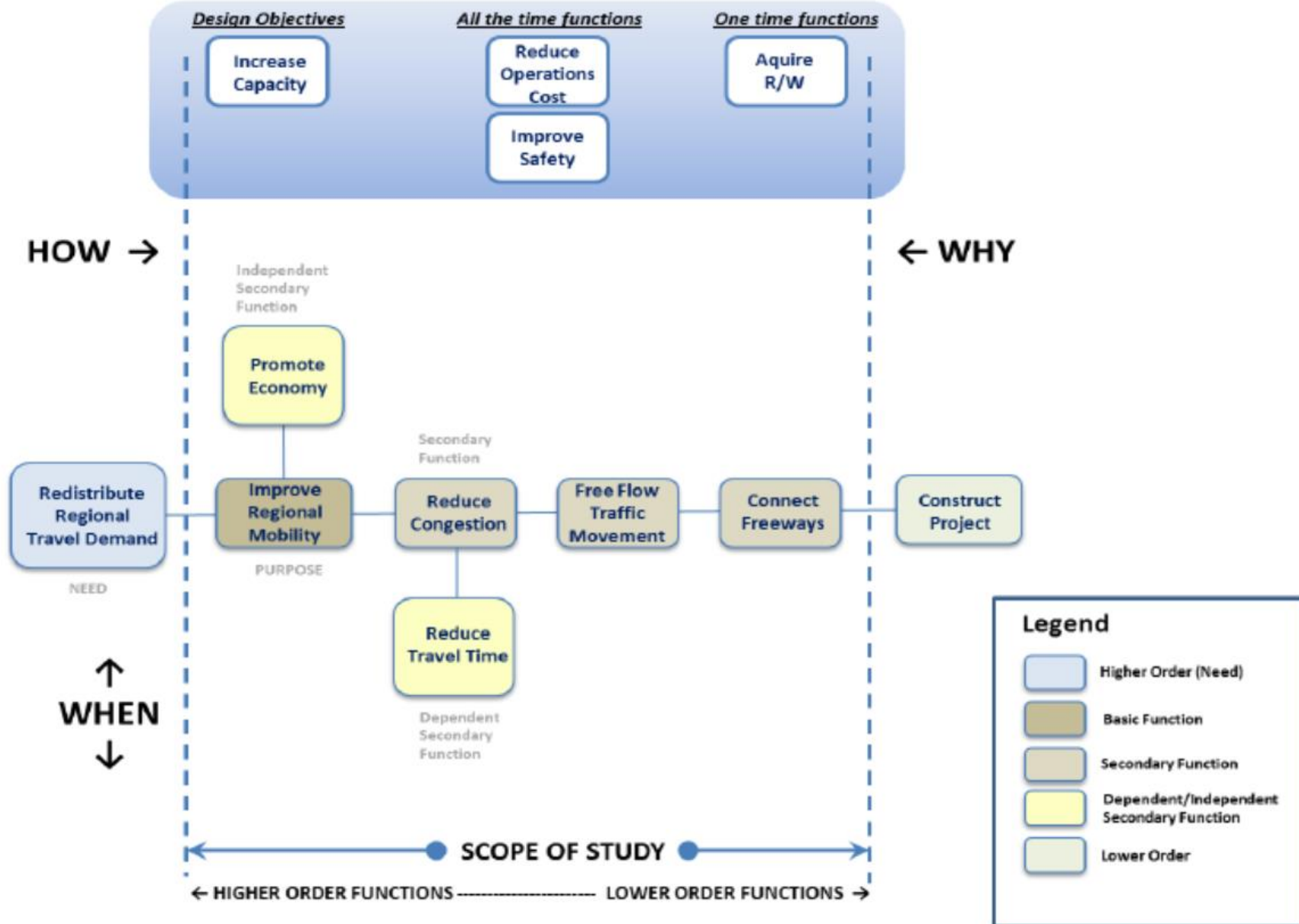
Theodore Fowler

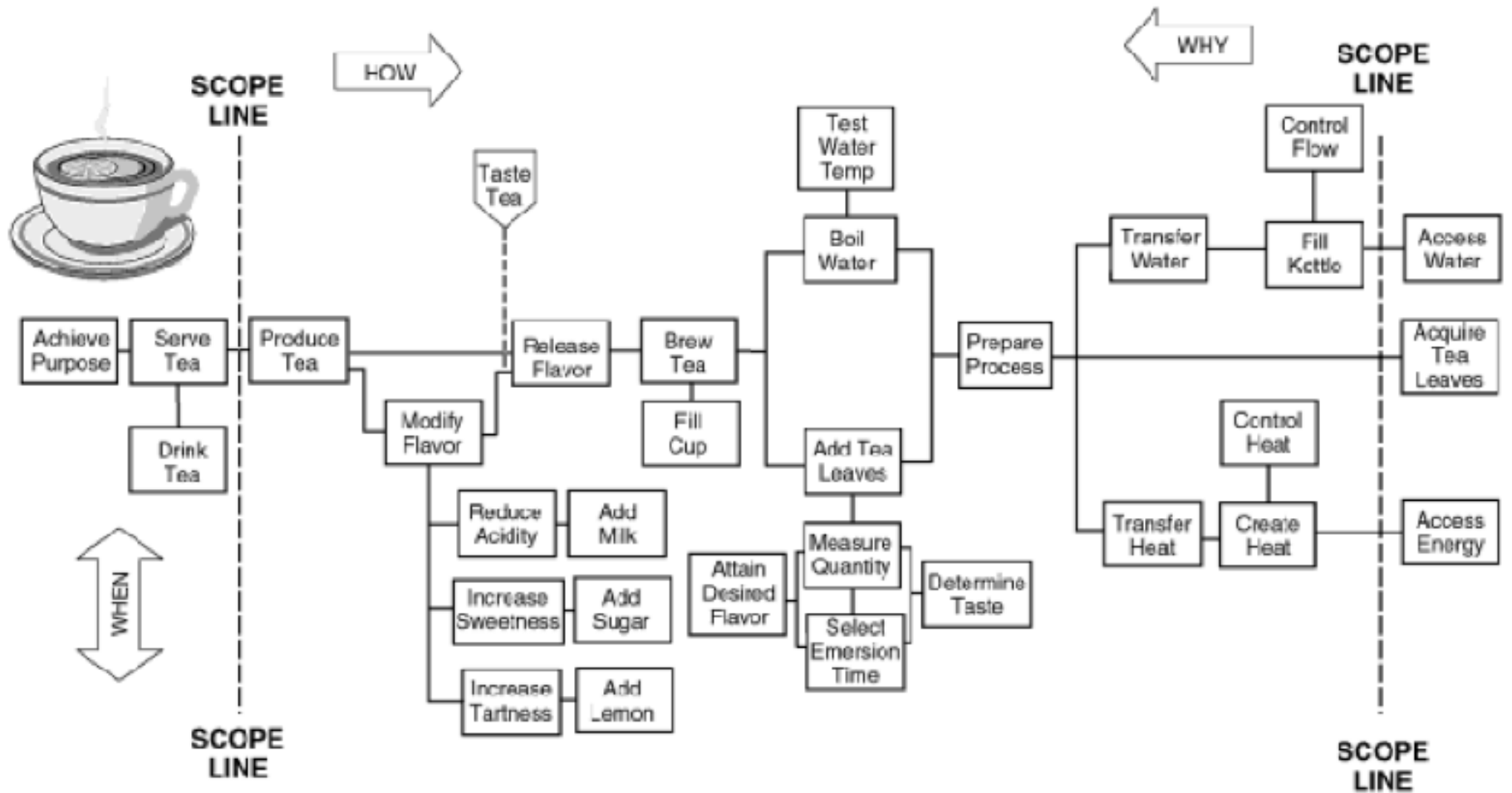
Diagramă FAST orientată spre client pentru:
 "Burghiu manual cu diferite dimensiuni de burghie"
 (varianta Snodgrass)



T.J Snodgrass

FAST Diagram for an Access Project





CAP.III DIMENSIONAREA TEHNICĂ A FUNCȚIILOR

 În același mod în care **produsele** au pentru utilizator semnificații diferite, tot la fel și **funcțiile produsului** participă la satisfacerea **necesității în mod diferit**

 **Principiul proporționalității**, conform căruia **între utilitatea fiecărei funcții și costul acesteia trebuie să existe un raport constant** impune cunoașterea de către proiectantul de produs a **importanței pe care utilizatorul o acordă funcțiilor**, pentru ca la rândul lui să acorde aceeași importanță în consumul de resurse necesare

 **Utilitatea** (valoarea de întrebuințare) **unui produs** este **maximă** (adică atinge valoarea **1** sau **100%**) atunci când **toate funcțiile sale sunt realizate la nivel maxim**

Un astfel de **produs** poate fi considerat **ideal** sau **perfect** în raport cu alte variante ale **aceluiași produs**, în care **funcțiile nu sunt realizate la nivel maxim sau chiar lipsesc**.

Dacă se notează **produsul perfect (ideal)** cu P_0 , atunci **utilitatea** acestuia este:

$$U_0 = 1 \quad (3.1)$$

Utilitatea produsului este **rezultatul însumării utilității funcțiilor sale**, conform relației (3.2):

$$U = \sum_{j=1}^n U_j \quad (3.2)$$

În particular, pentru **produsul perfect (ideal)** P_0 :

$$1 = \sum_{j=1}^n U_{j0} \quad (3.3)$$

unde: U_{j0} reprezintă **valoarea ideală** a **utilității funcției** F_j în cadrul **produsului perfect**.

În literatura de specialitate, această mărime se întâlnește sub denumirea de **pondere** sau **importanță relativă** a **funcției** și se notează cu q_j .

Pentru o variantă oarecare a **produsului**, **utilitatea funcției** se determină cu relația (3.4).

$$U_j = q_j \cdot u_j \quad (3.4)$$

unde: U_j reprezintă **utilitatea intrinsecă a funcției** F_j , adică **gradul în care varianta respectivă a funcției satisface pretențiile maxime ale utilizatorului**.

În consecință, pentru a determina *utilitatea funcției* sunt necesare **două acțiuni distincte**:

→ Stabilirea **ponderii funcțiilor** în *utilitatea produsului ideal*

→ Determinarea *utilității intrinseci a fiecărei funcții*, adică **dimensionarea tehnică a funcțiilor**

3.1 Determinarea nivelurilor de importanță și a ponderilor funcțiilor în valoarea de întrebuințare a produsului



Din punct de vedere formal, **determinarea nivelurilor de importanță a funcțiilor unui obiect** este o operațiune relativ simplă, dar necesită **cunoașterea produsului în detaliu**, a **condițiilor în care acesta funcționează** precum și a **necesităților sociale pe care le satisface**.

✓ Observații:



O **funcție** are o **valoare de întrebuințare** determinată de **dimensiunile ei tehnice**



Valorile de întrebuințare ale **funcțiilor sunt inegale** și deci fiecare funcție participă în mod diferențiat la întregirea valorii de întrebuințare a obiectului (fapt ce ne îndreptățește să le **ierarhizăm** în raport cu **importanța necesităților sociale satisfăcute**)

Procedee pentru determinarea importanței funcțiilor

a. Procedeeul comparării funcțiilor două câte două

 Se construiește o **matrice pătrată** (tabelul 3.1) în care **funcțiile principale și necesare** se înscriu atât pe prima linie (notație F_j), cât și pe prima coloană (notație F_k).

 Se compară funcția F_j cu funcția F_k și dacă se consideră că funcția F_j **este mai importantă** ca funcția F_k ($F_j > F_k$), căsuța “kj” se va completa cu cifra 1, ($a_{kj} = 1$), iar căsuța simetrică față de diagonala principală se va completa cu cifra 0, ($a_{jk} = 0$).

✓ *Observații:*

➡ Dacă la prima vedere **nu se pot departaja două funcții care se compară** deoarece se apreciază că ar avea **aceeași semnificație**, este necesar **să se facă investigații** pentru a reuși în final o **diferențiere** a lor

➡ **Diagonala principală** se completează cu $a_{kj}=1$

➡ **Nivelul de importanță a funcției** F_j va fi dat în relația (3.5)

$$n_j = \sum_{k=1}^N a_{kj} \quad (3.5)$$



Ponderea funcției F_j în **valoarea de întrebuințare** a produsului se calculează conform relației (3.6)

$$q_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^N n_j} \quad (3.6)$$

Tab. 3.1



	F_1	F_2	...	F_j	...	F_N
F_1	1	1				1
F_2	0	1		1		
...						
F_k				a_{kj}		1
...						
F_N	0	1		1		1
n_j	n_1	n_2		n_j		n_n

➡ Dacă s-a procedat corect, atunci n_j va lua toate valorile între 1 și N (N fiind numărul de funcții)

➡ Având în vedere că *fiecare produs* are un *număr potențial de utilizatori* și dacă fiecăruia (sau unui eșantion) i se cere să completeze o matrice de forma celei prezentate în tabelul 3.1, *nivelurile funcțiilor vor fi date de media aritmetică a nivelurilor de importanță rezultate de la mulțimea celor V utilizatori chestionați*, conform relației 3.7

$$q_j = \frac{\sum_{V=1}^V n_{jV}}{V} = \frac{\sum_V \sum_k a_{kjV}}{V} \quad (3.7)$$

b. Procedul ordonării directe

 Fiecărei funcții i se atribuie o **notă** (W_j), cuprinsă între 1 și numărul total de funcții (N), în raport cu **importanța** sau „**valoarea**” fiecăreia (tabelul 3.2)

Tab. 3.2

F_j	W_j
F_1	W_1
F_2	W_2
.	.
.	.
F_j	W_j
F_N	W_N
Total	$W_t = \sum_j W_j$



Ponderea funcției F_j în **valoarea de întrebuințare** a produsului se calculează conform relației (3.8)

$$q_j = \frac{W_j}{\sum_j W_j} \quad (3.8)$$

Unde W_j reprezintă nivelul de importanță al funcției F_j



Dacă numărul persoanelor chestionate este V , atunci ponderea q_j se va calcula cu relația (3.9)

$$q_j = \frac{\sum_v W_{jv}}{\sum_j \sum_v W_{jv}} \quad (3.9)$$

3.2 Dimensionarea tehnică a funcțiilor



Orice *funcție măsurabilă obiectiv* are **cel puțin o caracteristică de calitate** cu ajutorul căreia **se poate aprecia utilitatea ei**

...între această **caracteristică** și **utilitatea funcției** neexistând neapărat o **relație liniară**

Dacă **unitatea de măsură** a **caracteristicii de calitate** se alege astfel încât **utilitatea să crească** odată cu **creșterea mărimii caracteristicii** (numită **dimensiune tehnică**), atunci între cele două mărimi există o **legătură (corelație)** de tipul celei prezentate în figura 3.1

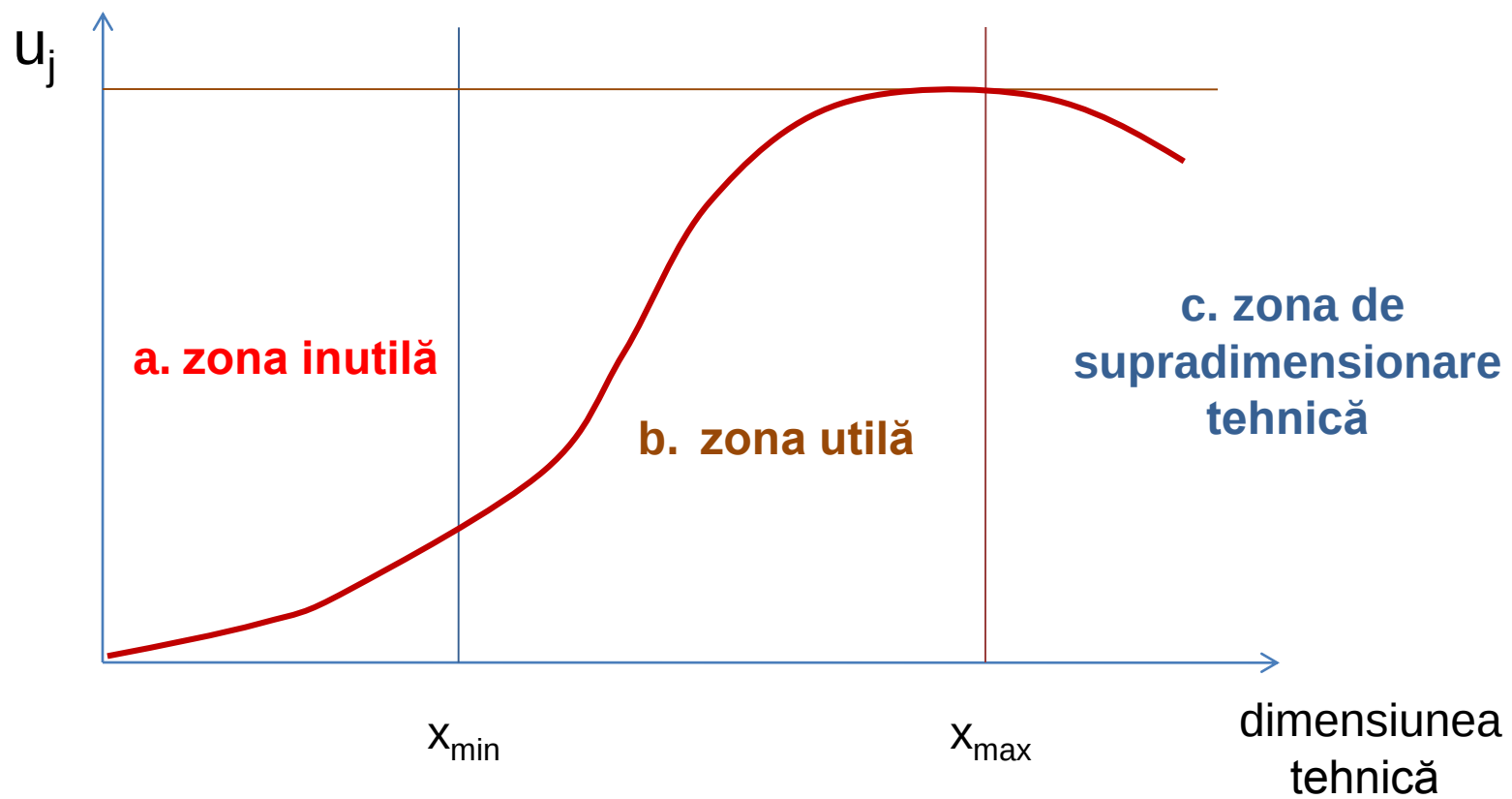


Fig. 3.1 Dimensionarea tehnică a funcțiilor

a. zona inutilă – corespunde unei dimensiuni tehnice $X < X_{\min}$

În această **zonă**, *utilitatea funcției* este atât de **mică** încât **cumpărătorul nu este satisfăcut și nu va cumpăra produsul**.

b. zona utilă – corespunde unei dimensiuni tehnice $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$

c. zona de supradimensionare tehnică – corespunde unei dimensiuni tehnice $X > X_{\max}$

În această **zonă**, *utilitatea funcției* este atât de **mare** încât pentru **cumpărător nu are semnificație și acesta nu este dispus să plătească pentru achiziționarea produsului**.

✓ Observații:

➡ Părerea că **dimensiunea tehnică maximă** este infinită, adică **utilitatea funcției crește continuu** cu **creșterea dimensiunii tehnice** este **greșită**.

Exemplu 1

Este dispus un cumpărător să plătească pentru un perete de grosime dublă față de cea normală ?

Exemplu 2

Este dispus un cumpărător să plătească pentru o haină cu o durabilitate infinită?

Exemplu 3

Este dispus un cumpărător să plătească pentru un televizor extrem de mare?

➡ Există o **limită**, $X_{\max}$ peste care **cumpărătorul nu mai plătește** și deci nici **producătorul nu trebuie să consume resurse**

➡ **Determinarea corectă** a lui $X_{\max}$ este o **sursă importantă de economii la costurile de producție**

3.2.1 Corelația simplă între utilitatea și dimensiunea tehnică a funcției

- ☞ Cazul cel mai simplu și frecvent este cel al **funcțiilor** a căror **utilitate** poate fi apreciată prin intermediul **dimensiunii unei caracteristici tehnice**.
- ☞ Cazul prezentat în figura 3.1 sugerează o **corelație neliniară, cu saturație și întoarcere**, poate fi **modelat** prin diverse **funcții** (exponențiale, polinomiale, trigonometrice, transcendente, logistice etc) care la rândul lor pot fi **aproximate** prin segmente de dreaptă.

a. Corelația de tip Cobb-Douglas

$$u = A \cdot x^a \cdot e^{-bx} \quad (3.10)$$

Unde X reprezintă dimensiunea tehnică

Pentru determinarea parametrilor A , a , b , se iau în considerare **condițiile limită** :

Din condiția ca **derivata de ordinul întâi să se anuleze în origine** și

pentru $X = X_{\max}$ rezultă $b = \frac{a}{X_{\max}}$ iar din **condiția**

$$u(X_{\max}) = 1 \Rightarrow A = \left(\frac{e}{X_{\max}} \right)^a$$

Pentru determinarea parametrului a , este necesară o **a treia condiție**. Dacă de exemplu se dorește **plasarea punctului de inflexiune la mijlocul intervalului**, atunci rezultă pentru utilitate expresia din relația (3.11)

$$u = \frac{x^4 \cdot e^{\frac{4(X_{\max} - x)}{X_{\max}}}}{X_{\max}^4} \quad (3.11)$$

b. Corelația de tip „dreaptă prin originea axelor”

 Corelația proporțională între *utilitatea funcției* și *mărimea caracteristicii* este prezentată în relația (3.12)

$$u = k \cdot x \quad (3.12)$$

Condiția limită $u(x_{\max}) = 1$ permite să se determine valoarea lui k și anume $k = \frac{1}{x_{\max}}$, rezultând expresia utilității conform relației (3.13)

$$u = \frac{x}{x_{\max}} \quad (3.13)$$

c. Corelația liniară între $X_{\min}$ și $X_{\max}$

 Dacă pentru **dimensiuni tehnice** mai mici decât $X_{\min}$, **utilitatea funcției este aproape zero**, **crescând apoi liniar**, atunci legea de corelație este prezentată în relația (3.14)

$$u = a(x - X_{\min}) \quad (3.14)$$

Din condiția $u(X_{\max}) = 1$ rezultă expresia utilității din relația (3.15)

$$u = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (3.15)$$

✓ **Observație:**

 Relația (3.15) reprezintă **expresia utilității** obținute prin **interpolare liniară** propuse de vonNeumann și Morgenstern

d. Corelația logistică

 O funcție asemănătoare cu funcția Cobb-Douglas este **corelația logistică** prezentată în relația (3.16)

$$u = \frac{1}{1 + a \cdot e^{-b \cdot x}} \quad (3.16)$$

Condițiile limită sunt:

$$u \rightarrow 1 \text{ pentru } x = x_{\max} (u = 0,99);$$

$$u = 0,5 \text{ pentru } x = \frac{x_{\max}}{2};$$

$$u \rightarrow 0 \text{ pentru } x = 0 (u=0,01)$$

Rezultă:

$$b = \frac{2 \cdot \ln a}{x_{\max}} = \frac{9,2}{x_{\max}} ; a \cong 100$$

Funcția de utilitate are expresia dată în relația (3.17):

$$u = \frac{1}{1 + 100 \cdot e^{\frac{-9,2 \cdot x}{x_{\max}}}} \quad (3.17)$$

3.2.2 Comparație între funcțiile: „liniară prin originea axelor”; „liniară”; „Cobb-Douglas” și „logistică”

 Pentru a putea alege dintre una din expresiile utilității, este necesară o **analiză comparativă** a acestora

 Se consideră o **funcție generală** (întâlnită la aproape toate produsele) → **funcția „este fiabil”** sau **funcția „prezintă fiabilitate”**

 Se consideră că **dimensiunea tehnică** a **funcției** este **„durata de viață”** (în ani), cu valori cuprinse între 2 și 10 ani

 Funcțiile de utilitate care se compară sunt:

- 1 – **funcția liniară prin originea axelor**
- 2 – **funcția liniară**
- 3 – **funcția Cobb-Douglas**
- 4 – **funcția logistică**

 În tabelul 2.3 sunt prezentate valorile comparative pentru cele 4 funcții:

Tab. 3.3

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u ₁	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
u ₂	0	0	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
u ₃	0	0,004	0,04	0,133	0,282	0,46	0,64	0,8	0,91	0,98	1
u ₄	0,01	0,024	0,0059	0,137	0,286	0,5	0,71	0,86	0,94	0,98	0,99
u ₁ -u ₃	0	0,096	0,16	0,167	0,118	0,04	-0,04	-0,01	-0,1	-0,08	0
u ₂ -u ₃	0	-0,004	-0,04	-0,08	-0,032	-0,085	-0,14	-0,175	-0,16	-0,105	0
u ₁ -u ₄	-0,01	0,076	0,141	0,163	0,114	0	-0,11	0,16	-0,14	-0,08	-0,01
u ₂ -u ₄	-0,01	-0,024	-0,059	-0,012	-0,036	-0,125	-0,21	-0,235	-0,19	-0,105	-0,01

✓ *Observații:*



Analiza diferențelor dintre funcțiile care reprezintă drepte și funcțiile Cobb-Douglas și logistică (considerate mai aproape de realitate), arată că **cel puțin în zona valorilor superioare** ale **dimensiunii tehnice**, **aproximarea mai bună o furnizează funcția „liniară prin originea axelor”** și **nu funcția „liniară”**



Dacă se dorește o **precizie mai bună**, **diferențele semnificative** între funcții **nu permit aproximarea prin una din cele două drepte**



În figura 3.2 se prezintă grafic **comparațiile** între cele patru funcții

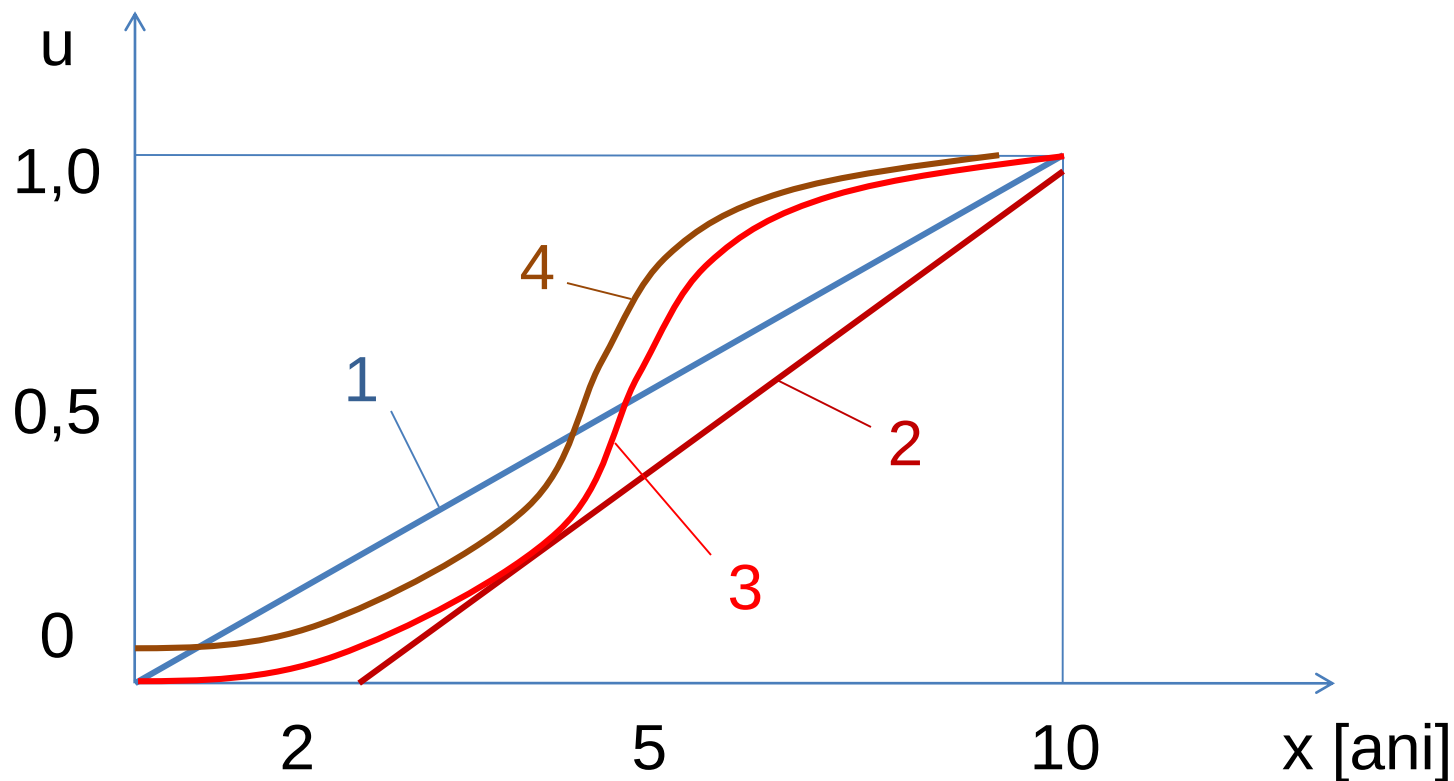


Fig. 3.2 Comparație între funcțiile de utilitate

- 1 – funcția liniară prin originea axelor**
- 2 – funcția liniară**
- 3 – funcția Cobb-Douglas**
- 4 – funcția logistică**

3.2.3 Corelația simplă hiperbolică

👉 În general, **caracteristicile tehnice** ale produselor sunt de două tipuri:



a. Direct proporționale cu utilitatea (tip randament)

b. Invers proporționale cu utilitatea (tip consum specific)

👉 Pentru **caracteristicile de tip „a”** sunt valabile precizările de până acum

👉 Pentru **caracteristicile de tip „b”** sunt necesare precizări suplimentare

➔ Există cel puțin **2 variante** de rezolvare a problemei

b1. Să se găsească o **formă de exprimare** a **dimensiunii tehnice**, care **să crească** odată cu **utilitatea**

→ Se pot utiliza percepțele de la paragrafele anterioare

b2. Să se găsească o **relație directă** între **utilitatea** și **caracteristica tehnică** în forma inițială

→ Există **2 posibilități** de rezolvare

b2.1 Corelația liniară între **utilitate** și **dimensiunea tehnică**

b2.2 Corelația de tip hiperbolic între **utilitate** și **dimensiunea tehnică**

b2.1 Corelația liniară între *utilitate* și *dimensiunea tehnică*

Se consideră dreapta (cu panta negativă) între $X_{\min}$ și $X_{\max}$ de forma dată în relația (3.18)

$$u = \beta(x_{\max} - x) \quad (3.18)$$

Cu condiția limită: $u(x_{\min}) = 1$, care conduce la valoarea parametrului β , conform relației (3.19)

$$\beta = \frac{1}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3.19)$$

Rezultă în final expresia *utilității*, dată în relația (3.20)

$$u = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3.20)$$

b2.2 Corelația de tip hiperbolic între *utilitate* și *dimensiunea tehnică*

Se consideră relația (3.21)

$$u = \frac{a}{x} + b \quad (3.21)$$

Cu condiția limită: $u(x_{\max}) = 0$ și $u(x_{\min}) = 1$, rezultă expresia *utilității*, conform relației (3.22)

$$u = \frac{x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \left(\frac{x_{\max}}{x} - 1 \right) \quad (3.22)$$

Exemplu

Se consideră funcția: „**asigură precizie**” (de măsurare, de prelucrare etc.)

Caracteristica tehnică prin care se apreciază **utilitatea** este „**eroarea de măsură**” – ε (în procente din rezultatul exact)

Se poate, în opoziție, să se utilizeze drept **caracteristică tehnică**, „**gradul de precizie**” – g (în procente din rezultatul exact)



Evident, între cele două mărimi există relația:

$$\varepsilon = 100 - g [\%]$$

Folosind aceste **caracteristici**, **utilitatea** se exprimă cu relațiile:

$$u_1 = \frac{g - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}};$$

$$u_2 = \frac{\varepsilon_{\max} - \varepsilon}{\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}};$$

$$u_3 = \frac{\varepsilon_{\min}}{\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}} \left(\frac{\varepsilon_{\max}}{\varepsilon} - 1 \right)$$

În tabelul 3.4, sunt prezentate valorile comparative pentru exemplul în care:

$$\varepsilon_{\max} = 5,5 [\%]; g_{\min} = 94,5 [\%]$$

$$\varepsilon_{\min} = 0,5 [\%]; g_{\max} = 99,5 [\%]$$

În figura 3.3, sunt prezentate cele trei expresii ale **utilității** :

Tab. 3.4

ε	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
g	100	99,5	99	98,5	98	97,5	97	96,5	96	95,5	95	94,5
u₁	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
u₂	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
u₃	1	1	0,45	0,266		0,12		0,057		0,022		0
u₁-u₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
u₁-u₃	0	0	0,45	0,533		0,48		0,343		0,178		0

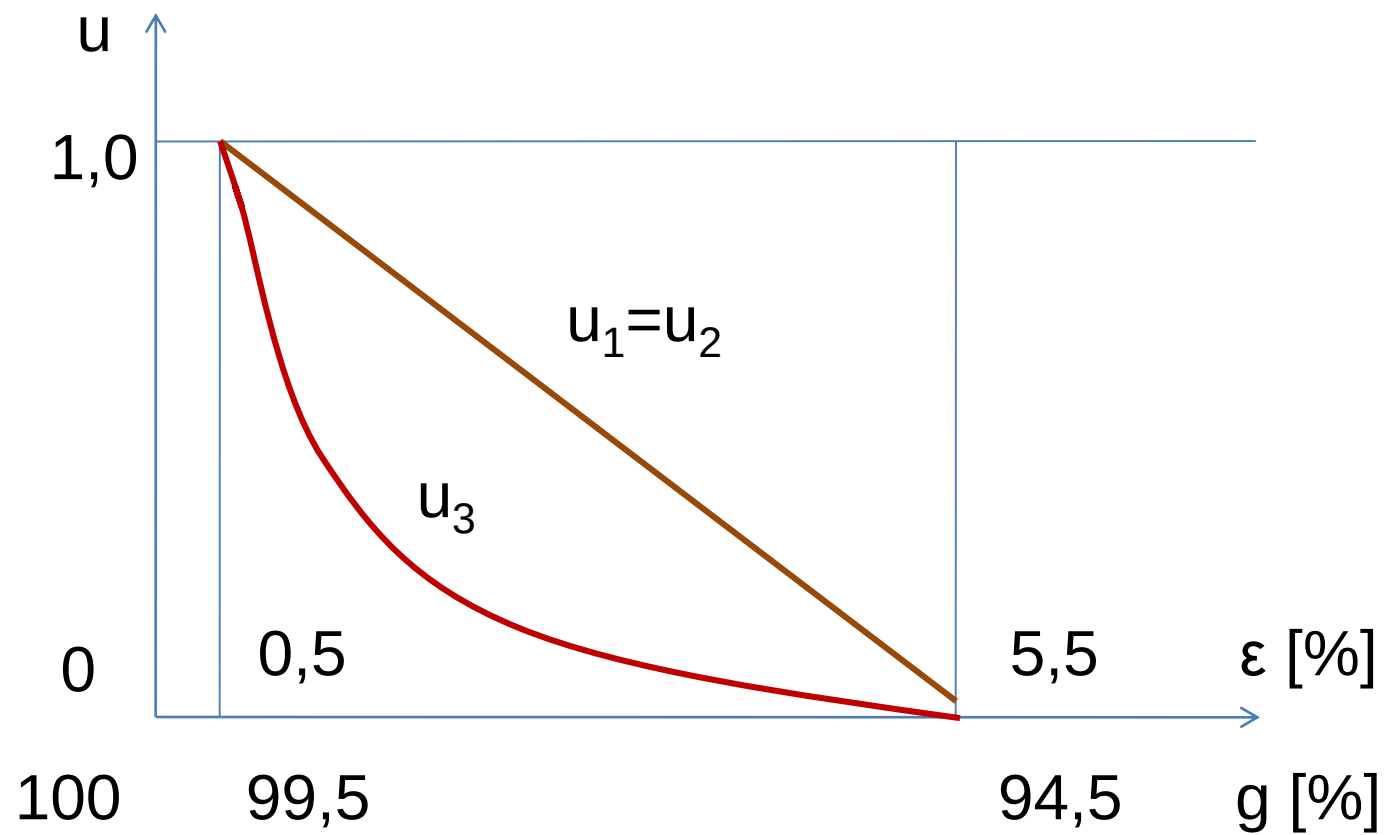
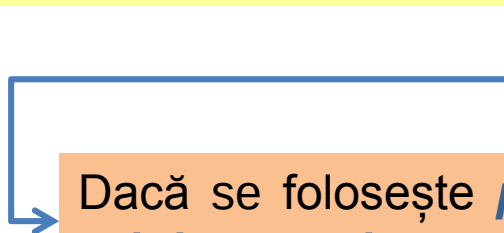


Fig. 3.3 Utilitatea funcției „asigură precizie”

Concluzii:



Primele două funcții sunt identice, ceea ce conduce la concluzia că *în cazul corelației liniare nu este necesar să existe proporționalitate directă* între *utilitate* și *dimensiunea tehnică*



Dacă se folosește *proporționalitatea prin originea axelor*, concluzia rămâne valabilă



Se constată o *diferență foarte mare* între *valorile utilității* pe *dreaptă* respectiv *hiperbolă*. Există de fapt *două situații distincte*

3.2.4 Utilitatea funcției – corelație multiplă de dimensiuni tehnice

-  Deși **funcția** a fost definită ca o **caracteristică elementară** – ceea ce presupune descompunerea până în cele mai mici detalii a enunțurilor – **nu toate funcțiile pot fi apreciate printr-o singură caracteristică tehnică**
-  În general, pentru a stabili legătura dintre **utilitatea funcției** și **dimensiunile caracteristicilor tehnice** care o determină, se poate utiliza o **corelație multiplă**
-  Având în vedere dificultatea analizei, impusă de numărul de dimensiuni, se consideră că **este suficient de bună aproximarea utilității cu ajutorul corelației liniare**
-  Există cel puțin 2 situații în care o **funcție** trebuie să fie specificată prin **mai multe caracteristici tehnice:**

Exemplul 1:

Cazul *dimensiunii tehnice „interval”*

Se consideră funcția: „*rezistă la temperatură*” care are *dimensiunea tehnică* exprimată printr-un *interval de temperatură* (care are o anumită mărime dar și o anumită poziție pe scara de temperaturi)

Nu este același lucru să „*reziste*” la intervalul $(+20^{\circ}\text{C} \div +100^{\circ}\text{C})$ sau $(-20^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C})$, cu toate că *cele două intervale sunt egale, nefiind plasate în același loc pe scara temperaturilor, au semnificație diferită pentru utilizator*

 Pentru funcția: „*rezistă la temperatură*”, se constată că *utilitatea* acesteia *crește odată cu creșterea intervalului de temperatură și cu cât fiecare limită de temperatură (minimă și maximă) este mai departe de temperatura ambiantă*

Fie o expresie liniară de forma dată în relația (3.23)

$$u = a \cdot (T - t) + b \cdot T + c \cdot t \quad (3.23)$$

unde: T, t – reprezintă limitele maximă respectiv minimă de temperatură;
 a, b, c – reprezintă parametrii curbei

Prelucrând relația (3.23), se obține relația (3.24)

$$u = (a + b) \cdot T + (c - a) \cdot t \quad (3.24)$$

sau sub forma din relația (3.25), deci o relație dublu liniară

$$u = \alpha \cdot T + \beta \cdot t \quad (3.25)$$

Condițiile limită pentru determinarea parametrilor α și β

Pentru $T = T_{\max}$ și $t = t_{\min} \rightarrow u = 1$

Pentru $T = T_{\min}$ și $t = t_{\max} \rightarrow u = 0$

Înlocuind în relația (3.25) și rezolvând sistemul se obține:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{t_{\max}}{T_{\max} \cdot t_{\max} - T_{\min} \cdot t_{\min}} \\ \beta = \frac{T_{\min}}{T_{\min} \cdot t_{\min} - T_{\max} \cdot t_{\max}} \end{cases} \quad (3.26)$$

În figura 3.4 se prezintă rezultatul grafic pentru funcția: „*rezistă la temperatură*”, pentru următoarele date:

$$\begin{aligned} T &\in [+ 520^{\circ}\text{C} \div + 900^{\circ}\text{C}] \\ t &\in [-100^{\circ}\text{C} \div + 20^{\circ}\text{C}] \end{aligned} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{3500} ; \beta = -\frac{26}{3500}$$

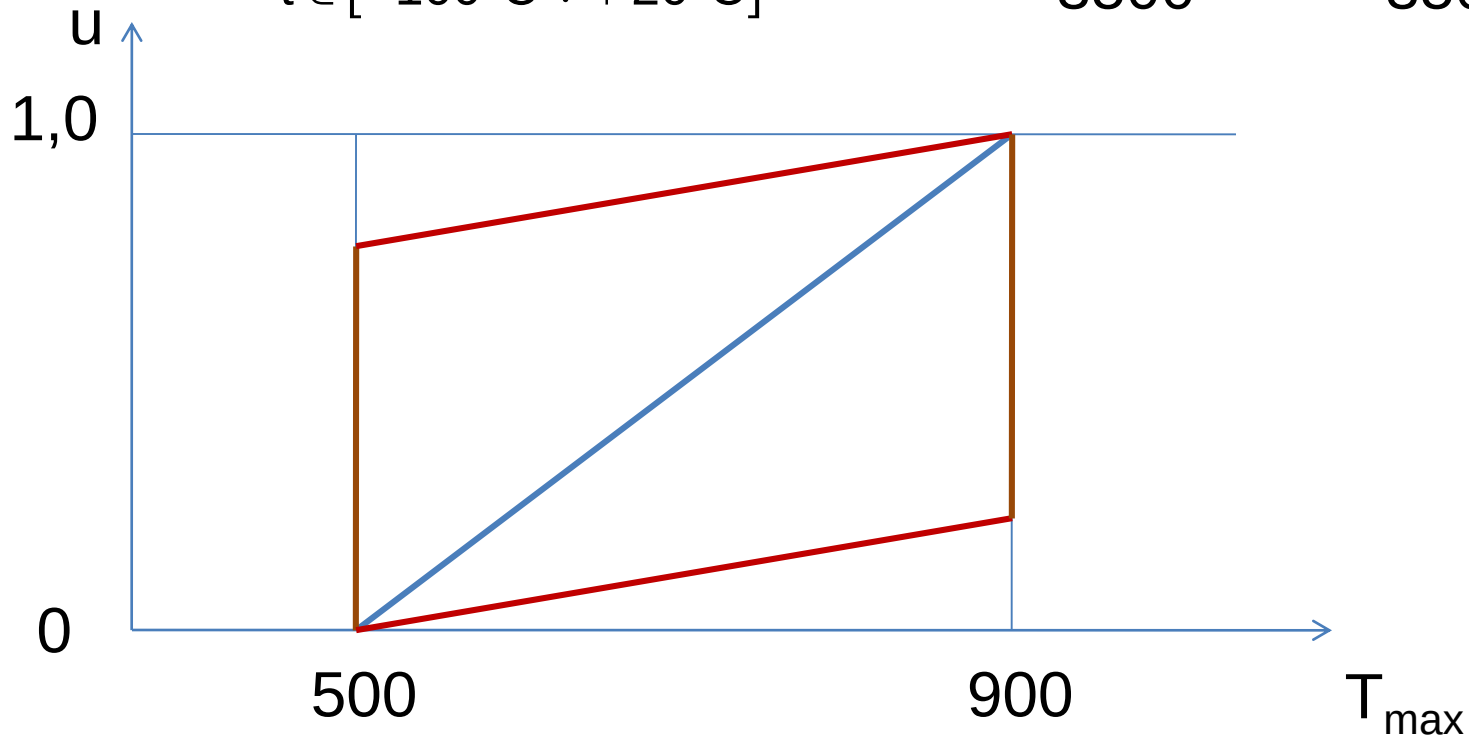


Fig. 3.4 Utilitatea funcției „*rezistă la temperatură*”

Concluzii:



Domeniul util pentru *funcție* este reprezentat de *mulțimea punctelor dintr-o suprafață plană*



Aceași valoare a utilității poate fi obținută pentru o *infinitate de combinații* între cele două *caracteristici*



Dacă în locul *corelației liniare* se folosește o *corelație neliniară de tip Cobb-Douglas*, domeniul se modifică luând forma din figura 3.5, care *generalizează* forma inițială a *curbei utilității* din figura 3.1

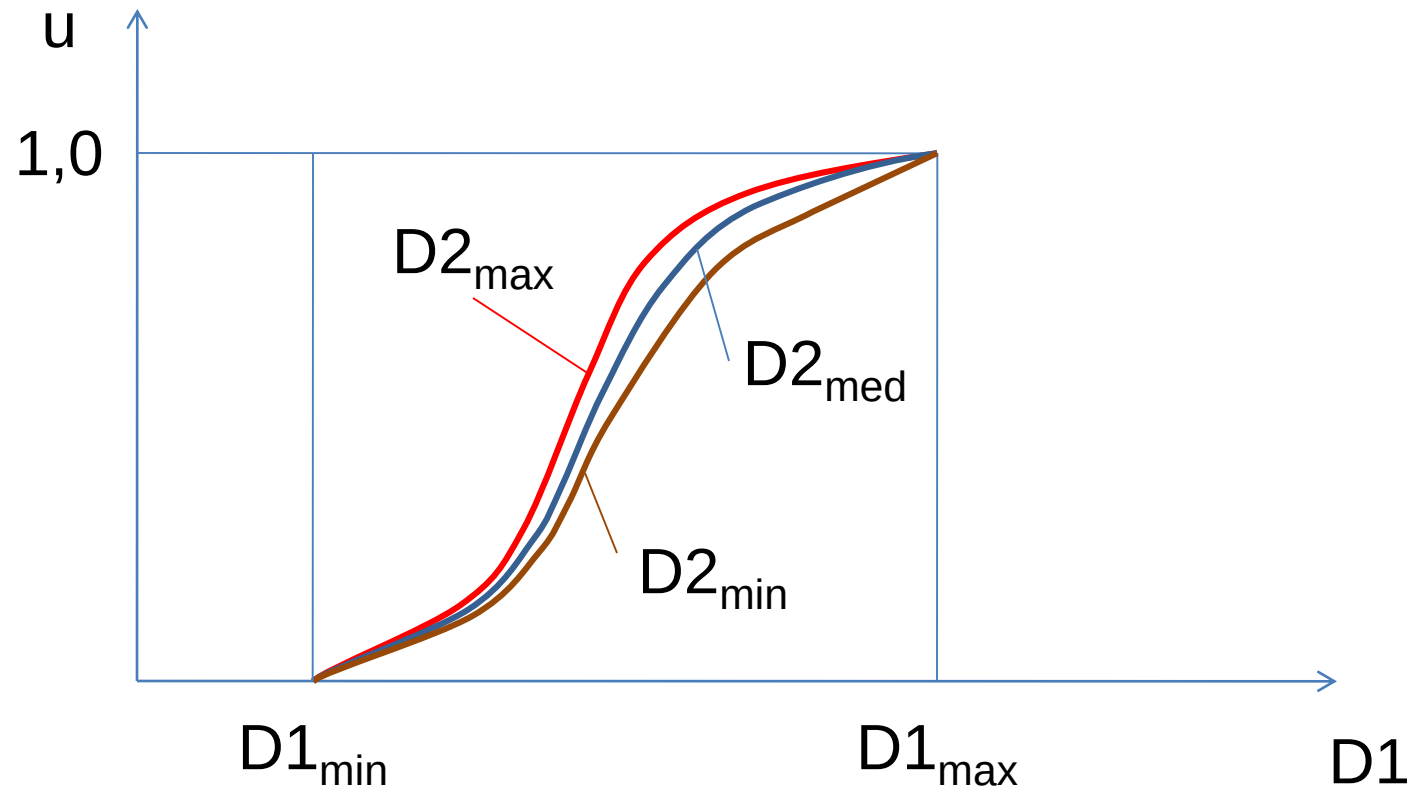


Fig. 3.5 Utilitatea unei funcții cu două variabile

Exemplul 2:



Cazul mai multor factori care definesc fenomenul

Se consideră **funcția**: „**rezistă la zdruncinături**” care poate fi apreciată prin: **mărimea, numărul, frecvența și accelerația** zdruncinăturilor.



- Nu pot fi delimitate **funcții** care să fie apreciate fie în raport cu **mărimea** zdruncinăturilor, fie prin **numărul** sau **frecvența** de producere a lor, respectiv în raport cu **accelerația** zdruncinăturilor .
- Trebuie luate în considerare toate aceste elemente **simultan**.



Pornind de la performanțele la care răspunde un aparat oarecare: **durata șocului – 10 ms, accelerația maximă – 3g, numărul șocurilor – 1000, frecvența – 1Hz**, se simulează următoarea situație:

$$5 \leq t \leq 45 \text{ [ms]}$$

- durata zdruncinăturii

$$g \leq a \leq 6 \cdot g \text{ [m/s}^2\text{]}$$

- accelerația zdruncinăturii

$$100 \leq n \leq 1000 \text{ [șocuri]}$$

- numărul de zdruncinături

$$0,1 \leq f \leq 10 \text{ [Hz]}$$

- frecvența zdruncinăturii



Se constată că toate **dimensiunile tehnice** sunt **direct proporționale** cu **utilitatea funcției**, pentru aprecierea **funcției** putându-se folosi o **corelație cvadruplă liniară**, conform relației (3.27)

$$u = \alpha \cdot t + \beta \cdot a + \gamma \cdot n + \delta \cdot f \quad (3.26)$$



Pentru determinarea parametrilor, se consideră că cei patru factori influențează în mod aproximativ egal (cu 0,25) **utilitatea funcției**, rezultând expresia **utilității** din relația (3.27)

$$u \cong 0,0054 \cdot t + 0,0048 \cdot a + 0,0002 \cdot n + 0,0235 \cdot f \quad (3.27)$$

În capetele intervalului, rezultă pentru **utilitate** valorile:

$$u_{\min} \cong 0,05 \rightarrow 0; u_{\max} \cong 1,001 \rightarrow 1, \text{ aproximarea fiind suficient de bună}$$

Generalizare

Dacă **utilitatea** unei **funcții** este determinată de **mai mulți parametri** sau **caracteristici tehnice**, cu **unități de măsură diferite și independente între ele**, pentru determinarea **utilității intrinseci** a **funcției** unei variante constructive se poate utiliza relația (3.28)

$$u = \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot d_i \quad (3.28)$$

unde:

d_i – dimensiunea concretă a caracteristicii tehnice

α_i – coeficientul sau factorul de proporționalitate,
determinat din condițiile limită

✓ **Observații:**

➡ Acest caz este cel mai simplu, folosindu-se atunci când se acceptă ca satisfăcătoare **relația liniară** între **utilitate** și **caracteristicile tehnice**

➡ Dacă această condiție nu este satisfăcătoare, problema se complică, fiind necesare **relații de calcul neliniare**, care la rândul lor necesită metode mai dificile de soluționare

3.2.5 Relativitatea *utilității intrinseci*

-  Pe parcursul elaborării unui studiu de IV pot interveni unele modificări în ceea ce privește noțiunea de *funcție realizată la nivel perfect*, adică varianta pentru care *utilitatea intrinsecă* este egală cu *unitatea*.
-  De exemplu, în procesul de proiectare se pot descoperi *soluții* sau se pot obține *informații despre soluții mai bune decât cele considerate inițial perfecte*.

✓ *Observații:*



Deoarece pentru o *funcție*, raportul dintre *utilitățile intrinseci* a două variante poate fi *supraunitar*, în cazul apariției unei variante cu *utilitate* mai mare decât cea considerată *perfectă*, se admite că ultima variantă are *utilitatea supraunitară* ($u > 1$).

➡ Această **convenție** este valabilă numai pentru **efectuarea calculelor comparative** și **nu înseamnă** că **utilitatea** poate fi **supraunitară**

➡ **Convenția** făcută, permite utilizarea în analiză ca **produs etalon** a însăși variantei existente de produs, fără a ști dacă aceasta este sau nu cea mai bună (chiar având convingerea că nu e așa sau necunoscând cu exactitate relația între **utilitatea** și **dimensiunea tehnică** a **funcțiilor**).

Exemplu:

➡ În calculele inițiale s-a considerat **limita maximă sesizabilă** de către utilizator pentru **funcția: "este fiabil"** ca fiind de **10 ani**

➡ Pe parcursul analizei, s-a constatat că există o **variantă** a cărei **fiabilitate** este de **15 ani** și **utilitatea crește de 1,5 ori**

➡ Se poate accepta că **utilitățile** celor două soluții vor fi:

$u^0 = 1$ ➡ Pentru varianta inițială

$u^1 = 1,5$ ➡ Pentru soluția nouă

✓ **Observații:**

➡ Simpla existență a unei **dimensiuni tehnice** mai mari decât $X_{\max}$, nu atrage după sine o creștere a **utilității intrinseci**.

➡ Creșterea **utilității intrinseci** se produce doar dacă o **dimensiune tehnică mai mare** va **conduce** și la o **utilitate mai mare**.

Exemplu 1:**Dimensionarea tehnică a unui *traductor magnetic de turație*****Tab. 3.5**

Nr.	Denumirea funcției F_j	Dimensiunea tehnică U.M.	Dimens. minimă $X_{\min}$	Dimens. maximă $X_{\max}$	Importanța relativă $q_j(\%)$
1.	<i>Prezintă fiabilitate</i>	Durată de viață (h)	10.000	50.000	15,00
2.	<i>Rezistă la vibrații</i>	Accelerație (m/s ²)	1	20	10,80
3.	<i>Rezistă la temperatură</i>	Limite de temperatură (°C)	- 20 ÷ + 80	- 30 ÷ + 180	11,60
4.	<i>Rezistă la presiune</i>	Presiune atmosferică (Pa)	10 ³	10 ⁶	6,90
5.	<i>Rezistă la coroziune</i>	Durată de rezistență în ceață salină (zile)	10	20	8,30
6.	<i>Rezistă în medii explozive</i>	Accelerație (m/s ²)	1400	2800	5,60
7.	<i>Asigură fixarea</i>	Dimensiuni ale filetului	M10	M22	7,10
8.	<i>Transformă energia mecanică în semnal electric</i>	Turație minimă (rot/min)	500	100	15,8
9.	<i>Transmite semnalul</i>	Distanța (m)	0	5	12,5
10.	<i>Asigură izolarea electrică</i>	Rezistența de izolație (MΩ/500V)	2	100	6,50

Exemplu 2:

Dimensionarea tehnică a unui *frigider cu congelator*

➤ Caracteristici tehnice ale *frigiderului cu congelator*

- Volum total: 352 litri
- 2 compresoare
- Control electronic al temperaturii prin intermediul a 2 senzori

FRIGIDER: 231 litri

❖ funcțiunea "SUPERCool" (răcire rapidă)

- *această funcțiune poate fi activată atunci când este necesară răcirea rapidă a alimentelor din interiorul frigiderului doar printr-o atingere de buton.*
- *funcțiunea se va decupla automat atunci când temperatura selectată se atinge în interiorul frigiderului*

- ❖ 5 rafturi ajustabile (unul din sticlă termorezistentă)
- ❖ 2 sertare transparente pentru fructe și legume
- ❖ suport de sticle pe raft și balcoane
- ❖ 4 balcoane de ușă incluzând 2 suporturi pentru ouă
- ❖ compartiment special pentru ouă
- ❖ decongelare automată
- ❖ buton cu led pentru SUPERCOOL
- ❖ comutator pornit/oprit

CONGELATOR: 121 litri

- ❖ funcțiunea "FAST-FREEZE" (congelare rapidă)

- *această funcțiune poate fi activată doar prin atingerea unui buton, atunci când se dorește congelarea alimentelor aflate în stare proaspătă*
- *funcțiunea se va decupla automat după o anumită perioadă de timp*

- ❖ 3 sertare de congelare (2 cu vizor transparent)

- ❖ sertar de congelare rapidă

- ❖ buton cu led pentru FAST-FREEZE

- ❖ 2 compartimente pentru producerea cuburilor de gheață

- ❖ alarmă cu led

- ❖ sistem QUICK-ICE pentru producerea rapidă a cuburilor de gheață (20 min.)
- ❖ comutator pornit/oprit
- ❖ decongelare manuală
- ❖ picioare reglabile și roți în partea din spate
- ❖ uși reversibile

Dimensiuni: 187 x 60 x 60 cm

Capacitate de congelare: 15 kg/24 h

Consum energetic: 1,30 kW/h

Greutate: 77 kg

➤ Funcțiile frigiderului cu congelator

Funcția F1 – ”este fiabil”

Funcția F2 – ”este mentenabil”

Funcția F3 – ”rezistă la agenți mecanici”

Funcția F4 – ”rezistă la agenți chimici”

Funcția F5 – ”poartă informații”

Funcția F6 – ”are aspect estetic”

Funcția F7 – ”permite cuplarea la rețeaua de energie electrică”

Funcția F8 – *”asigură electrosecuritatea utilizatorului”*

Funcția F9 – *”transformă energia electrică în frig”*

Funcția F10 – *”asigură controlul și reglarea parametrilor”*

Funcția F11 – *”asigură condiții ergonomice de lucru”*

Funcția F12 – *”asigură un volum util”*

Funcția F13 – *”oferă o bună vizibilitate”*

Funcția F14 – *”este silențios”*

Funcția F1 – "este fiabil"

- ✓ **Fiabilitatea** este "*aptitudinea unui dispozitiv de a-și îndeplini funcția specificată în condiții date și de-a lungul unei perioade date*"
- ✓ **Fiabilitatea** este considerată ca o **caracteristică tehnică de calitate** definită ca "*probabilitatea ca oricare exemplar din produsul respectiv să îndeplinească funcția pentru care a fost creat fără a se defecta, un anumit interval de timp, în anumite condiții de exploatare*"
- ✓ **Fiabilitatea frigiderului cu congelator** poate fi apreciată prin **durata de funcționare neîntreruptă a acestuia**

Pentru utilizatori:
$$u_1 = aT + b$$

Frigiderul cu congelator are următoarele valori ale indicatorului de fiabilitate:

- durata minimă de funcționare: $T_{\min} = 5$ ani
- durata maximă de funcționare: $T_{\max} = 20$ ani

Pentru frigiderul cu congelator considerat: $T = 15$ ani

$$\left. \begin{array}{l} u_1(5) = 0 \\ u_1(20) = 1 \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 5a + b = 0 \\ 20a + b = 1 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} b = -\frac{1}{3} \\ a = \frac{1}{15} \end{array} \right.$$

$$T = 15 \rightarrow u_1 = a15 + b = \frac{1}{15}15 - \frac{1}{3} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = 0,66$$

$$u_1 = 0,66$$

Funcția F2 – ”este mentenabil”

- ✓ **Mentenabilitatea** este ”*aptitudinea unui dispozitiv de a fi menținut sau restabilit în starea de a-și îndeplini funcția specificată, atunci când mentenanța se efectuează în condiții date, cu proceduri și remedii prescrise*”
- ✓ **Mentenanța** este ” *ansamblul tuturor acțiunilor tehnice și organizatorice efectuate în scopul menținerii sau restabilirii unui dispozitiv în starea de a-și îndeplini funcția specificată* ”
- ✓ **Mentenabilitatea frigiderului cu congelator** poate fi apreciată prin ***timpul mediu de mentenanță sau reparații*** - T_{rep}

Pentru utilizatori:

$$u_2 = \frac{T_{min}}{T_{rep}}$$

Unde: $T_{min} = 24$ h – timpul minim de mentenanță pentru produsul analizat
 $T_{rep} = 48$ h – timpul mediu de mentenanță pentru produsul analizat

$$u_2 = \frac{24}{48} = 0,5$$

Funcția F3 – ”rezistă la agenți mecanici”

- ✓ Se consideră că această funcție este determinată de următorii parametri: **numărul**, **durata** și **acelerația maximă a loviturilor**
- ✓ Se consideră că relația dintre **utilitatea funcției** și nivelul acestor parametri este **liniară**, în domeniul valorilor acceptate ale parametrilor:

$$u_3 = f(n, t, a)$$

$$u_3 = \alpha n + \beta t + \gamma a$$

- Pentru frigiderul cu congelator analizat, valorile parametrilor sunt:

$n = 100$ lovituri; $t = 1$ sec.; $a = 3g$

- Se consideră că acești parametri satisfac integral pe utilizatori și deci:

$$u_3 = 1$$

Funcția F4 – ”rezistă la agenți chimici”

✓ Se consideră că **utilitatea funcției** poate fi apreciată prin **timpul în care produsul rezistă sub acțiunea agenților chimici**

Pentru utilizatori:

$$u_4 = \frac{T}{T_{\max}}$$

Unde: T – timpul în care frigiderul cu congeletoare rezistă sub acțiunea agenților chimici, în mediu standard

$T_{\max}$ – timpul maxim în care frigiderul cu congeletoare rezistă sub acțiunea agenților chimici, în mediu standard

➤ Se consideră că utilizatorii sunt integral satisfăcuți și deci:

$$u_4 = 1$$

Funcția F5 – "poartă informații"

✓ Se consideră că **utilitatea funcției** poate fi apreciată prin **numărul de informații înscrise pe produs**

Pentru utilizatori:

$$u_5 = \frac{n}{n_{\max}}$$

Unde: n – numărul de informații înscrise pe produs

$n_{\max}$ – numărul maxim de informații utile ce pot fi înscrise pe produs

➤ Se consideră că utilizatorii sunt integral satisfăcuți și deci:

$$u_5 = 1$$

Funcția F6 – "are aspect estetic"

✓ Se consideră că **funcția este subiectivă**, **utilitatea intrinsecă** a acesteia poate fi apreciată prin **note** acordate de cei investigați variantei concrete de produs:

Pentru utilizatori:

$$u_6 = \frac{N}{N_{\max}}$$

Unde: $N = 66$ – nota obținută de varianta analizată

$N_{\max} = 100$ – nota maximă posibilă

$$u_6 = \frac{66}{100} = 0,66$$

Funcția F7 – ”permite cuplarea la rețeaua de energie electrică”

- ✓ Frigiderele cu congelator sunt echipate cu 2 motocompresoare alimentate la 220 -240 V / 50 Hz
- ✓ Frigiderul cu congelator funcționează normal la variațiile de tensiune cuprinse între +10% și -15% din tensiunea nominală a rețelei
- ✓ **Utilitatea funcției** se apreciază prin *lungimea cablului de alimentare*:

Pentru utilizatori: $u_7 = aL + b$

➤ Limitele acceptate de utilizatori sunt:

$$L_{\min} = 1\text{m}$$

$$L_{\max} = 4\text{m}$$

➤ Pentru produsul analizat, acest indicator de utilitate are valoarea $L = 3\text{m}$

$$\begin{array}{c} u_7(1) = 0 \\ u_7(4) = 1 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} a + b = 0 \\ 4a + b = 1 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} b = -\frac{1}{3} \\ a = \frac{1}{3} \end{array}$$

$$L = 3 \rightarrow u_7 = a3 + b = \frac{1}{3}3 - \frac{1}{3} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = 0,66$$

$$u_7 = 0,66$$

Funcția F8 – "asigură electrosecuritatea utilizatorului"

- ✓ Protecția utilizatorului se poate aprecia prin **rezistența de izolație**, **tensiunea de încercare la străpungere** sau **curentul de scurtcircuit**.
- ✓ Dacă se consideră **tensiunea de încercare la străpungere ca dimensiune tehnică a funcției**, atunci **utilitatea acestei funcții** este:

Pentru utilizatori:

$$u_8 = \frac{U - U_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}$$

- Prin investigație statistică în rândul utilizatorilor potențiali, s-a stabilit că $U_{\min} = 1\text{KV}$ și $U_{\max} = 13\text{KV}$.
- În cazul produsului analizat: $U = 10\text{KV}$

$$u_8 = \frac{10 - 1}{13 - 1} = \frac{9}{12} = 0,75$$

Funcția F9 – ”transformă energia electrică în frig”

✓ Această funcție este determinată de următorii parametri:

- **capacitatea de congelare în 24h (C)**
- **timpul necesar pentru atingerea parametrilor (T)**

➤ Pentru frigiderul cu congelator analizat, valorile parametrilor sunt:

$C = 15 \text{ kg/24h}$ și $T = 15\text{h}$

➤ Limitele admise de utilizatori sunt:

➤ $C_{\min} = 5 \text{ kg/24h}$; $C_{\max} = 20 \text{ kg/24h}$; $T_{\min} = 10\text{h}$; $T_{\max} = 20\text{h}$

$$u_9 = \alpha C + \beta T$$

$$u_9 = \frac{4}{70} \cdot 15 - \frac{1}{70} \cdot 15 \approx 0,65$$

Funcția F10 – "asigură controlul și reglarea parametrilor"

✓ Această funcție poate fi apreciată prin **limitele între care se poate regla temperatura de răcire** pe care o poate atinge produsul

✓ În cazul produsului analizat: $t = -16^{\circ}\text{C}$

➤ Limitele admise de utilizatori sunt:

$$t_{\min} = -5^{\circ}\text{C}; t_{\max} = -18^{\circ}\text{C}$$

Pentru utilizatori: $u_{10} = aT + b$

$$u_{10} = -\frac{1}{13}(-16) - \frac{5}{13} = \frac{11}{13} = 0,84$$

Funcția F11 – ”asigură condiții ergonomice de lucru”

✓ **Utilitatea acestei funcții** se poate aprecia prin **note** acordate de cei investigați asupra variantei concrete a produsului

Pentru utilizatori:

$$u_{10} = \frac{N}{N_{\max}}$$

Unde: $N = 87$ – nota obținută de varianta analizată

$N_{\max} = 100$ – nota maximă posibilă

$$u_{10} = \frac{87}{100} = 0,87$$

Funcția F12 – "asigură un volum util"

✓ Această funcție poate fi apreciată prin **capacitatea brută** a produsului, care este $C = 352$ litri

➤ Limitele admise de utilizatori sunt:

$$C_{\min} = 250 \text{ litri}; C_{\max} = 400 \text{ litri}$$

Pentru utilizatori: $u_{12} = aC + b$

$$u_{12} = \frac{1}{150} 352 - \frac{250}{150} = \frac{102}{150} = 0,68$$

Funcția F13 – "oferă o bună vizibilitate"

✓ **Utilitatea acestei funcții** se poate aprecia prin **note** acordate de cei investigați asupra variantei concrete a produsului

Pentru utilizatori:

$$u_{13} = \frac{N}{N_{\max}}$$

Unde: $N = 40$ – nota obținută de varianta analizată

$N_{\max} = 100$ – nota maximă posibilă

$$u_{13} = \frac{40}{100} = 0,4$$

Funcția F14 – "este silențios"

- ✓ Această funcție poate fi apreciată prin *nivelul zgomotului emis*
- ✓ În cazul produsului analizat, acest parametru este $A = 35$ dB

➤ Limitele admise de utilizatori sunt:

$$A_{\min} = 25 \text{ dB}; A_{\max} = 50 \text{ dB}$$

Pentru utilizatori: $u_{14} = aA + b$

$$u_{14} = -\frac{1}{25} 35 + 2 = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0,6$$

CAP. IV DIMENSIONAREA ECONOMICĂ A FUNCȚIILOR

 Până acum s-a analizat produsul **exclusiv** din *punctul de vedere al utilizatorului*.

În acest capitol se va analiza produsul din *punctul de vedere al producătorului*

 Se vor răspunde la întrebări de tipul:



Ce *mijloace* sau *resurse* se consumă pentru realizarea **produsului** și a *funcțiilor* sale ?



Cât **costă produsul** și *funcțiile* sale ?

4.1 Costul de producție

-  **Costul de producție** reprezintă totalitatea **consumurilor de resurse** necesare la un anumit nivel (atelier, secție, întreprindere) pentru realizarea unui **produs** sau a unei **activități**
-  Pentru a facilita raționamentul de **dimensionare economică** a **funcțiilor** sunt necesare următoarele precizări:

1. După modul în care un reper, o operație sau, în general, un element de cost participă la realizarea funcțiilor, există:

a. Repere (operații, elemente de cost) care participă la realizarea unei singure funcții

În acest caz: $a_{ij} = 1$; g_{ij} ; $c_{ij} = c_i$

b. Repere (operații, elemente de cost) care determină mai multe funcții, în proporții cunoscute în mod riguros

Pentru acestea, **parametrii de dimensionare economică** sunt determinați

c. Repere (operații, elemente de cost) care determină mai multe funcții, în proporții greu de determinat pe baza unor principii fizice obiective, riguroase

În acest caz sunt necesare **tehnici de colectare a ideilor, metode de creativitate** (de ex: **brainstorming**) și/sau **investigații statistice** în rândul specialiștilor

2. Pentru a diminua riscul unor interpretări eronate în dimensionarea economică a funcțiilor, se recomandă următoarele reguli de analiză:

a. În tabelul de dimensionare economică (matricea repere / funcții) se va efectua analiza atât dinspre repere spre funcții cât și invers.

b. Pentru a fi convinși că un element de cost contribuie la realizarea unei funcții, este utilă modificarea acestuia în sensul creșterii, micșorării sau eliminării acestuia

Dacă funcția își modifică utilitatea, se poate conchide că există o legătură între element și funcție

c. În același scop, pentru determinarea cotei de participare a elementului de cost la realizarea funcțiilor, este necesară modificarea elementului pentru a se constata în ce măsură acesta induce modificări ale funcțiilor

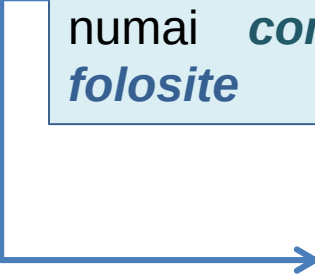
Funcțiile care sunt mai puternic influențate, vor avea un coeficient mai mare de determinare de la elementul (reperul) analizat

4.2 Dimensionarea economică a funcțiilor și calculul ponderilor funcțiilor în costul de producție

 **Dimensionarea economică** a **funcțiilor** reprezintă operațiunea prin care se determină **costul** fiecărei **funcții**.

 În **IV**, **evaluările cantitative și calitative**, au ca punct de plecare **costurile funcțiilor**, pe baza următoarelor argumente:

a. Privind un **produs** doar ca un **corp fizic**, **costul** său poate fi considerat în primă instanță complet justificat dacă se analizează numai **complexitatea constructivă** și **calitatea materialelor folosite**

 În acest caz, **costul** unui **produs** exprimă **doar ce și cât s-a consumat, nu și ceea ce s-a obținut**.

Exemplu:

Dacă, de exemplu, **costul de producție** al unui **stilou** ar fi **100 lei**, prin aceasta se evidențiază **numai efortul economic**, nu și însușirile care au necesitat aceste cheltuieli și nivelul lor calitativ, de performanță

b. În **IV**, **produsul** nu este definit doar ca un **ansamblu de componente materiale (piese, subansamble)**, ci în primul rând ca un **ansamblu de utilități**, determinate de **relațiile dintre obiect, utilizator și mediu**

În acest caz, **cheltuielile** vor fi evaluate în raport cu **serviciile** pe care **utilizatorul** le obține de la **produs**, **costurile funcțiilor** exprimând mult mai clar legătura dintre **efortul economic** și **efectul economic**.

Exemplu:

Pentru exemplul anterior, s-a constatat că:

- **"transferul cernelii"** nu este continuu, uniform, deși pentru peniță și capilar s-au cheltuit 77 lei.

- **"fiabilitatea", "estetica" și "manevrabilitate"** sunt sub semnul întrebării, deși fiecare a necesitat un **efort economic** considerabil.



Se poate concluziona că **s-a cheltuit prea mult** pentru unele **însușiri** ale **stiloului**, atât **costurile** unor **funcții** cât și **costul total** sunt **prea mari**.



Pentru a realiza **dimensionarea economică** a **funcțiilor**, se folosesc următoarele **noțiuni de bază**, cu referire la **produs**:



Funcția este **determinată (materializată)**, de **o parte** a a obiectului studiat, de **una sau mai multe piese** luate integral sau parțial.



Fiecare piesă R_i are un cost (C_i), format din următoarele articole de cheltuieli:

$$C_i = C_{mi} + C_{si} + C_{gi} \quad (4.1)$$

C_{mi} – cheltuieli materiale, C_{si} – cheltuieli cu salariile (munca directă),

C_{gi} – cheltuieli generale de secție

$$C_{si} = \sum_{k=1}^K C_{sik} \quad (4.2)$$

C_{sik} – cheltuieli cu salariile (munca directă) pentru fiecare operație tehnologică "k".

$$C_{gi} = \frac{d \cdot C_{si}}{100} \quad (4.3)$$

d – cheia de repartitie a cheltuielilor generale de secție pentru piesa "i",
 n – numărul total de piese, $i = 1 \dots n$
 k – numărul de operații tehnologice



În raport cu posibilitățile de cunoaștere a acestor **componente ale costului**, de **timpul disponibil pentru efectuarea studiului** și de interesul manifestat pentru aprofundare, **dimensionarea economică** a **funcțiilor** poate fi realizată **global** sau **detaliat**, parcurgând următoarele etape:

- a) Elaborarea **diagramei de relații** dintre **piese** și **funcții** și dintre **operații tehnologice** și **funcții**.
- b) Stabilirea **ponderilor de participare** a fiecărei **piese** R_i la **funcțiile** F_j , respectiv a fiecărei **operații tehnologice** (k) la **funcțiile** F_j .
- c) Repartizarea **cheltuielilor materiale și de manoperă** ale **pieselor** pe fiecare **funcție**.
- d) Calculul **costurilor** și a **ponderilor funcțiilor** în **costul total** al **produsului**.

4.2.1 Metoda globală de dimensionare economică a funcțiilor

 Metoda globală de **dimensionare economică** a **funcțiilor**, implică utilizarea **valorilor globale** (C_i) ale **costurilor pieselor**, nefiind necesară detalierea pe componente materiale, salarii și regie

a. Elaborarea diagramei / matricei de relații funcții – piese

 Pentru elaborarea **diagramei / matricei de relații piese – funcții**, tabelul 4.1, este foarte util să se cunoască **diagrama de montaj a produsului**.

 **Matricea** din tabelul 4.2 poate fi elaborată numai **pe baza raționamentului logic, ingineresc**, asupra **funcționalității fiecărei componente** a obiectului analizat (subansamble, piese etc)

 **Relațiile** dintre **componentele obiectului studiat** și **funcțiile** acestuia, sunt marcate în mod convențional cu un simbol, de exemplu "X".

b. Stabilirea ponderilor cu care fiecare componentă R_i participă la materializarea funcțiilor F_j , [g_{ij} %]

 Prin procesul aprofundat de analiză a **relațiilor piese – funcții**, se efectuează **aprecierea cantitativă** a participării **pieselor** R_i la **materializarea funcțiilor** F_j .

Această apreciere se face răspunzând la întrebări de genul:

 **"Cu cât ?", "În ce proporție ?"**, participă componenta R_i la funcția F_j , completându-se tabelul 4.1 cu ponderile de participare g_{ij} .

c. Repartizarea costurilor pieselor (C_i) pe funcțiile F_j

 Repartizarea **costurilor componentelor** R_i pe **funcțiile** F_j se face cu relația (4.4), completându-se tabelul 4.1 cu informațiile corespunzătoare.

$$C_{ij} = C_i \cdot g_{ij} \quad (4.4)$$

Tab. 4.1

Piese (repere) R_i	Costuri c_i (lei/buc)	Funcții						Cheltuieli nejustificate
		F_1	F_2	...	F_j	...	F_N	
R_1	c_1	X g_{11} c_{11}	X g_{12} c_{12}				X g_{1N} c_{1N}	c_{1f}
R_2	c_2		X g_{22} c_{22}		X g_{2j} c_{2j}		X g_{2N} c_{2N}	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
R_i	c_i							c_{if}
· ·								
R_n	c_n	X g_{n1} c_{n1}	X g_{n2} c_{n2}		X g_{nj} c_{nj}		X g_{nN} c_{nN}	
C_i		C_1	C_2		C_j		C_N	C_{nf}

d. Calculul costurilor funcțiilor

 Cu rezultatele preliminare din tabelul 4.1, se calculează **costul** fiecărei **funcții** (C_j) cu relația 4.5.

$$C_j = \sum_{i=1}^n c_{ij} \quad (4.5)$$

 **Ponderea** fiecărei **funcții** în **costul total a produsului** se determină cu relația 4.6.

$$p_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^N C_j} = \frac{C_j}{CP_m} \quad (4.6)$$

✓ **Observații:**

➡ p_j se referă, de regulă, numai la **funcțiile principale**, **costul funcțiilor secundare** se recomandă a se repartiza pe **funcțiile principale** cărora le creează condiții de existență

$$CP_m = CP - C_{in} - C_{nf} \quad (4.7)$$

$$C_{in} = \sum_{j=1}^{N_j} C_j \quad (4.8)$$

$$C_{nf} = \sum_{i=1}^N c_{if} \quad (4.9)$$

➡ Conform relației 4.7, **din costul inițial al produsului** CP se scade **suma costurilor inutile** C_{in} (relația (4.8) și **suma costurilor nejustificate** C_{nf} (relația 4.9)

➡ Această operație conduce și la o **primă ameliorare a costului produsului** prin **eliminarea primelor cheltuieli identificate ca fiind inutile**

➡ Pentru corectitudinea calculelor, **cheltuielile din categoria celor nejustificate** se vor scădea și din **costurile** C_j ale **funcțiilor** de la care provin

4.2.2 Metoda detaliată de dimensionare economică a funcțiilor

- 👉 Între **metoda detaliată** de dimensionare economică a funcțiilor și **metoda globală** de dimensionare economică a funcțiilor, deosebirea constă numai în faptul că **cele trei elemente ale costului se repartizează în mod independent pe funcțiile produsului.**
- 👉 Ideea de bază este că **operațiile tehnologice ale aceleiași piese pot participa și la materializarea altor funcții** decât **cele care participă la partea materială a piesei.**
- 👉 **Volumul de muncă este mult mai mare** în comparație cu **metoda de dimensionare globală**, dar **dimensionarea detaliată este mai riguroasă** și pot fi identificate și alte posibilități de a exploata rezultatele finale.



Metodologia de analiză implică parcurgerea aceluiași etape:

- a) Elaborarea *diagramei/matricei de relații* dintre *partea materială și operațiile tehnologice ale pieselor* și *funcțiile produsului* marcând relația respectivă cu un semn distinct (x).
- b) Stabilirea *ponderilor* (g_{ijk}) cu care respectivele componente participă la materializarea *funcțiilor* F_j (adică *procentele* cu care piesa R_i participă la *funcția* F_j , atât datorită *părții materiale* cât și *operațiilor tehnologice*).
- c) Calculul *cheltuielilor* cu care fiecare componentă analizată participă la una sau mai multe *funcții*, în același mod ca la metoda globală.

✓ *Observații:*

- ➡ Rezultatele se pot sintetiza într-un tabelul 4.2, în care nu s-au mai trecut diagrama de relații și nici ponderile g_{ijk}
- ➡ Notățiile C_{mij} , S_{ijk} , a_{ijk} reprezintă cotele de cheltuieli menționate anterior, ce sunt repartizate produsului ($i = 1....n$, n – numărul de piese; $j = 1....N$, N – numărul de funcții; $k = 1....K$, K – numărul de operații tehnologice pentru fiecare piesă

Tab. 4.2

Piese și operații	Costuri	Funcții						Cheltuieli nejustificate
		F_1	F_2	...	F_j	...	F_N	
Piesa P_1	C_1	-	-	.	-	-	-	-
• material	C_{m1}	C_{m11}	C_{m12}		C_{m1j}		C_{m1N}	C_{m1f}
• <u>operația 1.1</u>								
material	a_{11}	a_{111}	a_{112}		a_{11j}		a_{11N}	a_{11f}
manoperă	s_{11}	s_{111}	s_{112}		s_{11f}		s_{11N}	s_{11f}
• <u>operația 1.2</u>								
material	a_{12}	a_{121}	a_{122}		a_{12j}	...	a_{12N}	a_{12f}
manoperă	s_{11}	s_{111}	s_{112}		s_{11f}		s_{11N}	s_{11f}
.....								
Piesa P_j					C_{mij} a_{ijk} s_{ijk}			
...	...							

Tab. 4.2 (continuare)

Piese și operații	Costuri	Funcții						Cheltuieli nejustificate
		F_1	F_2		F_j	...	F_N	
C_{sj}		C_{s1}	C_{s2}		C_{sj}		C_{sN}	C_{sf}
U_j		U_1	U_2		U_j		U_N	
C_{mi}		C_{m1}	C_{m2}		C_{mj}		C_{mN}	C_{mf}
C_j		C_1	C_2		C_j		C_N	C_{nf}

👉 În acest caz există posibilitatea ca pe lângă **calculul costului** fiecărei **funcții** (C_j) , să se determine separat pentru fiecare funcție următoarele **costuri**:

- costul materialelor:

$$C_{mj} = \sum_i C_{mij} + \sum_i \sum_k a_{ijk} \quad (4.10)$$

- *cheltuieli salariale*

$$C_{sj} = \sum_i \sum_k s_{ijk} \quad (4.11)$$

- *cheltuieli generale de secție*

$$K_j = \frac{d \cdot C_{sj}}{100} \quad (4.12)$$

unde d – cheia de repartitie a cheltuielilor generale de secție

➡ **Costul** unei **funcții** F_j este dat în relația (4.13) iar G_j în relația (4.14):

$$C_j = C_{mj} + C_{sj} + K_j = C_{mj} + G_j \quad (4.13)$$

$$G_j = C_{sj} + K_j \quad (4.14)$$

unde G_j – costul manoperei plus regia pe secție

➡ **Ponderea** unei **funcții** F_j în **costul total al produsului** este dată în relația (4.15):

$$p_j = \frac{C_j}{\sum_j C_j} \quad (4.15)$$

✓ **Observații:**

- ➡ **Metoda detaliată** permite adâncirea **analizei produsului** din punct de vedere al **cheltuielilor** pe **funcțiile** produsului
- ➡ Se pot calcula **ponderile funcțiilor** în **costul** produselor pentru **cheltuielile materiale** (4.16) și pentru **cheltuielile salariale** (4.17):

$$p_{mj} = \frac{C_{mj}}{\sum_j C_{mj}} \quad (4.16)$$

$$p_{sj} = \frac{G_j}{\sum_j G_j} \quad (4.17)$$

$$p_j = p_{mj} + p_{sj} \quad (4.18)$$

4.2.3 Concluzii preliminare

-  Scopul **dimensionării economice** este de a determina **costul** fiecărei **funcții** și **ponderea** ei în **costul produsului**.
-  Etapa **dimensionării economice** oferă și **primele soluții** de **micșorare a costului produsului** prin **identificarea costurilor funcțiilor inutile** și a **cheltuielilor nejustificate**.
-  În tabelul 4.3 se prezintă **dimensionarea economică** pentru un **traductor magnetic de turație** (vezi tabelul 3.5 pentru **dimensionarea tehnică**)

Dimensionarea tehnică a unui *traductor magnetic de turație*

Tab. 3.5

Nr.	Denumirea funcției F_j	Dimensiunea tehnică U.M.	Dimens minimă $X_{\min}$	Dimens maximă $X_{\max}$	Importanța relativă $q_j(\%)$
1.	<i>Prezintă fiabilitate</i>	Durată de viață (h)	10.000	50.000	15,00
2.	<i>Rezistă la vibrații</i>	Accelerație (m/s ²)	1	20	10,80
3.	<i>Rezistă la temperatură</i>	Limite de temperatură (°C)	- 20 ÷ + 80	- 30 ÷ + 180	11,60
4.	<i>Rezistă la presiune</i>	Presiune atmosferică (Pa)	10 ³	10 ⁶	6,90
5.	<i>Rezistă la coroziune</i>	Durată de rezistență în ceață salină (zile)	10	20	8,30
6.	<i>Rezistă în medii explozive</i>	Accelerație (m/s ²)	1400	2800	5,60
7.	<i>Asigură fixarea</i>	Dimensiuni ale filetului	M10	M22	7,10
8.	<i>Transformă energia mecanică în semnal electric</i>	Turație minimă (rot/min)	500	100	15,8
9.	<i>Transmite semnalul</i>	Distanța (m)	0	5	12,5
10.	<i>Asigură izolarea electrică</i>	Rezistența de izolație (MΩ/500V)	2	100	6,50

Nr.	Reper / operație	Cost	Repartizarea pe funcții (unități bănești / funcție)									
			F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
1.	Magnet	350	91	-	35	-	-	-	-	224	-	-
2.	Piesă polară	10	2	0,7	0,7	-	-	-	-	6,6	-	-
3.	Carcasă bobină	25	4,5	4,25	6,75	-	-	-	-	-	-	9,5
4.	Conductor bobinaj	9	1,17	1,44	-	-	-	-	-	3,6	1,53	1,26
5.	Carcasă exterioară	20	2,4	1,4	2,2	2,8	4,6	1,8	4,8	-	-	-
6.	Suport magnet	1	0,26	0,36	0,11	-	-	-	-	0,27	-	-
7.	Garnitură cauciuc	20	4,4	3,4	3,2	1,8	2	2	-	-	-	3,2
8.	Conductor cu izolație teflon	20	2,8	1,4	5,2	1,4	5,8	3,4	-	-	5,8	3,4
9.	Rășină	10	1,8	3	2	0,7	0,6	-	-	-	-	1,9
10.	Total materiale	465	110,33	14,51	56,6	5,3	8,6	3,8	4,8	234,47	7,33	19,26

Tab. 4.3 (continuare)

Nr.	Reper / operație	Cost	Repartizarea pe funcții (unități bănești / funcție)									
			F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
11.	Prel. piesă polară	3	0,6	0,21	0,21	-	-	-	-	1,98	-	-
12.	Prel. carc. bobină	57	18,81	11,4	3,99	-	-	-	-	-	-	22,8
13.	Bobinare	6	2,1	0,42	-	-	-	-	-	2,1	0,54	0,84
14.	Prel. carc. exterioară	38	6,46	3,04	1,9	3,42	2,8	2,28	17,1	-	-	-
15.	Prel. suport magnet	6	1,56	2,16	0,66	-	-	-	-	1,62	-	-
16.	Vulcanizare	4	1,4	0,52	0,68	0,32	0,36	0,2	-	-	-	0,52
17.	Turnarea rășină	6	1,08	1,8	1,2	0,42	0,36	-	-	-	-	1,14
18.	Montaj electric	3	1,2	0,3	-	-	-	-	-	0,42	0,72	0,36
19.	Probe	7	1,82	0,7	0,7	0,49	0,56	0,42	0,35	0,77	0,49	0,7
20.	Total manoperă	130	35,03	20,55	9,34	4,65	5,08	2,9	17,45	6,89	1,75	26,36
21.	Total cost	595	145,36	35,06	65,94	8,95	13,68	6,7	22,25	241,36	9,08	45,62
22.	Pondere în cost p _j	100	24,43	5,90	11,08	1,67	2,30	1,13	3,74	40,56	1,53	1,66

4.3 Formalizarea matematică a dimensionării economice

 Un pas mai departe în **dimensionarea economică** a **funcțiilor** îl constituie **determinarea relației** care există între **dimensiunile caracteristicilor de calitate** și **costuri**

 **Cât costă creșterea cu un anumit procent a utilității unei funcții sau a dimensiunii unei caracteristici tehnice ?**

→ Dacă **se modifică soluția constructivă**, răspunsul este: **NU**

→ Dacă **nu se modifică soluția constructivă**, **există posibilitatea parțială de a sesiza o legătură** între **dimensiunea tehnică** și **costul produsului**

Exemplul 1 :

Dacă pentru **creșterea fiabilității unei siguranțe electrice** se trece de la **principiul siguranței fuzibile** la cel al **siguranței automate**, atunci **nu se poate stabili o relație clară** între **cost** și **dimensiunea tehnică**, dar rămânând în cadrul aceluiași principiu se poate constata o **creștere a fiabilității** printr-o **creștere corespunzătoare a costului**.

Exemplul 2 :

Aspectul estetic al unui produs poate fi **îmbunătățit prin perfecționarea tehnologiei de realizare în limitele aceleiași soluții constructive** și în acest caz **există o relație** între **dimensiune** și **cost**, dar se poate obține o **îmbunătățire a aspectului estetic prin schimbarea soluției constructive**, caz în care **nu se mai sesizează relația** dintre cele două mărimi.

Exemplul 3 :

Grosimea unei carcase este **proporțională** cu **costul de producție** dacă se folosesc **aceleași materiale**, **la schimbarea materialului dispare legătura**.



Dacă **se acceptă existența unei relații** între mărimea **dimensiunii tehnice** și **costul produsului (reperului)**, sau, pentru situațiile în care **această relație există**, **formalizarea matematică** este următoarea:



Costul unei **funcții** este dat de relația (4.19):

$$C_{Fj} = \sum a_{ij} \cdot k_{ij} \cdot C_i \quad (4.19)$$



Dacă între **dimensiunea** prin care se apreciază reperul R_i – notată cu Y_i și **costul** acestuia există o relație de tipul (4.20) și dacă între **dimensiunea (dimensiunile) tehnică** a **funcției** X_j și **dimensiunile tehnice ale reperului** Y_i există o relație de tipul (4.21), atunci între **costul** reperului R_i și **dimensiunea tehnică** a **funcției** se poate stabili o relație de forma (4.22).

$$C_i = f_i(y_i) \quad (4.20)$$

$$y_i = \varphi_{ij} \cdot x_j \quad (4.21)$$

$$C_i = f_i(\varphi_{ij}(x_j)) = \Phi_{ij}(x_j) \quad (4.22)$$



Rezultă pentru **costul** unei **funcții** relația (4.23):

$$C_{Fj} = \sum a_{ij} \cdot k_{ij} \cdot \Phi_{ij}(x_j) = \Phi_j(x_j) \quad (4.23)$$

4.3.1 Relații matematice între costul și dimensiunea tehnică a reperului / operației

 Se va concretiza funcția $f_i(y_i)$ din relația (4.20):

1. Relație proporțională

$$C_i = \alpha_i \cdot y_i + \beta_i \quad (4.24)$$

 Formula (4.24) este sugerată de **relația generală de determinare a costului** ca o **sumă** de **costuri variabile** și **costuri constante**

 În particular se pot întâlni situații în care $\beta_i = 0$

 Sunt situații în care, prin **modul de exprimare** a **dimensiunii tehnice**, **relația liniară are panta negativă**

Exemplul 1 :

Transformatorul din componența unei *stații electrice de lipit termostată* are ca *dimensiune tehnică* - "puterea nominală". Între **costul transformatorului** și *putere* se constată **existența unei relații liniare** de tipul (4.24)

Exemplul 2 :

Comutatorul de trepte al aceluiași produs are ca *dimensiune tehnică* - "numărul de trepte de temperatură". Între **costul comutatorului** și *numărul de trepte* se constată **existența unei relații liniare** de tipul (4.24)

2. Relație pătratică

$$C_i = \alpha_i \cdot y_i^2 + \beta_i y_i + \gamma_i \quad (4.25)$$

→ Relația (4.25) este sugerată de constatarea frecventă că *îmbunătățirea calității unui produs* se realizează prin **creșterea costului mai rapid decât a performanțelor**

→ În particular, unul din termeni sau ultimii doi pot fi egali cu zero

Exemplul:

O **relație pătratică** între **cost** și **dimensiunea tehnică** se întâlnește în cazul **magnetului permanent** din componența traductorului magnetic pasiv de mișcare, dacă **dimensiunea tehnică** este "**fiabilitatea**" (exprimată în ore de funcționare).

3. Relație invers proporțională (hiperbolă)

$$C_i = \frac{\alpha_i}{y_i} + \beta_i \quad (4.26)$$



Relații de tipul (4.26) se întâlnesc în cazul în care *dimensiunea tehnică* este *invers proporțională* cu *utilitatea*

Exemplul 1 :

Dimensiunea de gabarit sau *masa unui aparat* sunt de obicei în relație *invers proporțională* cu *costurile* acestora

Exemplul 2 :

Eroarea de măsură este *invers proporțională* cu *costul* unui *aparat*

4.3.2 Relații matematice între dimensiunea tehnică a funcției și dimensiunea tehnică a reperului / operației



Se vor concretiza funcții de tipul $\varphi_{ij}(X_j)$ din relația (4.21):

1. **Dimensiunea tehnică a funcției coincide cu dimensiunea tehnică a reperului**

$$y_i = x_j, \varphi_{ij} = 1 \quad (4.27)$$

Exemplul 1 :

Durata de viață a unui reper sau a *mai multor componente* pot determina *durata de viață a funcției* care este o *dimensiune tehnică a acesteia*.

Exemplul 2 :

Lungimea unui cablu de alimentare este *dimensiunea tehnică a funcției* - "*permite cuplarea la rețea*" sau "*asigură mobilitate*", dar în același timp este și *dimensiunea tehnică a reperului*.

2. Relație direct proporțională între dimensiunea tehnică a funcției și ce a reperului

$$y_i = \varphi_{ij} \cdot x_j \quad (4.28)$$

Exemplul 1 :

Între **grosimea stratului anticoroziv** (**dimensiune tehnică** a **reperului**) și **durata de corodare** (**dimensiune tehnică** a **funcției**) există o **proporționalitate**

Exemplul 2 :

Între **grosimea fuzibilul și curențul maxim** pe care îl poate întrerupe o siguranță există o proporționalitate directă

Exemplul 3 :

Între **grosimea unei haine** și **gradul de izolare termică** există o proporționalitate

4.3.3 Relația matematică între costul reperului și dimensiunea tehnică a funcției

 Se referă la funcția $\Phi_{ij}(X_j)$ din relația (4.22), care se obține prin compunerea funcțiilor $f_i(y_i)$ și $\varphi_{ij}(X_j)$

 Din combinarea soluțiilor de la paragrafele 4.3.1 și 4.3.2 rezultă soluțiile prezentate în tabelul 4.4

 În esență, rezultatele din tabelul 4.4, conduc la concluzia că între **costul reperului** și **dimensiunea tehnică** a **funcției** pot exista aceleași trei tipuri de relații: liniară, pătratică și hiperbolică

Tipuri de relații

$$C_i = \Phi_{ij}(x_j)$$

Tab. 4.4

Nr. crt.	Relația $C_i = f_i(y_i)$	Relația $y_i = \varphi_{ij} \cdot x_j$	Relația $C_i = \Phi_{ij}(x_j)$
1.	$\alpha_i \cdot y_i + \beta_i$	1	$\alpha_i \cdot x_j + \beta_i$
2.	$\alpha_i \cdot y_i + \beta_i$	$\varphi_{ij} \cdot x_j$	$\alpha_i \cdot \varphi_{ij} \cdot x_j + \beta_i$
3.	$\alpha_i \cdot y_i + \beta_i$	φ_{ij} / x_j	$\alpha_i \cdot \varphi_{ij} / x_j + \beta_i$
4.	$\alpha_i y_i^2 + \beta_i y_i + \gamma_i$	1	$\alpha_i \cdot x_j^2 + \beta_i x_j + \gamma_i$
5.	$\alpha_i y_i^2 + \beta_i y_i + \gamma_i$	$\varphi_{ij} \cdot x_j$	$\alpha_i \cdot \varphi_{ij}^2 \cdot x_j^2 + \beta_i x_j + \gamma_i$
6.	$\alpha_i y_i^2 + \beta_i y_i + \gamma_i$	φ_{ij} / x_j	$\alpha_i \cdot \varphi_{ij}^2 / x_j^2 + \beta_i x_j + \gamma_i$
7.	$\frac{\alpha_i}{y_i} + \beta_i$	1	$\frac{\alpha_i}{x_j} + \beta_i$
8.	$\frac{\alpha_i}{y_i} + \beta_i$	$\varphi_{ij} \cdot x_j$	$\frac{\alpha_i}{\varphi_{ij} x_j} + \beta_i$
9.	$\frac{\alpha_i}{y_i} + \beta_i$	φ_{ij} / x_j	$\frac{\alpha_i}{\varphi_{ij} x_j} + \beta_i$

CAP. V ANALIZA SISTEMICĂ A FUNCȚIILOR

5.1 Obiectiv. Cadrul metodologic general

-  **Obiectivul analizei sistemice** a **funcțiilor** este **identificarea funcțiilor critice / supradimensionate** din punct de vedere economic (adică a **funcțiilor** ale căror **costuri** sunt mult mai mari decât **valoarea lor de întrebuințare**)
-  Pentru atingerea acestui **obiectiv**, se compară pentru fiecare **funcție** cele două categorii de ponderi determinate la etapele anterioare: **ponderea** în **valoarea de întrebuințare** (q_j) cu **ponderea** în **costul de producție** (p_j).

✓ **Observație:**



La un **produs ideal** (conceput, proiectat și realizat perfect), ierarhizarea **funcțiilor** după **ponderile** lor în **valoarea de întrebuințare** trebuie să coincidă cu ierarhizarea **funcțiilor** după **ponderile** lor în **costul de producție**)

Se respectă astfel **condiția fundamentală specifică Ingineriei Valorii** care arată **perfecta proporționalitate** între cele 2 categorii de **ponderi**, exprimată în relația (5.1)

$$p_j = a \cdot q_j \quad (5.1)$$



În raport cu un sistem de coordonate q_jOp_j , toate **funcțiile** unui **produs ideal** vor fi localizate pe o **dreaptă** (Δ_1) înclinată la 45° (figura 5.1).

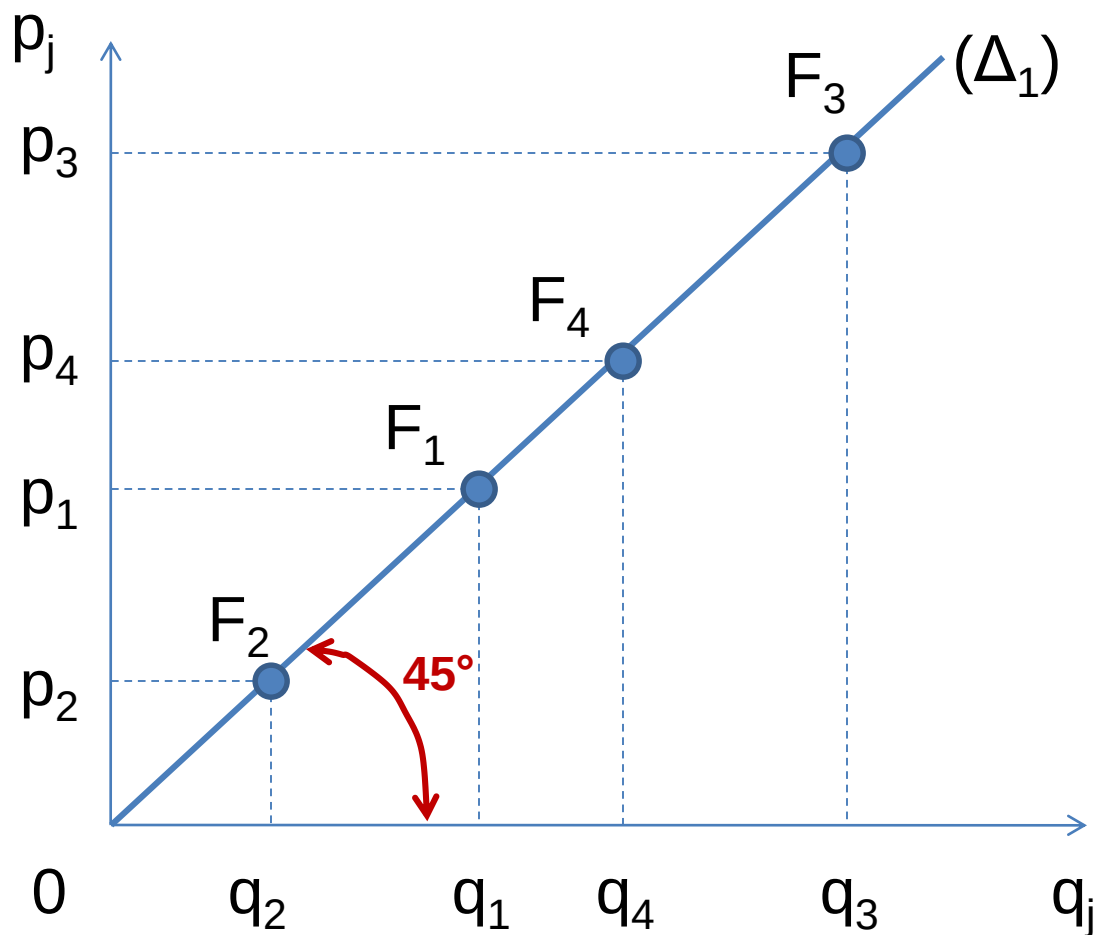


Fig. 5.1 Analiza sistemică pentru **un produs ideal**



La un **produs real**, **funcțiile** sale pot fi localizate în planul q_jOp_j atât pe o **dreaptă de regresie** (Δ_2), cât și în vecinătatea ei, **dreaptă** care **nu** va fi înclinată la 45° (figura 5.2).

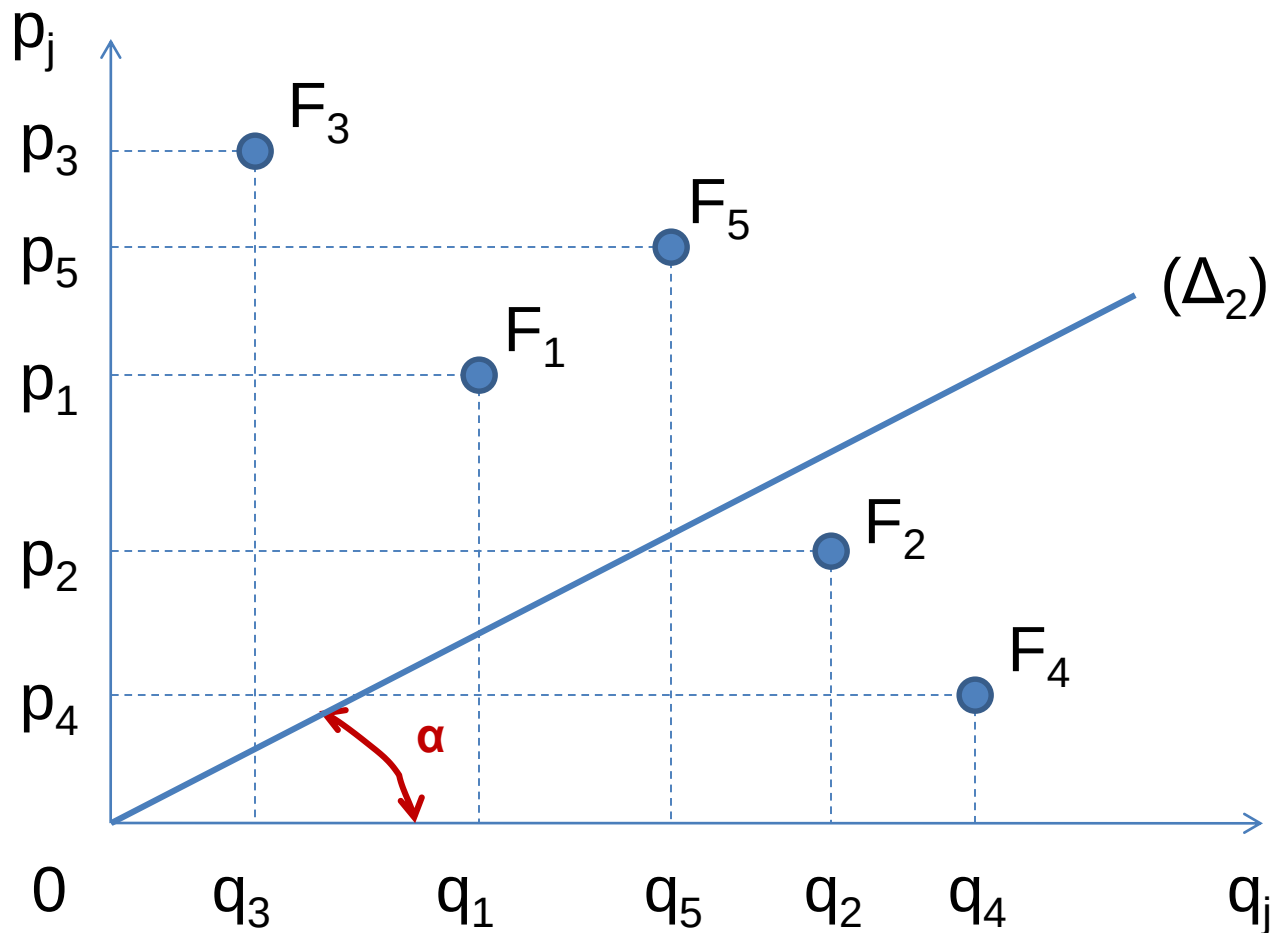


Fig. 5.2 Analiza sistemică pentru **un produs real**

✓ Observație:



Prin intermediul unei astfel de reprezentări grafice se poate **evalua** în ce măsură există **disproporții** între **costurile funcțiilor** și **contribuția lor la valoarea produsului**



Ecuatia **dreptei** (Δ_2) este dată în relația (5.2), coeficientul unghiular "b" determinându-se prin MCMMP

$$p_j = b \cdot q_j \quad (5.2)$$

✓ Observație:



Pentru a reprezenta o **proporționalitate medie**, **dreapta** (Δ_2) trebuie **să se abată cât mai puțin posibil** de la punctele reale, condiție exprimată prin relația (5.3)

$$S = \sum_{j=1}^N (p_j - b \cdot q_j)^2 \rightarrow \min \quad (5.3)$$

Din condiția (5.4) rezultă relațiile (5.5) și (5.6)

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 0 \quad (5.4)$$

$$b = \frac{\sum_{j=1}^N p_j \cdot q_j}{\sum_{j=1}^N q_j^2} \quad (5.5)$$

$$\alpha = \arctg b \quad (5.6)$$

unde:

S – entropia sistemului (arată gradul de împrăștiere a punctelor F_j în planul $q_j O p_j$)

✓ Observații:



Cu cât S **este mai mic**, cu atât punctele F_j se află **mai aproape** de **dreapta** (Δ_2)



Se poate considera că un obiect este **bine proiectat** dacă $S \leq 0,01$



Din figura 5.2 rezultă că funcțiile F_3 , F_5 , F_1 sunt **funcții critice** pentru cazul prezentat, deoarece **ponderile** lor în **valoarea de întrebuințare sunt mult mai mici** decât **ponderile în costul produsului** și **trebuie reproiectate!**



În tabelul 5.1 se prezintă **analiza sistemică** pentru produsul – **traductor magnetic de turație** (valorile Q_j sunt luate din tabelul 3.5 iar valorile p_j din tabelul 4.3)

Tab. 5.1

F_j	q_j	p_j	q_j^2	$q_j p_j$	bq_j	$p_j - bq_j$	$(p_j - bq_j)^2$
F_1	15	24,43	225	3666,5	17,81	+ 6,62	43,82
F_2	10,8	5,9	116,64	63,72	12,83	- 6,93	48,02
F_3	11,6	11,08	134,56	128,53	13,78	- 2,7	7,29
F_4	6,9	1,67	47,61	11,52	8,19	- 6,52	42,51
F_5	8,3	2,3	68,89	19,09	9,86	- 7,56	57,15
F_6	5,5	1,13	30,25	6,22	6,53	- 5,4	29,16
F_7	7,1	3,74	50,41	26,55	8,43	- 4,69	22
F_8	15,8	40,56	249,64	640,85	18,76	+ 21,8	475,24
F_9	12,5	1,53	156,25	19,12	14,85	- 13,32	177,42
F_{10}	6,5	7,66	42,25	49,79	7,72	- 0,06	0
Total	100	100	1121,5	1331,8			902,61

5.2 Studiul funcțiilor secundare (auxiliare)

 O problemă importantă este aceea a modului în care trebuie considerate în **analiza sistemică funcțiile secundare (sau auxiliare)** care **nu au utilitate** dar **costă**.

 Există următoarele **2 posibilități**:

1. Să fie reprezentate ca atare, pe axa ordonatei

 În această situație apare ideea de a se folosi **în locul unei drepte de regresie prin originea axelor**, o **dreaptă** de **tipul** dat în relația (5.7)

$$p_j = a \cdot q_j + b \quad (5.7)$$

Aplicând MCMMP, se obțin expresiile parametrilor "a" și "b" din relația (5.8)

$$\begin{cases} a = \frac{n \sum q_j p_j - \sum q_j \sum p_j}{n \sum q_j^2 - (\sum q_j)^2} \\ b = \frac{\sum q_j^2 \sum p_j - \sum q_j \sum q_j p_j}{n \sum q_j^2 - (\sum q_j)^2} \end{cases} \quad (5.8)$$

unde:

n – numărul de *funcții*

2. Să se transfere costul funcțiilor secundare (auxiliare) către funcțiile principale care le condiționează



În această situație **trebuie corectată** ponderea în **cost** a **funcțiilor principale condiționate/ajutate**, prin **adăugarea părții** care revine **acestora** din **costul** și din **ponderea** în **cost** a **funcțiilor secundare (auxiliare)** conform relației (5.9)

$$p_j^{\otimes} = p_j + p_{js}^{\otimes} \quad (5.9)$$

unde:

p_j – ponderea inițială a **funcției principale** F_j în **costul** produsului

$p_j^{\otimes}$ – noua pondere în **cost** a **funcției** F_j

$p_{js}^{\otimes}$ – partea din ponderea **funcției secundare (auxiliare)** care revine **funcției** F_j

Exemplu :

Becul cu incandescentă are, printre altele, următoarele funcții:

F_1 – "transformă energia electrică în flux luminos";

F_2 – "este fiabil";

F_3 – "transformă energia electrică în căldură"

→ F_1 și F_2 sunt **funcții principale** iar F_3 este **funcție auxiliară** pentru F_1 și F_2

👉 În urma dimensionării economice s-au obținut ponderile:

$$p_1 = 0,25; p_2 = 0,21; p_3 = 0,08$$

👉 Dacă se acceptă că funcția F_3 le ajută pe celelalte două în mod egal, se obțin relațiile (5.10) și (5.11) :

$$p_1^{\otimes} = p_1 + p_{13} = 0,25 + 0,04 = 0,29 \quad (5.10)$$

$$p_2^{\otimes} = p_2 + p_{23} = 0,21 + 0,04 = 0,25 \quad (5.11)$$

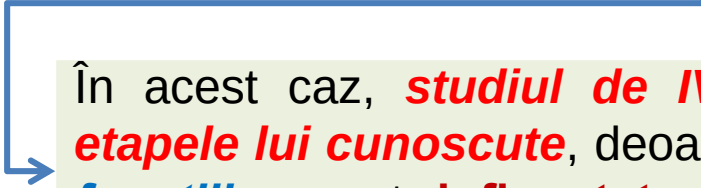
→ Varianta a doua de **analiză sistemică** este cea corectă, pentru că **funcțiile secundare (auxiliare)**, nefiind sesizate de utilizator, **trebuie să-și transfere costul** către **funcțiile principale** care au **utilitate** și sunt **rezultatul direct al cerințelor utilizatorului**

5.3 Caracterul iterativ al IV

 Există situații în care IV **trebuie aplicată de mai multe ori** pentru același obiect (**restrâns** sau **dezvoltat** funcție de direcția de cercetare adoptată)

 Dacă **perfecționarea produsului** se poate realiza **numai prin reproiectarea funcțiilor** în vederea **reducerii costurilor lor**, fără a se **modifica dimensiunile tehnice ale funcțiilor**, atunci **ponderile funcțiilor** în **valoarea de întrebuințare** a produsului **rămân aceleași**.

 Dacă direcția de cercetare a impus **reproiectarea dimensiunilor tehnice ale funcțiilor**, **implicit sunt modificate** și **costurile funcțiilor** respective

 În acest caz, **studiul de IV se repetă în absolut toate etapele lui cunoscute**, deoarece **nivelurile de importanță a funcțiilor** sunt **influențate în mare măsură** de **valorile dimensiunilor tehnice** și trebuie calculate din nou

5.4 Analiza utilitate/cost sau utilitate/pondere în cost

 În literatura din România se întâlnește **analiza sistemică** între q_j și p_j , care poate crea **confuzie** și chiar **erori**

1.

Dacă **analiza** se efectuează pentru **produsul etalon** (în care **utilitățile intrinseci** sunt = 1), **ponderile** q_j au semnificația **utilității funcțiilor**

→ O **altă variantă a produsului** va avea în mod necesar **alte utilități ale funcțiilor**, a căror sumă va fi $\neq 1$

Exemplu : Dublarea utilității produsului

→ Dacă **ponderile** în **cost** rămân determinate în raport cu **costul total**, în **noua variantă** va exista un **dezechilibru prea mare** între cele două dimensiuni ($\sum q_j = 2$; $\sum p_j = 1$) care deformează în mod artificial rezultatul

2.

Dacă **produsul reproiectat** va fi supus ulterior metodologiei IV, se va considera **produs de referință**, ceea ce presupune **reluarea calculelor** de la zero

3.

În metodologia românească există o **inconsecvență** și anume: **suma ponderii funcțiilor în utilitate** nu trebuie să fie egală cu unitatea, în timp ce **suma ponderii în cost** este întotdeauna egală cu unitatea

4.

Utilizarea în metodologie pentru aprecierea **dimensiunii tehnice a funcției** a mărimii Q_j , chiar dacă aceasta **se modifică** de la o variantă la alta de produs, poate genera **confuzie**

De cele mai multe ori se face **greșeala** că pentru **varianta reproiectată** se stabilesc **ponderile în utilitate** printr-un raționament similar cu cel inițial (total greșit!)

Variante posibile de analiză sistemică pentru eliminarea confuziilor

a.

Dreapta de regresie se stabilește între **utilitatea** și **ponderea** în **cost** a fiecărei **funcții**, conform relației (5.12)

$$p_j = b \cdot VI_j \quad \text{cu} \quad VI_j = q_j \cdot u_j \quad (5.12)$$

unde:

q_j – este unic determinat pentru **varianta etalon a produsului**

u_j – **utilitatea intrinsecă a funcției** pentru **soluția concretă** analizată

p_j – **ponderea funcției** în **cost**, pentru **varianta etalon**, calculată prin raportarea la **costul** acestei **variante** astfel încât ($\sum q_j = 1$; $\sum p_j = 1$)

✓ Observații:



Dacă se adaugă o **funcție nouă**, aceasta va primi o **pondere** **prin comparație directă cu cele existente**, astfel încât $\sum q_j \neq 1$

Această **diferență** este **justificată** prin faptul că este vorba de un **alt produs**



Modificarea costului față de **varianta etalon** va conduce, de asemenea, la **modificarea ponderii** în **cost**, implicit $\sum p_j \neq 1$

Sugerează **consecvență** în analiză

b.

După determinarea, pentru **varianta reproiectată**, a **utilității funcțiilor** produsului, precum și a **costului** se pot calcula **ponderile funcțiilor în utilitate** și în **cost**, folosind datele **variantei reproiectate**, conform relațiilor (5.13) și (5.14), astfel încât în orice **variantă (etalon sau reproiectată)**, suma **ponderilor** în **utilitate** și în **cost** rămâne = 1

$$q_{F_j}^1 = \frac{VI_j^1}{\sum VI_j^1} \quad (5.13)$$

$$p_j^1 = \frac{C_{F_j}^1}{\sum C_{F_j}^1} \quad (5.14)$$

5.5 Aspecte particulare ale IV

5.5.1 IV la produse modulate

 Prin **modul** se consideră o **componentă a produsului** care are un **set de funcții** ce o **individualizează** de celelalte **module**, cu excepția **funcțiilor cu caracter general** ("să fie fiabil", "să fie mentenabil" etc.)

În acest caz, IV se poate efectua pe **fiecare modul** sau numai pentru **anumite module** (alese pe baza anumitor criterii ca de exemplu: **costul** / **durata studiului**, importanța **funcțiilor**, **ponderea costului modulului** în **costul produsului** etc.)

5.5.2 IV pe subsisteme

 Metodologia curentă a IV preconizează **direcțiile de modernizare** a unui **obiect**, în urma **identificării funcțiilor critice** prin **analiza sistemică generală**, efectuată la nivelul întregului **obiect**



Aplicarea IV pe **subsisteme** implică parcurgerea următoarelor **etape**:

a. Analiza sistemică globală



Această **etapă** coincide de fapt cu **analiza sistemică globală** specifică **metodologiei tradiționale de IV** și are ca **obiectiv identificarea funcțiilor critice** la nivelul întregului **produs** studiat (P)

Exemplu :



În figura 5.3 se prezintă rezultatul unei **analize sistemice globale** pentru un **produs virtual** (P) format din **4 subansamble**

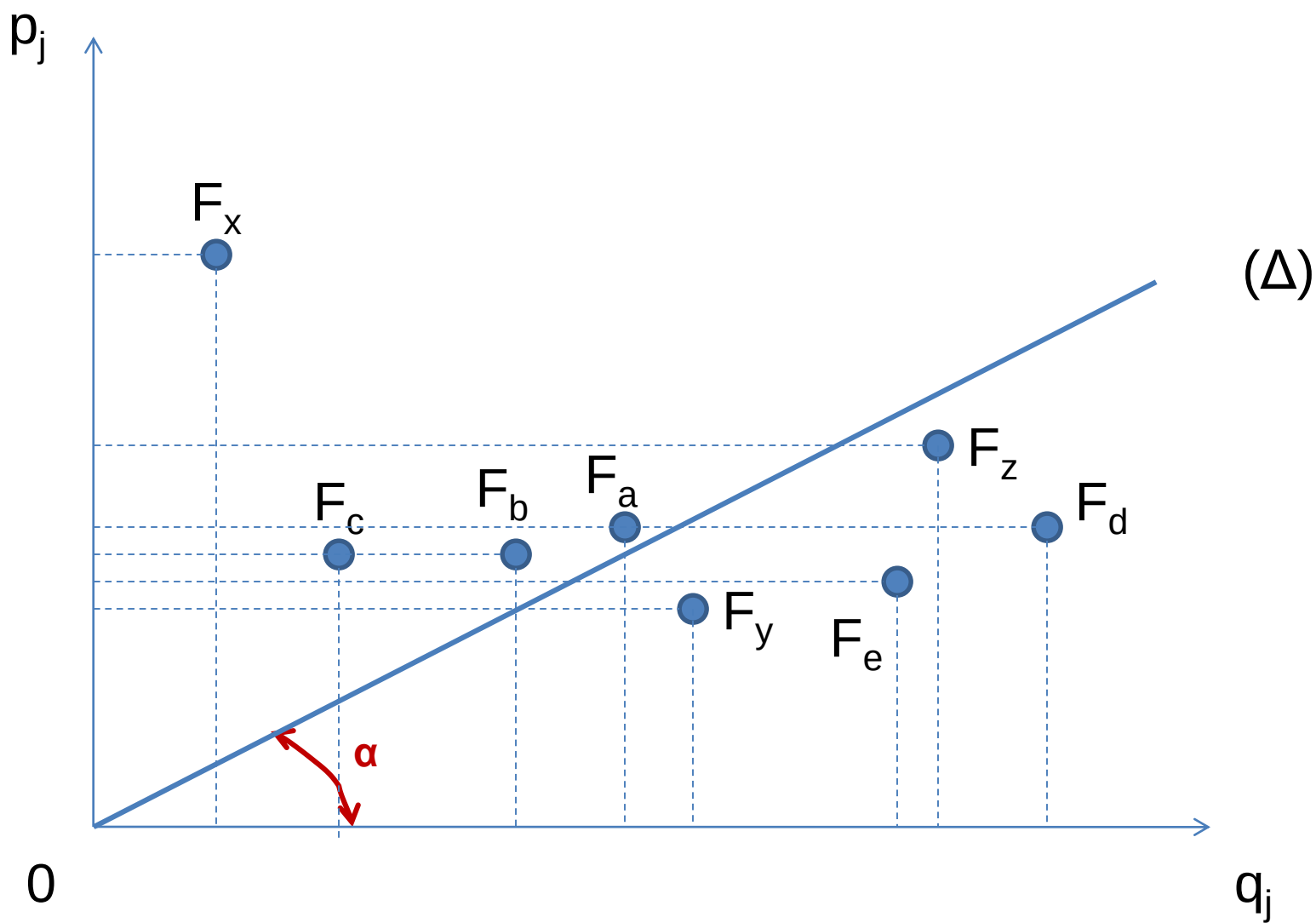


Fig. 5.3 **Analiza sistemică globală** la nivelul **produsului** (P)

✓ *Observații:*

➡ *Funcțiile cele mai critice* la nivelul întregului *produs* (P) sunt, în ordine, F_x și F_c

➡ Deși *funcțiile* F_a și F_b sunt situate *deasupra dreptei de regresie*, se poate accepta într-o primă instanță, că *nu sunt critice* deoarece la fiecare dintre ele *ambele categorii de ponderi* (în cost p_j și în valoarea de întrebuințare – q_j) *sunt apropiate ca valoare*

b. Stabilirea nomenclatorului de funcții pentru fiecare subsistem

➡ Din *nomenclatorul de funcții al întregului produs* (P), se identifică *pentru fiecare subsistem* S_k , doar *funcțiile* F_{jk} la a căror materializare participă

c. Determinarea nivelurilor de importanță pentru funcțiile fiecărui subsistem

➔ Pentru **fiecare funcție** F_{jk} , se determină **nivelul său de importanță** n_{jk} , astfel:

➤ **proporțional cu nivelul de importanță** n_j **stabilit inițial la nivelul întregului produs**

sau

➤ **printr-o nouă ordonare** a **funcțiilor** F_{jk} prin aplicarea unuia dintre procedeele consacrate

d. Calculul ponderilor în valoarea de întrebuințare pentru funcțiile fiecărui subsistem

➔ **Ponderea în valoarea de întrebuințare** a **funcțiilor** F_{jk} se calculează cu relația (5.15).

$$q_{jk} = \frac{n_{jk}}{\sum_j n_{jk}} \quad (5.15)$$

e. Dimensionarea economică a funcțiilor fiecărui subsistem

➔ **Dimensionarea economică** a **funcțiilor** F_{jk} se efectuează pe baza procedurii IV tradiționale și a acloași date inițiale, calculându-se astfel costurile funcțiilor (C_{jk}).

➔ **Ponderea funcțiilor** F_{jk} **în costul fiecărui subsistem** S_k se calculează cu relația (5.16).

$$p_{jk} = \frac{C_{jk}}{\sum_j C_{jk}} \quad (5.16)$$

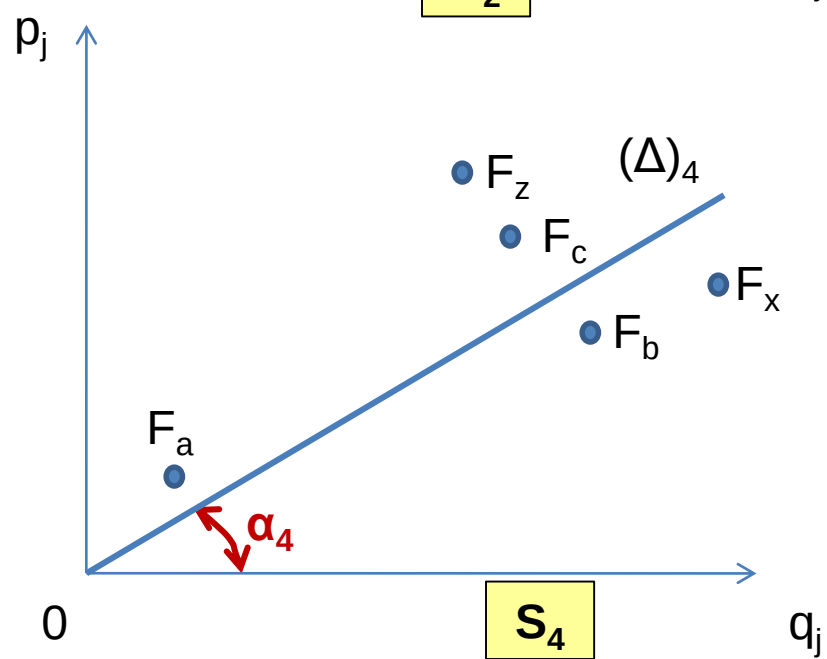
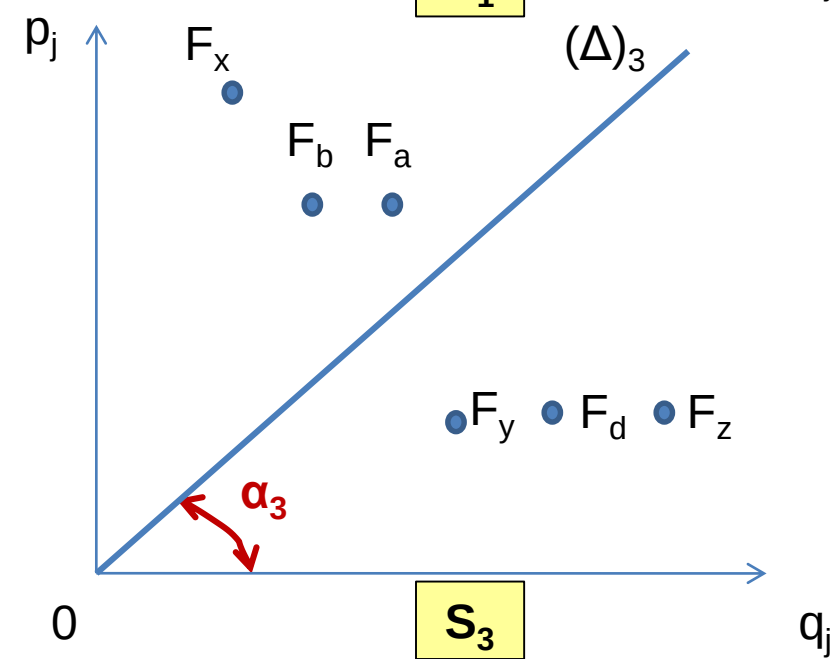
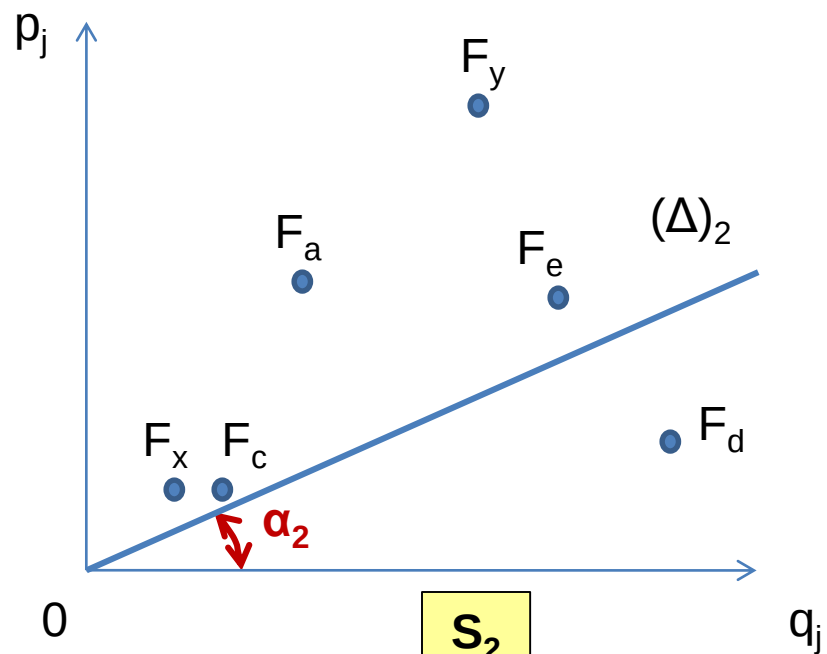
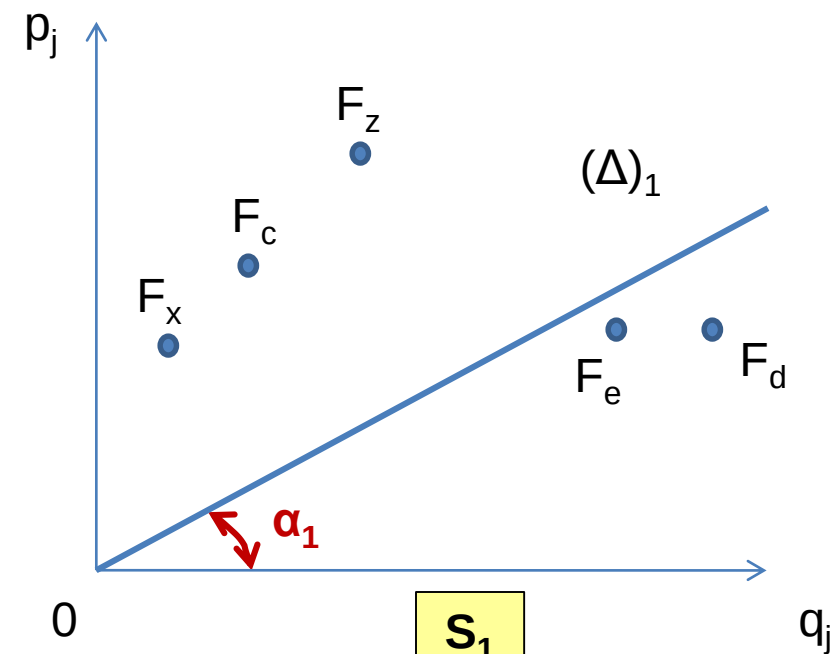
f. Analiza sistemică la nivelul fiecărui subsistem

➡ Pentru efectuarea analizei sistemice la nivelul fiecărui subsistem, **se calculează mai întâi coeficienții unghiulari ai dreptelor de regresie** (Δ_k) pentru fiecare subsistem S_k , folosind relația (5.17) din care rezultă relația (5.18)

$$b_k = \frac{\sum_j q_{jk} \cdot p_{jk}}{\sum_j q_{jk}^2} \quad (5.17)$$

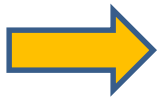
$$\alpha_k = \arctg(b_k) \quad (5.18)$$

Fig. 5.4 **Analiza sistemică** la nivelul *fiecărui subsistem* (S_k)





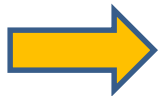
Pe baza analizei sistemice la nivelul subsistemelor S_1 , S_2 , S_3 și S_4 , din figura 5.4, se constată următoarele:



Contribuția fiecărui subsistem la generarea **funcțiilor critice** la nivelul întregului produs (P)

✓ **funcția** F_x este determinată, în ordinea contribuției lor, de subsistemele S_3 , S_1 și S_2 ;

✓ **funcția** F_c este determinată în primul rând de subsistemul S_1 și într-o mică măsură de subsistemele S_2 și S_4



Funcțiile critice la nivel de subsisteme, neidentificate inițial ca **funcții critice** la nivelul întregului produs (P)

- ✓ la nivelul subsistemului S_1 , **funcția** F_z este **funcția cea mai critică**, deși la nivelul produsului (P) nu ridică inițial nicio problemă;
- ✓ într-o situație similară se mai află **funcțiile** F_y și F_a , la nivelul subsistemului S_2 , respectiv funcțiile F_a și F_b , la nivelul subsistemului S_3 ;
- ✓ referitor la **funcțiile** F_a și F_b , se poate concluziona că într-o primă instanță nu au fost considerate ca fiind **critice** la nivelul întregului produs (P) datorită efectului de compensare realizat de subsistemul S_4 .

5.5.3 IV în trepte

☞ ... constituie o **dezvoltare a metodologiei tradiționale de IV** și are ca **obiectiv aprofundarea studiului** prin orientarea cercetărilor către **redimensionarea organologică sau tehnologică**

Pentru aceasta, **analiza sistemică globală** poate fi realizată ulterior pe cele două elemente fundamentale ale **costurilor funcțiilor** – cheltuieli materiale (C_{mj}) și cheltuieli salariale (C_{sj}), parcurgând următoarele etape:

a. Stabilirea cheltuielilor materiale și salariale pentru fiecare funcție

$$C_j = C_{mj} + C_{sj} \quad (5.19)$$

unde:

C_j – **costul total** al unei **funcții** F_j ;

C_{mj} – **cheltuieli materiale** specifice **funcției** F_j ;

C_{sj} – **cheltuieli salariale** specifice **funcției** F_j .

b. Calculul ponderilor funcțiilor în costul produsului, separat, pentru cheltuielile materiale și salariale

$$p_{mj} = \frac{C_{mj}}{\sum_j C_{mj}} \quad (5.20)$$

$$p_{sj} = \frac{C_{sj}}{\sum_j C_{sj}} \quad (5.21)$$

c. Analiza sistemică pentru fiecare din cele două categorii de cheltuieli

 ...se calculează mai întâi **coeficienții unghiulari ai dreptelor de regresie** (Δ_m) și (Δ_s) cu relațiile (5.22) și (5.23):

$$b_m = \frac{\sum_j q_j \cdot p_{mj}}{\sum_j q_j^2} \quad (5.22)$$

$$b_s = \frac{\sum_j q_j \cdot p_{sj}}{\sum_j q_j^2} \quad (5.23)$$

unde:

q_j – ponderea **funcției** F_j în valoarea de întrebuințare a produsului

Din relațiile (5.22) și (5.23) rezultă:

$$\alpha_m = \operatorname{arctg} b_m \quad (5.24)$$

$$\alpha_s = \operatorname{arctg} b_s \quad (5.25)$$



Se consideră exemplul din figura 5.5, constatându-se următoarele la nivelul întregului produs (P):

✓ **funcția** F_x este **critică** datorită ambelor cauze: atât **cheltuielilor materiale** cât și celor **salariale**

✓ **funcția** F_c este critică numai datorită **cheltuielilor materiale**

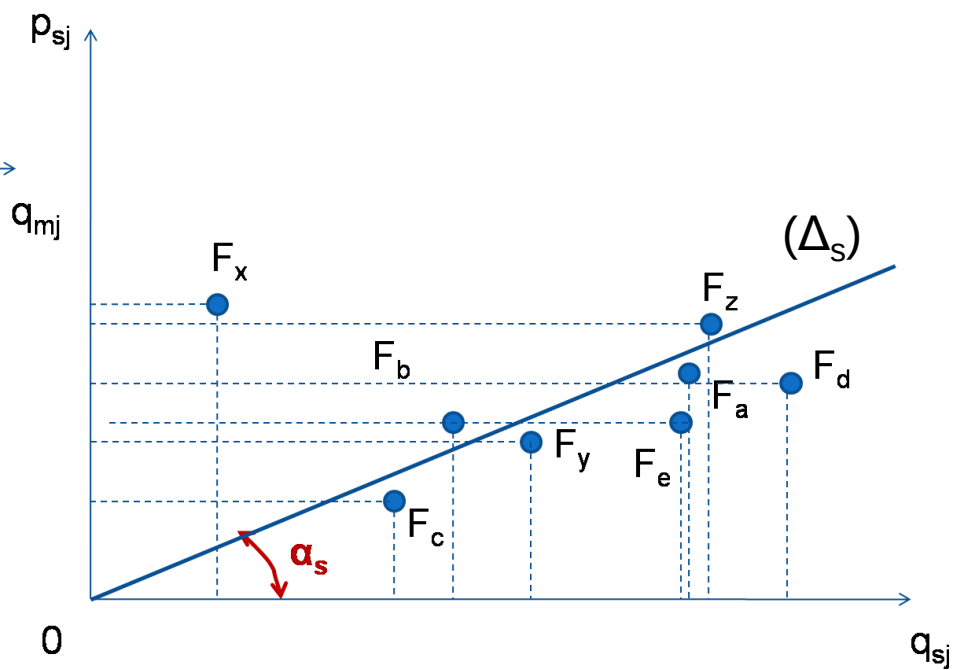
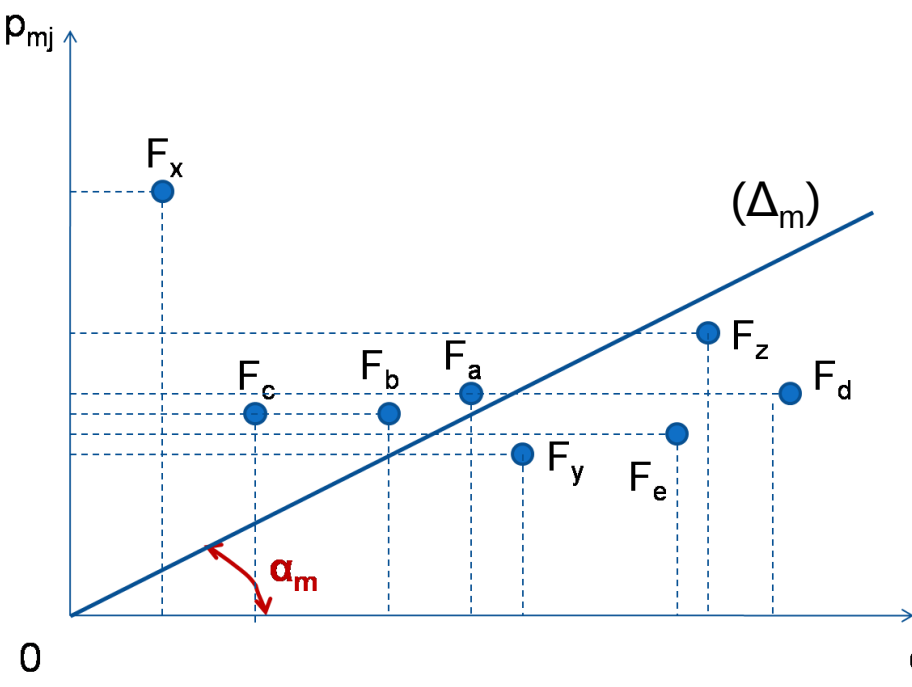


Fig. 5.5 **Analiza sistemică** la nivelul **cheltuielilor materiale** și a **cheltuielilor salariale**

5.5.4 Analiza sistemică pe elemente de cost



Pornind de la sugestia făcută de Niculae și Ciobanu (1991) de a se efectua analiza sistemică atât pentru costul global cât și pe cele două componente ale sale, materiale și manoperă, Condurache (1991) propune o generalizare.



Astfel, dacă se notează C_{ij} costul cu care resursa R_i (materiale, energie, manoperă, cheltuieli generale) participă la realizarea costului funcției F_j , se determină ponderea fiecărui tip de resursă în costul funcției, conform relației (5.26)

$$p_{ij} = \frac{C_{ij}}{C} \quad (5.26)$$

- Costul funcției F_j este dat în relația (5.27)

$$C_{F_j} = \sum_i c_{ij} = c \sum_i p_{ij} \quad (5.27)$$

- Ponderea funcției F_j în costul total este dată în relația (5.28)

$$p_j = \frac{C_{F_j}}{c} = \sum_i p_{ij} \quad (5.28)$$

- Formula din relația (5.1) a dreptei de regresie devine conform relației (5.29)

$$p_j = a \cdot U_j = \sum_i p_{ij} = \frac{\sum p_j \cdot U_j^2}{\sum U_j^2} = \frac{(\sum \sum p_{ij} \cdot U_j^2)}{\sum U_j^2} = U_j \cdot \sum a_i \quad (5.29)$$

Unde a_i din relația (5.30) este panta dreptei de regresie a dependenței dintre costul resursei R_i și utilitatea funcției F_j din relația (5.31)

$$a_i = \frac{\sum p_{ij} \cdot U_j}{\sum U_j^2} \quad (5.30)$$

$$k_{ij} = U_j \cdot a_i \quad (5.31)$$

În tabelul 5.2 sunt prezentate rezultatele unui exemplu-test obținute prin analiza sistemică pe elemente de cost

Tab. 5.2

Resurse	Cost	F_1	F_2	F_3	F_4
Materiale	200	50	50	25	75
Manoperă	300	25	50	75	150
Energie	250	50	25	100	75
Cheltuieli generale	250	75	75	50	50
TOTAL	1000	200	200	250	350
Pondere în utilitate	1	0,1	0,2	0,3	0,4
Preț	1500	150	300	450	600
Pondere în cost	1	0,2	0,2	0,25	0,35
p_j^1	0,2	0,05	0,05	0,025	0,075
p_j^2	0,3	0,025	0,05	0,075	0,15
p_j^3	0,25	0,05	0,025	0,1	0,075
p_j^4	0,25	0,075	0,075	0,05	0,05



Analiza rezultatelor din exemplul precedent conduce la următoarele **concluzii cu valabilitate generală**:

- ✓ Încadrarea **funcțiilor** în **supradimensionate** sau **bine dimensionate** din punct de vedere **economic** se poate realiza pentru fiecare resursă în parte.
- ✓ O **funcție** poate să fie **bine dimensionată** în ceea ce privește o **anume resursă** dar **supradimensionată** în privința **altor resurse**.
- ✓ Analiza se poate limita la o singură resursă

5.5.5 Analiza energetică a valorii

- Se notează cu p_{ij} **ponderea** *fiecărei categorii de cheltuieli (resurse)* în realizarea **funcției**, adică *dimensiunea economică a funcției* pentru **resursa** respectivă, conform relației (5.32).

$$p_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_j c_{ij}} = \frac{c_{ij}}{c_i} \quad (5.32)$$

- Analiza proporționalității dintre dimensiunea Q_{ij} și utilitatea funcției conduce la dreapta de regresie din relația (5.33)

$$p_{ij} = b_i \cdot U_j \quad (5.33)$$

Unde:

$$b_i = \frac{\sum_j U_j \cdot p_{ij}}{\sum_j U_j^2} = \frac{\sum_j U_j \cdot c_{ij}}{c_i \cdot \sum_j U_j^2} \quad (5.34)$$

Dar:

$$a_j = \frac{\sum_i p_{ij}}{\sum_j U_j^2} = \frac{\sum_i c_{ij} \cdot U_j}{c \cdot \sum_j U_j^2} \quad (5.35)$$

Rezultă:

$$\frac{a_i}{b_i} = \frac{c_i}{c} = r_i \quad (5.36)$$

Unde r_i reprezintă ponderea resursei R_i în costul total al produsului

✓ **Observații:**

- ✓ Spre deosebire de **prima analiză, în care panta dreptei de regresie se obține prin însumarea pantelor corespunzătoare fiecărei resurse, a doua analiză este independentă**, concluziile având însă un **grad de generalitate mai redus**.
- ✓ **Conținutul energetic** al unui **produs**, **proces**, **activitate** include **energia înglobată în toate fazele de realizare și utilizare a acestuia** (de la materia primă la produsul finit aflat în exploatare).
 - există produse care se fabrică din materiale cu conținut energetic redus dar a căror realizare necesită un consum mare de energie.
 - există produse care se realizează cu un consum energetic redus dar necesită un consum mare de energie în exploatare.

✓ **Conținutul energetic** al unui **produs** poate fi redat conform relației 5.37

$$E = E_{MP} + E_{MF} + E_{PT} + E_U \quad (5.37)$$

Unde:

- ❖ E_{MP} – energia încorporată în materiile prime
- ❖ E_{MF} – energia încorporată în mijloacele fixe, participante la realizarea produsului
- ❖ E_{PT} – energia primară, corespunzătoare energiei consumate în întreprindere pentru realizarea produsului
- ❖ E_U – energia consumată de produs în perioada exploatării sale

- ✓ Pentru determinarea **conținutului energetic** al unui **produs** sunt **necesare informații complexe** privind procesele energetice din amonte și din aval de producător.
- ✓ Ideea **ingineriei energetice a valorii** este de a pune față în față **utilitatea funcțiilor produsului** cu **conținutul energetic** al **acestora**.
- ✓ **Dimensiunea energetică a funcției** sau **conținutul energetic** al **funcției** reprezintă **cantitatea de energie consumată** pentru **funcție**, respectiv **ponderea funcției** în **conținutul energetic**.
- ✓ Dacă se cunosc **ponderile** p_{ij} ale **costului reperului (operației)** R_i pentru **funcția** F_j și **conținutul energetic** W_i al reperului (operației), atunci se poate determina participarea acestui reper la **dimensiunea energetică a funcției** conform relației 5.38

$$W_{ij} = W_i \cdot p_{ij} \quad (\text{kWh/funcție}) \quad (5.38)$$

- Rezultă **conținutul energetic** al **funcției** F_j , conform relației 5.39

$$W_i = \sum_j W_{ij} \quad (\text{kWh/funcție}) \quad (5.39)$$

- Respectiv rezultă **ponderea funcției** F_j în **conținutul energetic** al **produsului**, conform relației 5.40

$$w_j = \frac{W_j}{\sum_j W_j} = \frac{\sum_i W_i \cdot p_{ij}}{\sum_i \sum_j W_i \cdot p_{ij}} \quad (5.40)$$

- ✓ Analiza sistemică, utilizând dreapta de regresie din relația 5.41, conduce la următoarele concluzii:

$$W_j = \alpha \cdot U_j \quad (5.41)$$

- ❖ **Funcțiile supradimensionate** din punct de vedere energetic sunt acele pentru care **se consumă prea multă energie în raport cu utilitatea lor**.
 - asupra acestor funcții va fi necesară **o acțiune de reducere a consumului de energie**
 - acțiunile **nu** vor fi îndreptate **obligatoriu spre ieftinirea unor repere** ci **spre reducerea energiei încorporate**
- ❖ Dacă o astfel de analiză intră în **contradicție cu analiza globală, pe costuri**, se pot utiliza **metodele analizei multicriteriale** pentru **determinarea priorităților** în **îmbunătățirea soluției constructive**
- ❖ **Dimensiunea energetică a funcțiilor produsului** are un **avantaj** în raport cu **dimensiunea economică** și anume că **nu are ca intermediar prețul**, care variază de la o etapă la alta, înglobând și alte elemente decât cele de substanță

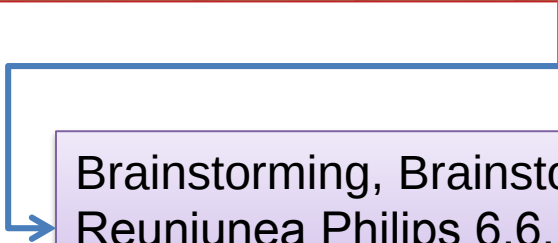
CAP. VI RECONCEPEREA ȘI EVALUAREA SOLUȚIILOR ÎN STUDIILE DE ÎNGINERIA VALORII

6.1 Tehnici și metode de creativitate aplicate în IV

- ➔ **Nevoia de inovare** este **esențială** pentru bunul mers al unei firme. Pentru a aborda **inovarea**, trebuie, cel mai adesea, pornit de la prima etapă, cea de **creativitate**. Dar **creativitatea** presupune **oameni creativi**, iar aceștia nu sunt chiar așa ușor de găsit. Doar 2 % din oameni sunt **foarte creativi** și, cu greu, atingem 15 % pentru oamenii cu **creativitate**.
- ➔ Pentru a rezolva această problemă, s-au pus la punct **tehnici și metode de creativitate**. Este vorba de tehnici care să permită unor **oameni normali** să obțină rezultate apropiate celor **creativi**.
- ➔ **Tehnicile și metodele de creativitate** se utilizează atunci când trebuie găsite **idei noi** sau **rezolvate probleme** dintre cele mai diverse care apar la nivelul firmei sau chiar a unui subsistem al acesteia, cum ar fi: **costuri, materii prime, produse**, diverse **dificultăți**



Pentru găsirea de **idei noi**, se apelează cel mai frecvent la următoarele metode:



Brainstorming, Brainstorming regizat – varianta "open", Reuniunea Philips 6.6, Sinectică, Analiză morfologică, Brainwriting 6-3-5, Liste de întrebări, Cutia de sugestii etc.



Pentru **rezolvarea problemelor**, se apelează la:

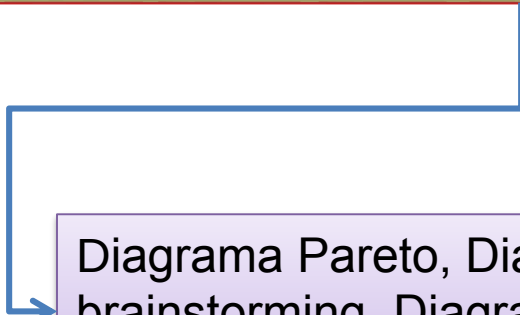


Diagrama Pareto, Diagrama Ishikawa, Sinectică, brainstorming, Diagrama "why-why", Mind Mapping, Analiză SWOT, Cutia de sugestii etc.

 O altă clasificare a **tehnichilor și metodelor de creativitate**, interesantă din punct de vedere practic, le împarte în **tehnici și metode de creativitate individuală** și **tehnici și metode de creativitate în grup**

✓ **Observații**

 Cele mai fructuoase sunt **tehnicele și metodele de creativitate în grup**, explicația stă, din nou, în **definiția creativității**: **capacitatea de a identifica noi legături între elemente (obiecte, evenimente, legi) aparent fără legătură între ele**. Un grup de oameni, fiecare din ei o **entitate**, va aduce **elemente noi** și tot ce trebuie făcut este să se aplice o **sumă de reguli** care să permită **identificarea legăturilor dintre ele**

 Cam toate metodele parcurg, într-un fel sau altul, **aceeași succesiune de pași**

I. Prelucrarea problemei (Pick a Problem)

→ într-un sens foarte larg, pornind de la **definirea acesteia**, continuând cu **identificarea aspectelor critice** pe care le conține și terminând cu **obiectivele urmărite**

II. Culegerea de informații (Get Knowledge)

→ cu privire la: **elemente cunoscute, elemente noi, studii elaborate și experimentate efectuate asupra problemei, date furnizate de diferiți specialiști** etc; toate aceste informații urmând să formeze eventual **conținutul unui material scris**

III. Ordonarea informațiilor (Organize Knowledge)

prin punerea acestora într-o **formă inteligibilă, ușor detectabilă**: **sortare, grupare, notare**

IV. Rafinarea informațiilor (Refine Knowledge)

prin **stabilirea de relații** între acestea, **similitudini** și **diferențe**, **analogii**, **raporturi cauze-efecte**, **combinații între informații**, **modele pe baza informațiilor**. În acest scop se pun diverse **întrebări stimulative**.

V. „Digerarea” informațiilor (Digest Knowledge)

ca fază de **“incubare” deliberată**, prin **renunțarea la abordarea conștientă** și **“punerea la lucru” a subconștientului**, **relaxarea voită**, **discutarea altor probleme**, **recurgerea la jocuri de divertisment** etc, urmărindu-se o **reîmprospătare a minții**

VI. Producerea de idei (Produce Ideas)

prin *concentrare din nou asupra problemei*, urmată de o *emisie liberă a ideilor de rezolvare a problemei* și *simpla notare a acestora*, **fără nicio evaluare critică**. Obiectul constă în *conceperea a cât mai multor alternative*, într-o **formă brută, necenzurată**

VII. Prelucrarea ideilor (Rework Ideas)

printr-o **examinare critică obiectivă**, *evidențierea defectelor*, *comparare*, *refacere*, *îmbunătățire*, *testare*

VIII. Aplicarea ideilor (Put Ideas to Work)

în sensul “**vinderii**” acestor după ce au fost **aprobate și acceptate** de cei interesați, scop în care **se elaborează un program de valorificare cuprinzând timpii alocați, colaborări necesare, publicitate** și alte acțiuni

IX. Repetarea procesului (Repeat the Process)

până ce devine o **obișnuință naturală**; constituie o **fază complementară** având **rolul și semnificația formării unui veritabil comportament în raport cu problemele care reclamă o rezolvare creativă**

✓ Observații

- ➡ fazele I-IV corespund cu “**pregătirea**”
- ➡ fazele V și VI sunt rezervate “**incubării**” și “**iluminării**”
- ➡ fazele VII și VIII intră în conținutul “**verificării**”



Tehnicile și metodele de creativitate de grup sunt cele ce dau rezultatele cele mai fructuoase

Argumente

se obține ***suma ideilor tuturor participanților***;
ideile unora sunt ***generate sau îmbogățite*** de ideile celorlalți;
activitatea de grup ***stimulează creația de idei***.

Condiții absolut necesare

lipsa oricărei ***cenzuri*** sau ***autocenzuri*** asupra ideilor emise;
eliminarea ori cărei ***atitudini negative*** sau ***negativiste***;
încercarea tuturor de ***a îmbunătăți ideile emise*** de ceilalți.

 Etapele tratării unei **probleme** prin **tehnici și metode de creativitate de grup**

1. **identificarea** unei **probleme** ce trebuie rezolvată
2. **creerea** unui grup
3. ***analiza și diagnosticul** situației existente
4. ***căutarea cauzelor** ce au condus la apariția **problemei**
5. ***ierarhizarea cauzelor**
6. ***căutarea soluțiilor**, prin **generarea de cât mai multe idei noi**
7. **trierea ideilor emise**, după criterii bine stabilite
8. **experimentare, analizare rezultate, decizie finală**

etapele notate cu * se realizează prin activitate de grup

6.2 Analiza morfologică



Metoda (analiza) morfologică a fost elaborată de dr. Fritz Zwicky (1942) de la California Institute of Technology și constă în **obținerea** și **analiza** unui **număr foarte mare de obiecte** prin **combinarea elementelor constitutive** ale **acestora**.

- **Produsele industriale** sunt constituite din mai multe **sisteme formatoare** S_i care pot fi concepute în mai multe **variante** S_{ij} (vezi tabelul 6.1).
- **Combinarea de tip morfologic** a tuturor **variantelor elementelor formatoare** conduce la determinarea unui număr mare **de soluții constructive** N_v .
- Pentru datele din tabelul 6.1, numărul de **variante constructive posibile** ale **obiectului** respectiv va fi:

$$N_v = 4 \times 6 \times 3 \times 4 = 288$$

Tab. 6.1

Sisteme formatoare	Variante ale sistemelor formatoare					
S_1	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}		
S_2	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}	S_{25}	S_{26}
S_3	S_{31}	S_{32}	S_{33}			
S_4	S_{41}	S_{42}	S_{43}	S_{44}		

✓ Concluzii:

- O serie de ***soluții constructive*** vor fi **incompatibile**, care vor fi evident înlăturate
- O ***altă serie de soluții*** nu vor prezenta noutate față de nivelul actual al tehnicii
- ***Alte soluții*** nu pot fi realizate de tehnologia existentă în acest moment
- Un ***număr suficient de mare de soluții utile*** pot fi realizabile, dintre acestea vor fi eliminate cele nu prezintă eficiență economică sau care nu sunt necesare pe piață

6.3 Calculul nivelului relativ de performanță tehnico-economică al unui produs

 Prin **Nivel relativ al performanțelor tehnico-economice (NTE)** se înțelege un **indicator numeric global** care arată de câte ori un produs este mai performant decât alt produs considerat de referință.

 Se analizează toate elementele ce caracterizează **însușirile tehnice** și **costurile de producție**

 În situația în care costurile produselor comparate sunt egale, se face numai analiza din punct de vedere al performanțelor tehnice, obținându-se **nivelul relativ de performanță tehnică (NT)**.

Se compară



- produse asemănătoare interschimbabile (sau numai funcțiile lor)
- un produs în faza de concepție cu un produs existent pe piață
- două produse asemănătoare (sau funcții ale acestora) care se află în faza de concepție
- produse existente pe piață

➡ Nivelul tehnic relativ al performanțelor tehnico-economice (NTE) a două produse comparabile se definește ca *raportul valorilor specifice ale celor două produse* (1 și 2), conform relației (6.2).

$$NTE = \frac{VS_2}{VS_1} \quad (6.2)$$

Unde VS reprezintă *valoarea specifică la nivel de produs* (relația 6.3)

$$VS = \frac{VI}{CP} \quad (6.3)$$

6.4 Calculul nivelului relativ de performanță tehnico-economică a unei funcții

 Nivelul tehnic relativ al performanțelor tehnico-economice (NTE) **a două funcții** se definește ca **raportul valorilor specifice ale celor două funcții** (1 și 2), conform relației (6.4).

$$\text{n}te_j = \frac{VS_{j2}}{VS_{j1}} \quad (6.4)$$

Unde VS_j reprezintă **valoarea specifică la nivel de funcție** (relația 6.5)

$$VS_j = \frac{vi_j}{C_j} \quad (6.5)$$

➡ Valoarea de întrebuințare V_{ij} a unei funcții F_j , conform relației (6.6), este direct proporțională cu dimensiunea ei tehnică d_j .

$$v_{ij} \equiv d_j \quad (6.6)$$

➡ Valoarea specifică VS_j se poate exprima prin d_j și va avea un sens fizic, fiind măsurabilă (relația 6.7).

$$VS_j = \frac{d_j}{C_j} \quad (6.7)$$

➡ Funcția F_j a unui produs notat cu (2) va fi superioară funcției F_j a unui produs notat cu (1), dacă și numai dacă $VS_{j2} > VS_{j1}$, adică $nte_j > 1$

➡ Ordinul de mărime al performanței se poate afla din relația (6.8).

$$nte_j = \frac{VS_{j2}}{VS_{j1}} = \frac{\frac{d_{j2}}{C_{j2}}}{\frac{d_{j1}}{C_{j1}}} = \frac{d_{j2}}{d_{j1}} \cdot \frac{C_{j1}}{C_{j2}} \quad (6.8).$$

➡ Pot exista situații de superioritate evidentă:

✓ $d_{j2} > d_{j1}$; $C_{j2} < C_{j1}$ caz în care $F_{j2} > F_{j1}$

✓ $d_{j2} < d_{j1}$; $C_{j2} > C_{j1}$ caz în care $F_{j2} < F_{j1}$

6.5 Calculul nivelului relativ de performanță tehnico-economică al unui produs nou

 Rezultatul aplicării metodelor AV sau IV este **fie realizarea unui produs modernizat fie realizare unui produs complet nou**, indiferent de calea și metodele utilizate pentru perfecționarea unui produs (reproiectare organologică, adăugare sau eliminare de funcții, aplicarea unor brevete de invenție etc.).

 În final trebuie evaluat **nivelul de performanță al noului produs** notat cu (2) comparativ cu un **alt produs similar existent** notat cu (1) și considerat ca element de referință.

 Evaluarea **nivelului de performanță al noului produs** se poate face prin:

- **Nivelul relativ de performanță tehnică (NT)**
- **Nivelul relativ de performanță tehnico-economică (NTE)**



Nivelul relativ de performanță tehnică (NT) se determină atunci când **costurile celor două produse sunt egale** ($CP_1 = CP_2$) și valorile **dimensiunilor tehnice sunt diferite** ($DT_{1j} \neq DT_{2j}$).



Există două relații de calcul care conduc la rezultate sensibil apropiate, conform relațiilor (6.9) și (6.10).

$$NT_1 = \sum \left(\frac{DT_{2j}}{DT_{1j}} \cdot q_j \right) = A \quad (6.9)$$

Unde:

DT_{1j} - dimensiunile tehnice ale funcțiilor produsului de referință

DT_{2j} - dimensiunile tehnice ale funcțiilor noului produs

q_j – ponderile funcțiilor în valoarea de întrebuințare a produsului

$$NT_2 = \prod \left(\frac{D_{2k}}{D_{1k}} \right)^{q_k} \cdot \prod \left(\frac{d_{1h}}{d_{2h}} \right)^{q_h} = A \quad (6.10)$$

Unde:

D_k – submulțimea funcțiilor ale căror dimensiuni tehnice este rațional să fie cât mai mari

d_h – submulțimea funcțiilor ale căror dimensiuni tehnice este rațional să fie cât mai mici

q_k și q_h – ponderile funcțiilor respective în valoarea de întrebuințare a produsului

$$\sum q_k + \sum q_h = 1$$

Există trei posibilități:

- $D_{2k} > D_{1k}$, oricare ar fi k și $d_{2h} < d_{1h}$, oricare ar fi h , caz în care produsul nou (2) este superior produsului de referință (1).
- $D_{2k} < D_{1k}$, oricare ar fi k și $d_{2h} > d_{1h}$, oricare ar fi h , caz în care produsul nou (2) este inferior produsului de referință (1).
- $D_{2k} < > D_{1k}$, oricare ar fi k și $d_{2h} < > d_{1h}$, oricare ar fi h , caz în care nu se știe care din produse este mai performant.

 Performanța unui produs poate fi apreciată și **din punct de vedere economic**, prin **raportul costurilor** conform relației (6.11).

$$\frac{CP_1}{CP_2} = B \quad (6.11)$$

➡ Dacă relației (6.9) se adaugă **raportul costurilor** celor două produse din relația (6.11), se obține **nivelul relativ de performanță tehnico-economică** conform relației (6.12).

$$NTE_1 = \sum \left(\frac{DT_{2j}}{DT_{1j}} \cdot q_j \right) \cdot \frac{CP_1}{CP_2} = A \cdot B \quad (6.12)$$

➡ Dacă relației (6.10) se adaugă **raportul costurilor** celor două produse din relația (6.11), se obține **nivelul relativ de performanță tehnico-economică** conform relației (6.13).

$$NTE_2 = \prod \left(\frac{D_{2k}}{D_{1k}} \right)^{q_k} \cdot \prod \left(\frac{d_{1h}}{d_{2h}} \right)^{q_h} \cdot \frac{CP_1}{CP_2} = A \cdot B \quad (6.13)$$

➤ Dacă $NTE > 1$, rezultă că produsul nou (2) este superior produsului de referință (1), dar este posibil ca $NTE > 1$ să nu fie relevant dacă $NT < 1$.

6.6 Evaluarea soluțiilor constructive ale produsului prin prisma IV



În urma reconceperii produsului se pot obține una sau mai multe soluții constructive, punându-se problema **determinării soluției celei mai bune** prin prisma conceptelor IV.



Conform principiului proporționalității, soluțiile constructive trebuie să conducă la o **sumă cât mai mică a disproporțiilor** (relația 6.14).

$$S = \sum (p_j - bq_j) \rightarrow \min \quad (6.14)$$



Conform principiului maximizării raportului dintre utilitate și cost, soluțiile constructive trebuie să conducă la o **valoare cât mai mare a raportului R** (relația 6.15).

$$R = \frac{U}{C} \rightarrow \max \quad (6.15)$$



Mărirea raportului din relația 6.15 poate fi realizată din punct de vedere matematic în 5 moduri distincte:

- 1. creșterea numărătorului mai mult decât a numitorului**
- 2. creșterea numărătorului și păstrarea constantă a numitorului**
- 3. creșterea numărătorului și micșorarea numitorului**
- 4. păstrarea constantă a numărătorului și micșorarea numitorului**
- 5. micșorarea numitorului mai repede decât a numitorului**



Dacă aceste acțiuni se aplică unei funcții supradimensionate din punct de vedere economic, aceste soluții sunt prezentate în figura 6.1

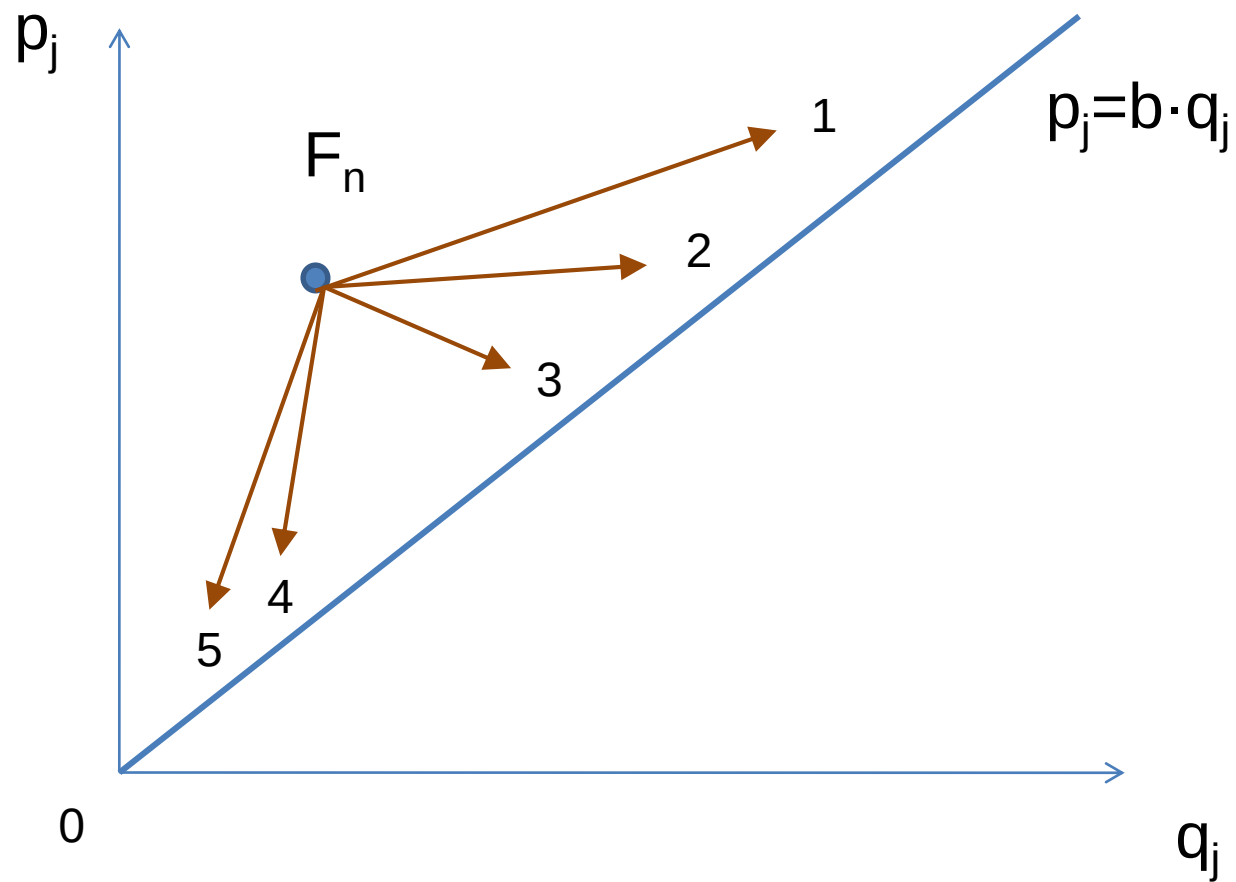


Fig. 6.1 Soluții de reconcepere a produsului



Din punct de vedere tehnic, cele 5 soluții prezentate anterior constau din următoarele:

1. **Creșterea utilității (valorii de întrebuințare sau performanței) mai repede decât a costului** (sunt soluții ale progresului tehnic când performanța crește odată cu creșterea costului).
2. **Creșterea utilității și păstrarea constantă a costului** (sunt soluții care din punct de vedere tehnic apar doar întâmplător).
3. **Creșterea utilității** concomitent cu **reducerea costului** (sunt soluții care din punct de vedere tehnic apar foarte rar dar nu sunt excluse).
4. **Menținerea utilității și reducerea costului** (este soluția prin care se reduc supradimensionările tehnice fără a diminua utilitatea)
5. **Reducerea utilității** mai încet decât a costului (este soluția prin care L. Miles a descoperit metoda)



Pe baza celor **două principii** se poate realiza un algoritm de evaluare a soluțiilor, propriu IV, potrivit căruia, **o soluție este mai bună decât alta** dacă **raportul utilitate / cost este mai mare** și **valoarea S este mai mică**.



În cazul în care prima condiție este îndeplinită și a doua nu, **soluția** care are **raportul utilitate / cost maxim** este considerată cea mai **bună** (poate fi însă îmbunătățită).



Evaluarea soluțiilor constructive ale unui produs presupune în afara acestor metode și **utilizare analizei multicriteriale și aprecierea eficienței economice a acțiunii de modificare a soluției originale** (necesită **efort investițional care trebuie recuperat** din efectele modernizării produsului materializate în **profituri suplimentare** sau **economii la costuri**).

CAP. VII ANALIZA MARGINALĂ A VALORII



Analiza marginală a valorii reprezintă o **altă posibilitate de evaluare a soluțiilor constructive** obținute prin aplicarea conceptelor IV la reprojectarea produselor



Conform teoriei analizei marginale, strategia de profit maxim a firmei constă în maximizarea funcției profit, conform relației (7.1).
(Profit = Venit – Cost).

$$Pr = V - C = \max \quad (7.1)$$



Acest deziderat se obține prin egalarea cu "0" a derivatei de ordinul "1" a profitului în raport cu cantitatea de produse realizate (vândute), conform relației (7.2)

$$\frac{dP_r}{dq} = 0 \Rightarrow \frac{dV}{dq} = \frac{dC}{dq} \quad (7.2)$$



Adică, **venitul marginal = costul marginal**

➡ Privită prin prisma utilizatorului, analiza marginală conduce la un rezultat asemănător, conform relației (7.3).

$$\frac{dU}{dq} = \frac{dV}{dq} \quad (7.3)$$

➡ Adică, **utilitatea marginală = venitul marginal**

Egalând relațiile (7.2) și (7.3) se obține relația (7.4):

$$\frac{dU}{dq} = \frac{dV}{dq} = \frac{dC}{dq} \quad (7.4)$$

Deci apare egalitatea din relația (7.5)

$$\frac{dU}{dq} = \frac{dC}{dq} \quad (7.5)$$

➡ Dacă analiza marginală se face în legătură cu cantitățile de produse, **soluția optimă pentru producător și utilizator** este dată de **egalitatea sporului de utilitate** cu cea a **sporului de cost de producție**

7.1 Analiza marginală a utilităților funcțiilor

→ Fie un produs care are două **funcții** F_1 și F_2 .

→ **Utilitatea produsului** este egală cu **suma utilităților** celor două **funcții** (relația 7.6).

$$U = U_1 + U_2 \quad (7.6)$$

→ **Costul produsului** este egal cu **suma costurilor** celor două **funcții** (relația 7.7).

$$C = CF_1 + CF_2 \quad (7.7)$$

➡ Dacă atât **utilitățile** cât și **costurile** celor două **funcții** sunt **variabile dependente, de exemplu de dimensiunea lor tehnică**, **soluția optimă** se obține din condiția dată în relația (7.8).

$$\frac{\frac{dU}{dx_1}}{\frac{dU}{dx_2}} = \frac{\frac{dC}{dx_1}}{\frac{dC}{dx_2}} \quad (7.8)$$

➡ Relația (7.8) poate fi scrisă și în varianta dată în relația (7.9)

$$\frac{U_m(x_1)}{C_m(x_1)} = \frac{U_m(x_2)}{C_m(x_2)} \quad (7.9)$$

➡ Unde: U_m și C_m reprezintă **utilitatea marginală** respectiv **costul marginal în raport cu modificarea dimensiunii tehnice** a fiecărei funcții

➤ Generalizare

➡ Fie un produs care are "n" **funcții** $F_1, F_2, \dots, F_n$.

➡ **Utilitatea produsului** este dată de suma utilităților U_j ale funcțiilor F_j . În relația (7.10), q_j reprezintă ponderea funcției F_j în utilitate și U_j utilitatea intrinsecă a funcției F_j .

$$U = \sum_{i=1}^n U = \sum_{i=1}^n (q_j \cdot u_j) \text{ cu restricția: } \sum q_j = 1 \quad (7.10)$$

➡ Dacă **utilitatea funcției** depinde de **dimensiunea ei tehnică**, conform relației (7.11), unde x_j reprezintă **dimensiunea tehnică** a **funcției** F_j , atunci **utilitatea produsului** este dată în relația (7.12).

$$u_j = f_j(x_j) \quad (7.11)$$

$$U(x_j) = \sum_{i=1}^n (q_j \cdot f_j(x_j)) \quad (7.12)$$

➡ **Costul produsului** este egal cu **suma costurilor funcțiilor**, conform relației (7.13).

$$C = \sum_{j=1}^n C_{F_j} \quad (7.13)$$

➡ Dacă și **costul funcției** depinde de **dimensiunea ei tehnică**, conform relației (7.14), unde X_j reprezintă **dimensiunea tehnică** a **funcției** F_j , atunci **analiza marginală** conduce la concluzia din relația (7.15).

$$C = \sum \phi_j(x_j) \quad (7.14)$$

$$k = \frac{\frac{dU(x_j)}{dx_j}}{\frac{dC(x_j)}{dx_j}} \Rightarrow \frac{U_m(x_j)}{C_m(x_j)} = \text{ct.} \quad (7.15)$$

Pe de altă parte, ținând cont de relația relația (7.10), rezultă relația (7.17)

$$\frac{q_j \frac{du(x_j)}{dx_j}}{\frac{dC_j(x_j)}{dx_j}} = \text{ct.} \quad (7.17)$$

Se poate deci scrie relația (7.18):

$$\frac{q_j \cdot u_{mj}(x_j)}{C_{mj}(x_j)} = k \Rightarrow \frac{u_{mj}(x_j)}{C_{mj}(x_j)} = \frac{k}{q_j} \quad (7.18)$$

Pentru 2 **funcții** rezultă relația (7.19):

$$\frac{\frac{u_{m1}}{C_{m1}}}{\frac{u_{m2}}{C_{m2}}} = \frac{q_2}{q_1} \quad (7.19):$$

➤ Concluzii

- ✓ Raportul dintre **utilitatea intrinsecă marginală** și **costul marginal trebuie să fie invers proporțional** cu **ponderea funcției** în **utilitate**
- ✓ Cu cât o funcție este mai importantă, **cu atât poate crește mai repede costul ei** în raport cu creșterea utilității intrinseci

Studiu de caz

(Ioniță 2008)



Se propune reproiectarea produsului **"placă pe roțile" (skateboard)**, destinat unor activități sportive. Date fiind deosebirile constructive în funcție de destinația acordată, trebuie precizat dacă studiul se aplică unui skateboard folosit pentru acrobații sportive sau unuia folosit în concursurile de viteză.

Ca urmare, obiectul temei de studiu poate fi:

"Reproiectarea plăcii pe roțile folosită în concursurile de viteză, prin conceptele I.V".

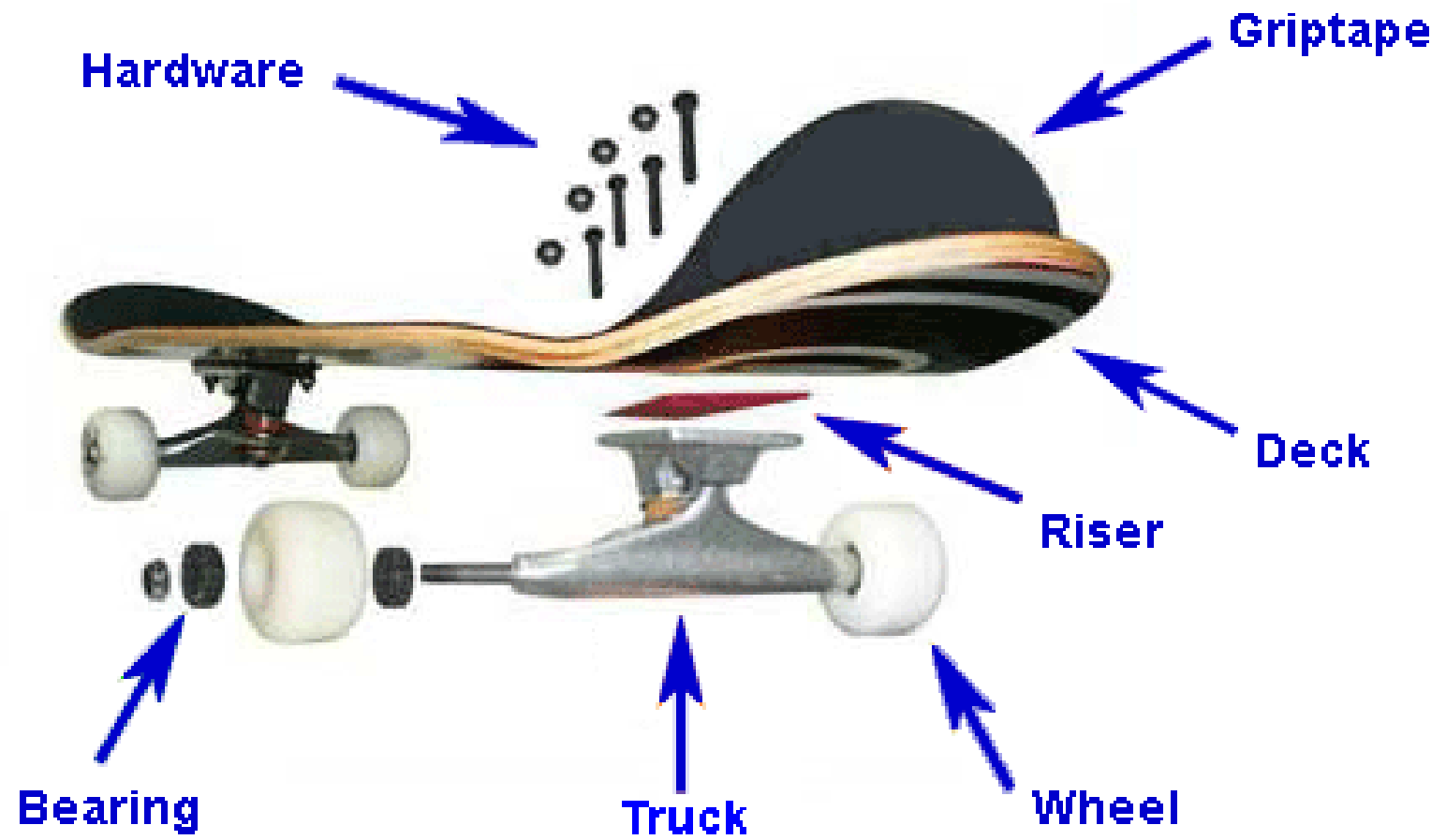


Scopul (motivația) studiului poate fi formulat astfel:

- ***pentru a fabrica un alt produs care să satisfacă mai bine nevoia socială menționată;***
- ***pentru raționalizarea costurilor de fabricație a produsului;***
- ***pentru creșterea segmentului de piață al produsului .***







 Justificarea aplicării studiului este determinată de răspunsurile la întrebările tipice, pe care conducătorul echipei de cercetare le adresează conducerii organizației în această fază:

- *De ce este necesară reproiectarea produsului prin conceptele I.V ?*
- *Ce se va realiza prin reproiectarea produsului pe baza I.V ?*
- *Cine poate influența în timp, negativ sau pozitiv, efectele obținute prin realizarea studiului ?*

 Dacă răspunsurile nu sunt în contradicție cu obiectivele și conceptele I.V, atunci studiul se justifică. În cazul nostru răspunsurile favorabile aprobării studiului ar putea fi (în ordinea întrebărilor) următoarele:

- *din consultarea utilizatorilor a rezultat că produsul nu răspunde pe deplin cerințelor acestora;*
- *va crește piața de desfacere și ca urmare vor crește veniturile organizației;*
- *evoluția progresului tehnic în domeniu și a cerințelor utilizatorilor etc.*



Pe baza analizei stării actuale a produsului, a posibilităților de modernizare și de reducere a costului, echipa de cercetare își stabilește obiectivele studiului, care trebuie să fie cuantificabile. Acestea pot fi:

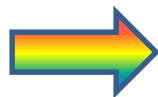
- reducerea greutății produsului cu 2kg;*
- reducerea costului de producție cu 25%;*
- reducerea cheltuielilor materiale cu 60lei/buc.*
- îmbunătățirea funcțiilor comerciale referitoare la estetică;*
- îmbunătățirea raportului VÎ/C de la 1,00(situația existentă), la 1,30 etc.*

Produsul se compune din trei subansamble: **placă, furcă oscilantă și sistemul de roți.**

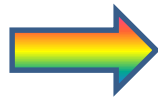
Această construcție se realizează cu 17 repere, dintre care două sunt turnate (CuSn14T), trei vulcanizate, unul injectat.



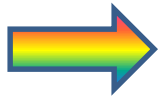
Placa de susținere este reperul care suportă greutatea utilizatorului și constituie baza skateboard-ului. Ea poartă informații privind simbolul produsului și denumirea organizației care l-a fabricat. Se realizează din polipropilenă și asigură elasticitatea necesară produsului.



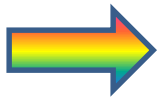
Flanșa este reperul care permite fixarea sistemului de amortizare și rulare a skateboard-ului.



Furca oscilantă face parte din sistemul de amortizare și rulare. Împreună cu amortizoarele și tampoanele din cauciuc asigură amortizarea șocurilor ce apar în cazul unor denivelări ale benzii de rulaj. Pe axul încorporat în furcă sunt fixate roțile.



Roata este formată dintr-un bandaj de cauciuc în care sunt încorporați doi rulmenți. Face parte din sistemul de rulaj și amortizare asigurând deplasarea ansamblului, iar prin rezistența la uzură a bandajului de cauciuc determină fiabilitatea ridicată a produsului. Rulmenții garantează viteza necesară deplasării.



Tamponul și amortizorul fac parte din sistemul de amortizare și rulare asigurând amortizarea șocurilor ce apar în timpul rulajului.

Celelalte repere cum sunt: șaibe, șuruburi, piulițe, inele, distanțier sunt majoritatea piese standardizate.

Simbolul funcției	Denumirea funcției	Felul funcției	<u>Caracteristica tehnică</u>	
			Denumire	U.M
A	Suportă greutatea	Principală Obiectivă	Greutatea maximă	75 kg
B	Permite deplasarea utilizatorului	Principală Obiectivă	Viteza de rulaj	80 km/h
C	Permite schimbarea direcției de rulaj	Principală Obiectivă	Unghiul de direcție	90 grade
D	Preia și amortizează șocurile dinamice asigurând stabilitatea utilizatorului	Principală Obiectivă	Energia cinetică	18 daNm
E	Prezintă fiabilitate (este fiabil)	Principală Obiectivă	Durata de funcționare fără reparații	2000 ore
F	Este ușor de transportat	Principală Obiectivă	Greutatea maximă	2,7 kg
G	Permite întreținerea ușoară (este mentenabil)	Secundară Obiectivă	Durata de funcționare	3500 ore
H	Rezistă la acțiunea factorilor climatici (este durabil)	Principală Obiectivă	Durata de funcționare	3 ani
I	Prezintă aspect estetic (este estetic)	Principală Subiectivă	-	-

Funcția	A	B	C	D	E	F	H	I	Total
A	1	1	0	0	0	0	0	0	
B	0	1	0	0	0	0	0	0	
C	1	1	1	0	0	0	0	0	
D	1	1	1	1	0	0	0	0	
E	1	1	1	1	1	0	0	0	
F	1	1	1	1	1	1	0	0	
H	1	1	1	1	1	1	1	1	
I	1	1	1	1	1	1	0	1	
Nivelul de importanță	7	8	6	5	4	3	1	2	36
Ponderea în valoarea de întrebuințare a produsului (%)	19,44	22,23	16,67	13,88	11,11	8,34	2,77	5,55	100,00

Funcția G (secundară), având același nivel de importanță cu funcția principală E, pe care o condiționează, nu a mai fost trecută în tabel.



Pentru a prezenta **modul în care au fost repartizate cheltuielile materiale pe funcții**, folosim reperul „**placă de susținere**”.

- Acest reper participă la realizarea funcțiilor A, D, E, F, H și I.
- Costul materialelor reperului este de 7,58 lei.
- Suma nivelurilor de importanță a celor șase funcții este de 22.
- Împărțind cheltuielile reperului la suma nivelurilor de importanță se obțin cheltuielile materiale pe nivel, respectiv 0,345 lei.
- Se calculează apoi sumele repartizate pe fiecare funcție:

$$A = 7 \times 0,345 = 2,412 \text{ lei}$$

$$F = 3 \times 0,345 = 1,034 \text{ lei}$$

$$D = 5 \times 0,345 = 1,722 \text{ lei}$$

$$H = 1 \times 0,345 = 0,345 \text{ lei}$$

$$E = 4 \times 0,345 = 1,378 \text{ lei}$$

$$I = 2 \times 0,345 = 0,689 \text{ lei}$$

$$\text{Total} = 7,58 \text{ lei}$$



Reperul „*furcă oscilantă*”

- Participă la realizarea funcțiilor A, C, E, F, H, I.
- Pentru fabricarea reperului s-au făcut cheltuieli materiale de 43,24 lei.
- Costul cu materiile prime pe nivel de importanță este de 1,88 lei:

$$A = 7 \times 1,88 = 13,16 \text{ lei}$$

$$F = 3 \times 1,88 = 5,64 \text{ lei}$$

$$C = 6 \times 1,88 = 11,28 \text{ lei}$$

$$H = 1 \times 1,88 = 1,88 \text{ lei}$$

$$E = 4 \times 1,88 = 7,52 \text{ lei}$$

$$I = 2 \times 1,88 = 3,76 \text{ lei}$$

$$\text{Total} = 43,24 \text{ lei}$$



La fel s-a procedat și pentru celelalte repere.



Modul în care au fost repartizate cheltuielile cu manopera, cumulată cu cotă parte din regia de fabricație, pe funcții



Reperul ***„placă de susținere”***

- Manopera și regia de fabricație la acest reper însumează 2,475 de lei.
- Valoarea a fost repartizată pe operațiile care au contribuit la execuția reperului, astfel:

✓ injecție masă plastică	2,215 lei
✓ debavurare	0,26 lei

- Funcțiile la care participă cele două operații au fost stabilite printr-un raționament logic, legat de execuția tehnologică a reperului.
- S-a constatat astfel că prima operație contribuie la realizarea funcțiilor A, D, E, F, H și I.
- Pentru repartizarea costului operației pe cele șase funcții s-a stabilit mai întâi ordinea de importanță a acestora, în raport cu operația, așa cum se prezintă în tabel.

Funcția	A	D	E	F	H	I	Total
A	1	0	0	0	0	0	
D	1	1	0	0	0	0	
E	1	1	1	0	1	0	
F	1	1	1	1	1	0	
H	1	1	0	0	1	0	
I	1	1	1	1	1	1	
Nivel de importanță	6	5	3	2	4	1	21

➤ Împărțind costul manoperei și regiei la suma nivelurilor de importanță a funcțiilor se obține 0,1055 lei pe nivel.

➤ Costul repartizat funcțiilor va fi proporțional cu nivelul de importanță a acestora:

$$A = 6 \times 0,1055 = 0,632 \text{ lei}$$

$$F = 2 \times 0,1055 = 0,212 \text{ lei}$$

$$D = 5 \times 0,1055 = 0,527 \text{ lei}$$

$$H = 4 \times 0,1055 = 0,423 \text{ lei}$$

$$E = 3 \times 0,1055 = 0,316 \text{ lei}$$

$$I = 1 \times 0,1055 = 0,105 \text{ lei}$$

➤ Cea de-a doua operație participă exclusiv la realizarea funcției I, deci costul ei va fi repartizat în întregime acestei funcții: I = 0,26 lei.



În tabel a fost centralizată situația repartizării costului cu manopera și regia a celor două operații pe funcțiile la care participă.

Nr. crt.	Operația	Total Manoperă + regie	Funcțiile la care participă					
			A	D	E	F	H	I
1	Injectare masă plastică	2,215	0,632	0,527	0,316	0,212	0,423	0,105
2	Debavurare	0,26	-	-	-	-	-	0,26
Total		2,475	0,632	0,527	0,316	0,212	0,423	0,365



Reperul „*furcă oscilantă*”

- Costul manoperei și regiei pentru acest reper este de 22,194 lei.
- Din analiza normelor de muncă rezultă că suma trebuie repartizată pe următoarele operații:

1 - ajustare după turnare	5,603 lei
2 - găurit $\varnothing$ 16 și zencuit	1,446 lei
3 - lamat $\varnothing$ 27 pe ambele părți	1,943 lei
4 - zincat	0,483 lei
5 - strunjit și șanfrenat	7,410 lei
6 - rectificat	5,309 lei
Total	22,194 lei

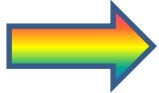
➤ Repartizarea operațiilor și a costurilor acestora pe funcțiile la care participă se face astfel:

- operația 1 participă exclusiv la realizarea funcției I, deci întregul cost se va repartiza asupra acesteia ($I = 5,603$ lei);
- operația 2 participă la realizarea funcțiilor A și C, a căror ordine de importanță se prezintă astfel: $A = 2$ niveluri; $C = 1$ nivel

➤ Costul pe un nivel este de 0,482 lei, iar repartizarea pe funcții va fi pentru funcția $A = 2 \times 0,482 = 0,964$ lei, iar pentru $C = 1 \times 0,482 = 0,482$ lei.

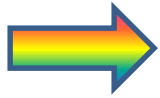
➤ Deoarece operațiile 3, 4, 5 și 6 participă fiecare la realizarea unei funcții, costul lor se va repartiza în întregime pe acele funcții, astfel: costul operației 3 la funcția D, al operației 4 la funcția H, al operației 5 la funcția B și cel al operației 6 la funcția B.

Nr. crt.	Operația	Total manoperă și regie (lei)	Costurile funcțiilor					
			A	B	C	D	H	I
1	Ajustare după turnare	5,603	-	-	-	-	-	5,603
2	Găurit Ø 16 și zencuit	1,446	0,964	-	0,482	-	-	-
3	Lamat Ø 27 ambele părți	1,943	-	-	-	1,943	-	-
4	Zincat	0,483	-	-	-	-	0,483	-
5	Strunjit șanfrenat	7,410	-	7,410	-	-	-	-
6	Rectificat	5,309	-	5,309	-	-	-	-
Total		22,194	0,964	12,719	0,482	1,943	0,483	5,603

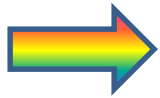


Stabilirea ponderii funcțiilor auxiliare

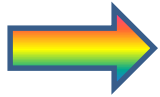
- Ponderea funcțiilor auxiliare în valoarea de întrebuințare generală a produsului se stabilește la nivelul celei pe care o au funcțiile obiective condiționate.
- În schimb ponderea în costul total se calculează pe baza propriilor costuri în măsura în care pot fi stabilite distinct, și în raport cu participarea la realizarea funcțiilor obiective.
- Astfel, dacă o funcție obiectivă este condiționată de mai multe funcții auxiliare se stabilește un coeficient de ponderare a cărui nivel este apreciat în raport de importanța pe care o are funcția respectivă pentru beneficiarul produsului.
- De exemplu dacă o funcție de bază deține 20% din costul produsului și este condiționată de alte două funcții auxiliare în proporțiile 70% prima și 30% a doua, ponderea primei funcții auxiliare în costul produsului se stabilește astfel: $0,70 \times 0,20 = 0,14$.



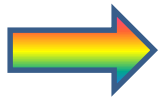
O imagine clară a stării produsului se obține prin compararea nivelului costurilor pe funcții cu nivelul de importanță a acestora în valoarea de întrebuințare generală a produsului.



Analiza corelațiilor, la nivelul fiecărei funcții, se face prin calculul dreptelor de regresie D_1 , D_2 și a estimatorilor S_1 , S_2 , cu și fără funcții auxiliare.



Dreapta D_1 se calculează pe baza ecuației: $y_i = a_1 x_i$



Dreapta D_2 se calculează pe baza ecuației: $y_i = a_2 x_i$

în care:

x_i – ponderea funcțiilor în valoarea de întrebuințare a produsului ($i=1,2,\dots,8$);

y_i – ponderea funcțiilor în costul de producție;

a_1 , a_2 – coeficienții de abatere de la proporționalitate;

i – numărul de ordine al funcțiilor produsului

Funcția	Ponderea funcțiilor în valoarea de întrebuințare x_i (%)	Ponderea funcțiilor în costul de producție y_i (%)	$(x_i)^2$	$x_i y_i$	$y_i - a_1 x_i$	$(y_i - a_1 x_i)^2$	$y_i - a_2 x_i$	$(y_i - a_2 x_i)^2$
A	19,440	24,582	376,360	476,890	3,901	15,217	4,289	18,400
B	22,230	30,756	496,398	685,243	7,005	49,070	7,451	55,519
C	16,670	10,228	279,893	171,114	-7,545	56,927	-7,211	52,012
D	13,880	9,086	192,099	125,931	-5,688	32,353	-5,411	29,284
E	11,110	13,798	122,766	125,881	1,986	3,944	-	-
		(10,944)*	-	(121,259)*	-	-	-0,645	19,808
F	8,340	4,252	69,056	35,334	-4,617	21,316	-4,450	0,142
H	2,770	3,275	7,672	9,071	0,322	0,103	0,377	3,278
I	5,550	4,005	30,691	22,187	-1,921	3,690	-1,810	2,278
Total	100,00	-	1574,935	1678,656 (1646,568)*	-	182.620	-	178,864

* fără funcția secundară G

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^8 x_i y_i}{\sum_{i=1}^8 x_i^2} = \frac{1678,656}{1574,935} = 1,066 \quad a_2 = \frac{\sum_{i=1}^8 x_i y'_i}{\sum_{i=1}^8 x_i^2} = \frac{1647,034}{1574,935} = 1,046$$

Pe baza valorilor coeficienților de abatere se calculează coordonatele dreptelor D_1 , D_2 :

➤ pentru dreapta D_1

$$y_A = a_1 x_1 = 1,066 \times 19,440 = 20,723$$

$$y_E = a_1 x_5 = 1,066 \times 11,110 = 11,843$$

$$y_B = a_1 x_2 = 1,066 \times 22,230 = 23,697$$

$$y_F = a_1 x_6 = 1,066 \times 8,340 = 8,890$$

$$y_C = a_1 x_3 = 1,066 \times 16,667 = 17,770$$

$$y_H = a_1 x_7 = 1,066 \times 2,770 = 2,952$$

$$y_D = a_1 x_4 = 1,066 \times 13,880 = 14,796$$

$$y_I = a_1 x_8 = 1,066 \times 5,550 = 5,916$$

➤ pentru dreapta D_2

$$y_A = 20,292$$

$$y_C = 17,439$$

$$y_E = 11,589$$

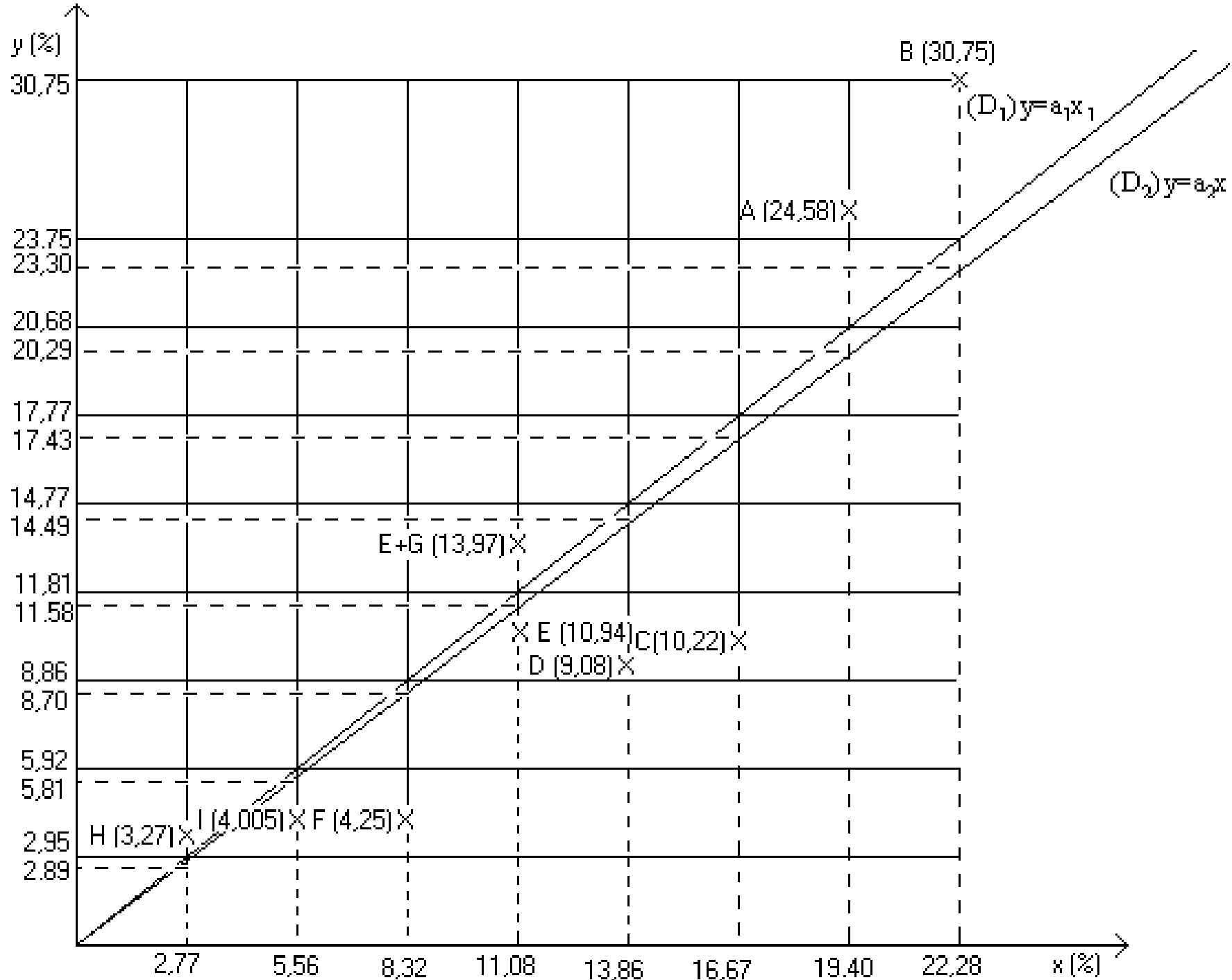
$$y_H = 2,897$$

$$y_B = 23,304$$

$$y_D = 14,497$$

$$y_F = 8,702$$

$$y_I = 5,816$$



- În graficul precedent sunt trasate dreptele de regresie.
- Pentru a avea o proporționalitate medie dreptele trebuie să se abată cât mai puțin de la punctele reale.
- Din analiza graficului rezultă că funcțiile A și B prezintă disproporții între aportul la realizarea valorii de întrebuințare a produsului și ponderea în costul acestuia.
- În aceeași situație, dar la nivel mai redus, se găsește funcția H, în schimb funcțiile C, D, F, I, E sunt subevaluate.

➤ Calculul estimatorilor S_1 și S_2 a condus la următoarele rezultate:

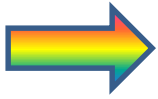
$$S_1 = \sum_{1}^8 (y - a_1 x)^2 = 182,620$$

”

$$S_2 = \sum_{1}^8 (y - a_2 x)^2 = 178,864$$

➤ Deși influența funcției auxiliare ($S_1 - S_2 = 3,756$) este mică, ea constituie totuși o rezervă și de aceea la reprojectarea produsului se va urmări o reducere și mai accentuată.

➤ Minimizarea acestei diferențe și reducerea costurilor la funcțiile supraevaluate nu trebuie să se facă însă în detrimentul valorii de întrebuințare a produsului.



Pe baza concluziilor desprinse din analiza sistemică a funcțiilor, a rezultatelor investigării specialiștilor au fost stabilite următoarele direcții pentru reconceperea produsului:

- ✓ înlocuirea cauciucului din care sunt confecționate bandajele roților cu un material care să le îmbunătățească rezistența la uzură;
- ✓ reducerea greutății produsului pentru a-l face mai accesibil transportului manual, în special la copii;
- ✓ îmbunătățirea tehnologiei pentru a permite creșterea productivității muncii, mai cu seamă la reperele: roată, flanșe și furcă oscilantă, precum și la montajul general;

- ✓ creșterea stabilității și manevrabilității produsului;
- ✓ îmbunătățirea aspectului estetic, în special la placa de susținere, pentru a mări atracția tinerilor față de produs și sportul cu roțile;
- ✓ îmbunătățirea funcției **„permite deplasarea utilizatorului”** astfel încât viteza de deplasare să crească la nivelul performanțelor obținute pe plan mondial (peste 100 km/h).



După cum se constată, reprojectarea a fost orientată mai mult spre îmbunătățirea valorii de întrebuințare a produsului, deoarece cele mai multe funcții sunt subevaluate, produsul fiind inferior la o serie de parametri funcționali realizărilor pe plan mondial.



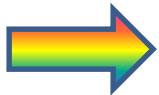
Nu au fost propuse funcții noi considerându-se că, cel puțin pentru viitorul apropiat, nu este necesar.



De asemenea, s-a urmărit și reducerea costurilor de fabricație prin înlocuirea unor materiale scumpe, cu altele mai ieftine, dar care nu afectează funcționalitatea produsului, precum și prin creșterea productivității muncii.

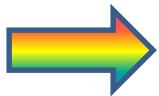


Această listă de propuneri întocmită de echipa de lucru pe baza analizei stării actuale a produsului va fi prezentată participanților în etapa următoare la ședința de creativitate pentru ca aceștia să propună soluții concrete de realizare



Elaborarea propunerilor de proiectare a produsului.

- ✓ La elaborarea propunerilor se ține seama și de eventualele restricții impuse de organizația economică pentru varianta finală de reproiectare a produsului.
- ✓ Astfel, în cazul produsului **"skateboard"**, s-a avut în vedere ca modificările constructive ce se vor face să permită folosirea în continuare a SDV-urilor existente, deoarece au o valoare mare și sunt amortizate într-un procent redus.
- ✓ De asemenea, nu se va apela la import de materiale, orice modificare urmând să se facă pe baza posibilităților existente în țară, întrucât organizația nu are disponibilități valutare.
- ✓ Aceste limite impuse nu au permis selecționarea tuturor propunerilor făcute în faza anterioară.



Dezvoltarea și concretizarea propunerilor la nivel de soluție

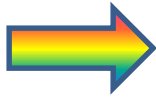
➤ Soluția adoptată în final prevede următoarele modificări:

- ✓ eliminarea celor două flanșe confecționate din bronz, care permit fixarea sistemului de amortizare și rulare cu placa de susținere, funcțiile lor fiind preluate de placă care a fost reproiectată în acest scop. Prin această măsură au fost eliminate opt șuruburi M6x25, prin care se fixau flanșele de placă, precum și cele opt piulițe M6 și opt șaibe Grower MN6 care participau la fixarea flanșelor de placă;
- ✓ creșterea rezistenței la uzură a roților prin folosirea unui cauciuc mai dur (de la 70 Sh la 80 Sh) pentru confecționarea bandajelor cu care sunt acoperite;
- ✓ înlocuirea bronzului din care se execută reperul **"furcă"**, cu zamac, care este mai ușor și permite turnarea sub presiune;

- ✓ micșorarea înălțimii produsului de la 100 mm la 90 mm, în vederea creșterii stabilității și manevrabilității acestuia. Micșorarea înălțimii se poate realiza prin eliminarea celor două flanșe;
- ✓ îmbunătățirea capacității de amortizare a șocurilor dinamice prin reducerea durității reperelor "**tampoane**„ și "**amortizoare**„, de la 75 Sh la 65 Sh;
- ✓ îmbunătățirea aspectului estetic al produsului prin utilizarea polipropilenei colorate la injectarea reperului "**placă de susținere**".

➤ Datorită condițiilor tehnologice și utilajelor cu care era dotată întreprinderea nu a fost posibilă realizarea propunerii privind înlocuirea rulmenților radiali cu bile, folosiți în prezent, prin sistemul de lagăre-con-bilă-colivie care ar fi dus la îmbunătățirea funcției B și la reducerea costului.

➤ De asemenea, nu a fost selectată, pentru aplicarea imediată, propunerea care prevedea înlocuirea cauciucului pentru bandajul roților cu un material plastic de tipul celui folosit de firma Bayer, deoarece toate materialele indigene studiate nu s-au prezentat bine la testare. Efectul propunerii a fost totuși realizat parțial prin înlocuirea cauciucului folosit cu altul cu o densitate mai mare.



Produsul reproiectat pe baza soluției prezentate a suferit o serie de modificări tehnologice, astfel:

- ✓ numărul reperelor s-a redus la 13;
- ✓ s-a redus consumul material la reperul **"furcă"** de la 0,390 kg (pentru cele două bucăți) la 0,200 kg. Aceasta s-a realizat prin înlocuirea bronzului cu zamac;
- ✓ a crescut productivitatea muncii la operația de turnare a reperului **"furcă"**, datorită realizării sale sub presiune;
- ✓ s-a redus greutatea produsului de la 2,7 kg la 1,8 kg, datorită eliminării reperelor: flanșe, șuruburi, piulițe, șaibe și înlocuirii bronzului cu zamac.

Bibliografie orientativă:

- Ciobanu, R. M., Conduracche, Gh.& Paraschiv, D., (2001). *Ingineria Valorii*. Chişinău: Editura Tehnica-Info
- Crum, L. W., (1976). *Ingineria Valorii*. Bucureşti: Editura Tehnică
- Coman, Gh., (2001). *Analiza Valorii*. Iaşi: Editura Venus
- Coman, Gh., Paraschivescu, M., & Păvăloaia, W., (1994): *Analiza valorii*; Bacău: Fundația Academică “George Bacovia”
- Ioniță, I., (2000). *Ingineria Valorii*. Bucureşti: Editura Economică
- Ioniță, I., (2008). *Managementul Calității și Ingineria Valorii*, Bucureşti: Editura ASE
- Miles, L. D., (1961) *Technique of Value Analysis and Engineering*. New York:Wagram Hill
- Orănescu, P., (1976). *Analiza valorii*. Bucureşti: Ed. Tehnică
- Popa, H.L., (2003). *Teoria și ingineria sistemelor*. Timișoara:Editura Politehnica
- Venkataraman, R. R., & Pinto, J. K., (2008). *Cost and Value Management in Projects*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc