

## 2 CONCEPTUL DE PROIECTARE

### 2.1 Inginer și inginerie

Inginerul este persoana care practică o activitate de *inginerie*. Cuvântul inginerie provine de la “*ingenious*” avînd diverse forme de definire. În [2.23] ingineria se definește : « ..aplicații ale tehnicii și matematicii în scopul și utilitatea populației » ; «..proiectarea și fabricarea de produse complexe ». În [2.24] se dau o serie de citate referitor la această noțiune dintre care prezentăm doar unul : « ingineria este arta sau știința de a face util » (Samuel C. Florman).

Ingineria acoperă un domeniu foarte larg de activitate: de la agricultură la construcții navale, de la microelectronică la transporturi. În fiecare zi o serie de aplicații au un rol ingineresc. Nu se poate vorbi despre o entitate fizică sau artificială în care să nu se înglobeze și o activitate de inginerie.

În tabelul 2.1 se prezintă funcțiile și conținutul activităților de inginerie.

Tabelul 2.1

Funcție	Conținut
Cercetare (research)	Recunoaște și definește necesități reale. Furnizează informații ingineresti pentru alte funcții.
Progres (development)	Aplicații tehnologice pe baza cunoștințelor de inginerie. Detectarea problemelor și a soluțiilor
Proiectare (design)	Recunoașterea și definirea necesităților tehnologice și formularea de soluții alternative
Producție (Production)	Materializarea și realizarea fizică a proiectelor, controlul calității acestora, analize de cost
Exploatare și testare (operation and test)	Planificarea sistemelor, a mașinilor, selectarea, exploatarea, determinarea performanțelor
Mentenanță și service (maintenance and service)	Mentenanța și reparația produselor
Marketing (marketing)	Marketingul produselor
Administrație (administration)	Decizii finale în activități ingineresti, consultații
Educație (education)	Instruire generală sau de specialitate, publicații

## 2.2 Produs și proces de producție

### 2.2.1 Ce este un produs ?

Pentru un *utilizator* produsul constituie mijlocul de satisfacere a unei necesități. Pentru o *intreprindere* produsul constituie rezultatul unui proces tehnologic care implică diverse activități.

Tipologia proceselor de producție este prezentată sugestiv, prin scurte comentarii în figura 2.1[2.18].

Ecuatiile fundamentale ale managementului producției se materializează prin echilibrul dintre termenul promis clientului și termenul de livrare pe de o parte și marketingul (servicii maxime, variante și stoc maxime, termene minime, preț minim / calitate maximă) și aspectul financiar (costuri minime, stocuri minime) pe de altă parte.

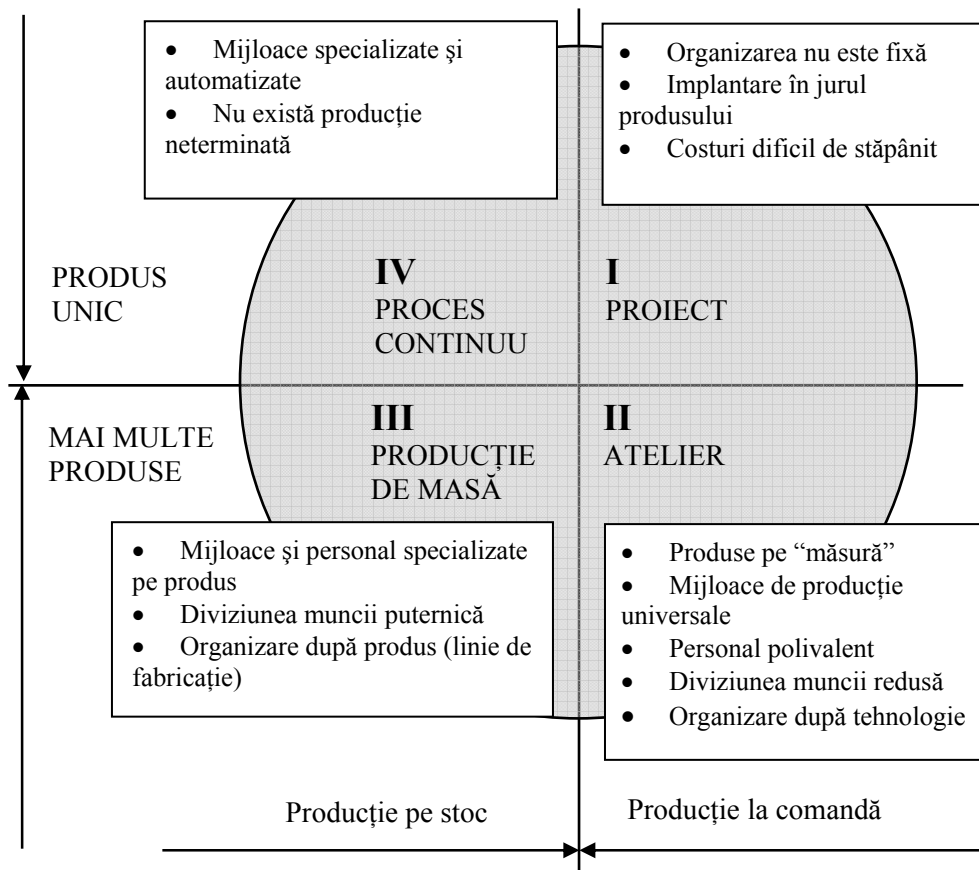


Fig. 2.1 Proces de producție și produse

Figura 2.2 ilustrează procesul de realizare a produselor cu rolul implicării societății, a populației și a naturii în general. Aceste trei elemente determină, funcție de necesitățile existente, apariția unui nou produs.

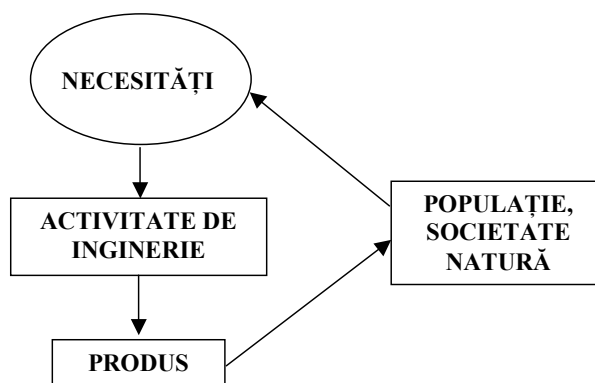


Fig. 2.2 Dezvoltarea unui produs

Stocurile de produse (apar în a doua ecuație) maschează disfuncționalități ale procesului de producție: defectări ale utilajelor, probleme de comunicare, timp consumat pentru schimbarea sculelor și dispozitivelor, absenteism, rebuturi (defecte de calitate), întârzieri ale furnizorilor, personal insuficient calificat. Din analiza acestor aspecte se poate observa că *proiectarea produsului* poate influența decisiv asupra lor.

Tendențele și schimbările de concepție în timp pentru realizarea produselor este prezentată în figura 2.3.

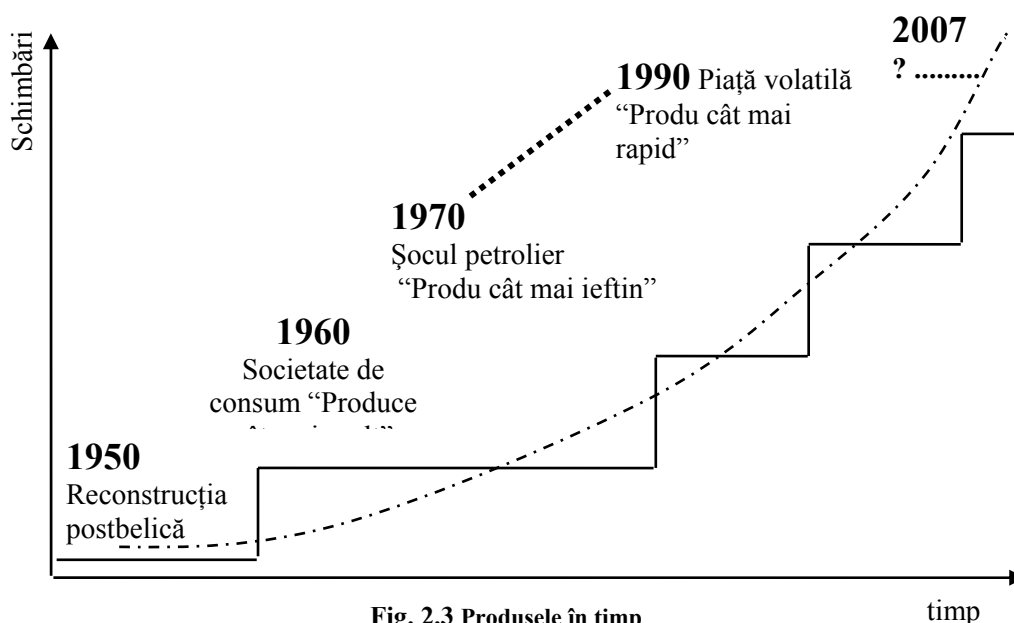


Fig. 2.3 Produsele în timp

### 2.2.2 Produse noi

O întreprindere are la dispoziție o serie de strategii pe care le poate adopta referitor la gama de produse sau produsul din portofoliu.

Strategiile la nivelul produsului au în vedere:

- Abandonarea produsului cu un nivel redus de performanță;
- Modificarea / îmbunătățirea pentru produsele care nu asigură nivelul de performanță scontat;
- Imitarea unor produse concurente care și-au dovedit viabilitatea;
- Dezvoltarea de **noi produse**.

Dezvoltarea produselor este o sarcină esențială a firmelor. Motivul acestui lucru are la bază scăderea duratei de viață a produselor pe piață în ultima perioadă. Aceasta impune noi tehnologii de dezvoltare.

Cercetările inițiate de McKinsey & Co au evidențiat faptul că o întârziere de 6 luni în dezvoltarea unui produs tehnologic va reduce câștigul total cu până la 30 %. În același timp o creștere a costurilor cu 50 % are o influență nesemnificativă în câștigul financiar. Dezvoltarea rapidă cu asigurarea calității produselor este crucială.

Soluții de succes presupun o îmbinare armonioasă a electronicii, software-ului cu mecanica.

Conceptul de **produs nou** în sens tehnic diferă de sensul în accepțiunea economică. Complexitatea modificărilor pe care le prezintă un produs nou în raport cu oferta existentă cuantifică gradul său de noutate. Înnoirea este un proces tehnico-economic complex de modificare a structurii sortimentale în timp, prin înlocuirea ritmică a unui procent din gama produselor existente, cu altele noi. Etapele procesului de dezvoltare și lansare a unui produs nou pot fi sintetizate prin [2.10]:

- *Generarea* ideilor de noi produse;
- *Filtrarea / selecția* (evaluarea, ordonarea, selectarea) ideilor pe baza unor criterii tehnice, financiare și economice;
- *Definirea* conceptului și testarea acestuia;
- *Analiza economică* a proiectului: costul previzional al investiției, tabloul amortizărilor, costul previzional de rezultat, tabloul de finanțare (subvenții, împrumuturi, creștere de capital), tabloul de calcul al ratei interne de rentabilitate;
- *Elaborarea* produsului: proiectarea tehnică a produsului, crearea designului de produs, alegerea mărcii, proiectarea ambalajului;
- *Planul de marketing*: coerență între acțiunile de marketing și întreprindere (mediu și potențial), coerență între acțiunile de marketing între ele și în timp;
- *Testarea* pieței: comercializarea produsului, în concepția sa definitivă, cu un plan clar definit, într-o zonă geografică restrânsă și într-o perioadă de timp limitată, decizia de a lansa sau nu produsul (criterii: rata de încercare și rata de recumpărare);
- *Lansarea* produsului.

Elementele de noutate ale unui produs sunt prezentate în tabelul 2.2 [2.10]. Ideile de noi produse pot fi identificate atât printr-o analiză a evoluției tehnologice, o analiză a produselor comercializate, printr-un sondaj al consumatorului etc. Relația de interdependență dintre înnoire, necesități, calitate și eficiență economică este prezentată în figura 2.4.

Dezvoltarea rapidă a produselor mecatronice are la bază ascensiunea microelectronicii care a determinat diverse posibilități:

- *Circuite electronice* ieftine și de serie care pot înlocui dacă este cazul sarcini, acțiuni mecanice prin *electronică și software*;
- *Circuite integrate* care permit controlul mișcării mecanice și a proceselor în mod ușor, precis și economic;
- Robuștețea componentelor electronice și a circuitelor determină o rezistență bună la vibrațiile mecanice sau alte solicitări specifice sistemelor mecanice. Ca urmare fiabilitatea crește sau cel puțin rămâne în limitele corespunzătoare sistemelor mecanice

Tabelul 2.2

Domeniul	Elemente de noutate
Caracteristici tehnice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masă, dimensiuni de gabarit</li> <li>• Consum energetic</li> <li>• Performanțe tehnice</li> <li>• Formula produsului: ingrediente, componente etc.</li> </ul>
Condiții de utilizare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcții îndeplinite</li> <li>• Durata utilizării;</li> <li>• Momentul utilizării</li> </ul>
Caracteristici psihologice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoarea psihologică și simbolică a produsului</li> <li>• Imaginea</li> <li>• Marca</li> </ul>
Caracteristici de prezentare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambalaj, culori, design, stil</li> </ul>
Caracteristici asociate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicii conexe, distribuție, preț</li> </ul>

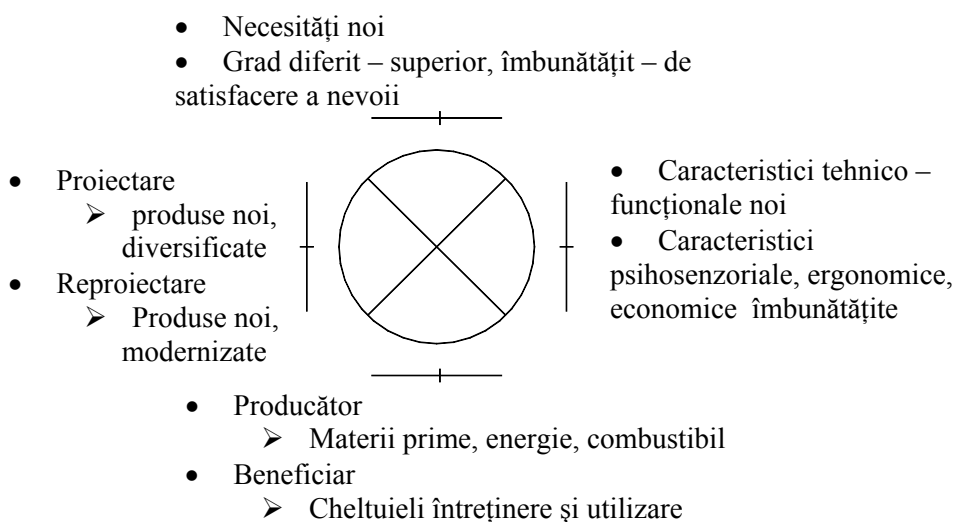


Fig. 2.4 Relația necesitate, calitate, eficiență economică

Mecanica, electronica și software-ul reprezintă componentele de bază ale mecatronicii. Adicional, pe lângă suma celor trei categorii de funcții specificate anterior, mai pot fi incluse:

- Realizarea de noi funcții imposibile înainte (programare video player, etc.);
  - Ameliorarea (perfecționarea) unor operații și a unor sarcini viitoare (funcții “inteligente”
  - Ameliorarea flexibilității în proiectarea produselor (prin utilizarea flexibilității softului);
  - Ameliorarea flexibilității în utilizarea produselor (utilizând flexibilitatea softului);
  - Compensarea frecării sau amortizarea vibrațiilor din structura sistemelor mecanice;
  - Cumularea acțiunilor mecanice și electronice în scopul reducerii dimensiunilor și costurilor produselor ( senzori inteligenți, servovalve electro-hidraulice, etc.)
- Ideile de noi produse pot fi identificate printr-o analiză a evoluției tehnologice, o analiză a produselor comercializate, printr-un sondaj al consumatorului etc.

Etapele procesului creativ sunt prezentate sugestiv în figura 2.5.

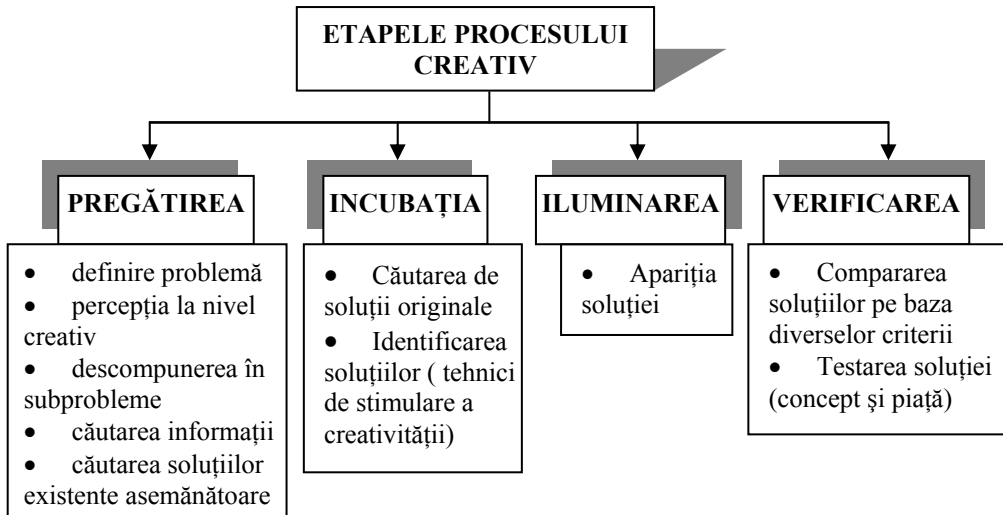


Fig. 2.5 Etapele procesului creativ

Creativitatea se poate analiza pe baza a trei dimensiuni (fig.2.6):

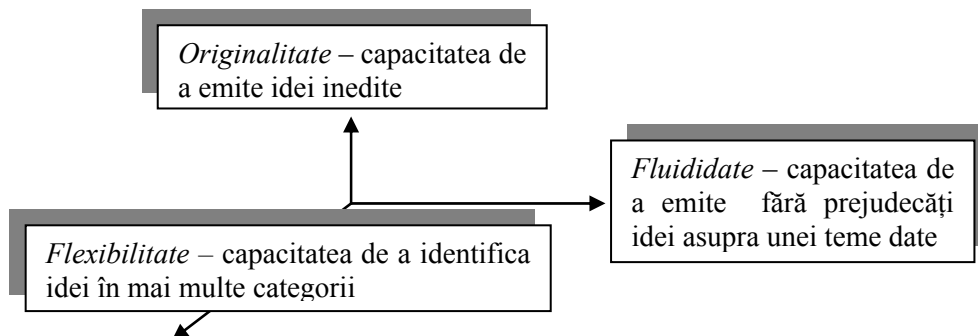


Fig. 2.6 Dimensiunile creativității

Pe parcursul creației unui nou produs un număr mare de producători aplică și în acest moment un demers liniar (fig.2.7) (1 – studiu de piață, 2 – studiu de fezabilitate, concepție, proiectare, industrializare, 3 – aprovizionare, fabricație, control).

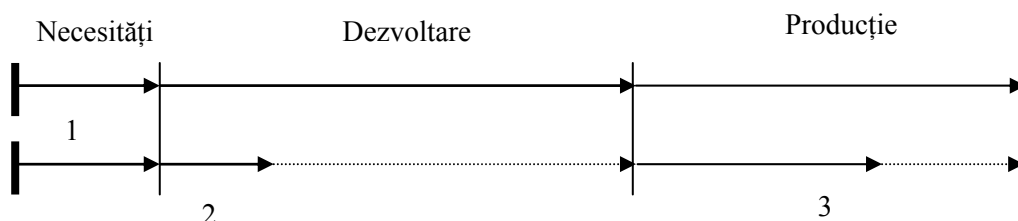


Fig. 2.7 Creația unui produs în demers liniar

O astfel de abordare determină o diviziune a muncii, între servicii și în interiorul acestora, caracterizată de o specializare îngustă a personalului și gruparea acestora după criteriul sarcinilor de îndeplinit. Se ajunge astfel la situația în care fiecare grup organizatoric să aibă o idee proprie asupra produsului într-un limbaj propriu de comunicare.

Organizării secvențiale de lansare a unui nou produs i se opun diverse modele ale *inginerie integrate*.

### 2.3 Inginerie integrată

Teoria « *Ingineriei concurente* » nu este nouă. Mereu au existat legături între compartimentele de proiectare și cele de fabricație. În ultima perioadă a apărut însă necesitatea economică de a rezolva ecuația *calitate – costuri – termene*.

“Viața” unei piese dintr-un produs în procesul de fabricație este prezentată în figura 2.8. O proiectare judicioasă a produsului poate conduce la o creștere a performanțelor procesului de fabricație.

Evoluția pozitivă a proceselor de automatizare având ca scop creșterea productivității a condus la sisteme tehnologice complexe (roboți industriali, sisteme de fabricație flexibilă) și cele software (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing).

Creșterea productivității printr-o nouă “filozofie” metodologică a procesului de concepție este o metodă disponibilă și care se impune. Această ofertă este făcută de *ingineria integrată* definită ca o metodologie ce permite concepția integrată și simultană a produselor și a proceselor de producție și de mentenanță asociate. În acest mod sunt luate în considerare încă de la concepție toate fazele ciclului de viață al produsului: concepție, realizare, .... etc. și eliminarea sa integrând astfel problemele de calitate, termene, costuri, exigențele utilizatorului etc.[2.8]

Concepția produsului se realizează printr-o *integrare spațială*, concretizată prin activități a specialiștilor din mai multe domenii și printr-o *integrare temporală* definită prin activități desfășurate în paralel.

Obținerea succesului scontat au făcut să fie necesare informații cu privire la evoluția viitoare a noului produs. Acest obiectiv este de fapt obiectul disciplinei de *prognoză tehnologică*.

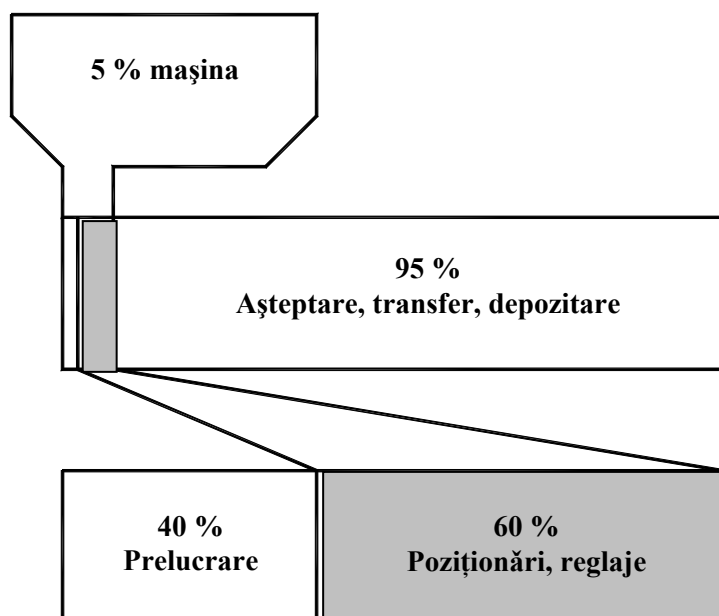


Fig. 2.8 Proces de producție, piesă și timp

O tehnologie, și implicit un produs nou, apare atunci când cunoștințele științifice și tehnice o permit și se dezvoltă numai dacă produsul ei răspunde unei nevoi sociale și dispare atunci când o nouă tehnologie mai performantă o elimină fie pe ea ca atare, fie produsul pe care îl reprezintă.

Evoluția unei tehnologii urmează întotdeauna aceeași traiectorie, descrisă matematic printr-o funcție de forma:

$$y = \frac{p}{1 + a \cdot e^{-b \cdot t}} \quad (2.1)$$

unde:  $y$  – performanța tehnologiei (up/ut etc.) sau a produsului (viteză, capacitate etc.);  $t$  – timpul;  $p$  – valoarea maximă a lui  $y$ ;  $a$ ,  $b$  – coeficienți care definesc înclinarea logisticii față de axa verticală.

Ciclul de viață al unui produs, începând de la perceperea necesității acestuia și până la eliminarea sa, cuprinde o succesiune de faze care se derulează în trei etape esențiale: creația, fabricația / distribuția și eliminarea produsului (fig.2.9) [2.8].

Declinul și eliminarea produsului sunt reprezentabile prin ecuația logisticii (2.1). Evoluția după logistică este universală. Deosebiri care apar între produse se referă la panta curbei lansare – creștere și lungimea perioadei de maturitate. Gradientul performanțelor (viteza de creștere) impune o atenție deosebită. Noul produs trebuie lansat doar atunci când sunt îndeplinite toate condițiile tehnologice și economice.

Caracteristicile produselor pentru toate fazele din perioada de viață sunt determinate în perioada de început a dezvoltării. Aproximativ 70 % din costurile totale și calitate sunt determinate în faza de construcție cu toate că numai resurse reduse sunt



utilizate aici (în varianta tradițională, mecanică, numai 5 %) . Din cauza greșelilor din timpul fazelor de început un număr mare de întreprinderi suferă din cauza “greșelilor și deviațiilor” din producție. Sume mari sunt cheltuite pentru asigurarea calității și testarea acestor produse. În multe cazuri este mult mai ușor a proiecta produse, pe care variațiile normale din producție nu le conduc la erori. Utilizând conceptul de mecatronică, în faze de dezvoltare de început, se pot obține produse de calitate la preț de cost mai redus.

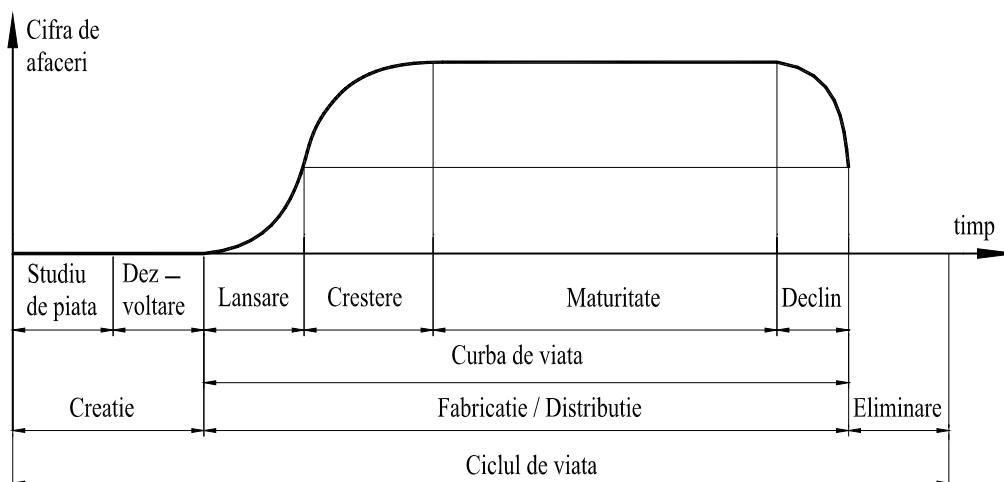


Fig. 2.9 Ciclul de viață al unui produs

Ingineria integrată permite, chiar dacă nu simultaneitatea desfășurării activităților, cel puțin suprapunerea parțială a acestora (fig.2.10). În acest mod dispar în primul rând frontierele dintre fazele de creație a produsului.

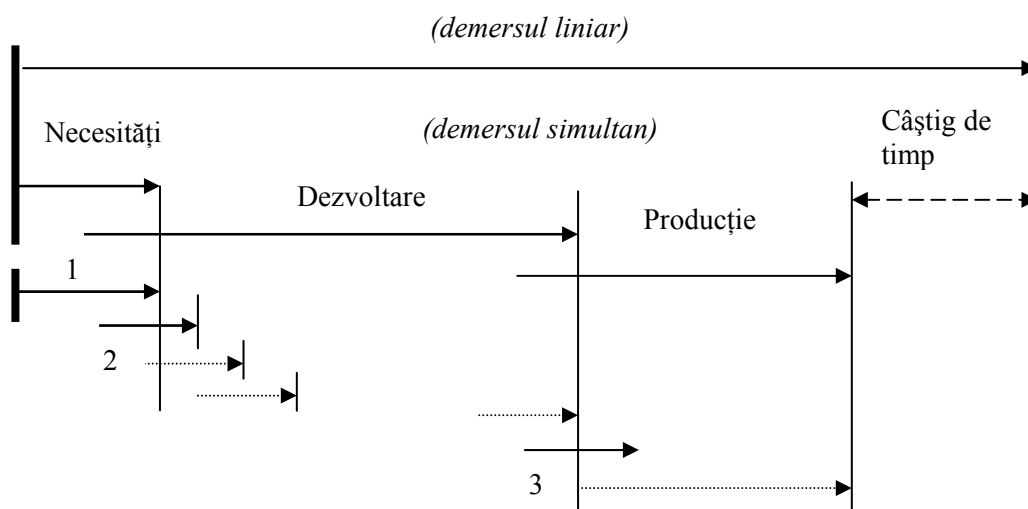


Fig. 2.10 Demersul simultan de fabricație al unui produs

Organizarea în paralel a activităților nu rezolvă în mod automat toate problemele. Se impun luarea în considerare a diverselor aspecte legate de:

- Resursele umane care trebuie să colaboreze fizic și conceptual la creația produsului într-o formă organizatorică multidisciplinară;
- Existența unei baze de date comune, interactive care să garanteze coerența fluxului de informații;
- Integrarea cunoștințelor despre produs.

Un prim concept rezultat al integrării diverselor aspecte de automatizare a proceselor de producție este cel de *productică*. În figura 2.11 se prezintă componentele sistemului integrat CAD / CAM [2.7].

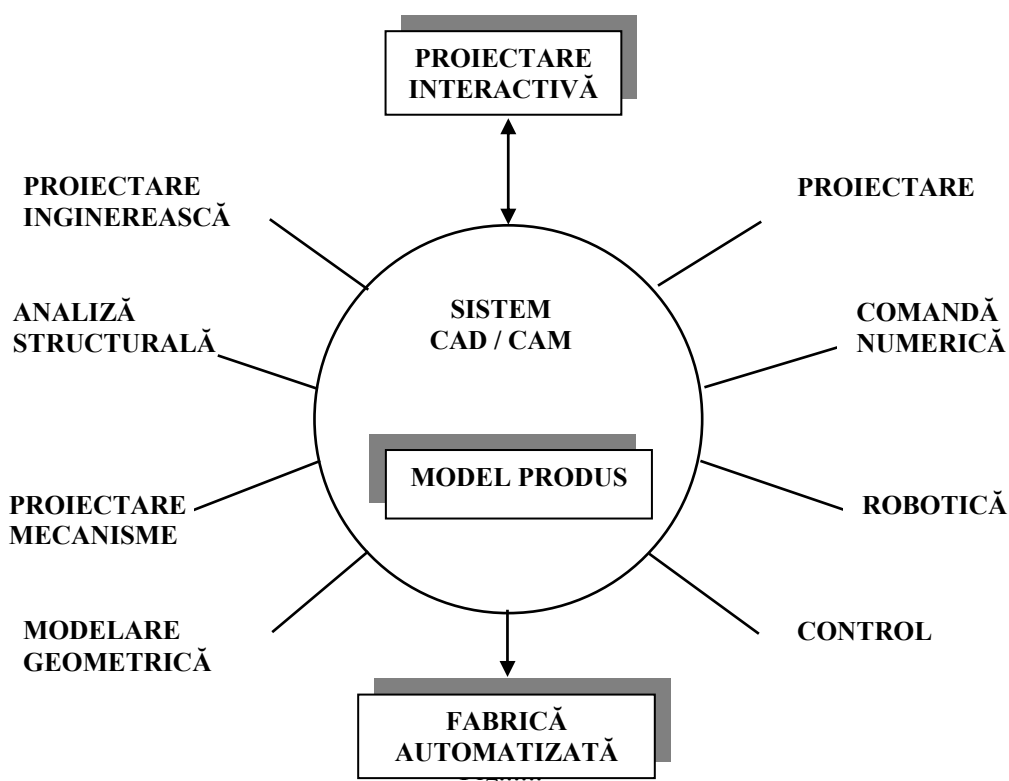


Fig. 2.11 Sistem integrat CAD/CAM

În funcție de principalele modalități de abordare ale mecatronicii au fost abordate în capitolul anterior mai multe definiții ale acesteia. O reprezentare a mecatronicii ca strategie de integrare a domeniilor mecatronicii și cu obținerea unei metode optime de proiectare este prezentată în figura 2.12

Așa cum arătam, ingineria integrată impune modificări esențiale atât la nivelul organizării echipelor de proiectare, care devin multidisciplinare, cât și la nivelul hardware și software de asistență a activităților de analiză – sinteză, comunicare, sinteză. În noul concept mecatronic, locul prototipului clasic este luat de “modelul

simulat” (echivalent cu un “prototip software”).

Un alt element important în realizarea ingineriei integrate este cel al *Managementului datelor de produs (PDM – Product Data Management)* care urmărește realizarea unei baze de informații consistentă și organizată pe scară largă privind întregul produs (sistem) luând în considerare toate etapele de evoluție ale acestuia.

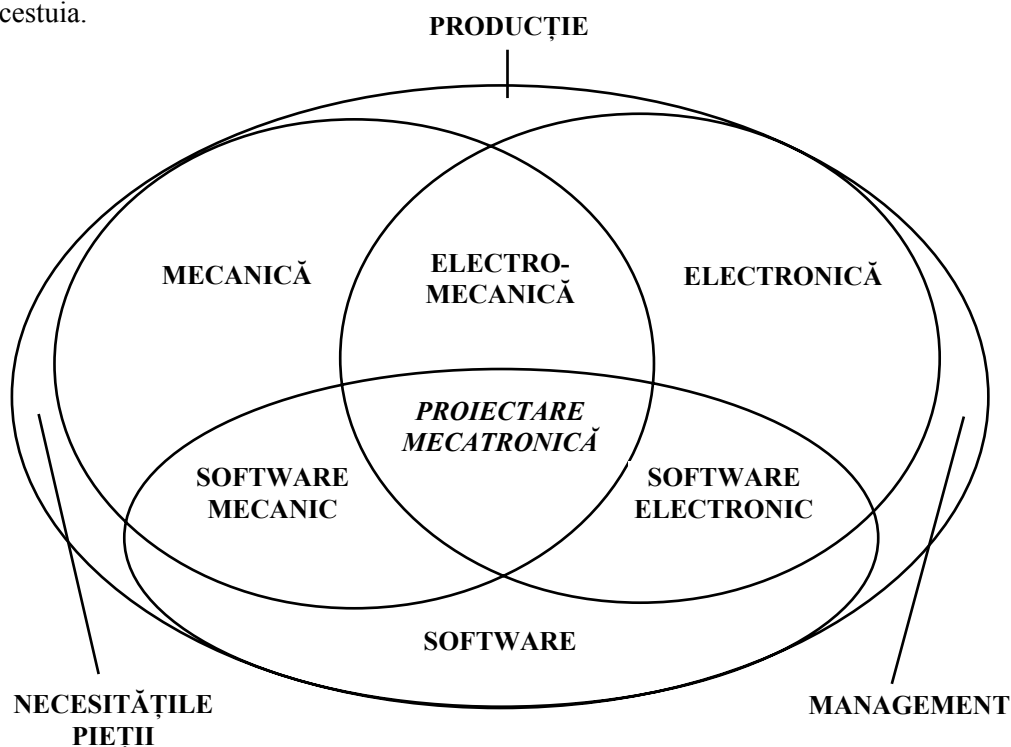


Fig. 2.12 Integrarea mecatronică

Din cele expuse se poate concluziona că ingineria integrată reprezintă o metodă de proiectare și o strategie de management a dezvoltării sistemelor cu următoarele avantaje:

- Reducerea intervalului de timp de la proiectare până la lansarea pe piață / în exploatare a produsului / sistemului;
- Reducerea costurilor pentru realizarea sistemului;
- Reducerea costurilor aferente derulării ciclului de viață al produsului / sistemului;
- Maximizarea calității sistemului / produsului;
- Eliminarea modificărilor de proiectare în fazele finale ale realizării produsului;
- Asigurarea fiabilității necesare produsului (sistemului).

## 2.4 Conceptul de proiectare

Este o practică comună a multor autori de a dezvolta la începutul unei lucrări o

serie de definiții sau concepte.

**Proiectarea inginerescă** necesită astfel o definiție. Acest lucru presupune însă prezentarea unor aspecte esențiale legate de activitățile ingineresti. Este dificil de a găsi o definiție generală care să cuprindă toți parametrii definatorii și în același timp să fie valabilă pentru toate profesiile. Inginerul chimist, cel mecanic sau cel din construcții au concepte diferite referitoare la proiectare în funcție de câmpul de interes al fiecăruia. Deși definițiile verbale sunt uzual diferite, este posibil să găsim concepte comune.

Prin termenul *proiectare* se desemnează în totalitate activitatea de proiect. Este un termen extrem de controversat. O serie de autori au definit la diverse momente de timp acest concept.

Tabelul 2.3

Autor	Definiție	Cuvinte cheie
Taylor (1959)	Procesul de aplicare a principiilor tehnice și științifice pentru definirea unui dispozitiv, proces sau sistem, în suficient detaliu pentru realizarea sa fizică	Principii tehnice, științifice Realizare fizică
Asimov (1962)	Activitate direcționată spre îndeplinirea cerințelor umane.	Factor uman Necesitate
	Decizii de fabricație cu perspective incerte și penalități pentru eroare	Fabricație Incertitudine
Feildden (1963)	Proiectarea mecanică constă în utilizarea principiilor științifice, informațiilor tehnice și a imaginației pentru definirea structurilor mecanice, a mașinilor și sistemelor cu funcții pre-specifiede, cu economie și eficiență maximă	Structură Mașină Sistem Eficiență
C. Alexander (1963)	Stabilirea de proprietăți pentru componentele fizice din structuri fizice	Decizie, fizic
Matchett (1966)	Soluție optimă pentru o sumă de necesități reale în circumstanțe particulare	Necesități reale Soluție optimă
VDI 2223 (1973)	Proiectarea este o activitate predominant creativă, creată prin cunoaștere și experiență și urmărește soluții optimale pentru construcția structurală și funcțională ca urmare a unei documentații realizate.	Creativitate Cunoaștere Experiență Documentație
Suh (1989)	...crearea unei soluții sintetizate prin formă, a unor produse, procese sau sisteme ca urmare a unor cerințe funcționale a unor parametri de proiectare din domeniul fizic	Parametri de proiectare Cerințe funcționale

Proiectarea nu este completă sau este nereușită dacă nu satisface necesitățile preconizate. Bineînțeles o proiectare perfectă nu se realizează în general în intervalul practic de timp. Proiectantul este obligat însă a găsi o cale de satisfacere a necesităților prin utilizarea informațiilor disponibile și a datelor în intervalul de timp permis pentru

problema de proiectare practică.

O reprezentare sistemică a noțiunii de proiectare este dată în figura 2.13.



Fig. 2.13 Reprezentare sistemică a proiectării

Se poate concluziona că activitatea de proiectare este definită, în general, ca o strategie creativă pentru realizarea unor sarcini fizice, mentale, morale sau artistice în scopul unei necesități reale. Scopul proiectării (Mostow, 1985) este construit pe o structură de forma:

- Satisfacerea unor specificații funcționale date;
- Se conformează cu limitările impuse de mediu;
- Presupune implicit sau explicit cerințe de performanță – timp, spațiu, putere, cost etc.- și structură – stil, claritate etc.

- Satisfacerea unor restricții impuse de procesul de proiectare însuși.

Natura proiectării se reflectă și sub alte forme de exprimare. Tipice sunt expresiile de forma, “proiectarea este”:

- o artă, dar nu o știință;
- o rezolvare de problemă practică;
- execuția unei decizii;
- o aplicare a științei
- o căutare euristică;
- creativitate și imaginație;
- transferă și transformă cunoștințe;
- o colecție și procesare de date;
- desen și calcul;
- etc.

Proiectarea inginerescă este unica activitate, după literatura de specialitate, unde un lucru făcut de om este creat după imaginație. În rest se consideră concludente trăsăturile ingineriei:

- proiectarea inginerescă este creativă;
- proiectarea inginerescă este iterativă;
- proiectarea inginerescă este metodologică.

Proiectarea inginerescă este preocupată de dezvoltarea de noi produse. Din acest motiv **creativitatea** este inevitabilă în orice activitate de proiectare inginerescă. Printre factorii importanți cu efect de creativitate se pot preciza: *experiența proiectantului, abilitatea proiectantului, factori economici, preferințe personale ale proiectantului*. Factorii semnificativi cu efect în proiectarea inginerescă sunt clasificați în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Creativitatea inginerească			
MEDIU	Tehnologia	Condiții de piață / desfacere	Facilități de producție
UMAN	Educație	Experiență	Preferință

Tehnologia existentă este probabil cel mai important factor în proiectarea inginerească. Acest lucru este ilustrat sugestiv în figura 2.14 pentru produsul de inscripționare al unui text.

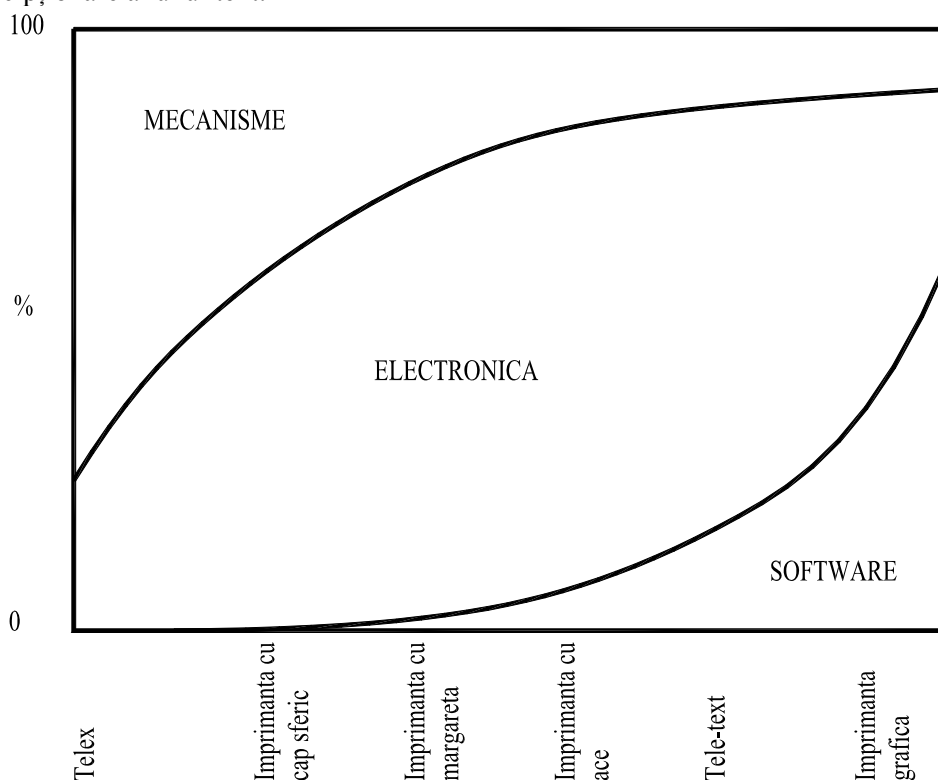


Fig. 2.14 Nivelul efectului dezvoltării tehnologice în proiectarea produselor

Proiectantul nu este complet “liber” în acțiunile sale de proiectare. Iată câteva dintre restricțiile de care trebuie să țină cont:

1. **Etapa și nivelul de industrializare** a unei societăți este un factor important. Populația unei societăți cu un grad înalt de industrializare poate să nu fie mulțumită de produse simple.
2. **Tradițiile sociale** nu se înving ușor. Protecția, factori religioși, deprinderile zilnice sunt exemple elocvente.
3. **Complexitatea produsului** este determinată de utilizator. Acest aspect trebuie avut în vedere la lansarea proiectului. Utilizatorul – bărbat sau femeie – este un factor hotărâtor. Femeile au forță redusă, un produs frumos – estetic, mai elegant și mai selectiv este preferabil. A proiecta pentru copii sau pentru adulți

este de asemenea important de avut în vedere.

4. **Durata de viață.** Toate produsele proiectate trebuie să aibă o durată de viață sigură. Proiectantul trebuie să aleagă și să proiecteze elementele sistemului astfel încât acesta să funcționeze propriu-zis acest timp. De asemenea proiectantul trebuie să precizeze ce se face cu produsul după acest timp (uzură morală). Proiectantul trebuie să considere toate posibilele evenimente în durata de viață a produsului. Condițiile ambietale au un rol important în acest aspect.
5. **Condițiile economice.** Produsul proiectat are ca beneficiar utilizatorul. Cineva trebuie să plătească pentru proiect. De aceea nivelul economic este un important criteriu. Un produs pentru o populație cu venit scăzut este diferit față de un produs pentru o populație cu venit ridicat.
6. **Condițiile geografice și climatice.**

Natura *iterativă* a procesului de proiectare inginerească este prezentată în figura 2.15.

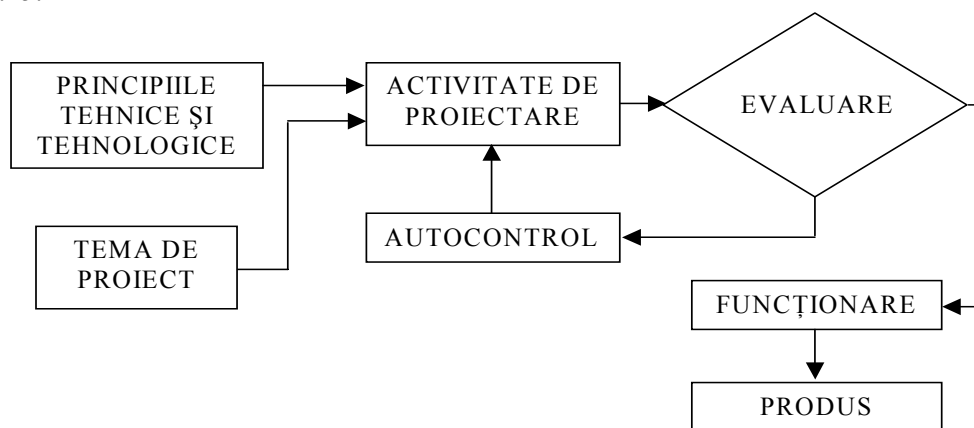


Fig. 2.15 Procesul iterativ în proiectare

Oricare proces de proiectare inginerească are la bază doi factori. Primul este starea de cunoștințe tehnice și tehnologice iar cel de-al doilea este tema de proiect care înglobează datele informatice inițiale despre viitorul produs. După etapa de proiectare inițială are loc o evaluare a produsului în laborator sau chiar la utilizator. Observațiile în urma acestei funcționări sunt utilizate ca și autocontrol. Pentru varianta realizată sunt aduse modificările de rigoare.

## 2.5 Relația proiectare – intuiție / inspirație

### 2.5.1 Generalități

Pentru majoritatea proiectanților și cercetătorilor din proiectare cuvântul “intuiție” este un cuvânt cheie.

Ce este intuiția ? Există o legătură dintre aceasta și proiectare ? Iată două întrebări pertinente.

Intuiția se definește în forme diferite, însemnând o “înregistrare spontană mentală”, “punct de vedere original, meditație sau o viziune mentală, o revelație asupra

unui fapt, acțiune etc.”.

Un aspect mai apropiat de ce înseamnă intuiția putem obține dacă analizăm psihanalitic activitatea mentală a individului în general și spre actul creativ în particular.

Intuiția este una din cele patru funcții mentale (gândirea, afectivitatea, senzitivitatea, **intuiția**) ale omului. Prin acestea se poate defini **conștientul** ca acea parte a minții umane care poate fi cunoscută de individ și care ajută la dezvoltarea individului.

Individul este caracterizat în același timp de **inconștientul personal** ca acea parte a personalității care stochează experiențe personale, conflicte, inclusiv cele care par fără importanță pe moment.

**Inconștientul colectiv** este parte cea mai importantă a “sufletului” unui individ și **nu este dependent de experiență**. Se consideră că individual se moștenește schema de dezvoltare a activității mentale, ca o structură preformată (analog schemei corporale). Inconștientul colectiv conține atât ceea ce este rațional (de ex. inteligența, una din funcțiile intelectuale posibile) cât și ceea ce este irațional (**ceva dincolo de rațiune**). În irațional sunt incluse ca funcții psihice de prim ordin în activitatea creativă: *intuiția, senzația, întâmplarea*.

### 2.5.2 Proiectare și creativitate

Combinarea celor două idei se poate formula printr-o formă unică: proiectantul trebuie să fie creativ. Metodologiile de proiectare oferă metode care suportă creativitatea.

Creația este definită ca și o activitate prin care se produc bunuri materiale, valori culturale și spirituale etc.

Cuvântul “creativ” înseamnă a fi “capabil de a crea”, “de a fi inventiv”, “de a avea imaginație” în acumularea de competență profesională și cunoștințe.

Creativitatea este un potențial uman nativ și/sau cultivat fără de care creația nu se poate produce. Creativitatea nu se poate considera ca un produs fizic care să se compare calitativ sau cantitativ.

“Creativitatea este mai importantă decât știința. Știința este limitată, însă creativitatea cuprinde întregul univers” (Einstein).

Creativitatea reprezintă un potențial uman nativ și / sau cultivat, fără de care creația nu se produce și nu se valorifică.

Extrem de frecvent se întâlnește ideea că invențiile – inovațiile sunt privilegiul unor persoane cu capacități intelectuale ieșite din comun. Este adevărat că au existat și astfel de cazuri referitoare la descoperiri sau creații epocale. S-a demonstrat însă că orice persoană normală poate deveni creativă, poate rezolva în mod specific nou unele probleme. Se consideră că orice problemă de viață impune practic actul gândirii creativ.

Însușirea temeinică și exersarea unor tehnici specifice poate transforma o persoană normală într-una puternic creativă.

**Invenția** este o creație științifică sau tehnică, concretă și completă care prezintă noutate și progres față de ceea ce se cunoaște în prezent. Invenția înseamnă



materializarea unor idei, cu ajutorul legilor din natură, care prin punerea în aplicare în viața de zi cu zi ar aduce efecte (economice, fiabilitate, calitate etc.) sigure, autentice și utile.

**Inovația** înseamnă o realizare tehnică nouă la nivelul unei unități (atelier, societate comercială, întreprindere etc.).

Thomas Alva Edison menționa: “invenția nu substituie munca” și “geniul creator este 1 % inspirație și 99 % transpirație”.

Există diferențe între **descoperire și invenție** ? Descoperirea unui obiect, un fenomen, o lege înseamnă conștientizarea prin mijloace specifice și diverse a existenței acestora în condițiile în care pre-existau în momentul conștientizării. Invenția înseamnă o creație inexistentă înainte de materializarea sa de către autor.

### 2.5.3 Inventica

#### 2.5.3.1 Generalități

Inventica este știința definită de cele mai multe ori ca o artă, de a ajunge la lucruri noi, nefăcute încă.

Specific *metodelor interactive de grup* este faptul că ele promovează interacțiunea dintre mințile participanților, dintre personalitățile lor, ducând la o învățare mai activă și cu rezultate evidente. În condițiile îndeplinirii unor sarcini simple, activitatea de grup este stimulativă, generând un comportament contagios și o strădanie competitivă; în rezolvarea sarcinilor complexe, rezolvarea de probleme, obținerea soluției corecte e facilitată de emiterea de ipoteze multiple și variate. Interacțiunea stimulează efortul și productivitatea individului și este importantă pentru autodescoperirea propriilor capacități și limite, pentru autoevaluare. Există o dinamică intergrupală cu influențe favorabile în planul personalității, iar subiecții care lucrează în echipă sunt capabili să aplice și să sintetizeze cunoștințele în moduri variate și complexe, învățând în același timp mai temeinic decât în cazul lucrului individual. În acest fel se dezvoltă capacitățile subiecților de a lucra împreună. Acest aspect se constituie într-o componentă importantă pentru viață și pentru activitatea lor profesională viitoare.

Metodele și tehnicile interactive de grup se pot clasifica astfel:

- **Metode de predare-învățare interactivă în grup** (cu subclase specifice);
- **Metode de fixare și sistematizare a cunoștințelor și de verificare** (cu subclase specifice);
- **Metode de rezolvare de probleme prin stimularea creativității:** Brainstorming, Starbursting (Explozia stelară), Phillips 6/6, Tehnica 6/3/5, Sinectica, Metoda Delphi;
- **Metode de cercetare în grup:** Tema sau proiectul de cercetare în grup;

#### 2.5.3.2 Tehnica LOTUS (floare de nufăr) [2.6], [2.17]

Tehnica florii de nufăr presupune deducerea de conexiuni între idei, concepte, pornind de la o temă centrală. Problema sau tema centrală determină cele 8 idei secundare care se construiesc în jurul celei principale, asemenea petalelor florii de nufăr (fig.2.16).

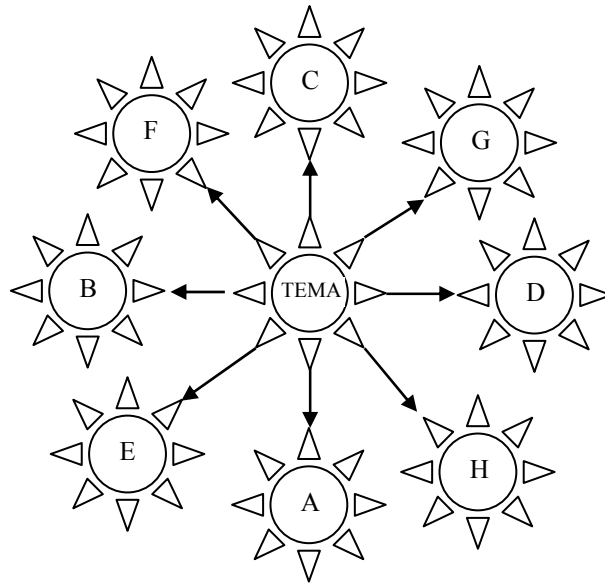


Fig. 2.16 Reprezentarea direcției de organizare a “Tehnicii Lotus”

Cele 8 idei secundare sunt trecute în jurul temei centrale, urmând ca apoi ele să devină la rândul lor teme principale, pentru alte 8 flori de nufăr. Pentru fiecare din aceste noi teme centrale se vor construi câte alte noi 8 idei secundare. Astfel, pornind de la o temă centrală, sunt generate noi teme de studiu pentru care trebuie dezvoltate conexiuni noi și noi concepte.

Participanții se gândesc la ideile sau aplicațiile legate de tema centrală. Acestea se trec în cele 8 “petale” ce înconjoară tema centrală, de la A la H, în sensul acelor de ceasornic. Noile 8 teme deduse devin teme centrale pentru cadranele respective. Diagramele rezultate se analizează calitativ și cantitativ.

### 2.5.3.3 Starbursting [2.6], [2.17]

**Starbursting** (eng. “star” = stea; eng. ”burst” = a exploda), este o metodă nouă de dezvoltare a creativității, similară brainstormingului (fig.2.17).

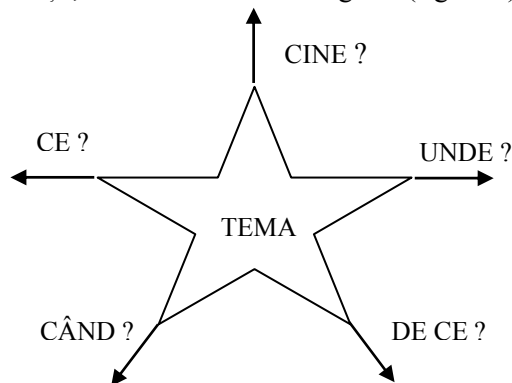


Fig. 2.17 ”Explozia stelară”

Metoda se amorsează din centrul conceptului și se împrăștie în afară, cu întrebări, asemenea exploziei stelare.

Problema de rezolvat se consemnează pe o foaie de hârtie și se înșiră cât mai multe întrebări care au legătură cu ea. Un bun punct de plecare îl constituie cele de tipul: **Ce?, Cine?, Unde?, De ce?, Când?** (fig.2.17).

Lista de întrebări inițiale poate genera altele, instantanee, care cer și o mai mare concentrare în continuare: **Cine? Ce? Unde? Când? De ce?**

Metoda permite obținerea a unui număr cât mai mare de întrebări și astfel cât mai multe conexiuni între concepte. Este o modalitate de stimulare a creativității individuale și de grup. Organizată în grup, *starbursting* facilitează participarea întregului colectiv, stimulează crearea de întrebări la întrebări, așa cum *brainstormingul* dezvoltă construcția de idei prin idei.

#### 2.5.3.4 Brainstorming

**Brainstorming-ul** sau „evaluarea amânată”, „furtuna de creiere”, „cascada ideilor” este o metodă interactivă de dezvoltare de idei noi ce rezultă din discuțiile purtate între mai mulți participanți, în cadrul căreia fiecare vine cu o mulțime de sugestii. Rezultatul acestor discuții se soldează cu alegerea celei mai bune soluții de rezolvare a situației dezbătute.

Ca metodă de discuție și de creație în grup, *brainstorming-ul* (*brain* - creier, *storming* - furtunos) a fost sistematizat în 1948 de către profesorul Alexander F. Osborn de la Universitatea din Buffalo (SUA), pornind de la o metodă folosită cu 400 de ani în urmă în India (Prai-Barshana). Rezultatele experimentelor au fost publicate de Osborn în 1961 în lucrarea *Applied imagination*.

Metoda are drept scop emiterea unui număr cât mai mare de soluții, de idei, privind modul de rezolvare a unei teme, în speranța că, prin combinarea lor se va obține soluția optimă. Calea de obținere a acestor idei este aceea a stimulării creativității în cadrul grupului, într-o atmosferă lipsită de critică, neinhibitoare, rezultat al amânării momentului evaluării. Altfel spus, participanții sunt eliberați de orice constângeri, comunică fără teama că vor spune ceva greșit sau nepotrivit, care va fi apreciat ca atare de către ceilalți participanți. Interesul metodei este acela de a da frâu liber imaginației, a ideilor neobișnuite și originale, a părerilor neconvenționale, provocând o reacție în lanț, constructivă, de creare a „ideilor prin idei”. În acest sens, o idee sau sugestie, aparent fără legătură cu problema în discuție, poate oferi premisele apariției altor idei din partea celorlalți participanți.

*Brainstorming-ul* se desfășoară în cadrul unei reuniuni formate dintr-un grup (3 până la 10 membri), de preferință eterogen din punct de vedere al pregătirii și al specializărilor, sub coordonarea unui moderator – lider. Rolul liderului este pe lângă cel de animator și de mediator și de a asigura „productivitatea” emiterii de idei (un număr cât mai mare într-un timp cât mai scurt) și de a scoate grupul din momentele de „stagnare”. Durata optimă este de 30 – 45 de minute cu o posibilă pauză scurtă la jumătatea ședinței.

Specific acestei metode este și faptul că ea cuprinde două momente: unul de producere a ideilor și apoi momentul evaluării acestora (faza aprecierilor critice) de către lider împreună cu responsabilul de proiect (dacă acesta nu este și lider).

*Regulile de pregătire, desfășurare și finalizare* ale unei ședințe brainstorming sunt în următoarea succesiune:

- Cunoașterea problemei ce se pune în discuție și a necesității soluționării ei, pe baza unei formulări și expuneri clare și concise lipsită de ambiguități, din partea responsabilului de proiect;
- Selecționarea cu atenție a membrilor grupului de analiză pe baza principiului eterogenității în ceea ce privește vârsta, pregătirea, fără să existe antipatii;
- Se stabilește liderul grupului de analiză prin consensul membrilor. Se stabilește secretarul grupului de analiză pentru înregistrarea ideilor în mod discret fără a influența modul de desfășurare a activității;
- Responsabilul de proiect prezintă problema de rezolvat în mod clar, precizând care sunt cerințele principale pe care trebuie să le îndeplinească soluția viitoare;
- Asigurarea unui loc corespunzător (fără zgomot), spațios, luminos, menit să creeze o atmosferă stimulativă, propice descătușării ideilor;
- Admiterea și chiar încurajarea formulării de idei oricât de neobișnuite, îndrăznețe, lăsând frâu liber imaginației participanților, spontaneității și creativității;
- În prima fază, accentul este pus pe cantitate, pe formularea de cât mai multe variante de răspuns și cât mai diverse. Liderul permite unui membru să preia cuvântul doar în momentul în care ideea precedentului a fost complet emisă și înregistrată;
- Construcția de „idei pe idei”, în sensul că, un răspuns poate provoca asociații și combinații pentru emiterea unui nou demers cognitiv-inovativ;
- Evaluarea este suspendată și se va realiza mai târziu de către lider, individual cu fiecare membru al grupului pentru preluarea unor eventuale idei noi;
- Conducătorul grupului ia decizia dacă mai este utilă sau nu o ședință de Brainstorming după analiza și filtrarea ideilor emise.

*Avantajele* utilizării metodei brainstorming sunt multiple. Dintre acestea se pot menționa:

- Permite obținerea rapidă și ușoară a ideilor noi și a soluțiilor posibile;
- Costuri reduse necesare aplicării metodei;
- Aplicabilitatea largă, în toate domeniile;
- Stimulează participarea activă și crează posibilitatea asocierii ideilor;
- Dezvoltă creativitatea, spontaneitatea, încrederea în sine prin procesul evaluării amânate;
- **Dezvoltă abilitatea de a lucra în echipă;**

*Dezavantajele și limitele* brainstorming-ului se referă la:

- Nu suplinește cercetarea de durată, clasică;
- Depinde de calitățile liderului de a anima și dirija discuția pe subiectul dorit;
- Oferă doar soluții posibile nu și realizarea efectivă;
- Uneori poate fi prea obositor sau solicitant pentru unii participanți;

Uneori când emiterea de idei scade, se poate lansa o listă cu întrebări – “check-list” – care să stimuleze creativitatea grupului. Un “check-list” are la bază o serie de

procedee de imaginare care generează o serie de întrebări, propoziții și imagini stimulative. Un exemplu de check-list imaginat de Osborn este prezentat în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5

Alte utilizări ?	Noi utilizări pentru acestea ? Alte utilizări dacă modificăm?
Adaptare ?	Cu ce altceva este similar ? Ce alte idei sugerează acestea ? Ce se poate copia ?
Modificare ?	Se poate da o nouă formă? Schimbă sensul culoarea, mișcarea, forma ? Alte schimbări ?
Amplificare ?	Ce trebuie adăugat ? Mai mult timp ? Mai înalt ? Mai lung ? Mai larg?
Diminuare ?	Ce mai trebuie scăzut? Să miniaturizăm ? Să reducem ? Să scădem frecvența ?
Substituire ?	Ce să pun în loc ? Alt material ? Alt proces ? Alt loc ? Altă putere ? Alt timp ?
Rearanjare ?	Să dispun componentele în altă ordine ? Alt model ? Alt layout ? Altă secvență ? Să schimb locul ? Să schimb ordinea operațiilor ?
Inversare ?	Să schimb rolurile ? Să rotesc tabelul ? Să pun sfârșitul la început ? Să consider opusul lui ?
Combinare ?	Combin unități ? În ce fel se combină ?

### 2.5.3.5 Studiul de caz

*Studiul de caz* reprezintă o metodă de confruntare directă a participanților cu o situație reală, autentică, luată drept exemplu tipic, reprezentativ pentru un set de situații și evenimente problematice. Apărută inițial ca o metodă de cercetare științifică (în

medicină, economie, psihologie etc.), studiul de caz a fost extins și în alte domenii specifice dezvoltării creativității.

Metoda este interactivă, valoroasă din punct de vedere euristic și aplicativ și permite:

- realizarea contactului participanților cu realitățile complexe, autentice dintr-un domeniu dat, cu scopul familiarizării acestora cu aspectele posibile și pentru a le dezvolta capacitățile decizionale, operative, optime și abilitățile de a soluționa eventualele probleme;
- verificarea gradului de operaționalitate a cunoștințelor însușite, a abilităților și comportamentelor, în situații limită;
- sistematizarea și consolidarea cunoștințelor, autoevaluarea din partea fiecărui membru al grupului.

#### 2.5.3.6 Tehnica 6 / 3 / 5

**Tehnica 6 / 3 / 5** este asemănătoare brainstorming-ului. În această metodă ideile noi se scriu pe foile de hârtie care circulă între membrii grupului, și de aceea se mai numește și metoda brainwriting. Tehnica se numește 6 / 3 / 5 pentru că există:

- **6 membri** în grupul de lucru;
- **3 soluții** din partea fiecărui membru pentru problema dată;
- **5 minute** timpul de răspuns (însușind 108 răspunsuri, în 30 de minute, în fiecare grup)

Dezavantajele metodei rezultă din constrângerea participanților de a răspunde într-un timp fix. De asemenea, pot exista fenomene de influență negativă între răspunsuri.

#### 2.5.3.7 Metoda Philips 6/6

**Metoda Philips 6/6** a fost elaborată de către profesorul de literatură J. Donald Philips (de unde provine și numele) care a testat-o la Universitatea din Michigan. Este similară brainstorming-ului și tehnicii 6/3/5, însă se individualizează prin limitarea discuției celor 6 participanți la 6 minute. Metoda este destinată unor colective mari.

#### 2.5.3.8 Sinectica

**Sinectica** numită și **metoda analogiilor** sau **metoda asociațiilor de idei**, a fost elaborată de profesorul William J. Gordon (*Operational Approach to Creativity*) în 1961, când a înființat primul grup sinectic la Universitatea Harvard. Termanul de *sinectică* provine din grecescul *synecticos* („syn” – „a aduce împreună” și „ecticos” – „elemente diverse”) și sugerează principiul fundamental al metodei: *asocierea unor idei aparent fără legătură între ele*. Metoda Gordon are în vedere stimularea creativității participanților pentru formularea de idei și ipoteze, folosind raționamentul prin analogie. Scopul sinecticii este de a elibera participanții de orice constrângeri și de a le îngădui să-și exprime liber opiniile vis-a-vis de o problemă pe care trebuie să o abordeze dintr-o perspectivă nouă. Metoda incită la dezvoltarea de idei inedite și originale și la asociații de idei, mizând pe remarcabila capacitate a minții umane de a face legături între elemente aparent irelevante.

Metoda cuprinde în general următoarele succesiuni:

- enunțarea problemei de către liderul de proiect;
- familiarizarea membrilor grupului cu elementele cunoscute ale problemei;
- detașarea temporară a membrilor grupului de analiză de elementele problemei;
- căutarea deliberată a irelevanței aparente;
- potrivirea forțată a informațiilor irelevante descoperite cu problema discutată;
- inventarierea căilor posibile de relaționare dintre ideile aparent irelevante și elementele date ale problemei, prin producerea de idei noi;

#### 2.5.3.9 Metoda piramidei

*Metoda piramidei* sau metoda bulgărelui de zăpadă are la bază împletirea activității individuale cu cea desfășurată în mod cooperativ, în cadrul grupurilor. Ea constă în încorporarea activității fiecărui membru al colectivului într-un demers colectiv mai amplu, menit să ducă la soluționarea unei sarcini sau a unei probleme date.

Fazele de desfășurare a metodei piramidei sunt următoarele:

- *Faza introductivă*: liderul de grup expune datele problemei în cauză;
- *Faza lucrului individual*: membrii grupului lucrează timp de 5 minute pe cont propriu la soluționarea problemei. În această etapă se notează întrebările legate de subiectul tratat.
- *Faza lucrului în perechi*: se formează grupe de două persoane pentru a discuta rezultatele individuale la care a ajuns fiecare. Se solicită răspunsuri la întrebările individuale din partea colegilor și, în același timp, se notează dacă apar altele noi.
- *Faza reuniunii în grupuri mai mari*. În general se alcătuiesc două grupe, aproximativ egale ca număr de participanți, alcătuite din grupele existente anterior și se discută despre soluțiile la care s-a ajuns. Totodată se răspunde la întrebările rămase nesoluționate.
- *Faza raportării soluțiilor în colectiv*. Întreagul grup de analiză concluzionează asupra ideilor emise.
- *Faza decizională*. Se alege soluția finală și se stabilesc concluziile asupra activității desfășurate.

#### 2.5.3.10 Obstacole în calea gândirii constructive

Literatura de specialitate ia în considerare patru categorii de obstacole dominante în calea gândirii creatoare.

- *Lipsa de cunoștințe sau informații*. Cunoașterea problemei de rezolvat în întregul său, fără ambiguități este o condiție strict necesară pentru rezolvarea acesteia. Acest aspect presupune o bună documentare asupra problemei de rezolvat. Această etapă trebuie să asigure atât cantitativ cât și calitativ informațiile necesare. Prezența cunoștințelor în sine nu garantează și calitatea ideilor care se emit. O prelucrare corespunzătoare a acestor cunoștințe înseamnă o primă garanție că există șanse de reușită în rezolvarea problemei.

- **Conservatorismul.** Deseori în cadrul unui grup de lucru se acceptă necesitatea unor modificări, completări a unor principii de lucru. Punerea în aplicare a considerentelor admise în general va întâmpina dificultăți generate de comoditatea grupului sau a unei părți a acestuia (noul implică în general efort fizic, în gândire, percepție), conservatorismul în gândire (generat în general de șabloanele unei activități), frica față de un posibil insucces.
- **Atitudine negativistă.** Inconștientul are un rol hotărâtor în modul de creație. Abordarea unei probleme în mod nehotărât, convins de insuccesul unei idei, stă la bază multor probleme nerezolvate.
- **Lipsa de metodă.** Aplicarea unei metode coerente în scopul gășirii de soluții pentru o problemă este extrem de importantă. O activitate haotică, fără logică nu poate sta la crearea unei idei pozitive decât în mod întâmplător.
- **Lipsa de efort.** Nimic nu se poate crea fără efort susținut, conștient și acceptat. Dacă aceste lucruri lipsesc șansa de reușită în rezolvarea unei probleme este minimă.

## 2.6 Concepții despre proiectare ca știință și metodele sale

### 2.6.1 Introducere

Știința proiectării include un set de scopuri pentru explorarea proceselor de proiectare, pentru organizarea și memorarea tuturor cunoștințelor referitoare la proiectare. Pentru crearea unui sistem real și optimal sunt necesare în principal două decizii a fi nominalizate [2.8]:

- Despre conținutul, elementele, terminologia etc. și prin aceasta despre frontiera sistemului;
- Despre structura internă, relații, taxonomie etc.

Au fost propuse mai multe paradigme pentru descrierea procesului de proiectare:

- **Proiectarea → căutare.** Privit sistemic un proiect se bazează pe o mulțime de parametri de intrare și o serie de “obiecte” care trebuie poziționate relativ conform unor relații funcționale astfel încât să se poată defini mărimea de ieșire reprezentată de modelul produsului proiectat. Procesul de proiectare constă într-o căutare de variante și soluții.
- **Proiectarea → satisfacere a unor condiții.**
- **Proiectarea → compilare.**
- **Proiectarea → optimizare.**

### 2.6.2 Concepții despre proiectare referitoare la conținut

Există cunoștințe care pot fi desemnate ca și cunoștințe tradiționale de proiectare. Cunoștințe despre rezistența materialelor, elemente constructive, tehnologie sau alte domenii sunt strict necesare pentru proiectarea mecanică. Nu întotdeauna aceste cunoștințe sunt sub prezentate o formă convenabilă proiectanților. Cunoștințele existente trebuie sortate și revizuite.

O mare parte de cunoștințe despre sisteme și proiectare trebuie să completeze



baza de cunoștințe ale unui proiectant.

Pornind de la aceste aspecte, se enunță patru concepte fundamentale pentru conținutul științei proiectării:

- Cunoștințe tradiționale și extinderi;
- Selecțiuni din cunoștințele tradiționale și extinderi, completări;
- Selecțiuni revizuite din cunoștințele tradiționale și extinderi, completări;
- Numai extinderi.

*Primul concept* include toate științele ingineresti în interiorul științei proiectării.

În cel de-al *doilea concept* domeniul este îmbunătățit numai dacă cunoștințele comune sunt selectate. Chiar și în acest caz formele de cunoștințe nu răspund încă la întrebările formulate de proiectanți.

*Cel de-al treilea concept* poate îndeplini obiectivul referitor la cunoștințele relevante pentru proiectanți în formă convenabilă.

*Ultimul concept* este atractiv deoarece nu apar contradicții pentru ordinea existentă. În plus cercetarea procesului de proiectare pare să fie chiar sarcina corectă de cercetare. Acest punct de vedere este posibil numai dacă proiectanții s-ar presupune că sunt singurele puteri executive de bază ale procesului efectiv de proiectare. Nici o bază completă nu poate să apară în acest fel care să descrie transformările generale ale informației așa cum apar ele în procesul de proiectare incluzând pe cele realizate cu calculatorul.

### 2.6.3 Cunoaștere

#### 2.6.3.1 Generalități

Formarea unei mentalități constructive se poate face numai pe baza unei educații și culturi tehnico-științifice. Știința și tehnica dezvoltă analiza critică, dezvăluie sensul și căile dezvoltării societății umane. Sau într-o altă exprimare, știința și tehnica dau cunoaștere, pricepere și înțelepciune. Destinul omului modern este științific și tehnic. Lumea de astăzi este științifică și tehnologică. Nu există nici o țară dezvoltată fără știință și tehnologie aceasta presupunând și dezvoltare și bunăstare [2.5], [2.9], [2.14].

Cercetarea științifică și tehnică își realizează rolul social fundamental de schimbare a mentalităților, de ridicare a calității vieții, de pregătire a societății pentru a face față schimbărilor în principal pe două căi: prin transfer tehnologic și prin învățământ.

Societatea noastră a intrat de aproape 2 decenii pe o noua treaptă evolutivă - Societatea Informațională. Trebuie precizat însă un lucru. Nu informația este elementul definitoriu al Societății Informaționale, ci cunoașterea (*knowledge*). Zilnic în societatea umană se produc cantități uriașe de informație. Colecții de date din toate domeniile de activitate sunt create, apar dar nu toate acestea reprezintă cunoaștere. "O informație dintr-o carte sau disponibilă pe Internet, devine cunoaștere, doar după ce este citită și înțeleasă. În consecință ceea ce separă cunoașterea în raport cu informația, este factorul uman și capacitatea acestuia de a-și însuși și manipula concepte abstracte, cu scopuri practice sau pur teoretice.

În industrie, este recunoscut încă din secolul trecut rolul cunoașterii în asigurarea progresului tehnologic continuu. Cunoașterea, reprezentată prin inovații și invenții reprezintă una din modalități. Întregi industrii au fost construite în timp în jurul unor patente protejând o metodă nouă de producție, un produs nou etc. Respectiva cunoaștere era aplicată, iar profiturile erau obținute din vânzarea produselor sau licențierea noilor tehnologii. În ultima perioadă domenii aflate la granița progresului tehnologic (de ex. comunicațiile mobile) valorifică în mod superior proprietatea asupra cunoașterii esențiale reprezentată prin patente și a licențierii accesului la acestea.

### Cunoaștere ? DA ! În câte moduri ?

Am arătat rolul decisive al cunoașterii în zilele noastre și locul său central majorității domeniilor societății. Un raport OECD introduce următoarele patru forme de cunoaștere [2.14], [2.22]:

- **A cunoaște ce ? (Know-What)** se referă la cunoașterea factuală, cea mai apropiată de informație, care este necesară în multe domenii ca bază de cunoștințe **elementare în vederea rezolvării unor probleme;**
- **A cunoaște de ce ? (Know-Why)** reprezintă cunoașterea științifică a principiilor și legilor naturale, sociale, politice etc. Producerea și distribuirea acestor cunoștințe are loc de obicei în cadrul academic și al centrelor de cercetare științifică publice sau private.
- **A cunoaște cum ? (Know-How-ul)** se referă la aptitudinile și cunoștințele necesare rezolvării unor probleme. Documentația ce se referă la modul de operare al unui mecanism, selectarea și pregătirea personalului etc sunt doar câteva exemple;
- **A cunoaște cine ? (Know-Who)** reprezintă un set de cunoștințe cu o importanță din ce în ce mai crescută. Aceasta presupune accesul la informații despre *cine* știe și *cine* știe să facă ce.

Cercetarea și dezvoltarea reprezintă modul fundamental de producere a cunoașterii, și mai ales a cunoașterii de tipul know-why. Alături de resursele umane, ea reprezintă baza și motorul principal al unei economii bazate pe cunoaștere. Pentru a produce beneficii la nivel local și efecte sinergice, ***cunoașterea nu poate fi doar importată, ci și creată.***

Societatea informațională în care omenirea se încadrează ireversibil este definită ca o *societate a cunoașterii* și, în același timp, ca o *societate a organizațiilor* [2.9]. Aceste organizații sunt remarcate în funcționarea lor prin procese desemnate generic prin sintagma celor 3 x I: *Inovare* (crearea de cunoștințe noi), *Învățare* (asimilarea de cunoștințe noi) și *Interactivitate partenerială*.

De pe pozițiile promotorilor tehnologiei informatice, Holsapple și Whinston [2.14] definesc organizația bazată pe cunoaștere drept "o colectivitate de lucrători cu muncă de concepție, interconectați printr-o infrastructură computerizată". Autorii consideră că existența unei asemenea organizații, prevăzută cu stații de lucru locale, centre de suport, canale de comunicații și colecții distribuite de cunoștințe, necesită un demers explicit de proiectare și realizare, de natura unei informatizări avansate, cu aplicații ale inteligenței artificiale.

Diversificarea viziunilor asupra problematicii examinate a condus la un pluralism terminologic constând în utilizarea paralelă de noțiuni ca ”organizație centrată pe memorie”, ”firmă intelectual-intensivă”, ”organizație inteligentă”.

### 2.6.3.2 Surse ale cunoașterii și ale impulsivității proiectării ca știință [2.12]

Proiectarea ca știință are multe relații pertinente cu alte ramuri de știință. În același timp sunt acceptate și adaptate multe cunoștințe de alte discipline.

**Filozofia** prin conceptele sale despre cunoaștere și euristică îmbogățește știința proiectării. Etica filozofică servește ca sursă pentru abordările specifice din domeniul ingineriei.

**Psihologia și sociologia** își aduc de asemenea contribuțiile la conturarea proiectării ca știință. Pentru activitățile de grup, specifice proiectării, cunoașterea se obține și din investigații asupra lucrului în echipă și dinamica grupurilor.

Extrem de interesantă este strategia ierarhică a unei gândiri raționale. Rezolvarea unei probleme include următorii pași:

- Definirea (stabilirea) situației (în formă similară jocurilor teoretice):
  - Cine este implicat ? (“actori”, “jucători”);
  - Ce lucruri se implică ?
  - Ce s-a întâmplat ? (acțiuni);
  - Când se întâmplă ? (scene);
  - Unde se întâmplă ? (locație);
  - De ce se întâmplă ? (cauze);
  - Cât de serioasă este ? (efecte)
- Expunerea obiectivului;
- Generarea de idei;
- Pregătirea planului / planurilor;
- Acțiune

Psihologia cognitivă recunoaște diverse clase de cunoaștere:

- Cunoaștere declarativă – informații reale;
- Cunoaștere procedurală – cum se utilizează cunoașterea declarativă;
- Cunoaștere de situație – înțelegerea **unde și când** se accesează cunoașterile declarative și procedurale;
- Cunoaștere strategică – facilitează utilizarea cunoștințelor
- Cunoaștere “tăcută” (tacidă) – cunoaștere existentă în memorie.

Prima cunoaștere, declarativă, este aproximativ coincidentă cu *cunoașterea obiect*. Următoarele trei clase sunt izvorul *procesului de cunoaștere*.

Limitele capacității umane pentru procesare mintală a informației trebuie să se ia în considerare în activitatea de proiectare.

Un interes aparte pentru cunoașterea proiectării îl reprezintă psihologia motivației cercetării și al interacțiunii umane (echipa de lucru, construirea echipei). Se obțin cunoștințe relevante pentru managerul de proiect și instructorul educativ în proiectare. În același timp se poate explica rezistența (parțial justificată) a proiectanților în ingineria practică pentru a accepta metodele structurale și sistematice.

Cunoștințele despre “tehnologia de lucru” (*working technology*) sau tehnologia activității mentale, metode sau principii de validare și verificare sunt surse importante pentru proiectanți

**Matematica** este una din “uneltele” cele mai importante pentru proiectant. Stabilirea unei decizii, alegerea unei variante optimale impune utilizarea conceptului matematic. Capitolele posibile pentru utilizare sunt extrem de variate: analiză matematică, statistică, teoria grafurilor, metode matriceale etc.

**Cibernetica și tehnologia informației** sunt alte ramuri ale științei care influențează proiectarea. Inteligența artificială și sistemele expert sunt prezente în proiectarea modernă prin: facilități în modelarea solidului, modelare parametrică, baze de date comune pentru proiectare și tehnologie, proceduri de proiectare, algoritmi genetici, teorii de decizie etc.

**Managementul** proiectului este esențial în succesul activității. Metodele QFD (Quality Function Deployment), TQM (Total Quality Management), ingineria concurentă și simultană sunt regiuni de graniță între management și proiectare.

**Inventica**, care se suprapune ca și obiectiv cu unele aspecte ale proiectării, este recunoscută prin influențele produse ale științei proiectării.

#### 2.6.4 Conținut și structură în știința proiectării

Orice sistem și astfel și sistemul de cunoștințe se poate structura în forme diverse. Elementele structurii definesc în același timp conținutul sistemului.

Pentru știința proiectării se prezintă succesiunea morfologică a formulărilor în figura 2.18.

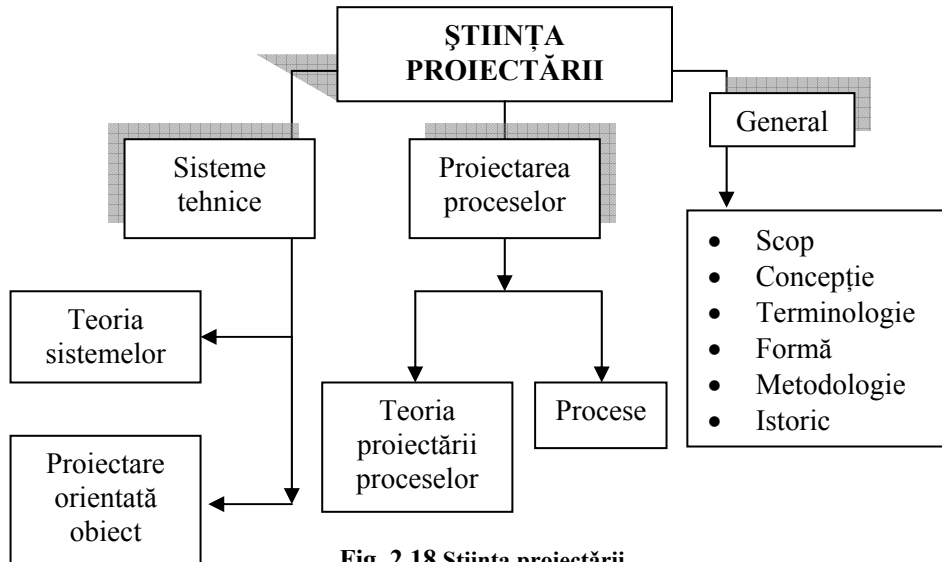


Fig. 2.18 Știința proiectării

Caracteristici referitoare la modalități de formulare a științei proiectării sunt prezentate în tabelul 2.5 [2.12].

Două aspecte sunt importante pentru utilizator: sursa (prop.3) și dimensiunea obiectului (prop.5). În primul caz, trei clase fundamentale ies în evidență:

- Instrucțiuni de proiectare educaționale, destinate pentru îndrumarea proiectanților, pentru instruire;
- Experițe științifice de proiectare, adresate în special studenților și profesorilor;
- Manuale și memoratoare de proiectare, destinate proiectării practice

Tabelul 2.6

Caracteristici ale formulării științei proiectării		Starea aplicației		
		A	B	C
1	Formulări metodologice	descriptiv	prescriptiv	normativ
2	Formulări empirice	Pre-științifică - Experiță practică	Științifică: înțelegere singulară	Științifică: Inductivă, statistică
3	Surse de formulări	Începător, student	Profesor, cercetător	proiectant
4	Aspecte ale proiectării	Sisteme tehnice	Procesul de proiectare	
5	Dimensiunea obiectului – subiect al formulării	Universal: toate procesele	Sistemele tehnice reale	Referințe specifice din inginerie: sisteme mecanice, regim de construcție etc.
6	Experița și statutul autorului	Specialitate sau disciplină	Poziție în organizație	Activitate primară: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Practică</li> <li>• Cercetare</li> <li>• Educație</li> </ul>
7	Scopul declarativ	“Automatizarea” procesului de proiectare	Fundamentare empirică mai bună pentru metodologie sau metodă	Altele

### 2.6.5 Clase ale științei proiectării

Proiectarea *metodologică / productivă* este definită în literatură ca și eficientă. Căile metodologice constau în seturi de documente care definesc în mod explicit o serie de sarcini care trebuie realizate înainte de a începe efectiv proiectarea. Căile metodologice necesită colectiv educat și lucru în echipă. Câteva aspecte din punct de

vedere metodologic / productiv trebuie avute în vedere :

- Munca obositoare în planificarea proiectului va fi validată de managerul proiectului începând cu problemele mici, în schimbul distribuirii problemelor de dimensiuni mari. Aceasta este sugestia în proiectele de dimensiune medie și mare la scară industrială.
- Calculul de detaliu poate necesita implementarea unor modele matematice, soluționare de ecuații diferențiale, sau integrale etc.;
- Optimizarea parametrilor pentru sistemul dezvoltat;

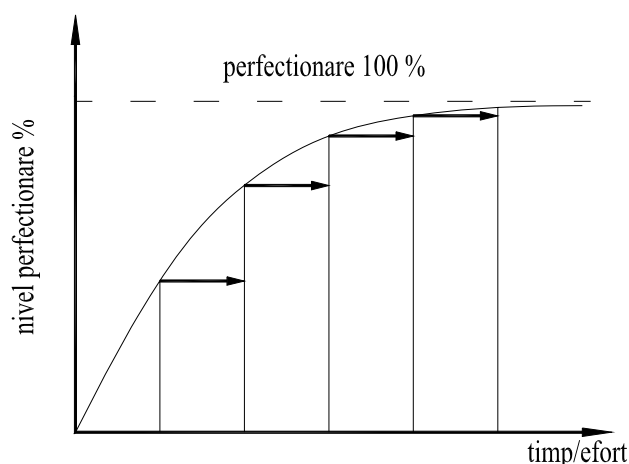


Fig. 2.19 Nivelul de perfecționare funcție de efort și timp

- Adaptarea activității de proiectare la condițiile particulare din mediu de proiectare și cerințele firmei;
- Existența unui raport scris pentru o prezentare formală a proiectului realizat. În general un astfel de raport conține o parte desenată (grafică).

Orice produs industrial, indiferent de natura și utilitatea sa, are o durată de viață (existență) repartizabilă pe următoarele segmente:

- viața în interiorul unității / unităților care îl produce și care constă din durata de concepție și cea de fabricație;
- viața în exteriorul unității și care constă din perioada de livrare, punere în funcțiune și utilizarea efectivă.

Se poate sesiza că practic există două etape mari în dezvoltarea produsului: proiectarea constructivă și fabricația. Schema bloc privind desfășurarea “lansării” unui nou produs este prezentată în noile concepte în figura 2.20

Literatura de specialitate evidențiază diverse categorii de proiectare. Una din clasificările importante (Pahl and Beitz, 1988) distinge trei clase de proiectare:

- **Proiectare originală** – presupune elaborarea unei soluții originale pentru un sistem cu aceleași sarcini, sarcini similare sau sarcini noi. *Ex: proiectarea unui mecanism cu bare pentru un robot pășitor.*
- **Proiectare adaptivă** – presupune adaptarea unei soluții principale cunoscute pentru o sarcină nouă. *Ex: proiectarea unei transmisii noi pe baza unor roți cunoscute.*

- **Proiectare de variantă** – presupune adaptarea dimensiunii și / sau aranjarea, cu aspecte clare, ale unui același sistem fără ca funcția și soluția sistemului să se modifice. *Ex: proiectarea unui conveior cu bandă; se modifică dimensiunea tamburului conveiorului și lățimea benzii pentru noua sarcină dar nu se modifică configurația.*

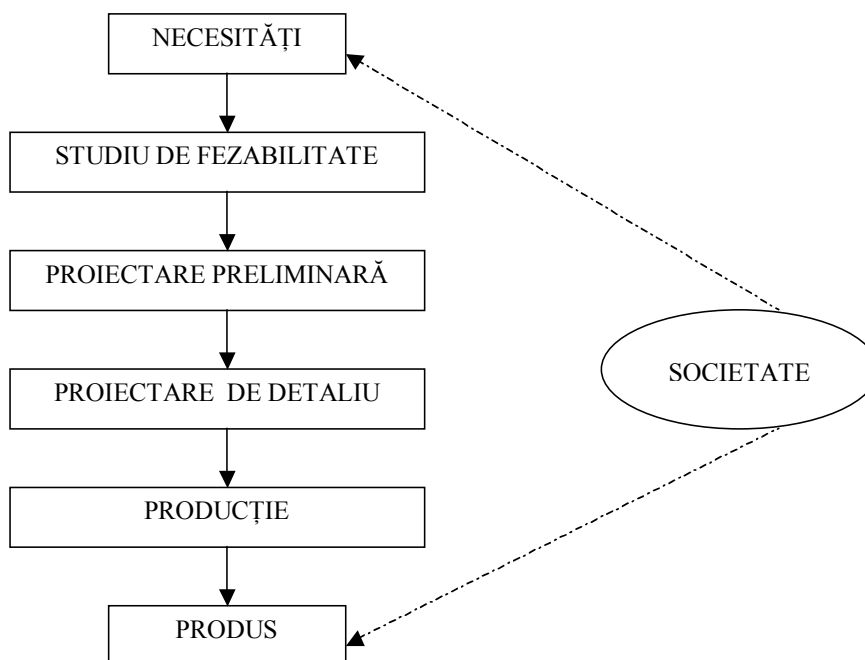


Fig. 2.20 Produsul nou și proiectarea

Alte clasificări ale tipurilor de proiectare identifică patru clase reprezentând situațiile extreme impuse (Dieter, 1991):

- **Categoria proiectului;** *Ex: proiectarea unei mașini speciale, proiectarea unui prototip.*
- **Proiectare pentru producția de masă;** *Ex: proiectarea unei mașini de spălat.*
- **Proiectarea unui unor sisteme extinse de mari dimensiuni;** *Ex: proiectarea unei linii de producție.*
- **Proiectare de produs codificat;** *Ex: proiectarea unui arbore, proiectarea unui boiler.*

Ullman (1992) descrie cinci tipuri independente de probleme de proiectare:

- **Proiectarea prin selecție** – presupune selectarea unui produs dintr-o listă; *Ex: selectarea unui rulment pentru un arbore.*
- **Proiectarea configurativă** – presupune asamblarea într-un tot unitar a unor produse proiectate și existente; *Ex: proiectarea unui utilaj, fabrică etc.*
- **Proiectarea parametrică** – presupune determinarea unor valori pentru variabilele sau parametrii ce caracterizează obiectul studiat; *Ex: proiectarea unui conveior, proiectarea unui pod rulant etc.*

- **Proiectarea originală (inovativă)** – presupune dezvoltarea unor procese, componente sau ansamble inexistente; Ex: *proiectarea unei mașini cu specificații speciale.*
- **Alte forme** – în care se include **reproiectarea, proiectarea de rutină.**

Implementarea cu succes a oricărui sistem depinde de aspectele de integrare a modelelor analitice și facilităților oferite de proiectarea asistată de calculator. În mod generic metodele de proiectare asistată de calculator include: computer-aided design (CAD), computer – aided engineering design (CAED), computer – aided design data (CADD), computer – aided manufacturing (CAM), computer – integrated manufacturing (CIM), computer – aided support (CAS). În figura 2.21 se prezintă relația dintre metodele precizate.

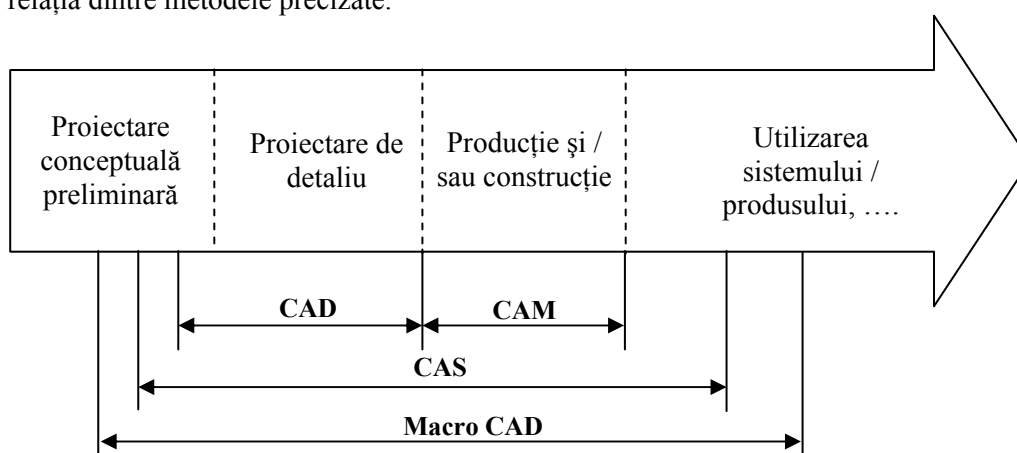


Fig. 2.21 Relația CAD, CAM

În timpul proiectării atenția este acordată produsului final și mai puțin fabricației. **Proiectarea pentru X** (Design for X – **DFX**) se constituie într-o filozofie care dorește să sugereze ce trebuie revăzut și avut în vedere astfel încât să se asigure o eficientizare a producției și a altor aspecte nefuncționale. **Aceste reguli nu sunt noi dar trebuie avute în vedere pentru o proiectare judicioasă.** Iată câteva dintre aceste acronime [2.13]:

- **DFA** – proiectare pentru asamblare;
- **DFD** – proiectare pentru dezamblare;
- **DFEMC** – proiectare pentru compatibilitate electromagnetică;
- **DFESD** – proiectare pentru descărcare electrostatică;
- **DFI** – proiectare pentru instabilitate;
- **DFM** – proiectare pentru mentabilitate;
- **DFM** – proiectare pentru prelucrabilitate;
- **DFML** – proiectare pentru logistica materialului;
- **DFP** – proiectare pentru portabilitate (ușurință de modificare a software-lui);
- **DFQ** – proiectare pentru calitate;
- **DFR** – proiectare pentru reproiectare;
- **DFR** – proiectare pentru fiabilitate;



- **DFR** – proiectare pentru reutilizare;
- **DFS** – proiectare pentru siguranță;
- **DFS** – proiectare pentru simplitate;
- **DFS** – proiectare pentru viteză;
- **DFT** – proiectare pentru test.

Subiectele abordate în cadrul acestor domenii sunt strict ordonate pe zona de definiție. De exemplu:

- design for reliability – *proiectarea pentru fiabilitate*: măsura fiabilității, fiabilitatea în ciclul de viață, metode de analiză, testare și evaluare;
- design for usability (factorul uman) – *proiectarea pentru utilizabilitate*: factorul uman în ciclul de viață, metode de analiză, cerințe de personal și instruire, testare, evaluare;
- design for supportability (serviceability) – *proiectare pentru servicii*: elemente de logistică și suport, măsura logisticii și serviciilor, testare și evaluare.

Avantajele acestor tehnici de proiectare sunt: scurtarea timpului de fabricație, minimizarea componentelor de inventariat, posibilități de standardizare mai bune, simplificarea proiectării etc.

## 2.7 Bibliografia capitolului 2

- [2.1]Ailioaie, S., Cunoaștere și acces, Lucrare realizată pentru concursul Romania Gateway, may 2002
- [2.2]Anderson, D.O., - Design for Reliability, Louisiana Tech. University, 2000
- [2.3]Anderson, D.O., Making Engineering Design Decisions, Louisiana Tech. University, 2000
- [2.4]Anderson, D.O., Hazard Analysis in Engineering Design, Louisiana Tech. University
- [2.5]Apostol, M., Despre ce e de făcut, The Antiphysical Review, 20, 1999, p.1-3
- [2.6]Bobancu, S., Cozma, R., Tehnici de inovare-inventică pentru utilizări practice, Univ. Transilvania, Brașov, 1997
- [2.7]Diatcu, E. ș.a., Fiabilitatea sistemelor mecatronice, Editura Hyperion XXI, București, 1998
- [2.8]Drăghici, G., Concepția de noi produse, metode și mijloace, [www.mec.utt.ro/~draghici/dragh\\_tmcr01.pdf](http://www.mec.utt.ro/~draghici/dragh_tmcr01.pdf)
- [2.9]Drucker, P., The new society of organizations. Harvard Business Review, 5, 1992, 95-104
- [2.10]Foltean, F., s.a., Marketing, Editura Brumar, Timișoara, 2001
- [2.11]Falniță, E., s.a., Merceologie. Elemente fundamentale, Editura MIRTION Timișoara, 2001
- [2.12]Hubka, V., s.a., Design Science, <http://deseng.ryerson.ca/DesignScience/>
- [2.13]Hugh, J., Engineer on a Disk. Design, (-)
- [2.14]Holsapple, C.W., Whinston, A.B., Knowledge-based organisations. Information Society, 2, 1987, p. 77-90.
- [2.15]Kenneth, C., Design for manufacturability / assembly guidelines, <http://www.npd-solutions.com>

- [2.16][mihoc] Mihoc, Ghe., Muja, A., Diatcu, E., Bazele matematice ale teoriei fiabilității, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1976
- [2.17]Oprea,C.,Pedagogie,Alternative metodologice interactive, <http://www.unibuc.ro/eBooks/StiinteEDU/CrengutaOprea/cap6.pdf>
- [2.18]Pascu., A., Modelarea și simularea proceselor de producție, Notițe de curs, București
- [2.19]Popinceanu, N.G., Puiu, V., Organe de mașini. Principii de proiectare, Ed. Junimea Iași, 2003
- [2.20]Savii, G.S., Bazele proiectării asistate de calculator, Editura Mirton Timișoara, 1997
- [2.21]\*\*\*,Osborn’s checklist,<http://www.betterproductdesign.net/tools/concept/osborne>
- [2.22] \*\*\*, The knowledge-based economy. General distribution OCDE / (96) 102, Paris 1996
- [2.23] \*\*\*, engineering, <http://www.m-w.com/dictionary/engineering+>
- [2.24] \*\*\*, inginerie, <http://enciclopedie.citatepedia.ro/index.php?c=inginerie>