

1 Introducere

Decizia – ca și cuvânt de dicționar, este un proces de alegere a unei soluții la o problemă complexă dată (ca acțiune) și totodată este soluția aleasă însăși (ca entitate). Procesul decizional este strâns legat de activitatea de conducere (management), iar aceasta de specificul organizației conduse. Acești termeni sunt prezentați pe scurt în continuare, făcând referiri la abordările actuale în domeniu.

1.1 Managementul organizației

În ce constă o organizație? Se prezintă mai jos o definiție preluată după [Holsapple 2000], în care se face referire expresă la organizații în domeniul economic.

Organizația este:

- 1 un *sistem*
- 2 de *resurse*
- 3 *structurat* în
- 4 *centre de putere* ce acționează
- 5 spre a atinge un *scop*
- 6 într-un *mediu* dat.

Termenii de mai sus se prezintă pe scurt în continuare.

- 1 *Sistem* este un ansamblu de elemente care prezintă interacțiuni între ele. Conceptul de sistem este atât de general că se poate aplica oricărei secțiuni din realitatea materială atunci când se dorește analiza acesteia (adică se dorește identificarea părților și a legăturilor între ele). Un sistem poate fi o secție a unei firme, firma în întregul ei, economia națională sau cea globală – dependent de scopul vizat al analizei și managementului.
- 2 *Resursele* sunt mijloacele financiare, materiale și umane, precum și cunoștințele pe baza cărora funcționează sistemul.
- 3 *Structura* este mulțimea de stări pe care resursele și întregul sistem le iau la un moment dat. Stările se pot modifica în timp în mod vizibil (rapid – sunt *dinamice*) sau în mod foarte lent (aparent stau pe loc – sunt *statice*).
- 4 *Centrele de putere* sunt persoanele și forurile cu autoritate, care provoacă modificări în structură (atrag și alocă resurse, interacționează cu alte sisteme, etc.), adică în general, schimbă starea sistemului prin voința lor.
- 5 *Scopul* este realizarea unui produs sau serviciu. Centrele de putere modifică starea sistemului pentru a atinge scopul (sau se mai spune că modifică starea spre a fi consistentă cu scopul).
- 6 *Mediul* este contextul istoric, economic și social în cadrul căruia organizația trebuie să funcționeze. Mediul influențează la rândul său

starea sistemului, astfel că rolul centrelor de putere este de a adapta apoi starea sistemului pentru a o menține consistentă cu scopul.

Conducerea organizației către scopul vizat adică *Managementul*, se face de către centrele de putere. După Fayol, funcțiile managementului sunt:

- **PLANIFICARE:** conceperea și stabilirea activităților de viitor ale organizației, precum și a metodelor de execuție pentru a atinge scopul propus.
- **ORGANIZARE:** configurarea resurselor organizației – în special pe resursele umane, privind selecția, alocarea rolurilor, educarea și evaluarea.
- **COMANDĂ:** emiterea de instrucțiuni precise de natură generală și specifică pentru a provoca și întreține desfășurarea activităților – în special prin emiterea de mesaje către oameni.
- **COORDONARE:** interconectarea și armonizarea activităților organizației (în interior și cu exteriorul).
- **CONTROL:** verificarea implementării corecte a planului.

Atât în literatura de specialitate în engleză cât și în românește, funcțiile managementului pot fi reunite sub mnemonica POCCC. Urwick extinde aceste funcții cu încă trei:

- **Previziunea („forecasting”):** ca anticipare a stărilor pe care organizația le poate lua spre a atinge scopul propus în mod optim.
- **Investigarea („investigating”):** ca cercetare în domeniu, desfășurată spre achiziția sau producerea de cunoștințe noi (tehnologice, de organizare, etc.). spre a face față competiției, dar și în analiza profundă a funcționării organizației și evaluării stării sale (auditare).
- **Comunicarea („communicating”):** ca activitate de raportare a rezultatelor managementului, privind, de exemplu, profitul obținut, problemele critice ale organizației, perspectivele ei.

Aceste ultime trei funcții sunt importante mai ales în lumea de astăzi, în care dinamismul și societatea bazată pe cunoștințe forțează centrele de putere ale organizațiilor la utilizarea de mijloace eficiente (bazate în principal pe instrumente informatice) dar și la raportarea rezultatelor către public sau acționar.

1.2 Decizie și management

Pentru funcționarea organizației și pentru adaptarea la mediului dinamic în care aceasta se desfășoară, centrele de putere concep și emit *decizii*. Activitatea de management este de fapt activitatea de asumare continuă a deciziilor – ca rezultate și îndatoriri principale ale centrelor de putere din cadrul organizației.

Fiind un concept controversat, decizia are multe definiții, între care se prezintă succint câteva. Decizia este în principal o alegere – a unui traseu de acțiuni (Simon 1960), a unei strategii (Fishburn 1964); decizia este o piesă de cunoaștere

descriptivă (indicând, de exemplu, ce vânzări trebuie făcute în luna curentă) sau procedurală (cum se va organiza publicitatea, pe pași).

Activitatea de decizie („decision making”) implică angajament personal al decidentului către atingerea scopului propus și folosește intensiv cunoștințe ale acestuia și informații din mediu, fiind deseori o activitate de creație (și de aceea asimilată cu o artă). Procesul de decizional nu este doar apanajul directorului ci a întregului personal al organizației; diferă doar nivelul la care deciziile au efect și frecvența de emiterie a lor. La cel mai înalt nivel (ex. conducerea organizației) decizia are caracter *strategic*, la nivel mediu (conducerea departamentului) are caracter de control/*tactic*, iar la nivel jos (linia de producție) are caracter *operațional*.

Decizia implică maturitate și gândire, uneori creativitate; în cazul unor situații stabile necesită experiență și cunoașterea corectă a contextului și istoricului său, iar în cazul unor situații noi abilități de previzionare sau de calcul. În general, deciziile se iau în regim concurent – adică simultan apar mai multe decizii (decizii multiple) atât pentru indivizi cât pentru întreaga organizație. De aceea deciziile trebuie coordonate și luate în dependență unele de altele, trebuie chiar planificate și organizate.

Organizarea deciziilor privește modul cum acționează centrele de putere: centralizat sau descentralizat, generalizat (cu roluri multiple de management) sau specializat, în mod ierarhic (pe verticală) sau în mod egalitarist (pe orizontală).

Procesul decizional implică abilități și acțiuni de principiu (Simon 1960) speciale:

- Inteligență – colectarea și organizarea cunoștințelor, cu mobilizarea și aplicarea lor promptă la apariția ocaziei ce impune decizie.
- Concepție – identificarea și examinarea traseelor posibile de acțiune, cu evaluarea rezultatelor așteptate ale acțiunilor.
- Alegere – selectarea traseului optim de acțiune, sub presiunea evenimentelor interne sau externe organizației, în virtutea și în limitele autorității alocate centrului de putere.

Relativ la complexitatea și noutatea deciziei (Simon 1960) indică două categorii de decizii:

<p>Decizii <i>Structurate</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • pentru situații bine stabilite, fixe, cunoscute • programabile (cu rețetă) • de rutină 	<p>Decizii <i>Nestructurate</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • pentru situații noi, dinamice, necunoscute • creative • de moment
--	---

Decizia poate fi *unilaterală* – când decidentul nu interacționează cu alte entități, sau pot fi *negociată* – când adoptarea deciziei implică restricții și soluții de la mai mulți decidenți; din alt punct de vedere, decizia poate fi *individuală* și *de grup*.

1.3 Sisteme de Asistare a Deciziei

Luarea unei decizii nu este simplă și nu poate fi tratată superficial, fiindcă ea produce efecte care se pot propaga în timp și spațiu, efecte pozitive sau negative; decidentul are așadar răspunderea acestor efecte și suportă consecințe ale acestei răspunderi (morale, pecuniare sau chiar penale). Dacă se ia în calcul și mulțimea de cunoștințe și metode care trebuie stăpânite pentru a lua decizii optime (cele mai bune) și rapide, rezultă că nu mulți oameni pot să fie investiți cu puterea de decizie.

Tocmai de aceea, managerul modern poate beneficia de un „sistem de asistare a deciziei” – SAD, care oferă avantaje economice (este mai ieftin pe ansamblu decât un specialist – ce ar trebui plătit periodic pentru abilitățile sale în luarea deciziilor), oferă avantaje de timp (dacă este implementat pe calculator este mai rapid decât omul și greșește mai puțin).

„Sistem suport în decizie” (SSD) este un termen care încearcă să amintească de denumirea engleză „Decision Support System” – DSS, larg cunoscută, dar exprimarea sa în românește, mai clară, este „sistem de asistare a deciziilor”, pentru că traducerea cuvântului „support” din engleză este cuvântul „sprijin” și nu „suport”! Un sistem de asistare a deciziilor oferă sprijinul pentru:

- rezolvarea unor probleme de calcul a căror rezultate sunt necesare în luarea deciziei;
- extinderea abilităților și cunoștințelor de management (prin folosirea cunoștințelor înglobate în sistem și utilizate la cerere);
- coordonarea distribuită a procesului decizional – în cazul deciziilor multiple;
- furnizarea de sfaturi, fapte, analize sau indicii specifice unui domeniu;
- consultare interactivă, pentru procese de decizie structurate și nestructurate;
- sugerează și stimulează procesul decizional uman.

Un sistem informatic de asistare a deciziilor crește productivitatea managerilor și automatizează multe operațiuni care trebuie realizate suplimentar pentru luarea deciziei. Astfel, un instrument informatic poate oferi planuri posibile (din biblioteca proprie), poate face analize de tipul „ce ar fi dacă?” („what if”), poate recunoaște situații și delimita subprobleme în cadrul contextului decizional. SAD sunt în general sisteme ce includ Inteligență Artificială și pot învăța sau îngloba și cunoștințe noi, pot realiza raportări și istorice ale procesului decizional desfășurat, pot comunica cu sisteme de informatizare existente în organizație și folosi date culese și prelucrate de acestea pentru a obține cunoștințe necesare procesului decizional.

Limitările SAD sunt impuse atât de nivelul tehnologic actual cât și de prețul pe care organizația este dispusă să îl plătească pentru asistarea deciziilor. Astfel, SAD nu poate copia comportamentul uman intuitiv și creativ (denumit „talent”), sunt specializate pe domenii foarte înguste, se poate să nu se potrivească stilului de management al centrului de putere servit, este limitat la cunoștințele din domeniul dat și nu face corelații cu alte domenii.

1.3.1 Structura cadru a unui SAD

Un Sistem de Asistare a Deciziilor cuprinde patru subsisteme, fiecare cu rolul său în rezolvarea problemei de decizie:

- Subsistemul de limbaj („Language Subsystem” LS) – are rol de reprezentare a întrebărilor pe care le poate pune utilizatorul uman către SAD, pe care le acceptă prin mecanisme de tip comandă, meniu, prin click de mouse, în limbaj natural sau ca formular/chestionar cu casete de bifă. Nu este un software ci doar un mecanism de reprezentare prin care utilizatorul alege sau formulează elemente de comunicare cu SAD.
- Subsistemul de prezentare („Presentation Subsystem” PS) – are rol de reprezentare a răspunsurilor SAD către utilizatorul uman. Nu este un software ci doar setul complet de răspunsuri prin care se comunică utilizatorului uman soluții la problemele puse (sub formă text, grafic sau tabel).
- Subsistemul de cunoștințe („Knowledge Subsystem” KS) – are rolul de reprezentare a tuturor cunoștințelor gata pregătite și disponibile legate de soluții posibile la problemele de decizie puse de utilizatorul uman. Nu este un software ci un set de cunoștințe sub formă de informații sau proceduri, în orice reprezentare admisă.
- Subsistemul de procesare a problemelor („Problem Processing Subsystem” PPS) – este piesa software care reacționează la cererile utilizatorului uman și conduce procesul de rezolvare a problemei de decizie către răspunsul corespunzător. PPS preia un element de limbaj din LS și extrage elemente cunoștințe din KS spre a produce un element de răspuns din PS pentru utilizator și/sau pentru modificarea conținutului KS. Cadrul de funcționare al PPS este independent de conținutul LS, PS și KS dar este capabil să prelucreze orice reprezentare a cunoștințelor din KS, să acționeze asupra oricărui element de limbaj permis în LS și să prezinte către utilizator orice element prezent în PS.

1.3.2 Categoriile și specializări ale SAD

Modalitatea prin care PPS reușește să rezolve problemele (folosind reprezentările din LS, KS și PS) depinde de tehnica de gestionare specializată („Knowledge Management” KM) aleasă pentru domeniului țintă și pentru modul de funcționare dorit pentru SAD. Pentru a se obține un SAD specializat se restrânge conținutul KS la acele cunoștințe și PPS se restrânge la acele proceduri admise de KM. Astfel, există SAD care sunt orientate către:

- a) Text – KS conține documente tip text, PPS realizează memorare și regăsire de documente, PS le afișează (de obicei ca hipertext).

- b) Baze de Date – KS este structurată pe înregistrări (linii de tabel, deci date descriptive) iar PPS prelucrează interogări și module program preinstalate (ca un SGBD).
- c) Foi de calcul tabelar – KS este o grilă completată cu date (cunoștințe descriptive) și formule (cunoștințe procedurale), iar PPS execută analize de tip *ce se întâmplă dacă?* („what if”) sau predicții.
- d) Soluționare matematică – KS conține enunțul și datele problemei de rezolvat iar PPS este rezolvatorul. PPS aplică o metodă matematică fixă sau poate adăuga/modifica module din KS pe care le execută și coordonează într-o secvență care rezultă de fapt în urma aplicării unei metode de raționament.
- e) Reguli – adică SAD reguli de tip „DACĂ *antecedent* ATUNCI *consecvent*”, unde *antecedent* este un set de valori sau condiții impuse valorilor iar *consecvent* este un rezultat (o concluzie) ce poate avea loc în contextul acelor date valori sau condiții.

Cele mai multe SAD sunt sisteme bazate pe Foi de Calcul Tabelar și pe Inteligență Artificială, folosind tehnici de comunicare cu omul în limbaj natural (adică vorbire directă), fără sintaxă rigidă dar cu posibilitatea de detectare/corectare a erorilor.

Aplicațiile ale SAD pot fi:

- Evaluarea și stabilirea cotelor de vânzări
- Recomandarea strategiilor de achiziție
- Determinarea limitelor de acordare credit
- Selectarea rutelor de transport optime
- Consilierea pentru efectuarea de investiții
- Evaluarea de calificare necesară posturilor de lucru
- Generarea de propuneri de proiecte
- Planificarea și Organizarea spoturilor publicitare
- Planificarea lucrărilor în atelier/secție
- Selectarea modelelor de predicție
- Orientarea și ghidarea elevilor/studentilor în învățare
- Aplicarea politicilor promoționale (de discount)
- Răspuns automat la cereri ale clienților

1.3.3 Beneficii ale utilizării SAD

Prin utilizarea unui SAD se obțin *avantaje de timp* în prelucrarea datelor necesare luării deciziilor, imperios necesare în contextul competiției globale de astăzi, dar și la *creșterea productivității* pe cele trei niveluri de management (strategic, tactic și operațional). Pe de altă parte, faptul că sistemul expert *se poate multiplica ușor* (software-ul se poate replica în oricâte exemplare) permite creșterea calității deciziei în întreaga industrie dintr-un domeniu dat și toți managerii (conștienți) pot beneficia de cunoștințele și metodele cele mai eficiente de conducere în acel domeniu.

Fiindcă expertul uman este greu de găsit și scump (prețul expertizei este ridicat) se obține reducerea pe ansamblu a cheltuielilor cu salariile, deci *avantaje economice*. Eliminarea subiectivismului uman implică și o *reducere a erorilor de decizie* și o consiliere uniformă și consistentă; evident, aceste ultime avantaje se obțin doar pentru situații de rutină, nu pentru situații complet noi. SAD permite totodată explicarea deciziei, în timp ce expertul uman își formează o intuiție pentru care nu o poate explica.

Realizat adecvat, SAD *poate manipula cunoștințe incerte și imprecise* (prin folosirea tehnicilor de inteligență artificială cu grade de incertitudine, posibiliste, fuzzy) *poate evolua* (prin învățare – dacă aplică tehnici de inteligență artificială evolutive sau neuronale) și *poate formaliza* expertiza (dacă extrage din sistemele cu rețele neuronale reguli „dacă ... atunci” ce permit explicarea cunoștințelor înglobate prin învățare repetitivă).

2 Elemente de inteligență artificială și sisteme expert

În situațiile din viața curentă, omul trebuie să rezolve mai rar probleme *cantitative* și precise; adesea sunt de rezolvat probleme *calitative* într-un mod aproximativ. De exemplu, la traversarea unei străzi, în plin trafic, un om nu face calculul vitezelor mașinilor, a distanțelor și stării drumului (etc., etc.) spre a aprecia apoi viteza cu care se va deplasa pentru a nu fi lovit de autovehicule, ci procedează la un raționament aproximativ, bazat pe informații puține, dar eficient: traversează fără nici o zgârietură. De asemenea, nu efectuează calcule spre a recunoaște o altă persoană sau o marcă de mașină ci, pe baza caracteristicilor lor cunoscute și sesizate, decide spontan cine sau ce este.

Domeniul care se ocupă cu simularea comportamentului ființelor vii se numește *Inteligență Artificială* (IA). Implementarea tehnicilor IA se poate face fizic (prin sisteme electronice) sau logic (prin programe pe sisteme de calcul). Sunt vizate, în principal, tehnici pentru:

- (1) Emularea raționamentului simbolic – prin *Sisteme Bazate pe Cunoștințe* („Knowledge Based Systems” - KBS), în care se parcurge un set de cunoștințe (exprimate ca propoziții) spre a obține noi cunoștințe.
- (2) Reprezentarea și inferența pentru informații aproximative – prin *Logică Vagă* (*Logică Fuzzy*), în care exprimări lingvistice aproximative (relative la cantități) intră în reguli „dacă .. atunci”, spre a obține noi valori – aproximative sau precise, necesare unei decizii.
- (3) Recunoașterea formelor – prin *Rețele Neuronale Artificiale*, în care se pun în relație un set de caracteristici ale unor obiecte (reale sau abstracte) cu un set de decizii, pe baza unui model conexiunist.
- (4) Soluționarea problemelor de optim cu tehnici evolutive – prin *Algoritmi Genetici*, în care mulțimea soluțiilor este privită ca o populație de cromozomi în care au loc mutații și selecții spre adaptarea optimă la un set de restricții date.

Cercetarea și aplicațiile Inteligenței Artificiale se dezvoltă în principal către următoarele arii de interes:

- Demonstrarea teoremelor – ca modalitate de a valida un adevăr (o teoremă) prin găsirea unei secvențe deductive de alte adevăruri de la cel inițial nevalidat (al teoremei) la altul final validat anterior sau prezentat axiomatic. Utilitatea demonstrării automate a teoremelor este legată de evitarea rezolvării unor probleme dificile doar pentru contexte sau date particulare – prin algoritmi realizați ad-hoc de programatori „inteligenți” sau prin păreri exprimate de experți umani.
- Jocuri ale minții – șah sau alte jocuri în care „campioni” umani sunt provocați de mașini „inteligente” care de fapt rulează un program dedicat jocului respectiv.

- Analiză de tip Expert și consultanță în domenii aplicative – prin care se prelucrează informații de tip simbolic și se emulează raționamente în contexte complexe, cu cunoștințe incomplete sau variabile: diagnoză medicală și tehnică, predicție.
- Planificarea comportării prin analiză scop-mijloc – pentru a crea și planifica secvențe de acțiuni, privite ca mijloace care servesc unor scopuri direct legate de mijloace, de exemplu pentru mișcarea și comportarea roboților.
- Înțelegerea și utilizarea limbajului natural vorbit și scris – necesar sistemelor de traducere automată, comandă și exprimarea vocală, în interacțiunea omului cu mașina prin schimb de mesaje.
- Percepție acustică și vizuală, recunoașterea formelor – pentru identificare de către mașină a obiectelor și fenomenelor pentru a le comunica omului sau pentru asistarea sa în luarea deciziilor.
- Auto-învățare și auto-reproducere – pentru comunicarea mașină-mediul și pentru replicarea unor obiecte (reale sau virtuale) în scopul susținerii unei utilități umane.

În continuare, se vor descrie pe scurt modalitățile de reprezentare și prelucrare a informațiilor prin metode de lucru specifice celor patru domenii IA, prezentate mai sus. Totuși, înainte de a descrie în mod tehnic domeniul Inteligenței Artificiale, este indicat să lămurim termenul de inteligență și modul în care calculatorul se poate comporta „inteligent”.

Nu vom da o definiție a inteligenței (care de fapt este foarte controversată) ci, în susținerea teoriilor inteligenței artificiale, vom aminti că dualism-raționalismul Cartezian și monismul materialist consideră inteligența oarecum diferit, dar în esență simulabilă cu calculatorul. Inițial, inteligența era considerată capacitatea de a emite judecăți, iar de aici materialismul computațional a emis următoarea secvență practică:

(A) inteligență → raționament → prelucrare simbolică → calculabilitate,

care fundamentează „Sistemele Bazate pe Cunoștințe” (în engleză Knowledge Based Systems - KBS).

Totuși, acțiunile „inteligente” ale lumii vii nu se reduc toate la raționament (improprie, după bunul simț, melcilor sau chiar pisicii spre exemplu). Ființele vii reacționează la stimuli din mediu:

(B) inteligență → reacție → prelucrare subsimbolică → calculabilitate,

care fundamentează prelucrările de „Soft-computing”, adică prin tehnici Fuzzy, Rețele Neuronale Artificiale și Algoritmi Genetici.

Am putea considera prima abordare (A) ca judecata emisă de om prin „conștient” iar a doua abordare (B) ca reacția instinctivă sau intuitivă a omului prin „subconștient”.

2.1 Sisteme Expert (SE)

Sistemele bazate pe cunoștințe au fost denumite și Sisteme Expert (SE – în engleză ES) fiindcă înlocuiesc expertul uman în rezolvarea problemelor complexe, care nu prezintă modele matematice ci se bazează pe raționament - abordarea A de mai sus. Cu toate acestea, astăzi, sistemele expert combină și elemente din abordarea B de mai sus, adică folosesc tehnici Fuzzy, rețele neuronale artificiale și algoritmi genetici - prezentate mai jos. Astfel, termenul de Sistem Expert are un înțeles mai larg decât în trecut, înțelegând prin acesta nu doar un sistem care emite judecăți ci și care poate evalua și „raționa” aproximativ, așa cum de fapt reacționează un sistem viu (și omul)

Expertul uman este cel care furnizează cunoștințele ce vor fi stocate în Baza de Cunoștințe a sistemului expert, fiindcă el cunoaște bine domeniul țintă – adică domeniul în care dorim să folosim sistemul expert (de exemplu în domeniul managementului unui firme în cazuri de criză) . Expertul uman este o persoană cu multă experiență în domeniul de rezolvat, în sensul că deține multe cunoștințe câpătate prin calificare precum și de-a lungul exercitării profesiei în multe cazuri pe care le-a întâlnit, cunoștințe care s-au combinat și „topit” în mintea sa, încât el aproape că „simte” care este soluția corectă. Astfel, expertul uman nu poate explica uneori de ce soluția propusă de el este corectă, indicând doar că „așa este bine”; aceasta nu înseamnă că avem de a face cu un ignorant în domeniul țintă ci că acele cunoștințe nu au un model ușor de exprimat (matematic sau folosind legi cunoscute) ci apare doar ca o multitudine de relații cauză-efect pe care expertul uman le-a întâlnit și „memorat” de-a lungul timpului. Un expert într-un anumit domeniu nu se formează ușor – specialistul cu un nivel ridicat de calificare necesită mult timp de exercitare a profesiei și nu în ultimul rând, inteligență și voință deosebite. Deci, expertul uman nu este ușor de găsit sau serviciile lui sunt scumpe; de aceea, prin înglobarea cunoștințelor și modului de lucru al expertului uman într-un sistem expert realizat software, s-ar beneficia de expertiză la cerere și în mai multe locuri o dată. Apare însă problema modului cum se pot „capta” cunoștințele expertului uman, apoi problema modului cum poate sistemul software să acționeze pentru a obține din cunoștințele existente altele noi – așa cum procedează un expert uman.

2.1.1 Structura de principiu al SE

Un sistem expert are structura bloc prezentată în Figura 1. Blocurile din figură sunt module software care permit stocarea și regăsirea cunoștințelor (Baza de Cunoștințe) care sunt preluate de la expertul uman prin intermediul modulului de Achiziție Cunoștințe, precum și a informațiilor legate de problema de rezolvat (fapte și valori de intrare) pentru care se doresc rezolvări.

Modulul software care prelucrează aceste informații pentru a produce noi cunoștințe și a rezolva problema dată este Motorul de Inferență [Davidescu 1997]. Soluția propusă este prezentată utilizatorului uman prin Interfața Utilizator iar

motivele pentru care este propusă această soluție (și nu alta) sunt indicate de Modulul Explicativ (ce afișează explicația tot prin Interfața Utilizator). Motorul de inferență este un program care funcționează ciclic, preluând fapte și valori de intrare și parcurând Baza de Cunoștințe pentru a căuta soluția optimă pentru faptele date. Motorul de Inferență este un program special, care asigură parcurgerea înainte (de la fapte la cauze la efecte) și înapoi (de la efecte la cauze – în măsura posibilului).

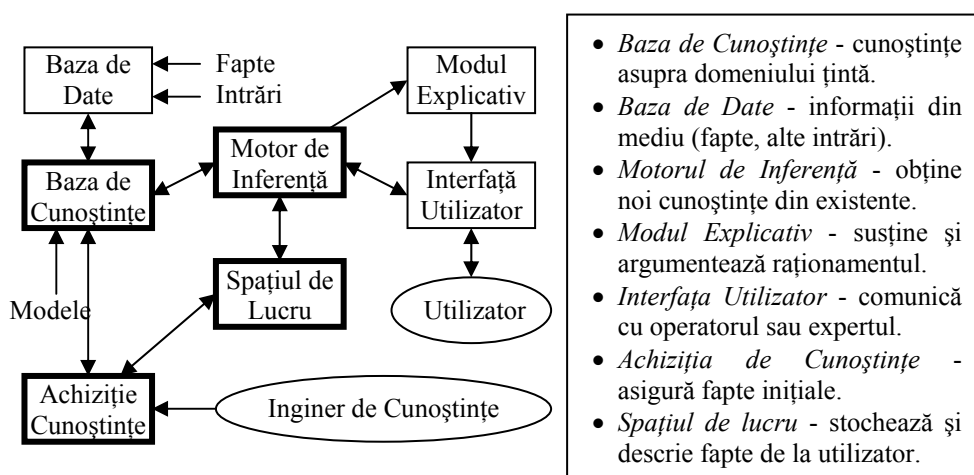


Figura 1 Schema bloc a unui SE.

Cunoștințele sunt preluate de la expertul uman, sunt reprezentate adecvat prelucrării lor prin sistemul expert și sunt structurate pe baza unor modele de permit parcurgerea lor. Un rol esențial în realizarea sistemului expert îl are Inginerul de Cunoștințe, pentru că acesta face nu doar intervierea expertului uman (pentru a-i prelua cunoștințele) dar și modelarea adecvată a structurilor ce leagă aceste cunoștințe. Inginerul de cunoștințe este cel care structurează cunoștințele expertului și asociază explicații soluțiilor emise. Expertul este asistat de inginerul de cunoștințe – care este specialist în sisteme expert dar are și cu cunoștințe suficiente în domeniul expertului.

2.1.1.1 Baza de Cunoștințe (BC)

Baza de Cunoștințe (BC) constituie nucleul sistemului expert, fiind alcătuită din Baza de Fapte (BF) și Baza de Reguli (BR). BC grupează cunoștințe (descrieri de obiecte, legi, principii asociate, reguli, metode și operații de raționament) privitoare la domeniu țintă și la rezolvarea problemelor particulare vizate. Prin intermediul unui mecanism de control, BC apelează Motorul de Inferență (MI) care este un program ce furnizează o soluție pentru problema abordată.

2.1.1.2 Baza de Fapte (BF)

BF este ansamblul de date relativ cunoscute pentru o problema particulară ce trebuie rezolvată de sistemul expert. BF descrie situația concretă de rezolvat, care este exprimată specific folosind o semantică - adică o simbolistică cu înțeles precis, specifică domeniului și problemei. BF face apoi o reprezentare a datelor inițiale ale problemei abordate (care sunt denumite "fapte" inițiale) precum și a faptele rezultate din raționamentele efectuate de către motorul de inferență;

2.1.1.3 Baza de Reguli (BR)

BR conține toate regulile aplicabile faptelor, reguli care pot duce la soluționarea problemei, soluție ce va consta dintr-o secvență de procese deductive și / sau inductive. BR conține regulile prin care se specifică legăturile dintre fapte. Regulile folosesc faptele inițiale (cunoscute) pentru a deduce noi fapte pe baza proceselor deductive sau inductive.

Există reguli folosite direct în producerea de noi cunoștințe și reguli de aplicare a regulilor. Regulile ce asigură dirijarea și controlul modului cum se aplica alte reguli se numesc metaregul, iar ele pot fi certe sau incerte, adică ele vor utiliza fapte certe sau incerte.

2.1.1.4 Motorul de Inferență (MI)

MI este modulul de prelucrare prin care se activează BC și asigură producerea de raționamente pe baza faptelor inițiale (datele de intrare). MC construiește un scenariu de rezolvare compatibil cu specificul problemei abordate, din care rezultă fapte noi (datele de ieșire) care sunt adăugate la BC alături de cele inițiale. Astfel BC se îmbogățește prin adăugarea de noi fapte sau prin modificarea faptelor deja existente.

Dacă raționamentul efectuat de MI este *dirijat de fapte*, atunci se spune că MI folosește un raționament deductiv (spre înainte) iar dacă este *dirijat de scop*, atunci se spune că MI folosește raționament inductiv (spre înapoi). În unele cazuri se poate aplica un raționament mixt, atunci când MI este *dirijat de un scop recunoscut și deductibil*, caz în care se determină scopul solicitat prin detectarea faptelor deductibile folosind unui raționament inductiv, urmat apoi de un raționament deductiv spre a determina lanțul de fapte explicativ.

MI este un program care caută o soluție (un scop) pentru o problemă definită prin intermediul unei BF, prin selectarea și aplicarea unor reguli din BR în contextul general al BC. Se parcurge un arbore de căutare care va genera un nou context rezultat prin aplicarea regulilor alese care va conduce la scopul propus.

2.1.1.5 Modulul Explicativ (ME)

ME oferă o reprezentare cauzală a legăturii dintre faptele inițiale și cele finale și o prezintă ca explicație utilizatorului uman, de preferat într-un limbaj cât mai apropiat de cel natural. ME justifică modul de raționament declanșat de către MI precum și verificarea coerenței BC. ME se referă și la posibile întrebări la care

trebuie să răspundă utilizatorul în sprijinul sau în contra soluției propuse, pentru ca acesta să se asigure că soluția este realistă și nu va duce la o decizie eronată sau chiar dezastruoasă.

2.1.1.6 Interfața cu Utilizatorul (IU)

IU are rolul de a realiza interacțiunea dintre om și sistemul de calcul, asigurând atât introducerea datelor și întrebărilor utilizatorului uman cât și afișarea rezultatelor în formate specifice sau alese la cerere. IU prezintă de obicei facilități grafice și interacționează printr-un sistem de ferestre, imagini, mesaje, meniuri sau machete (formulare).

2.1.2 Utilizarea SE în domeniul economic

Utilizatorul este o persoană oarecare, ce beneficiază de rezultatele sistemului expert, fără a fi necesară prezența expertului uman după care s-a creat Baza de Cunoștințe. Utilizatorul furnizează faptele și valorile de intrare necesare sistemului expert pentru obținerea de noi cunoștințe.

Sistemele Expert sunt aplicații folosite astăzi în multe domenii: medicină (diagnostic și indicare a tratamentului), economie (evaluarea situațiilor economice complexe și predicție) tehnică și industrie (diagnoza defectelor și stării sistemelor, conducerea adaptivă), jocuri, simulatoare. Unele aplicații moderne dețin câte un modul de „sistem bazat pe cunoștințe” pentru rezolvarea unor probleme complexe, pentru care nu există un model matematic.

SE pot fi utilizate intens în domeniul economic (financiar, contabil, bancar, etc.) pentru luarea unor decizii la nivel macro, mediu sau microeconomic. În principiu, există patru tipuri de sisteme expert:

- *SE previzionale* – care asigură fundamentarea științifică a strategiilor privind traiectoria de evoluție a sistemului economic vizat;
- *SE operative* – care permit evaluarea inteligentă a unor decizii cu caracter operațional, în principal pentru activități de exploatare sau întreținere;
- *SE de diagnoză* – care determină cauze la efecte constatate, prin intermediul unor reguli euristice (adică ce obțin noi cunoștințe), pentru conducerea sistemelor economice sau pentru expertizarea activității financiare la nivel microeconomic;
- *SE de control* – care asigură elaborarea operativă a unor decizii fundamentale pentru circuitul economico - financiar sau cel tehnic al unui operator economic.

Sistemele Expert de Asistare a Deciziilor (SEAD) înglobează de obicei elementele ale SE prezentate, dar permit trecerea la un concept superior celui de sistem expert, fiindcă se folosește de integrarea sistemelor de informatizare și a celor de conducere ale operatorului economic. SEAD adăugă noi dimensiuni sistemelor de informatizare – anume corelarea și interpretarea informațiilor, astfel că fapte și situații aparent dispartate sunt analizate și interconectate, apoi se găsește o explicație sau o interpretare ce conduce la concluzii (și de aici la decizii) care în mod tradițional țin de atribuțiile și abilitățile managerului.

2.2 Logica Propozițiilor și Logica Predicatelor

Stocarea și utilizarea cunoștințelor este posibilă datorită faptului că se pot construi **structuri de cunoștințe** similare cu structurile de date utilizate în sistemele informatice.

Reprezentarea adecvată și prezentarea exactă și corectă a cunoștințelor sunt condiționate de particularitățile specifice cunoștințelor umane, adică:

- cunoștințele pot fi certe sau incerte, fixe sau modificabile, complete sau incomplete;
- cunoștințele sunt referitoare la clase sau grupuri de "obiecte" de natură materială dar și de natură conceptuală;
- cunoștințele sunt variabile datorită modificărilor ce pot surveni în domeniul vizat.

Cunoștințele utilizate în SE pot fi:

a) *cunoștințe afirmative* – sunt date primare structurate într-o bază de fapte. Spre exemplu datele economice ale unei firme de producție:

- cheltuieli de fabricație unitare
- prețul unitar de aprovizionare
- prețul unitar de vânzare
- vânzări medii zilnice
- impozitul pe profit

b) *cunoștințe operatorii* - sunt utilizate în cadrul regulilor pentru a se indica un raționament sau un mod de acțiune. De exemplu, în cadrul regulii:

DACĂ <cheltuielile de fabricație cresc> ATUNCI <prețul de vânzare crește>
elementele înscrise între <> sunt cunoștințe operatorii

c) *cunoștințe strategii de control* – indică ordinea de aplicare a regulilor și modul de rezolvare al problemei.

Plecând de la faptele cunoscute, raționamentele se pot înlănțui sub forma unor *reguli de producție* de tipul DACĂ <condiție > ATUNCI <acțiune>. Aceste reguli sunt deductive dacă <condiție > are rol de cauză iar <acțiune> rol de efect.

2.2.1 Logica propozițiilor

Propoziția este o afirmație care este adevărată sau falsă în domeniul expertizat. Evident, propoziția este compusă din subiect (un obiect de interes) un predicat (de tipul „este” sau „aparține”) și o valoare (exprimată printr-un complement de mod sau o clasă – în cazul predicatelor amintite). Spre exemplu în propoziția <cheltuiala de fabricație> <este> <mică> se pot identifica cele trei elemente.

Având o valoare de adevăr, propozițiile pot intra în expresii logice, adică în expresii în care se utilizează variabile cu valori logice (*Adevărat/Fals* sau *Da/Nu*) și operatori logici (ȘI logic, SAU logic, NU logic). Astfel, propozițiile pot fi elementare (când sunt aserțiuni simple ce descriu o parte a domeniului de referință) sau pot fi compuse (când îmbină propoziții simple prin intermediul conectorilor logici ȘI, SAU, NU. Conjunția este propoziția compusă prin intermediul conectorului ȘI, în timp ce disjuncția este tot o propoziție compusă dar prin intermediul conectorului SAU.

Dacă α și β sunt două propoziții elementare, valoarea de adevăr a propoziției compuse γ folosind α și β nu depinde de conținutul ci de valorile lor de adevăr; astfel:

- pentru $\gamma = \alpha \text{ ȘI } \beta$, γ este *Adevărat* dacă α este *Adevărat* și simultan β este *Adevărat*.
- pentru $\gamma = \alpha \text{ SAU } \beta$, γ este *Adevărat* dacă sau α este *Adevărat* sau β este *Adevărat*.

O regulă de tipul **DACĂ .. ATUNCI** este de fapt un conector logic de tip implicație, prin care se poate obține o propoziție compusă – ce va fi denumită regulă.

Propozițiile intră în Baza de Fapte și regulile lor în Baza de Reguli, iar Motorul de Inferență poate combina faptele prin conectorii logici pentru a obține noi cunoștințe (adică propoziții adevărate sau false) utile în procesul de decizie – spre exemplu.

2.2.2 Logica predicatelor

Pentru că prelucrarea cu calculatorul a datelor se poate realiza în cazuri generale (ce sunt apoi aplicate în particular pentru un caz concret), este util ca și în Sistemele Expert să se aducă cunoștințele ca o formă generală, aplicabilă în mai multe situații. Astfel din logica propozițiilor a derivat logica predicatelor, prin care se consideră operator chiar o stare de fapt precum <este mică>. Acesta este un denumit prin extensie predicat și are rolul unui operator care poate fi aplicat la mai multe variabile, adică aplicată de exemplu ca:

<cheltuiala de fabricație> <este mică>

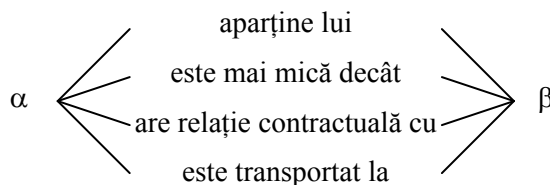
dar și ca:

<vânzarea zilnică> <este mică>

Logica predicatelor asigură descompunerea propozițiilor elementare în componentele sale. Se pot astfel realiza expresii cu un singur element, care este sunt o proprietate sau un **predicat**. Expresiile în care două sau mai multe elemente sunt libere se numesc relații. Poziția elementului liber poate fi ocupată de o variabilă, iar în funcție de valorile sale se pot obține propoziții care pot fi :

- întotdeauna adevărate / false;
- uneori adevărate / false.

Dacă se notează cu R relația, oricare din propozițiile de mai jos pot fi descrise ca $(\alpha R \beta)$.



Calculul predicatelor poate folosi un alfabet similar celui din logica propozițiilor, la care se adaugă elemente ca:

- domeniu de interpretare D – ca domeniu în care variabilele pot lua valori
- pondere a predicatului n ($n > 0$) – ca funcție definită în domeniul D cu valori în mulțimea $\{Adevărat, Fals\}$, deci un predicat poate lua valorile *Adevărat* sau *Fals* în raport de valorile argumentelor sale;
- predicatul de pondere 0 este întotdeauna o propoziție cu valoare *Adevărat* sau *Fals*.

2.2.3 Reguli de producție

Regulile de producție sunt metode de reprezentare a cunoștințelor bazate pe logica propozițiilor, în care faptele și regulile sunt entități fixe. Regulile de producție pot conține și entități generice (adică variabile), prin care regulile capătă un caracter de generalitate.

Regulile de producție asigură reprezentarea cunoștințelor prin intermediul celor două tipuri de structuri: fapte și reguli. Faptele sunt reprezentate practic prin propoziții și constituie informațiile elementare prin care se asigură descrierea detaliilor privitoare la domeniul de referință și sunt înscrise în Baza de fapte (BF). Faptele deduse ca urmare a aplicării unei reguli de producție sunt adăugate la BF inițială, iar aceste acumulări constituie condițiile activării și declanșării altor reguli de producție.

Regulile de producție pot fi deductive (în forma DACA <premize> ATUNCI <concluzie>) sau inductive (în forma <concluzie> DACA <premize>).

2.3 Logică și tehnici Fuzzy

Modelarea matematică a fenomenelor naturale se bazează pe numere și relații de calcul cu acestea (algebrice, diferențiale, etc.) și pe logica binară clasică (o propoziție nu poate fi decât ori adevărată ori falsă) ambele fiind, cel puțin în intenție, instrumente de reprezentare precise, ferme, a valorilor și relațiilor între variabile. Operarea cu valori lingvistice specific umane - de tip "mare", "mic",

"rece", "fierbinte" (asimilate unor fapte din lumea reală), necesită reprezentări cantitative imprecise, o logică nuanțată și instrumente de reprezentare numerică diferite de primele. Reprezentarea numerică a acestui tip de valori este necesară:

- pentru conversia cunoștințelor umane în și din valori numerice - așa cum sunt obținute de la senzori în sistemele tehnice;
- pentru prelucrarea numerică și modelare computațională a cunoștințelor umane.

Logica vagă ("fuzzy logic") și sistemele bazate pe reguli fuzzy au fost propuse de Zadeh [Zadeh 1976] și vizează modelarea cunoștințelor expertului uman privind variabile cu valori imprecise dar cu relații ferme (*crisp*) între acestea. Scopul final al logicii și tehnicilor fuzzy este modelarea computațională - deci numerică, a cunoștințelor exprimate lingvistic pentru variabile cu univers numeric, la care se dorește prelucrare simbolică. Variabilele preluate prin senzori analogici din proces la o instalație industrială, pentru care se realizează aplicații (computerizate) de monitorizare, de diagnoză și de control, prezintă subdomenii cu semnificații specifice contextului curent de funcționare, cărora li se atașează valori lingvistice de tipul "mare", "mic" și "normal".

Din punct de vedere semantic logica fuzzy este o generalizare a logicii clasice și permite o interfață numeric-simbolic naturală: simbolurile sunt asociate unor submulțimi de numere - ce sunt numite *attribute fuzzy*, iar relațiile între valori ale variabilelor devin implicații logice - numite *reguli* DACA...ATUNCI între attribute ale variabilelor. În antecedentul ("premiza") unei reguli intervin variabile "operand" iar în consecventul ("concluzia") ei intervine o variabilă rezultat.

2.3.1 Variabile lingvistice

Pentru a putea lucra cu piese simbolice de cunoștințe se poate folosi reprezentarea termenilor lingvistici de tip "mare", "înalt" prin mulțimi de numere între limite definite imprecis, exploatând proprietatea de gradualitate a acestor termeni.

O *variabilă lingvistică* - de exemplu vârsta biologică a omului VB , este exprimată prin termeni lingvistici imprecisi - COPIL, ADOLESCENT, ADULT; acestea sunt valori ale variabilei VB . Domeniul de definiție este $V(Viața$ - exprimată în ani) este numit *univers de discurs* (v. Figura 2).

Mulțimea de attribute conține termenii lingvistici ce caracterizează vârstele biologice generice:

$$VB = \{„COPIL”, „ADOLESCENT”, „ADULT”\} \quad (1)$$

care este o mulțime discretă. Astfel, din universul de discurs (care poate fi continuu) se obține un set de valori discret - attributele fuzzy, acestea putând fi tratate prin modele computaționale discrete, adică se poate folosi calculatorul spre a manipula acest fel de informații.

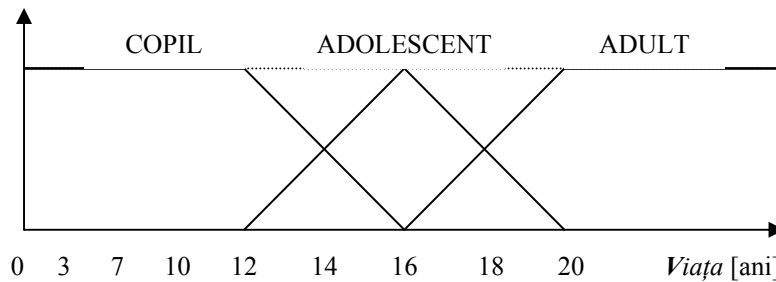


Figura 2 Variabila fuzzy VB - vârsta biologică, cu valorile lingvistice de-a lungul vieții.

În logica clasică (unde adevărat și fals sunt exclusive), un element poate aparține (cu grad de adevăr 1) sau nu (grad de adevăr 0) unei mulțimi date. În logica Fuzzy, gradul de adevăr poate fi cuprins între 0 și 1; astfel, chiar și în vorbirea curentă, apreciem valoric situații calitative care sunt „gri” (nici „negre”, nici albe”): de exemplu spunem de o persoană că este majoră la 18 ani, adică este pe jumătate adult (gradul de adevăr pentru atributul VB_3 , ADULT, este 0,5).

2.3.2 Funcții de apartenență

Apartenența unei valori numerice punctuale v din domeniul numeric V al variabilei la unul din atributele A_i ale variabilei lingvistice se indică printr-o valoare numerică subunitară, exprimată prin *funcția de apartenență*

$$\mu_{A_i}(v): V \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

care indică gradul de adevăr că o valoare $v \in V$ aparține atributului A_i .

Funcția de apartenență este o generalizare a funcției caracteristice

$$f_M(v): V \rightarrow \{0,1\}$$

pentru descrierea mulțimilor obișnuite. În exemplul nostru $\mu_{ADULT}(18) = 0,5$.

Atributul A_i este o *submulțime fuzzy* peste mulțimea de referință V (universul de discurs), așa cum este atributul ADOLESCENT submulțimea vârstelor de la 12 la 20 ani – în opinia autorului. Aceasta este încă o caracteristică a logicii Fuzzy: ea poate exprima opinii individuale sau colective, deci este legată de experiența sau doar de impresia umană asupra unui fenomen din realitate.

2.3.3 Reguli de inferență

În viața de toate zilele avem mulțime de reguli, mai toate exprimate în forma „dacă ... atunci”- de obținere a noi cunoștințe (inferență). De exemplu, o regulă de școlarizare ar fi *dacă* [este] ADOLESCENT *atunci* [este] ELEV, unde cele două cuvinte cu majuscule sunt valorile a două variabile ce intră în regula de față: ADOLESCENT este valoarea variabilei lingvistice VB (Vârsta Biologică), iar

ELEV valoarea variabilei OC (Ocupație – cu attribute: ELEV, STUDENT, ANGAJAT). Exprimată formal, regula va fi:

$$\text{if } VB_2 \text{ then } OC_1 \quad (3)$$

Ar trebui ca aplicarea acestei reguli să dea un răspuns rezonabil și pentru adolescenți la vârsta de 19 ani care, posibil, sunt absolvenți de liceu, deja studenți; într-adevăr, în acest caz, gradul de apartenență la ADOLESCENT este de 0,25 (conform desenului din Figura 2), deci ar trebui ca regula (comportându-se liniar) să producă rezultat $ELEV = 0,25$ – adică suntem doar pe sfert siguri că un adolescent de această vârstă este elev.

Există diverse metode spre a obține din valori ale variabilelor antecedent (cele de după *if*) valori ale variabilelor consecvent (după *then*). Aceste metode fac calcule cu valorile de adevăr ale variabilelor, spre a obține un rezultat cât mai plauzibil în lumea reală, pentru problema exprimată fuzzy (vag).

2.3.4 Aplicații

Chiar dacă se lucrează cu informații imprecise, eficiența tehnicilor fuzzy s-a dovedit surprinzătoare în unele aplicații din lumea reală. Astfel, este celebră problema „cozii de mătură”: o coadă de mătură (o tijă), sprijinită doar la un capăt, trebuie menținută în echilibru vertical; un sistem automat clasic care să execute sarcina este foarte complicat și costisitor, pe când un sistem fuzzy este simplu, ieftin și dă rezultate excepționale. De fapt un sistem fuzzy se comportă ca un echilibrist foarte atent.

Sesizând valoarea și posibilitățile domeniului, primii care au trecut la aplicații industriale ale tehnicilor fuzzy au fost japonezii, primele aplicații fiind la mașini de spălat automate și cuptoare de patiserie automate; în primul caz sistemul fuzzy funcționa ca o gospodină (după gradul de murdărie a rufelor se reglează cantitatea de detergent) iar în al doilea caz ca un brutar (focul se ține slab/tare și mult/puțin funcție de calitatea materialului și compoziție). De asemenea, tehnicile fuzzy s-au aplicat pe scară largă la ghidarea precisă a rachetelor, diagnoză, conducere de procese industriale.

2.4 Rețele Neuronale Artificiale

Una din marile provocări ale cercetătorilor în Inteligență Artificială o reprezintă simularea creierului uman. Rețelele Neuronale Artificiale – RNA (în engleză Artificial Neural Networks) au avut și o evoluție istorică spectaculoasă și un succes extraordinar.

Pornind de la structura de neuroni a creierului, interconectați prin miliarde de sinapse între ei, s-a urmărit realizarea unor rețele de elemente de prelucrare simple (neuroni artificiali), într-o structură conexionistă. Structura conexionistă clasică prevede mai multe straturi de neuroni, în care primul este de intrare (a stimulilor

din mediu) iar ultimul este de ieșire (a reacției RNA), între acestea aflându-se straturi intermediare cu rol în propagarea informațiilor prelucrate parțial. Efectiv, prelucrarea se face prin traversarea legăturilor dintre neuroni, o legătură amplificând sau atenuând un semnal. Neuronul are rol doar în a cumula stimulii și a produce o ieșire (de obicei binară: 1/0, activat / neactivat) la depășirea unui prag impus sumei de stimuli.

2.4.1 Recunoaștere și învățare

RNA realizează o relație între intrări și ieșiri: la un anumit set de stimuli (intrări) provoacă o anumită configurație de neuroni activați/neactivați (ieșire). Aplicațiile uzuale ale RNA vizează „recunoașterea”; de exemplu se pot recunoaște fețe (imagini) ale unor persoane –intrarea RNA este mulțimea de puncte (pixeli) a imaginii iar ieșirea un singur neuron activat, cel cu poziția indicând numărul (și/sau numele) persoanei. Se spune că RNA *recunoaște forme*, fiindcă vectorul de intrare poate fi orice configurație de valori (de obicei subunitare) asociate oricărei forme din lumea reală iar vectorul de ieșire poate fi o configurație de valori (o decizie) utilă celui ce aplică RNA în rezolvarea problemelor proprii.

Modelul clasic RNA este *Perceptronul*, (v. Figura 3) pentru care o ieșire b_j oarecare are o valoare rezultată prin aplicarea prelucrării de mai jos intrărilor a_i :

$$b_j = f\left(\sum_{i=1}^n a_i \cdot w_{ij} + w_0 \cdot \theta_j\right) \quad (4)$$

unde w_{ij} este „ponderea” legăturii (amplificarea) dintre neuronii i și j , w_0 este „ponderea” unei legături de polarizare (excitare preliminară) a neuronilor, iar θ_j este pragul de activare a neuronului j . Prin funcția $f(\cdot)$ se forțează ieșirea neuronului spre una din valorile 1 sau 0 (activat sau nu) atunci când suma de stimuli depășește pragul de activare impus.

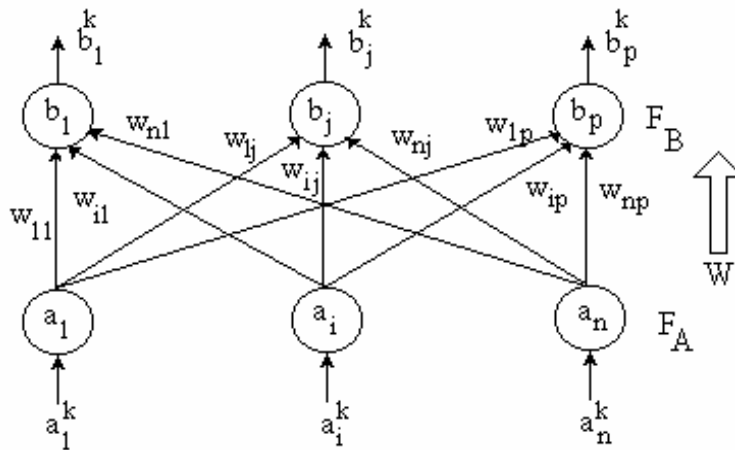


Figura 3 Arhitectura uzuală a RNA de tip Perceptron.

Marele avantaj al RNA îl constituie posibilitatea de a „învăța” asocierile intrare-ieșire, posibilitatea pe care alte sisteme tehnice nu o prezintă. Procedura de antrenare decurge astfel:

1. Se prezintă RNA o pereche de vectori intrare-ieșire **a-b** cunoscuți; De exemplu, pentru învățarea (și apoi recunoașterea) amprentelor unor suspecți, se furnizează stratului de intrare vectorul \mathbf{a}^k format din mulțimea punctelor imaginii amprentei și vectorul \mathbf{b}^k de identificare a persoanei j corespunzătoare din setul de suspecți, în care neuronul b_j^k de ieșire are valoare 1 (adică bitul cu numărul de ordine j a persoanei este 1, restul 0).
2. Se ajustează ponderile w_{ij} , astfel ca vectorul de ieșire **c** (*efectiv* generat de RNA) să fie adus cât mai apropiat de **b** (*țintă*), prin modificări Δw_{ij} ale ponderilor:

$$\Delta w_{ij} = \alpha a_i [c_j - b_j] \quad (5)$$

unde α este un coeficient subunitar (numit rata de antrenare) care aduce diferența Δw_{ij} între vechea și noua valoare a unei ponderi la o valoare mică, dar ajustabilă.

3. Se repetă pasul 2 până când diferența dintre vectorul de ieșire efectiv **c** și cel dorit **b** este mai mică decât o limită prestabilită.
4. Se prezintă RNA, pe rând, toate perechile de vectori intrare-ieșire **a-b** din setul cunoscut și se repetă pașii 1 și 3 pentru fiecare.

Astfel, pe baza unui set cunoscut de perechi de vectori, se obțin pentru ponderile legăturilor între neuroni asemenea valori încât la aplicarea unui stimul nou (vector **a** necunoscut) să se obțină o ieșire corectă (vector **b** ce corespunde realității domeniului).

Antrenarea devine dificilă pentru RNA are straturi intermediare, fiindcă diferența între vectorul de ieșire țintă și cel efectiv nu mai poate fi obținută simplu și folosită în relația (47). Atunci, modificarea ponderilor se face prin așa-numitul procedeu de *retro-propagare* („backpropagation”) [Rumelhart 1986], procedeu ce a tranșat o controversă celebră și a (re)lansat dezvoltarea rețelelor neuronale artificiale. Această controversă pornise de la constatarea că RNA cu două straturi nu puteau face clasificări decât pentru spații convexe ale vectorilor de intrare, deci nu vor avea viitor. Prin procedeul de retro-propagare s-a rezolvat problema antrenării rețelelor cu mai multe straturi, astfel că utilizând *perceptronul multistrat* clasificarea se putea realiza și pentru spații neconvexe.

2.4.2 Tipuri de Rețele Neuronale Artificiale

Cercetările în domeniul rețelelor neuronale artificiale sunt foarte intense și tipurile RNA elaborate de-a lungul timpului sunt foarte variate. Clasificarea

acestora se face în principal după modul de antrenare: *supervizată* – în care perechile de vectori **a** și **b** sunt cunoscute, *nesupervizată* – în care se cunosc doar vectorii **a**, urmând ca vectorii **b** să se obțină prin auto-organizarea rețelei (similară, spre exemplu, cu organizarea creierului uman pe diverse zone ce corespund proiecțiilor părților corpului). Câteva din cele mai utilizate tipuri RNA sunt:

- RNA cu retro-propagare (*Backpropagation*), sunt rețele cu învățare supervizată, extensii ale perceptronului (cu trei sau mai multe straturi). Modificarea ponderilor legăturilor dintre neuroni în faza de învățare se face printr-un procedeu de propagare dinspre ieșiri spre intrări a erorii (procedeul care a relansat studiile în domeniul RNA).

- *Rețele Hopfield* sunt rețele cu învățare nesupervizată, care asociază unui vector de intrare un vector de ieșire obținut prin evoluții iterative ale stării întregii rețele, pe baza reacției dintre o stare și următoarea. Fiindcă asocierea se face prin simpla evoluție internă a rețelei (fără intervenție din afară) sunt numite și rețele *autoasociative*, evoluția fiind similară comportării magnetice a solidelor (relativ la evoluția stării de spin magnetic) studiată în acest mod de fizicianul american Hopfield.

- *Mașina Boltzmann* (sau RNA cu „răcire simulată”), este o rețea în care învățarea are loc prin modificări mici ale funcțiilor de activare ale neuronilor, spre a „îngheța” legăturile dintre neuroni în forma ce surprinde cel mai bine relația între vectorii de intrare și de ieșire. Numele acestor RNA este legat de marele fizician Ludwig Boltzmann care a fundamentat studiul termodinamicii, comportarea globală a rețelei fiind similară unei populații statistice de particule (atomi, molecule) care evoluează spre nivelul de energie potențială minimă.

- *Rețele Kohonen* sunt rețele cu învățare nesupervizată, care formează în spațiul neuronilor (imaginat de exemplu ca o matrice de neuroni) mulțimi de neuroni (zone spațiale) care corespund fiecare unui anume vector de intrare. Învățarea are loc prin reorganizarea neuronilor rețelei, unde la vectorii de intrare cu apariții mai dese corespunde o zonă mai mare (similar proiecțiilor părților corpului uman pe suprafața creierului – de exemplu palmei și degetelor corespunzând zone mai întinse tocmai datorită fineții cu care acestea simt și acționează).

De fapt, prelucrările pentru RNA simulate software sunt calcule cu matrici (cel mai des înmulțiri), calcule asupra elementelor vectorilor de intrare, asupra vectorilor de activări ale neuronilor intermediari și asupra vectorilor de ieșire. Aceste calcule nu au nimic în comun cu fenomene biologice sau cognitive, ci produc legături (relativ întâmplătoare) între elementele de prelucrare (neuroni artificiali) spre a realiza asocieri între informații prin înseși „valoarea” (adică semnificația) lor; astfel, se simulează funcționarea mulțimii de neuroni naturali – așa cum este percepută până acum de oamenii de știință. Din acest motiv, RNA se mai numesc și *memorii asociative*, fiindcă memorarea și regăsirea unei piese de informație se fac relativ la „conținutul” și nu relativ la „adresa” ei (cum se face de exemplu în memoria RAM).

2.4.3 Aplicații

Capacitățile RNA de a „recunoaște” forme și de a clasifica (supervizat sau nu) formele, pot fi exploatate pentru aplicații în orice domeniu. Astfel, printre primele aplicații în tehnică, RNA a fost utilizată în suprimarea semnalului de ecou prin liniile telefonice la transmisii de date (prin modem), bazat tocmai pe „învățarea” semnalului transmis iar apoi „recunoașterea” și eliminarea lui când să reîntors ca ecou. Se constată astăzi o „explozie” de aplicații care folosesc rețele neuronale artificiale:

- în domeniul economic: recunoașterea și predicția evoluției cererii și ofertei de produse pe piață, a evoluției cursului valutar, a simulării unor fenomene de piață pentru care nu se găsesc modele deterministe (matematice);
- în domeniul social și educațional: recunoașterea fețelor umane, a amprentelor, a semnăturilor grafice, vocii și scrisului (de mână), a caracteristicilor de personalitate și profilului educațional;
- în domeniul medical: diagnostic automat, recunoașterea tumorilor sau altor manifestări „vizualizate” prin raze X, ultrasunete, tomografie;
- în domeniul tehnic: diagnoza defectelor, estimări de parametri pentru modele matematice ale proceselor, optimizări ale proceselor industriale, funcționarea și controlul roboților;
- în domeniul militar: ghidarea rachetelor, recunoașterea tipurilor și amplasării echipamentelor militare (avioane, rachete, blindate, adăposturi), conducerea tactică;
- în domeniul științific: clasificări în studiul diferitor fenomene sau date („data mining”), pentru modelarea unor fenomene greu formalizabile determinist, recunoașterea unor situații complexe la experimente, studiu și simulări în neurologie, în prelucrarea paralelă.

Nu va fi o surpriză ca în calculatoarele viitorului să existe, pe lângă procesorul clasic (pentru calcule matematice și logice), unul (sau mai multe) „procesoare neuronale” pentru prelucrări de tip recunoaștere – de exemplu a intrărilor de la senzori din mediu sau în legătură cu omul (fețe, amprente, semnături), sau clasificare empirică – de exemplu a volumelor mari de date provenite din investigații ale pieței în marketing sau previziune economică.

2.5 Algoritmi genetici

Informația vieții este stocată la nivelul celulelor vii în cromozomi (lațuri cu patru tipuri de molecule combinate, formând coduri în baza 4). Această informație se referă la structura organică a speciei, dar și la mediul la care trebuie să se adapteze individul dintr-o specie. Lumea vie dovedește adesea că indivizii rezultați prin evoluție sunt optim dotați pentru mediul în care trăiesc. De aici a venit și ideea de *optimizare a soluțiilor* imitând modalitatea de evoluție a organismelor vii – dar având aplicabilitate în orice domenii.

În metodele de Algoritmi Genetici – AG (în engleză Genetic Algorithms), *cromozomii* sunt șiruri de biți (deci coduri în baza 2), iar *genele* (ca informație conținută) sunt valorile reprezentate codificate (în baza 2, adică 0 sau 1) legate de parametri sau caracteristici ale obiectelor din problema de optimizat. Aceste metode au fost inițiate de colectivul condus de John Holland de la Universitatea din Michigan începând din 1975, dar abia în ultimul deceniu au găsit răsunet și aplicabilitate în multe domenii.

Charles Darwin, celebrul biolog, a descris noțiunile și mecanismele aplicate cromozomilor în cursul evoluției, care sunt prezentate așa cum sunt cum sunt utilizate în algoritmi genetici (AG):

1. *Populație*: se referă la mulțimea de indivizi – de fapt de cromozomi, la un moment dat (în AG sunt coduri binare asociate parametrilor din domeniul de optimizat). Noua populație provine din clone ale populației curente, obținute prin încrucișare.
2. *Împerechere*: prin care un număr se realizează un număr oarecare de perechi de cromozomi aleși întâmplător, ce vor fi încrucișați (similar în AG se aleg întâmplător perechi de șiruri de biți din populația inițială).
3. *Încrucișare*: prin porțiuni de cromozomi de la ambii părinți se combină, obținând o varietate a individului utilă în adaptarea sa la mediu (în AG șirurile de biți sunt tăiate la un punct și combinate complementar două câte două, v. Figura 4).

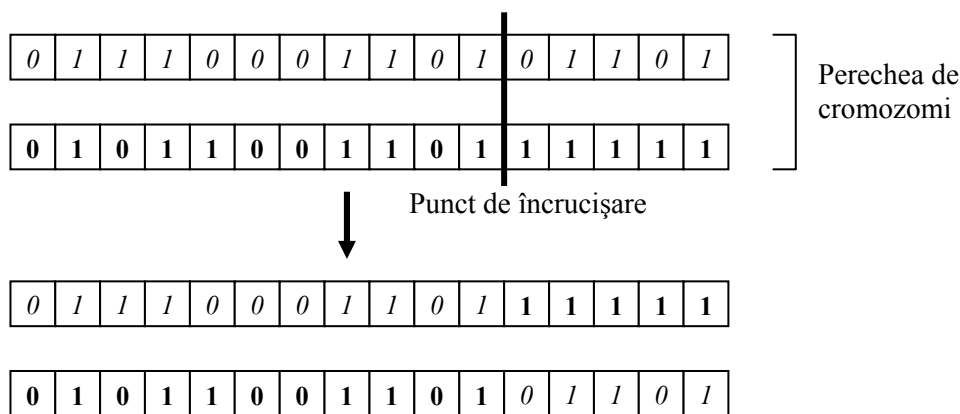


Figura 4 Încrucișarea a doi cromozomi șiruri de biți.

4. *Mutație*: prin care are loc alterarea întâmplătoare a șirurilor de elemente din cromozomi, pentru a produce o mai mare varietate utilă apoi evoluției (în AG se modifică valoarea unor biți aleși aleator, v. Figura 5).

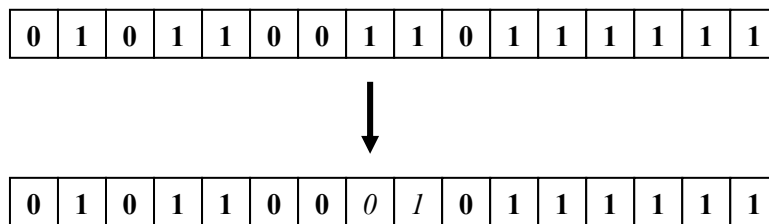


Figura 5 Mutația unui cromozom șiruri de biți.

5. *Seleție*: se referă la supraviețuirea doar a indivizilor adaptați mai bine mediului (în AG adaptarea este reprezentată printr-o funcție obiectiv cu un singur parametru, nu mai mulți ca în lumea vie, iar supraviețuirea constă în selectarea doar a unui set de cromozomi ce satisfac mai bine funcția obiectiv - o maximizează sau o minimizează).

În urma aplicării repetate a pașilor de prelucrare 2 – 5, se obține o populație care satisface funcția obiectiv, din care se alege eventual un singur individ (un rezultat) ce satisface cel mai bine funcția obiectiv, acesta fiind soluția optimă.

Algoritmii Genetici (AG) diferă de metodele de optimizare „clasice”, deterministe, astfel:

- AG lucrează cu codificări de parametri (prin șiruri de biți), nu cu parametrii efectivi;
- AG caută o mulțime de valori bune (o populație), nu doar o valoare;
- AG folosește direct o funcție obiectiv, nu derivate ale acesteia sau cunoștințe suplimentare.
- AG folosește reguli probabiliste, nu legi deterministe cunoscute în domeniului de lucru.

Spre a fi mai expliciti asupra conceptului de populație inițială, să presupunem că se dorește rezolvarea evolutivă a problemei „Comisului Voiajor” – care trebuie să parcurgă un traseu cu mai multe orașe (plasate întâmplător pe hartă) trecând o singură dată prin fiecare oraș (chiar dacă traseul ar impune aparent traversarea unui oraș de mai multe ori). În traseul posibil prin toate orașele (reprezentat ca șir de numere) va fi inclus un drum ce leagă două orașe dacă numărul său de ordine apare în șir. Se generează populația inițială ca mai multe trasee posibile (deci diverse șiruri de numere – eventual de aceeași lungime și cu un număr, adică drum, apărând doar o dată), apoi se aplică prelucrările de algoritm genetic spre a obține soluția optimă.

Comparația între metode evolutive și cele deterministe (aplicate la rezolvarea unei aceleiași probleme) se poate continua și privind performanțele la implementarea prin mijloace de calcul, așa cum rezultă din Tabel 1.

<i>Performanță și Metodă</i>	<i>Metodă specifică și deterministă</i>	<i>Metodă evolutivă</i>
Viteza	dependentă de soluție, bună	medie sau scăzută
Optimalitatea soluției	dependentă de soluție	bună sau foarte bună
Cunoaștere domeniu	Necesară	nu este necesară
Implică munca omului	câteva minute	câteva zile
Aplicabilitate	scăzută – uneori nu există soluții	foarte largă și generală
Pași intermediari	soluția se obține la sfârșit	orice pas dă o soluție

Tabel 1 Comparăție între metode deterministe și metode evolutive.

Problemele care se pretează cel mai bine rezolvării evolutive sunt: estimarea parametrilor (în diverse situații și domenii se cer anumite valori optime pentru anumiți parametri - caracteristici ale unor obiecte), selectarea submulțimilor ce satisfac criterii contradictorii, obținerea de soluții formate din secvențe de elemente cu ordine și structură foarte variate (care sunt probleme NP-complete). Aplicații ale AG s-au realizat pentru: învățarea automată („machine learning”), planificarea producției, alocarea resurselor, optimizări în probleme economice și tehnice, stabilirea traseelor roboților, evitarea rachetelor de urmărire, jocuri (poker, șah), probleme matematice ale căror rezolvări prin căutare necesită durate astronomice (sau NP-complete).

3 Decizia și rolul ei în conducerea economică

Componenta decizională este o parte a sistemului de management, care astăzi este abordată la granița dintre management și informatică, aceasta deoarece informatizarea procesul decizional desfășurat la fiecare dintre cele trei niveluri (strategic, tactic și operațional) implică folosirea tehnologiilor informatice actuale.

Sistemul decizional este definit ca un ansamblu intercorelat al deciziilor adoptate și aplicate într-organizație, structurate corespunzător sistemului de obiective și configurației ierarhiei manageriale, în scopul desfășurării proceselor de management [Oprea 2002]. Elementul central al acestui sistem îl reprezintă decizia, definită ca un act conștient, efectuat pentru realizarea unui sau mai multor obiective. Decizia managerială este o categorie aparte și de mare însemnătate pentru mediul organizației fiind caracterizată de mare complexitate și dificultate, având influențe și la nivel de grup (de aici, necesitatea corelării ei cu caracteristicile posturilor, motivarea, potențialul grupului).

Orice decizie se bazează pe un cumul de informații. Informația are o semnificație și o însemnătate dacă este raportată la un anumit context, și astfel prezintă relevanță pentru adoptarea unei decizii. Calitatea și acuratețea deciziei sunt condiționate de criteriile de relevanță ale informației (completitudine, exactitate, oportunitate, fiabilitate) dar acestea sunt doar o parte din condițiile necesare pentru derularea actului decizional eficient.

Toate elementele care contribuie la adoptarea deciziei (factori de mediu, restricții organizaționale, stil de management, natura obiectivelor etc.) sunt reflectate și în termeni informaționali. Herbert Simon a definit drept conceptul de **raționalitate limitată**, pornind de la constatarea că raționalitatea implică pentru decident, alegerea din mai multe alternative decizionale a celeia care-i asigură cel mai bun rezultat global. Raționalitatea reflectă un stil de comportament apropiat de realizarea scopurilor propuse de către decident, care evoluează între limitele impuse de restricțiile și resursele existente.

Simon a revoluționat teoria firmei și cea a deciziei negând modelul neo-clasic al „raționalității atotștiutoare” care este cel puțin contestabil, deoarece orice individ are limite neuropsihologice, care îl împiedică să memoreze și să selecționeze rapid cantități mari de informații. În plus, informațiile pot fi imprecise, incerte și incomplete. Folosind informații probabile, cuantificabile și exacte – care nu ridică probleme decidentului, se pot obține direct soluții prin folosirea tehnologiilor informatice și de comunicație, iar prin folosirea tehnicilor de Inteligență Artificială se poate emula raționamentul aproximativ uman și recunoașterea sau evoluția specifică lumii vii.

Conceptul „raționalității limitate” indică faptul că este imposibil pentru un decident să achiziționeze totalitatea elementelor pertinente în vederea luării deciziei, mai ales într-un context incert și imprecis, precum și în cazul unor informații neformalizabile. Managerul poate adopta decizii apropiate de realizarea

scopurilor propuse care, în cadrul unor limite impuse de condițiile existente la un moment dat, pot fi bune dar perfecte.

Unei probleme de decizie i se poate asocia un model care abstractizează și formalizează realitatea, astfel că alegerile decidentului se bazează pe o schemă simplificată, aproximativă. În concluzie apar două aspecte privind decizia: (1) procesul decizional este esențialmente uman, iar individul nu dispune de toate elementele care i-ar permite să facă cea mai bună alegere (datorită unor factori de risc dificil de anticipat, a unor informații contradictorii, insuficiente, imprecise sau imprevizibile) astfel că (2) ambiguitatea succede raționalității și în această situație, decidentul urmărește luarea unei decizii satisfăcătoare, care rareori este optimală.

Pe baza acestor aspecte, este importantă folosirea tehnologiilor informatice în procesele decizionale, pentru a adopta decizii folosind un mare număr de factori: exact cunoscuți, evaluați și algoritmiizați în vederea prelucrării automate. Alți, factori țin de experiență, etică, aptitudini și tradiție, deci foarte greu put constitui obiectul automatizării. Acești ultimi factori pot interveni gradat, drept coeficienți sau restricții care se adaugă unui sistem automat de asistare a deciziilor, dar pentru asta ar trebui cunoscute și reprezentate cunoștințele expertului uman în domeniu.

În societate informațională actuală, organizațiile trebuie să se adapteze unei gândiri proactive, prin care se acceptă raționalizarea întregului sistem de management și în primul rând a componentei informaționale și decizionale, pentru asigurarea performanței și competitivității.

Sistemului informatic integrat de cercetare-dezvoltare trebuie să prezinte o structură care să asigure următoarele categorii de instrumente de analiză:

- a) Instrumente clasice – care furnizează situații sub formă de grafice sau tabele și în care informația este prelucrată prin modele matematice deterministe și precise, într-o abordare tradițională bidimensională.
- b) Instrumente avansate – care permit analize multidimensionale a diferiților indicatori sau fenomene economice. În acest caz, arhitectura sistemului informatic de decizie necesită, pe lângă bazele de date în care este structurată informația (în așa numite „depozite de date” – „Data Warehouse”) și prezența unor tehnici de explorare a informației (cum este de exemplu „prospectarea în date” - „Data Mining”).
- c) Instrumente cu inteligență artificială – care permit emularea raționamentului uman pentru manipularea datelor imprecise, incerte și incomplete

3.1 Caracteristici ale deciziei și procesului decizional

Activitatea de conducere și administrare (managementul) a fost considerată mult timp o artă sau un talent înșușite prin experiență (adică prin încercări și erori). Astfel, diferite personalități au adoptat diferite stiluri individuale (bazate pe

creativitate, raționament, intuiție și experiență) pentru rezolvat unui același tip de problemă. Această abordare este neștiințifică sau cel puțin și nerepetitivă, în defavoarea metodelor cantitative și calitative care permit soluții sistematice și cu erori minime. Situațiile complexe ce apar în mediul de afaceri și locul sau momentul de desfășurare a acestora a crescut în ultimele decenii, iar această complexitate a determinat o creștere a numărului de soluții o creștere a dificultății de predicție a consecințelor pe termen lung dar și o creștere a gradului de incertitudine. În asemenea situații, efectele erorilor în decizie pot fi dezastruoase datorită multitudinii de operații și reacției în lanț pe care o eroare poate să o cauzeze în diverse sectoare ale nivelelor micro și macroeconomic.

În sens general, în activitatea de management economic decizia se referă la :

- Identificarea diferitor funcții și roluri în activitatea de conducere tactică și strategică,
- Explicarea relațiilor existente între cunoștințe, decizie și tehnologiile implicate de executiv.

Decizia constituie punctul central al activității de management fiindcă ea se regăsește în toate funcțiile acesteia iar integrarea firmei în cadrul mediului depinde de calitatea deciziei. Calitatea procesului decizional influențează reducerea costurilor, eficiența folosirii fondurilor, creșterea profitului etc. Decizia nu reprezintă o funcție în procesul de management fiindcă procesul decizional se concretizează în cadrul fiecărei funcții a managementului. Astfel, în domeniul previziunii, ca funcție a managementului, rezultatul procesului decizional se concretizează în variante de strategie, de plan sau de program.

3.1.1 Specificul și clasificarea deciziilor

Decizia de conducere reprezintă procesul de alegere a unei linii de acțiune în scopul realizării unor obiective, prin a cărei aplicare se influențează activitatea a cel puțin unei alte persoane decât decidentul [Nicolescu 1998].

Deciziile manageriale, spre deosebire de deciziile generale, se refera la misiunea, strategiile și politica pe termen lung ale firmei, coordonarea principalelor domenii de activitate, atingerea eficienței dorite, soluționarea și medierea conflictelor, masuri de maxima importanța pentru viitorul firmei.

În practică, decizia cuprinde: (1) actul decizional (ce se referă la situații de complexitate redusă, cu caracter repetitiv sau în care variabilele sunt foarte bine cunoscute de către decident) și (2) procesul decizional (care implică un consum mare de timp pentru culegerea și analiza de informații, precum și consultarea altor persoane). În esență, procesul decizional prezintă mai multe de etape pentru pregătirea, adoptarea, aplicarea și evaluarea deciziei manageriale.

Pentru realizarea obiectivelor vizate, deciziile manageriale trebuie să fie:

- fundamentată științific – evitând astfel improvizațiile și subiectivismul;
- legală – adică făcută doar de către persoane investite legal și respectând contextul legal;

- completă – cuprinde toate elementele necesare înțelegerii corecte și implementării ei;
- oportună – luată în timp (chiar nu este o decizie optimă ce s-ar lua cu întârziere).
- eficientă – adică urmărind un efect cât mai bun pentru efortul și resursele utilizate.
- coordonată – astfel ca deciziile la diferite departamente ale organizației să fie compatibile între ele și să conducă la realizarea obiectivului de ansamblu al întreprinderii.

Deciziile se pot clasifica funcție de măsura în care procesul decizional poate fi planificat, [Simon 1977]:

- programate – cele de rutină, obținute prin reguli și procese cunoscute și chiar automate, referindu-se la obiecte mai mult decât la și delegate nivelurilor inferioare ale organizației.
- neprogramate (– cele noi și necunoscute, cu grad ridicat de incertitudine, care implică adesea oameni și nu obiecte; nu pot fi delegate nivelurilor inferioare ale organizației).

Aceste două categorii trebuie considerate ca două extreme ale domeniului decizional, dar în realitate există decizii care prezintă caracteristici din ambele grupe.

Din alt punct de vedere deciziile pot fi clasificate funcție de gradul de cunoaștere al decidentului asupra rezultatului alternativelor posibile:

- În condiții de *certitudine* – atunci când există un singur rezultat pentru fiecare alternativă și există date complete și exacte). Se pot aplica diferite tehnici de optimizare (manuale sau pe calculator) pentru alegerea unei alternative.
- În condiții de *risc* – atunci când există mai multe rezultate posibile pentru fiecare alternativă și fiecareia pot fi atașate o valoare și o probabilitate de realizare a rezultatelor.
- În condiții de *incertitudine* – atunci când nu există suficiente date pentru alegerea între alternative (acestea nu sunt bine cunoscute sau criteriile de alegere nu sunt evidente). În acest caz decizia se ia prin utilizarea informațiilor disponibile, prin estimarea valorilor și a probabilităților de apariție a rezultatelor posibile (incertitudinea se transformă în risc).

De regulă, deciziile structurate se iau la nivelul de jos și cele nestructurate la nivelele de vârf, chiar dacă aceasta nu este o regulă. În tabelul de mai jos se indică nivelul de management și caracteristicile informațiilor necesare.

Nivelul tactic este un nivel intermediar și combină caracteristicile celorlalte două niveluri. La nivelul strategic, deciziile sunt mai mult dependente de factorul uman și de judecata umană, se bazează pe încercare și eroare datorită gradului mare de incertitudine și ambiguitate precum și datorită faptului că nu pot fi explorate toate posibilitățile. Proces decizional se numește euristic, pentru că implică crearea

de noi cunoștințe sau se bazează pe modele procedurale din experiență nu pe reguli de decizie explicite.

Nivel managerial	Caracteristicile deciziilor	Caracteristicile informațiilor
Strategic	<ul style="list-style-type: none"> - orizont mare de timp - scala mare a resurselor - creativitate și judecată - nestructurate - probleme greu de definit - cu frecvență scăzută - grad mare de incertitudine 	<ul style="list-style-type: none"> - folosesc surse externe - din surse informale - privesc în viitor - calitative - precizia nu este importantă - intervenția este vitală dar poate dura - acoperă un domeniu larg - sunt incomplete
Tactic		
Operațional	<ul style="list-style-type: none"> - repetitive - termen scurt - scală redusă a resurselor - obiective și reguli de decizie clare - discreție mică sau deloc 	<ul style="list-style-type: none"> - folosesc surse interne - se bazează pe istorice - detaliate, cantitative - precizie mare, - disponibilitate imediată - scopului îngust - inteligibile

Tabel 2 Niveluri decizionale și caracteristici ale informațiilor utilizate.

Conform lui Peter Drucker [Drucker 1973] "Deciziile ar trebui să se ia la nivelul cel mai de jos posibil care concordă cu natura lor și cât mai aproape de locul acțiunii ce o presupun". Sistemele de asistare a deciziilor urmăresc de fapt acest lucru, în mod specific fiecărui nivel managerial.

3.1.2 Procesul decizional

Procesul decizional cuprinde o serie de pași prin care se face analiza informației, selectarea dintre mai multe alternative a uneia (mai mult sau mai puțin optime) și verificarea alternativei selectate pe problema concretă de rezolvat. Elementele care se regăsesc în procesul decizional sunt:

- *Decidentul* - persoana sau grupul de persoane care va alege o variantă din mai multe posibile. Grupul de persoane este necesar mai ales în cazul problemelor complexe, pe când în cazul deciziilor curente, operative acestea sunt luate de o singură persoană. Calitățile, cunoștințele și aptitudinile decidentului influențează hotărâtor calitatea deciziei.
- *Problema decizională* – reprezintă o situație faptică care necesită soluționare printr-o decizie.

- *Mulțimea variantelor decizionale* – cuprinde totalitatea soluțiilor pentru problema decizională dată. Pentru definirea acestei mulțimi sunt necesare informații din interiorul și din afara organizației, gândire managerială creatoare, consultarea experților, efectuarea de cercetări. Mulțimea variantelor decizionale poate fi finită sau infinită. Decidentul cunoaște alternativele prin experiență sau prin studiu direct ori de află de la alte persoane; alegerea variantei optime este procesul de decizie.

- *Mulțimea criteriilor decizionale* este reprezentată de totalitatea punctelor de vedere ale decidentului privitoare la nivelul de decizie și adecvate diferitelor variante, stărilor și condițiilor obiective. Dacă în situația decizională se iau în considerare mai multe criterii, acestea se aleg ținând cont de posibilitatea divizării și grupării criteriilor, precum și de interdependența acestora. De exemplu, profitul poate fi divizat pe produse, subunități, iar profitul și costul pot fi grupate într-un criteriu global reprezentat de rentabilitate. Două criterii sunt independente dacă fixarea unui obiectiv din punct de vedere al unui criteriu nu influențează stabilirea unui alt obiectiv din punct de vedere al celui de-al doilea criteriu. În managementul firmei sunt utilizate criterii de tipul: profit, preț, calitate, (dependente între ele), dar și termen de recuperare a investiției, durata ciclului de producție, gradul de utilizare a capacității de producție (cu dependență slabă).

- *Mediul ambiant* (drept context obiectiv) – reprezentat de ansamblul condițiilor interne și externe care influențează decizia dar și sunt influențate de ea. Pentru o anumită situație decizională există în mediul ambiant mai multe stări ale condițiilor obiective, care se pot schimba în timp (sunt dinamice). Între condițiile interne dinamica privește pregătirea personalului, perfecționarea sistemului informațional prin cel informatic; condițiile externe privesc modificări în legislația țării, modificări în relațiile firmei cu diverse organisme. Evoluția mediului ambiant se manifesta uneori contradictoriu – influențând nefavorabil procesul de elaborare a deciziilor, în timp ce ridicarea nivelului de pregătire profesională și în domeniul managementului are efecte favorabile asupra procesului de luare a deciziilor.

- *Mulțimea consecințelor* – cuprinde ansamblul de rezultate ce s-ar obține prin aplicarea variantelor decizionale pentru criteriile decizionale și stările condițiilor obiective. Stabilirea consecințelor nu se realizează întotdeauna cu exactitate deoarece nu se cunosc cu certitudine cauzele ce ar determina producerea lor.

- *Obiectivele deciziei* sunt scopurile vizate de decident spre a fi atinse în urma aplicării variantei decizionale alese.

- *Utilitatea* reprezintă folosul așteptat de decident în urma realizării unei anumite consecințe și se exprimă pentru fiecare din diferitele variante folosind o scară de la 0 la 1.

3.1.3 Modele ale procesului decizional

Un **model** este o reprezentare prin structuri de concepte și valori a realității, care surprinde anumite caracteristici ale acesteia și ignora altele. [Turban 1993] identifică două mari tipuri de modele:

- *Modelele prescriptive* sau *normative* – care selectează cea mai bună variantă în mod automat (de ex. programarea liniară, analiza cost-volum-profit, teoria decizională statistică, tehnici de analiza a investiției). Aceste modele sunt deterministe și structurate tratând procesul decizional ca pe un proces complet rațional ce presupune condiții de risc sau certitudine.
- *Modelele descriptive* – care urmăresc să explice comportamentul real al decidentului în cadrul procesului decizional. În practică, dificultățile de luare a deciziei determină decidentul să simplifice factori implicați și să accepte soluții satisfăcătoare care necesită timp scurt și resurse puține dar care nu sunt optime (teoretic). Procesul decizional este mai puțin structurat și nu este complet rațional.

3.1.3.1 Modele prescriptive

Un model prescriptiv presupune că se cunosc perfect toți factorii implicați în luarea deciziei, astfel că adoptă o abordare mecanicistă, rațională a procesului decizional. Deși această presupunere nu se întâlnește des în practică (ori sau este greu de îndeplinit), modelele prescriptive sunt foarte des utilizate, fiind aplicate în special la nivelele operațional și tactic unde factorii sunt mai clar specificați și există mai puțină incertitudine. Aici sunt folosite pe scară largă sistemele de asistare a deciziilor pentru management. Pentru utilizarea unui model prescriptiv trebuie înțeles clar obiectivul (care este de obicei unic) și contextul de aplicare a modelului.

Un model prescriptiv care vizează maximizarea profitului în context de certitudine se rezolvă printr-un sistem de ecuații ce privește chiar valoarea profitului; în condiții de risc, se urmărește maximizarea așa-zisei *valori așteptate* (care este definită ca totalul probabilităților fiecărui rezultat înmulțit cu valoarea fiecărui rezultat). Avantajele metodei valorii așteptate provin din simplitatea aritmetică și din cunoașterea directă cantitativă; dezavantajul major constă în faptul că reprezintă diferitele rezultate printr-un singur număr și ignoră alte caracteristici ale distribuției, de exemplu, intervalul de variație a coeficienților. Valoarea așteptată poate fi interpretată ca valoarea ce va fi obținută pentru un număr mare de decizii similare care sunt luate pentru același interval de rezultate și cu aceleași probabilități asociate.

Altă metodă utilizată în luarea deciziilor pe model prescriptiv este *arborele de decizie*. Fiindcă deciziile nu sunt izolate ci fac parte dintr-o secvență decizională, este util ca la analiza sa se constituie un arbore (arborele de decizie) ca metodă grafică de prezentare a secvențelor de decizii cu rezultate și relații între ele. Deciziile și rezultatele includ probabilitățile de apariție și sunt evaluate utilizând tot metoda valorii așteptate.

3.1.3.2 Modele descriptive

Un model descriptiv este un model comportamental care ia în considerație cunoștințele incomplete și imprecise deținute de om sau de comportamentul celor implicați în procesul decizional. Simon [Simon77] a folosit termenul de "raționalitate satisfăcătoare" pentru a descrie comportamentul decidenților care acționează într-un mediu complex și parțial necunoscut; aceștia nu cunosc în întregime alternativele disponibile și nici nu există un obiectiv unic și clar definit. Se poate face doar o cercetare limitată a mediului pentru a descoperi câteva alternative satisfăcătoare și pentru a lua, în final, o decizie satisfăcătoare. Pentru a lua decizia, se utilizează subiectivitatea, judecata și reguli de obișnuință („rule of thumb”) mai mult decât reguli explicite de decizie. Sistemul informatic de asistare a deciziilor oferă decidenților informații de bază și mijloace pentru a explora alternativele și mai puțin reguli și proceduri mecaniciste de decizie.

3.2 Metode și tehnici în procesul decizional

Adesea, metodele și tehnicile aplicate în cadrul procesului decizional depind de manager și de experiența sau abilitățile sale; aceste metode sunt specifice organizației și de tipului său – de stat sau privată, non-profit sau plătitoare de impozit pe profit. Organizația dezvoltă un tip de proces decizional pe baza căruia funcționează și de care în final ajunge să depindă. De aceea, adoptarea unor tehnici sau metode noi este o schimbare dificilă pentru manageri, care vor apela la acestea doar în cazuri extreme, în care utilizarea vechilor metode a condus la erori de decizie cu consecințe grave asupra organizației.

Din punctul de vedere al abordării computaționale a procesului decizional, acesta este soluționat prin **rezolvarea problemei** – care urmărește identificarea problemei și parcurgerea unei proceduri de la valori sau cunoștințe date la valori sau cunoștințe soluție cu o implementare calculabilă, sau căutarea și **găsirea unei soluții** problemei – care constă în parcurgerea unui spațiu de soluții, evaluarea lor și selectarea celei optime.

3.2.1 Metode generale în procesul decizional

Se descriu în continuare câteva metode de elaborare și selectare a deciziilor, care în mod traditional se bazează pe judecata umană, cum sunt metoda ședinței (sau a întâlnirii directe), ancheta Delphi și respectiv elaborarea de scenarii; primele două se bazează pe participarea unui grup de persoane, al treia putând fi realizată individual.

3.2.1.1 Ședința decizională

Ședința decizională permite luarea deciziilor de grup. În literatură, ședința este definită ca o „metoda de soluționare a unor sarcini, probleme sau situații privind adoptarea unor decizii, explorarea unor perspective, transferul unor informații,

armonizarea unor atitudini pe baza comunicării directe între un număr de participanți, reuțiți (fizic sau prin intermediul mijloacelor de comunicație electronice) pentru scurt timp, sub coordonarea unei persoane împuternicite, sau alese chiar de către participanți”.

În vederea desfășurării ei, ședința presupune:

1. *pregătirea* ședinței, prin care: (a) se specifică ordinea de zi - cu formularea clară a problemelor de soluționat, (b) se stabilește și convoacă participanții, (c) se întocmesc și distribuie documente/ informații;
2. *deschiderea* ședinței, cu: (a) anunțarea (de către conducătorul sau moderatorul ședinței) a obiectivelor, (b) stabilirea duratei totale de și a timpului acordat debaterilor;
3. *desfășurarea* ședinței, în care se urmaresc: (a) evidențierea contribuțiilor semnificative pentru rezolvarea problemei, (b) controlul intervențiilor (pentru a nu se depăși durata sau a evita devieri de exprimare etc.);
4. *închiderea* ședinței, prin: a) limitarea duratei acesteia (se recomandă 60 – 90 de minute), b) punctarea principalelor decizii luate și a eventualelor puncte de vedere divergente exprimate în vederea transmiterii întocmai în ziua următoare, sub forma scrisă, către participanți;
5. *evaluarea* rezultatelor, prin care conducătorul ședinței ajutat de un colectiv restrâns de colaboratori (între care persoana care realizează procesul verbal) se inventariază și caracterizează problemele și soluțiile adoptate.

Există ședințe cu caracter exploratoriu - care au ca scop realizarea de predicții sau alternative de decizie, care necesită (de regulă) consensul participanților. Fiindcă este posibil ca anumite persoane să domine ședința (prin personalitatea, poziția socială, interesele sau informații ascunse) sau anumite grupuri să ducă la coalitii premeditate sau ad-hoc și, prin aceasta, ședința să ducă la rezultate inadecvate, se recomandă structurarea lor înaintea susținerii. Pentru aceasta, se atribuie responsabilitati diferite participanților potrivit cu calificarea fiecăruia.

Ședințele pot beneficia de **asistare informatică** prin: a) organizarea documentelor pregătitoare și constatorii – folosind instrumente de tip office, b) realizarea virtuală a întâlnirii prin transmiterea de imagini și sunet – prin comunicații și multimedia, c) extinderea cu funcții noi (proiectare, sintetizare și elaborare automată a rezoluțiilor) prin “Authoring Tools for Meeting”.

3.2.1.2 Ancheta Delphi

Metoda a fost dezvoltată la firma RAND Corporation, cu numele preluat la localitatea greacă (Delphi) în se găsea oracolul ce „asista” deciziile personalităților din antichitate; denmirea a fost aleasă pe motivul că acest tip de anchetă servește în principal la realizarea de *proгноze* și predicții necesare în planificarea și programare afacerilor și proceselor de producție.

Prin această metodă se urmărește realizarea consensului între participanți, cu evitarea neajunsurilor implicate de întâlnirile directe, prin: a) realizarea unei interacțiuni mijlocite (prin intermediul moderatorului, sau coordonatorului de grup) astfel că participanții nu știu direct implicarea sau părerile celorlalți, iar b) procesul

de decizie are loc prin iterații succesive la inițiativa moderatorului (care filtrează și mediază punctele de vedere exprimate).

Conform autorilor metodei, se disting următorii pași [Filip 2005]:

1. moderatorul pregătește și transmite fiecărui participant un set de formulare și metodologia de completare;
2. moderatorul verifică dacă participanții au înțeles sarcina și elucidează eventualele neclarități;
3. participanții completează formularele primite, în timp scurt și independent unul de altul, după care le transmit moderatorului;
4. moderatorul realizează o mediere a opiniilor exprimate și gestionează abaterile de la medie, în sensul că la abateri mari sau evident intenționate (din interes sau alte motive) acestea sunt filtrate de către coordinator;
5. participanții primesc reacția moderatorului cu rugăminta de a-și reconsidera eventual punctul de vedere în funcție de informația suplimentară primită. Atunci când un participant persistă în a nu revizui punctul de vedere, el trebuie să transmită moderatorului argumentele care susțin această atitudine;

Pasii 3, 4 și 5 se repetă până la obținerea unui consens – în măsura în care abaterile nu depășesc un prag (denumit “consensul Delphi”). Dacă după un număr acceptabil de iterații nu se realizează consensul, moderatorul stabilește o medie a părerilor exprimate, sau se apelează la o altă metodă - de exemplu cea a formulării de scenarii.

Avantajele anchetei Delphi sunt: (i) rezultatul reflectă suficient de corect părerea grupului în ansamblu, (ii) participanții nu au cunoștință unul de altul și nu mai sunt influențați/inhibați de numele sau de poziția ierarhica a unor personalități potențial dominante, (iii) exprimarea anonimă și caracterul iterativ al procesului ajustări coerente și atenuează eventualele rețineri privind exprimarea unor puncte de vedere aparent deviate, (iv) durata rezonabilă de timp la dispoziție pentru exprimarea unei păreri sau pentru reconsiderarea propriului punct de vedere oferă ocazii pentru evitarea unor judecăți pripite, (v) comunicarea poate fi realizată prin mijloace electronice - prin antrenarea persoanelor cele mai potrivite, indiferent de locul geografic în care se afla acestea.

Metoda poate prezenta neajunsuri sau condiționări legate de atingerea consensului Delphi – privind durata de timp necesară acestuia și costurile implicate, dar și pentru că metoda depinde foarte mult de calitatea coordonatorului sau de compoziția grupului (grupuri diferite pot ajunge la rezultate diferite).

3.2.1.3 Formularea de scenarii

În procesul decizional, scenariile sunt utile pentru situații în care decizia vizează un orizont de timp lung - de la decade, la mii de ani. Deciziile bazate pe scenarii sunt decizii strategice care necesită prevederea unor evenimente neprevăzute și care pot lua prin surprindere – provocând neajunsuri sau daune. Scenariile sunt necesare pentru considerarea explicită a mai multor evoluții posibile pentru care se proiectează un număr de alternative de acțiune corespunzătoare.

Un scenariu este o descriere narativa a modului de apariție în viitor a unor evenimente care sunt importante în contextual deciziei sau deciziilor vizate. Planificarea bazată pe scenarii consideră mai multe alternative – uneori complementare, pornind de la atări de fapt reale și construite pe ipoteze posibile și relevante (sau chiar provocatoare – în cazul unor decizii de criză). Dezvoltarea industriei automobilelor are la bază în mare măsură scenarii (celebre ca abordare), prin care producătorii analizează situații și propun soluții / decizii care să-I avantajeze în cea mai mare măsură.

Fazele elaborării scenariilor sunt [Filip 2005 citând Kirkwood 1997]:

1. *Identificarea variabilelor cheie* pentru procesul decizional și intervalul de timp de interes;
2. *Definirea actorilor* care pot fi implicați în procesul decizional (persoane fizice, companii, administrații), cu rolul, interesul și influența acestora;
3. *Estimarea evoluțiilor* de diverse naturi (tehnologice, legislative, politice, economice și sociale) care pot avea impact asupra procesului decizional;
4. *Identificarea surselor de incertitudine* și a variabilelor necontrolabile care pot avea un impact pozitiv sau negativ asupra deciziei. În această etapă este indicat de a se lua în considerare cât mai multe situații posibile de incertitudine și astfel să se reducă cât mai mult elementul surpriză;
5. *Elaborarea de scenarii diametral opuse* – pentru situația cea mai favorabilă și, respectiv, cea mai nefavorabilă;
6. *Evaluarea consistenței și plauzibilității* scenariilor extreme, în scopul formulării de scenarii intermediare utile în reconsiderarea primelor scenarii;
7. *Considerarea cazurilor* posibile de comportare ale actorilor principali (v. etapa 2) pentru fiecare scenariu, precum și modul în care aceasta comportare influențează scenariul;
8. *Elaborarea a doua, trei sau patru noi scenarii* distincte (în funcție de rezultatele etapei anterioare) care acoperă situații viitoare posibile.

Elaborarea scenariilor poate fi utilă în procesul decizional atât la culegerea datelor (prin focalizarea asupra unui domeniu dat) cât și pentru generarea de alternative posibile privind evoluția unui fenomen studiat/vizat. Scenariile permit evaluarea de cazuri care sunt favorabile și defavorabile decidentului, astfel ca se pot din timp prevedea situații de salvare în cazuri de criză.

3.2.2 Decizie prin crearea unei soluții problemei

Rezolvarea problemelor în sens clasic (soluționarea lor) este dependentă de tipul fiecăreia, adică dependentă de tipul de decizie [Simon 1977]:

- *probleme structurate* (pentru decizii în condiții de certitudine) – sunt problemele la care toate elementele pot fi identificate și cuantificate spre a afla un răspuns prin modele deterministe. Modelele matematice și statistice sunt cele mai des utilizate pentru rezolvare, iar acestea se pretează realizării de programe structurate (ex. Metoda Onicescu, metoda utilității globale).

- *probleme semi-structurate* (decizii în condiții de risc) – sunt probleme care folosesc modele deterministe (calculare) combinate cu modele de raționament uman. Ele sunt implementate prin folosirea calculatorului cât și a expertului uman, astfel că este importantă construirea unei interfețe corespunzătoare om - calculator. Abordarea acestor probleme se face, în mare parte, cantitativ (ex. metoda speranței matematice, simularea deciziilor).

- *probleme nestructurate* (decizii în condiții de incertitudine) – sunt problemele în care elementele constitutive nu pot fi identificate precis, iar pentru rezolvarea lor sunt necesare intuiția și raționamentul prin judecăți specifice omului. În aceste cazuri nu se pot utiliza modele matematice sau statistice, iar decizia se bazează în mare măsură pe experiența decidentului, pe o abordare calitativă și pe utilizarea unor metode euristice (de ex. metoda gradelor de apartenență la varianta optimă, recunoaștere prin rețele neuronale artificiale, metode evoluționiste).

Pentru rezolvarea problemelor decizionale se aplică o serie de tehnici cum sunt:

- Tehnica de definire corectă a problemelor. Cel mai adesea erorilor în rezolvarea problemelor se datorează definirii incorecte a lor. De aceea, tehnicile de definire corectă utilizează diagrame pentru cauze și efecte precum și a proceduri de structurare a problemei. Definirea corectă începe cu identificarea tuturor situațiilor de rezolvat, a simptoamelor și a situațiilor adiacente cu problema în cauză, a legăturilor cauzale care există între acestea.
- Tehnica de redefinire. De multe ori soluția unei probleme depinde de modul în care este formulată problema. Dacă problema se redefineste într-un context mai larg ea se poate aborda abstract și se găsește o soluție generală care poate facilita rezolvarea problemei particulare. Fiindcă multe probleme nu au soluții predefinite, managerii trebuie să găsească rapid una folosind un tabel de definire a problemelor înainte de a găsi una răspuns la ele.
- Tehnica reversal. Problema este abordată de la coadă la cap, astfel că managerul o privește din alt punct de vedere decât cel clasic. Tehnici concrete sunt: paginile de verificare – separă sferele de influență în cadrul unei perioade de timp); graficul Pareto – definește probleme complexe; histograma - permite rezolvări grafice; diagrame scatter - identifică locurile care prezintă defecte în activitate; graficele de control - monitorizează procesul de producție.

3.2.3 Decizie prin găsirea unei soluții problemei

În cazul unei probleme complexe sau noi este necesară identificarea unui spațiu de soluții și a impactului lor asupra organizației. Astfel, managementul de vârf trebuie să identifice problemele și oportunitățile posibile și modul cum se pot parcurge soluțiile în vederea alegerii celei optime.

- Tehnica de gândire și abordare creativă. Managerul trebuie să descopere noi alternative, cu rezultate neașteptate în rezolvarea problemelor decizionale. În această abordare executivul trebuie să facă dovada nu doar a unei gândiri analitice, ci mai ales a uneia imaginative și creative.
- Tehnica brainstorming. Este, probabil, cea mai bună tehnică creativă utilizată până în prezent, având la bază ideea de a îmbunătăți analiza problemelor prin descoperirea cât mai multor soluții posibile și a unor abordări neobișnuite.
- Sinteza (syntetics). Se pornește de la presupunerea că aptitudinea creativă poate fi descrisă și învățată, iar scopul este creșterea calității rezultatului creativ prin desemnarea unei echipe de sinteză. Aceasta tehnica utilizează mecanisme de analogie personală, analogie directă, analogie simbolică și analogie fantezistă.
- Battele-Bildmappen-Brainwriting combină elemente ale tehnicilor de mai sus în care fiecare individ scrie ideile stimulate de imagini pe foi și se creează astfel spațiul de soluții.

3.2.4 Metoda orientată spre probleme

Această metodă se concentrează pe examinarea mediului, pentru a explora problemele viitoare care vor avea impact asupra organizației. Etapele execuției metodei sunt descrise în continuare:

1. Generarea - presupune abordarea problemelor importante pentru organizație. Analiza se execută o printr-o „privire spre înainte” (forward-looking) pentru probleme ce pot apărea în viitor, iar apoi se execută o „privire spre înapoi” (backward-looking) deoarece este necesară evaluarea relațiilor cauza-efect pentru fiecare problemă.
2. Evaluarea - se examinează problema din punctul de vedere al interesului managerilor. Se pot efectua analize cost-beneficiu pentru a determina impactul soluției asupra aspectelor financiare ale organizației.
3. Validarea - în această etapă au fost deja selectate problemele care sunt demne de atenția managerilor. Executivul se întâlnește pentru a le valida și pentru a stabili ordinea în care aceste probleme selectate trebuie rezolvate.
4. Stabilirea limitelor - se stabilește domeniul de acțiune pentru fiecare problemă.
5. Stabilirea soluțiilor - se poate realiza în două moduri: găsirea soluției optime printr-o abordare cantitativă sau o abordare centrată pe decizii. Alegerea se face funcție de tipul problemei ce trebuie rezolvată.
6. Implementarea - transpunerea în practică a soluției.

3.2.5 Metoda orientată spre oportunități

Accentul principal se pune pe identificarea oportunităților pentru organizație. Etapele sunt următoarele:

1. Explorarea - constă în identificarea problemei și a oportunităților pentru îmbunătățirea operațiilor firmei.
2. Selectarea - odată ce oportunitățile au fost identificate, trebuie determinat care dintre ele trebuie explorate de managementul de vârf. Aceasta trebuie să se constituie în factori critici de succes ai firmei, iar pentru analiza lor poate fi utilizată analiza cost-beneficii.
3. Examinarea granițelor - presupune observarea mediului pentru a identifica oportunitățile care pot apărea apoi se stabilesc granițele corespunzătoare pentru elaborarea și implementarea soluției.
4. Soluțiile - managementul trebuie să aleagă oportunitatea cea mai bună dintr-un set de oportunități fezabile.
5. Implementarea - oportunitatea aleasă trebuie monitorizată și implementată făcându-se eventual ajustările necesare.

În concluzie, în procesul de rezolvare a problemelor, managerii trebuie să fie capabili să rezolve orice tip de problemă, atât pe termen scurt cât și pe termen lung (abordare denumită micro sau reactivă). În procesul de găsire a problemelor, managerul trebuie să rezolve prin percepție problemele semi- sau nestructurate, în general, pe termen lung (abordare macro sau proactivă). Procesul decizional se bazează pe informații, care sunt necesare pentru a defini și structura problema, pentru a explora și alege între soluțiile alternative și pentru a vedea efectele pe care le produce alegerea implementată.

3.3 Informația în procesului decizional

Naisbitt a sintetizat importanța informației și a sistemelor informatice în rezultatul unui calcul prin care a încercat să determine câte procente din forța de muncă a Statelor Unite este direct implicată în crearea, utilizarea sau distribuirea de informații. Procentul de așa-numiți *knowledge workers* s-a dovedit a fi în jur de 70% din total, ceea ce indică faptul că dezvoltarea tehnologiei informaționale a condus la includerea informației ca a șasea resursă organizațională, alături de resursele umane, mașini, resursele financiare, materiale și managementul.

Informația reprezintă o modalitate eficientă și economică pentru a reprezenta și reuni celelalte resurse ale firmei dar și pentru asistarea celorlalte cinci resurse în coordonarea activităților organizației, pentru planificarea, direcționarea și controlarea acestor activități. Astfel, crearea de sisteme informatice pentru asistarea

deciziilor este o prioritate pentru managerul modern, fiind pe locul doi după factorul uman în procesul managerial.

În prezent, informația nu mai este subevaluată și slab utilizată cum se petrecea în trecut, însă apar probleme privind calitatea și promptitudinea informației transmise managerilor, acestea determinând calitatea actului de decizie.

3.3.1 Calitatea și valoarea informației

Managerii trebuie să indice informațiile de care au nevoie iar sistemul informatic de management ar trebui le poată oferi. După cum a arătat Peter Drucker, *"Cele mai multe decizii trebuie să se bazeze pe cunoștințe incomplete, fie deoarece informația nu este disponibilă, fie pentru ca ar costa prea mult în timp și bani pentru a o obține"* [Drucker 1973]. De aceea, informațiile furnizate managerilor trebuie să fie relevante, să ducă la creșterea cunoștințelor, reduc incertitudinea și sunt utile scopului propus pentru a lua decizia corectă.

Valoarea informației este foarte importantă pentru manageri și ea derivă din schimbările în comportamentul decizional provocate de disponibilitatea informației. Valoarea informației apare doar în momentul în care datele sunt comunicate și înțelese de destinatar, atunci devenind date utile deciziei. Aprecierea valorii informației se face însă corelat cu costurile de producere a ei, cum sunt costurile achiziție, manevrare, înregistrare și prelucrare a datelor, de mijloacele utilizate. În procesul de evaluare al valorii informației importante sunt beneficiarul și modalitatea de utilizare a informației pentru îmbunătățirea procesului decizional.

Calitatea informației poate fi caracterizată prin următoarele elemente: relevanța și exactitatea sa relativ la scop, completitudinea sa relativ la problema de rezolvat, sursa (de încredere sau nu), dacă este suficient de detaliată, vechimea sa și modul cum a fost comunicată pentru a fi înțeleasă de către beneficiar.

3.3.2 Volumul și periodicitatea informațiilor

Managerii se confruntă adesea cu volumul mare de informații pe care trebuie să le folosească în luarea deciziei, volum care poate provoca congestii (gâtuiuri și aglomerări ale sistemului) dar poate chiar împiedica managerii în rezolvarea problemelor. Pentru aceasta sistemul informatic trebuie nu doar să furnizeze informațiile ci să le și interpreteze, pentru a ușura munca managerului – adică asistându-l în procesul de decizie. De aceea este necesară planificarea și controlul (uneori în timp real) al operațiilor implicate de decizii. Astfel, datele (ca informații prelucrate) trebuie sunt trimise beneficiarului într-un timp suficient de scurt pentru a putea reacționa și schimba sau controla întregul mediu operațional.

Condițiile pe care informația trebuie să le îndeplinească pentru a putea fi utilizată de către o organizație ca o a șasea resursă, sunt [Berar 1999]:

- a) să răspundă cât mai rapid la schimbările condițiilor competiționale – în acest mod pot fi exploatate mai rapid noile oportunități și pot fi reduse punctele competiționale vulnerabile;

- b) să crească eficiența și productivitatea internă a organizației (mai ales a managerilor) – acesta presupunând o mai bună coordonare a elementelor funcționale ale organizației.
- c) să îmbunătățească creativitatea, productivitatea și eficiența factorilor de decizie individuali și de grup în cadrul organizației - acesta presupune asigurarea instrumentelor potrivite pentru a culege informații corecte și la timp, îmbunătățirea analizei informațiilor și a calității deciziilor, expedierea, asistența și monitorizarea implementării acțiunilor și deciziilor de management.

Aceste trei condiții sunt impuse informației pentru a obține certitudinea ca va asigura obținerea de avantaj competitiv pentru organizație și îmbunătățirea productivității managementului.

3.3.3 Obținerea de avantaj competitiv

În contextul actual, competiția este o problema dificilă și complexă de care depinde chiar existența organizației economice. Avantajele competitive ale unei organizații se reflectă în piață și în costurile de producție, și depinde de corectitudinea și promptitudinea deciziilor.

Utilizarea tehnologiei informațiilor și comunicațiilor poate aduce avantaje competitive importante atât prin capacitatea de prelucrare rapidă și corectă a informațiilor, cât și prin stocarea și regăsirea comodă a unor volume mari de date. În deceniul trecut, tehnologia informației era orientată spre gestiunea și stocarea datelor dar în contextul actual ea trebuie să asigure o viziune dinamică asupra organizației, facilitând adaptarea firmei la schimbările din mediu, asigurându-i astfel competitivitatea [Berar 1999].

Prin abordări de tipul „Inteligență în Afaceri” (Business Intelligence) tehnologia informației devine o armă competițională extrem de eficientă în atingerea obiectivelor organizației, fiind aplicabilă indiferent de domeniul de activitate, și de mărimea organizației sau de extinderea ariei de acțiune. În economia globalizată, tehnologia informațiilor și comunicațiilor condiționează funcționarea corectă a organizației.

3.3.4 Îmbunătățirea productivității managementului

Nu se poate obține avantaj competitiv real fără a crește productivitatea fiecărui lucrător. În cazul sistemelor informatice pentru asistarea managementului, lucrătorii sunt reprezentați de conducători pe deferite niveluri.

Până de curând, teme referitoare la productivitate au ignorat problema productivității managementului, ele concentrându-se asupra productivității muncitorilor de la nivelele de jos ale unei organizații. Totuși, productivitatea muncii și a muncitorilor reprezintă, doar o parte din productivitatea organizației, mai ales când este privită dintr-o perspectivă strict financiară. De exemplu, dacă managerul decide să lanseze un nou produs pe care clienții nu-l vor cumpăra, este irelevant dacă muncitorii care realizează produsul lucrează eficient sau nu. Un

produs bun și disponibil la timpul potrivit, are un impact mai mare asupra organizației decât îmbunătățirea productivității muncii la nivelul muncitorilor.

Faptul că managerul, prin deciziile pe care le ia, nu realizează un produs de sine stătător, este un motiv pentru care nu s-a acordat o importanță cuvenită productivității în management. În acest caz, productivitatea este greu de măsurat prin metodele clasice – în care cantitatea de produse realizate raportate la timpul necesar realizării lor era un criteriu. Productivitatea managementului trebuie măsurată prin calitatea deciziei și timpul necesar pentru luarea ei care, la rândul lor, depind puternic de calitatea și periodicitatea informațiilor – discutate mai sus.

3.4 Prelucrarea informației – suport în decizie

Cel mai adesea, decizia se referă la o acțiune care ar trebui să aibă loc în viitor; în acest caz, factorul de decizie va realiza o predicție, adică o anticipare a unui eveniment sau serii de evenimente de care depinde buna funcționare și prosperitatea companiei. Predicția se poate baza pe prin metode și tehnici specifice, cum sunt [Radu 2005]:

- **Metoda expertizării** - experții disponibili sunt selectați și solicitați să analizeze nivelul de importanță și probabilitatea realizării anumitor evenimente. În acest sens, este utilizată, pe scara largă, tehnica Delphi de adoptare a deciziilor în mod participativ.
- **Metoda extrapolării euristice** - se realizează prelungirea în viitor a unei evoluții constatate în trecut, prin luarea în considerare a unui factor de corecție a tendinței (trend-ului), cum este de exemplu, cazul evoluției populației.
- **Metoda analizei și sintezei** - permite identificarea tuturor elementelor care condiționează evoluția unei piețe (populație, densitatea consumatorilor, tarif etc.) și recompunerea acestora în vederea identificării direcțiilor de evoluție.
- **Metoda interpretării sistemice** - presupune preluarea unor tendințe ale mediului macroeconomic în vederea identificării influenței acestora asupra anumitor indicatori (cum este de exemplu, puterea de cumpărare a populației).
- **Metoda comparațiilor internaționale** - utilizată pentru identificarea unor evoluții apropiate ale unor indicatori similari celor urmăriți, la nivelul altor piețe naționale (cum este de exemplu, cazul evoluției tarifelor).
- **Metoda simulării și modelării economico-matematice** - prin care se urmărește crearea unui sistem artificial, bazat pe analiza cantitativă și inserții calitative, în vederea studierii celui real.
- **Metoda scenariilor multiple** - constă în elaborarea mai multor variante de evoluție ale sectorului analizat, fiecare având o anumită probabilitate de a se realiza.

Exercitarea funcției de previziune, pentru o problemă cu un asemenea grad de dificultate, nu se poate face decât prin îmbinarea elementelor deterministe specifice sistemului analizat (ca rezultate ale relațiilor cauza-efect) cu cele aleatoare. Datorita complexității sistemului vizat, aceasta îmbinare nu se poate realiza decât prin dezvoltarea și utilizarea unei metodologii previzionale și a unui model matematic asociat care are la baza un set de variabile.

3.4.1 Prezentarea datelor pentru interpretarea situațiilor

În cazul situațiilor decizionale, atât proiectarea cât și evaluarea apoi selectarea unei alternative necesită implicarea decidentului prin judecată, adică necesită un grad de conceptualizare a situațiilor care prin sine să fie o structură mijloc pentru luarea deciziei. Conceptualizarea poate fi o schemă mentală dar cel mai adesea ea capătă o reprezentare - grafică cel mai adesea, dar și poate fi și un tabel, o formulă, sau pur și simplu o listă de idei. Reprezentarea poate să se facă pe un mediu fizic (hârtie, machetă) sau electronic (document, tabel), care să ofere mijloace de) comunicarea neambigua cu ceilalți participanți la procesul decizional dar și păstrarea corectă a reprezentării situației. Cel mai adesea, datele disponibile pentru procesul decizional sunt date numerice; acestea prezintă avantajul că pot fi apoi reprezentate în multe alte moduri: grafic, tabel, tendințe comparative. Datele numerice pot fi prelucrate de echipamente de calcul și pot primi apoi interpretări utile (în sensul deciziei) prin aportul experților umani.

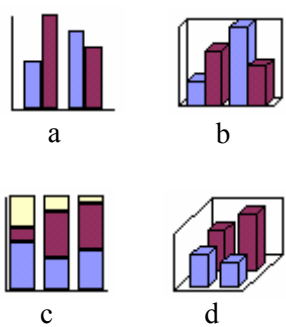
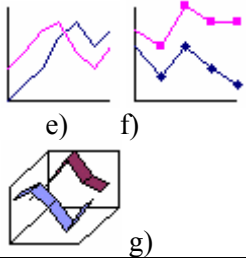
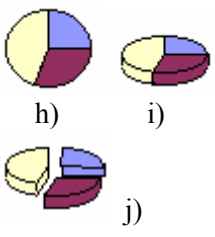
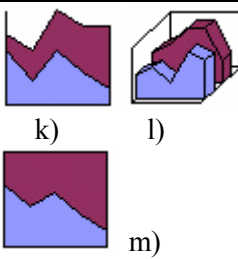
Unele din cele mai utile reprezentări calitative ale datelor numerice sunt graficele - pe două sau mai multe axe (histograme, arii, „felii de tort” etc.). Acestea reprezintă seriilor de valori în forme adecvate tipului de fenomen (static sau dinamic) sau viziunii pe care omul o consideră cea mai potrivită în vederea interpretării datelor.

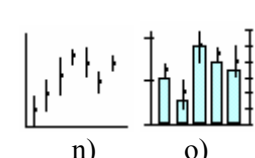
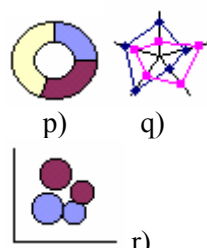
O serie cantitativă este o listă de numere (înscrișă pe o linie sau pe o coloană) în care elementele indică starea la un moment dat în *evoluția unei mărimi* (de exemplu vânzări lunare ale unui produs pe fiecare lună din an) sau *valorile statice ale mai multor mărimi* (de exemplu proporția – în procente, a vânzărilor primelor 5 cele mai vândute produse). Privind un grafic, se poate face ușor și clar o comparație sau se poate stabili o relații calitativă între mărimi cantitative – de aici decizii corecte și facile.

Reprezentarea grafică a seriilor se poate face în sisteme de coordonate:

- *Carteziene* – sistem de axe perpendiculare în două sau trei dimensiuni (2D sau 3D). De obicei axa orizontală transversală (pe lățime) este denumită „Axa X” reprezintă situațiile de referință (de ex. momente de timp în evoluția mărimii ilustrate grafic). Axa verticală – „Axa Y”, este cea pe care se reprezintă cantitățile (numerele efective din serie). La graficele 3D există o a treia axă – „Axa Z”, orizontală în profunzime, care indică fiecare serie atunci când se ilustrează mai multe serii (mai multe mărimi) simultan pe același grafic.
- *Polare* – sistem de reprezentare circulară în două dimensiuni, care ilustrează intuitiv cantități comparative ce împreună fac un întreg (ca de exemplu

grafic „tort” în care fiecare felie reprezintă vânzarea unui produs pe o lună anume din întregul an). Efectele 3D oferă o ilustrare mai estetică.

Denumire grafic, cu caracteristici și situații de utilizare	Reprezentare grafică
<p><i>Grafic de bare:</i> verticale („Columns”) sau orizontale („Bars”), în coordonate carteziane:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) pentru o singură serie, 2D b) pentru o singură serie, cu efecte estetice 3D; c) pentru serii multiple 2D, cu coloane suprapuse; d) pentru serii multiple 3D, cu seriile pe axa Z. <p>Utilizate pentru a ilustra <i>evoluții în timp discret</i> (de ex. volumul vânzărilor pe luni) sau <i>situații discrete</i> (de ex. vârstele persoanelor dintr-un grup). Reprezentarea se referă doar la grafice coloană, cele cu bare orizontale fiind similare.</p>	 <p>a b</p> <p>c d</p>
<p><i>Grafic linie („Line”):</i> puncte legate prin linii în coordonate carteziane:</p> <ul style="list-style-type: none"> e) linii pentru una sau mai multe serii 2D, f) linii cu puncte marcate pentru serii 2D, g) pamblică pentru serii 3D. <p>Utilizate pentru a ilustra <i>evoluții continue</i> în timp.</p>	 <p>e) f)</p> <p>g)</p>
<p><i>Grafice plăcintă („Pie”)</i> – ca un tort cu felii, în coordonate polare pe un cerc închis: cu felii „explodate”</p> <ul style="list-style-type: none"> h) plăcintă 2D compactă; i) plăcintă 3D pentru efect estetic. j) plăcintă cu „felii explodate”; <p>Utilizate pentru ilustrarea de <i>mărimi statice ce fac un întreg</i> (de ex. vânzările pe trimestre din an).</p>	 <p>h) i)</p> <p>j)</p>
<p><i>Grafice arie („Area”):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> k) arie 2D; l) arie 3D m) arie comparativă: o mărime reprezintă 100% iar cealaltă proporția din ea. <p>Utilizate pentru ilustrarea unor mărimi cu caracter integrator sau cumulativ (de ex. pentru evoluția investițiilor).</p>	 <p>k) l)</p> <p>m)</p>

<p><i>Grafice curs</i> („Stock”) prin segmente și liniițe:</p> <p>n) curs maxim-minim-închidere („high-low-close”) valori maxim și minim prin capetele de segment și valoare la închidere prin liniuța laterală;</p> <p>o) curs volum-maxim-minim-închidere („volume-high-low-close”) ca mai sus și volumul tranzacțiilor indicat prin înălțimea barei verticale.</p> <p>Utilizate pentru ilustrarea evoluției zilnice a acțiunilor sau tranzacțiilor financiare (eventual și volumului).</p>	 <p>n) o)</p>
<p><i>Grafice speciale</i> – care sunt variante ale celor amintite până aici dar cu alte forme decât cele „clasice”:</p> <p>p) gogoasă americană („Doughnut”) – grafic în coordonate polare, similar celui plăcintă;</p> <p>q) radar („Radar”) – grafic polar prin segmente în locul sectoarelor de cerc ale plăcintei, pe mai multe axe;</p> <p>r) Buline („Bubble”) – grafic polar și cartezian prin buline în locul sectoarelor de cerc ale plăcintei (pentru cantitățile seriei) și mărimi de referință pentru de seria de bază pe axele carteziane.</p>	 <p>p) q) r)</p>

Tabel 3 Reprezentări grafice și utilizarea lor

Graficele pot fi realizate rapid în mediul de lucru Excel și apoi se pot completa cu toate informațiile utile folosind un asistent („wizard”) care conduce utilizatorul prin pași, fiecare prezentând o casetă de dialog:

- Alegerea tipului de grafic – dintr-o listă de tipuri; în **Error! Reference source not found.** se prezintă aceste tipuri și situațiile în care sunt utile fiecare.
- Indicarea seriilor de numere ca blocuri în foaia de calcul, pentru axele X, Y și Z. La graficele care prezintă mai multe serii de numere în același sistem de coordonate este necesară denumirea fiecărei serii în parte.
- Completarea graficului cu informații suplimentare lămuritoare și plasarea acestora în imaginea finală: titlul și subtitlul graficului, denumirea axelor și marcarea diviziunilor pentru mărimile cantitative pe care le reprezintă, legenda, alte informații lămuritoare (valorile numerice efective, etichete cu comentarii atașate unor valori din serie), culori și modele grafice de hașură (linii paralele trasate oblic, orizontal, vertical) sau poșare (umbrire sau culoare uniformă sau în dégradé).
- Denumirea și plasarea graficului în foaia de calcul sau într-o foaie separată, dedicată (foaie de grafic).

3.4.2 Arbori de decizie

În activitățile de evaluare și selectare ale unei alternative este utilă reprezentarea acestor alternative prin grafuri în care nodurile sunt situații de decizie (de tipul DA/NU) iar frunzele sunt deciziile înseși (fapte care trebuie reținute drept concluzii).

Terminologia utilizată în cazul arborilor de decizie este cea uzitată în grafuri. Această terminologie are însă doar un rol de conceptualizare clară a câtorva elemente simple, ușor de imaginat și ușor de reprezentat grafic.

În exemplul prezentat în continuare se consideră că pentru o campanie de marketing pentru cărți de credit (credit card) este necesar să se prezică răspunsuri ale subiecților umani din grupul țintă, pentru a se decide de șanse de reușită are agentul de vânzări ale serviciilor financiare prin card de credit.

Constatări simple din realitate care trebuie să fie reprezentate prin arborii de decizie sunt de tipul: „persoane cu venit mic și datorii mari” sunt mai atrase de un card de credit – deci „răspund” la campania de vânzări servicii de card. Situații de acest fel sunt reprezentate în arborele de decizie din Figura 6, care poate fi urmărit și înțeles fără prea multe explicații.

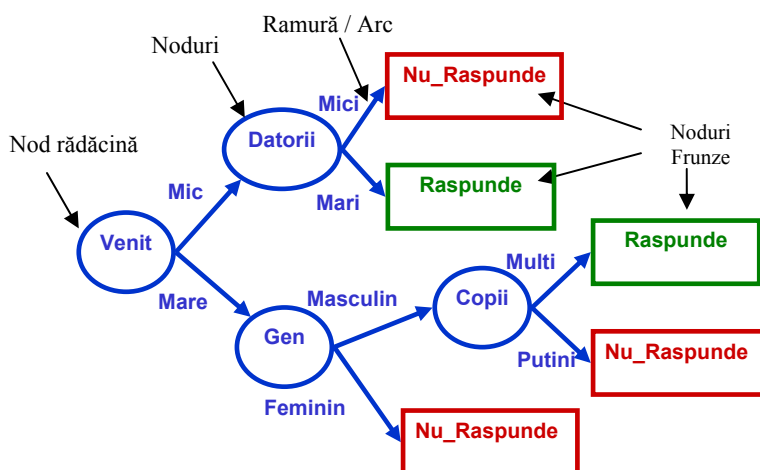


Figura 6 Arbore de decizie pentru respondenți posibili la servicii de card

În cazul unui subiect concret – Sorina, care este chestionată privind oferta de servicii financiare prin card de credit, traseul de decizie este cel prezentat în Figura 7, împreună cu situația posibilă legată de interesul agentului de vânzări.

Pentru fiecare „frunză” din arborele de decizie se poate atașa o regulă „DACĂ ... ATUNCI” care permite reprezentarea arborelui de decizie prin reguli de inferență (v. § 2.3.3) care apoi pot fi înglobate într-un sistem expert; obs. regula de inferență este formulată similar atât pentru raționament aproximativ (fuzzy) cât și pentru raționamentul precis (crisp).

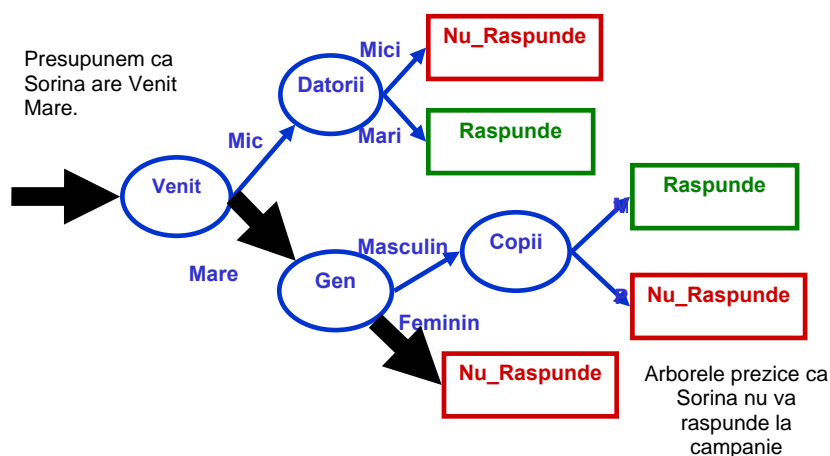


Figura 7 Traseul în arborele de decizie pentru subiectul Sorina.

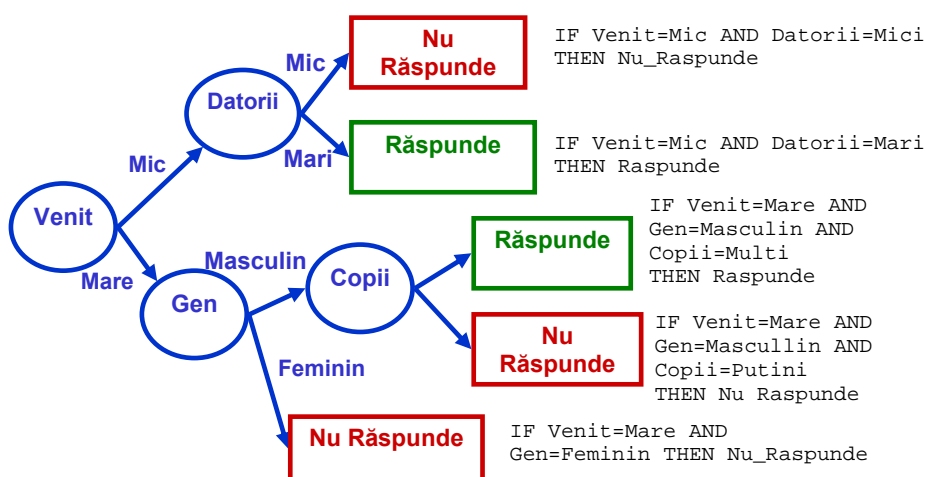


Figura 8 Reguli de inferență atașate frunzelor în arborele de decizie

Scopurile utilizării arborilor de decizie sunt clasificarea sau predicția valorilor pentru cazuri concrete (noi) pornind de la cazuri generice exprimate prin regulile implementate de arborele de decizie. În final, se obține o concluzie care se află în arbore la nivelul „frunzelor”, astfel:

- pentru rezultate de tip *clasificare* – frunzele reprezintă clasa sau categoria (exprimate prin etichetele respective) împreună cu probabilitatea de a se obține acea clasă;
- pentru rezultate numerice de tip *predicție* – frunzele reprezintă o valoare medie (și atunci arborele se numește arbore de regresie), sau reprezintă o funcție ce poate fi utilizată pentru calcularea valorii efective rezultat (și atunci arborele se numește arbore de model).

Utilizatorii arborilor de decizie pot să extragă un set de reguli din arborele de decizie (ca descriere a unei stări de fapt) care prezintă caracteristici generice ale unei clase de situații.

La crearea arborelui de decizie este recomandat să se maximizeze omogenitatea „ieșirilor” din fiecare nod sau altfel – să se reducă eterogenitatea concluziilor plasate în frunze. Astfel, la arborii de clasificare se urmărește să se obțină noduri cu una din ieșiri o clasă dominantă, în timp ce la arborii de predicție să se obțină noduri la care ieșirile numerice să aibă media dintre noduri cu o varietate cât mai mare și abaterea medie pătratică (dispersia) din nod să fie cât mai mică posibil.

Metodele bazate pe arbori de decizie se mai numesc și metode de „partiție recursivă” (*recursive partitioning*), pentru că ele împart succesiv datele în submulțimi din ce în ce mai mici și din ce în ce mai precise – privind rezultatul.

Pentru fundamentarea deciziei, unii arbori de decizie pot prezenta informații privind:

- sprijinul cazuistic* – ca număr de exemple pe care se bazează decizie (set de antrenare), fără a ține seamă efectiv de clasa curentă;
- gradul de încredere* – ca procent din setul de antrenare din clasa predominantă la frunza respectivă

Un exemplu este prezentat în Figura 9.

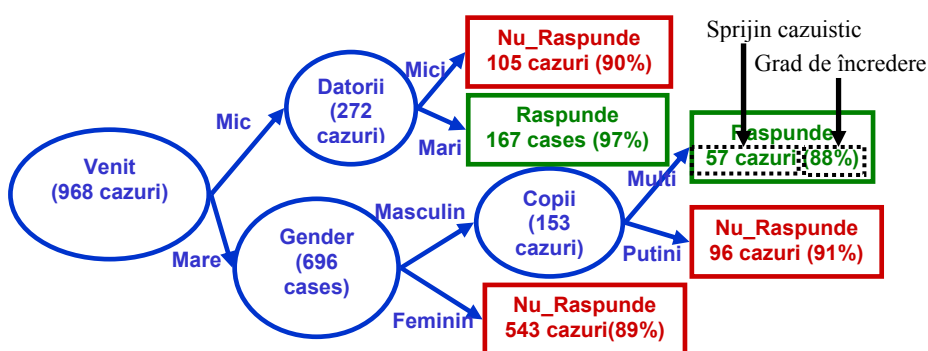


Figura 9 Arbore de decizie cu informații privind *sprijinul cazuistic* și *gradul de încredere*.

Arborii de decizie au însă dezavantaje introduse de următoarele fapte:

- partițiile sunt simple și nu totdeauna optimale;
- caracteristici de selecție multiatribut nu sunt permise – cel mai adesea se pot face comparații cu constante (de ex. „venit > 500”) dar nu se pot face comparații cu alte atribute (de ex. „venit > varsta * 50”);
- regulile produse nu sunt totdeauna intuitive pentru om;
- arbori prea mici nu produc rezultate corecte fiind prea depărtate unele de altele (în comparație cu realitatea de antrenare), iar arborii prea mari produc rezultate prea apropiate unele de altele.

3.4.3 Simularea proceselor economice

Simularea managerială cu scop decizional constă în crearea unui model managerial, construit prin identificarea relațiilor logice dintre variabilele ce definesc o situație managerială tipică, cu o anumită periodicitate. Prin intermediul acestui model se proiectează mai multe variante decizionale pentru care se determină efectele și se selectează cea variantă care corespunde în cea mai mare măsură unor criterii prestabilite.

Simularea managerială este utilizată în perfecționarea managementului organizațiilor atunci când acesta îndeplinește următoarele caracteristici:

- situația managerială este tipică și se produce cu o anumită repetabilitate;
- se poate baza pe construirea unui model din variabilele manageriale ce reproduc mecanismul decizional aferent situației manageriale;
- se proiectează, cu ajutorul modelului, pe baza unor informații de pornire, mai multe variante decizionale, pentru care se determină caracteristicile manageriale (obiective, modalități decizionale, resurse eșalonate în timp, etc.) și efectele pe care le generează la nivelul organizației;

Pentru delimitarea situației decizionale tipice pentru care se consideră necesară folosirea simulării decizionale, este necesar un volum mare de informații, cu identificarea și evaluarea variabilelor implicate, precum și stabilirea relațiilor funcționale dintre acestea. Aceste variabile sunt de naturi diferite: naturi manageriale, economice, tehnice, dar esențial este să nu se omită variabile importante și conexiuni între acestea. Urmează apoi stabilirea modelului decizional – cel mai apropiat mecanismului decizional aferent respectivei situații manageriale. Cel mai adesea, aceste modele iau forma unor relații matematice (model matematic).

După implementarea modelului – folosind programe pe calculator, urmează testarea lui și a programelor respective. Pentru verificarea realismului și acurateții modelului și a produsului informatic, acestea se testează cu seturi de date reale pe parcursul mai multor etape. Pe parcursul acestor etape se urmărește luarea în considerare a tuturor ipostazelor decizionale ce se pot produce. Astfel, se asigură eliminarea erorilor și a omisiunilor la nivel de modele și de aplicație informatică.

Urmează elaborarea documentației necesare utilizării curente a jocului sau a simulării manageriale. Aceasta documentație cuprinde două părți: (1) managerială – pe baza căreia participanții la procesul educațional simulează variante decizionale și decid, (2) informatică – privitoare la exploatarea, întreținerea și actualizarea sistemului informatic realizat.

În etapa de simulare managerială propriu-zisă se desfășoară un proces educațional, în vederea adoptării deciziilor de către participanți, corespunzător necesităților, obiectivelor și modalităților didactice prestabilite. În fapt, aceasta este etapa utilă procesului de educație pentru obținerea abilităților decizionale corecte; iar rezultatele prin care se concretizează șirul de decizii sunt condiționate decisiv de corectitudinea etapelor precedente. Jocul managerial, sau simularea

manageriala, au la bază informații actualizate privind parametrii variabilelor încorporate în modele.

În cazul unor simulări decizionale dinamice – care implică decizii referitoare la mai multe perioade succesive, astfel că procesele de stabilire de alternative decizionale se repetă pentru fiecare din perioadele constituite. Cu cât aceste perioade sunt mai numeroase, cu atât crește utilitatea educațională a jocului sau simulării manageriale.

3.4.4 Elemente specifice în modelarea proceselor economice

Structura unui model de simulare a unui proces real conține o serie de elemente de bază, precum cele prezentate mai jos [Radu 2005]:

- **reguli de luare a deciziilor** – privesc modul în care trebuie obținute rezultatele intermediare și finale;
- **variabile** – sunt entități care iau valori numerice (variabile cantitative) și/sau logice (variabile calitative);
- **relații de legătură** – care descriu maniera în care entitățile sunt legate între ele;
- **starea sistemului** – privește o situație sintetică în care se află sistemul, iar seria de stări este o succesiune discretă prin care se poate descrie evoluția sistemului
- **raportarea la timp** a modelului – prin care se seria de stări se desfășoară în timp (comportare dinamică) sau starea este independentă de timp (comportare statică).
- **evenimente exogene** – sunt evenimente care se pot produce exterior sistemului și au loc independent de starea lui la un moment dat;
- **legături de retroacțiune** (sau reacție – în engleză „feed-back”) – prin intermediul cărora mărimile de ieșire influențează, după anumite reguli, mărimile de intrare;
- **criterii de oprire** – care sunt restricții sau cu rol de delimitare fie a orizontului de timp, fie a preciziei și nivelului de finețe (de detaliu) ale modelului.

Verificarea și validarea modelului de simulare sunt etape importantă și complexe în efortul de construire a modelului, pentru că doar după acestea se poate considera că modelul este corect și aplicabil. Este recomandabil ca modelul să fie realizat pornind de la un nucleu simplu, verificat experimental, care apoi să fie extins pas cu pas, până la obținerea gradului de acuratețe dorit.

Atât în construirea cât și în validarea modelului un rol esențial îl joacă **orizontul de timp** considerat pentru evaluarea fenomenului studiat și apoi modelat. Orizontul de timp este perioada minimă care surprinde evoluția completă în timp a fenomenului studiat; în cazul în care se consideră un orizont de timp prea mic, modelul va fi incorect. Fie, de exemplu, evoluția unei variabile a unui fenomen economic așa cum se prezintă în Figura 10.

Dacă se studiază fenomenul doar pe Orizontul I de timp, se poate trage concluzia falsă că variabila v are o comportare monoton descrescătoare, pe când în realitate după momentul t_k ea începe să crească și după t_f să scadă din nou.

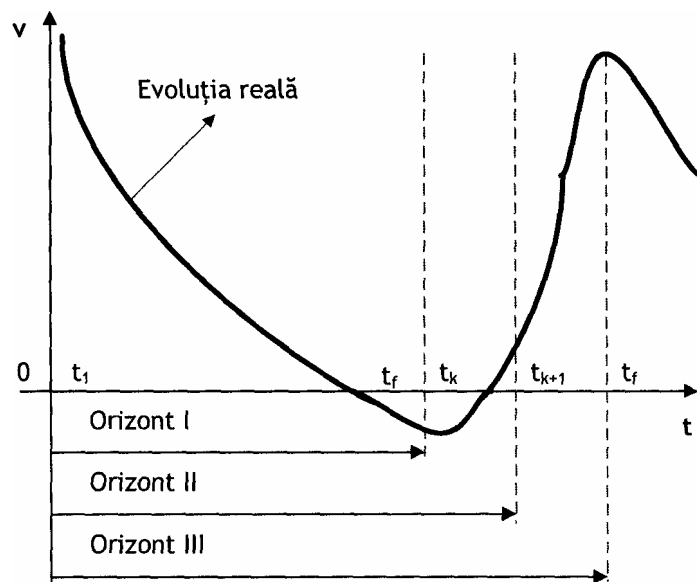


Figura 10 Evoluția unui fenomen, caracterizată prin orizonturi de timp.

Orizontul de timp este constituit de fapt dintr-o mulțime de cuante de timp Δt , astfel că momentul $t_1 = \Delta t$, momentul $t_k = k \cdot \Delta t$, iar momentul $t_f = f \cdot \Delta t$ (cu $f > k$). Cuanta de timp Δt , se alege maximal relativ la evoluția fenomenului, adică Δt este perioada maximă de timp pentru care evoluția fenomenului este monotonă cu o bună aproximație. De exemplu, pentru un fenomen lent, care are modificări semnificative ale valorilor lui v după una sau două zile nu este realist ca Δt să fie de ordinul secundelor ci de $\Delta t = 1$ zi.

În contextul orizontului de timp se consideră două tipuri de prelucrări prin care se pot obține valori asupra evoluției unui fenomen chiar pentru puncte (momentele de timp) pentru care nu s-au efectuat măsurători directe:

- *Interpolarea* – este operația de obținere a unei valori într-un punct „necunoscut” aflat între alte două puncte „cunoscute”. Această operație este aplicabilă în interiorul unei cuante de timp sau pe perioade de mai multe cuante, pe durata cărora fenomenul este monoton sau satisface cu bună precizie o funcție matematică (de exemplu o funcție liniară – exprimată ca o dreaptă o pantă și punct de valoare zero bine stabilite). În cazul din Figura 10, valoarea din punctul t_{k+1} se poate determina folosind valorile din punctele t_k și t_f , considerând că între aceste două ultime puncte evoluția este liniară.

- *Extrapolarea* – este operația de obținere a unei valori într-un punct necunoscut, aflat în exteriorul domeniului măsurat. În Figura 10, valori situate în puncte din zona ce depășește punctul t_f se pot afla prin extrapolare (din nou, folosind o funcție matematică cunoscută dar numai un punct în care se aplică – în cazul nostru t_f).

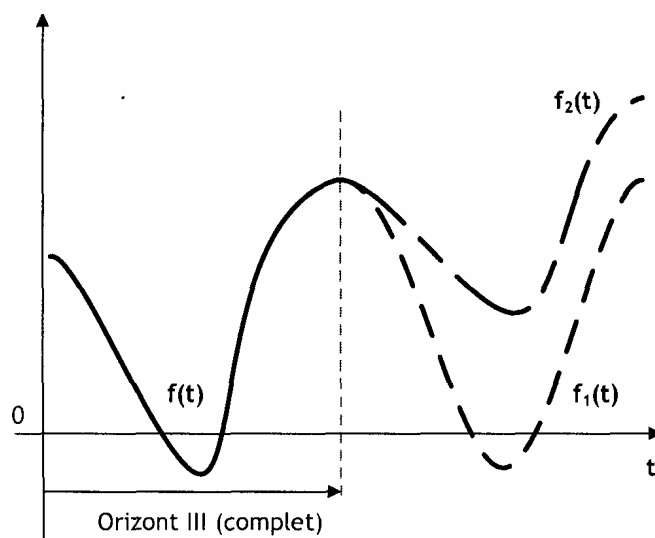


Figura 11 Evoluția ciclică a unui fenomen - $f_1(t)$, sau aparent ciclică - $f_2(t)$.

Pentru evoluția unei variabile v ale unui fenomen așa cum este ilustrat în Figura 10, dacă din diferite motive se încearcă a se elabora modelul și apoi a se realiza prognoza cu datele din Orizontul I sau Orizontul II, prognoza va fi evident, nereală. Rezultă ca Orizontul III poate fi considerat complet și numai analiza datelor din cadrul lui permite sesizarea de fapt a unui proces ciclic.

După identificarea corectă a naturii procesului analizat, se obține un model cu caracteristică polinomială (liniară sau parabolică de obicei), sau cu caracteristică exponențială sau logaritmică – deci modelul este exprimat matematic prin aceste categorii de funcții. Cel mai adesea, evoluția unui fenomen este ciclică, adică după o anumită perioadă de timp alura funcției de evoluție se repetă (vezi Figura 11). Totuși, dacă nu se ține seama de condițiile de mediu în care are loc evoluția fenomenului după depășirea orizontului de timp complet, este posibil ca fenomenul să nu evolueze ciclic - după curba $f_1(t)$, ci într-un mod diferit – după curba $f_2(t)$.

Problema timpului și evoluției fenomenului în timp se consideră prin câteva categorii de variabile, prezentate mai jos și ilustrate în Figura 12:

- a) variabile **conjuncturale** – care descriu aproximativ tendințele de scurtă durată, în general obținute cu ajutorul derivatelor de ordin I ale evoluției fenomenului;
- b) variabile **tendențiale** – care descriu tendința esențială a fenomenului pe termen mediu, descrise cu ajutorul derivatelor de ordin II;

- c) variabile **structurale** – care adeseori nu se pot determina univoc, pentru că ele își manifestă influența pe orizonturi foarte îndepărtate și ca atare trebuie previzionate.

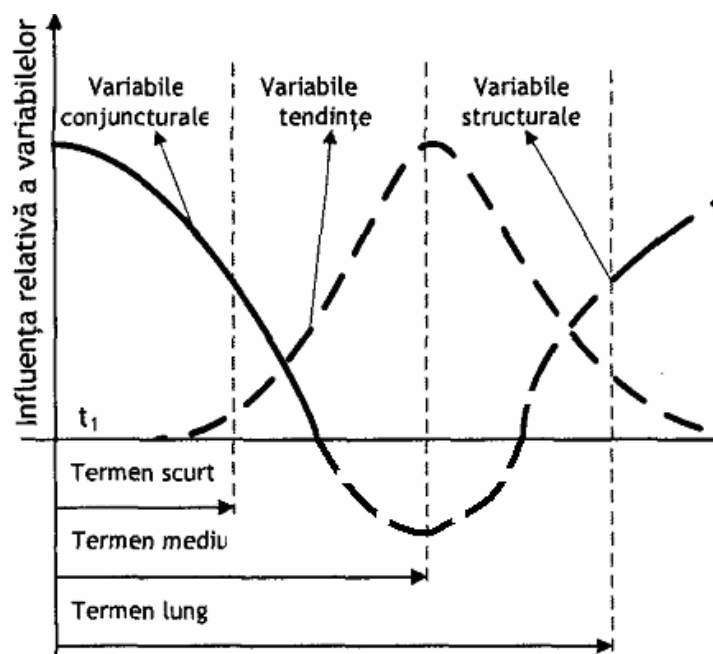


Figura 12 Influența variabilelor conjuncturale, de tendință și structurale în evoluția unui fenomen.

În concluzie, apar următoarele aspecte care trebuie luate în considerare:

- utilizarea evoluției pe termen scurt (orizont de tip I) la extrapolarea diferitor fenomene economice poate conduce la soluții greșite pentru perioade care depășesc acest orizont, fiindcă modelul utilizat nu cuprinde nici o informație privind variabilele tendențiale și de structură;
- variabilele tendențiale nu se pot regăsi decât prin analiza orizonturilor de tip mediu și lung (orizonturi de tip II și III), iar cele structurale numai din analiza seriilor pe termen lung, dar variabilele conjuncturale pot afecta evoluțiile pe aceste intervale de timp.

3.4.5 Funcții în foi de calcul tabelar pentru regresii și previziune

Evidențierea tendinței de evoluție a unui fenomen (de exemplu în domeniul economic) se poate face și prin modelarea matematică a evoluției variabilelor legate de respectivul fenomen, folosind date preluate din realitate asupra sa prin experimente sau pur și simplu prin urmărirea lui în timp.

Programele de tip foi de calcul tabelar (între care MS Excel, Lotus 1-2-3, Quatro Pro, și altele) oferă funcții prin care se pot aproxima evoluțiile variabilelor cu funcții matematice cunoscute, ilustrate în Figura 13.

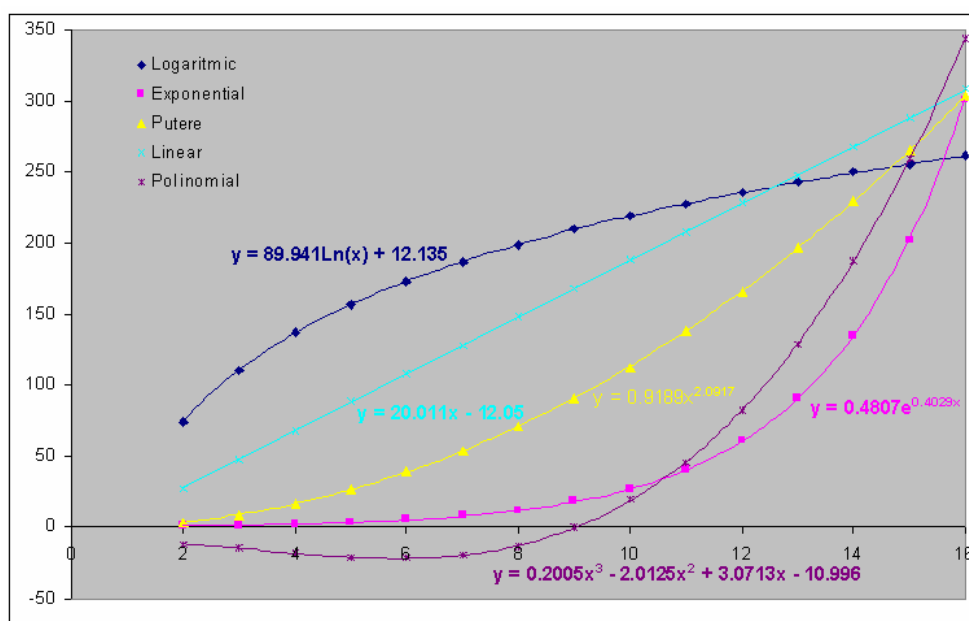


Figura 13 Funcții matematice disponibile în aplicații de tip *foi de calcul tabelar*, pentru modelarea evoluției unui fenomen, prin variabila y (reprezentată pe axa ordonatelor - verticală) legat datele valori x culese din realitate (reprezentate pe axa absciselor - orizontală).

Modelele matematice puse la dispoziție de majoritatea programelor de tip foaie de calcul tabelar sunt prezentate mai jos și sunt obținute prin așa numită „analiză de regresie” (v. Figura 13):

- funcție liniară (polinom de grad 1 – dreaptă, regresie lineară) așa cum apare dreapta reprezentată de $y = 20.011x - 12.05$
- funcție polinomială (polinom de grad 2 – parabolă, sau mai mare), cum este $y = 0.2005x^3 - 2.0125x^2 + 3.0713x - 10.996$
- funcție exponențială (variabila x la exponent) cum este $y = 0.4807e^{0.4029x}$
- funcție putere (variabila x bază) cum este $y = 0.9188x^{2.0017}$
- funcție logaritmică (x exponent) v. $y = 89.941\ln(x) + 12.135$

Procesul de obținere a modelului matematic prezintă trei pași, care sunt indicați mai jos pe un exemplu simplu – regresia lineară pentru evoluția vânzărilor lunare ale unei firme Y (vezi Tabel 4):

Luna din an	Vânzări (RON)
1	3010
2	4500
4	4400
6	5400
7	7295
8	8195

Tabel 4 Evoluția vânzărilor lunare (ce trebuie modelată) pentru firma Y analizată.

1. Se ilustrează grafic evoluția fenomenului (adică a variabilei de interes y legată de acesta), folosind un grafic de tip puncte („scatter” sau „x-y”) disponibil în setul de grafice (charts) al produsului foaie de calcul tabelar (de exemplu MS Excel). În cazul exemplului nostru, vânzările din Tabel 4 apar grafic ca în
2. Figura 14.

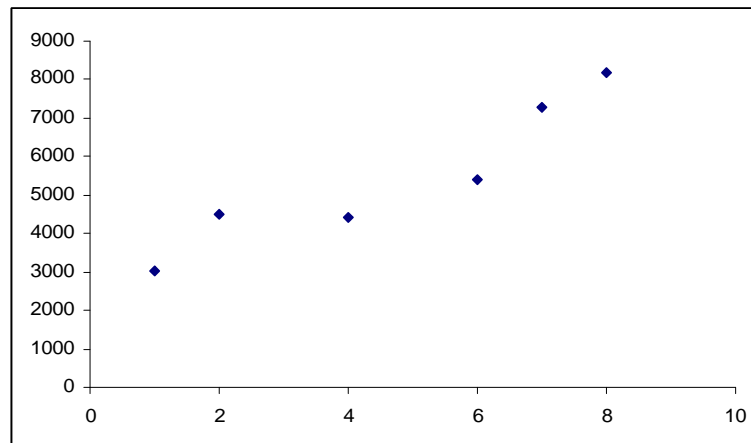


Figura 14 Reprezentarea grafică prin puncte a evoluției vânzărilor lunare.

3. se evaluează tipul de funcție care aproximează cel mai bine evoluția prezentată grafic – prin încercări sau pur și simplu forțând o funcție simplă, convenabilă precum funcția lineară (dreaptă); acesta este chiar cazul adoptat în exemplul de față, pentru motivul că funcția lineară este

intuitivă și aproximează suficient de bine evoluții în realitate.

4. se aplică regresia și se trasează linia asociată funcției alese la pasul 2, obținându-se graficul așa cum apare în Figura 15, cu ecuația dreptei și cu media de vânzări indicate pe figură.

Coefficienții dreptei de regresie sunt: panta (valoarea 650,4) și termenul liber (valoarea 2433,1). Interpretarea dreptei de regresie este următoarea: la o valoare inițială de 2433,1 RON se adaugă lunar o valoare de 650,4 RON pentru a se obține valoarea (aproximativă) a vânzărilor pe luna următoare.

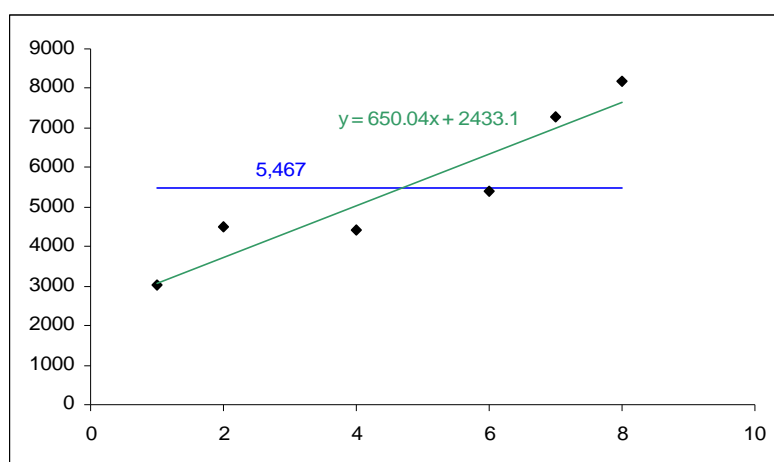


Figura 15 Reprezentarea grafică a dreptei de regresie pentru evoluția vânzărilor lunare ale firmei Y. Se indică ecuația dreptei ($y=650,4x+2433,1$) și media (5467) pentru lunile 1,2,4,6,7,8 din an.

După cum se observă din Tabel 4, nu se cunosc date pentru lunile 3 și 5, precum și pentru luni care urmează lunii 8. Aceste valori se pot acum obține folosind ecuația dreptei de regresie. Valorile pentru lunile 3 și 5 se obțin prin *interpolare*, iar pentru lunile 9, 10, etc., prin *extrapolare*.

Curba de regresie (fie aceasta dreaptă, parabolă, exponențială, etc.) se obține în foile de calcul tabelar prin operațiuni simple; de exemplu, MS Excel permite trasarea liniei de regresie (denumită și linie de tendință – „trendline”) prin succesiunea de manevre: [Chart | Add Trendline...](#) | [Type tab | select Linear](#) și din [Options tab | check 'Display equation on chart'](#) – pentru cazul dreptei.

Acum se pot obține valori ale vânzărilor y pentru lunile 9 și 10, aplicând doar ecuația dreptei de regresie în care x va lua valorile 9 respectiv 10. Valoarea estimată prin regresie lineară pentru vânzări în luna a 9-a se poate obține cu funcția TREND() , în care se indică drept parametri blocurile de date pentru valori x și valori y pentru care se va trasa dreapta de regresie.

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.9							
R Square	0.9							
Adjusted R Square	0.8							
Standard Error	754.6							
Observations	6.0							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1.0	16620500.1	16620500.1	29.2	0.0			
Residual	4.0	2277983.3	569495.8					
Total	5.0	18898483.3						
Confidence								
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2433.1	640.5	3.8	0.0	654.8	4211.4	654.8	4211.4
X Variable 1	650.0	120.3	5.4	0.0	316.0	984.1	316.0	984.1
RESIDUAL OUTPUT								
Observation	Predicted Y	Residuals	Standard Residuals					
1	3083.178	-73.177966	-0.1084152					
2	3733.22	766.77966	1.13600521					
3	5033.305	-633.30508	-0.9382589					
4	6333.39	-933.38983	-1.3828428					
5	6983.432	311.5678	0.46159628					
6	7633.475	561.52542	0.8319154					

Tabel 5 Tabel cuprinzând datele statistice ale regresiei lineare obținut folosind funcția LINEST().

Să nu uităm, totuși, că aceste valori sunt estimative și nu ne putem baza pe ele în deplină încredere; de exemplu, ar fi nerealist să ne închipuim că vânzările peste un an față de luna 1 vor crește cu $650 \cdot 12$ adică cu 7800 RON. Aceasta înseamnă că estimarea prin regresie (lineară mai ales) este de încredere doar pentru termen scurt. Pentru termen mediu sau lung se poate face o estimare doar folosind tehnici mai elaborate (prin serii de timp sau folosind inteligență artificială).

Totuși, foile de calcul tabelar oferă și mijloace de evaluare a intervalului de încredere („confidence interval”) pentru curbele de regresie obținute ca mai sus. Folosind funcția LINEST() se poate obține dreapta de regresie dar și multe date statistice care evaluează din diferite puncte de vedere aproximarea realizată asupra datelor de intrare de către regresia aleasă (vezi Tabel 5). Astfel, în secțiunea **Confidence** din Tabel 5 se obțin abaterile medii pătratice („Standard Error”) pentru panta dreptei (denumită Intercept) și pentru termenul liber (denumit X Variable 1), precum și limitele intervalului de încredere a dreptei de regresie (*Lower 95%* și *Upper 95%*), prin aceasta putându-se aprecia eroarea cu care se vor evalua valorile interpolate sau extrapolate.

4 Sisteme de Asistare a Deciziilor (SAD)

Asistarea deciziei este un termen care indică sprijinul acordat factorului de decizie în analiza fenomenelor și elaborarea unei decizii corecte și rapide, la nivel strategic, tactic sau operațional. Termenul este adaptarea din engleză a „decision support”, astfel că el poate fi găsit în românește și în traducerea mot-a-mot **suport în decizie**.

Instrumentele de asistare a deciziilor sunt produse software care se utilizează de către factori de decizie pentru a se automatiza munca de analiză a fenomenelor economice și a se rezolva probleme ce implică un volum mare de calcul sau necesită tehnici speciale – de exemplu de inteligență artificială. Utilizarea instrumentelor de asistare a deciziilor sunt strâns legate de existența unui sistem informatic complet al organizației, de unde se vor prelua date (uneori în volume foarte mari) și apoi acestea se vor prelucra și interpreta cu ajutorul produselor software de asistare a deciziilor.

În acest capitol se vor prezenta caracteristici ale Sistemelor de Asistare a Deciziilor – SAD, denumite în engleză *Decision Support Systems* – DSS, iar de aici denumite uneori în românește și *Sisteme Suport în Decizie* – SAD. Se prezintă apoi modul cum asistarea deciziei se înglobează în sisteme expert – SEAD, precum și tendințele actuale de înglobare a SEAD în sistemul informatic integrat al companiei, în așa-zisele abordări de *Inteligență a Afacerii* (*Business Intelligence* – BI) și apoi Management Decizional al Întreprinderii (*Enterprise Decision Management* – EDM).

4.1 SAD în ansamblul Sistemelor Informactice

Sistemele de asistare a deciziei fac parte din sistemele informatice utile firmei moderne, iar rolul acestora rezultă din modelul cub [Cotterman1989] care privește dimensiunile de lucru ale factorului uman în firmă.

Cele trei dimensiuni esențiale de lucru ale factorului uman – gestiune, comunicare și decizie, trebuie să fie obiective ale sistemelor informatice, astfel că pe acest cub se pot plasa (în diverse puncte) categorii de sisteme utile în mediul economic (v. Figura 16) Sistemele informatice răspund acestor obiective în diverse măsuri, astfel că pot fi plasate în spațiul cubului în diverse puncte; în principiu, nodurile ar corespunde tipurilor de sisteme informatice indicate în figură (dacă se consideră că execută în măsură covârșitoare obiectivele corespunzătoare dimensiunilor).

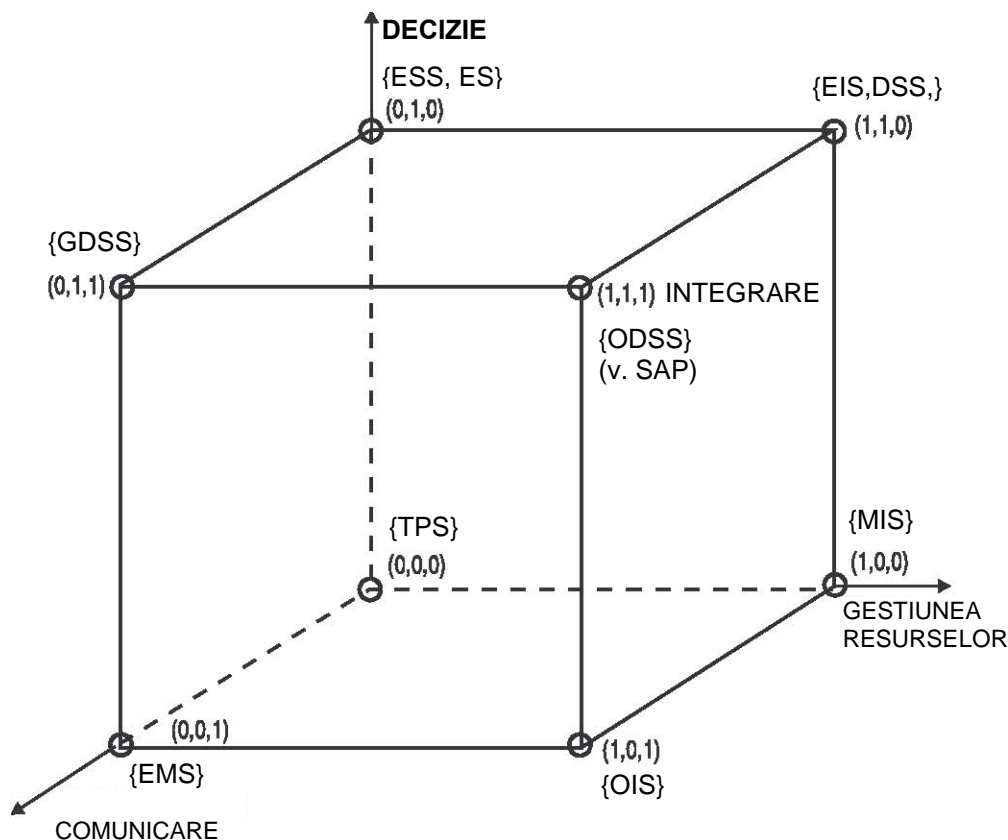


Figura 16 Reprezentarea cub a obiectivelor sistemele informatice

După [Mentzas 1994], sistemele informaționale pentru conducere (MIS) se bazează pe sistemele tranzacționale TPS prin sintetizarea informațiilor acestora sub formă de rapoarte periodice în formate predefinite. Rapoartele sunt necesare diverselor niveluri de conducere (în special celui strategic și celui tactic) și au ca finalitate cunoașterea stării de fapt în scopul analizei pertinente și găsirii soluțiilor optime la problemele descoperite în urma analizei rapoartelor. Fiindcă rapoartele generate prin MIS nu sunt suficient de relevante pentru luarea deciziilor (la nivelurile amintite) s-au dezvoltat sistemele de asistare a deciziilor (DSS – Decision Support Systems). Dezvoltările software actuale, aplicarea tehnicilor de Inteligență Artificială, precum și creșterea solicitărilor pieței în domeniul DSS, au dus la extinderea acestor sisteme și transformarea lor în instrumente de lucru efectiv și curent pentru factorii de decizie la nivelul superior de conducere, transformându-se în așa numite sisteme informatice pentru conducerea executivă

(EIS – Executive Information Systems). Aceste sisteme integrează informațiile provenite de la bazele de date diverse ale sistemelor TPS ale companiei, împreună cu informații provenite de la sisteme de marketing și vânzări – atât proprii cât și de la concurență. Setul uriaș de informații astfel colectate din surse interne și externe este prelucrat „multidimensional” iar rezultatele sunt prezentate ca rapoarte utile managerilor pentru a controla situațiile din contextul economic în care funcționează firma și de a lua decizii într-un mod adecvat acestor situații.

4.2 Evoluție și clasificări ale SAD

În evoluția lor SAD au trecut prin câteva etape mari:

- b) În anii 1967-1968 au apărut la Universitatea din Dormouth, Statele Unite, primele *sisteme logice interactive* orientate către aplicații financiare. La această universitate au fost realizate pentru prima dată sistemele informatice partajate utilizate de către profesorii și cercetătorii din domeniul finanțelor, astfel că dezvoltarea SAD a fost o urmare firească.
- c) În anii 1975-1977 Scott și Morton definesc SIAD – *sisteme inteligente de asistare a deciziilor*, drept „sisteme interactive bazate pe calculator prin care se fundamentează decizia, utilizând date și modele, pentru rezolvarea problemelor nestructurate”. Realizatorii acestor sisteme și-au pus problema introducerii unui regim conversațional om-calculator, în plus asigurând obținerea unei sinergii între capacitatea de prelucrare și de stocare a datelor prin calculatoare, cu experiența și raționamentul decidentului, oferind posibilități de modificare interactivă a valorilor parametrilor și de efectuarea unor analize de sensibilitate.
- d) În anii 1980-1985 apar *sisteme expert de gestiune* – SEG, prin care se realizează modelarea de raționamente pentru decidenții confrunțați cu rezolvarea unor probleme de diagnostic.
- e) În anii 1990-1995 se integrează în *sisteme expert simbolice* tehnici de inteligență artificială care urmăresc înglobarea cunoștințelor experților umani în produse software, obținând modele computaționale (deci implementate pe calculator) ale decidenților umani.
- f) După anul 2000 a rezultat că mulțimea de date culese și prelucrate prin sistemele informatice de planificare a resurselor (ERP – Enterprise Resource Planning) sunt de fapt o „mină de aur” pentru analiza stărilor de fapt și luarea deciziilor în domeniul economic. Astfel, s-au dezvoltat proceduri de *prospectare a datelor* („Data Mining” - minerit în date) și de prelucrare complexă a volumelor mari de date deja folosite în alte contexte (în special în aplicații de gestiune/evidență financiară, contabilă, de marketing, etc.) în așa numita abordare de *Inteligență a Afacerilor* („Business Intelligence”).

4.2.1 Necesitatea și premisele de realizare ale SAD

Realizarea sistemelor de asistare a deciziilor au ridicat două probleme principale: construirea unui model conceptual a sistem implicat în decizie, apoi identificarea funcțiilor și a metodologiei de realizare a instrumentului soft adecvat asistării deciziilor. Noțiunea de sistem suport de decizie ocupa un loc central în cercetările lui Scott, Morton și Gerrity, care elaborează o metodologie pentru realizarea lor dar care este dezvoltată ulterior de către Montgomery și Turban [Turban 1993].

Un Sistem de Asistare a Deciziei SAD (sau sistem suport în decizie SSD) este un sistem informatic interactiv care oferă informații pentru asistarea managerilor în adoptarea de decizii nestructurate sau semistructurate, prin intermediul modelelor de decizii și a bazelor de date specializate.

Obiectivele SAD/SSD, vizează în principal pregătirea deciziei, prin realizarea unui studiu necesar atunci când ansamblul activităților care trebuie desfășurate în acest scop nu este programabil.

Necesitatea utilizării unui SAD provine din câteva dificultăți cu care se confruntă decidentul, dar totodată există și premise tehnologice și informaționale pentru SAD, cum sunt:

- preferințele, raționamentul, experiența dar și intuiția expertului uman sunt esențiale, însă acestea nu sunt ușor disponibile astfel că sunt înglobate în sisteme computaționale;
- căutarea unei soluții este o combinație de căutare de informații, manipulare de date, calcule și structurare a problemei (modelare), ce se poate realiza sau există în sistemele informatice de gestiune;
- succesiunea operațiilor pentru luarea deciziei nu este cunoscută în avans deoarece ea depinde de datele utilizate, dar ea se poate crea și modifica în vederea obținerii de rezultate intermediare folosind modele și tehnici actuale;
- criteriile de decizie sunt numeroase, contradictorii și dependente de utilizator, însă chiar modul lui de lucru poate fi „învățat” de către sistemul computațional;
- datele utilizate nu sunt întotdeauna cunoscute dinainte, astfel că sunt necesare metode și instrumente de predicție;
- obținerea unei soluții satisfăcătoare trebuie realizată într-un timp scurt, care se poate obține folosind sisteme electronice de calcul;
- problema este supusă unei evoluții și transformări rapide, la care sunt necesare adaptări permise de o formalizare și implementare computațională adecvate.

4.2.2 Avantaje ale utilizării SAD în activitatea de conducere economică

O sinteză a argumentelor în favoarea introducerii SAD în întreprindere este prezentată de [Mallach 2000]:

1. gestiunea unui volum ridicat de cunoștințe și informații;
2. exploatarea corectă a competențelor din interiorul întreprinderii
3. înlocuirea cărților și a materialelor documentare
4. atingerea unui nivel ridicat de securitate în administrarea și conservarea patrimoniului

5. obținerea de avantaje economice directe sau indirecte.

Caracteristicile fundamentale ale SAD, care le individualizează în raport cu alte tipuri de sisteme informatice pentru conducere, sunt următoarele:

□ SAD asistă deciziile, pentru situații semistructurate și nestructurate, combinând cunoștințele și intuiția umană cu cunoștințele și viteza calculatorului.

□ Asistarea deciziilor se poate realiza la toate nivelurile de conducere, de la conducerea operațională la managementul strategic, atât individual cât și pentru grupurile de lucru.

□ SAD poate asista mai multe decizii interdependente, având în vedere faptul ca în practica economică majoritatea deciziilor sunt intercorelate.

□ SAD poate fi adaptat diverselor stiluri decizionale și poate susține toate fazele procesului decizional.

□ SAD este adaptabil în timp. Decidentul trebuie să aibă un comportament reactiv în utilizarea SAD, să sesizeze schimbarea condițiilor și să adapteze corespunzător sistemul.

□ SAD promovează învățarea și acumularea de noi cunoștințe, ce duce la rafinarea sa

□ SAD se bazează pe modele standard sau definite de utilizator. Capacitățile de modelare ale sistemului favorizează experimentarea, în contextul mai multor configurații.

□ SAD include diferite categorii de analiza, de la "ce-ar fi dacă" („what-if”) la elaborarea și selectarea scenariilor.

4.2.3 Clasificări ale SAD

În primă abordare sistemele de asistare a deciziilor se clasifică în raport de managementul datelor sau managementul modelelor manipulate în vederea asistării deciziilor, în SAD orientate către datele de prelucrat în vederea informării decidenților și respectiv SAD orientat către modelele cu care se operează.

Un alt criteriu de clasificare este cel după destinație [Maracine 1998], după care se deosebesc:

- sistemele suport de decizie *dedicate* care asistă decidentul în rezolvarea unor probleme specifice unui domeniu anume (economic, tehnic, militar etc.);
- sistemele suport de decizie *generatoare* care asistă proiectantul în realizarea mai rapidă a sistemelor suport de decizie dedicate;
- sistemele suport de decizie *evolutive* care facilitează dezvoltarea evolutivă a sistemelor suport de decizie dedicate sau generatoare;

Clasificare în funcție de modul de instruire:

- sistemele suport de decizie inteligente, care rezolvă prin analogie situații decizionale noi;
- sistemele suport de decizie neinteligente, care rezolvă numai situațiile pentru care au fost programate.

Clasificare în funcție de modalitatea de interacțiune dintre om și sistem:

- sistemele suport de decizie cu limbaje flexibile (dialogul are la baza un limbaj apropiat de cel natural);
- sistemele suport de decizie cu comenzi precise (dialogul are la baza comenzi cu formă precis definită).

Integrarea componentelor reprezintă principala problemă în realizarea unui sistem de asistare a deciziilor și constituie dificultatea majoră cu care se confruntă specialiștii în domeniu. Trebuie remarcat că o componentă esențială a SAD este interfața (sau interfețele) cu utilizatorul uman, acestea fiind în general dotate cu inteligență (în sensul că pot comunica în limbaj natural). Componentele pot fi integrate folosind diverse arhitecturi cum sunt:

- SAD de tip *rețea*, în care componentele constituie noduri ale unei rețele iar arcele sunt interfețe prin care se asigură comunicarea între componente. Principalul avantaj al structurii constă în posibilitatea de a include în rețea componente neomogene, construite la diferite momente de timp, în limbaje de programare și pe medii de operare distincte. Prezența multor interfețe și în special a celei coordonatoare, face ca această structură să aibă performanțe reduse.
- SAD de tip *pod* utilizează o singură interfață, care permite integrarea de noi componente care însă sunt realizate în același limbaj de programare sau în limbaje translatabile.
- SAD de tip *sandwich* alătură mai multe componente unei singure componente dialog și unei singure baze de date, fiind utile îndeosebi în asistarea proceselor decizionale care permit modelarea situațiilor decizionale.
- SAD de tip *turn* permite exploatarea mai multor baze de date sursă prin intermediul unui mecanism de extragere a datelor, astfel că baza de date a sistemului de asistare a deciziilor constituie o interfață între baza de date sursă și managementul modelelor. În plus, componenta dialog este separată în acest caz în două părți: una care creează formatele de ieșire și care interpretează comenzile de intrare ale diferitelor componente și o a doua care supervizează prin intermediul interfeței cu utilizatorul dispozitivele de intrare-ieșire conectate la sistemul de asistare a deciziilor.

Spectrul sistemelor reunite sub denumirea SAD este foarte larg, pornind de la sisteme care permit asistarea deciziilor repetitive pe baza unor proceduri și formate predefinite, trecând prin SAD generale bazate pe programe de tip foi de calcul

tabelar, până la Sisteme de Gestiune a Bazelor de Date (SGBD) și pachete de aplicații grafice sau la sisteme complexe specializate și se bazează pe simulare, modele de optimizare, prelucrare analitică on-line și depozite de date („data warehouse”).

În general, SAD dezvoltate pentru a rezolva probleme complexe, care apar în mod constat în cadrul unei organizații, se numesc SAD instituționale. Sistemele de asistarea a deciziilor care rezolva probleme simple, cu caracter sporadic, se numesc SAD ad-hoc. Marea majoritatea a SAD sunt dezvoltate pentru a asista fie decizii caracteristice unei anumite ramuri/subramuri (bănci, linii aeriene, etc.) fie pentru a oferi sprijin unei anumite arii funcționale (marketing, financiar, producție, etc.).

4.3 Componente ale SAD

Sistemele de asistare a deciziilor sunt constituite din module software pentru gestionarea bazelor de date, gestionarea dialogului și gestionarea modelelor. SAD avansate conțin și o componentă pentru gestionarea cunoștințelor, fundamentată pe un sistem expert și care îi conferă acestuia atributul de inteligent sau SAD bazat pe cunoștințe.

4.3.1 Componenta de Gestiune a datelor

Această componentă este alcătuită din baza de date a SAD, Sistemul de gestiune a bazei de date SGBD și dicționarul de date cu facilități de interogare.

Baza de date permite tranzacții interne, surse de date interne și externe, date personale aparținând unuia sau mai multor utilizatori. Datele interne (financiare, contabile, din domeniul producției, a marketing-ului) provin din prelucrarea rezultatelor tranzacțiilor interne ale organizației. Datele externe includ diferite cercetări în domeniul marketing-ului, regulamente guvernamentale, indicatori macro-economici, iar datele private pot include anumite reguli specifice decidenților.

Dicționarul bazei de date este un catalog al tuturor datelor din baza de date care conține definițiile acestora și are ca funcție principală furnizarea informațiilor cu privire la disponibilitatea, sursa și semnificația lor exactă. Utilizarea acestui catalog este indicată în faza de identificare și definire a procesului de luare a deciziilor, prin scanarea datelor și identificarea domeniilor și oportunităților problemei.

Facilitățile de interogare reprezintă elementul esențial pentru accesul la date. Se acceptă cereri de date de la alte componente ale SAD, se determină care dintre acestea pot fi soluționate, se formulează cereri detaliate și se returnează rezultate cu privire la subiectul cerut. Facilitățile de interogare presupun existența unui limbaj special de interogare.

4.3.2 Componenta de gestiune a modelului

Aceasta componenta prezintă patru elemente: baza cu modele, sistemul de management al bazei modelelor, dicționarul modelelor, precum și module de executare, integrare și control al modelelor.

Baza de modele conține proceduri (subrutine) pentru modele cantitative din domeniul statisticii, finanțelor și managementului, care oferă capacități de analiza SAD. Modulul de control este un software cu funcțiuni de creare și actualizare a modelului, utilizare a subrutinelor și a altor blocuri, generarea de noi rutine și rapoarte, manipularea datelor.

Dicționarul de modele este un catalog care conține definiții de modele și furnizează informații cu privire la disponibilitatea și capacitatea acestora. Controlul execuției modelului precum și combinarea operațiilor specifice este realizat de modulul de management al modelului.

4.3.3 Componenta de Gestiune a dialogului (interfața cu utilizatorul)

Această componentă acoperă toate aspectele privind comunicarea între utilizator și SAD, incluzând atât părți hardware și soft cât și factori care conduc la facilitarea utilizării, accesibilității și interacțiunii dintre utilizator și sistemul suport de decizie.

Relativ la modalitatea de comunicare utilizator-sistem, se disting mai multe tipuri de dialog:

- întrebare – răspuns;
- prin limbaj de comandă adresat de către utilizator sistemului sub forma unor perechi verb – substantiv, la care se oferă răspunsuri, fără a răspunde solicitărilor privind informații suplimentare;
- meniu, care presupune existența în memorie a unor alternative de comenzi din care utilizatorul alege din meniu alternativa care se va executa fără o eventuală interacțiune cu decidentul;
- format intrare/format ieșire, care prevede tipizarea formatelor de intrare a datelor și comenzilor, și de ieșire a răspunsurilor oferite de sistem;
- format de intrare în funcție de formatul de ieșire, în care formatul de intrare al datelor va fi specificat în funcție de cel de ieșire, care este predefinit;
- tip negociere, care presupune alegerea tipului de dialog în funcție de configurație, forma dialogului și costurile corespunzătoare pe unitatea de timp.

Diferitele tipuri de dialog sunt gestionate de către sistem și pot fi apelate cu ajutorul unor subrutine integrate în memoria componentei de interfață.

4.3.4 Componenta de gestiune a cunoștințelor

Această componentă apare în cazul integrării sistemului suport de decizie cu un sistem expert, în vederea obținerii unui SAD inteligent (sistem expert). Modulul cuprinde, în esență, **motorul de inferență** și **baza de cunoștințe**. Motorul de inferență va permite sistemului să simuleze raționamentul unui expert pornind de la datele și cunoștințele disponibile, în timp ce baza de cunoștințe va alimenta mecanismul de inferență, într-un mod similar celui în care baza de date alimentează algoritmi statistici în cadrul sistemelor suport de decizie. Un aspect esențial al construirii și utilizării SAD expert constă în realizarea unei interacțiuni sinergice între aceste elemente, sinergie tradusă pe de-o parte prin trecerea controlului de la o funcțiune la alta în cadrul sistemului și, pe de alta parte, prin transferul informațiilor între funcțiuni (subsisteme).

4.3.5 Eficiența utilizării SAD în management

Pentru majoritatea firmelor din România SAD constituie încă instrumente decizionale costisitoare. O decizie eficientă nu este însă, doar una a cărei adoptare și implementare implică cele mai reduse costuri, ci și una complet și complex fundamentată, luată într-un interval de timp cât mai scurt și care are efecte pozitive asupra sistemului sau aspectului pe care îl vizează. Pe de alta parte, sistemele inteligente utilizate în activitatea managerială constituie astăzi unul din mijloacele de creștere a productivității muncii [Maracine 1999].

Automatizarea culegerii datelor privind evoluția diferitelor fenomene economice caracteristice firmei și mediului sau extern, utilizarea modelelor complexe de calcul și analiza a acestora conduc la o adevărată explozie a informațiilor aflate la dispoziția decidentului. Fără ajutorul sistemelor de asistare a deciziei majoritatea acestor date ar fi insuficient utilizate, chiar neglijate. Într-un astfel de mediu informațional-decizional, utilizarea SAD și a sistemelor inteligente poate veni în ajutorul decidenților pentru ca aceștia să nu piardă din vedere factori de influență importanți în problema analizată, să fie în cunoștința de cauză în ce privește rațiunile care motivează deciziile lor, să își îmbogățească propria experiență și baza de cunoștințe prin intermediul accesului la experiența și cunoștințele altora, să își poată transfera știința sub forma bazelor de cunoștințe sau de diagnostic. Privita din acest unghi, utilizarea sistemelor suport de decizie nu poate fi caracterizată decât ca benefică pentru activitatea decizională. Totuși, pentru ca achiziționarea și implementarea unor astfel de sisteme să își dovedească eficiența în activitatea decizională, decidenții trebuie să țină seama de gradul de dotare a firmei cu tehnica de calcul corespunzătoare.

Pentru o firmă care nu dispune de baze de date gestionate științific, sau care abia își propune să introducă tehnica de calcul în activitatea sa financiară, efortul de a achiziționa elementele hardware și softul specializat poate fi mult prea mare pentru a putea fi justificat de efectul utilizării sistemelor de asistare a deciziilor în procesele decizionale. Putem afirma, deci, ca eficiența utilizării sistemelor suport de decizie și a sistemelor expert în activitatea decizională trebuie analizată atât prin

prisma influenței asupra calității proceselor decizionale și a deciziilor adoptate, cât și prin prisma costurilor pe care le presupun și a oportunității acestor sisteme în asistarea deciziilor. Rolul lor nu trebuie nici subestimat, nici supraestimat și mai ales, nu trebuie justificat în exclusivitate prin intermediul modernismului în domeniul activității manageriale.

4.4 Sisteme de asistare a deciziilor de grup (SADG)

Deciziile care trebuie luate în cadrul unei organizații implică deseori comunicații între diferitele entități ale organizației (departamente, manageri). În procesul decizional de grup mai mulți decidenți lucrează împreună pentru a ajunge la o concluzie comună în privința anumitor probleme. Dimensiunea grupului variază de la 2 la 50 de persoane, în funcție de acțiunea întreprinsă, de mărimea proiectului precum și de alte elemente organizatorice sau tehnice.

Soluțiile alternative propuse în cadrul dezbaterilor de grup sunt semnificativ mai multe și mai consistente decât cele pe care le poate propune/imagina un singur decident, potențialul creator al unui grup fiind mai mare decât suma contribuțiilor individuale. De asemenea procesul decizional de grup conduce la o bună cunoaștere a mecanismelor de luare a deciziei și implicit de funcționare a organizației de către un număr mai mare de angajați ai acesteia, ceea ce are ca efect îmbunătățirea performanțelor personalului.

Domeniul groupware s-a conturat la sfârșitul anilor '80, ca o concretizare a interacțiunii dintre noile tehnologii informaționale. Avantajele acestor sisteme se concretizează în creșterea confortului, a simțului de răspundere, și nu în ultimul rând a productivității. Trebuie luate însă în calcul și eforturile, mai ales cele de natura financiară, implicate de constituirea unor grupuri de lucru, și mai ales de utilizarea sistemelor de asistare a deciziilor de grup.

Termenul groupware se definește ca ansamblul metodelor, procedurilor, programelor și platformelor informatice care permit persoanelor asociate unui proiect să conlucreze cu maximum de eficacitate. Un grup se constituie prin crearea de legături între stațiile de lucru, oferind asistare activităților de comunicare, colaborare și coordonare dintre membrii grupului.

4.4.1 Obiective

Pentru ca un sistem informatic să fie considerat groupware el trebuie să integreze toate cerințele de lucru ale membrilor unui grup sau organizații, și anume: **comunicare**, prin utilizarea mesageriei electronice, **colaborare**, prin partajarea resurselor informaționale între membrii grupului, **coordonare**, prin adăugarea comunicării și colaborării în structura proceselor de afaceri. Din acest punct de vedere groupware poate fi definit ca un set integrat de instrumente care permit decidenților să lucreze împreună, prin comunicare, colaborare și coordonare diferite, la momente de timp și în locuri diferite.

Obiectivele fundamentale ale sistemelor decizionale de grup sunt descrise în continuare.

- ❑ **Partajarea informațiilor**, concretizată în folosirea în comun a datelor, textelor, cunoștințelor care sunt accesibile atât utilizatorilor individuali care își îndeplinesc sarcinile curente, cât și membrilor grupului de decizie.

- ❑ **Realizarea în colaborare** a documentațiilor tehnice, a rapoartelor și a altor documente, inclusiv a documentelor multimedia.

- ❑ Urmarea proiectelor utilizând **software specializat**. Sunt incluse obiectivele propuse, proiectele pentru realizarea obiectivelor și acțiunile de întreprins pentru rezolvarea proiectelor.

- ❑ **Susținerea de conferințe electronice** folosind tehnologii din domeniul comunicațiilor precum și tehnica de calcul.

- ❑ **Gestionarea mesajelor** prin sisteme ce se constituie ca o extensie a facilităților de poștă electronică și reprezintă porți de comunicare atât cu exteriorul cât și în interiorul unei organizații.

- ❑ **Asistare în constituirea grupurilor de lucru**, prin intermediul unor programe specializate care coordonează acțiunile de întreprins și stabilesc persoanele care pot fi grupate cel mai eficient într-o echipă, alături de un lider.

4.4.2 Model referință pentru SADG

În mod normal procesul decizional de grup se desfășoară într-o așa-numită camera de conferință, unde decidenții se întâlnesc față în față și discută, în mod sincron, pentru a rezolva problema pusă în discuție. În cazul în care mai multe astfel de camere de conferință, aflate la distanță, se conectează între ele prin legături video/audio în timp real, va rezulta un spațiu media. Practic într-un loc de tip spațiu media se desfășoară același tip de întâlniri sincrone, față în față. În cadrul camerelor individuale de conferință sau în spațiile cu tehnologie multimedia, întâlnirile sunt asistate atât de tehnica de calcul cât și de alte forme de tehnologie din domeniul comunicațiilor (fax, telefon, video-proiector, etc.). În cadrul acestor medii stațiile de lucru conectate în rețea asigură suportul de asistare a deciziilor, acoperindu-se diverse faze ale procesului decizional direct, de la brainstorming până la proceduri formale de votare.

O altă abordare a sistemelor suport pentru decizii de grup se bazează în totalitate pe serviciile oferite de rețelele de calculatoare. Un astfel de sistem este cel numit "decizie în rețea" care pornește de la ideea unor întâlniri asincrone în cadrul deciziilor de grup. Astfel, întâlnirile sunt distribuite nu doar în spațiu ci și în timp. Participanții și întreg procesul decizional se bazează în totalitate pe serviciile puse la dispoziție de rețeaua de calculatoare, fără a mai apela la alte modalități de comunicare. În mod obișnuit un astfel de proces de luare a deciziei durează câteva zile.

În ambele cazuri este necesară o rețea de calculatoare pentru a asigura serviciile de comunicație necesare în deciziile de grup atât participanților umani cât și actorilor software.

4.5 SAD pentru management executiv (SADE)

Scopul deciziilor poate varia funcție de poziția managerului în cadrul organizației. În cadrul ierarhiei manageriale, la nivelul de vârf se afla managerii executivi care au un statut de autoritate și responsabilitate formală asupra întregii organizații sau asupra unei unități funcționale a acesteia.

Deciziile pe care trebuie să le adopte executivii au o importanță particulară, întrucât deosebi deoarece acestea afectează pe termen lung întreaga organizație. Apariția SADE a permis managerilor executivi să-și îmbunătățească timpul de răspuns în cadrul procesului decizional precum și gradul de informare a deciziilor. În plus, utilizarea lor la nivelul top managementului asigură localizarea și alocarea informațiilor orientată spre executivi.

4.5.1 Definiții

SADE poate fi definit, în sensul cel mai larg, ca un sistem care folosește informații utile executivului în luarea deciziilor strategice și competiționale, urmărirea de ansamblu a firmei și reducerea timpului ocupat cu activitățile de rutină ale executivului.

O altă definiție privește SADE *"ca un set de instrumente integrate proiectate cu scopul de a permite executivilor firmei acces rapid și flexibil la informațiile din bazele de date ale firmelor"* [Turban 1993].

SADE pot fi abordate și din punctul de vedere al finalității acestora, al scopului utilizării lor. Astfel SADE este un instrument care oferă acces direct și on-line la informații relevante într-un format util și navigabil. Informațiile relevante sunt informațiile care sunt primite la timp, corecte și care permit să se acționeze. Ele se referă la aspecte ale afacerii care prezintă interes pentru managerii de vârf dintr-o organizație. Formatul util și navigabil al sistemului se referă la faptul că este proiectat special pentru a fi utilizat de indivizi cu timp limitat, cu abilități limitate de a manevra tastatura și cu puțină experiență directă cu calculatoarele. Un SADE este ușor navigabil astfel încât managerii pot identifica elementele strategice și pot apoi explora informațiile pentru a identifica cauzele acestor elemente.

SADE se diferențiază de sistemele informatice tradiționale prin următoarele aspecte:

- Este dimensionat corespunzător nevoilor informaționale ale executivilor.
- Este capabil să acceseze date referitoare la elemente și probleme specifice la fel ca și rapoarte agregate.
- Oferă instrumente de analiză extensive on-line incluzând analize de tendință, raportare.
- Accesează un domeniu larg de date interne și externe.
- Este deosebit de ușor de utilizat (prin mouse sau atingerea ecranului).
- Este utilizat direct de executivi fără nici un ajutor.
- Prezintă informațiile în formă grafică.

4.5.2 Caracteristici ale SADE

SADE sunt sisteme informatice end-user utilizate direct de managerii executivi. Aceste sisteme încorporează cea mai nouă tehnologie informatică sub forma surselor de date, hardware-ului și programelor, aranjează datele într-un format comun și asigură acces rapid și ușor la informații. SADE integrează date din cele mai variate surse din cadrul unei organizații, atât interne cât și externe.

Scopul principal al SADE constă în asistarea conducătorilor executivi în asimilarea rapidă a informațiilor astfel încât să identifice problemele și oportunitățile cu care se confruntă organizația. Cu alte cuvinte, SADE ajută conducătorii executivi să identifice și să urmărească factorii critici de succes. Fiecare sistem este dimensionat pe măsura preferințelor unui utilizator individual, iar informațiile sunt prezentate într-un format care poate fi interpretat rapid. Deși aceste caracteristici se pot aplica tuturor SADE, un sistem individual poate diferi în ceea ce privește scopul, natura și conținutul, funcție de mediul în care este implementat.

Trăsăturile esențiale ale unui SADE trebuie cunoscute pentru a înțelege nu numai modul de operare al sistemului, ci și necesitatea utilizării acestuia.

- Oferă executivului informațiile pe care acesta le considera importante pentru a-și desfășura în bune condiții activitatea. Informația este accesibilă executivului în timp util, fiind astfel necesară actualizarea regulată a datelor.
- Oferă rezumate ale informațiilor într-o formă corespunzătoare cu stilul propriu al fiecărui membru al executivului.
- Permite combinarea informațiilor prezente din surse externe (piață, concurență, firme independente, organizații guvernamentale), tradițional interne (fișiere referitoare la produs, clienți, furnizori, vânzări) și netradițional interne (interviuri privind satisfacția clientului, calitatea serviciilor oferite). În ultimul timp sunt tot mai utilizate sursele netradițional interne pentru obținerea informațiilor.
- Poate constitui o metodă efektivă în obținere de avantaje concurențiale și în monitorizarea factorilor importanți în derularea operațiilor firmei.
- Permite accesul on-line la informații recente, indiferent de sursă.
- Informațiile oferite sunt relevante deoarece se bazează pe obiectivele firmei: identificarea factorilor critici de succes, sublinierea excepțiilor, etc.

Elementul cheie al unui SADE se referă la gradul de flexibilitate în satisfacerea nevoilor managerilor. Sistemul trebuie să ofere informații managerilor nu numai referitoare la starea din trecut a organizației ci și previziuni realiste și credibile asupra stării ei viitoare. Acest lucru este posibil într-un mediu atât de incert cum este managementul de vârf, numai prin utilizarea inteligenței artificiale.

Atunci când își fundamentează decizia de acceptare sau nu a implementării unui SADE în cadrul firmei, managerul executiv ia în calcul următorii factori care sunt, din punctul său de vedere, esențiali pentru ca sistemul să merite a fi utilizat:

- Interfața SADE trebuie să fie ușor de învățat și de utilizat.

- SADE trebuie să fie capabil să furnizeze informații de sinteză la timp și într-un format ușor de înțeles.
- Timpul de răspuns trebuie să fie scurt.
- SADE trebuie să fie flexibil.

4.6 Sisteme Expert de Asistare a Deciziilor (SEAD)

SEAD realizează în fapt prelucrarea cunoștințelor umane și se pot regăsi pe orice treaptă a conducerii oferind răspunsuri la întrebări dintr-o arie specifică de conducere prin efectuarea de inferențe asupra bazei de cunoștințe, fiind capabile să explice utilizatorilor raționamentele și concluziile care au condus la o anumită soluție

Majoritatea specialiștilor prezintă drept concepte fundamentale ale SEAD expertiza, experții, transferul expertizei, regulile de inferență și capacitatea de a explica [Andone 1994]. Expertiza este o cunoaștere intensivă, specifică domeniului problemei, achiziționată prin instruire, studiu sau experiență îndelungată. Expertiza umană cuprinde o gamă largă de activități ale expertului și anume: recunoașterea și formularea problemei, rezolvarea exactă și rapidă a problemei, explicarea soluției, învățarea din experiență, restructurarea cunoașterii, fragmentarea regulilor, determinarea relevanței, conștiința propriilor limite. Transferul cunoașterii (reguli și fapte) expertizei în domeniul deciziilor reprezintă obiectivul SEAD. Transferul are loc de la expertul uman la calculator și de aici la utilizatori umani experți sau non-experti. Pe baza expertizei memorată în baza de cunoștințe calculatorul este abilitat să raționeze, mai exact este programat să facă inferențe. Regulile de inferență sunt în mod tradițional reguli de forma DACĂ-ATUNCI (IF-THEN-ELSE), completate în unele aplicații cu reprezentarea prin cadre („frames”). Capacitatea explicativă a SEAD este unul din factorii care le individualizează în raport cu celelalte tipuri de sisteme informatice.

Din punct de vedere al procesului decizional în management, sistemele expert prezintă două caracteristici importante - automatizarea și îmbunătățirea deciziilor, respectiv difuzarea expertizei și normalizarea deciziilor. Spre deosebire de SAD, care nu sunt destinate să genereze soluții sau recomandări, SEAD au ca scop înlocuirea managerului prin captarea cunoașterii de la un expert și a expertizei sale. Există, în prezent, tendința integrării sistemelor expert și a altor domenii ale inteligenței artificiale la nivelul sistemelor de asistare a deciziilor, astfel încât să se obțină sisteme de asistare a deciziilor cât mai puternice și mai ușor de utilizat sub aspectul interfeței utilizator.

4.6.1 Conținutul și principiile care stau la baza SEAD

SEAD cuprinde orice este interesant pentru conducere și decizie. Chiar dacă această abordare este simplistă, ea reflectă varietatea sistemelor care sunt folosite în prezent.

Guvernele folosesc SEAD pentru a regăsi corespondența ministerială, pentru a determina productivitatea muncitorilor, pentru a identifica și aloca resursele financiare și umane, etc. Alte sectoare utilizează SEAD pentru a urmări informații referitoare la competitori din mass-media sau din bazele de date cu informații publice.

Frecvent, implementarea SEAD începe cu câteva măsuri care interesează managerii de vârf, și continuă apoi să se extindă ca răspuns la întrebările puse de respectivii manageri pe măsură ce utilizează sistemul. Cu timpul prezentarea acestor informații devine perimată și este necesară diferențierea variatelor informații funcție de ceea ce este important într-o organizație din punct de vedere strategic.

Cei mai mulți teoreticieni recomandă metoda "factorilor critici de succes" (Daniel, 1961, Crockett, 1992, Watson and Frolick, 1992). Practicieni ca Vandenbosch au descoperit ca: *"În timp ce, de regula, eforturile noastre conduc la îndeplinirea telurilor inițiale, după 6 luni sau un an, executivii sunt aproape la fel de asaltați de noile informații cum au fost de cele vechi"*. Pentru a evita acest lucru, ei au realizat o strategie numită "raportarea lunară" care presupunea ca pe lângă informațiile obișnuite oferite la întrunirile managerilor, Consiliul Executivilor dintr-o organizație trebuie să selecteze un indicator diferit pentru fiecare luna asupra căruia să-și concentreze atenția. În consecință, selectarea datelor care urmează a fi incluse în SEAD este destul de dificilă. Cu toate acestea există câteva principii care facilitează evaluarea datelor.

Un astfel de set de principii pentru proiectarea măsurilor și indicatorilor care trebuie incluși în SEAD a fost propus de Kelly în 1992.

1. Măsurile SEAD trebuie să fie ușor de înțeles și de corectat. De fiecare dată când este posibil, datele ar trebui să fie colectate în mod natural ca parte a procesului de muncă. Un SEAD nu trebuie să presupună efort suplimentar pentru manageri sau pentru personalul dintr-o organizație.
2. Măsurile SEAD trebuie să se bazeze pe o viziune echilibrată a obiectivelor organizației. Datele din sistem ar trebui să reflecte obiectivele organizației din domeniile productivității, managementului resurselor, calității și serviciilor pentru clienți.
3. Indicatorii de performanță într-un SEAD trebuie să reflecte contribuția fiecărui aspect într-o manieră echitabilă și consistentă. Indicatorii trebuie să fie cât de independenți posibil de variabilele exogene care scapă controlului managerilor.
4. Măsurile SEAD trebuie să încurajeze managementul și personalul să împărtășească obiectivele organizației. Indicatorii de performanță trebuie să promoveze atât munca în echipă cât și spiritul competițional. Măsurile trebuie să aibă înțeles pentru tot personalul; oamenii trebuie să simtă că pot contribui individual la îmbunătățirea performanței organizației.
5. Informațiile SEAD trebuie să fie disponibile tuturor angajaților unei organizații. Sistemul trebuie să ofere întregului personal informații utile referitoare la performanța organizației.

6. Măsurile SEAD trebuie să evolueze pentru a îndeplini nevoile în permanenta schimbare ale organizației.

4.6.2 Efectivitatea unui SEAD

Pentru ca asistarea deciziei să se facă corect și productiv, SEAD trebuie să asigure efectivitate. ***Efectivitatea reflecta gradul de atingere a scopurilor și se refera la ieșirile sistemului.*** Ea nu trebuie confundată cu eficiența care este măsura utilizării intrărilor (resurselor) pentru a obține ieșirile (rezultatele).

Pentru a fi efectiv, SEAD trebuie să facă parte dintr-un proces strategic de management astfel încât să permită planificarea și măsurarea performanței organizației pe termen scurt, mediu și lung. În acest scop SEAD trebuie să ofere executivului date care pot fi ușor prelucrate pentru a asista procesul decizional, utilizând în acest scop surse interne și externe, obișnuite și neobișnuite.

Efectivitatea unui SEAD devine extrem de importantă dacă se ține cont de riscurile mari pe care le presupune implementarea unui astfel de sistem. Există multe posibilități prin care un SEAD poate să eșueze. De multe ori, proiecte costisitoare pentru SEAD au fost anulate, implementări au fost rar utilizate sau au dat rezultate negative. Un SEAD este un proiect cu un grad foarte ridicat de risc tocmai pentru că urmează să fie utilizat de cei mai puternici oameni dintr-o organizație.

Managerii de vârf pot foarte ușor să utilizeze greșit informațiile din sistem cu un efect devastator asupra organizației. De asemenea, ei pot să refuze să utilizeze un sistem care nu corespunde nevoilor lor personale imediate sau care este prea greu de învățat și de utilizat.

Pentru ca proiectanții unui SEAD să realizeze un sistem efectiv, trebuie să cunoască barierele care apar în atingerea acestui obiectiv.

4.6.3 Funcțiunile SEAD în procesul decizional

Prezentarea funcțiilor SEAD nu poate fi decât arbitrară, având în vedere faptul că SEAD îndeplinesc adesea sarcini complexe care traversează frontierele definite. Benchimol clasifică funcțiunile SEAD după cum urmează: interpretare, diagnostic, formare, supraveghere, previziune, simulare, planificare, întreținere, concepție, control și pilotaj [Benchimol 1993]. În domeniul asistării deciziilor sunt combinate în principal funcțiile de planificare, diagnostic și simulare.

Planificarea reprezintă definirea în timp și spațiu a acțiunilor care permit să se atingă o stare finală prin compararea stării curente cu starea dorită, prevăzând consecințele de acțiune, într-o manieră care să permită respectarea restricțiilor impuse de mediu, nivelul resurselor disponibile și consecințele previzibile ale instrucțiunilor dintre stări și acțiuni sau dintre stări succesive.

Diagnosticul se referă la stabilirea unor corelații între caracteristici sau simptome și situații tip, iar *simularea* este reprezentată de deducția care se stabilește plecând de la un model al consecințelor de acțiune sau de la evenimente declanșate de către sistemul aflat în curs de derulare a simulării.

Principala rațiune a înlocuirii experților umani cu sistemele expert este ceea a economiei de timp. Conform unor constatări verificate în companii de asigurări americane, pentru un sistem expert de evaluare a riscului clientului, timpul necesar de studiu se reduce de la o ora la 10 minute. Pentru controlul dosarelor privind securitatea sociala timpul necesar este de 7 ori mai mic. Pe de alta parte, SEAD *"reprezintă un instrument excelent de protejare a funcțiilor sistemelor informatice, pentru că ele procesează un volum mare de date și efectuează raționamente"* [Airinei 2002]

Totuși, există puține cazuri în care sistemele expert înlocuiesc complet expertul uman, în general ele fiind utilizate pentru a ameliora calitatea deciziilor.

Varianța introducerii unui SEAD este indicată în una din următoarele situații:

- Expertiza există, dar difuzarea se face anevoios; specialistul este dificil de abordat pentru că este foarte ocupat.
- Mai mulți experți sau specialiști sunt necesari pentru rezolvarea problemei, dar aceștia nu sunt obișnuiți să-și confrunte punctele de vedere.

Metodele de rezolvare a problemelor sau de aplicare a regulilor diferă în funcție de persoanele care le aplică și le interpretează într-o manieră proprie. O structurare a cunoștințelor va conduce la o gestiune mai bună a expertizei.

4.6.4 Utilizarea SEAD în decizii cu previziune

Datorită evoluției dinamice a situațiilor economice, în general dependente de mulți factori, situațiile cu care se confruntă decidentul sunt noi și trebuie cunoscute anticipat. A apărut astfel necesitatea identificării unor metode capabile, să permită managementului organizațiilor exercitarea atributului de previziune în condiții de eficiență economică, metode care cel mai adesea sunt implementate ca programe pe calculator.

La baza funcționării acestor produse software se află fenomenul de extrapolare, ce presupune că plecând de la o evoluție anterioară cunoscută a unor indicatori economici și luând în considerare faptul că în viitorul apropiat nu se vor modifica factorii care au influențat această evoluție, să fie prognozată cu o acuratețe acceptabilă evoluția acestor indicatori pe un anumit orizont de timp. Aceste pachete de programe au o largă utilizare în determinarea duratei de viață a produselor, a pragurilor de rentabilitate, a intervalului de timp în care se pot vinde produsele sau serviciile cu asigurarea unui profit corespunzător, în prognoza costurilor și a elementelor de cost etc. Ele permit, de asemenea, extrapolarea nivelului unor indicatori economici în cascadă, atunci când o parte din componentele lor se determina anterior, tot prin extrapolare.

Pentru acuratețea reprezentării grafice a acestor evoluții se recomandă ca ecartul între două intervale de timp consecutive pentru care se cunosc nivelurile reale să fie cât mai mic posibil. De regulă, evoluția unui fenomen economic nu este influențată de un singur factor, apărând astfel necesitatea reprezentării acestei evoluții într-un spațiu cu cât mai multe dimensiuni.

Deoarece acest lucru este dificil de făcut pentru spații ce depășesc caracterul tridimensional, în realitate, se reprezintă separat evoluția fenomenului în planul fiecărui factor, după care se proiectează aceste evoluții în planul cu două dimensiuni și se obține o rezultantă acceptată ca fiind reprezentarea evoluției reale a fenomenului.

Din punct de vedere economic și managerial utilizarea eficientă a acestor pachete de programe este posibilă doar dacă sunt satisfăcute următoarele două condiții restrictive:

a. volumul datelor statistice este satisfăcător din punct de vedere al conținutului acestora; altfel spus, nivelurile realizate pentru indicatorul economic care urmează să se extrapoleze sunt suficiente ca număr pentru orizontul de timp anterior momentului extrapolării;

b. factorii economici și sociali care au influențat în perioada anterioară în evoluția indicatorului rămân neschimbați și în orizontul de timp rezervat extrapolării.

Exemplificând, evoluția cifrei de afaceri a unei societăți comerciale poate fi aproximată în viitor dacă și numai dacă valorile anterioare ale sale permit identificarea corectă a funcției matematice care o aproximează cel mai bine, iar prețurile de vânzare, cererea pieței și activitatea concurenței, considerate ca factori ce au influențat preponderent nivelul indicatorului, rămân aceiași și în perioada pentru care evoluția acestuia se dorește a fi cunoscută cu o probabilitate satisfăcătoare.

Bibliografie

- Andone, I., *Sisteme Expert - Principii și dezvoltarea aplicațiilor de gestiune*, 1994
- Airinei D., *Sisteme informaționale pentru afaceri* (Ed. Polirom Iași, 2002) - în colaborare cu [Dumitru Oprea](#) și Marin Fotache.
- Ariton V., *Fundamente ale Tehnologiei Informației și Comunicațiilor*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 2004
- Benchimol G., Jacob G., *Décision de groupe assistée par ordinateur*, Hermès, Paris, 1992.
- Berar S., www.geocities.com/sanda_berar/procesuldecisional.htm, 1999
- Choffray J-M., *Sisteme Inteligente de Management*, S.C. Știință și Tehnică S.A: București, 1997
- Davidescu D. N., *Arhitectura Sistemelor Expert*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1997
- Drucker P. *Management*. New York: Harper & Row. 1973
- Clyde W. Holsapple, *Decision Support Systems*, DSIS Area, School of Management, UK, 2000
- Filip F. G., *Decizie Asistată de Calculator*, Editura Tehnică, 2005.
- Kirkwood, C.W., *Strategic Decision Making*. Duxbury Press, London, 1997.
- Malach E., *Decision support and data warehouse systems*, Irwing McGraw Hill, 2000.
- Mărăcine V., *Decizii Manageriale. Îmbunătățirea performanțelor decizionale ale firmei*, Editura Economică București, 1999
- Mentzas, G., *A functional Taxonomy of Computer-based Information Systems*, International Journal of Information Management, volume 14, 1994, pp. 397-414
- Oprea D. Airinei D., Fotache M., *Sisteme Informaționale pentru afaceri*, Ed. Polirom, 2002
- Paunescu I., Petcu C., *Decizie – teorie și practică*, Ed. Eficient, 2000
- Radu I, et al., *Informatică și Management – o cale spre performanță*, Editura Universitară, București, 2005.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., Williams, R. J., *Learning representations by back-propagating errors*, Nature 323, pp 533-536, 1986

Simon, H.A., *The New Science of Management Decision* (3rd revised edition) Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1977

Turban, E., *Decision Support and Expert Systems*, Mc Pub. Company, New York, 1993

Turban E., Aronson J., *Decision support systems and Intelligent systems*, Prentice Hall Inc, 2001

Zadeh, L.A., *A fuzzy - algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts*, Inf. J. Man-Machine Studies 8, 248-291, 1976

Cuprins

1	Introducere.....	1
1.1	Managementul organizației.....	1
1.2	Decizie și management	2
1.3	Sisteme de Asistare a Deciziei	4
2	Elemente de inteligență artificială și sisteme expert.....	8
2.1	Sisteme Expert (SE)	10
2.2	Logica Propozițiilor și Logica Predicatelor.....	14
2.3	Logică și tehnici Fuzzy	16
2.4	Rețele Neuronale Artificiale.....	19
2.5	Algoritmi genetici	23
3	Decizia și rolul ei în conducerea economică	27
3.1	Caracteristici ale deciziei și procesului decizional.....	28
3.2	Metode și tehnici în procesul decizional	34
3.3	Informația în procesului decizional.....	40
3.4	Prelucrarea informației – suport în decizie.....	43
4	Sisteme de Asistare a Deciziilor (SAD)	60
4.1	SAD în ansamblul Sistemelor Informatice.....	60
4.2	Evoluție și clasificări ale SAD	62
4.3	Componente ale SAD.....	66
4.4	Sisteme de asistare a deciziilor de grup (SADG).....	69
4.5	SAD pentru management executiv (SADE).....	71
4.6	Sisteme Expert de Asistare a Deciziilor (SEAD).....	73
	Bibliografie	78

Întrebări de Examen

1. În ce constau decizia ca acțiune și decizia ca entitate?
2. Care sunt cele șase aspecte prin care se poate defini o organizație?
3. Ce sunt centrele de putere ale unei organizații și în ce mod conduc ele organizația spre scop?
4. Descrieți trei funcții ale managementului – ca acțiuni ale centrelor de putere.
5. Ce reprezintă menmonica POCCC?
6. Indicați cele trei niveluri de management și caracterul deciziilor luate la fiecare din acestea.
7. Indicați situații de utilizare ale celor două tipuri de decizii: structurate și nestructurate.
8. Indicați cel puțin trei cazuri în care este util un sistem de asistare a deciziilor (sau SSD).
9. Indicați două subsisteme din structura cadru a unui SAD și funcțiile corespunzătoare ale lor pentru două specializări SAD (deci în total patru cazuri).
10. a) Enumerați trei aplicații ale SAD. b) Enumerați trei beneficii ale utilizării SAD.
11. Indicați trei tehnici de inteligență artificială cu specificul lor.
12. Indicați specificul prelucrărilor simbolice și subsimbolice în Inteligența Artificială.
13. Caracterizați pe scurt expertul uman și indicați de ce este avantajos un sistem expert (software) în raport cu acesta.
14. Ce rol are baza de cunoștințe și ce rol are motorul de inferență într-un sistem expert?
15. Indicați trei tipuri de sisteme expert utilizate în domeniul economic.
16. Dați un exemplu de regulă (drept cunoștință operatorie).
17. Ce scop are utilizarea tehnicilor fuzzy din Inteligența artificială.
18. Când se activează un neuron în RNA de tip Perceptron?
19. Indicați două aplicații în domeniul economic care folosesc tehnici fuzzy, respectiv rețele neuronale artificiale.
20. Indicați trei caracteristici ale SADE.