

Decizie asistata de calculator. Metode si tehnici de asistare a deciziilor centrate pe judecata umana

Acad. Florin Gheorghe FILIP

Vicepresedinte al Academiei Române, Director stiintific al Institutului
National pentru Cercetare-Dezvoltare în Informatica

Luarea deciziei este o actiune constienta de alegere a unei cai de actiune (dintre mai multe alternative posibile) de catre o persoana (sau de catre un grup de persoane) care are responsabilitate si este împuternicita în acest sens. Acest prim articol al unei serii dedicate problematicii deciziei asistate de calculator își propune sa treaca în revista câteva metode în care decizia se bazeaza în primul rând pe judecata si intuitia umana si sa prezinte câteva tehnici de asistare si sistematizare cu ajutorul calculatorului a procesului decizional.

1. Introducere

Obiectivul principal al acestui prim articol al unei serii dedicate subiectului “Decizie asistata de calculator” este de a pregati terenul pentru elementele care vor fi prezentate în articolele urmatoare, prin trecerea în revista a unora dintre cele mai utilizate metode si tehnici care se bazeaza în primul rând pe judecata umana, ajutata sau nu de catre calculator. În acelasi timp, articolul urmareste sa faca primele referiri la modul în care calculatorul poate asista procesele decizionale.

Motivul pentru alegerea continutului acestui articol sunt variate. În primul rând, s-a plecat de la constatarea ca, instrumentele informatice în domeniul asistarii proceselor decizionale au fost gândite initial pentru a realiza automatizarea metodelor existente, având ca scop facilitarea si, eventual, structurarea acestora. Mai apoi, au aparut tehnologiile informatice prin care se intentiona schimbarea modului de desfasurare a proceselor decizionale. Un al doilea motiv este intentia de a reaminti anumite elemente relevante pentru scopul acestei lucrari, care sunt prezente din abundenta în literatura (în special din domeniul stiintei conducerii), dar sunt rareori citate în lucrarile centrate pe tehnologiile informatiei. În fine, metodele si tehnicile cuprinse în acest capitol sunt înca folosite în mod preponderent în anumite faze ale procesului decizional, cu toate dezvoltarile tehnologice actuale, pre-

cum: generarea si explorarea ideilor pe care se bazeaza proiectarea de alternative de actiune si selectia unei decizii.

În continuare, articolul este organizat dupa cum urmeaza. În capitolul 2, se descriu câteva metode de elaborare si luare a deciziilor în care judecata umana si comunicarea dintre participanti la procesul decizional sunt esentiale. Mai întâi (subcapitolul 2.1.), se descriu câteva forme realizate în cadrul unor întâlniri directe (denumite în continuare “sedinte”, desi acest cuvânt risca sa aiba cumva, în contextul acestei lucrari, un înțeles usor înșelator sau incomplet), fizice sau virtuale precum: metoda grupului nominal, avocatul diavolului, interogarea dialectica si brainstorming-ul. În continuare (subcapitolul 2.2.) se descrie metoda anchetei Delphi, în care interactiunea dintre participanti se realizeaza în mod anonim si indirect (mijlocit) si la momente discrete de timp. Ultima metoda prezentata (subcapitolul 2.3.), cea a elaborarii de scenarii, este recomandata pentru acele decizii care vizeaza un orizont lung de timp si/sau un context cu incertitudini foarte pronuntate. Partea a doua a corpului principal al acestui articol (capitolul 3) aduce unele elemente auxiliare care au ca scop usurarea proceselor decizionale bazate preponderent pe judecata umana si structurarea lor. Astfel, subcapitolul 3.1. contine unele recomandari privind prezentarea datelor numerice sau textuale cuprinse în general

în liste sau tabele. În subcapitolul 3.2. se urmareste o prima abordare în aceasta lucrare a unor aspecte aparent minore, dar importante în realitate, privind reprezentarile grafice. În fine, subcapitolul 3.3. prezinta o metoda eficace (si folosita din ce în ce mai mult) de structurare a problemelor decizionale si anume cea a diagramelor de influenta si evoca în trecut arborii de decizie, subiect care va fi dezvoltat într-un articol ulterior.

2. Metode

În continuare se vor descrie câteva dintre principalele metode de elaborare si selectare a deciziilor folosite în mod traditional si care se bazeaza pe judecata umana, si anume metoda sedintei (sau a întâlnirilor directe), ancheta Delphi si elaborarea de scenarii. Dintre acestea, primele doua presupun participarea unui grup de persoane, al treilea putând fi realizat uneori de un singur om.

2.1. Sedinta decizionala

Sedinta decizionala este o metoda traditionala de luare a deciziilor în grup. În general, sedinta este definita (Nicolescu, Nastase, 2000) ca o metoda de solutionare a unor sarcini, probleme sau situatii privind adoptarea unor decizii, sau explorarea unor perspective, sau transferul unor informatii, sau armonizarea unor atitudini pe baza *comunicarii directe* între un numar de participanti, reuniti (fizic sau, mai nou, prin intermediul mijloacelor de comunicare electronice) pentru scurt timp, sub coordonarea unei persoane împuternicite, sau alese chiar de catre participanti.

2.1.1. Etape

Etapele metodologice generale ale unei sedinte sunt:

1. *pregatirea* sedintei, care consta în urmatoarele: a) specificarea ordinii de zi, care trebuie sa contina formularea precisa si clara a problemei/problemelor de solutionat, b) stabilirea participantilor, c) elaborarea documentelor care contin informatiile pregatitoare necesare etc.;

2. *deschiderea* sedintei, care cuprinde: a) anuntarea de catre conducatorul sedintei a menirii si obiectivelor sedintei si b) convenirea, împreuna cu participantii, a duratei totale de desfasurare a sedintei si a timpului acordat luarilor de cuvânt;

3. *derularea* sedintei, în care se urmareste: a) sublinierea contributiilor semnificative pentru rezolvarea problemei, b) controlul interventiilor care se dovedesc excesive ca durata sau nepotrivite ca mod de exprimare etc.;

4. *închiderea* sedintei, prin: a) limitarea duratei acesteia (se recomanda 60 – 90 de minute), b) punctarea principalelor decizii luate si a eventualelor puncte de vedere divergente exprimate în vederea transmiterii întocmai în ziua urmatoare, sub forma scrisa, catre participanti;

5. *evaluarea* rezultatelor, efectuata de catre conducatorul sedintei împreuna cu un colectiv restrâns de colaboratori, inclusiv cu persoana care realizeaza procesul verbal.

În sedintele exploratorii care au ca scop realizarea unor predictii sau proiectarea unor alternative de decizie este, de multe ori, recomandabil sa se realizeze consensul participantilor. Tinând cont de faptul ca, personalitatea, pozitia sociala, interesele si “informatiile de fundal” diferite ale participantilor pot conduce la “dominarea” sedintei, sau la formarea de coalitii premeditate sau ad-hoc si, în ultima instanta, la rezultate inadecvate, se recomanda (Targgett, 1996) structurarea sedintelor. Aceasta se poate realiza prin atribuirea de responsabilitati diferite participantilor potrivit cu calificarea fiecaruia.

2.1.2. Tehnici specifice

Câteva tehnici specifice si care prezinta interes pentru lucrarea de fata se prezinta în continuare:

Tehnica grupului nominal, propusa de Delbec si Van der Ven (Lindstone si Turroff, 1975, citati de Turban si Aronson, 1998), este o forma traditionala de sedinta exploratorie. Ea se compune dintr-o secventa de activitati precum: a) redactarea de

idei în mod individual de către fiecare participant, b) afisarea acestor idei pe un suport vizibil pentru toți participanții, c) discutarea în secvență a ideilor afisate, d) acordarea de priorități fiecărei idei, de către fiecare participant în mod individual, e) discutarea în plen a priorităților propuse, f) rearanjarea priorităților în mod independent s.a.m.d.

Brainstorming-ul este o tehnică imaginativă și creativă asemănătoare, având ca scop principal *generarea de idei*, prognoze, sau de alternative de decizie și de criterii de evaluare în ședințe cu durată limitată, plecând de la premisa că “numărul (de păreri exprimate, chiar și fanteziste) face calitatea” (în sensul creșterii probabilității de a obține un rezultat bun). Alte elemente caracteristice ale metodei sunt: a) separarea momentului de expunere a ideii de cel al evaluării ei și b) stimularea formulării de idei noi asociate cu cele deja expuse (Burdus, Caprarescu, 1999).

Ca și în orice altă activitate de grup, bazată pe contactul nemijlocit între participanți, generarea de idei sau de alternative prin metoda brainstorming poate să nu conducă la cele mai bune rezultate în anumite situații. Dintre aceste situații se pot menționa: a) calitatea slabă a coordonatorului grupului, b) subiectul discutat este delicat și aceasta induce rețineri în exprimarea deschisă și completă a punctelor de vedere de către participanți, c) nu se poate realiza cea mai bună compoziție a grupului datorită fie presiunii timpului, fie indisponibilității persoanelor cele mai adecvate, fie costului prea mare al experților cei mai potriviți și d) climatul discuțiilor nu este constructiv.

Metoda **avocatului diavolului** (Schwenk, Thomas 1983, citată de Turton, 1991) urmărește stimularea comportării creative și gestionarea conflictelor și tensiunilor aparute între participanții la procesul decizional în etapa de generare a diferitelor ipoteze considerate în luarea deciziilor.

Metoda constă în aceea că, o persoană sau un grup de persoane pregătește și prezintă

un plan de acțiune pentru rezolvarea unei situații aparute într-un mediu în schimbare. Alta persoana, sau grup de persoane, joacă rolul avocatului diavolului, încercând să evedentieze și să argumenteze neajunsurile planului propus printr-o critică nu neapărat constructivă. Această critică servește, alături de planul inițial, ca bază pentru un plan revizuit.

Metoda interogării dialectice constă în confruntarea de argumente dintre avocații a două planuri de acțiune opuse, care se bazează pe interpretarea diferită a aceluiași set de date inițiale.

2.1.3. Asistarea informatică a ședințelor

Se pot identifica trei direcții principale de asistare informatică a ședinței: a) organizarea documentelor pregătitoare și constatorii, b) simularea întâlnirii prin transmiterea de imagini și sunet și c) extinderea cu funcții noi, specifice.

Dertouzos (1997) evocă iminenta unor instrumente informatice (“Authoring Tools for Meeting”) care permit hiperorganizarea documentelor folosite în desfășurarea ședințelor împreună cu imagini video și înregistrări vocale, asociată cu mijloace eficiente de regăsire și sintetizare.

Teleconferințele și videoconferințele sunt acceptate de câțiva ani ca mijloace eficiente pentru transmiterea și clarificarea unor sarcini. Ele s-au dovedit folosite în activități de co-proiectare (“co-design”), sau în informarea periodică și monitorizarea desfășurării unor activități și lucrări desfășurate în locuri diferite din punct de vedere geografic și separate uneori de mari distanțe. Câștigurile din punct de vedere al operativității au fost semnificative, deși se observă că, în continuare, întâlnirile față-în-față pentru luarea unor decizii rămân încă mult folosite datorită multiplelor cai de comunicare interumană pe care le permite contactul direct. În acest sens, se constată că speranțele puse în teleconferințe pentru reducerea costului deplasărilor s-au dovedit un “eșec monumental” (Hammer, Champy, 1993).

Mai de curând, au fost lansate pe piața instrumente informatice cu funcții mai complexe decât “surogatul de teleportare” realizat de teleconferințe. Este vorba de sedințele sau întâlnirile electronice (electronic meetings) (Markowitz, 1997; Rousseau, 1998).

2.2. Metoda anchetei Delphi

Metoda anchetei Delphi, care împrumută numele localității în care își avea sediul Pythia, renumitul oracol al antichității grecești, a fost dezvoltată la firma RAND Corporation, cu scopul de a coordona grupurile de experți care pregăteau luarea unor decizii.

Ancheta Delphi servește în principal la realizarea de prognoze și predicții necesare în deciziile de planificare și programare a afacerilor, a produselor și proceselor de producție. Metoda urmărește realizarea consensului între experți cu evitarea neajunsurilor implicate de întâlnirile față-în-față, evocate în subcapitolul anterior.

Ideile de bază ale metodei sunt: a) realizarea unei *interacțiuni mijlocite* (prin intermediul unui moderator, sau coordonator al grupului) între participanți, care *nu trebuie să știe* direct de implicarea sau de parerile celorlalți și b) desfasurarea procesului în *iterații* succesive, declanșate de către *intervensiunile* moderatorului, care filtrează și mediază punctele de vedere exprimate.

Etapile procesului sunt (Targett, 1996):

1. Moderatorul pregătește și transmite fiecărui participant un “pachet informațional” cât mai concis, care conține datele inițiale, formularele și metodologia de completare.
2. După un interval scurt de timp, moderatorul verifică dacă toți participanții au înțeles sarcina și elucidează eventualele neclarități.
3. Participanții completează, în mod independent unul de altul, formularele primite și le transmit moderatorului într-un timp cât mai scurt.
4. Moderatorul realizează o mediere a parerilor exprimate indicând și abaterile de

la medie. În cazul constatării unor abateri evidente intenționate cu scopul alterării rezultatului global, acestea sunt filtrate de către coordonator.

5. Participanții primesc reacția moderatorului cu rugămintea de a-și reconsidera eventual punctul de vedere în funcție de informația suplimentară primită. Atunci când un participant persistă în a nu-și revizui punctul de vedere în funcție de informațiile suplimentare primite, el trebuie să transmită moderatorului argumentele care susțin această atitudine.

6. Pași 3, 4 și 5 se repetă până când participanții nu mai fac modificări și se realizează, cu o toleranță admisă, așa numitul “consens Delphi”. În cazul în care, într-un număr limitat de iterații, nu se realizează consensul, moderatorul stabilește o medie a parerilor exprimate. Atunci când persistă diferențe mari, se apelează la o altă metodă, de exemplu cea a formulării de scenarii (a se vedea subcapitolul 3.2.3.). Metoda anchetei Delphi prezintă avantaje importante. În primul rând, rezultatul reflectă suficient de corect părerea grupului în ansamblul său. Deoarece participanții nu au cunoștința unul de altul, ei nu mai sunt inhibați de numele sau de poziția ierarhică a unor personalități cu tendințe dominante din grup. În plus, exprimarea sub acoperirea anonimatului ca și caracterul iterativ al procesului, care permite reconsiderări și ajustări conștiente, atenuează eventualele retineri privind exprimarea unor puncte de vedere aparent deviate. Timpul lăsat la dispoziție pentru exprimarea unei păreri, sau pentru reconsiderarea propriului punct de vedere pe baza informațiilor suplimentare, deși scurt, este suficient pentru evitarea unor judecăți pripite. În fine, comunicarea poate fi realizată prin mijloace electronice, aceasta permițând realizarea unei cât mai bune compoziții a grupului prin antrenarea persoanelor cele mai potrivite, indiferent de locul geografic în care se afla acestea, evident în limita unui buget permis.

Metoda poate prezenta neajunsuri sau condiționari. În primul rând, atingerea con-

sensului Delphi cere timp si, în al doilea rând, costurile nu sunt neglijabile. În plus, metoda depinde foarte mult de calitatea coordonatorului. În fine, grupuri cu compozitii diferite pot ajunge la rezultate diferite.

2.3. Formularea de scenarii

Elaborarea deciziilor folosind scenariile se bazeaza pe o filosofie distincta a procesului decizional si anume aceea ca, în deciziile strategice, pentru a nu fi vulnerabil la aparitia unor evenimente neprevazute, sunt necesare: a) considerarea *explicita a mai multor* evolutii posibile ale "starii naturii" si b) proiectarea în consecinta a unui numar de alternative de actiune corespunzatoare.

Un *scenariu* se poate defini, în contextul proceselor decizionale, ca o forma de descriere sub forma narativa a modului de aparitie în viitor a unor evenimente care sunt relevante pentru decizia, sau deciziile, care urmeaza a fi luate. *Planificarea bazata pe scenarii* considera în mod obligatoriu mai multe scenarii:

Folosirea scenariilor în procesul decizional este recomandata în câteva situatii specifice. În primul rând, ea este indicata, atunci când decizia vizeaza un orizont de timp mai lung, care poate varia de la decade, la mii de ani. În acest sens, Kirkwood (1997) prezinta scenariile considerate pentru luarea masurilor adecvate pentru depozitarea deseurilor radioactive astfel încât sa se previna accesul neautorizat la acestea peste zece mii de ani (sic). Un mediu volatil, care prezinta multe incertitudini de natura diversa (economica, politica, sociala), necesita folosirea metodei scenariilor pentru deciziile strategice de tipul realizarii de fuziuni între firme, sau efectuarii de investitii majore. Baraba (1998) descrie folosirea metodei la planificarea noilor generatii de automobile ale firmei General Motors plecând de la patru scenarii posibile de evolutie a societatii, economiei, relatiilor internationale si tehnologiei. În primul scenariu, se presupune ca, tehnologia devine parte constituenta a

proceselor democratice, predomina serviciile, creste grija fata de mediu si se dezvoltă structuri integrate de transport si informatice într-o societate cultural-informatiionala. Decizia care se ia în consecinta este de a produce automobile inteligente. Într-un alt scenariu, se presupune amplificarea diviziunii sociale, dezvoltarea terorismului si a izolationismului economic si al comunitatilor umane. În consecinta, decizia este de a produce pe de o parte, camioane blindate pentru transportul de marfuri si, pe de alta parte, mici automobile pentru transportul persoanelor în interiorul localitatilor. Celelalte doua scenarii vizeaza substituirea transportului fizic de persoane (dar nu si de marfuri) prin calatoriile virtuale prin "retea" si, respectiv, "mobilitatea pentru mase", când lumea a treia se ridica la nivelul tarilor dezvoltate si se sterg diferentele astfel încât calatoriile se extind ca numar de participanti si ca distante strabătute.

Un alt motiv pentru folosirea scenariilor este constatarea (Wack, 1985) ca, cei care iau deciziile înțeleg mai lesne si sunt mai usor de convinsi atunci când li se face o prezentare narativa alaturi (sau în locul) uneia exprimate în termenii seci ai cifrelor, rânduite în tabele, ca rezultat al unor metode matematice cu care decidentul nu este, uneori, prea familiarizat. În acest sens, experienta prevenirii socului pretului petrolului la compania Dutch Shell la începutul anilor '70 (Wack, 1985) este ilustrativa. Etapele principale ale elaborarii scenariilor sunt (Shoemaker, 1995, citat de Kirkwood, 1997):

1. *Identificarea variabilelor esentiale* ("cheie") ale procesului decizional si a intervalului de timp în care fiecare variabila este importanta.
2. *Definirea actantilor* celor mai importanti care pot fi implicati în procesul decizional (de exemplu administratia publica, firme, consumatori, syndicate etc.) si a rolului, interesului si a puterii de influenta ale acestora.
3. *Estimarea tendintelor* si evolutiilor de natura tehnologica, legislativa, politica, e-

conomica, sau sociala care pot avea impact asupra procesului decizional. Deoarece aceste tendinte si evolutii sunt, uneori, la prima vedere, fara legatura cu decizia care urmeaza a fi luata, ele sunt greu de imaginat si estimat. Solutia depasirii acestei situatii consta în diversificarea componentei grupului care elaboreaza scenariile.

4. *Identificarea surselor de incertitudine* si a variabilelor principale necontrolabile si impredictibile care pot avea un impact pozitiv sau negativ asupra deciziei. Aceasta etapa este critica în procesul de elaborare a scenariilor deoarece omul este, în general, tentat sa considere numai o multime restrânsa de posibilitati si incertitudini si sa excluda altele care se pot dovedi cu timpul foarte importante.

5. *Elaborarea a doua scenarii preliminare*, diametral opuse: primul contine situatia cea mai favorabila, în timp ce al doilea, pe cea mai ne favorabila.

6. *Evaluarea consistentei* si plauzibilitatii celor doua scenarii extreme elaborate în etapa anterioara si formularea altor doua scenarii intermediare plauzibile si consistente prin rearanjarea elementelor componente ale scenariului.

7. *Evaluarea comportarii* posibile a actantilor principali (identificati în etapa 2) în cadrul fiecarui scenariu si a modului în care aceasta comportare poate modifica scenariul.

8. *Elaborarea*, în functie de rezultatele etapei anterioare, a doua, trei, sau maximum patru noi scenarii distincte care sunt suficient de acoperitoare pentru o gama larga de situatii viitoare, fara a avea pretentia preciziei unor predictii.

Metoda elaborarii scenariilor poate fi utila în mai multe etape ale procesului decizional. În primul rând, în etapa de culegere a datelor, scenariul poate servi ca tehnica de prognoza aproximativa a unui "fascicol" de evolutii posibile ale starii naturii. În etapa de proiectare a alternativelor, pe baza unui set initial de alternative principale, dintre care, unele sunt mai bune în cazul unui scenariu si mai proaste în cazul altora, se pot realiza combinatii de alternative care

sunt acceptabile într-un numar sporit de scenarii. Desigur, scenariile elaborate au mare utilitate în etapa de evaluare si de selectare a alternativei (sau a fascicolului de alternative) care este recomandata decidentului.

2.4. Rolul expertilor

Metodele prezentate succint în subcapitolele 2.1., 2.2. si 2.3. sunt metode *calitative*, bazate pe judecata umana. Desi nu este exclusa folosirea unor "numere" rezultate din calcule, sau a unor tehnici de facilitare a procesului de elaborare a deciziilor (care vor fi trecute în revista în subcapitolul 3.3.), metodele evocate se bazeaza în primul rând pe cunostintele din domeniu ale participantilor si pe judecata lor mai degraba decât pe procedura în sine, care serveste în principal la ordonarea sau structurarea procesului. În consecinta, calitatea rezultatului depinde de selectia componentei grupului, în care prezenta unor experti este, de multe ori, necesara. Implicarea unor persoane incompetente în rezolvarea unor probleme de decizie prin metode calitative este aseuita de Targett (1996) cu alimentarea unor programe de calcul cu date improprii, sau masluite.

Un *expert* într-un anumit domeniu este acea persoana care posedea cunostinte, pe baza carora poate rezolva rapid probleme din acel domeniu, într-o masura mult mai mare decât se pot gasi în surse documentare. Se afirma (Augustine, 1979, citat de Turban, 1998) ca, un expert este de trei ori mai productiv în rezolvarea unei anumite probleme decât o persoana cu calificare medie si de o suta de ori mai eficient decât un începator. Alte calitati ale expertului sunt (Turban, 1998): a) capacitatea de a sesiza existenta unor probleme reale si importante, b) usurinta de a discerne informatiile relevante de cele nerelevante si de a simplifica situatii, care, pentru altii par încâlcite sau chiar guvernate de haos, c) capacitatea de a învăta din experientele anterioare, d) încrederea în propriile recomandari si simtul de raspundere fata de emiterea acestor recomandari,

asociate cu constientizarea propriilor limite, e) capacitatea de comunicare si demonstrare a afirmatiilor, f) flexibilitatea si adaptabilitatea fata de situatii noi pe care nu le-a mai întâlnit, g) toleranta buna a lucrului în conditii de stres, h) tinerea la zi a cunostintelor legate de domeniu, inclusiv a celor mai recente rezultate. În ultima instantă, aceste caracteristici confera o buna reputatie expertului si o mare credibilitate recomandarilor facute de acesta. Într-un articol ulterior se va prezenta modul în care sistemele bazate pe cunostinte ("sistemele expert") sunt concepute si folosite în procesele decizionale.

3. Metode si tehnici de facilitare a deciziilor bazate pe judecata

În capitolul anterior au fost prezentate câteva metode bazate pe judecata umana care se folosesc în unele etape ale procesului decizional. În continuare se vor descrie câteva metode si tehnici care servesc la asistarea metodelor descrise mai înainte, fara a le afecta însa esenta.

3.1. Prezentarea eficace a datelor numerice

Recunoasterea unei situatii decizionale, sau proiectarea, evaluarea si selectarea unei alternative pot necesita, chiar si în cazul metodelor calitative bazate pe judecata umana, prezentarea si analiza unor date numerice sau de alta natura. Dupa cum arata Sprague si Carlson (1982), "orice activitate care face parte din procesul decizional se desfasoara în contextul unei anume conceptualizari a datelor sau informatiilor folosite în acea activitate. Conceptualizarea poate fi pur mentala sau poate îmbraca forma unei *reprezentari* pe un anumit mediu, ca de exemplu: liste cu nume de produse sau clienti, tabele sau grafice cu date numerice, diagrame, harti sau chiar ecuatii matematice". Aceste forme de reprezentare pe un mediu fizic (traditional), sau electronic prezinta avantaje legate de: a) comunicarea neambigua cu ceilalti participanti la procesul decizional si b) arhivarea corecta si conforma cu

continutul informational al unor mesaje, opinii, sau idei expuse într-o anumita etapa a procesului decizional.

Pentru ca activitatile de reprezentare si de analiza sa se faca de o maniera care sa faciliteze procesul decizional, Targett (1996) face urmatoarele recomandari în contextul datelor numerice:

1. Eliminarea datelor care nu sunt relevante pentru scopul propus (recunoasterea situatiei decizionale, evaluarea alternativei etc).

2. Reprezentarea datelor numerice într-o forma potrivita cu modul lor de percepere de catre mintea umana (indiferent de suportul de afisare utilizat electronic sau pe medii traditionale ca: foi de hârtie, planse, folii transparente), folosind urmatoarele reguli izvorâte din studii empirice si din considerente psihologice:

- rotunjirea oricarui numar la primele doua cifre cele mai semnificative;
- ordonarea "pe coloana" (nu pe rând) a acelor date numerice care se intentioneaza a fi comparate;
- minimizarea numarului de linii si spatii albe în interiorul tabelelor cu date numerice si punerea în evidenta a cifrelor sintetizatoare (totaluri, medii), separate de restul tabelului prin inserarea de linii sau de spatii mai mari;
- folosirea de denumiri (etichete) neambigue si inteligibile pentru toata lumea în capul de tabel;
- redactarea unor explicatii si comentarii succinte privind datele numerice prezentate în tabele sau grafice;
- folosirea de reprezentari grafice sugestive (se va reveni în subcapitolul 3.3.2.).

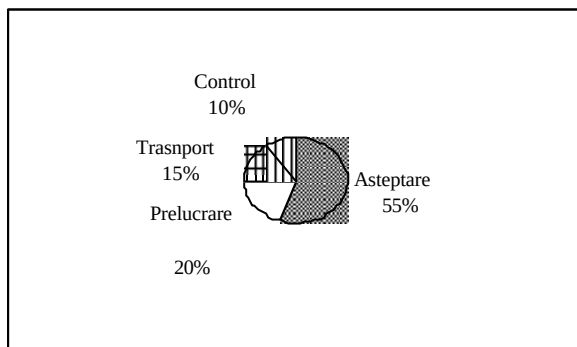
3. Identificarea unor valori numerice simptomatice repetabile (de exemplu atelierele în care neocuparea masinilor cu lucrari este mai mare de x minute, sau coeficientul de rebuturi depaseste $y\%$, sau scaderea vânzarilor la produsul z cu valoarea de w lei) si evidentierea exceptiilor.

4. Compararea valorilor numerice analizate cu cele culese în alte perioade de timp sau în alte locuri si validarea rezultatelor.

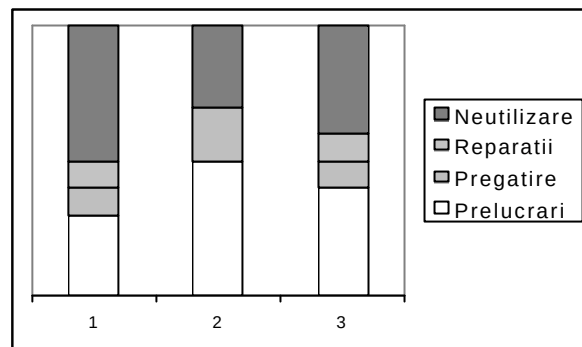
3.2. Reprezentările grafice

Reprezentarea datelor numerice sub forma grafica (din nou independent de suportul de afisare) merita o detaliere suplimentara. Acest mod de reprezentare este, în general, foarte apreciat si eficace deoarece permite o comunicare rapida si perceptii sinoptice ale unei situatii sau ale implicatiilor unor

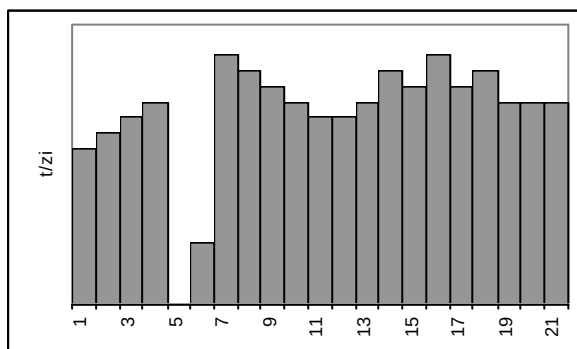
alternative. El este, în acelasi timp, usor de interpretat si de memorat. Totusi reprezentările grafice nu sunt eficace în cazul unor evolutii complicate, care nu permit evidentierea unor pattern-uri complicate. Sprague si McNurlin (1993) fac urmatoarele recomandari privind utilizarea diferitelor tipuri de reprezentari grafice (figura 1).



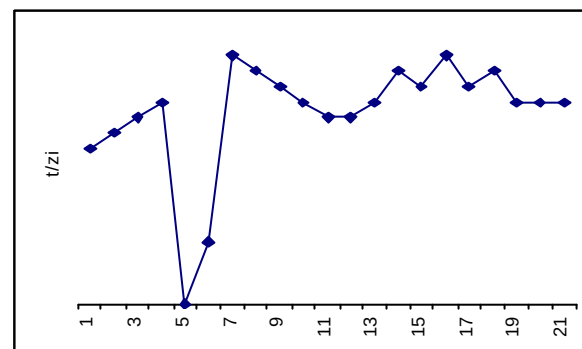
a) Diagrama cu sectoare



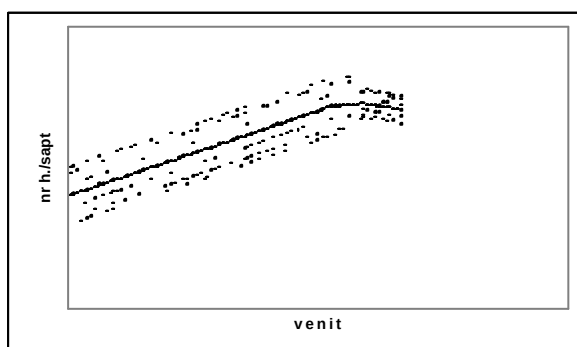
b) Diagrama cu coloane



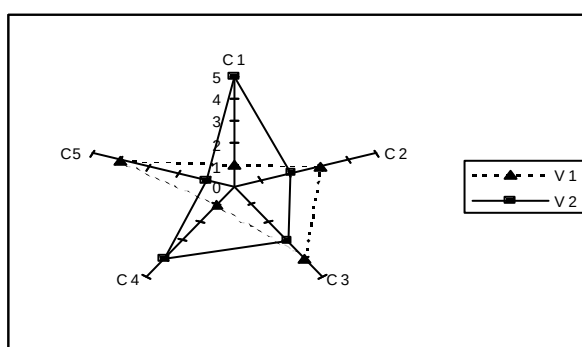
c) Histograma



d) Serie de timp



e) Diagrama de dispersie



f) Diagrama paianjen

Fig. 1. Câteva exemple de reprezentari grafice

• *diagramele de tip coloana* ("column chart") sau de tip *sector de cerc* ("pie chart") sunt utile pentru a indica totalurile si valorile elementelor componente. Diagramele de tip *bara orizontala* sunt utile pentru a reprezenta scorurile obtinute de

diferite alternative comparate fata de un singur criteriu de evaluare. Coloanele sau barele verticale pot fi în trei dimensiuni. Dupa unii autori (Mertens et al., 1996) este preferabila unei a treia dimensiuni, o reprezentare separata pe axa absciselor;

- *diagramele de dispersie* (“scatter diagrams”) sunt recomandate pentru a sugera relatia de dependenta între doua variabile;
- *histogramele* si *diagramele de serie de timp* (“time series charts”), sau *diagrama linie* (“line charts”, se pot folosi pentru a ilustra evolutia dinamica a unei variabile. Se recomanda (Mertens et al., 1996) ca, atunci când numărul de coloane este mai mare decât 16, sa se înlocuiasca histograma compusa dintr-o succesiune de coloane printr-o diagrama linie (figura 1 c si d);
- *hartile bi si tridimensionale* permit evidentierea unor relatii de dependenta spatiala;
- *diagramele de secventa* (“flowcharts”) si de tip Gantt ilustreaza ordinea de aparitie a unor evenimente si desfasurarea în paralel a unor activitati;
- *organigramele* evidentiaza relatiile ierarhice între diferite entitati;
- *diagramele de tip “paianjen”* (“spider”), sau “radar”, permit compararea unor alternative de-a lungul mai multor axe, care reprezinta criteriile de evaluare.

Un rol important în reprezentările grafice pe medii traditionale sau electronice îl joaca modul de colorare (Power, 2000). Culoarea poarta anumite mesaje, de exemplu “rosu” indica o situatie care necesita atentie sau chiar o alarma, “albastru” sugereaza încredere, sau o situatie buna, iar verde, ceva clar. În plus, culoarea permite pur si simplu distingerea mai lesnicioasa a unor contururi pentru cei care au dificultati de vedere sau se afla la distanta de reprezentarea grafica. În cazul reprezentărilor pe ecran cu tub catodic se recomanda folosirea culorilor pastelate.

3.3. Diagrame de influenta

Reprezentările grafice descrise în subcapitolul 3.2. au un caracter general, iar folosirea lor nu se limiteaza numai la analizele efectuate în procesele decizionale. Pe lângă acestea, mai pot fi mentionate o serie de alte modalitati de reprezentare si comunicare a ideilor specifice unor discipline. O lista chiar incompleta ar putea

cuprinde: graficele PERT (în planificarea activitatilor), rețelele semantice (în reprezentarea cunostintelor), diagramele entitati - relatie (în structurarea datelor), diagramele de flux de date (în proiectarea programelor informatice), arborii de defect (în analiza fiabilitatii), diagramele dinamicii sistemelor sau dinamica industrială (în analiza economica a sistemelor de productie), rețelele Petri si GRAI, diagramele IDEF, PERA si CIMOSA (în modelarea sistemelor de fabricatie) (Filip si Barbat, 1999). În analiza deciziilor, un tip specific de reprezentari grafice îl constituie *diagramele de influenta*. (Clemen, 1996; Kirkwood, 1997; Oliver, Smith, 1990; Morgan, Henrion, 1998). Acestea au fost propuse de R. Howard si J. Matheson (1985) de la Universitatea Stanford în scopul reprezentării calitative, intuitive si mai ales compacte a elementelor esentiale ale unei probleme decizionale care prezinta aspecte de incertitudine si a relatiilor dintre aceste elemente.

3.3.1. Notatii

Pentru a reprezenta elementele procesului decizional, diagramele de influenta folosesc un numar restrâns de simboluri grafice (figura 2).

Astfel, dreptunghiurile reprezinta o variabila sau un *nod de decizie*. De obicei, nodurile de decizie se plaseaza în stânga paginii sau a ecranului. Variabilele incerte (care sunt exprimate în termenii distributiilor de probabilitate), denumite si *noduri sansa*, sunt reprezentate prin elipse în notatia produsului Analytica al firmei Lumina (Lumina, 2000 a), sau prin cercuri în alte notatii (Clemen, 1996; Kirkwood, 1997). Variabilele ale caror valori sunt univoc determinate atunci când se cunosc valorile intrarilor (denumite si *noduri deterministe*) sunt reprezentate prin dreptunghiuri cu colturi rotunjite sau prin elipse sau cercuri duble. Variabila obiectiv (de extremizat), sau *nodul valoare*, se reprezinta fie printr-un hexagon, fie printr-un dreptunghi rotunjit dublu si se plaseaza de obicei în partea din dreapta a paginii ecranului.

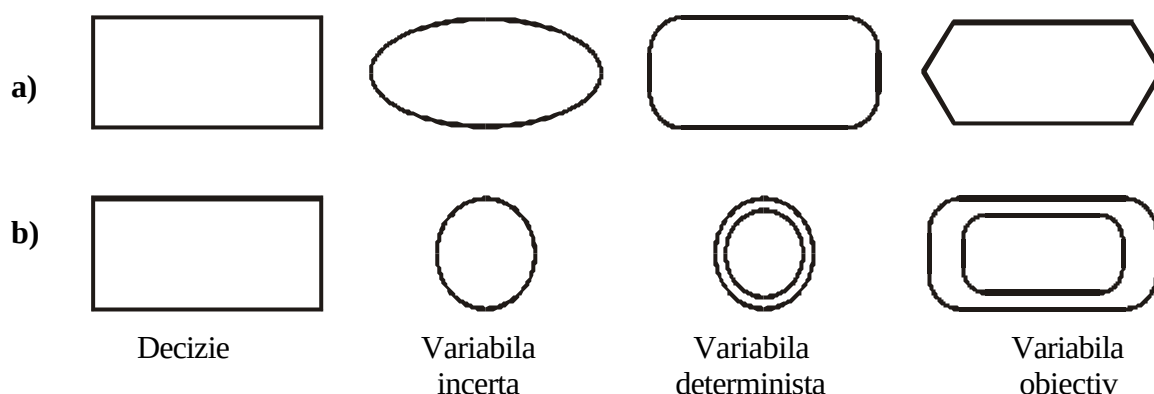


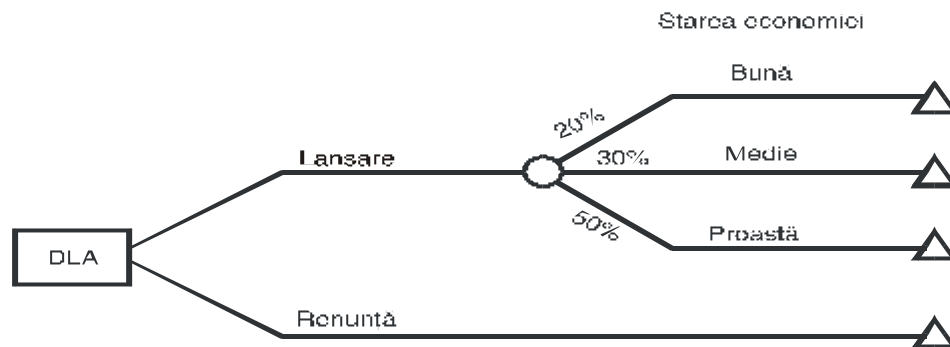
Fig. 2. Reprezentările grafice în: a) notatia analitica si b) notatii alternative

Simbolurile mentionate mai sus sunt interconectate prin sageti, care reprezinta *influențele*. În cazul în care nodurile destinație reprezintă variabile deterministe, sageata indica faptul ca, acestea se calculeaza ca functie de valoarea transmisa de catre nodul (sau nodurile) de origine. În cazul în care nodul destinație reprezintă o variabila incerta, sageata arata ca distributia de probabilitate a acesteia este conditionata de valorile din nodul sursa. O sageata catre un nod de decizie indica o influenta informationala, în sensul ca variabila de decizie din nodul sursa va fi cunoscuta atunci când se va lua decizia respectiva si va afecta decizia corespunzatoare nodului destinație. Absenta sagetilor între anumite noduri implica presupunerea ca variabilele corespunzatoare sunt independente (Morgan, Henrion, 1998).

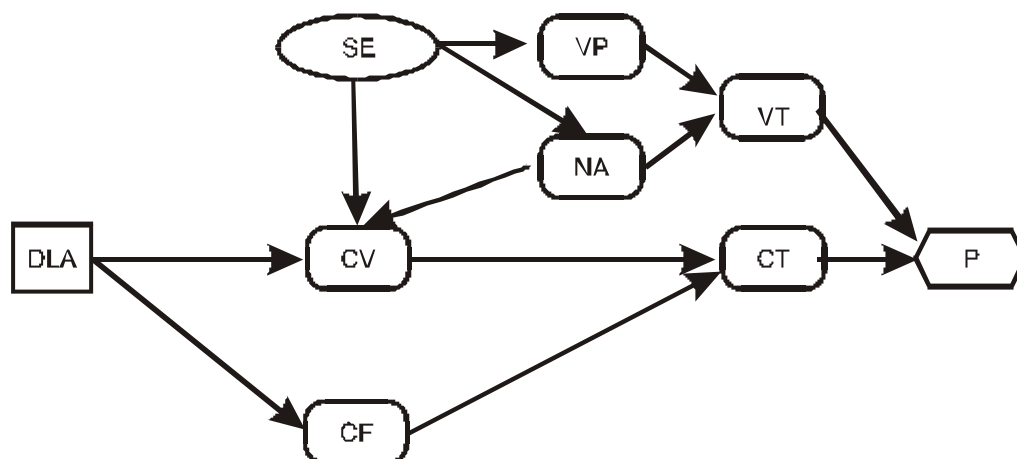
3.3.2. Diagrame de influenta si arbori de decizie

De multe ori diagramele de influenta se descriu în literatura (si coexista în produsele informatice) alaturi de *arborii de decizie* (Targett, 1995; Clemen, 1996; Kirkwood, 1997). Arborii de decizie au ca

scop descrierea în detaliu a cailor posibile în secvențele decizionale. Ei reprezintă un instrument puternic (si bine sustinut de produse informatice) în activitățile de evaluare si selectare unei alternative, folosind anumite calcule si merita o prezentare detaliata. Aceasta prezentare se va face într-un articol ulterior dedicat analizei deciziilor în conditii de incertitudine si imprecizie. La rândul lor diagramele de influenta, desi sunt în aparenta mai puțin complexe si impresionante din punct de vedere tehnic decât arborii de decizie, pot contine mai multa informatie calitativa si pot reprezenta în mod compact situatii pentru care arborii de decizie ar deveni prea complicati si ar necesita sute de noduri si arce (Kirkwood, 1997; Lumina, 2000 a) si, în consecinta, ar fi greu de reprezentat într-un mod inteligibil. În plus, ele stimuleaza capacitatea de analiza si de structurare a problemelor. Dupa cum arata Clemen (1996) în “Ghidul pentru studenti” la cartea sa “Making Hard Decisions”, pe masura trecerii anilor de când preda analiza deciziilor, constata ca în aceasta disciplina, “nivelul matematic necesar este scazut, în timp ce cel al gândirii analitice este înalt”.



a) Arborele de decizie



b) Diagrama de influente

Fig. 3. Lansarea în activitatea de inginerie a deciziilor asistate de calculator**Legenda:**

P%: Probabilitatea;

CF: Costuri fixe;

CT: Costuri totale;

NA: Numarul de aplicatii;

VT: Venituri totale;

DLA: Decizia de lansare în activitate;

CV: Costuri variabile

SE: Situatia economiei;

VP: Valoarea de piata a unei aplicatii;

P: Profit brut realizat

3.3.3. Exemplu

Sa presupunem ca unul dintre cititorii acestui articol ajunge la concluzia ca domeniul ingineriei deciziei asistate de calculator poate prezenta interes pentru demararea unei activitati lucrative. O decizie de angajare în acest domeniu (constând în dezvoltarea de produse proprii, sau în implementarea unor produse achizitionate), sau de renuntare urmareste atingerea unui *obiectiv*. Vom presupune ca obiectivul este obtinerea unui profit cât mai mare (sau evitarea unor eventuale pierderi). Profitul brut se obtine prin scaderea costurilor din venituri. În functie de *starea naturii*, aici starea generala a economiei (o variabila incerta) mai buna, medie sau proasta, cere-

rea, si în consecinta, numarul de aplicatii realizate vor fi mari (de exemplu, 20 de aplicatii pe an), medii (10 aplicatii), mici (2 aplicatii). O afirmatie asemanatoare se poate face în ceea ce priveste pretul care poate fi acceptat de catre clienti pentru fiecare aplicatie. La rândul lor, costurile vor avea o parte fixa pentru acoperirea cheltuielilor curente si a celor de dezvoltare de produse proprii sau de achizitie a unor produse de la terti. Vom presupune pentru moment ca, dezvoltarea produsului nu prezinta incertitudini în ceea ce priveste resursele consumate si timpul necesar pentru activitati de dezvoltare sau adaptare. Cheltuielile variabile legate de marketing, de implementare si de asistenta tehnica

sunt *determinate* de starea economiei direct sau indirect prin intermediul numărului estimat de aplicatii realizate. Arborele de decizie si diagrama de influenta care îl pot ajuta pe decident în structurarea problemei sale decizionale sunt prezentate în figura 3.

3.3.4. Asistarea cu produse informatice

Desigur, diagramele de influenta se pot elabora manual. În prezent, exista însa produse informatice comerciale care faciliteaza aceasta elaborare. Cel mai cunoscut este produsul Analitica al firmei Lumina Decision Inc. (Lumina, 2000 a, b; Bhargava, Shridar, Herrick, 1999). Acest produs comercial reprezinta fructul unei activitati de cercetare-dezvoltare îndelungate în domeniul instrumentelor de modelare, analizei incertitudinii si interfetelor om-masina desfasurate la Universitatea Carnegie Mellon si la firma Lumina Decision Systems si succede unui alt instrument informatic denumit Demos (Henrion, Morgan, 1985). Produsul permite o serie de extinderi ale diagramelor de influenta standard precum:

- realizarea de ierarhii de diagrame modulare, care pot cuprinde sute si mii de variabile;
- posibilitatea de folosire de variabile vectoriale sau sub forma unor matrici multidimensionale cu zeci de dimensiuni;
- utilizarea de biblioteci de functii predefinite sau create de utilizator;
- realizarea de reprezentari dinamice prin sageti de influenta de reactie si timpi de întârziere.

Mai multe detalii pot fi gasite în capitolul 10 al lucrarii lui Morgan, Henrion (1998).

În prezent exista produse informatice care permit: a) obtinerea în mod automatizat de arbori de decizie detalati din diagrame de influenta generale, sau b) reprezentari hibride compuse din arbori de decizie si diagrame de influenta. Exemplele cele mai cunoscute sunt DATA (Decision Analysis by Treeage) al firmei Treeage Software si respectiv DPL (Decision Programming

Language al firmei Applied Decision Analysis (Bhargava, Shridar, Herrick, 1999).

4. Note si comentarii

S-a intentionat ca acest articol sa fie unul cu caracter *pregatitor, ilustrativ* si cunoscând unele informatii cu caracter *preliminar*. Astfel, prin prezentarea modului cum se elaboreaza si se iau deciziile folosind în mod esential judecata umana s-a urmarit crearea unei baze pentru înțelegerea necesitatii unor tehnologii informatice care sa sprijine procesul decizional precum cele care sunt bazate pe analiza datelor, cele care asista lucrul în cooperare asistat de mijloacele de comunicare si cele care emuleaza activitatea expertilor umani. Articolul a ilustrat anumite aspecte privind procesele decizionale de grup. În fine, anumite elemente prezentate în articolul de fata vor fi reluate si dezvoltate ulterior. Este vorba, în primul rând, de problematica deciziilor în conditii de incertitudine, evocata în subcapitolul 3.4. care va fi extinsa într-un articol ulterior.

Considerente legate de economia generala a lucrarii au condus la decizia de a lasa pe seama cititorului sa studieze alte metode importante, utilizabile si în analiza deciziilor, fara însa a fi specifice acesteia, precum:

- *arborii de pertinenta* (Targett, 1996), care au ca scop determinarea importanței deciziilor initiale dintr-o secventa de actiuni care urmaresc atingerea unui obiectiv;
- structurarea problemelor folosind *analiza orientata pe obiecte* (Coad, Yourdon, 1992, 1993; Roumbaugh et al, 1996; Fowler, 1997, Jacobson, Ericsson, Jacobson, 1993). Aceasta este un fel de "lingua franca", prin care se poate realiza o structurare compacta, modulara si efica a unei mari diversitati de probleme prin folosirea unor metode grafice de abstractizare a entitatilor din lumea reala (reprezentate prin clase si obiecte) în vederea proiectarii de sisteme informatice si facilitarii realizarii de programe indiferent de limbajul folosit. Informatii despre UML ("An Unified Modeling Language"), care combina prin-

cipalele abordari în modelarea orientata obiect, se pot gasi la adresa:

<http://www.rational.com/uml>.

Toate metodele expuse în acest articol pot fi utilizate cu sau fara ajutorul calculatorului. Acest lucru este valabil si pentru alte metode folosite în procesul decizional. Dupa cum arata Clemen (1996) în sectiunea "Computers and Decision Analysis" a hiperprefetei la cartea sa "Making Hard Decisions", "conceptele si tehnicile de analiza a deciziilor pot fi de fapt însusite, înțelese si folosite în mod eficace chiar fara a atinge calculatorul". Totusi, folosirea tehnologiilor informatice, ca si în alte domenii, potenteaza si extinde aceste metode crescând eficienta participantilor la procesul decizional si constituie uneori o conditie necesara pentru rezolvarea în timp util a unor probleme complicate.

Cititorului interesat de obtinerea de informatii suplimentare privind diagramele de influenta si de produse demonstrative i se recomanda adresele:

<http://www.lumina.com/software> (pentru produsul Analytica al firmei Lumina) si <http://www2.sis.pitt.edu/genie> (pentru GeNIe, un instrument informatic dezvoltat la Decision Systems Laboratory al Universitatii din Pittsburgh).

Bibliografie

- Augustine, N.R. (1979). Distribution of expertise. **Defense Systems Management**, Spring.
- Barabba, V.P. (1998). Revisiting Plato's cave. În D. Tapscott, A. Lowy, D. Ticol (Eds). **Blue Print to the Digital Economy**, McGraw-Hill, New York, p. 35-62.
- Bhargava, H.K., S. Sridhar, C. Herrick (1999). Beyond spreadsheets: tools for building Decision Support Systems. **Computer**, March, 31-39.
- Burdus, E., Gheorghita Caprarescu (1999). **Fundamentele managementului organizatiei**, Ed. Economica, Bucuresti.
- Clemen, R.T. (1996) **Making Hard Decisions**, Guide for Students. (<http://www.duke.edu/~clemen/guide.htm>).

- Clemen, R.T. (1996). **Making Hard Decisions; An Introduction to Decision Analysis**, Second Edition. Duxbury Press, Belmont, CA.
- Coad, P., E. Yourdon (1992). **Object Oriented Analysis**. Yourdon Press. Prentice Hall Building, Englewood Cliffs, N.J.
- Coad, P., E. Yourdon (1993). **Object Oriented Design**. Yourdon Press. Prentice Hall Building, Englewood Cliffs, N.J.
- Dertouzos, M. (1997). **What it Will Be. How the New World of Information Will Change Our Lives**. Trad. lb.rom.: **Ce va fi; cum vom trai în lumea noua a informatiei**, Editura Tehnica, Bucuresti (2000).
- Filip, F.G., B. Barbat (1999). **Informatica industrială; noi paradigme si aplicatii**, Ed. Tehnica, Bucuresti.
- Fowler, M. (1997). **UML Distilled: Applying the Standard Object Modeling Language**. Addison Wesley Longman Inc., Reading MA.
- Henrion, M., M.G. Morgan (1985). A. computer aid for risk and other policy Analysis. **Risk Analysis**, 5, 195-208.
- Howard, R.A., J. Matheson (1984). **Principles and Applications of Decision Analysis**, 2. Strategic Decisions Group, Menlo Park, California, p.719-762.
- Jacobson, I., M. Ericsson, A. Jacobson (1993). **The object Advantage: Business Process Reengineering with Object Technology** Addison Wesley, Wokingham
- Kirkwood, C.W. (1997). **Strategic Decision Making**. Duxbury Press, London.
- Lindstone, H., M. Turroff (1975). **The Delphi Method: Technology and Applications**. Addison-Wesley, Reading M.A.
- Lumina (2000 a). **Influence Diagrams**. (<http://www.lumina.com/software/influencediagrams.html>).
- Lumina (200 b). **Learn a bout Analytica** <http://www.lumina.com/software/learnaboutanalytica.html>
- Markowitz, Jane (1997). Electronic meeting systems: another tool in the facilitator's beg. **Facilitator**, Spring (<http://www.groupsystems.com/libray-ems-html>).

- Mertens, P., J. Hagedorn, M. Fischer, N. Bissantz, M. Haase (1996). Towards active management information systems. In P. Humphreys, L. Bannon, A. Mclosh, P. Migliaresc, J.Ch. Pomerol (Eds). **Implementing Systems for Supporting Management Decisions; Concepts, Methods and Experiences**. Chapman & Hall, p.30-325.
- Morgan, M.G., M. Henrion (1998). **Uncertainty: a Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative list and Policy Analysis**. Cambridge University Press, New York.
- Nicolescu, O., M. Nastase (2000). Metoda sedintei. În O. Nicolescu (coord.). **Sisteme, metode si tehnici manageriale ale organizatiei**. Editura Economica, Bucuresti, p. 427-444.
- Oliver, R.M., J.Q. Smith, (Eds.) (1990). **Influence Diagrams, Belief Nets, and Decision Analysis**. John Wiley & Sons.
- Power, D. (2000). **Decision Support Systems**. Cedar Falls, IA; DSS Resources, COM, pre-publication, PDF Version, 2000. (<http://dssresources.com/dssbook>).
- Rumbaugh, J., M.Blacha, W. Premerlani, F.Eddy, W. Lorensen (1993). **Object Oriented Modeling and Design**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Rousseau, B. (1998). Better meetings through electronic thinking. Meeting News, April 6 (<http://www.groupsystems.com/libraryemsthink.html>).
- Schoemaker, P.J.H. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. **Sloan Management Review**, 36(2), 25-40.
- Schwenk, C., H. Thomas (1983). Formulating the mess: the role of decision aids in problem formulation. **Omega: the International Journal of Management Science**, 11(3), 225-31.
- Sprague Jr., R.H., Barbara McNurlin (1993). **Information Systems Management in Practice**, 3^d Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Sprague Jr., R.H., E.D. Carlson (1982). **Building Effective Decision Support Systems**. Prentice Hall, Englewood Cliffs N.J.
- Targett, D. (1996). **Analytical Decision Making**. Pitman Publishing, London.
- Turban, E., J.E. Aronson (1998). **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. Fifth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Turton, R. (1991). **Behavior in a Business Context**. Chapman and Hall, University and Professional Division, London.
- Wack, P. (1985). Scenarios: uncharted waters ahead. **Harvard Business Review**, Sept/Oct, 73-89.