

**Academia Română
Secția Știința și Tehnologia Informației
Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială**

Referat II

**Sistem pentru asistarea deciziilor bazat pe descoperirea
cunoștințelor din date: arhitectura generală**

Coordonator științific:

Acad. Florin FILIP

Doctorand:

Cornel LEPĂDATU

**București
2012**

CUPRINS

I. INTRODUCERE	2
II. MEDIUL DECIZIONAL	5
II.1. Situații și probleme decizionale	5
II.2. Tipologia deciziilor și roluri decizionale	8
II.3. Procesul decizional	12
II.4. Asistenții decizionali	16
II.5. Asistarea deciziilor în medii informatizate	18
III. INFORMATICA DECIZIONALĂ	20
III.1. Definirea sistemelor de asistare a deciziilor	20
III.2. Caracteristici	23
III.3. Funcțiuni	25
III.4. Tipologii	28
III.5. Evaluări	30
IV. TEHNOLOGIA SISTEMELOR	35
IV.1. Procesul de construire	35
IV.2. Depozitarea datelor	37
IV.3. Prelucrarea analitică on-line	39
IV.4. Modelarea multidimensională a datelor	41
IV.5. Descoperirea cunoștințelor din date	49
V. ARHITECTURA GENERALĂ	55
V.1. Arhitectura generică	55
V.2. Subsistemul elementelor de cunoaștere	57
V.3. Subsistemul de comunicare	60
V.4. Subsistemul de tratare a problemei	61
V.5. Variante ale arhitecturii generice	62
VI. CONCLUZII	73
BIBLIOGRAFIE	77
LISTĂ DE FIGURI	80

I. INTRODUCERE

Pe măsura dezvoltării societății omenești, dezvoltarea managementului s-a impus ca un proces de orientare a activităților umane în vederea atingerii obiectivelor dorite.

Multă vreme managementul a fost considerat o adevărată artă având la bază creativitate, judecată, intuiție, experiență și cunoștințe dobândite mai mult prin încercări și erori decât prin metode cantitative susținute de o abordare științifică.

Mediul economic, social și politic în care se iau în prezent deciziile manageriale se caracterizează printr-o dinamică pronunțată și continuă în care tehnologiile avansate devin un determinant major al stilului de viață uman.

Pentru managerii actuali numărul căilor de acțiune posibile poate fi foarte mare, gradul de incertitudine poate face foarte dificilă previziunea consecințelor luării unei decizii, efectele unor erori în luarea deciziei ar putea fi dezastruoase datorită complexității operațiilor și reacțiilor în lanț pe care aceste erori pot să le cauzeze.

Conceptul de sistem suport pentru decizii desemnează o clasă de sisteme informatice, cu caracteristici antropocentrice, adaptive și evolutive, care integrează o serie de tehnologii informatice și de comunicații, de uz general și specifice și care interacționează cu celelalte părți ale sistemului informatic global al unei organizații. Menirea unui sistem suport pentru decizii este de a atenua efectul limitelor și restricțiilor decidentului intelectual într-un număr semnificativ de activități pentru rezolvarea unei palete largi de probleme decizionale nebanale pe baza implementării computerizate a unora dintre funcțiile de suport ale deciziilor care ar fi fost realizate altfel de către o echipă decizională ierarhică.

Un proces decizional este constituit dintr-o serie de activități decizionale, el începe cu conștientizarea unei situații decizionale, continuă cu proiectarea căilor de acțiune și alegerea uneia dintre ele și se încheie cu adoptarea deciziei, lansarea ei spre execuție și evaluarea rezultatelor acțiunii.

În desfășurarea proceselor decizionale poziția centrală este ocupată de intuiția și judecata umană dar metodele în care caracterul calitativ predomină necesită și efectuarea unei analize a datelor. Principalele tehnologii informatice menite să susțină activitățile decizionale care presupun analiza datelor sunt: depozitarea datelor, prelucrarea analitică on-line precum și mineritul datelor și descoperirea cunoștințelor.

Conceptul de depozit de date desemnează o colecție de date orientate pe subiecte, integrate, istorice și nevolatile destinată sprijinirii procesului de luare a deciziilor manageriale.

Depozitarea datelor este un proces care constă, mai întâi, dintr-o fază de construire (prin integrare, curățire și consolidare a unor colecții de date) și apoi, dintr-o fază de utilizare (prin tehnologii integrate de asistare a deciziilor) a unui depozit de date, oferind factorilor

decizionali ai unei organizații, arhitecturi și instrumente pentru a organiza sistematic, a înțelege și, mai ales, pentru a utiliza datele în luarea deciziilor.

Prelucrarea analitică on-line desemnează o categorie de instrumente software care permit analiștilor și managerilor să înțeleagă esența datelor printr-un acces rapid, consistent și interactiv la o mare varietate de vederi posibile ale informațiilor, care au fost obținute prin transformarea datelor primare, astfel încât să reflecte dimensiunile reale ale organizației așa cum o percepe și o înțelege utilizatorul.

Esențial este faptul că este nevoie de a reprezenta în mod explicit caracteristici importante ale informațiilor, care nu mai sunt legate de reprezentarea abstractă a conceptelor lumii reale ci, mai degrabă, de obiectivul factorilor de decizie și anume susținerea proceselor de analiză a datelor orientate către luarea deciziilor.

Există cel puțin două noțiuni specifice pe care orice model conceptual pentru baze de date multidimensionale trebuie să le includă într-o anumită formă și anume faptul și dimensiunea. Faptul este o entitate, a unei aplicații, care face obiectul unei analize orientată către decizie, reprezentabilă prin intermediul cubului de date, iar dimensiunea corespunde perspectivei din care faptele pot fi analizate în mod concludent. Aspectele specifice și măsurabile ale unui fapt, relevante pentru analiză, sunt numite măsuri.

Mineritul datelor și descoperirea cunoștințelor este un ansamblu de metode și algoritmi destinat explorării și analizei unor (adesea) mari volume de date în vederea deducerii, din aceste date, a unor reguli, a unor asocieri, a unor tendințe necunoscute (nefixate a priori), a unor structuri specifice care să restituie în mod concis esența informației utile pentru asistarea deciziilor.

Procesul de construire al unui sistem suport pentru decizii specific de aplicație se compune din o serie de activități care încep cu generarea ideii de introducere a sistemului în organizație și se termină cu obținerea unei versiuni relativ stabile, utilizabile în mod curent, a sistemului. Etapele corespund ciclului de viață al oricărui sistem informatic, evoluția și perfecționarea sistemului continuând și după începerea folosirii acestuia în mod curent.

Dezvoltarea ideilor privitoare la extinderile posibile ale sistemelor de gestiune a bazelor de date pentru a integra cunoștințe descriptive (date) și cunoștințe procedurale (modele), la modelul bazat pe cunoaștere al activităților decizionale, la sistemul uman suport pentru decizii sau la funcțiunile unui procesor pentru probleme decizionale au permis conturarea unui cadru conceptual generic sau arhitectură generică care să acopere majoritatea soluțiilor arhitecturale, identificabile în sisteme suport pentru decizii specifice, indiferent de domeniul de aplicație, de abordarea constructivă și de tehnologia informatică folosită.

Prin prisma arhitecturii generice, orice sistem suport pentru decizii se compune din patru componente esențiale: un sistem de limbaj, format din mesaje pe care sistemul le poate accepta; un sistem de prezentare, format din mesaje pe care sistemul le poate emite; un sistem al elementelor de cunoaștere, constând din cunoștințe deținute de sistem și în fine un sistem

de tratare a problemei, constând din module software prin care elementele de cunoaștere sunt prelucrate ca urmare a interpretării mesajelor de intrare.

Aceste componente determină capacitățile și comportamentul oricărui sistem suport pentru decizii, amploarea și caracteristicile celor patru subsisteme și soluțiile de transpunere informatică adoptate putând diferenția între ele sistemele de aplicație.

Primele trei componente sunt sisteme de reprezentare și prin ele însele nu pot face nimic, nici individual nici în tandem, fiind neînsuflețite. Fiecare dintre ele este utilizat de cel de al patrulea, sistemul de tratare al problemei, componenta activă sau motorul software al sistemului suport pentru decizii, componenta care încearcă să recunoască și să rezolve probleme pe durata luării unei decizii.

Arhitectura generică permite evidențierea diferențierilor dintre categoriile distincte de sisteme suport pentru decizii, arhitecturile personalizate păstrând caracteristicile sugerate de modelul conceptual generic dar fiind orientate către o anumită tehnologie (sau tehnologii) de reprezentare și prelucrare de cunoștințe.

În funcție de tehnologia dominantă, sistemele suport pentru decizii pot fi: orientate către texte, orientate către hipertext, orientate către baze de date, orientate către foi electronice de calcul, orientate către solvere, orientate către reguli.

Dacă factorul decizional are nevoie de capacitățile de prelucrare oferite de mai multe tehnologii de management al cunoștințelor există două opțiuni de bază: utilizarea mai multor sisteme suport pentru decizii, fiecare orientat către o anumită tehnologie sau utilizarea unui singur sistem suport pentru decizii, dar care integrează mai multe tehnologii.

Un caz special de integrare, deosebit de important prin implicațiile sale, îl reprezintă combinația dintre o tehnologie de management a solverelor flexibile și o tehnologie de management a bazelor de date. Cu toate că această arhitectură acoperă doar o parte din posibilitățile identificate de arhitectura generică ea este adesea citată, în cărți și articole de specialitate, ca fiind arhitectura sistemelor suport pentru decizii.

Foarte utilizată în prezent de către marile companii este o variantă a acestei combinații respectiv integrarea depozitării datelor cu solvere analitice (prelucrare analitică on-line) și solvere data mining (mineritul datelor și descoperirea cunoștințelor).

Succesul unui proiect, din orice domeniu de activitate al organizațiilor contemporane, este de multe ori compromis de propensiunea generală de a elabora soluțiile înainte de a identifica și formula problemele.

II. MEDIUL DECIZIONAL

II.1. Situații și probleme decizionale

Pe măsura dezvoltării societății omenești, dezvoltarea managementului s-a impus ca un proces de orientare a activităților umane în vederea atingerii obiectivelor acestora.

Pentru o bună perioadă de timp, managerii au considerat luarea deciziilor drept o artă, învățând din încercări și erori. Managementul a fost considerat artă pentru că în rezolvarea unor probleme de același tip au fost folosite o varietate de stiluri individuale bazate în primul rând pe creativitate, judecată, intuiție și experiență și mai puțin pe metode cantitative fundamentate de o abordare științifică.

Cadrul în care se desfășoară managementul zilelor noastre este într-o continuă schimbare, trăind într-o epocă a microelectronicii și a informației unde tehnologiile avansate devin un determinant major al stilului de viață uman. Mediul economic, social și politic în care se iau în prezent deciziile manageriale se caracterizează printr-o dinamică pronunțată și continuă.

Managerii actuali se confruntă, printre altele, cu trei probleme majore:

- numărul căilor de acțiune posibile este foarte mare;
- consecințele pe viitor ale deciziilor luate sunt foarte dificil de prezis datorită gradului de incertitudine;
- efectele erorilor în luarea deciziilor pot fi dezastruoase datorită complexității operațiilor și reacției în lanț pe care o eroare poate să o cauzeze în diverse sectoare ale nivelelor microeconomic și macroeconomic.

Managementul este definit ca fiind „aplicarea metodei științifice în analiza și soluționarea problemelor de decizie managerială” și având următoarele caracteristici principale:

- abordarea sistemică a situațiilor decizionale;
- focalizarea pe adoptarea deciziilor manageriale;
- adoptarea deciziilor prin metode științifice;
- folosirea modelelor matematice formale;
- utilizarea cunoștințelor și metodelor din diverse discipline;
- utilizarea pe scară largă a tehnologiilor informației și comunicațiilor.

Abordarea sau gândirea sistemică folosește conceptele din teoria generală a sistemelor. Noțiunea teoretică de sistem este menită să descrie fenomenologia cauzală din trecut către viitor. Un *sistem* este un concept matematic complex, reprezentat ca un octuplu $\Sigma = (T, X, U, \Omega, Y, \Gamma, \varphi, \eta)$ și definit prin următoarele axiome:

- Există date:

- mușimile: T de timp, X de stare, U a valorilor de intrare și Y a valorilor de ieșire
- clasele: $\Omega = \{\omega : T \rightarrow U\}$ a funcțiilor de intrare și $\Gamma = \{\gamma : T \rightarrow Y\}$ a funcțiilor de ieșire
- T este o submulțime ordonată (natural) a numerelor reale (direcționarea timpului).
- Spațiul de intrare Ω satisface următoarele condiții:
 - $\Omega \neq \emptyset$ (netrivialitate);
 - un *segment de intrare* $\omega_{(t_1, t_2]}$ este o funcție $\omega \in \Omega$ restrânsă la $(t_1, t_2] \cap T$; dacă $(\forall) \omega, \omega' \in \Omega$ și $(\forall) t_1 < t_2 < t_3$, atunci $(\exists) \omega'' \in \Omega$ astfel încât $\omega''_{(t_1, t_2]} = \omega_{(t_1, t_2]}$ și $\omega''_{(t_2, t_3]} = \omega'_{(t_2, t_3]}$ (concatenarea intrărilor).
- Există dată o *funcție de tranziție a stărilor* $\varphi : T \times T \times X \times \Omega \rightarrow X$ a cărei valoare este starea $x(t) = \varphi(t; \tau, x, \omega)$ rezultată la timpul $t \in T$ din starea inițială $x = x(\tau) \in X$ și timpul inițial $\tau \in T$ sub acțiunea intrării $\omega \in \Omega$, φ are următoarele proprietăți:
 - φ este definită pentru toate valorile $t \geq \tau$, dar nu în mod necesar pentru toate valorile $t < \tau$ (direcționarea timpului);
 - $\varphi(t; t, x, \omega) = x$ $(\forall) t \in T, (\forall) x \in X$ și $(\forall) \omega \in \Omega$ (consistență);
 - $(\forall) t_1 < t_2 < t_3, \varphi(t_3; t_1, x, \omega) = \varphi(t_3; t_2, \varphi(t_2; t_1, x, \omega), \omega)$ $(\forall) x \in X$ și $(\forall) \omega \in \Omega$ (proprietatea de compoziție).
 - Dacă $\omega, \omega' \in \Omega$ și $\omega(\tau, t] = \omega'(\tau, t]$ atunci $\varphi(t; \tau, x, \omega) = \varphi(t; \tau, x, \omega')$ (cauzalitate).
- Există dată o *funcție de ieșire* $\eta : T \times X \rightarrow Y$ care determină mărimea de ieșire $y(t) = \eta(t, x(t))$. Tranziția $(\tau, t] \rightarrow Y$ dată prin $\sigma \mapsto \eta(\sigma, \varphi(\sigma; \tau, x, \omega))$, $\sigma \in (\tau, t]$ este un *segment de ieșire* care este restrângerea $\gamma_{(\tau, t]}$ a unei funcții $\gamma \in \Gamma$ la $(\tau, t]$.

Conform abordării sistemice:

- un sistem este un ansamblu de părți (sau elemente componente) între care se stabilesc în mod organizat anumite relații;
- ansamblul urmărește atingerea unui scop;
- ansamblul prezintă interes pentru o persoană sau un grup de persoane;
- prezența elementelor componente în interiorul sistemului le afectează semnificația și comportarea; semnificația și comportarea se pot modifica în momentul ieșirii elementelor din sistem.

Între părțile componente ale unui sistem se pot regăsi atât oameni sau alte alte entități naturale, cât și obiecte fizice artificiale sau activități și proceduri sau concepte. În funcție de natura lor se pot identifica patru tipuri de sisteme:

- sistemele naturale;
- sistemele fizice proiectate;
- sistemele abstracte proiectate;
- sistemele care cuprind și activități umane.

Abordarea sistemică prezintă câteva aspecte caracteristice:

- sistemul, în ansamblul său, posedă anumite *proprietăți emergente*, care nu pot fi identificate la părțile care îl compun atunci când sunt considerate separat;
- unele din proprietățile sistemului pot fi măsurate, sau apreciate obiectiv, în funcție de recomandările conținute în *standarde* larg acceptate și utilizate, în timp ce altele pot fi evaluate numai în context, față de sistemele de valori ale unor indivizi diverși;
- părțile care compun sistemul pot fi descompuse la rândul lor în continuare ș.a.m.d.;
- efectuarea unei modificări la o anumită componentă poate afecta celelalte părți ale sistemului;
- o parte a unui sistem poate fi, în același timp, un element constitutiv al altui sistem;
- în interiorul oricărui sistem, văzut ca o cutie neagră, se petrec anumite procese (sau transformări ale unor *mărimi de stare*) care sunt determinate de *mărimile de intrare* și conduc la apariția unor *mărimi de ieșire*;
- un sistem poate realiza obiectivele urmărite în diverse moduri, proprietate denumită *echifinalitate*.

Alegerea obiectivelor relevante, care, în majoritatea cazurilor reale, sunt multiple și, într-un număr semnificativ de situații, sunt contradictorii, depinde de mai mulți factori dintre care cei mai importanți sunt:

- sistemul de valori, sau mulțimea de subiecte de preocupare adoptate sau impuse;
- orizontul de timp considerat.

Unele din valorile dorite ale obiectivelor, denumite *ținte* (sau *scopuri*), se pot exprima, în unele cazuri, prin valori *numerice* (sau *cantitative*), în timp ce, în alte situații, este necesară formularea inițială a unor aprecieri *calitative*.

În funcție de valorile care pot fi luate de anumite variabile, care constituie subiectele de interes sau de preocupare, obiectivele urmărite pot fi:

- obținerea unor valori maxime;
- atingerea unor valori cât mai mici;
- plasarea valorilor în anumite *regiuni dezirabile*.

Luarea unei decizii este necesară în anumite momente de timp, denumite *situații decizionale*.

Situațiile decizionale *potențiale* sunt rezultate ale apariției unor stimuli sau schimbări, create de evenimente sau de acțiuni ale unor factori care creează condiții suficiente de puternice pentru a determina nevoia de acțiune.

Situațiile decizionale *forțate* (sau provocate, sau obiective) sunt determinate de obținerea unor informații care conduc la constatarea unor simptome precum:

- abateri intolerabile ale stării sistemului condus față de o situație dezirabilă sau planificată;
- schimbări percepute în mediul extern;

- stări noi (nu neapărat nefavorabile) ale sistemului asupra căruia decidentul are autoritate și de a cărui bună funcționare răspunde.

Situațiile decizionale *neforțate* (sau neprovocate, sau subiective) sunt acelea în care se urmărește luarea din timp a măsurilor necesare pentru evitarea unor neplăceri posibile în viitor, sau pentru creșterea prosperității, sau mărirea avansului față de ceilalți competitori. Astfel de situații decizionale pot fi create și de schimbarea obiectivelor urmărite de decident.

Situațiile decizionale forțate sunt cele în care starea sistemului condus s-a îndepărtat (sau tinde să se depărteze) de obiective, în timp ce în cazul celor neforțate se deplasează obiectivele.

O *problemă decizională* care trebuie rezolvată apare în momentul în care există cineva care sesizează o situație decizională și este dispus (sau însărcinat) să facă alegerea dintre mai multe căi de acțiune posibile pentru a atinge o anumită stare dezirabilă.

În contextul modelării proceselor cognitive au fost evidențiate patru tipuri de probleme decizionale care deși vizează deciziile politice aplicabilitatea lor este suficient de largă:

- *de tip alegere* : au ca punct de plecare un set de căi de acțiune și se finalizează cu alegerea uneia dintre ele;
- *simple*: au ca punct de plecare o problemă bine formulată și un set de activități de rezolvare a problemei și se termină prin elaborarea unui plan de acțiune;
- *complexe*: încep cu perceperea unei probleme care necesită, uneori, a fi precizată și, aproape întotdeauna, a fi descompusă în subprobleme abordabile și se termină cu evaluarea rezultatelor;
- *de tip proces*: încep cu perceperea imprecisă a unei probleme, după care urmează o serie de decizii simple sau alte activități cognitive, care conduc uneori la execuția unor planuri de acțiune sau la redefinirea problemei.

II.2. Tipologia deciziilor și rolurile decizionale

Decizia este rezultatul unor activități conștiente de *alegere* a unei direcții (sau variante) de *acțiune* și *angajarea* în acțiune pe acea direcție prin alocarea în acest sens a unor *resurse* în vederea atingerii unor *obiective*.

Decidentul este persoana sau grupul de persoane împuternicite sau *autorizate să ia decizii* respectiv să aleagă o cale de acțiune și să angajeze folosirea resurselor alocate.

Decizia rezultă ca urmare a prelucrării unor informații și cunoștințe și aparține unei (sau unui grup de) persoane, care dispune de *autoritatea necesară* și care *răspunde* pentru folosirea eficace a resurselor în anumite *situații* date.

Atributul esențial care caracterizează decizia este cel de *alegere* din o mulțime de *variante*, (la limită alternativele: decizia banală și respectiv decizia vidă). În unele cazuri

variantele trebuie doar *identificate* dintr-o ofertă existentă, în alte situații variantele trebuie *proiectate* (sau inventate).

Alegerea unei variante implică angajarea într-o *acțiune*, care are o finalitate, este efectuată în mod conștient, planificat și voluntar. Angajarea într-o anumită direcție de acțiune presupune, de cele mai multe ori, folosirea unor *resurse*.

Decizia este o activitate a unei *ființe umane* care urmărește în mod *conștient* anumite *obiective*.

Deciziile luate în cazul situațiilor decizionale forțate au un caracter *reactiv* și de multe ori corectiv pentru a rezolva probleme și stări de lucruri care constituie surse de preocupare sau de nemulțumire și care sunt create în general de factori și evenimente independente de inițiativa și voința decidentului.

În general, situațiile decizionale neforțate conduc la deciziile *proactive*, care constituie soluțiile unor probleme de anticipare, căutare și exploatare a oportunităților.

Conținutul unei decizii nu se limitează numai la alegerea și eventuala recomandare a unei direcții de acțiune ci presupune și angajarea pe acea direcție împreună cu alocarea de resurse. Această angajare nu conduce automat la atingerea obiectivului sau obiectivelor urmărite. Altfel spus, o decizie bună nu are întotdeauna consecințe fericite. Efectul aplicării deciziei poate fi influențat, într-un sens sau în altul, de o serie de factori care nu sunt întotdeauna sub controlul decidentului precum:

- modul de execuție al deciziei;
- evoluția imprevizibilă în timp a mediului înconjurător;
- calitatea informațiilor avute în vedere în momentul luării deciziei; etc.

Rezultatul acțiunii depinde în mare măsură de conștiinciozitatea și competența executantului, care, uneori, este o persoană diferită de cea care a luat decizia. În aceste situații, alegerea executantului trebuie să fie parte componentă a deciziei alături de direcția de acțiune.

O contribuție importantă la obținerea unui rezultat fericit sau nefericit ca urmare a aplicării unei decizii o au *evenimentele incerte*, necontrolabile de către decident (de exemplu starea economiei - mai bună, staționară, sau mai proastă). Desigur, decidentul nu trebuie să considere toate evenimentele incerte care se pot manifesta ci numai pe acelea care pot afecta realizarea obiectivelor urmărite.

Calitatea unei decizii trebuie judecată nu atât strict numai după rezultatul obținut cât, mai ales, în funcție de:

- informațiile disponibile,
- abundența variantelor posibile identificate (sau proiectate),
- adecvanța raționamentelor folosite,

toate considerate în momentul adoptării deciziei.

Posibilitatea de a obține un rezultat nedorit (sau diferit de cel previzionat și luat în considerare la alegerea variantei) ca urmare a aplicării deciziei constituie *riscul deciziei*.

În procesul de elaborare și adoptare a deciziei, decidentul poate avea trei atitudini de bază față de risc și anume:

- aversiune, tipică decidenților de pe nivelurile inferioare de decizie, unde se preferă câștigurile mici dar sigure;
- neutralitate;
- căutare, tipică pentru nivelurile superioare de decizie.

Diversitatea deciziilor a generat diverse grupări ale acestora după criterii precum:

- nivelul decidenților și orizontul decizional: planificare *strategică*, *tactică* sau *conducere operativă*;
- gradul de complexitate: decizii *simple* sau *complexe*;
- numărul de participanți: decizii cu *decident individual* sau cu *echipă decizională*.
- secvențialitatea și gradul de concurență: decizii *independente*, *dependent-secvențiale* sau *interdependente*;
- gradul de urgență: decizii luate *strict în timp real*, *aproape în timp real* sau *în timp diferit*;
- gradul de structurare: decizii *structurate* (sau programabile), *nestructurate* (sau neprogramabile) sau *semistructurate*.
- modul de desfășurare a activităților decizionale:
 - decizia rezultă în urma desfășurării *la întâmplare* ale activităților decizionale;
 - activitățile decizionale se bazează pe *rutină* făcând ca decizia să fie adoptată prin analogie cu situații deja întâlnite în trecut;
 - activitățile decizionale se bazează pe învățare (sau *instruire*), prin care se adaptează deciziile anterioare în funcție de asimilarea unor cunoștințe (tehnici, experiențe) noi;
 - activitățile decizionale *paradigmatice* încearcă imitarea unor procese decizionale exemplare care au condus la rezultate de succes;
 - activitățile decizionale se bazează pe *analiza și modelarea sistemică și previzională (analiza deciziilor)*.

În elaborarea, adoptarea și execuția unei decizii au fost identificate următoarele *roluri* ale *actorilor* implicați în activitățile decizionale:

- *inițiatorii* sunt cei care determină începerea activităților care compun procesul decizional;
- *promotorii* sunt cei care, de pe poziții de autoritate superioare, susțin activitățile de elaborare, adoptare și de execuție a deciziei;
- *consilierii*, (sau *asistenții tehnici specialiști, experții*) stăpânesc diferite tehnici și de multe ori utilizează instrumentele informatice adecvate pentru definirea și

clarificarea problemei, pentru identificarea proiectarea și evaluarea direcțiilor de acțiune;

- *realizatorii* sunt cei care execută decizia adoptată;
- *beneficiarii* sunt cei care sunt afectați, într-un fel sau altul, de execuția deciziei;
- *opozanții* sunt persoanele care încearcă să se opună „pe față” sau „pe ascuns” adoptării unei decizii și să împiedice execuția ei;
- *mediatorii* sunt cei care au ca menire apropierea pozițiilor opuse;
- *decidenții obișnuiți* sunt participanții la procesul decizional fără a avea vreun rol deosebit.

În literatura de specialitate privind decizia predomină aprecierea că principalii actori în elaborarea și, mai ales, în adoptarea deciziei sunt managerii.

Managerii constituie o categorie specială de personal, care este mandatată în mod oficial cu putere și care este autorizată să structureze resursele organizației (în cazul managerilor de vârf), sau a unor porțiuni din organizație (în cazul managerilor de nivel mediu și inferior), astfel încât organizația să-și îndeplinească menirea (explicitată sub forma unui set de obiective).

Rolurile prin care managerul își îndeplinește menirea sunt grupate în trei categorii după cum urmează:

- *Rolurile interpersonale*, care privesc interacțiunile managerului cu alte persoane din interiorul sau din afara organizației sunt:
 - *figură centrală* (pentru realizarea sarcinilor de reprezentare a organizației prin semnarea unor documente cu valoare juridică, participarea la ceremonii sau la evenimente sociale);
 - *leader* (pentru motivarea și activarea subordonaților prin acțiuni de recrutare, instruire, repartizare de lucrări, promovare și încurajare);
 - *persoană de legătură* (prin construirea unei rețele de relații cu persoane din mediul în care organizația își desfășoară activitatea);
 - *adept (follower)*, în situațiile în care managerul are la rândul său un șef);
 - *omolog (peer)*, pentru situațiile în care managerul interacționează cu persoane aflate pe aceeași poziție ierarhică).
- *Rolurile informaționale*, care se referă la dobândirea și transmiterea de informații, sunt:
 - *monitor* (prin care managerul obține informații privind organizația și mediul său, devenind un fel de centru nervos din punct de vedere informațional);
 - *diseminator* (al informațiilor dobândite, sub formă brută sau interpretată și prelucrată);
 - *purător de cuvânt* (adresându-se mediului organizației și expert în domeniul de activitate al organizației);

- *acumulator* (al informației dobândite, pe care o transformă și o reprezintă în mod adecvat cu utilizarea ulterioară);
- *creator* (de informație nouă pe baza informației acumulate).
- *Rolurile decizionale* sunt:
 - *întreprinzător* (sau planificator, prin desfășurarea de activități de căutare a oportunităților, de orientare a mersului organizației pentru îndeplinirea menirii sale și de supervizare a proiectelor cele mai importante);
 - *compensator al perturbațiilor* (sau coordonator, prin luarea măsurilor corective pentru ca organizația să poată face față cu succes la apariția unor evenimente neașteptate);
 - *alocator de resurse* (sau organizator);
 - *negociator* (în situațiile de importanță majoră pentru organizație).

II.3. Procesul decizional

Procesul decizional este constituit dintr-o serie de *activități decizionale*. El începe cu conștientizarea unei situații decizionale și culegerea datelor, continuă cu proiectarea căilor de acțiune (acțiunilor, variantelor, soluțiilor) și a modelelor, alegerea unei variante și se încheie cu adoptarea unei decizii, lansarea ei spre execuție și evaluarea rezultatelor acțiunii.

Modelul cel mai larg acceptat pentru reprezentarea desfășurării activităților decizionale cuprinde patru *faze* după cum urmează:

- *Informarea* (intelligence), care constă în culegerea de date privind starea sistemului condus și evoluțiile petrecute sau prognozate a se petrece în mediul său. Această informare se realizează din perspectiva obiectivelor urmărite de decident în vederea formulării problemei decizionale și include mai multe activități precum:
 - *Stabilirea obiectivelor*
 - stabilirea listei de subiecte de interes sau de preocupare;
 - gruparea obiectivelor și selectarea obiectivelor relevante;
 - diferențierea obiectivelor fundamentale de cele ajutătoare;
 - *Culegerea datelor și sesizarea situației decizionale*
 - identificarea surselor de informații;
 - precizarea conținutului informațiilor;
 - stabilirea modului de culegere a datelor;
 - perceperea distanței decizionale conform cu un anumit referențial;
 - *Clasificarea și descompunerea problemei*
 - stabilirea unor frontiere ale domeniului problemei decizionale;
 - plasarea problemei decizionale într-o categorie sau alta (deterministă, stohastică sau nedeterminată) în vederea adoptării celei mai adecvate

- modalități de găsim a unei soluții;
 - descompunerea problemelor decizionale complexe după diverse metode (nivelurile de abstractizare, nivelurile de complexitate a deciziilor sau nivelurile de complexitate a organizării);
- *Desemnarea responsabilului*. Faza de informare se finalizează cu
 - formularea problemei decizionale și
 - investirea persoanei care are ca sarcină soluționarea ei.
- *Proiectarea (design) variantelor și modelelor*, prin care se încearcă înțelegerea problemei decizionale, inventarierea sau și generarea unor noi căi de acțiune și evaluarea fezabilității și consecințelor acestora.
 - *Adoptarea demersului de modelare și rezolvare a problemei*. Tipul modelului folosit depinde de modalitatea de rezolvare a problemei adoptată de către decident:
 - pe bază de comportament decizional rațional (în condiții de certitudine, de risc sau de incertitudine);
 - pe bază de criterii de evaluare (care includ preferințe ale decidenților privind valorile atributelor asociate variantelor);
 - pe bază de comportament decizional cu raționalitate limitată;
 - alte abordări (eliminarea prin aspecte, abordarea incrementală sau abordarea bazată pe scanarea mixtă);
 - *Stabilirea căilor de acțiune* are în vedere:
 - considerarea setului de soluții (inventarierea pasivă, când decidentului i se oferă setul de variante și inventarierea activă sau generarea variantelor când decidentul, plecând de la obiectivele urmărite caută sau imaginează căi noi de acțiune);
 - evaluarea soluțiilor (estimarea consecințelor pe care le-ar putea avea aplicarea acestora și uneori, filtrarea/eliminarea variantelor inutile);
 - *Construirea modelelor* în funcție de:
 - modul de reprezentare a realității (modele centrate pe morfologie, modele centrate pe fiziologie, modele simbolice);
 - modul de folosire și tipul de utilizator presupus (modele descriptive, modele normative, modele prescriptive);
 - calitatea informațiilor folosite;
- *Alegerea (choice)*, care are ca scop selectarea uneia dintre căile de acțiune (decizia) în vederea trecerii la acțiune.
 - *Selectarea soluției* are la bază câteva principii caracteristice logicii decizionale și anume:
 - principiul identității decizionale;
 - principiul opțiunii obligatorii;

- principiul exclusivității variantelor;
- principiul maximizării utilității;

precum și câteva metode de stabilire pe baze subiective a profilului funcțiilor de utilitate cardinale (metoda raporturilor, metoda categoriilor sau metoda biseției).

- *Analiza de sensibilitate* este o activitate decizională de mare importanță contribuind la obținerea unor soluții bune și la evitarea surprizelor cauzate de rezultatele nefericite, care ar putea apărea în urma unor analize superficiale sau pripite. Ca activitate ulterioară alegerii propriu-zise a soluției poate avea ca efecte secundare:

- creșterea încrederii decidentului efectiv în soluțiile elaborate cu ajutorul mijloacelor informatice;
- realizarea consensului în cadrul unui grup de decidenți, care nu au, la început, aceleași păreri asupra importanței diferitelor criterii de evaluare;

În realitate analiza de sensibilitate poate cuprinde toate fazele procesului decizional pentru a elimina cât mai devreme diferitele dubii posibile:

- este chiar problema reală care trebuie rezolvată ?
- este chiar cea mai presantă/importantă problemă la momentul dat ?
- este structura modelului conceptual cea mai adecvată ?
- este cel mai bine selectat modelul sau instrumentul informatic ?

și constituie una din cele mai puternice cauze de întoarcere la activitățile din amonte.

– *Implementarea și evaluarea rezultatelor* (review) obținute ca urmare a aplicării efective a deciziei.

- *Implementarea* unei decizii constă în declanșarea efectivă a acțiunii alese și înseamnă, în cele mai multe situații o schimbare a stării sistemului asupra căruia decidentul are autoritate. Acest proces poate fi lung, costisitor, sau poate ridica numeroase probleme - reticența la schimbări, gradul de susținere al nivelurilor decizionale superioare, etc. Comportarea, imprevizibilă în momentul deciziei, a actorilor care joacă rolurile principale în faza de implementare, și/sau variațiile peste limitele considerate în momentul deciziei ale unor factori necontrolabili pot conduce la un rezultat diferit de cel prevăzut.

- O *evaluare* corectă a *calității deciziei* ține seama în primul rând de modul în care aceasta a fost elaborată:

- modul în care au fost stabilite obiectivele relevante;
- calitatea (acuratețea, completitudinea și oportunitatea) informațiilor avute la dispoziție, sau care au putut fi achiziționate în momentul deciziei;
- modul de selecție al căilor de acțiune;
- adecvanța la situația decizională dată a abordării adoptate pentru construirea

și rezolvarea modelului;

- completitudinea analizei de sensibilitate;
- oportunitatea deciziei în sensul elaborării și adoptării ei la timp.
- *Controlul* este, în esență, activitatea care măsoară deviațiile de la o comportare planificată sau așteptată și realizează acțiuni având ca scop fie modificarea comportării viitoare pentru a corespunde celei planificate, fie modificarea planului original.

Dacă activitatea de evaluare are ca scop principal acumularea de cunoștințe, acțiunile de control sunt necesare pentru rezolvarea, totuși, a problemei decizionale.

Un model al activităților decizionale, din perspectiva modernă a *prelucrării cunoștințelor*, se bazează pe analogia unei unități decizionale cu o fabrică, în care se află un depozit de materiale și câteva capacități de prelucrare a acestora.

În unitatea decizională, rolul materialelor stocate și prelucrate în fabrică este jucat de *elementele de cunoaștere* (stocate într-un *depozit de cunoștințe*), a căror prelucrare se realizează de către un set de *capacități cognitive* ale unității decizionale, iar intrărilor de materie primă și livrărilor de produse finite le corespund *mesajele* de intrare (care transportă datele culese din mediul decizional) și, respectiv, de ieșire (prin care deciziile elaborate se transmit spre implementare). Spre deosebire de materialele din fabrică, elementele de cunoaștere nu se consumă în procesul de elaborare a deciziei și sunt reutilizabile ori de câte ori este nevoie, în măsura în care nu se renunță între timp la ele.

Activitățile de elaborare a deciziilor sunt:

- *Acceptarea de mesaje* de intrare, care fie servesc la declanșarea unor procese decizionale noi sau la modificarea proceselor în curs de desfășurare, fie sunt luate în considerare pentru prelucrare și stocare în vederea elaborării unor decizii viitoare, fie sunt ignorate pur și simplu.
- *Asimilarea de cunoștințe*, care constă în:
 - interpretarea informațiilor de intrare și
 - folosirea acestora în scopul extinderii conținutului depozitului de cunoștințe, sau a înlocuirii acelor elemente de cunoaștere care sunt perimate și la care se renunță
- *Recunoașterea necesității* unei decizii, care se petrece ca urmare fie a primirii unui mesaj care conține o cerere explicită în acest sens, fie a identificării unor modificări substanțiale în depozitul de cunoștințe care determină nevoia unei acțiuni.
- *Elaborarea deciziei*, care constă în crearea de cunoștințe noi și este realizată de capacitățile cognitive folosind elementele de cunoaștere deja existente în depozit sau achiziționate în acest scop. Produsul elaborării (decizia) este „ambalat” în vederea livrării, după cum stimulii de intrare au fost „despachetați” (interpretați). Produsele

secundare ale activităților de elaborare (variantele, rezultatele intermediare etc.) sunt stocate și îmbogățesc depozitul de cunoștințe în vederea refolosirii ulterioare.

– *Emiterea de mesaje*, care transportă informații și cunoștințe spre mediul unității decizionale. Aceste mesaje:

- fie servesc la transmiterea deciziilor elaborate, adoptate sau la justificarea și explicarea acestora,
- fie reprezintă cereri de clarificare și solicitări de noi mesaje de intrare de natură să aducă elemente de cunoaștere suplimentare necesare elaborării deciziei.

Modelul este consistent cu cel procesual și a fost menit să exprime, cu un grad ridicat de conceptualizare și generalitate, modul de desfășurare a activităților decizionale în vederea definirii arhitecturii SSD și a posibilităților de utilizare a sistemului prin partajarea sarcinilor între utilizator și SSD.

II.4. Asistenții decizionali

În activitățile decizionale, *decidenții* se pot ajuta cu anumite entități de suport ca *asistenții* decizionali și *instrumentele* informatice.

Persoanele cu rol de ajutor în elaborarea deciziilor (asistenții decizionali din organizație, experții consultanți externi) posedă atât cunoștințe descriptive (privind datele problemei), cât și, mai ales, cunoștințe instrumentale. Ei nu numai că stăpânesc modul de folosire a unor produse informatice de asistare a deciziilor, dar au și cunoștințe profunde privind metodele de bază și mecanismele acestor instrumente, care sunt pentru ei transparente din punctul de vedere al funcționării.

Având în vedere costul ridicat al persoanelor cu rol de suport, și, eventual, dorința de limitare a dependenței față de aceștia, decidenții își pun problema găsirii unui substitut computerizat. Pentru aceasta este necesară înțelegerea și modelarea comportamentului participanților la elaborarea deciziei care au rol de sprijin, ca o alternativă la modelul procesual și ca o bază de pornire în proiectarea unui sistem computerizat cu rol de suport pentru elaborarea deciziilor.

Conceptul de *sistem uman de suport pentru decizii - SUSD (Human Decision Support System - HDSS)* descrie activitatea asistenților decizionali și a experților consultanți. Această metaforă a *SUSD* menită să-i descrie activitățile în scopul identificării funcționării dezirabile a unui sistem computerizat a fost folosită pentru a prezenta problematica sistemelor informatice pentru asistarea deciziilor dintr-o perspectivă bazată pe cunoaștere.

Principalele clase de activități realizate de către un *SUSD* sunt:

– *Primirea și acceptarea de solicitări din partea decidentului final*. Solicitățile decidentului privesc transferuri de informații în ambele sensuri. Ele pot prezenta:

- *cereri de primire din partea SUSD de informații și cunoștințe* de care decidentul

are nevoie. Acestea pot fi:

- informație descriptivă privind universul decidentului;
 - rezultatul unei analize a datelor existente;
 - sugestie ca urmare a unei sinteze creative;
 - clarificare sau o explicație a unui răspuns anterior;
 - un ajutor în formularea solicitării următoare și
 - evaluare a unei acțiuni posibile a decidentului.
- *ordine către SUSD ca să primească și să acumuleze o informație transmisă chiar de către decident, sau provenind din terțe surse.*

Un SUSD eficient trebuie să poată accepta formulări de solicitări cu grade diferite de proceduralitate și să poată percepe corect înțelesul acestora.

– *Emiterea de răspunsuri către decidentul final.* Emiterea de mesaje către decident sau către terți factori reprezintă:

- *răspunsuri sau reacții la solicitările decidentului.* Acestea pot fi:
 - transmiterea informației cerute;
 - prezentarea de clarificări și explicații;
 - cererea de explicitare a solicitării decidentului dacă aceasta nu a putut fi înțeleasă de o manieră neambiguă;
 - solicitarea de informații suplimentare din partea decidentului sau de la terțe surse pentru a putea emite răspunsul cerut.
- *semnale și mesaje nesolicitate (proactive).* Acestea sunt emise ca urmare a
 - percepției unor situații decizionale;
 - constatării unor efecte neacceptabile ale limitelor cognitive și de comunicare ale decidentului în urma evaluării rezultatelor implementării deciziilor;
 - identificării unor surse de informare noi.

Este util ca mesajele emise să poată fi transmise în formate diverse pentru a putea fi personalizate pentru fiecare individ și adaptate la o varietate de situații decizionale.

Un SUSD trebuie să posede un bagaj de cunoștințe (elemente de cunoaștere). Acestea se referă la domeniul aplicației și universul decidentului asistat cât și la procedurile și raționamentele care sunt necesare pentru rezolvarea problemelor. Cunoștințele pot fi:

- dobândite (achiziționate) atât prin forme ordonate de instruire cât și prin experiență anterioară;
- create (produse) chiar de către SUSD în cursul rezolvării problemei decizionale.

– *Întreținerea și prelucrarea cunoștințelor.* Prelucrarea informațiilor și cunoștințelor de către un SUSD poate fi declanșată de o cerere a decidentului, de un terț factor, sau de procese interne necesare pentru întreținerea bagajului de informații și cunoștințe.

II.5. Asistarea deciziilor într-un mediu informatizat

Sistemele informatice pentru asistarea activităților managerilor și ale celorlalți lucrători bazați pe cunoaștere, dintr-o organizație, au parcurs o serie de etape de dezvoltare istorică. Cele mai semnificative au fost:

- sistemele de prelucrare automată a datelor (*Automatic/Electronic Data Processing - ADP/EDP*) și sistemele tranzacționale (*Transaction Processing Systems - TPS*);
- sistemele de informare a conducerii (*Management Information Systems - MIS*).

Fiecare din aceste soluții au realizat cu un anumit grad de maturitate asistarea deciziilor manageriale prin automatizarea diferențiată a uneia sau mai multora dintre activitățile decizionale.

Progresele realizate, în condițiile scăderii prețurilor, în tehnologia informației, în special sistemele de gestiune a bazelor de date, apariția calculatoarelor personale și a programelor de calcul tabelar electronic, metodele și tehnicile dezvoltate pentru asistarea deciziilor cât și experiența practică a soluțiilor folosite au permis dezvoltarea de sisteme suport pentru decizii (*Decision Support Systems - DSS*).

Cele trei tipuri de sisteme *TPS*, *MIS* și *DSS* pot coexista într-o organizație împreună cu o variantă a *DSS* denumită sistem de informare/suport pentru conducerea executivă (*Executive Information/Support Systems - EIS/ESS*). În timp ce *TPS* este, în primul rând, un furnizor de informații, iar *ESS* este, cu precădere, un receptor de informații, se acceptă că între sisteme de tip *MIS* și *DSS* se produc schimburi intense de date în ambele sensuri.

Metodele, tehnicile și instrumentele informatice dezvoltate servesc la:

- ordonarea și eficientizarea *întâlnirilor* (ședințelor) *decizionale*;
- facilitarea comunicării între cei care participă la elaborarea deciziei și structurarea problemelor decizionale folosind *diagramele de influență* și *arborii decizionali*;
- analiza datelor și extragerea informațiilor și cunoștințelor relevante folosind tehnici de *depozitare a datelor*, de *prelucrare analitică on-line* și de *descoperire a cunoștințelor din date*;
- evaluarea efectelor aplicării unor posibile variante decizionale prin analize de tip “What if ... ?” folosind tehnici de *simulare*;
- construirea și recomandarea variantei decizionale optime prin tehnici de *optimizare multicriterială* în condițiile existenței unui număr nelimitat de variante posibile care trebuiesc apreciate după mai multe criterii de evaluare;
- recomandarea uneia dintr-un număr finit de alternative-candidat prin tehnici de analiză a valorilor luate de un număr de caracteristici ale variantelor prin metode de *analiză multiatribut a deciziilor*;

- sugerarea unei variante decizionale folosind tehnici de *inteligență artificială* ca: *sistemele expert*, *rețelele neurale artificiale*, *raționamentul bazat pe cazuri* sau *algoritmii genetici*.

În marea majoritate a cazurilor acestea facilitează numai una (sau un număr limitat) dintre activitățile decizionale cuprinse în fazele procesului decizional. Astfel:

- tehnicile de analiză on-line a datelor pot fi foarte utile în activitățile decizionale de culegere a datelor și de identificare a situației decizionale;
- simularea servește cu precădere la facilitarea activităților decizionale care privesc alegerea unei variante acceptabile și în analiza de sensibilitate a modelului și a soluției;
- optimizarea multicriterială și analiza deciziilor multiatribut sunt folosite la modelarea variantelor și la alegerea soluției;
- diagramele de influență ajută la definirea problemei și la construirea arborilor decizionali, care, la rândul lor, modelează variantele și facilitează alegerea;
- tehnicile bazate pe inteligență artificială sunt folosite, în primul rând, la alegerea soluției, dar se pot dovedi utile și în activitățile de identificare (diagnoză) a problemei (sistemele expert), construire a modelului (rețelele neurale artificiale) și proiectare a variantelor (raționamentul bazat pe cazuri).

III. INFORMATICA DECIZIONALĂ

III.1. Definirea sistemelor de asistare a deciziilor

Dezvoltarea sistemelor informatice pentru asistarea activităților de conducere a fost determinată și favorizată de acțiunea conjugată a mai multor *factori de influență*. Printre cei mai importanți dintre aceștia se pot enumera, în primul rând:

- modificarea mediului în care se iau deciziile manageriale:
 - intensificarea competiției de piață;
 - evoluțiile în modul de organizare și funcționare ale organizației;
 - creșterea vitezei schimbărilor tehnologice și a celor care privesc evoluțiile politice, legislative și sociale;
 - multitudinea tipurilor și surselor de informații și de cunoștințe;
 - diversificarea compoziției acționariatului și creșterea pretențiilor acestuia;
 - evoluția factorului uman;
- conștientizarea limitelor decidentului uman:
 - limitele legate de rutină;
 - limitele cognitive;
 - limitele temporale;
 - restricțiile economice;
 - restricții de implementabilitate a deciziilor;

la care se adaugă:

- modelarea comportamentului asistenților decizionali;
- dezvoltarea unui set de metode specifice de asistare a deciziilor și transpunerea unora dintre acestea în produse informatice comerciale;
- evoluția concepției de proiectare a sistemelor informatice pentru conducere;
- progresele în tehnologia informațiilor și a comunicațiilor, în special extinderea extraordinară a folosirii Internetului;
- experiența acumulată în construirea și utilizarea sistemelor informatice folosite în asistarea deciziilor.

În general, în construirea de sisteme informatice, abordarea centrată pe om reprezintă o tendință determinată de experiența acumulată și favorizată de evoluțiile din tehnologia informației și comunicațiilor.

Termenul de *Sistem Suport pentru Decizii - SSD (Decision Support System - DSS)* a fost propus de Michael Scott-Morton (1964) și, pentru formarea unei imagini asupra acestui concept, pentru care după atâtea decenii nu există încă o definiție unanim acceptată datorită dezvoltării permanente atât în planul metodologiilor cât și mai ales în cel al realizării de

produse informatice și de aplicații practice, este necesară o succintă prezentare a celor mai semnificative definiții propuse în timp. Astfel:

- Little (1970) definește „calculul decizional” ca un set de proceduri bazate pe modele (matematice) pentru prelucrarea datelor în scopul asistării managerului în luarea deciziilor, având ca atribute: simplitate, robustețe, controlabilitate, adaptivitate, completitudine și convivialitate.
- Gorry și Scott Morton (1971) pornind de la tipul de probleme decizionale și de la funcțiile sistemului identifică *SSD* drept sistem informatic care are menirea să ajute la elaborarea deciziilor în cazul deciziilor nestructurate și semistrustrate.
- Alter (1980) plecând de la obiectivele și modul de folosire ale sistemului definește *SSD* prin diferențiere față de *EDP* având ca atribute: modul de folosire (activ nu pasiv), utilizatorul (decident nu funcționar), scopul (eficacitate globală nu eficiența prelucrării datelor), orizontul de timp (orientare către prezent și viitor nu către trecut), obiectivul urmărit (flexibilitatea utilizării nu consistența datelor).
- Moore și Chang (1980) definesc *SSD* prin câteva proprietăți: extensibilitate, capacitate de a ajuta la efectuarea de analize și la realizarea unor modele de decizie ad-hoc, orientare către probleme de planificare și folosire neplanificată.
- Keen (1980) considera *SSD* ca un sistem care nu poate fi specificat complet de la început fiind rezultatul unui proces evolutiv, bazat pe acumulare de cunoștințe și pe influențare reciprocă petrecute între trei categorii de factori: utilizatori, constructori și sistemul însuși.
- Bonczek, Holsapple și Whinston (1981, 1984) vedeau *SSD* ca un sistem compus din trei componente în interacțiune: subsistemul de stocare a cunoștințelor, subsistemul de limbaj (pentru primirea cererilor din partea utilizatorului și achiziționarea cunoștințelor necesare funcționării) și subsistemul de tratare a problemei. Ulterior (1986) componenta sistemului este completată cu o a patra componentă: subsistemul de prezentare (a rezultatelor procesului de fabricare a deciziei).
- Ginzberg și Sthor (1982) definesc *SSD* ca un sistem informatic folosit în asistarea activităților decizionale în situații în care nu este posibil, nici de dorit un sistem complet automat care să realizeze întreg procesul decizional.
- Sprague și Watson (1982) definesc *SSD* ca o clasă de sisteme informatice care se bazează pe *TPS* și interacționează cu alte componente ale *MIS* pentru a asista activitățile managerilor și ale altor lucrători bazați pe cunoaștere în interiorul organizațiilor.
- Bennett (1983) definește *SSD* ca un sistem informatic coerent care cuprinde pe lângă hardware și software și documentația necesară în scopul de a constitui un suport pentru manager în îndeplinirea sarcinilor sale decizionale.
- Bui (1984) consideră *SSD* ca un sistem informatic care ajută utilizatorul să ia

decizii eficiente în problemele prost structurate.

- Elam (1985) precizează că *SSD* servește la stimularea creativității pentru luarea acelor decizii „care contează”.
- Sprague (1987) consideră ca *SSD* este un sistem informatic aflat la confluența tendințelor de evoluție în prelucrarea datelor (în special în domeniul gestiunii bazelor de date) și în știința conducerii (în special în domeniul modelelor matematice pentru management).
- Turban și Aronson (1998) arată că *SSD* cuplează resursele intelectuale ale indivizilor cu capacitățile calculatorului, în scopul îmbunătățirii calității deciziilor, devenind un sistem informatic de asistare a decidenților manageri care au de rezolvat probleme semistructurate.
- Power (2002) definește *SSD* ca un sistem informatic interactiv menit să-l ajute pe decident să utilizeze date, documente și modele pentru a identifica și rezolva probleme și a lua decizii. Ulterior (2005) sunt indicate șapte *caracteristici* definitorii pentru un *SSD*:
 - *facilitarea* activităților și proceselor decizionale;
 - *interacțiunea* cu utilizatorii (decidenți și asistenții acestora) care dețin controlul asupra secvenței de interacțiuni și operații;
 - *subordonarea* (ancilaritatea) față de decidenții plasați pe diferite niveluri de autoritate și pe care nu se intenționează ai substitui prin *SSD*;
 - *folosirea repetată*, atât pentru sarcini rutiniere, cât și pentru sarcini ad-hoc;
 - *orientarea către îndeplinirea* sarcinilor decizionale: informare și analiză a datelor, identificarea și proiectarea variantelor, alegerea și implementarea deciziei;
 - *identificabilitatea* ca o entitate distinctă care este alimentată cu date de la alte sisteme informatice;
 - *impactul decizional* prin prisma îmbunătățirii acurateței, timpului de răspuns și eficacității generale a deciziei.

Multe din definițiile de mai sus au fost criticate dar, luate împreună, permit conturarea unui set suficient de complet de caracteristici și cerințe care caracterizează clasa de sisteme informatice destinate asistării deciziei.

Prin *SSD* se înțelege o clasă de sisteme informatice, cu caracteristici antropocentrice, adaptive și evolutive, care integrează o serie de tehnologii informatice și de comunicații de uz general și specifice și interacționează cu celelalte părți ale sistemului informatic global al organizației. Menirea *SSD* este de a atenua efectul limitelor și restricțiilor decidentului intelectual într-un număr semnificativ de activități pentru rezolvarea unei palete largi de probleme decizionale nebanale pe baza implementării computerizate a unora dintre funcțiile de suport ale deciziilor care ar fi fost realizate altfel de către o echipă decizională ierarhică.

Din această definiție rezultă că un *SSD*:

- este mai mult decât un singur produs informatic care implementează o anumită metodă de asistare a deciziilor;
- este un *sistem* alcătuit dintr-o serie de componente aflate în interacțiune;
- *integrează* atât module informatice care corespund unor metode și tehnici de asistare a deciziilor cât și alte componente informatice și de comunicații de uz general;
- nu poate funcționa eficient în mod independent de celelalte părți ale sistemului informatic și/sau informațional global al organizației, de la care este alimentat cu date sau către care transmite informații;
- poate funcționa și independent în cazul unor aplicații individuale;
- este *antropocentric* din punctul de vedere al modului de folosire, al rezultatelor obținute, al funcționalității oferite, tehnologiei utilizate și manierei de construire;
- este *adaptiv* față de evoluția cerințelor utilizatorului și a mediului său (organizația) cât și față de schimbările tehnologice;
- are menirea să ajute decidentul să *atenueze* în mod semnificativ *efectele limitelor* proprii (cognitive, de comunicare/colaborare, de încredere) și ale *restricțiilor* impuse (economice, temporale, de implementare), care pot fi întâlnite în elaborarea, adoptarea și implementarea deciziilor;
- are menirea să sprijine rezolvarea unor probleme decizionale *nebanale*, în sensul că acestea sunt incomplet specificate (structurate) și sunt în același timp suficient de importante și de complicate pentru a merita atenție și necesită un suport informatic pentru rezolvare;
- are menirea să acopere un număr semnificativ de activități și faze ale procesului decizional care pot fi desfășurate în tratarea unei *palete largi* de situații și probleme;
- își îndeplinește menirea prin implementarea informatizată a unei submulțimi coerente a mulțimii activităților care altfel ar fi fost realizate de un *SUSD*;
- are o „clientelă” compusă din lucrători intelectuali: manageri, asistenți decizionali (membrii echipei decizionale ierarhice), sau alți profesioniști bazați pe cunoaștere.

III.2. Caracteristici

Chiar dacă pentru conceptul de *SSD* nu există încă o definiție unanim acceptată există totuși un subset minimal de caracteristici esențiale care aparent nu sunt contestate de nimeni și anume:

- Sistemul nu are menirea să *se substituie* decidentului final, cel care adoptă o soluție și aprobă transmiterea ei spre execuție. Rolul *SSD* este limitat numai la sprijinirea (*support*) activităților de elaborare a deciziei. Altfel spus, nu se pune problema unui sistem complet automat și *controlul SSD* rămâne în întregime în mâna utilizatorului.
- *Problemele decizionale* avute în vedere spre a fi rezolvate cu ajutorul *SSD* nu sunt

unele *banale*, care ar putea fi rezolvate numai pe baza unor raționamente și judecăți simple și nici nu pot fi specificate (structurate) în măsură suficientă pentru a putea fi rezolvate cu ajutorul altor clase de sisteme informatice.

– Este *dezirabil* ca *SSD* să sprijine *toate* (sau cât mai multe din) *fazele* procesului decizional și, în același timp, să fie aplicabil unor *tipuri diferite* de decizii (alegeri simple dintre un număr de variante, decizii compuse, decizii de tip proces, decizii multiple interdependente luate pe același nivel sau pe niveluri diferite ale organizației)

– *Clasa utilizatorilor SSD nu se limitează* numai la managerii de vârf și poate cuprinde chiar și nivelurile cele mai de jos ale organizației. Utilizatorii pot fi individuali sau colectivi (echipele decizionale ierarhice sau grupurile decizionale de omologi). Este *dezirabil* ca folosirea *SSD* să nu se limiteze la computerizarea unor modalități de lucru existente înainte de introducerea sistemului ci să faciliteze și să stimuleze adoptarea unor *abordări noi*.

– *Datele și informațiile conținute* în sistem pot proveni din *diferite surse* (interne sau externe organizației). Deși dimensiunea bazelor de date poate varia, mesajele vehiculate între utilizator și *SSD* au, aproape în toate cazurile, un *volum redus*, de lucru și sunt *adaptate ca format* la necesitățile informaționale ale diverselor roluri decizionale (sau chiar stiluri de lucru individuale) și se realizează on-line prin intermediul unor *interfețe prietenoase*.

– *Accentul se pune pe creșterea productivității muncii decidentului, pe îmbunătățirea deciziilor* (calitate, oportunitate, aplicabilitate), mai mult decât pe scăderea costurilor legate de elaborarea acestora (incluzând costul personalului de suport decizional sau cel al prelucrării electronice a datelor).

– Identitatea distinctă a clasei de sisteme informatice suport pentru decizii, diferențierea *SSD* față de alte clase de sisteme informatice (*TPS, MIS*) sau față de variantele computerizate ale metodelor din cercetarea operațională (*OR*) precum și deosebirea semnificației conceptului de *SSD* de alte concepte, ipostaze sau denumiri comerciale se pot constata deasemenea pe baza unor atribute esențiale precum:

– *Aplicabilitatea*. În cazul *SSD*, se au în vedere acele probleme care sunt caracterizate printr-un oarecare grad de structurare care face posibilă și utilă folosirea metodelor analitice, dar care nu este totuși suficient pentru a nu mai considera judecata umană ca factor esențial și ultim. Sistemele care implementează metodele *OR* sunt aplicabile la problemele decizionale bine structurate, la care se pot specifica obiectivele, datele de intrare și pentru care există modele matematice suficient de fidele. În cazul *MIS*, sunt vizate unele sarcini pentru care se pot specifica foarte precis procedurile de funcționare și fluxurile informaționale.

– *Beneficiile așteptate*. În cazul *SSD*, se urmărește creșterea eficacității muncii decidentului și dezvoltarea capacității acestuia pentru a aborda o gamă extinsă de

probleme. De la celelalte clase de sisteme se așteaptă fie obținerea unor soluții optime pentru anumite tipuri standardizate de probleme (în cazul *OR*), fie reducerea costurilor și a personalului (în cazul *MIS*), sau a timpului de reacție (în cazul *TPS*).

– *Utilitatea și relevanța.* Informațiile care pot fi obținute de la *SSD* pot fi folosite în mod direct în elaborarea deciziilor de către decident (sau de către asistenții acestuia) și sub controlul acestuia. Informațiile care se pot obține de la celelalte clase de sisteme informatice fie servesc în mod direct și limitat în prima fază (*informarea*) și în ultima (*evaluarea*) din procesul decizional (sub forma rapoartelor furnizate de *MIS*), fie sunt destinate asistării fazei a treia (*alegerea*, sub forma unor soluții recomandate, în cazul *OR*), sau celei de a patra (*implementarea*, sub forma unor proceduri precise, în cazul *TPS*). Altfel spus, în timp ce celelalte clase de sisteme informatice vizează relaxarea unui singur tip de limite cognitive (privind cunoștințele descriptive sau procedurale), scopul *SSD* este mai cuprinzător.

– *Destinatarul.* În timp ce beneficiarii tipici ai sistemelor de tip *TPS*, *OR* și *MIS* sunt cei din personalul de execuție, analiștii și respectiv, managerii de nivel mediu, *SSD* se adresează tuturor tipurilor de decidenți (inclusiv managerilor de vârf) și asistenților acestora.

III.3. Funcțiuni

Activitățile unui sistem uman de suport pentru decizii (*SUSD*) care sunt „delegate” către *SSD* servesc la realizarea unor funcțiuni și la furnizarea unor servicii.

Funcțiunile și serviciile pe care le poate realiza și furniza un sistem suport pentru decizii pot varia după rolul sau poziția care i se atribuie acestuia:

- la o extremă, *SSD* poate fi considerat ca un instrument de lucru, comod și performant menit a favoriza creșterea productivității muncii decidentului;
- la cealaltă extremă, *SSD* poate fi văzut ca un artifact, dotat cu inteligență artificială, care are rolul de a îndeplini aceleași funcțiuni și de a furniza aceleași servicii pe care le-ar fi oferit un asistent decizional (sau o echipă decizională ierarhică).

Un sistem suport pentru decizii trebuie să realizeze un *subset* de funcțiuni cât mai cuprinzător din următorul *set* de funcțiuni principale:

- funcțiunile primare (sau directe, care sprijină în mod direct activitățile decizionale) servesc ca *suport al realizării sarcinilor* decizionale:
 - scanarea universului decidentului în vederea semnalării apariției unor situații decizionale prin analiza datelor primare (furnizând răspunsuri la posibile întrebări de tipul „Ce se întâmplă?”);
 - identificarea și diagnosticarea cauzelor și tipului de problemă decizională (prin furnizarea de informații la întrebări de tipul „De ce se întâmplă?”);

- rezolvarea problemei decizionale percepute de către decident (sau chiar de către sistem) prin:
 - evaluarea variantelor (furnizând răspunsuri la întrebări de tipul „Ce s-ar întâmpla dacă ... ?”);
 - sugerarea unei soluții (prin furnizarea de răspunsuri la întrebări de tipul „Care este soluția cea mai bună / suficient de bună?”);
- semnalarea deciziilor umane care ar putea conduce la efecte catastrofale (furnizând răspunsuri la întrebările ipotetice ale unei terțe părți, cu puteri de cenzură, de tipul „Este aceasta o decizie corectă?”);
- facilitarea propagării deciziei, urmărirea implementării și evaluarea efectelor ei (prin furnizarea de informații la întrebări de tipul „Unde am ajuns?”);
- funcțiunile secundare (sau indirecte, care sprijină în mod indirect activitățile decizionale) servesc drept *suport al dezvoltării capacităților* intelectuale și de comunicare al individului decident:
 - stimularea creativității și imaginației;
 - furnizarea de servicii de suport pentru instruirea continuă a decidentului;
 - facilitarea comunicării cu omologii decidenți sau cu cei chemați să implementeze soluția aleasă.

Toate funcțiunile și serviciile *SSD* enumerate au un caracter generic.

Analiza setului de funcții poate sugera că folosirea termenului de „suport” pentru decizii este de preferat celui de „asistare” a deciziilor care prezintă o nuanță de „pasivitate”.

Funcțiunea de adoptare și emitere a soluției (răspunsul la o eventuală întrebare „Care variantă se aplică?”) rămâne rezervată pentru decidentul uman, *SSD* fiind un instrument de lucru al acestuia în realizarea mai eficace și comodă a sarcinilor pe care acesta le are de îndeplinit în mod curent.

SSD conține informații și cunoștințe specifice unei anumite aplicații. Acestea includ elementele descriptive din universul decidentului, subsetul de proceduri și modele selectate spre a fi utilizate în aplicație cât și rezultatele intermediare și soluțiile adoptate.

Se poate face distincție între *SSD* utilizat într-o anumită aplicație și instrumentele *SSD* refolosibile, cu un grad mai mic sau mai mare de integrare, care servesc la realizarea acelei aplicații cât și a altora.

Instrumentele *SSD* sunt componentele tehnice care pot fi utilizate la construirea produsului final, *SSD*-ul specific. În funcție de gradul lor de integrare se pot distinge trei categorii de instrumente:

- *instrumentele SSD integrate* sau *generatoarele de SSD*, ele sunt sisteme informatice prefabricate și refolosibile, care pot fi personalizate (particularizate / completate) relativ rapid la un număr de aplicații dintr-un anumit domeniu larg, caracterizat de clasa de probleme decizionale care pot fi abordate (programele de

calcul tabelar electronic - spreadsheet , sistemele de gestiune a bazelor de date - *SGBD*, sistemele de tip *GIS - Geographic Information Systems*);

– *SSD generalizate* sau *generatoare SSD specifice unui domeniu*, ele pot fi folosite ca atare în anumite domenii de aplicație, care sunt definite de clasele de probleme decizionale abordabile și, în plus față de generatoare, sunt caracteristice unor subclase mai restânse de organizații. Bazele de date și de cunoștințe ale unor astfel de sisteme sunt asemănătoare cu cele ale unui *SSD* specific, mai puțin informațiile descriptive privind aplicațiile particulare și soluțiile stocate.

– *instrumentele* informatice (sau elementele constructive) *primare* (sau *de bază*) pentru *SSD*, ele servesc fie la construirea de *SSD* specific „pe măsură”, fie la completarea sau particularizarea unor generatoare de *SSD* sau a unor *SSD* generalizate și pot fi la rândul lor de două tipuri:

- *instrumente primare de uz general*:
 - echipamentele standard (*PC*, stații de lucru, dispozitive de comunicații etc.);
 - componente software care au o aplicabilitate ce nu se limitează la asistarea deciziilor (sisteme de operare, sisteme de gestiune a bazelor de date, programe de navigare, generatoare de sisteme expert, biblioteci de calcul numeric)
- *instrumente primare specifice* pentru asistarea deciziilor, module sau pachete informatice (generatoarele de rapoarte, programele de simulare / optimizare destinate unor anumite tipuri de aplicații, programele pentru analiza deciziilor și a datelor, complementele integrate etc.) create anume pentru:
 - construirea de aplicații în domeniul asistării activităților decizionale cu ajutorul calculatorului;
 - particularizarea (personalizarea) pe aplicație a unor generatoare de *SSD*;
 - extinderea funcțiunilor sau îmbunătățirea performanțelor unor *SSD* specifice existente.

În raport cu un *SSD* specific instrumentele *SSD* pot fi:

- instrumente *intrinseci*, care intră ca atare în compoziția sistemului (de exemplu instrumentele integrate);
- instrumente *extrinseci*, care nu intră ca atare în structura *SSD* dar sunt folosite pentru construirea sistemului (de exemplu compilatoarele);
- instrumente *semiintrinseci* (în principiu instrumentele primare de uz general).

Construirea unui *SSD* specific se poate face plecând fie:

- de la instrumentele integrate, pentru a economisi timp și a ține cont de experiența altora în scopul evitării repetării unor eventuale eșecuri datorate unor demersuri „prea originale” sau
- direct, de la elementele constructive primare, pentru obținerea unei soluții construite „pe măsură”.

III.4. Tipologii

Sistemele suport pentru decizii reprezintă o categorie eterogenă de sisteme informatice, o taxonomie fiind necesară și utilă în mai multe scopuri:

- ca *mijloc de comunicare*, lipsit de ambiguități, pentru vehicularea unor noțiuni;
- pentru a *ghida proiectarea* sistemelor de aplicație, diversele categorii de *SSD* și caracteristicile lor putând fi folosite mai ales în alegerea tipului de soluție adoptat;
- în *construirea și implementarea* de sisteme specifice pentru evitarea unor probleme întâlnite în aplicații anterioare.

Avându-se în vedere și tipologiile deciziilor și decidenților, pentru *SSD* principalele clasificări sunt în funcție de:

- Tipul decidentului:
 - *SSD individual* (personal), folosit de o persoană pentru a-și realiza propriile sarcini legate de elaborarea și adoptarea deciziilor. Această subclasă de *SSD* este destinată în primul rând decidenților individuali care lucrează independent. Ea poate fi văzută ca fiind aplicabilă și componentilor echipelor decizionale ierarhice (compuse din asistenți și decident final) în măsura în care interacțiunea dintre aceștia se realizează la momente distincte de timp și activitățile desfășurate au un conținut (definit prin gradul de detaliu și arie de cuprindere) specific și bine definit printr-o diviziune a muncii precisă.
 - *SSD de grup*, menit să asiste mai mulți indivizi cu poziții de autoritate similare, care au de luat, în anumite momente (mai dese sau mai rare) decizii colective (*codecizii*). Persoanele respective se pot afla în același compartiment al organizației (când au de rezolvat o problemă decizională comună), sau în compartimente diferite ale organizației (atunci când este vorba de probleme de coordonare)
 - *SSD de organizație*, menit să faciliteze luarea acelor decizii care antrenează participanți aflați pe niveluri ierarhice diferite.
- Tipul de suport
 - *SSD de asistare pasivă*, folosit de către utilizator (decident sau asistentul acestuia) numai ca un „instrument de creștere a productivității” prin realizarea mai rapidă și comodă a unor operații (regăsirea unor informații și efectuarea unor calcule relativ simple) pe care altfel le-ar fi executat manual sau cu ajutorul altor produse informatice.
 - *SSD de asistare tradițională*, cu menirea de a acționa ca un asistent decizional care evaluează efectul alternativelor propuse de către decident, furnizând răspunsuri la întrebări de tipul „Ce s-ar întâmpla dacă ... ?”
 - *SSD de suport normativ*, care se comportă ca un „consilier informatizat”, care

furnizează soluții prin aplicarea intensivă și exclusivă a modelelor matematice de optimizare computerizate și a tehnicilor de inteligență artificială asupra datelor problemei, care sunt introduse de utilizator, sau sunt culese automat de către sistem.

- *SSD de suport în cooperare*. Cooperarea se poate realiza între:
 - utilizator și sistem, situație în care sistemul îndeplinește rolul unui „consultant computerizat” care îl stimulează pe utilizator să modifice, completeze sau să rafineze sugestiile decizionale elaborate în mod automat de *SSD*. Utilizatorul poate să transmită sistemului versiunea sa spre verificare. Sistemul, la rândul său, evaluează, completează și rafinează propunerea utilizatorului, căruia îi transmite noua formă spre validare ș.a.m.d.
 - participanții la elaborarea deciziei, situație în care sistemul stimulează comportarea unor „mediatori” cu menirea de a ajuta la elaborarea și adoptarea deciziilor colective (de grup sau organizaționale) prin facilitarea comunicării sau/și agregarea opiniilor individuale.
 - *SSD de suport extins*, cu rol de „consultant proactiv” având menirea de a influența modul de desfășurare a activităților decizionale, cu păstrarea priorității judecății umane (eliminată în principiu de abordarea pur normativă), dar căutând să stimuleze abordări noi și delegarea de funcțiuni suplimentare către sistem.
- Orientarea tehnologică
- *SSD orientate către* (sau conduse prin) *date*, sisteme în care componenta tehnologică dominantă o constituie subsistemul de gestiune a unor volume mari de date structurate:
 - soluții simple bazate pe fișiere (*file drawer*);
 - sistemele de informare a conducerii executive (*EIS*);
 - depozitele de date (*DW*);
 - prelucrările analitice on-line (*OLAP*);
 - *SSD spațiale* (*Spatial DSS*).
 - *SSD orientate către* (sau conduse prin) *modele*, sisteme în care accentul principal se pune pe modelele matematice de simulare și optimizare, în care sunt utilizate volume mai reduse de date și care servesc la:
 - simularea efectelor deciziilor prin folosirea unor modele de calcul economic;
 - efectuarea unor analize de risc;
 - generarea de variante decizionale (în scopul utilizării lor ulterioare în analiza deciziilor) folosind metode de optimizare în prezența restricțiilor pentru probleme relativ bine structurate;
 - sugerarea (prin folosirea metodelor de optimizare) a unor soluții aplicabile ca atare.

- *SSD orientate către* (sau conduse prin) *cunoștințe*, subsistemul predominant este cel de gestiune a cunoștințelor privind domeniul de aplicație și modul de rezolvare a problemelor folosind tehnici ale inteligenței artificiale. Sunt aplicabile unor probleme prost structurate care nu pot fi reprezentate fidel prin modele de reprezentare.
- *SSD orientate către* (sau conduse prin) *comunicații*, au drept componentă tehnologică dominantă subsistemul de comunicații bazate pe calculator inclusiv de tip intrarețea (intranet) și extrarețea (extranet) și sunt menite, în primul rând, să asiste deciziile bazate pe comunicare și colaborare, între mai mulți participanți.
- *SSD orientate către* (sau conduse prin) *documente*, componenta centrală o constituie „baza de documente” și se urmărește colectarea, gestiunea și regăsirea resurselor informaționale de tipul documentelor nestructurate și a paginilor web, inclusiv documentele de tip hipertext care cuprind și imagini statice, video și sunet.

III.5. Evaluări

Aplicațiile practice au confirmat multe din speranțele care au însoțit apariția conceptului de sistem suport pentru decizii. S-a constatat că succesul *SSD* a fost determinat nu numai de calitățile tehnice ale sistemului, ci și de „buna potrivire” a acestuia cu aptitudinile și cunoștințele utilizatorului și cu caracteristicile situațiilor decizionale.

Principalele efecte benefice obținabile prin introducerea *SSD* constau în contribuția la relaxarea limitelor și restricțiilor decidentului după cum urmează:

– Lucrul nemijlocit (sau intermediat) cu sistemul suport pentru decizii poate contribui la *îmbunătățirea capacităților decizionale* individuale prin:

- însușirea unor concepte și metode de lucru noi;
- înțelegerea mai adâncă corectă a fenomenelor;
- preluarea cunoștințelor de rezolvare a problemelor ale unor decidenți sau ale unor experți în ingineria deciziilor care sunt indisponibili sau prea costisitori.

Toate acestea conduc la:

- relaxarea limitelor cognitive ale decidentului;
 - creșterea încrederii decidentului în calitatea deciziilor proprii;
 - abordarea mai fundamentată de către acesta a unor probleme complexe și complicate, pe care altfel le-ar fi evitat sau expedit.
- Extinderea capacității de prelucrare nemijlocită a informațiilor de către decident îi mărește acestuia *productivitatea muncii*. Decidentul:
- poate elabora și adopta aceeași decizie într-un interval de timp mai scurt;
 - poate considera mai multe probleme decizionale diferite (sau o problemă mai complexă) în aceeași unitate de timp.

În consecință, restricțiile de timp, determinate de situațiile de criză sau de apariția aproape simultană a mai multor probleme decizionale sunt, la rândul lor, relaxate.

– Aceeași extindere a capacităților individuale ale decidentului creează premisele pentru un *spor de calitate* a soluției, care este rezultatul unor analize mai aprofundate, bazate pe:

- posibilitatea de a considera un număr mai mare de variante în aceeași unitate de timp;
- folosirea unor metode analitice.

În consecință poate crește credibilitatea soluției fundamentate prin metode științifice și aceasta conduce la mărirea șanselor ca ea să fie mai bine înțeleasă și acceptată de cei chemați să o execute. Altfel spus, restricțiile de aplicabilitate a deciziei pot fi relaxate.

– Suportul furnizat de un obiect artificial, *SSD* este *obiectiv și imparțial*. El nu mai poate fi suspectat ca fiind afectat de posibilele interese subiective sau de limitele cognitive ale asistenților decizionali sau ale experților consultanți. Altfel spus:

- dependența decidentului de echipa sa decizională ierarhică este relaxată;
- costurile legate de funcționarea acesteia sunt diminuate;
- posibilitatea de furnizare a rezultatelor într-o multitudine de formate, adaptate situației și stilurilor de lucru, poate îmbunătăți posibilitățile de comunicare și colaborare în cadrul grupurilor decizionale.

Principalele limite ale sistemelor suport pentru decizie, care trebuie considerate de la bun început în deciziile și proiectele de introducere în aplicații practice, sunt:

– Ca orice obiect artificial *SSD nu posedă acele calități* care sunt, deocamdată, *rezervate ființei umane*: creativitate, intuiție, imaginație, simț al responsabilității, spirit de conservare.

- În consecință, unui *SSD* nu i se pot delega toate funcțiunile pe care le realizează un sistem uman de suport pentru decizii;
- În același timp, *SSD* nu poate compensa faptul că decidentul este incompetent.

– În funcție de restricțiile impuse privind costurile permise, resursele hardware și software folosite pot fi limitate. Consecințele cele mai importante se manifestă în:

- *calitățile insuficiente* (în ceea ce privește completitudinea și corectitudinea) ale cunoștințelor acumulate în sistem;
- *posibilitățile de comunicare limitate* dintre decident și *SSD*.

– Sistemul, pentru a fi eficace și eficient, trebuie proiectat pentru un *anumit scop* și pentru:

- un domeniu de utilizare;
- o gamă de probleme decizionale relativ bine determinate (fără a fi însă la fel de restricționat de domeniu în aceeași măsură ca sistemele expert).

- Un sistem general pentru a asista orice fel de decizii nu este tehnic posibil și economic acceptabil.
- *SSD* este conceput pentru a fi integrat în sistemul informatic global al organizației din care este alimentat cu datele necesare. În consecință, pot apărea probleme de:
 - compatibilitate a platformelor informatice;
 - de format al mesajelor;
 - de structură a datelor.
 - Posibilele diferențe culturale dintre elaboratorii de instrumente și utilizatorii acestora pot cauza probleme privind:
 - semnificația unor termeni;
 - importanța relativă a unor aspecte abordate cu ajutorul sistemului.
 - Existența în cadrul *SSD* a unor documentații (*help-uri*) stufoase și insuficient de bine structurate poate duce la:
 - îngreunarea înțelegerii unor termeni;
 - folosirea numai parțială a funcțiilor sistemului.

Principalele cauze posibile de insucces, când speranțele puse în impactul pozitiv al introducerii și folosirii sistemelor suport pentru decizii au fost mai mari decât rezultatele reale obținute, pot fi grupate în trei categorii:

- Cauze de *natură tehnică*, legate de deficiențele de construire a sistemului (alegerea soluției tehnice și mai ales adaptarea ei la aplicație) printre care:
 - definirea nesatisfăcătoare a obiectivelor de performanță urmărite;
 - formularea greșită și sau modelarea neadecvată a problemelor abordate;
 - gradul redus de scalabilitate (sistemul care trece cu bine teste simple este nefuncțional pentru probleme reale de mari dimensiuni);
 - calitatea uneori nesatisfăcătoare a datelor;
 - descurajarea apărută după primele nereușite și insatisfacții care poate conduce la abandonul proiectului.
- Cauze de *natură umană*, legate de posibilitățile limitate de adaptare ale omului la viteza progreselor tehnologice sau de frica de schimbare, generând diverse *motive de rezistență* printre care:
 - cunoștințele insuficiente în folosirea directă a calculatorului;
 - frica de pierdere a autorității și de angajare în activități de tip asistent sau de secretară;
 - diferența de stil de rezolvare a problemelor înainte și după introducerea sistemului (tranziția de la stilul bazat preponderent pe intuiție și judecată la cel analitic, presupus de folosirea calculatorului);
 - diminuarea importanței și frecvenței formelor tradiționale de rezolvare a problemelor prin întâlniri directe și ședințe în care comunicarea este verbală;

- neapelarea suficientă la părerea managerului pentru a contribui la proiectarea sistemului (mai ales a interfeței);
 - părerea că realizarea sistemului reprezintă o cheltuială în plus;
 - frica de inundarea cu informații;
 - posibilele diferențe culturale (în primul rând de limbaj folosit) dintre utilizatori și elaboratorii de instrumente;
 - pericolul unei comunicări electronice depersonalizate și lipsite de naturalețe și de spontaneitate cu persoanele chemate să participe la elaborarea deciziei și la executarea ei.
- Probleme de *natură organizațională* care se referă la:
- eventualele implicații sociale care pot apărea;
 - anumite restricții impuse de modul de organizare și funcționare al întreprinderii;
 - fluctuația personalului implicat în utilizare, în construcție sau întreținere;
 - lipsa sau pierderea sprijinului sponsorului proiectului;
 - incapacitatea de a prevedea impactul schimbărilor și de a atenua eventualele efecte nedorite;
 - sincronizarea activităților, în anumite situații;
 - organizarea nepotrivită a proiectului.

Principalele condiții necesare, care dacă sunt îndeplinite, se constituie în premise ale succesului unui proiect de introducere a unui *SSD* sunt:

- Așteptările legate de introducerea unui *SSD* de aplicație sunt realiste;
- Există un campion al proiectului, un utilizator care percepe avantajele folosirii și este dispus să se angajeze cu entuziasm în colaborarea la construirea și în utilizarea sistemului;
- Derularea proiectului de introducere a *SSD* este sprijinită direct la nivelul conducerii de vârf a organizației de către un sponsor al proiectului;
- Proiectul este desfășurat și urmărit cu consecvență atât de executanți cât și de beneficiar (utilizatorul viitor) și de sprijinitorul proiectului.

Considerarea introducerii *SSD* este oportună și investiția se poate dovedi *justificată* și *profitabilă* atunci când:

- Întreprinderea este pregătită din punct de vedere organizatoric, informațional și/sau informatic, financiar și în planul instruirii și motivării personalului pentru introducerea noii clase de sisteme;
- Problemele decizionale abordate sunt nebanale;
- Decizia de introducere a *SSD* este influențată de o serie de criterii precum:
 - *avantajul relativ*, adică măsura în care noua tehnologie este percepută ca fiind superioară celei care era utilizată mai înainte;
 - *compatibilitatea*, adică gradul de potrivire cu valorile, nevoia și experiența celui

- care va folosi sistemul;
- *complexitatea*, care se referă la eventualele dificultăți de învățare a modului de folosire a *SSD*;
 - *observabilitatea*, care privește posibilitatea oferită de noua tehnologie de a conduce la rezultate care pot fi sesizate;
 - *testabilitatea*, (*triability*), care indică măsura în care sistemul poate fi încercat înainte de o eventuală adaptare și folosire;
 - *imaginea*, care indică gradul în care utilizatorul își îmbunătățește statutul;
 - *caracterul voluntar*, care arată faptul că folosirea sistemului nu este impusă.
- Decizia de introducere a *SSD* este bine motivată și nu determinată numai de modă sau de tentația de imitare a concurenților.

IV. TEHNOLOGIA SISTEMELOR

IV.1. Procesul de construire

Ansamblul proceselor, metodelor, procedeeleor, operațiilor etc., folosite pentru realizarea unui *SSD* specific de aplicație, având la bază, în primul rând:

- caracteristicile mediului decizional și
- caracteristicile definatorii ale produselor de tip *SSD*

sunt fundamentate de asemenea și de:

- caracteristicile de utilizare ale *SSD*:
 - desfășurarea sub controlul omului;
 - folosirea personalizată și uneori impredictibilă;
 - acoperirea, uneori inegală, a tuturor fazelor procesului decizional;
 - predominanța iterativității asupra interactivității.
- efectele, benefice sau nefavorabile, ale utilizării *SSD*:
 - efectele directe precum:
 - creșterea capacităților decizionale;
 - mărirea productivității muncii;
 - obiectivizarea elaborării deciziilor;
 - reducerea dependenței de serviciile experților;
 - evitarea erorilor și ambiguităților de comunicare;
 - stimularea adoptării unui stil de lucru nou;
 - promovarea tinerilor creativi și instruiți;
 - tendințe de izolare;
 - absolutizarea sistemului.
 - efectele indirecte privind factorul uman:
 - afirmarea lucrătorilor bazați pe cunoaștere;
 - desființarea unor locuri de muncă;
 - apariția unor ocupații noi;
 - noi modalități de muncă (telelucru, echipe virtuale);
 - depersonalizare;
 - favorizarea comodității.
 - efectele indirecte privind organizația:
 - creșterea competitivității;
 - structura aplatizată;
 - reprofilarea apariția unor compartimente;
 - erodarea structurilor și a autorității;

- creșterea importanței aspectelor financiare și cantitative.

Procesul de construire al unui *SSD* specific de aplicație se compune din o serie de activități care încep cu generarea ideii de introducere a sistemului în organizație și se termină cu obținerea unei versiuni relativ stabile, utilizabile în mod curent, a sistemului.

Evoluția și perfecționarea sistemului continuă și după începerea folosirii acestuia în mod curent.

Activitățile care compun procesul de construire a *SSD* sunt grupate în etape după cum urmează:

- inițierea și pregătirea proiectului:
 - generarea ideii;
 - analiza diagnostic;
 - definirea caracteristicilor;
 - evaluarea fezabilității;
 - planificarea proiectului,se finalizează cu un *studiu de fezabilitate*.
- analiza de sistem:
 - studiul;
 - elaborarea specificațiilor;
 - inventarierea instrumentelor,se finalizează cu o *specificație de detaliu*.
- proiectarea tehnică:
 - selectarea setului de instrumente;
 - proiectarea componentelor,se finalizează cu un *proiect de execuție*.
- implementarea:
 - integrare/personalizare/programare;
 - verificare și validare;
 - elaborare documentație,se finalizează cu un *sistem operațional*.
- exploatarea și evoluția:
 - punere în funcțiune;
 - utilizare;
 - evaluare;
 - modificări, adaptări,putând conduce la diverse *decizii*.

Etapetele prezentate corespund ciclului de viață al oricărui sistem informatic, conținutul și amplitudinea activităților, formarea unor eventuale bucle de reacție între activitățile plasate în etapele târzii și cele din etapele inițiale, sau chiar reluarea întregului ciclu pot fi determinate

de:

- elementul central vizat în procesul de construire a *SSD* (decizia, modul de asistare, sistemul, utilizatorul);
- platforma informatică folosită (instrumente informatice primare sau instrumente integrate);
- constructorul sistemului (utilizatorul însuși sau o echipă);
- forma procesului (liniară, bazată pe etapele ciclului de viață, sau în cicluri, folosind prototipul);
- interacțiunea dintre procesele tehnice și cele sociale petrecute în timpul construirii *SSD*.

IV.2. Depozitarea datelor

Conceptul de depozit de date se referă la o bază de date, creată și întreținută separat de bazele de date operaționale ale unei organizații, menită, pe de o parte, să permită integrarea unei multitudini de sisteme de aplicație și, pe de altă parte, să asigure o platformă puternică de date consolidate și istorice care să susțină prelucrarea informațiilor necesare unei varietăți de analize orientate către decizie.

Un număr tot mai mare de organizații, constatând că sistemele de tip depozit de date sunt instrumente deosebit de valoroase în lumea acerb competitivă și rapid evolutivă de astăzi, au investit și investesc milioane de dolari în construirea de depozite de date la nivelul întregii organizații. Mulți manageri au simțit că, în concurența crescândă din fiecare industrie, depozitele de date constituie cea mai eficace armă de marketing, modalitatea de a păstra clienții învățând mai multe despre nevoile lor.

Depozitul de date (data warehouse) este o colecție de date orientate pe subiecte, integrate, istorice (dependente de timp) și nevolatile, menită să susțină procesele de luare a deciziilor manageriale. Aceste patru caracteristici majore ale datelor diferențiază depozitele de date de actualele sisteme de administrare a datelor, precum sistemele de gestiune a bazelor de date relaționale, sistemele de procesare a tranzacțiilor sau sistemele de fișiere.

Depozitul de date este considerat ca o memorie cu date, implementare a unui model de date suport pentru decizii, consistentă semantic, conținând informațiile de care organizația are nevoie pentru asistarea deciziilor și privit, de multe ori, ca o arhitectură constituită prin integrarea datelor provenite de la mai multe surse eterogene pentru a susține interogări ad-hoc și/sau structurate, pentru obținerea de rapoarte analitice precum și pentru susținerea proceselor decizionale.

Termenul de depozit de date este destul de general. Unii autori sau furnizori de produse informatice folosesc diferite denumiri pentru a numi unele cazuri particulare sau componente ale depozitului de date:

- *baze de date fizice mari*, în care sunt conținute datele și metadatele, precum și programele de curățare, organizare, asamblare și pre-procesare;
- *depozite logice de date*, care cuprind numai metadatele și programele de organizare, asamblare, preprocesare împreună cu informațiile necesare pentru a găsi și a avea acces la date indiferent de locul unde sunt stocate;
- *târguri, magazii sau compartimente de date (data mart)*, care reprezintă subseturi ale unui depozit de date, necesitățile unei părți sau funcții a întreprinderii.

Magaziile de date împreună cu legăturile stabilite prin intermediul magaziiilor logice de date constituie componente în dezvoltarea incrementală a unui depozit de date de întreprindere.

Ceea ce diferențază tipurile de depozite de date este aria de cuprindere a proceselor decizionale:

- depozit de date *galactic (Galactic Data Warehouse - GDW)*, asistă procesele decizionale manageriale care privesc *oricare și toate* procesele de business și compartimentele întreprinderii, precum și întreprinderea luată ca un întreg;
- depozit de date *orientat pe un proces de business (Business Process Data Warehouse - BPDW)* asistă procesele decizionale care privesc *oricare și toate* procesele de business și legăturile lor reciproce, precum și cu mediul lor înconjurător;
- depozit de date *departamental (Department Data Warehouse - DDW)* asistă procesele decizionale care privesc *oricare și toate* compartimentele și interacțiunile lor reciproce, precum și cu mediul lor înconjurător;
- magazie de date (*data mart*) de *tip proces de business (Business Process Data Mart - BPDM)* asistă procesele decizionale centrate pe *un singur* proces de business;
- magazie de date *departamentală (Department Data Mart - DDM)* asistă procesele decizionale centrate pe un singur compartiment.

Depozitarea datelor (data warehousing) este un proces care constă, mai întâi, dintr-o fază de construire (prin integrare, curățire și consolidare a unor colecții de date) și apoi, dintr-o fază de utilizare (prin tehnologii integrate de asistare a deciziilor) a unui depozit de date. Depozitarea datelor oferă deci factorilor decizionali ai unei organizații, arhitecturi și instrumente pentru a organiza sistematic, a înțelege și, mai ales, pentru a utiliza datele în luarea deciziilor strategice.

Elaborarea de soluții pentru a integra diverse tipuri de date, provenite de la mai multe surse de informare, eterogene, autonome sau distribuite și pentru a furniza ușor și eficient acces la ele a preocupat intens atât comunitatea de cercetare cât și industria de baze de date. În raport cu abordarea tradițională de integrare a bazelor de date eterogene, bazată pe interogare (*query-driven*), depozitarea datelor utilizează o abordare bazată pe actualizare (*update-driven*), abordare în care informațiile de la surse multiple și eterogene sunt integrate în avans și stocate într-un depozit de date pentru interogări directe și analize.

Spre deosebire de bazele de date operaționale, depozitele de date nu conțin neapărat cele mai recente informații dar asigură o înaltă performanță în integrarea sistemelor de baze de date eterogene prin faptul că datele sunt copiate, preprocesate, integrate, adnotate, agregate și restructurate într-o singură memorie semantică de date. Deasemenea, procesarea interogărilor în depozitele de date nu se mai interferează cu procesările de la nivelul surselor locale iar depozitele de date pot stoca și integra informații istorice și susține astfel interogări multidimensionale complexe.

IV.3. Prelucrarea analitică on-line

Sarcina majoră a sistemelor de baze de date operaționale este de a efectua *procesări on-line ale tranzacțiilor (on-line transactions processing - OLTP)* și interogări, acoperind cea mai mare parte a operațiunilor zilnice ale unei organizații cum ar fi aprovizionări, stocuri, producție, decontări, plăți, contabilitate în vreme ce sistemele de depozite de date au drept sarcină majoră să servească utilizatorilor care au roluri de analiză a datelor și de luare a deciziilor respectiv „lucrătorilor din domeniul cunoașterii”.

Cunoscute ca sisteme de *prelucrare analitică on-line (on-line analytical processing - OLAP)* aceste sisteme pot organiza și prezenta datele în diverse formate cu scopul de a satisface multitudinea de cerințe ale utilizatorilor respectivi.

Conform cu *Glosarul* propus de *OLAP Council*, prelucrarea analitică on-line desemnează o categorie de instrumente software care permit analiștilor, managerilor și directorilor să înțeleagă esența datelor printr-un acces rapid, consistent și interactiv la o mare varietate de vederi posibile ale informațiilor, care au fost obținute prin transformarea datelor primare, astfel încât să reflecte dimensiunile reale ale întreprinderii așa cum o percepe și o înțelege utilizatorul.

O comparație între *OLTP* și *OLAP* evidențiază, printre altele, următoarele diferențieri:

- Sistemele *OLTP* sunt orientate către client (*customer-oriented*) în timp ce sistemele *OLAP* sunt orientate spre piață (*market-oriented*).
- Sistemele *OLTP* gestionează date curente și prea detaliate pentru a putea fi ușor de utilizat în luarea deciziilor, în timp ce sistemele *OLAP* gestionează cantități mari de date istorice cu facilități de agregare și de gestionare a informațiilor la diferite niveluri de granularitate.
- Sistemele *OLTP* focalizate, în general, pe datele curente dintr-o organizație sau dintr-un departament nu pot referi date istorice sau date din alte organizații spre deosebire de sistemele *OLAP* care cuprind date istorice și date care pot proveni de la alte organizații integrând deci informații din surse eterogene.
- Sistemele *OLTP* adoptă, de obicei, modelul de date entitate-relație (*ER*) și o proiectare a bazei de date orientată pe aplicații spre deosebire de sistemele *OLAP* care

adoptă, în general, modelul de date multidimensional și o proiectare a bazei de date orientată pe subiecte.

– Unitățile de acces ale unui sistem *OLTP* constau în principal din tranzacții scurte, atomice și necesită mecanisme de control al concurenței și de reacoperire, accesările la sisteme *OLAP* sunt în cea mai mare parte operațiuni read-only, în general interogări complexe.

Caracteristicile esențiale ale unui sistem *OLAP* sunt sintetizate prin cinci cuvinte cheie: *analiza rapidă a informației multidimensionale partajate* (testul *FASMI - fast analysis of shared multidimensional information*):

– Cuvântul cheie *analiză* cere ca sistemul de tip *OLAP* să permită efectuarea de către utilizator, într-un mod suficient de facil și intuitiv, a oricărei analize logice sau statistice care este relevantă pentru aplicație. Aceasta include pe lângă funcții preprogramate și posibilitatea de definire a unor calcule ad hoc și furnizarea de rapoarte în orice formă dorită fără a face apel la limbaje de programare profesionale.

– Cuvântul cheie *rapidă* indică faptul că sistemul trebuie să furnizeze majorității utilizatorilor datele cerute într-un interval de timp până la cinci secunde. Pentru analize simple, cerința de timp de răspuns este de o secundă și, numai în foarte puține cazuri excepționale, se admite un timp de răspuns mai mare de 20 de secunde.

– Cuvântul cheie *informație* se referă la toate datele primare și informațiile care au fost obținute din acestea, în măsura în care ele sunt relevante pentru aplicație. Măsura volumului de informație se referă la cantitatea de informație care poate fi manipulată și nu la capacitatea de stocare.

– Cuvântul cheie *multidimensională*, care reprezintă punctul esențial al testului *FASMI*, arată că o aplicație *OLAP* trebuie să poată furniza vederi conceptuale ale datelor cu mai multe dimensiuni, fără a fi nevoie să se specifice a priori numărul acestora, care e dependent de aplicație.

– Cuvântul cheie *partajată* implică cerințe privind asigurarea confidențialității și de blocare a actualizărilor concurente când e cazul unor accese multiple de tip înscriere.

Rațiunea de separare a depozitelor de date de bazele de date operaționale se bazează în primul rând pe faptul că structurile, conținutul și utilizările datelor din aceste două sisteme sunt diferite.

Asistarea deciziilor necesită date istorice, în timp ce bazele de date operaționale nu mențin date istorice astfel încât datele din bazele de date operaționale, deși abundente, sunt de obicei departe de a fi complete/suficiente pentru luarea deciziilor. Asistarea deciziilor necesită consolidarea (cum ar fi agregarea și sumarizarea) datelor din surse eterogene, rezultând date de înaltă calitate, curățate și integrate. În contrast, bazele de date operaționale conțin doar date primare brute, cum ar fi tranzacțiile, care trebuiesc consolidate înainte de analiză.

Motivul major pentru separare este de a contribui la promovarea înaltei performanțe a ambelor sisteme. O bază de date operațională suportă procesarea concurrentă simultană a mai multor tranzacții iar procesarea interogărilor *OLAP* în bazele de date operaționale ar degrada în mod substanțial performanța sarcinilor operaționale.

Având în vedere că cele două sisteme oferă funcționalități destul de diferite și necesită diferite tipuri de date, în prezent, este necesar să se mențină baze de date separate. Cu toate acestea, mulți producători de sisteme de gestiune a bazelor de date relaționale operaționale au început să optimizeze astfel de sisteme, astfel încât să sprijine interogări *OLAP* și deoarece această tendință va continua, separarea dintre *DBMS* și sisteme *OLAP* este de așteptat să scadă.

IV.4. Modelarea multidimensională a datelor.

Există în prezent o multitudine de soluții de modelare conceptuală a datelor, cu caracteristici și putere expresivă diferite în funcție , în principal, de domeniile de aplicație pentru care au fost elaborate. În contextul depozitării datelor s-a constatat că modelele conceptuale tradiționale ale bazelor de date, cum ar fi modelul entitate-relație, nu sunt adecvate pentru a descrie aspectele fundamentale ale unui demers de depozitare a datelor. Esențial este faptul că, în proiectarea unui depozit de date, este nevoie de a reprezenta în mod explicit caracteristici importante ale informațiilor, care nu mai sunt legate de reprezentarea abstractă a conceptelor lumii reale ci, mai degrabă, de obiectivul final al depozitului de date și anume susținerea proceselor de analiză a datelor orientate către luarea deciziilor.

Există cel puțin două noțiuni specifice pe care orice model conceptual pentru depozitarea datelor trebuie să le includă într-o anumită formă și anume *faptul* și *dimensiunea*. Faptul este o entitate, a unei aplicații, care face obiectul unei analize orientată către decizie, reprezentabilă grafic prin intermediul „cubului de date”, iar dimensiunea corespunde perspectivei din care faptele pot fi analizate în mod concludent.

Realizatorii au avut tendința de a modela aceste noțiuni prin intermediul unor structuri care vizau în special etapa de implementare practică a demersului. Structura (reprezentarea grafică) utilizată pe scară largă în acest context este *schema stea* (*star schema* sau variante ale acesteia *fact constellation schema* și *snowflake schema*) în care faptele și dimensiunile sunt pur și simplu tabele relaționale conectate într-un mod specific.

Această abordare este destul de rudimentară pentru că doar surprinde aspectele esențiale ale demersului. Într-un model conceptual evoluat aceste concepte trebuiesc reprezentate în termeni abstracti, aspect fundamental pentru concentrarea asupra aspectelor esențiale, multidimensionale, care pot fi utilizate în analiza datelor, neinfluențate / necontaminate din start de detaliile de implementare.

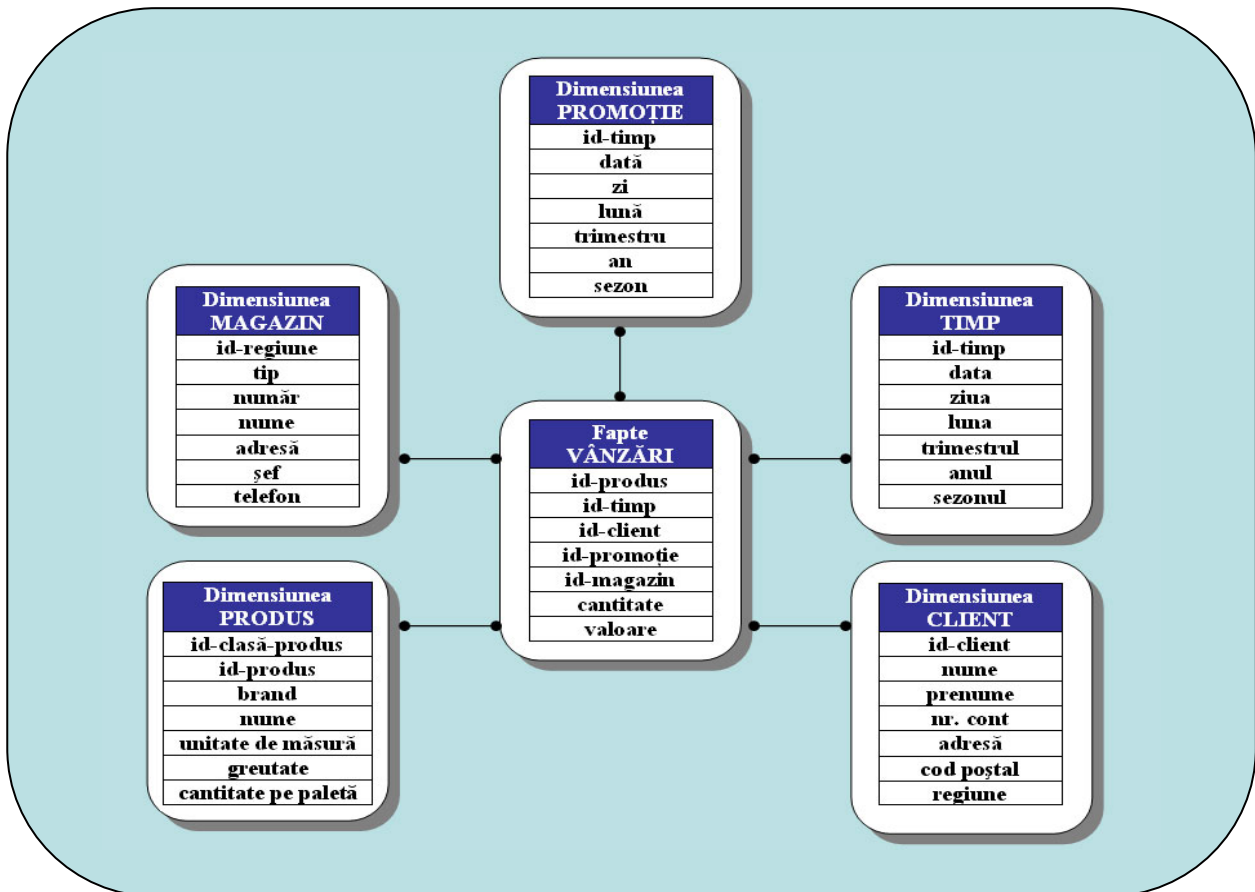


Figura IV.1 Exemplu de schemă „stea”

Spre deosebire de alte domenii de aplicare, în data warehousing reprezentarea datelor este influențată în mare măsură, atât la nivel fizic și logic dar și la nivel conceptual, de modul în care utilizatorii finali au nevoie să vadă informațiile.

Modelele conceptuale de date sunt folosite de obicei în faza preliminară a procesului de proiectare a unei aplicații pentru a defini cerințele în cel mai bun mod posibil, fără „contaminări” legate de implementare. Reprezentările conceptuale multidimensionale:

- pot fi folosite în scopuri de documentare, fiind ușor de înțeles de către nespecialiști;
- pot fi utilizate pentru a descrie în termeni abstracti conținutul aplicațiilor de depozitare a datelor deja existente;
- furnizează o descriere a conținutului depozitului de date utilizată ca referință în conceperea interogărilor analitice complexe.

Eficiența modelării în data warehousing depinde strict de capacitatea de a descrie datele factuale în funcție de dimensiunile adecvate, adică în funcție de perspectivele din care datele pot fi analizate.

Pentru a putea susține mai bine analiza datelor este util ca pentru fiecare dimensiune să se organizeze o *ierarhie de niveluri* obținabilă prin gruparea elementelor/membrilor dimensiunii în funcție de nevoile analizei.

În cazul în care membrii unui nivel l pot fi agregați în membri ai unui alt nivel l' se spune că (nivelul) l se agregă la (nivelul) l' sau l rolls up (to) l' .

Un nivel are asociate, de obicei, *attribute descriptive* (sau *descrieri*).

Entitățile unei aplicații subiect de analiză orientată spre decizie sunt numite *fapte* iar aspectele specifice și măsurabile ale unui fapt, relevante pentru analiză, sunt numite *măsuri*.

O colecție de măsuri ale aceluiași fapt este reprezentată printr-o diagramă cuboidă, (*hiper*)*cubul de date*, având o dimensiune „fizică” pentru fiecare dimensiune „conceptuală” a măsurării: o *coordonată* a hipercubului de date specifică o combinație de membri ai nivelurilor mai multor dimensiuni iar celula corespunzătoare conține măsura asociată unei astfel de combinații.

În modelarea bazelor de date există o distincție clară între termenii de *schemă*, care specifică structura unui concept și *instanțiere* care constă în mulțimea de valori asociată, la un moment dat, aceluși concept.

Fie T o mulțime finită de *tipuri de valori* de bază (cum ar fi text, întreg, zecimal, dată calendaristică, etc.) fiecare tip, $t \in T$, având asociat un *domeniu de valori* de bază, $dom(t)$. Fie, de asemenea, \mathcal{E} o mulțime numărabilă de *nume* (sau de expresii) și \mathcal{I} o mulțime numărabilă de *identificatori* (sau *id-uri*). Aceste *id-uri* sunt tot valori, altele decât valorile de bază, dar care sunt utilizate pentru a identifica în mod unic *obiecte* din lumea reală.

Noțiunea de *dimensiune* are trei componente principale: o mulțime de niveluri, o mulțime de descrieri ale nivelurilor și o ierarhie de niveluri.

Fie \mathcal{D} o mulțime finită de dimensiuni, $D \in \mathcal{D}$.

O *schemă dimensională* este compusă din:

- o mulțime finită L de nume, $l \in L$, denumite *niveluri*;
- o mulțime finită Δ de nume, $\partial \in \Delta$, denumite *descrieri de niveluri*; $(\forall)l \in L$ descrierea ∂_l a nivelului l este asociată cu un tip de bază $t_{|\partial_l} \in T$;
- o relație „ \leq ” de ordine parțială pe L , denumită *roll-up* (sau *de agregare*); dacă $(l_1, l_2) \in \leq$, respectiv $l_1 \leq l_2$, se spune că „ l_1 roll-up l_2 ”.

O *instanțiere a unei scheme dimensionale* $\mathcal{D} = (L, \Delta, \leq)$ este constituită din:

- câte o mulțime finită de obiecte (din lumea reală) pentru fiecare nivel $l \in L$; fiecare dintre obiecte are asociat un *id* unic numit *membreu* al lui l , $(m \in l)$;
- câte o funcție de la membrii nivelului l la $dom_l(t)$, domeniul tipului de bază $t \in T$ asociat lui l , pentru fiecare descriere de nivel $\partial \in \Delta$;
- câte o funcție de roll-up, *roll-up* $l_1 \rightarrow l_2$, de la membrii nivelului l_1 la membrii nivelului l_2 , pentru fiecare pereche de niveluri l_1 și l_2 din L pentru care $l_1 \leq l_2$.

Dacă $m_2 = \text{roll-up } l_1 \rightarrow l_2 (m_1)$ se spune că m_1 roll-up m_2 .

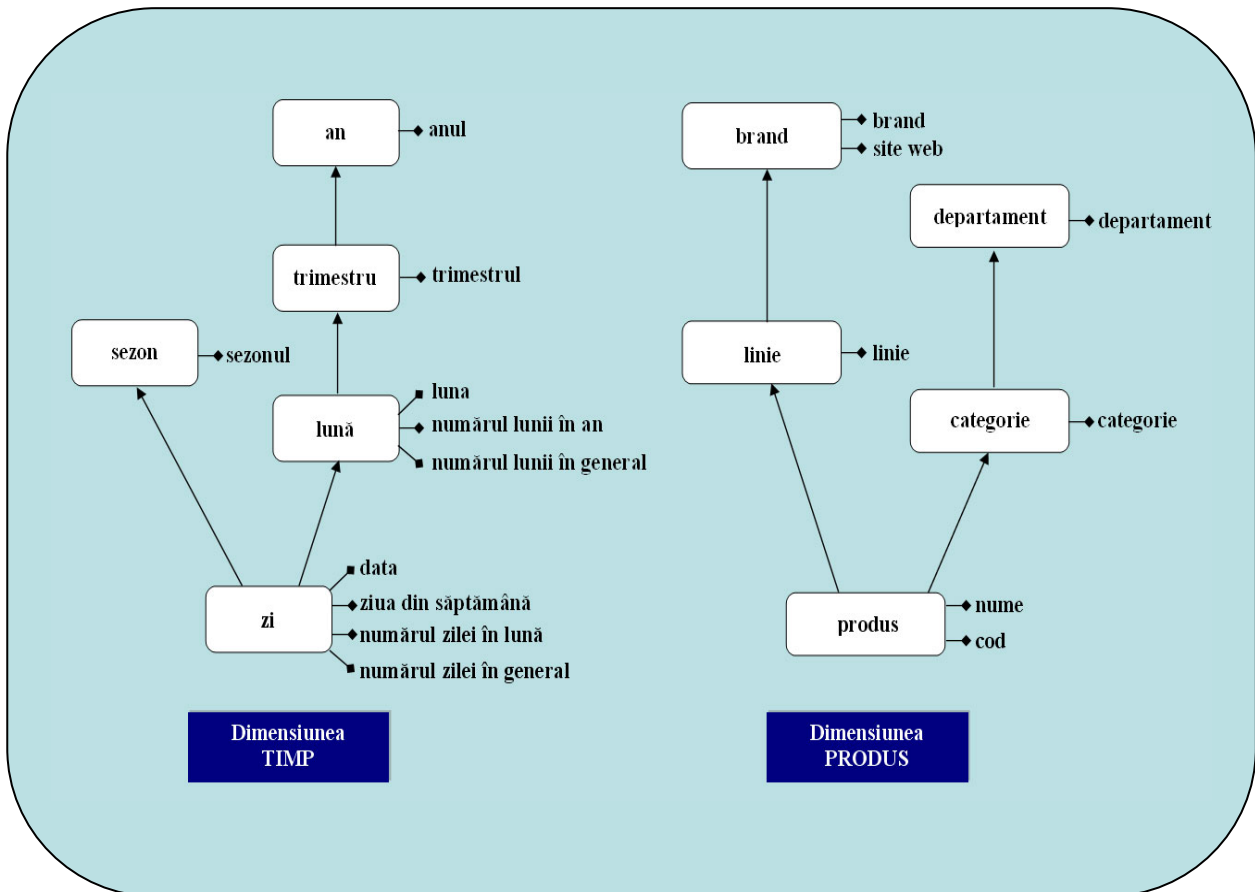


Figura IV.2 Exemplu de schemă de dimensiuni (2 dimensiuni)

Funcțiile de roll-up ale unei instanțieri dimensionale trebuie să îndeplinească anumite condiții de coerență. O familie de funcții *roll-up* ale unei dimensiuni este *consistentă* dacă:

- pentru fiecare nivel l , funcția *roll-up* $l \rightarrow l$ este o identitate pe l ;
- în cazul în care nivelul l_1 *role-up* la nivelul l_2 în moduri diferite, de exemplu prin l' și prin l'' , membrii lui l_1 *role-up* într-un mod *consistent* la elemente din l_2 dacă: $role-up_{l_1 \rightarrow l'}(role-up_{l' \rightarrow l_2}(m)) = role-up_{l_1 \rightarrow l''}(role-up_{l'' \rightarrow l_2}(m))$, $(\forall)m \in l_1$.

În modelele conceptuale, în general, un membru al unui nivel al unei dimensiuni nu este o valoare ci obiectul în sine pentru că, deși acest obiect are un *id* și un număr de valori (descrieri) asociate, existența și identitatea sa sunt independente de acestea.

Noțiunea de *schemă multidimensională a unei baze de date* este formată din două componente principale: o colecție de dimensiuni și un număr de scheme cuboide de date definite pe nivelurile dimensiunilor.

O *schemă multidimensională* (a unei baze de date) este constituită din:

- o mulțime finită \mathcal{D} de scheme dimensionale;
- o mulțime finită \mathcal{F} de *scheme cuboide* $f[A_1:l_1, \dots, A_n:l_n] \rightarrow [M_1:m_1, \dots, M_k:m_k]$,

unde f este un nume, fiecare A_i ($1 \leq i \leq n$) este un nume distinct, numit *atribut* al lui f , fiecare l_i este un nivel al lui $D \in \mathcal{D}$, fiecare M_j ($1 \leq j \leq k$) este un nume distinct, numit *măsură* a lui f și fiecare m_j este, fie un tip de bază $t \in T$, fie un nivel al lui D .

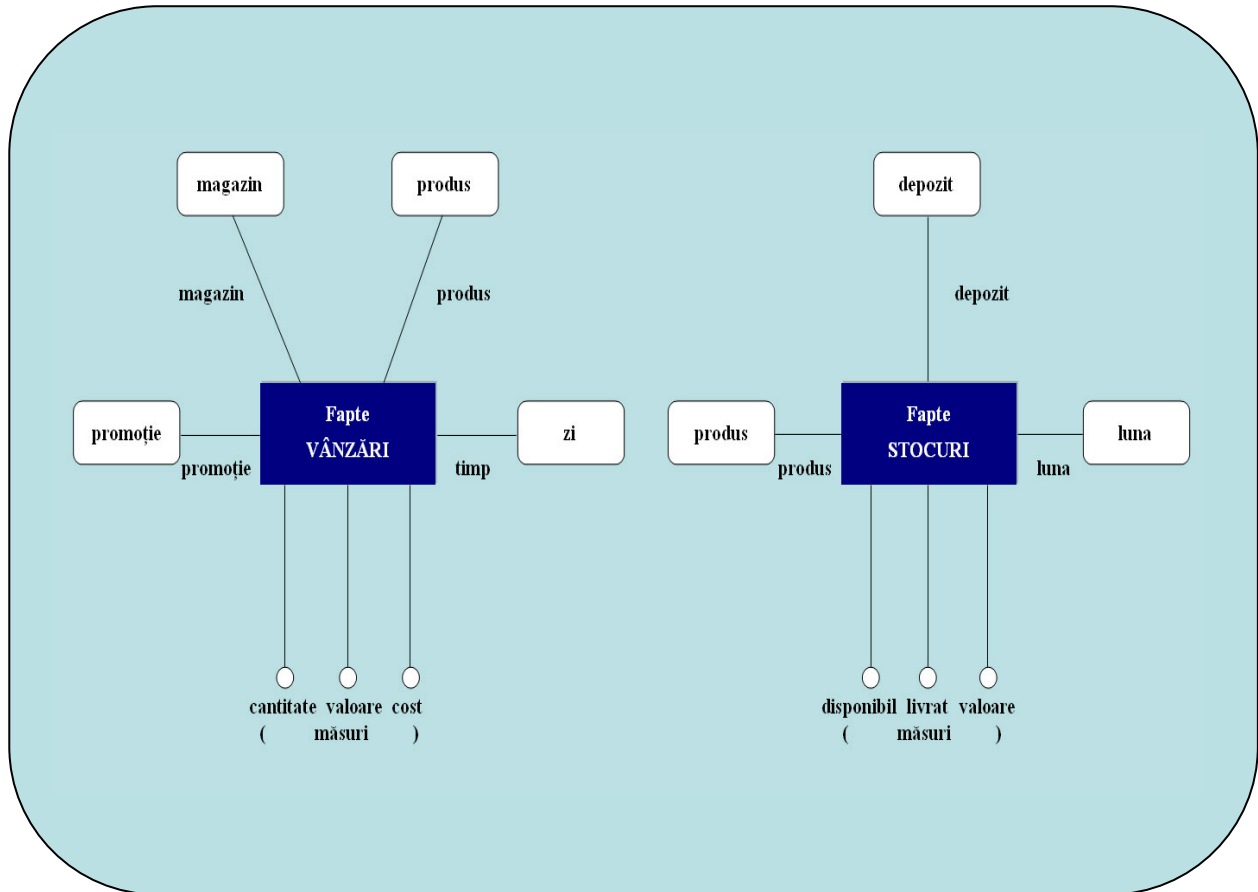


Figura IV.3 Exemplu de schemă multidimensională (2 cuburi de date)

Prin definiția de mai sus asigură posibilitatea tratării uniforme atât a măsurilor cât și a dimensiunilor (o măsură putând fi atât o simplă valoare cât și un nivel al unei dimensiuni și permițând astfel analistului să transforme măsurile în atribute și vice versa), funcționalitate importantă și obligatorie pentru sistemele *OLAP*.(9, 39). Deasemenea schemele cuboide pot fi reprezentate foarte natural prin diverse diagrame.

Fie $\mathcal{D} = (\mathcal{D}, \mathcal{F})$ o schemă multidimensională, fie d o instanțiere a lui \mathcal{D} și fie $f [A_1 : l_1, \dots, A_n : l_n] \rightarrow [M_1 : m_1, \dots, M_k : m_k]$ o schemă cuboidă din \mathcal{F} .

O *coordonată* (conceptuală) pentru f pe d este un tuplu pe atributele lui f , adică o funcție care asociază fiecărui atribut A_i un membru al nivelului l_i care apare în d .

Un *fapt* pentru f pe d este un tuplu pe măsurile lui f , adică o funcție care asociază fiecărui nume de măsură M_j , fie o valoare (dacă m_j este un tip de bază, $m_j \in T$) fie un membru din d (dacă m_j este un nivel, $m_j \in L$).

O *instanțiere a unei scheme multidimensionale* $\mathcal{D} = (\mathcal{D}, \mathcal{F})$ este compusă din:

- o instanțiere dimensională d pentru fiecare schemă dimensională din \mathcal{D} ;

- o funcție parțială numită *hipercub de date* care asociază coordonate pentru f pe d la fapte pentru f pe d pentru fiecare schemă cuboidă $f \in \mathcal{F}$.

O *intrare* a unui hipercub de date este o coordonată c a cărei instanțiere este definită.

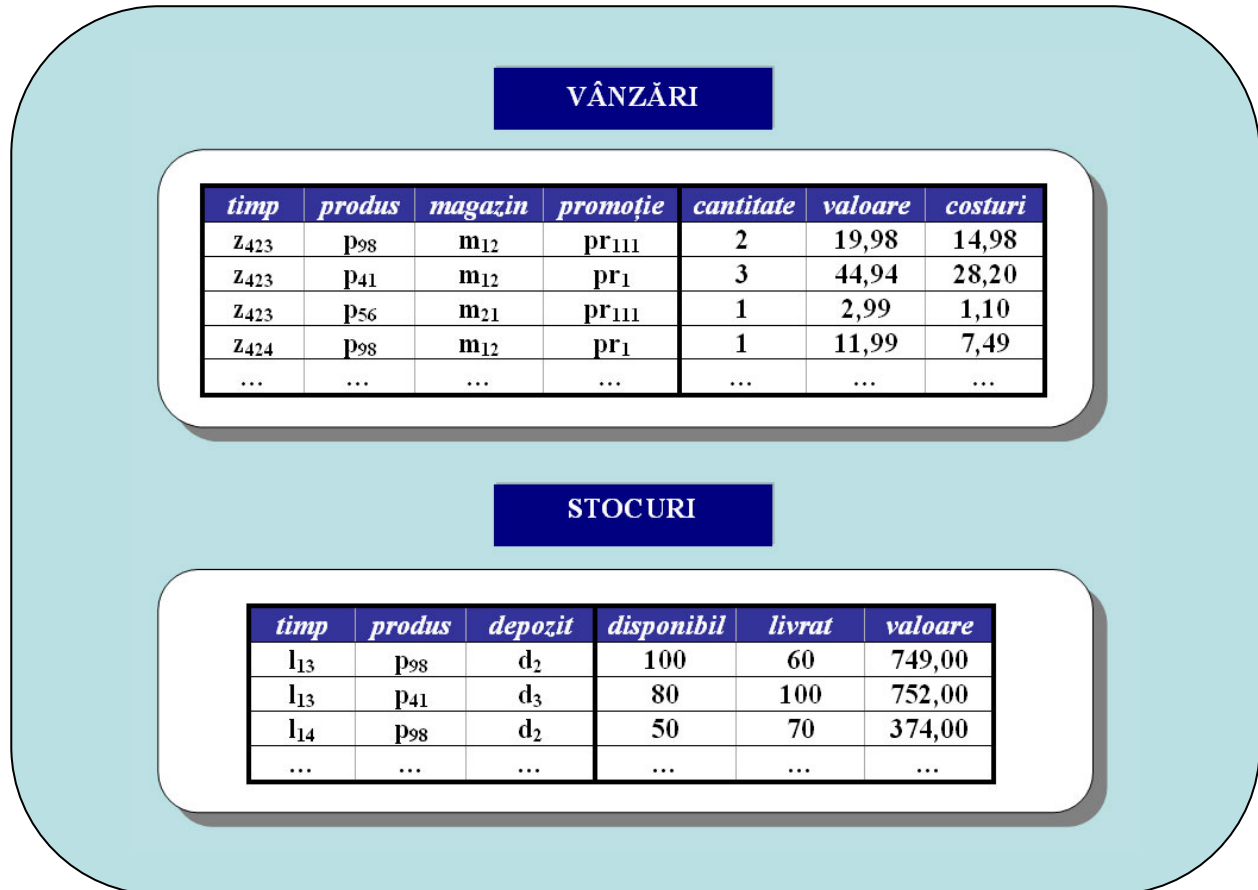


Figura IV.4 Exemplu de instanțiere a unei scheme multidimensionale

În Figura IV.4 hipercuburile de date sunt reprezentate (grafic) prin tabele. Această reprezentare sugerează cum pot fi implementate hipercuburile de date cu ajutorul modelului relațional: un hipercub de date într-o schemă f poate fi reprezentat prin o relație peste atributele lui f , cu coloane suplimentare pentru măsuri. Valorile atributelor lui f formează cheia relației.

În practică, un hipercub de date având n atribute și m măsuri poate fi, de asemenea, reprezentat printr-un tablou n -dimensional în care fiecare intrare (non null) corespunde unei intrări a lui f și este asociată cu un m -tuplu de măsuri. Această reprezentare reamintește modul în care sistemele multidimensionale stochează de obicei datele, astfel se confirmă faptul că modelul conceptual descrie datele multidimensionale independent de orice implementare (logică) specifică.

Deși notațiile folosite pentru coordonate seamănă cu indicii elementelor dintr-o matrice multidimensională (într-un mod ne-pozițional), există o importantă diferență între hipercuburile de date și matricile multidimensionale. În matrici, coordonatele „fizice” variază

pe intervale din cadrul unor domenii (liniar-ordonate) de *valori* în timp ce, în model, domeniile pe care coordonatele le parcurg sunt entități conceptuale. În acest sens noțiunea de coordonată este conceptuală.

Funcțiile roll-up sunt o trăsătură distinctivă a modelului: ele descriu *intensional* modul în care sunt legați membri de pe niveluri diferite. Această descriere este independentă de orice implementare efectivă: funcțiile roll-up pot fi implementate prin intermediul unor relații, funcții built-in sau proceduri externe. Mai mult decât atât, funcțiile roll-up oferă un instrument puternic pentru interogarea datelor multidimensionale, ele putând fi folosite pentru a specifica modul în care datele pot fi grupate și modul în care pot fi unite hipercuburi de date incluzând date cu diferite niveluri de granularitate.

Modelul de date multidimensional prezentat satisface *cerințele fundamentale* pe care orice model multidimensional trebuie să le îndeplinească în contextul aplicațiilor *OLAP*. Aceste caracteristici „obligatorii” pot fi rezumate după cum urmează:

- *Separarea explicită a structurii de conținut*, cerință generală pentru modelele conceptuale ale bazelor de date de a se face distincție între scheme și instanțieri;
- *Noțiuni explicite pentru dimensiune și cub de date*, conceptele de bază ale reprezentării multidimensionale a datelor;
- *Ierarhii explicite pe dimensiuni*, o dimensiune trebuie structurată într-o ierarhie de niveluri pentru a sugera modalitățile în care datele pot fi grupate de-a lungul dimensiunii;
- *Ierarhii multiple pe fiecare dimensiune*, cerința ca într-o dimensiune să nu existe mai mult de un drum de-a lungul căruia să se agrege datele este asigurată prin relația de ordine parțială dintre nivelurile dimensiunii;
- *Attribute ale nivelurilor*, sunt folosite descrierile de niveluri pentru a permite și reprezentarea altor proprietăți descriptive ale analizei dimensiunilor, independente de relațiile ierarhice dintre niveluri;
- *Seturi de măsuri*, asocierea de mai multe măsuri pentru aceeași coordonată a hipercubului oferă posibilitatea de a defini structuri complexe de celule referitoare la același fapt;
- *Tratarea simetrică a dimensiunilor și măsurilor* deoarece există concepte care pot fi măsurate dar care pot fi utilizate, de asemenea, și la gruparea faptelor, în plus, devine astfel posibilă și înregistrarea de date factuale de diferite granularități.

Modelul îndeplinește și *cerințele avansate* privind modelele de date multidimensionale adică o serie de caracteristici suplimentare, recomandate și considerate „avansate” deoarece conceptele utilizate, fie:

- sunt mai dificil de reprezentat (cum ar fi noțiunea de „sumarizabilitate”);
- servesc pentru anumite cazuri specifice de aplicare.

Aceste caracteristici suplimentare pot fi rezumate după cum urmează:

– *Suport pentru semantica agregărilor*, modelul de date oferă suport pentru identificarea acelor agregări al căror rezultat este incorect sau lipsit de sens pentru utilizator. Această situație nedorită poate să apară de două motive principale:

- un anumit fapt poate fi considerat mai mult decât o dată;
- un tip de agregare, de-a lungul unui anumit drum al unei dimensiuni, poate fi lipsit de sens pentru un anumit tip de măsură.

Conceptul este strict legat de noțiunea de sumarizabilitate, studiată în contextul bazelor de date statistice, care definește când anume o agregare poate fi calculată prin combinarea directă a rezultatelor de la nivelul inferior.

– *Suport pentru agregări non-standard ale faptelor*, existând diferite cazuri posibile:

- *ierarhii non-stricte*, o ierarhie a nivelurilor unei dimensiuni nu este strictă dacă unele dintre asocierile membrilor unui nivel la membrii unui nivel superior sunt relații de tip $m:n$ în loc de relații de tip $m:1$. Modelul poate fi extins pentru a include ierarhii ne-stricte dacă se presupune că asocierile *roll-up* _{$I_1 \rightarrow I_2$} nu mai sunt funcții ci simple relații binare;
- *ierarhii non-pe*, o ierarhie într-o dimensiune este „pe” dacă pentru fiecare membru m al unui nivel există un membru m' de un nivel inferior (dacă este cazul) astfel încât m' *role-up* m ;
- *ierarhii non-acoperite*, o ierarhie într-o dimensiune este non-acoperită dacă un membru al unui anumit nivel *roll-up* la un membru al unui nivel mai înalt în ierarhie „sărind” unul sau mai multe niveluri intermediare, în model ierarhiile non-acoperite apar atunci când funcțiile *roll-up* sunt funcții parțiale;
- *relații de tip $m:n$ între fapte și dimensiuni*, se poate întâmpla ca relația între un fapt și dimensiunile sale să nu fie de tipul $m:1$, acest lucru nu este strict interzis în model (rânduri noi pot fi adăugate pentru acest scop), dar poate conduce la agregări incorecte, situații rezolvabile în multe cazuri prin instanțieri adecvate ale dimensiunilor.

– *Tratarea schimbărilor și timpului*, schemele și datele pot evolua în timp și, de multe ori, devine importantă și necesară analiza impactului acestor modificări, modelul putând susține:

- managementul modificărilor în timp ale dimensiunilor;
- actualizarea cuburilor în conformitate cu evoluțiile dimensionale;
- analize temporale similare abordărilor din modelele temporale de date.

– *Tratarea impreciziei*, orice aplicație se preocupă de problema intrinsecă a impreciziei în reprezentarea și gestionarea informațiilor și, deși această problemă a fost larg studiată în modelarea conceptuală a bazelor de date, totuși puține studii au abordat această interesantă și importantă problemă în contextul de analizelor

multidimensionale, unde datele imprecise (de exemplu, valorile lipsă) pot conduce la rezultate incorecte în urma agregărilor:

- un mod simplu de a include o noțiune de imprecizie în măsurarea faptelor în modelul conceptual multidimensional este de a permite prezența valorilor *null* în cuburile de date;
- cunoașterea incompletă a ierarhiilor dimensiunilor poate fi luată în considerare de către model presupunând că funcțiile de *roll-up* sunt parțiale.

IV.5. Descoperirea cunoștințelor din date

Mineritul datelor (data mining) este un ansamblu de metode și algoritmi destinat explorării și analizei unor (adesea) mari volume de date în vederea deducerii, din aceste date, a unor reguli, a unor asocieri, a unor tendințe necunoscute (nefixate a priori), a unor structuri specifice care să restituie în mod concis esența informației utile pentru asistarea deciziilor.

Organizațiile au acumulat volume foarte mari de date, stocate pe suporturi informatice, privitoare la tranzacții de diverse tipuri, derulate de-a lungul multor ani:

- băncile posedă arhive de milioane de înregistrări în care sunt consemnate în detaliu operațiile efectuate de clienții lor;
- în aproape orice firmă se găsesc mii și sute de mii de înregistrări privitoare la cumpărările, vânzările, încasările și plățile efectuate;
- societățile de telefonie mobilă posedă date privitoare la fiecare convorbire efectuată de abonații lor, incluzând data, momentul și locul apelului, durata convorbirii, numărul de telefon al corespondentului;
- magazinele posedă sute de mii de înregistrări, provenind de la casele de marcaj, în care figurează nu numai articolele cumpărate ci și cumpărătorii, identificați prin legitimațiile de acces.

O dată cu expansiunea internetului, volumul datelor stocate în format digital nu încetează să crească, din ce în ce mai rapid, peste tot în lume:

- indivizii pun, din ce în ce mai mult, informațiile pe care le dețin la dispoziția tuturor, via web;
- numeroase organizații, în special cea mai mare parte a marilor magazine, recoltează din ce în ce mai multe informații despre clienții lor și comportamentele acestora;
- foarte multe dintre procesele industriale sunt controlate informatic;
- rezultatele analizelor medicale sunt, din ce în ce mai sistematic, conservate pentru a fi analizate;
- tot mai numeroase măsurători efectuate pretutindeni în lume, ca de exemplu cele meteorologice, umplu de asemenea importante baze de date digitale.

Mijloacele și tehnicile informatice, tot mai evolute, au contribuit de-a lungul timpului la amplificarea capacității de memorare și stocare a datelor iar în ultimile decenii au susținut o reorientare semnificativă, privind utilizarea volumelor de date stocate, de la un proces de explorare retrospectivă către unul cu caracter prospectiv:

- multă vreme aceste date s-au acumulat pur și simplu în virtutea nevoii de arhivare;
- datele acumulate conțin informații și cunoștințe „ascunse”, care pot servi la bunul mers al unei organizații, dar, luate ca atare, nu au mare utilitate dacă nu sunt însoțite de mecanisme care să permită explorarea lor și înțelegerea fenomenelor care au guvernat funcționarea surselor de date;
- creșterea permanentă a concurenței, exigențele din ce în ce mai mari ale pieței au determinat organizațiile să devină conștiente de potențialul pe care aceste arhive de date îl reprezintă;
- informația nu lipsește, ceea ce lipsește este timpul managerului de a considera toate informațiile care sunt disponibile semnala încă din 1992, H. Simon, laureat al Premiului Nobel pentru economie.

În zilele noastre, nu numai că volumul de date stocate digital este foarte important, dar și tipul acestor informații este foarte diversificat:

- web-ul este un exemplu, foarte prezent astăzi, de spațiu care regrupează date foarte numeroase, diverse și variate: texte structurate sau nu, imagini, sunete, filme, etc.;
- bazele de date clienți, datele extrase din procesele de producție, rezultate ale analizelor medicale sau baze de date de măsurători mondiale pot conține de asemenea un număr important de informații eterogene: date numerice, categoriale, curbe, etc.

Există în prezent un foarte mare interes de a dezvolta tehnici care să permită utilizarea optimă a tuturor acestor stocuri de informații, pentru a extrage din ele un maximum de cunoaștere utilă:

- pe web, este vorba de a înțelege mai bine conținutul paginilor web și cererile utilizatorilor pentru a le furniza informația țintă cea mai pertinentă posibilă și în maniera cea mai comprehensivă posibilă;
- în cazul bazelor de date de clienți, poate fi vorba de a înțelege cât mai bine comportamentele clienților pentru a le facilita accesul la produsele care îi interesează;
- în ce privește datele provenite din procesele de producție, există un mare interes de a extrage din ele un maximum de cunoștințe pentru a deduce din ele bune practici de optimizare a producției;
- studiul rezultatele analizelor medicale poate să ajute la mai buna depistare a pacienților cu risc pentru anumite boli, permițând astfel mai degrabă prevenirea decât vindecarea;

- analiza datelor meteorologice poate ajuta la mai buna înțelegere a fenomenelor generale care influențează climatul pentru a anticipa fenomenele extreme și pentru a acționa în consecință pentru populațiile vizate.

Preocupările privind descoperirea de noi cunoștințe utile prin analizarea de date existente au condus la dezvoltarea tehnologiei Data mining ale cărei rădăcini se regăsesc în statistica matematică, în pachetele software folosite în științele sociale și în inteligența artificială.

Tehnologia Data mining permite descoperirea de pattern-uri structurale din date utilizând algoritmi suficient de robuști atât pentru a prelucra date imperfecte (corelate stochastic) cât și pentru a extrage corelații (uneori imprecise) și reguli utilizabile ulterior în predicția, explicarea și înțelegerea evoluției structurii datelor analizate.

Ceea ce se exploatează prin data mining sunt colecții de date disponibile, de volum mare sau foarte mare, provenite din surse interne ale organizației care au fost constituite, inclusiv ca structură, în perspectiva altor finalități, și la care se adaugă date provenite din diverse alte surse externe organizației. Un proces data mining presupune:

- identificarea oportunității acestuia și a datelor pe care se poate baza explorarea;
- extragerea informațiilor din colecțiile/depozitele de date existente și prelucrarea acestora prin tehnici adecvate de data mining;
- adoptarea de decizii pe baza rezultatelor obținute și întreprinderea de acțiuni;
- măsurarea rezultatelor concrete pentru a identifica și alte modalități de exploatare a datelor disponibile.

În fapt, aportul data mining se rezumă la un număr limitat de acțiuni care, folosite în mod adecvat, se pot dovedi extrem de utile pentru numeroase probleme și situații din domeniul decizional. Între principalele tipuri de probleme, rezolvabile cu data mining, cele mai frecvente sunt: analiza asocierilor, pattern-uri secvențiale, analiza grupurilor, clasificare, mulțimi rough, link mining.

Datele disponibile sunt privite ca reprezentând o mulțime de observații privind un set de *caracteristici* sau *variabile*, care au fost măsurate pe o mulțime de *indivizi* sau *obiecte*.

Există două tipuri de variabile: explicative și de explicat:

- mulțimea de variabile *explicative* sau *predictive*, este constituită din variabile, fie toate cantitative, fie toate calitative, fie mixte;
- variabilele *de explicat* sau *de predicție* sau *țintă* (target) pot fi: cantitative și calitative cu două sau mai multe modalități.

Un prim demers, de multe ori plictisitor dar inevitabil, constă în efectuarea unei *explorări* a acestor date: alura distribuțiilor, prezența datelor atipice, corelații și coerență, transformări eventuale ale datelor; clasificare.

Demersul *descriptiv și exploratoriu* permite realizarea de rezumate și grafice mai mult sau mai puțin elaborate, descrierea mulțimilor de date și stabilirea de relații între variabile,

fără a acorda un rol privilegiat vreunei variabile. Demersul exploratoriu se sprijină, în mod esențial, pe noțiuni elementare (medie și dispersie), pe reprezentări grafice și pe tehnici descriptive multidimensionale. Metodele exploratorii caută subspațiile de reprezentare (factoriale) de dimensiuni mici, care aproximează cel mai bine norii de puncte-indivizi sau de puncte-variabile, astfel încât vecinătățile măsurate în aceste spații să reflecte cât mai exact proximitățile reale.

În demersul *descriptiv și exploratoriu* obiectivele principale urmărite sunt:

- *Explorare multidimensională*, bazată cel mai frecvent pe metode precum analiza în componente principale, analiza factorială discriminantă, analiza corespondențelor simple, analiza corespondențelor multiple și analiza canonică.
- *Clasificare*, utilizând cel mai adesea metode precum clasificarea ascendentă ierarhică, metoda norilor dinamici sau metoda mixtă.

Un al doilea demers îl constituie *modelarea* în scopul predicției unei (unor) variabile *țintă* prin variabilele explicative utilizând instrumente de modelare (sau de învățare).

Demersul *inferențial și confirmatoriu* permite validarea (sau infirmarea), pornind de la teste statistice sau modele probabiliste, a ipotezelor formulate a priori (adică urmare a unui demers exploratoriu) și extrapolarea acestora de la nivelul eșantionului la cel al unei populații mai mari. Demersul confirmatoriu face apel, în special, la metodele numite explicative și previzionale destinate să explice apoi să prevadă, urmând anumite reguli de decizie, o variabilă privilegiată cu ajutorul uneia sau mai multor variabile explicative.

În demersul inferențial și confirmatoriu obiectivul principal urmărit îl constituie *modelarea/discriminarea* respectiv deducerea unui model de previziune pentru variabila (variabilele) țintă. Metodele cele mai frecvent utilizate în atingerea acestui obiectiv sunt: modelul liniar general, analiza discriminantă, rețelele neuronale, mașinile cu suport vectorial, arborii de clasificare și de regresie, agregarea modelelor (Bagging, Boosting, Random Forest).

Demersurile sunt complementare, explorarea și descrierea trebuind, în general, să preceadă etapele explicative și predictive. O explorare preliminară este adesea utilă pentru a avea o primă idee despre natura legăturilor între variabile și pentru a trata cu prudență variabilele corelate, și deci redundante, ce riscă să încarce inutil modelul. Succesiunea acestor două demersuri, explorare și apoi învățare, constituie fundamentul unui proces data mining. Spre deosebire de abordarea statistică tradițională, în care observarea datelor este integrată în metodologie (planificarea experimentului), în data mining datele sunt *prealabile* analizei. Pentru a se oferi șanse mai favorabile de succes unui proces data mining este evident că preocupările legate de definirea obiectivelor și de analiză a datelor ar trebui să intervină cât mai devreme posibil.

Strategiile uzuale de data mining constau din înlănțuirea a patru etape majore:

- Extracție; extragerea datelor, eventual prin sondaj.

- Explorare; studiul distribuțiilor, transformare, recodificarea eventuală a variabilelor cantitative, regruparea modalităților variabilelor calitative, eliminarea anumitor variabile, selecționarea acelor care sunt mai strâns legate de variabila țintă, completarea datelor lipsă, cercetarea eventualelor relații neliniare.
- Analiză;
 - *Clasificare*: caracterizarea claselor prin variabilele inițiale cu ajutorul instrumentelor de discriminare.
 - *Modelare/Discriminare*: extracția unui eșantion de test, estimarea, optimizarea modelelor pentru fiecare din metodele utilizabile (validare încrucișată), compararea performanțelor.
- Exploatare; odată ce o metodă asociată cu un model sunt considerate ca fiind bine alese întregul eșantion este regrupat pentru a face o ultimă estimare a modelului, exploatarea modelului și difuzarea rezultatelor.

În cadrul procesului decizional, mai larg, un proces data mining se desfășoară ca o succesiune de faze:

- Extragerea datelor, cu sau fără eșantionare, recurgând la tehnici de sondaj aplicate sau aplicabile bazelor de date.
- Explorarea datelor pentru detectarea valorilor aberante sau doar atipice, a incoerențelor, pentru studiul de distribuțiilor, structurilor de corelație, pentru căutarea tipologiilor, pentru transformarea datelor.
- Partiționarea aleatoare a eșantionului (învățare, validare, testare), în funcție de mărimea acestuia și de tehnicile care vor fi utilizate, pentru a estima o eroare de predicție în vederea alegerii modelului, a alegerii și certificării metodei.
- Pentru fiecare din metodele luate în considerație: estimarea modelului pentru o valoare dată unui parametru de *complexitate* (numărul de variabile, de vecini, de frunze, de neuroni, durata de învățare, etc.) și optimizarea acestui parametru.
- Compararea modelelor optimale obținute (câte unul pentru fiecare metodă) prin estimarea erorii de previziune.
- Iterarea eventuală a etapelor precedente, în cazul în care eșantionul de test este prea mic. Partiționări aleatoare succesive ale eșantionului pentru medierea pe mai multe cazuri a estimării finale a erorii de predicție și asigurarea robusteții modelului obținut.
- Alegerea metodei adoptate, pe baza capacităților sale de predicție, a robusteții sale dar și, eventual, a interpretabilității modelului obținut.

În fazele exploratorii pot fi găsite relații care aparent au semnificații importante, valabile în interiorul setului de testare, dar care s-ar putea să fie fără nici o semnificație statistică într-o populație mai largă (*data dredging, data fishing, data snooping*).

În fazele de modelare, o supraparametrizare sau o supraajustare a modelului poate explica perfect datele fără ca rezultatele să fie totuși extrapolabile sau generalizabile la alte

date decât cele studiate. Rezultatele previziunii pot fi deci viciate de o importantă eroare relativă legată de varianța estimațiilor parametrilor. Problema este de a găsi un compromis bun între bias-ul unui model mai mult sau mai puțin fals și varianța estimatorilor.

O bună practică de data mining necesită din partea asistenților decizionali să știe să articuleze toate metodele, sarcină care nu poate fi îndeplinită decât cu condiția de a avea foarte bine clarificate obiectivele studiului.

Pe de o parte, multe metode urmăresc aceleași obiective predictive. În cazurile fericite, când datele sunt bine structurate, metodele furnizează rezultate foarte asemănătoare. În celelalte cazuri o anumită metodă poate să se dovedească mai eficace, fie datorită mărimii eșantionului, fie că geometric este mai bine adaptată topologiei grupurilor de discriminat, fie datorită mai buneii interacțiuni cu tipurile de variabile. Astfel, în multe situații, poate fi esențială și eficace o decupare în clase de variabile predictive cantitative pentru a aborda în mod restrâns o versiune neliniară a modelului prin combinarea variabilelor auxiliare. Acest aspect poate fi important de exemplu în cazul regresiei logistice sau perceptronului, dar este inutil în cazul arborilor de decizie care integrează acest decupaj în clase în chiar construcția modelelor (singurele optime).

Pe de altă parte metodele nu prezintă toate aceleași facilități de interpretare. Nu există o cea mai bună alegere a priori, numai experiența și un protocol de test atent construit permit determinarea acesteia. Este și motivul pentru care sistemele software generaliste nu fac o alegere și oferă aceste metode în paralel pentru a se adapta mai bine la date, la deprinderile fiecărui utilizator (client potențial) și chiar și modei.

Obiectivul esențial rămâne „căutarea sensului” în vederea facilitării luărilor de decizie, prezervând fiabilitatea. Prezența sau controlul unei expertize statistice rămâne inevitabilă pentru că necunoașterea limitelor și capcanelor metodelor utilizate poate conduce la aberații de natură să discrediteze demersul, făcând caduce investițiile consimțite.

V. ARHITECTURA GENERALĂ

V.1. Arhitectura generică

Dezvoltarea ideilor privitoare la

- extinderile posibile ale sistemelor de gestiune a bazelor de date pentru a integra date (cunoștințele descriptive) și modele (cunoștințele procedurale),
- elaborarea modelului bazat pe cunoaștere al activităților decizionale,
- definirea sistemului uman suport pentru decizii,
- funcțiunile unui procesor pentru probleme decizionale (percepția și recunoașterea problemei, formularea de modele și analiza)

au permis conturarea unui *cadru conceptual generic* (sau *arhitectură generică*) care să acopere majoritatea soluțiilor arhitecturale, identificabile în *SSD* specifice, indiferent de domeniul de aplicație, de abordarea constructivă abordată sau de tehnologia informatică folosită.

Prin prisma cadrului conceptual generic, orice *SSD* se compune din patru componente esențiale (subsisteme) între care există anumite relații:

- Subsistemul de *limbaj* (*SL*), care reprezintă mulțimea formelor de exprimare prin care utilizatorul poate transmite (sub forma unor mesaje de intrare în *SSD*) solicitări care pot fi înțelese și acceptate de către sistem, sau prin care terți (executanți ai deciziilor, alimentatori cu date) își transmit rapoartele (solicitate sau din proprie inițiativă);
- Subsistemul de *prezentare* (*SP*), care reprezintă mulțimea formelor și mijloacelor prin care sistemul emite mesaje (de ieșire din *SSD*) către utilizator sau către terți (executanți ai deciziilor, surse de date din organizație);
- Subsistemul elementelor de *cunoaștere* (*SC*), care conține elementele de cunoaștere achiziționate sau create în interiorul sistemului;
- Subsistemul de *tratare a problemei* (decizionale) (*STP*), care reprezintă mulțimea modulelor software prin care elementele de cunoaștere din *SC* sunt prelucrate ca urmare a interpretării mesajelor de intrare.

Aceste componente determină capacitățile și comportamentul *SSD*, amploarea și caracteristicile celor patru subsisteme și soluțiile de transpunere informatică adoptate putând diferenția între ele sistemele de aplicație.

Primele trei componente sunt sisteme de reprezentare și prin ele însele nu pot face nimic, nici individual nici în tandem, fiind „neînsuflețite”. Ele conțin pur și simplu reprezentări de cunoștințe, fie în sensul de mesaje care pot fi transmise, fie în sensul de cunoștințe care au fost acumulate pentru o posibilă prelucrare în viitor.

Fiecare dintre ele este utilizat de cel de al patrulea, sistemul de tratare al problemei (problem-processing system) componenta activă sau motorul software al *SSD*. După cum sugerează și numele *STP* este componenta care încearcă să recunoască și să rezolve probleme pe durata luării unei decizii.

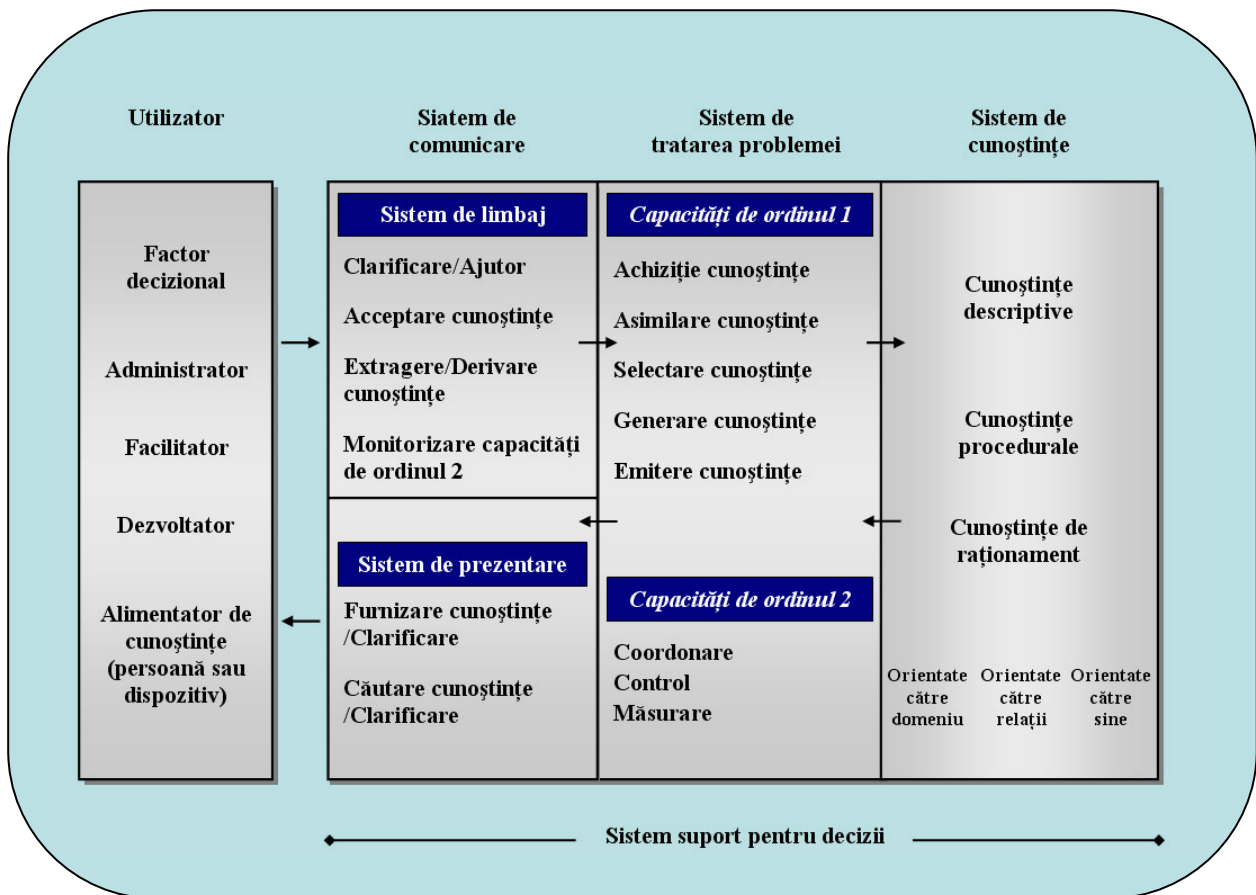


Figura V.1 Arhitectura generică a sistemelor suport pentru decizii

Figura V.1 ilustrează modul în care cele patru subsisteme ale unui *SSD* sunt legate atât între ele cât și cu utilizatorul *SSD*.

Utilizatorul este de obicei un factor de decizie sau un participant la luarea deciziei dar, deasemenea, poate fi atât un dezvoltator sau un administrator de *SSD* cât și o persoană sau un dispozitiv care furnizează date de intrare.

În toate cazurile utilizatorul formulează o solicitare către *SSD* prin selectarea din *SL* a elementului dorit. Acesta poate fi:

- de a accepta unele cunoștințe;
- de a clarifica unele cereri sau răspunsuri anterioare;
- de a rezolva unele probleme cu care se confruntă factorul de decizie;
- de a detecta probleme, ș.a.m.d.

O dată ce *STP* a fost solicitat să proceseze unui anumit element din *SL*, această procesare poate:

- să solicite *STP* selectarea unei părți a conținutului *SC*;
- să dobândească unele cunoștințe suplimentare din surse externe (de exemplu, de la un utilizator);
- să genereze unele cunoștințe noi (inclusiv pe baza cunoștințelor dobândite sau selectate în timpul procesării).

Procesarea poate modifica cunoștințele deținute în *SC* pe baza cunoștințelor asimilate, generate sau dobândite.

STP poate emite răspunsuri către utilizator prin alegerea din *SP* a elementelor de prezentat.

Unele comportamente ale *STP* sunt *la vedere* (emiterea, asistată de utilizator, de elemente din *SP* via *STP*) în timp ce altele sunt *ascunse*, strict interne, (inclusiv cunoștințelor asimilate în *SC*).

V.2. Subsistemul elementelor de cunoaștere

Subsistemul elementelor de cunoaștere *SC* conține acele cunoștințe generale și specifice aplicației și situației decizionale pe care ar trebui să le dețină un asistent decizional ideal (sau o echipă decizională ierarhică ideală) cunoștințe pe care utilizatorul nu are nici capacitatea și nici timpul necesar pentru a le acumula, sau nu este înclinat să le obțină.

Principalele tipuri generice de elemente de cunoaștere care sunt necesare în elaborarea unei decizii pot fi grupate în două clase:

- elementele de cunoaștere *primare* care folosesc la recunoașterea unei situații decizionale și servesc nemijlocit la elaborarea unei decizii, respectiv:
 - cunoștințele *descriptive*, care se referă la stările trecute, prezente și viitoare posibile (prognozate sau estimate) sau dorite/planificate ale obiectului condus și ale mediului său conținând atât caracteristicile alternativelor decizionale (consecințe, niveluri ale atributelor) cât și toate rezultatele intermediare și finale obținute ca urmare a aplicării metodelor de analiză. Mediul descris ar putea fi lumea reală, potențială, ipotetică, simbolică, fixă, dinamică, fizică, intelectuală, emotivă, șamd. Sursele acestor cunoștințe pot fi multiple:
 - bazele de date operative;
 - depozitele de date;
 - modelele de prognoză și simulare pentru predicția stărilor viitoare și respectiv pentru estimarea consecințelor unor alternative decizionale;
 - utilizatorul însuși sau un alt „alimentator“ cu date (privitoare la situația actuală și la stările dorite/planificate);
 - surse externe.
 - cunoștințele *procedurale*, care indică modul în care se poate realiza o anumită

sarcină și vizează modelele matematice de simulare/optimizare precum și algoritmi rezolvitori asociați (de la simple formule de calcul la biblioteci matematice specializate).

- cunoștințele referitoare la *raționamente (de raționament)*, denumite uneori și *metacunoștințe*, care privesc regulile ce guvernează și justifică modul de folosire a cunoștințelor procedurale împreună cu cele descriptive. Ele pot indica:

- în ce condiții este adecvat un anumit model;
- cum se pot selecta și combina mai multe elemente dintr-o bibliotecă matematică specializată pentru a alcătui un model mai complex;
- care este ordinea prescrisă pentru a înlănțui și efectua mai multe operații de experimentare a modelelor etc.
- logica relației care leagă o premiză de o concluzie, semantica acestei relații putând fi cauzală, corelativă, asociativă, definițională, de consiliere sau de analogie.

– elementele de cunoaștere *secundare* au ca menire sprijinirea activităților de elaborare a deciziilor prin activități auxiliare ca:

- interpretarea mesajelor de intrare, primite de la utilizatori sau de la terți;
- prezentarea mesajelor de ieșire emise de sistem, către utilizatori sau către terți;
- întreținerea și actualizarea *SC*.

și care pot fi:

- cunoștințe *lingvistice*, care servesc la înțelegerea de către sistem a semnificației solicitărilor utilizatorului și a eventualelor rapoarte de la executanții deciziilor sau de la alți alimentatori cu date și privesc vocabularul aplicației și regulile gramaticale folosite.

- cunoștințe *de prezentare*, care îndeplinesc o funcție simetrică celei realizate de către cunoștințele lingvistice și descriu modul în care se transmit informațiile către utilizator pe parcursul activităților de elaborare a deciziilor sau, eventual, se comunică deciziile către cei chemați să le execute.

- cunoștințe *asimilative*, care folosesc la determinarea condițiilor și la stabilirea modului în care pot fi inserate noi elemente de cunoaștere și sunt folosite la administrarea schimbărilor petrecute în *SC* prin operații ca:

- adăugarea de elemente de cunoaștere nou primite;
- filtrarea elementelor necorespunzătoare, inutile sau învechite;
- reorganizarea conținutului.

Elementele de cunoaștere stocate sunt caracterizate în funcție de:

– Proveniență:

- unele sunt *achiziționate* din afara *SSD* (și chiar a organizației)
 - majoritatea cunoștințelor descriptive sunt achiziționate și fie sunt introduse

- în sistem de către utilizatorul însuși sau de către cei care execută sau supraveghează execuția deciziei emise, fie sunt extrase din alte surse de date (baze de date, senzori) ale sistemului informatic global al organizației;
- caracteristicile alternativelor decizionale identificate sunt achiziționate;
 - altele sunt *derivate* (sau *elaborate* sau *produse*) în interiorul sistemului.
 - estimările evoluției viitoare a obiectului condus, care au fost obținute prin algoritmi de simulare sunt cunoștințe derivate.
 - rezultatele provizorii și finale cât și atributele alternativelor produse de algoritmi de optimizare sunt cunoștințe derivate.
- Specificitate, prin prisma specificității elementele de cunoaștere pot fi:
- generale, o parte din cunoștințele procedurale (arborii de decizie, diagrame de influență, metode de optimizare și algoritmi rezolvitori asociați) ca și unele cunoștințe legate de formatul de prezentare a rezultatelor (tabele, diagrame cu bare și coloane, histograme etc.) și de modelele de structurare a datelor au o valabilitate generală, care nu e limitată la un domeniu de aplicație anume și tind chiar la o standardizare.
 - aplicabile la un domeniu, o parte dintre modelele de optimizare și de simulare ca și unele pictograme sunt aplicabile pentru un domeniu de aplicații anume
 - legate strict de o aplicație, vocabularul conținut în cunoștințele lingvistice este, în mod normal, adaptat pe o aplicație și chiar personalizat pe individul utilizator.
- Persistență:
- unele elemente de cunoaștere (de exemplu, cele legate de datele unei probleme și, mai ales, rezultatele provizorii ale analizei) au un caracter *efemer*,
 - majoritatea celorlalte sunt la fel de *stabile* ca și sistemul (care poate însă să evolueze în timp).
- Completitudine: setul de subclase descris anterior este unul maximal deoarece, în funcție de orientarea sistemului, un *SSD* poate poseda unul sau mai multe dintre tipurile de elemente de cunoaștere din subclasele respective.
- În funcție de orientare elementele de cunoaștere stocate în *SC* pot fi:
- orientate către *domeniul* de aplicabilitate al *SSD*;
 - orientate către *relațiile SSD*, respectiv cunoștințele *SSD* despre cei cu care interacționează unde se pot include profiluri, preferințe și comportamente ale utilizatorilor precum și cunoștințe privind interpretarea elementelor din *SL* și ambalarea elementelor din *SP*;
 - orientate către *sine*, respectiv cunoștințele *SSD* despre capacitățile și comportamentele proprii (autocunoașterea), conținutul *SC* referitor la structura *SC*, caracterizarea a ceea ce este permis în *SC* în urma activităților asimilative ale *STP*.

V.3. Subsistemul de comunicare

Interacțiunile dintre un decident și un sistem uman suport pentru decizii se referă la:

- Transmiterea de către decident a unor solicitări, care privesc:
 - regăsirea unor informații (cunoștințe descriptive) existente, sau care constituie rezultatul unor calcule de analiză și evaluare;
 - clarificarea și explicarea unor răspunsuri anterioare ale sistemului;
 - ajutorul dorit pentru formularea unei solicitări noi.

Pe lângă acestea, decidentul poate transmite și informații noi sau de completare a celor conținute în mesajele anterioare.

- Emiterea de către sistem a unor mesaje, care constituie:
 - fie reacții la solicitările utilizatorului (transmiterea informațiilor cerute sau solicitări de date suplimentare pentru clarificarea cererilor decidentului sau de „documentare“ de la alte surse din organizație);
 - fie mesaje din proprie inițiativă care sunt transmise către decident (pentru a semnala ivirea unor situații decizionale), sau către alte surse de date pentru actualizarea și îmbogățirea bagajului de cunoștințe al sistemului.

Subsistemul de limbaj (*SL*) constituie mulțimea mijloacelor (limbajelor) prin care utilizatorul își poate exprima solicitările către *SSD* și se face înțeles de către acesta (sau prin care terții pot transmite rapoartele) iar Subsistemul de prezentare (*SP*) conține setul de modalități prin care sistemul emite răspunsuri, cereri, sau sesizări din proprie inițiativă către utilizator (sau către terți).

Subsistemul de comunicare trebuie să realizeze un compromis între simplitate și comoditate în utilizare, pe de o parte și eficiență, pe de altă parte, putând include mai multe soluții pentru a ține cont de:

- nivelul cognitiv ale celor care interacționează cu sistemul și
- rolul pe care aceștia îl au față de sistem (utilizator, administrator, alimentator cu date).

Conținutul Subsistemului de comunicare poate varia în funcție de valoarea unor atribute ca:

- Gradul de *proceduralitate*, poate varia de la o extremă strict procedurală la una complet neprocedurală, în funcție de cel care interacționează cu *SSD*. Generatoarele de rapoarte prefabricate și personalizabile pot constitui o soluție acceptabilă pentru utilizator.
- Modul de *ghidare* al dialogului, privește
 - stilul de desfășurare al schimbului de informații:
 - *activ*, utilizatorul își exprimă solicitările sub forma unor comenzi, în cel de al doilea caz;

- *pasiv*, utilizatorului i se prezintă variantele posibile pentru a selecta una dintre ele.
- ghidarea, care poate fi:
 - *sugestivă* (atunci când se propun și se recomandă/sugerează utilizatorului acțiunile pe care acesta urmează să le efectueze), sau
 - doar *informativă* (sau *descriptivă*).

V.4. Subsistemul de tratare a problemei

Subsistemul de tratare a problemei realizează prelucrarea cunoștințelor ca urmare a solicitărilor utilizatorului sau a apariției unor alte elemente de cunoaștere provenite de la terți și constituie partea dinamică a sistemului suport pentru decizii.

Principalele capacități de prelucrare privesc:

- achiziționarea de cunoștințe, de la utilizator sau de la terți;
- selectarea elementelor de cunoaștere existente necesare ca bază pentru elaborarea deciziei și elaborarea unor cunoștințe derivate noi;
- prezentarea într-un format corespunzător a mesajelor de ieșire, care conțin informațiile solicitate sau cererile sistemului pentru obținerea de cunoștințe suplimentare;
- administrarea și ținerea la zi a conținutului subsistemului elementelor de cunoaștere.

În versiuni mai recente ale arhitecturii generice capacitățile de prelucrare ale *STP* au fost extinse pe baza activităților primare de manipulare a cunoștințelor identificate în ontologia ingineriei colaborative de management a cunoștințelor și diferențiate în:

- capacități de prelucrare *de ordinul întâi*, respectiv capacitățile esențiale care sunt exercitate de *STP* și care cuprind contribuțiile unui *SSD* la rezultatul unui anumit episod al procesului decizional:
 - achiziționarea de cunoștințe;
 - asimilarea de cunoștințe;
 - selecția de cunoștințe;
 - generarea de cunoștințe;
 - emiterea de cunoștințe;
- capacități de prelucrare *de ordinul al doilea* care se referă la supravegherea și guvernarea capacităților de ordinul întâi în timpul și/sau pe durata episoadelor decizionale:
 - coordonarea se referă la capacitatea de organizare a sarcinilor de manipulare a cunoștințelor precum și a fluxurilor de cunoștințe care se conectează cu aceste sarcini în configurații și în secvențe specifice care să susțină obținerea de efecte

PAIRS (Productivity, Agility, Innovation, Reputation, Satisfaction) prin utilizarea *SSD*;

- controlul se referă la capacitatea de a asigura calitatea (valabilitatea și utilitatea), securitatea, confidențialitatea și suficiența procesărilor de cunoștințe care au loc în cursul unui proces decizional pentru susținerea efectelor *PAIRS*.
- măsurarea se referă la capacitatea de a urmări și evalua procesările și rezultatele în timpul și pe durata luării deciziilor conform unor criterii dorite. Astfel de măsurători devin o bază pentru evaluarea performanței *SSD* și, probabil, pentru implementarea de *SSD*-uri adaptive, capabile să-și îmbunătățească comportamentul în timp pe baza experienței lor în asistarea deciziilor.

Capacitățile de prelucrare de ordinul al doilea sunt considerate drept influențe importante asupra concordanței și interacțiunii capacităților de prelucrare de ordinul întâi sarcinile respective putând fi efectuate chiar de către *STP*, de către utilizatorii *SSD* sau de o combinație de procesoare calculator și procesoare umane.

În unele variante ale arhitecturii generice, în componența *STP* se include și o *memorie temporară de lucru* asociată, în primul rând, cu activitățile de tratare a mesajelor de intrare (înainte de eventuala asimilare a conținutului acestora) și a celor de ieșire (înainte de împachetarea conținutului cu ajutorul cunoștințelor de prezentare) din considerente de performanță precum:

- capacitate necesară pentru stocare mult mai redusă și
- viteză mult mai mare de modificare a conținutului, care este limitat la acele cunoștințe ce sunt necesare în activități decizionale în curs de desfășurare.

Ansamblul capacităților de prelucrare a cunoștințelor permite asistarea informatică a activităților decizionale iar, în funcție de orientarea sistemului suport pentru decizii și de modul de transpunere informatică, mulțimea de capacități de prelucrare a cunoștințelor poate fi particularizată în mod corespunzător. Crearea însă a unui procesor generalizat al problemelor, independent de aplicație, reprezintă în continuare un ideal care din punct de vedere tehnic nu este încă realizabil.

V.5. Variante ale arhitecturii generice

Arhitectura generică permite evidențierea diferențierilor dintre diversele tipuri de *SSD*:

- unele *SSD*-uri ar putea avea sistemele de cunoștințe *SC* și respectiv de prezentare *SP* identice dar să difere drastic privind sistemele de limbaj *SL* respective și atunci limbajul învățat de utilizator pentru a formula solicitări către unul dintre *SSD*-uri poate fi de prea puțin folos în formularea de solicitări către celelalte *SSD*-uri;
- alte *SSD*-uri ar putea avea *STP*-urile identice, *SL*-urile și *SP*-urile similare și chiar dacă și tipurile de reprezentare a cunoștințe permise în *SC*-urile lor ar putea fi aceleași,

totuși *SSD*-urile s-ar putea manifesta cu comportamente extrem de diferite datorită reprezentărilor diferite ale cunoștințelor existente în *SC*-urile lor;

– pot fi identificate multe cazuri particulare ale arhitecturii generice a *SSD* în funcție de conținutul *SC* și de capacitățile de prelucrare ale *STP* specifice diverselor tehnologii de management a cunoștințelor folosite de către *SSD*, fiecare tehnologie caracterizând o anumită clasă de sisteme suport pentru decizii prin:

- limitarea conținutului *SC* la reprezentările permise de tehnologia (tehnologiile) utilizată (utilizate) pentru managementul cunoștințelor;
- restricționarea capacităților *STP* la procesările permise de aceste tehnologii.

SSD orientate către texte. Timp de secole, factorii de decizie au folosit conținutul cărților, periodicelor, scrisorilor și altor documente ca depozite textuale de cunoștințe.

Cunoștințele încorporate într-un fragment de text pot fi descriptive, procedurale sau de raționament. Indiferent de tipul acestora, factorii de decizie caută și selectează piese de text pentru a dobândi mai multe cunoștințe, pentru a verifica impresii sau pentru a stimula idei.

Încă din anii 1970 și în special din anii 1980, managementul textelor s-a dezvoltat și a fost utilizat pe scară largă ca un important mijloc computerizat de reprezentare și de procesare a pieselor textuale.

Deși utilizarea lor principală a fost pentru susținerea activităților de birou (pregătirea și editarea de scrisori, rapoarte, manuscrise, etc.) acestea s-au dovedit, de asemenea, foarte utile factorilor de decizie.

SC a unui *SSD orientat pe texte*, este alcătuit din documente electronice, fiecare fiind un fragment de text, care este potențial interesant pentru un factor de decizie.

STP constă din un software care poate efectua diverse operații asupra conținutului oricăruia dintre documentele stocate și care poate ajuta un utilizator să formuleze diverse solicitări.

SL conține solicitările care corespund diferitelor operații permise precum și solicitările care permit utilizatorului să obțină asistență în solicitarea unei funcționalități al *SSD*.

SP este format din imagini de text stocate și care pot fi emise, plus mesaje care pot ajuta decidentul în utilizarea *SSD*.

În mod tradițional, software-ul de gestiune a textelor face prea puțin în ceea ce privește generarea de cunoștințe care ar putea fi aplicate pentru asistarea deciziilor. Cu toate acestea, generarea de cunoștințe din texte devine din ce în ce mai importantă prin funcționalități cum ar fi cele de text-mining sau de analiză pe conținut.

SSD orientate către hypertext. În general, într-un *SSD orientat pe texte*, nu există nici o relație explicită sau vreo conexiune între cunoștințele existente într-un fișier text și cunoștințele din alt fișier text astfel încât, utilizând managementul de texte, este foarte greu sau imposibil de a urmări un flux de idei printre piesele de text distincte. Hypertextul permite

existența unor conexiuni ale unui text cu piesele textuale care sunt legate conceptual de acesta.

Folosind capacitățile *STP* ale unui *SSD* orientat pe hypertext, un utilizator poate solicita crearea, ștergerea și traversarea de link-uri respectiv mutarea, ad-hoc și la discreție, a accentului de la un fragment de text la altul, în mod asemănător unui flux de gânduri, prin mai multe concepte asociate în mintea sa.

Beneficiul unui astfel de tip de *SSD* orientat pe hipertext este faptul că suplimentează capacitățile decidentului de a memora, regăsi și filtra cu acuratețe un număr mare de concepte și conexiuni pe care personal nu este înclinat să le țină minte.

SSD orientate pe web fac parte din clasa *SSD* orientate pe hypertext, World Wide Web putând fi considerat ca un vast *SC* distribuit cu un *STP*, deasemenea distribuit, dispunând de o componentă locală (*browser*) și de componente la distanță mascate în softul de tip server .

SSD orientate către baze de date. În cazul *SSD* orientate pe baze de date, pentru managementul cunoștințelor se utilizează ca tehnologie managementul bazelor de date și acest lucru încă de la apariția primelor *SSD*-uri operaționale.

Cunoștințele manipulate de către *SSD* orientate pe baze de date (relaționale) sunt descriptive, rigid structurate, și, adesea, extrem de voluminoase. Fișierele de calculator care alcătuiesc *SC*, conțin informațiile privind structurile tabelor plus starea actuală a conținutului de date din fiecare tabelă.

STP are trei tipuri de software: un sistem de control al bazei de date, un sistem de procesare a interogărilor și diferite sisteme de aplicație.

Sistemul de comandă/control al bazei de date constă din capacități de manipulare a structurilor tabelor și a conținutului acestora (definirea sau revizuirea structurilor tabelor, regăsirea sau actualizarea înregistrărilor, crearea sau ștergerea înregistrărilor sau construirea de noi tabele din cele existente). Acestea capacități sunt folosite de procesorul de interogări și de procesore personalizate (programele de aplicație construite pentru a satisface cereri ale utilizatorilor).

Sistemul de procesare a interogărilor este capabil să răspundă la anumite tipuri standard de solicitări de regăsire a datelor și de ajutor (help). Aceste solicitări cuprind un limbaj de interogare și constituie o parte din sistemul de limbaj *SL* al *SSD*-ului. Solicitățile de regăsire a datelor sunt prezentate în termeni ai structurii bazei de date. Ele precizează procesorului de interogări câmpurile și tabelele ce permit utilizatorului să vizualizeze valorile datelor care îl interesează. Procesorul de interogări emite apoi o secvență corespunzătoare de comenzi sistemului de control al bazei de date, făcându-l să selecteze valorile dorite din baza de date. Aceste valori sunt apoi prezentate într-un format standard de listare (element al *SP*), pentru a fi văzute de utilizator.

Pentru o multitudine de motive, utilizatorii preferă procesoare personalizate (programe de aplicație) procesoarelor standard de interogare. Ele pot oferi mai rapid răspunsuri la

solicitări, de care un procesor standard de interogare poate nici nu s-ar putea ocupa, prezentând răspunsuri într-o manieră specială, fără a mai cere utilizatorului să cunoască sintaxa unui limbaj de interogare sau să folosească foarte multe taste. Un procesor personalizat ar putea fi construit de către un utilizator al *SSD* dar este mult mai profitabil să fie construit de către cineva care este bine versat în informatică. În cadrul unui procesor personalizat este încorporată și logica de a interpreta un set specific de solicitări. Pot fi deasemenea incluse și unele procesări pentru a genera noi cunoștințe pe baza valorilor din baza de date. Rezultatele obținute pot fi incluse într-un răspuns emis și/sau asimilate în *SC* pentru utilizări ulterioare.

După 1990 a apărut clasa specială de sisteme de baze de date cunoscute sub numele de depozite de date. Un depozit de date poate fi o bază de date relațională sau o bază de date multidimensională. Tehnologia depozitelor de date a fost special concepută să permită elaborarea de *SC*-uri de înaltă performanță pentru susținerea proceselor decizionale.

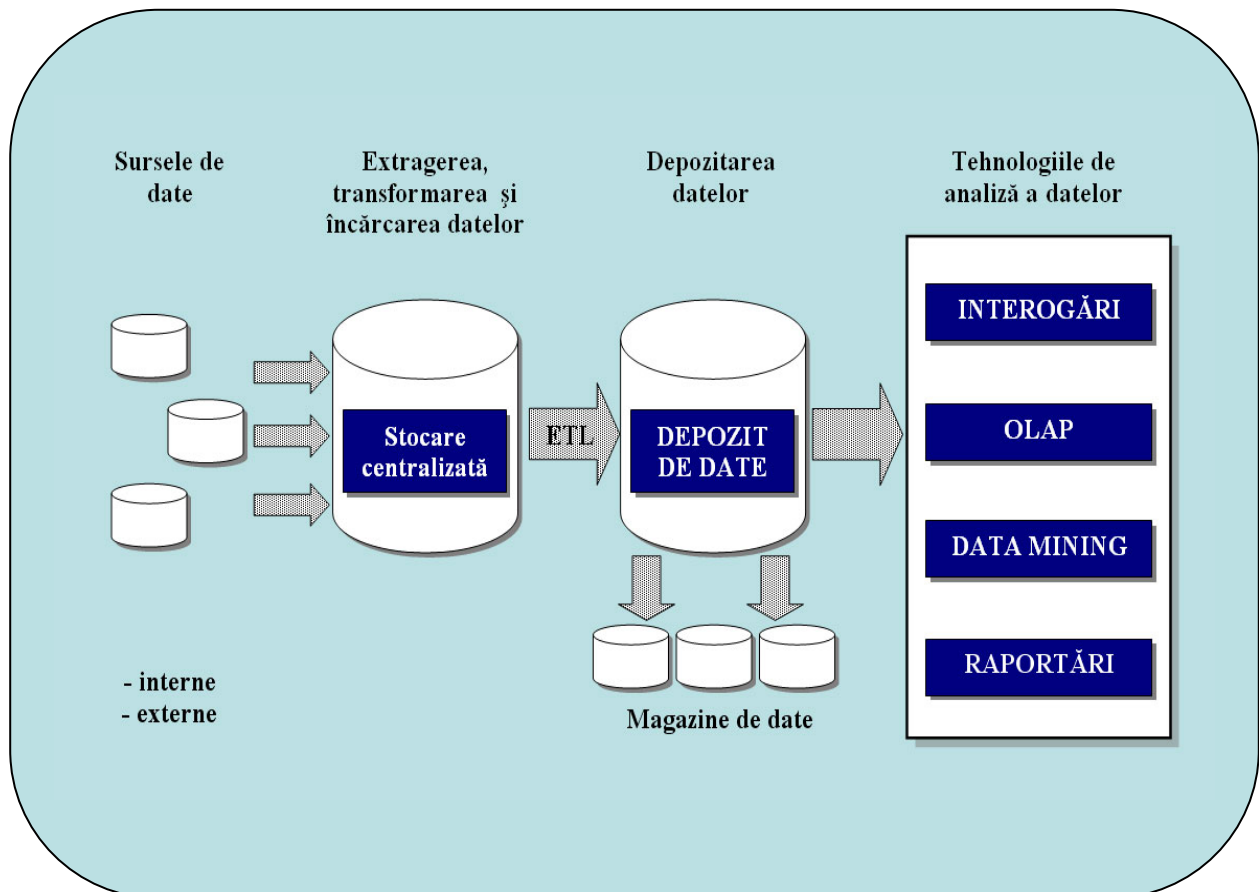


Figura V.2 Depozit de date cu arhitectură complexă

SSD orientate către foi electronice de calcul. Folosind o tehnologie de calcul tabelar pentru managementul cunoștințelor, un utilizator de *SSD* are nu doar posibilitatea de a crea, vizualiza și modifica cunoștințele procedurale asimilate în *SC*, dar, de asemenea, poate solicita *STP* să și execute instrucțiunile conținute în acestea. Se oferă astfel utilizatorilor *SSD*

mult mai multă putere în procesarea cunoștințelor procedurale decât este realizabil cu tehnologiile de management, fie de texte fie de baze de date. În plus, managementul de calcul tabelar este capabil să se ocupe și cu cunoștințe descriptive. Managementul de calcul tabelar nu este însă la fel de convenabil ca și managementul bazelor de date în manipularea volumelor mari de cunoștințe descriptive și nici nu permite unui utilizator să reprezinte și/sau să proceseze ușor date din fragmente textuale.

În *SSD* orientate pe foi electronice de calcul, sistemul de cunoștințe este format din fișierele care găzduiesc foile de calcul, fiecare foaie de calcul fiind o rețea de celule. Aceasta poate fi o rețea mică, care implică doar câteva celule, sau foarte mari, cuprinzând sute (sau poate mii) de celule.

Fiecare celulă are un nume unic, bazat pe locația în rețea. În afară de nume, fiecare celulă poate avea o definiție și o valoare. Definiția unei celule specifică *STP* cum se stabilește valoarea celulei. Există două tipuri uzuale de definiții de celule: constante și formule. Valoarea unei celule definite ca o constantă este pur și simplu constanta în sine. O formulă conține nume de alte celule, poate unele constante și anumiți operatori sau funcții care indică cum să fie combinate valorile celulelor numite și constantele. Rezultatul acestui calcul devine valoarea celulei definită prin formula respectivă.

Considerate împreună, formulele unei foi de calcul constituie un set cunoștințe procedurale, care conțin instrucțiuni pe care *STP* le poate efectua pentru a genera noi cunoștințe. Rezultatele efectuării acestei proceduri sunt valori ale celulelor de interes pentru utilizator. *SSD* orientate pe foi de calcul sunt de obicei folosite în analize pentru a vedea implicațiile unor ipoteze stabilite și cuprinse în definițiile celulelor. Acestea sprijină un factor de decizie oferind un mijloc rapid de evaluare pentru diverse alternative. În prezent, *SSD* orientate pe calcul tabelar, sunt foarte utilizate în cadrul organizațiilor.

Pe lângă cunoștințe procedurale (în formă de formule de celule) și cunoștințe descriptive (în formă de celule constante numerice) un fișier foaie electronică de calcul poate include, de asemenea, unele cunoștințe de prezentare simplă și cunoștințe lingvistice.

Sarcina utilizatorului de a face solicitări (în special pentru a defini celule) poate fi facilitată de macrocomenzi. O macrocomandă este un nume (de obicei scurt) prin care utilizatorul poate defini o serie întreagă de apăsări de taste. Macrocomanda și semnificația ei sunt stocate drept cunoștințe lingvistice într-un fișier foaie de calcul, extinzând în mod eficient SL.

SSD orientate către solve. Un solver este o procedură care constă din instrucțiuni pe care un calculator le poate executa în scopul de a rezolva orice membru al unei anumite clase de probleme. Managementul solverelor asigură depozitarea și utilizarea unei colecții de solve.

Un *SSD* orientat către solve este frecvent echipat cu mai mult de un singur solver, solicitarea utilizatorului indicând care anume dintre ele este considerat adecvat pentru

problema respectivă. Colecția de solveere disponibile este adesea centrată în jurul unui domeniu de probleme cum ar fi financiar, economic, planificare, prognoză, statistic sau probleme de optimizare, astfel încât un *SSD* ar putea să se specializeze în rezolvarea problemelor financiare, altul pentru a ajuta la rezolvarea în diferite moduri probleme statistice sau pentru rezolvarea problemelor de ambele tipuri.

Există două abordări de bază pentru încorporarea de solveere într-un *SSD*:

– *abordarea rigidă*

- solveerele fac parte din *STP*, setul de solveere disponibile este prestabilit (eliminarea sau adăugarea de solveere nu este prevăzută), fiecare solver din set este rigid (modificarea lui nu este posibilă) iar utilizatorul poate alege să se execute oricare dintre solveerele *STP*;
- *STP* are capacitatea de a dobândi, de a asimila, de a selecta și de a emite cunoștințe descriptive din *SC*, sub forma unor seturi de date, de declarații privind problema și / sau de șabloane pentru rapoarte;
- pe parcursul rezolvării problemelor mai multe solveere pot utiliza un același set de date iar un același solver poate fi alimentat cu mai multe seturi de date (un set de date este un pachet de cunoștințe descriptive care constă, de obicei, din grupuri sau secvențe de numere organizate în conformitate cu convențiile cerute de solver);
- declarațiile privind problema permise de *SL* pot fi foarte lungi, destul de complexe și utilizate în mod repetat și atunci, pentru utilizator, este convenabil să le poată edita (crea, reutiliza sau revizui);
- fiecare declarație este un element al *SL* care indică solverul și modul de prezentare utilizat la imprimarea sau afișarea soluției (o prezentare standardizată sau un raport personalizat);
- detaliile privind formatele rapoartelor personalizate sunt specificate de utilizator iar această specificare poate dura mult timp și, prin urmare, este convenabil să devină cunoștințe de prezentare stocate în *SC*, definind o parte din *SP*.

– *abordarea flexibilă*

- utilizatorii au posibilitatea să adauge, să șteargă, să revizuiască și să combine solveerele pe durata de viață a unui *SSD*;
- *STP* este proiectat să poată manipula (crea, șterge, modifica, combina, coordona) module solver în funcție de solicitările utilizatorilor (un modul solver este constituit din cunoștințe procedurale pe care *STP* le poate executa pentru a rezolva o problemă);
- *SC* găzduiește seturile de date, specificațiile problemei și, probabil, formatele rapoartelor dar deține, de asemenea, modulele solver;
- fiecare modul solver presupune ca anumite date să fie disponibile pentru utilizare înainte ca instrucțiunile sale să poată fi executate, unele dintre aceste date

pot să existe deja în seturile de date ale *SC*, restul de date trebuind să fie furnizate fie de către utilizator (de exemplu, în specificațiile problemei) fie generate prin executarea altor module solver;

- un singur modul solver poate să nu fie în măsură să rezolve unele probleme dar acestea pot fi soluționate prin executarea unei anumite secvențe de module solver și astfel rezolvitorul poate fi constituit prin combinarea și coordonarea utilizării de module solver disponibile, datele de ieșire de la un modul urmând a fi date de intrare în alt modul;
- *SL* conține specificațiile problemei, solicitările care permit unui utilizator să editeze conținutul *SC* și, de asemenea, poate conține solicitări de asistență în utilizarea sistemului;
- în specificațiile problemei utilizatorul indică, de obicei, care modul solver sau care secvență de module solver se utilizează în abordarea problemei, poate specifica, de asemenea, unele date pentru a servi ca intrări într-un modul sau poate identifica seturi de date ca intrări într-un modul;
- în anumite *SSD*, pe baza cunoștințelor de raționament deținute în *SC* privind care anume modul solver se utilizează în fiecare situație dată, *STP* are capacitatea de a selecta modulele solver implicate (neidentificate în mod explicit în specificațiile problemei) și/sau de a combina modulele solver într-o secvență corectă (nedefinită ca atare în specificațiile problemei);
- execuția de către *STP* a unui modul solver selectat are loc într-o memorie proprie de lucru în care se încarcă o copie a procedurii de instrucțiuni aferente modulului de executat, datele de intrare în modul precum și datele de ieșire generate în timpul execuției modulului iar la terminarea execuției memoria de lucru se eliberează, nereținându-se decât datele necesare execuției următorului modul solver din secvența respectivă, eventual restructurate pentru a putea fi utilizate de acesta și procesul se reia prin execuția următorului modul solver asigurându-se astfel coordonarea execuției modulelor solver care se combină într-un rezolvitor al problemei specificate de utilizator;
- solicitările permise de *SL* pe care utilizatorii le folosesc pentru a edita conținutul *SC* permit utilizatorilor să creeze, să revizuiască și să șteargă module solver sau seturi de date (eventual, template-uri de rapoarte precum și specificații ale problemelor).
- crearea unui nou modul, respectiv precizarea instrucțiunilor care alcătuiesc această piesă de cunoștințe procedurale se face în mod analog cu adăugarea unui nou fragment de text atunci când se utilizează o tehnologie de management de texte, dar instrucțiunile sunt prezentate într-un limbaj special (de exemplu, limbaj de

programare), pe care *STP* îl poate înțelege și, prin urmare, să le și efectueze în timpul executării modulului;

- asimilarea un nou modul în *SC* poate implica, de asemenea, facilități de testare pentru a se asigura că aceasta produce rezultate corecte și de conversie a modulului într-un set echivalent de instrucțiuni pe care *STP* le poate procesa mult mai eficient;
- un *SSD* orientat către rezolvitor flexibil, poate permite utilizatorilor să solicite o prezentare personalizată a rezultatelor solverului, formatarea dorită poate fi specificată ca parte a specificațiilor problemei sau ar putea fi stocată în *SC* ca un șablon care poate fi ușor revizuit și utilizat în mod repetat prin simpla indicare a numelui său în specificațiile problemei.

SSD orientate către reguli. O altă variantă a arhitecturii generice a *SSD* se bazează pe o tehnologie de management a cunoștințelor care implică reprezentare și procesare de reguli. Această tehnologie a evoluat în domeniul inteligenței artificiale, înzestrând calculatoarele cu facilități pentru managementul cunoștințelor de raționament.

Cunoștințele de raționament evidențiază ce concluzii sunt valabile atunci când este descrisă o anumită situație dată. Regulile sunt menite să ofere un mijloc simplu, convenabil de reprezentare a unor astfel de elemente de cunoaștere.

O regulă are forma de bază:

dacă: descrierea unei situații posibile (premiza)

atunci: indicarea acțiunilor de întreprins (concluzia)

deoarece: justificarea întreprinderii acestor acțiuni (motivul)

Acest format spune că dacă o situație posibilă se poate constata că există atunci acțiunile indicate trebuie să fie efectuate din motivele de date. Cu alte cuvinte, dacă premisa este adevărată, atunci concluzia este valabilă.

SC al unui *SSD* orientat către reguli:

- conține descrieri ale stării actuale, astfel de descrieri de stare sunt în general valori care au fost atribuite unor variabile de stare;
- conține unul sau mai multe seturi de reguli;
- fiecare set de reguli poate oferi motivarea recomandărilor făcute unui utilizator în cazul în care acesta a solicitat consiliere cu privire la un anumit subiect.

În afară de solicitările de ajutor și de editare a descrierilor de stare, utilizatorii *SSD* orientat către reguli pot emite două tipuri principale de solicitări pentru sprijinirea luării de decizii:

- *SL* conține solicitări de consiliere și de solicitări de explicare;
- *SP* include, corespunzător, mesaje de prezentare a consilierii și a explicării.

STP al unui *SSD* orientat către reguli:

- are capacități pentru crearea, revizuirea și ștergerea descrierilor de stare;

- are capacitatea de a face deducții logice (inferențe logice sau raționament) într-un set de reguli pentru a produce consultanța solicitată de un utilizator;
- are, de asemenea, capacitatea de a explica un comportament, atât în timpul cât și după efectuarea inferențelor.

Mecanismele de inferențe procesează regulile folosind principiile de bază ale logicii și din acest motiv *STP* pentru acest tip de *SSD* este adesea numit un motor de inferență.

Sistemul de tratare a problemei examinează regulile pertinente din setul de reguli în căutarea acelor ale căror premise sunt adevărate în starea actuală, stare definită de descrierile stării actuale și/sau de solicitarea de consiliere a utilizatorului. Când *STP* găsește o premisă adevărată el ia măsurile specificate în concluzia regulii și acest fapt permite să se constate că sunt adevărate premisele altor reguli, provocând luarea de acțiuni din concluziile acestora. Raționamentul continuă în acest fel până la o anumită acțiune când se consideră că randamentele solicitate au fost atinse sau *SPC* renunță din cauza insuficienței cunoștințelor deținute în *SC*.

Deoarece *SSD* orientat către reguli emulează natura a unui expert uman de la care se poate solicita consultanță în cursul elaborării unei decizii acesta este cunoscut și sub numele de sistem expert și este deosebit de util atunci când experții umani nu sunt disponibili, sunt prea scumpi sau poate excentrici.

Un sistem expert este disponibil pentru consultare în orice moment și pe orice durată, nu percepe comisioane ridicate de fiecare dată când este consultat, este imun la zile proaste, conflicte de personalitate, considerații politice sau neglijențe în desfășurarea deducțiilor.

SSD orientate către tehnologii combinate. Arhitecturile personalizate păstrează caracteristicile sugerate de modelul conceptual generic dar sunt specializate pe o anumită tehnologie (sau tehnologii) de reprezentare și prelucrare de cunoștințe.

Dacă, de exemplu, o clasă particulară de sisteme suport pentru decizii utilizează foile electronice de calcul ca tehnologie de management a cunoștințelor atunci *SC*-ul fiecărui *SSD* din această clasă constă din cunoștințe descriptive și procedurale reprezentate conform calcului tabelar iar *STP*-ul unui astfel de *SSD* constă din un software care poate dobândi cunoștințe pentru manipularea acestor reprezentări, poate selecta sau genera cunoștințe pe baza acestora și le poate prezenta într-o formă ușor de înțeles pentru utilizatori.

În schimb, dacă un *SSD* utilizează o tehnologie de management a bazelor de date atunci *SC*-ul său va consta din reprezentări complet diferite de cele ale calculului tabelar iar *STP*-ul său va fi dotat pentru procesa aceste reprezentări neputând furniza reprezentări pe specificul foilor electronice de calcul. Deși ambele clase de *SSD*, orientate către foi electronice de calcul și respectiv către baze de date, aderă la arhitectura generică, fiecare în parte poate fi considerat doar în cadrul specializat propriu.

Dacă factorul decizional are nevoie de capacitățile de prelucrare oferite de mai multe tehnologii de management al cunoștințelor există *două opțiuni de bază*:

- utilizarea mai multor *SSD-uri*, fiecare orientat către o anumită tehnologie;
- utilizarea unui singur *SSD* care integrează mai multe tehnologii.

În situația primei opțiuni, fiecare *SSD* având propriile *SL* și *SP*, pe care decidentul trebuie să le învețe pentru putea să-și formuleze solicitările și să înțeleagă răspunsurile, atunci când rezultatele obținute cu ajutorul unei tehnologii trebuie prelucrate în continuare prin intermediul unei alte (altor) tehnologii este responsabilitatea decidentului să transforme răspunsurile de la un *SSD* în solicitări către alt (alte) *SSD*.

Există trei tipuri de abordări privind integrarea *SSD*-urilor:

- abordarea de tip *conversie*, care presupune o facilitate de convertire a rezultatelor din forma primită de la un *STP* într-o formă care este acceptabilă ca intrare într-un alt *STP*, realizată de către un instrument software construit:
 - fie separat de *STP*-uri;
 - fie în capacitatea de achiziție (sau de emisie) a unuia dintre *STP*-uri (ca o funcționalitate de import/export care poate accepta reprezentări de cunoștințe emise de către un *STP* străin sau emite pachete în prezentări pe care un *STP* străin le poate interpreta).
- abordarea de tip *clipboard*, transferul de cunoștințe între procesoare presupune o memorie intermediară (ex. clipboard) dispunând de formate în care fiecare *STP* poate atât să introducă cât și să extragă cunoștințe.
- abordarea de tip *confederație*, memoria intermediară nu mai este necesară, în schimb, toate *STP*-urile confederate au un *SC* comun iar formatele de reprezentare a cunoștințelor care pot fi interpretate în mod direct de către fiecare dintre *STP*-urile distincte.

Fiecare abordare susține integrarea realizând reprezentări comune/compatibile de cunoștințe dar menținând în același timp procesoarele și capabilitățile de prelucrare distincte.

În situația celei de a doua opțiuni decidentul trebuie să învețe să cunoască un singur *SL* și un singur *SP*, probabil, mult mai extinse decât acelea ale fiecărei tehnologii singulare în parte dar, probabil, mult mai puțin ambițioase decât ansamblul *SL*-urilor și *SP*-urilor corespunzătoare tuturor tehnologiilor singulare ale *SSD*-urilor. Există două abordări principale ale integrării tehnologiilor într-un *SSD*:

- prin *imbricare*, când o anumită tehnologie de management a cunoștințelor, tradițional distinctă, este imbricată în capacitățile alteia. De exemplu, managementul solverelor poate fi regăsit imbricat în managementul foilor electronice de calcul (Microsoft Excel), iar managementul foilor electronice de calcul poate fi regăsit imbricat în managementul textelor (Microsoft Word). Deși, de obicei o tehnologie imbricată nu are caracteristici la fel de extinse ca cele regăsite într-un instrument independent dedicat acelei tehnologii, capabilitățile imbricate nu pot fi totuși ușor utilizate de către persoanele nefamiliarizate cu tehnologia dominantă. Din punctul de

vedere al *SSD*, rezultatul imbricării este un instrument care poate funcționa ca un singur *STP* având capacități multiple de prelucrare a cunoștințelor, accesibile prin intermediul unui singur *SL* unificat și a unui singur *SP* deasemeni unificat, navigând într-un singur *SC*.

– prin *sinergie*, toate tehnologiile (tradiționale distincte) de management a cunoștințelor sunt integrate într-un singur instrument care permite ca orice capacitate să fie utilizată independent de oricare alta sau împreună cu oricare alta într-o singură operație (nu există nici imbricări, nici tehnologie dominantă și nici tehnologii secundare imbricate). Atunci când un instrument integrat prin sinergie este adoptat ca *STP* al unui sistem suport pentru decizii, *SC* este format din multe tipuri de obiecte: celule, foi electronice de calcul, macrocomenzi, câmpuri, tabele de baze de date, variabile, module solver, template-uri de prezentare, texte, reguli, diagrame, programe, și așa mai departe. *STP* poate utiliza oricare din aceste reprezentări de cunoștințe când lucrează pentru a satisface o solicitare a unui utilizator sau pentru a reacționa la un anumit eveniment.

Un caz special de integrare, deosebit de important prin implicațiile sale, a rezultat din combinația dintre o tehnologie de management a solverelor flexibile și o tehnologie de management a bazelor de date.

În acest caz special de *SSD* compus, *SC* este constituit din o bază de date și o bază de modele. În mod corespunzător, *STP* este constituit din un software de management a bazelor de date pentru manipularea bazei de date din *SC* și din un software de management al bazei de modele pentru manipularea bazei de modele din *SC*.

Execuția unui solver pe un conținut selectat din baza de date generează cunoștințe noi pentru utilizator. *STP* este dotat și cu o componentă de generare dialog și de management a sistemului care interpretează solicitările utilizatorilor furnizând asistență și prezentând răspunsuri.

Componentele *SL* și *SP* ale *SSD* sunt implicite în noțiunea de dialog și sunt menționate ca limbaj de acțiune și respectiv ca limbaj de afișare.

Cu toate că această arhitectură acoperă doar o parte din posibilitățile *SSD* identificate de arhitectura generică ea este adesea citată, în cărți și articole privind *SSD*, ca fiind arhitectura sistemelor suport pentru decizii.

O variantă a acestei combinații este foarte utilizată în prezent de către marile organizații și anume combinarea unui *depozit de date* cu *solvere analitice (prelucrarea analitică on-line)* pentru a obține informații noi.

O variantă ulterioară, mai puternică, combină un *depozit de date* cu *solvere data mining* care generează cunoștințe noi, prin descoperirea de pattern-uri din date, deosebit de utile în luarea deciziilor.

VI. CONCLUZII

Sistemele suport pentru decizii oferă cunoștințe și/sau capacități de prelucrare a cunoștințelor esențiale în elaborarea deciziilor sau în sesizarea situațiilor decizionale, ele îmbunătățesc procesele decizionale și/sau rezultatele luării deciziilor și se caracterizează prin rolurile pe care le joacă în procesele decizionale.

Un sistem suport pentru decizii relaxează limitele cognitive, temporale, spațiale și/sau economice ale factorului de decizie.

Un sistem suport pentru decizii permite unui proces decizional să se desfășoare:

- cu productivitate mai ridicată (mai rapid, mai ieftin, cu mai puțin efort);
- cu agilitate mai mare (vigilență peste așteptări, mai mare capacitate de răspuns);
- cu un grad inovativ mai înalt (perspectivă mai clară, creativitate, noutate, surpriză);
- cu un plus de obiectivitate (precizie mai mare, etică, calitate, încredere) și/sau
- cu satisfacție mai mare pentru factorii implicați în procesul decizional,

în comparație cu ceea ce s-ar putea obține dacă nu ar fi utilizat un astfel de suport informatic.

Un proces decizional:

- se desfășoară în etape;
- conține un anumit mecanism decizional;
- poate avea o infrastructură predefinită sau improvizată;
- poate fi simplu și stabil sau poate fi un proces adaptiv complex;
- poate implica atât acțiuni ale *SSD* cât și ale altor participanți;
- sponsorul, participanții, implementatorul și consumatorul pot fi persoane fizice distincte sau o singură persoană poate juca mai multe astfel de roluri.

Implicarea *SSD* (unul sau mai multe) într-un proces decizional, afectează procesul și rezultatele acestuia în cel puțin una dintre direcțiile *PAIRS*:

- productivitate;
- agilitate;
- inovație;
- reputație;
- satisfacție.

Între *SSD*-uri există diferențieri semnificative determinate de:

- domeniile de aplicabilitate,
- caracteristicile de utilizare,
- funcționalitățile proiectate,
- abordările privind interacțiunile dintre componente,
- modalitățile de încorporare în procesele decizionale,

- tipurile de beneficii rezultate din utilizare.

Arhitectura sistemelor suport pentru decizii poate fi descrisă printr-un cadru generic care identifică componentele esențiale ale unui SSD și interdependențele acestora. Aceste componente sunt diferite tipuri de sisteme configurate într-un anumit fel.

Cazuri particulare ale cadrului de generic, fiecare caracterizând o categorie de SSD-uri în funcție de tehnologia dominantă, pot fi:

- *SSD* orientate către texte;
- *SSD* orientate către hypertext;
- *SSD* orientate către baze de date;
- *SSD* orientate către foi electronice de calcul;
- *SSD* orientate către solve;
- *SSD* orientate către reguli.

Arhitectura generică permite evidențierea diferențierilor dintre astfel de SSD-uri.

Arhitecturile personalizate păstrează caracteristicile sugerate de modelul conceptual generic dar sunt specializate pe o anumită tehnologie (sau tehnologii) de reprezentare și prelucrare de cunoștințe.

Dacă factorul decizional are nevoie de capacitățile de prelucrare oferite de mai multe tehnologii de management al cunoștințelor există două opțiuni de bază:

- utilizarea mai multor *SSD*-uri, fiecare orientat către o anumită tehnologie;
- utilizarea unui singur *SSD* care integrează mai multe tehnologii.

În situația primei opțiuni, fiecare *SSD* având propriile *SL* și *SP*, pe care decidentul trebuie să le învețe pentru putea să-și formuleze solicitările și să înțeleagă răspunsurile, atunci când rezultatele obținute cu ajutorul unei tehnologii trebuie prelucrate în continuare prin intermediul unei alte (altor) tehnologii este responsabilitatea decidentului să transforme răspunsurile de la un *SSD* în solicitări către alt (alte) *SSD*.

Există trei tipuri de abordări privind integrarea *SSD*-urilor:

- abordarea de tip *conversie*, care presupune o facilitare de conversie a rezultatelor din forma primită de la un *STP* într-o formă care este acceptabilă ca intrare într-un alt *STP*, realizată de către un instrument software construit, fie separat de *STP*-uri, fie în capacitatea de achiziție (sau de emisie) a unuia dintre *STP*-uri.
- abordarea de tip *clipboard*, transferul de cunoștințe între procesoare presupune o memorie intermediară (ex. clipboard) dispunând de formate în care fiecare *STP* poate atât să introducă cât și să extragă cunoștințe.
- abordarea de tip *confederație*, memoria intermediară nu mai este necesară, în schimb, toate *STP*-urile confederate au un *SC* comun iar formatele de reprezentare a cunoștințelor care pot fi interpretate în mod direct de către fiecare dintre *STP*-urile distincte.

Fiecare abordare susține integrarea realizând reprezentări comune/compatibile de cunoștințe dar menținând în același timp procesoarele și capacitățile de prelucrare distincte.

În situația celei de a doua opțiuni decidentul trebuie să învețe să cunoască un singur SL și un singur SP. Există două abordări principale ale integrării tehnologiilor într-un SSD:

- prin *imbricare*, când o anumită tehnologie de management a cunoștințelor, tradițional distinctă, este imbricată în capacitățile alteia. Din punctul de vedere al *SSD*, rezultatul imbricării este un instrument care poate funcționa ca un singur *STP* având capacități multiple de prelucrare a cunoștințelor, accesibile prin intermediul unui singur *SL* unificat și a unui singur *SP* deasemeni unificat, navigând într-un singur *SC*.
- prin *sinergie*, toate tehnologiile (tradiționale distincte) de management a cunoștințelor sunt integrate într-un singur instrument care permite ca orice capacitate să fie utilizată independent de oricare alta sau împreună cu oricare alta într-o singură operație (nu există nici imbricări, nici tehnologie dominantă și nici tehnologii secundare imbricate). Atunci când un instrument integrat prin sinergie este adoptat ca *STP* al unui sistem suport pentru decizii, *SC* este format din multe tipuri de obiecte: celule, foi electronice de calcul, macrocomenzi, câmpuri, tabele de baze de date, variabile, module solver, template-uri de prezentare, texte, reguli, diagrame, programe, și așa mai departe. *STP* poate utiliza oricare din aceste reprezentări de cunoștințe când lucrează pentru a satisface o solicitare a unui utilizator sau pentru a reacționa la un anumit eveniment.

Un caz special de integrare, deosebit de important prin implicațiile sale, a rezultat din combinația dintre o tehnologie de management a solverelor flexibile și o tehnologie de management a bazelor de date.

SC este constituit din o bază de date și o bază de modele (module solver incluse în *SC*) iar *STP* este constituit din un software de management a bazelor de date și din un software de management al bazei de modele. Componentele *SL* și *SP* ale *SSD* sunt implicate în noțiunea de dialog și sunt menționate ca limbaj de acțiune și respectiv ca limbaj de afișare.

Cu toate că această arhitectură acoperă doar o parte din posibilitățile *SSD* identificate de arhitectura generică ea este adesea citată, în cărți și articole privind *SSD*, ca fiind arhitectura sistemelor suport pentru decizii.

O variantă a acestei combinații, foarte utilizată în prezent de către marile companii, o constituie combinarea *depozitării datelor* cu *solverele analitice (prelucrarea analitică on-line)* pentru a obține noi informații.

O variantă ulterioară, mult mai puternică, a rezultat prin combinarea *depozitării datelor* cu *solverele data mining* care poate genera cunoștințe noi, deosebit de utile în luarea deciziilor, prin descoperirea de pattern-uri din date.

BIBLIOGRAFIE

1. **AGRAWAL, R.; GUPTA, A.; SARAWAGI, S.,** (1997), *Modeling multidimensional databases*. In 13th Int. Conf. on Data Engineering, p. 232-243.
2. **BAJCSY, P.; KOOPER, R.; LEE, S-C.,** (2010), *Understanding documentation and reconstruction requirements for computer-assisted decision processes*. Decision Support Systems 50, p. 316-324.
3. **BERALDI, P.; VIOLI, A.; DE SIMONE, F.,** (2011), *A decision support system for strategic asset allocation*. Decision Support Systems 51, p. 549-561.
4. **BERSON, A.; SMITH, S.,** (2002), *Building Data Mining Application for CRM*. New York: Mc Graw-Hill, Inc., 510 p.
5. **BIEBER, M.,** (1995) *On Integrating Hypermedia into Decision Support and Other Information Systems*. Decis Support Syst, 14(3).
6. **BLASCHKA, M.; SAPIA, C.; HÖFLING, G.; DINTER, B.,** (1995), *Finding your way through multidimensional data models*. In 9th Int. Conf. on Database and Expert Systems Applications (DEXA), Lecture Notes in Computer Science 1460, Springer-Verlag, p 198-203.
7. **BURSTEIN, F.; HOLSAPPLE, C.W.** (Eds) (2008), *Handbook on Decision Support Systems 1 : Basic Themes*, International Handbooks on Information Systems, Springer-Verlag, 854 p.
8. **BURSTEIN, F.; HOLSAPPLE, C.W.** (Eds), (2008), *Handbook on Decision Support Systems 2 : Variations*, International Handbooks on Information Systems, Springer-Verlag, 800 p.
9. **CABIBBO, L.; TORLONE, R.,** (1998) *A logical approach to multidimensional databases*. In 6th Int. Conference on Extending Database Technology (EDBT'98), Springer-Verlag, p 183-197.
10. **CHAUDHURI, S.; DAYAL, U.,** (1997) *An overview of Data Warehousing and OLAP technology*. ACM SIGMOD Record, 26(1): p 65-74.
11. **CHEN, Y-L.; WU, Yu-Y.; CHANG, R-I.,** (2012) *From data to global generalized knowledge*. Decision Support Systems 52, p. 295-307
12. **CODD, E.F.; CODD, S.B.; SALLEY, C.T.,** *Providing OLAP (On Line Analytical Processing) to user-analysts: an IT mandate*. Arbor Software White Paper. <http://www.arborsoft.com>.
13. **COROESCU, T.,** (2002) *Sisteme informatice pentru management*. Ed. a 2-a, rev. și ad. București: Editura Lumina Lex, 496 p.
14. **DATTA, A.; THOMAS, H.,** (1999) *The Cube Data Model: A Conceptual Model and Algebra for On-line Analytical Processing in Data Warehouses*. Decision Support Systems, 27(3).
15. **DAVERN, M.J.; KAMIS, A.,** (2010) *Knowledge matters: Restrictiveness and performance with decision support*. Decision Support Systems 49, p. 343-353
16. **DEKEYSER, S.; KUIJPERS, B.; PAREDAENS, J.; WIJSEN, J.,** (1998) *Nested*

- data cubes for OLAP*. In Int.Workshop on Data Warehousing & Data Mining, Singapore, p. 129-140.
17. **DOS SANTOS, B.; HOLSAPPLE, C.W.**, (1989) *A Framework for Designing Adaptive DSS Interfaces*. Decis Support Syst, 5(1).
 18. **ENĂCHESCU, D.**, (2009) *Data Mining: metode și aplicații*. București: Editura Academiei Române, 277 p.
 19. **FANG, C.; MARLE, F.**, (2012) *A simulation-based risk network model for decision support in project risk management*. Decision Support Systems 52 p. 635-644.
 20. **FEDOROWICZ, J.**, (1989) *Evolving Technology for Document-Based DSS*. In Sprague, R., Jr. and Watson, H. (eds.), *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
 21. **FILIP, F.G.**, (2005) *Decizie asistată de calculator: decizii, decidenți - metode de bază și instrumente informatice asociate*, Ed.2 rev. București: Ed Tehnică, 376 p.
 22. **FILIP, F.G.**, (2007) *Sisteme suport pentru decizii*, Ed. a 2-a, rev. București: Editura Tehnică, 364 p.
 23. **FJERMESTAD, J.**, (2004) *An Analysis of Communication Mode in Group Support Systems Research*. Decision Support Systems, 37(2).
 24. **FROELICH, J.; ANANYAN, S.; OLSON, D.L.**, (2005) *Business Intelligence through Text Mining*. Bus Intell J, 10(1).
 25. **GHERASIM, Z.; FUSARU, D.; ANDRONE, M.**, (2008) *Sisteme informatice pentru asistarea deciziei economice*. București: Editura Fundației „România de mâine”, 272 p.
 26. **GOLFARELLI, M.; MAIO, D.; RIZZI, S.**, (1998) *Conceptual design of data warehouses from E/R schemes*. In 31st Hawaii Intl. Conf. on System Sciences.
 27. **GOPAL, R.; MARSDEN, J.R.; VANTHIENEN, J.**, (2011) *Information mining - Reflections on recent advancements and the road ahead in data, text, and media mining*. Decision Support Systems 51, p. 727-731.
 28. **GORSKI, H.**, (2003) *Sisteme informatice pentru management*. Sibiu: Editura Universității „Lucian Blaga”, 272 p.
 29. **GORUNESCU, F.** (2006) *Data mining concepte, modele și tehnici*. Cluj-Napoca: Editura Albastră, 294 p.
 30. **GRAY, J.; BOSWORTH, A.; LAYMAN, A.; PIRAHESH, H.**, (1996) *Data Cube: a relational aggregation operator generalizing group-by, cross-tab, and sub-totals*. In 12th IEEE Int. Conference on Data Engineering, Vienna, p 152-159.
 31. **GUNASEKARAN, A.; NGAI, E.W.T.**, (2012) *Decision support systems for logistics and supply chain management*. Decision Support Systems 52, p.777-778.
 32. **HAN, J.; KAMBER, M.**, (2006) *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, Second Edition, 743 p.
 33. **HARINARAYAN, V.; RAJARAMAN, A.; ULLMAN, J.**, (1996) *Implementing data cubes efficiently*. In ACM SIGMOD International Conf. on Management of Data, p 205-216.

34. **HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R., FRIEDMAN, J.,** (2008) *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd Edition. Springer-Verlag, Springer Series in Statistics, 763 p.
35. **HOLSAPPLE, C.W.; JOSHI, K.D.,** (2004) *A Formal Knowledge Management Ontology: Conduct, Activities, Resources, and Influences*. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 55(7) .
36. **HOLSAPPLE, C.W.; SENA, M.P.,** (2005) *ERP Plans and Decision-Support Benefits*. *Decis Support Syst*, 38(4).
37. **HURTADO, C. A.; GUTIERREZ, C. A.; MENDELZON O.** (2005) *Capturing summarizability with integrity constraints in OLAP*, *ACM Trans. Database Systems (TODS)* 30(3), p. 854-886.
38. **INMON, W.H.,** (2005) *Building the Data Warehouse*. John Wiley & Sons, 4th ed., 543 p..
39. **KWAN, M.M.; BALASUBRAMANIAN, P.,** (2003) *Knowledge Scope: Managing Knowledge in Context*. *Decision Support Systems*, 35(4).
40. **LANKTON, N.K.; SPEIER, C.; WILSON, E.V.,** (2012) *Internet-based knowledge acquisition: Task complexity and performance*. *Decision Support Systems* 53, p. 55-65.
41. **LEBART, L.; PIRON, M.; MORINEAU, A.,** (2006) *Statistiques exploratoire multidimensionnelle : Visualisations et inférences en fouille de données*, 4e édition. Editeur : Dunod, 464 p..
42. **LEE, K.; HUH, S.,** (2003) *Model-Solver Integration in Decision Support Systems: A Web Services Approach*. AIS SIGDSS Workshop, Seattle.
43. **LI, Y.; ZHOU, X.; BRUZA, P.; XU, Y.; LAU, R.Y.K.,** (2012) *A two-stage decision model for information filtering*. *Decision Support Systems* 52, p. 706-716.
44. **LI, D-C.; CHANG, C-C.; LIU, C-W.,** (2012) *Using structure-based data transformation method to improve prediction accuracies for small data sets*. *Decision Support Systems* 52, p. 748-756.
45. **LUNGU, I.; BĂRA, A.,** (2007) *Sisteme informatice executive*. București: Editura ASE, 288 p.
46. **MĂRGINEAN, N.,** (2006) *Sisteme inteligente pentru asistarea deciziilor*. Cluj-Napoca: Editura Risoprint, 239 p.
47. **MCGILL, T.J.; KOBLAS, J.E.,** (2005) *The Role of Spreadsheet Knowledge*. In *User-Developed Application Success*, *Decision Support Systems*, 39(3).
48. **MENDELZON, A.O.; VAISMAN, A.A.,** (2000) *Temporal Queries in OLAP*. In *26nd Int. Conf. on Very Large Data Bases*, Cairo, Egypt, p. 242-253.
49. **MINCH, R.P.,** (1989) *Application Research Areas for Hypertext*. In *Decision Support Systems*, *Journal of Management Information Systems*, 6(3), p. 119-138.
50. **MUNTEAN, M.,** (2004) *Inițiere în tehnologia OLAP: teorie și practică*. București: Editura ASE, 366 p.

51. **NAGY, M.; VIZENTAL, M.,** (2008) *Asistarea deciziei folosind mediul Excel*. Cluj-Napoca: Editura Albastră, 222 p.
52. **NASUKAWA, T.; NAGANO, T.,** (2001) *Text Analysis and Knowledge Mining System*. IBM System Journal, Vol. 40, No. 4.
53. **NGUYEN, T.B.; TJOA, A.M.; WAGNER, R.,** (2000) *Conceptual Multidimensional Data Model Based on Meta Cube*. In 1st International Conference on Advances in Information Systems (ADVIS), p 24-33.
54. **PEDERSEN, T.B.; JENSEN, C.S.; DYRESON, C.E.,** (1999) *Supporting Imprecision in Multidimensional Databases Using Granularities*. In 11th Int. Conference on Scientific and Statistical Database Management (SSDBM'99), IEEE Computer Society Press, p 90-101.
55. **PEDERSEN, T.B.; JENSEN, C.S.; DYRESON, C.E.,** (2001) *A foundation for capturing and querying complex multidimensional data*. Information Systems, 26(5) p. 383-423.
56. **PENG, Y.; KOU, G.; SHI, Y.; CHEN, Z.,** (2008), *A descriptive framework for the field of data mining and knowledge discovery*. International Journal of Information Technology & Decision Making, Vol. 7, No. 4, p. 639-682.
57. **RAFANELLI, M.** (2003) *Multidimensional databases: problems and solutions*, Idea Group Inc., 446 p.
58. **SCHUFF, D.; CORRAL, K.; TURETKEN, O.,** (2011) *Comparing the understandability of alternative data warehouse schemas: An empirical study*. Decision Support Systems 52, p. 9-20.
59. **SHEN, M.; CARSWELL, M.; SANTHANAM, R.; BAILEY, K.,** (2012) *Emergency management information systems: Could decision makers be supported in choosing display formats?*. Decision Support Systems 52, p. 318-330.
60. **SPRAGUE, R.H., Jr.; CARLSON, E.D.,** (1982) *Building Effective Decision Support Systems*. Prentice-Hall, 329 p.
61. **TAN, P-N.; STEINBACH, M.; KUMAR, V.,** (2006) *Introduction to Data Mining*. Addison-Wesley, 769 p.
62. **TUFFERY, S.,** (2010) *Data mining et statistique décisionnelle*, 3ème Edition. Editions TECHNIP, 705 p.
63. **TURBAN, E.; ARONSON, J.E.; LIANG, T-P.; SHARDA, R.,** (2006) *Decision Support and Business Intelligence Systems*, 8th Edition. Prentice-Hall Inc., 850 p.
64. **VERDECHO, M-J.; ALFARO-SAIZ, J-J.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, R.,** (2012) *Prioritization and management of inter-enterprise collaborative performance*. Decision Support Systems 53, p. 142-153.
65. **WU, X.; KUMAR, V.** (ed.), (2009) *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. Hall / CRC DMKD Series, 232 p.
66. **YU, P-S.; HAH, J.; FALOUSTOS, C.** (ed.), (2010) *Link Mining: Models, Algorithms, and Applications*. Springer, 586 p.

LISTĂ DE FIGURI

Figura IV.1 Exemplu de schemă „stea”	42
Figura IV.2 Exemplu de schemă de dimensiuni (2 dimensiuni)	44
Figura IV.3 Exemplu de schemă multidimensională (2 cuburi de date)	45
Figura IV.4 Exemplu de instanțiere a unei scheme multidimensionale	46
Figura V.1 Arhitectura generică a sistemelor suport pentru decizii	56
Figura V.2 Depozit de date cu arhitectură complexă	65