

# SISTEMELE DE INFORMAȚIE GEOGRAFICĂ ÎN CONTEXTUL EVOLUȚIEI TEHNOLOGIEI INFORMAȚIEI

mat. Angela Ioniță,

*Institutul de Cercetări în Informatică*

**Rezumat:** GIS trece printr-o perioadă de tranziție care poate avea avantajul noii tehnologii și prin aceasta va evolua de la sistem unic-scop, cu legături slabe, la alte sisteme cu componente specializate, specifice unui mediu de calcul, care poate să obțină o funcționalitate sporită pentru GIS cu mai mult succes decât să mențină interfețe stabile cu restul întreprinderii. Organizațiile au descoperit că implementările GIS tradiționale uneori nu ating cerințele lor, în principal, pentru că astfel de sisteme sunt ingineresti, sunt extrem de specializate, nu sunt standard. Multe soluții GIS au fost dezvoltate în stadii imature, atunci când prototipurile erau încă în faza de experimentare. Deși software-ul GIS de proprietar poate să producă procesarea geografică front-end, el poate să devină un GIS care este izolat fizic și funcțional de restul resurselor de calcul ale organizației, împiedicând obiectivele de integrare.

Nu este un secret că sistemele/proiectele Geographic Information Systems (GIS) au dificultăți în a deveni o parte integrantă importantă a unui sistem de management informațional.

La aceste dificultăți a contribuit și faptul că vânzătorii au acționat în ideea că soluțiile sunt rezonabil de simple și ușor de dezvoltat, idee care se confirmă dacă cerințele aplicațiilor componente ale sistemului/proiectului sunt limitate, iar datele luate în considerare sunt minimale.

Ce se va întâmpla dacă se va dori să se utilizeze aceste soluții în ideea de integrare?

Realitatea este că dezvoltarea lor trebuie să fie abordată cu aceeași seriozitate și profesionalism ca în cazul oricăruia dintre proiectele serioase din cadrul Tehnologiei Informației (TI).

În ultimele conferințe de specialitate, au apărut reale controverse legate de definirea termenului Geographic Information System (GIS). Sunt utilizați mai mulți termeni sinonimi pentru GIS: Geobase Information System, Geo-Data System, Spatial Information System, Geographic Data System, Land Information System, Natural Resource Information System, Multipurpose Cadastre, Multipurpose Land Information System. Această confuzie este explicabilă, în parte, și datorită faptului că GIS este o tehnologie nouă, legată de numeroase discipline științifice și tehnologice, care se ocupă de managementul datelor spațiale. Printre acestea se numără: "remote sensing", economii regionale, cartografie, geodezie, fotogrametrie, studierea mediului și, bineînțeles, geografia.

Continuă să existe o dezbatere serioasă în ceea ce privește faptul că Sistemele de Gestiune de Baze de Date Relaționale (SGBDR) este sau nu adecvat ca mijloc de memorare de date geografice. Arhitectura cu SGBDR poate fi privită în contextul unei clasificări a arhitecturilor GIS cu baze de date. Remarca principală este aceea că abordările specifice bazelor de date sunt aspecte ale GIS-ului pe care utilizatorii și evaluatorii le înțeleg cel mai puțin. Unele diferențe între pachetele GIS sunt ușor de stabilit, de exemplu, înlanțuirea de ecrane, facilitățile de mapping sau structurile de comenzi. Diferențele în tehnicile interne de memorare sunt cel mai puțin evidente, dar pot să devină critice pentru mult timp. Chiar în cadrul unui studiu de caz pentru evaluarea unui pachet GIS, deficiențele bazei de date nu pot fi, întotdeauna, depistate. Întârzierile care par a fi imperceptibile atunci când se folosesc seturi mici și stabile de date de test, pot să se dovedească intolerabile, când sistemul începe să lucreze cu o aplicație reală completă.

Sistemele GIS diferă considerabil în ceea ce privește metodele adoptate în memorarea datelor și, în particular, în natura

legăturilor pe care le mențin între datele geografice și atributele lor.

"GIS-urile obțin potențial într-un mediu complex furnizând o fereastră spațială în seturi de date externe prin abordări simpliste ale interogărilor cum sunt interschimbul de date și interfețele cu baze de date, permițând cuplarea slabă a seturilor de date. Deci, dacă GIS-urile nu ar deveni integratori de informație complexă ci chiar o parte integrală a informației, atunci ar trebui să tragem concluzia că GIS-urile trebuie să se bazeze exclusiv pe tehnologia SGBDD și SGBD multimedia".

Nu există îndoieli că vânzătorii de GIS cunosc această schimbare și că ei înșiși nu sunt străini de soluții. Deci, în ultimă instanță, vom vedea dacă soluțiile se vor găsi folosind tehnologii hibride, relaționale sau OO. Se poate chiar ca soluțiile să nu vină de la vânzătorii de GIS, ci de la ofertanții de SGBD-uri.

Decât să privim la ESRI sau la INTERGRAPH cum își sporesc gradul de sofisticare a bazelor lor de date și să nu înțelegem ce se întâmplă, mai bine privim către pachetele SGBD convenționale, care își adaugă extensii geografice pentru a fi mai atractive pentru piața GIS și vom găsi multe explicații

Acest articol încearcă să răspundă la întrebări de genul:

Ce este de fapt un GIS? Care sunt diferențele /asemănările între GIS/LIS? Care este evoluția tehnologiei GIS în contextul evoluției TI? Care sunt consecințele evoluției SGBD în context GIS? Care sunt dificultățile pe care le traversează orice sistem/proiect care adresează tehnologie GIS? Care este părerea Comunității Europene în legătură cu piața europeană de GIS și care sunt domeniile cu potențial de aplicare a tehnologiei GIS? Care este situația în România?

Este foarte posibil ca, în următorii ani, GIS să dipară ca o preocupare în sine și să se subsumeze curentului principal de procesare a informației, GIS-ul devenind atunci un simplu element într-o strategie de informatizare dintr-o organizație.

**Cuvinte cheie:** GIS, LIS, SGBD, SGBDR, OO, SGBDOO, GISOO, AI, OPEN GIS, TI

## Introducere

Nu este un secret că sistemele/proiectele Geographic Information Systems (GIS) au dificultăți în a deveni o parte integrantă importantă a unui sistem de management informațional.

La aceste dificultăți a contribuit și faptul că vânzătorii au acționat în ideea că, soluțiile sunt rezonabil de simple și ușor de dezvoltat, idee care se confirmă dacă cerințele aplicațiilor componente ale sistemului/proiectului sunt limitate, iar datele luate în considerare sunt minimale.

Ce se va întâmpla dacă se va dori să se utilizeze aceste soluții în ideea de integrare?

Realitatea este că dezvoltarea lor trebuie să fie abordată cu aceeași seriozitate și profesionalism ca în cazul oricăruia dintre proiectele serioase din cadrul Tehnologiei Informației (TI).

Oricare echipă implicată într-un astfel de proiect trebuie să:

- *identifice cerințele de business sau scopurile adresate succesiv de GIS;*
- *cunoască cine este sponsorul proiectului, cine este proprietarul;*

- știe cine este utilizatorul, care sunt cerințele lui și care este impactul proiectului asupra organizației;
- hotărăscă asupra utilizării software-ului existent, a sistemelor și a datelor asociate;
- hotărăscă asupra achiziționării de tehnologie flexibilă și "deschisă" ca bază de dezvoltare;
- facă cunoscut viitorul rol al dezvoltării GIS-ului, ca parte a unui sistem informațional integrat.

## Părerile Comisiei Comunităților Europene cu privire la tehnologia GIS

Este cunoscut faptul că piața GIS în Comunitatea Europeană nu este uniformă, și nici suficient de matură. În plus, există mari diferențe regionale.

Ca parte a programelor Comisiei Europene, programul IMPACT, în vederea stabilirii unei piețe interne de servicii informaționale, al DG XIII, a lansat în 1993 un apel de propuneri numit Supporting Strategic Information Initiatives [18]. Acest apel a avut ca scop împărțirea de fonduri pentru proiectele de dezvoltare de noi servicii informaționale, bazate pe tehnologia GIS, ținând obținerea de aplicații pentru utilizatorii care nu sunt, în mod necesar, specialiști în GIS. Evaluarea propunerilor a evidențiat un spectru larg de aplicații de interes în utilizarea GIS.

În martie 1993, existau deja 190 de oferte competitive, care concureau la un buget limitat, din care s-au ales numai 28.

O analiză succintă a propunerilor a condus la o clasificare pe baza domeniului acoperit, după cum urmează:

- |  |  |
|--|--|
| • turism                                 | • educație                               |
| • transporturi                           | • utilități publice                      |
| • mediu                                  | • fond funciar și publicitate imobiliară |
| • business și analiză de piață           | • instrumente                            |
| • amenajarea teritoriului și planificare | • sănătate                               |
| • colecții tematice de date              | • ș.a.                                   |

Această clasificare reflectă și tendințele în utilizarea tehnologiei GIS în Comunitatea Europeană.

Beneficiile de pe urma industriei europene informaționale de GIS vor deveni cunoscute, în special în ceea ce privește impunerea GIS. Tendințele de utilizare a tehnologiei GIS vor conduce la acutizarea cererii de standarde paneuropene de capturare de date și surse de copyright pentru informația electronică.

## Ce este GIS ?

În literatura de specialitate, există două tendințe de abordare pentru Geographical Information System (GIS):

- una focalizând pe elementul Geografic,
- alta focalizând pe Informație,

fiecare comportând aspecte specifice, astfel:

GEOGRAFIC	INFORMAȚIE
cercetare/orientare politică accentuare pe analiza spațială interogări ad-hoc volum de date relativ mic cheltuieli pe termen scurt aplicații stand alone	orientare operațională accentuare pe regăsire spațială interogări standardizate, repetitive volum mare de date investiție pe termen lung parte a strategiei informaționale

Articolele scrise de geografi sunt dedicate capabilităților de analiză spațială ale GIS. GIS este prezentat ca "o cutie magică" prin care geograful pot să-și urmărească interesele specifice în analiza spațială și cartografie, într-o manieră mult mai eficientă. Proiectele descrise implica, adesea, analize spațiale relativ complexe și, în esență, sunt exerciții de cercetare pentru care GIS a fost adoptat pur și simplu ca fiind tehnologia cea mai potrivită. Odată obținute rezultatele, este posibil ca bazele de date să fie cu discontinuități. Volumele de date sunt, de cele mai multe ori, relativ mici, iar tehnicitatea manipulării datelor este puțin probabil să se remarce cu ceva. Aceasta este "tradiția modelării spațiale" în care accentul cade evident pe GEOGRAFIC.

În multe organizații, GIS este de mare interes pentru că se speră ca GIS să sporească eficiența operațională. În acest caz, accentul trebuie pus pe INFORMAȚIE. GIS a fost cunoscut ca fiind pachete de baze de date la care s-a adăugat geografia ca "o fereastră" suplimentară peste date, care poate să ajute organizația să-și satisfacă cerințele informaționale, extinse pentru procesare. În acest caz, memorarea atributelor și regăsirea eficientă sunt preocupările de baza și nu modelarea spațială complexă. Tipic, GIS-urile operaționale

sunt caracterizate prin baze de date mari, pe termen lung, pe care sunt formulate și standardizate interogări spațiale repetitive. Bazele de date atribut vor preceda de cele mai multe ori, introducerea GIS-ului într-o organizație, și ceea ce se aștepta de la software-ul de GIS este să extragă informațiile din aceste baze de date, informații care sunt folosite, în principal, în alte scopuri. Acesta este "tradiția managementului informațional" și, în consecință, specialiștii în GIS trebuie să fie foarte buni analiști. Specialiștii în GIS, lucrând în organizații cu GIS operațional, mai trebuie să cunoască și modul în care trebuie să-și aleagă software-ul pentru a putea satisface cerințele organizației, cum să optimizeze capacitățile de manipulare de date și să înțeleagă cum sunt păstrate datele în baze de date non-GIS.

Capabilitatea pachetelor software GIS de a face față în mod corespunzător la memorarea atributelor variază considerabil. Unele sisteme GIS s-au concentrat pe capacitățile de analiză spațială furnizate și oferă funcționalitate foarte limitată pentru manipularea atributelor.

Alte GIS-uri acorda mai multă importanță furnizării mecanismelor de gestiune de date, încorporând sisteme de gestiune de baze de date. Înțelegerea capacităților specifice ale unui GIS este esențială în alegerea celui mai potrivit GIS care să lucreze într-o organizație. Dacă trebuie să lucreze în "tradiția managementului informațional", atunci cumpărarea unui GIS, care are facilități puternice de analiză spațială, este dezastruoasă.

Este foarte posibil ca, în următorii ani, GIS să dipară ca și preocuparea în sine și să se subsumeze curentului principal de procesare a informației, GIS-ul devenind atunci un simplu element într-o strategie de informatizare dintr-o organizație. Specialiștii în GIS se vor putea regăsi, ei înșiși, ca profesioniști în informatică. Aceștia au ales să se specializeze în GIS, și nu neapărat ca geografi, cartografi sau topografi care știu câte ceva despre calculator. Pentru un specialist în GIS, pe lângă o pregătire de bază, o bună pregătire în informatică este, însă, benefică.

## Definiția GIS

În ultimele conferințe de specialitate au apărut reale controverse legate de definirea Geographic Information System. Sunt utilizați mai mulți termeni sinonimi pentru GIS:

- Geobase Information System
- Geo-Data System
- Spatial Information System
- Geographic Data System

- Land Information System
- Natural Resource Information System
- Multipurpose Cadastre
- Multipurpose Land Information System

Această confuzie este explicabilă datorită faptului că GIS este o tehnologie nouă, legată de numeroase discipline științifice și tehnologice, care se ocupă de managementul datelor spațiale. Printre acestea se numără: "remote sensing", economii regionale, cartografie, geodezie, fotogrametrie, studierea mediului și, bineînțeles, geografia.

## I. Ce este de fapt un GIS ?

În sens restrâns, GIS a fost definit ca "*un model care încorporează tipuri de date raster, vector, text sau combinații provenind din surse diferite, corespunzător cu nivelul tehnologic la care s-a ajuns*" [19].

În sens larg, GIS a fost definit ca "*o mulțime puternică de instrumente pentru colectarea, memorarea, regasirea, transformarea și afișarea datelor spațiale din lumea reală, conform unui scop particular*" [1].

GIS-urile au schimbat procedurile de colectare a datelor spațiale și a proceselor analitice. Acestea sunt folosite pentru a ajuta factorul de decizie uman prin indicarea diverselor alternative, în planurile de dezvoltare și de conservare, și modelarea rezultatelor unor serii de scenarii. Cunoștințele fundamentale despre localizarea, cantitatea și disponibilitatea resurselor naturale sunt esențiale pentru o planificare cât mai rațională.

GIS-urile au devenit extrem de rapid instrumente recunoscute ca standard pentru managementul resurselor și, în prezent, este dificil să fie gândită o planificare a resurselor sau o organizație care să nu aibă GIS sau care să nu se fi gândit la implementarea unuia.

## Diferențe/asemănări GIS/LIS

În literatura de specialitate, termenii de GIS și LIS sunt folosiți în relație cu sistemele de informație spațială. Diferența între GIS și LIS nu este foarte bine marcată. Uneori se folosesc combinații: GIS/LIS sau sunt interschimbabili.

LIS se referă la pământ, înțelegând "teren" sau "sol", și nu neapărat unitatea administrativă sau politică. LIS include aplicații ca management guvernamental, utilități, obiecte cadastrale și de infrastructură, cum ar fi drumuri, străzi, căi navale etc. Se știe că multe dintre aplicații sunt supuse regulilor juridice și regulilor organizațiilor cărora le

sunt destinate sistemele. Din punct de vedere general, un LIS este prin natura lui utilizat pentru management guvernamental și administrație la nivel local, regional și central.

Un GIS este înțeles, în general, ca un sistem de capturare de date, de memorare și de prezentare. Aceeași definiție se poate folosi și pentru LIS, dar accentul căzând pe analiza datelor pentru scopuri de planificare. Datele sunt legate de fenomene naturale: evoluția solurilor, a pădurilor și a apelor și pentru practici care utilizează terenul, cum ar fi prelucrările agricole.

Pentru ca aceleași coordonate din lumea reală sunt memorate și în GIS și în LIS, nu se poate folosi o scală pentru a face o distincție între cele două, deși GIS este asociat de cele mai multe ori cu aplicații la scară mică. Diferența de scală în cartografia analogică se bazează pe natura datelor și pe spațiul necesar pentru reprezentarea grafică, precum și pe natura aplicației.

Din rațiuni practice, ambii termeni sunt folosiți și, uneori, GIS-urile și LIS-urile sunt referite ca Sisteme de Informație Spațială.

## II. Funcțiunile GIS

GIS este construit în jurul a patru elemente de bază sau funcțiuni (prezentate detaliat în [1]):

- captarea și introducerea datelor
- baze de date geografice
- analiza și modelarea datelor
- prezentarea datelor (vizualizarea și afișarea hărților).

Întrebările fundamentale care trebuie enunțate, după părerea autorului, sunt următoarele:

- *care sunt problemele pe care va trebui să le rezolvăm cu GIS?*
- *este GIS-ul instrumentul cel mai potrivit?*
- *ce și cât trebuie să înțelegem din capacitățile oferite de sistemele GIS pentru a le face să satisfacă cerințele?*
- *ce resurse vor fi necesare pentru a construi o aplicație de GIS?*
- *ce cunoștințe de bază și ce suport este necesar pentru a face proiectul să lucreze?*

Aceste întrebări sunt de foarte multe ori neluate în seamă, cu toate că s-au dezvoltat multe proiecte pilot pe baza lui "încearcă și vei vedea", care ulterior au fost stopate din cauza că au devenit extrem de costisitoare. Ceea ce este esențial, este faptul că se poate învăța din experiența lor de lucru, punctând aspectele fundamentale sensibile, diferite de la un proiect la altul.

Devine evident că formularea clară a scopului și clarificarea problemelor legate de capturarea datelor cer străbaterea unui drum lung.

După părerea specialiștilor, odată definit scopul proiectului și odată stabilite cerințele de capturare de date, succesul este 50% garantat. Organizația va fi aptă să-și clarifice următoarele probleme:

- *evaluarea relevanței GIS-ului pentru a conduce cerințele specifice de business;*
- *înțelegerea implicațiilor în termeni de cost, efort, timp și de resurse;*
- *construirea unui studiu de caz.*

## III. Evoluția TI și GIS

În contextul evoluției Tehnologiei Informației (TI), GIS se studiază la confluența a trei direcții:

1. *evoluția hardware-ului;*
2. *evoluția în sistemele CAD;*
3. *evoluția în sistemele de baze de date.*

### 1. Evoluția hardware-ului

În ceea ce privește evoluția hardware-ului în favoarea GIS, se poate spune că dezvoltarea rapidă a tehnologiei hardware combinată cu facilități multimedia a permis unui spectru larg de necesități să fie satisfăcute la cote înalte de calitate: de la editarea clasicele rapoarte până la documente/publicații și imagini video [1].

### 2. Evoluția în sistemele CAD

În ceea ce privește evoluția către GIS a sistemelor CAD se pot face următoarele precizări:

a. facilitățile unui CAD se referă, în general, la prelucrarea calculelor (volum, greutate, cantitate de materiale) și producerea schițelor tehnice, afișarea schițelor în trei dimensiuni;

b. un CAD spațial este un instrument pentru proiectare urbană și teritorială care constă dintr-o bază de date care conține date referite spațial (două și trei dimensiuni), precum și procedurile și tehnicile pentru colectarea datelor, managementului datelor, editarea, vizualizarea și prezentarea lor;

c. se consideră ca făcând parte din sistemele CAD și cartografia automată (AM = Automated Mapping).

### 3. Evoluția în sistemele de baze de date

În ceea ce privește evoluția bazelor de date și orientările GIS, precizările care trebuie făcute sunt

de o mare importanță, ele trebuind să atingă următoarele aspecte:

3.1. arhitecturi alternative GIS;

3.2. conceptele orientării obiect și GIS,

3.3. baze de date distribuite, sistemele deschise și GIS.

Fără a avea pretenția de acoperire a tuturor aspectelor care au stârnit controverse în literatura de specialitate, vom încerca să le marcăm pe cele mai importante, după părerea noastră.

*Timp și GIS:* majoritatea aplicațiilor GIS se dorește să aibă abilitatea de a poziționa entități în spațiu și timp. Pentru aplicațiile care se vor ocupa de proiecții în viitor, trebuie păstrate versiuni alternative. În mod convențional, Sistemele de Gestiune de Baze de Date Relaționale (SGBDR) presupun că orice schimbare a unei baze de date, numită și tranzacție, să se poată face aproape instantaneu. În timpul unei astfel de tranzacții, alți utilizatori pot să blocheze părți ale bazei de date pentru a preveni accesul conflictual. În GIS, problemele care apar sunt asociate cu tranzacțiile lungi. O clasă de utilizatori, în special cei care se ocupă de planificare și de prognoză, pot să lucreze la un moment dat, pe o parte a bazei de date spațiale doar pentru câteva zile sau câteva săptămâni, înainte ca munca lor să fie înregistrată ca parte componentă a bazei de date. În același timp, este posibil ca o altă echipă de specialiști să fie necesar să lucreze pe aceeași parte de baze de date. În această situație, simpla blocare nu este suficientă. Integrarea unei dimensiuni asociată timpului presupune reuniunea problemelor tehnice și conceptuale care se dovedesc extrem de dificile [5], [6]. Este bine de știut că, până acum, nici unul din GIS-urile comerciale nu a rezolvat în întregime și satisfactor problema integrării timpului.

*Inteligența artificială, Sisteme expert, Sisteme bazate pe inteligență și GIS:* în timpul ultimei decade, informatica a făcut progrese enorme în dezvoltarea de tehnici care permit ca "informația fuzzy" și raționamentul inferențial să fie integrate în bazele de date. În comunitatea GIS, s-au făcut speculații serioase în ceea ce privește modul în care abordările Inteligenței Artificiale (AI) și Sistemele Expert pot fi introduse în GIS [7]. De exemplu, sistemele GIS pot să aibă incorporate "cunoștințe" despre executarea hărților astfel încât GIS-ul însuși să preia responsabilitatea proiectării hărților în plan. Sau, la stadiul de intrare, sistemele GIS pot să fie în stare să recunoască caracteristicile geografice valide din imaginile scanate și, prin urmare, să reducă blocările de la introducerea datelor. În prezent, există câteva GIS-uri care incorporează tehnici AI, dar este recunoscut faptul că AI este încă un subiect important de cercetare în sine și, în conjuncție cu bazele de date și cu GIS, fiind posibil ca, în câțiva

ani, să apară ca produse comerciale, pachete de GIS care includ AI.

### 3.1. Arhitecturi alternative

Continuă să existe o dezbatere serioasă în ceea ce privește faptul că SGBDR este sau nu adecvat ca mijloc de memorare de date geografice. Arhitectura cu SGBDR poate fi privită în contextul unei clasificări a arhitecturilor GIS cu baze de date.

Remarca principală este aceea că abordările specifice bazelor de date sunt aspecte ale GIS-ului pe care utilizatorii și evaluatorii le înțeleg cel mai puțin. Unele diferențe între pachetele GIS sunt ușor de stabilit, de exemplu, înlănțuirea de ecrane, facilitățile de mapping sau structurile de comenzi. Diferențele în tehnicile interne de memorare sunt cel mai puțin evidente, dar pot să devină critice pentru mult timp. Chiar în cadrul unui studiu de caz pentru evaluarea unui pachet GIS, deficiențele bazei de date nu pot fi întotdeauna depistate. Întârzierile care par a fi imperceptibile atunci când se folosesc seturi mici și stabile de date de test, pot să se dovedească intolerabile când sistemul începe să lucreze cu o aplicație reală completă.

Sistemele GIS diferă considerabil în ceea ce privește metodele adoptate în memorarea datelor și, în particular, în natura legăturilor pe care le mențin între datele geografice și atributele lor.

O clasificare ar putea fi următoarea:

- a. pachete de GIS de "generația întâi":
  - a.1. nu au sisteme de fișiere atribut
  - a.2. sisteme de fișiere "flat"
- b. pachete de GIS de "generația a doua":
  - b.1. sisteme duale
  - b.2. sisteme integrate
- c. pachete de GIS de "generația a treia":
  - c.1. sisteme SGBDR extinse
  - c.2. sisteme orientate obiect

#### a. Pachete de GIS de "generația întâi"

##### a.1. Sisteme GIS fără fișiere atribut

O abordare raster pură nu permite separarea între datele locaționale și atribut, modelul fiind acela în care spațiul este împărțit într-o "sită regulată" în care fiecare celulă păstrează valoarea atribut, corespunzătoare localizării celulei. Atunci, dacă o hartă, să spunem, a zonelor afectate de șomaj, stabilită în urma unui recensământ, este păstrată în forma raster, fiecarei celule dintr-o zonă i se va asigura o valoare a ratei șomajului corespunzătoare. Cel mai răspândit exemplu al acestei abordări raster este familia sistemelor GIS, "MAP". Programul original MAP a fost scris de

Dana Tomlin de la Universitatea din Yale și din acesta a derivat un număr de pachete GIS care includ, de exemplu: MAP și "OSU-MAP-for-the-PC". În fiecare familie MAP, fiecare hartă raster este memorată ca fișier separat, comenzile MAP citesc fișierele ca intrări și creează noi fișiere ca ieșiri. Această abordare mai este cunoscută și ca abordarea "toolkit" în GIS, comenzile reprezentând un "toolkit" de operatori pe care utilizatorii îi selectează pentru a opera pe fișiere. Un sistem de tip MAP are avantajul că poate fi mai ușor implementat, poate fi furnizat la cost scăzut și lucrează pe configurații hardware nesofisticate. Absența software-ului SGBDR nu este un mod de limitare a manipularilor spațiale pentru ca, de exemplu, clasa MAP are capacități de analiză spațială, care pun în dificultate chiar sistemele foarte scumpe.

Sistemele raster, însă, nu sunt o soluție potrivită pentru orice aplicație care cere memorarea unor volume mari de date atribut sau care cer manipularea atributelor, independent de operațiile spațiale.

Familia MAP a avut un impact serios asupra sistemelor GIS. Autorii lui ARC/INFO recunosc că abordarea "MAP toolkit" a influențat proiectarea produsului lor. Numele MAP provine de la "Map Analysis Package" și este mai bine să considerăm MAP și derivatele sale ca programe de analiză sofisticată de hărți datorită lipsei capacităților de Sistem de Gestiune de Baze de Date (SGBD) pe care le așteaptă sistemele informaționale.

#### a. 2. Sisteme de fișiere "flat"

Fișierele "flat" sunt fișiere de date tabelare simple, numite "flat" pentru ca toate înregistrările au aceeași structură. Tabelele individuale din modelul relațional se pot gândi ca fișiere "flat" cu o excepție: modelul relațional este capabil să lege datele din fișiere prin intermediul cheilor.

Abordarea cu fișiere "flat" a fost adoptată ca un mijloc de memorare de către un număr de pachete GIS. Avantajul acestei abordări comparativ cu abordarea raster, constă în faptul că descrierea geografică a unei hărți se memorează o singură dată, variabilele care se referă la hartă fiind memorate într-unul sau mai multe fișiere "flat".

Un exemplu de astfel de sistem GIS este IDRISI.

Unele sisteme GIS cu fișiere "flat" sunt mult mai puțin sofisticate, datorită faptului că fiecare fișier atribut poate să păstreze atribute multiple.

Dezavantajul abordării cu fișiere "flat" constă în faptul că este dificil să se lege atributele în fișiere separate și, în consecință, este tentant să se păstreze

atributele importante în mai mult de un fișier atribut cu potențialul pericol al inconsistenței datelor.

GIS-urile care păstrează date atribut în fișiere "flat" sunt un progres, cu toate că le lipsește manipularea flexibilă de atribute, disponibilă în sistemele GIS care încorporează software SGBDR. Sisteme ca SPANS sunt foarte potrivite pentru aplicații "stand alone" și nepotrivite ca parte dintr-o rețea complexă, unde managementul informațional este prioritar, și datele trebuie să fie transferate cu regularitate între GIS și celelalte baze de date.

#### b. Pachete de GIS de "generația a doua"

Majoritatea sistemelor GIS încorporează SGBDR în arhitecturile lor. Distanța principală dintre ele constă în faptul că unele folosesc SGBDR pentru a memora numai atribute, preferând să folosească software propriu pentru a manipula datele geografice, în timp ce altele folosesc SGBDR pentru a păstra și date geografice și atribute.

Există o dispută permanentă între meritele relative ale sistemelor duale și integrate, care fac parte din această clasă.

##### b.1. Sisteme duale

Sisteme ca ARC/INFO, GEO/SQL și IDRISI/dBASE sunt exemple de sisteme GIS, care au adoptat o arhitectură duală folosind software SGBDR cumpărat/adaptat pentru a manipula datele atribut și legăturile cu software-ul din proprietatea lor, pentru a manipula date locale.

Figura următoare ilustrează arhitectura model a sistemelor GIS duale. Acolo unde o organizație are deja adoptată o preferință în ceea ce privește pachetul SGBDR diferit de cel al pachetului GIS, impunerea altui pachet are dezavantajul asimilării foarte greoaie și a complicațiilor ulterioare. După cum punctează McLaren [15], o cale de actualizare logică a arhitecturilor GIS duale a fost aceea de a furniza o interfață, astfel încât sistemele lor să se lege de sisteme SGBDR externe.

Avantajele folosirii unui SGBDR pentru a manipula date atribut în GIS sunt:

- îndepărtarea necesității de a duplica datele atribut;
- permiterea manevrării sofisticate de date atribut, independent de procesarea spațială;
- permiterea legăturilor la alte tabele de date prin intermediul cheilor.

Deci, cu un SGBDR care manipulează date atribut, sistemele GIS pot să devină "sisteme informaționale" din ce în ce mai adevărate,

software-ul spațial furnizând o “fereastră” către datele atribut. Unii autori consideră chiar ca modelul relațional este necorespunzător pentru manipularea datelor geografice.

O soluție la această problemă este de a folosi software scris special pentru a manipula date geografice.

O altă soluție este de a vedea un model

Avantaj	Caracterizare
Integritate	Există un argument pentru care arhitectura duală este o soluție neelegantă inerentă (colectivitățile vorbesc despre “închiderea unui pachet CAD într-o bază de date” numind-o GIS). Esența se află în cuplarea slabă între datele atribut și datele de localizare, care poate să conducă la probleme de integritate a datelor. În structura duală, există efectiv două baze de date, legate prin entități care au același identificator în ambele baze de date. Cu aceasta, legătura se poate oricând greși, integritatea bazei de date fiind în pericol. Abordarea integrată prin combinarea datelor locaționale și a datelor atribut într-o singură bază de date, gestionată în mod uniform cu un singur SGBDR, reduce probabilitatea de apariție a dificultăților de integritate. Această abordare face ca datele geografice să beneficieze de facilitățile de securitate, backup și recovery pe care le furnizează SGBDR.
Geographical SQL (GSQL)?	Utilizarea unei structuri relaționale integrate face mai ușoară suportarea interogărilor de nivel înalt, care implică regăsirea datelor geografice și a datelor atribut. Într-o bază de date duală, GIS poate fi necesar să existe de separat setul de comenzi pentru operațiile geografice și pentru operațiile atribut. Bazele de date integrate se pretează ele însele la structuri de comenzi integrate și de procesare integrată. A existat un interes considerabil în dezvoltarea de extensii geografice la limbajul SQL și numeroase sisteme GIS recente au determinat dezvoltarea de interfețe GSQL în continuare. <i>OBS.</i> Popularitatea de care se bucură SQL conduce, de fapt, la dezvoltarea de tipuri de interfețe SQL chiar pentru sisteme care nu se bazează exclusiv pe SQL.
Baze de date distribuite	Conceptul de bază de date distribuită a pus accentul, mai întâi, pe extensia modelului relațional și există îndoieli serioase asupra abilității sistemelor GIS, care își păstrează datele geografice în bazele de date ale proprietarilor, de a fi capabile să funcționeze efectiv în regimul de urgență, caracteristic bazelor de date distribuite.

alternativ cu caracteristici mai bune pentru a manipula datele spațiale, o dată cu cercetările din zona modelului orientat obiect și cu impactul lui asupra SGBDR și asupra GIS.

## b.2. Sisteme integrate

În ciuda argumentelor de la punctul precedent, se depun în continuare eforturi considerabile în a produce sisteme GIS care integrează date geografice și atribut, într-o structură comună. Pentru aceasta trebuie depășită o serie de dificultăți. Modelul relațional cere ca toate înregistrările dintr-un tabel să fie de lungime fixă, și nu se poate atașa nici o semnificație ordinii în care liniile sunt memorate într-un tabel. Pe de altă parte, liniile unei hărți sunt de lungimi diferite și ordinea în care se vor utiliza coordonatele pentru a descrie o linie este semnificativă. În practică, sistemele GIS sunt capabile să depășească aceste dificultăți folosind o extensie a modelului relațional.

Este posibil ca problemele legate de obținerea de răspunsuri de la bazele de date relationale,

acceptabile în timp, să fie soluționate hardware. O altă soluție poate să fie cea în care se utilizează “mașini de baze de date” (*o mașina de baze de date este un calculator care este folosit pentru procesarea bazei de date*).

Avantajele pretinse pentru sisteme GIS, bazate pe o structură integrată pot fi clasificate astfel:

### c. Pachete de GIS de “generația a treia” (post-relațional)

În literatura GIS, termenul post-relațional este folosit pentru a descrie noile forme de modele ale bazelor de date, care vor fi utilizate în viitoarele pachete GIS. Există trei posibilități:

- c.1. extinderea SGBDR;
- c.2. sistemele orientate obiect;
- c.3. SGBD hibrid.

#### c.1. Extinderea SGBDR

Unii autori, printre care și Codd [8], au răspuns criticilor aduse modelului relațional de bază, sugerând extensia lui. O posibilă cale de dezvoltare pentru proiectanții de GIS, poate fi cea în care nu se abandonează modelul relational, ci se obțin avantaje din extensii pe care pachetele moderne de Sisteme de Gestiune de Baze de Date (SGBD) le permit pentru a face sistemele GIS mai eficiente.

Majoritatea SGBDR comerciale sunt "închise", în sensul că este imposibil pentru clienți să adapteze software-ul prin adăugare de noi date sau operatori sau sisteme de indexare.

Postgres este un succes al foarte cunoscutului SGBD Ingres și este un exemplu avansat de SGBDR extins, care are suport pentru obiecte complexe, moștenire și reguli. Obiectele complexe și moștenirea sunt concepte care provin de la modelul orientat obiect, iar regulile provin din inteligența artificială, putând fi folosite pentru a implementa constrângeri mult mai sofisticate de integritate, față de modelul relațional de bază. Un alt exemplu bun este dat de Van Oosterom și Vijbrief [9] în articolul apărut în 1991, în care sunt listate toate facilitățile pe care ei cred că trebuie să le adauge la modelul relațional de baze, pentru a obține un GIS modern integrat:

- memorarea tuturor datelor într-un sistem de memorare, atât a datelor atribut, cât și a datelor geografice, adică abordarea integrată;
- permiterea liniilor din diferite tabele să fie de dimensiuni diferite pentru a dispune de un număr variabil de puncte în segmente sau poligoane;
- adoptarea obiectelor complexe;
- permiterea schimbului de baze de date geografice complete, între diferite noduri GIS;
- suportarea datelor raster și vector;
- suportarea operatorilor spațiali;
- suportarea structurilor index spațiale.

Valoarea acestei liste constă în faptul că ea subliniază cât de serioase sunt extensiile care sunt necesare pentru a face ca modelul relațional de bază

să fie o platformă corespunzătoare pentru baze de date geografice.

Există un argument foarte serios în a face o extensie la abordarea relațională de bază: se păstrează rădăcina comună a tehnologiei generației de baze de date relaționale cu mulți utilizatori și, în SQL există o adevărată industrie de standarde. A abandona abordarea relațională în GIS nu este o soluție perfectă, pentru că ea poate deveni un exemplu prost. Este mai plauzibilă dezvoltarea și extinderea pornind de la modelul relațional larg răspândit și înțeles decât de a porni de la mirajul unui nou model, la fel cum se întâmplă și în bazele de date.

## c.2. Sistemele orientate obiect

În contradicție directă cu ultima frază, vine faptul că mulți au sugerat că sistemele GIS ale anilor '90 vor abandona modelul relațional în favoarea modelului orientat obiect. În ultimii ani, a luat amploare termenul "orientat obiect" (OO) la fel cum în anii '70 - '80 amploarea aparținea termenului "relațional". Deși, în final, a fost anticipat succesul abordării cu baze de date orientate obiect în GIS, se cheltuie încă mult pentru a furniza o schiță a facilităților de bază.

Scopul fundamental al abordării SGBD Object Oriented (SGBDOO) este acela de a obține un nivel mai ridicat de abstractizare față de modelul relațional.

În modelul relațional, totul se reduce la o structură tabelară. Aceasta este și punctul tare și punctul slab în abordarea relațională. Este punctul tare, pentru că modelul este simplu și ușor de înțeles. Este punctul slab, pentru că lumea reală constă din entități care nu pot fi ușor reprezentate prin tabele. În consecință, instrucțiunile SQL pot să devină foarte ușor incomode.

Atracția	Descriere
Nici o divizare între date geografice și date atribut	Într-o abordare a GIS cu SGBDOO, dispare distincția între datele geografice și datele atribut, iar coordonatele care descriu granițele geografice ale unui obiect devin atribute în descrierea altui obiect. Datele atribut textual și datele geografice sunt puse împreună cu obiectele, iar posibilitatea de pierdere a integrității între cele două este foarte mult diminuată.
Adecvare pentru operații grafice	Așa cum este cunoscut de la alte zone de aplicație, orientate pe grafică - ca de exemplu CAD - s-a găsit benefica abordare OO. Capacitatea de a păstra seturi de variabile de lungime variabilă într-un atribut surmontează problemele care erau de rezolvat în modelul relațional cu tipuri de date "bulk-field".
Limbaaj de comandă integrat	Remarcile făcute anterior, relativ la o abordare integrată a bazelor de date, conduc ele însele către un limbaj integrat de comandă consistent și la procesare integrată.



Atracția	Descriere
O reprezentare geografică alternativă	Pachetele GIS au adoptat convențional o abordare stratificată pentru a reprezenta geografia. Astfel, într-o aplicație de urbanism poate să existe un strat numit "case", altul numit "spațiu verde" etc. Abordarea OO conduce ea însăși la o reprezentare geografică intuitivă a geografiei. Locul straturilor reprezentând diferite facilități este luat în abordarea OO de obiectele localizate într-un singur plan. Astfel, străzi, case, spații verzi și orice altă facilitate urbană vor fi declarate ca obiecte și vor fi reprezentate grafic ca obiecte care partajează același spațiu. Această reprezentare se leagă strâns de modul în care este gândit spațiul. Un oraș este un set de obiecte care sunt juxtapuse în spațiu și astfel capătă sens pentru a reprezenta acest lucru într-un GIS. Reprezentarea stratificată poate fi argumentată ca provenind de la vechile pachete CAD, adoptată prin convenție de primele pachete GIS.

Abordarea orientată obiect se așteaptă să rezolve această problemă prin gruparea tuturor datelor care descriu o entitate din lumea reală, împreună cu operațiile care sunt potrivite entității, într-o bază de date obiect. Procesul de grupare a tuturor atributelor și operațiilor pentru un obiect este numit încapsulare.

Pentru a atinge scopul de bază: obiect, identitate obiect, atribut, clasă, superclasă, obiect complex, metode, abordarea orientată obiect [10] a pus la dispoziție o serie de subiecte atractive care au tras mulți aderenți (a se vedea tabelul de mai sus).

Deși există mult interes în cercetarea SGBDOO în GIS, doar câteva sisteme GIS OO complete comerciale sunt disponibile (*înțelegând prin sistem GIS OO complet, acel GIS care folosește un SGBDOO pentru a integra date atribut și date geografice și pentru a suporta facilități ca moștenire, clase complexe și metode*). Recentul MG Dynamo GIS de la Intergraph pare a fi un adevărat GIS OO alături de alte câteva GIS-uri comerciale, care suporta cel puțin unele aspecte OO: SYSTEM 9 și Smallworld [16].

Se poate ușor prevedea că abordarea OO va câștiga teren în GIS în următorii câțiva ani. Nu se poate crede că nu vor exista dificultăți [17]. În particular, succesul unei baze teoretice pentru OO îi întristează pe unii cercetători și-i face să se îndoiască de capacitatea SGBDOO de a funcționa cu succes ca parte a unei rețele [11].

### c.3. SGBD hibrid

Am văzut deja în dezvoltarea Postgres tentația dezvoltărilor de baze de date relaționale de a abandona modelul pur relațional al lui Codd, pentru a introduce funcționalitatea suplimentară. Acest proces va continua până când SGBDR va fi foarte aproape de filosofia OO. ANSI și ISO lucrează pentru obținerea unei definiții revizuite a SQL - numit SQL3 - care este capabil să includă:

- facilități de management de obiecte complexe în medii eterogene

- tipuri de date definite de utilizatori
- ierarhii de obiecte
- moștenire

Viitoarele versiuni de SQL vor include funcții de interogare de date spațiale, similare celor din Postgres.

Nu mai puțin adevărat este că dezvoltarea și cercetarea continuă în lumea OO, iar îndoielile în ceea ce privește standardele OO și rețele vor scădea.

Viitorul în GIS și OO nu se leagă de modelul relațional sau OO, ci de unul hibrid care abordează cel mai bine cele două universuri [12].

### 3.3. Baze de date distribuite, sistemele deschise și GIS

Sunt extrem de numeroase și de complexe problemele pe care le poate rezolva un sistem de gestiune de baze de date distribuite (SGBDD) în contextul unei organizații răspândite pe o zonă geografică, sistem care permite, atât rețele de tip LAN, cât și rețele de tip WAN.

Sunt cunoscute SGBDD și ca produse comerciale, nu doar ca prototipuri, dar Date în 1990 [13] spunea că "*se pot furniza douăsprezece reguli pentru a putea spune clar că un SGBDR este bun de livrat: autonomia locală, neîncrederea pe un singur nod central, operare continuă, localizare independentă, independența la fragmentare, independența la replicare, procesarea interogărilor distribuite, gestionarea tranzacțiilor, independența față de hardware, independența față de S.O., independența față de rețea, independența față de SGBD*".

Adevărurile fundamentale ale regulilor lui Date constau în faptul că utilizatorului de SGBD trebuie să i se creeze posibilitatea să creadă că toate datele pe care le folosește sunt localizate pe mașina lui, chiar dacă ele sunt distribuite. Pe de altă parte, prin alocarea datelor la locații geografice, unde este probabil că vor fi utilizate frecvent, se dă

proiectanților posibilitatea să asigure cele mai bune răspunsuri în timp. Astfel, abordarea SGBDD pentru a permite controlul replicării datelor și procesarea distribuită, furnizează securitate sporită, ca răspuns la căderile de sistem care sunt catastrofale într-un mediu distribuit față de unul centralizat.

Nu există SGBD Distribuite, care să îndeplinească simultan toate cele douăsprezece reguli ale lui Date dar este clar că ele reprezintă obiectivul ideal către care se îndreaptă tehnologia bazelor de date și, o dată cu ele, și GIS-urile.

## GIS și "open system"

Ellisor [14] accentua provocarea pe care noua eră "open system" o reprezintă pentru vânzătorii de GIS:

*"GIS trece printr-o perioadă de tranziție, putând beneficia de avantajul noii tehnologii și prin aceasta va evolua de la sistem unic-scop cu legături slabe la alte sisteme cu componente specializate, caracteristice unui mediu de calcul care poate să obțină o funcționalitate sporită pentru GIS cu mai mult succes, decât să mențină interfețe stabile cu restul întreprinderii... Organizațiile au descoperit că implementările GIS tradiționale uneori nu ajung la cerințele lor, în principal, pentru că astfel de sisteme sunt ingineresti, sunt extrem de specializate, nu sunt standard. Multe soluții GIS au fost dezvoltate în stadii imature, atunci când prototipurile erau încă în faza de experimentare. Deși software-ul GIS de proprietar poate să producă procesarea geografică front-end, el poate să devină un GIS care este izolat fizic și funcțional de restul resurselor de calcul ale organizației, împiedicând obiectivele de integrare".*

McLaren în [15] face un rezumat al nivelurilor de integrare pe care le pot atinge produsele GIS împreună cu bazele de date externe. La nivelul cel mai de jos se află ceea ce el numește "importare temporară", în care datele nu sunt administrate permanent de GIS, ci sunt pasate temporar către GIS pentru analiză.

Cel mai sofisticat nivel de integrare, obținut între un GIS existent și baze de date externe, este cel obținut prin intermediul **utilităților de interfațare cu SGBDR**, pe care unele firme le folosesc. Aceste interfețe permit utilizatorilor să importe atribute de la SGBDR externe prin apelarea comenzilor SQL din GIS, aceste comenzi fiind trimise către bazele de date externe, unde sunt efectuate procesările și apoi sunt returnate rezultatele lor. Așa cum afirma și McLaren, aceste proceduri de interfațare nu ajung la integrarea sugerată de regulile lui Date. Având în vedere disputele privind meritele relative ale arhitecturilor

integrate GIS, ale bazelor de date și ale modelelor orientate obiect și relaționale ca bază pentru GIS, sunt importante de menționat conceptele bazelor de date distribuite și ale software-ului asociat care s-au bazat, în principal, pe extensii ale modelului relațional. Sistemele GIS, care încorporează abordări nerelaționale pentru administrarea datelor geografice, au dificultăți mari în fața aplicațiilor complete reale. În mod similar, un obstacol în calea dezvoltării sistemelor GIS OO poate fi constituit din dificultățile în înregistrarea sistemelor de rețele complexe, care rămân, în principal, relaționale. În mod evident, s-a făcut simțită o nouă eră bazată pe principiile "open-system" și, în particular, pe procesarea distribuită a datelor. Tot McLaren [15] în 1990, a remarcat schimbarea impusă în această nouă eră GIS-ului:

*"GIS-urile obțin potențial într-un mediu complex, furnizând o fereastră spațială în seturi de date externe prin abordări simpliste ale interogărilor, cum sunt interschimbul de date și interfețele cu baze de date, permițând cuplarea slabă a seturilor de date. Deci, dacă GIS-urile nu ar deveni integratori de informație complexă, ci chiar o parte integrantă a informației, atunci ar trebui să tragem concluzia că GIS-urile trebuie să se bazeze exclusiv pe tehnologia SGBDD și SGBD multimedia"*

Nu există îndoieli că vânzătorii de GIS cunosc această schimbare, ei înșiși nefiind străini de soluții. Deci, în ultimă instanță, vom vedea dacă soluțiile se vor găsi folosind tehnologii hibride, relaționale sau OO. Se poate chiar ca soluțiile să nu vină de la vânzătorii de GIS, ci de la ofertanții de SGBD-uri. Decât să privim la ESRI sau la INTERGRAPH cum își sporesc gradul de sofisticare al bazelor lor de date și să nu înțelegem ce se întâmplă, mai bine privim către pachetele SGBD convenționale, care își adaugă extensii geografice pentru a fi mai atractive pentru piața GIS și vom găsi multe explicații [17].

## În loc de concluzii

În România există prea puține sisteme pilot GIS, care sunt în desfășurare acum. Astfel spus, va trece mult timp până când se va ști face dezvoltarea unui sistem GIS într-un mod care produce afaceri reale, profitabile pentru organizațiile ale căror date și informații sunt în categoria informațiilor spațiale. Se crede, de asemenea, că o parte din probleme sunt create și de modul în care sunt comercializate GIS-urile. Proiectele GIS nu sunt cu mult diferite de dezvoltarea altor sisteme, deși mulți comercianți au lăsat să se înțeleagă altfel. Modul în care se desfășoară un proiect pilot GIS depinde de trei cerințe fundamentale:

- un bun studiu de caz
- o echipă cu experiență, cunoștințe și capacitate
- un cadru tehnologic adecvat

Aceste trei cerințe depind, la randul lor, de cunoștințele, capacitatea și entuziasmul persoanelor implicate. Aceste persoane sunt, de fapt, cheia succesului, ele putând:

- să înțeleagă cerințele și să evalueze răspunsurile
- să conducă proiectul la succes
- să gândească pe termen lung
- să evalueze beneficiile

În cazul în care, pentru România se crede că va exista o succesiune logică în ceea ce privește proiectele GIS, trebuie să se urmărească cele șapte obiective enunțate pentru AM/FM INTERNATIONAL, EUROPEAN DIVISION, aprobate în 12 iunie 1992 [18]:

- asigurarea unei structuri organizaționale în contextul legislativ european, care să beneficieze de o reprezentare echilibrată a tuturor grupurilor de interes;
- să se încurajeze schimbul eficient de informații;
- să se încurajeze toate cercetările și dezvoltările legate de GIS;
- să se încurajeze educația și instruirea în GIS, precum și transferul corespunzător de tehnologie;
- să se impulsioneze implementarea de standarde specifice și de standarde de calitate;
- să se impulsioneze cooperarea internațională, promovând disponibilizarea datelor și respectarea calității lor;
- să se activeze promovarea pe piața europeană a soluțiilor GIS.

## Bibliografie

1. IONIȚĂ, A., ELIAN, ȘT., NIȚU, M. : Sistemul de informare geografică - instrument de management. În: Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 3, nr.3, 1993, pp.25-29.
2. IONIȚĂ, A.: Baze de date geografice de referință. În: Sinteza, ICI, 1993.
3. NAGY, G., WAGLE, S. G. :Geographic data processing. În: Computing Surveys, vol. 11, 1978.
4. NOU, D. S.: Expert Computer System, vol. 16, 1990.
5. BUNN, D. W. :Applied decision analysis, McGraw Hill, NY, USA, 1984.
6. LANGRAN, G. , CHRISMAN, N.: A Framework for temporal Geographic Information. În: Cartographica 25, 1988.
7. EASTERFIELD, M., NEWELL, R. G., THERIAULT, M.: Modelling Spatial and Temporal Information. În: Proc. EGIS'91, Bruxelles, 1991.
8. FISHER, P., MACKANESS et. all.: AI and Expert System in Geodata processing. În: Progress in Physical Geography, 1991.
9. CODD, : A Relational Model of Data for large shared data banks. În: Communication ACM, 1990.
10. VAN OOSTEROM, P., VIJBRIEF, T. : Building a GIS on Top of the Open DBMS Postgres. În: Proc. EGIS'91, Bruxelles, 1991.
11. MAGUIRE, D. J. et al.: An Introduction to Object Oriented Geographical Information Systems, Mapping Awareness, 1990.
12. WORBOYS, M., HEARNshaw, H., MAGUIRE, D.: Object Oriented Data Modelling for Spatial Databases. În: International Journals of GIS, 4, 1990.
13. BUTTLER, M. C.: The Power of Relational Thinking. În: Computing, 1993.
14. DATE, C. J.: An Introduction to Data Base Systems, 1990.
15. ELLISOR, E. :What's ahead in Data Acces and management. În: GIS World, 1992.
16. MCLAREN, R.A.: Establishing a Corporate GIS from Component Datasets Proceedings, Mapping Awareness, 1990.
17. NEWELL, R. G.: Smallworld GIS: Distributed Database versus Fast Communications. În: Smallworld Tehnical Paper, 1993.
18. \* \* \* ServioCorp: Object or Relational ? A Guide for Selecting Database Technology. În: ServioCorporation Paper, 1993.
19. \* \* \* The IMPACT of GIS on Information Services-Results of the GIS Call for Proposals under the IMPACT programme. A Report by DG XIII of the Comission of the European Communities, GIS Europe, sept. 1993.

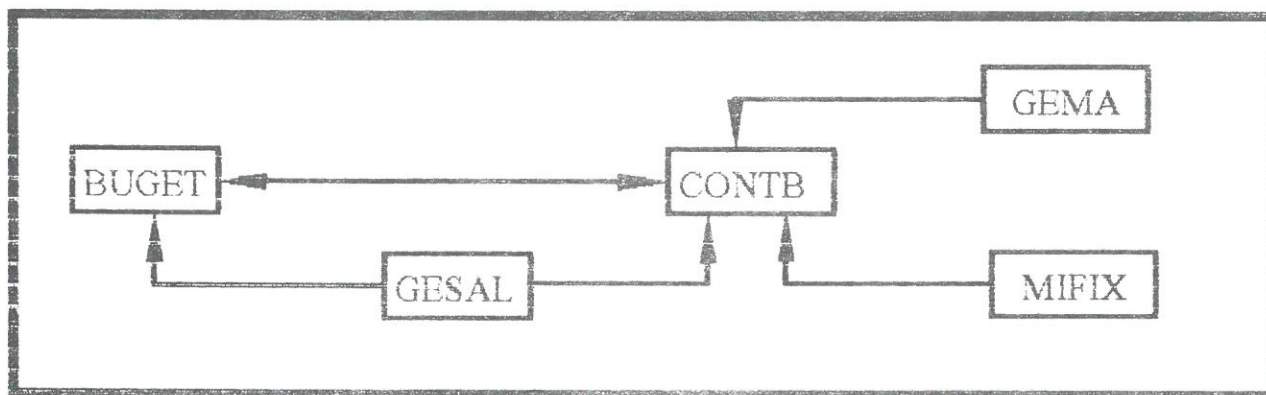
**I.C.I. - București**  
**tel. 6656060 / 218 / 188**

## **SICOB - SISTEM DE GESTIUNE ECONOMICĂ PENTRU INSTITUȚII PUBLICE**

SICOB - este un sistem de programe asociat activităților economice dintr-o instituție publică, fiind structurat pe următoarele produse program:

- **BUGET** - Elaborare și urmărire execuție buget;
- **GESAL** - Calcul și evidență salarii;
- **GEMA** - Gestiune materiale;
- **MIFIX** - Gestiune mijloace fixe;
- **CONTB** - Contabilitate bugetară.

Principalele legături dintre produsele program sunt:



Caracteristicile de bază ale produselor program din sistemul SICOB sunt:

- în funcție de problema tratată produsul program implicat utilizează date gestionate de alt produs - element de bază în asocierea sistemului SICOB a calității de integrat;
- disjuncția prelucrărilor realizate de produsele program;
- responsabilitatea întreținerii datelor de către produsele program care le încarcă;
- asigurarea accesului la baza de date pentru modulele program autorizate;
- produsele sunt construite pe principiul meniurilor ierarhizate;
- utilizatorul este permanent asistat în timpul executării unei proceduri;
- produsele prevăd proceduri de refacere a stării bazei de date în caz de incident;
- au un grad ridicat de parametrizare;
- produsele MIFIX, GESAL, GEMA au prevăzute funcții de elaborare automată articolelor contabile pentru produsul CONTB;
- produsele sunt autodocumentate;
- produsele sunt realizate în FOXPRO/LAN și sunt operaționale și în rețea NOVELL.

**Garanție:** un an de la data furnizării.

**Servicii postgaranție:** dezvoltarea / actualizarea produselor program se va face pe bază de contract.

**Sistemul de calcul:** microcalculator compatibil IBM-PC minim 286.

**Sistem de operare:** DOS versiune minimă 5.0.

**Mod de livrare:** floppy disk 5,25 sau 3,5 inch.

**Elaborator:** Laboratorul "Sisteme de gestiune" - I.C.I. - București