

SISTEME INFORMATIONALE GEOGRAFICE (SIG/GIS)

Informatica



SISTEME INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE

(SIG/GIS)

2010

CUPRINS.....	1
1. INTRODUCERE.....	3
1.1. Notiuni introductive despre GIS (Geographical Information Systems).....	3
1.2. Harta (harta analogica si harta digitala).....	4
1.3. Precizia datelor digitale.....	6
1.4. Aplicatii GIS.....	7
1.5. Modelul de date geo-relatio 747f51h nal.....	7
1.6. Platforme utilizate de GIS:.....	9
1.7. Sisteme GIS deschise.....	10
2. IMPLEMENTAREA SISTEMELOR INFORMATICE GEOGRAFICE.....	12
2.1. Etapele de realizare ale unui GIS (sistem informatic geografic):.....	12
2.2. Evaluarea economica a implementarii unui GIS.....	14
3. ACHIZIȚIA DATELOR.....	14
3.1. Modalitati de achizitie a datelor spatiale (grafice).....	14
3.2. Modalitati de achizitie a datelor textuale.....	16

## 1. INTRODUCERE

### 1.1. Notiuni introductive despre GIS (Geographical Information Systems)

Înainte de a vorbi de un **GIS** (Sisteme Informatice Geografice), ca despre un sistem informatic, trebuie sa definim notiunea de **sistem**.

**Sistemul** reprezinta un ansamblu de elemente interconectate care actioneaza împreuna în scopul realizarii unui anumit obiectiv. Pentru a înțelege cum functioneaza un sistem vom prezenta câteva caracteristici generale ale sistemului:

- **are un obiectiv** - orice sistem are un scop sau un obiectiv, care în cadrul sistemului, poate fi mai greu sau mai usor de constatat si definit;
- **este un ansamblu** - orice sistem se compune din cel puțin 2 elemente distincte; fiecare din aceste componente are un rol definit in atingerea obiectivului sistemului;
- **interconexiunea** - pentru ca elementele componente (cel puțin 2) sa poata conlucra, trebuie sa fie legate între ele; legaturile dintre ele se numesc conexiuni; scopul acestei legaturi este transmis rezultatelor functiilor sale;
- **prelucrarea** - în orice sistem se realizeaza o anumita transformare a unui subiect oarecare (interior sau patruns din exterior) supus prelucrării; aproape orice sistem primeste ceva - informatie sau energie - de la mediul exterior sistemului si transmite altceva mediului in care se gaseste sistemul;
- **intrare / iesire** - orice sistem are o intrare prin care primeste semnale de la mediu si o iesire prin care transmite semnale mediului, mediul fiind ceea ce nu apartine sistemului, sau în afara sistemului;
- **subsisteme** - orice element al unui sistem poate fi la rândul sau sistem, situatie în care îl denumim subsistem;
- **limitat** - orice sistem este în primul rând limitat in spatiu (are un început si sfârșit) si are limite în timp (orice sistem se naste, se dezvoltă, se degradeaza si moare);

- **homeostaza** - reprezinta proprietatea unui sistem de a-si mentine starea de functionare în limitele atingerii obiectivelor sale (capacitatea sistemului) si de a-si modifica parametrii de functionare.

Pentru a ajunge la definitia unui GIS vom prezenta in continuare definitia **sistemelor informationale** si a **sistemelor informatice**.

**Sistemul Informational** al unei activitati constituie ansamblul:

- informatiilor;
- surselor;
- nivelelor consumatoare;
- canalelor de circulatie;
- procedurilor;
- mijloacelor de tratare a informatiilor din cadrul respectivei activitati.

Orice activitate specifica are un sistem informational specific. Acesta trebuie sa asigure informatii complete în cantitate suficienta, corecte si la nivelul de operativitate cerut de nivelele consumatoare. Elementul care a determinat saltul calitativ al sistemelor informationale antropice s-a datorat dezvoltarii si perfectionarilor procedurilor de prelucrare si automatizare a datelor. Astfel au aparut sistemele informatice ce reprezinta partea automatizata cu ajutorul calculatorului în cadrul unui sistem informational.

**Sistemele Informationale** reprezinta:

un ansamblu tehnic si organizatoric de:

- persoane;
- echipamente;
- norme;

metode,

având ca scop:

culegerea;

validarea;

stocarea;

analiza (prelucrarea);

vizualizare (afisare) a datelor si informatiilor.

In acest cadru, **GIS (Sisteme informationale geografice)**:

reprezinta o colectie organizata compusa din:

hardware,

software,

**date geografice**,

personal,

destinata:

achizitiei,

stocarii (inregistrarii),

actualizarii,

prelucrarii,

analizei,

afisarii informatiilor geografice (spatiale)

în conformitate cu specificatiile unui domeniu.

Caracteristicile **Sistemelor Informationale Geografice (GIS)**:

1. **tratarea informatiei tinând cont de localizarea ei spatia, geografica, în teritoriu prin coordonate;**
2. **presupun tratarea unitara într-o baza de date unica si neredundanta a componentelor grafice, cartografice, topologice si tabelare.**
3. **includ o colectie de operatori spatiali care actioneaza asupra unei baze de date spatiale pentru a referi geografic informatii reale. Un model de date GIS este complex pentru ca trebuie sa reprezinte si sa interconecteze atât date grafice (harti) cât si date tabelare (atribute).**
4. **sunt utilizate pentru a simula situatii si evenimente reale.**

**Datele geografice** reprezinta ansamblul format din:

1. **date spatiale** (coordonate geografice - latitudine, longitudine, coordonate carteziene x, y, etc.);
2. **date descriptive** (date nongrafice - attribute) asociate obiectelor/fenomenelor geografice (strazi, cladiri, parcele, camine, accidente etc).

**Baza de date geografice** este o colectie de **date geografice**, organizata astfel încat sa faciliteze:

- stocarea,
- interogarea,
- actualizarea,
- afisarea,

informatiilor in mod eficient.

1.2. Harta (harta analogica si harta digitala)

**Harta analogica**, denumita generic harta "clasica", reprezinta o imagine conventionala a terenului (a Pamântului), în care puncte (stâlpi de înalta tensiune, copaci, fântâni, etc.), linii (drumuri, cursuri de apa, curbe de nivel, etc) si poligoane (cladiri, parcele, zone functionale, etc.) indica pozitia si forma spatiala a obiectelor geografice iar simboluri grafice si textele descriu aceste obiecte.

O astfel de imagine are câteva caracteristici importante:

- este o reprezentare plana a unui teritoriu;
- este o reprezentare micsorata a terenului;
- este o reprezentare metrica ce permite efectuarea de masuratori.

Aceste masuratori se pot referi la unghiuri, distante, arii, coordonate geografice, coordonate rectangulare plane.

Clasificarea generala a hartilor:

- **harti topografice** - dau o prezentare de ansamblu a teritoriului. Hartile topografice sunt cele legate de procesele topografice, geodezice, fotogrametrice si prezinta teme la scari mici, elemente de relief, hidrologice, aspecte economice, aspecte turistice, aspecte climatice;
- **harti geografice** - sunt de tipul harti murale, harti de navigatie, harti date în atlasele geografice.

Caracterul metric al unei harti (harti topografice) este de principii matematice bine determinate ce caracterizeaza proiectiile geografice.

Schema tehnologica clasica, de principiu pentru obtinerea unei harti imprimate:

-ce este o suprafata?

-geoidul, elipsoidul si elipsoidul de referinta

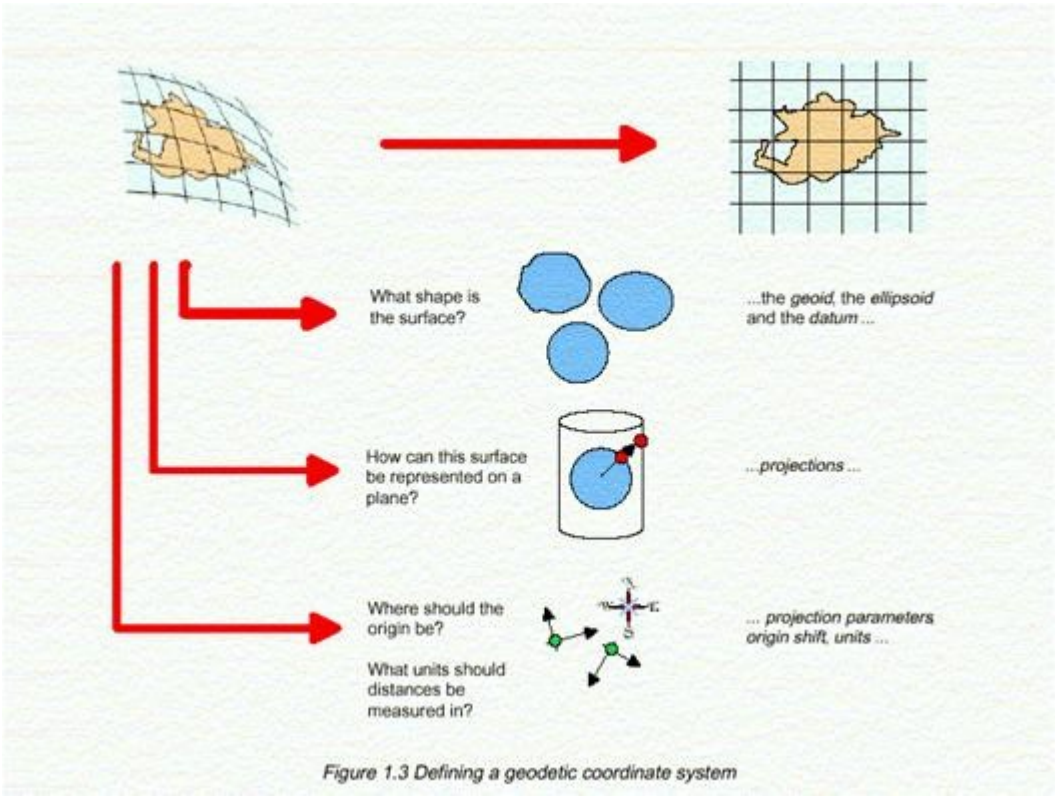
-cum poate fi reprezentata o suprafata in plan?

-proiectia

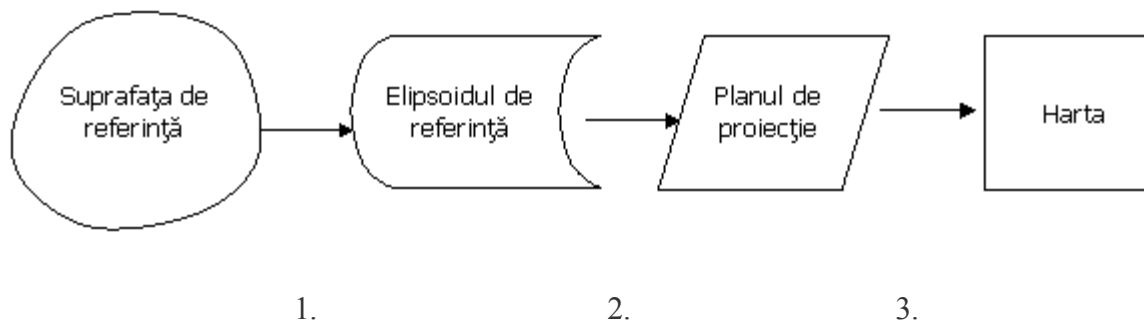
unde ar trebui sa fie originea?

-parametrii proiectiei, originea, unitati...

care sunt unitatile de masura?







1. Pentru a trece de la **suprafata fizica** la **elipsoidul de referinta** intervin lucrari de astronomie geodezica, geodezie, gravimetrie etc.
2. Pentru a trece de la **elipsoidul de referinta** la **planul de proiectie** intervin lucrari de cartografie matematica.
3. Pentru a trece de la **planul de proiectie** la **harta** propriu-zisa intervin lucrari de întocmire, editare si multiplicare a hartilor.

Pentru o harta analogica modul de realizare a acesteia si continutul ei sunt supuse unor reguli stricte, fiind dependente de:

- suportul pe care se realizeaza si constrângerile datorate acestuia;
- scara viitoarei harti;
- precizia ceruta.

### **Harta digitala**

Într-un **GIS** harta reprezinta o colectie de date (baza de date GIS). Aceasta colectie de date organizate este numita harta digitala.

Pentru a modela lumea înconjuratoare, GIS utilizeaza **obiecte si relatii spatiale**.

**Obiectele GIS** sunt obiecte sau fenomene geografice localizate pe/sau în apropierea suprafetei Pamântului. Acestea pot fi naturale (râuri, relief, vegetatie), construite (drumuri, retele edilitare, cladiri, poduri, etc.) sau conventionale (frontiere, unitati administrative, limite de parcele, etc.). **Un**

**obiect GIS se caracterizeaza printr-o pozitie si o forma în spatiul geografic si printr-o serie de attribute descriptive. Relatiile spatiale** dintre obiecte (vecinatate, interconexiune, continuitate, incidenta, etc.) ajuta la înțelegerea situatiilor si luarea deciziilor.

**Harta** este deasemenea o reprezentare grafica a unei portiuni din suprafata Pamântului în care puncte (stâlpi de înalta tensiune, copaci, fântâni, locul unor evenimente/fenomene etc.), linii (drumuri, cursuri de apa, curbe de nivel, etc) si poligoane (cladiri, parcele, zone functionale, etc.) indica pozitia si forma spatiala a obiectelor geografice iar simboluri grafice si texte descriu aceste obiecte. Relatiile spatiale dintre obiectele geografice sunt implicit reprezentate si trebuiesc interpretate de catre cel caruia i se adreseaza harta.

**OBSERVAȚIE: Harta digitala** (baza de date GIS) este o reprezentare **la scara 1:1** a unui teritoriu geografic bine delimitat, informatiile fiind localizate prin coordonate reale (de teren).

### 1.3. Precizia datelor digitale

Datele G.I.S. sunt caracterizate de **precizie**, notiunea de **scara** disparând în cazul acestor concepte. Pe o harta traditionala informatiile geografice sunt înregistrate si reprezentate grafic la o anumita scara cu precizie cartografica standard de 0,1-0,2 mm. Într-o baza de date G.I.S. înregistrarea si reprezentarea grafica sunt doua notiuni distincte. Particularitatea acestor sisteme consta în faptul ca datele sunt înregistrate în coordonate reale si pot fi reprezentate la orice scara cu aceeasi precizie. Notiunea de aceeasi precizie utilizata anterior este variabila, deoarece o serie de factori pot influenta precizia de reprezentare a datelor. Totusi precizia lor interna se mentine constanta indiferent de scara de reprezentare.

Precizia masoara de fapt abaterea maxima posibila dintre pozitia reala a obiectului pe suprafata Pamântului si pozitia indicata prin reprezentarea lui pe foaia de harta. În cazul GIS precizia este influentata de:

- precizia hartii originale dupa care se face digitizarea/vectorizarea;
- scara hartii originale dupa care se face digitizarea/vectorizarea.

Primul aspect de care trebuie tinut cont aici este precizia cartografica standard de 0,2 mm care functie de scara asigura datelor GIS o precizie ilustrata în urmatorul tabel:

## Relatia dintre precizia datelor GIS si precizia si scara hartii clasice

- precizia echipamentului de intrare utilizat (digitizor). Precizia echipamentelor de intrare trebuie sa fie sub precizia cartografica standard pentru a nu afecta suplimentar precizia datelor GIS obtinute. Echipamentele corespunzatoare au precizia de 0,05 mm, 0,076mm, 0,127mm sau la limita 0,190mm;
- erori de pozitionare în procesul de digitizare si ulterior în cadrul proceselor de georeferentiere (stabilirea relatiei dintre coordonatele unui punct pe o foaie plana (harta - 2D) si coordonatele geografice reale din teren (pe suprafata Pamântului, care este un geoid - 3D).

Precizia cartografica	Scara hartii clasice	Precizia datelor GIS
0,2 mm	1: 25000	5 m
	1: 10000	2 m
	1: 5000	1 m
	1: 2000	0,4 m
	1: 1000	0,2 m
	1: 500	0,1 m

### 1.4. Aplicatii GIS

**Sistemele informatice geografice (GIS)** își dovedesc utilitatea în orice domeniu de activitate care se bazeaza pe tratarea informatiilor spatiale:

#### **Cadastru**

- cadastru imobiliar,
- cadastru edilitar (inventariere retele de apa, gaze, termoficare, telefonie, etc..)
- cadastru geotehnic, etc.

#### **Urbanism, sistematizare teritoriala si Administratie locala**

- stabilirea amplasarii optime a noilor obiective (înzestrari edilitare, cartiere de locuinte, obiective industriale, obiective social-culturale, etc.)
- spatiu locativ

- arondari pe diverse criterii
- studii de urbanism
- acordarea permiselor de constructie/demolare
- inventarierea folosintei terenurilor
- registrul populatiei
- organizarea colectarii si depozitarii deseurilor menajere

### ***Geologie***

- inventarierea si supravegherea zacamintelor, etc..

### ***Protectia mediului***

- analiza zonelor afectate de diferiti poluanti (chimici, sonori, fizici, etc.)

### ***Agricultura si pedologie***

- cartare pedologica,

### ***Silvicultura si imbunatatiri funciare***

- cadastru silvic,
- supravegherea starii de sanatate a padurilor, etc..

### ***Petrol si gaze***

- inventarierea si supravegherea zacamintelor,

### ***Cartografie***

- realizarea si actualizarea de harti si planuri topografice,

- realizarea si actualizarea de harti tematice, etc..

### ***Politica***

- studii diverse (interactiuni, zone de influenta, etc.)

### ***Comert***

- amplasarea optima a magazinelor functie de acces auto, concurenta, consumatori;
- gestionarea stocurilor;

### ***Transporturi***

- optimizari trasee transport ;
- cadastru de specialitate (cai ferate, drumuri, etc..).

## 1.5. Modelul de date geo-relatio 747f51h nal

Un GIS utilizeaza unul sau mai multe modele de date spatiale pentru a reprezenta obiectele geografice:

- **modelul vectorial**
- **modelul raster**

### **Modelul de date vectorial**

- este modelul cel mai utilizat avind mai multe posibilitati de aplicare decât cel modelul raster;
- programele de analiza bazate pe acest model sunt mult mai complexe.

Principial se considera ca orice element de pe o harta analogica sau din teren poate fi de tipul: punct, linie, sau poligon. În acest model informatia despre puncte, linii sau poligoane este codata si stocata ca o colectie de coordonate X,Y. Un punct este reprezentat printr-o singura pereche de coordonate x, y. O linie este reprezentata printr-un sir ordonat de perechi de coordonate x, y. Un

poligon este reprezentat printr-un sir de perechi de coordonate x, y care definesc segmentele liniare ce delimiteaza poligonul.

**Avantajele** utilizarii acestui model sunt:

- are o reprezentare buna a structurii de date fenomenologice;
- structura de date compacta;
- topologie usor de realizat;
- grafica superioara;
- posibilitatea regasirii, actualizarii, si generarii datelor spatiale si atributelor.

**Dezavantajele** utilizarii acestui model sunt:

- structura de date complexa;
- combinare dificila a straturilor tematice;
- simulare dificila deoarece fiecare entitate are propria sa topologie;
- afisarea si plotarea pot fi costisitoare mai ales atunci când se urmareste o calitate înalta;
- tehnicile utilizate sunt mai costisitoare.

**Fig.1. Imagine vectoriala**



### Modelul de date raster

- reprezinta o zona de teren sub forma unei matrice (grila) formata din celule rectangulare uniforme, fiecare celula având o valoare. Valoarea unei celule indica obiectul situat în acea pozitie;
- reprezentând celule rectangulare, forma obiectelor nu este foarte exacta si depinde de rezolutia celulei - dimensiunea suprafetei de teren reprezentate de o celula; cu cât suprafata reprezentata este mai mica, cu atât rezolutia este mai buna si deci datele mai precise, în schimb este nevoie de mai multa memorie pentru stocarea datelor si deci de un timp de prelucrare mai îndelungat;
- permite reprezentarea obiectelor GIS punctuale, liniare sau poligonale. Un obiect punctual este reprezentat printr-o valoare într-o singura celula a grilei. Un obiect liniar apare ca o serie de celule alaturate care redau lungimea si forma obiectului. Un obiect poligonal este reprezentat ca un grup de celule alaturate care redau aria si forma obiectului.

Avantajele acestui model sunt:

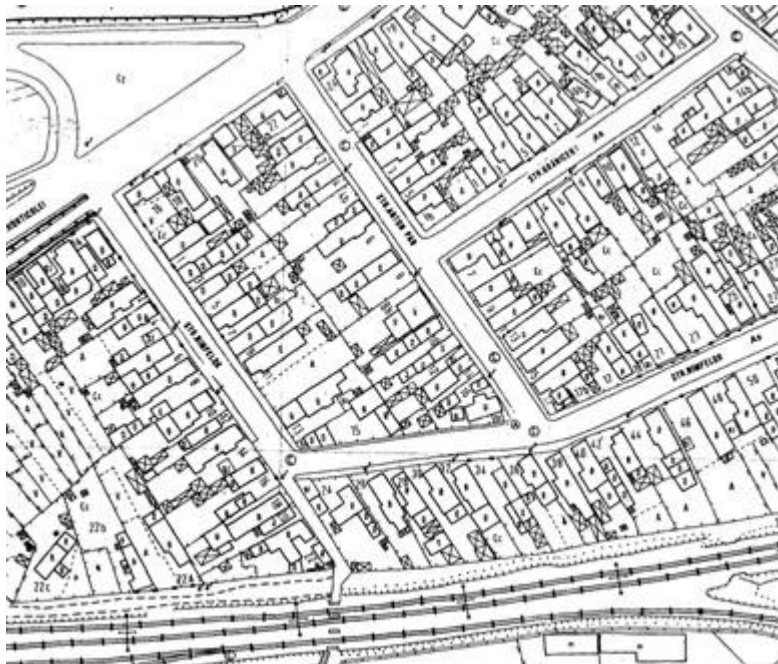
- structura de date simpla;
- suprapunerea si combinarea straturilor este mai usor de realizat;
- simplitatea, care este legata de posibilitatea de efectuare a analizei spatiale;

- faciliteaza realizarea simularilor deoarece fiecare entitate spatiala are aceeasi marime si forma ;
- reprezentarea grafica se face fara prelucrari suplimentare;
- similitudinea sa cu datele de teledetectie.

Dezavantajele acestui model sunt:

- este un mare consumator de memorie, trebuie pastrate valori pentru fiecare celula;
- nu este util pentru reprezentari ale elementelor de tip liniar (exemplu: cai ferate), sau la o rezolutie mare ( $r=100m$ ) o casa nu mai poate fi reprezentata;
- calitatea prezentarii datelor grafice este inferioara;

**Fig.2. Imagine raster**



### 1.6. Platforme utilizate de GIS:

Funcție de cerințele aplicației Sistemele Informatice Geografice utilizează practic toată gama de platforme de calcul:



## Platformele UNIX

Aplicatiile care ruleaza pe platforme UNIX au, în marea lor majoritate, un grad ridicat de complexitate, fiind legate, în general, si de conceptul de timp real (mission critical). O mare parte a aplicatiilor de GIS pe Internet utilizeaza platforme UNIX.

Odata cu cresterea performantelor sistemelor din clasa PC, ponderea utilizarii platformelor UNIX pentru aplicatii din clasa GIS a scazut. Exista însa, si va continua sa existe în viitorul previzibil, un numar important ca pondere de aplicatii GIS care vor utiliza platforme UNIX.

## Platforme Windows (98/NT/2000)

Ponderea acestor platforme este într-o continua crestere. Acest lucru se datoreaza atât cresterii performantelor platformelor din clasa PC, cât si a stabilitatii si performantelor sistemelor de operare din clasa Windows. Aplicatiile GIS care utilizeaza platforme Windows au un grad extrem de variat de complexitate, de la cele simple, pâna la cele deosebit de complexe.

## Internet/Intranet

Constituie în prezent platforma cu dinamica cea mai ridicata. Aplicatiile denumite generic Internet Map Server, aplicatii care utilizeaza Internet drept platforma pentru accesul, transferul si analiza datelor spatiale, cunosc o dezvoltare masiva. Internet este platforma ideala pentru aplicatiile care presupun accesul unui numar practic nelimitat de utilizatori simultan. Exista în prezent aplicatii Internet cu grad ridicat de complexitate care se adreseaza unei clase largi de utilizatori, de la aplicatiile cu caracter didactic (exemplu National Geographic Map Machine, [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com) ), la cele privind informatiile legate de protectia mediului si avertizare în caz de dezastre naturale (Environmental Protection Agency, [www.epa.gov](http://www.epa.gov)) si chiar informatii cu caracter general cum sunt de exemplu cele din clasa Digital Cities ([www.digitalcity.com](http://www.digitalcity.com) [www.digitalamerica.com](http://www.digitalamerica.com)) sau turism ([www.travelweb.com](http://www.travelweb.com) , [www.travelscape.com](http://www.travelscape.com)).

Prin publicarea datelor în Intranet si a datelor publice (de interes cetatenesc) în Internet sub forma unui site GIS-WEB, se vor asigura avantaje suplimentare prin:

- extinderea modului de comunicare la nivelul administratiilor locale fara multiplicarea redundanta a datelor;

- reducerea costurilor de implementare si exploatare a sistemului informatic atât din punctul de vedere al programelor necesare, cât si din punctul de vedere al echipamentelor. Odata creata structura unui astfel de proiect pentru diferite grupuri de utilizatori, este necesara doar o conexiune la Internet, un calculator, un program de navigare pe Internet pentru a consulta, analiza si chiar modifica date;
- reducerea cerintelor de pregatire informatica în favoarea specializarii în domeniul activitatilor administratiilor locale sau judetene;
- cresterea gradului de comunicare cu cetatenii;
- adoptarea de solutii financiare prudente, eficiente, bine adaptate obiectivului lor.

## **Windows CE**

O platforma cu o dinamica ridicata. Sistemele de calcul sunt din clasa palmtop (cât un calculator de buzunar). Aplicatiile tipice din aceasta clasa sunt cele de culegere a datelor. Avantajul evident este legat de utilizarea unei platforme din clasa Windows, reducând sau eliminând în acest fel problemele legate de incompatibilitati care apar la transferul de date. O aplicatie este de exemplu sistemul de navigare auto-asistat de calculator, bazat si pe utilizarea tehnologiilor GPS (Navtech, GDT).

Funcție de cerintele aplicatiei Sistemele Informatice Geografice utilizeaza practic toata gama de platforme.

### **1.7. Sisteme GIS deschise**

În ultimii ani a crescut nevoia de informare asupra teritoriului, ca baza pentru planificare, dezvoltare si controlul resurselor. De asemenea tehnologia a avansat suficient de mult pentru a putea pune la dispozitia utilizatorilor mijloace de informare rapide si eficiente. Unul dintre aceste mijloace este Internetul care ofera o comunicare pe plan international detaliata si de calitate între producatorii de software si utilizatori.

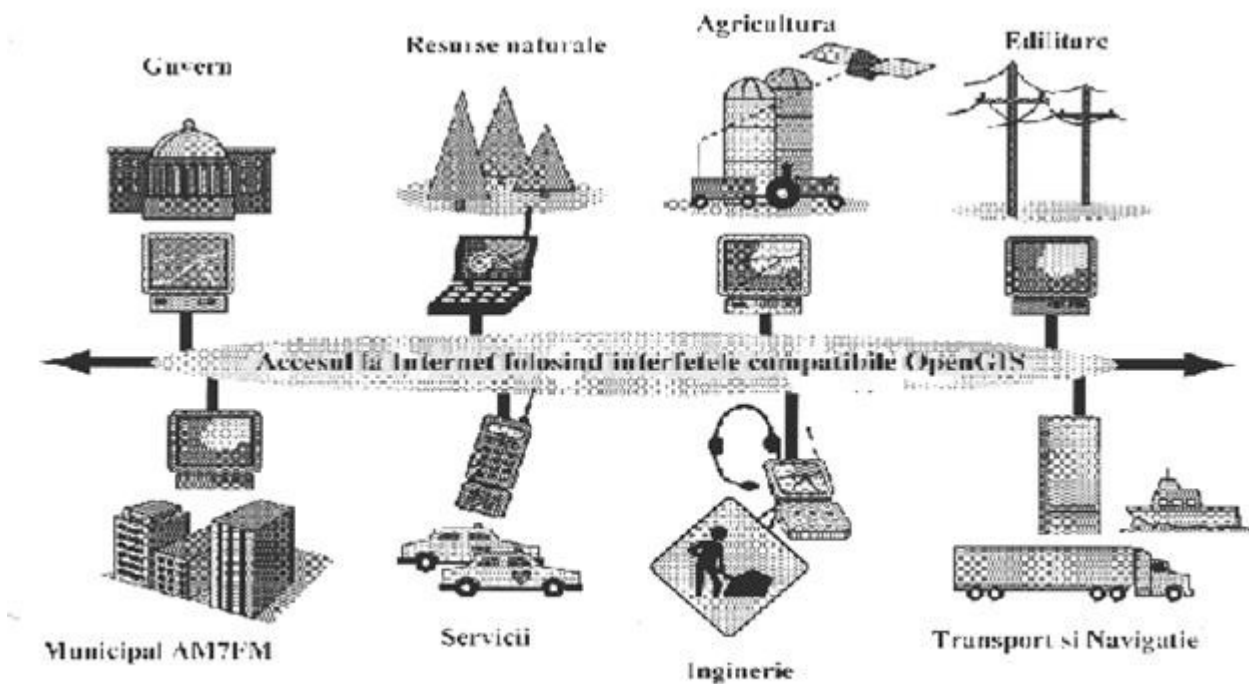
Ca urmare a cresterii solicitarilor au aparut organizatii care sprijina si promoveaza activitatile din domeniu. Cele mai importante organizatii sunt: OpenGIS, USGS, EPA, UNIGIS, TERRA BAVARIA, GIM.

## Open GIS Consortium

Consortiul OpenGIS, prescurtat OGC, este cea mai importanta organizatie dedicata dezvoltarii unui sistem accesibil de geoprocesare. OGC a avut si are un semnificat impact asupra geodatelor si geoprocesarii în diverse activitati.

OGC accepta noua tehnologie si evolutie a modelelor de afaceri. Adica pentru un proces deschis OGC a creat specificatia OpenGIS, specificatie de software fara precedent, conditie necesara pentru interoperabilitatea geoprocesarii.

OGC înseamna întâlniri, promotionale, activitati, publicatii, educare Network.



**Fig1.** Interfețele OpenGIS ofera deschidere asupra geodatelor, accesului si integrarii cu si între Comunitatile Informatice Geografice.

Consortiul OpenGIS are succes deoarece stârnete interes în toate sectoarele industriei. Structura si metodele asigura operatii deschise si o corecta participare.

Adresa pe Internet este: - <http://www.opengis.org/>

## **USGS - United States Geological Survey - stiinta pentru o lume în schimbare**

USGS (United States Geological Survey, omologul din SUA al Institutului Geologic al Romaniei) este un lider mondial în stiinte naturale, în legatura directa pentru a putea raspunde nevoilor societatii.USGS pune la dispozitie informatii stiintifice asupra:

- descrierii si înțelegerii Pamântului:
- minimizarea vietii si proprietatilor mediului natural:
- organizarea resurselor de apa, biologice, energetice si minerale:
- sporirea si protejarea calitatii vietii.

Strategia consta în combinarea si sporirea diverselor programe USGS, capabilitatilor si talentului, în cresterea implicarii clientilor în stiinta Pamântului si contributia la rezolutia unui complex de rezultate.

Cercetarile U.S.Geological Survey ofera o imagine diferita asupra terenului, prin studiul schimbarilor Pamântului si ajutor în luarea deciziilor asupra rezolvarii problemelor de aceste tip: cutremure, alunecari de teren, submersia continentelor, întâlnirea ghetarilor.

*Adresa pe Internet este: - <http://www.usgs.gov/>*

## **EPA - U.S. Enviromental Protection Agency**

Misiunea U.S. Enviromental Protection Agency (Agentie de Protectie a Mediului din SUA) este de a proteja sanatatea omului si a pazii mediul natural - aerul, apa si pamântul - de care depinde viata.

Proiecte si programe:

- parteneriate industriale;
- programe de cercetare;
- programe de interes general;
- programe de interes geografic;

- oficii, regiuni, laboratoare si alte locatii majore.

*Adresa pe Internet este: - <http://www.epa.gov>*

## **UNIGIS**

UNIGIS este o cooperare de universitati pentru acordarea de Certificate, Diplome si cursuri Master de GIS, prin învățarea de la distanță, inclusiv cu ajutorul Internetului.

A fost fondata în 1990, are în prezent site-uri în 11 țări și 900 de studenți.

*Adresa pe Internet este: - <http://www.unigis.org/>*

## **TERA BAVARIA**

Această organizație are ca misiune de bază difuzarea de date cadastrale pe Internet, pentru piața europeană.

Oferă acces la:

- date geografice;
- ATKIS și date cadastrale;
- date rutiere;
- imagini foto și satelitare;
- date despre infrastructura, date statistice, date asupra proprietăților, etc.

*Adresa pe Internet este: - <http://www.geowar.de/>*

Firmele producătoare de software sunt surse directe și eficiente de informații. Dintre acestea amintim:

- SICAD Geomatics - <http://www.sicad.com/>

- Autodesk - <http://www.autodesk.com/gis/>
- Intergraph (GeoMedia) - <http://www.intergraph.com>
- Erdas - <http://www.erdas.com/>
- ESRI - <http://www.esri.com/>
- Bentley - <http://www.bentley.com>

## 2. IMPLEMENTAREA SISTEMELOR INFORMATICE GEOGRAFICE

### 2.1. Etapele de realizare ale unui GIS (sistem informatic geografic):

- 2.1.1. Identificarea problemei
- 2.1.2. Achizitionarea datelor
- 2.1.3. Proiectarea Bazei de Date a sistemului informatic
- 2.1.4. Realizarea Bazei de Date spatiale si textuale
- 2.1.5. Analiza datelor
- 2.1.6. Prezentarea rezultatelor si propunerea solutiilor optime

#### **2.1.1. Identificarea problemei**

În aceasta etapa trebuie sa se identifice:

- natura rezultatelor care sunt cautate, caracteristicile generale si locale ale zonei care urmeaza a fi analizata;
- natura datelor necesare si tipurile de straturi tematice care vor fi necesare pentru solutionarea problemei;

- etapele care trebuie parcurse pentru ca hartile finale si rapoartele finale sa contina informatiile solicitate si sa fie utilizabile.

### **2.1.2. Achizitionarea datelor**

În aceasta etapa trebuie sa se identifice si localizeze:

- sursa de informatii primare;
- sursa de informatii secundare;

care servesc la construirea BD.

### **2.1.3. Proiectarea Bazei de Date a sistemului informatic**

Proiectarea Bazei de Date consta in stabilirea detaliata a structurii BD. Eventualele omiteri produse în aceasta etapa sunt de regula dificil de remediat ulterior.

Proiectarea BAZĂ DE DATE se face in 4 etape:

#### **Identificarea caracteristicilor spatiale, atributelor si straturilor tematice necesare presupune:**

- identificarea tuturor datelor spatiale si atributelor;
- organizarea straturilor tematice;
- identificarea straturilor tematice;
- realizarea manuscriselor de harta;

#### ***Definirea parametrilor de stocare pentru fiecare atribut presupune:***

- determinarea atributelor necesare fiecarui strat tematic (se stabilesc parametrii specifici fiecarui atribut si tipurile de variabile care vor fi stocate.

#### ***Asigurarea registratiei coordonatelor:***

- o baza de date este constituita dintr-un numar de straturi care acopera aceeaasi zona geografica. Daca suprapunerea nu este corecta, vor aparea probleme la prezentarea grafica si la prezentarea rapoartelor finale. Eliminarea acestor probleme se face prin registratie coordonatelor.

***Proiectarea fisierelor de lucru presupune:***

- construirea bazei de date prin achizitia datelor necesare.
- în cazul în elementele caracteristice nu sunt în format digital, vor trebui introduse prin digitizare sau scanare.

**2.1.4. Realizarea Bazei de Date spatiale si textuale presupune:**

***Realizarea Bazei de Date spatiale:***

- Achizitia datelor spatiale se poate realiza prin:
  - o digitizare;
  - o scanare;
  - o utilizarea datelor digitale existente;
  - o achizitia datelor teren (prelucrarea masuratorilor).
- Prelucrarea datelor spatiale:
  - o verificarea si înlaturarea erorilor de digitizare;
  - o realizarea topologiei;
  - o identificarea erorilor realizate dupa construirea topologiei;
  - o corectarea erorilor de topologie.

***Realizarea Bazei de Date textual ese realizeaza prin:***



- stabilirea caracteristicilor atributelor (numele câmpurilor, tipul datelor si cantitatea de memorie necesara pentru stocare);
- Completarea tabelor de atribute ale claselor de elemente caracteristice;
- Identificarea erorilor de introducere a datelor:

#### **2.1.5. Analiza datelor**

Un GIS permite urmatoarele tipuri de analize asupra bazei de date:

- analiza datelor spatiale;
- analiza datelor textuale;
- analiza integrata a datelor spatiale si textuale.

#### **2.1.6. Prezentarea rezultatelor si propunerea solutiilor optime**

Rezultatele pe care le furnizeaza un GIS pot fi:

- prezentarea datelor curente;
- prezentarea unei categorii selectate a datelor;
- prezentarea unei predictii asupra starii datelor la un moment dat.

Dupa analiza datelor spatiale si textuale, rezultatele prelucrarii pot fi prezentate sub forma grafica sau textuala.

Harta (o forma grafica de prezentare) contine în general urmatoarele componente:

a) elemente spatiale:

- elemente de tip arie (ex.: parcele, cladiri, etc..);
- elemente liniare (ex.: strazi, cai ferate, râuri, etc..);

- elemente punctuale (ex.: copaci, stâlpi, fantani, puncte de triangulație, etc.).
- elemente compuse.

b) elemente cartografice:

- scara grafică;
- săgeata direcției N (nordul geografic).
- legende;
- titluri și texte explicative;

## 2.2. Evaluarea economică a implementării unui GIS

Prin implementarea unui GIS se înțelege utilizarea unei dotări materiale (echipamente de calcul, periferice și softwareGIS) și a unor diverse surse de hărți de către o organizație în vederea dezvoltării unei aplicații bine definite. Evaluarea eficienței implementării GIS porneste de la estimarea costurilor și beneficiilor legate de această activitate.

Structura costurilor implementării unui GIS provine din cheltuieli efectuate pentru:

- achiziția de echipamente;
- achiziția de programe;
- pregătirea personalului;
- implementarea, instalarea soluției/software-ului;
- introducerea datelor;
- întreținere anuală (programe, echipamente, instruire personal).

În acest context principalele cheltuieli provin din:

- achizitia;
- conversia;
- actualizarea;
- intretinerii datelor.

### 3. ACHIZIȚIA DATELOR

Principalele probleme legate de introducerea unui GIS sunt cele referitoare la crearea și intretinerea bazei de date, aceasta fiind o activitate dificilă și costisitoare. Realizarea bazei de date cu precizia necesară este dificilă, deoarece acest lucru trebuie realizat pornind de la materiale sursă afectate de diferite erori. Realizarea bazei de date reprezintă de aproximativ 50-60 % din costul total de implementare a unui GIS. Odată realizată baza de date trebuie avute în vedere costurile substanțiale pentru actualizarea bazei de date.

#### 3.1 Modalități de achiziție a datelor spațiale (grafice)

Sursele provin din:

- harti digitale deja existente;
- harti analogice care urmeaza a fi scanate, digitizate/vectorizate;
- harti analogice care urmeaza a fi scanate;
- date din ridicari topografice;
- date din masuratori fotogrammetrice;
- date din masuratori de teledetectie;
- date din masuratori satelitare cu GPS.

#### **Hartile digitale**

Dupa digitizare o harta devine o baza de date spatiaala, la scara 1:1. Informatia spatiaala cuprinsa poate fi transformata cu ajutorul functiilor unui GIS, functii ce permit printarea sau plottarea la orice scara si în orice proiectie.

### **Harti analogice**

Sunt hartile obisnuite, desenate pe material plastic sau pe hârtie. Acestea, pentru a forma o baza de date accesibila calculatorului, trebuie transformate, adica digitizate. Acest proces de digitizare consta în transformarea fiecarui punct de pe planseta de digitizare prin intermediul unui program într-o pereche de coordonate-digitizor x,y. Toate aceste perechi de coordonate formeaza fisierele de tip vectorial ce genereaza straturile de elemente fie de tip punct, linie sau poligon.

### **Date provenite din ridicari topografice**

Aceste date se obtin utilizând instrumente de masurat specifice (teodolite, nivele, statii totale) cadastrului, topografiei, topografiei ingineresti, masuratorilor subterane.

Statiile totale permit masurarea unui numar mare de puncte care se pot înregistra pe o cartela PCMCIA astfel încât datele se pot descarca în calculator atunci când s-au terminat masuratorile din teren. Aceste masuratori se pot prelucra cu programe soft special realizate a compensa punctele din reseaua respectiva ce acopera zone respectiva, iar apoi cu ajutorul unor pachete soft de tip AUTOCAD se pot desena elementele masurate pe teren. Deoarece modelul în care lucreaza un astfel de soft este de tip vector, aceste fisiere pot fi importate într-un GIS pentru a le crea topologia si a le prelucra mai departe.

### **Date din masuratori fotogrametrice**

Odata cu dezvoltarea în anii '80 a tehnicii de calcul într-un mod asa de spectaculos, s-a putut face trecerea de la fotogrammetria analogica la fotogrammetria analitica ce a facut uz de o aparatura simplificata pentru masuratorile fotogramelor si stereogramelor, dar si de principii matematice ce au ajutat la crearea de programe pentru înregistrarea pe calculator a acestor coordonate ale punctelor. Aceste principii ale fotogrammetriei analogice au fost preluate de fotogrammetria digitala. Aceasta utilizeaza imagini obtinute prin baleierea în spatiul-obiect (creând o imagine digitala) sau prin scanarea imaginilor analogice (creând o imagine digitizata). Datele obtinute sub forma raster sunt înregistrate pe suport magnetic. Însa, dupa cum stim, exista programe de conversie Raster / Vector, dar si ca un GIS poate lucra cu ambele tipuri de formate ale imaginii. În concluzie, putem spune ca

datorita acestor dezvoltari extrem de puternice a sistemelor informatice si a calculatoarelor în general, domenii destul de variate ca fotogrammetria sau Baza de Date din componenta unui GIS pot conlucra.

### **Date din masuratori de teledetectie**

Teledetectia se ocupa cu achizitionarea de informatii calitative si cantitative asupra obiectelor si fenomenelor din mediul înconjurator pe baza unor masuratori efectuate de la distanta fata de obiecte, dar si cu prelucrarea geometrica si radiometrica a acestor înregistrari, analiza si extragerea de informatii din imaginile digitale. Achizitia presupune o sursa de energie, un mediu de transmisie, o interactiune cu materia, un senzor ce primeste semnalul propagat prin mediul de transmisie, si raspunsul senzorului ce este înregistrat în timp real, apoi prelucrat si analizat în scopul recunoasterii caracteristicilor fizico-chimice ale obiectului. Prelucrarea imaginilor de teledetectie presupune prelucrari geometrice ce constau în aducerea la scara a imaginilor, efectuarea de corectii geometrice, registratia relativa si absoluta ce reprezinta aducerea în corespondenta geometrica a imaginilor de prelucrat cu imaginea de referinta sau harta digitala si prelucrari radiometrice ce constau în general în filtrarea, întarirea imaginii, sau slabirea ei, operatii în general invariante asupra pozitiei geometrice. În final se pot face analize ale imaginii în scopul extragerii informatiilor calitative din acestea si întocmirii hartilor. Toate aceste operatii se fac pe calculator, imaginea asupra careia se lucreaza fiind o imagine digitala în format raster. Datorita posibilitatii conversiei Raster / Vector aceste imagini deja corectate pot fi transformate în formatul dorit, si implementate într-un GIS care le poate folosi în scopurile sale.

### **Date din masuratori satelitare cu GPS**

Metodele avansate GPS permit masuratori de latitudine, longitudine si altitudine a fi determinate într-o perioada relativ scurta de timp cu acuratetea (precizia ) de ordinul centimetrilor. O aplicatie practica a metodelor GPS ar putea fi folosita atunci când în teren au survenit modificari în zone inaccesibile, iar hartile digitale detinute nu includ aceste modificari. Astfel cu ajutorul GPS-lui se pot face rapid aceste masuratori, se poate crea topologia cu ajutorul unor programe speciale pentru a fi recunoscute de un GIS si apoi se pot implementa în acesta pentru a fi prelucrate mai departe.

### **3.2. Modalitati de achizitie a datelor textuale**

Sursele sunt în general eterogene si pot proveni din:

- baze de date deja create si administrate cu ajutorul unui SGBD;
- anuare statistice;
- enciclopedii geografice;
- alte surse de tipul monografiilor, care cuprind date statistice sau descriptive despre domeniul în care vrem sa folosim un GIS.

### **Baze de date deja create si administrate cu ajutorul unui SGBD (Sistem de Gestiune al Bazei de Date)**

Datele descriptive (atributele) ce caracterizeaza datele spatiale se înregistreaza într-o baza de date de tip relational. Aceste baze de date contin informatii înregistrate pe suport magnetic, adica pe hard-disk, pot fi folosite nu numai într-un caz sau o situatie pentru care au fost înregistrate prima data, ci într-o multime de alte situatii, informatia nepierzându-se prin utilizari repetate. Cu ajutorul unui Sistem de Gestiune al Bazei de Date (SGBD), acestea pot fi controlate, organizate si manipulate într-un mod optim, astfel încât în orice situatie aceste informatii sa fie utile celui care le foloseste, dar si pentru analiza în cauza.

#### **Anuare statistice**

Anuarului Statistic al României din anul 1996, redactat de Comisia Nationala pentru Statistica. Aceste anuare se editeaza în mod repetat, la anumite intervale de timp, cuprinzând date ce caracterizeaza nu numai anul precedent editarii, anul 1995, dar si date din anii anteriori, chiar din 1990, putându-se face cu ajutorul acestuia o analiza a perioadei 1990-1995. Pentru unele situatii apar date chiar de la începutul secolului sau din 1930. Cuprinde 18 capitole ce sunt concepute într-o succesiune logica a domeniilor si înfatiseaza utilizatorilor o cantitate sporita de informatii, judicios structurata, privind geografia si mediul înconjurator, veniturile, cheltuielile si consumul populatiei, preturile, protectia sociala, retelele de sanatate si învatamânt, cultura si cercetare. Cuprinde de asemenea informatii ample referitoare la agricultura, silvicultura, industrie, constructii, transporturi, telecomunicatii, comert, turism si servicii, indicatori sintetici macroeconomici si conturile nationale, precum si date statistice privind Bugetul, Finantele, Balanta de plati externe si Dezvoltarea teritoriala a tarii. În partea finala a Anuarului se prezinta date de statistica internationala. De asemenea, trebuie precizat ca la începutul fiecarui domeniu apare trecuta sursa autorizata de date cât si o succinta prezentare a capitolului cu o explicare a acestor date în cadrul domeniului respectiv si în legatura cu

realitatile mediului înconjurator specifice României. O alta caracteristica a acestui anuar este structura bilingva a cartii, astfel fiecare domeniu si articol aparând redactat atât în limba româna cât si în limba engleza.

### **Enciclopedii geografice**

Pentru exemplificare vom considera "Enciclopedia geografica a României" realizata de Editura stiintifica si enciclopedica, Bucuresti, în anul 1982, prima enciclopedie de acest gen din România. Aceasta enciclopedie, elaborata de un larg colectiv de geografi de la Universitatea din Bucuresti si de alti specialisti din profile apropiate, ofera unei largi categorii de cititori, prin bogatia de date, varietate tematica si concizie, o buna posibilitate de informare asupra României si judetelor sale, ea fiind structurata pe 2 parti: una generala si una regionala. Cea generala este consacrata prezentarii unitare, complexe, a teritoriului României, informatia fiind concentrata în mari articole de sinteza, iar cea regionala, mai ampla, este rezervata judetelor si municipiului Bucuresti, cu aspectele lor fizico-geografice si economice, sociale, politice, cultural-stiintifice. Trebuie spus ca elementele esentiale ale lucrarii le constituie textul si hartile la diferite scari si în 12 culori de baza, ce reunesc aproximativ 860 de planse, schite, profile, grafice. Daca textul, literatura de specialitate este elaborata de colectivul de redactie al Facultatii de Geografie, hartile în totalitate au fost realizate de colectivul de redactie al IGFCOT-ului.

### **Editorial**

**gis@aniap**

Revista Electronica a Grupului de GIS din ANIAP

Un studiu de istoria sistemelor geografice arata ca prima lucrare ce poate fi considerata ca analiza spatiala a datelor este opera unui medic londonez. În timpul epidemiei de holera din Londra din secolul al XIX-lea medicul si-a dat seama ca propagarea bolii este strâns legata de apa fântânilor. Dar nu a reusit sa convinga conducerea orasului. Atunci i-a venit ideea de a reprezenta pe harta orasului fântânile si locuintele cu persoane înbolnavite. Rezultatul a fost surprinzator. Fântânile considerate a fi infestate au fost înconjurate de 80% din cazurile de înbolnaviri. Conducerea orasului a luat imediat masuri de închidere a fântânilor semnalate, propagarea bolii s-a oprit.

Prin acest exemplu doream sa precizez calitatea de multidisciplinaritate a sistemelor GIS si puterea de convingere a informatiilor geospatiale.

## **GIS între avantaje și riscuri**

Chiar dacă de la inițierea primelor proiecte de GIS, sistemele informatice geografice au evoluat de la modele monolitice inoperabile, inextensibile și neportabile la modele distribuite, orientate - obiect și s-au realizat multe cercetări în acest domeniu totuși de cele mai multe ori, în implementarea unui GIS, se face abstracție de analiza și proiectarea anterioară implementării.

### **Sistemele informatice geografice prezintă avantajele multiple, printre acestea amintim:**

- Datele sunt mult mai bine organizate,
- Eliminarea redundanțelor în stocarea datelor,
- Facilitatea actualizărilor,
- Analize, statistici, căutări mult mai ușoare,
- Utilizatorii sunt mai productivi,
- Optimizarea structurii organizatorice și a fluxului de informații intern,
- Creșterea productivității și acurateții datelor,
- Optimizarea accesului la informații,
- Transparentizarea deciziilor,
- Reducerea timpului de lucru,
  - Eliminarea operațiilor redundante.

Avantajele utilizării sistemelor informatice geografice și aplicabilitatea acestora în foarte multe domenii a dus la răspândirea acestui concept. Majoritatea instituțiilor, companiilor care lucrează cu date spațiale au inițiat un proiect de tip GIS.

Dacă la început implementarea unui sistem informatic geografic a însemnat achiziție de hard și soft, în prezent se pune din ce în ce mai mare accent asupra colectării datelor și implementarea sistemelor informatice geografice personalizate.

Sisteme Informatice Geografice personalizate au fost dezvoltate pentru utilizări diverse:



- Inventarierea cadastrului tehnico-edilitar
- Aplicatii de mediu, poluare si realizare studii de impact
  - Analize si strategii financiare
- Aplicatii de monitorizare a retelelor tehnico-edilitare,
  - Aplicatii de prevenire a dezastrelor,
  - Aplicatii turistice, protejare monumente,
    - Aplicatii de rutare,
- Aplicatii de inventariere a domeniul public si privat,
  - Aplicatii urbanistice etc..

Implementarea acestora însa nu este lipsita de esec, peste 80% din implementarile initiale nu au fost duse la bun sfârșit. Statistic, cele mai multe dezamagiri si nerealizari ale proiectelor GIS au avut ca si cauze lipsa unei analize complete inclusiv a riscurilor. Chiar daca un GIS este un proiect multidisciplinar acest lucru este deseori neglijat iar implementarea unui astfel de proiect este initiat deseori de specialisti de cadastru, geografie, urbanism sau protectia mediului fara o colaborare cu informaticieni. Acestia încep colectarea datelor într-un mod haotic, iar proiectul se transfera informaticienilor când sumele investite depasesc milioane de dolari si realizarea unui sistem informatic bazat pe datele colectate este practic imposibil.

Astfel principalele riscuri in implementarea unui sistem informatic geografic sunt:

- Lipsa analizei duce la importarea datelor spatiale intr-un mod haotic, fara sa se aiba in vedere inconsistenta si redundanta datelor;
  - Inceperea implementarii in lipsa unei analize complete;
- Lipsa de intelegere a procesului de inovatie tehnologica si asteptari nerealiste de timp si costuri;
  - Asteptari nerealiste si estimarea timpului de realizare diferit de cel real;
  - Lipsa de intelegere a procesului de inovatie tehnologica;
- Costurile ridicate si intinderea procesului de implementare pe un timp îndelungat;

- Lipsa fondurilor necesare pregatirii profesionale în domeniul GIS, a personalului implicat în implementare, actualizare si utilizare;

Peter Crowell, vicepresedintele unei firme de cosultanta în GIS a incercat sa defineasca factorii care contribuie la implementarea cu succes a unui sistem informatic geografic, printre acestea amintim:

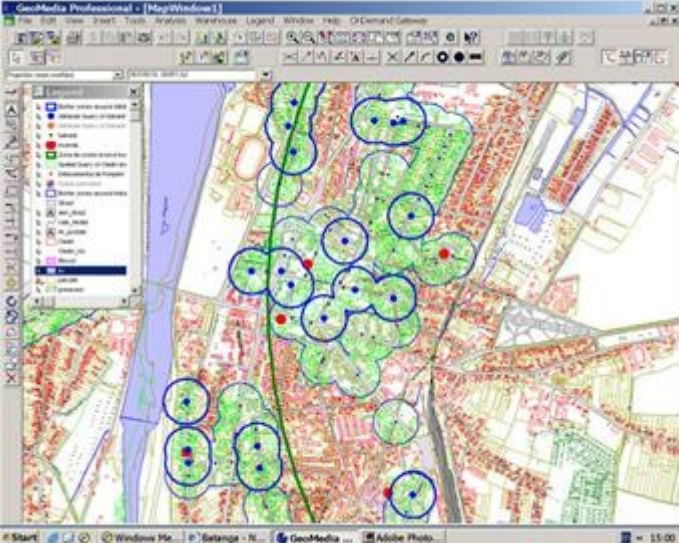
- Evaluarea riscului organizational si reevaluarea acestuia pe parcursul proiectului,
- Obținerea unui angajament din partea conducerii institutiei,
- Angajarea unui manager de proiect din fazele initiale ale proiectului,
- Proiectarea amanuntita a arhitecturii sistemului,
- Echipa de analiza sa fie interdisciplinara,
- Implicarea utilizatorilor în analiza,
- Formularea unei planificari,
- Alocarea unei resurse suficiente de timp si bani,
- Informarea permanenta a finantatorilor, a viitorilor si potentialilor utilizatori asupra stadiului proiectului,
- Training specializat permanent tuturor participantilor în proiect.

GIS pentru : Monitorizare/management dezastre naturale

Dezastre naturale manifestate pe teritoriul judetului Vaslui:

- iarna : viscole si troieniri, ce acopera totul, case, cai de acces;





administratia locala va putea folosi Sistemul Informatic Geografic pentru a plasa optim si alte servicii de pompieri pentru a asigura servicii de urgenta la fel acelasi nivel pentru toti locuitorii orasului.

Asemănător am procedat și în cazul hidranților. SIG-ul ne-a permis să reprezentăm grafic un buffer (o anvelopă) la 100 m de hidranți. Sistemul ne-a răspuns că în zona

limitată de acest buffer locuiesc 31092 persoane (clădirile reprezentate cu verde) ceea ce înseamnă că 32,4% din locuitorii municipiului au un hidrant la 100 m. Având această hartă tematică, în viitor Primăria va instala hidranți în locații optime pentru a asigura cât mai mulți cetățeni cu hidranți pe o distanță de 100 m.

În momentul când pompierii ajung la locul unui incendiu au nevoie să folosească un hidrant și trebuie să știe care sunt hidranții funcționali. Deja au fost tipărite hărți pentru a fi utilizate de pompieri în situații de urgență. În harta alăturată, cu albastru îngrosat sunt reprezentanți hidranții funcționali. Această hartă va ajuta și Aquaterm să-și planifice repararea hidranților defecti mai bine și pe viitor să întretină mai eficient sistemul de hidranți.

Aceste analize spațiale ar fi fost imposibil de realizat folosind hărți tradiționale, dar lucrul care este cel mai important este că GIS-ul poate fi de folos administrației locale să îmbunătățească serviciile de urgență pentru comunitate într-un mod eficient.

Doriti sa utilizati GIS-ul?

Sistemele informativale geografice (GIS - Geographical Information Systems) sunt tehnologii de integrare a informatiilor, provenind de la surse disparate, în formate diverse, pentru a fi analizate și interpretate într-un cadru unitar cu referire spațială.

Un GIS utilizează mai multe modele de date spațiale pentru a reprezenta obiectele geografice: vectorial, raster, TIN (Triangular Irregular Network).

În modelul de date vectorial, obiectele sunt reprezentate având o delimitare bine definită în spațiu. Poziția și forma obiectelor este reprezentată utilizând un sistem de coordonate  $x, y, z$ .

Modelul de date raster reprezintă o zonă de teren ca o matrice formată din celule rectangulare uniforme, fiecare celulă având o valoare. Grila este reprezentată într-un sistem de coordonate  $x, y$ . Coordonatele  $x, y$  ale unei celule se calculează pe baza coordonatelor unui punct de referință, de obicei unul din colțurile grilei (numărul liniei/coloanei și dimensiunea celulei pe  $x$  și  $y$ ). Valoarea celulei indică obiectul situat în acea poziție. Există trei metode pentru stabilirea valorilor unei astfel de celule: clasificarea obiectelor, în care valoarea indică un anumit tip de obiecte (drum, clădire, tip de sol), indicarea valorii culorii (nivelul de gri înregistrat într-o fotografie), indicarea unei măsurători relative (altitudinea față de nivelul mării, înălțimea unei clădiri față de nivelul solului).

Reprezentate prin celule rectangulare, formele obiectelor nu sunt foarte exacte și depind de rezoluția celulei. Prin rezoluția celulei se înțelege dimensiunea suprafeței de teren reprezentate de o celulă. Cu cât rezoluția este mai mică, cu atât precizia datelor crește, dar calculatoarele au nevoie de mai multă memorie, spațiu mai mare pe disc și un timp de prelucrare mai îndelungat.

Pentru a reprezenta forma suprafețelor se utilizează modelul TIN. Această structură a datelor desemnează un set de triunghiuri adiacente, fără suprapuneri, interconectate topologic prin noduri, construite din puncte spațiale neregulate, fiecare punct având coordonate  $(x, y, z)$ . Cu ajutorul acestei structuri se pot modela tridimensional rupturi de teren, zone de discontinuitate. Prin urmare, structura TIN se utilizează cu precădere pentru modelul digital al terenului.

Modelul de date GIS reprezintă suprafața Pământului într-un format digital structurat, care să permită utilizatorilor crearea, editarea, actualizarea, analiza și reprezentarea grafică a datelor geografice.

Elementul fundamental al tuturor produselor ESRI îl constituie modelul de date Arc Info, care abstractizează informațiile geografice utilizând concepte simple: punct, linie, poligon și bazele de date relaționale.

Modelul de date Arc Info utilizează două concepte de bază: structura de date arc-nod și topologia matematică (pentru a reprezenta explicit relațiile spațiale dintre obiecte).

Sistemul informatic geografic este o colectie organizata, compusa din hardware, software, date geografice si personal, destinata achizitiei, stocarii, actualizarii, prelucrarii, analizei si afisarii informatiilor geografice în conformitate cu specificatiile dintr-un domeniu aplicativ.

Harta este o reprezentare grafica a unei portiuni din suprafata Pamântului în care puncte, linii si poligoane indica pozitia si forma spatiala a obiectelor geografice iar simbolurile grafice si textele descriu aceste obiecte. Relatiile spatiale dintre obiecte sunt implicit reprezentate si trebuiesc interpretate de cel caruia i se adreseaza harta.

Prin date geografice se înțelege ansamblul format din date spatiale (coordonate) si date descriptive (atribute). O baza de date spatiala este o colectie de date geografice organizata în mod structurat, astfel încât stocarea, interogarea, actualizarea, afisarea si tiparirea informatiilor continute sa se realizeze într-un mod accesibil.

Referentierea geografica consta în stabilirea relatiei dintre coordonatele unui punct pe o foie plana de harta si coordonatele geografice reale din teren.

Pentru a avea succes în implementarea unui GIS, schema de organizare a personalului trebuie sa prevada îndeplinirea operativa a 11 activitati generale. Desigur, nu este exclus ca o singura persoana sa execute mai multe dintre aceste activitati sau ca un colectiv de persoane sa se ocupe exclusiv doar de una dintre activitatile prevazute. Fiecare dintre acestea necesita anumite cunostinte, aptitudini, personalitati.

1. **Conducatorul de proiect.** Acesta trebuie sa înțeleaga cum se pot aplica tehnologiile GIS pentru rezolvarea problemelor proprii organizatiei pentru care lucreaza. El trebuie sa cunoasca care sunt cerintele utilizatorilor GIS-ului implementat. Întrucât implementarea lui este costisitoare si de lunga durata, el trebuie sa fie capabil sa mentina încrederea factorilor de decizie ai organizatiei, pentru a sustine si finanta implementarea. Conducatorul de proiect trebuie sa înțeleaga performantele si limitarile unui GIS. Trebuie sa evalueze corect resursele, costurile necesare implementarii unor aplicatii tipice GIS si strategiile de urmat. Conducatorul de proiect selectioneaza si conduce personalul calificat implicat în realizarea celorlalte 10 activitati, raspunde de productivitatea echipei sale si de rasplatirea corecta a eforturilor depuse de membrii ei.

2. **Analistul GIS.** Persoana aceasta trebuie sa posede cunostinte tehnice si experienta în aplicarea unui GIS pentru a rezolva cerintele utilizatorilor. El trebuie sa fie capabil sa proiecteze si sa automatizeze baza de date spatiala, sa proiecteze si sa execute aplicatii informatice tematice si

analize spatiale complexe. Evident, analistul GIS trebuie sa fie capabil sa poarte un dialog cu toti utilizatorii potentiali ai sistemului în curs de implementare si sa traduca apoi cerintele acestora în termenii unei specificatii tehnice, care sa asigure realizarea procedurilor GIS, care sa raspunda tuturor asteptarilor utilizatorilor. Procesul acesta se desfasoara iterativ. Dupa implementarea aplicatiei, solicita observatii utilizatorilor pentru a aduce corectii si îmbunatatiri aplicatiei.

3. **Administratorul bazei de date.** Acesta trebuie sa posede experienta în proiectarea bazei de date spatiale, în organizarea logica a obiectelor geografice pe straturi tematice, alegerea surselor de date adecvate fiecarui strat tematic, definirea si codificarea informatiilor descriptive. Administratorul bazei de date trebuie sa asigure automatizarea ei prin alegerea procedurilor celor mai eficiente de exploatare. Raspunde de gestionarea, actualizarea, asigurarea calitatii, integritatii si confidentialitatii datelor dupa caz.

4. **Administratorul GIS.** Poseda cunostintele necesare exploatarii echipamentelor, sistemelor, aplicatiilor informatice si bazei de date spatiale pentru a implementa într-o maniera productiva si securizata, toate functiile specificate de analistul GIS. El este responsabilul cu activitatea productiva curenta: începând cu operatiile de introducere a datelor si terminând cu generarea de grafice, schite, planuri, harti si rapoarte reprezentând rezultatele unei analize spatiale.

5. **Desenatorul tehnic si/sau specialistul în interpretare fotogrametrica.** Acesta se ocupa cu realizarea de harti prin integrarea si compilarea informatiilor provenite de la diferite surse. Aceste harti constituie sursa de date pentru digitizare/scanare si introducerea unor informatii descriptive. El poate utiliza: planuri si harti existente, fotograme aeriene, imagini satelitare, studii de teren si sa posede cunostinte necesare interpretarii tematice a datelor utilizate. De asemenea, trebuie sa posede cunostintele de baza ale cartografiei.

6. **Operatorul pentru digitizare/scanare/introducere date de la tastatura.** El digitizeaza sau scaneaza harti în scopul obtinerii lor sub forma vectorizata. El introduce datele tabelare reprezentând atributele obiectelor geografice din baza de date, editeaza hartile digitale pentru corectarea erorilor si efectueaza actualizarea bazei de date. Executa toate operatiile specificate de administratorul bazei de date si GIS.

7. **Specialistul în redactarea rezultatelor finale.** Acesta se ocupa cu producerea de grafice, schite, scheme, planuri, harti si rapoarte. El trebuie sa stabileasca procesul de redactare a rezultatelor finale pe care sa-l apeleze utilizatorul. Pentru aceasta, trebuie sa posede cunostinte

cartografice cu scopul realizării unor hărți de bună calitate, cu un mesaj clar, ușor de înțeles, respectând specificațiile utilizatorului aplicației.

8. **Administratorul de sistem.** Este responsabil cu întreținerea sistemului de calcul (hard și soft), utilizate pentru implementarea unui GIS. Trebuie să asigure funcționarea tuturor componentelor necesare implementării. Administratorul de sistem trebuie să aibă cunoștințe și experiență, necesare întreținerii diverselor tipuri de echipamente precum și interconectării acestora în rețele. El efectuează operații de instalare și întreținere a hard-ului și soft-ului, precum și arhivarea informațiilor (date și programe) conform unui program bine stabilit.

9. **Programatorul de aplicații.** Acesta se ocupă cu dezvoltarea de interfețe utilizator orientate către aplicație. Utilizând secvențe complexe de comenzi, acesta realizează aplicațiile tematice respectând toate cerințele utilizatorilor. El trebuie să cunoască în profunzime funcțiile GIS, structura și conținutul bazei de date, cerințele utilizatorilor și modul de lucru tradițional cu care este obișnuit utilizatorul și să aibă și cunoștințe de programare.

10. **Instructorul de GIS.** Implementarea unui GIS este mai ușoară dacă, utilizatorul pe lângă cunoștințele și experiența specifice domeniului său de activitate, posedă și cunoștințe despre funcțiile unui GIS. În general, activitatea de instruire cuprinde două etape: informarea potențialilor utilizatori despre posibilitățile unui GIS și scolarizarea privind modul de exploatare al aplicațiilor implementate.

11. **Utilizatorul.** Acesta trebuie să furnizeze informațiile de specialitate necesare proiectării și implementării bazei de date și a funcțiilor GIS.