

**PROIECTAREA ȘI IMPLEMENTAREA
SISTEMELOR INFORMATICE GEOGRAFICE**

**CONSTANTIN NIȚU
TIBERIUS TOMOIAGĂ**

**PROIECTAREA ȘI IMPLEMENTAREA
SISTEMELOR INFORMATICE GEOGRAFICE**



**EDITURA UNIVERSITARĂ
București, 2016**

“A decision is as good as the information that goes into it.”

John F. Bookout, Jr.

CUPRINS

Cuvânt înainte	9
Capitolul 1: Sistemul informatic geografic	11
1.1 Clasificarea sistemelor informatice geografice	15
1.2 Componentele sistemului informatic geografic	16
1.3 Sisteme informatice geografice generale și dedicate	19
Capitolul 2. Managementul proiectelor SIG.	23
2.1 Insuccesul unui proiect.....	24
2.2 Instrumente specifice managementului de proiect.	25
2.3 Organizarea resurselor umane	27
Capitolul 3: Evaluarea și analiza cerințelor.....	30
3.1 Implicații organizaționale.....	30
3.2 Necesitatea instruirii.....	31
3.3 Urmărirea așteptărilor utilizatorilor	31
3.4 Evaluarea cerințelor.....	32
3.5 Asistarea utilizatorilor curenți.....	32
3.6 Categorisirea utilizatorilor.....	33
3.7 Factorii ce determină cerințele și exemple de aplicații	34
3.8 Asamblarea cerințelor	49
3.9 Elementele unui studiu de fezabilitate	49
Capitolul 4: Schema proiectării bazelor de date ale SIG.....	52
4.1 Tipuri de baze de date într-un SIG	52
4.2 Aspecte de proiectare a bazelor de date	57
4.3 Metadatele	64
Capitolul 5: Proiectarea datelor spațiale.....	67
5.1 Generalități.....	67
5.2 Date vectoriale, date raster și date de tip grilă	69
5.3 Structuri de date geografice.....	75
5.4 Concluzii referitoare la structurile de date	78
5.5 Alegerea modelului de date pentru exemplul analizat	79
5.6 Straturi și obiecte.....	79
5.7 Precizia straturilor	79
5.8 Alegerea unui sistem de coordonate și a proiecției cartografice	80
5.9 Indexarea spațială	81
Capitolul 6: Proiectarea structurii datelor tematice sau atributelor	82
6.1 Principii generale privind câmpurile tabelor D și G.....	83
6.2 Principii specifice tabelor G	84

6.3 Principii pentru câmpurile tabelor D	84
6.4 Proiectarea elementelor de intrare	85
6.5 Proiectarea elementelor de ieșire	85
6.6 Proiectarea aplicațiilor	87
Capitolul 7: Achiziționarea și conversia datelor, fază a implementării	88
7.1 Planul de implementare	88
7.2 Arhitectura sistemului	88
7.3 Achiziționarea și conversia datelor	91
7.4 Culegerea datelor digitale	92
7.5 Selectarea firmei de culegere a datelor	99
7.6 Realizarea unui proiect pilot	100
Capitolul 8: Selectarea hardware-ului și software-ului la implementare	101
8.1 Considerații privind software-ul	102
8.2 Considerații privind hardware-ul	108
Capitolul 9: Aspecte organizaționale avute în vedere la proiectarea unui SIG	114
9.1 Atribuțiile utilizatorilor	114
9.2 Încadrarea cu personal pentru proiectare și implementare	115
9.3 Disponerea componentelor SIG	115
Capitolul 10: Probleme ulterioare de management și interacționare cu sistemul	117
10.1 Consultant al BD și vizualizator	117
10.2 Editorul de date spațiale	118
10.3 Editorul datelor atribut	119
10.4 Dezvoltatorul de aplicații	119
10.5 Administratorul bazei de date SIG	120
10.6 Managementul atribuțiilor utilizatorilor	120
10.7 Analiza interfețelor desktop	121
10.8 Analiza interfețelor Web	121
10.9 Interacțiunea dintre SIG și organizație	122
10.10 Probleme finale de management la interacțiunea cu sistemul	123
10.11 Opțiunea pentru o nouă echipă de conducere	123
10.12 Evaluarea	124
10.13 Controlul accesului	124
10.14 Planul de mentenanță	125
10.15 Aspecte privind furnizarea datelor	127
BIBLIOGRAFIE	130
Anexa nr. 1: Exemplu de cerere de propuneri pentru un SIG	135
Anexa nr. 2: Exemplu de studiu de fezabilitate pentru un SIG (doar cuprinsul)	139
Anexa nr. 3: Exemple de criterii de evaluare funcționalitate SIG	140
Glosar de termeni SIG	146
Lista figurilor	153
Lista tabelor	155

CUVÂNT ÎNAINTE

Sistemele Informatic Geografice (SIG) au o importanță deosebită în noua etapă de dezvoltare a societății informatizate. Apariția unor versiuni noi ale aplicațiilor de culegere, prelucrare și management pentru datele geografice pe calculatoarele personale, inclusiv cu folosirea rețelilor de calculatoare, a dus la creșterea continuă a numărului de utilizatori ai acestor sisteme. Nu există domeniu de activitate în care datele geografice să nu fie utilizate. Dintre aceste date, un rol deosebit îl au datele de poziție și datele atribut. Prin prelucrarea acestora sau prin interogarea directă se pot obține pozițiile unor obiecte sau fenomene, ariile unor suprafețe terestre, volumele de decopertare sau de umplutură, debitele unor fluxuri, lungimile unor trasee de transport, pozițiile optime de amplasare a unor construcții etc. Aplicațiile presupun structurarea datelor și realizarea bazelor de date geografice, mai complexe decât bazele de date obișnuite.

Aceste baze de date geografice trebuie să permită accesarea simplă, ușoară și cu răspunsuri rapide, calculul unor mărimi derivate din date, crearea de rapoarte complexe, inclusiv hărți, cartograme, diagrame, cartodiagrame sau chiar animații cartografice etc., vizualizarea fiind mult ușurată și înțeleasă de fiecare utilizator (Nițu, C., 1992).

Există numeroase păreri asupra folosirii expresiilor de „sistem informațional geografic” și „sistem informatic geografic”. Se știe că sistemul informatic este acea parte a sistemului informațional care presupune folosirea exclusivă a calculatorului electronic. Dar se mai poate oare vorbi acum de sistem informațional fără folosirea calculatorului electronic?

Dilema vine și de la traducerea diferită a expresiei din limba engleză „geographic(al) information system” (GIS). Opțiunea noastră este legată și de rolul datelor, în general al informației geografice, această informație făcând obiectul cunoașterii, structurării, culegerii, validării, stocării, prelucrării, gestiunii și furnizării.

Introducerea disciplinei „Sisteme informatice geografice” sau SIG, chiar sub altă denumire, în programa de studiu a Facultății de Geografie a Universității din București și-a dovedit utilitatea de peste un deceniu. Noțiuni ca bază de date geografice, cartografie asistată de calculator, telecartografie, cartografie folosind web, webmapping, servicii bazate pe localizare (LBS – location based services) și sisteme informatice bazate pe localizare (LBIS – location based information systems), GPS etc. devin obișnuite societății actuale.

Absolvenții facultății vor lucra în domenii cât mai diverse, care presupun folosirea unor aplicații specifice SIG. Lucrarea este destinată studenților acestei facultăți, dar poate fi folosită și de către studenții altor facultăți care studiază științele geonomice sau de către utilizatorii SIG din diverse domenii.

Lucrarea se referă la proiectarea și implementarea sistemelor informatice geografice, disciplină din programa de studii de master a unor specializări ale facultății.

Sistemul informatic geografic - SIG implică o activitate de cooperare. La nivelul superior al unei organizații, profesioniștii SIG trebuie să organizeze întâlniri de tipul brainstorming pentru a cunoaște toate cerințele, chiar să creeze o listă de discuții pe un server Web, astfel ca toți utilizatorii să dezbată problemele de instruire, să stabilească un grup de lucru și în general să ducă planul spre reușită.

Este strict necesară certificarea standardelor pentru SIG la nivel național, ceea ce duce la o bună cooperare, cu beneficii pentru întreaga comunitate SIG. Colaborarea, care face înțelese datele și documentele deschise și accesibile altor utilizatori, este un factor primordial pentru specialiștii SIG și lucrarea de față are același scop nobil.

Multe cărți descriu un SIG, componentele acestuia, programele și echipamentele necesare, datele și procedurile de culegere, validare, prelucrare și stocare a acestora, de extragere a datelor, de realizare a unor produse complexe conform unor condiții cerute de beneficiari.

Lucrarea tratează activitățile de proiectare și realizare a sistemelor, adresându-se specialiștilor SIG, dar și celor care urmăresc modul de realizare și folosire a sistemului sau care întocmesc studii de fezabilitate și specificațiile necesare diferitelor subsisteme sau ale sistemului în ansamblu.

Este interesant de accentuat cui i se adresează lucrarea. La realizarea unui SIG participă numeroși specialiști, sistemul fiind folosit de mai multe tipuri de utilizatori, cu nivele diferite de pregătire, cei mai importanți fiind utilizatorii care iau decizii asupra activităților de modificare spațială a detaliilor geografice sau de înlăturare a efectelor fenomenelor geografice naturale și antropice.

Multe informații privind proiectarea și implementarea sunt cuprinse în sute de cerințe referitoare la proceduri și date, în special privind structura bazelor de date și fișiere cu documentații privind bazele de date și funcțiile programelor și aplicațiilor. Probabil că există mii de documente publice și private la organizații și companii de consultanță care au implementat asemenea sisteme. Cu toate că este foarte greu să se obțină accesul la aceste informații; există totuși unele date generale specifice unor aplicații particulare, folosite în special în instituțiile publice.

Există numeroase lucrări referitoare la proiectarea bazelor de date relaționale și pe obiecte, dar care nu conțin informații asupra modului de lucru cu date spațiale, cu care să se poată răspunde la întrebările ce încep cu „unde”. Este important să se știe cum să se proiecteze un sistem informatic general, dar proiectarea unui sistem informatic geografic pune noi restricții și cerințe.

În administrația locală, proiectarea unei baze de date pentru a asigura activitățile de planificare și zonare este destul de interesantă. Scopul lucrării este de a explicita problemele datelor spațiale în proiectarea și implementarea unui SIG și de a furniza exemple utile comunității SIG.

Oamenii devin implicați în SIG prin toate felurile de întrebări și răspunsuri. Unii devin interesați prin studiile de urbanism și inginerie civilă, proiectarea și desenarea asistată de calculator (CAD), pe când alții prin studiul teledetecției mediului sau cartografiei. Sunt experți sau oameni obișnuiți care vin spre SIG dinspre studii care nu sunt tehnice sau de cartografiere; dar care știu și recunosc că un SIG ar putea să-i ajute mai bine în atribuțiile lor, de exemplu etnografii, arheologii, psihologii, literații, istoricii, statisticienii.

Alții vin după specializarea în planificare teritorială, geografia mediului, sănătate publică, geomorfologie, climatologie, măsurători terestre, administrarea proprietății, turism, transporturi, siguranța publică, de la oricare din zecile de domenii de aplicare ce pot beneficia de SIG. Deoarece există atât de multe domenii ale activității umane care pot beneficia de hărți și de SIG, trebuie să ne rezumăm la nivelul general, fără concentrarea pe un domeniu de aplicare particular. Accentul este pus pe modul practic de lucru cu datele, aplicațiile și software-ul cu care organizațiile trebuie să le ia în considerație.

*București,
Septembrie, 2015
Autorii*

CAPITOLUL 1

SISTEMUL INFORMATIC GEOGRAFIC

Sistemul reprezintă un ansamblu de elemente sau componente independente, între care există relații, respectiv interacțiuni dinamice, pe baza unor reguli, scopul fiind atingerea unui obiectiv. Sistemul poate fi format din mai multe subsisteme. După natura lor, sistemele pot fi naturale sau artificiale. Sistemele artificiale se dezvoltă și se modernizează continuu prin introducerea calculatorului electronic ca element central. Teoria sistemelor tratează componența, funcțiile și durata de viață a oricărui sistem (Nițu, C., 1992).

În zilele noastre toate domeniile de activitate se bazează pe utilizarea, într-o măsură mai mare sau mai mică, a tehnologiilor informatice și a calculatorului. A devenit omniprezentă utilizarea mijloacelor **IT&C** (Information Technologies and Communications – tehnologia informației și comunicațiilor) în desfășurarea activităților celor mai diverse și pentru luarea deciziilor care au la bază informații ce sunt obținute din prelucrarea unor date culese cu privire la obiectul activității respective.

Datele reprezintă atribute cantitative sau calitative ale unei variabile sau mulțimi de variabile. Datele sunt în general rezultatul unor măsurători și pot constitui o bază pentru crearea de grafice, imagini sau observații cu privire la o mulțime de variabile.

Pentru a deveni informații, datele privitoare la obiectul de activitate respectiv trebuie prelucrate în concordanță cu cerințele informaționale. Acest lucru presupune culegerea datelor de la diverse surse, prelucrarea propriu-zisă și distribuirea rezultatelor prelucrării (informațiile) către locul unde sunt solicitate. În consecință, obiectivul prelucrării datelor constă în convertirea datelor în informații care să stea la baza luării deciziilor.

Diferențele principale între date și informații sunt:

- datele reprezintă atribute primare colectate din diverse locuri, nedefinite sau neorganizate într-o formă care să stea la baza luării deciziilor;
- informațiile sunt mesaje obținute prin prelucrarea datelor, aceste mesaje trebuie să fie concise, actuale, complete și clare, astfel încât să răspundă cerințelor informaționale în scopul cărora au fost prelucrate datele.

Un **sistem informațional** se poate defini ca fiind ansamblul de elemente implicate în procesul de colectare, de transmisie, prelucrare de informație, informației revenindu-i rolul central din sistem. În cadrul sistemului informațional se regăsesc: informația vehiculată, documentele purtătoare de informații, personalul, mijloace de comunicare, sistemele de prelucrare (de regulă, automată) a informației etc. Printre posibilele activități desfășurate în cadrul acestui sistem, pot fi enumerate: achiziția de informații din sistemul de bază, completarea documentelor și transferul acestora între diferite compartimente, centralizarea datelor etc.

În sensul cel mai larg, un sistem informațional se referă la diversele interacțiuni dintre oameni, procese, date și tehnologii; astfel, termenul nu se referă numai la aspectele legate de IT&C pe care o organizație le utilizează, cât și la modul în care oamenii interacționează cu tehnologia în scopul de a oferi suport pentru procesele de afacere. Sistemul informațional

reprezintă un ansamblu de fluxuri și circuite informaționale organizate într-o concepție unitară.

În orice domeniu de activitate economică sau socială, există un flux informațional pe baza căruia se desfășoară orice activitate. La nivelul unei organizații/instituții, sistemul informațional asigură legătura dintre sistemul decizional și cel operațional (sistem de conducere și sistem de execuție).

Astfel, funcționarea sistemului informațional presupune desfășurarea următoarelor activități (Nițu, C. et al, 2002):

- introducerea datelor cu privire la sistemul operațional;
- prelucrarea datelor în scopul asigurării de informații utile în procesul de decizie;
- obținerea informațiilor solicitate, ca apoi să se adopte decizii ce vor fi transmise sistemului operațional;
- efectuarea controlului și urmăririi respectării deciziilor.

În cadrul unui sistem informațional, majoritatea activităților se pot desfășura cu ajutorul tehnicii de calcul. Se pot prelucra datele primare și apoi rezultatul poate fi transferat mai departe, către alt compartiment spre prelucrare. Transferul se poate face și el pe cale electronică prin intermediul unei rețele de calculatoare.

Ansamblul de elemente implicate în tot acest proces de prelucrare și transmitere a datelor pe cale electronică alcătuiesc un **sistem informatic**.

Într-un sistem informatic pot intra: calculatoare, sisteme de transmisie a datelor, componente hardware și software, datele prelucrate, personalul ce exploatează tehnica de calcul, teoriile ce stau la baza algoritmilor de prelucrare etc.

Relația dintre sistemul informațional și sistemul informatic se manifestă prin faptul că sistemul informațional include în cadrul său sistemul informatic, acesta din urmă fiind o componentă esențială a primului.

Trebuie reținut faptul că sistemul informațional nu trebuie confundat sau suprapus complet cu sistemul informatic. În general, sistemul informatic se interpune între sistemul decizional și cel operațional (vezi figura 1.1).

Sistemul informatic este un ansamblu structurat de proceduri și echipamente electronice care permit prelucrarea automată a datelor și obținerea de informații.

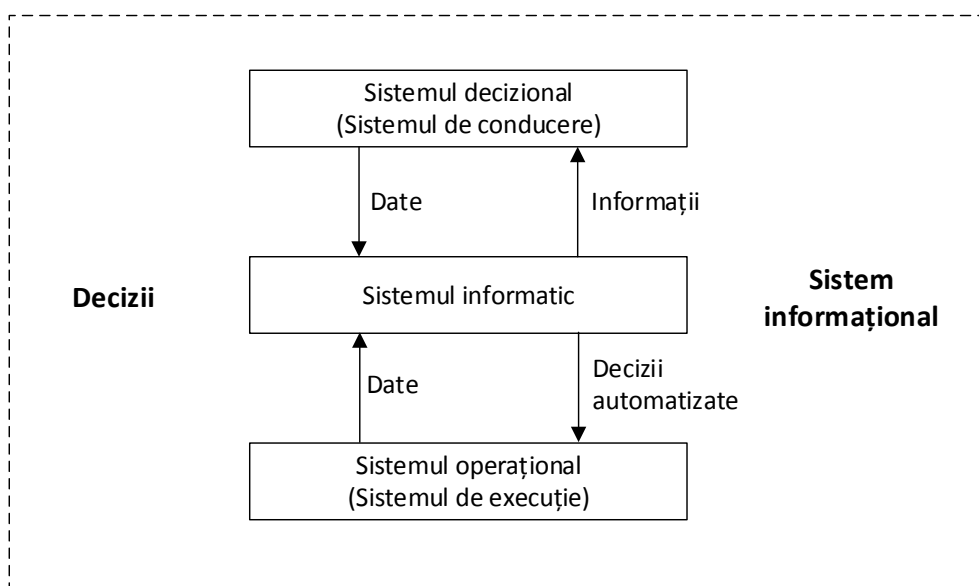


Figura 1.1: Sistemele unei organizații
(Zota, 2012)

Sistemele Informatic Geografice (SIG) reprezintă un caz particular al sistemelor informatice, oferind sprijin decizional prin intermediul administrării, manipulării și analizei datelor geografice sau a altor tipuri de date care au și o referință spațială, formând împreună cu sistemele decizionale și operaționale **Sistemul Informațional Geografic**.

Sistemele Informatic Geografice nu sunt sisteme care pot fi cumpărate ca produs de raft („off the shelf”) gata să satisfacă complet nevoile utilizatorului. Ele sunt un ansamblu de elemente care au nevoie de integrare într-un mod bine stabilit de către utilizator. Deoarece dezvoltarea lor implică inclusiv un proces de achiziții bazat pe un ciclu de viață relativ lung, este necesară o planificare și un management atent al acestor procese. Numeroase asemenea sisteme au fost subiectul eșecurilor datorită faptului că procesul de implementare a fost grăbit și nu s-a acordat atenția cuvenită numeroaselor detalii care pot să apară în acest proces. Complexitatea proiectării și implementării crește odată cu nivelul și complexitatea organizației unde va fi utilizat, cele mai simple fiind SIG pentru proiecte iar cele mai complexe fiind cele organizaționale/ interorganizaționale (vezi cap. 1.1).

Multe cărți descriu un SIG, componentele acestuia, programele și echipamentele necesare, datele și procedurile de culegere, validare, prelucrare și stocare ale acestora, de extragere a datelor, de realizare a unor produse complexe conform unor condiții cerute de beneficiari.

Totuși procesul de proiectare și implementare trebuie să atingă și alte subiecte în afara datelor și a programelor, cum ar fi cele legate de costuri, termene, standarde, legislație, organizare instituțională, instruire, mentenanță. Există păreri conform cărora principalele criterii care pot asigura succesul implementării unui SIG sunt:

- Existența unui nivel relativ ridicat de competențe în utilizarea calculatoarelor al personalului instituției;
- Existența/promovarea în cadrul instituției a unui mediu inovativ;
- Aplicațiile SIG inițiale trebuie să fie simple și să producă rezultatele așteptate într-un timp cât mai scurt;
- Conștientizarea nivelului resurselor disponibile în cadrul instituției și a faptului că acestea sunt limitate;
- Recunoașterea meritelor fiecărui membru al echipei de proiect SIG la finalizarea cu succes al acestora;
- Un mediu organizațional stabil;
- Un înalt nivel de implicare în atingerea scopurilor fiecărei activități specifice SIG.

În prezent există numeroase moduri de descriere a etapelor de proiectare și implementare a SIG, cât și numeroase abordări privind structura etapelor, ordinea acestora sau responsabilitățile. Un exemplu, destul de complex dar fără a avea pretenția că este cel mai complet sau universal valabil, este dat în figura 1.3. Etapele efective de proiectare și implementare diferă de la caz la caz în funcție de nivelul organizației, scopul acestuia, resursele existente etc. Mai mult decât atât, procesul de proiectare și implementare nu este unul liniar, existând necesitatea uneori ca aceleași etape să fie parcurse de mai multe ori, bineînțeles la un alt nivel, procesul devenind unul în spirală (vezi figura 1.2).

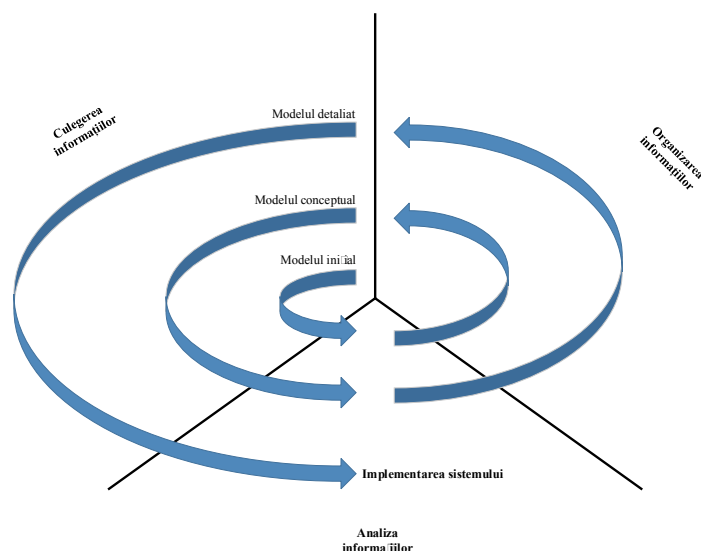


Figura 1.2: Procesul de implementare a unui SIG

Ca atare, manualul va aborda numai elementele esențiale, de „uz general” în cadrul acestui proces, restul trebuind a fi abordat în funcție de necesități, de la caz la caz, fiind foarte greu de realizat un manual complet, care să acopere toate elementele și situațiile.

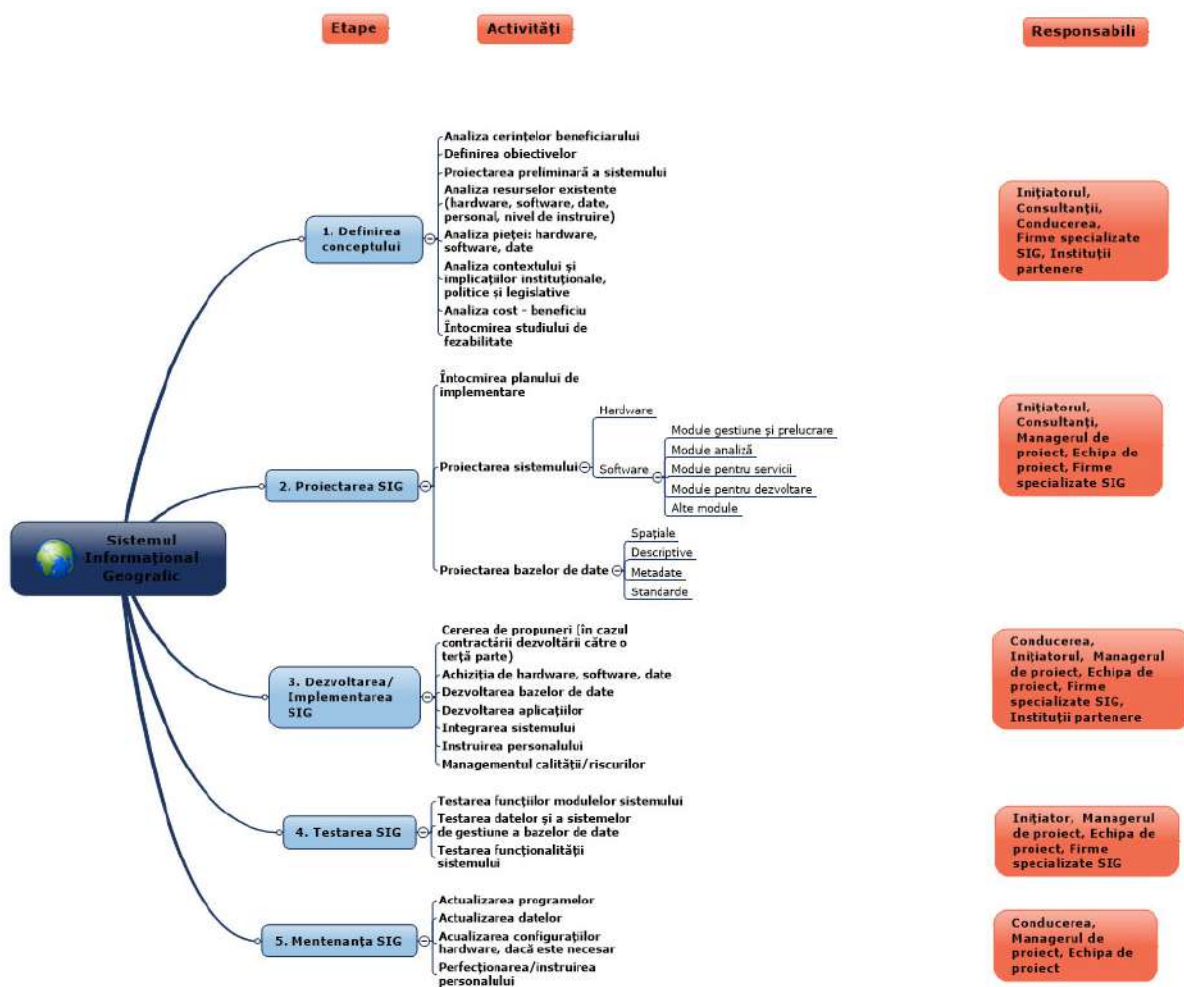


Figura 1.3: Proiectarea unui SIG (exemplu)

1.1 Clasificarea sistemelor informatice geografice

Există numeroase metode și criterii de clasificare a SIG. Nu le vom trece în revistă pe toate deoarece nu fac obiectul acestei cărți. Totuși, mai jos este prezentată o clasificare din punct de vedere al anvergurii unui SIG, clasificare care dă un scop și o logică elementelor prezentate în continuare. În concordanță cu subiectele abordate, sunt prezentate aspecte privind mediul organizațional și aspecte legate de implementarea SIG.

a.) SIG pentru proiecte:

Din punct de vedere al mediului organizațional:

- Rezultatele așteptate sunt de obicei sub forma unui produs, de exemplu o hartă sau un raport – odată de scopul este atins, proiectul este încheiat;
- Proiectul are o dată clară de începere și finalizare;
- Nu se previzionează suport pe termen lung și nici alte angajamente care implică dezvoltarea SIG;
- Impact organizațional foarte mic.

Din punct de vedere al implementării SIG:

- Un efort singular;
- Utilizează cele mai bune instrumente în vederea atingerii acelui scop singular;
- Poate fi realizat în întregime de către un consultant sau un contractor extern.

b.) SIG pentru un departament:

Din punct de vedere al mediului organizațional:

- Organizație mică sau un singur departament;
- Dezvoltat în sprijinul unei singure activități bine definite, existente, din domeniul de activitate al organizației;
- Necesită sprijin în continuare dar nu se previzionează dezvoltarea SIG;
- Reorganizarea instituțională nu este necesară deloc sau este necesară doar la scară foarte mică (de exemplu reconversia desenatorilor de la planșetă către stațiile de lucru SIG);
- Administrat de către departamentul responsabil de activitatea respectivă.

Din punct de vedere al implementării SIG:

- Calculatoare/Stații de lucru independente;
- Poate orientate către CAD;
- Nu integrează sau integrează la scară redusă baze de date cu atribute;
- Nivel redus de partajare a informațiilor în cadrul sau în afara departamentului.

c.) SIG interdepartamental:

Din punct de vedere al mediului organizațional:

- Organizații medii către mari, cu mai mult de un departament;
- Alocarea de resurse bugetare și de personal semnificative în sectorul SIG;
- Beneficiază de suport permanent și de strategii actualizate;
- Există o oarecare implicare organizațională („suporteri”);
- Administrat în cooperare de către departamentele implicate;

Din punct de vedere al implementării SIG:

- Calculatoare/Stații de lucru multiple, legate în rețea;
- SIG topologic (date geografice bazate pe relații topologice);
- Baza de date relaționale/orientate pe obiecte;
- Un anumit nivel de partajare al informațiilor între departamente.

d.) SIG instituțional/organizațional:

Din punct de vedere al mediului organizațional:

- Organizații medii către mari, multiple departamente;
- Angajamente la nivel înalt, pe termen lung în domeniul SIG;
- Planificare strategică la nivel organizațional, implementare și mentenanță distribuită;
- Încorporarea SIG ca parte a infrastructurii organizaționale;
- Sprijinul și implicarea managementului corporativ sunt esențiale.

Din punct de vedere al implementării SIG:

- Rețele distribuite client-server;
- Integrarea a mai multor SIG, baze de date, tehnologii conexe;
- Partajare interdepartamentală a datelor, standarde și metadate.

e.) SIG interinstituțional/interorganizațional:

Din punct de vedere al mediului organizațional:

- Organizații/Instituții publice sau asocieri/parteneriate industriale;
- Structură comună, cu reprezentanți ai tuturor partenerilor, dedicată pentru planificare și politici;
- Responsabilități distribuite privind mentenanța în cadrul organizațiilor;
- Angajamente la nivel înalt, pe termen lung în cadrul organizațiilor participante;
- Reorganizare/restructurare semnificativă a funcționalităților/structurilor în cadrul organizațiilor.

Din punct de vedere al implementării SIG:

- Mentenanță distribuită a elementelor comune;
- Facilități pentru schimbul de date, existența și utilizarea standardelor și a metadatelor, utilizarea Internet sau alte rețele WAN.
- Integrarea datelor obținute cu ajutorul a unei game largi și variate de tehnologii.

În cadrul acestei lucrări se vor trata elementele specifice proiectării unui SIG de nivel instituțional sau interinstituțional.

1.2 Componentele sistemului informatic geografic

1.2.1 Sistemul informatic spațial

Printre sistemele informatice dezvoltate în ultimele decenii, un rol aparte îl au sistemele informatice spațiale, sisteme concise sau elaborate (Nițu, C., et al., 2002), care înregistrează, prelucrează, memorează, furnizează și utilizează datele despre obiectele,

evenimentele și fenomenele caracteristice unui spațiu definit. Informația referitoare la aceste elemente are caracteristici metrice și semantice. Dintre caracteristicile sau atributele metrice, elementul cheie îl reprezintă datele de poziție, respectiv coordonatele. Când spațiul definit este o zonă terestră mică, **sistemul informatic spațial** (SIS) devine **sistem informatic teritorial** (SIT). Când spațiul de definiție a poziției elementelor este spațiul geografic, SIS devine **sistem informatic geografic** (SIG). Un SIG poate rezulta din concatenarea și generalizarea unor sisteme informatice teritoriale ale unor zone adiacente. În unele țări se acceptă doar denumirea de sisteme informatice teritoriale pentru toate aceste genuri de sisteme (Nițu, C., 1992).

În cazul SIG, datele de poziție sunt coordonatele geografice sau coordonatele rectangulare plane, definite într-un datum geodezic universal acceptat.

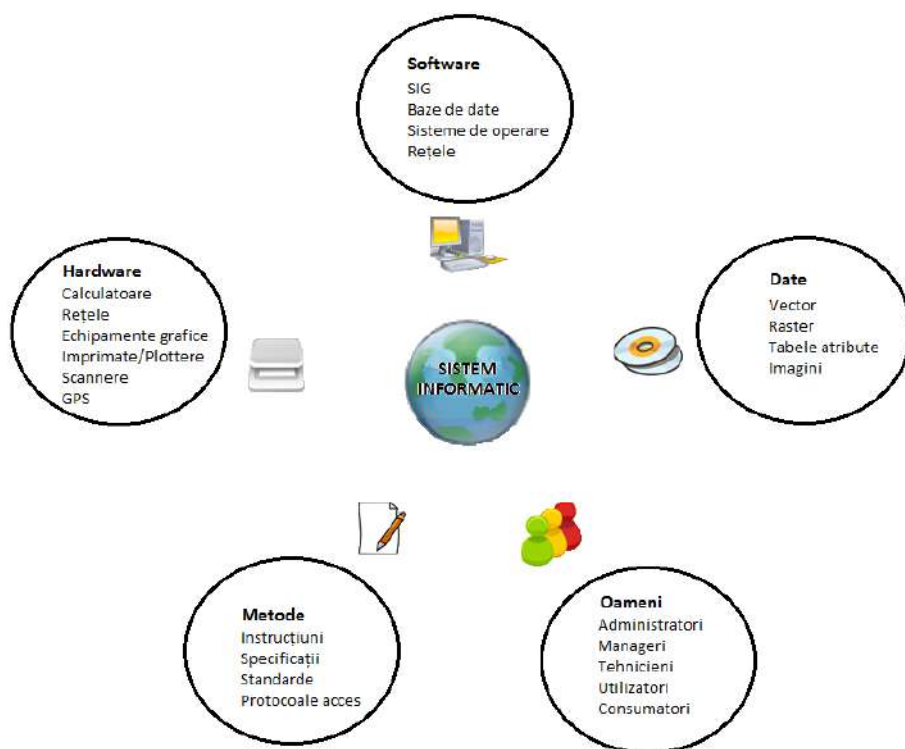


Figura 1.4: Componentele unui sistem informatic geografic

SIG cuprinde, într-o accepțiune mai largă, fazele de la specificarea datelor de intrare până la deciziile de control asupra proceselor naturale, economice sau sociale, iar într-o accepțiune limitată, numai fazele de la specificarea datelor de intrare, până la afișarea rezultatelor sub formă grafică (cartografică) sau alfanumerică.

Ieșirile sistemului sunt folosite în acest caz de către alte sisteme informatice (de protecție a mediului, de management economic, militar etc.). Elementele unui SIG sunt grupate în: *hardware* (calculatorul electronic, rețeaua de calculatoare, perifericele obișnuite de intrare – ieșire și de memorare, perifericele specializate utilizate în special la culegerea datelor, rețelele de comunicații etc.); *software* (programele de sistem, programele de comunicații, programele de gestiune a datelor, programele ce asigură prelucrarea și validarea datelor culese, programele de analiză geografică etc.); *sursele și colecțiile de date și informații* cu produsele ce le conțin; metodele de culegere, validare, organizare, stocare, furnizare și utilizare a datelor și informațiilor sub diferite forme; *personalul* care proiectează, realizează și utilizează sistemul.

Sistemele se pot categorisi în multe moduri. După destinația produselor (ieșirilor), există sisteme informatice topografice, cadastrale, geologice, hidrologice, oceanografice, glaciologice, climatologice, silvice, de transport etc. Exemple de asemenea sisteme sunt în cuprinsul lucrării.

După domeniul geografic de acoperire cu date sistemul poate fi municipal, județean, regional, național, continental, intercontinental și global.

1.2.2 O definiție practică a unui sistem informatic geografic

Figura 1.5 ar trebui să fie citită printr-o frază, legând între ele cu relații traduse prin acțiuni toate blocurile componente ale sistemului, plecând de la componenta cea mai importantă, adică personalul (Nițu, C., 1992; Harmon, J. E., Anderson, S. J., 2003)

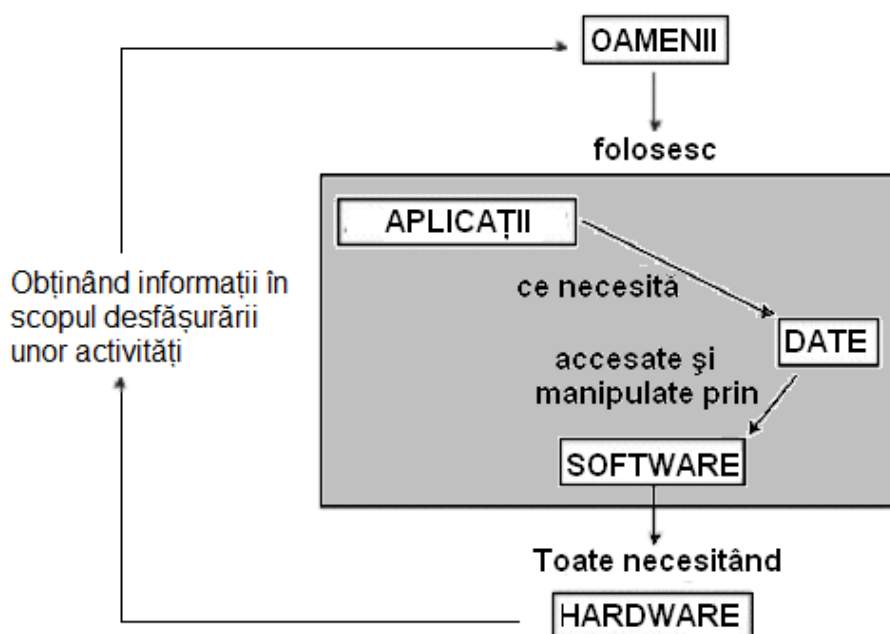


Figura 1.5: O nouă reprezentare a componentelor unui SIG

Oamenii constituie componenta cea mai importantă, cu toate că alții cred că datele. Sistemele informatice, geografice sau ne-geografice, pleacă de la nevoile oamenilor din organizații de a-și desfășura activitatea, a răspunde la întrebări și în general să interacționeze cu realitatea, cu oamenii și organizațiile. Un sistem informatic este realizat pentru a asigura activitatea, în timp mai scurt, așadar mai rapid, cu rezultate mai bune, mai consistente, de a furniza nivele superioare de încredere în ieșiri.

Procesul de proiectare și implementare a unui SIG începe cu oamenii și nevoile lor și se termină cu aplicațiile la dispoziția oamenilor care desfășoară activitatea. Întregul sistem există pentru a asigura sarcinile sau atribuțiile oamenilor.

Aplicațiile sunt pe locul următor în ierarhie, deoarece ele definesc activitățile care trebuie făcute. În organizații oamenii trebuie să creeze toate tipurile de rapoarte, să ia decizii și în general să aplice stilul personal de muncă. Aici rapoartele au forme deosebite. Unele aplicații sunt proceduri sau rutine și sunt repetate succesiv chiar zilnic, pe când altele sunt rulate la intervale regulate de timp; există și aplicații analitice specifice care ar putea fi rulate mai rar sau chiar doar o dată. Aplicațiile se pot învechi sau pot ieși din uz, ca și scopurile

organizației. În orice sistem informatic trebuie ca oamenii interesați să știe aplicațiile pe care sistemul le asigură.

Aplicațiile prelucrează date. Nu poate fi generată o hartă a unui traseu de deplasare fără tabelele de date necesare cu pozițiile succesive și cu datele referitoare la detaliile hărții. Aceste tabele aparțin bazei de date (posibil mai multor baze de date) și sistemul necesită software-ul de accesare a datelor, de gestiune și manipulare a acestor date, astfel încât aplicația să poată genera unul sau mai multe produse utile. Datele asigură funcționarea corectă și completă a aplicației și dacă nu ar exista software-ul pentru stocarea și regăsirea datelor, aplicația nu ar avea ce să prelucreze.

Înainte de anii 1970 au apărut **sistemele de gestiune a bazelor de date relaționale** (SGBDR sau RDBMS – **Relational Database Management Systems**) în afaceri și în administrație. O aplicație nu poate lucra cu date singulare nestocate într-o **bază de date** (BD), ci în fișiere specifice acestei aplicații și limbajului de programare folosit.

Iată de ce aceste date nu sunt mai importante decât software-ul. Triada este arătată în dreptunghiul umbrat din centrul figurii 1.3 – «aplicații-date-software» și reprezintă inima sistemului informatic. În mod ideal, triada ar trebui să lucreze comandată de oamenii ce cunosc tehnologia SIG (dacă aplicațiile sunt proiectate) și trebuie să fie destul de flexibile să lucreze indiferent de îmbunătățirile în hardware. De aceea este bine că hardware-ul, în permanentă evoluție, este în partea de jos, cea mai puțin importantă componentă a sistemului informatic. Orice componentă nouă hardware trebuie să permită rularea aplicațiilor de versiuni mai vechi, deja implementate.

1.3 Sisteme informatice geografice generale și dedicate

Tipul de SIG luat în considerație în lucrare este cel general, respectiv cel corporatist și cel de întreprindere (corporate or enterprise GIS). Un asemenea SIG general este proiectat pentru a satisface cerințele numeroșilor utilizatori din mai multe sectoare ale uneia sau mai multor organizații.

Cu toate că multe organizații au SIG în una sau mai multe secții, acestea au fost construite pentru a asigura cerințele doar ale acelor secții și pot fi puțin utile altor secții sau departamente. De exemplu, un departament de marketing poate avea un SIG pe un PC (desktop GIS) pentru a asigura activitatea proprie, pe când un departament de proiectare tehnică are un SIG centrat pe proiectarea asistată de calculator (CAD). Există multe duplicări ale datelor și puțină congruență a seturilor de date, duplicări ale aplicațiilor, o varietate în standardele de ieșiri ale sistemelor și în general o viziune neunitară a SIG și a funcțiilor acestuia.

Un SIG general al unei organizații este construit în jurul unei baze de date integrate care asigură funcțiile secțiilor sau departamentelor care au nevoie de procesare spațială sau chiar cartografiere. Această bază de date este motorul unui SIG general al organizației.

Într-un sistem bine proiectat, utilizatorii din departamentele unde SIG deja a existat vor interacționa cu SIG-ul în moduri nu mult diferite de cele cu sistemul vechi, particular. Noii utilizatorii vor interacționa cu sistemul prin aplicațiile proiectate și personalizate care folosesc datele centralizate (Nițu, C. 1999).

Un SIG general al organizației are câteva caracteristici:

- datele sunt standardizate și redundanța este redusă;

- integritatea bazei de date este maximizată (informațiile corecte, precise și actualizate permanent sau periodic din bazele de date se folosesc după reguli bine stabilite);
- segmentele de date singulare sunt grupate în baza de date (într-o organizație complexă există compartimente diferite cu sarcini și scopuri concrete, ce au nevoie de numeroase date comune și particulare);
- există o unanimitate în definirea ieșirilor;
- costurile informațiilor geografice sunt centralizate.

Nu e necesar ca dimensiunea și complexitatea BD să reprezinte același lucru. În administrația municipală, de exemplu, există un număr diferit de compartimente, uneori cu personal restrâns, cu sarcini distincte. Aici este nevoie de în SIG general, în concepția e-government.

Procesul de proiectare și implementare a unui SIG general este complex și poate dura unul sau mai mulți ani, în funcție de mărimea organizației și de volumul de date geografice care trebuie să fie culese și stocate, dar și de unele procese complexe de planificare (vezi tabelul 1.1).

Tabelul 1.1: Fazele procesului de proiectare și implementare

Fazele	Probleme centrale	Rezultate/ produse primare	Implicații	Scopuri secundare
Faze independente				
Evaluarea și analiza cerințelor	Cerințe de date geografice	Cerințe și propuneri de aplicații	Utilizatorii potențiali și șefii de compartimente	Construcția suportului la nivelele primar și mediu
Planificare generală	Asigurarea misiunii organizației	Plan general și calendar de activități principale	Echipa de management	
Planificare a implementării	Etape de implementare	Plan de implementare, calendar detaliat	Echipa de management	
Proiectare	Structura datelor și aplicațiile inițiale	Schema BD, dicționar de date, aplicații	Personalul tehnic	
Implementare	Popularea BD și aplicațiile inițiale	BD SIG și aplicații	Personalul tehnic și utilizatorii primari	
Proiect pilot	Locul și perioada de testare a sistemului	Date pentru proiectul pilot	Personalul tehnic și managerii selectați	Indicarea managementului personalizat de lucru
Faze continue succesive				
Dezvoltarea de aplicații	Completare aplicații, modernizarea unora	Aplicații, manuale actualizate de proceduri	Personalul tehnic și utilizatorii primari	Lămurirea utilizatorilor necalificați
Planificarea mentenanței	Mentenanța SIG	Plan de mentenanță date și alte componente	Personalul tehnic și managerii primari	Asigurarea suportului
Instruire	Personal de instruit, tipuri de instruire	Generală și pe aplicații	Personalul tehnic și utilizatorii calificați	Lămurirea utilizatorilor necalificați
Evaluare	După instruire și perioada de lucru	Raport de evaluare cu avantaje și dezavantaje	Toți utilizatorii	Lămurirea managerilor de top asupra avantajelor SIG

O bună înțelegere a fazelor de proiectare și implementare este făcută prin identificarea produselor fiecărei faze. Evaluarea cerințelor este destul de importantă și constituie cheia dezvoltării ulterioare a sistemului, fiind analizată într-un capitol distinct, inclusiv exemple.

Evaluarea cerințelor arată stadiul unde se află organizația; planul general, un document cu obiectivul principal de atins. Planul de implementare se întocmește uneori