

Inițiere în SIG
Curs universitar

Inițiere în SIG

Curs universitar



Tudor Castraveț Gherman Bejenaru Lucia Căpățînă Vitalie Dilan

Inițiere în SIG

Curs universitar

Chișinău 2013

CZU: 004.4:911(075.8)

Aprobată pentru editare de Senatul Universității de Stat din Tiraspol

Autori:

Tudor Castraveț, Universitatea de Stat din Tiraspol

Gherman Bejenaru, Universitatea de Stat din Tiraspol

Lucia Căpățînă, Universitatea de Stat din Tiraspol

Vitalie Dilan, Universitatea de Stat din Tiraspol

Recenzenți:

Vasile Grama, dr. conf., Universitatea Tehnica a Moldovei

Ion Mironov, dr. conf., Universitatea de Stat din Tiraspol

Paginare computerizată: **Andrei Ichim**

Copertă: **Radu Jechiu**

Această ediție a fost realizată în cadrul proiectului **TEMPUS 511322-2010-1-SE-TEMPUS-JPCR**, «Geographic information technology for sustainable development in Eastern neighbouring countries» (GIDEC).

Acest proiect a fost finanțat cu sprijinul Comisiei Europene. Această publicație reflectă numai punctul de vedere al autorilor și Comisia nu este responsabilă pentru eventuala utilizare a informațiilor pe care le conține.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții:

Inițiere în SIG : Curs universitar / Tudor Castraveț, Gherman Bejenaru, Lucia Căpățînă [et al.]. – Ch. : Artpoligraf, 2013. – 92 p.
Referințe bibliogr.: p. 89-91. – Apare cu sprijinul financiar al Comisie Europene. – 100 ex.
ISBN 978-9975-4401-7-2.

CUPRINS

	Introducere.....	6
Capitolul 1.	FUNDAMENTELE SIG	7
	1.1 Introducere în SIG	7
	1.2 Istoria Sistemelor Informaționale Geografice	12
	1.3 Bazele cartografice și geodezice	15
	1.4. Sistem de coordonate și de referință și proiecțiile cartografice adoptate în Republica Moldova.....	20
Capitolul 2.	DATELE UTILIZATE ÎN SIG	22
	2.1 Date și informații în SIG	22
	2.2 Reprezentarea spațiului.....	22
	2.3 Componentele informației geografice.....	24
	2.4 Structura pe verticală a informației geografice	25
	2.5 Modele de date geografice	25
	2.6 Surse de date geografice.....	32
	2.7 Formate de date	33
	2.8 Calitatea datelor geografice.....	35
	2.9 Baze de date.....	37
	2.10 Seturi de date gratuite.....	39
Capitolul 3.	PROCESELE DIN CADRUL SIG	41
	3.1 Analiza spațială	41
	D.2. Cele mai cunoscute metode de interpolare exacte	50
	E. Analiza suprafețelor	51
	3.2 Relații spațiale - topologie	51
Capitolul 4.	TEHNOLOGIA	54
	4.1 Sisteme de operare	54
	4.2 Programe SIG.....	57
	4.3 Programe Desktop GIS	59
Capitolul 5.	VIZUALIZAREA	65
	5.1 Variabile vizuale și percepția vizuală.....	65
	5.2 Harta ca instrument	66
	5.3 Elementele hărții	67
	5.4 Tipuri de hărți tematice	71
Capitolul 6.	ORGANIZAREA	73
	6.1 Organizarea unui SIG	73
	6.2 Infrastructuri de date spațiale	75
	6.3 Metadate și standarde.....	78
Capitolul 7.	APLICAREA	80
	7.1 Aree de aplicare a SIG	80
	7.2 Utilizarea SIG în analiza riscurilor	81
Capitolul 8.	GHID DE UTILIZARE GV SIG	83
	8.1 Introducere în gv SIG	83
	8.2. Setarea unor preferințe generale de utilizare a aplicației	83
	8.3. Crearea și configurarea unui nou spațiu de lucru	85
	8.4. Crearea, editarea, vizualizarea și simbolizarea datelor vectori.....	86
	8.5 Tabelul de atribute.....	88
	Bibliografie	89

CONTENTS

	Introduction.....	6
Chapter 1.	FUNDAMENTALS OF GIS.....	7
	1.1 Introduction to GIS.....	7
	1.2 History of Geographic Information Systems.....	12
	1.3 Cartographic and Geodetic bases.....	15
	1.4 Spatial Reference System and Cartographic Projections used in the Republic of Moldova.....	20
Chapter 2.	DATA USED WITH GIS.....	22
	2.1 Data versus Information.....	22
	2.2 Space representation.....	22
	2.3 Components of Geographic information.....	24
	2.4 Vertical structure of Geographic information.....	25
	2.5 Geo-data Models.....	25
	2.6 Geo-data Sources.....	32
	2.7 Geo-data Formats.....	33
	2.8 Data Quality.....	35
	2.9 Spatial Databases.....	37
	2.10 Free Datasets.....	39
Chapter 3.	PROCESSES WITHIN GIS.....	41
	3.1 Spatial Analysis.....	41
	3.2 Interpolation Methods.....	50
	3.3 Terrain Analysis.....	51
	3.4 Spatial relations - Topology.....	51
Chapter 4.	TECHNOLOGY.....	54
	4.1 Operating Systems.....	54
	4.2 GIS Software.....	57
	4.3 Desktop GIS.....	59
Chapter 5.	VIZUALIZATION.....	65
	5.1 Visual variables and perception.....	65
	5.2 Map as a Tool.....	66
	5.3 Map's Elements.....	67
	5.4 Thematic maps types.....	71
Chapter 6.	ORGANIZATION.....	73
	6.1 Organization of a GIS.....	75
	6.2 Spatial data infrastructures.....	78
	6.3 Metadata and Standards.....	80
Chapter 7.	APPLICATION.....	80
	7.1 Application areas.....	81
	7.2 GIS application in Risk Analysis.....	83
Chapter 8.	GVSIG USER GUIDE.....	83
	8.1 Introduction to gvSIG.....	83
	8.2 General application settings.....	83
	8.3 Project management.....	85
	8.4 Creating, Editing, Viewing and Symbolizing Vector data.....	86
	8.5 Attribute Tables.....	88
	References.....	89

INTRODUCERE

SIG/GIS este acronimul provenit de la **Sistem Informațional Geografic (Geographic Information System)**. Acest sistem este utilizat pentru **a crea, stoca, analiza și prelucra informație** distribuită spațial printr-un proces computerizat. Tehnologia GIS poate fi utilizată în diverse domenii științifice cum ar fi: *managementul resurselor, studii de impact asupra mediului, cartografie, planificarea rutelor etc.*

Specific unui SIG este *modul de organizare a informației gestionate*. Există două tipuri de informație: una **grafică** care indică repartiția spațială a elementelor studiate și alta sub formă de **bază de date** pentru a stoca attributele asociate acestor elemente (de ex. pentru o șosea - lungimea ei, lățimea, numărul benzilor, materialul de construcție etc.).

Informația grafică poate fi de două feluri: **raster** sau **vector**. Grafica raster este o modalitate de reprezentare a imaginilor în aplicații software (programe de calculator) sub forma de matrici de pixeli în timp ce grafica vectorială este o metoda de reprezentare a imaginilor cu ajutorul unor simple figuri geometrice (puncte, segmente (linii), poligoane), caracterizate de ecuații matematice. Specific sistemelor SIG este asocierea unui sistem de coordonate geografice matricii de pixeli (la imaginile raster) sau vectorilor - procedeul poartă numele de **georeferențiere**. Astfel unui obiect (reprezentat fie printr-o imagine, fie printr-un vector) îi este asociată o poziție unică în Sistemul Informațional Geografic corespunzătoare poziției geografice de pe glob.

Datorită informațiilor asociate graficii, Sistemele Informaționale Geografice beneficiază de toate oportunitățile de interogare pe care le oferă sistemele de **baze de date** și în plus pot oferi ușor analize orientate pe anumite zone geografice.

FUNDAMENTELE SIG

1.1 Introducere în SIG

Geomatica este un termen științific relativ nou, introdus de *Dubuisson* în 1969, cu intenția de a combina termenii de **geodezie și informatică**. Geomatica cuprinde *instrumente și tehnici* utilizate pentru *măsurarea suprafeței terestre, teledetecție, cartografiere, sisteme informaționale geografice, sisteme de navigare globală, fotogrametrie, geografie* ș.a. legate de procesele de creare a hărților. Termenul geomatica are ca sinonim alt termen, mai pe larg utilizat, cel de **tehnologii geospațiale**.

Geomatica este o disciplină nouă care se ocupă cu tehnicile și metodele de reprezentare și studiere informatizată a suprafeței Pământului și a entităților acesteia, deci o disciplină care se referă la toate domeniile care achiziționează, validează, stochează, prelucrează, analizează și distribuie date georeferențiate.

Numele său este compus din *geo*, care sugerează ideea de Pământ și date georeferențiate și *matica*, care sugerează prelucrarea automată a acestora cu ajutorul calculatorului. **Sistemele Informaționale Spațiale** sunt studiate în cadrul Geomaticii.

Geomatica are la bază disciplinele clasice care se ocupă cu modalitățile de măsurare, reprezentare și studiere a suprafeței Pământului ca: **geodezia, topografia, teledetecția, fotogrammetria, cartografia**, la care se adaugă metodele de lucru ale **geografiei cantitative** și ale **analizei spațiale**. Geomatica are raporturi strânse și cu celelalte discipline din familia științelor despre Pământ, și se leagă prin aria de aplicații de: **științele naturii, științele socio-umane și științele ingineresti**. Geomatica cuprinde, de asemenea, și o colecție de **metode geostatistice și statistice** care diversifică posibilitățile de prelucrare și analiză a datelor.

Geoinformatica este o disciplină subordonată geomaticii, căreia îi oferă mediul de lucru - *mediul informațional*, este o disciplină informațională specializată pentru abordarea bazelor de date spațiale (BDS).

Ea cuprinde o colecție de aplicații ale tehnologiei informaționale și are ca scop studierea suprafeței și subteranului Pământului și a entităților acesteia (structuri de date raster, vector și quadtree, tehnici de procesare a imaginilor, metode de interogare a bazelor de date). Geoinformatica se întemeiază și pe anumite metode computaționale care deservește baza de date spațială.

Înainte de a vorbi de un SIG/GIS (Sisteme Informaționale Geografice), ca despre un sistem informațional, trebuie să definim noțiunea de **sistem**. Sistemul reprezintă un ansamblu de elemente interconectate care acționează împreună în scopul realizării unui anumit obiectiv. Pentru a înțelege cum funcționează un sistem trebuie să avem în vedere 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 ușor de constatat și definit;
- **este un ansamblu** - orice sistem se compune din cel puțin 2 elemente distincte; fiecare din aceste componente are un rol definit în atingerea obiectivului sistemului;

- **interconexiunea** - pentru ca elementele componente (cel puțin 2) să poată conlucra, trebuie să fie legate între ele; legăturile dintre ele se numesc conexiuni; scopul acestei legături este transmis rezultatelor funcțiilor sale;
- **prelucrarea** – în orice sistem se realizează o anumită transformare a unui subiect oarecare (interior sau pătruns din exterior) supus prelucrării; aproape orice sistem primește ceva – informație sau energie - de la mediul exterior sistemului și transmite altceva mediului în care se găsește sistemul;
- **intrare/ieșire** - orice sistem are o intrare prin care primește semnale de la mediu și o ieșire prin care transmite semnale mediului, mediul fiind ceea ce nu aparține sistemului, sau în afara sistemului;
- **subsisteme** - orice element al unui sistem poate fi la rândul său sistem, situație în care îl denumim subsistem;
- **limitat** - orice sistem este în primul rând limitat în spațiu (are un început și sfârșit) și are limite în timp (orice sistem se naște, se dezvoltă, degradează și moare);
- **homeostaza** - reprezintă proprietatea unui sistem de a-și menține starea de funcționare în limitele atingerii obiectivelor sale (capacitatea sistemului) și de a-și modifica parametrii de funcționare.

Sisteme informaționale

Sistemele informaționale (SI) sunt alcătuite din sisteme de calcul împreună cu programele, metodele, normele și personalul specializat.

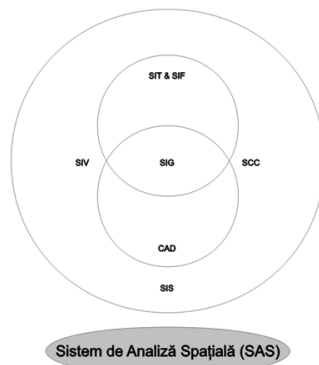
Sisteme informaționale spațiale (SIS)

Sistemele informaționale spațiale (SIS) au fost create pentru achiziționarea, prelucrarea și analiza informațiilor care privesc spațiul. Datele din cadrul SIS pot avea orice tip de coordonate spațiale.

În funcție de modul de prelevare a datelor și obiectivele principale, există 5 categorii majore în cadrul sistemelor informaționale spațiale:

1. **Proiectarea asistată de calculator** sau CAD (din engleză de la Computer-aided Design) - programe de calculator care pot asista inginerii, arhitecții, geodezii în activitatea lor de proiectare. Inițial aceste aplicații au fost create ca instrument de desenare cu calculatorul, instrument dorit să înlocuiască planșeta de desenare. În cursul timpului însă ele au fost dezvoltate mai departe pentru a ușura nu numai desenarea, dar și toată activitate de proiectare. Printre cele mai cunoscute sisteme CAD se găsesc: AutoCAD, Bricscad, DraftSight, FreeCAD, LibreCAD, MicroStation, QCad, VariCAD etc.
2. **Sistemele de cartografiere computerizată** (SCC) din Computer-Aided (Assisted) Mapping (CAM), înlocuiesc procedeele cartografierii clasice cu ajutorul simbolizării, clasificării și interogării automate. Harta tradițională este înlocuită cu harta digitală, care alcătuiește împreună cu elementele explicative o bază de date. Aceasta poate fi legată de un sistem de gestiune a bazei de date (SGBD), dar nu pot fi executate decât operațiile simple de interogare, regăsire, afișare și restituție. Un exemplu de SCC este MapInfo, care are un SGBD specializat pe date de cartografie tematică, o bună calitate a restituției cartografice, dar limitări în domeniul analizei spațiale.
3. **Sistemele informaționale de teledetecție** (SIT) și **Sistemele informaționale de fotogrametrie** (SIF). Teledetecția și fotogrammetria s-au dezvoltat mult în ultima vreme, ducând la apariția unor programe specializate de achiziție, procesare și export a informațiilor obținute în aceste domenii. Cele mai cunoscute sunt pachetele: PCI Geomatica, ERDAS IMAGINE, ENVI, Opticks, Orfeo Toolbox.

4. **Sistemele informaționale de vizualizare (SIV)** numite și viewere, sunt sisteme SIS care au ca obiectiv doar funcțiile de vizualizare și interogare a bazei de date spațiale. Ele sunt rezultatul unor adevărate SIS realizate de firme specializate pentru acele întreprinderi care nu au nevoie de toate funcțiile SIG, ci doar de cele menționate mai sus.
5. **Sistemele informaționale geografice (SIG)** se ocupă de cartografierea automată, inventarierea resurselor, analiza spațială și managementul activităților umane.



Figură 1: **Relația dintre SIG și celelalte Sisteme Informaționale Spațiale**

Un **sistem informațional geografic** este un ansamblu de subsisteme, destinat pentru culegerea, prelucrarea, integrarea, stocarea, extragerea, prezentarea și furnizarea datelor și informațiilor geografice. Ca subsisteme pot fi considerate echipamentele (în care rolul principal îl au calculatoarele electronice), programele, bazele de date și de cunoștințe, tehnologiile și personalul de proiectare, realizare și exploatare. Informația geografică este prezentată pe teme diferite, dar referite la un cadru geografic sau cartografic unitar. Fiecare temă este concretizată printr-un „strat” de date. Un sistem informațional geografic poate fi utilizat pentru realizarea de combinații ale relațiilor geografice ale diferitelor straturi de date și prezentarea unei hărți ca rezultat al analizei geografice. Temele individuale pot fi prezentate și separat. Exemple de sisteme SIG sunt: ArcGIS, GeoMedia Professional, Manifold, GRASS GIS, Quantum GIS, gvSIG etc. Adevăratele produse SIG se disting prin capacitatea lor de a efectua analize spațiale și modelări. Ultimele versiuni ale pachetelor SIG sunt capabile să importe și să prelucreze imagini satelitare și aerofotograme.

Definiții pentru SIG

După Săvulescu (1996): Un GIS este un ansamblu de persoane, echipamente, programe, metode și norme, având ca scop culegerea, validarea, stocarea, analiza și vizualizarea datelor geografice. ESRI: SIG este un instrument bazat pe calculator, pentru realizarea hărților și analiza lucrurilor care există și a evenimentelor care se petrec pe Pământ.

Tehnologia SIG combină operațiile uzuale de baze de date, precum și interogarea și analiza statistică, cu avantajele vizualizării unice și analizei geografice oferite de către hărți. Aceste calități diferențiază SIG-ul de alte sisteme informaționale, punându-l la dispoziția unui public larg și variat sau al firmelor particulare, în scopul explicării fenomenelor, predicției efectelor și planificării strategiilor.

Astfel, **SIG/GIS** reprezintă o colecție organizată compusă din: **hardware, software, date geografice și personal**, destinate: **achiziției, stocării (înregistrării), actualizării, prelucrării, analizei și afișării informațiilor geografice (spațiale)** în conformitate cu specificațiile unui domeniu.

Caracteristicile Sistemelor Informaționale Geografice (GIS):

- Tratarea informației ținând cont de localizarea ei spațială, geografică, în teritoriu prin coordonate;

- Presupun tratarea unitară într-o bază de date unică și neredundantă (redundanță = 1. surplus de informație menit să asigure exactitatea transmiterii unui mesaj; 2. supraabundență inutilă de expresii, cuvinte sau imagini în formularea unei idei.) a componentelor grafice, cartografice, topologice și tabelare;
- Includ o colecție de operatori spațiali care acționează asupra unei baze de date spațiale pentru a referi geografic informații reale. Un model de date GIS este complex pentru că trebuie să reprezinte și să interconecteze atât date grafice (hărți) cât și date tabelare (atribute); Sunt utilizate pentru a simula situații și evenimente reale.

SIG-ul necesită următoarele mijloace:

- Date de intrare provenind din hărți, fotografii aeriene, de la sateliți, relevee sau alte surse;
- Stocarea datelor, redarea și interogarea;
- Transformarea datelor, analiza și modelarea, incluzând statistica spațială;
- Expunerea datelor sub formă de hărți, rapoarte și planuri.

În legătură cu această definiție se impun câteva observații:

- SIG-ul este conectat la alte aplicații de baze de date, însă cu diferența importantă: **toate informațiile sunt legate de o referință spațială prin georeferențiere.**
- SIG integrează numeroase tehnologii, cum ar fi cele pentru analiza fotografiilor aeriene și a imaginilor furnizate de sateliți, pentru crearea modelelor statistice sau desenarea hărților.
- SIG-ul, cu tabloul său de funcții, ar trebui privit mai curând ca un proces decât doar ca un pachet de programe, altfel s-ar neglija tocmai rolul determinant pe care îl are în cadrul unui proces decizional.
- SIG nu este un simplu sistem care face hărți, deși poate crea hărți la diferite scări, în diferite proiecții și în diferite culori, ci un instrument de analiză, permițând identificarea relațiilor spațiale dintre componentele hărții. Un SIG nu stochează harta în sens convențional, nici nu stochează imagini sau vederi ale unui areal geografic, și nici alt fel de date pur și simplu. În schimb, un SIG înmagazinează date cu care se poate crea imaginea dorită, desenată, ca să servească unui anumit scop.

Discipline ce contribuie la fundamentarea SIG

Geografia - preocuparea ei este înțelegerea lumii și a locului pe care îl ocupă ființa umană în cadrul acesteia.

Cartografia - se ocupă cu reprezentarea informațiilor spațiale, cel mai frecvent sub forma hărților. Harta este un mod eficient pentru stocarea acestui tip de informații și pentru înțelegerea și analizarea acestora.

Teledetecția - furnizează informații colectate de sateliți sau avioane.

Fotogrametria - utilizează fotografii aeriene și tehnici speciale de obținere a informațiilor pe baza acestora.

Topografia - asigură precizia datelor legate de poziția terenurilor, clădirilor sau altor entități (acum se utilizează GPS - Global Positioning System).

Statistica - pune la dispoziție numeroase metode de construcție a modelelor de calcul sau de analiză a datelor. Statistica este importantă pentru înțelegerea erorilor și incertitudinilor în SIG.

Matematica - în special topologia, geometria și teoria grafurilor - care furnizează numeroase metode care pot fi exploatate în SIG.

Informatica aplicată - oferă metode și instrumente soft specifice.

Proiectarea asistată de calculator (Computer Aided Design - CAD) - furnizează programe ce pot fi utilizate de SIG în introducerea datelor, reprezentare, afișare și vizualizare.

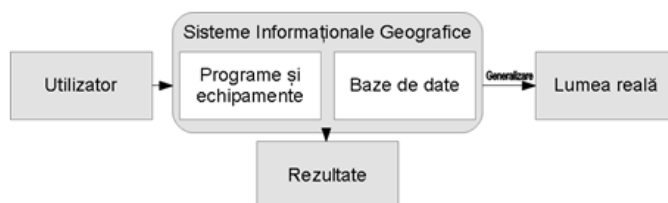
Grafica computerizată - asigură componente hardware și programe pentru afișarea obiectelor grafice ce facilitează vizualizarea în diverse moduri.

Sisteme de gestiune a bazelor de date (SGBD) - contribuie prin pachete de programe și metode la prelucrarea unor seturi foarte mari de date, necesare în cadrul multor aplicații SIG (cadastrale, recensământ, etc.).

Inteligența artificială - furnizează numeroase tehnici, utile în procesul decizional, cum ar fi în construirea sistemelor expert care să îl ajute pe utilizator în formularea unor întrebări care să necesite răspunsuri utile.

Organizarea unui Sistem Informațional Geografic

În alcătuirea unui Sistem Informațional Geografic intră: echipamentele informaționale, programele, bazele de date, baza de metode și modele și utilizatorul (personalul specializat).



Figură 2: **Organizarea unui SIG**

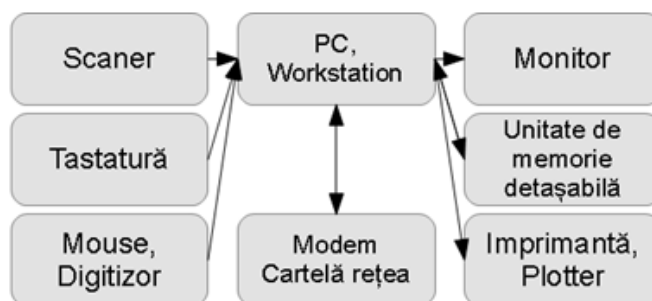
Componente hardware

Pentru prima etapă, cea de culegere a datelor, calculatorul este legat la câteva tipuri de dispozitive de colectare a datelor și de transformare în format digital:

- mouse și tastatură (în special pentru date nespățiale);
- digitizor (pentru operația de digitizare);
- scaner (pentru operația de scanare);
- unitate de disc mobil și modem (pentru preluarea de date digitale de pe alte calculatoare sau de pe rețea).

Pentru prezentarea rezultatelor finale, calculatorul este legat la:

- un monitor cu ecran mai mare (pentru vizualizarea hărților finale);
- un periferic (imprimantă sau plotter) care să permită desenarea hărților pe suport material (hârtie, folii transparente, hârtie fotografică);
- un inscriptor CD/DVD (pentru imprimarea rezultatelor pe un suport informațional);
- un modem (pentru transmiterea rezultatelor în rețea).
- Discul dur înmagazinează programele și baza de date.



Figură 3: **Principalele componente hardware ale SIG**

Componentele software

Un SIG cuprinde o sumă de programe grupate în module sau subsisteme. Independent de modul de organizare, un SIG complet trebuie să cuprindă următoarele componente software adaptate stocării și prelucrării datelor localizate geografic (Haidu, 1998):

- Sistem de intrare, editare, transformare, verificare, validare a datelor;
- Sistem de gestiune a bazei de date;
- Sistem de procesare analiză a imaginilor;
- Sistem de cartografie computerizată;
- Sistem de analiză statistică și spațială;
- Sistem de afișare și redare.

Există câteva pachete de programe dedicate SIG care sunt folosite de majoritatea utilizatorilor, precum și un număr mai mic de programe special realizate. Printre cele mai cunoscute, se pot aminti: ArcGIS, GRASS GIS, Quantum GIS, IDRISI, GeoMedia etc.

Baza de date

O bază de date spațială este alcătuită de fapt din:

- baza de date grafică.
- baza de date atribut.

În cadrul unor sisteme, cele două baze se integrează și formează o singură entitate, *harta digitală*, care este o colecție de simboluri grafice, la care se atașează o colecție de caracteristici (atribute) pentru fiecare obiect reprezentat pe hartă. Atât simbolurile grafice, cât și atributele asociate, sunt organizate în format numeric pentru a putea fi prelucrate de către calculator.

Personalul specializat

Pentru ca un colectiv creat pentru a lucra cu un SIG să aibă randament maxim, este necesară participarea specialiștilor din cel puțin patru domenii: **geografie cantitativă, analiză și programare, inginerie de sistem, proiectare**. În plus, în funcție de sursa datelor, în echipă ar putea să intre un specialist în geodezie-topografie și/sau teledetecție-fotogrammetrie. Este necesară, de asemenea, prezența unui specialist cu pregătire în domeniul utilizatorului: urbanism, geologie, protecția mediului, apărare, etc. O condiție esențială este pregătirea membrilor echipei în domeniul **analizei spațiale** și în general, în **utilizarea programelor SIG**.

Obiectivele fundamentale ale SIG

În principiu, un sistem informațional geografic trebuie să răspundă la următoarele întrebări de bază:

Care sunt însușirile obiectului?

Ce se află la ... (în ...)?

Unde este ...?

Ce structuri spațiale există ...?

Care sunt vecinătățile obiectului? sau în ce context spațial se află obiectul?

Ce s-a modificat de când ...?

Ce se va întâmpla sau cum va fi peste un număr de ani?

Ce ar fi dacă ...?

1.2 Istoria Sistemelor Informaționale Geografice

Informațiile documentare despre hărți ne arată că ele au existat încă dinaintea erei noastre la diferite populații antice, fiind realizate pe suporturi foarte variate. Conținutul acestor schițe se

referă la suprafețe restrânse și reprezintă diferite elemente ale cadrului natural ca rețeaua hidrografică, lacurile, pădurile etc.

Primele hărți propriu-zise apar la grecii antici. Cea dintâi hartă grecească a fost construită de *Anaximandru din Milet* și cuprinde lumea cunoscută a timpului său, înconjurată de Okeanos, în ipoteza Pământului plan.

Cele mai remarcabile rezultate cartografice în antichitate au fost construirea primului glob geografic de către *Crates* din Mallos și imaginarea primelor sisteme de proiecție de către *Hiparh* (sec. II î.e.n.) și *Ptolemeu* (sec. II e. n.).

Romanii n-au îmbogățit cu nimic baza teoretică a reprezentărilor cartografice, chiar dacă au întocmit și ei hărți numite *itinerarii*, necesare în războaiele lor de expansiune. O astfel de hartă este *Tabula Peutingeriana*.

În Evul Mediu, dezvoltarea comerțului atrage după sine întocmirea hărților legate de necesitățile practice. Astfel se construiesc hărți marine de către italieni, cunoscute sub numele de *portulane*, care se refereau de obicei la bazinul unei singure mări.

Secolul al XVI-lea se caracterizează printr-o fructuoasă și valoroasă activitate cartografică, cei mai importanți reprezentanți ai acestei perioade fiind *Mercator* și *Ortelius*. Mercator publică în anul 1578 un prim atlas de hărți geografice după hărțile lui Ptolemeu, dar reconstituite și corectate de el. La întocmirea hărților, utilizează proiecția cartografică și propune mai multe proiecții, dintre care una pentru navigație, care îi poartă numele, fiind folosită și în prezent.

Sec. al XVII-lea este cunoscut prin apariția unor atlase, care pe lângă hărțile respective conțineau și texte.

Din secolul al XVIII-lea merită amintită activitatea de întocmire a hărților la scări mijlocii și mari. Prima hartă topografică este harta Franței a lui *Cassini* la scara 1:86.400.

În anul 1871 are loc primul Congres de geografie, unde se pune problema alegerii meridianului de origine (a primului meridian), probleme rezolvată în 1884 la o conferință special convocată la Washington, când s-a ales ca meridian de origine - meridianul observatorului de la Greenwich.

La sf. sec. al XIX-lea (1891), la Congresul de la Berna, pentru unificarea hărților topografice naționale într-o hartă internațională s-a adoptat propunerea lui *A. Penck* de a construi o hartă a globului la scara 1:1.000.000. În 1899 s-a hotărât întocmirea unei hărți batimetrice a Oceanului Planetar la scara 1:10.000.000 care a apărut în 1904.

Între cele două războaie mondiale s-au realizat diferite tipuri de hărți și atlase. Opera cartografică de importanță mondială a acestei perioade este Marele Atlas Sovietic al Lumii.

După al II-lea război mondial, dezvoltarea cartografiei este în plină ascensiune, se continuă cu întocmirea atlaselor naționale, a hărților topografice pentru noile state apărute, apariția unor dicționare poliglote, organizarea unor conferințe internaționale de cartografie, etc.

După etapele „aproximărilor dimensionale, geometrizării geografiei” și „aplicării metodelor statistice în geografie”, anii 1960 marchează debutul **etapei informatizării cartografiei**. Această etapă se identifică cu **debutul SIG**, ea fiind condiționată de perfecționarea rapidă a calculatoarelor.

Volumul imens de informații cu care operează cartografia și-a găsit pentru prima dată posibilitățile de a fi valorificat și validat prin SIG. Primii pași au fost marcați prin constituirea **bazelor de date**, care ulterior au putut fi utilizate și de către alți beneficiari.

Un pas înainte în informatizarea cartografiei l-a constituit realizarea **atlaselor electronice**, care pot conține pe lângă informațiile unei baze de date tradiționale, și informație sub formă grafică (hărți generale, hărți tematice, cartograme, blocdiagrame, cartodiagrame, profile, etc.). Atlasele electronice prezintă avantajul modificării rapide a informației conținute sub formă grafică de la un eveniment sau fenomen geografic prezent la unul viitor.

La sfârșitul anilor '50 și începutul anilor '60, apare *a doua generație de calculatoare*, cu posibilități de prelucrare crescute, care încep să fie utilizate în noi domenii. Acum sunt realizate primele aplicații în domeniul *meteorologiei, geologiei și geofizicii*, însă tehnologiile de imprimare inadecvate duc la produse grafice rudimentare. În Europa și în America de Nord, se întreprind studii

demografice, de urbanism, transport sau distribuire a resurselor naturale în care se apelează la utilizarea calculatoarelor electronice.

Actul de naștere al Sistemului Informațional Geografic este semnat de abia în 1962, în America, care deține supremația de necontestat pe piața informaticii. Termenul SIG apare în denumirea unui proiect, când Roger Tomlinson reușește să convingă guvernul canadian să finanțeze un proiect denumit „Sistemul Informațional Geografic Canadian”. La baza acestuia se află un alt proiect al Ministerului Agriculturii, care dorea la vremea aceea un recensământ al terenurilor agricole, dar și posibilitatea de utilizare a acestuia pentru a produce diverse hărți tematice care ar fi ajutat evidențierea zonelor sensibile, distribuirea subvențiilor, etc.

Ideile noi pe care le aduce Sistemul Informațional Geografic Canadian și care se mențin până astăzi în SIG-urile moderne:

Utilizarea scanării unor suprafețe cu o mare densitate de obiecte - hărțile sunt retipărite în acest scop printr-un proces asemănător digitizării.

Vectorizarea imaginilor scanate.

Partiționarea geografică a datelor pe straturi tematice.

Utilizarea sistemului de coordonate absolut pentru întreg teritoriul, cu o precizie ajustabilă la rezoluția datelor.

Precizia numerică poate fi setată de administratorul sistemului și schimbată de la un strat la altul.

Separarea datelor în fișiere atribut și fișiere de locații.

Conceptul de tabel de atribute.

În 1965, la Harvard University Graduate School of Design se înființează, sub conducerea lui Howard Fisher, un laborator numit „Laboratory for Computer Graphics” (Laborator pentru grafica pe calculator), laborator care este un reper important în scurta istorie a SIG.

În paralel, William Warntz organizează cercetarea în geografie teoretică și în domeniul teoriei suprafețelor, macro-geografiei fenomenelor sociale și economice și teoriei locului central.

Câțiva studenți care au lucrat în perioada respectivă în cadrul laboratorului au înființat mai târziu companii cu activitate de pionierat în domeniul SIG, și care se situează și în prezent pe primele locuri în acest domeniu: **Jack Dangermond**, fondatorul companiei ESRI (Environmental Systems Research Institute), creată în 1969 și cunoscută pentru pachetul de programe ARC/INFO - ArcGIS; **David Sinton** de la Intergraph; **Lawrie Jordan** și **Bruce Rado**, de la ERDAS.

Primul pachet comercial de programe destinate Sistemelor Informaționale Geografice, denumit *ARC/INFO*, este prezentat publicului în 1981 și este produs de ESRI. ARC/INFO are două componente: un Sistem de Gestiune a Bazei de Date denumit „Info” și un modul de grafică vectorială „Arc”. Programul permite „atașarea” înregistrărilor alfanumerice gestionate de SGBD la informația grafică.

Carl Steinitz (1993), propune o împărțire pe etape a dezvoltării Sistemelor Informaționale Geografice:

Prima etapă, cea a anilor ‘60, este caracterizată prin începerea utilizării calculatoarelor pentru operații, care se efectuau până atunci manual, mai ales în domeniul cartografiei. Capacitățile de analiză a informației erau primitive și erau de obicei posibil de executat și manual.

A doua etapă, de la sfârșitul anilor ‘60 până la mijlocul anilor ‘70, se caracterizează prin îmbunătățirea posibilităților de analiză a datelor. Se pot efectua astfel analize în care se combină tehnici statistice și cartografice, apar metode complexe de analiză spațială și se pot afișa informații sub alte forme decât cea a hărților plane. Cresc aplicațiile practice ale SIG, în special pentru studiile de impact asupra mediului și de administrație publică. Crește de asemenea, acceptarea noilor tehnologii și utilizarea lor profesională, în special în domeniul proiectelor de mare amploare.

A treia etapă, la mijlocul anilor '70, e caracterizată de interacțiunea cu alte discipline și profesii, în special din domeniul științific și ingineresc. Acum este identificată necesitatea de a concepe modele mai perfecționate și este conștientizat rolul informației în luarea deciziilor.

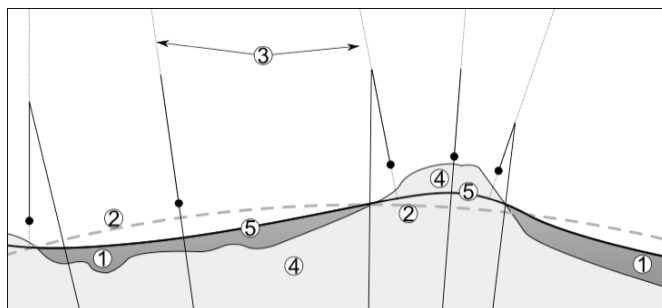
Etapa a patra, de la sfârșitul anilor '70 până la mijlocul anilor '80, este caracterizată de apariția calculatoarelor personale accesibile ca preț și a programelor cu o interfață utilizator din ce în ce mai prietenoasă. Se creează premisele utilizării descentralizate a calculatoare și a prelucrării distribuite în rețele locale. Apare și o mai largă acceptare a noilor tehnologii.

A cincea etapă se caracterizează prin 2 curenți contradictorii: pe de o parte, o creștere a activității de cercetare fundamentală în domeniul SIG și a asistării procesului de luare de decizie, pe de altă parte, a crescut viteza și capacitatea calculatoarelor, a scăzut prețul lor și au apărut îmbunătățiri semnificative în efectuarea algoritmilor de prelucrare a imaginilor, ceea ce a permis creșterea ponderii teledetecției ca sursă de date pentru SIG. Flexibilitatea mai ridicată a programelor a permis aplicarea SIG într-un domeniu mai larg, de către utilizatori fără o experiență îndelungată.

1.3 Bazele cartografice și geodezice

Forma și dimensiunile Pământului

Studierea formei și dimensiunilor Pământului constituie una din preocupările de bază ale **geodeziei**. Pământul este un corp semirigid, cu o structură neomogenă și este supus continuu acțiunii unor forțe interne și externe, care a condus la configurația neregulată a suprafeței topografice ce prezintă înălțimi și adâncimi, față de nivelul mărilor, de până la 10-11 km.



Figură 4: **Geoidul și elipsoidul**

(1 – nivelul oceanului, 2 - elipsoidul, 3 - verticala locului, 4 – nivelul uscatului, 5 - geoidul)

Forma generală a Pământului nu se încadrează în niciuna din formele geometrice cunoscute cu care a fost aproximată (sferă, elipsoid), fapt ce a condus la noțiunea de **geoid**, proprie numai Pământului. Geoidul este suprafața echipotențială care coincide cu suprafața liniștită a mărilor și oceanelor, prelungită imaginar pe sub continente (fig. 4) și este perpendiculară, în oricare punct al ei, pe direcția verticalei locului.

Geoidul nu are o suprafață matematică, deci nu poate fi definit geometric. Totuși corpul geometric care aproximează cel mai bine geoidul este **elipsoidul de rotație** cu turtire mică la poli, obținut prin rotirea unei elipse în jurul axei sale mici. Geometric, elipsoidul de rotație poate fi definit prin doi dintre parametrii menționați mai jos, dintre care unul trebuie să fie liniar (fig. 5):

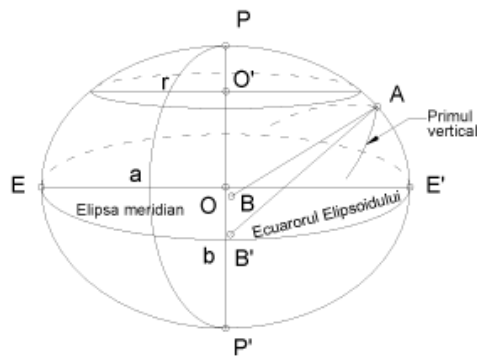
$a = OE = OE'$ - semiaxa mare;

E' - diametrul ecuatorului;

P - axa de rotație;

$b = OP = OP'$ - semiaxa mică;

$r = O'C$ - raza unui cerc mic;
 $AB = M$ - raza meridianului (raza mică de curbură);
 $AB' = N$ - raza primului vertical (raza mare de curbură);
 $\alpha = \frac{a - b}{a} = \text{turtirea};$
 $a^2 - b \cdot E = \text{excentricitatea liniară};$
 $\frac{E}{a^2} = e^2$ - prima excentricitate;
 $\frac{E}{a^2} = e'^2$ - a doua excentricitate;
 $C = \frac{a^2}{b}$ - raza de curbură polară.



Figură 5: **Elipsoid de referință**

Diferitele poziții ale elipsei în rotație se numesc meridiane. Raza de curbură a elipsei meridian într-un punct oarecare **A** se notează cu **M**. Un plan perpendicular pe elipsa meridian, într-un punct **A**, poartă numele de prim vertical (conține verticala locului) și va intersecta suprafața elipsoidului după o curbă de rază **N** – raza de curbură a primului vertical. Cercul mare (ecuatorial) este de rază **a** și cercurile mici (paralele) sunt de rază **r**.

Suprafețe de referință

Măsurătorile geodezice de orice fel se execută pe suprafața fizică, definită de formele de relief, iar prelucrarea lor se face pe o suprafață matematică, denumită *suprafață de referință*.

Suprafețe de nivel global – geoidul

Asupra unui punct de pe suprafața Pământului acționează permanent două forțe: o forță de atracție (F_1) îndreptată spre centrul de masă al Pământului și o forță centrifugă (F_2) dirijată spre exterior, a cărei direcție este perpendiculară pe axa de rotație a Pământului. Forța centrifugă are valoarea maximă la ecuator și minimă la poli.

Rezultanta (G) celor două forțe la care se adaugă atracția Lunii, Soarelui și a planetelor este gravitația, dirijată pe direcția verticalei locului. Valoarea forței de gravitație este dată de expresia:

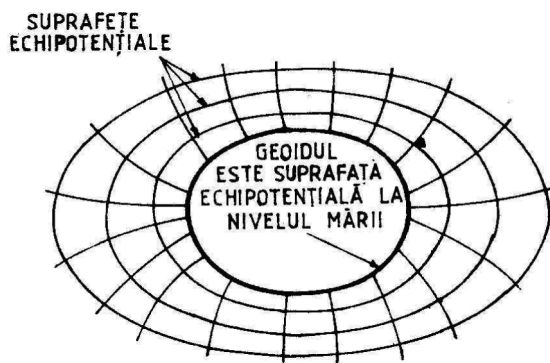
$$G = m \times g,$$

unde g este accelerația greutateii.

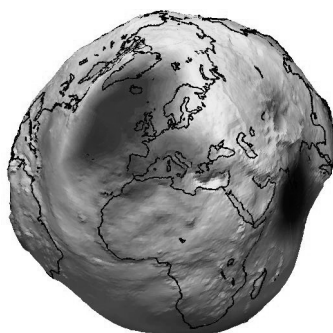
Dacă se consideră masa corpului atras egală cu unitatea ($m=1$), gravitația G este numeric egală cu accelerația sa, fapt ce conduce la folosirea denumirii de gravitație și pentru accelerația greutateii. Axa verticală a oricărui aparat de măsurare coincide cu direcția forței de gravitație.

Suprafața construită astfel încât să fie perpendiculară în orice punct al ei pe direcția verticalei se numește *suprafața de nivel* (fig. 6) sau *suprafață echipotențială*. Din infinitatea suprafețelor de nivel care pot fi construite, pentru geodezie prezintă interes *geoidul*, definit ca suprafața de **nivel zero**. Fiind o suprafață complicată, greu de definit matematic, geoidul nu poate fi utilizat ca suprafață

de referință pentru scopuri geodezice practice. El constituie însă referință pentru măsurătorile de altitudini.



Figură 6: **Suprafețe echipotențiale, geoidul**



Figură 7: **Reprezentarea undulațiilor geoidului**

Elipsoidul de referință

Elipsoidul de rotație cu turtire mică este suprafața de referință ce poate fi definită matematic și corespunde cel mai bine formei generale a Pământului. Un punct P de pe suprafața topografică se proiectează pe suprafața elipsoidului ducând perpendiculara la suprafața elipsoidului prin punctul respectiv, care poartă numele de *normală la elipsoid*. În orice punct de pe suprafața Pământului, direcția normalei nu coincide cu direcția verticalei, cele două direcții formând un unghi numit *unghi de deviație a verticalei*.

Elipsoidul adoptat ca suprafață de referință se orientează în corpul Pământului prin metode astronomice, astfel încât axa de rotație a acestuia să fie paralelă cu axa de rotație a Pământului, iar planul ecuatorului elipsoidal să fie paralel cu planul ecuatorului terestru.

Tabel 1: **Parametrii geometrici ai unor elipsoizi de referință**

Denumire	Anul determinării	Semiaxa		Turtirea
		Mare (m)	Mică (m)	
Bessel	1811	6377397,115	6356079	1:299,1
Clarke	1880	6378243	6356515	1:293,5
Helmert	1906	6378140	6356758	1:298,3
Hayford	1909	6378388	6356912	1:297
Krasovski	1940	6378245	6356863	1:298,3
SGR-1967 (sist. geod. de referință)	1967	6378160	6356774,504	1:298,2
WGS-72 (sist. geod. mondial)	1972	6378135	6356750,520	1:298,26
SGR-1980	1980	6378137	6356752,298	1:298,3
WGS-1984	1984	6378137	6356752,314	1:298,3

Pentru suprafețe mici și pentru anumite calcule geografice simplificate, elipsoidul de referință poate fi înlocuit printr-o sferă a cărei rază (R) este egală cu media geometrică a valorilor razei de curbură (M) a elipsei meridiene și razei de curbură (N) a primului vertical:

$$R = (MN)^{\frac{1}{2}}$$

Această suprafață de referință este des folosită în calculele geodezice, dar mai ales în cele geografice.

Planul de proiecție

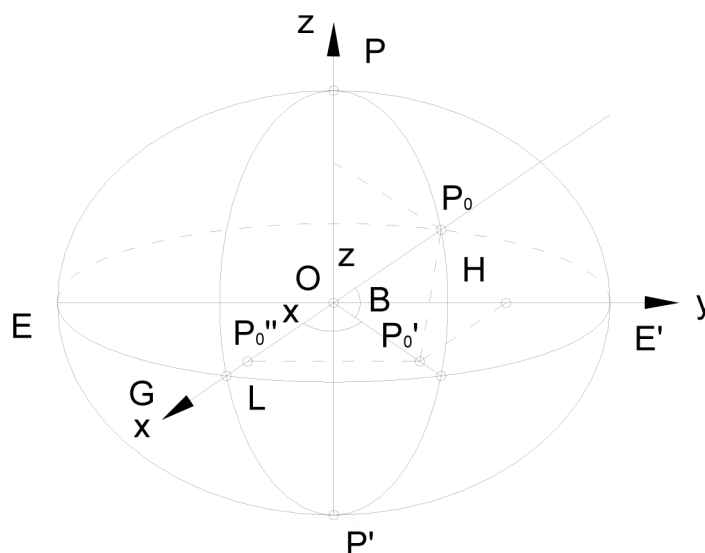
În cartografie reprezentarea hărții se face pe un plan de proiecție sau pe o altă *suprafață desfășurabilă* în plan. În rețelele de triangulație de îndesire numărul punctelor este foarte mare și nu se mai pot folosi comod calculele pe elipsoid sau pe sfera de rază medie, fiind necesar să se treacă la o suprafață plană, prin adoptarea unui anumit **sistem de proiecție cartografică**.

Sisteme de coordonate

În geodezie sunt folosite ca sisteme de referință, sistemele globale de coordonate și sisteme locale de coordonate. Din prima categorie fac parte: sistemele de coordonate spațiale **carteziene** (rectangulare rectilinii) și sisteme de coordonate **geografice** elipsoidice.

Sistemul de coordonate rectangulare rectilinii ($OXYZ$).

Reprezintă un sistem general de coordonate, cunoscut din matematică. Originea sistemului se consideră în centrul geometric al elipsoidului, axa OZ fiind dispusă după axa polilor P' .



Figură 8: Sistemul de coordonate

Axa OX este pe direcția liniei de intersecție dintre planul ecuatorului și planul meridianului de origine (Greenwich), iar axa OY se află în planul ecuatorului și este perpendiculară pe planul XOZ . În acest mod poziția unui punct P_0 , de pe suprafața elipsoidului de referință, este determinată prin cele trei coordonate:

$$x = OP_0''; \quad y = P_0'P_0''; \quad z = P_0P'$$

Dacă originea sistemului se află în centrul de masă O_0 al Pământului, iar P_0O_0 este verticala locului, coordonatele punctelor P_0 vor fi în sistem **global cartezian ecuatorial** denumit **geocentric** ($OXYZ$), (fig. 8).

Sisteme de coordonate geografice elipsoidice (BLH).

Este un sistem global de referință, cu ajutorul căruia poziția unui punct oarecare P_0 este determinată în raport cu planul meridianului de origine (PGP') și planul ecuatorial (EGE'), (fig. 8).

B = latitudinea punctului P_0 , adică unghiul dintre normala P_0O la suprafața elipsoidului de referință și proiecția ei în planul ecuatorului: ia valori de la 0° la 90° și poate fi nordică sau sudică.

- L = longitudinea punctului P_0 , adică unghiul diedru dintre planul meridianului de origine Greenwich și planul meridianului punctului P_0 , ia valori de la 0° la \pm este un sistem unitar de coordonate pentru întreg elipsoidul și permite o serie de simplificări în rezolvarea problemelor geodezice;
- liniile de coordonate B și L pe suprafața elipsoidului, sunt chiar liniile cele mai simple și importante, adică meridiane și paralele;
- se definește cu ajutorul normalelor la suprafața elipsoidului de referință adoptat, ceea ce este important pentru determinarea deviațiilor verticalelor geoidului față de normalele corespunzătoare elipsoidice.

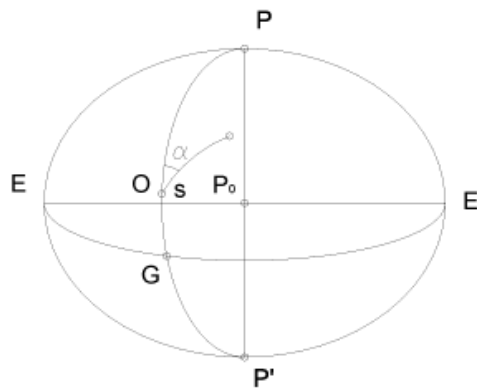
Coordonatele geografice elipsoidale (B, L) se deosebesc de coordonatele utilizate în astronomie (φ, λ), deoarece acestea din urmă se referă la suprafața geoidului.

Sisteme de coordonate geodezice polare

Este un sistem de coordonate local, în care poziția unui punct oarecare P_0 , situat pe suprafața elipsoidului de referință, este bine determinată, dacă se cunosc valorile unghiului α și a distanței s și originea O .

$S = OP_0$ - linia geodezică de la punctul P_0 la un punct origine O , considerat pe meridianul de origine (punctul O poate fi chiar pe ecuator);

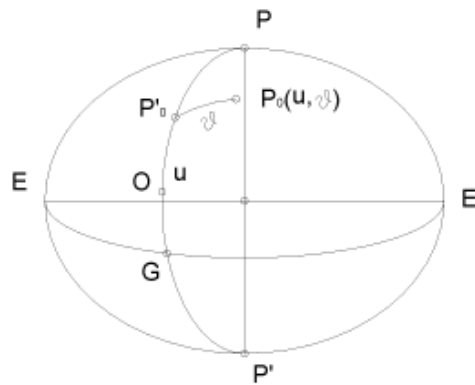
α - unghiul pe care îl face linia geodezică OP_0 cu meridianul de origine.



Figură 9: Sisteme de coordonate geodezice polare

Sistemul coordonatelor geodezice ortogonale

Este un sistem de coordonate local, în care poziția unui punct oarecare P_0 , aparținând suprafeței elipsoidului de referință este bine determinată, dacă sunt cunoscute distanțele geodezice u și v .



Figură 10: Sistemul de coordonate geodezice ortogonale

$P_0'O = u$ - distanța geodezică ce se măsoară pe meridianul arbitrar ales, de la punctul de origine O până la punctul P_0' . Punctul P_0' de pe meridian este chiar piciorul perpendicularei duse din P_0 pe meridian.

$P_0P'_0 = v$ - linia geodezică determinată de normala la meridianul ales.

Punctul O poate fi situat și în planul ecuatorului ($O \equiv G$).

Sistemele de altitudini

Pentru determinarea altitudinilor punctelor de pe suprafața terestră este necesar să se stabilească o suprafață de referință și un punct fundamental.

Determinarea diferenței de altitudine ΔH dintre două puncte se realizează măsurând, succesiv, diferențele de altitudine ΔH_i ($i=1, 2, \dots$) dintre două puncte apropiate, dispuse pe un traseu stabilit. Datorită neparalelismului suprafețelor de nivel, suma diferențelor de altitudine măsurate în teren nu va fi egală, de regulă, cu diferența altitudinilor punctelor AB:

$$\sum \Delta h_i \neq \Delta H_{AB}$$

Pentru a realiza egalitatea în relația de mai sus, valorilor rezultate din măsurători $\Delta h^{mas} \neq \Delta H_{AB}$ li se aplică o corecție δh funcție de gravitație. În raport de modul cum se determină valoarea gravitației cu care se calculează corecția δh , se deosebesc trei sisteme de altitudini: dinamice, normale, ortometrice.

1.4. Sistemul de coordonate și de referință și proiecțiile cartografice adoptate în Republica Moldova

Sistemul de coordonate și de referință adoptat în Republica Moldova este reglementat prin Regulamentul cu privire la trecerea la sistemele de coordonate global și de referință și la noile proiecții cartografice, elaborat în conformitate cu Hotărârea Guvernului Republicii Moldova № 48 din 19.01.2001 „Cu privire la aprobarea Regulamentului despre Rețeaua Geodezică Națională”.

Astfel, în calitate de sistem de coordonate global se adoptă sistemul geodezic WGS84 (World Geodezic System 1984) cu următorii parametri:

Elipsoidul: WGS 84;

Semi-axa mare a elipsoidului: = 6.378.137,0 m;

Turtirea elipsoidului: $f = 1:298,257.223.563$;

În scopul cartografierii la scară mică, coordonatele rectangulare plane x (N), y (E) se calculează în Proiecția Universală Transversală Mercator - UTM (Universal Transversal Mercator) în fuse de șase grade.

Meridianele axiale ale fuselor de șase grade sunt meridianele cu longitudinea de 27 și 33 grade și coeficientul de scară $k = 0,9996$. Originea coordonatelor în fiecare zonă este intersecția meridianului axial cu ecuatorul.

Drept valoare a ordonatei pe meridianul axial se ia mărimea de 500.000 m.

În scopul executării ridicărilor topografice și cadastrale la scara 1:10.000 și mai mare, coordonatele rectangulare plane x (N), y (E) se calculează în Proiecția Transversală Mercator - TM cu următorii parametri:

Longitudinea geodezică a meridianului axial: $L_0 = 28,24$;

Coeficientul de scară pe meridianul axial: $k_0 = 0,99994$;

Abscisa convențională: $x_0 = - 5.000.000$ m;

Ordonată convențională: $y_0 = 200.000$ m.

Pentru comoditatea utilizării proiecției cu parametrii menționați aceasta se numește Proiecția Transversală Mercator pentru Moldova (TMM).

Ca sistem de referință se determină sistemul geodezic de referință european ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) cu următorii parametri:

Elipsoidul: GRS;

Semi-axa mare a elipsoidului: $= 6.378.137,0$ m;

Turtirea elipsoidului: $f = 1:298,257.222.101$;

Sistemul de coordonate cu parametrii menționați în proiecția TMM cu coordonatele punctelor Rețelei Geodezice Naționale determinate prin măsurări GPS în campania 1999 este denumit MOLDREF 99.



DATELE UTILIZATE ÎN SIG

2.1 Date și informații în SIG

Un element specific Sistemelor informaționale geografice este lucrul cu *elementele grafice*. Pentru a înțelege modul în care un SIG operează cu datele grafice este necesară definirea principalelor noțiuni ale tehnologiilor SIG: *entități spațiale, diferența între date și informații, spațiul în care operează acestea, modul precum și sistemele de reprezentare a entităților spațiale*.

Entități spațiale

O entitate spațială este acel obiect sau fenomen al lumii reale care nu este divizibil în obiecte sau fenomene de același tip. Este principala purtătoare de informație. Caracteristicile unei entități spațiale sunt:

- apartenența la o anumită clasă de entități;
- atributele sale;
- relațiile spațiale cu alte entități spațiale.

Date și informații în SIG

„Datele sunt fapte reprezentate prin valori, cifre și litere sau simboluri ce poartă o anumită semnificație într-un anumit context” - Everest (1987). Informația este „o dată care a primit semnificație” - Săvulescu (1996).

Este necesară distincția dintre *date* și *informații*: datele sunt **reprezentări codate ale informației**, în timp ce informația rezultă din date și este utilă pentru rezolvarea problemelor.

Datele geografice (spațiale) sunt mai complexe decât alte tipuri de date deoarece trebuie să conțină informații despre poziția și atributele obiectelor, precum și conexiunile dintre acestea. Pentru aceasta, ele se raportează la o referință prin care le este descrisă poziția pe globul pământesc, deci necesită existența unor *sisteme de referențiere spațială*.

Componentele datei geografice

Sunt în număr de patru:

Poziția - exprimă poziția entității față de sistemul de referință terestru și este exprimată de regulă prin coordonatele geografice;

Atributele - descriu anumite caracteristici ale entităților geografice (cantitative și calitative);

Relațiile spațiale - conțin informații despre poziția relativă față de alte entități, deci despre topologie;

Timp - momentul în care a fost culeasă data.

2.2 Reprezentarea spațiului

Reprezentarea spațiului presupune pe de o parte capacitatea de a reda fidel elementele sistemului de referință spațial: *elipsoizi, sisteme de coordonate și sisteme de proiecție cartografică*, iar pe de alta, capacitatea de a reprezenta caracteristicile spațiale ale obiectelor și proceselor lumii

reale: *poziții, mărimi, forme, distanțe, unghiuri*. Modul în care se realizează aceste obiective depinde de viziunea Sistemului Informațional Geografic asupra spațiului. Principalele viziuni asupra spațiului sunt: *spațiul euclidian, spațiul cartezian, spațiul fractal, spațiul peanian, spațiul teseral și spațiul topologic*.

Spațiul euclidian

În acest spațiu, cu excepția cercului, toate obiectele din plan sunt delimitate prin segmente de dreaptă; orice obiect apare sub forma unui poligon. Orice obiect din acest spațiu este independent, fără să aibă legătură geometrică cu obiecte vecine. În spațiul euclidian, distanța cea mai scurtă dintre două puncte este linia dreaptă, numită distanța euclidiană sau distanța metrică.

Spațiul cartezian

Are la bază sistemul cartezian de axe tridimensionale (x,y,z) cu ajutorul cărora orice obiect poate fi precis localizat. Conceptul de spațiu cartezian constituie baza măsurătorilor și reprezentărilor suprafeței terestre. În acest scop, s-au fixat anumite puncte de reper - punctele geodezice. În SIG, localizarea obiectelor geografice nepunctuale se face printr-un șir de coordonate care fixează poziția și geometria entităților spațiale utilizate.

Spațiul fractal

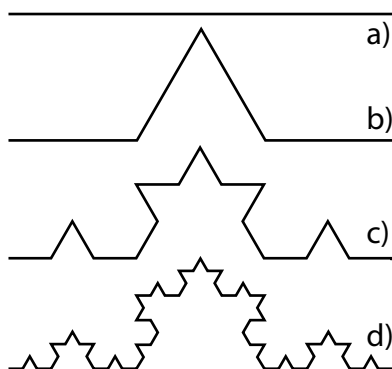
Limitele unui obiect se consideră a fi reprezentate printr-o infinitate de segmente mici, a căror dimensiune tinde către zero. În acest caz lungimile liniilor neregulate, spre deosebire de liniile drepte, depind de scara hărții. Dacă scara crește - crește și lungimea liniei neregulate. Acest lucru poate conduce la evidențierea unor aspecte ca efect al scării de reprezentare. De exemplu:

la o scară foarte mică, o localitate apare sub formă de punct;

odată cu creșterea scării, apare ca un poligon;

dacă scara crește și mai mult, se pot distinge trama stradală și clădirile.

Fractalii ajută, de asemenea, la perceperea corectă a limitelor. Distanțele citite pe hartă cresc logaritmice cu mărirea scării de proporție, deoarece astfel se pot detalia elemente de conținut și pot apărea altele noi.



Spațiul peanian

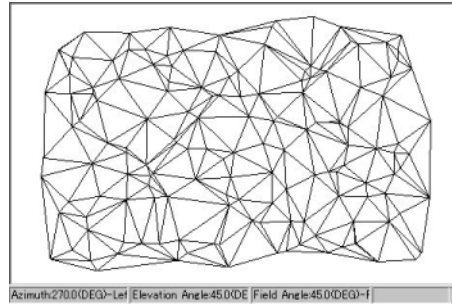
În această concepție:

- punctul este văzut ca un mic pătrat ale cărui laturi tind către zero;
- linia dreaptă are și o doua dimensiune, lățimea, care tinde spre zero;
- linia curbă arată ca o succesiune de trepte a căror înălțime tinde spre zero;
- în viziunea tridimensională, linia curbă este o spaghetă cu secțiunea care tinde spre zero;
- spațiul capătă caracteristici extensionale; un punct care este un pătrat cu laturile tinzând spre 0, se poate divide în 4 puncte mai mici.

Viziunea peaniană reprezintă un mod de reprezentare discretă a spațiului exprimată prin entități (celule) de suprafață (sau pixeli; voxeli – pentru reprezentări 3D) - **spațiu rasterizat**.

Spațiul tesimal

Acest tip de spațiu are la bază forme geometrice regulate (pătrat, triunghi echilateral, hexagon, etc.) sau neregulate, care se constituie într-o rețea, repetându-se la infinit. Spațiile teserale neregulate au la bază triunghiul sau poligonul neregulat. Spațiul tesimal bazat pe triunghiuri neregulate este foarte utilizat în SIG - în geodezie și în reprezentarea reliefului, prin rețeaua de triangulație neregulată.



Spațiul topologic

Topologia studiază caracteristicile geometrice ale obiectelor independent de sistemul de coordonate în care se află. Conceptul topologic consideră că relațiile între obiectele din spațiu sunt mult mai importante decât forma acestora. Spațiul de tip topologic implică probleme de vecinătate, precum și identificarea structurilor de tipul *grafurilor*. Topologia unui spațiu euclidian îmbină atât aspectele care privesc *localizarea precisă a obiectelor geografice prin coordonate*, cât și *relațiile dintre ele*.

2.3 Componentele informației geografice

A înțelege informația geografică este vital pentru a putea obține informația necesară de incorporat sistemelor informaționale geografice. În general, putem deosebi două componente principale ale acesteia: componenta spațială și componenta tematică.

Componenta spațială face referire la poziția într-un sistem de referință stabilit. Această componentă ne permite să calificăm informația ca fiind geografică. Ea răspunde la întrebarea „unde?”. Componenta tematică, pe de altă parte, răspunde la întrebare „ce?”, fiind legată de cea spațială.

În timp ce componenta spațială va fi, în general, o valoare numerică, componenta tematică poate fi de diferite tipuri: *numerică* (nominală, ordinală, interval, raport), *alfanumerică*. Tipul variabilei condiționează operațiile care vor putea fi realizate asupra datelor geografice.

Un concept de reținut în legătură cu componentele informației geografice este **dimensiunea**. Numărul de dimensiuni valabile este cuprins între 0D (punct adimensional) și 3D.



Figură 11: Dimensiunile datelor geografice

Punct (0D)

Linie (1D)

Poligon (2D)

Relief (2,5D)

Poliedru (3D)

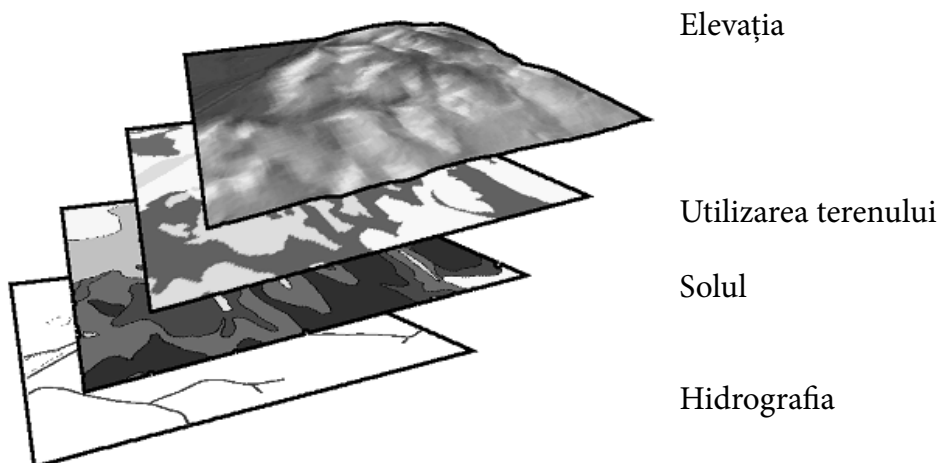
Pentru ultimul model, un aspect important este **continuitatea** – capacitatea variabilei de a deține toate valorile unui interval definit. Temperatura, presiunea sau elevația sunt valori continue.

2.4 Structura pe verticală a informației geografice

Strat de date

Dacă informația e prea complexă, este organizată în straturi distincte tematic, numite layer-e, referențiate în mod identic. Legătura lor primară este dată de poziția lor în spațiu. Stratele conțin informații asupra fiecărei entități spațiale conținute în model: poziția geografică, relațiile spațiale, atributele, informațiile temporale.

Primele două sunt informații grafice, celelalte non-grafice. Datele non-grafice pot fi de natură cantitativă și/sau calitativă și pot conține erori datorate generalizării. De obicei, datele grafice și cele non-grafice sunt separate din punct de vedere al sistemului de gestiune. Informațiile se leagă prin identificatori (chei de identificare).



Figură 12: Conceptul de „strat” de informație geografică

2.5 Modele de date geografice

Datele geografice reprezintă coordonatele unor puncte spațiale și atribute non-spațiale măsurate în anumite momente de timp. Pe un calculator numeric stocarea datelor se face sub formă de coduri numerice. Reprezentarea internă a unei hărți se face în două sisteme: *sistemul vector* și *sistemul raster*.

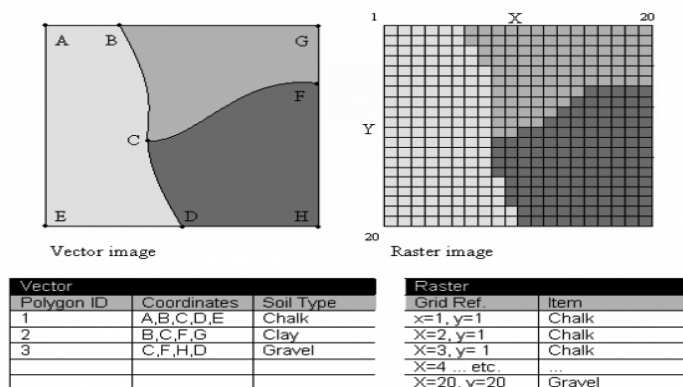
În sistemul vector harta este construită, în mare, din puncte și linii, fiecare punct și extremitățile liniilor fiind definite prin perechi de coordonate (x, y) . Acestea pot forma *arce*, *suprafețe* sau *volum* (în cazul în care se mai atașează încă o coordonată z). Caracteristicile geografice sunt exprimate prin aceste entități: o fântână va fi un punct, un punct geodezic va fi de asemenea un punct; un râu va fi un arc, un drum va fi de asemenea un arc; un lac va fi un poligon dar și o suprafață împădurită va fi un poligon.

În sistemul raster, imaginile sunt construite din celule numite pixeli. *Pixelul*, sau unitatea de imagine, este cel mai mic element de pe o suprafață de afișare, căruia i se poate atribui în mod independent o intensitate sau o culoare. Fiecărui pixel i se va atribui un număr care va fi asociat cu o culoare. Entitățile grafice sunt construite din mulțimi/matrici de pixeli. Un drum va fi reprezentat de o succesiune de pixeli de o aceeași valoare; o suprafață împădurită va fi identificată tot prin valoarea pixelilor care o conțin. Între cele două sisteme există diferențe privind modul de stocare, manipulare și afișare a datelor. În figura 13 sunt reprezentate, într-un mod simplificat, cele două sisteme de reprezentare ale aceleiași realități.

Ambele sisteme au avantaje și dezavantaje. *Principalul avantaj* al sistemului vector față de cel raster este faptul că memorarea datelor este mai eficientă. În acest sistem doar coordonatele care

descriu trăsăturile caracteristice ale imaginii trebuie codificate. Se folosește de regulă în realizarea hărților la scară mare.

În sistemul raster fiecare pixel din imagine trebuie codificat. Diferența între capacitatea de memorare nu este semnificativă pentru imagini mici, dar pentru cele mari ea devine foarte importantă. Grafica raster se utilizează atunci când este necesar să integrăm hărți tematice cu date preluate prin teledetecție.

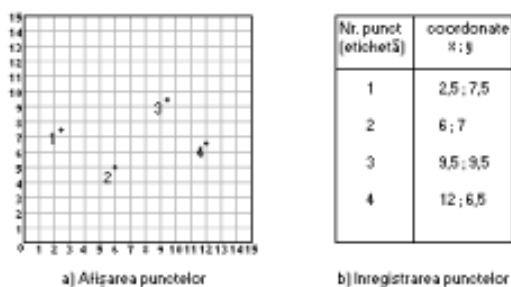


Figură 13: Reprezentarea vector și raster a aceluiași areal

Sistemul vector

Sistemul vector se bazează pe *primitive grafice*. Primitiva grafică este cel mai mic element reprezentabil grafic utilizat la crearea și stocarea unei imaginii vectoriale și recunoscut ca atare de sistem. Sistemul vectorial se bazează pe cinci primitive grafice: **punctul**, **arcul** (sau linia ce unește punctele), **nodul** (punct care marchează capetele unui arc sau care se află la contactul dintre arce), **poligonul** (arie delimitată de arce), **corpul** (volum determinat de suprafețe).

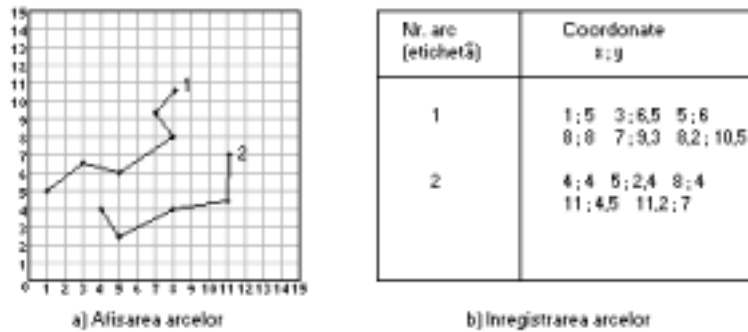
Obiectele cartografice simple sunt alcătuite din primitive. Obiecte cartografice mai complexe precum și obiectele geografice sunt obținute din combinarea obiectelor simple.



Figură 14: Reprezentarea grafică a punctelor

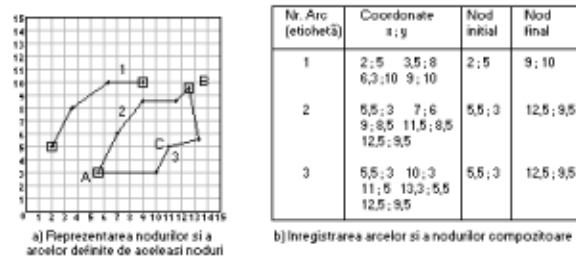
Punctul este unitatea elementară în geometrie sau în captarea fotogrametrică. Nu trebuie confundat cu *celula* din reprezentarea raster, deoarece el nu are *nici suprafață nici dimensiune*. El reprezintă o poziționare în spațiu cu 2 sau 3 dimensiuni. În figura 14 este redat modul de afișare al punctelor.

Arcul este o succesiune de legături între o succesiune de puncte. Este o entitate dublă, el fiind format din una sau mai multe joncțiuni, ele însele reunind două puncte sau mai multe puncte. De cele mai multe ori joncțiunea este o dreaptă. Astfel, un arc este, în general, o linie frântă ce unește direct două puncte ale parcursului. În figura 15 sunt reprezentate două arce. Arcul este o entitate de bază în modelele vectoriale și este asociat cu entitatea nod.



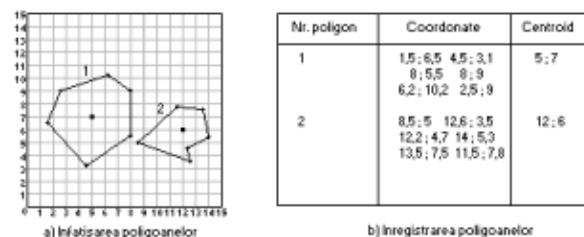
Figură 15: Reprezentarea grafică a arcelor fără specificarea nodurilor

Nodul este definit ca o extremitate de arc și nu trebuie confundat cu conceptul de punct abordat mai sus. Un arc este obligatoriu mărginit de un nod de origine și un nod destinație. Nodurile indică sensul de parcurgere al arcului. În figura 16 se arată o reprezentare posibilă a unor arce în care s-au identificat nodurile.



Figură 16: Reprezentarea grafică a arcelor cu specificarea nodurilor

Poligonul este delimitat de un parcurs de arce, ele însele fiind conectate de noduri definite. Unui poligon îi este atașat în mod obligatoriu un nod izolat, numit centroid. Acest nod privilegiat permite construirea suprafețelor în jurul lui, până la limitele formate de arcele întâlnite. În figura 17 sunt redată două poligoane fără a se specifica proprietățile lor topologice. Combinații de poligoane formează suprafețe bidimensionale sau tridimensionale.



Figură 17: Reprezentarea grafică a poligoanelor

Anumite pachete de programe oferă posibilitatea de a lua în considerare, de a calcula și de a reprezenta **volume** simple. Ele aproximează cu o precizie suficientă volumele de pe hărțile reprezentate în trei dimensiuni (3D). Reprezentarea uzuală a unei suprafețe în 3D se face prin diferite tehnici cum ar fi izoliniile, TIN etc.

Modele vectoriale

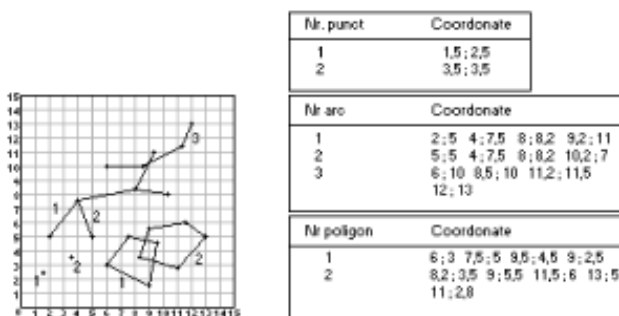
Modelul este o reprezentare convențională a structurilor de date într-un context precizat, în care se identifică natura datelor (primitivele grafice), operatorii care acționează asupra structu-

rilor de date, precum și restricțiile impuse pentru menținerea corectitudinii datelor (reguli de integritate).

Sistemul de reprezentare vector a generat mai multe modele, dintre care vom prezenta trei, ele fiind și cele mai importante și cele mai reprezentative:

- 1) *modelul spaghetă* - care utilizează numai primitivele punct și arc;
- 2) *modelul topologic de rețea* - care adaugă la spaghetă primitiva nod;
- 3) *modelul topologic de suprafață* - care la precedentul adaugă primitiva poligon.

Modelul spaghetă este un model relativ simplu privitor la gestiunea geometriei obiectelor, având ca scop principal de a le desena. Acest model utilizează primele două primitive menționate: punctul și arcul. În acest model, poligonul este un rezultat al închiderii unui arc și nu este privit ca o primitivă grafică, deci nerecunoscut ca atare.



Figură 18: Model vectorial de tip spaghetă

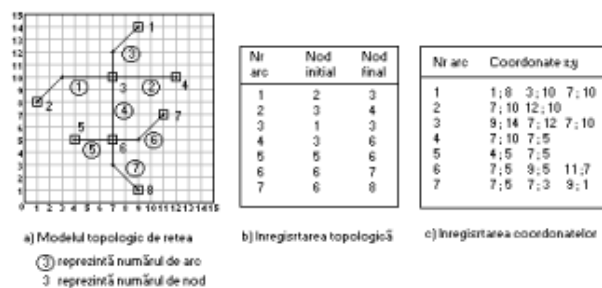
Neajunsuri ale modelului spaghetă:

- poligoanele se pot suprapune;
- pot apare linii dublate;
- fiecare poligon poate fi descris în mod independent de celelalte poligoane prin arcul care îl delimitează, mai precis el este recunoscut prin arcul închis care formează conturul său.

În figura 18 sunt înfățișate câteva situații posibile în cazul modelului spaghetă care pot crea probleme în gestiunea datelor spațiale. În general fișierele .dxf (AutoCAD DXF (Drawing Interchange Format, sau Drawing Exchange Format) este un format de date CAD dezvoltat de compania Autodesk pentru a permite interoperabilitatea soft-ului AutoCAD cu alte programe) sunt de tip spaghetă. Ele pot fi citite și afișate de produsele SIG, dar nu și prelucrate. Pentru a putea fi prelucrate acestea trebuie să supuse unor operații de conversie, rezultatul fiind un fișier propriu al produsului SIG respectiv.

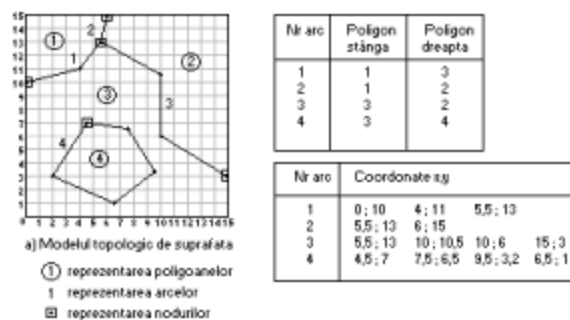
Următoarele două modele se numesc *modele topologice*. Termenul a fost împrumutat din matematică. Topologia studiază poziția relativă a obiectelor independente de forma lor exactă, de localizarea lor topografică și de mărimea lor. Astfel liniile pot fi conectate, suprafețele pot fi adiacente etc. Cu alte cuvinte topologia exprimă relația spațială dintre primitivele grafice. De exemplu topologia unui arc include definiția nodului de origine și a nodului de destinație (în cazul modelului topologic de rețea) și respectiv a poligonului din stânga și dreapta (în cazul modelului topologic de suprafață). Datele redundante (coordonatele) sunt eliminate deoarece un arc poate reprezenta o linie sau numai o parte din ea. Altfel spus este vorba de o localizare fără coordonate. Existența relațiilor topologice permite o analiză geografică mai eficientă.

Modelul topologic de rețea adaugă modelului spaghetă entitatea numită nod. Există noduri izolate, independente de rețeaua de conexiuni, precum și noduri legate. Un arc are obligatoriu un nod-origine și un nod-destinație. Pe traseul unui arc pot exista mai multe noduri, acestea însă aparțin numai la un singur. Se utilizează cu precădere în hărțile ce reprezintă distribuții într-o rețea (rețele de transport). În figura 19 avem un exemplu de codificare topologică de rețea.



Figură 19: Modelul topologic de rețea

Modelul topologic de suprafață este cel mai complet. El adaugă modelului topologic de rețea poligoanele delimitate la stânga și la dreapta fiecărui arc. În plus suprafața este construită obligatoriu în jurul unui nod izolat, care nu aparține parcursului arcelor.



Figură 20: Modelul topologic de suprafață

Apariția suprafeței induce două asociații suplimentare: un arc are obligatoriu un singur poligon la stânga și un singur poligon la dreapta. Invers, un poligon este situat, fie la stânga, fie la dreapta unui arc sau a mai multor arce. În figura 20 avem un caz posibil de hartă vectorială în codificarea topologică de suprafață.

Avantajele utilizării acestui model sunt:

- are o reprezentare bună a structurii de date fenomenologice;
- structură de date compactă;
- topologie ușor de realizat;
- grafică superioară;
- posibilitatea regăsirii, actualizării, și generării datelor spațiale și atributelor.

Dezavantajele utilizării acestui model sunt:

- structură de date complexă;
- combinare dificilă a straturilor tematice;
- simulare dificilă deoarece fiecare entitate are propria sa topologie;
- afișarea și plotarea pot fi costisitoare mai ales atunci când se urmărește o calitate înaltă;
- tehnicile utilizate sunt mai costisitoare.

Sistemul raster

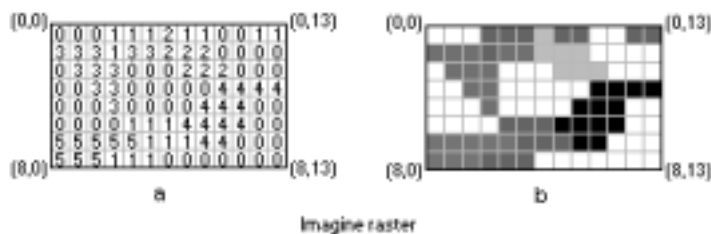
Sistemul raster generează un singur model numit *model raster*, sau *model matricial*. Acesta este compus din celule mici de formă pătrată sau dreptunghiulară, având o suprafață de regulă egală cu rezoluția sistemului.

În general sistemul raster este un mare consumator de resurse. Astfel, o imagine format A4 (210x297 mm), reprezintă, cu o rezoluție a unei imprimante laser, aproximativ 9 milioane de celule (300 dpi = 12 puncte/mm și 12x12 = 144 puncte/mm² și 144x210x297=8.981.280).

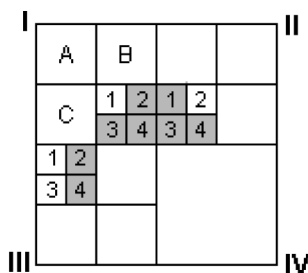
Modelul raster este simplu, el conținând două entități: **celula** și **imaginea**. Este important de notat că o celulă nu are decât o singură valoare și că această valoare este *valabilă pe toată suprafața celulei*, chiar dacă în procesul de actualizare sunt disponibile informații mai fine. Poziția ei este definită prin **număr de linie** și **număr de coloană** într-o imagine și numai una. Este clar că în această entitate nu intră obiectele geografice. Acestea din urmă nu pot fi recunoscute decât după tema imaginii și valoarea de atribut a fiecărei celule. O imagine presupune una sau mai multe celule. Fiecare imagine este definită de **tema** sa și de **un număr de imagine**. Teritoriul care conține această imagine este definit de coordonate și de extremități (extindere spațială). Aceste caracteristici conțin și unitatea de măsură și atributul fiecărei celule.

În figura 21 avem o hartă raster în care pixelii sunt reprezentați prin numere. Aceste numere se convertesc la o afișare pe un monitor, în culori. Aceasta este așa-numita *reprezentare logică* a hărții. Un pixel este definit de un număr de linie și un număr de coloană. Spre deosebire de modelele vector în care originea este în stânga jos, aici originea este în stânga sus (0, 0). În figura 22 avem o matrice de celule de 8 linii pe 13 coloane. Aceasta se materializează printr-un fișier care va conține numerele respective. Numărătoarea celulelor merge de la stânga la dreapta și de sus în jos. Înregistrarea fizică a imaginii este o singură coloană lungă de numere formată, în cazul dat din: 0,0,0,1,1,1,2,1,1,0,0,1,1,3,3,3,1,3,3,2,2... Aceste numere pot fi reprezentate intern prin biți numere întregi sau numere reale.

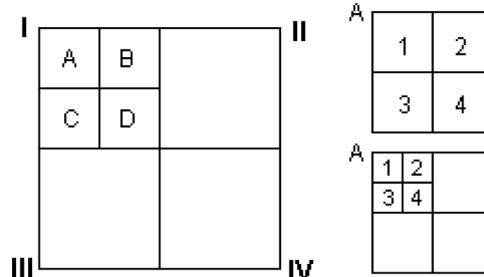
Reprezentarea unui număr pe un (octet) byte implică 8 biți și deci 256 (2⁸) de posibilități; în cazul numerelor întregi avem gama -32.768 până la 32.767, adică 65.435 variante și sunt necesari 2 octeți (byte); pentru cazul real avem un domeniu vast cuprins între -10³⁸ și +10³⁸, cu o precizie de 7 cifre semnificative, pe 4 octeți (byte). De cele mai multe ori este suficientă o reprezentare internă pe un byte (situație întâlnită și la imaginile satelitare). Însă anumite prelucrări asupra hărților conduce la necesitatea reprezentării în numere reale. Numărul de byte utilizați în reprezentare, va decide volumul ocupat pe disc.



Figură 21: Modelul raster înfățișat ca o matrice de numere



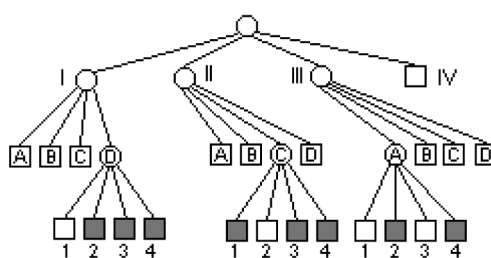
Figură 22: Împărțirea în cadrante



Figură 23: Structura quad-tree

Se observă că o succesiune de numere este cu totul neeconomică. În consecință s-a adoptat un sistem de reprezentare „împachetat” de genul: 3,0,3,1,1,2,2,1,2, 0,2,1,3,3... care semnifică 3 valori de 0, 3 de 1, o valoare de 2 ș.a.m.d. În acest mod avem o economie importantă dacă valorile se repetă mult în secvență.

O altă metodă mai eficientă de stocare a datelor raster este cea bazată pe structura ierarhică cunoscută sub numele de *quad-tree*. Principiul este următorul: imaginea este împărțită în patru, rezultând patru dreptunghiuri sau pătrate mai mici (pe care le vom numi cadrante), fiecare cadranț se împarte din nou în patru. În momentul în care un cadranț are o aceeași valoare pe întreaga suprafață, descompunerea este oprită pe această ramură, ea continuând pentru cadrantele care prezintă valori diferite ale pixelilor. Pentru imagini cu valori diferite ale pixelilor, structura este similară, doar că este mai complexă. Această metodă de stocare este eficientă când imaginea conține suprafețe mari de o aceeași valoare. Imaginea raster va fi asociată cu un tabel de pointere care localizează cadranțul din cadrul descompunerii și un tabel de indici care arată de câte ori a fost împărțit cadranțul.



Figură 24: Structura arborescentă quad-tree

Fișierul imagine poate fi stocat în format ASCII (American Standard Code for Information Interchange - Codul Standard American pentru Schimbul de Informații), binar, binar împachetat, quad-tree, sau într-o codificare proprie. Formatul ASCII nu este cel mai economic, dar prezintă avantajul că poate fi vizualizat și modificat cu un editor de text simplu. Formatul binar este, de obicei, formatul standard de lucru cu fișierele imagine. Formatul binar împachetat este un format special de compresie pentru fișiere binare întregi sau byte. Se utilizează, de regulă, pentru economisirea spațiului pe disc.

Avantajele acestui model sunt:

- structură de date simplă;
- suprapunerea și combinarea straturilor este mai ușor de realizat;
- simplitatea, care este legată de posibilitatea de efectuare a analizei spațiale;
- facilitează realizarea simulărilor deoarece fiecare entitate spațială are aceeași mărime și formă;
- reprezentarea grafică se face fără prelucrări suplimentare.

Dezavantajele acestui model sunt:

- este un mare consumator de memorie, trebuie păstrate valori pentru fiecare celulă;
- nu este util pentru reprezentări ale elementelor de tip liniar (exemplu: drumuri), sau la o rezoluție mare; la $r=100$ m o casă nu mai poate fi reprezentată;
- calitatea prezentării datelor grafice este inferioară.

2.6 Surse de date geografice

Principalele probleme legate de introducerea unui SIG sunt cele referitoare la **crearea și întreținerea 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. Odată realizată baza de date, trebuie avute în vedere costurile substanțiale pentru actualizarea bazei de date.

Modalități de achiziție a datelor spațiale grafice

Datele spațiale provin din:

- hărți digitale deja existente;
- hărți analogice care urmează a fi scanate, digitizate/vectorizate;
- date din ridicări topografice;
- date din măsurători fotogrammetrice;
- date din măsurători de teledetecție;
- date din măsurători cu GPS.

Hărțile digitale

După digitizare o hartă devine o bază de date spațială, la scara 1:1. Informația spațială cuprinsă poate fi transformată cu ajutorul funcțiilor unui SIG, funcții ce permit printarea sau plotarea la orice scară și în orice proiecție.

Hărți analogice

Sunt hărțile obișnuite, desenate pe material plastic sau pe hârtie. Acestea, pentru a forma o bază de date accesibilă calculatorului, trebuie digitizate. Acest proces de digitizare constă în transformarea fiecărui punct de pe harta analogică, prin intermediul unui program, într-o pereche de coordonate (x, y). Toate aceste perechi de coordonate formează fișierele de tip vectorial ce generează straturile de elemente fie de tip punct, linie sau poligon.

Date provenite din ridicări topografice

Aceste date se obțin utilizând instrumente de măsurat specifice (teodolite, nivele, stații totale) cadastrului, topografiei, topografiei inginerești, măsurătorilor subterane.

Date din măsurători fotogrametrice

Fotogrametria este o tehnică de determinare exactă a formelor, dimensiunilor și poziției în spațiu a detaliilor fixe sau mobile din teren cu ajutorul fotogramelor. Fotogrametria este utilizată pentru a realiza rapid schimbările esențiale ale configurației terenului, întocmirea hărților, a planurilor suprafețelor etc.

Date din măsurători de teledetecție

Teledetecția se ocupă cu achiziționarea de informații calitative și cantitative asupra obiectelor și fenomenelor din mediul înconjurător pe baza unor măsurători efectuate de la distanță față de obiecte, dar și cu prelucrarea geometrică și radiometrică a acestor înregistrări, analiza și extragerea de informații din imaginile digitale. Achiziția presupune o sursă de energie, un mediu de transmisie, o interacțiune cu materia, un senzor ce primește semnalul propagat prin mediul de transmisie, și răspunsul senzorului ce este înregistrat în timp real, apoi prelucrat și analizat în scopul recunoașterii caracteristicilor fizico-chimice ale obiectului.

Date din măsurători GPS

Termenul Global Navigation Satellite System (GNSS) a fost introdus pentru a desemna toate sistemele de navigație bazate pe sateliți. În timp s-a impus diferențierea între GNSS-1, compus din

Global Positioning System (GPS) (sistemul de navigație al Departamentului de Apărare al Statelor Unite ale Americii), GLONASS (sistemul de navigație al Departamentului de Apărare al Federației Ruse) și EGNOS (sistemul de navigație European) și viitorul GNSS-2 care va fi compus din GPS, GLONASS, GALILEO și EGNOS.

NAVSTAR GPS beneficiază de o constelație de cel puțin 24 de sateliți care transmit semnale precise cu ajutorul cărora se pot determina locația, viteza, direcția și timpul unui receptor GNSS.

GLONASS reprezintă sistemul de navigație satelitară dezvoltat de Federația Rusă, fiind întreținut și coordonat în prezent de Forțele Aeriene Ruse. Acest sistem este atât o alternativă cât și o completare a NAVSTAR GPS și a sistemului GALILEO.

GALILEO reprezintă un sistem de navigație (GNSS) implementat de către Uniunea Europeană și Agenția Spațială Europeană, sistem ce ar trebui să fie funcțional până în anul 2013.

Alte sisteme de navigație GNSS care sunt implementate sau în curs de implementare sunt:

- Beidou (Compass) Navigation System reprezintă un proiect al Chinei care dorește realizarea unui sistem de navigație independent.

- Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) reprezintă un sistem de navigație autonom dezvoltat de către Indian Space Research Organisation.

- Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) reprezintă un sistem de poziționare local compus din trei sateliți propus de către Japonia.

Metodele avansate GPS permit măsurători de latitudine, longitudine și altitudine, determinate într-o perioadă relativ scurtă de timp cu acuratețea (precizia) de ordinul centimetrilor. O aplicație practică a metodelor GPS ar putea fi folosită atunci când în teren au survenit modificări în zone inaccesibile, iar hărțile digitale deținute nu includ aceste modificări. Astfel cu ajutorul GPS-lui se pot face rapid aceste măsurători, se poate crea topologia cu ajutorul unor programe speciale pentru a fi recunoscute de un GIS și apoi se pot implementa în acesta pentru a fi prelucrate mai departe.

Modalități de achiziție a datelor textuale/atribut

Sursele sunt în general eterogene și pot proveni din:

- baze de date deja create și administrate cu ajutorul unui SGBD;
- anuare statistice;
- alte surse de tipul monografiilor, care cuprind date statistice sau descriptive despre domeniul în care vrem să folosim un SIG.

Baze de date deja create și administrate cu ajutorul unui SGBD. Datele descriptive (atributele) ce caracterizează datele spațiale se înregistrează într-o bază de date de tip relațional. Cu ajutorul unui Sistem de Gestiune al Bazei de Date (SGBD), acestea pot fi controlate, organizate și manipulate într-un mod optim.

Anuare statistice. Acestea se editează în mod repetat, la anumite intervale de timp, cuprinzând date ce caracterizează nu numai anul precedent editării, dar și date din anii anteriori.

2.7 Formate de date

Prin formate SIG se înțeleg standardele de codificare a informației geografice în fișiere de calculator. Acestea sunt dezvoltate fie de agenții guvernamentale fie de dezvoltatorii de software.

Formate populare de fișiere pentru rastere:

BIL - Band Interleaved by Line (format de imagini specific imaginilor satelitare).

ECW - Enhanced Compressed Wavelet (produs ERDAS). Format de imagine compresat pentru stocare unor imagini masive.

Esri GRID – formate proprietate ESRI – binar și ASCII.

GeoTIFF – variantă TIFF îmbogățit cu metadate relevante SIG.

IMG – format imagine ERDAS IMAGINE.

JPEG2000 – format raster compresat Open Source.

MrSID – format de imagine compresată Multi-Resolution Seamless Image Database (produs Lizardtech).

Formate populare de fișiere pentru vectori

AutoCAD DXF – format AutoCAD DXF (produs Autodesk).

Sistem de coordonate cartezian (XYZ) – simplu nor de puncte având coordonatele XY definite.

Geography Markup Language (GML) – Standard deschis bazat pe XML (produs OpenGIS) destinat schimbului de date.

Keyhole Markup Language (KML) - Standard deschis bazat pe XML (produs OpenGIS) destinat schimbului de date.

MapInfo TAB format – format vectorial MapInfo compus din fișierele TAB, DAT, ID și MAP.

Shapefile – format vectorial deschis Esri compus din fișierele SHP, SHX, DBF și al.

Alte formate

Well-known text (WKT) – descriere a proiecției codificată ASCII (ESRI utilizează extensia *.prj).

World file – Georeferențierea pentru fișiere raster (*.jgw pentru JPEG, *.tfw pentru TIFF, *.bpw pentru BMP).

2.8 Calitatea datelor geografice

În contextul datelor geografice, un standard de calitate reprezintă **gradul în care un set de date este apt pentru utilizare într-o anumită aplicație**. Prin îndeplinirea standardului datele devin valide sau sunt validate. Erorile sunt întotdeauna prezente în toate cele trei componente ale datelor geografice: *coordonate, attribute și timp*.

Eroarea de incertitudine de poziție

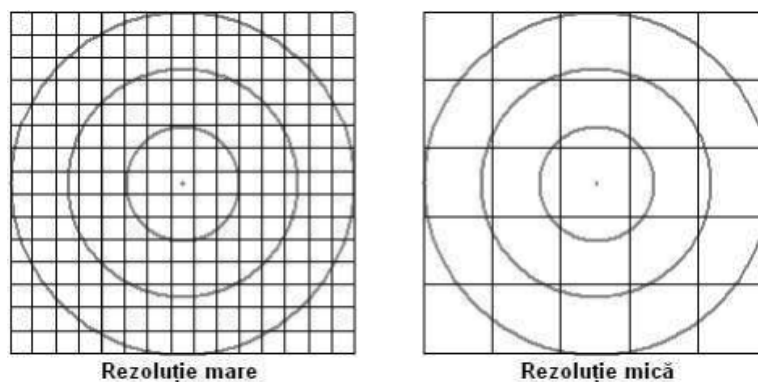
Pozițiile sunt obținute din măsurători. Toate măsurătorile conțin erori. Erorile sunt introduse în fenomenul de măsurare a poziției de pe suprafața pământului. Erorile apar, de asemenea, atunci când rezultă a doua și a treia generație de date derivate, de exemplu la realizarea hărții, apoi la scanarea și digitizarea vectorială a hărții (vectorizarea).

În general, există trei surse de eroare de măsurare: *datorită operatorului, datorită mediului în care lucrează operatorul și datorită instrumentelor de măsurare folosite*.

Erorile umane au diverse cauze, cum ar fi alegerea unei tehnologii improprie, alegerea unui instrument de măsurare incorect și a unor documente improprie pentru culegerea unor date atribut. Documentul nepotrivit devine un factor atunci când fenomenul care este măsurat nu este direct observabil (cum ar fi un areal acvifer) sau are limite ambigue (de exemplu pentru o unitate de sol de același tip).

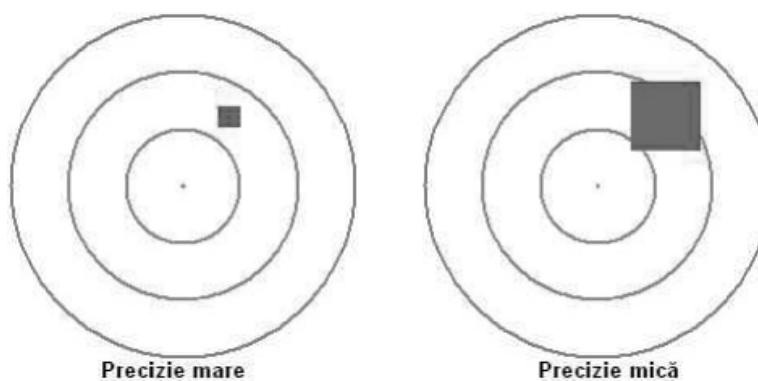
Și caracteristicile de mediu, cum ar fi variațiile de temperatură, de gravitație și de declinație magnetică, duc la erori de măsurare. Erorile instrumentelor pleacă de la faptul că spațiul este continuu. Nu există nici o limită la cât de precis poate fi specificată o poziție. Măsurătorile pot avea o anumită precizie, indiferent de instrument, existând întotdeauna o limită minimă de detectare a unei diferențe. Această limită se numește rezoluție.

Figura de mai jos arată aceeași poziție, măsurată cu ajutorul a două instrumente. Cele două modele de rețea reprezintă cele mai mici obiecte care pot fi detectate de instrumente. Modelul din stânga reprezintă un instrument de mai mare rezoluție.



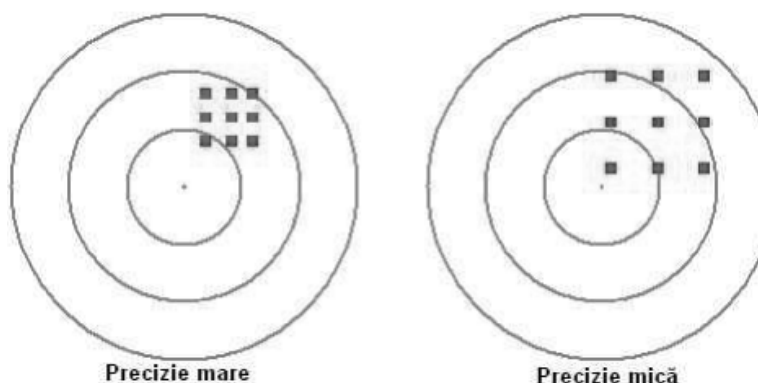
Figură 25: Rezoluția unui instrument

Rezoluția afectează măsurătorile efectuate cu un instrument de precizie. În partea din stânga a figurii de mai jos, care a fost luată cu un instrument de măsurare de cea mai mare rezoluție, precizia este mult mai mare decât la cea din dreapta. Într-o formă digitală sau numerică, eroarea precisă de măsurare ar fi fost reprezentată cu zecimale suplimentare. Puteți să credeți că există o zonă de incertitudine a punctului de poziție.



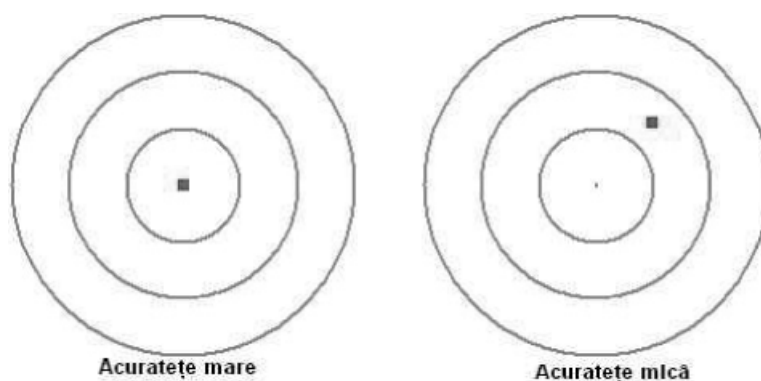
Figură 26: Precizia unei singure măsurători

Precizia are un sens ușor diferit atunci când este folosită pentru a se referi la un număr de măsurători repetate. În ilustrația de mai jos, există diferențe mai mici între cele nouă măsurători din stânga, mai grupate, decât la cele nouă măsurători din dreapta. Setul de măsurători din stânga este declarat a fi mai precis.



Figură 27: Precizia mai multor măsurători

Este ușor de observat că precizia și rezoluția sunt independente. Așa cum se arată mai jos, precizia ne spune dacă valoarea măsurată a unei mărimi corespunde cu valoarea reală a acesteia.



Figură 28: Acuratețea

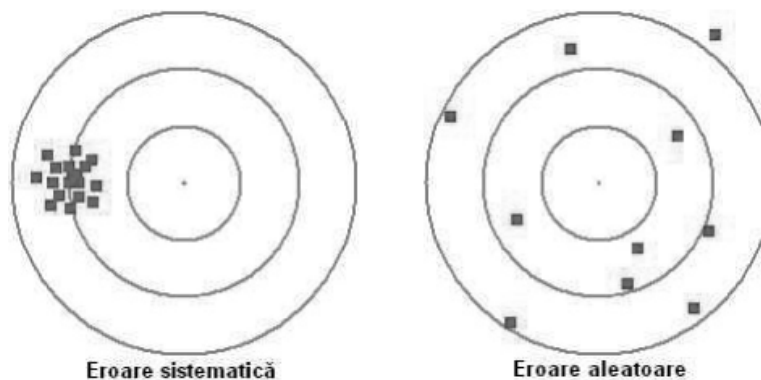
Orice hartă este realizată potrivit unor anumite standarde, inclusiv cele privind precizia. În ceea ce privește hărțile topografice, un standard privind precizia garantează că 90 sau 95 la sută din punctele bine definite îndeplinesc o anumită toleranță față de pozițiile lor reale.

O modalitate de a specifica precizia întregii baze de date spațiale este de a calcula eroarea medie pătratică a erorilor, erori obținute ca diferențe între valorile măsurate și valorile lor reale. Toleranța are valoarea de maximum trei ori eroarea medie pătratică, în funcție de gradul de încredere (0,10 sau 0,05).

Figura de mai jos arată diferența dintre erorile sistematică și aleatoare. Erorile sistematice tind să fie consecvente în magnitudine și/sau direcție. În cazul în care magnitudinea și direcția erorii sunt cunoscute, precizia poate fi îmbunătățită printr-o corecție.

Spre deosebire de erorile sistematice, erorile aleatoare variază în magnitudine și direcție. Conform principiului lui Gauss, valoarea cea mai probabilă pentru o mărime, asupra căreia au fost făcute mai multe măsurători, este media aritmetică a valorilor măsurătorilor.

Este necesar să se compare acuratețea și sursele erorilor de poziționare sau ale erorilor coordonatelor pentru două tehnologii importante, respectiv ridicările topografice și geodezice pe de o parte și cele prin folosirea sistemului de poziționare globală (GPS), pe de altă parte.



Figură 29: Erorile sistematice și erorile aleatoare

Puncte de control

Coordonatele punctelor care definesc pozițiile geografice sunt date într-un sistem de referință, numit datum geodezic. Pozițiile pot fi definite prin coordonatele geografice latitudine și longitudine, pe sfera terestră sau pe elipsoidul terestru, mărimi unghiulare față de planul ecuatorului și planul meridianului origine.

Coordonatele rectangulare ale imaginilor punctelor într-o anumită proiecție cartografică depind funcțional de coordonatele geografice ale punctelor de pe sferă sau de pe elipsoid. Cotele sunt distanțele pe verticală dintre o suprafață de referință numită geoid (definit de un datum vertical)

și punctul de pe suprafața terestră. Trebuie reținut că suprafața de referință pentru cote în cazul măsurătorilor cu receptoare GPS este suprafața elipsoidului de referință al datumului WGS 84.

Operatorii geodezi și topografi măsoară în teren valorile unor mărimi, distanțe, unghiuri, diferențe de nivel și realizează rețele de puncte cu coordonate, cote și alte mărimi, respectiv rețele de triangulație sau de trilateratie, rețele de nivelment, rețele gravimetrice etc.

Rețelele sunt materializate pe teren prin borne și semnale cu puncte bine determinate. Aceste puncte constituie baza pentru determinarea ulterioară a pozițiilor altor puncte în vederea reprezentării lor pe hărți, dar și în alte scopuri, pentru realizarea unor studii necesare activităților umane.

Punctele acestor rețele se mai numesc puncte de control, puncte de bază sau puncte de reper.

Datele GIS sunt caracterizate de **precizie**, noțiunea de **scară** dispărând în cazul acestor concepte. Pe o hartă tradițională informațiile geografice sunt înregistrate și reprezentate grafic la o anumită scară cu precizie cartografică standard de 0,1-0,2 mm. Într-o bază de date GIS înregistrarea și reprezentarea grafică sunt două noțiuni distincte. Particularitatea acestor sisteme constă în faptul că datele sunt înregistrate în coordonate reale și pot fi reprezentate la orice scară cu aceeași precizie. Noțiunea de aceeași precizie utilizată anterior este variabilă, deoarece o serie de factori pot influența precizia de reprezentare a datelor. Totuși precizia lor internă se menține constantă indiferent de scara de reprezentare.

Precizia măsoară de fapt abaterea maximă posibilă dintre poziția reală a obiectului pe suprafața Pământului și poziția indicată prin reprezentarea lui pe foaia de hartă. În cazul GIS precizia este influențată de:

- Precizia hărții originale după care se face digitizarea/vectorizarea;
- Scara hărții originale după care se face digitizarea/vectorizarea.

Primul aspect de care trebuie ținut cont aici este precizia cartografică standard de 0,2 mm care funcție de scară asigură datelor GIS o precizie ilustrată în tabelul de mai jos.

Precizia echipamentelor de intrare trebuie să fie sub precizia cartografică standard pentru a nu afecta suplimentar precizia datelor GIS obținute. Echipamentele corespunzătoare au precizia de 0,05 mm, 0,076 mm, 0,127 mm sau la limită 0,190 mm.

Tabel 2 Relația dintre precizia datelor GIS și precizia și scara hărții clasice

Precizia cartografică	Scara hărții 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

2.9 Baze de date

O bază de date, uneori numită și „bancă de date”, reprezintă o modalitate de stocare a unor informații și date pe un dispozitiv de stocare, cu posibilitatea extinderii ușoare și a regăsirii rapide a acestora. La prima vedere sarcina poate părea banală. Totuși, în condițiile în care este vorba de a lucra cu milioane de elemente, fiecare putând consta din mari cantități de date care trebuie ac-

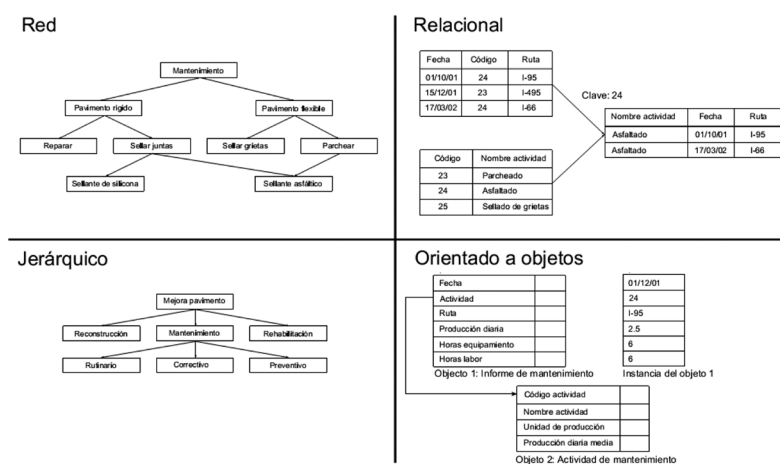
cesate simultan prin Internet de către mii de utilizatori răspândiți pe întreg globul; și în condițiile când disponibilitatea aplicației și datelor trebuie să fie permanentă.

De obicei o bază de date este memorată într-unul sau mai multe fișiere. Bazele de date sunt manipulate cu ajutorul sistemelor de gestiune a bazelor de date (SGBD).

Cel mai răspândit tip de baze de date este cel relațional, în care datele sunt memorate în tabele. Pe lângă tabele, o bază de date relațională mai poate conține: indecși, proceduri stocate, declanșatori, utilizatori și grupuri de utilizatori, tipuri de date, mecanisme de securitate și de gestiune a tranzacțiilor etc.

Acest mod de structurare a datelor, bazat pe legături între date, permite eliminarea redundanței, astfel încât stocarea și, mai ales, modificarea unei informații se face într-un singur loc, iar, din punct de vedere funcțional, această structură permite regăsirea, filtrarea, ordonarea și agregarea datelor, în mod natural.

Alte tipuri de baze de date sunt modelul ierarhic, modelul orientat pe obiecte și, mai nou, modelul XML.



Figură 30: Diferite modele de baze de date (de tip rețea, relaționale, ierarhice, orientate obiect)

Sistemele de gestiune a bazelor de date (în limba engleză „database management system” – DBMS/SGBD) reprezintă totalitatea programelor utilizate pentru crearea, interogarea și întreținerea unei baze de date.

Include două categorii de module: module care sunt comune cu cele ale sistemelor de operare ale calculatoarelor și module cu funcții specifice bazei de date. Subsistemele monitor conțin programele de control al perifericelor și sistemul de gestiune a fișierelor. Subsistemele externe sunt alcătuite din procesorul de definiție și programul de administrare.

Alături de acestea există programe de descriere a bazei de date și cereri de prelucrare. Între utilizator și sistem există două interfețe: definirea bazei de date și utilizarea bazei de date. Definirea unei baze de date se execută sub controlul procesorului de definiție (PD), capabil să prelucreze programe de descriere, formulate folosind limbaje specializate cunoscute sub denumirea de limbaje de definiție a datelor (LDD).

SGBD cunoscute sunt Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server, Microsoft Access, **PostgreSQL**, MySQL și **SQLite**. În general, o bază de date nu este portabilă de pe un sistem pe altul, însă diferite SGBD sunt în anumită măsură interoperabile, utilizând standarde cum ar fi SQL (Structured Query Language) sau ODBC (Open Database Connectivity).

SGBD **PostgreSQL** este un sistem de baze de date relaționale. Este disponibil gratuit sub o licență open source de tip BSD. PostgreSQL nu este controlat de nici o companie, își bazează dezvoltarea pe o comunitate răspândită la nivel global, precum și câteva companii dezvoltatoare.

Câteva limitări generale

- Dimensiunea maximă a bazei de date: nelimitat.

- Dimensiunea maximă a unei tabele: 32 TB.
- Dimensiunea maximă a unei înregistrări: 1,6 TB.
- Dimensiunea maximă a unui câmp: 1 GB.
- Număr maxim de înregistrări într-o tabelă: nelimitat.
- Număr maxim de coloane într-o tabelă: 250-1600 în funcție de tipul coloanelor.

Limbajul procedural utilizat

PostgreSQL permite folosirea limbajelor procedurale pentru a executa blocuri de cod direct în serverul de baze de date. Se pot folosi pentru a crea funcții definite de utilizator (subrutine, triggerre, agregate și funcții fereastră) sau pentru a crea blocuri adhoc „DO”. Instalarea standard a PostgreSQL permite utilizarea următoarelor limbaje:

- PL/pgSQL, un limbaj asemănător cu PL/SQL existent în Oracle.
- PL/Tcl, pune la dispoziție Tcl.
- PL/Perl, pune la dispoziție Perl.
- PL/Python, pune la dispoziție Python, versiunea 2 sau 3.

Alte limbaje disponibile în afara pachetului de bază includ: PL/Java, PL/php, PL/Ruby, etc.

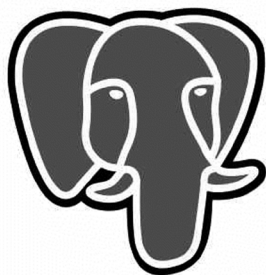
Indecși

La fel ca și alte baze de date, PostgreSQL permite utilizarea indecșilor pentru accelerarea interogărilor. Suportă mai multe tipuri de indecși: B-tree, Hash, GiST sau GIN. Dacă tipul nu este specificat la crearea indexului, se utilizează B-tree. Alte caracteristici suportate:

- Valorile indecșilor pot fi calculate printr-o expresie sau o funcție.
- Indecși parțiali permit să se indexeze doar o parte dintr-o tabelă. Pot fi creați prin specificarea unei clauze WHERE la sfârșitul unei comenzi CREATE INDEX.
- Planificatorul este capabil să folosească mai mulți indecși pentru a executa interogări complexe.

PostGIS este un program/extensie open source care adaugă suport pentru obiectele geografice SGBD orientat obiect PostgreSQL.

PostgreSQL



2.10 Seturi de date gratuite

- <http://www.eea.europa.eu> (Agenția Europeană de Mediu – hărți, grafice, tabele, rapoarte, indicatori, date vectoriale și raster din Europa);
- <http://srtm.csi.cgiar.org/> (Shuttle Radar Topography Mission, modele digitale de elevație);
- <http://www.mapcruzin.com/> (surse de date vectoriale de tip shapefiles cu informații de tip atribut, softuri, hărți);

- <http://geo-spatial.org/> (date raster și vectoriale pt. România);
- <https://wist.echo.nasa.gov/api/> (imagini satelitare – atmosferă, criosferă, ocean, suprafața uscatului și modele digitale de elevație furnizate de diverși sateliți);
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> (EUROSTAT – date statistice);
- <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-seamless-vector-database> (CORINE land cover 1990, 2000, 2006);
- <http://glcf.umd.edu/index.shtml> (University of Maryland Global Land Cover Facility);
- <http://glovis.usgs.gov> (imagini satelitare furnizate de USGS);
- <http://www.nesdis.noaa.gov/> (date climatice);
- http://www.mmediu.ro/protectia_naturii/protectia_naturii.htm (arii naturale protejate format vectorial);
- <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-2000-eunis-database> (baza de date cu siturile rețelei Natura 2000).



PROCESELE DIN CADRUL SIG

3.1 Analiza spațială

Analiza spațială (sau analiza geografică) este definită ca o disciplină geomatică, de studiu și de prelucrare cantitativă și calitativă a informațiilor spațiale reprezentate cartografic și informațional prin date și entități georeferențiate (localizate geografic) și geocodificate, în scopul descifrării distribuției acestora în spațiu și al identificării de noi informații pentru diverse utilități practice (I. Haidu, C. Haidu, S.I.G. Analiză Spațială, 1998).

Analiza spațială are la bază ideea că explicația, înțelegerea și pătrunderea lumii reale pot fi realizate văzând datele și contextul lor spațial. Există cel puțin patru argumente pentru motivarea acestei perspective:

- spațiul poate furniza o schemă utilă și folositoare pentru indexarea (de exemplu, fixarea prin coordonate) diferitelor obiecte și fenomene;
- perspectiva spațială permite un acces mai ușor la informația privind localizarea relativă a obiectelor și fenomenelor; această proximitate ajută la înțelegerea relațiilor dintre obiecte și fenomene;
- perspectiva spațială permite ca fenomene de diferite tipuri să poată fi conectate;
- distanța dintre fenomene și obiecte este adesea un factor important care condiționează interacțiunea dintre acestea.
- Legile generale care fundamentează analiza spațială sunt următoarele:
- Două elemente (date) învecinate se corelează între ele mult mai bine decât două elemente îndepărtate, și asupra gradului de corelație intervine efectul decalajului sau al poziționării în spațiu sau timp;
- Fenomenele și obiectele lumii reale care variază în timp, variază de regulă și în spațiu, prin urmare componentele specifice seriei de timp (în primul rând, tendința și sezonabilitate) își pun amprenta și asupra variabilității în spațiu a fenomenului sau obiectului, aici incluzându-se ca și în cazul precedent efectul decalajului.

Aceste două legi determină existența unui model în ceea ce privește distribuția valorilor în spațiu.

Analiza spațială (geografică) ne permite să studiem procesele lumii reale prin dezvoltarea și aplicarea de modele. Astfel de modele scot la iveală tendințele ascunse din datele geografice și astfel fac posibilă obținerea de informații noi.

Analiza spațială trebuie să permită: interogarea spațială, interogarea atribut și generarea unui set de date noi din cele existente. De fapt, ultima este cea mai importantă și totodată cea mai deosebită.

Tipuri de analize spațiale (geografice)

Se disting mai multe tipuri principale de analize spațiale în SIG:

- Operații și analize spațiale unare sau singulare care vizează stratele și entitățile spațiale de bază. Operațiile constau din proceduri simple care pot fi aplicate unui singur strat (colecție de date cu o singură temă). Analizele spațiale unare pot crea categorii noi de informații doar pe baza datelor dintr-un singur strat.
- Modelarea spațială care se referă la prelucrarea datelor a două sau mai multe strate, prin tehnica suprapunerii (overlay).
- Modelarea spațio-temporală care este tot o modelare spațială prin suprapunere, dar cu date prelevate la perioade diferite de timp pentru a putea urmări dinamica fenomenului (de exemplu, inundații, dezvoltarea culturilor etc.).
- Mai departe, tehnicile de analiză pot fi grupate în funcție de modelul (tipul) de date avut în vedere, astfel:
 - puncte - se folosesc tehnici pentru analiza unui set nediferențiat de puncte - de exemplu, analiza distribuției punctelor;
 - obiecte spațiale cu atribute - tehnici care vizualizează o matrice de atribute;
 - rețele de linii și noduri - un set de tehnici pentru analiza rețelelor în transport și hidrologie, bazate pe atributele legăturilor și nodurilor;
 - modele de interacțiune spațiale - modele ale interacțiunii dintre perechi de obiecte, bazate pe o analiză a caracteristicilor originii obiectelor, destinația obiectelor și distanța spațială dintre ele;
 - tehnici raster - metode de analiză bazate pe reprezentarea stratelor continui ca rastere de celule.

A. Operații analitice asupra unui singur strat

Operațiile pe un singur strat, numite și operații pe orizontală, constituie instrumentele de bază ale analizei spațiale. Este important ca fiecare strat să conțină doar un anumite tip de entități grafice: punct, linie, poligon. Există mai multe tipuri de operații pe un strat:

A.1 Manipulări geometrice

Majoritatea programelor SIG posedă o serie de funcții care permit operații precum:

- scalare (modificări de scară);
- corectarea erorilor și distorsiunilor;
- ajustări ale marginilor hărților și între suprafețele învecinate;
- schimbarea proiecției;
- modificarea coordonatelor.

Modificare de scară

Modificările de scară (zoom) sunt foarte utile la generarea unor imagini pe ecran, și pot fi activate în programele de vizualizare și în modulul principal. Zoom-ul din programul principal include funcții inteligente care pot altera textul, grosimile de linii în rapoarte diferite de ale scalării globale. Există o limită de mărire a unei imagini.

Corectarea erorilor și distorsiunilor

Așa cum s-a prezentat anterior, pot apărea următoarele erori:

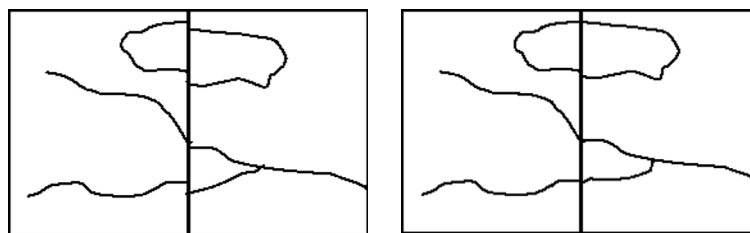
- linii care au intersecții eronate;
- linii cu șerpuiți incorecte;

- puncte și chiar linii lipsă.

Ultimul tip de erori, omisiunile, sunt digitizate direct, folosind și funcția zoom pentru a mări gradul de detaliere în zona de interes. Majoritatea sistemelor SIG au funcții de editare a hărților care permit: suplimentarea datelor, copierea unor date, ștergerea unor date, mutarea unor puncte sau linii, rotirea unor linii, divizarea unor linii, unirea unor linii, alterarea de formă a liniilor.

Ajustări ale marginilor hărților și între suprafețele învecinate

Dacă o suprafață analizată se întinde pe mai multe foi de hartă, fiecare trebuie digitizată separat, ceea ce introduce o serie de mici diferențe și nepotriviri între foile de hartă adiacente. Pentru a reconstitui harta, este necesară “lipirea” foilor adiacente după ce fiecare au fost corectate și editate. Procesul de “lipire” a foilor de hartă și de potrivire a marginilor este un proces în 3 etape: rezolvarea nepotrivirilor de pe marginile fiecărei foi de hartă, recrearea topologiilor, ștergerea liniilor de hartă considerate redundante.



Figură 31: Ajustări de margini

Unele surse de date pot introduce distorsiuni în hărțile produse, care nu pot fi corectate prin funcții de transformare. În acest caz, remedierea se realizează prin deformarea elastică a hărții, ceea ce presupune deformarea hărții pe diverse direcții, astfel încât entitățile plasate greșit sau cu forme eronate se deplasează. Entitățile corect reprezentate sunt definite de o serie de puncte de control. Dacă numărul de puncte de control nu este suficient - se obțin rezultate nesatisfăcătoare.

Reproiectarea datelor

Sistemele informaționale geografice utilizează adesea date provenind din surse diferite raportate la diferite proiecții cartografice, fiind necesară trecerea într-o singură proiecție, pentru a se putea efectua operații cu 2 sau mai multe strate.

Transformările se bazează pe o serie de relații matematice care descriu diverse proiecții cartografice existente sau definite de utilizator. Mărimile afectate de aceste transformări sunt coordonatele punctelor.

Modificarea coordonatelor

Această operație este necesară deoarece: (1) erorile sistematice pot fi compensate dacă datele sunt transformate la o bază fără erori și (2) coordonatele aparținând punctelor unui strat trebuie să fie transformate pentru a le face compatibile cu cele ale unor puncte din alte strate.

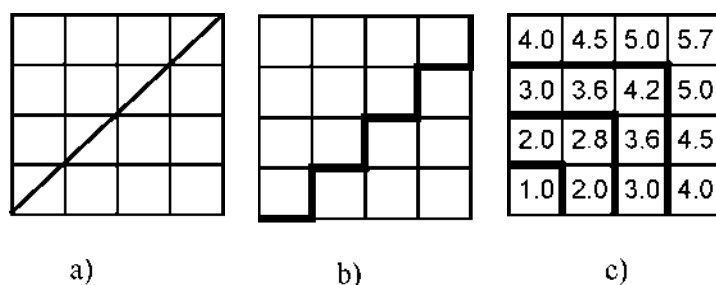
Măsurători de lungimi, perimetre, arii

O măsurătoare reprezintă o aproximare, deci se pot obține valori diferite ale măsurătorii în funcție de modelul SIG (raster sau vector) și de metoda de măsurare utilizată.

Măsurători în modul raster

Lungimi

Pentru a măsura distanța între 2 puncte A și B, există mai multe variante.



Figură 32: Măsurarea distanțelor pe raster

Distanța euclidiană - cea mai scurtă distanță, se obține prin teorema lui Pitagora. Se mai numește distanța „zbor-de-cioară” Pentru exemplul nostru $AB = 5,7$ unități.

Distanța Manhattan - se calculează numărând laturile celulelor prin care se ajunge din A în B pe drumul cel mai scurt. Pentru exemplul nostru $AB = 8$ unități.

Metoda proximității - se creează zone concentrice, echidistante, în jurul punctului de plecare. Se pot vizualiza direct pe ecran distanța cele mai scurte dintre oricare dintre punctele de pe hartă și punctul de referință. Pentru exemplul nostru $AB = 5,7$ unități.

Perimetre

Pentru a calcula perimetrele, numărul pixelilor care formează laturile unui poligon se înmulțește cu rezoluția rețelei raster.

Arii

Pentru a calcula aria, se evaluează numărul de pixeli ocupați de poligonul de interes x aria unui pixel. Se observă că rezoluția influențează calculul distanțelor, perimetrelor, ariilor, ca și precizia reprezentării. Acestea pot fi afectate și de originea și orientarea rețelei raster. În reprezentarea quadtree - calcularea ariei depinde de nivelul de cuadratură utilizat.

Măsurători în modul vector

Distanța se determină cu teorema lui Pitagora - distanța euclidiană. Perimetrele se determină prin însumarea lungimilor laturilor componente. Ariile se calculează prin însumarea ariilor unor poligoane mai simple în care se poate împărți poligonul analizat, de exemplu, prin metoda trapezelor, care sunt fiecare definit de o latură a poligonului, de 2 perpendiculare coborâte din capetele laturii pe o axă orizontală și de axa orizontală.

A.2. Interogări

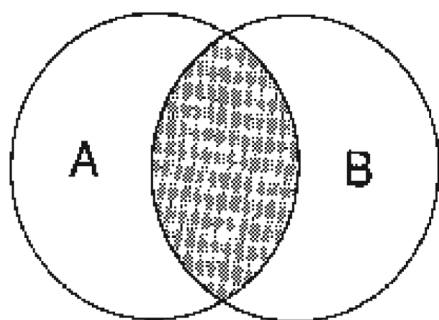
Interogarea bazei de date este o operație importantă în majoritatea aplicațiilor SIG pentru că duce la „recuperarea” datelor, operație utilă în toate etapele elaborării unui proiect SIG. Interogările se pot realiza atât asupra unor date care fac parte din baza de date existentă, cât și asupra unor date rezultate în urma unor operații analitice.

Există două tipuri de interogări: (1) aspațiale - se referă la atributele entităților analizate și se numesc „interogări după atribut”. Se poate efectua de programele de gestiune a bazei de date. Rezultatul acestei interogări este o listă sau un tabel; (2) spațiale - presupune analiza componentei spațiale în cadrul programului SIG. Rezultatul este dat de un raport (listă) sau este reprezentat grafic pe hartă.

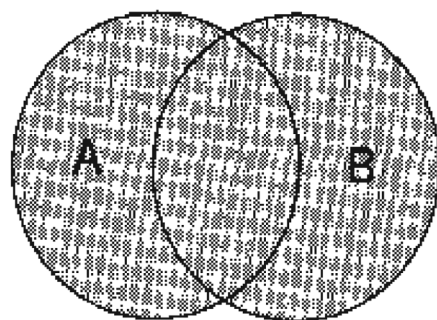
Există 5 metode de „recuperare” a datelor (Dangermond, 1983): căutare în bază de date, utilizarea unei ferestre de selectare, utilizarea unei ferestre de generare de interogări, interogarea hărților cu foi multiple, recuperarea Booleană a atributelor entităților.

Primele trei - nu presupun recuperarea propriu-zisă a atributelor, ci constituie o etapă pregătitoare importantă.

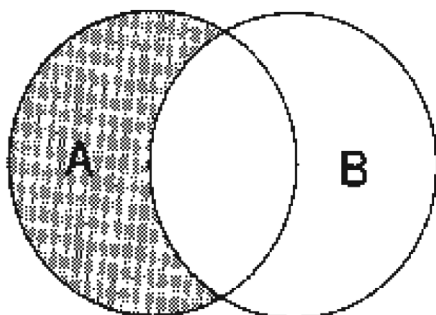
Cu operatorii Booleani se pot realiza interogări complexe, care să satisfacă mai multe criterii. Se pot combina interogările spațiale cu cele nespațiale.



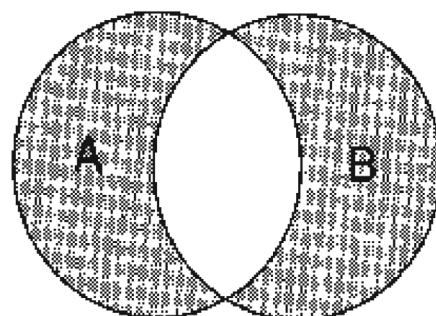
A AND B



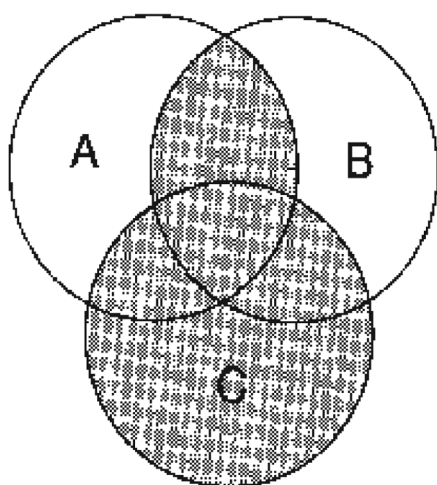
A OR B



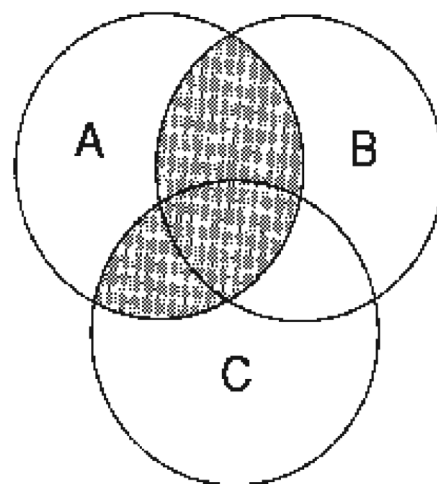
A NOT B



A XOR B



(A AND B) OR C



A AND (B OR C)

Figură 33: Operatori Booleeni

Există anumite particularități ale interogării, dependente de tipul de program SIG la care se aplică. În modelele vector - interogările se pot realiza ușor, în funcție de relațiile dintre datele de tip grafic și cele de atribut. În modelele raster - interogările se referă la un anumit pixel (care este conținutul său sau poziția lui). Răspunsul depinde de tipul structurii de date utilizată: raster simplu, codificare pe linii, în lanț, în bloc, quad-tree.

A.3. Funcții de vecinătate

Funcțiile de vecinătate evaluează caracteristica ariei din jurul unei locații grafice specificate. Aceste funcții necesită precizarea a cel puțin 3 parametri:

- una sau mai multe „ținte” (locații de interes);
- caracteristică a vecinătății din jurul fiecărei „ținte”;
- operație care se va efectua asupra elementelor din acea vecinătate.

Aplicarea multor operatori de vecinătate necesită folosirea unor diviziuni regulate ale stratului geografic analizat. De aceea, se preferă modelele raster, și se utilizează trecerile vector-raster-vector. Există programe SIG care folosesc algoritmi specifici în cazul operațiilor de vecinătate ale modelelor vectoriale.

Cele mai cunoscute funcții de vecinătate:

- bufferingul (crearea zonelor tampon);
- funcția de căutare.

Crearea de zone tampon

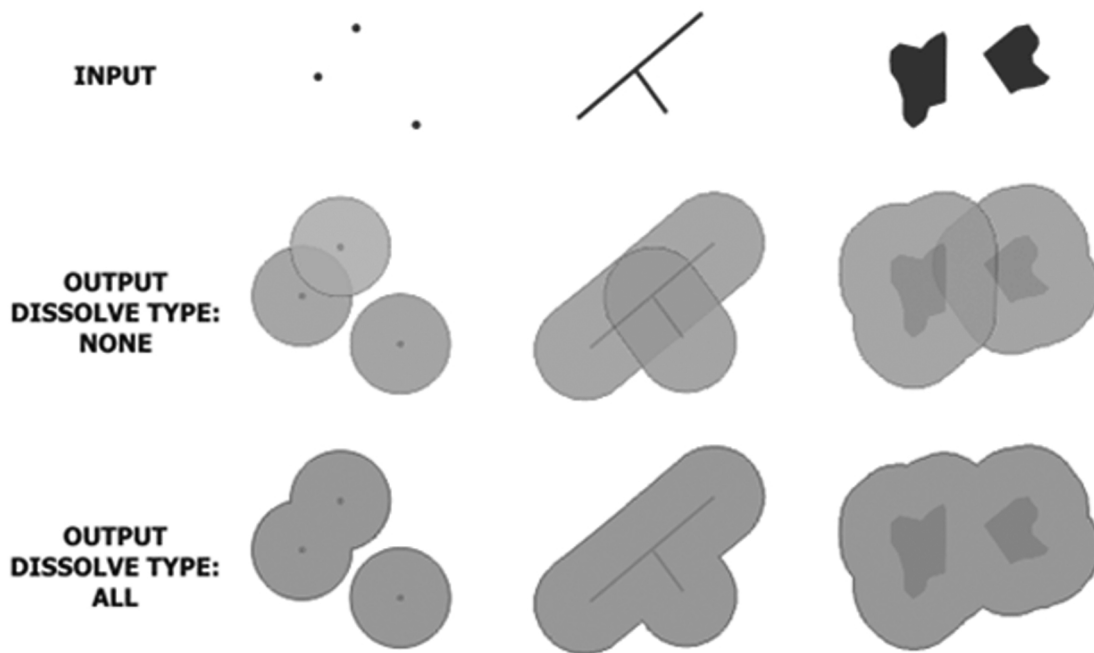
Operația presupune crearea de zone de interes la anumite distanțe în jurul entităților, care acționează ca niște zone tampon. Pentru o serie de entități se pot genera zone tampon cu lățime constantă sau variabilă, în funcție de valorile unor anumite atribute asociate entităților geografice. Zonele tampon sunt create ca poligoane pentru că reprezintă arii în jurul, în exteriorul sau în interiorul unei entități.

Generarea de zone tampon se bazează pe măsurarea distanța de la entitatea respectivă și, posibil, pe valoarea unor atribute ale entității selectate. În funcție de aceste atribute, zonele tampon se pot crea la diferite distanțe, cum ar fi zona de influență a unei autostrăzi, care este mai mare decât cea a unui drum național, care la rândul ei este mai mare decât cea a unui drum județean.

Bufferingul este un proces izotrop, fiind bazat pe arii circulare. Există însă programe SIG care generează zone anizotrope.

În sistemul raster - zonele tampon se calculează cu metoda proximității (numărul de celule grafice mărimea celulei). Rezultă un nou strat raster în care fiecare celulă grafică are ca atribut distanța calculată.

În sistemul vector - zonele tampon se creează printr-o singură comandă sau opțiune, care lansează un calcul geometric, ceea ce se poate dovedi un proces care poate fi consumator de timp.



Figură 34: Crearea zonelor tampon (Buffering)

Funcția de căutare

Aceasta atribuie o valoare fiecărei entități „țintă” pe baza unor atribute ale celulelor grafice învecinate. De obicei este predefinită în programele dedicate SIG.

Suprafața de căutare - circulară, dreptunghiulară sau pătrată cu dimensiuni stabilite de utilizator. Uneori, are o formă neregulată.

Există două tipuri: (1) care operează *asupra atributelor de tip numeric* (valori continue): valoarea totală, media modală, maxima, minima, precum și măsuri ale variabilității (abaterea pătratică medie, dispersia); (2) care operează *asupra atributelor de tip tematic*. Aceste funcții sunt similare cu cele din prima categorie, dar au semnificații diferite: „majoritatea” - similară cu „moda”, „cea mai ridicată” - maxima, „cea mai scăzută” - minima.

În sistem raster mai ales, se aplică funcții de căutare fiecărei celule grafice, prin **aplicarea și deplasarea în stratul respectiv a unei ferestre cu o anumită dimensiune**. Fereastra glisantă - filtru permite modificarea valorii atributului unei celule grafice pe baza valorilor atributelor celulelor vecine. Filtrul este un grup de celule grafice care au în centru celula-țintă. Noua valoare (atribuită celulei-țintă) se calculează cu ajutorul funcțiilor de căutare descrise anterior.

A.4. Reclasificarea

Reclasificarea este filtrarea datelor deja clasificate. Există două tipuri generale:

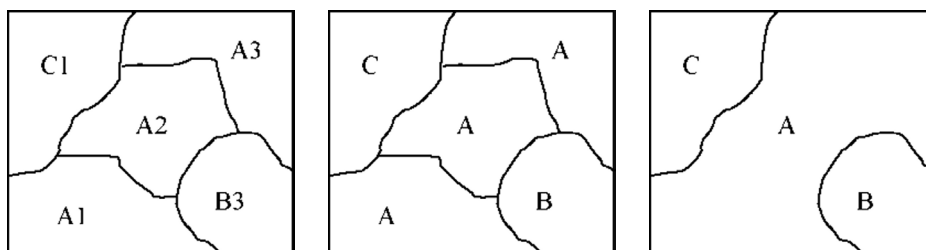
Asistată (supervizată)

În care utilizatorul deține controlul procesului de reclasificare - stabilește clasele care se vor folosi, reglementează modificările asupra unei anumite celule grafice (pixel).

Neasistată (nesupervizată)

Este utilizat un algoritm care compară valoarea celulei grafice selectate pentru modificare (țintă) cu valorile tuturor celorlalte celule grafice. Reclasificarea este utilizată pentru a izola entități cu aceeași valoare pentru un atribut.

În sistemul vector - poligoanele cu valori A1, A2, A3 au fost reclasificate ca A, prin agregare rezultând un poligon mai mare (fig. 35).



Figură 35: Reclasificarea pe vectori

B. Operații analitice asupra mai multor strate (analiza spațială multiplă)

Operațiile analitice asupra mai multor strate utilizează datele provenind din: două sau mai multe straturi; două sau mai multe obiecte într-un SIG bazat pe obiect; un strat SIG și o sursă externă de date.

Probleme în aplicarea operatori cu mai multe strate

Dacă trebuie integrate mai multe strate și unul e de calitate slabă, rezultatul poate fi eronat. Dacă se cunosc informațiile despre erorile unui strat, se pot face corecții prin compensări și transformări. Există programe SIG care au operații care transformă datele cu scopul compensării dis-

torsiunilor sistematice. Dacă nu există informații despre erorile din anumite porțiuni, se utilizează tehnici de tip fuzzy („vag”, „neclar”, „estompat”), care operează cu mulțimi nuanțate, cu elemente de incertitudine.

Scara. Aceasta ar trebui să fie aceeași pentru mai multe strate, pentru a avea același nivel de detaliu.

Sistemul de proiecție. Toate datele ar trebui să fie date în același sistem de proiecție, pentru a avea suprapuneri corecte. Unele programe SIG convertesc datele dintr-un sistem în altul, înainte de a integra stratele.

Structura de date. Pentru majoritatea operațiilor care se efectuează pe mai multe strate, este necesar utilizarea aceluiași model de date și a aceleiași structuri de date. Pachetele moderne SIG oferă posibilitatea integrării raster-vector.

Referențierea spațială. Este necesar un sistem de referențiere spațială unic pentru toate stratele care se integrează.

Integrarea datelor. Suprapunerea hărților

Funcția fundamentală a unui proiect SIG este capacitatea de a integra date provenind din 2 surse diferite prin operația de suprapunere (overlay). În modelul vector, overlay este o operație consumatoare de timp, complexă. În modelul raster operația este rapidă, simplă, cu desfășurare liniară, clară, eficientă.

Overlay în modelul raster

Pentru fiecare pixel al stratelor sursă, se pot aplica diverși operatori numerici sau logici. Pixelul-output va lua o valoare egală cu rezultatul expresiei numerice sau logice respective.

Metodele uzuale de combinare a stratelor de date:

- adunarea: Pixelul-output $z = x + y$;
- multiplicarea: $z = x * y$;
- scăderea $z = x - y$;
- împărțirea $z = x / y$;
- z ia valoarea maximă $z = x$ dacă $x > y$;
- $z = y$ dacă $x < y$.

Overlay în modul vector

Pentru a realiza o suprapunere în modul vector, trebuie ca stratele să fie topologic corecte. În acest scop, se verifică dacă liniile se intersectează formând noduri și dacă toate poligoanele sunt închise. Astfel, harta va fi corectată din punct de vedere topologic. Există trei tipuri de overlay în modul vector:

Punct în poligon

Această operație spațială este destul de comună, urmărind să afle dacă un anumit punct cade în interiorul unui poligon. Pentru fiecare punct din stratul de puncte se va crea un nou atribut, acesta fiind atributul poligonului în interiorul căruia se va afla punctul respectiv. Astfel, punctul va avea două atribute: cel inițial și cel al poligonului.

Linie în poligon

Este o operație mai complexă, deoarece o linie poate să cadă în mai multe poligoane și deci nu e suficient adăugarea doar unui singur set de atribute noi stratului care conține linia. Linia trebuie divizată la fiecare punct de intersecție cu o latură a unui poligon, fiecare segment „moștenește” atributele poligonului în care este conținut. Rezultatul va fi crearea unui nou strat pentru linia respectivă care conține mai multe segmente decât ale liniei inițiale.

Poligon pe poligon

Pentru utilizarea acestor analize, este necesar ca operatorii să înțeleagă elementele algebrei Booleene și a teoriei eșantionării.

Overlay combinat raster - vector

Suprapunerea entităților vectoriale peste cele raster se numește overlay virtual sau grafic. Nu presupune integrarea celor două strate de hartă, deci nu se produc modificări în baza de date. Se poate suprapune doar o imagine vector peste un fundal raster, nu invers.

C. Modelarea cartografică

Modelarea cartografică sau algebra cartografică a fost introdusă de Tomlin, în 1983. Modelarea cartografică (în SIG):

- aplică relații aritmetice de ordin I, operatori relaționali, operatori logici (Booleeni) sau combinații ale acestor operatori asupra valorilor atributelor stratelor raster;
- metodologie de procesare a datelor geografice;
- consideră hărțile și componentele hărților ca părți ale unor ecuații algebrice. Hărțile sunt transformate sau combinate, rezultând hărți noi prin utilizarea operațiilor spațiale specifice;
- se poate utiliza pentru a modela relații spațiale complexe, în același mod în care se combină operațiile algebrice convenționale pentru a forma un sistem de ecuații cu comportare complexă.

D. Interpolarea spațială

Ansamblu de metode pe baza cărora se pot estima valorile proprietăților din unele puncte în care nu există informații pe baza valorilor cunoscute din alte puncte, în care există informații, din aceeași suprafață de studiu.

Datele furnizate se încadrează în unul din următoarele cazuri:

- alcătuiesc o rețea regulată pentru care există valori, dar nodurile acestei rețele nu acoperă toate punctele de pe stratul de hartă;
- alcătuiesc un strat de „petice”, de grupuri de puncte pentru care există valori observate;
- există valori în puncte cu așezare aleatoare în strat;
- calculul unor proprietăți ale suprafeței într-un punct dat;
- schimbarea unității de comparație la utilizarea diferitelor modele de date în strate diferite;
- suport în procesul de decizie spațială în geografia fizică și cea umană (asociată repartiției geografice a populației), precum și în disciplinele asociate, ca de exemplu, prospectarea minerală și exploatarea resurselor.

Interpolarea - umple golurile dintre punctele pentru care există informații în stratul analizat.

D.1. Metode de interpolare

Metode de interpolare locală sau globală

Globală - aplică o singură funcție matematică pentru toate punctele analizate - rezultatul este obținerea unei variații cu suprafețe „netede”, „aplatizate”. Cele mai frecvente utilizări potențiale ale interpolării spațiale: - construirea de contururi pentru afișarea grafică a datelor;

Locală - aplică o singură funcție matematică unor mici submulțimi de puncte analizate, în mod repetat - rezultatul este obținerea unor suprafețe locale, regionale, care se conectează ulterior pentru a forma o suprafață compozită, care să acopere întreaga mulțime de puncte.

Metode de interpolare aproximative sau exacte

Cele exacte produc suprafețe care trec prin toate punctele pentru care există valori. Nu există „neteziri” ale suprafeței care să altereze valorile din unele puncte. Sunt recomandate când există un grad ridicat de încredere privind valorile din punctele pentru care există informații.

Cele aproximative produc suprafețe care nu trec prin toate punctele pentru care există informații. Valorile din unele puncte pot fi chiar modificate pentru a se poziționa pe o suprafață generată de metoda de aproximare. Sunt recomandate când există un grad oarecare de incertitudine privind valorile din punctele pentru care există informații.

Metode de interpolare graduală sau abruptă

Cele graduale produc suprafețe cu variație continuă, netezită, între punctele pentru care există valori cunoscute. Cele abrupte produc suprafețe cu variație discontinuă, cu variație în trepte.

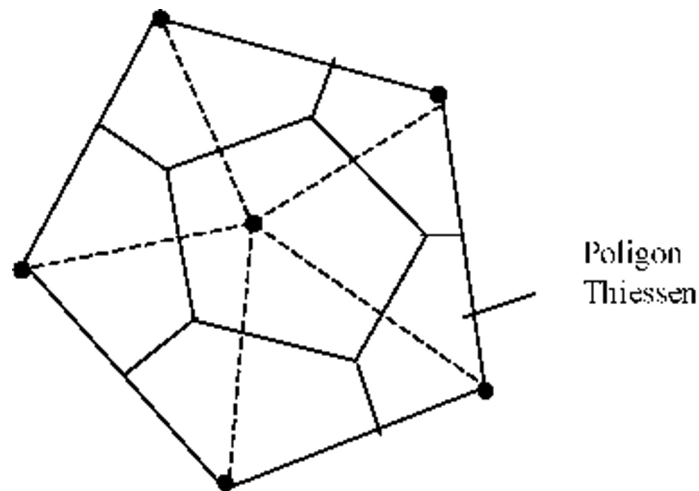
Metode de interpolare deterministe sau stohastice

Cele deterministe pot fi utilizate dacă există suficiente informații despre suprafața geografică care trebuie modelată, astfel încât va fi posibilă exprimarea variației acesteia printr-o funcție matematică. Cele stohastice țin seama și exprimă variațiile aleatoare ale suprafețelor studiate.

D.2. Cele mai cunoscute metode de interpolare exacte

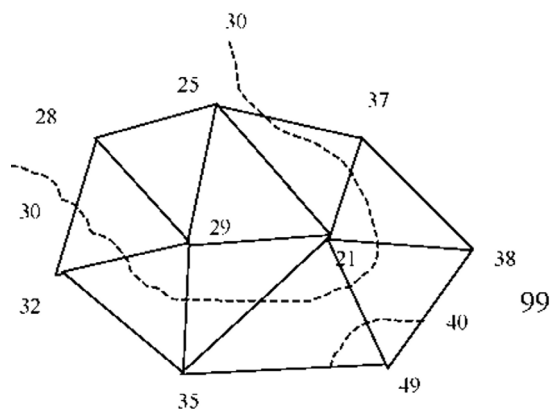
Metoda manuală de interpolare Line Threading

Metodă tradițională. Presupune trasarea unor linii de cotă prin aproximare „la ochi” între puncte cu date cunoscute. Obiectiv - includerea în aceste linii și a altor puncte - care moștenesc cotele asociate liniilor respective. Se presupune că între două linii succesive panta se menține constantă.



Metoda rețelei neregulate de triangulație

- se construiește o suprafață cu ajutorul unui set de puncte de valori cunoscute ale atributelor, puncte cu o distribuție spațială neregulată;
- folosită pentru generarea modelelor digitale ale terenului;
- rețeaua de triunghiuri este generată de puncte adiacente care se conectează între ele prin segmente de dreaptă;
- valorile cunoscute sunt cele ale atributelor din vârfurile triunghiurilor, precum și coordonatele acestora, pe baza cărora se pot calcula distanțele dintre punctele;
- cu ajutorul unor relații liniare simple se pot obține valori ale atribute pentru orice alt punct aparținând laturilor triunghiurilor.



Metoda mediei dinamice (The Spatial Moving Average)

Cea mai cunoscută și mai răspândită metodă de interpolare.

- presupune calculul valorii dintr-un punct pe baza valorilor dintr-o serie de puncte vecine, aflate la o distanță stabilită de utilizator;
- se definește un filtru de vecinătate - trecut pe întreaga suprafață analizată și calculează valori noi în punctele din interior;
- metodă aproximativă - suprafața generată nu trece prin toate punctele cunoscute, folosite la interpolare;
- serie de valori sunt recalculat, pe măsură ce filtrul trece prin zona ocupată de acestea;
- în modelele vectoriale - filtru circular deoarece punctele cu valori cunoscute au aceeași probabilitate, în toate direcțiile, de a se afla în interiorul filtrului;
- modelele raster - folosesc filtre dreptunghiulare sau pătrate, datorată formei rectangulare a rețelei de pixeli;
- mărimea filtrului aplicat - depinde de utilizator care ține cont de variabilitatea locală a unei suprafețe analizate;
- metodă de interpolare - poate include o funcție de ponderare, pentru a mări influența punctelor mai apropiate;
- este bine adaptată cazurilor în care valorile din punctele cunoscute nu sunt sigure, dar ele reflectă corect variabilitatea spațială globală a suprafeței.

E. Analiza suprafețelor

Cotele punctelor unei suprafețe sunt descrise de MDE (Modelul Digital de Elevație). Relieful acestei suprafețe este determinat printr-o serie de funcții topografice

Parametrii cei mai utilizați care rezultă din funcțiile topografice:

- panta;
- expoziția;
- vizibilitatea.

Panta

Aceasta reprezintă denivelarea pe verticală raportată la distanța pe orizontală exprimată în procente sau în măsurări de unghiuri.

Expoziția

Expoziția este direcția de expunere a unității de teren și este exprimată prin unghiul format de linia de cea mai mare pantă a terenului cu direcția nordului geografic.

Se pot calcula în diverse moduri - funcție de codificarea datelor din modelul digital de elevație. În modelele raster - calculele se fac cu ajutorul unei ferestre cu dimensiuni 3x3 pixeli care este trecută peste zona selectată pentru a determina planul înclinat care aproximează cel mai bine suprafața analizată

Panta și aspectul se pot calcula cu: panta = $b_2 + c_2$ aspectul = $\text{tg}^{-1}(c/b)$.

Analiza de vizibilitate

- identificarea zonelor din teren care pot fi văzute dintr-un anumit punct al suprafeței analizate;
- se trasează câte o linie din punctul de observație spre diverse puncte țintă ale terenului;
- se urmăresc aceste linii (raze) în sens invers, căutându-se punctele mai înalte care vor împiedica vizibilitatea punctelor situate în spatele lor;
- analizând toate razele posibile - hartă de vizibilitate asociată unui anumit observator;
- metodă similară pentru modele raster și vector - hartă de vizibilitate de tip Boolean (cu 2 valori posibile pentru punctele studiate: vizibil sau invizibil);
- programe SIG moderne - analize de vizualizare sofisticate în care să se țină seama de existența unor obstacole care să afecteze vizibilitatea și de posibilitatea de a se situa la o anumită înălțime deasupra terenului.

F. Analiza de rețea

O rețea este set de linii interconectate care reprezintă o serie de entități grafice prin care poate circula un flux de resurse. Caracteristicile liniilor care alcătuiesc rețeaua:

- lungimea;
- direcția;
- conectivitatea;
- tiparul.

Principiile pe care se bazează operațiile cu rețele:

- rețelele trebuie să fie continue, conectate;
- existența unor reguli de deplasare în interiorul rețelei;
- definirea unităților de măsură utilizate;
- acumularea valorilor atributelor datorită deplasării prin rețea;
- existența unor reguli de manipulare a valorilor atributelor.

Aplicațiile analizei rețelelor:

- problema celui mai scurt drum (optimizarea deplasării resurselor dintr-un punct în altul);
- problema comis-voiajorului (cercetare operațională);
- problema alocării resurselor;
- trasarea rutelor (fluxuri cu circulație unidirecțională);
- trasarea izocronelor (linii care unesc puncte în care se ajunge în același timp).

3.2 Relații spațiale - topologie

Topologia are în vedere caracteristicile geometrice ale obiectelor independent de sistemul de coordonate utilizat, deci este un procedeu matematic utilizat pentru definirea explicită a relațiilor

spațiale dintre entități. Aceste relații sunt mai importante decât forma obiectelor. Astfel, ele se referă la poziția relativă a obiectelor: un apartament e într-un bloc, o școală este lângă parc, râul intersectează o șosea, etc.

În limbaj topologic, acestea sunt proprietăți de includere, adiacență, conectivitate. SIG va putea înțelege noțiuni ca: stânga, dreapta, inclus în, vecin cu, etc.

Proprietățile topologice sunt principala diferență între SIG și CAD, care prezintă și ele anumite funcțiuni cartografice, dar care nu permit operații de interogări și modelare de talia celor utilizate în SIG.

Utilizând relațiile topologice între elementele grafice, acestea se leagă în diferite moduri între ele, se raportează unul față de altul și deci modelează mai corect lumea reală. Se pot formula interogări de genul: Care este cel mai scurt drum între ... ? la care se poate răspunde corect dacă a fost realizată topologia hărții respective.

Noțiunile utilizate de topologie sunt clasice. Conectivitatea este proprietatea unor obiecte geografice de a se conecta între ele: intersecțiile șoselelor, a căilor ferate, etc. Incluziunea este proprietatea unui obiect de a se regăsi total în interiorul unui alt obiect: un puț în curtea unei persoane, un apartament într-un bloc, etc. Adiacența (sau vecinătatea) este proprietatea unui obiect de a fi adiacent (vecin) față de altul.



CAPITOLUL 4. TEHNOLOGIA

4.1 Sisteme de operare

Software-ul SIG reprezintă doar un pachet de programe și alte fișiere de date, fiind cuprins în „casetă” altor pachete software. Aceste pachete sunt Sistemele de operare, procesoarele de texte, programele de calcule tabelare, sistemele de gestiune a bazelor de date, programele de simulare, pachetele de analiză statistică etc.

Un sistem de operare - SO (operating system) asigură „inteligenta” și comunicațiile între utilizator și procesor. SO gestionează fluxul, intrarea și afișarea software-ului și datelor spre și de la fiecare parte a sistemului de calcul. OS este dependent de hardware. Există multe sisteme de operare, dar cele mai cunoscute sunt Windows, Linux și Mac OS. Fiecare utilizează un set de comenzi unice pentru a manipula fișierele de date, a gestiona spațiile de memorie sau de lucru și directoarele sau dosarele, a executa programele de calcul, a direcționa ieșirile etc.

SO Microsoft Windows 95/98/2000/XP/Vista/7

Microsoft Windows este numele unei serii de sisteme de operare create de compania Microsoft. Microsoft a introdus Windows pe piață pentru prima dată în noiembrie 1985, ca un supliment la MS-DOS, deoarece interfețele grafice erau din ce în ce mai apreciate. Microsoft Windows a ajuns cu timpul să predomine pe piața de calculatoare mici, întrecând Mac OS, care fusese introdus pe piață mai înainte de către compania Apple Computers, astăzi numită Apple Inc.. La conferința IDC Directions din 2004, vicepreședintele IDC Avneesh Saxena a constatat că Windows deține aproximativ 90 % din piața de sisteme de operare.



Figură 53: Sigla Microsoft

Versiunea cea mai nouă de Windows pentru stații de lucru existentă pe piață este Windows 7, cu mai multe ediții (subvariante), pusă în vânzare în octombrie 2009. Versiunea curentă de Windows Server este „Windows Server 2008”, urmașul lui „Windows Server 2003”.

Versiunile Windows pe 16 biți includ: Windows 1.0 (1985), Windows 2.0 (1987), Windows Server. Versiunile vechi de Windows erau deseori considerate doar o îmbunătățire sau variantă grafică a sistemului de operare MS-DOS. Spre deosebire de MS-DOS, Windows permite utilizatorilor să execute simultan aplicații complexe, prin utilizarea așa-numitului „*multitasking* cooperativ”. Un factor nou este utilizarea unei interfețe grafice cu utilizatorul de tip GUI. În Windows a mai fost implementată o schemă de memorie virtuală, care permite să se ruleze aplicații mai mari decât memoria de lucru fizică: atunci când memoria fizică devine insuficientă, segmentele de cod

și resursele necritice se mută temporar pe un disc dur. La momentul necesar ele se reîncarcă în memoria fizică.

Windows/386 a introdus un *kernel* (miez) scris pe 32 de biți și un monitor al mașinii virtuale. Pentru durata sesiunii Window, a creat una sau mai multe medii virtuale de tip Intel 8086 și a asigurat virtualizarea pentru placa grafică, tastatură, maus, ceasul de control. Consecința văzută de utilizator a fost faptul că *multitasking*-ul putea fi realizat în ferestre separate, chiar dacă aplicațiile grafice MS-DOS aveau nevoie de modul *full screen*. De asemenea, aplicațiile Windows erau executate în regim de *multitasking* cooperativ în interiorul unui mediu 8086 virtual.

Sistemul de operare Windows a cucerit o foarte mare parte a pieții fiind cel mai bun OS din lume. Se estimează că astăzi peste 91 % din calculatoarele de tip *Personal Computer* (PC-uri cu procesor de la compania Intel, sau compatibil cu Intel, ca de exemplu de la firma AMD) rulează Windows.

Sistemul de operare GNU/Linux

Linux este o familie de sisteme de operare de tip Unix care folosesc Nucleul Linux (în engleză *kernel*). Linux poate fi instalat pe o varietate largă de hardware, începând cu telefoane mobile, tablete, console video, continuând cu calculatoare personale până la supercomputere. Linux este cunoscut în principal pentru utilizarea sa ca server, în 2009 i se estima o cotă de piață între 20-40%. Cota de piață de desktop este estimată între 1-2% și 4.8%. În ultimii ani, Linux a început să devină tot mai popular atât datorită unor distribuții precum Ubuntu, openSUSE, Fedora, precum și datorită apariției netbook-urilor și a noii generații de telefoane inteligente (în engleză *smart phone*) care rulează o versiune embedded de Linux.

Uneori mai este întâlnit sub numele de **GNU/Linux** și este cel mai cunoscut exemplu de colaborare și dezvoltare Software liber sub licență GPL.

Termenul *Linux* se referă și la nucleul Linux, însă în mod uzual este folosit pentru a descrie întregul sistem de operare pentru calculatoare, compus din nucleul Linux, biblioteci software și diverse unelte. O „distribuție Linux” adaugă acestor componente de bază o mare cantitate de programe, organizate în „pachete”. Folosirea termenului „Linux” pentru întreg sistemul, deși foarte răspândită, este contestată de către Richard Stallman și Free Software Foundation (autorii Proiectului GNU, ale cărui produse sunt incluse în cea mai mare parte din distribuțiile Linux). Aceștia propun utilizarea termenului GNU/Linux.



Figură 54: Tux - mascota Linux creată de Larry Ewing

Inițial dezvoltat și utilizat de către programatori voluntari, Linux a câștigat suportul industriei IT și al marilor companii ca IBM, Hewlett-Packard, Dell, Sun Microsystems, Google, Novell sau Nokia, și a depășit ca folosire versiunile proprietare de Unix. Analistii atribuie succesul sistemului faptului că este independent de furnizor, implementarea are un cost scăzut, iar securitatea și fiabilitatea sistemului sunt considerate de către specialiști drept foarte bune.

Dezvoltarea sistemului a fost începută de către inginerul finlandez Linus Torvalds, care inițial dorea să obțină un sistem similar cu Minix, dar fără limitările acestuia. Linux a fost dezvoltat sub Licența Publică Generală GNU GPL, astfel încât nu numai Linux însuși, dar și codul său sursă sunt disponibile tuturor celor interesați.

Nucleul Linux

Nucleul (*kernel*-ul) Linux este un nucleu monolitic. Cu toate acestea, spre deosebire de multe alte nuclee monolitice, *driver*-ii se pot încărca în memoria de lucru la utilizare, și se pot șterge de acolo ulterior, eliberând resursele utilizate, fără a necesita resetarea sistemului sau recompilarea nucleului. Facilitățile oferite de nucleu includ, printre altele,

- *multitasking* real și complet;
- suport pentru memorie virtuală;
- distribuția executabilelor la scriere;
- management avansat al memoriei;
- suport avansat pentru TCP/IP (inclusiv rutare și filtrare) ;
- până la un miliard de procese simultane;
- sistem de sunet modularizat (OSS sau ALSA).

Nucleul este scris integral în C și poate fi compilat folosind compilatorul GCC.

Sistemul Linux

Sistemele Linux includ nucleul, bibliotecile de sistem, bibliotecile de dezvoltare și un număr (de obicei destul de ridicat) de programe utilitare și aplicații, servere grafice (X), sisteme de ferestre și managere de desktop-uri (KDE, Gnome, Blackbox, Fluxbox, Xfce etc.), browsere web (Firefox, Lynx, Konqueror), aplicații și suite de aplicații „de birou” (LibreOffice), software de prelucrare grafică (Gimp), software de configurare, servere de web etc. Instalarea programelor noi se poate face fie prin compilare directă, fie prin intermediul pachetelor, care verifică existența și disponibilitatea altor programe necesare pe sistem înainte de a instala noul program. Managerele de pachete moderne asigură descărcarea pachetelor lipsă necesare (dacă este cazul) și instalarea lor automată „dintr-un clic”. Sistemele moderne Linux au atât capacități multimedia avansate, (grafică 3D accelerată hardware, sunet *surround*, suport pentru tehnologie *bluetooth* etc.), cât și suport pentru *hardware* mai vechi, fiind adaptabile și scalabile în funcție de necesități.

Distribuții Linux

Sistemele de operare bazate pe Linux sunt disponibile în general sub formă de „distribuții” (denumite mai rar și „arome/flavours”). Unele dintre acestea sunt orientate spre utilizatorul particular, altele către servere sau către utilizatorii cu calculatoare mai vechi. Câteva din cele mai folosite distribuții de Linux sunt:

Ubuntu, un proiect orientat spre utilizatorul obișnuit bazat pe Debian GNU/Linux, care a câștigat o mare popularitate prin faptul că este ușor de utilizat și configurat, fiind în același timp puternic și stabil. Distribuții înrudite: Kubuntu (folosește KDE), Xubuntu (folosește Xfce), Edubuntu (orientat spre aplicații pentru educație). În prezent, Ubuntu este cea mai populară distribuție Linux.

SuSE Linux - o distribuție orientată atât spre servere cât și spre stații de lucru și desktopuri, care pune accentul pe ușurința în utilizare și configurare. Produsă de compania germană SuSE, parte a grupului Novell.

Fedora - născută din proiectul Red Hat Linux, dar conținând exclusiv software liber și disponibil gratuit de pe Internet.

Debian GNU/Linux, una din distribuțiile cele mai cuprinzătoare din Internet, conținând un număr uriaș de pachete. Creatorii proiectului au dezvoltat managerul de pachete APT și pachetele de programe DEB.

Mandriva Linux (denumită anterior Mandrake Linux) - o distribuție ușor de utilizat, orientată spre utilizatorii desktop, creată de compania franceză Mandriva.

Slackware Linux, este una din cele mai vechi distribuții, având ca moto „Ține (lucrurile) simple”. Distribuției îi lipsesc unelte de configurare ușoară, dar beneficiază de viteză mare de rulare, posibilitate a de a fi instalată pe hardware mai vechi și o organizare simplă a sistemului.

RedHat Linux - una din cele mai cunoscute distribuții, în prezent o distribuție comercială orientată exclusiv spre piața serverelor și spre mediul de afaceri. Este distribuția care a dat naștere proiectului Fedora Core.

Cele mai multe din distribuțiile de mai sus pot fi descărcate legal și gratuit de pe siturile respective.

4.2 Programe SIG

Programele SIG au căpătat o răspândire și utilizare, toate implicând utilizarea datelor georeferențiate. Programele SIG pot fi grupate în mai multe categorii. Mai jos puteți vedea o listă a celor mai importante aplicații SIG.

Programe Open Source / Libere

Dezvoltarea de programe SIG libere este o tradiție de lungă durată datând din 1978. În prezent există numeroase sisteme disponibile pentru diverse sectoare de utilizare.

Desktop GIS / Aplicații Desktop

- **GRASS GIS** – Dezvoltat inițial de U.S. Army Corps of Engineers, SIG liber de caracter general (<http://grass.fbk.eu/>).
- **SAGA GIS** – System for Automated Geoscientific Analysis – program SIG hibrid (<http://www.saga-gis.org/>).
- **Quantum GIS** – Inițial un viewer de hărți, QGIS se dezvoltă foarte energic, ajungând să fie unul dintre cele mai importante soft-uri SIG la moment (<http://www.qgis.org/>).
- **MapWindow GIS** – Gratuit și liber. Rulează doar pe platforme Windows (<http://www.mapwindow.org/>).
- **ILWIS** – ILWIS (Integrated Land and Water Information System) integrează imagini, vectori și date tematice (<http://www.ilwis.org/>).
- **uDig** – program Open source GIS (<http://udig.refractions.net/>).
- **gvSIG** – program Open source GIS scris în Java (<http://www.gvsig.org/web/>, <http://gvsigce.org/>).
- **OpenJUMP** – (Open) Java Unified Mapping Platform (JUMP este precursorul OpenJUMP, SkyJUMP, deeJUMP și Kosmo, <http://www.openjump.org/>)
- **Whitebox GAT** – Set de instrumente pentru analiză spațială (<http://www.uoguelph.ca/~hydrogeo/Whitebox/>).
- **Kalypso** – Kalypso este un SIG Open Source (Java) care se adresează simulării numerice în domeniul gestionării apelor (<http://sourceforge.net/projects/kalypso/>).
- **TerraView** – GIS desktop care manipulează date vector și raster stocate în baze de date relaționale, interfață pentru TerraLib (<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>).

Alte instrumente

Web map servere

- **Mapnik** – bibliotecă C++/Python pentru randare – utilizată de OpenStreetMap (<http://mapnik.org/>).
- **GeoServer** - Map server Web Java (<http://geoserver.org/>).

- **MapGuide Open Source** – Map server Web (<http://mapguide.osgeo.org/>).
- **MapServer** – Map server Web, dezvoltat la University of Minnesota (<http://mapserver.org/>).

SGBDS

- **PostGIS** – Extensie spațială pentru SGBD PostgreSQL cu posibilități de interogare (<http://postgis.refrations.net/>).
- **TerraLib** – SGBD spațiale cu funcții de analiză spațială (<http://www.terralib.org/>).
- **Spatialite** – extensie spațială pentru baze de date SQLite, cu posibilități de interogare (<http://www.gaia-gis.it/>).

Biblioteci

- **GDAL/OGR** (<http://www.gdal.org/>).
- **Orfeo toolbox** (<http://www.orfeo-toolbox.org/otb/>).

SIG comercial sau proprietar

Desktop GIS / Aplicații Desktop

- **Autodesk** – produce Map 3D, Topobase, MapGuide și alte produse care interfațează cu pachetul AutoCAD (<http://usa.autodesk.com/>).
- **Bentley Systems** – produce Bentley Map, Bentley Map View și alte produse care interfațează cu pachetul MicroStation (<http://www.bentley.com/en-US/>).
- **ERDAS IMAGINE** al ERDAS Inc; produs care include Leica Photogrammetry Suite, ERDAS ER Mapper și ERDAS ECW JPEG2000 SDK și ERDAS APOLLO (<http://www.erdas.com/Homepage.aspx>).
- **ESRI** – produce ArcGIS Desktop, ArcSDE, ArcIMS, ArcWeb services și ArcGIS Server (<http://www.esri.com/>).
- **Intergraph** – produce G/Technology, GeoMedia, GeoMedia Professional, GeoMedia WebMap și extensii pentru diverse ramuri (<http://www.intergraph.com/>).
- **MapInfo** by Pitney Bowes – produce MapInfo Professional și MapXtreme (<http://www.pbinsight.com/>).
- **Aquaveo** – dezvoltator al programelor GMS, WMS și SMS – programe modulare specializate în domeniul hidrologiei având și caracteristici de cartare 3D (<http://www.aquaveo.com/>).

SGBD spațiale

- **DB2** – permite interogarea și stocarea celor mai multe tipuri de date spațiale (<http://www-01.ibm.com/software/data/db2/>).
- **Oracle Spatial** – permite realizarea unor operații geografice complexe și stochează cele mai comune tipuri de date geospațiale în mediu Oracle (<http://www.oracle.com/>).

4.3 Programe Desktop GIS

SIG-ul de birou și cartografierea

Pachete software de cartografiere de birou (Desktop) dau utilizatorului posibilitatea de a vizualiza, explora, interoga și analiza geografic datele. Prin folosirea accentuată a meniurilor, butoanelor și instrumentelor plasate într-o interfață grafică, un utilizator ocazional, nefrecvent al teh-

nologiei SIG poate să vadă rapid mostre sau paternuri, să identifice relațiile geografice, să câștige experiență și să rezolve probleme spațiale, fără consum mare de timp, pentru a învăța cum să folosească asemenea software. Aceste pachete nu cuprind toate procedurile unor pachete profesionale, dar permit pregătirea pentru a automatiza procesul de cartografiere și de analiză spațială. Așadar, cu investiții mai mici, se pot face cartografieri și analize geografice.

4.3.1 ArcGIS Desktop

ArcGIS este numele comun pentru trei produse (nivele de licență) - ArcView, ArcEditor și ArcInfo. Aceste produse sunt construite pe o interfață comună și capacitatea centrală cu fiecare produs oferă un nivel diferit de funcționalitate. Blocurile de bază ale lui ArcGIS sunt:

- ArcMap - pentru afișarea și interogarea hărților.
- ArcCatalog - pentru gestionarea datelor geografice.
- ArcToolbox - pentru analiza datelor.

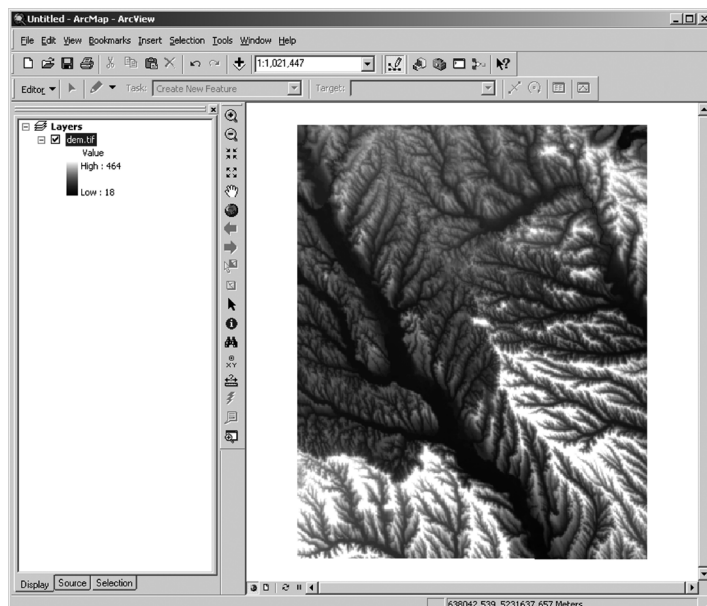
ArcMap

În ArcMap, puteți construi hărți din straturile de date spațiale, puteți alege culorile și simbolurile (semnele convenționale), solicita atribute, analiza relațiile spațiale și proiecta formele finale ale hărților. Interfața ArcMap conține o listă a straturilor hărții (sau tabel al conținutului), o zonă de afișare pentru vizualizarea hărții, meniuri și instrumente de lucru cu harta.

Fereastra aplicației ArcMap constă din:

- Bara meniului principal.
- Bara cu instrumente standard.
- Tabelul cu conținutul de fișiere de date geografice.
- Zona de afișare a hărții.
- Bara cu instrumente pentru desenare.

Un clic cu butonul din dreapta pe numele stratului (Layer name) din tabelul conținutului (Table of contents) sau pe numele câmpului dintr-un tabel de atribute deschis (attribute table) face să apară un meniu contextual. Multe operațiuni ArcMap sunt inițiate din meniurile contextuale.



Figură 55: Exemplu de fereastră ArcMap

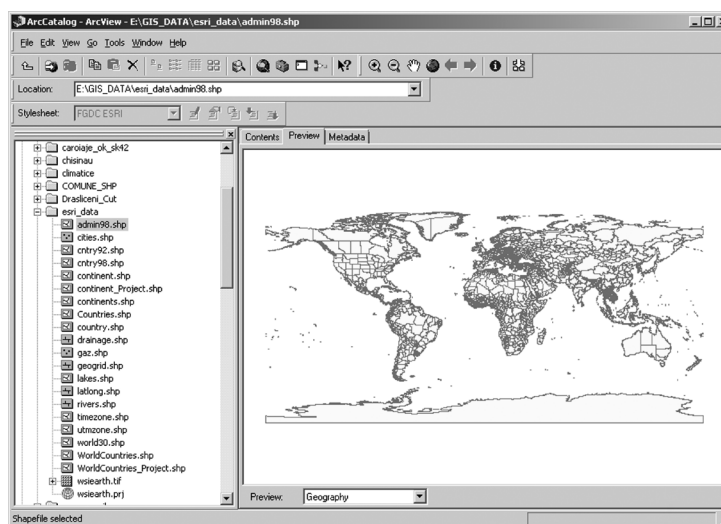
ArcGIS Desktop are un set bogat de semne convenționale (map symbols) și culori predefinite. Ultimele două itemuri aparțin stilului ESRI . Un stil (style) este o colecție de simboluri, culori și

alte elemente predefinite ale hărții, ca inscripții, denumiri, săgeata ce indică nordul, scara grafică, scara numerică, scara naturală și cadrul exterior. Există peste 20 de stiluri și puteți proiecta unele noi prin combinarea elementelor din stilurile existente și chiar crea propriile simboluri.

La imaginile și documentele existente pot fi create hiperlegături în detaliile hărții. Pot fi unite tabele multiple de atribute, după un câmp cheie (key field) comun tuturor tabelor, poate fi selectat de utilizator orice număr de detalii și articole sau înregistrări. Pot fi realizate hărți de înaltă profesionalitate prin straturile finale de ieșire (layouts, echivalente originalelor de editare). ArcView are capacități de geocodare/unire a adreselor. Hărțile pot fi afișate rapid folosind șabloanele de hărți (map templates).

ArcCatalog

Datele spațiale pot fi căutate pe hard disk-ul calculatorului dvs., pe rețeaua locală (intranet) sau pe Internet. Puteți căuta date spațiale, să le revedeți și să le adăugați ca straturi ale lui ArcMap. ArcCatalog are instrumente pentru crearea și vizualizarea metadatelor (informații despre datele spațiale, de exemplu cine le-a creat și când, intenția de folosire, precizia etc.). ArcCatalog gestionează datele spațiale care sunt culese într-o diversitate de formate. Baza de date geografice (geodatabase) prezintă un nou format al datelor spațiale, proiectat special pentru ArcGIS.

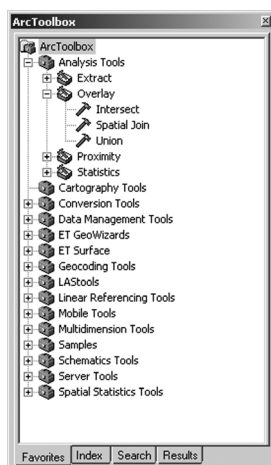


Figură 56: Exemplu de fereastră ArcCatalog

Multe formate comune, precum cele ale fișierelor shape (shapefiles), ale straturilor sau acoperirilor (coverages), fișierelor CAD (de exemplu DXF) și cele ale GDB (geodatabases), organizează datele spațiale pe clase de detalii. O clasă de detalii este un grup de puncte (obiecte punctuale), linii (obiecte liniare) sau poligoane (obiecte areale), care reprezintă obiecte geografice similare. Un grup de obiecte liniare care reprezintă râuri este o clasă de detalii. Un grup de poligoane care reprezintă parcurile este o altă clasă de detalii. Un grup de obiecte punctuale care reprezintă rezervațiile este o clasă de detalii (cunoscută ca o temă în primele versiuni ale software-ului SIG realizat de ESRI). Un fișier shape constă dintr-o singură clasă de detalii, pe când în GDB (geodatabases) straturile sau acoperirile (coverages) și fișierele CAD pot conține câteva clase de detalii.

ArcToolbox

Cu acest bloc al lui ArcGIS, datele spațiale pot fi transformate dintr-un format în altul, folosind un set de instrumente. Cele mai multe instrumente au o interfață „vrăjitor” (wizard), care vă dirijează prin fiecare pas al unei proceduri sau al unei rutine.



Figură 57: Exemplu de fereastră ArcToolbox

Capabilitățile lui ArcGIS Desktop pot fi extinse prin extensii:

ArcGIS Spatial Analyst - creează, interoghează și combină suprafețele raster. Puteți deriva noi suprafețe din alte straturi raster sau vectoriale, de exemplu suprafața pantelor din suprafața înălțimilor sau suprafața densității populației din cea cu punctele cu valorile populației.

ArcGIS 3D Analyst - vizualizează și analizează datele vectoriale și raster în trei dimensiuni. Puteți „zbura deasupra” (fly through) terenului și să-l examinați sub orice unghi sau puteți determina care zone ale suprafeței terenului sunt vizibile din niște puncte de vizualizare date.

ArcGIS Geostatistical Analyst - creează suprafețe continue dintr-un număr mic de puncte alese și vizualizează erorile asociate lor, pe baza unor metode diferite de interpolare.

ArcGIS Desktop este o parte a unui sistem mai mare, care cuprinde **ArcSDE** și **ArcIMS**.

ArcSDE (Spatial Database Engine (motor pentru baza de date spațiale) vă permite să manevrați și să editați datele geografice memorate într-o BD centrală multiutilizator, gestionată cu SGBDR, de exemplu Oracle, SQL Server, Informix sau DB2.

ArcIMS (Internet Map Server, server Internet pentru hărți) livrează date SIG prin Internet și Intranet și vă permite să construiți situri (sites) Web care pot furniza hărți, date spațiale și aplicații SIG.

4.3.2 Quantum GIS

Quantum GIS (QGIS) este un pachet de programe SIG Open Source. Proiectul s-a născut în mai 2002 și a fost stabilit ca un proiect de pe SourceForge în luna iunie a aceluiași an. QGIS este dezvoltat folosind colecția de instrumente (funcții) Qt (<http://qt.nokia.com/>) și C++. Dispune de o interfață grafică plăcută, ușor de utilizat.

QGIS are funcții și caracteristici comune cu cele ale altor programe cunoscute. Scopul inițial a fost de a oferi un vizualizator de date SIG. QGIS este folosit în mod liber, în conformitate cu Licența Publică Generală GNU (GPL). Cea mai recentă versiune a acestui document poate fi găsită întotdeauna la adresa <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>. Caracteristicile QGIS de bază sunt următoarele:

- suport pentru biblioteca GDAL/OGR pentru date raster și vectoriale;
- suport pentru PostgreSQL activat spațial utilizând tabele PostGIS;
- integrare cu pachetul GRASS, pentru vizualizare, editare și analiză spațială;
- integrare prin intermediul modulului SEXTANTE cu pachetul SAGA GIS, pentru analiză spațială;
- integrare prin intermediul modulului SEXTANTE cu pachetul Orfeo Toolbox, pentru procesarea și interpretarea imaginilor satelitare;

- digitizare vectori GRASS și shapefile;
- realizator de hărți;
- suport OGC;
- prezentare generală a panoului de lucru;
- legături spațiale (bookmarks – „semne de carte”);
- identificare / selecție a caracteristicilor;
- editare / vizualizare / căutare a atributelor;
- facilitate de scriere a inscripțiilor (etichetelor);
- alegerea proiecției cartografice;
- proiectarea datelor „din zbor”;
- salvarea și restaurarea proiectelor;
- export într-un fișier de hartă Mapserver;
- modificarea simbolurilor pentru date vectoriale și raster;
- arhitectură extensibilă (prin intermediul plugin-urilor).

QGIS este un soft extensibil prin utilizarea extensiilor/plugin (peste 200), principalele fiind:

- adăugare a unui strat text delimitat (.csv);
- „decorațiuni” (etichete de drept de autor, săgeata nordului și bara scării);
- georeferențiere;
- instrumente GPS;
- fTools pentru lucrul cu vectori;
- Gdal Tools pentru lucrul cu rastere;
- GRASS GIS;
- SEXTANTE;
- funcții PostgreSQL de geoprocetare;
- trimitere fișier shape la PostgreSQL/PostGIS.

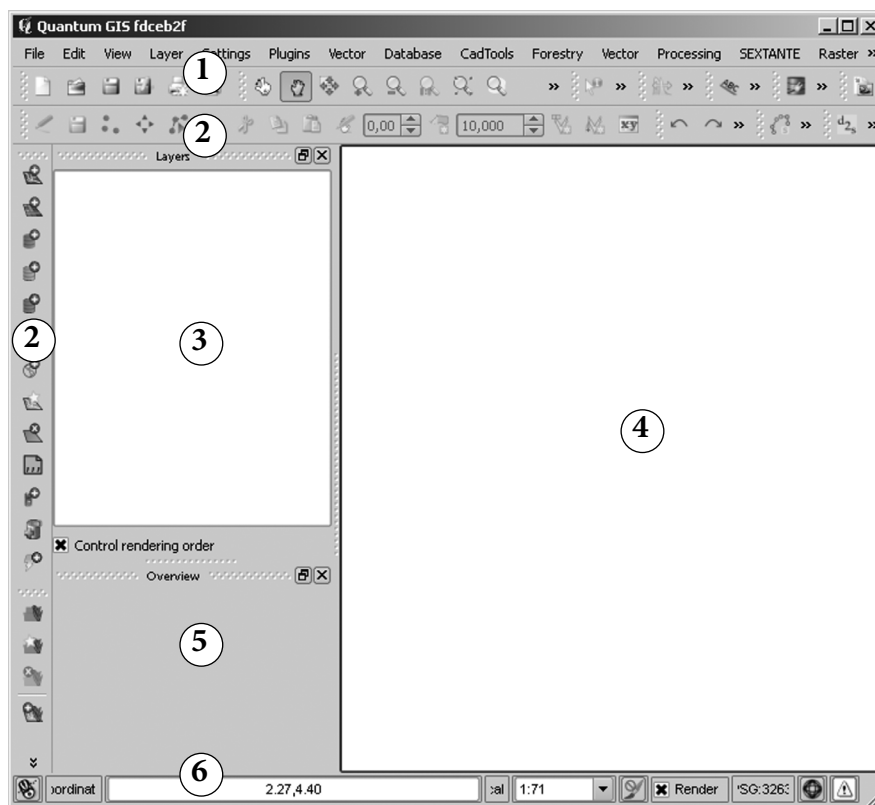
Mod de lucru

Instalarea

Obțineți cele mai recente informații despre pachetele binare accesând site-ul QGIS la <http://hub.qgis.org/projects/quantum-gis/wiki/download>.

Rularea QGIS

La lansarea QGIS, apare fereastra programului (GUI) cu diferite zone, numerotate de la 1 la 6:



Figură 58: Fereastra principală Quantum GIS

Semnificația zonelor ferestrei: 1. Bara de meniuri; 2. Bara de instrumente; 3. Legenda hărții (TOC); 4. Harta; 5. Harta micșorată/generală; 6. Bara de stare;

Bare cu instrumente

Dau acces rapid la aceleași funcții din meniuri. Fiecare buton din bară permite citirea funcției la suprapunerea cursorului pe buton. Fiecare bară de meniuri poate fi mutată unde se dorește. În plus, fiecare bară poate fi dezactivată cu butonul din dreapta al mouse-ului.

Legenda hărții

Zona legendei hărții este folosită pentru explicarea valorilor ordonate z ale straturilor. Straturile pot fi grupate în fereastra legendei prin adăugarea unui grup de straturi și tragerea straturilor în grup. Conținutul meniului contextual la un clic cu butonul din dreapta depinde de faptul dacă itemul legendei încărcate se referă la un strat raster sau vector. Pentru straturile

Dacă diferite surse de date vectoriale au același tip de vectori și aceleași atribute, simbolizările lor pot fi grupate. Aceasta înseamnă că dacă este modificată simbolizarea unei surse de date, celelalte au automat noua simbolizare. Pentru a grupa simbolologiile, cu un clic cu butonul din dreapta pe fereastra legendei se deschide meniul contextual și se alege „Show file groups”. Apar grupurile de fișiere ale straturilor. Acum este posibil „să trageți” un fișier dintr-un grup de fișiere în altul. În acest caz simbolologiile sunt grupate. QGIS permite tragerea doar dacă cele două straturi au o simbologie (aceleași tipuri de vectori și de atribute).

Imaginea hărții

Harta este afișată într-o zonă specială a ferestrei. Harta afișată în această subfereastră depinde de straturile vector și raster alese pentru încărcare. Harta poate fi deplasată în planul său, mărită sau micșorată. Imaginea hărții și legenda sunt dependente una de alta.

Vederea generală a hărții

Zona vederii generale a hărții arată extinderea completă a întregii hărți. Pe imagine apare un dreptunghi care cuprinde zona afișată în fereastra hărții detaliate. Inscripțiile nu sunt redată în zona ferestrei generale a hărții. Puteți adăuga un singur strat vederii generale prin clic cu butonul din dreapta în legendă și alegerea comenzii „Add to overview”. Puteți de asemenea adăuga sau șterge toate straturile în/din vederea generală folosind instrumentele lui „Overview” din bara cu instrumente. Puteți muta dreptunghiul roșu ce arată zona din fereastra hărții; imaginea din fereastra hărții detaliate se va muta în mod corespunzător.

Bara de stare

Bara de stare arată coordonatele cursorului de pe hartă (în metri sau în grade și fracțiuni de grad). Este arătat și factorul de mărire sau micșorare. Există și o bară de progres al încărcării hărții după executarea unei operațiuni de editare. În partea dreaptă a barei de stare este o casetă mică ce permite prevenirea temporară a straturilor redată. În partea extremă din dreapta este o pictogramă (icon) a proiecției. Cu un clic pe aceasta apare o fereastră cu proprietățile proiecției hărții.



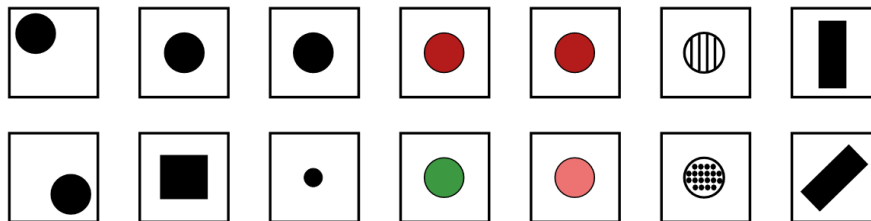
VIZUALIZAREA

Reprezentarea informației geografice este o parte fundamentală a lucrului cu SIG. Vizualizarea informației geografice presupune utilizarea unui limbaj de transmitere a acesteia. Acest limbaj deține anumite particularități proprii și permite de a exprima ideile într-o formă sau alta. Proprietățile limbajului vizual utilizat pentru reprezentarea datelor geografice poartă denumirea de variabile vizuale și se aplică elementelor de bază ale reprezentării, care sunt nu altceva decât obiecte geometrice.

5.1 Variabile vizuale și percepția vizuală

Variabilele vizuale permit a diferenția unele elemente de altele. Putem deosebi mai multe variabile vizuale:

- Poziție,
- Dimensiuni,
- Formă,
- Textură,
- Culoare,
- Orientare.



Figură 59: Exemplu de utilizare a diferitor variabile vizuale: poziție, formă, dimensiune, nuanță culoare, intensitate culoare, textură și orientare

Se deosebesc patru funcții de bază pe care poate să prezinte o variabilă vizuală:

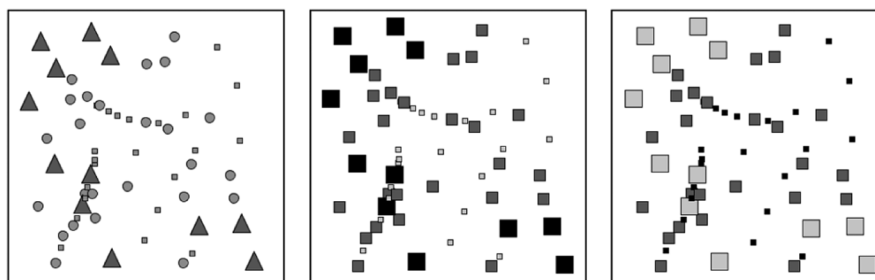
1. Asociativă - o variabilă vizuală prezintă proprietatea asociativă dacă la aplicarea ei nici nu crește, nici nu scade vizibilitatea elementului.
2. Selectivă - proprietatea selectivă prezintă acele variabile care la aplicare generează categorii distincte de simboluri.
3. Ordonată - când variabila vizuală poate fi utilizată pentru a reprezenta un ordin (clasă).
4. Cantitativă - când, pe lângă ordin, variabila poate reprezenta cantitatea sau proporția.

Aceste patru proprietăți creează așa-numitele nivele de organizare, proprietatea asociativă situându-se la nivelul inferior, iar cea cantitativă – la cel superior.

	Poziția	Dimensiunile	Forma	Valoarea	Tonul	Textura	Orientarea
Asociativă	■	-	■	-	■	■	
Selectivă	■	■	-	■	■	■	
Ordonată	■	■	-	■	-	-	-
Cantitativă	■	■	-	-	-	-	-

Figură 60: Proprietățile variabilelor vizuale

În fapt variabilele vizuale sunt aplicate în formă combinată, astfel oferind un grad de informatism maxim.



Figură 61: Combinarea variabilelor vizuale

5.2 Harta ca instrument

Cea mai simplă definiție care s-ar putea da hărții este aceea de *reprezentare micșorată a unei porțiuni din suprafața terestră*. Definiția enunțată are calitatea de a fi foarte concisă, dar în același timp și neajunsul de a nu reda în întregime conținutul noțiunii de hartă. Acest lucru se constată la o analiză cât de sumară a hărții. În primul rând, se constată că harta este o reprezentare în plan a suprafeței terestre. Aceasta o deosebește de reprezentarea sub formă de globuri, care deși sunt reduse ca răspândire sunt cele mai corecte. În schimb, pe hartă se înregistrează deformările cunoscute. Deoarece harta redă porțiuni mari din suprafața terestră, la realizarea ei se ține seama de curbura suprafeței terestre, în timp ce la planuri nu e necesar să se țină seama de curbura.

O altă caracteristică ușor de observat este aceea că elementele reprezentate sunt reduse pe baze matematice rigurose exacte, adică la o anumită scară. Aceasta îi conferă precizia necesară în diferite activități practice sau de cercetare.

De asemenea, se constată că harta nu este o fotografie a suprafeței terestre. Elementele suprafeței terestre sunt redată prin niște desene care uneori nici nu seamănă cu elementele din natură. Desenele respective sunt semnele convenționale, ceea ce înseamnă că harta este o reprezentare convențională.

Se mai constată că pe hartă nu sunt redată toate elementele terenului, ci că apar în funcție de mărimea suprafeței reprezentate, numai elementele cele mai evidente. Deci, se poate spune că este vorba de o generalizare cartografică.

Legat de conținutul hărții se poate constata că unele hărți conțin toate elementele posibil de reprezentat (ansamblul elementelor naturale și antropice ale unui teritoriu), fiind numite *hărți generale*, iar în unele apar numai un element, fiind numite hărți speciale sau *hărți tematice*. Ținând cont de caracteristicile menționate se poate formula o definiție mai completă.

Harta este o reprezentare în plan, micșorată, convențională și generalizată a suprafeței terestre, cu fenomene naturale și sociale de la un moment dat, realizată pe principii matematice și la o anumită scară, ținând cont de sfericitatea pământului.

Planul este o reprezentare cu aceleași caracteristici ca și harta, diferențele constând în faptul că redă o suprafață mai mică de teren, însă cu mai multe detalii și cu o mare precizie. Deoarece scara mare nu permite redarea unei suprafețe întinse de teren, porțiunile terestre reprezentate se consideră plane, deci nu ține cont de sfericitatea pământului.

Diferențe	
Harta	Planul
Redă o suprafață mai mare de teren cu detalii mai puține în funcție de scară	Redă o suprafață mai mică de teren cu multe detalii
Scara de reprezentare este mai mică decât la plan (de la 1:25000 până la scări foarte mici)	Scara de reprezentare este mare 1:20000 până la 1:50
Ține cont de curbura suprafeței terestre	Nu ține cont de curbura suprafeței terestre
Transpunerea punctelor se face fără a folosi un sistem de proiecție	Proiectarea punctelor de pe suprafața terestră se face cu ajutorul unei proiecții cartografice.

5.3 Elementele hărții

Ca documente cartografice cu largă utilitate, elementele hărților și planurilor sunt grupate în mai multe categorii. În literatura de specialitate se disting, în general două tipuri de clasificare a acestor elemente.

Unii autori grupează elementele hărților în două categorii: elemente din exteriorul cadrului și respectiv elemente din interiorul cadrului (Năstase, A. 1983, Rus, I., Buz, V, 2003).

Alți autori (Buz, V., Săndulache, A. 1984) grupează aceste elemente în trei categorii: elemente matematice, de conținut și de întocmire. Considerăm că această grupare este mai utilă pentru înțelegerea exactă a acestor aspecte.

Elementele matematice reprezintă baza geometrică a hărții. Sunt cuprinse în această categorie următoarele elemente:

- scara de proporție;
- cadrul hărții;
- nomenclatura;
- baza geodezo-topografică;
- elementele de orientare;
- graficul înclinării versanților;
- canevassul.

Elementele de conținut sunt considerate a fi cele reprezentate în interiorul cadrului hărții, respectiv în cuprinsul spațiului desenat. Aceste elemente se pot grupa în două categorii: fizico-geografice (relief, hidrografie, vegetație, soluri) și socio-economice (localități, căi de comunicație, detalii economice și culturale, granițe).

Elementele de întocmire sau de montare a hărții cuprind informații absolut necesare pentru înțelegerea și utilizarea hărții. Dintre ele unele se referă la întocmirea hărții. Aici sunt incluse: titlul, felul hărții, destinația, legenda, autorul, materialele documentare folosite.

Scara hărții

Definiție:

Trecerea de la dimensiunile măsurate în teren la cele de pe plan sau hartă se face cu ajutorul unui raport constant de micșorare numit scară de proporție.

Ca element matematic, se poate exprima în 3 moduri: Numeric, Grafic, Direct.

Scara numerică este o fracție ordinară în care numărătorul indică lungimea grafică (de obicei în cm), iar numitorul lungimea corespunzătoare din teren (tot în cm).

$$\frac{1}{N} = \frac{d}{D},$$

unde:

N – scara hărții;

d – distanța grafică pe hartă sau plan;

D – distanța reală din teren.

Cu cât numitorul este mai mic în valoare aritmetică, cu atât fracția este mai mare și deci scara este și ea mai mare și invers.

În situația în care pe o hartă nu este trecut scara, însă este trasată rețeaua de paralele se poate calcula scara hărții, măsurând distanța grafică dintre două paralele consecutive (d) și cunoscând faptul că lungimea arcului de meridian de 1° este egală cu 111,136 Km (D).

Scara grafică reprezintă raportul d/D exprimat grafic. După modul de construcție și precizia măsurării este de două tipuri:

scară grafică simplă

scară grafică compusă sau cu transversale.

Pentru construcția *scării grafice simple* se divizează un segment de dreaptă în mai multe părți, de obicei în cm, notându-se originea O. În partea dreaptă a originii se notează diviziunile cu lungimile valorilor naturale corespunzătoare scării date. Partea din stânga originii zero se numește talon și este împărțit în mai multe segmente, oferind astfel posibilitatea măsurării unor distanțe până la a zecea parte dintr-o diviziune din partea dreaptă a originii. Talonul poate fi simplu sau exagerat.



Scara grafică compusă sau cu transversale se construiește din două scări grafice simple, paralele, având trasate între ele nouă segmente de dreaptă paralele și echidistante.

Scara directă se exprimă prin indicarea directă a lungimii de pe hartă și a corespondenței ei din teren. De exemplu: 1 cm pe hartă = 250 m în teren (egalitate valabilă pentru o hartă la scara 1:25000).

În funcție de scara la care au fost realizate, hărțile se grupează în 3 categorii:

- de la 1:25000 până la 1:200000: *hărți la scară mare* (hărți topografice);
- între 1:200000 – 1:1000000: *hărți la scară mijlocie* (hărți topografice de ansamblu);
- de la scara 1:1000000 până la scări foarte mici: *hărți la scară mică* (hărți geografice). Acestea sunt în general, hărțile murale și cele din atlase.

Reprezentările cartografice la scări mai mari de 1:25000 se numesc planuri. Acestea se clasifică după cum urmează:

- 1:10000 până la 1:5000 *planuri topografice propriu-zise*;
- 1:2500 până la 1:2000 *planuri de situație*;
- 1:1000 până la 1:500 *planuri urbane*;
- 1:100 până la 1:50 *planuri de detaliu*, utilizate în construcții.

Cadrul hărții

Sub numele de cadru se înțeleg liniile care mărginesc suprafața desenată a hărții. Linia care intră în contact direct cu spațiul desenat se numește *cadru intern*. Paralel cu acesta, la mică distanță

se află *cadrul extern sau ornamental*. Între cele două se află *cadrul gradat*, care reprezintă de fapt elementul matematic al cadrului hărții. Acesta din urmă este împărțit în segmente colorate alternativ alb-negru, care indică împărțirea unghiulară pe paralele și meridiane.

Cadrul poate coincide cu paralele și meridianele, situație în care se numește *cadru geografic*. În situația în care cadrul nu corespunde cu paralele și meridianele acesta se numește *cadru geometric*.

Ca formă, cadrul poate fi elipsoid, trapezoidal, dreptunghiular, pătrat, circular, în funcție de sistemul de proiecție în care a fost realizată harta. În situația în care cadrul are formă de pătrat, dreptunghi sau trapez, în colțurile sale sunt trecute cu mare precizie coordonatele geografice:

Nomenclatura hărților și planurilor

Definiție:

Prin *sistem de nomenclatură* se înțelege sistemul de notație alcătuit din cifre și litere sau numai cifre, cu ajutorul căruia se definește poziția unei foi de hartă în cuprinsul unui teritoriu sau a întregii suprafețe terestre.

La Congresul Internațional de Geodezie și Geofizică din anul 1924 a fost propus și adoptat un sistem internațional de nomenclatură pentru harta lumii la scara 1:1000000, sistem adoptat și de România pentru hărțile în sistemul de proiecție Gauss-Krüger. Acest sistem se utilizează și în prezent la hărțile în proiecție stereografică.

Sistemul internațional de nomenclatură se bazează pe împărțirea globului terestru în zone sferice trasate din 4° în 4° de latitudine și fuse sferice trasate din 6° în 6° de longitudine.

Alte elemente matematice

După cum am văzut până în prezent, cele mai importante elemente matematice au fost scara, cadrul și nomenclatura hărții. Nu lipsite de importanță sunt și baza geodezo-topografică, elementele de orientare, graficul înclinării versanților și canevasul.

Baza geodezo-topografică

Este constituită din puncte de coordonate cunoscute cu maximum de precizie, puncte care stau la baza întocmirii hărții, motiv pentru care se mai numesc și punctele de sprijin ale hărții. Ele sunt de trei categorii: astronomice, geodezice și topografice.

Punctele astronomice (sau fundamentale) sunt puncte ale căror coordonate geografice au fost determinate prin metode astronomice. Coordonatele lor sunt independente de forma și dimensiunile Pământului. În general, observatoarele astronomice din fiecare țară pot constitui puncte de bază în ridicările geodezice ulterioare. În România, primul punct fundamental este Observatorul astronomic de lângă București, care stă la baza constituirii hărților.

Punctele geodezice sunt puncte determinate prin metode geodezice, care țin seama de forma și dimensiunile Pământului. Cele mai importante dintre ele sunt verificate și prin metode astronomice.

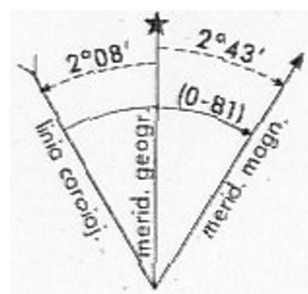
În funcție de importanța lor, punctele geodezice se împart în trei categorii:

1. *puncte geodezice de ordinul I*, care sunt vârfuri ale unor triunghiuri terestre cu laturile cuprinse între 40-50 km sau 70 km. Acestea alcătuiesc așa-numitele *șiruri de triangulație primordiale*, care se întind în lungul meridianelor și paralelelor principale ale unei țări. Pe teritoriul țării noastre trec 3 șiruri primordiale pe meridian (dintre care unul internațional ce leagă Capul Nord și Capul Bunei Speranțe) și 3 șiruri pe paralelă (între care două internaționale: paralela de 45°N și paralela de $47^\circ30'\text{N}$). Lanțurile triangulațiilor primordiale sunt legate între ele prin lanțuri de triangulație de ordinul I complementare;
2. *puncte geodezice de ordinul II*, care sunt vârfuri ale unor triunghiuri cu laturi cuprinse între 10-25 km;
3. *puncte geodezice de ordinul III*, care sunt vârfuri ale unor triunghiuri cu laturile cuprinse între 5-10 km.

Aceste puncte formează așa-numita *osatură geodezică* a hărții unei țări. Pe teren, aceste puncte sunt marcate prin semnale speciale, construite din lemn cu baza din beton, în punctele caracteristice ale terenului, în așa fel încât să poată fi vizibile de la mari distanțe. Poziția punctelor geodezice obținute pe suprafața Pământului se trece pe suprafața unui corp geometric imaginar (elipsoidul de referință), iar de pe elipsoid se proiectează pe o suprafață plană grafic sau prin calcul.

Punctele topografice se determină plecând de la punctele geodezice, prin metode topografice și sunt cuprinse în ordinele IV și V. Ele alcătuiesc *canevasul topografic al hărții*. Față de aceste puncte se determină planimetric și altimetric poziția elementelor fizico-geografice și economico-geografice ale hărții, care reprezintă detaliile suprafeței terestre. **Elementele de orientare** sunt desenate pe hărțile topografice în stânga scării grafice.

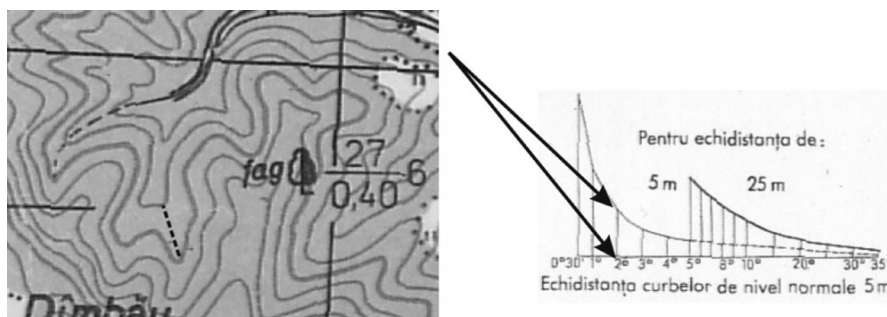
Convergența medie a meridianelor.....	2° 08'	(0-36) vest
Declinația magnetică în 1984.....	2° 43'	(0-45) est
Abaterea acului magnetic față de coroiajul rectangular.....	4° 51'	(0-81) est
Variația anuală a declinației.....	0° 01',4	(0-01) est
(0 miime = 3', 6", 1" = 0-16,66...; 1' = 0-00,27...)		



Acestea cuprind cele trei direcții nord: geografic, magnetic și al coroiajului hărții, precum și unghiurile dintre ele, respectiv declinația magnetică, declinația convențională și convergența meridianelor.

Graficul înclinării versanților se prezintă sub forma unei curbe, care este folosită la determinarea valorilor pantelor fără calcule (în mod expeditiv). De obicei sunt două grafice de pantă, care sunt construite ținând seama de echidistanța dintre curbele de nivel: unul aferent curbelor de nivel normale, celălalt pentru curbele de nivel principale.

Unul din cele mai cunoscute procedee grafice de determinare a unghiului de pantă constă în suprapunerea distanțelor grafice dintre curbele de nivel pe un graficul înclinării versanților și se citește de pe acesta panta terenului în zona respectivă.



Canevasul reprezintă sistemul sau ansamblul liniilor de coordonate geografice sau coordonate plane rectangulare. Coordonatele geografice sunt reprezentate prin rețeaua de paralele și meridiane care constituie *canevasul geografic*, iar coordonatele rectangulare prin linii drepte orizontale și verticale, reprezentând abscise și ordonate.

Canevasul geografic se obține prin transpunerea rețelei de paralele și meridiane de pe glob pe un plan printr-un sistem de proiecție cartografică.

Canevasul rectangular, întâlnit mai ales la hărțile topografice, pleacă de la canevasul geografic și se întocmește plecând de la intersecția dintre un meridian și o paralelă. În acest punct de intersecție se duc tangente la meridian și paralelă, iar la aceste tangente se trasează din km în km linii paralele, rezultând în acest fel o rețea de pătrate cu latura de 1 km. Din acest motiv, acest canevas se mai numește *canevas kilometric*.

Laturile pătratelor care alcătuiesc rețeaua au valori diferite în funcție de scara hărții: la scara 1:25000, lungimea grafică a laturii este de 4 cm și reprezintă în teren 1 km, la scara 1:50000, latura de 2 cm corespunde în teren la 1 km, la scara 1:100000, latura de 2 cm reprezintă 2 km în teren, iar la scara 1:200000, latura de 2 cm reprezintă 4 km în teren. Valorile rețelei kilometrice sunt înscrise între cadrul interior și cel geografic, lângă colțurile hărții.

5.4 Tipuri de hărți tematice

Problema clasificării hărților este foarte importantă pentru orientarea în folosirea și studierea materialului cartografic.

Deși nu există o clasificare cu valabilitate universală, de-a lungul timpului au fost luate în considerare diverse criterii în ordonarea materialelor cartografice.

1. În funcție de dimensiunea teritoriului cartografiat:
 - a. hărți mondiale (planigloburi, mapamonduri, planisfere), care reprezintă întreaga suprafață terestră;
 - b. hărți ale emisferelor pe latitudine și respectiv longitudine;
 - c. hărți ale grupelor de continente;
 - d. hărți ale oceanelor și mărilor limitrofe;
 - e. hărți ale unor continente;
 - f. hărți ale unor state;
 - g. hărți cu regiuni dintr-un stat.
2. În funcție de scară:
 - a. hărți la scară mare;
 - b. hărți la scară mijlocie;
 - c. hărți la scară mică.
3. În funcție de conținut:
 - b. hărți generale;
 - c. hărți tematice sau speciale:

Hărți tematice fizico-geografice (hărți hipsometrice, morfologice, ale energiei reliefului, climatice, pedologice, biogeografice, hidrologice, etc.);

Hărți tematice socio-economice (hărți ale populației, ale căilor de comunicație, economice calitative și cantitative, politico-administrative, ale modului de utilizare a terenului, etc.).

1. În funcție de destinație:
 - a. hărți informative;
 - b. hărți științifice;
 - c. hărți didactice;
 - d. hărți turistice;
 - e. hărți pentru navigație.
2. În funcție de originalitate
 - a. minutele topografice, care constituie rezultatul direct al ridicărilor topografice;
 - b. copiile, adică reproduceri după minutele topografice la aceeași scară;
 - c. derivatele, adică reproduceri după copiile topografice însă la scară diferită (mai mică).
3. În funcție de numărul culorilor:
 - a. hărți monocrome;

- b. hărți policrome.
- 4. În funcție de modul de realizare:
 - a. hărți analogice;
 - b. hărți digitale (în format raster și respectiv în format vector).
- 5. În funcție de modul de prezentare:
 - a. hărți propriu-zise;
 - b. hărți virtuale.
- 6. În funcție de simbologia utilizată:
 - a. Hărți cu simboluri proporționale.
 - b. Hărți de puncte.
 - c. Hărți de izolinii.
 - d. Cartograme.
 - e. Cartodiagrame.
 - f. Hărți disimetrice.
 - g. Hărți flux.

SIG sunt deosebit de utile pentru vizualizarea informației geografice. Conceptul de strat de date, vital pentru alte arii de utilizare SIG, cum ar fi analiza spațială, exercită o influență directă asupra creării de reprezentări pe baza datelor de care dispunem, în timp ce interpretarea acestor date este condiționată inevitabil de modelul datelor.

Vizualizarea datelor vectoriale cu ajutorul unui SIG este similară cu procedura respectivă din cartografia clasică, fiindcă aceleși elemente geometrice de bază sunt utilizate în ambele cazuri: punctul, linia și poligonul. Diferența o fac stratele raster, care nu au un echivalent în hărțile clasice.



ORGANIZAREA

6.1 Organizarea unui SIG

Etapele de realizare ale unui GIS:

1. Identificarea problemei

În aceasta etapă trebuie să se identifice:

- natura rezultatelor care sunt căutate, caracteristicile generale și locale ale zonei care urmează a fi analizată;
- natura datelor necesare și tipurile de straturi tematice care vor fi necesare pentru soluționarea problemei;
- etapele care trebuie parcurse pentru ca hărțile finale și rapoartele finale să conțină informațiile solicitate și să fie utilizabile.

2. Achiziționarea datelor

În aceasta etapă trebuie să se identifice și localizeze:

- sursa de informații primare;
- sursa de informații secundare;
- care servesc la construirea BD.

3. Proiectarea Bazei de Date a sistemului Informațional

Proiectarea Bazei de Date constă în stabilirea detaliată a structurii BD. Eventualele omiteri produse în această etapă sunt de regulă dificil de remediat ulterior. Proiectarea bazei de date se face în 4 etape:

Identificarea caracteristicilor spațiale, atributelor și straturilor tematice necesare presupune:

- identificarea tuturor datelor spațiale și atributelor;
- organizarea straturilor tematice;
- identificarea straturilor tematice;
- realizarea manuscriselor de hartă.

Definirea parametrilor de stocare pentru fiecare atribut presupune:

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

Asigurarea registrației coordonatelor:

- o bază de date este constituită dintr-un număr de straturi care acoperă aceeași zonă geografică. Dacă suprapunerea nu este corectă, vor apărea probleme la prezentarea grafică și la prezentarea rapoartelor finale. Eliminarea acestor probleme se face prin registrație coordonatelor.

Proiectarea fișierelor de lucru presupune:

- construirea bazei de date prin achiziția datelor necesare.

- în cazul în care elementele caracteristice nu sunt în format digital, vor trebui introduse prin digitizare sau scanare.

4. Realizarea Bazei de Date spațiale și textuale presupune:

Realizarea Bazei de Date spațiale:

- Achiziția datelor spațiale se poate realiza prin:
 - digitizare;
 - scanare;
 - utilizarea datelor digitale existente;
 - achiziția datelor teren (prelucrarea măsurătorilor).
- Prelucrarea datelor spațiale:
 - verificarea și înlăturarea erorilor de digitizare;
 - realizarea topologiei;
 - identificarea erorilor realizate după construirea topologiei;
 - corectarea erorilor de topologie.

Realizarea Bazei de Date textuale se realizează prin:

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

5. Analiza datelor

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

- analiza datelor spațiale;
- analiza datelor textual;
- analiza integrată a datelor spațiale și textual.

6. Prezentarea rezultatelor și propunerea soluțiilor optime

Rezultatele pe care le furnizează un GIS pot fi:

- prezentarea datelor curente;
- prezentarea unei categorii selectate a datelor;
- prezentarea unei predicții asupra stării datelor la un moment dat.

După analiza datelor spațiale și textuale, rezultatele prelucrării pot fi prezentate sub formă grafică sau textuală.

Evaluarea economică a implementării unui GIS

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

- achiziția;
- conversia;
- actualizarea;
- întreținerii datelor.

6.2 Infrastructuri de date spațiale

În ultimele două decenii, majoritatea organizațiilor guvernamentale din întreaga lume au început organizarea și gestionarea informației geospațiale în cadrul așa numitelor Infrastructuri Naționale de Date Spațiale (National Spatial Data Infrastructure). Scopul principal al acestora este de a reduce duplicarea eforturilor diverselor instituții sau agenții în procesul de culegere și producere a datelor geospațiale, de a îmbunătăți calitatea informațiilor geospațiale și de a reduce semnificativ costurile în obținerea acestora.

Dintre motivele care stau la baza realizării unei astfel de infrastructuri se pot aminti:

- Accesibilitatea la datele spațiale.
- Reducerea eforturilor pentru crearea de date spațiale prin eliminarea redundanței.
- Îmbunătățirea calității informațiilor spațiale.
- Costuri reduse pentru datele spațiale.

Scopul este acela de a crea o rețea de resurse de date spațiale valide, resurse ce vor constitui un suport important în luarea deciziilor.

Deși costurile și dificultățile ce vor apărea pe parcursul dezvoltării și implementării unei Infrastructuri Naționale de Date Spațiale nu trebuie ignorate, pe termen lung impactul asupra dezvoltării economice se va dovedi a fi substanțial.

Utilizarea datelor GIS (Geographical Information System) în procesul decizional și cel al gestionării resurselor este esențială. Un aspect important este data de acuratețea și gradul de actualizare al datelor GIS utilizate. Pentru a asigura o credibilitate crescută a datelor GIS este necesară crearea și aplicarea unui proces sistematic de culegere și actualizare a datelor GIS.

Probabil, cea mai cunoscută infrastructură de date spațiale este INSPIRE - pornită ca o inițiativă în crearea unei Infrastructuri de Date Spațiale la nivel regional - mai precis realizarea unei Infrastructuri de Date Spațiale la nivel European.

O Infrastructură Națională de Date Spațiale a fost definită ca fiind „tehnologia, politicile, criteriile, standardele și oamenii necesari promovării datelor geospațiale la toate nivelele guvernamentale, în toate sectoarele private și non-profit, și în mediul academic”.

O Infrastructură Națională de Date Spațiale poate fi privită atât ca o rețea fizică, organizațională cât și ca o rețea virtuală creată pentru a permite dezvoltarea și partajarea informațiilor și resurselor digitale geografice la nivel național.

Prin directiva INSPIRE se intenționează realizarea unei Infrastructuri de Date Spațiale Europene ce va permite punerea la dispoziția utilizatorului a unor servicii de informații spațiale integrate. Aceste servicii vor permite utilizatorilor identificarea (localizarea) și accesarea informațiilor geografice sau spațiale dintr-o multitudine de surse de la nivele locale până la nivele globale.

Prin servicii, INSPIRE se referă la servicii de vizualizare a informațiilor geospațiale, servicii de suprapunere a acestor informații (overlay) din surse diferite, servicii de analiză spațială și temporală, etc.

INSPIRE nu înseamnă ignorarea datelor existente și refacerea datelor pe baza cărora se vor construi serviciile. Este recunoscut faptul că în acest moment există o cantitate semnificativă de date spațiale la nivelele locale, regionale și naționale, dar că exploatarea acestor date se face anevoios dintr-o serie de motive.

La baza INSPIRE stă un set de principii elementare:

- Datele trebuie colectate și introduse doar o singură dată, actualizarea și gestionarea acestora urmând a se face la nivelul la care aceste operații se pot face cât mai eficient și corect.
- Ar trebui să existe posibilitatea combinării datelor spațiale într-un mod cât mai continuu chiar dacă sursele acestor date sunt diferite și a partajării acestor informații între diverși utilizatori și aplicații.
- Ar trebui să fie posibilă partajarea informațiilor colectate între toate nivelele.
- Informațiile detaliate pentru analize detaliate, informațiile generale în scopuri strategice.
- Informațiile geografice necesare unei guvernări reușite la toate nivelele ar trebui să fie abundente.
- Ușurința descoperirii informațiilor geografice necesare unui anumit scop precum și a condițiilor în care aceste informații pot fi achiziționate și utilizate.
- Datele geografice ar trebui să devină ușor de înțeles și interpretat datorită faptului că pot fi vizualizate în contextul potrivit, context selectabil într-o manieră cât mai „prietenosă”.

Inițiativa intenționează să declanșeze crearea unei infrastructuri de informații spațiale Europene, ce va furniza utilizatorilor servicii integrate de informații spațiale. Aceste servicii ar trebui să permită utilizatorului să identifice și să acceseze informațiile spațiale sau geografice dintr-o gamă largă de surse, de la nivelul local până la nivelul global, într-un mod interoperabil și pentru o varietate de scopuri. Utilizatorii țintă a INSPIRE includ oameni de decizie, planificatori și manageri din nivelele Europene, naționale și locale precum și cetățeni și organizații ale acestora.

Termenul de portal web este folosit adesea ca substitut pentru termenul de punct de acces într-un site web care prezintă într-un mod unificat informații din surse diferite.

În general portalurile de date spațiale reprezintă partea vizibilă a Infrastructurilor de Date Spațiale, aceste portaluri fiind punctele de intrare prin care utilizatorii accesează serviciile geografice publicate prin intermediul Infrastructurilor de Date Spațiale.

Până în momentul de față eforturile din comunitatea Informațiilor Geografice s-au concentrat pe modalitățile de creare, instituire ale Infrastructurilor de Date Spațiale. Aceste eforturi includ: crearea și implementarea datelor, metadatelor, politicilor, standardelor, interpretărilor, rețelelor, cunoștințelor, a resurselor bazelor de date și totodată a aplicațiilor.

O Infrastructură de Date Spațiale nu ar putea exista fără aceasta componentă esențială: portalul de date spațiale.

În ultimii ani o parte din resurse s-a concentrat pe stabilirea aspectului și funcționalităților unui portal de date spațiale.

La baza oricărei Infrastructuri de Date Spațiale stă partajarea și accesul la informația geografică.

United States National Research Council's Mapping Sciences Committee a fost primul "organism" care a pus bazele conceptului de "spatial data infrastructure" în anul 1993, definind SDI drept "mijloacele prin care se îmbină informația geografică ce descrie poziția și atributele elementelor și fenomenelor spațiale.

Infrastructura include mijloace materiale, tehnologice și resurse umane necesare achiziției, prelucrării și distribuirii acestor informații într-un format ce corespunde unei game variate de cerințe”.

În baza celor de mai sus se poate spune ca succesul sau insuccesul unei Infrastructuri de Date Spațiale este dat de aprecierea utilizatorului final prin prisma facilitării localizării și accesării resurselor spațiale cu ajutorul unui portal de date spațiale, astfel portalurile de date spațiale joaca un rol vital.

Termenul "Infrastructuri de Date Spațiale" este adesea folosit pentru a defini colecția de tehnologii, politici și acorduri instituționale care facilitează accesul la datele spațiale. O Infrastructură de Date Spațiale reprezintă mai mult decât un set de date sau o bază de date spațială.

O Infrastructură de Date Spațiale găzduiește:

- date și atribute spațiale;

- metadata;
- mijloace ce permit descoperirea, vizualizarea și evaluarea datelor spațiale;
- metode ce permit accesul la datele geospațiale.

Pentru ca o Infrastructura de Date Spațiale să fie funcțională, aceasta trebuie să includă și acordurile organizaționale necesare coordonării și administrării infrastructurii la nivelurile locale, regionale, naționale și trans-naționale.

Termenul de “infrastructură” este utilizat pentru a promova conceptul unui mediu stabil, de încredere, concept analog unei rețele de drumuri sau a unei rețele de telecomunicații, care, în acest caz, facilitează accesul la informația geografică utilizând un set minimal de practici, protocoale și specificații standardizate. Aplicațiile care “rulează” pe o asemenea infrastructură sunt cele care expun diversele funcționalități și capabilități ce permit exploatarea informației geografice într-un context unitar.

De-a lungul timpului metodele utilizate pentru a efectua schimburi de date au evoluat. La începuturi schimburile de date se făceau ad-hoc în baza unor fișiere sau utilizând protocoale precum File Transfer Protocol (FTP) așadar aveam de-a face cu un sistem axat pe date cu o abordare de jos în sus.

Următorul pas a fost realizarea așa-numitelor Depozite de Date (Clearinghouses), abordarea se făcea se sus în jos, era o abordare axată pe date dar orientată pe sistem. Se creau depozite de date din care utilizatorii puteau descărca seturi de date geospațiale și le puteau utiliza în diverse aplicații. Este pasul în care apar standardele geospațiale.

Portalurile SIG erau axate pe aplicații și standarde Information Technology (IT) și promovau concepte precum interoperabilitatea.

În momentul de față se vorbește de arhitectura orientată pe servicii, axată pe conținut, urmărindu-se integrarea funcționalităților și a resurselor puse la dispoziție în procesele de lucru de zi cu zi.

Arhitectura orientată pe servicii începe să schimbe fundamental modalitatea în care se încearcă integrarea tehnologiilor informaționale în activitățile zilnice. De-a lungul timpului departamentele IT au avut o abordare axată pe aplicații, marea majoritate a bugetelor fiind alocate achiziționării, implementării și mentenanței aplicațiilor individuale. În ultima vreme un procent tot mai mare din aceste bugete s-a alocat pentru proiecte de integrare a aplicațiilor în încercarea de a extinde și omogeniza suportul pentru procesele de lucru. De cele mai multe ori aceste proiecte au fost sortite eșecului datorită rigidității sistemelor deja implementate: orice modificare făcută asupra unei aplicații se propaga în întregul proces de integrare creând astfel o infrastructură costisitoare și inflexibilă.

Arhitecturile orientate pe servicii permit tranziția de la o abordare axată pe aplicații la o abordare bazată pe procese de lucru. Actualizările efectuate asupra unor componente ale sistemului nu au impact asupra altor aplicații prin utilizarea mecanismelor de integrare precum serviciile Web.

Arhitectura orientată pe servicii (SOA) reprezintă o metodă de a construi aplicații ce utilizează servicii comune. Mai mult SOA asigură metode pentru dezvoltarea și integrarea sistemelor în vederea grupării funcționalităților în jurul proceselor de lucru și încapsularea acestora ca servicii interoperabile.

O infrastructură SOA permite aplicațiilor să efectueze schimburi de date între ele pe măsură ce acestea participă în procesele de lucru. Scopul unei SOA este acela de a utiliza servicii independente de platforma pe care rulează: sistem de operare, limbaj de programare sau alte tehnologii care stau la baza aplicațiilor. SOA separă funcționalitățile în unități distincte sau servicii accesibile în rețea astfel încât utilizatorii să le poată combina și reutiliza în cadrul proceselor de lucru. Aceste servicii comunică între ele prin transmiterea datelor de la un serviciu la altul sau prin coordonarea unei activități între două sau mai multe servicii.

Următoarele principii de bază definesc regulile pentru dezvoltarea, gestionarea și utilizarea SOA:

- Reutilizare, granularitate, modularitate, componentizare, portabilitate și interoperabilitate.
- Compliantă la nivelul standardelor.
- Identificarea și catalogarea serviciilor, alocarea resurselor și rezolvarea cererilor, monitorizarea și auditarea serviciilor.

Granularitatea se referă la dimensiunea celui mai mic element la care se poate reduce un sistem, totuși putem avea granularitate la nivelul componentelor din sistem sau la nivelul informațiilor din sistem.

Modularitatea în programare reprezintă o tehnică de proiectare a pachetelor software care se referă la divizarea software-ului în părți separate, părți denumite module.

Interoperabilitatea este o proprietate care se referă la abilitatea unor diverse sisteme să lucreze împreună, sau să interopereze. În domeniul software, interoperabilitatea descrie capacitatea diferitelor programe de a schimba date prin intermediul unui set de formate de schimb, de a scrie și citi aceleași formate de fișiere, și de a utiliza aceleași protocoale. De obicei lipsa interoperabilității se datorează neincluzerii standardelor în timpul fazei de proiectare a programului software. Fără implementarea unor standarde interoperabilitatea nu este posibilă.

Conform ISO/IEC 2383-01, interoperabilitatea este definită ca fiind: “Capacitatea de comunicare, executare de programe sau transferare de date între diferitele unități funcționale într-o manieră care nu necesită ca utilizatorul să aibă cunoștințe minime sau să nu aibă nici o cunoștință asupra caracteristicilor unice ale acelor unități funcționale”.

Definiția este oarecum ambiguă deoarece “utilizatorul unui program” poate fi alt program și dacă cel din urmă reprezintă o parte dintr-un program care trebuie să fie interoperabil, atunci ar trebui ca acest program să dețină într-o oarecare manieră cunoștințele legate de caracteristicile unității funcționale apelate/invocate. Totuși definiția se concentrează pe latura tehnică a interoperabilității, o definiție mai pertinentă regăsindu-se în termenul “interoperabilitatea proceselor de lucru”.

6.3 Metadate și standarde

Directiva INSPIRE cere statelor membre să creeze metadate de calitate pentru datele spațiale și serviciile aferente acestora și de asemenea să actualizeze aceste metadate pentru a reflecta orice modificare. Aceste metadate trebuie create de către Statele Membre în următorii doi ani (trei ani de la adoptarea Directivei Inspire) pentru seturile de date specificate în Anexele I și II (termen 2010) și în următorii șase ani pentru seturile de date specificate în Anexa III (2013).

Comisia Europeană a creat specificații tehnice, cunoscute drept profile INSPIRE, bazate pe standarde naționale și internaționale cunoscute (ISO 19115, Dublin Core, Open Geospatial Consortium, Comité Européen de Normalisation, CDS, etc.) și inițiative din același domeniu (European Environment A, EcoInformationals, ISO TC211, etc.) (1).

În urma propunerii CEN (Comité Européen de Normalisation) s-au adoptat următoarele standarde OGC (Open Geospatial Consortium): ISO19115/ISO19119 Application profile for CSW (Catalog Service) 2.0 (CAT2 AP ISO19115/19) (51) îmbunătățite cu un număr de câmpuri suplimentare cerute în mod explicit în propunerea inițială INSPIRE (drepturi de utilizare, compliantă, etc.).

Este necesară cuantificarea resurselor necesare (timp de lucru și termenele implicate) pentru crearea și actualizarea metadatelor compliantă cu INSPIRE, adaptarea metadatelor existente precum și crearea metadatelor pentru seturile de date ce urmează a fi create.

O altă măsură necesară este aceea de a dezvolta și testa un proiect pilot ce va include un portal pilot în conformitate cu OGC Geospatial Portal Reference Architecture, CEN TC287 European Profiles și cu standardele ISO 19115/19.

Sensibilizarea publicului și a tuturor părților implicate în furnizarea și utilizarea datelor geospațiale cu privire la necesitatea metadatelor în fluxul de lucru de zi cu zi.

Un exemplu cuprinzător îl reprezintă catalogul de servicii EuroMapFinder lansat pe data de 25 Ianuarie 2006, catalog bazat pe ISO 19115. În acest catalog sunt cuprinse descrieri pentru seturi de date furnizate de către 18 membri ai EuroGeographics, acest catalog putând fi accesat folosind așa numitele servicii de descoperire (discovery service).

APLICAREA

7.1 Arii de aplicare a SIG

GIS este aplicabil în multe alte domenii, ca de exemplu: dezvoltare regională, turism, financiar-bancar, sănătate, militar, criminalistică, științe sociale, geologie, mediu etc.

Un astfel de sistem este utilizat în dezvoltarea urbană și regională prin crearea de hărți de urbanism, în managementul rețelelor de utilități (energie electrică, gaze, apă), în alegerea celor mai bune locații pentru amplasarea de noi afaceri, studiul impactului asupra mediului a diverși factori, în sănătate (gestionarea stării de sănătate a populației pe regiuni), în comerț (segmentarea piețelor).

Rolul esențial pe care îl au informațiile geospațiale, sistemele Informaționale geografice în vederea atingerii obiectivelor de dezvoltare în economia cunoașterii a fost subiectul simpozionului anual AGIT (<http://www.agit.at>) organizat în Salzburg, Austria, în 7 iulie 2006 al cărui tematică a fost geoinformația pentru dezvoltare, „Geoinformation for Development (gi4dev)”. În cadrul acestui simpozion specialiștii au dovedit cum GIS-urile pot fi folosite pentru dezvoltarea durabilă regională, reducerea sărăciei, monitorizarea crizei apei și a alimentelor în regiunile de criză.

Sistemele Informaționale geografice (GIS) își dovedesc utilitatea în orice domeniu de activitate care se bazează pe tratarea informațiilor spațiale:

Cadastru

- cadastru imobiliar;
- cadastru edilitar (inventariere rețele de apă, gaze, termoficare, telefonie, etc.);
- cadastru geotehnic, etc.

Urbanism, sistematizare teritorială și Administrație locală

- stabilirea amplasării optime a noilor obiective (înzestrări edilitare, cartiere de locuințe, obiective industriale, obiective social-culturale, etc.)
- spațiu locativ;
- arondări pe diverse criterii;
- studii de urbanism;
- acordarea permiselor de construcție/demolare;
- inventarierea folosinței terenurilor;
- registrul populației;
- organizarea colectării și depozitării deșeurilor menajere.

Geologie

- inventarierea și supravegherea zăcămintelor, etc.

Protecția mediului

- analiza zonelor afectate de diferiți poluanți (chimici, sonori, fizici, etc.).

Agricultură și pedologie

- cartare pedologică.

Silvicultură și îmbunătățiri funciare

- cadastru silvic;
- supravegherea stării de sănătate a pădurilor, etc.

Petrol și gaze

- inventarierea și supravegherea zăcămintelor.

Cartografie

- realizarea și actualizarea de hărți și planuri topografice;
- realizarea și actualizarea de hărți tematice, etc..

Politica

- studii diverse (interacțiuni, zone de influență, etc.).

Comerț

- amplasarea optima a magazinelor funcție de acces auto, concurență, consumatori;
- gestionarea stocurilor.

Transporturi

- optimizări trasee transport;
- cadastru de specialitate (căi ferate, drumuri, etc.).

7.2 Utilizarea SIG în analiza riscurilor

Evidența dezastrelor naturale și a catastrofelor a devenit preocuparea prioritară a guvernelor și a organismelor internaționale. Această preocupare este justificată de faptul că pagubele produse depășesc bugetele existente sau perturbă planurile naționale de dezvoltare economică și socială. Într-adevăr, statisticile oficiale ale Comisiei Europene arată o creștere explozivă a valorii pagubelor din ultimele decenii.

Aceste dezastre naturale reprezintă o serie de fenomene complexe, atât în ceea ce privește cauzele, cât și efectele. Alunecările de teren, de exemplu, au drept cauze factori naturali multipli (caracteristicile substratului - rocă, vegetație, pantă etc., vegetația, regimul precipitațiilor), dar și factori antropici (trepidații provocate, amplasarea defectuoasă a construcțiilor etc.). Cutremurele de pământ au consecințe profunde și asupra tuturor componentelor mediului geografic. La rândul lor, inundațiile catastrofale sunt un dezastru (hazard) natural cu consecințe grave în planul pierderilor materiale și al deceselor.

Cauzele acestora sunt mai ales de natură hidrometeorologică, însă trebuie luată în considerare și intervenția antropică adeseori nefastă (de pildă, îndiguirea nerațională conduce la amplificarea viiturilor în aval). Alternativa realistă constă în prevenirea pagubelor prin măsuri conceptuale și constructive, oricare ar fi datele și intensitățile calamităților care vor surveni. Managementul riscului este un proces de identificare, analiză și raportare sistematică a factorilor de risc. El presupune maximizarea probabilităților și consecințelor evenimentelor pozitive și minimalizarea probabilităților și consecințelor evenimentelor negative. Monitorizarea factorilor de risc se poate face cu un randament ridicat utilizând pe lângă tehnologiile clasice și moderne de cartografiere și mediile GIS de analiză și sinteză. Existența unui sistem informațional geografic care să integreze toate tipurile de date cât mai actuale (informațiile legate de denumiri localități, drumuri, proprietari parcele, culturi, etc.) este foarte importantă în managementul dezastrelor.

Utilizarea GIS în studiul și managementul dezastrelor naturale se practică pe plan internațional de mai bine de 10 ani. Avantajele incontestabile ale GIS au impus utilizarea tehnicilor respective în domenii diverse, inclusiv în cel al dezastrelor naturale. Paralel cu tendințele de abordare globală, regională și transfrontalieră a problemelor mediului, inclusiv a celor legate de dezastrele naturale, s-a amplificat necesitatea utilizării unor tehnici care să permită identificarea problemelor specifice, păstrând criteriul integrării informației în complexitatea ei temporală și spațială. Pe plan

internațional, se prevede o implicare tot mai mare a tehnicilor GIS în managementul informației. Printre activitățile în care acesta poate fi aplicat se numără:

- Dezvoltarea de metode și metodologii pentru extragerea de parametri utili din datele furnizate de platformele spațiale (existente sau care vor fi operaționale în viitorul apropiat) în aplicații de agrometeorologie, hidrologie, climatologie, supravegherea zonelor cu impact antropic.
- Elaborarea și implementarea de Sisteme Informaționale Geografice (GIS), bazate pe date cartografice și de teledetecție, pentru gestionarea resurselor naturale (climatice, agrometeorologice, hidrologice).
- Utilizarea GIS și a tehnicilor de teledetecție în vederea determinării rezervelor de apă stocate în stratul de zăpadă, în sezonul iarnă-primăvară.
- Dezvoltarea de sisteme dedicate bazate pe tehnologii de teledetecție și GIS pentru monitorizarea fenomenelor meteorologice și hidrologice periculoase (inundații, secete, incendii de pădure, poluări accidentale, etc.).
- Dezvoltarea și testarea de metode și algoritmi de fuziune a datelor spațiale provenite de la diferite surse de date (sisteme de teledetecție, documente cartografice, sisteme de observare terestră etc.).
- Realizarea de hărți digitale actualizate ale acoperirii/utilizării terenului, de spațio-hărți și diferite hărți tematice, pe baza datelor satelitare.
- Elaborarea de algoritmi și metode de spațializare a geo-informației;
- Dezvoltarea unui sistem de gestiune a bazelor de date spațiale provenite din informații satelitare și infoplane GIS.
- Crearea de interfețe cu utilizatorii.
- Modernizarea și perfecționarea sistemelor hard și soft de prelucrare, analiză și interpretarea datelor spațiale.



GHID DE UTILIZARE GVSIG

8.1. Introducere în gvSIG

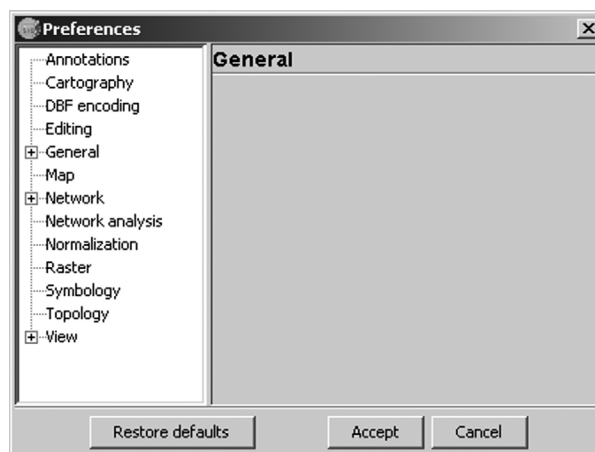
Proiectul a fost demarat în anul 2004 ca și parte integrantă dintr-o serie de măsuri de migrare a sistemelor informaționale deținute de către „Ministerul Regional din Valencia pentru Infrastructură și Transport” către soluții software open source.

În spatele acestui proiect se află, ca și unitate directoare, Comitetul Tehnic de Conducere (Technical Steering Committee – TSC), cel care schițează liniile principale pentru dezvoltarea proiectului.

Pentru parcurgerea în bune condiții a materialului se recomandă utilizarea versiunii gvSIG OA Digital Edition 2010, îmbunătățită de către cei de la Oxford Archaeology.

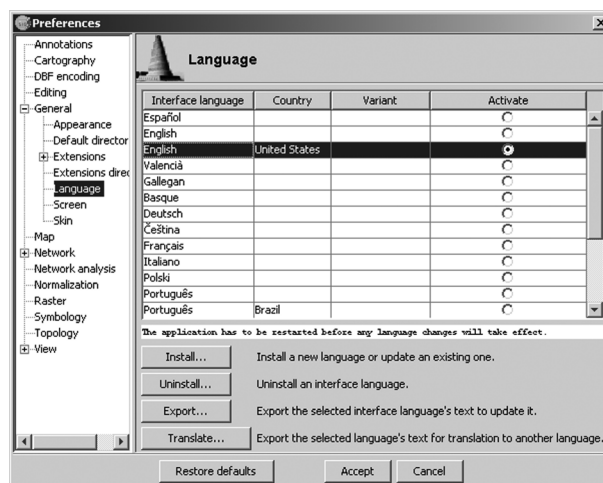
8.2. Setarea unor preferințe generale de utilizare a aplicației

După instalarea aplicației gvSIG, înainte de a trece la utilizarea acesteia, vom stabili anumiți parametri de folosire care să fie în concordanță cu preferințele utilizatorului. În acest sens, după deschiderea programului, se accesează meniul File – Preferences, ceea ce duce la deschiderea unei noi ferestre.



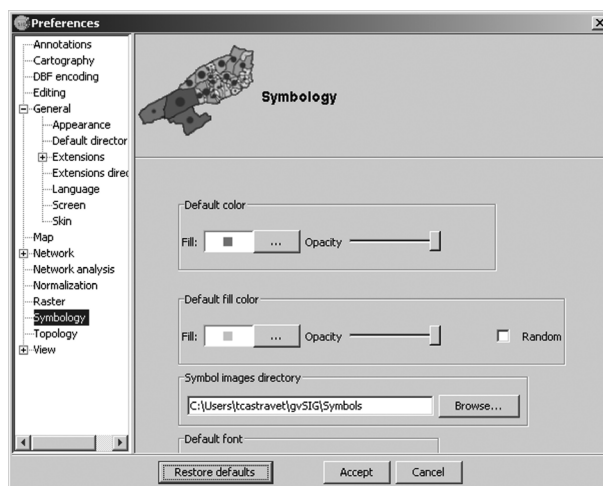
Se va începe prin alegerea limbii de utilizare. Dacă, din greșeală, s-a instalat aplicația cu interfața grafică într-o limbă ce nu s-a dorit, acum este momentul să se remedieze acest aspect. Din meniul General se alege submeniul Language.

O altă opțiune care se poate seta este și modalitatea de simbolizare a entităților vectoriale în momentul deschiderii acestora cu gvSIG, la capitolul Symbology.

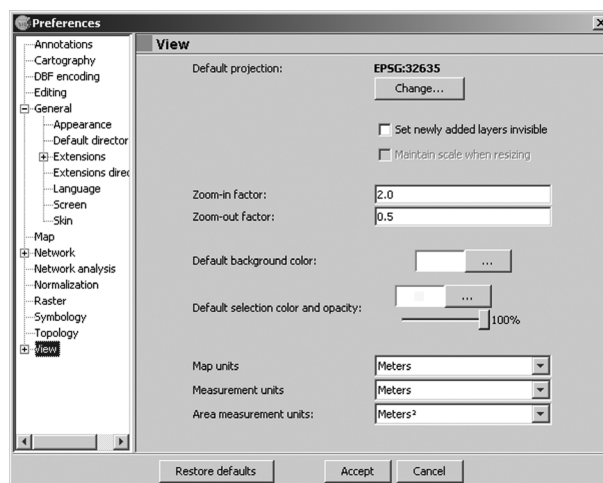


În acest sens există două variante: una de a se personaliza modalitatea de simbolizare care va fi utilizată ulterior în mod implicit pentru toate seturile de date de tip vector, sau se poate opta pentru o variantă de simbolizare în mod aleatoriu, prin bifarea opțiunii Random.

Dacă se utilizează în mod frecvent o anumită proiecție în lucrul cu datele geospațiale, pentru a evita definirea acesteia de fiecare dată când se creează un nou proiect în gvSIG, se poate alege un anumit sistem de coordonate care să fie folosit la fiecare nouă utilizare. Aceasta se poate realiza în cadrul meniului View, de la opțiunea Default projection prin apăsarea butonului Change. Se va deschide o nouă fereastră în cadrul căreia cu ajutorul meniului de tip drop-down se alege modalitatea de căutare a proiecției dorite. În cazul de față vom selecta EPSG, ceea ce va oferi posibilitatea alegerii sistemului de coordonate în funcție de trei parametri diferiți: după codul EPSG (European Petroleum Survey Group), după denumire sau în funcție de zona geografică. Vom căuta după cod, și anume 32635, aferent proiecției WGS 84 / UTM zone 35N.

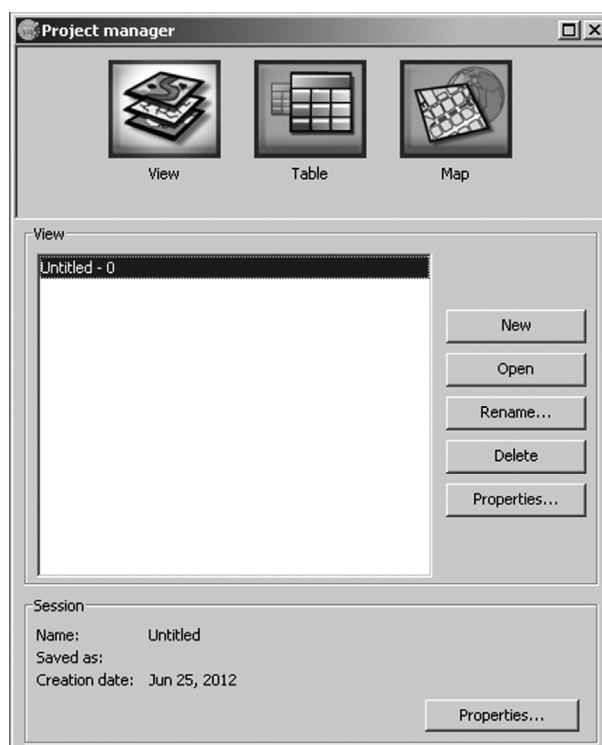


Tot din cadrul meniului View pot fi aleși și alți parametri, cum ar fi factorul de zoom, culoarea de fundal a proiectului, culoarea și nivelul de opacitate al elementelor selectate sau unitățile de măsură.



8.3. Crearea și configurarea unui nou spațiu de lucru

Un nou proiect începe prin crearea unui spațiu de lucru. Aceasta se poate realiza prin intermediul ferestrei Project Manager. Această fereastră este împărțită în trei zone distincte: Document types, de unde se poate alege tipul de document pe care dorim să-l creăm în cadrul aplicației, ce-a de-a doua zonă, intermediară, care va purta numele tipului de document activat în cadrul zonei anterioare (View, Table sau Map) și în final Session unde sunt prezente detaliile cu privire la sesiunea respectivă de lucru în gvSIG.



Prin activarea tipului de document View și apăsarea butonului New va fi creat un nou proiect. Cu ajutorul opțiunii Rename îl vom denumi tutorial. Înainte de a deschide proiectul nou creat, prin accesarea butonului Open sau prin dublu-click, este indicat să se verifice parametrii înscrși la partea de Properties și eventual să se facă modificări dacă este necesar.

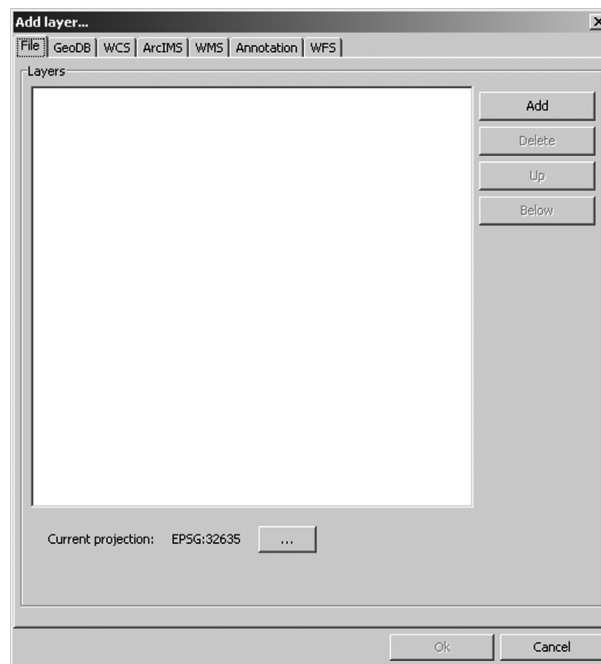
De menționat este faptul că în cadrul unei aplicații gvSIG pot fi create mai multe proiecte simultan, fiecare cu proprietăți specifice.

8.4. Crearea, editarea, vizualizarea și simbolizarea datelor vectoriale

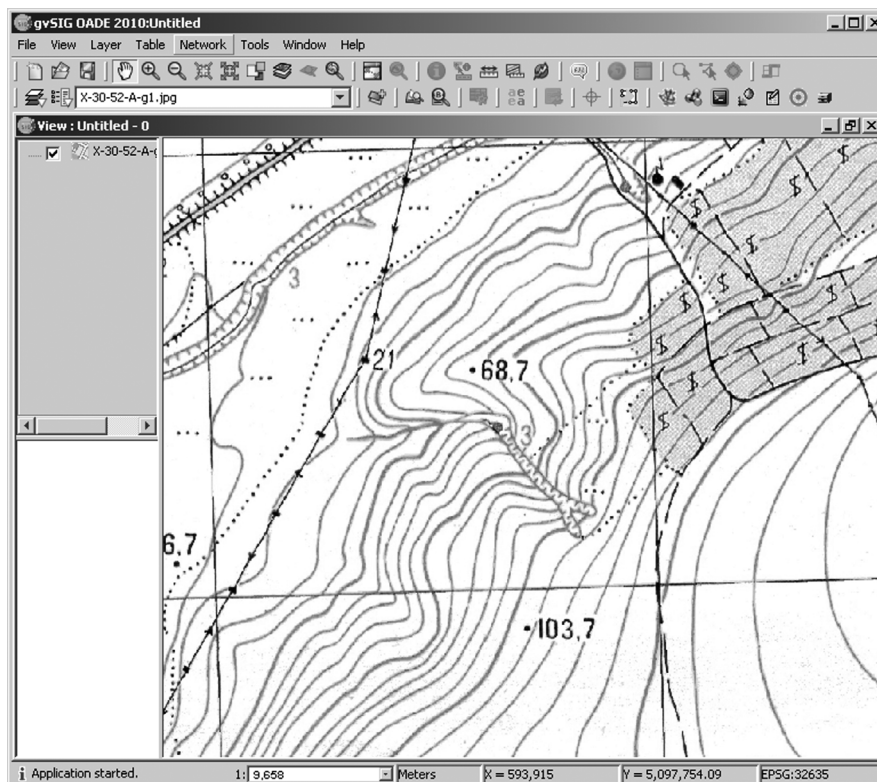
După crearea și deschiderea unui nou spațiu de lucru vom trece la operații cu datele vectoriale. În primul rând se va crea o nouă temă vectorială. Pentru aceasta se va încărca în gvSIG o hartă topografică sau altă hartă de bază.

Încărcarea unor date (raster sau vector) în cadrul unei aplicații gvSIG se poate realiza fie prin accesarea comenzii Add layer din meniul View din bara de meniuri, fie prin intermediul barei de instrumente din cadrul căreia vom utiliza pictograma Add layer.

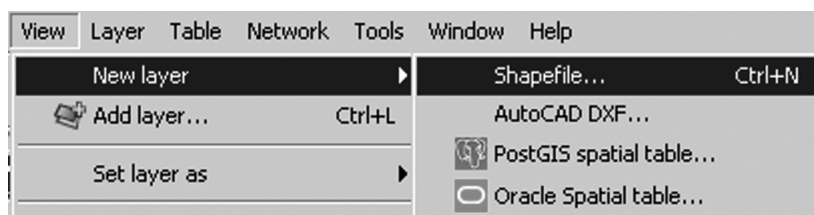
După deschiderea noii ferestre, având tab-ul File selectat, se aduce harta prin intermediul butonului Add și selectând la meniul drop-down opțiunea Raster.



Cu ajutorul instrumentelor de navigare se face zoom la zona care ne interesează.



Crearea unui nou strat vectorial se realizează accesând din bara de meniuri următoarea suită de comenzi: View – New Layer – Shapefile.



În continuare vor fi parcurși următorii pași:

Se denumește stratul ce urmează a fi creat și se specifică tipul acestuia: point type, multipoint type, line type sau polygon type. Se apasă butonul Next.

Se adaugă câmpuri (coloane) cu butonul Add field, în funcție de informațiile pe care le vom introduce ulterior în baza de date de tip atribut. De reținut faptul că această operație se poate realiza și după crearea stratului, astfel încât dacă se omite adăugarea unui tip de atribut, acest aspect poate fi remediat mai târziu. Se alege calea către locația unde va fi salvat stratul nou creat. Se apasă butonul Finish.

După finalizarea acestor pași, stratul vectorial este încărcat automat în cadrul proiectului, în stare de editare. Se poate observa că, în modul de editare, în cadrul barelor de instrumente, apare o nouă serie de comenzi, utilizabile pentru editarea entităților vectoriale.



Având noul shapefile, vom începe să adăugăm noi elemente în cadrul acestuia.

Un aspect important în cadrul operațiilor de editare a vectorilor este setarea parametrilor de snapping. Acest lucru se poate realiza prin accesarea meniului Editing settings (click cu butonul dreapta al mouse-ului pe stratul aflat în modul de editare).

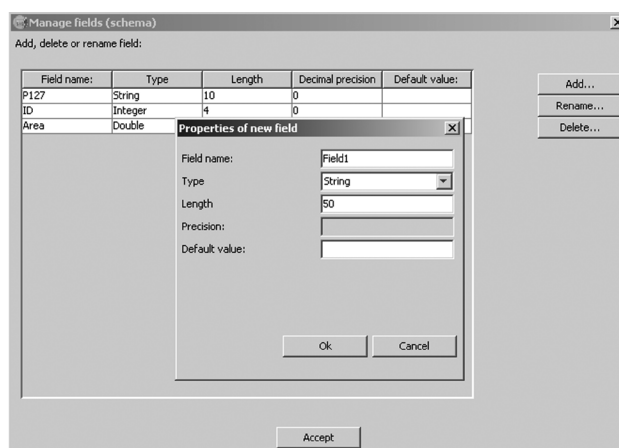
Deschiderea unei noi ferestre oferă posibilitatea alegerii unor parametri cu privire la snapping: snap tolerance, straturile asupra cărora vor avea efect aceste setări, tipul de snap pe care dorim să-l activăm, precum și prioritatea fiecărui tip în parte.

8.5. Tabelul de atribute

Fiecare element din cadrul unui strat vectorial poate fi definit prin unul sau mai mulți parametri în cadrul tabelului de atribute. Accesarea acestuia se poate face prin click dreapta pe stratul activ și alegerea opțiunii Attribute table. De reținut este faptul că pentru simpla vizualizare a tabelului nu este necesară altă operație, dar dacă dorim să aducem modificări în cadrul acestuia este necesar ca stratul vectorial să fie în modul de editare.

Vom deschide tabelul de atribute al stratului intravilan. Momentan acest strat conține un singur tip de atribut: nume. Pentru adăugarea unui nou câmp (coloane) în cadrul tabelului sau pentru ștergerea unuia existent se utilizează opțiunea Manage fields (din cadrul meniului Table, activ doar în momentul în care tabelul de atribute este deschis și activ).

Fereastra nou deschisă oferă posibilitatea vizualizării proprietăților câmpurilor existente, redenumirea acestora, ștergerea lor sau adăugarea unui câmp nou. Se vor adăuga alte două noi tipuri de atribute: observații de tip string și ID de tip integer.



După acceptarea modificărilor realizate se poate observa apariția noilor câmpuri în cadrul tabelului de atribute.

Entitățile vectoriale sunt definite de proprietăți precum poziția geografică, lungime, perimetru, suprafață. Pentru adăugarea în mod automat în tabelul de atribute a acestor caracteristici există unealta Add geometry info din meniul Layers.

Pentru vectorii de tip poligon putem adăuga informații cu privire la suprafață și perimetru, pentru cei de tip linie avem opțiunea de aflare a lungimilor, iar vectorilor de tip punct li se pot atribui informații legate de poziția lor geografică (coordonate).

BIBLIOGRAFIE

Manuale SIG Libere

1. T. Sutton, O. Dassau, M. Sutton, A Gentle Introduction to GIS, <http://linfiniti.com/dla/AGentleIntroductionToGIS.pdf>
2. Quantum GIS Development Team, QGIS 1.7 User Guide, http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0_user_guide_en.pdf
3. O. Dassau, St. Holl, M. Neteler, M. Redslöb (ed.), An introduction to the practical use of the Free GIS GRASS 6.0, http://ergodd.zoo.ox.ac.uk/eden/etc/helpfiles/gdf_grass60_v1.2_en.pdf
4. T. Hengl, A Practical Guide to Geostatistical Mapping, http://spatial-analyst.net/book/sites/default/files/Hengl_2009_GEOSTATE2c1w.pdf
5. J. K. Berry, Beyond Mapping, <http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/Default.htm>
6. Jo Wood, The Geomorphological Characterisation of Digital Elevation Models, <http://www.soi.city.ac.uk/~jwo/phd/>

Site-uri

1. <http://grass.fbk.eu/>
2. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
3. <http://www.clarklabs.org/>
4. <http://www.esri.com/>
5. <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/u23.html>
6. <http://www.goldensoftware.com/>
7. <http://www.intergraph.com/>
8. <http://www.mapinfo.com/>
9. <http://www.rsinc.com/>
10. <http://www.saga-gis.org/en/index.html>
11. www.ancpi.ro
12. www.eurogeographics.org
13. www.eurogi.org
14. www.fig.net
15. www.gis.com

16. www.gmes.info
17. www.opengeospatial.org
18. www.rosa.ro

Blog-uri

1. Linfiniti Geo Blog, <http://linfiniti.com/>
2. Quantum GIS Blog, <http://blog.qgis.org/>
3. Nathans QGIS and GIS blog, <http://woostuff.wordpress.com/>
4. Aaron Racicot's Reprojected GIS blog, <http://www.reprojected.com/geoblog/>
5. OpenGIS.unibuc.ro, <http://opengis.unibuc.ro/>

Alte resurse Web

1. Map Projections, <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Dither/TOC/cartTOC.html>
2. USGS Map Projections Poster, <http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/MapProjections/projections.html>

Reviste on-line cu acces liber

1. Copernicus Publications Open Access Journals, http://publications.copernicus.org/open_access_journals/journals_by_subject.html
2. The Directory of Open Access Journals, <http://www.doaj.org/doaj?func=subject&cpid=78&uiLanguage=en>
3. Geospatial World - The Geospatial Industry Magazine, http://www.geospatialworld.net/index.php?option=com_magazine&view=archive&Itemid=2120

Literatura utilizată și recomandată

1. Burrough, P., McDonnell, R., Principles of Geographical Information systems, Oxford University Press, Oxford, UK, 1998.
2. Coppock, J. T., and Rhind, D. W., The History of GIS. In Maguire, D. J., Goodchild, M. F., and Rhind, D. W., (editors) Geographical Information Systems: Principles and Applications, London: Longmans Publishers, 1, 21-43, 1991.
3. Crăciunescu V., Site cartografic interactiv pentru Municipiul Suceava, Lucrarea de licență, Universitatea din București, Facultatea de Geografie, 2004.
4. Dangermond, J., and Smith, L. K., Geographic information systems and the revolution in cartography: The nature of the role played by a commercial organization. The American Cartographer, 15 (3), 301, 1988.
5. DeMers, M.N., Fundamentals of Geographic Information Systems, John Wiley & Sons, New York, USA, 2000.
6. Dimitriu, G., Sisteme Informatice Geografice, Seria PC 131, Ed. Albastră, Cluj-Napoca, 2001.

7. Donisă V., Donisă I., Dicționar explicativ de teledetectie și sisteme informaționale geografice, Editura Junimea, Iași, 1998.
8. Dumitru Sorina, Sisteme Informatice Geografice – Note de Curs, Universitatea Ovidius Constanța, 2003.
9. Environmental Systems Research Institute, Documentație tehnică, ESRI Inc., Redlands, CA, USA, 1996-2006, <http://www.esri.com/>.
10. Everest, G.C., Database Management, Objectives, System Functions, and Administration, McGraw-Hill, New York, 1986.
11. Goodchild, M. F., Geographical Information Science. International Journal of Geographical Information Science, 6, 31-45, 1992.
12. Haidu I., Haidu C., S.I.G. - Analiză spațială, Editura H.G.A., București, 1998.
13. Imbroane, A.M., Moore, A., Inițiere în S.I.G. și teledetectie, Presa Universitară Clujeană, 1999.
14. Kennedy, M., Kopp, S., Understanding Map Projections, ArcGIS, ESRI, 2000.
15. Macari A., Morfometria reliefului bazinului hidrografic Bucovăț, Teză de licență, UnAȘM, Chișinău, 2012.
16. Nițu C., Geodezia și Sistemele informatice geografice, București, 2008.
17. Nițu C., Nițu C.D., Tudose C.-E., Vișan M.C., Sisteme informaționale geografice și cartografie computerizată, Editura Universității din București, București, 2002.
18. Nițu, C., Cartografie matematică. A.T.M., 1995.
19. Nițu, C., Geoinformatică, Editura Centrului de Învățământ la distanță CREDIS, Universitatea din București, 2005.
20. Nițu, C., Sisteme informaționale geografice, Editura Centrului de Învățământ la distanță CREDIS, Universitatea din București, 2004.
21. Săvulescu, C., GIS - O privire generală, CAD Report, An I, nr.3, pp.21-24, iulie 1996, <http://www.cadreport.ro/cadrep96.03/051.htm>.
22. Săvulescu, C., Sârghiuță, R., Abdulamit, A., Bugnariu, T., Turcu, L., Barbu, C., Fundamente GIS, HGA, București, 2000.
23. Săvulescu, C., Sisteme informatice geografice, Note de curs, UTCB, 2000.
24. Smith M.J., Goodchild M. F., and Longley P. A., Geospatial Analysis - a comprehensive guide, El. book, <http://www.spatialanalysisonline.com/>.
25. Steinitz, C., Geographical Information Systems: A Personal Historical Perspective, the Framework for a Recent Project, and Some Questions for the Future (3 part series). GIS Europe, June, July and September, 1993.
26. Terente M., Modelarea și analiza digitală a terenului. Cu aplicații în bazinul montan al Telejeanului. Lucrare de licență, Facultatea de Geografie a Universității din București, România, 2008.
27. Tomlinson, R. F., The impact of the transition from analogue to digital cartographic representation. The American Cartographer, 15 (3), 249-261, 1988.
28. Tomlinson, R.F., An Overview - The Future of GIS, ArcNews, winter 1999/2000, ESRI, 2000.
29. Wilson J.P. and Gallant J.C., Terrain analysis: principles and applications. John Wiley & Sons, Ltd., New York, 2000.

