

Integrarea sistemelor informatice



Suport curs practic nr. 2

Sisteme Informaționale Geografice – GIS

2024-2025

Obiective

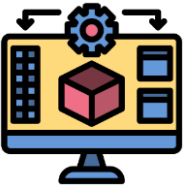
- Înțelegerea arhitecturii sistemelor GIS
- Înțelegerea metodelor de modelare a datelor geospațiale
- Identificarea funcționalităților comune în sistemele GIS



Cuprins



- Introducere în GIS



- Arhitectura unui sistem GIS

- Aplicații ale sistemelor GIS

- Concepte geografice fundamentale



- Modelarea datelor geospațiale

- Platforme GIS – ArcGIS, Open GIS

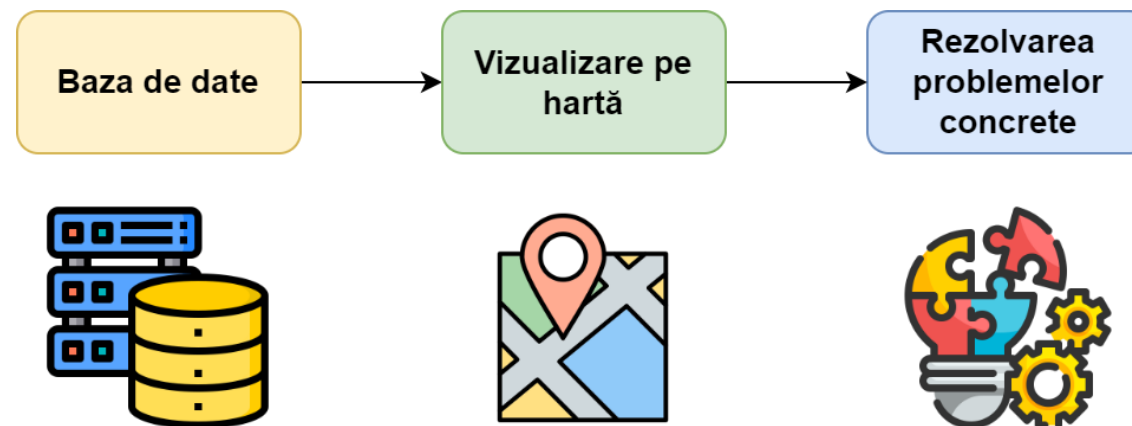


- Studiu de caz – QGIS

- Analiza datelor geospațiale

Ce este GIS?

GIS – Sistem Informațional Geografic, este o colecție de componente hardware și software, destinată achiziției, stocării, actualizării, prelucrării, analizei și afișării informațiilor geografice, cu implicarea factorului uman



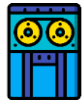
Scurt istoric



1854 John Snow a realizat prima reprezentare pe hartă a unui fenomen – epidemia de holeră din Londra



1854 – 1960 Dezvoltările ulterioare sunt încă limitate de tehnologie



1960 – 1975 Au fost puse bazele domeniului, dar aplicațiile erau disponibile doar pentru companii și universități și necesitau echipamente scumpe



1975 – 1990 Jack Dangermond, Co-Fondatorul Esri a dezvoltat primul sistem GIS pentru uz comercial



1990 – 2010 Sistemele GIS au fost adoptate la nivel guvernamental, oferind servicii publice orientate către cetățeni



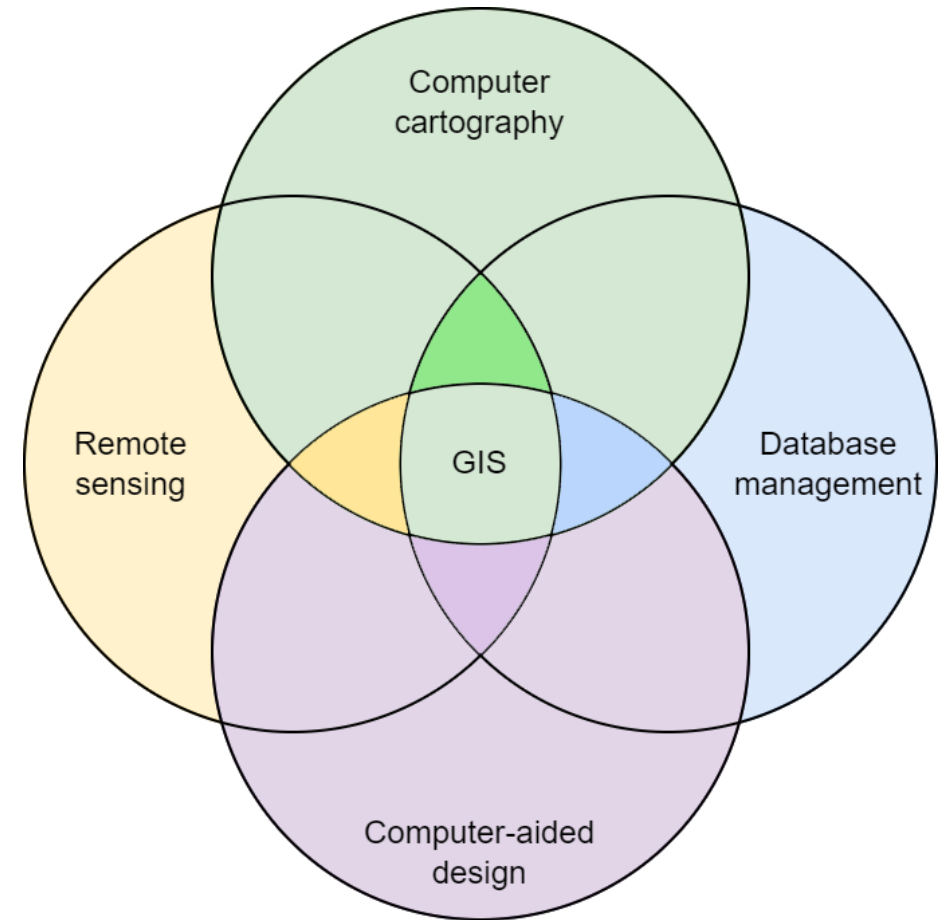
2010 – 2018 Dezvoltarea sistemelor GIS online, și a programelor GIS open-source



Prezent Sistemele GIS devin omniprezente prin tehnologii și aplicații mobile

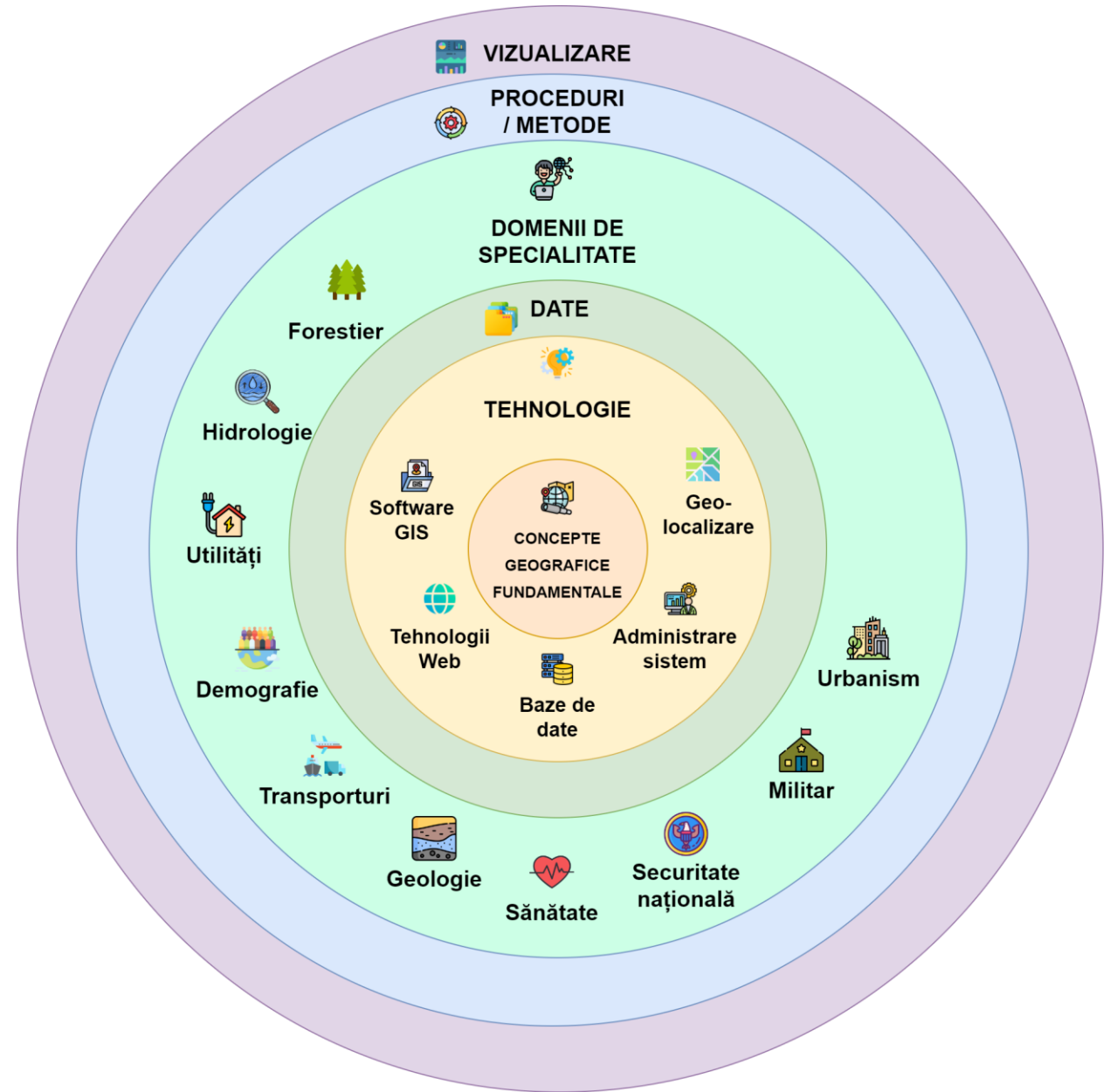
De ce GIS?

- GIS este un domeniu interdisciplinar
- Sistemele GIS presupun o gamă largă de integrări: baze de date, servicii software, sisteme hardware, interfețe grafice



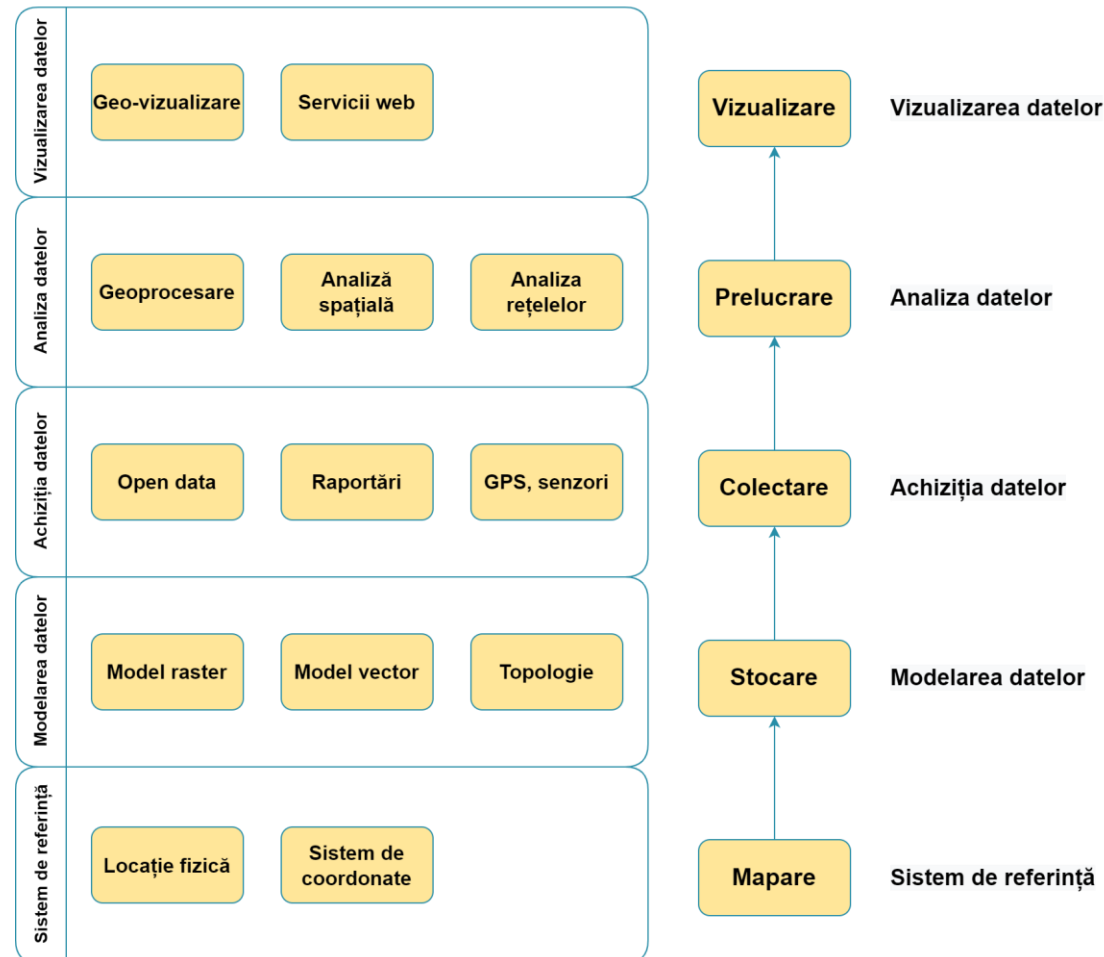
Arhitectura sistemelor GIS

- Concepte geografice fundamentale
- Tehnologii
- Date geospațiale
- Domenii de specialitate
- Proceduri / Metode
- Vizualizări

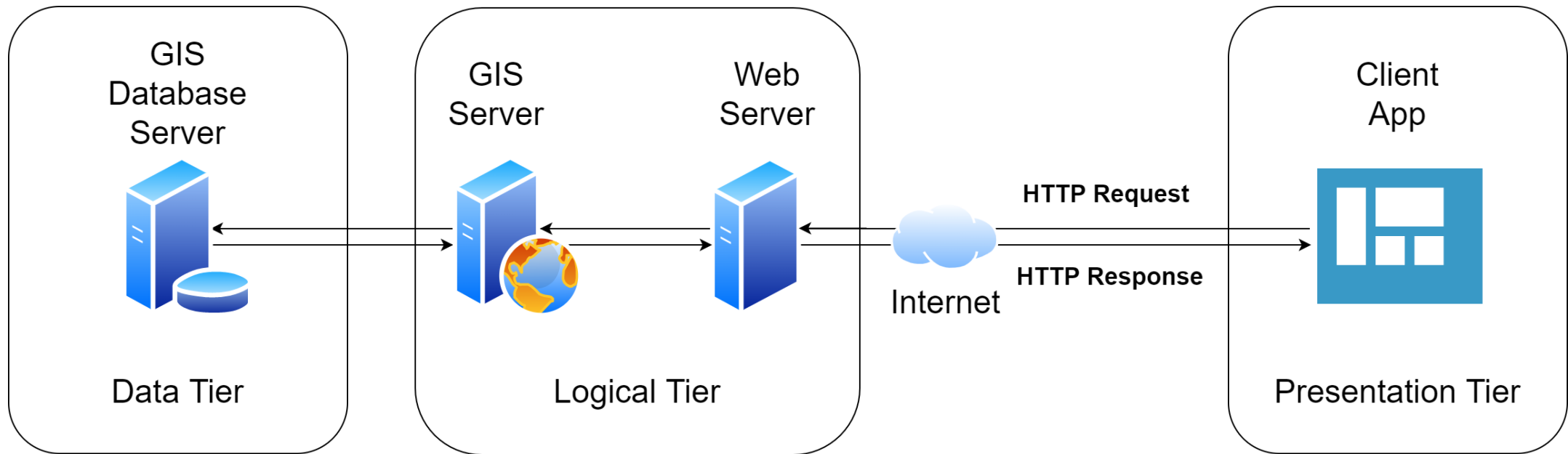


Arhitectura sistemelor GIS

Arhitectura GIS pe 5 niveluri



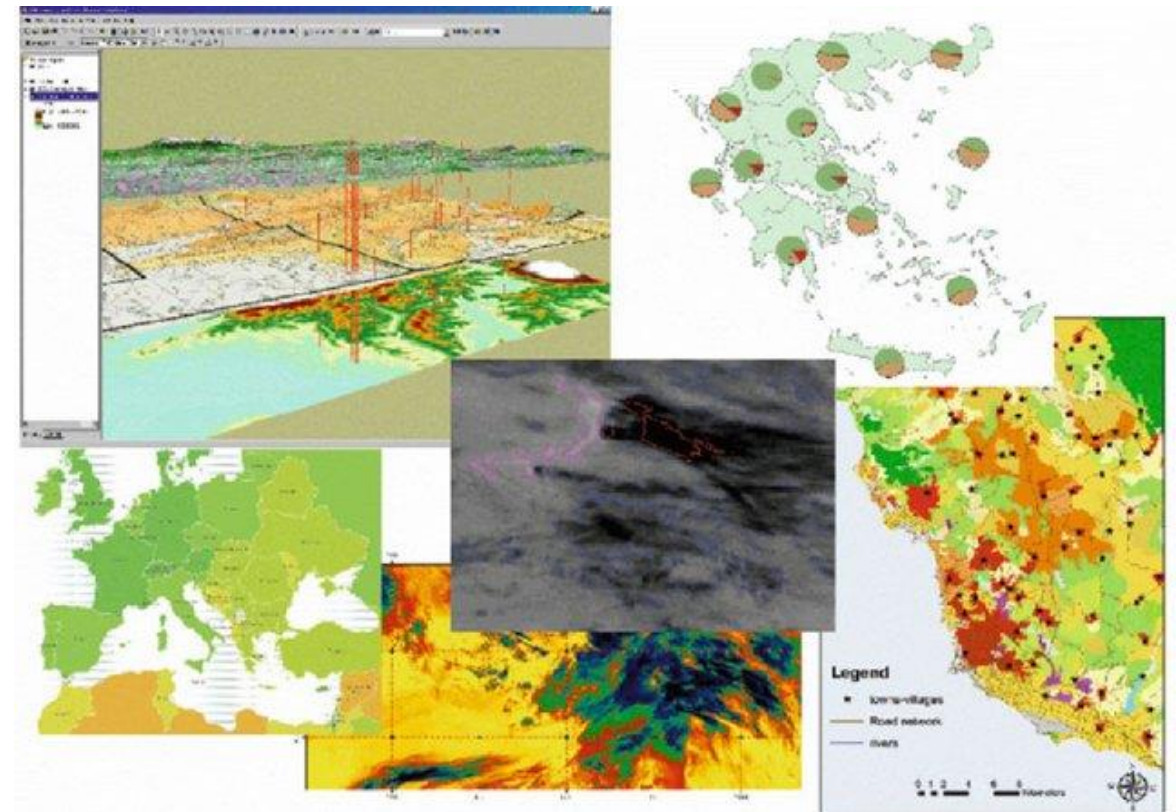
Arhitectura sistemelor GIS



Three-Tier Architecture

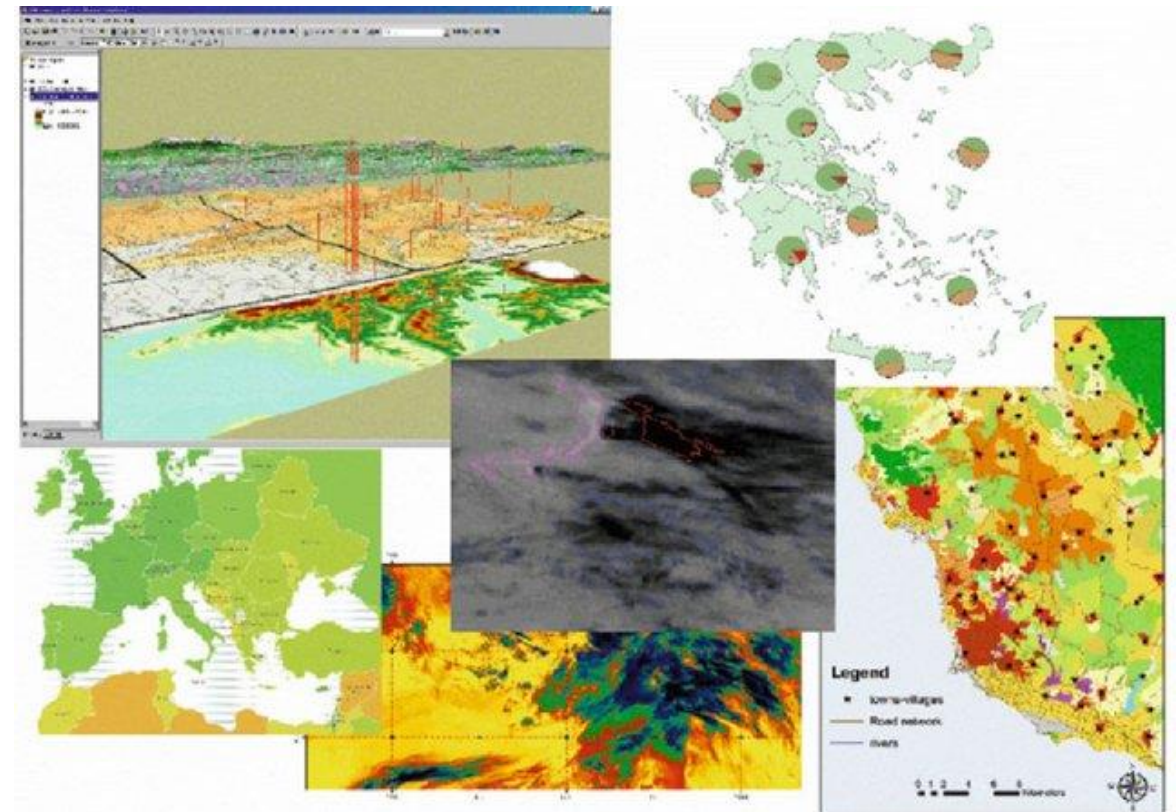
Arhitectura sistemelor GIS

- Domenii de aplicabilitate
 - Sisteme de suport decizional
 - Analiza mediului înconjurător
 - Dezvoltarea planurilor urbanistice
 - Agricultură și silvicultură
 - Resurse naturale
 - Transport
 - Demografie
 - ...

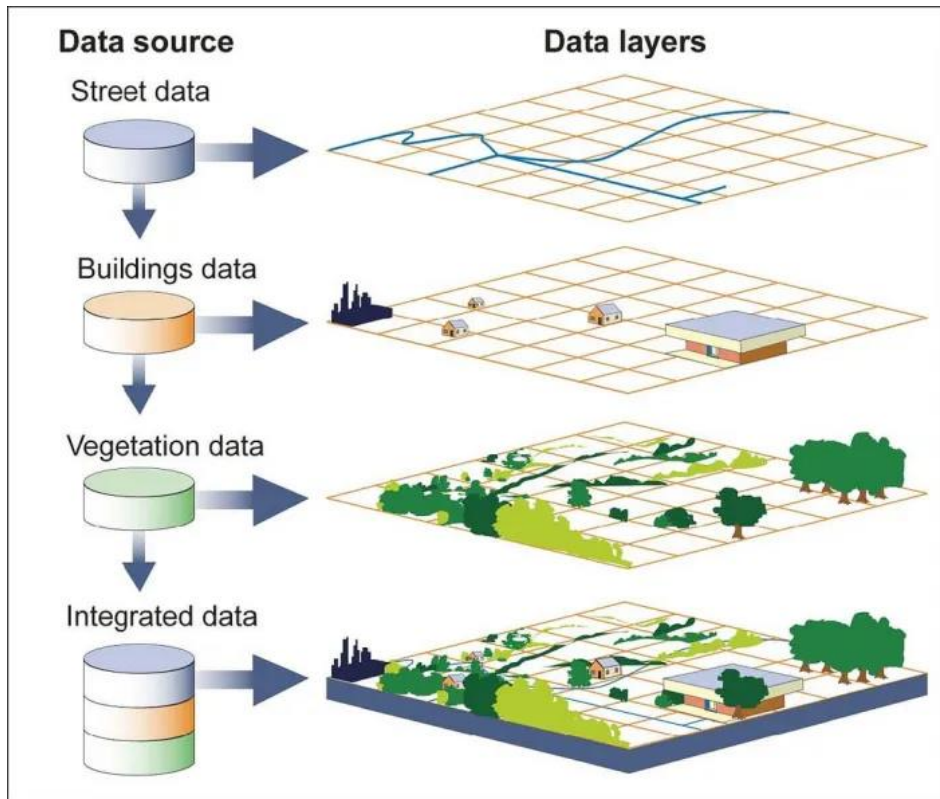


Arhitectura sistemelor GIS

- Organizarea unui proiect GIS
 - Proiectare hartă
 - Gestionare baze de date
 - Programare aplicații
 - Analiză geospațială
- Surse de date GIS
 - Măsurători de teren, tabele, foi de calcul
 - Digitizarea hărților tipărite (scanare, vectorizare)
 - Fotogrametrie (fotografii aeriene)
 - Imagini satelitare, aeriene (clasificare)
 - GPS (coordonate geografice)



Arhitectura sistemelor GIS



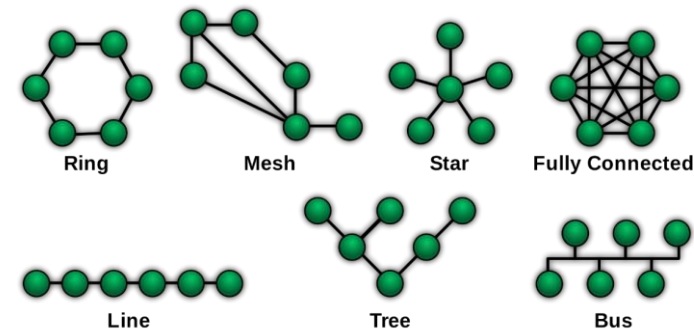
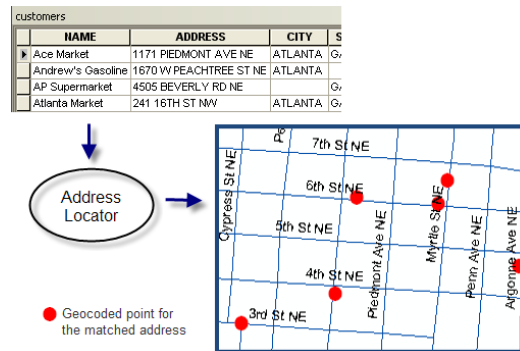
Source: GAO.



Concepte generale

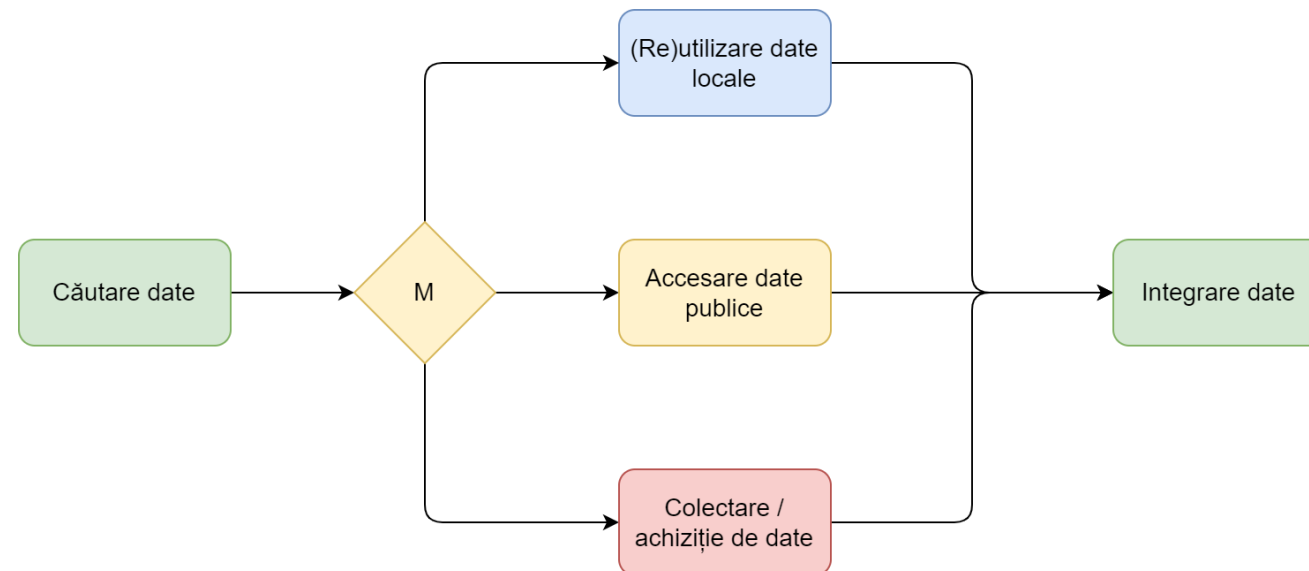
Concepte generale

- Date geospațiale: date geografice-spațiale
- Georeferențiere: corespondența dintre un punct reprezentat pe hartă și coordonatele geografice reale
- Topologie: ramură a matematicii utilizată pentru a defini relațiile spațiale dintre obiecte, pe baza proprietăților de adiacență și conectivitate



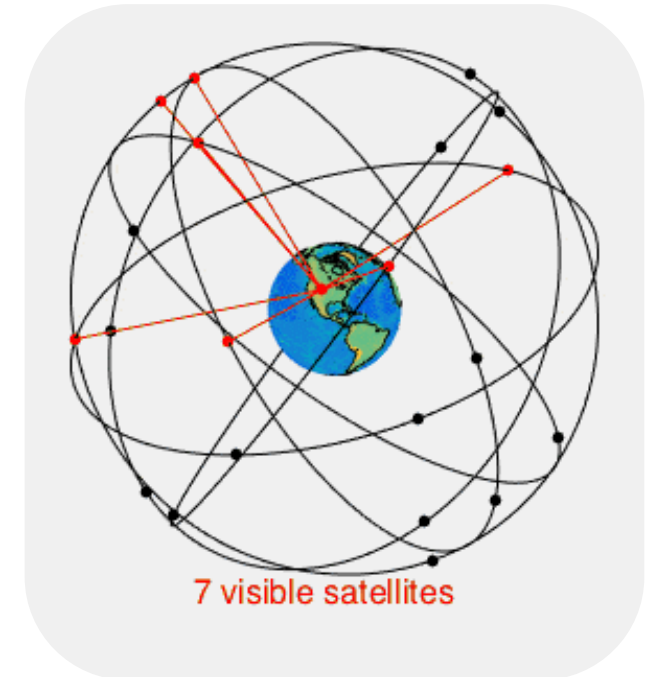
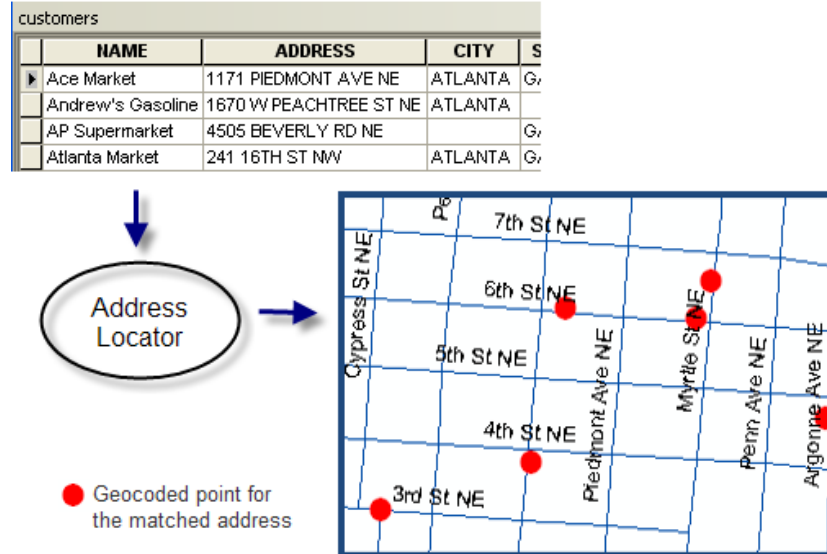
Concepte generale – date geospațiale

- Date geospațiale: date geografice-spațiale
 - Date geografice/spațiale – localizarea obiectelor
 - Date descriptive – caracterizarea obiectelor
- Metadata – caracterizarea datelor geospațiale: titlu, rezumat, autor, zonă geografică, proiecție cartografică, etc.



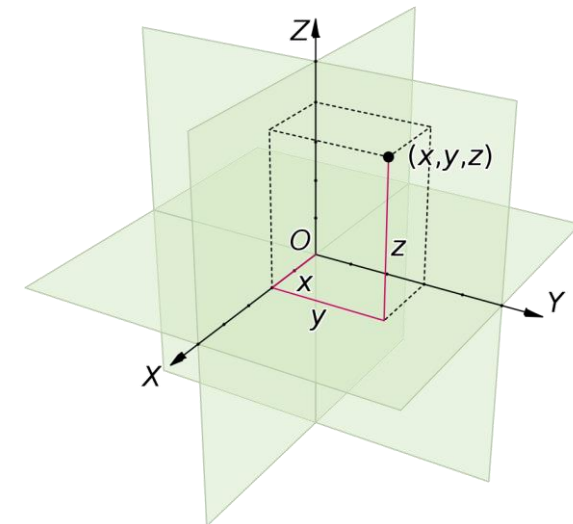
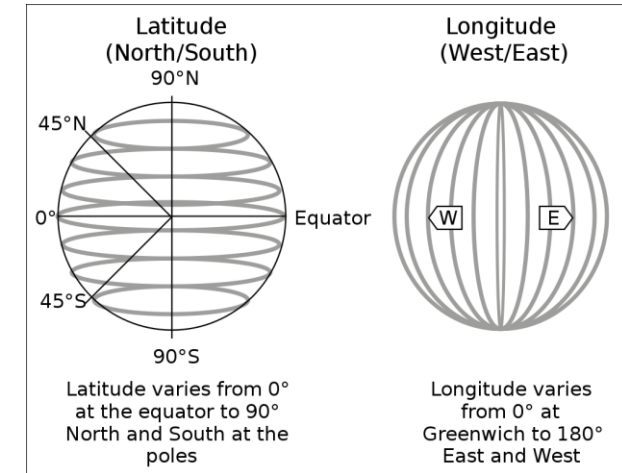
Concepte generale – georeferențiere

- Locație, direcție, distanță
- Geocoding: maparea locației specificată prin adresă
- GPS (Global Positioning System)



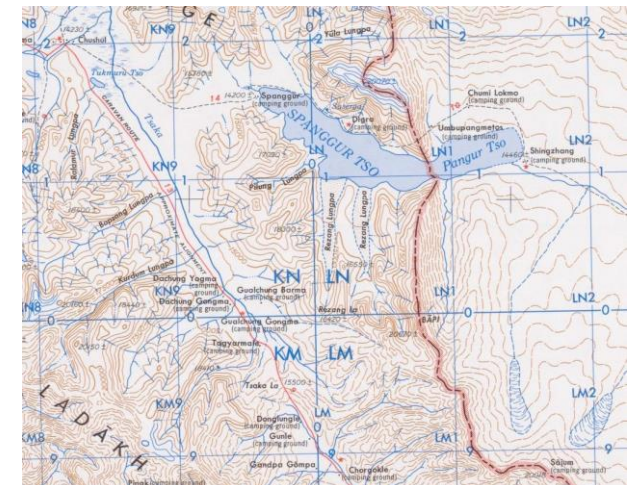
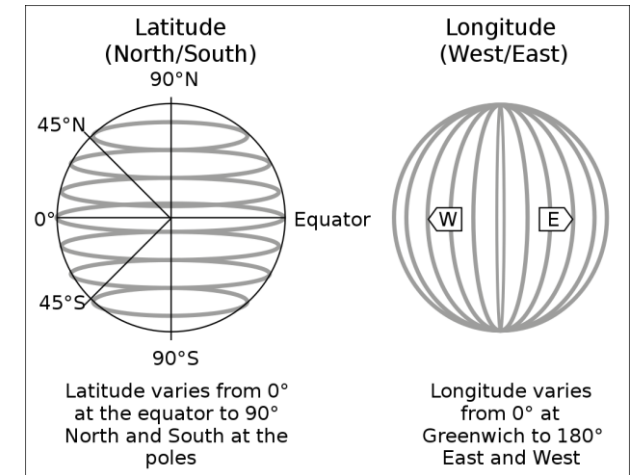
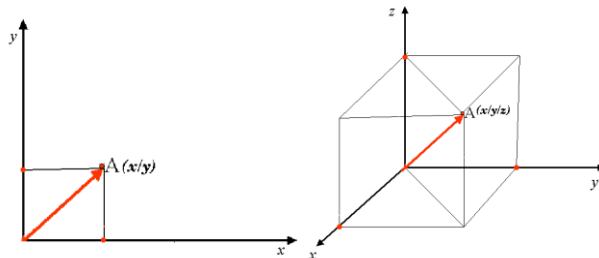
Concepte generale – georeferențiere

- Sisteme de coordonate
 - Coordonate geografice
 - Coordonate carteziene
 - Coordonate proiectate
- Proiecții cartografice - clasificare
 - Conforme – păstrează nedeformate unghiurile
 - Echivalente – păstrează nedeformate suprafețele
 - Echidistante – nu deformează distanțele
 - Azimutale – harta menține direcții precise



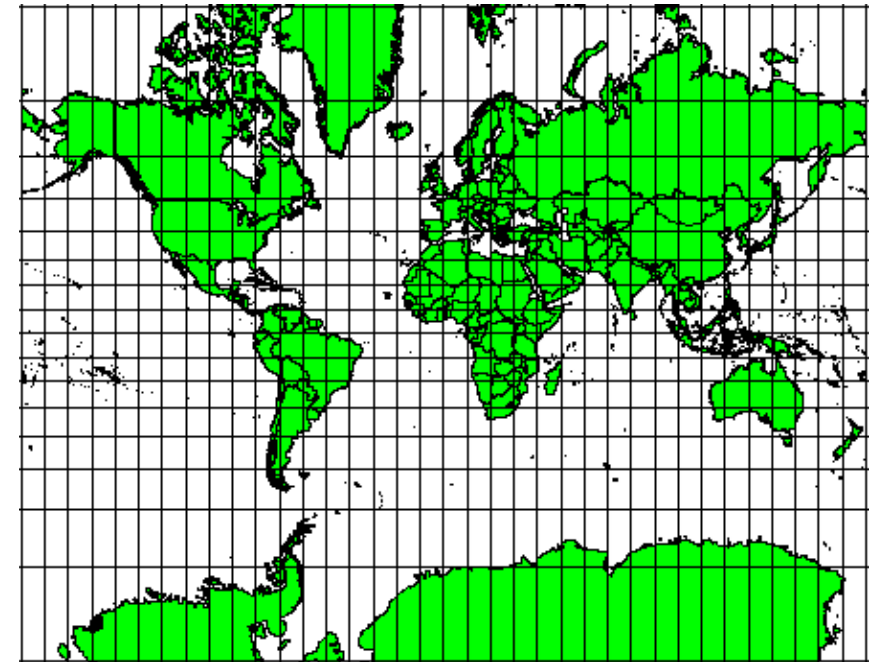
Concepte generale – georeferențiere

- Punctele, liniile și poligoanele indică poziția și forma obiectelor geografice
- Sistem geografic de coordonate
 - suprafață sferică 3D – pământul
 - punct: latitudine (paralele), longitudine (meridiane)
- Sistem proiectat de coordonate
 - 2D – hartă – punct (x, y)
 - 3D – spațiu virtual – punct (x, y, z)



Concepte generale – georeferențiere

- Proiecții cartografice – Mercator
 - Proiecție conformă – menținerea proprietăților unghiulare (estul va fi situat întotdeauna la 90 de grade față de nord)
 - Paralele, meridiane
 - Lungimea unui minut de latitudine este echivalentă cu o milă marină: bună pentru navigație
 - Distorsionează formele și dimensiunile, în special spre poli (e.g., Africa pare a fi la fel de mare ca Groenlanda – este în realitate de 14 ori mai mare)



Concepte generale – georeferențiere

- Cum se calculează distanța dintre 2 poziții geografice reprezentate pe hartă? – Formula Haversine (distanța pe suprafață sferică – suprafața pământului)

```
function getHaversineDistance(xA, xB) {

  const earthRadius = 6371; // km

  // convert to radians
  let phiA = xA.lat * Math.PI / 180;
  let phiB = xB.lat * Math.PI / 180;

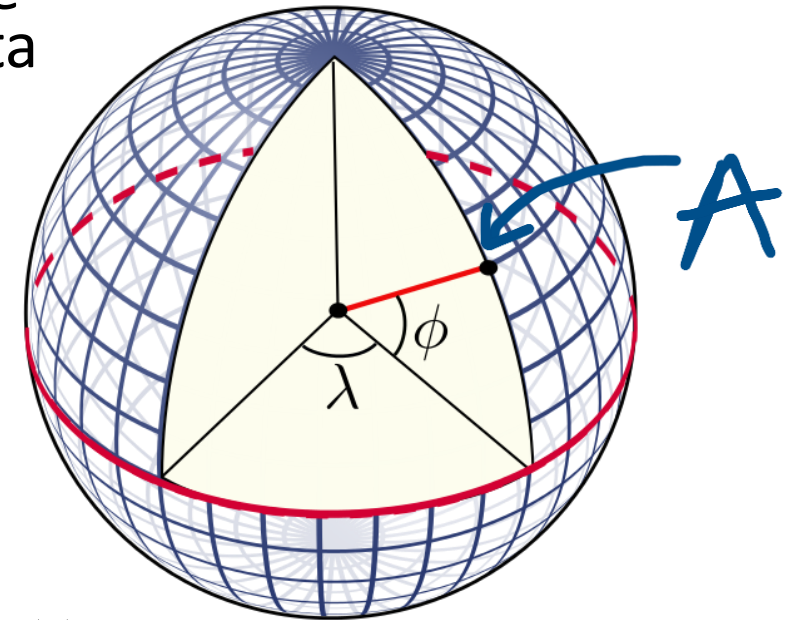
  // distance between latitudes and longitudes

  let deltaPhi = (xB.lat - xA.lat) * Math.PI / 180;
  let deltaLambda = (xB.lng - xA.lng) * Math.PI / 180;

  // Haversine formula
  let arc = Math.sin(deltaPhi / 2) ** 2 +
    Math.cos(phiA) * Math.cos(phiB) *
    Math.sin(deltaLambda / 2) ** 2;

  let line = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(arc), Math.sqrt(1 - arc));

  let distance = 6371 * line;
  return distance;
}
```



$$\text{haversine}(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\phi_B - \phi_A}{2}\right) + \cos(\phi_A) * \cos(\phi_B) * \sin^2\frac{\lambda_B - \lambda_A}{2}$$

$$c = 2 * \arctan \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{1-a}}$$

$$d = R * c$$

Concepte generale – topologie

- Topologia descrie spațiul din perspectiva conectivității locațiilor
- Exemplu: hartă de metrou din Londra



Concepte generale – reprezentare pe hartă

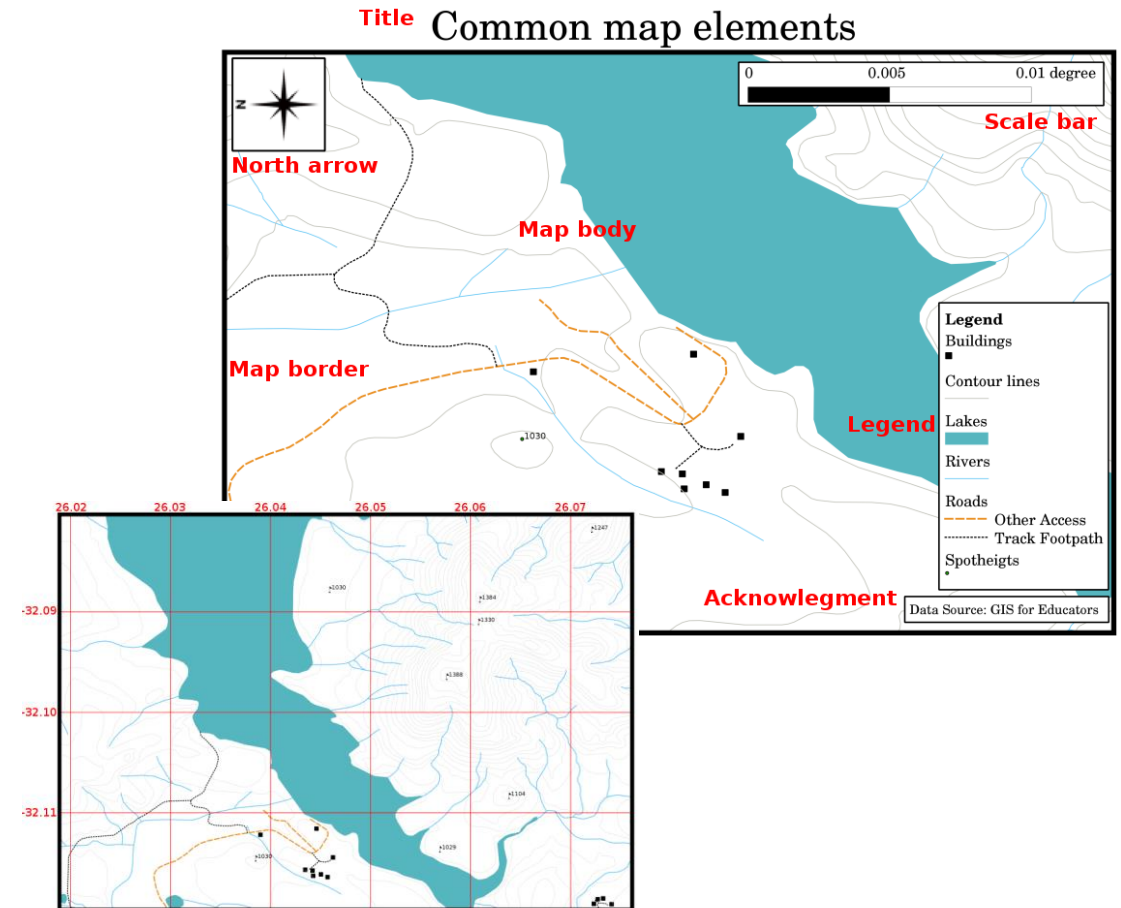
- Titlu
- Legendă: reprezentarea simbolurilor folosite
- Săgeata nordului: orientarea hărții
- Scara de reprezentare

a) (1 centimeter represents 250 meters)

b) 1: 25 000



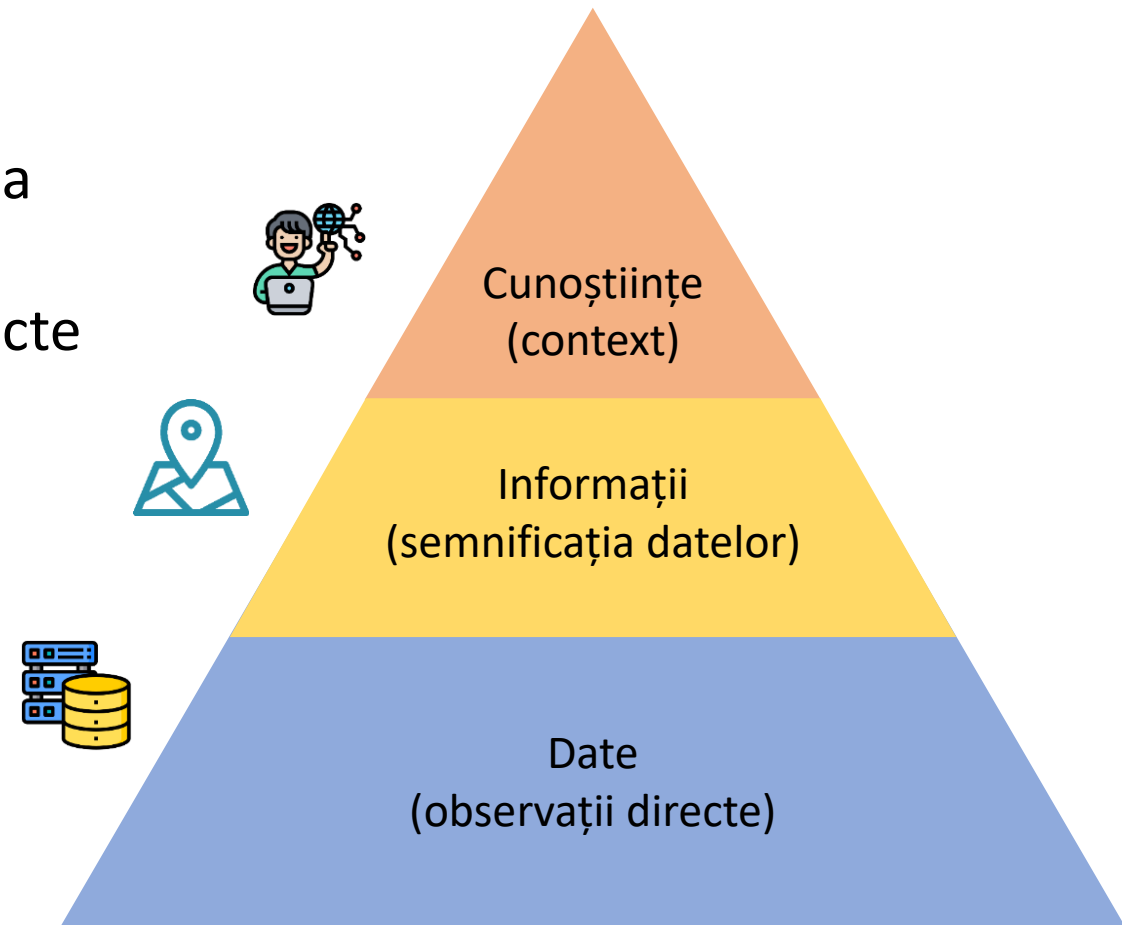
- Acreditare: informații despre autor, dată
- Graticule / Grid: paralele, meridiane
- Denumirea proiecției cartografice



Modelarea datelor geospațiale

Modelarea datelor geospațiale

- Date geospațiale
 - Date geografice-spațiale - poziția și forma obiectelor (puncte, linii, poligoane)
 - Date descriptive - informații despre obiecte (atribute, valori)
- Operatori specifici
 - Operații de bază cu date geospațiale
 - Vecinătate, intersecție, distanță

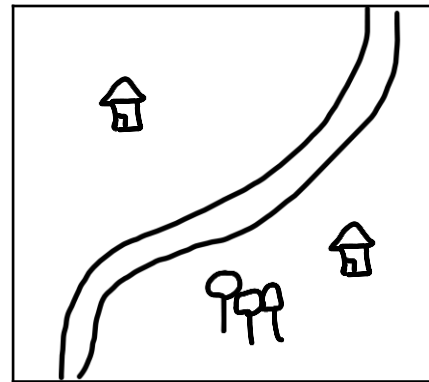


Modelarea datelor geospațiale

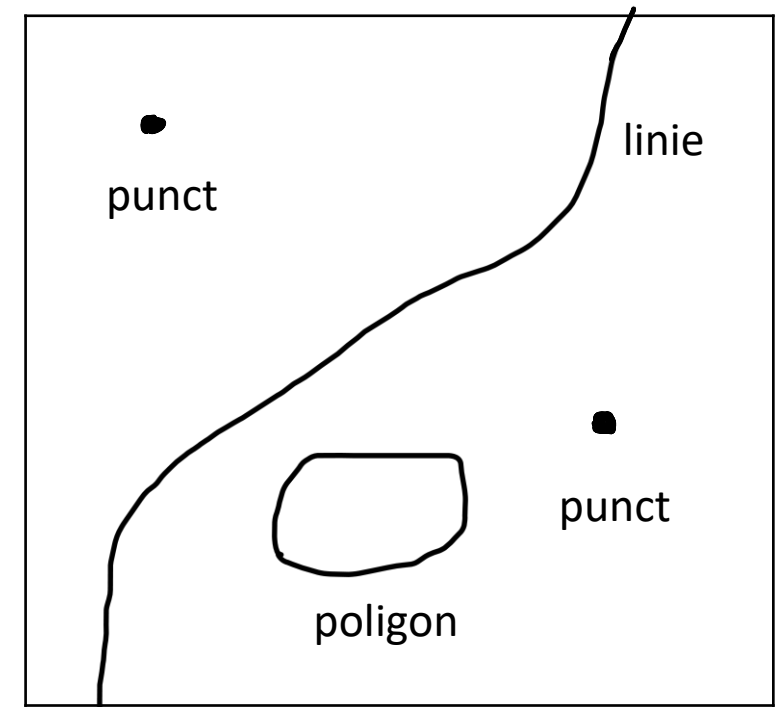
Reprezentarea raster

						R	
	H					R	
					R		
			R	R			
		R				H	
	R		T	T			
	R		T	T			
	R						

Lumea reală



Reprezentarea vectorială



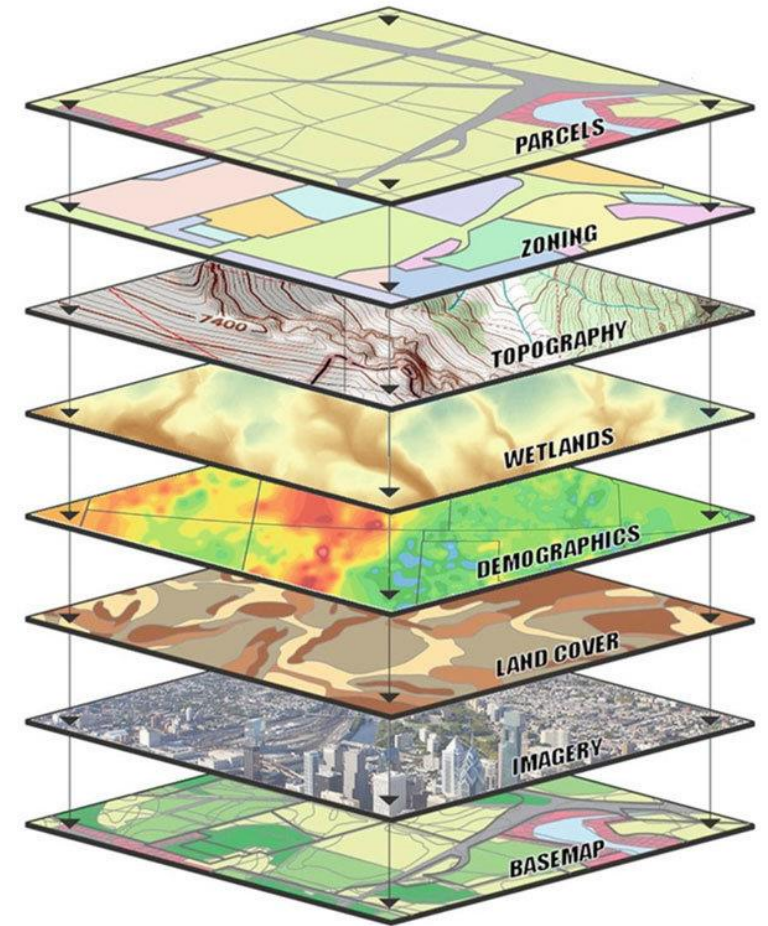
Modelarea datelor geospațiale

- Modelul de date geo-relațional

Caracteristică\Model	Raster	Vectorial
Reprezentare	Spațiul este reprezentat prin celule rectangulare uniforme, fiecare celulă având o valoare asignată (obiectul situat în acea poziție)	Obiectele sunt reprezentate având o delimitare bine definită în spațiu (puncte, arce / linii, poligoane)
Acuratețe	Forma obiectelor depinde de rezoluția celulei (nivelul de zoom)	Forma obiectelor este bine definită indiferent de nivelul de zoom
Procesare	Calcule simple – Map Algebra	Calcule mai complexe – analiza grafurilor
Stocare	Spațiu mare de stocare – pixeli	Spațiu mic de stocare – obiecte
Colectare	Senzori (imagini aeriene, satelitare, hărți scanate)	GPS (coordonate geografice)

Modelarea datelor geospațiale

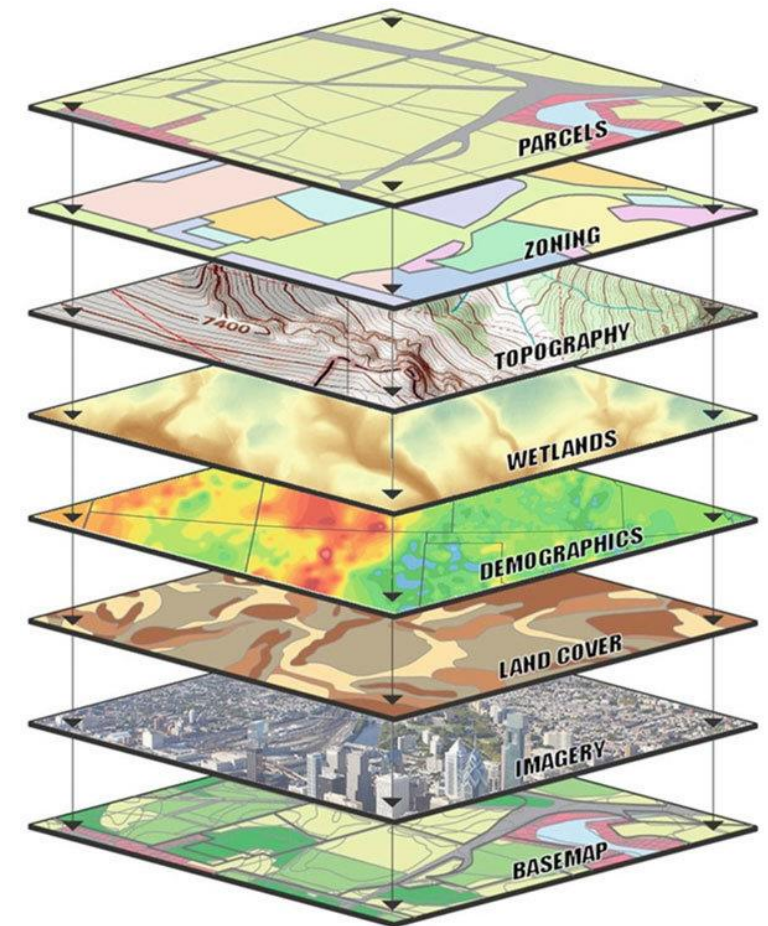
- Reprezentarea datelor geospațiale
 - Straturi (layers) – delimitarea contextului
 - Geocodificare (geocoding) – identificarea unei locații pe baza unei caracteristici (de ex. adresa)
- Care dintre straturile din imagine sunt cel mai bine reprezentate în format raster / vectorial?



Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format raster

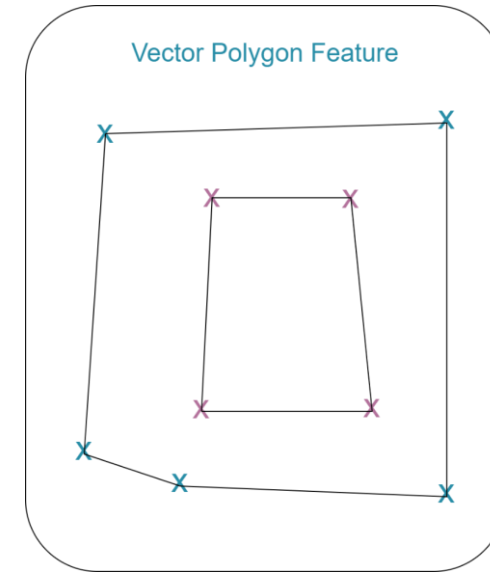
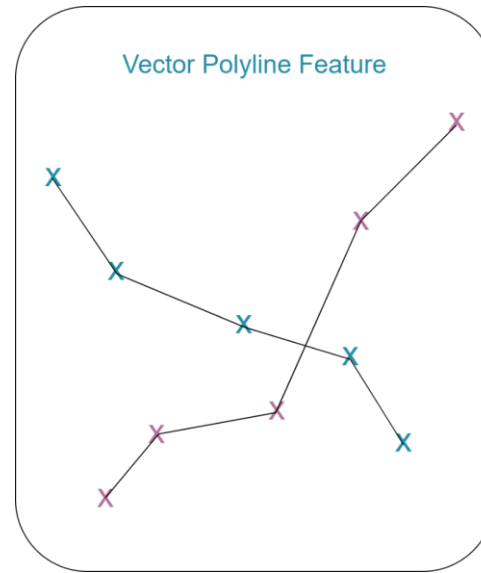
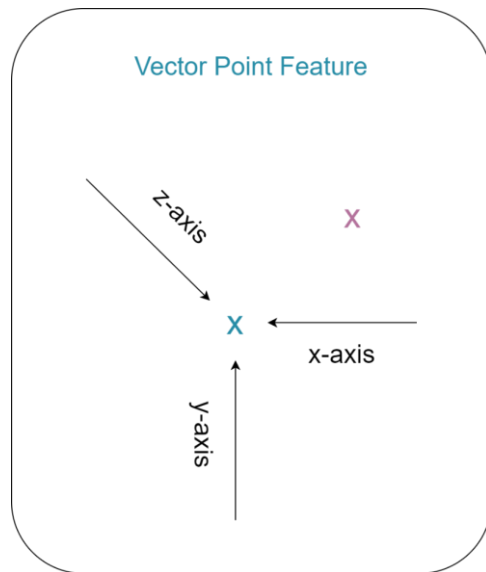
Caracteristică\Reprezentare	Discret	Continuu	Boolean
Reprezentare	Valori întregi	Valori reale	0/1
Utilizări posibile	Unități admin. teritoriale	Temperaturi Umiditate Elevație	Inundații Incendii



Modelarea datelor geospațiale



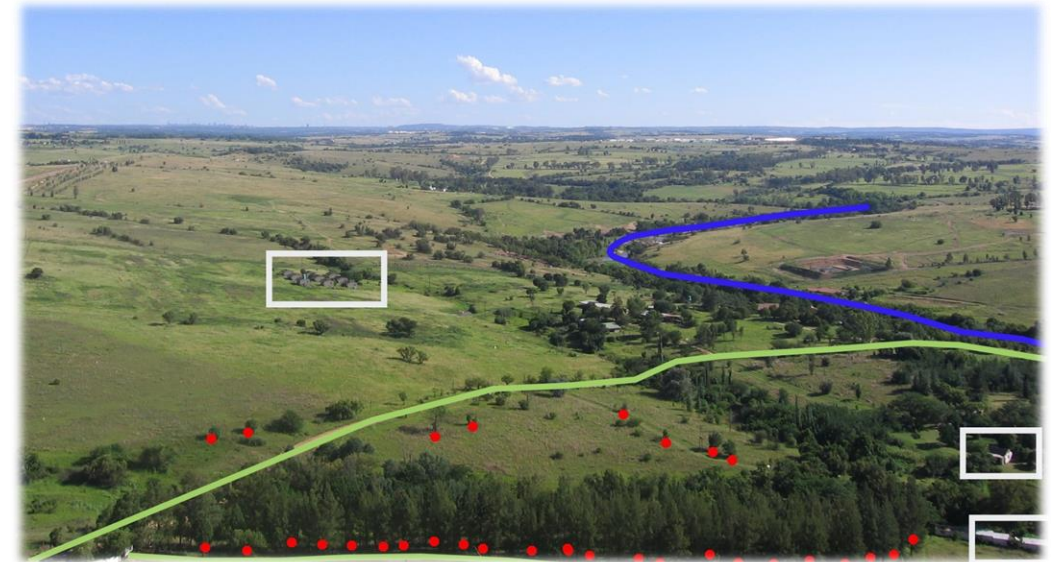
- Reprezentarea datelor în format vectorial
 - Forma unei entități este reprezentată de o geometrie: unul sau mai multe noduri interconectate



Modelarea datelor geospațiale



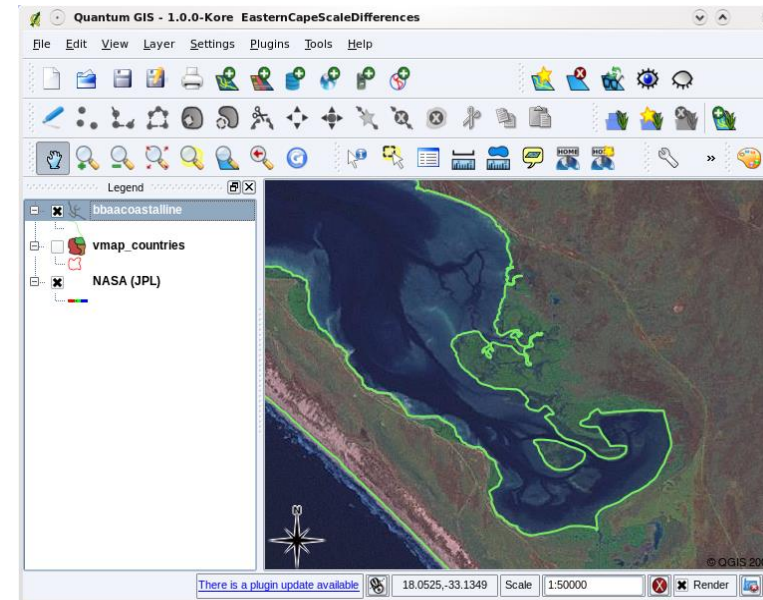
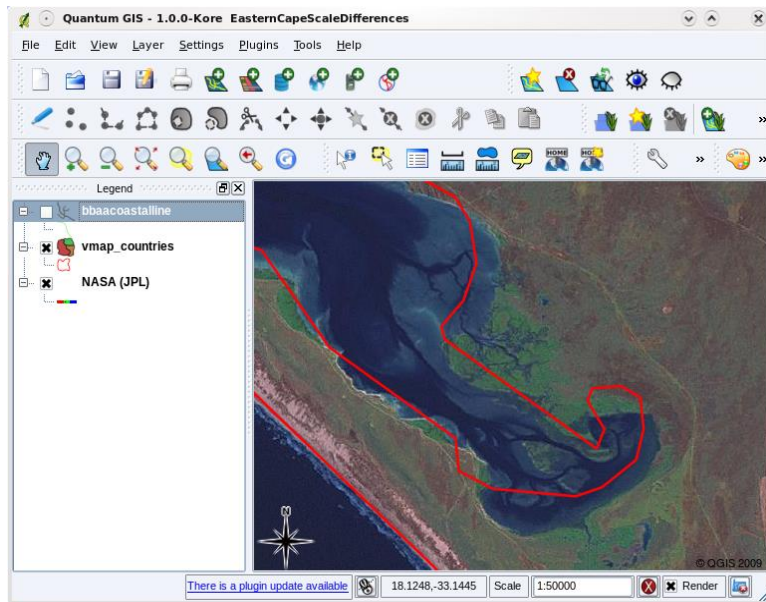
- Reprezentarea datelor în format vectorial
 - Transpunerea entităților geografice în format vectorial
 - Puncte (copaci)
 - Poli-linii (râuri, drumuri)
 - Poligoane (case, terenuri)
 - Este important să ținem cont de scară atunci când alegem formele geometrice?
 - Putem reprezenta un oraș ca un punct?
 - Dar o clădire?



Modelarea datelor geospațiale



- Reprezentarea datelor în format vectorial – procesul de digitizare
- Este importantă scara în procesul de digitizare?



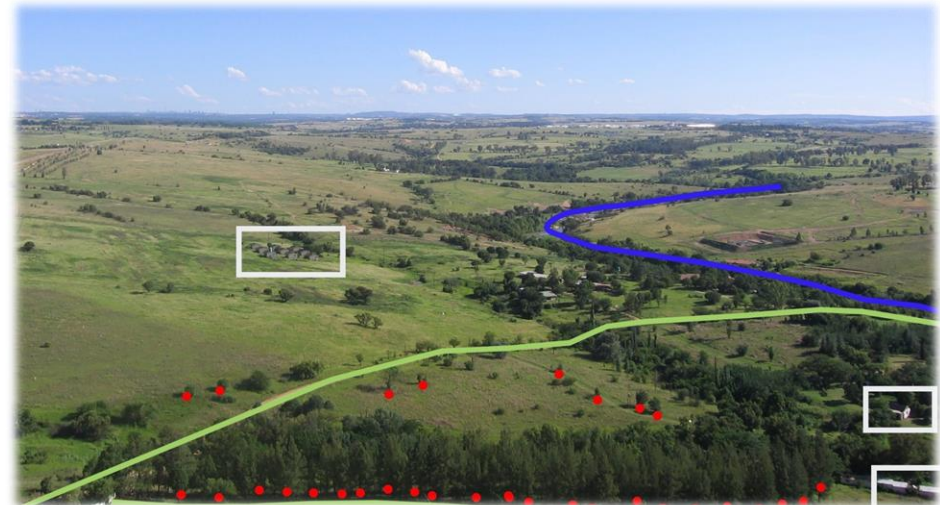
Modelarea datelor geospațiale



- Reprezentarea datelor în format vectorial – procesul de digitizare

Ce putem face cu aceste date?

- Analiză spațială
 - Câte terenuri se află în vecinătatea drumului principal?
 - Care este lungimea drumului ce trece prin pădure?
 - Care este nivelul de împădurire a zonei traversate de drumul principal?



Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format vectorial
 - CSV (.csv)
 - GeoJSON (.geoJSON)
 - KML – Keyhole Markup Language (.kml)
 - Shapefile (.shp)
 - Esri Layer File (.lyr)
 - Geography Markup Language (.gml)
 - ...



Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format vectorial – CSV
 - Format tabelar
 - Coloane (atribute)
 - Rânduri (elemente)

Hawaii Emergency Shelters CSV

CSV file of emergency shelter locations on the island of Hawaii.

CSV by Learn_ArcGIS

Created: May 5, 2014 Updated: Dec 23, 2014 Number of Downloads: 93,502

Download

Share

AutoSave OFF EmergencyShelters_28229.csv - Excel alex predescu

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Search Share Comments

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing Ideas

POSSIBLE DATA LOSS Some features might be lost if you save this workbook in the comma-delimited (.csv) format. To preserve these features, save it in an Excel file format. Don't show again Save As...

OBJECTID	NAME	ADDRESS	CITY	STATE	ZIP	PHONE
1	Hilo High	1556 Waiari	Hilo	HI	96720	(808) 974-4021
2	Holualoa	176-5957 M	Holualoa	HI	96725	(808) 322-4800
3	Honauana	83-5360 M	Captain C	HI	96704	(808) 328-2727
4	Hookena	186-4355 M	Captain C	HI	96704	(808) 328-2710
5	Kau High	196-3150 P	Pahala	HI	96777	(808) 313-4100
6	Kaunana	1710 Kaun	Hilo	HI	96720	(808) 974-4190
7	Kohala E	54-3609 A	Kapaau	HI	96755	(808) 889-7100
8	Walaekaw	2420 Kilau	Hilo	HI	96720	(808) 981-7200
9	Hilo Inter	587 Waiari	Hilo	HI	96720	(808) 974-4955
10	Keaau Mic	16-565 Kei	Keaau	HI	96749	(808) 982-4200
11	Pahoa Hig	15-3038 P	Pahoa	HI	96778	(808) 965-2150

EmergencyShelters_28229

Details

Size: 2 KB

★★★★★

Share

Owner

Learn_ArcGIS

Tags

Emergency Shelters, Hawaii

Credits (Attribution)

Office of Planning, State of Hawaii, PO Box 2359, Honolulu, HI 96804

URL

Comment

AsselyaAidarbekkyzy commented 7 months ago

Thats fantastic



<https://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>

Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format vectorial - GeoJSON
 - Are la bază formatul JSON
 - Conține tipuri de reprezentare definite ca Feature sau FeatureCollection
 - Conține tipuri predefinite pentru reprezentarea entităților geografice: puncte (Point), linii (LineString), poligoane (Polygon), colecții geometrice (MultiPoint, MultiLineString, MultiPolygon, GeometryCollection)

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [102.0, 0.5]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0"
      }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "LineString",
        "coordinates": [
          [102.0, 0.0],
          [103.0, 1.0],
          [104.0, 0.0],
          [105.0, 1.0]
        ]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0",
        "prop1": 0.0
      }
    }
  ]
}
```



Modelarea datelor geospațiale

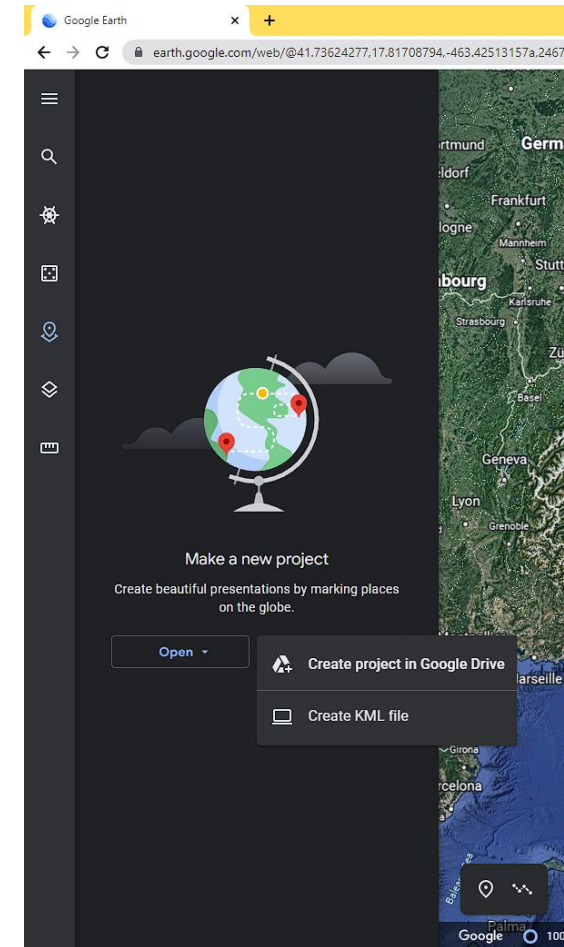
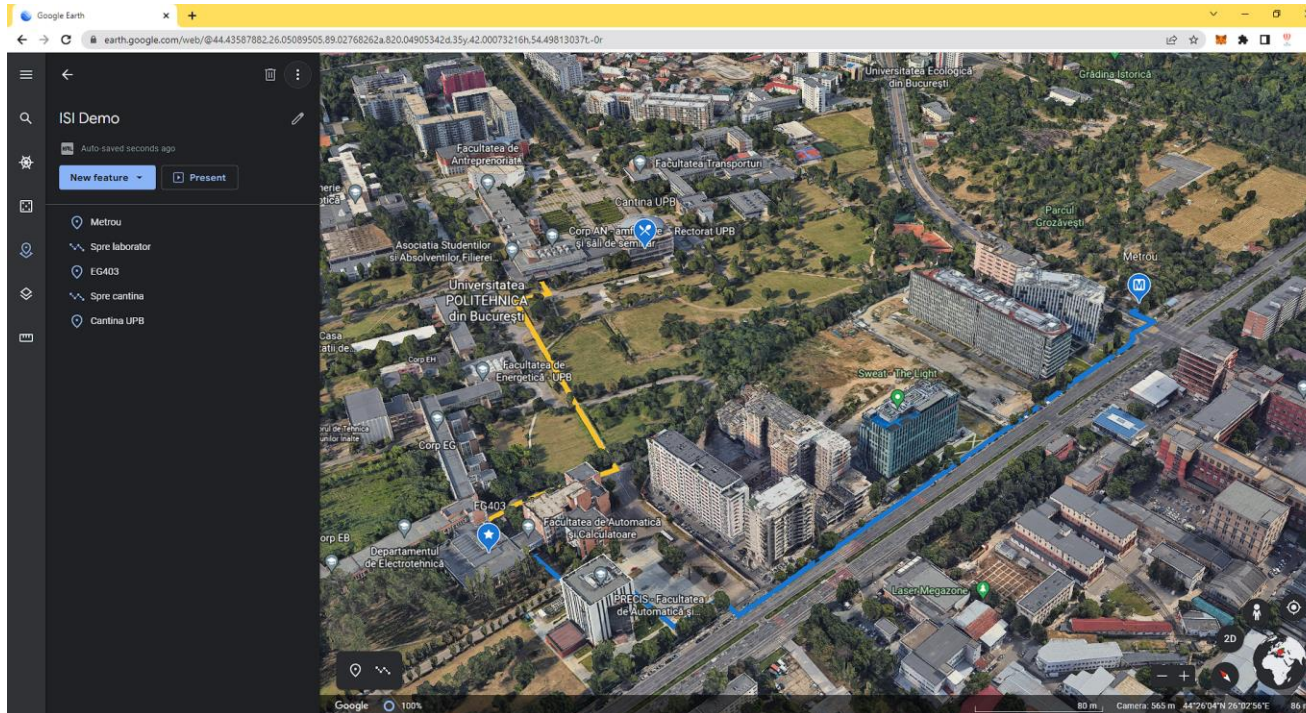
- Reprezentarea datelor în format vectorial
 - KML (Keyhole Markup Language)
 - Are la bază formatul XML
 - Este utilizat în Google Earth
 - Conține tag-uri specifice: name, description, coordinates
 - Utilizează tipuri predefinite pentru reprezentarea entităților geografice: Point, LineString, Polygon
 - Conține grupuri de reprezentare diferite: Placemark, GroundOverlay

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Simple placemark</name>
    <description>Attached to the ground. Intelligently places itself
      at the height of the underlying terrain.</description>
    <Point>
      <coordinates>-
122.0822035425683,37.42228990140251,0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```



Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format vectorial – KML (Keyhole Markup Language)



<https://earth.google.com/web/>

ISI Demo.kml

Modelarea datelor geospațiale

- Reprezentarea datelor în format vectorial – Shapefile
 - Format binar dezvoltat de Esri
 - Conține mai multe tipuri de fișiere:
 - .shp (geometrie)
 - .shx (indexare)
 - .dbf (atribute)




































Value	Shape
0	Null
1	Point
3	Polyline
5	Polygon
8	MultiPoint
...	...

Context	Header								Record header		Record data	
Description	File code	Unused	File length	Version	Shape type	Bounding rectangle	Z range (elevation)	M range (time/4D)	Record number	Record length	Shape type	Shape content
Bytes	4	20	4	4	4	32	16	16	4	4	4	N



Modelarea datelor geospațiale

- Baze de date geospațiale
 - SGBD capabil să gestioneze date geospațiale
 - Reprezentare
 - Interogare
 - <https://gistbok.ucgis.org/bok-slide/spatial-queries>

		<i>point</i> 	<i>line</i> 	<i>polygon</i> 
Reference feature	<i>point</i> 	Equal  Disjoint 	Touch  Disjoint 	Touch  Contain  Disjoint 
	<i>line</i> 	Touch,  Disjoint 	Equal  intersect  contain  <u>contained by</u>  Touch  Disjoint 	Intersect  Touch  Disjoint 
	<i>polygon</i> 	Touch  <u>Contained by</u>  Disjoint 	Intersect  Touch  <u>Contained by</u> 	Equal  Overlap  Adjacent  <u>Contained by</u>  Contain 



Modelarea datelor geospațiale

- Formatul de stocare a datelor geospațiale – ARC/INFO (Esri)
 - **Model vectorial** pentru reprezentarea informațiilor geospațiale
 - **Model relațional** al bazelor de date pentru reprezentarea atributelor
 - **Topologie ARC – NOD**: arcele sunt determinate prin noduri, poligoanele sunt construite prin arce
 - Conectivitate (liste de perechi de coordonate X, Y + liste de triplete ARC, FROM-NODE, TO-NODE)
 - Definirea ariei (relația POLIGON-ARC, liste de arce ce definesc frontierele)
 - Sens (relația STÂNGA-DREAPTA, direcția fiecărui arc)

Întrebări?



Bibliografie

- [The history of Geographic Information Systems \(GIS\)](#)
- [The Remarkable History of GIS](#)
- [An Overview of GIS History](#)
- [Essentials of Geographic Information Systems](#)
- [Essentials of Geographic Information Systems: Geographic Concepts](#)
- [Curs aplicat privind utilizarea aplicației informatice QGIS în silvicultură](#)
- [GIS and Environmental Monitoring](#)
- [Geographic Information Systems \(GIS\) for Disaster Management](#)
- [Introduction to Geographic Information Systems \(GIS\) Software: An Open Source Lecture #GIS #Maps](#)
- [What is Geographic Information Systems \(GIS\)?](#)
- [Vector vs Raster: What's the Difference Between GIS Spatial Data Types?](#)
- [GIS File Formats](#)
- [The Components of GIS Evolve](#)
- [About geocoding a table of addresses](#)

