

A satellite in space, viewed from a low angle, with several solar panels and instruments visible against the Earth's surface.

**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar**

Térinformatikai és távérzékelési alkalmazások fejlesztése

Térinformatikai adatok és adatformátumok

© 2016 Giachetta Roberto
groberto@inf.elte.hu
<http://people.inf.elte.hu/groberto>

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Térinformatikai adatok

- A térinformatikai adatokat két kategóriába soroljuk:
 - *vektoros adatok*: 2D/3D koordináta alapú geometriai formák (pont, vonal, poligon, ...)
 - egységes modelljüket az *OGC Simple Feature Access (SFA)* szabvány definiálja
 - a független alakzatok mellett adható topológiai forma
 - *raszteres adatok*: képpont alapú rácsok
 - általában távérzékelte felvételek, magassági adatok
 - nincs egységes formátumuk, szabványuk
- Az adatokhoz tartozó vetületi információk egységes modellje az *OGC Spatial Referencing by Coordinates (SRC)*

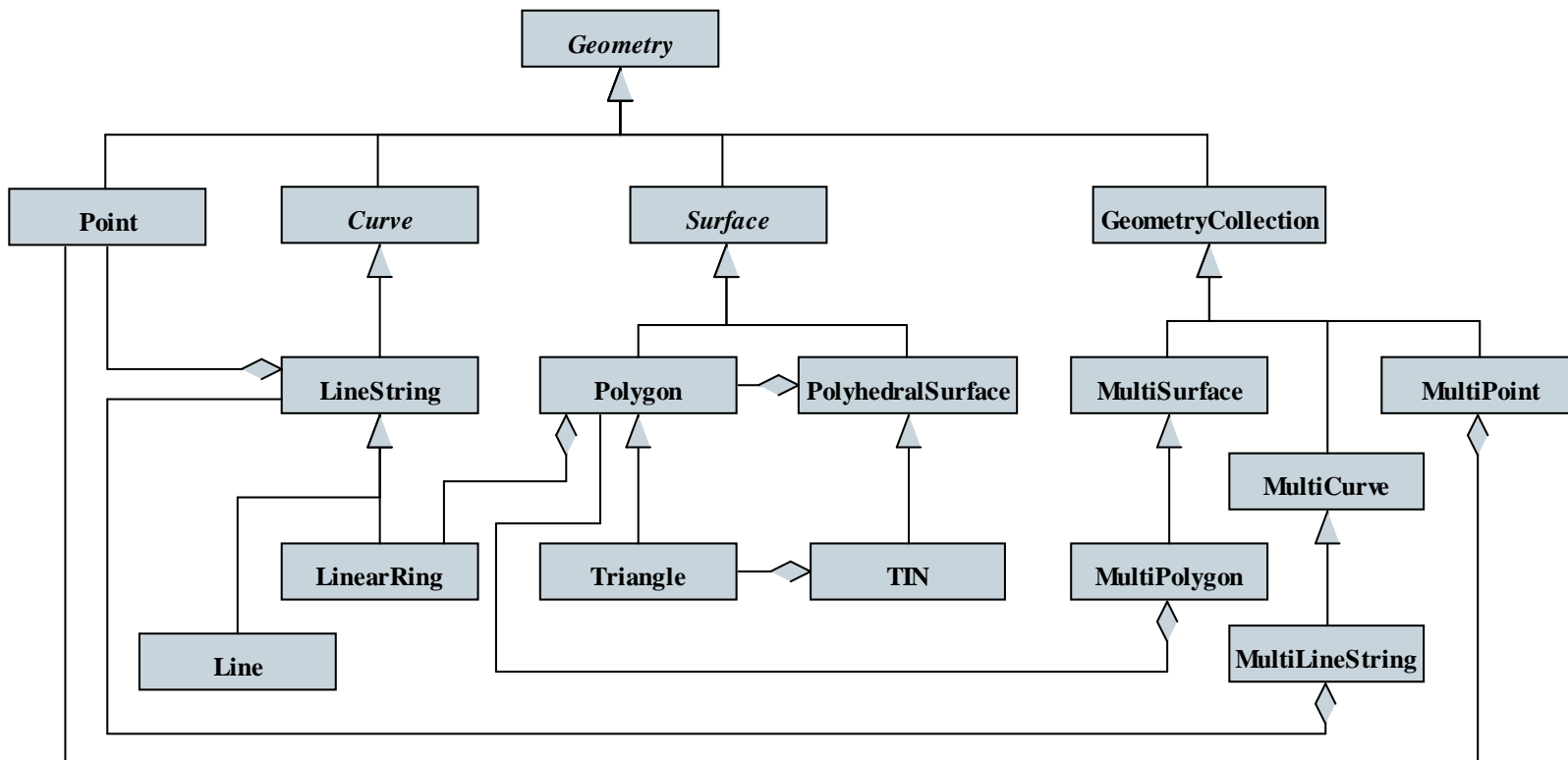
Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access

- Az *OGC Simple Feature Access (SFA)* szabvány a legáltalánosabban elfogadott modell a vektoros geometriák kezelésére
 - definiálja a geometriák típusait és műveleteiket
 - objektumorientált modell, öröklődésre épül
 - az alakzatokat 4D koordináta rendszerben helyez el, amely egy 3D euklideszi (X, Y, Z), valamint egy mértékkordináta (M) alkotja
 - utóbbi lehetővé teszi az egyedi méréseket
 - leginkább 2D alakzatokat definiál, 3D alakzatok esetén a műveletek 2D-ben kerülnek kiértékelésre

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access

- **Típusok:**
 - **Geometry:** geometria őssosztály
 - **Point:** 0 dimenziós, 1 koordinátával
 - **Curve:** 1 dimenziós görbe, koordináták sorozata
 - **LineString:** szakaszsorozat, lineáris interpolációval
 - **Line:** szakasz, 2 koordinátával
 - **LinearRing:** gyűrű (zárt szakaszsorozat)
 - **Surface:** 2 dimenziós felület
 - **Polygon:** lapos felület, 1 külső és több belső gyűrűvel
 - **Triangle:** háromszög

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access

- **PolyhedralSurface**: folyamatos poligonsorozatból álló felület
 - **TIN**: háromszögrács
- **GeometryCollection**: geometriák szekvenciális gyűjteménye
 - **MultiPoint**: pontgyűjtemény
 - **MultiCurve**: görbегyűjtemény
 - **MultiLineString**: szakaszsorozat gyűjtemény
 - **MultiSurface**: felületgyűjtemény
 - **MultiPolygon**: poligon gyűjtemény
- A típusok halmaza tetszőlegesen bővíthető

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access

- Alapvető tulajdonságok:
 - típus (**geometryType**), üres-e (**isEmpty**), egyszerű-e (**isSimple**),
 - dimenziószám (**dimension**), befoglaló téglalap (**envelope**), határvonal (**boundary**), vetületi rendszer azonosító (**SRID**)
- Alapvető műveletek:
 - relációs (belső: I , határ: B , külső: E) :
 - egyenlő (**equals**): $a \subseteq b \wedge b \supseteq a$
 - különálló (**disjoint**): $a \cap b = \emptyset$
 - keresztezi (**crosses**):
 $(I(a) \cap I(b)) \neq \emptyset \wedge (a \cap b) \neq a \wedge (a \cap b) \neq b$

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Simple Feature Access

- érinti (**touches**): $(I(a) \cap I(b)) = \emptyset \wedge (a \cap b) \neq \emptyset$
- belül (**within**): $(a \cap b) = a \wedge (I(a) \cap E(b)) = \emptyset$
- átfed (**overlaps**):
 $\dim(I(a)) = \dim(I(b)) = \dim(I(a) \cap I(b)) \wedge$
 $(a \cap b) \neq a \wedge (a \cap b) \neq b$
- metszi (**intersects**): belül inverze
- tartalmaz (**contains**): különálló inverze
- elemzés: távolság (**distance**), puffer (**buffer**), konvex burok (**convexHull**), metszet (**intersection**), unió (**union**), különbség (**difference**), szimmetrikus különbség (**symDifference**)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vetületi rendszerek

- Az adatok vetületi rendszere (*coordinate reference system*) határozza meg az adatok elhelyezkedését, és egymáshoz való viszonyát
 - ehhez szükséges egy koordinátarendszer (*coordinate system*), valamint annak viszonyát az objektumokhoz, a dátumot (*datum*)
- A térbeli vetületi rendszereket alapvetően három csoportba soroljuk:
 - geocentrikus (*geocentric*), 3D (X Y Z)
 - földrajzi (*geographic*), lehet 2D ($\varphi \lambda h$) és 3D ($\varphi \lambda$)
 - vetített (*projected*), 2D (E N)

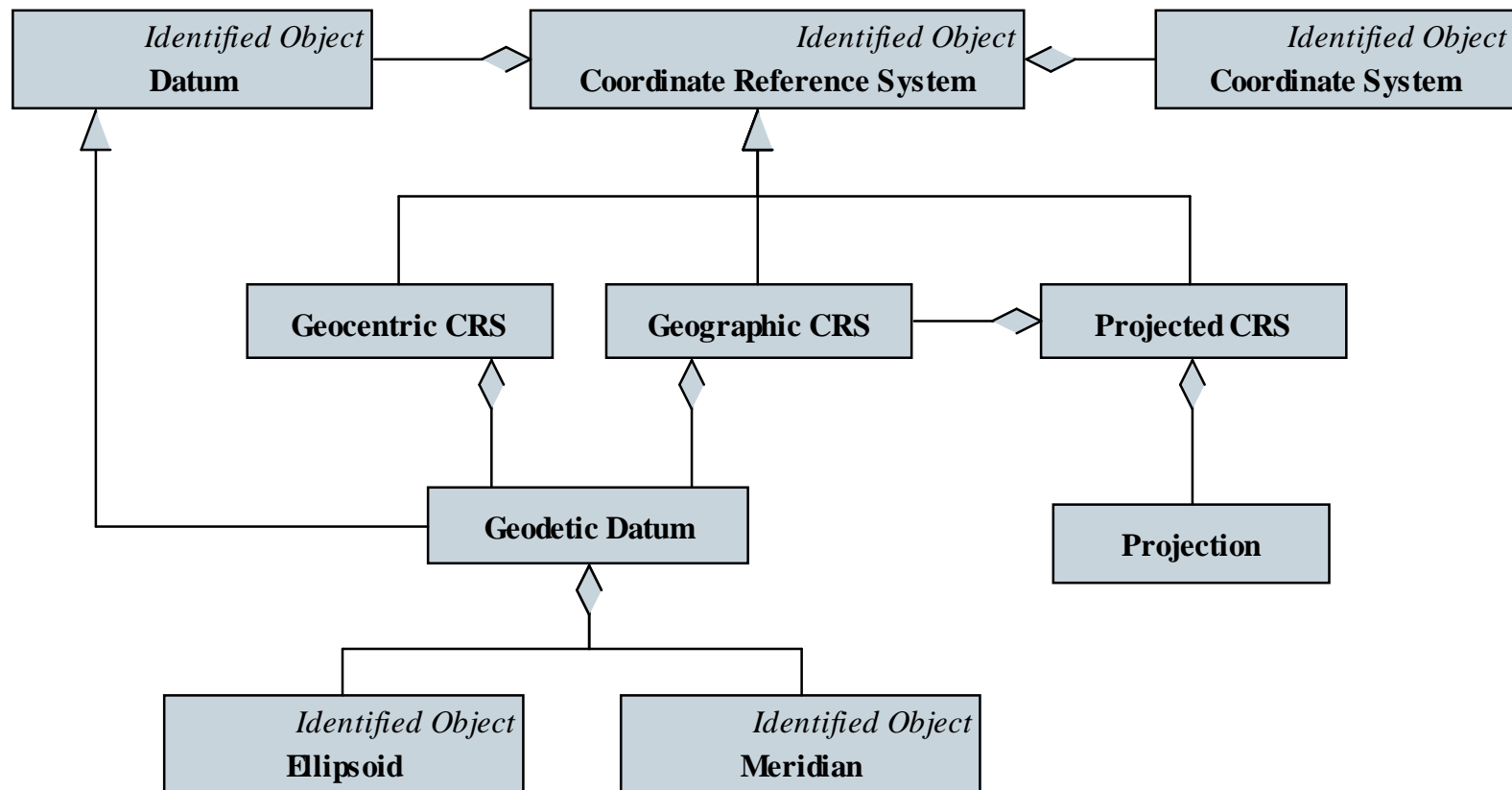
Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates

- A vetületi rendszerek felépítését és kapcsolatait az *OGC Spatial Referencing by Coordinates (SRC)* szabvány tartalmazza
 - igazából egy absztrakt specifikáció, a konkrét megvalósítás módját nem írja elő
 - megadja a vetületi rendszerek közötti átképezés folyamatát
 - minden elemet egyértelműen azonosíthatóvá tesz (*identified object*)
 - magukat a konkrét vetületeket nem tartalmazza
- Vannak speciális vetületi rendszerek, amelyek nem részei a szabványnak (pl. MGRS)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates

- Építőelemek:
 - vetületi rendszer (*coordinate reference system, CRS*): tartalmazza a koordináta rendszert és a dátumot
 - geocentrikus (*geocentric CRS*)
 - földrajzi (*geographic CRS*)
 - vetített (*projected CRS*)
 - vertikális (*vertical CRS*)
 - összetett (*compound CRS*)
 - mérnöki (*engineering CRS*) és képi (*image CRS*)
 - koordinátarendszer (*coordinate system, CS*), amely tengelyekből épül fel (*CS axis*)

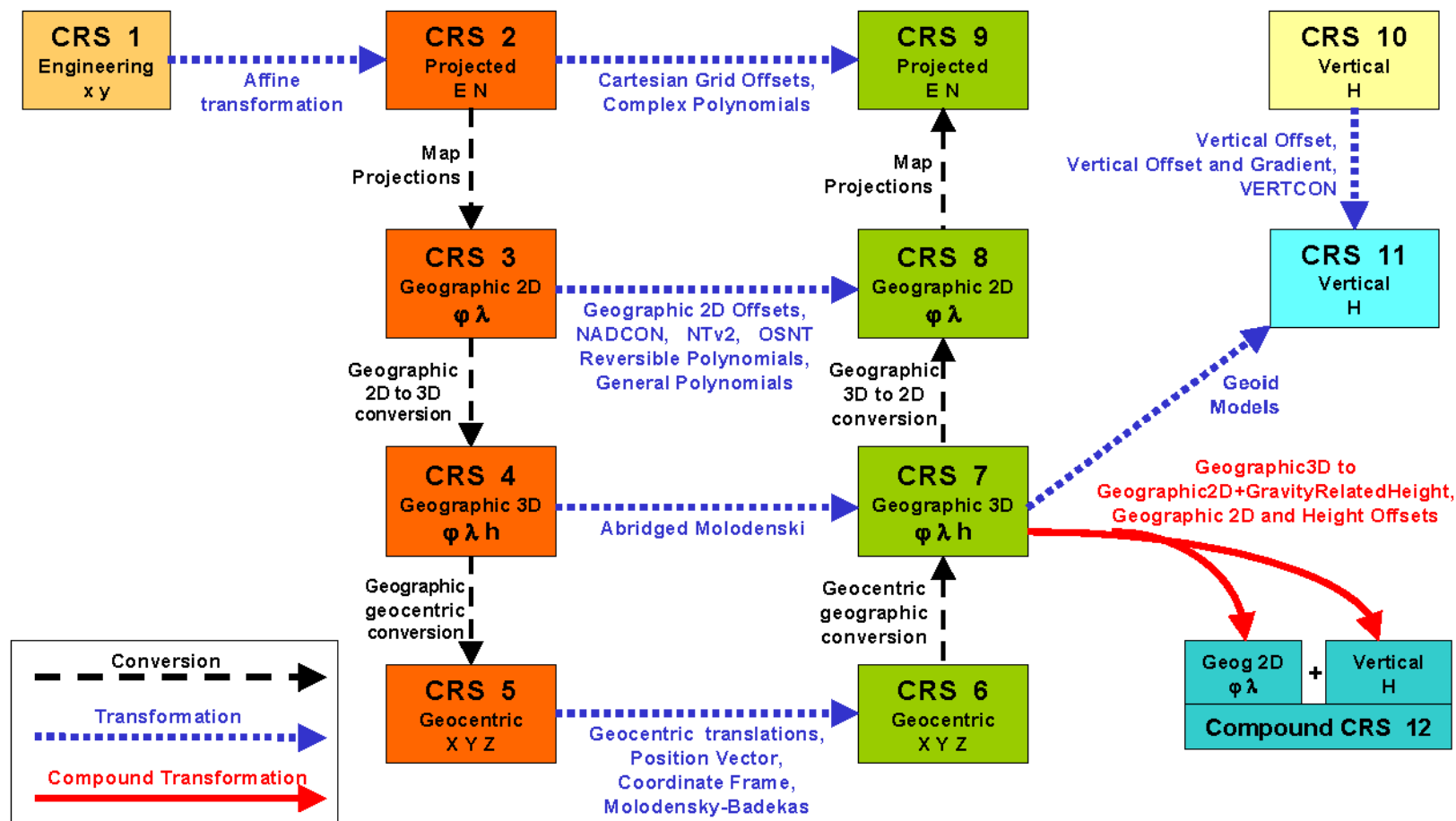
Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates

- dátum (*datum*), amely megadja az alappontot (*anchor point*), és az érvényesség kezdetét (realization epoch)
 - geodéziai dátum (*geodetic datum*): megadja a forgási ellipszoidot (*ellipsoid*), valamint a kezdő hosszúsági kört (*prime meridian*)
- koordináta műveletek (*coordinate operation*), amelyek meghatározzák a koordináták transzformációjának módját
 - projekció (*projection*): földrajzi és vetített rendszerek között
 - transzformáció (*transformation*): dátumok között
 - konverzió (*conversion*): különböző koordináta rendszerek között

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates

- A műveletek rögzített algoritmusok formájában adottak, ám könnyen egyedivé tehetőek
 - figyelembe veszik az ellipszoid tulajdonságait
 - az algoritmus függvényében további paramétereket kaphatnak, pl. északi és keleti eltolás, alapvonallal bezárt szög
- A fölrajzi elemek rendelkeznek egy felhasználási területtel (*area of use*), amely megadja, milyen területen belül tekinthető pontosnak a végzett műveletek és a kapott eredmény
- A vetületeket és a vetítési algoritmusokat az *EPSG group* tarja nyilván (*EPSG Parameteric dataset*)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Spatial Referencing by Coordinates

- Pl.:

Projected CRS: *HD72/EOV* (EPSG::23700)

Coordinate System: *Cartesian* (EPSG::4498)

Geodetic CRS: *HD72* (EPSG::4237)

Coordinate System: *Ellipsoidal* (EPSG::6422)

Geodetic Datum: *HD72* (EPSG::6237)

Ellipsoid: *GRS 1967* (EPSG::7036)

Prime meridian: *Greenwich* (EPSG::8901)

Projection: *EOV* (EPSG::19931)

Method: *Hotine Oblique Mercator variant B*
(EPSG::9815)

Parameters:

Latitude of pr. centre: 47°8'39.8174" N

...

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Térinformatikai adatok

- A térinformatikai adatokat két kategóriába soroljuk:
 - *vektoros adatok*: 2D/3D koordináta alapú geometriai formák (pont, vonal, poligon, ...)
 - egységes modelljüket az *OGC Simple Feature Access (SFA)* szabvány definiálja
 - a független alakzatok mellett adható topológiai forma
 - *raszteres adatok*: képpont alapú rácsok
 - általában távérzékelte felvételek, magassági adatok
 - nincs egységes formátumuk, szabványuk
- Az adatokhoz tartozó vetületi információk egységes modellje az *OGC Spatial Referencing by Coordinates (SRC)*

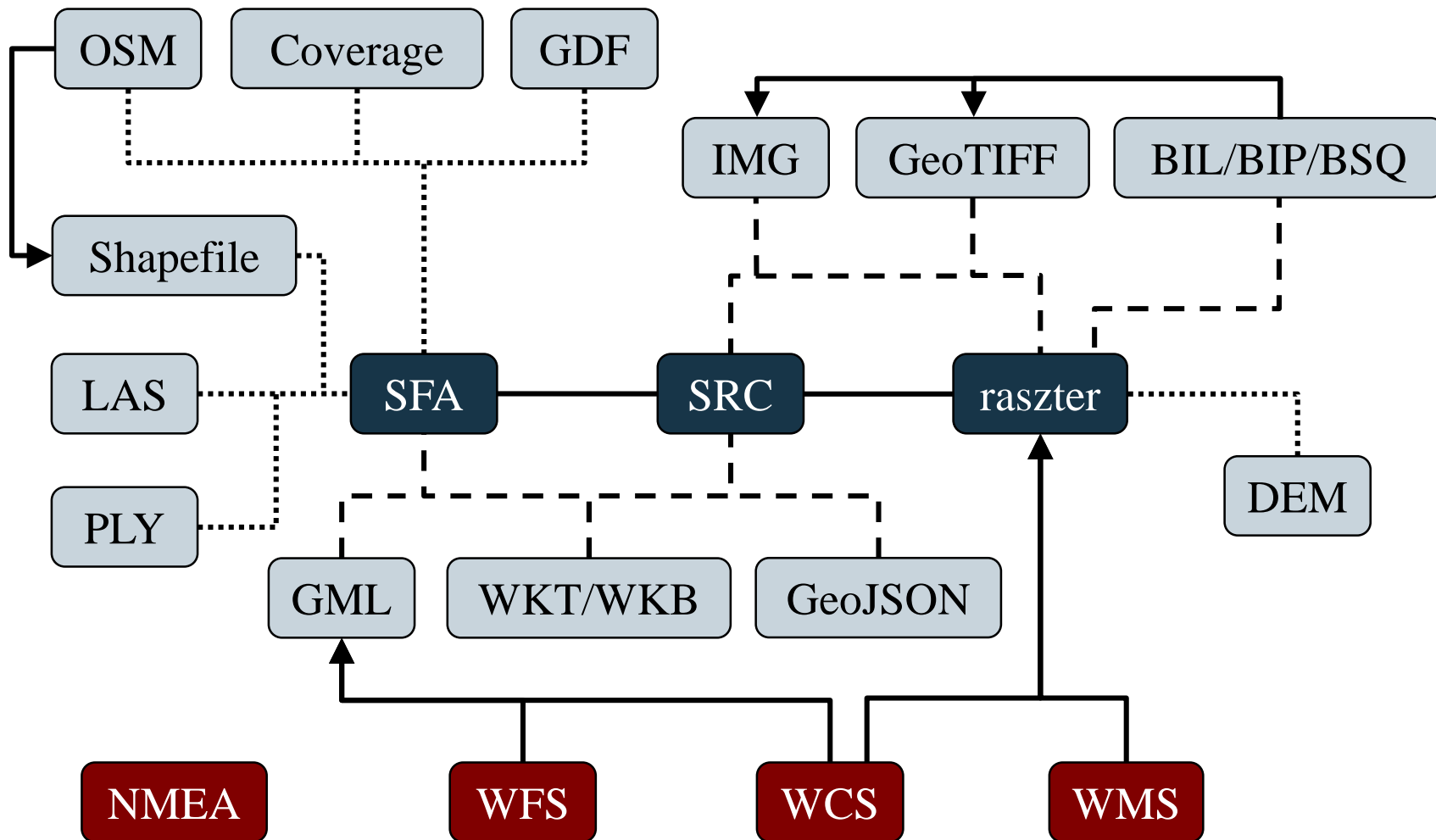
Térinformatikai adatok és adatformátumok

Térinformatikai adatformátumok

- Az adatok számos módon tárolhatóak, és szolgáltathatóak
 - *fájlrendszer alapon*: Shapefile, Coverage, WKT/WKB, GML, GeoJSON, GeoTIFF, BIL/BIP/BSQ, IMG, USGS DEM, GDF, OSM, LAS, PLY, ...
 - *adatbázis alapon*: WKB/WKT, GeoJSON, ...
 - *szolgáltatás alapon*: WMS, WFS, WCS, NMEA, ...
- Egyes formátumok támogatják vetületi információk kezelését is (pl. WKT, GML)
 - bizonyos formátumok (pl. Shapefile) az alapvető adattárolás mellett további információkat más formátumban tárolnak (pl. dBase, WKT)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Térinformatikai adatformátumok



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vektoros adatformátumok

- A vektoros formátumokat három részre oszthatjuk:
 - általánosan használható, az adatokat a SFA, SRC szabványok szerint tároló formátumok: WKT/WKB, GML, GeoJSON
 - általános célú, de nem a szabványnak megfelelő formátumok: Shapefile
 - megfeleltethetőek a szabványnak
 - speciális célt szolgáló formátumok:
 - topologikus adatkezelés: GDF, OSM, Coverage
 - 3D szkennelt adatkezelés: PLY, LAS
 - GPS adatkezelés: NMEA

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vektoros adatforrások

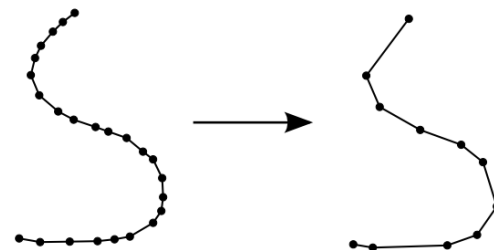
- A vektoros tartalmak korábban csak feldolgozás eredményeként születtek, manapság gyakoriak a vektoros (pont alapú) felvételező eszközök (pl. GPS, LiDAR)
 - bár a vektoros tartalom alapvetően helytakarékos, az adatok számossága könnyen megnőhet (pl. globális térképek, 3D pontfelhők, nagy felbontású poligonok)



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vektoros adatformátumok kezelése

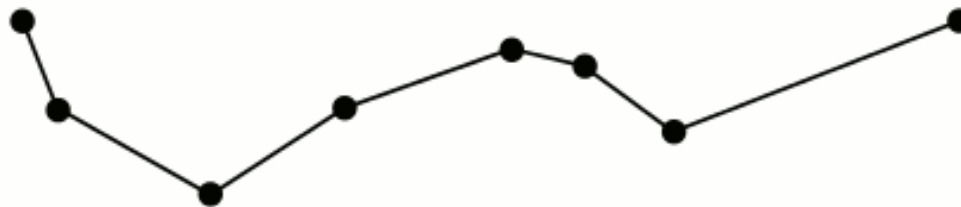
- Vektoros adatok hatékony feldolgozását elősegíthetik:
 - *általánosított geometriák használata*: összetett alakzatok (szakaszsorozat, poligon) egyszerűsítése, alakzatok összevonása
 - az egyszerűsített geometria az eredeti geometria mellett kerül eltárolásra
 - több szinten is definiálhatunk egyszerűsítést, így ugyanak a gyűjteménynek különböző pontosságú reprezentációi keletkeznek (*piramis rétegek*)
 - betöltéskor a pontosságnak megfelelő alakzatok kerülnek betöltésre



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vektoros adatformátumok kezelése

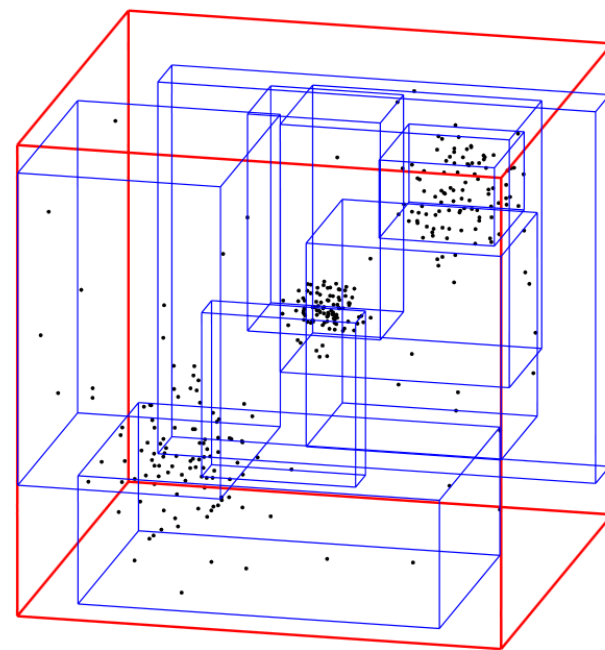
- amennyiben a formátum nem tárolja a generalizált változatot, az adatok előfeldolgozásával előállítható
- a *Douglas-Peucker algoritmus* a legismertebb szakaszsorozat egyszerűsítő eljárás
 - a két végpont közé húz egy szakaszt, majd megkeresi a szakasztól legtávolabb eső köztes pontot
 - ha a pont egy adott ε távolságon túl van, akkor beveszi az általánosított vonalba, és rekurzívan lefut a két részre



Térinformatikai adatok és adatformátumok

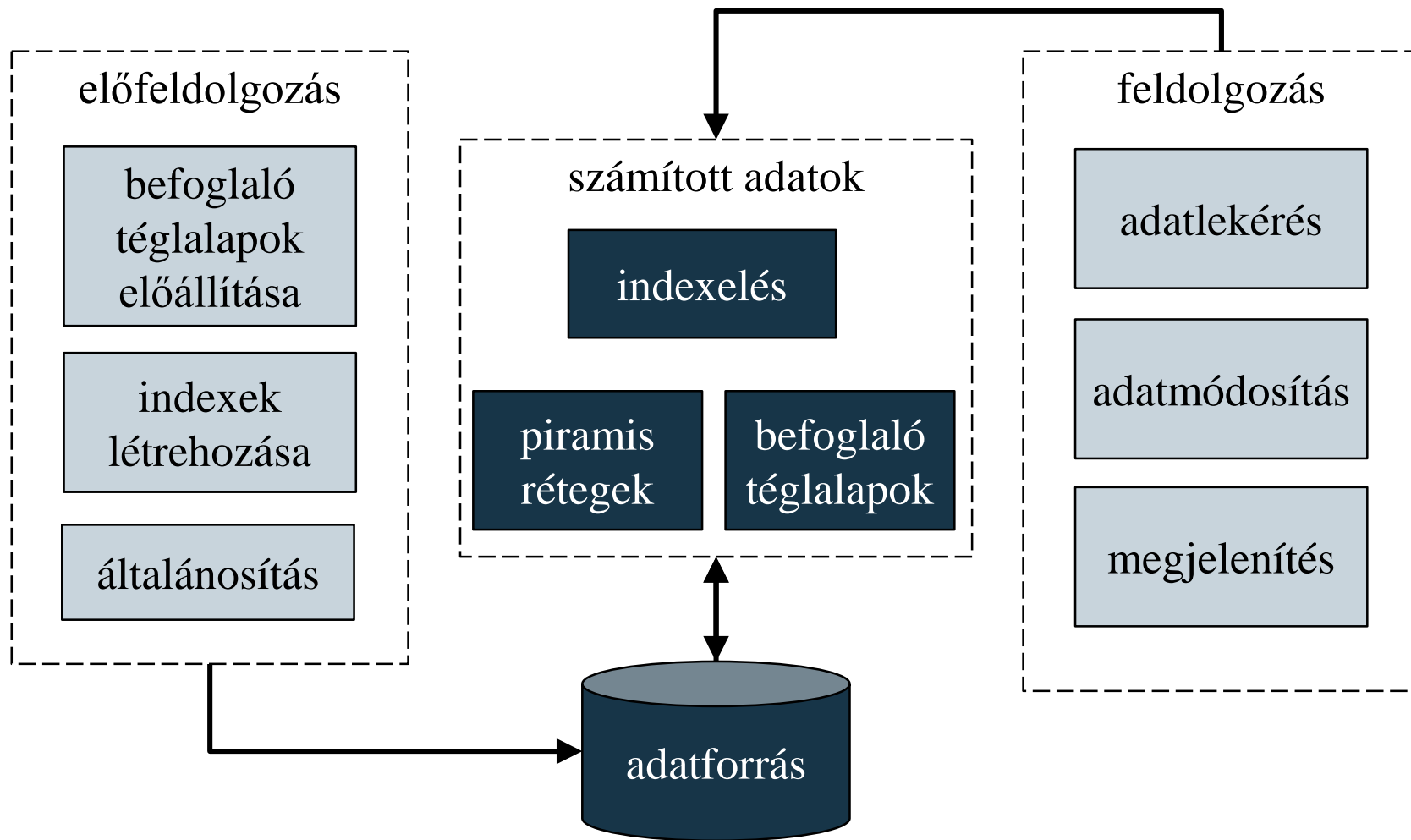
Vektoros adatformátumok kezelése

- *befoglaló téglalapok/téglatestek használata*: amennyiben ismerjük az alakzatok befoglaló téglalapját, akkor csak egy adott területnek megfelelő alakzatokat kell betöltenünk
 - nem csak egyes alakzatokra, hanem alakzat csoportokra is adható befoglaló téglalap
 - a teret így rekurzívan felbonthatjuk, és felépíthetünk egy indexelési struktúrát (R-fa)
 - a befoglaló téglalapok és az index szintén létrehozhatóak előfeldolgozás során



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Vektoros adatformátumok kezelése



Térinformatikai adatok és adatformátumok

Well-known text, Well-known binary

- Az SFA szabvány egyszerű, szöveges, illetve bináris leképezését biztosítják a *Well-known text* (WKT) és *Well-known binary* (WKB) formátumok
 - egymással analóg ábrázolást biztosítanak
 - specifikációjuk az SFA szabványban megtalálható, ezért nagyfokú a támogatottságú

- pl.:

```
POINT(6 10)
```

```
LINESTRING(3 4,10 50,20 25)
```

```
POLYGON((1 1,5 1,5 5,1 5,1 1),  
         (2 2, 3 2, 3 3, 2 3,2 2))
```

```
MULTIPOINT(3.5 5.6, 4.8 10.5)
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Well-known text, Well-known binary

- Számos adatbázis-kezelő használja a WKB formátumot az adatok tárolására (*PostGIS, MSSQL, DB2*)
- A vetületi információk leírása szintén megvalósítható WKT formátumban
 - az SRC szabvány elemeit kulcsszavakkal kezeli, pl.: **PROJCS** (projected coordinate reference system)
 - a leírás a szabvány korábbi verzióját tükrözi (kompatibilitás végett), ezért helyenként különbözik (például az egyes típusok elnevezése)
 - az azonosításra helyenként nevet, helyenként EPSG kódot használ, ezért a megfeleltetés nem mindig egyértelmű

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Well-known text, Well-known binary

- pl.:

```
COMPD_CS["OSGB36 / British National Grid + ODN",  
  PROJCS["OSGB 1936 / British National Grid",  
    GEOGCS["OSGB 1936",  
      DATUM["OSGB_1936",  
        SPHEROID["Airy 1830",6377563.396,  
          299.32496, AUTHORITY["EPSG","7001"]],  
        TOWGS84[375,-111,431,0,0,0,0],...,  
        PRIMEM["Greenwich",0,...,  
        UNIT["DMSH",0.0174532925199433,...,  
        AXIS["Lat",NORTH], ...,  
        PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
        PARAMETER["latitude_of_origin",49],  
        PARAMETER["central_meridian",-2],  
        ...
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geography Markup Language

- A *Geography Markup Language (GML)* egy XML alapú fájlformátum, amely elsősorban interneten keresztül történő vektoros adatközlésre szolgál
 - az *Open Geospatial Consortium (OGC)* által támogatott, jelenleg a 3.3-as változatnál tart
 - a vektoros és leíró adatok mellett topológiai információkat, raszteres képeket és szenzoradatokat is tartalmazhat
 - az alap specifikációhoz további megszorításokat lehet adni úgynevezett profilok definiálásával
 - pl. a *Point Profile* csak pontszerű alakzatok kezelését teszi lehetővé, a *Simple Features Profile* az SFA szerinti tartalmat biztosítja

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geography Markup Language

- A GML elkülöníti a *tereptárgyakat* (*feature*) a *geometriától* (*geometry*), előbbi az objektumot magát definiálja, és rendelkezhet geometriával, míg utóbbi pozíciót, vagy pozíciók sorozatát adja meg
 - a geometriák koordinátával (**coordinate**, **pos**), vagy koordináták sorozatával adhatóak meg (**coordinates**, **posList**)
- Használatához az adott tárgykörben egy *alkalmazási sémát* (*application schema*) kell definiálni, amelyben meg kell adni a szereplő objektumok típusát és leírásmódját
 - az elemek a **gml** előtaggal vannak megjelölve, de sémában megadott objektumleírók külön előtagot kaphatnak

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geography Markup Language

- Pl.:

```
<brn:Bridge> <!-- objektum -->
  <!-- alkalmazási séma specifikus adatok -->
  <brn:span>100</brn:span>
  <brn:height>200</brn:height>
  <!-- geometriai adatok gml előtaggal -->
  <gml:centerLineOf>
    <gml:LineString
      srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG:6.6:4326">
      <gml:pos>100 200</gml:pos>
      <gml:pos>200 200</gml:pos>
    </gml:LineString>
  </gml:centerLineOf>
</brn:Bridge>
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geography Markup Language

- A geometriák az 1.x és 2.x verzióban pont (**Point**), vonal (**LineString**), illetve sokszög (**Polygon**) lehetnek
 - a koordináták 2, vagy 3 dimenziósak
 - pl.:

```
<gml:Point gml:id="p21">  
  <gml:pos dimension="2">45.67 88.56</gml:pos>  
</gml:Point>
```
- A 3.x verzióban a teljes SFA szabvány használható (**Curve**, **Surface**, ...) ezen felül speciális alakzatok (**Arc**, **Direction**, **OrientableCurve**, **Coverage**, ...)
- A GML-ből alakult ki a *CityGML* formátum, amely kimondottan 3D városmodellek leírását biztosítja

Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoJSON

- A GeoJSON a JSON (JavaScript Object Notation) formátum kiterjesztése térbeli adatközlésre
 - könnyű szerkezetű leírás, elsősorban internetes adatközlésre
 - teljesen SFA/SRC kompatibilis
 - az elemek alakzatok (*feature*), amelyek a geometriát, befoglaló téglalapot, illetve a vetületi információkat tartalmazzák
 - a *MongoDB* adatbázis-kezelő és a *GitSpatial* verziókövető használja a GeoJSON formátumot téradatok tárolására
 - ebből fejlődött ki a TopoJSON, amely topológia alapján tárolja az adatokat

Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoJSON

- Pl.:

```
{ "type": "Feature",  
  "bbox": [-180.0, -90.0, 180.0, 90.0],  
  "geometry": {  
    "type": "Polygon",  
    "coordinates": [[  
      [-180.0, 10.0], [20.0, 90.0],  
      [180.0, -5.0], [-30.0, -90.0]  
    ]]  
  }  
  ...  
}
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Shapefile

- A vektoros térinformatikai adattárolás legnépszerűbb formátuma a *Shapefile* formátum
 - az *ESRI* fejlesztette ki 1990-ben
 - egyszerű szerkezetet biztosít alakzatok tárolására, de nem képes topológiai információk megőrzésére
- Ugyan a neve csak egy fájlra utal, igazából fájlok halmaza, a szükséges fájlok:
 - **.shp**: a geometriai információk tárolója
 - **.shx**: a térbeli indexek fájlja a gyors adatkeresés érdekében
 - **.dbf**: leíró adatbázis *dBase III* formátumban

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Shapefile

- A szükséges fájlok mellett további fájlokból állhat az adathalmaz:
 - **.prj**: a vetületi rendszer leírása WKT formátumban
 - **.sbn**, **.sbx**: térbeli index formátum leíró (**.fbn** és **.fbx**, ha csak olvasható a fájl)
 - **.ain**, **.aih**: leíró adatok indexelése
 - **.ixs**: geokódolási indexek (**.mxs**, ha ODB formátumú)
 - **.atx**: leíró adatok indexelése (oszloponként)
 - **.shp.xml**: metaadatok XML formátumban
 - **.cpg**: kódtábla és karakterkódolási információk
- A fájlneveknek kötelező megegyeznie

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Shapefile

- A teljes geometriai leírás a **.shp** fájlban van X és Y koordináták segítségével (ezek reprezentálhatnak földrajzi koordinátákat is)
 - a fájl szerkezete bináris, maximum 2 GB méretű lehet
 - a fejléc rögzített hosszúságú (100 byte), 17 mezőből áll
 - a fejléct követheti egy, vagy több változós hosszúságú rekord, amely rendelkeznek önálló fejléccel
 - minden rekord egy alakzattípust, és annak leírását tárolja, lehetőség van üres (null) alakzatok megadására is, az alakzat típusa meghatározza a mezők sorrendjét, de a méretüket nem mindig (pl. poligon tetszőlegesen sok pontból állhat)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Shapefile

- A geometriához tartozó index (**shx**) ugyanezt a szerkezetet követi, de a rekordok az alakzatok indexét tartalmazzák
 - 100 byte fejléc megegyező tartalommal, majd 8 byte-os rekordok, amelyek az indexeket tartalmazzák
- A leíró adatok a *dBase III* formátumnak megfelelően vannak tárolva, amely több korlátozással rendelkezik:
 - a mezőnév hossza maximum 10 karakter lehet, maximum 255 mező lehet egy sorban, üres cellák nem tárolhatóak
 - a lehetséges mezőtípusok: egész, lebegőpontos, dátum, szöveg (maximum 254 karakter)
 - Unicode karakterkészlet nincs teljesen támogatva

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Shapefile

- A geometriai leírás felépítése megengedi, hogy egy fájlba tetszőleges alakzatokat helyezünk, azonban a specifikáció kiköti, hogy egy fájlban csak egy féle alakzat tárolható
 - így csak egy vektoros réteg adatait képes eltárolni, és a különböző rétegeket külön fájlhalmazokba kell helyezni
 - a leíró adatok szerkezeteinek is egyeznie kell
- A Shapefile olvasók általában a teljes fájlt beolvassák és feldolgozzák
 - amennyiben nincs térbeli index, az alakzatoknak nincs külön eltárolva a befoglaló téglalapja, így csak a konkrét koordináták alapján tudunk adatokat feldolgozni

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geographic Data Format

- A *Geographic Data File (GDF)* egy olyan vektoros adatformátum, amely az általános térbeli leírás mellett megadja az adatgyűjtés szabályait, valamint definiálja az objektumok és az attribútumok közötti kapcsolatokat is
 - a *European Digital Road Map (EDRM)* projekt keretében fejlesztették ki, jelenleg a 4.0-as változatnál tart
 - főként a navigáció rendszerek és a forgalomirányítás területein használatos csereformátumként, azaz csak adatközlésre szolgál
 - rendszerint térbeli relációs adatbázisba történik a leképezése
 - az adatokat ASCII formátumban, oszlopokra rendezve tartalmazza

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Geographic Data Format

- Az adatok három rétegben helyezkednek el:

0. réteg: topológiai réteg, csak geometriát tartalmaz, amely lehet pont, vonal, illetve poligon

1. réteg: egyszerű tereptárgyak

- a geometria mellett megtalálhatóak leíró adatok, amellyel megállapítható az alakzat típusa, valamint egyéb jellemzők (pl. utak irányítottsága, szélessége, sávok száma)
- definiálhatóak relációk az elemek között (pl. útprioritások, fordulási szabályok)

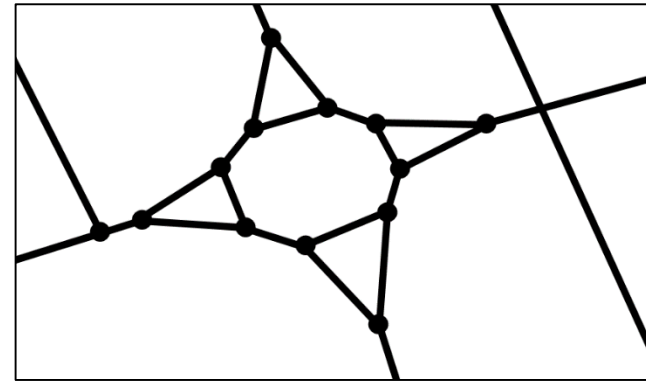
2. réteg: összetett tereptárgyak, ahol az objektumok egyszerűsítve szerepelnek (pl. egy körforgalom csak pontként jelenik meg)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

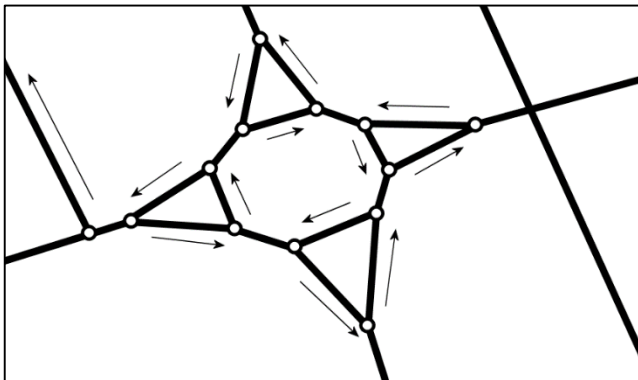
Geographic Data Format



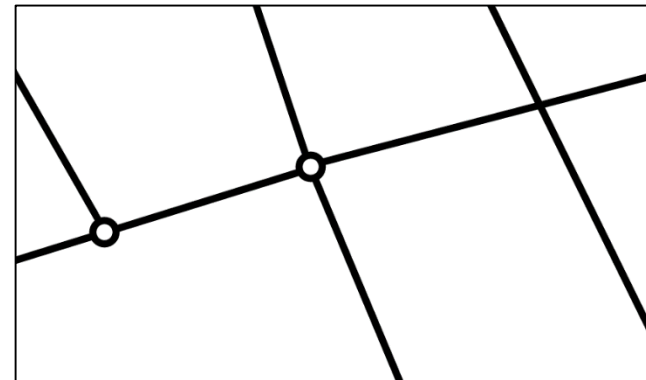
eredeti



0. réteg



1. réteg



2. réteg

Térinformatikai adatok és adatformátumok

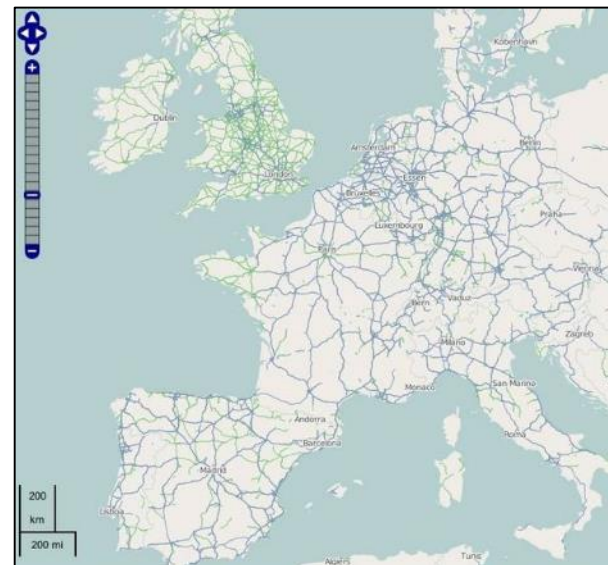
Geographic Data Format

- Egy GDF adathalmaz több jellemző mentén specifikálható:
 - tereptárgy témakör (*feature theme*): megadja az alakzatok csoportját 10 előre definiált csoport közül (pl. utak és kompok, települések és nevesített területek, ...)
 - tereptárgyak jellemzői és attribútumai a témakörökben
 - relációk két tereptárgy között, valamint egy tereptárgyra vonatkozóan (pl. tiltott manőverek)
 - tereptárgy aggregációk, amelyek lehetővé teszik objektumok összekötését (pl. útszakaszok)
 - a térkép pontossága (általában 10-100 m között), frissessége, valamint teljessége

Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap

- Az *OpenStreetMap* egy együttműködés alapú térkép, amelyet bármely beregisztrált felhasználó szerkeszthet
 - kezdetben az adatok manuálisan (GPS-es felméréssel) kerültek be a rendszerbe, de ma már több üzleti és kormányzati forrása van a térképnek
 - az adatokat szintén Mercator vetület szerint tárolja egy PostGIS adatbázisban
 - az alap térképhez több kiegészítés készült, amelyek elérését további szerverek biztosítják



Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap

- Az adatokat az *OpenStreetMap* topologikusan építi fel, az alábbi adatokból összeállítva a térképet:
 - *csúcspont (node)*: térbeli pozíció egy koordinátával
 - *útvonal (way)*: csúcspontok sorozata, amelyek vagy vonalat (*polyline*), vagy sokszöget (*polygon*) reprezentálnak
 - *reláció (relation)*: csúcspontok vagy útvonalak csoportjai, amelyek valamilyen tulajdonságokkal rendelkeznek
 - leírás (tag): csúcspontokhoz, utakhoz, vagy relációkhoz tartozó leíró adatok
- A kliens oldalon elérhetjük és letölthetjük az adatokat (*OSM formátum*)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap

- Pl.:

```
<osm version="0.6"
  generator="OpenStreetMap planet.c"
  timestamp="2011-02-16T0104Z">
  <!-- API változat, elérés, időpont -->
  <bound box="-90,-180,90,180" ... />
    <!-- befoglaló téglalap -->
    ...
  <node id="270387" lat="50.8777604"
    lon="-1.5338646"
    timestamp="2006-08-31T139:25Z" version="1"
    changeset="99256" user="nickw" uid="94">
    <tag k="created_by" v="osmeditor2" />
  </node> <!-- csúcspont teljes leírása -->
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap

...

```
<way id="99947113" version="1" uid="78608"  
  timestamp="2011-02-15T2301Z"  
  changeset="7299165" user="isnogoud" >  
  <nd ref="1155236845" />  
  <!-- csúcs hivatkozás -->
```

...

```
<nd ref="1155236845" />  
<tag k="building" v="yes" /> <!-- leírók -->  
<tag k="note:cadastre" v="v0.2" />  
<tag k="source" v="cadastre-dgi-fr source :  
  Direction Générale des Impôts - Cadastre.  
  Mise à jour : 2011" />  
<tag k="wall" v="no" />
```

Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap

```
</way>
```

```
...
```

```
<relation id="1430044" ... > <!-- reláció -->
```

```
  <member type="way" ref="27549584"
```

```
    role="street"/> <!-- szerep megadása -->
```

```
  <member type="node" ref="1155672139"
```

```
    role="house"/>
```

```
...
```

```
  <tag k="name" v="Rue Geoffroy-Drouet" />
```

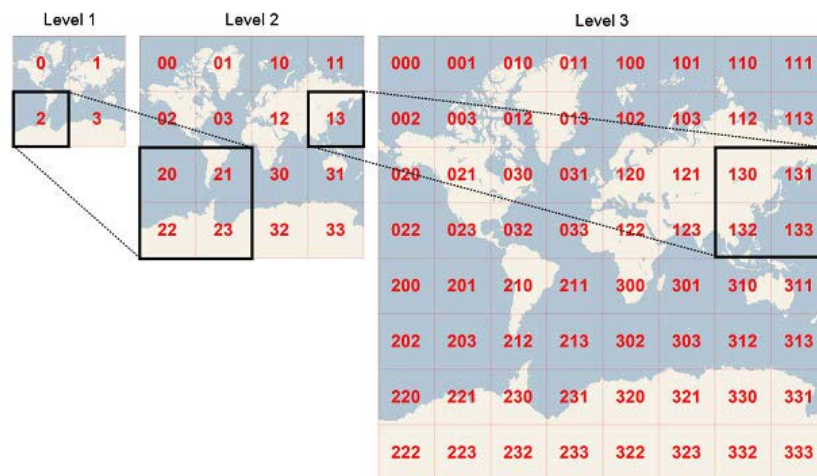
```
  <tag k="type" v="associatedStreet" />
```

```
</relation>
```


Térinformatikai adatok és adatformátumok

OpenStreetMap raszter

- Hatékonysági okokból az OpenStreetMap (és más térképszolgáltatók) nem vektoros adatokat juttatnak a böngészőbe, hanem raszteres tartalmat
 - a vektoros tartalmat statikus időben konvertálják
 - a térképet rácsra bontják, minden rácspont megfelel egy raszteres képnek
 - a térképre felépítik a piramisrétegeket, így a nagyítási szintnek megfelelő *rácsképeket (tile)* kell csak megjeleníteni

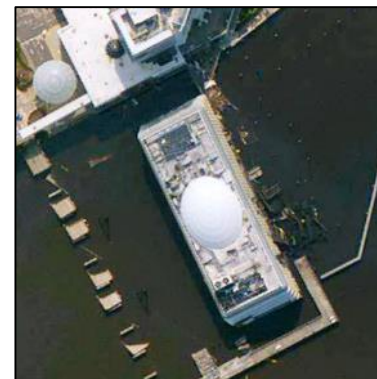
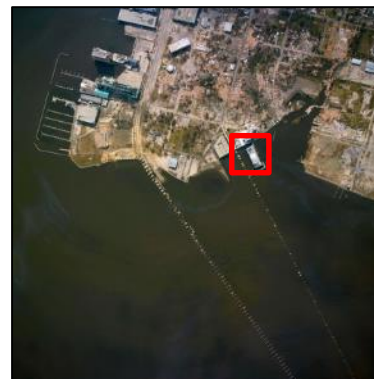


Térinformatikai adatok és adatformátumok

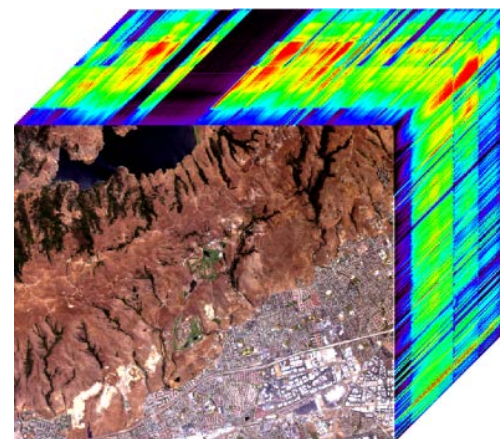
Raszteres adatformátumok

- A távérzékelésben az adatforrásokat, felvételeket külön csoportokba foglalhatjuk:

- *térbeli felbontás* szerint:
 - kis- (LR, 50-1000 m),
 - közepes- (MR),
 - nagy- (HR),
 - szuperfelbontású (VHR, 20-40 cm)



- *spektrális felbontás* szerint:
 - multispektrális (4-10 sáv),
 - hiperspektrális (50-500 sáv)
 - a látható tartomány mellett az infravöröst is leképezzük



Térinformatikai adatok és adatformátumok

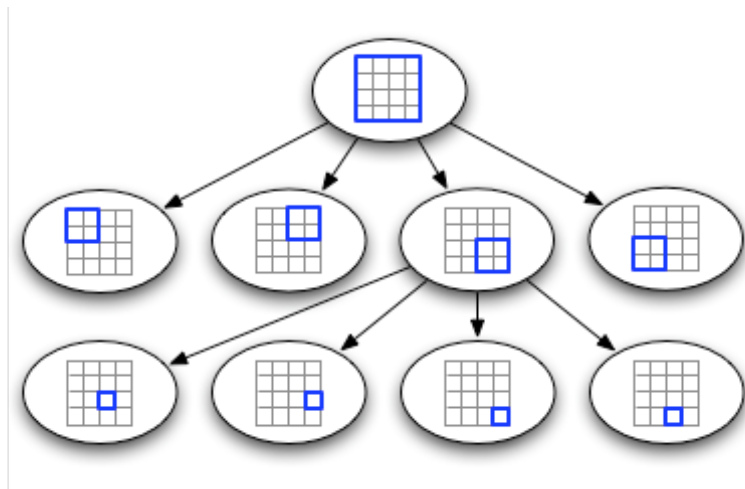
Raszteres adatformátumok

- *radiometriai felbontás* szerint: 8-32 bit (előjeles/előjel nélküli) egész, 32-64 bit valós
- A felvétel könnyen leképezhető egy 3 dimenziós (szélesség, magasság, spektrális sávok) mátrixra
 - a sávok lehetnek más felbontásúak
 - a műveletek lehetnek térbeliek, vagy spektrálisak
 - a mátrix egyes részeit maszkolhatjuk
 - a teljes kép memóriába való leképezése nem mindig megvalósítható
- A legnépszerűbb formátumok: GeoTIFF, IMG, BIP/BIL/BSQ

Térinformatikai adatok és adatformátumok

Raszteres adatformátumok kezelése

- A raszteres tartalmak hatékony feldolgozását elősegíthetik a részképekre (*tile*-okra) bontás és *piramis rétegek* építése
 - az indexelést *negyedelőfa* (*quadtree*) alapján valósíthatjuk meg
 - egy réteg felbontása 4/16-szorosa a fában felette lévő rétegeknek
 - a folyamat egyszerű, mivel nincs szükség generalizálásra
 - szekvenciálisan futtatható a felvételen, így nem igényli a teljes beolvasást



Térinformatikai adatok és adatformátumok

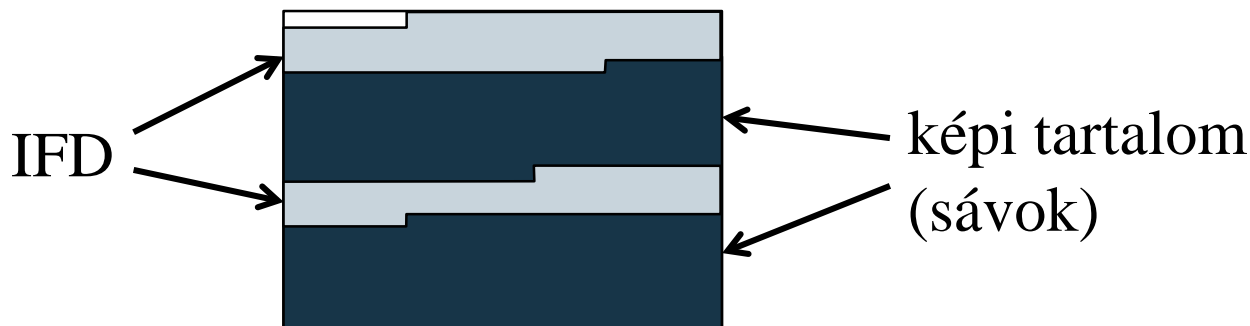
GeoTIFF

- A *GeoTIFF* formátum a *TIFF* (*Tagged Image File Format*) kiegészítése térbeli vonatkozások kezelésére
 - a fájl szerkezetét egy *képleíró tábla* (*Image File Descriptor*, *IFD*) indítja, amely a kép tulajdonságait tartalmazza
 - minden IFD táblához egy kép tartozik, de több kép is elhelyezkedhet a fájlban
 - az IFD kulcs/érték párokat tárol (*IFD entry*), vannak kötelező és opcionális mezők
 - tetszőlegesen bővíthető a specifikáció az alapszerkezettel (*baseline TIFF*) való kompatibilitás megőrzése mellett
 - maximum 4GB-os fájl méret

Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoTIFF

- a képi tartalom több sávban (*strip*) helyezkedhet el
 - a sávok külön tömöríthetőek (pl. *Huffman*, *LZW* kódolással)
 - a sávok tetszőleges hosszúak lehetnek, és nem kötelező, hogy egy sor végén végződjenek
- nem csak sávok, de rácsképek is létrehozhatóak



- képi piramis is tárolható, mint egymás után következő fájlok (*Pyramid TIFF*)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoTIFF

<i>Cím</i>	<i>Leírás</i>	<i>Érték</i>
<i>Fejléc:</i>		
0	byte-sorrend	4D4D
2	42	002A
4	első IFD címe	14
<i>IFD tábla:</i>		
14	mezők száma	000C
16	fájl altípus	00FE 0004 00000001 00000000
22	képszélesség	0100 0004 00000001 000007D0
002E	képhossz	0101 0004 00000001 00000BB8
003A	tömörítés	10 300 030 000 000 100 000 000
...		
06A6	szoftver	"PageMaker 4.0"
06B6	dátum	"1988:018 13:59:59"
<i>Kép:</i>		
00000700	tömörített képi adatok	
...		

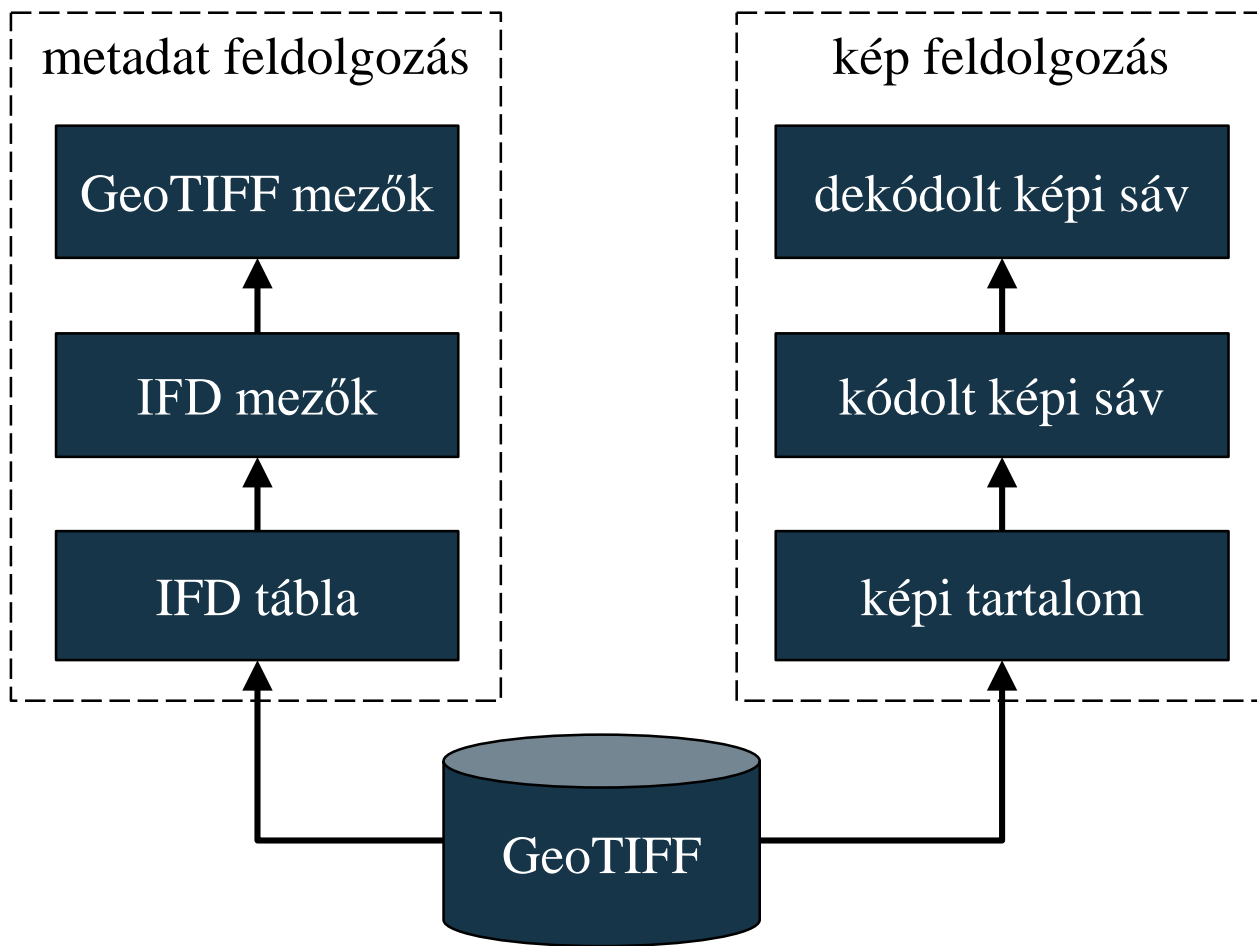
Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoTIFF

- A GeoTIFF speciálisan az IFD mezőkön belül tárolja a térbeli adatokat, mint beágyazott struktúrákat
 - a mezők egyedi *geokulccsal* (*GeoKey*) rendelkeznek
 - összesen 6 mezőt használ
 - kulcsok nyilvántartása (*GeoKeyDirectory*)
 - értékeket tároló mezők (*GeoDoubleParamsTag*, *GeoAsciiParamsTag*)
 - georeferálási mezők (*ModelPixelScaleTag*, *ModelTransformationTag*, *ModelTiepointTag*)
 - külön kezeli a *raszterteret* (*raster space*), illetve a *modellteret* (*model space*)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

GeoTIFF



Térinformatikai adatok és adatformátumok

BIP/BIL/BSQ

- A *nyers bináris formátumok* lehetővé teszik az intenzitásinformációk közvetlen, tömörítés nélküli használatát
 - gyors elérés, könnyű keresés, tetszőleges fájl méret
 - a képi információt három sorrendben tárolja:
 - *Band interleaved by pixel (BIP)*: pixelek egymás után
 - *Band interleaved by line (BIL)*: a sorok sávonként követik egymást
 - *Band sequential (BSQ)*: a sávok követik egymást
 - a fájl csak intenzitásértékeket tárol, a tulajdonságok, metainformációk külön fejlécfájlban (szövegesen) tárolódnak, amely számos formátumú lehet (pl. *Esri*)

Térinformatikai adatok és adatformátumok

PostGIS Raster

- A *PostGIS Raster* egy összetett tárolási modellt alkalmaz
 - a raszter (**ra**ster) típusú adatok egy másik táblába képeződnek le, amely tartalmazza a kép tulajdonságait (méret, felbontások, befoglaló téglalap, ...) , vetületi információt (EPSG kód alapján), és a képi tartalmat (BSQ formátumban)
 - a raszter tárolható az adatbázison kívül is, az eredeti formátumban
 - a raszteres tartalommal minden SFA térbeli művelet elvégezhető, ehhez egy gráfos átalakítást használ a rendszer (hasonlóan a topológia gráfhoz)