

Szakdolgozat

Nagy Péter Zoltán

Debrecen

2010

Debreceni Egyetem

Informatikai Kar

Webes Térinformatikai Technológiák

Témavezető:

Dr. Zichar Marianna

Egyetemi adjunktus

Készítette:

Nagy Péter Zoltán

Programtervező

Informatikus

Debrecen

2010

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	5
2.	A térinformatika és a GIS	7
2.1	GIS	8
2.2	WEB GIS	10
3.	Térinformatikai adattárolás.....	15
3.1	Térinformatikai adatbázisok elemei.....	15
3.1.1	Elméleti (valós világ) modellek	15
3.1.2	Logikai modellek (adatmodellek)	18
3.1.2.1	Objektum osztályok	19
3.1.2.2	Objektumok geometriája	19
3.1.2.3	Objektumok attribútumai.....	22
3.1.2.4	Objektumok kapcsolatai	23
3.1.2.5	Objektumok minősége	23
3.1.2.6	Az idő szerepe a térinformatikai rendszerekben.....	24
3.1.3	A fizikai modellek (adatbázisok)	24
3.1.3.1	Mintavételezés	25
3.1.3.2	Elsősorban geometriai adatok nyerését szolgáló eljárások.....	26
3.1.3.3	Elsősorban attribútum adatok nyerését szolgáló eljárások	27
3.2	Térinformatikai rendszerek adatbázis megvalósításai	28

4.	Nyílt forráskódú szoftverek a webes térinformatikában.....	31
4.1	Szabványok, rövidítések alapvető fogalmak a webes térinformatikában	31
4.1.1	Rövidítések.....	31
4.1.2	Alapfogalmak	32
4.1.3	Szabványtípusok és szabványok a térinformatikában	33
4.2	Nyílt forráskódú webes térinformatikai szoftverek	36
4.2.1	MapServer	36
4.2.2	Mapbender.....	37
4.2.3	MapGuide	39
4.2.4	OpenLayers	41
4.3	Ingyenes internetes adatbázisok.....	42
4.3.1	Domborzati modellek	42
4.3.2	Úrfelvételek	44
4.3.3	Vektoros adatbázisok	44
4.4	Az Open Source eszközök előnyei és hátrányai	45
5.	Webes térinformatikai szoftverek összehasonlítása	47
6.	Összegzés	59
7.	Melléklet.....	61
8.	Irodalomjegyzék	62
8.1	Könyvek.....	62
8.2	URL.....	62

1. Bevezetés

Napjaink szinte minden meghatározó területén egyre inkább előtérbe kerülnek a webes világ alkalmazásai. A modern ember nem létezhet számítógép nélkül és a számítógép egyre inkább internet nélkül. Amióta világ a világ, az emberiség vívmányai tökéletesítésére törekszik minden téren. A webes világ az 1990-es évek elején vált elérhetővé a felhasználók és a bővebb fejlesztői réteg számára. A számítástechnikában azóta jelentős hardveres és szoftveres változások mentek végbe. A kezdetben néhány gépet magában foglaló, lassú és drága hálózatokból mára már világméretű olcsó, gyors kiszolgálást lehetővé tevő internet alakult ki. Eközben szoftveresen is nagy átalakulás ment végbe a közel 20 év alatt. A 90-es években alig volt digitális, pontosan összeszedett, mindenki számára elérhető hasznos adatállomány; ha volt is, pontos internetcím nélkül nem lehetett megtalálni. Mára egyre inkább digitális formában elérhetően és támogatva működik minden ipari, szolgáltató és közigazgatási tevékenység is. A jövő pedig a teljesen digitális, otthonról könnyen elérhető, átlátható, megfelelően dokumentált, otthonról fejleszthető és összekapcsolható programokból képzelhető el. (Más rendszerekkel kompatibilis, egymás formátumait ismerő és használó szabvány alapokon írt programok.) Ezáltal életmódunk is át fog alakulni, fel fog gyorsulni (már ez a folyamat erőteljesen látszik, hiszen egyre több a számítógépes- és távmunka, az élől munkák rovására és egyre kevesebb ember lát el egyre több feladatot a programok fejlődésével.), a távoli munkavégzés és a számítógépen történő munka, szórakozás és „élet” kerül az előtérbe.

Az interneten az informatikai világ szinte teljes mértékben képviselve van, sőt az internet új számítógépes fejlesztési irányokat is nyitott, ilyen például a web fejlesztés. A web segítségével minden szakirány kikerült az internetre és széles körben elérhetővé, fejleszthetővé vált.

Napjaink vállalati, önkormányzati és szinte bármilyen rendszere adatokat továbbít az interneten, illetve ott hozzáférhető (legalábbis bizonyos funkcióik). A fejlesztések célja is egyre inkább az, hogy a felhasználó otthonában, saját számítógépéről kényelmesen vehesse igénybe a szolgáltatásokat. Az internetes vásárlás is egyre inkább teret hódít a világ modern részein és sokszor megbízhatóbb, gyorsabb, kényelmesebb, olcsóbb és átláthatóbb, mint a hagyományos vásárlás. A kultúra és szórakozás is megjelent online formában, aminek

következményeként bármit megnézhetünk, bármikor akár a saját számítógépünkön, a saját otthonunkban. Tehát mondhatjuk, hogy a web otthonunkba hozta a világot és ezt elérhető áron és minőségben bárki megkaphatja. Ezzel szemben az ember személyes szabadsága jelentősen csökkent a webes világ miatt, hiszen személyes adataink bármikor nyilvánosságra kerülhetnek és bárki felhasználhatja azokat. Emellett még a web elég jelentős támadási felület a személyi számítógépekre nézve is, hiszen szinte naponta fertőződhet vírussal vagy akár fel is törhetik.

Az előbb leírt gondolatokból arra szeretnék következtetni, hogy az internet meghatározó, kényelmes, valós és bárki számára elérhető. Viszont ezeknek a szolgáltatásoknak nagy része nem lenne olyan színvonalú, látványos illetve egyszerűen értelmezhető térinformatika nélkül. Képzeljük el, milyen lenne az internet, hogy ha nem lennének térképek. Mennyivel bonyolultabb lenne az, hogy ha keresünk például egy éttermet, megtaláljuk a címét és régi, kézi térképen kellene keresgetnünk hol is van. (Ha egyáltalán van olyan térképünk, amin a hely rajta van.) Vagy mennyivel nehezebb lenne egy albérletet beazonosítani helyileg a Google által fejlesztett Google Maps (<http://maps.google.com>) nélkül. Lényegében az internet számos térinformatikai térkép és térinformatikai eszköz segítségével válik olyanná, amilyennek jelenleg ismerjük.

A látványos térképészeti programokat nehezebb megtalálni a mindennapos internet használat során, viszont számos szoftver elérhető és használható, egy részükről lesz szó a továbbiakban.

A szakdolgozatom célja, hogy a térinformatikát, mint informatikai szakirányt - elhelyezzem és ismertessem a webes világban, - mint résztvevőt és egyre inkább az internet mindennapos részét. Manapság számos ingyenesen elérhető és használható webes térinformatikai szoftver áll rendelkezésünkre, amelyekről egy kis ízelítőt írok. A szoftvereket próbálom minél sokoldalúbban összehasonlítani és bemutatni, hogy átfogó képet nyújthassak a jelenleg használt rendszerekről. Szakdolgozatomban végigvezetek néhány lehetőséget (főleg a nyílt forráskódú programokra helyezve a hangsúlyt) az internetes térinformatika szoftver megvalósításai közül.

2. A térinformatika és a GIS

A térinformatika a hagyományos térképhasználat számítógépre adaptálásával és megújításával foglalkozó tudomány. Az informatika egy speciális ága, amelyben az információ alapjául szolgáló adatok földrajzi helyhez köthetők. A térinformatika fiatal tudomány, melynek kialakulása egybeforrt a számítógépek fejlődésével. [5][6][7]

A térinformatika fejlődésének története:

A XX. század közepén Amerikában megszülettek az első számítógéppel segített tervezési és számítógépes térképészeti kutatások eredményei. A MIT (Massachusetts Institute of Technology) vasúttervezési CAD rendszeréhez Miller elkészítette az első digitális domborzatmodellező rendszert. A Washingtoni Egyetem Földrajzi tanszéke (University of Washington, Department of Geography) az ötvenes évek végén komoly eredményeket ért el a térbeli statisztika, alapvető számítástechnikai fejlesztések és a számítógépes térképészet területén.

A hatvanas években a hardver állt a középpontban, ki kellett fejleszteni a megfelelő perifériákat (grafikus képernyő, digitalizáló, szkennerek, háttértárak, rajzgép stb.).

A hetvenes években a szoftverek hiánya vált központi problémává, ezt felismerve kifejlesztették az első kereskedelmi szoftvereket. A szakirodalom nagy részletességgel foglalkozott az elméleti alapokkal, a műveletek alapjául szolgáló algoritmusokkal.

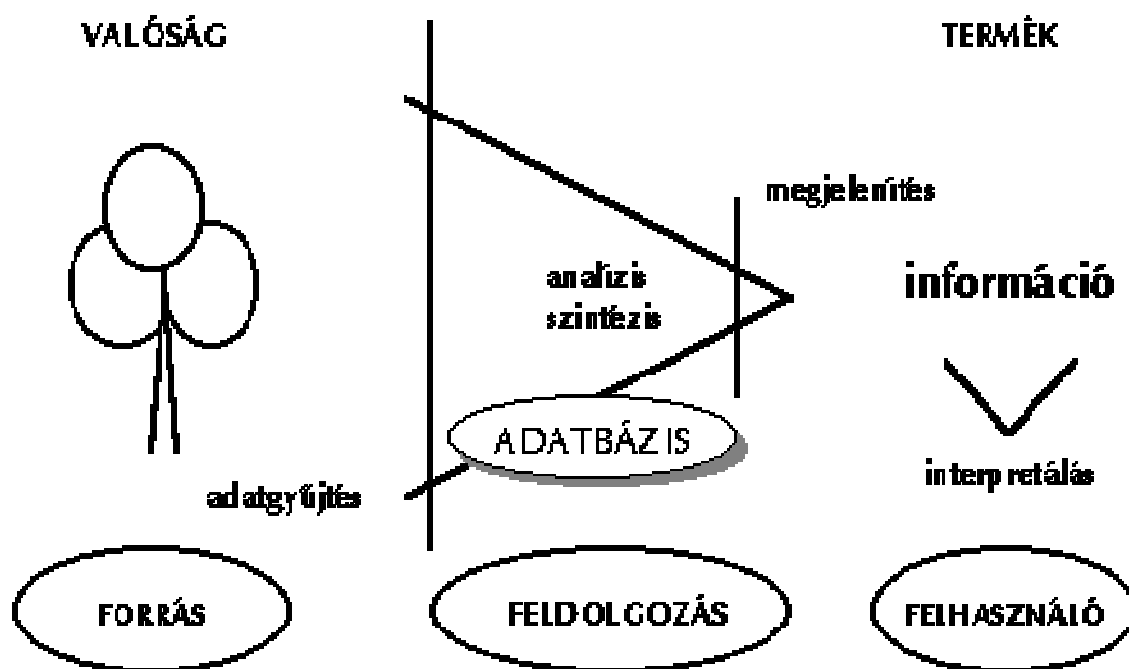
A nyolcvanas évek az adatgyűjtés, adatbázis építés jegyében teltek.

A kilencvenes években - amikor a meglévő adatbázisokra egyre komplexebb alkalmazásokat építettek - felismerték a képzett személyzet fontosságát, így kialakultak a különböző térinformatikai képzési, továbbképzési formák, mely kedvezett a széleskörű elterjedésének.

A kétezres évek elejét pedig a szoftverfejlődés jellemezte. A meglévő termékek számos új szolgáltatással bővültek évről évre és a web-technológia is bekapcsolódott a térinformatikába.

2.1 GIS

A **GIS** (Geographical Information System – szó szerint földrajzi információs rendszer, de a szakirodalomban térinformatikai rendszer) a térinformatika eszköze, amellyel a földrajzi helyhez köthető adatokat tartalmazó adatbázisból információk vezethetők le. (1. kép)



1. kép GIS

Technikáját tekintve a GIS egy olyan számítógépes rendszer, mely alkalmas egy kiválasztott földrajzi helyhez kapcsolódó adatok gyűjtésére, tárolására, kezelésére, elemzésére, a levezetett információk megjelenítésére. Ezt a technikát a földrajzi jelenségek megfigyelésére, modellezésére dolgozták ki. A hálózatok terjedésével egyre nagyobb hangsúlyt kapott az információk elérését, továbbítását szolgáló szerep. Alkalmazási oldalról a GIS egy eszköz a „térkép” használat - pontosabban a földrajzi adatok használatának - fejlesztésére. Lehetőséget ad nagyszámú helyzeti és leíró adat gyors, együttes, integrált áttekintésére és elemzésére. A GIS felépítésében, tartalmában, az alkalmazott hardver és szoftver tekintetében, a felhasználói környezetet illetően nagyon eltérő formában jelenik meg.

[1]

A GIS pontos fogalmát többen próbálták meghatározni a technológia évei során. A teljesség igénye nélkül néhány példa a fogalom meghatározására:

- Információs rendszer, amit olyan adatokkal való munkára terveztek, amelyek térbeli vagy földrajzi koordinátákkal vannak összekapcsolva. Más szavakkal a GIS egyrészt egy speciális adatbank rendszer, speciális térbeli vonatkozásokkal rendelkező adatokkal, másrészt egy utasításkészlet, amely ezekkel az adatokkal dolgozni képes. (Star and Estes, 1990)
- Olyan rendszer, mely olyan adatokat gyűjt, tárol, ellenőriz, integrál, kezel, elemez és megmutat, amelyek térbelileg a Földhöz kötöttek. (Chorley, 1987)
- Automatizált rendszer, mely térbeli adatokat gyűjt, tárol, visszakeres, elemez és megmutat. (Clarke, 1990)
- A GIS egyidejűleg teleszkópja, mikroszkópja, számítógépe és xerox-gépe a térbeli adatok elemzésének és szintézisének. (Abler, 1988)

Alkalmazásának előnyei:

- Interdiszciplináris: Integrálja egy-egy döntés előkészítés vagy elemzés során a szakemberek széles csoportját.
- Változások nyomon követése közös adatbázison.
- Hálózatban működtetés során gyors hozzáférés, alapadatok hitelességének biztosítása.
- Globális: Egy adat a rendszerből bárhol lekérhető, ezáltal az információ megszerzésének ideje és az esetlegesen szükséges utazások száma lecsökken.
- Gazdaságosság: A kezdeti magas bevezetési költség később (az adatbázis feltöltése után, általában a bevezetéstől számított 3-5 év között) alacsonyabb fenntartási és üzemeltetési költséget eredményez.
- A GIS összeköt embereket, szervezeteket és adatbázisokat. A térinformatika integrálja és kiszolgálja a legkülönbözőbb szakterületeket, a szakemberek széles csoportját.
- Multidiszciplináris: Fejlődésében sok tudomány (pl. elektronika, matematika, geodézia, fotogrammetria, távérzékelés, térképészet, döntéselmélet stb.) hatása jelentkezik, műveléséhez sok tudomány alapjainak ismerete szükséges.

Hátrányai:

- Magas költségű bevezetés. (szoftver megvásárlása, felhasználók képzése és betanítása)
- A legtöbb szoftvertermék nyelve és irodalma kizárólag angol nyelvű.

2.2 WEB GIS

A WEB a kliens szerver architektúrájának egy olyan realizálása, melyben a tallózó játssza a kliens, a WEB szerver pedig a szerver szerepét, kapcsolatukat a HTTP (Hyper Text Transport Protocol) szabályozza. Ezt az architektúrát a HTML-ben kódolt szövegek és képek olvasására, szemlélésére és letöltésére találták ki. [8][9]

A kliens-szerver architektúra lényege, hogy az asztali gépen (kliensen) dolgozó felhasználó úgy érzi, mintha a feladat csak az ő számítógépe erőforrásai segítségével hajtodna végre, pedig a valóságban a futás igénybe veszi mind a kliens, mind a szerver erőforrásait. Osztott hálózati számítás és adatelérés esetén ez a helyzet annyiban módosul, hogy a szerver szerepét a hálózaton szétszórta található szerverek együttműködése veszi át. A WEB GIS tehát a kliens szerver architektúra segítségével realizálható. Ezen az architektúrán belül is többféle stratégia valósítható meg annak a függvényében, hogy a műveletek végrehajtását hogyan osztja meg egymás között a szerver oldal és a kliens.

A GIS megjelent a nagyvállalatoknál is az elmúlt években, mint SOA (Service - Oriented Architecture) szolgáltatás. A GIS, mint rendszer által kínált funkciók így már az egész szervezetre kiterjedő szolgáltatásokként vehetők igénybe, melyek az asztali számítógépen futó GIS alkalmazáson túl mobil eszközökről, böngészőn keresztül és egyéb digitális eszközökkel is elérhetők. Ilyen technológia például az ESRI cég ArcGIS Servere. A GIS rendszer beépül a vállalat már meglévő IT infrastruktúrájába és együttműködik más rendszerekkel, ilyen rendszerek például az ügyfélkapcsolati (CRM) és vállalatirányítási (ERP) rendszerek. Weben keresztüli nyílt hozzáférést biztosít az elkészített térképekhez, modellekhez, az elemzések eredményeihez vagy bármely más kapcsolódó tartalomhoz.

Szolgáltatások:

- Webes szolgáltatások és alkalmazások létrehozása, melyek böngészőn keresztül kliensalkalmazással vagy mobil eszközzel is igénybe vehetők.

- A már egyszer létrehozott GIS alkalmazások számos módon újrahasználhatók és integrálhatók más információs rendszerekkel, például a vállalatirányítási vagy ügyfélkapcsolati rendszerekkel.

ArcGIS Server – funkciók

Az ArcGIS Server két különböző, funkcionalitásában erősen eltérő változatban érhető el (Standard és Advanced). Mindkét változat további két szinten (Enterprise és Workgroup) kapható: az Enterprise szint korlátlan számú felhasználót és korlátlan méretű adatbázist jelent, míg Workgroup esetén a felhasználók száma 10-ben, az adatbázis legnagyobb mérete 4 GB-ban kerül maximalizálásra. [\[10\]](#)[\[11\]](#)

Funkciók (Teljesség nélkül):

- Adatkezelés

Az ArcGIS Server geoadat szolgáltatásával az adminisztrátorok publikálhatják, megoszthatják a geográfiai tartalmakat a következő RDBMS-ekben: IBM DB2, IBM Informix, Oracle, Microsoft Access, Microsoft SQL Server, és PostgreSQL. (2. kép)

- GIS web szolgáltatások

Az ArcGIS Server web szolgáltatások széles tárházát kínálja úgy, mint térkép, raszter, Globe, WMS, WCS, WFS, WFS-T (csak Advanced), KML, lokátor és geoprocesszási szolgáltatások (Advanced és Standard változat).

- Térképkezelés

Az ArcGIS Server segítségével funkciógazdag, böngésző alapú webes térképalkalmazások készíthetők el.



2. kép ArcGIS architektúra

A hagyományos WEB GIS a *nehéz* vagy *vastag* szerver oldali stratégiát (3. kép) alkalmazta. Ebben a stratégiában a szerver rendelkezik azokkal a programokkal és adatokkal, melyek segítségével elvégezhető a kívánt elemzés vagy térképezés. A kliens feladata ebben a stratégiában a kérések elküldése és a válaszok megjelenítése. [12]



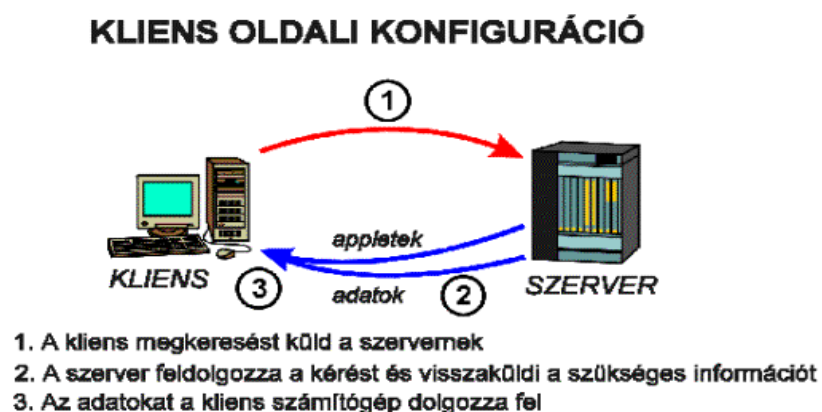
3. kép Szerver oldal

Két fő típusa:

- A kliens oldali program a hálózatról automatikusan töltődik le a kérdéses WEB lap megnyitásakor, majd a lap zárásakor törlődik.
- A feldolgozó komponens szintén automatikusan töltődik le, ha szükség van rá, de utána installálódik és fennmarad a kliens gépen, a programot „plug in”-okként előre installálni kell a kliens számítógépen.

Az utóbbi megoldásnak a lényege az, hogy a feldolgozó program a kliens oldali számítógépen fut, a szerver csak az adatok (az első esetben a programok) elküldéséről gondoskodik.

A WEB-es GIS termékek többnyire az első típust használják. A szerverekkel történő kommunikációt appletek segítségével valósítják meg. Az appletek olyan speciális JAVA programok, melyek a rájuk történő hivatkozásokat tartalmazó HTML dokumentum megnyitása után automatikusan letöltődnek a kliens számítógépre (4. kép). A tallózó környezetében futnak és a megnyitott dokumentumban elhelyezett elemekkel (gombok, szöveg ablakok, stb.) vezérelhetők. A dokumentum bezárása után azonnal törlődnek. A kliens véglegesen nem tudja letölteni őket. Az applet csak a szerver adatait képes feldolgozni, mivel a kliens géppel a tallózón kívül nem kommunikál, így az applet által szolgáltatott eredmény sem tölthető le általában.



4. kép Kliens oldal

Előnyük:

- A feladatot a térképszerverek gyorsan, fölösleges adatátvitel nélkül oldják meg (raszteres állományok).
- Az aktív megjelenítési funkciók mellett kompozit képzés és lekérdezés is szerepel sok újabb alkalmazás menüjében.
- Az alkalmazások zöme JAVA klienssel dolgozik, a szerver oldali szoftver elég különböző.

Hátrányuk:

- a legkisebb vezérlési akció is hálózati kommunikációt igényel,
- a felhasználók számának rohamos növekedésével a szerverek erőforrásai nem tudnak lépést tartani és a szerver oldali feldolgozás egyre hosszabb ideig tart.
- A mai WEB GIS további hátránya, hogy a JAVA appletek verziófrissítése sok helyen elmaradt és nem mindig kompatibilis a használt tallózóval.

3. Térinformatikai adattárolás

A térképen ábrázolt adatok mennyisége egy bizonyos határon túl olvashatatlaná teszi a térképet. A GIS az adatokat egy adatbázisban tárolja, egymáshoz rendelve a helyzeti, geometriai és a leíró adatokat. A többszörös adatkapcsolatok révén, valamint a hálózatos adatelérés miatt a tároló képesség gyakorlatilag végtelen. [2], [13]

A térinformatikai rendszerek hatékony visszakeresést biztosítanak. Logikai relációkkal, szöveges vagy grafikus (ablak/ikon) menürendszerrel a felhasználó igen rövid idő alatt kikeresheti az adatbázisból a számára lényeges adatokat. A földrajzi hely alapján a különböző adatok egymásra fektethetők, átlapolás (angolul *overlay*) végezhető, ezután kereshető közöttük a kapcsolat.

Korunkat a többdimenziós integrálódás jellemzi. A több dimenzió alatt azt értjük, hogy egyfelől az integrálódás szakterületenként földrajzi értelemben világméretűvé vált, másfelől rögzített földrajzi határokon belül jelentőssé vált a különböző szakterületek egymás közti integrálódása is. Ez az integrálódás azt jelenti, hogy egyrészt a különböző földrajzi helyeken szakmánként fellépő jelenségek befolyásolják ugyanezen szakterületek más földrajzi területen fellépő működését, másrészt az azonos földrajzi helyen létező különböző szakterületek egymással szoros összhangban fejlődnek.

3.1 Térinformatikai adatbázisok elemei

3.1.1 Elméleti (valós világ) modellek

Az adott rendszer szempontjából fontos tárgyak, jelenségek, folyamatok kiválasztása az elméleti modell létrehozásának célja.[2]

Alapegysége: entitás (entity)

Az, hogy mit tekintünk entitásnak, mindig a rendszer céljától függ. Tekintsünk például egy várost magába foglaló ingatlan nyilvántartási rendszert, ahol az entitások az egyes telkek

lesznek. Egy önkormányzati nyilvántartásban ugyanakkor célszerű a kerületeket entitásoknak választani.

Az idegen szavak és kifejezések kézi szótára (Bakos 1994) szerint az entitás valamely dolog tulajdonságainak összessége.

Entitások jellemzése (Bernhardsen):

- Osztályba sorolás – az entitás hovatartozása
 - Egyértelműen kell meghatározni, ezt nagymértékben determinálja az entitások megválasztásának módja.
 - Entitások jellemzőségét segítően kell kialakítani, mindig a rendszer céljainak megfelelően.
- Tulajdonságok (attribútumok) – entitás jellege
 - Számát és jellegét a létrehozandó rendszer határozza meg.
 - A tulajdonságok csoportosítása:
 - 1. Az attribútumokat jellemező adattípusok.
 - *Minőségi* (kvalitatív) pl.: Városok esetében az alapító neve.
 - *Mennyiségi* (kvantitatív): pl.: Városok esetében a lakosság száma.
 - 2. Az adatok különböző élességgel történő megadását teszi lehetővé.
 - *Sorrendi* pl.: A városokat lakosok alapján kis / közepes / nagyvárosokra csoportosítjuk, akkor az általunk vizsgált város tartozhat például a közepes városokhoz.
 - *Intervallum* pl.: Besorolhatjuk a várost a 40000-50000 lakosúak közé.
 - *Viszonyított* pl.: Egy adott időpontban meghatározhatjuk a népességét, 47651 fő.
- Kapcsolatok – egyéb entításokhoz fűződő viszony
 - Alapvető típusai
 - Valamely entitás valamihez *tartozása*. Pl.: Egy fa az egy konkrét erdő része, vagy Újpest Budapest egyik kerülete.

- Valamely entitás *magában foglal* egyéb entitásokat. Pl.: Budapest része Újpest és Kispest.
 - Valamely entitás valahol *elhelyezkedik*. Pl.: Újpest Budapesten van.
 - Valamely entitás *valamivel határos*. Pl.: Újpest és Rákospalota határosak.
- Az entitások lehetséges kapcsolatainak áttekintéséhez felhasználhatóak az entitások osztályai (Carosio 1997). Legyenek Ent1 és Ent2 entitás osztályok, akkor a lehetséges kapcsolatfajtái a következők:
- *Egyszerű hozzárendelés*: Ent1 minden entitásához az Ent2 pontosan egy entitása rendelhető hozzá.
 - *Feltételes hozzárendelés*: Az Ent1 minden entitásához vagy hozzárendelhető az Ent2 egy entitása, vagy nem.
 - *Többszörös hozzárendelés*: Az Ent1 minden entitásához az Ent2 legalább 1 entitása hozzárendelhető.
 - *Többszörös feltételes hozzárendelés*: Az Ent1 minden entitásához az Ent2 több, egyetlen vagy zérus entitása rendelhető.
- A leírt alap hozzárendeléseken keresztül különböző kapcsolattípusokat különböztethetünk meg:
- *1:1 típusú kapcsolat*. Pl.: Egy országnak csak 1 fővárosa lehet.
 - *1:N típusú kapcsolat*. Pl.: Városok és kerületeik kapcsolata (egy városnak több kerülete lehet).
 - *N: M típusú kapcsolat*. Pl.: Városok és lakosok kapcsolata. Egy városban több lakó is van és egy lakó több városban is lakhat.
- Általában igaz, hogy az entitások összes létező kapcsolatát az elemzés kezdete előtt nem lehet felismerni.

3.1.2 Logikai modellek (adatmodellek)

Az elméleti modell kialakításával meghatározzuk az entitások valamely térinformációs rendszer szempontjából érdekes körét, kiválasztottuk az entitás attribútumait és kapcsolatait. A modellalkotás következő lépése az, hogy az entitások számítógépes reprezentációját lehetővé tevő logikai modellt megválasszuk. A logikai modell megértéséhez szükséges az objektum fogalmának bevezetése.[2]

Objektum: Valamely entitás egészének vagy részének digitális reprezentációja.

Valamely entitást több objektummal is leírhatunk. Az egyes entitásokhoz tartozó objektum vagy objektumok megválasztásának mikéntje függ a létrehozandó rendszer felbontásától, céljától és egyéb tényezőktől.

Az objektumokat a következő tulajdonságokkal jellemezhetjük:

- osztály
- geometria
- attribútumok
- kapcsolatok
- minőség

A felsorolt és digitalizált tulajdonságok alapján az objektumok egyértelműen meghatározhatóak. Két különböző objektum nem rendelkezhet azonos tulajdonságokkal.

A logikai modellben szereplő objektumok jellemezhetnek:

- ténylegesen létező tárgyakat (pl.: fákat)
- önkényesen definiált objektumokat (pl.: földterületek művelődési ágai)
- eseményeket (pl.: csőtörés)
- időben változó objektumokat (pl.: ózonlyuk)
- valóságban nem létező objektumokat (pl.: színvonalat)

3.1.2.1 Objektum osztályok

Valamely objektum definiálásához ismernünk kell azt az osztályt, amelyikbe tartozik és azt az azonosítót, amellyel az osztályhoz tartozó egyéb objektumoktól megkülönböztethető. Az objektumok azonosítója kapcsolatot teremt az objektumok geometriai adatai és attribútumai között.

Osztályobjektum kialakításának módszerei:

- Entitások osztályba sorolása.
- Az egyes objektumosztályokat objektumoknak tekintik, ezekből komplex objektumosztályokat hoznak létre. Ezekből a komplex objektumosztályokból további magasabb komplex objektumosztályok is létrehozhatók.
- Fedvények (Layers): Hasonló jellegű objektumokat egy fedvényen tárolják. A fedvények számát tematikus dimenzióknak is nevezik.
- Kódokkal csoportosítják az objektumosztályokat.

3.1.2.2 Objektumok geometriája

Az objektumokat a következő geometriai adatokkal szokás jellemezni:

- pontok (0D)
 - Nincs kiterjedése, de képernyőn vagy térképen megjeleníthető.
 - Valóságban nem léteznek, csak absztrakcióval állíthatóak elő.
 - A pontokat általában a térinformatikai rendszer felbontása (méretaránya) határozza meg. Pl.: Lehet egy város térképén egy ház egy pont, de ugyanakkor a város az ország térképén jelenik meg pontként.
- vonalak (1D)
 - Pontok összekötésére szolgálnak.
 - A valóságban is vonalszerű objektumok jellemezhetőek vonalakkal, Pl.: távvezeték, vasút, úthálózat.
 - Absztrakció eredményei, mint a pontok.

- A felbontás nagymértékben befolyásolja az absztrakciót. Pl.: Úthálózat: nagy felbontáson látszódnak az árkok is, közepesen csak az útpadkák, kis felbontásnál pedig egyetlen vonal az út.
- felületek (2D)
 - Kétdimenziós, vonalakkal határolt alakzatok.
 - Absztrakció eredménye.
 - Nagymértékben függ a felbontástól. Pl.: Nagy felbontásnál, felületek lehetnek a földrészek. Közepes felbontásnál a földrész földrajzi egységei. Kis felbontásnál pedig a települések.
- testek (3D)

Ábrázolási módok:

 - 2D, csak vízszintes vetületekkel adjuk meg a testet.
 - 2D+1D, a testet vízszintes vetületekkel adjuk meg, a magasságot szintvonallal jelöljük.
 - 2,5D, a testet vízszintes vetületekkel jellemezzük, a magasság bizonyos pontokban attribútumként jelenik meg.
 - 3D, a testeket háromdimenziósan modellezzük, a modellezés történhet:
 - Szintvonalakkal (vonalas modell).
 - Felületekkel (felület modell).
 - Elemi testek (kocka, téglatest) felhasználásával.

A szakirodalomban előfordulhat a 4D megjelölés is, amely az időt jelenti. Az időt elsősorban monitoring célú térinformációs rendszerekben veszik figyelembe.

A geometriai alapalakzatok leírásakor ismernünk kell:

- Alakját
 - Vektor alapú rendszer
 - A pontok, vonalak, felületek és testek leírásához pontokat és a pontokat összekötő egyenes vonalakat (vagy íveket) használunk fel.
 - A pontokat valamely vonatkozási rendszerben koordinátákkal adjuk meg (pl.: xy, xyz).

- A sík illetve térbeli koordináta geometriai módszerekkel végezhetőek a számítások.
- Raszter alapú rendszer
 - Létrehozásakor a vizsgált térrész egészét összefüggő idomokkal töltjük ki.
 - Kitöltők használata. Pl.:
 - Négyzetek (pixelek).
 - Kockák (voxelek)
 - A geometriai leírása a diszkrét geometria eszközeivel adható meg, a gyakorlatban koordináta geometria számításokkal.
- Hibrid rendszer
 - Vektor és raszter együttes felhasználásával írhatók le a geometriai objektumok.
- Méretét
 - Az objektumok mérete változó, a térinformatikai rendszer céljától és az ábrázolás méretarányától függ.
- Elhelyezkedését
 - A vektor alapú rendszerek hagyományos euklideszi térben értelmezettek.
 - A raszter alapú rendszer objektumok helyzetét a megfelelő kitöltő elemek megadásával jellemezhetjük.
- Kapcsolatait

A kapcsolatok jellemzését *topológiai modell* megadásával végezhetjük. A topológia az egyes pontok, élek, felületek, testek szomszédsági kapcsolatait foglalja össze, számadatok nélkül.

Topológiai leírás vonatkozhat:

- Geometriai alakzatok egymáshoz viszonyított kapcsolatára.
- Geometriai alakzatok valamely objektumhoz viszonyított kapcsolatára.
- Objektumok egymáshoz viszonyított kapcsolatára.

Elsősorban vektor alapú rendszereknél bír nagy jelentőséggel. Például a lehetséges kapcsolatok lehetnek:

- Metszés.
- Érintés.
- Azonosság.
- Összekötés.
- Szomszédság.

A topológia leírásához általában gráfelméleti módszereket használunk fel.

- *Illeszkedés*: A gráfok alapelemeire (csúcsok, élek) vonatkozó sajátosság, azaz valamely él illeszkedik a kezdő és végpontjára, illetve fordítva, valamely csomópontból kiinduló él illeszkednek csomópontokra. Az illeszkedés leírja a kapcsolatot valamely gráf különböző elemei között.
- *Szomszédság*: A gráfok azonos jellegű alkotóelemeire vonatkozik. Akkor áll fenn, ha két csúcsot összeköt egy él, ugyanígy szomszédosak az ugyanazon végpontba futó élek.

A raszter alapú kapcsolatok esetén a topológiai kapcsolatok a pixelek (voxelek) helyzetét jellemző indexekből viszonylag könnyen megállapítható. Az objektumok leírásának feltétele az, hogy a geometriai adatokat rendezzük egy egységes referencia rendszerrel.

3.1.2.3 Objektumok attribútumai

Az elméleti modellben felvett entitások attribútumainak az objektumok attribútumai felelnek meg. Az attribútumok az objektumok tulajdonságait, sajátosságait írják le a számítógépek számára felhasználható módon.

- Az attribútumok megadhatóak:
 - Szövegszerű formában. Pl.: Egy fa legyen egy objektum, ekkor szövegszerűen megadható attribútum a fa betegsége.

- Számszerű formában. Pl.: Egy fa legyen egy objektum, ekkor számszerűen megadható attribútum a fa magassága.
- Attribútumokat általában táblázatokban tárolják.
 - Vektor alapú rendszerek: A sorok az objektumok, az oszlopok az attribútumok.
 - Raszter alapú rendszerek: A sorokba az egyes képelemek indexei, az oszlopokba pedig a tulajdonságok kerülnek.

Az objektumok vizsgált attribútumainak köre és azok csoportosítása egyrészt az adott feladattól, másrészt a helyi adottságoktól függ.

3.1.2.4 Objektumok kapcsolatai

Az objektumok kapcsolatai megfelelnek az entitások kapcsolatainak. Csoportosításuk Bernhardsen (1999) alapján:

- Adatokból számítható kapcsolatok:
 - Objektumok koordinátaiból: A koordináták alapján eldöntjük például azt, hogy valamely pont egy poligonon belül helyezkedik el.
 - Topológia alapján: A topológiát szomszédság eldöntéséhez használják.
- Attribútumként megadott kapcsolatok: Például magasság adatok, amelyek alapján eldönthető, hogy az út és a vasút kereszteződése szintbeli-e vagy felüljáró alkalmazásával történt.

3.1.2.5 Objektumok minősége

A való világ kiválasztott entitásait jellemző objektumokat különböző minőségű adatokkal írhatjuk le. Az objektumok minőségét az legfőképpen az adatok minősége határozza meg. Az adatok minőségének megadásakor jellemzően minőségi modellt alkalmaznak, amelynek legfontosabb jellemzői:

- Adatok eredete

- A geometriai pontosság
- A tartalmi (attribútum) pontosság
- A logikai konzisztencia (ellentmondás mentesség)
- A Teljesség (szerepel-e minden kiválasztott objektum)
- Az aktualitás (megfelelnek-e az adatok a jelenlegi állapotnak)

3.1.2.6 Az idő szerepe a térinformatikai rendszerekben

Peuquet (1999): Az idő mind elméleti, mind gyakorlati szempontból igen fontos a térinformációs rendszerekben. Elméleti fontosságát az a tény adja, hogy a világ folyamatosan változik, s ezért megismeréséhez az időt figyelembe kell vennünk. Gyakorlati szempontból a térinformációs rendszerek terjedése következtében egyre több olyan rendszer létezik, amely sok korábbi adatot is tartalmaz.

A térinformatika 4. dimenziójának az időt tekintjük. Az idő szerepe fontos, mert figyelembe vétele nélkül csak statikus térképeket készíthetünk. Ahogy a világ, úgy a térképek is változnak időben, így az időt is modellezni kell az adatbázisokban. [3]

Az idő figyelembevételének különböző módszerei lehetségesek.

- Az adatmodellezés és rendszerfejlesztés során az objektumok történetének figyelembevétele.
- Az eljárás két időpontban (t_1 , t_2) elemezi az objektumot. Lehetséges, hogy az objektum geometriai adatai és attribútumai megváltoznak t_1 -től t_2 -ig eltelt idő alatt. Előfordulhat, hogy megszűnik az objektum, illetve új objektumok jönnek létre.

3.1.3 A fizikai modellek (adatbázisok)

Valamely konkrét térinformációs rendszer létrehozásához a valós világból kiindulva szükséges a logikai modellnek (adatmodellnek) megfelelő fizikai modell (adatbázis) létrehozása is. Az adatbázisnak tartalmaznia kell az objektumok nemrég felsorolt jellemzőit

(osztály, geometria, attribútumok, kapcsolatok) és figyelembe kell vennie, hogy ezek a jellemzők időben változhatnak. Az adatkinyerés során tekintettel kell lennünk a helyzetre, az attribútumok és az idő folyamatos változására. [2]

A változások figyelembevétele érdekében három eljárást alkalmaznak:

- *Térbeli eljárás* esetén a hely függvényében vizsgálják a változásokat.
- *Időbeli eljárás* esetén a különböző időpontok között határozzák meg a változásokat.
- *Tematikus eljárás* esetén az egyes attribútumok változásait vizsgálják.

Mivel a valós világ nagyon bonyolult, ezért általában úgy járnak el, hogy a három tényezőtől egyet állandónak tekintenek és a másik kettő változásait figyelik meg. A folyamatos változás nem teszi lehetővé a valóság maradéktalan rögzítését, ezért az egyes folytonosan választott mennyiségeket csak kiválasztott diszkrét pontjaikkal vagy a változást leíró függvénnyel tárolunk. A diszkrét pontok kiválasztására mintavételezést alkalmaznak.

3.1.3.1 Mintavételezés

A mintavételezés célszerű módja az adat jellegétől és a rendszer céljától függ. Az adatnyerési eljárások megválasztásánál fontos szempont az adatok *minősége* és a *költsége*. A költséget lentebb, az adatnyerés csoportnál részletezem. A minőség függ az adatok eredetétől, pontosságától, aktualitásától stb. Az adatok minőségét mind a rendszer tervezésekor, mind megvalósításakor vizsgálni és tanúsítani kell. A minőség az egyik kulcskérdése a térinformatikai rendszerek használatának. Az adatnyerési módokat különböző szempontok alapján csoportosíthatjuk.

Csoportosítások:

- Adatok *jellege* szerint lehetnek: *Elsősorban geometriai illetve attribútum* adatok gyűjtésére szolgáló eljárások. Az elsősorban azt tükrözi, hogy a geometriai és az attribútum adatok nem választhatók el egymástól. Természetesen az, hogy melyik adat az elsődleges, szintén a rendszer céljától függ. Pl.: Egy telekhatár kimérésénél a

geometriai adatok a dominánsak és a tulajdonos neve (attribútum) csak másodlagos. Ezzel szemben egy népszámlálás során a lakosság adatai az elsődlegesek, a hely csak másodlagos.

- Az *adatnyerés* elsődleges vagy másodlagos jellegű. Az *elsődleges jellegű* adatkinyerési eljárásoknál az adatokat közvetlenül a tárgyról vagy annak képéről nyerik. A másodlagos forrása már meglévő, rendelkezésre álló adat. Az elsődleges adatok költsége magasabb, időigénye nagyobb, mint a másodlagosaké, viszont az elsődleges adatnyerésnél figyelembe vehetők a készülő rendszer sajátosságai. Napjainkban a másodlagos adatkinyerés válik egyre fontosabbá, ez a tendencia az internet elterjedésének és az adatok egyre inkább áruként történő kezelésének köszönhető.

3.1.3.2 Elsősorban geometriai adatok nyerését szolgáló eljárások

Az eljárások célja elsősorban a geometriai adatnyerés, viszont emellett attribútum adatok is nyerhetők. Pl.: Valamilyen térképen lévő erdő digitalizálásakor, az erdő kiterjedését poligonba foglalva kapjuk a geometriai adatokat, emellett pedig az erdő attribútumai is rögzíthetők.

Elsődleges jellegű adatnyerési eljárások, például:

- Távérzékelés.
 - Regionális és globális rendszerek elsődleges adatnyerési eljárása.
 - Raszter jellegű adatok előállítása.
 - A pontosságot m-km nagyságrendű pontosság jellemzi.
- Földi geodéziai eljárások.
 - Lokális rendszerek létrehozásakor jól alkalmazható.
 - Vektor jellegű adatok előállítása.
 - A pontosságot cm-dm nagyságrendű pontosság jellemzi.
- Inerciális rendszerek.
 - Vektor jellegű adatok előállítása.

- Rádiótelefonok felhasználásán alapuló rendszerek.
 - Vektor jellegű adatok előállítás.

Másodlagos jellegű adatkinyerési eljárások, például:

- Meglévő analóg térképek manuális digitalizálása.
 - Vonalas térképekből vektor alapú adatok nyerhetők.
 - Képtérképekből raszter jellegű adatok nyerhetők.
- Meglévő analóg térképek szkennelése.
- Digitális állományok átvétele.
 - Lokális rendszereknél 1:250000 vagy nagyobb méretarányú analóg térképen alapulnak.
 - Regionális rendszerek esetén 1:25000-1:250000 közötti térképek digitalizálásánál alapuló adatnyerési eljárások.
 - Globális rendszereknél 1:250000 értékénél kisebb méretarányú térképek digitalizálása szolgál a rendszer alapjául.

A térinformációs rendszer létrehozásakor a geometriai adatnyerés módszerének megválasztása függ a rendszer területi kiterjedésétől, a térinformációs rendszer vektoros illetve raszteres jellegétől, a rendelkezésre álló adatforrásoktól és a minőségi követelményektől.

3.1.3.3 Elsősorban attribútum adatok nyerését szolgáló eljárások

Az attribútumok sokfélesége miatt az adatnyerő eljárások is sokszínűek. A fentebb már részletezett bontás szerint elsődleges eljárásnak tekinthetők a különböző mérési adatok, demográfiai, közigazgatási, gazdasági célú adatfelvétel stb. Másodlagos eljárások a már meglévő térképek, műszaki rajzok digitalizálása, különböző szöveges és számszerű jelentések átvétele, stb.

Mindkét eljárástípus esetén érdemes a munkafolyamatot a következő lépésekre lebontani:

- Előkészítés
- Adatnyerés
- Adatok szerkesztése

Mára rengeteg különböző adat halmozódott fel, ezért teljes áttekintésre sohasem törekedhetünk. A különböző attribútum adatok gyűjtésére a különböző szakterületeken jelentős mennyiségű adat halmozódott fel. Az ilyen adatok gyűjtését a szakterületek művelőivel együttműködve lehet elvégezni.

3.2 Térinformatikai rendszerek adatbázis megvalósításai

A térinformatikai adatbázisok létrehozásakor egy alapvető problémát kellett megoldani. Hogyan lehet a térbeli lekérdezések irányába a relációs adatmodellt kiterjeszteni anélkül, hogy a térbeli adatok kezeléséhez szükséges gyorsaságot elveszítenénk. A *Relációs Adatbázis-kezelő Rendszerek (RDBMS)* a térbeli adatok tárolásának egyik szabványa. Az Oracle8 Spatial Cartridge (térbeli modul) megoldotta a relációs adatbázisban tárolt térbeli adatok indexelési problémáját és kibővítette az SQL funkcionalitását a térbeli adatok kezelésének irányába. A teljes térinformatikai adatbázist (geometria és attribútum adatok) egy szabványos RDBMS-ben tárolhatjuk és aktualizálhatjuk, a szükséges hatékonysággal. [14]

A napjainkban használt térinformatikai szoftverek egy része kettéosztott adatrendszert használ. A geometriai adatok tárolása az operációs rendszer által felügyelt fájlokban történik, míg a hozzájuk kapcsolódó attribútumok tárolása általában egy relációs adatbázis-kezelőben valósul meg. Az első térinformatikai rendszereket általában már létező grafikus fájl formátumokra építették. Ezek többnyire CAD/CAM programokhoz kötődtek. Az attribútumok kezelésére a legegyszerűbb megoldásnak az bizonyult, hogy a rajzi elemek adatait kiegészítették egyedi kulcsokkal, melyeken keresztül külső adatbázisban tárolt adatok is elérhetők. Ez a megoldás egyrészt leegyszerűsítette a fejlesztők feladatát, a felhasználók a már megszokott környezetben élvezhették az új lehetőségeket. Másrészt a grafikus megjelenítésben, leválogatásban elvárt sebességet is csak speciális, a relációs logikától eltérő adatszerkezetekkel lehetett biztosítani. A felhasználók által elvárt újrarajzolási sebesség 2-5 másodperc. A hardver- és szoftverfejlesztések eredményeképpen ma már a relációs adatbázisok is megfelelhetnek ezeknek a teljesítmény kritériumoknak.

Az Oracle8 Spatial Cartridge a geometriai objektumokat relációs adatbázisban absztrakt adattípusokként kerülnek tárolásra. A különböző típusú geometriai elemekhez önálló relációs tábla tartozik, ami a felhasználó számára az egységes relációs megközelítés rugalmasságát és biztonságát adja.

A térbeli modul három elemi geometriai adattípust kezel:

- 2D pont vagy pont csoport
- 2D vonallánc
- 2D poligon (zárt vonallánc)

Egy hierarchikus adatmodellben az elemekből geometria, a geometriákból rétegek hozhatók létre. A geometria a felhasználó által tárolni kívánt térbeli elemeket jelenti (entitás), melyeket az elemi adattípusok rendezett halmaza modellez. Minden egyes geometriai objektumhoz egy egyedi numerikusazonosító (GID) tartozik, mely összekapcsolja a hozzátartozó attribútum halmazzal. Komplex geometriai elemek, mint például a lyukas poligonok, a poligon elemek sorozatával írhatók le. A réteg tetszőleges típusú geometriák együttese, melyek azonos szerkezetű attribútum táblához kapcsolódnak. A rétegek geometriai objektumai és a hozzájuk tartozó térbeli index standard adatbázis táblákban kerülnek tárolásra.

Relációs adatbázisokat használó térinformatikai rendszer például az Autodesk MapGuide.

Térinformatikai rendszerek fejlesztésekor az adatok kezelése és tárolása, valamint az adatbiztonság szempontjából egyik legjobb megoldás a megfelelő SQL szerverek használata, amelyek biztosítják a rugalmas adatkezelést és a biztonságos, korszerű adattárolást.

Az egyik legelterjedtebb megoldás a *MySQL adatbázis-szerver*, amely gyors, ezzel szemben nagyon csökkentett funkcionalitású rendszer (tárolt eljárások, megszorítások, típusdefiníciók csak csökkentett módon érhetők el). A MySQL adatbázis-szerver GIS objektumok használatával lehetővé teszi térinformatikai adatok tárolását is. Megfelelő egyszerűbb alkalmazásokhoz, pl.: web áruházak, internetes fórumok stb. Ilyen térinformatikai szoftver például a MapInfo.

A professzionális megoldások közül jó megoldás a *PostgreSQL adatbázis szerver*. Azon felül, hogy rendkívül széleskörű szolgáltatásokat biztosít számunkra, a PostGIS kiterjesztés használatával hatékonyan támogatja térinformatikai adataink tárolását és elemzését (overlay műveletek, koordináta-rendszerek támogatása). Megfelelő nagy térinformatikai alapú rendszerek fejlesztéséhez is, pl.: a VINGIS rendszerben tízezer térinformatikai adatréteg kezelése.

A *PostGIS* egy kiegészítő csomag a PostgreSQL-hez. A program alapvetően az OGC SQL alapú adatbázis kezelők térinformatikai funkciói számára kidolgozott ajánlásának (Simple Features SQL) megfelelően működik. [15][16]

A PostGIS csomag lehetőségei:

- Térképi adatok tárolása 'geometry' típusú mezőkben.
- Számos függvény és operátor a mezők kezelésére (terület/kerület/hossz számítás, halmazműveletek, övezet generálás, topológiai vizsgálatok, generalizálás, stb.) .
- GIST típusú térbeli index alkalmazása, hogy nagyobb méretű állományok esetében is hatékonyan lehessen térképi adatok alapján keresni vagy egyéb lekérdezéseket végezni.
- Az 1.1.0 verziótól kezdődően megjelent a topológiai modell (kezdetleges) támogatása.
- Objektum orientáltság, ezzel együtt öröklődés.
- Összetett adattípusok, az oszlopokban akár többindexes elemek is tárolhatóak.

A PostGIS-es kiegészítéssel rendelkező PostgreSQL az UMN MapServer segítségével internetes térképek háttérét is szolgáltathatják. Jól használható eszköz olyan térinformatikai rendszerekben, ahol több felhasználónak kell egyszerre hozzáférni az adatokhoz, akár módosítás szándékával is. Ilyen adatbázist használó térinformatikai szoftverek, például az FMaps, QGIS és a MapServer programok.

4. Nyílt forráskódú szoftverek a webes térinformatikában

A térinformatikában előbb-utóbb mindenki találkozik azzal a problémával, hogy a külső forrásból származó adatokat megfelelő szoftver hiányában nem vagy csak konverzió után képes beolvasni, értelmezni, feldolgozni. A mai napig nem sikerült egységes, szabványos adatsere formátumot definiálni. Megoldást jelenthet az, hogy nem definiálunk egy sokadik formátumot, hanem a mindenkinél fellelhető szoftverekhez és az általuk beolvasni képes formátumokhoz igazítjuk az adatsere szabványát. Ha ezt kiegészítjük azzal, hogy szerver-kliens architektúrában gondolkodunk és azzal, hogy a kliens oldali szoftver ingyenesen hozzáférhető, leküzdhetjük a végfelhasználóknál fellépő kompatibilitási problémákat. Az előbbi teóriához hasonló elveket vallhattak azok, akik megalkották a web alapú, nyílt forráskódú térinformatikai rendszereket. [17][18]

4.1 Szabványok, rövidítések alapvető fogalmak a webes térinformatikában

4.1.1 Rövidítések

Mint minden informatikai szakág, a webes térképezés is rendelkezik a saját „szótárral”, ami jobbra rövidítésekből áll. A webes térinformatikai rendszereknél gyakran előforduló rövidítéseket és eredeti feloldásukat tartalmazza a következő táblázat.

Rövidítés	Teljes név
OGC	Open Geospatial Consortium
OWS	OGC Web Services
WMS	Web Map Service
ORM	OpenGIS Reference Model
WMC	Web Map Context
OSGeo	Open Source Geospatial

Ezekén kívül is rengeteg rövidítés és betűszó használatos manapság, ezek közül majdnem mindegyik részletes specifikációval együtt fellelhető az OGC honlapján. [\[19\]](#)

4.1.2 Alapfogalmak

Szabad szoftver - nyílt forráskódú szoftver: Az angol nyelvben free software-ként emlegetett programoknak magyarul a szabad szoftver kifejezés felel meg, amely számos félreértéshez vezet. A kifejezés ugyanis nem ingyenességet takar, hanem szabad hozzáférhetőséget, széleskörű felhasználói szabadságot jelent! Ezeknél a fejlesztéseknél a forráskód hozzáférhető, szabadon változtatható és tetszőleges célra felhasználható, másolható és szabadon terjeszthető. Ugyanez elmondható a nyílt forráskódú szoftverekről is. A különbség annyi, hogy míg a szabad szoftverek forráskódjának megváltoztatása után a továbbadásakor korlátozások vezethetők be, a nyílt forráskódú programhoz adott jogok az átdolgozott verziókra is átöröklődnek, tehát a felhasználásnál megszorítások nem érvényesíthetők.

Freeware: A freeware licencekben a tulajdonos az eredeti változatra díjfizetési kötelezettség nélküli szabad felhasználási és terjesztési jogot biztosít. Ugyanakkor a forráskódot nem feltétlen teszi hozzáférhetővé, valamint gyakran a módosítást, a továbbfejlesztést sem engedélyezi. A program kereskedelmi célú felhasználását sem támogatja.

Shareware: A shareware licencek marketing eszköznek tekinthetők, melyek a vásárlás előtt lehetővé teszik a program kipróbálását, ezzel reklámozva a terméket. A felhasználó térítési díj megfizetése nélkül jut hozzá a teljes funkciótartalmú szoftverhez, de azt csak bizonyos ideig használhatja, tesztelheti. A program másolása és továbbadása engedélyezett.

Demó verzió: A shareware-hez hasonlóan értékesítési reklámanyag, mely időbeli korlátozás helyett funkcionalitásbeli megszorításokkal használható.

4.1.3 Szabványtípusok és szabványok a térinformatikában

- Operációs rendszer szabványok

- A mikroszámítógépek világában DOS, de ismertek még OS/2 és Macintosh alapúak is.

- UNIX, WINDOWS

- Felhasználói interfész szabványok

- „láss és érezz” - effektus gyakori a térinformatikában, „amit látsz, azt kapod” /WYSIWYG/.

- Az ablakolás /windowing/ egyre népszerűbb.

- PC –k esetében a Presentation Manager OS/2 alatt a Microsoft Windows DOS-ban szabvány lett.

- Az X-Window „de facto” ablakolási szabvány az UNIX és más, munkaállomásokon futó operációs rendszerek számára.

- A megoldás különböző hardvereket támogat közös interfészként, hálózati környezetben.

- Hálózati szabványok

- Általában kritikus pontot képeznek a távolabbi számítógépek közötti kommunikációs lehetőségben.

- Az internetes hálózat használata egyre népszerűbb a térinformatikai technológia és adatrendszer vonatkozásában, intézményi kereteken belül és kívül.

- Adatbázis lekérdezési szabványok

- Az SQL (szabványos lekérdezési nyelv) megjelent a térinformatikában is. Szabványként funkcionál ma már, jóllehet korlátai végesek, különösen a térbeli lekérdezések vonatkozásában.

- Megjelenítési és rajzoló szabványok

- Különböző szabványok ismereteseek, melyek adott és sajátos hardvereket támogatnak, pl.:

- CalComp és HPGL - vonalas plotter formátumot

- Postscript - raszteres, oldalorientált grafikát.

- Adatcsere formátumok

- A legnagyobb szabványosítási kísérlet ezen a területen zajlik.

- az USA szövetségi kormánya - felismerve a különböző állami és nem állami szervezetek közti térbeli adatkommunikáció fontosságát, - bizottságokat szervezett a probléma megoldására és nemzeti szabvány kialakítására

- ilyen bizottságok; NCDCCDS, FICCDC, DCDSTF

- USA nemzeti szabványa ezen a területen: SDTS

- (térbeli adatátviteli specifikáció)

- egyéb nemzeti és nemzetközi szabványok

- NTF (angol)

- EdiGeo (francia)

- DIGEST (NATO)

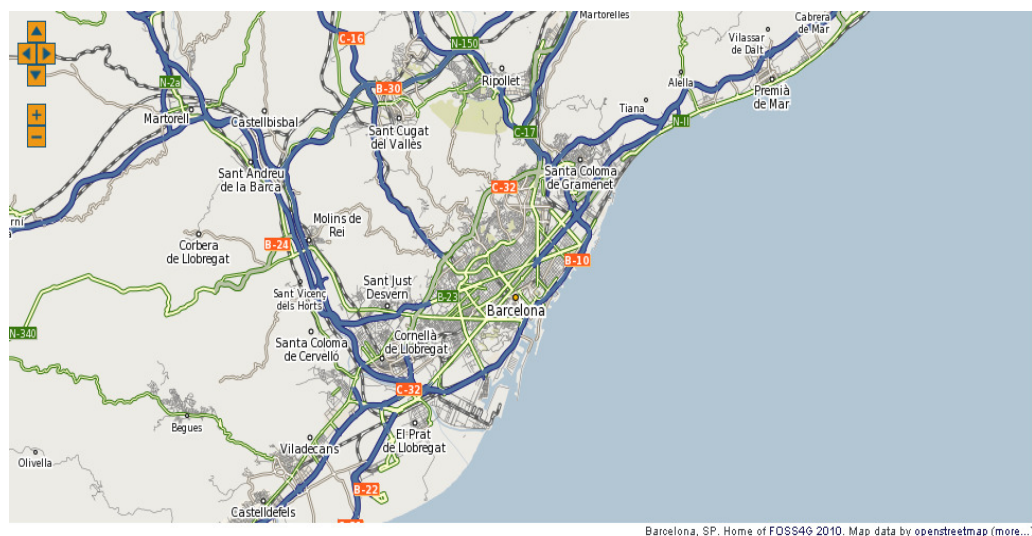
- ATKIS (német), stb.

- USGS DEM, USA USGS 1980 óta használja hálós domborzati adatformátumként, cellánként egyszerű attribútumok.
- USGS DLG, az 1:24 000 méretarányú topográfiai alaptérkép teljes tartalma, digitális kartográfiai adatok legelterjedtebb csereformátuma az USA-ban a síkrajzi adatok számára.
- GBF/DIME, a 70-es évek elejétől az USA digitális népszámlálási fájllai, koordináta és attribútum adatok számára.
- IGES, CAD/CAM adatok csereformátuma, tulajdonságonként csak egy attribútum.
- SDDEF, különösen a NOAA, a DMA és FAA (meteorológia, katonai térképészet, szövetségi légi forgalom számára).
- DXF, Autodesk készítette az AUTOCAD számára, nagyon elterjedt vektorformátum, amely egyszerű, mint a SIF, a CAD és FIR-típusú rendszerekben egyaránt népszerű.
- magyar szabványosítási kísérlet:
 - DFT (digitális földmérési alaptérkép), általános csereformátum, mely topológiai struktúrájú, hierarchikus szervezésű és lefedi a teljes szabványos kataszteri térképi tartalmat. Kiadta az FM FTF (Földművelésügyi Minisztérium, Földügyi és Térképészeti Főosztály), 1991-ben, ideiglenes jelleggel, elsősorban földhivatali állami átvétel, változásátvezetés, stb. céljaira.

4.2 Nyílt forráskódú webes térinformatikai szoftverek

4.2.1 MapServer

A minnesotai egyetem (UMN, University of Minnesota, [20]) által létrehozott MapSertvert [21] már 1997 óta fejleszti az UMN, a NASA és a Minnesota Department of Natural Resources. (5. kép)



5. kép MapServer

A MapServer nyílt forráskódú, szabadon felhasználható és terjeszthető fejlesztői környezet, mellyel térbeli internetes alkalmazásokat hozhatunk létre. Ugyanakkor fontos megjegyeznünk, hogy a MapServer nem egy teljes értékű GIS alkalmazás, a teljes funkcionalitásának kihasználásához és a kezelés megkönnyítése érdekében érdemes egy grafikus felhasználói felületet (GUI, Graphical User Interface) telepíteni.

A MapServer számos előnnyel rendelkezik:

Széles felhasználói körrel rendelkezik, melynek több előnye is van. Hamarabb választ kaphatunk az esetlegesen felmerülő kérdéseinkre, mint egy kisebb közösséget magáénak mondható szoftver esetében. A felhasználók sokszínű és szerteágazó igényei szabják meg a fejlesztés fő irányát, aminek hatására egyre jobban fejlődik és válik felhasználóbaráttá.

Emellett kiemelem még a részletekbe menően paraméterevezhető kartográfiai kimenetet, valamint a platformfüggetlenséget.

A MapServer számos nyílt forráskódú programkönyvtárral működik/működhet együtt, melyek csak növelik a rendszer funkcionalitását. Ilyen többek között a Proj.4 [22] vagy a GDAL/OGR. A Proj.4 lehetővé teszi futásidő közben a projekciós számításokat, melyeket a MapServer mind vektoros, mind raszteres adatokra képes alkalmazni és nem mellékesen tartalmazza a HD72-es geodéziai dátum (EOV) paramétereit. A GDAL/OGR könyvtár [23] a képi megjelenítésért felelős és rengeteg formátumot támogat.

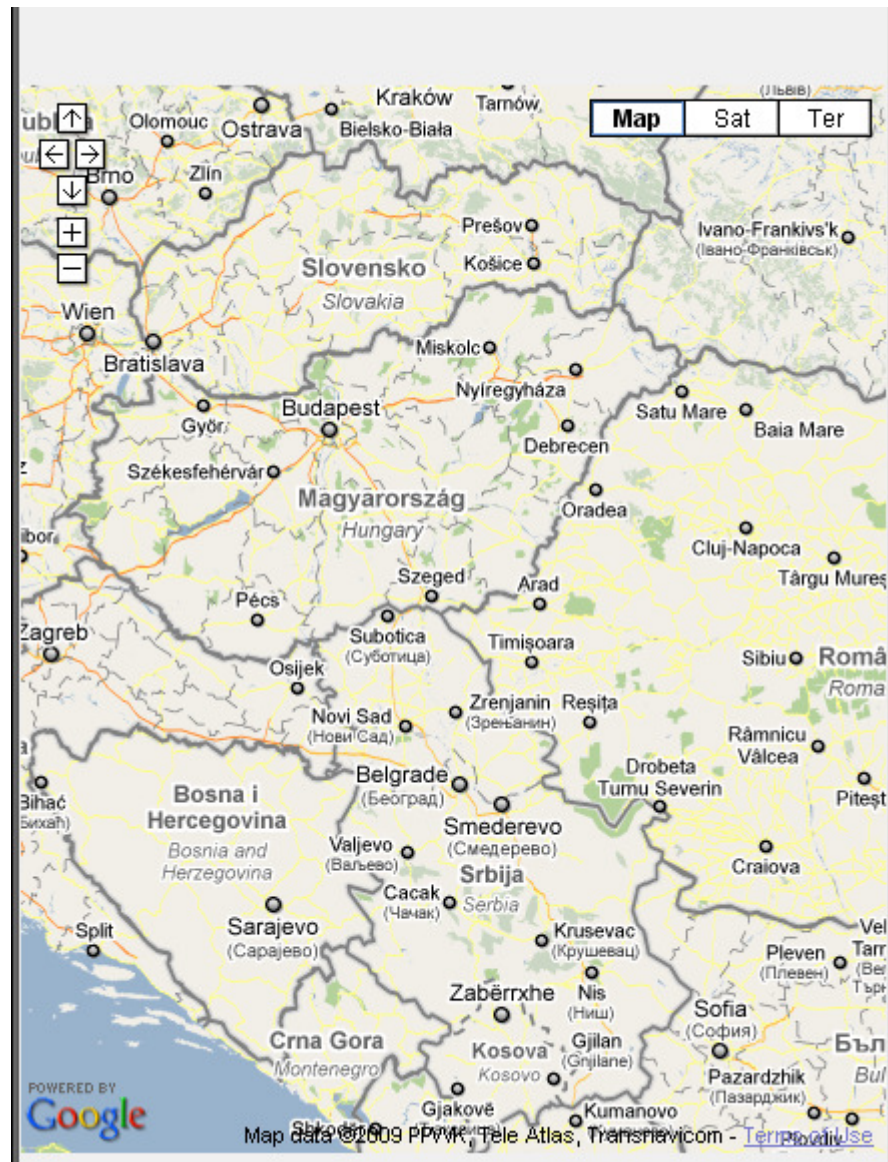
A további lényegesebb előnyök és hátrányok táblázatban összefoglalva.

Előnyök	Hátrányok
Nyílt forráskódú és ingyenes	Sok GIS funkció hiányzik (pl. pufferzóna, útvonalkeresés)
Támogatja a transzformációkat (pl.: EOV, WGS84)	Nehézkes személyre szabás a nem szakemberek számára
Támogatja számos adatbázis kezelőt, a vektoros és raszteres formátumot.	Viszonylag sok függőség (szükséges segéd-szoftverek a teljes funkcionalitás eléréséhez)
Támogatja az OGC formátumokat (pl.: WMS, WFS)	Konfigurálása a többi segéd szoftverrel nehézkes a nem szakemberek számára
Moduláris felépítés	
Több platformon futtatható	
Számos nyílt forráskódú segéd-szoftverrel együtt működhet	
Gyors (C programnyelv)	

4.2.2 Mapbender

A Mapbender [24] kliens eszközkészlet egy keretrendszer, ami térbeli adatok kezelésére és megjelenítésére szolgál. (6. kép) Az OGC által definiált formátumokat használja a

MapServerhez hasonlóan, de fontos különbség közöttük, hogy a Mapbender a MapServerre vagy hasonló OGC kompatibilis szerveralkalmazásra épül és a renderelt OGC térképek megjelenítésére, egymásra halmozására, módosítására szolgál.



6. kép Mapbender

Az OSGeo weboldala szerint „a Mapbender a jéghegy csúcsa, egy szoftver meta réteg, mely elérhetővé tesz számunkra rengeteg OSGeo SDI (Spatial Data Infrastructure - térbeli adat infrastruktúra) adatot”. 2001 novemberében látott napvilágot az első WMS szabványokat alkalmazó kliens eszközkészlet, CCGIS Client Suite néven. 2002-ben történt a szoftvercsomag első nagy installálása, amikor egy 400 felhasználót kiszolgáló, produktív

környezetet hoztak létre. Később az egész koncepciót újratervezték és a projekt a Mapbender nevet kapta. Azóta a fejlődése töretlen, mind több felhasználó csatlakozik a Mapbendert alkalmazók és fejlesztők közé. A szokásos funkciókon kívül (közelítés, távolítás, térképlap mozgatása), említést érdemel a futás időbeni PDF kimenet generálásának lehetősége, valamint a TreeGDE alkalmazás (Tree Geo Data Explorer), amely a fíliák és szolgáltatások kezelését teszi átláthatóvá.

A Mapbender következő három komponensre épül:

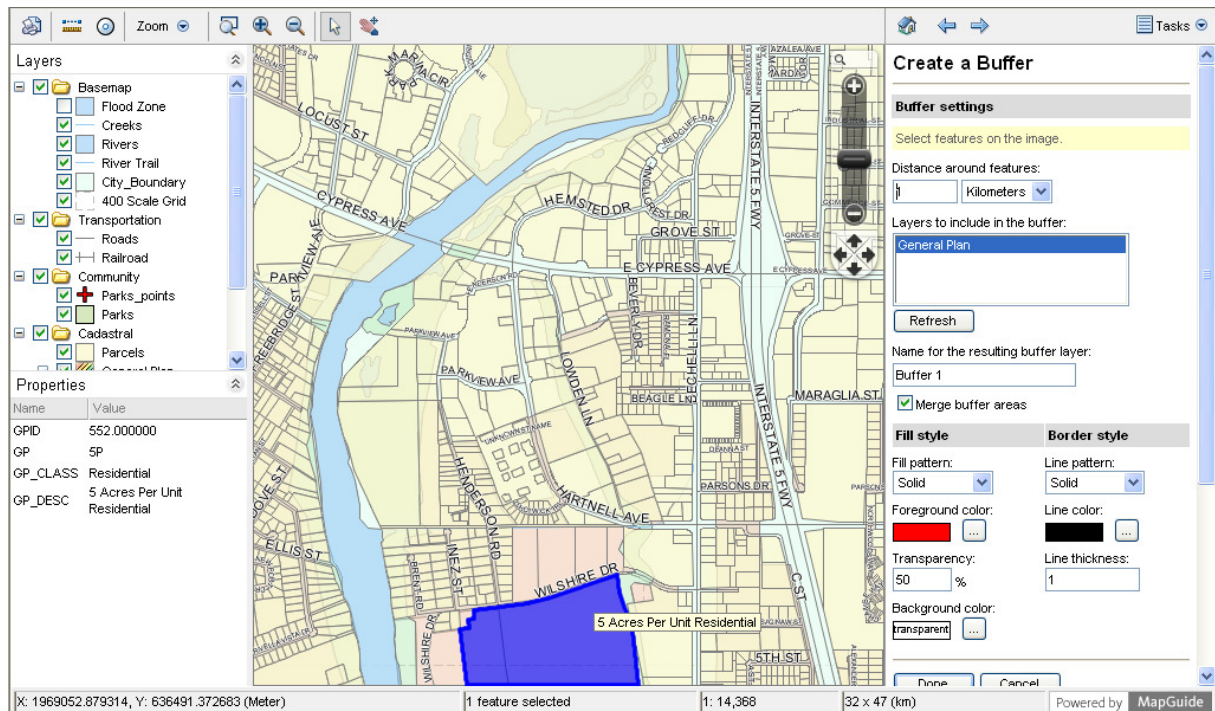
- Felhasználók és csoportok
- Felhasználói felületek (GUI, Graphical User Interface)
- Térképi szolgáltatások (OGC Open Web Services)

Ezeket a komponenseket jól ötvözi ez a kiváló keretrendszer, mely fejlesztési tervei között helységnévtár, SLD (Styled Layer Descriptor - fóliastílus leíró) Editor és sok egyéb funkció szerepel.

4.2.3 MapGuide

A MapGuide-ot az Argus nevű cég dobta piacra 1995-ben Argus MapGuide néven. 1996 őszén az Autodesk megszerezte az Argus Technologies-t, így néhány hónap múlva a következő verzió már Autodesk MapGuide 2.0 néven került a piacra. A szoftver számos újításon és fejlesztésen esett át a hamarosan kijövő Autodesk MapGuide Enterprise 2010 -es verzióig. A termék tartalmaz néhány teljesítményjavító elemet, javult az Oracle® Spatial adatbázis-konnektivitás minősége, gyorsabb a flexibilis webes felületek beolvasása, a kijelölések feldolgozása során kisebb a válaszidő, és újnak számít a raszteres adatok többszöri csatlakoztatásának lehetősége is. A MapGuide a mai napig a fejlesztés egyszerűségéről, a gyors alkalmazásépítésről és a jó teljesítményéről híres. 2004 tavaszán a fejlesztők egy csapata elkezdett dolgozni egy projekten, amit ma MapGuide Open Source [\[25\]](#) néven ismerünk. A céljuk egyszerű volt: a fellépő új igények kielégítése a MapGuide 6.5 összes funkciójának megtartása mellett. (7. kép) Az Autodesk 2005 novemberében az LGPL (GNU

Lesser General Public License, [26]) licenc alatt kiadta az első szabad forráskódú verziót, majd 2006 márciusában átadta a kódot az Open Source Geospatial alapítványnak.

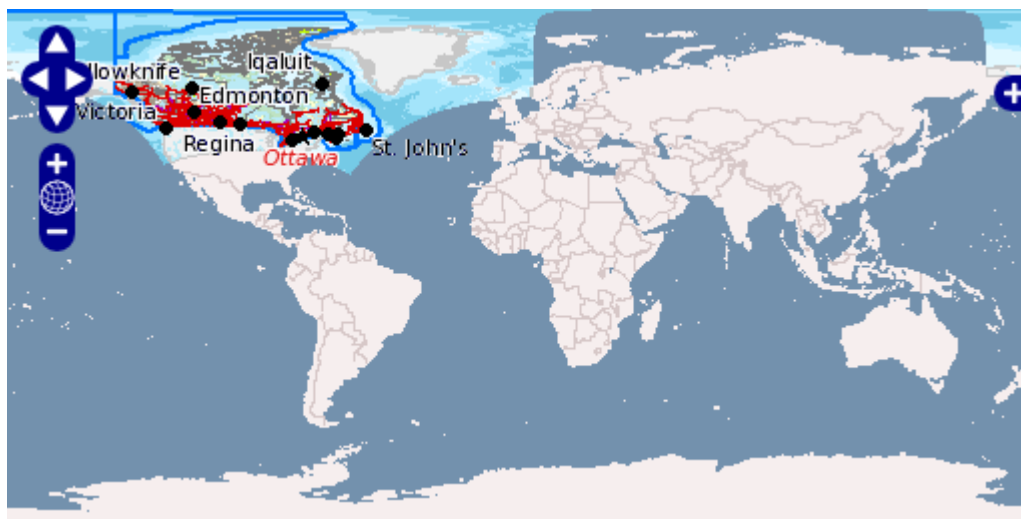


7. kép MapGuide

A fejlesztőknek sikerült az eredeti célkitűzéshez tartani magukat és számos új funkciót implementáltak a kód átadása óta. Ezek közül néhányat a teljesség igénye nélkül a következőkben ismertetünk. Interaktív térképi tartalom AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) segítségével, így többé nem szükséges plug-in vagy vektor alapú DWF Viewer, de utóbbi esetben az ActiveX-re szükség van. Lehetővé teszi pufferzónák létesítését, megadott geometriai alakzatokon belüli entitások attribútumainak lekérdezését, de lehetőség van az attribútumok gyors megjelenítésére is. A kartográfiai kimenetet méretarányfüggő részletesség, szabályvezérelt tematikus térkép-stilizálás, valamint a geometriai elemeket követő feliratozás jellemzi. A térképi, fólia és egyéb adatokat XML (eXtensible Markup Language) hierarchiában tárolja és a szabványos Autodesk formátumok (dwg, shp) mellett a GDAL/OGR függvénykönyvtár segítségével a raszteres állományokat és természetesen az OGC WFS és WMS szabványát is támogatja.

4.2.4 OpenLayers

Az OpenLayers [27] a Mapbenderhez hasonlóan egy keretrendszer, aminek segítségével bármilyen weboldalra elhelyezhetünk egy dinamikus térképet. A MetaCarta [28] fejlesztette ki az OpenLayers első verzióját, majd nyilvánosságra hozta a forráskódot, így biztosította a tetszőleges geográfiai információk további használatát és hasznosítását. Ennek megfelelően az OpenLayers (8. kép) teljesen ingyenes, a JavaScript kód BSD licenc alatt került publikálásra. Az OpenLayers valójában egy tisztán objektum orientált JavaScript technológiára épülő függvénykönyvtár, amelynek elsődleges célja, hogy a térképi adatokat a mai, modern böngészők számára megjeleníthetővé tegye szerver oldali függőségek és igények nélkül. Hasonlíthatnánk a Google Maps-hez, vagy az MSN Virtual Earth-höz, de egy fontos különbséget minden esetben ki kell emelnünk: az OpenLayers szabad szoftver. Mint az eddig említett szoftverek mindegyike, az OpenLayers is az OSGeo szabvány formátumait és protokolljait használja. Az OpenLayersnek, mint keretrendszernek, az a célja, hogy szétválassza a térképi eszközöket a térképi adatoktól, így téve adatformátum függetlenné az eszközöket.



8. kép OpenLayers

Röviden összefoglalva az OpenLayers nem hasonlít az eddig ismertett szoftverek szerver-kliens oldali architektúrájára, ami magában hordozza a hardver és szoftver költségek csökkenését, a kevesebb hibalehetőséget és az átláthatóbb adatstruktúrát. Nagyon sokat kell

„áldoznunk” ezért a szabadságért, funkcionalitásában az OpenLayers egyelőre nem éri el a piacon szereplő többi szoftver fejlettségi szintjét.

4.3 Ingyenes internetes adatbázisok

Az interneten böngészve, a felhasználó számos különböző értékes vagy értékesnek vélt térinformatikai adatbázist találhat. Általában a felhasználó azt tapasztalja, hogy arról a területről, amit keres éppen, nincs számára megfelelő adattartalom. Ezért a keresés során két fontos szempontot kell kiemelni.

- Globális: Terjedjen ki a föld, vagy legalábbis minél nagyobb területére egységes vagy egyesített módszertannal.
- Georeferencia: Létezzen olyan koordináta-rendszer, amelyet az általunk használt térinformatikai szoftver ismer, és amelyben minden adatelem koordinátáját meg tudjuk adni. Ezzel elkerülhetővé válik az adatintegráció során fellépő hibák nagy része.

Ezeknek a kritériumoknak számos adatbázis megfelel. A legfontosabb interneten elérhető ingyenes adatbázisok például a következő tematikákat ölelik fel: domborzati modellek, űrfelvételek, vektoros adatbázisok (partvonalak, folyók, határok).

4.3.1 Domborzati modellek

A domborzati modellek olyan modellek, amelyek általában raszteres adatokat kezelnek, a Föld vagy más bolygók felszínének magasságát írják le. Az 1970-es évektől kezdve folytak nagyrészt elszigetelt fejlesztések e területen. A technológia az 1990-es években terjedt el világszerte és egyúttal hazánkban is. A domborzati modellek drága adatok és mivel azokat általában az egyes országok térképészeti, geodéziai intézetei fejlesztették, ezért országonként eltérő módszertan szerint készülnek. A domborzati modellek illesztése az eltérő koordináta-

rendszerek, az eltérő felbontás és a módszerbeli különbségekből fakadó magassági eltérések miatt is nehézkes. Egyelőre az egységes nyilvántartás nem megvalósítható.

Az első ingyenesen elérhető globális adatbázis, a GLOBE (Global Land One-Kilometer Base Elevation) projekt keretében fejlesztett GTOPO-30 volt 1999-ben. Ez a szoftver 30 szögmásodperces (vetületi rendszerekben egy kilométernél épp egy kicsit kisebb) pixelméretet használt, ingyen volt és van, és egész bolygónkat ábrázolja. Tízféle forrásból gyűjtött adatokat dolgoztak fel egyetlen adatrendszerbe, a forrásokat és azok kiterjedését pontosan megadva, hibáikat elemezve. Kontinentális elemzésekhez vagy ilyen kiterjedésű ábrák készítéséhez ma is gyakran használják.

A következő jelentős domborzati adatbázis a Marsról készült. Szabadon hozzáférhető a mintegy 500 méter felbontású MOLA (Mars Orbiter Laser Altimetry) magassági adatbázis. A MOLA megmutatta a földi fejlődés útját is, azt, hogy valóban egységes, globális adatrendszert űrtechnológiával kell gyűjteni. 2000-ben az Endeavour űrrepülőgép 11 napos missziója során, a Föld szárazföldjei nagy részének, az északi és déli szélesség 60. foka közötti területeknek megmérték a magasságát. Az adatok feldolgozása után megalkották az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 3 szögmásodperc (síkkkoordinátákban kb. 90 méter) felbontású domborzati modellt 2003 végén, amelyet 2004 elején publikáltak. A fenti felbontással, 20 méter körüli vertikális pontossággal az adatbázis a korábbi közepes felbontású domborzati modellek helyébe léphet, és mivel ingyen hozzáférhető, ma ez a térinformatikában talán legelterjedtebb magassági adatrendszer.

Az előző domborzati modellek főként a szárazföld domborzatára koncentrálnak. Létezik egy kicsit gyengébb felbontású, de a tengerfenék domborzatát is bemutató és szintén ingyenes adatbázis az ETOPO2. A NOAA NGDC (National Geophysical Data Center) szolgáltatásában elérhető információ 2 szögperc (kb. 4 kilométer) felbontással ábrázolja a Föld szilárd fázisú térfogatának felszínét, a szárazföldi domborzatot és a tengermélységet is.

4.3.2 Űrfelvételek

Az 1990-es évek másik fontos adattípusa az űrfelvétel volt, amely kicsit más felbontásban és más frissítési igénnyel ma is meghatározó. Az űrfelvétel egy statikus helyzetkép, mivel egy adott időpont felvételét használtuk, és emellett kb. 30 méter vízszintes felbontás. Részletesebb képekre, kvázi - valós idejű változáskövetésre egy évtizede még gondolni sem lehetett. A Landsat-képanyag egy statikus részét két internetes forrás is feldolgozta és elérhetővé tette. A NASA Alkalmazott Tudományos Igazgatóságának honlapjáról tömörített MrSID-formátumban hamis színes Landsat-mozaikok érhetők el, míg a Marylandi Egyetem ESDI (Earth Science Data Interface) szolgáltatása keretében az eredeti, georeferált Landsat-képek is letölthetőek, csatornánként. Mindkét forrás egy 1990 körüli időszakot jellemző, 30 méter körüli felbontású, és egy, az ezredforduló körül készült 15 méteres részletességű csatornát is tartalmazó, globális fedést biztosító adatbázist szolgáltat.

A globális, ingyenesen elérhető űrfelvétel-adatbázisok részletességében is a 15 méteres felbontás a határ. Természetesen az új Web-2 szolgáltatások, jellemzően a Google Earth és a Google Map keretében Földünk egyes területeire, elsősorban a nagyvárosokra és fontosabb természeti pontokra már ingyen is elérhetők az Ikonos és QuickBird műholdképek. A méter körüli felbontás már a légi fényképek versenytársaivá teszi ezen adatokat. Az elérhetőség azonban ebben az esetben inkább nézegethetőséget jelent.

4.3.3 Vektoros adatbázisok

A már említett NOAA NGDC honlapjáról érhető el egy szolgáltatás, a Coastline Extractor, amely nevével ellentétben nem kizárólag a partvonalakat tartalmazza. A szolgáltatás alapja az ún. World Data Bank II (WDBII), amely 1:2 000 000 méretarányú világtérképről digitalizált objektumok vonalelemeit tartalmazza. A partvonalakon túlmenően folyók és politikai határok nyomvonalát is elérhetjük. A partvonaladatok több méretarányból levezetetten is elérhetőek ugyanitt. A legrészletesebb (1:70 000 méretarányon alapuló) adatbázis csak az Egyesült Államok partvidékét ábrázolja, de 1:250 000 méretarányának megfelelően már a Föld minden partvonala elérhető. Ha globális fedést szeretnénk elérni, de

nem kívánunk túl terjedelmes vektoros adatbázisokkal bajlódni, elérhető egy 1:5 millió méretarányon alapuló partvonal-adatbázis is.

Végezetül a fenti három kategória mellett természetesen több más, különleges érdekességű adat is megtalálható ingyenesen a világhálón. Ilyen adat például a föld alakja, vagyis a geoid, amely elsősorban a GPS-alapú magasságméréseknél játszik fontos szerepet. Függőlegesen 1 méternél is pontosabb geoid modellek érhetők el az interneten nyers adatok vagy megadott helyre a geoid helyzetét jellemző számértéket megadó JAVA- alkalmazások formájában. Földrengések adataira elsősorban a geofizikai elemzésekhez lehet szükségünk. Több globális adatbázis is elérhető e tárgyban, amelyek az egyes rengések helyét, erősségét, kipattanási idejét tartalmazzák. Szintén elérhetők olyan globális adatbázisok, amelyek a geodéziai dátumok adatait, a Föld körül keringő eszközök pályaelemeit, a Föld forgásának pillanatnyi és archív paramétereit, emellett a Naprendszer más objektumainak ürfelvételeit, alakját és domborzatát írják le.

4.4 Az Open Source eszközök előnyei és hátrányai

Előnyök:

- Gazdaságossági szempontból kedvező, mert ingyenes és a továbbfejlesztés sem kerül pénzbe.
- A forráskód szabad hozzáférhetősége és továbbfejleszthetősége lehetővé teszi, hogy teljesen egyénre szabott megoldások jöjjenek létre.
- Gyorsan megjelennek és hozzáférhetővé válnak az új technológiák.
- A fejlesztők a világhálón keresztül egyeztetnek, tapasztalatot cserélnek, egymásnak tanácsot adnak, ami természetszerűleg a minőség folyamatos javulását eredményezi.
- Egy olyan hatalmas méretű fejlesztő csapatot, amelyen így módon a világ minden részéről összejön, még a multinacionális vállalkozások sem tudnak biztosítani.
- Egy ilyen rendszerben gyorsan kijavítják a hibákat és biztonsági réseket.

- Kiterjedt felhasználói kör alakul ki, internetes fórumokon keresztül tartanak kapcsolatot.
- A felhasználók kevésbé vannak kiszolgáltatva a fejlesztő cégnek, hiszen a forráskódot bárki továbbfejlesztheti.
- A különböző termékek között jó a kapcsolat.
- A backdoorok (a számítógéphez távoli hozzáférést engedélyező hátsó ajtó) előfordulása rendkívül ritka.

Hátrányok:

- A fejlesztési idő általában hosszabb.
- Előfordulhat, hogy a funkciók használata kényelmetlen.
- A hagyományos értelemben vett terméktámogatás gyengébb.

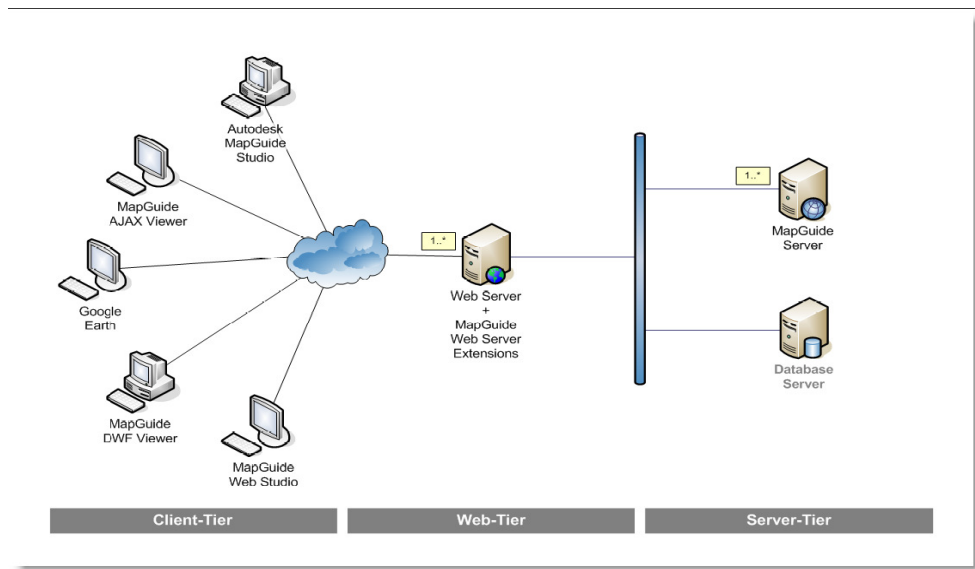
Egy teljes web alapú térinformatikai rendszer felépíthető Open Souce szoftverek segítségével. *Példák hazai alkalmazásra:* UMN MapServer, Váti és UMN MapServer, Vingis.

Példák nemzetközi alkalmazásra: Kelet- és Dél-Európa web-atlasza, Kanada web-atlasza, Buenos Aires interaktív térképe, SEA-COOS (South East Atlantic Coastal Ocean Observing System) óceánfigyelő rendszer: közel valós idejű megfigyelés és előrejelzés távérzékelés segítségével. ÉszakRajna-Vesztfália területhasználati térképe, New York parkoló információi mobil webes használatra.

5. Webes térinformatikai szoftverek összehasonlítása

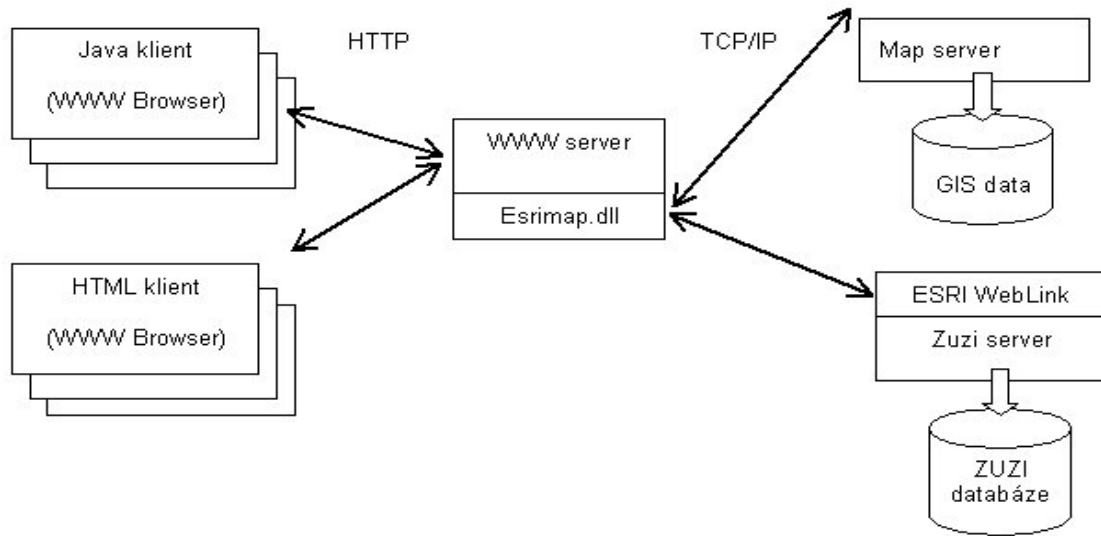
Eddig a szakdolgozat többnyire általánosan foglalkozott a webes térinformatikai szoftverek architektúrájával, adatbázisaival és az egyre inkább teret hódító nyílt forráskódú technológiák bemutatásával. Ez a fejezet viszont néhány jelenleg is elérhető Open Souce termék összehasonlító bemutatásával foglalkozik. Az általam összehasonlított szoftverek a MapServer [4][29] és az Autodesk MapGuide [30] terméke. Az összehasonlítás során azért ezeket a nyílt forráskódú webes térinformatikai szoftvereket választottam, mert egyrészt ingyenesen hozzáférhető (bárki számára, regisztráció vagy egyéb kötelezettség nélkül), másrészt a szoftverek kezelésének megtanulása nem igényel tanfolyamot, vagy különösebben mélyreható térinformatikai háttértudást. A szoftverekhez található dokumentáció is kielégítő. Ezek alapján állíthatom, hogy akinek van informatikai képzettsége vagy affinitása és angol nyelvtudása (A böngészőbe most már beépített webes nyelvfordító miatt egyszerűbb a tutorialok böngészése.), annak a szoftverek elsajátítása nem okoz majd különösebb gondot.

Kezdjük az alapoknál, tehát az architektúránál. Mindkét szoftver kliens szerver architektúrát használ. A MapGuide (9. kép) 3 rétegű (kliens, web szerver, adatbázis szerver.) felépítésének vázlata lehet az alábbi kép. [31]



9. kép MapGuide architektúra

A MapServerét pedig a következő kép (10. kép) illusztrálja.



10. kép MapServer architektúra

A MapServer-nek és a MapGuide-nak is egyaránt létezik Windows és Linux operációs rendszereken használható verziója.

A szoftverek felépítésekor mindenképpen az architektúrához kell visszanyúlnunk. Tehát a felhasználó a kliens (saját gépe) a rendszerben. Az architektúrát tovább boncolva több szervert is megkülönböztetünk. A web szerverhez (például a szintén nyílt forráskódú Apache) kapcsolódik a kliens, amely az adatbázis szerverrel, magával a szoftverrel (MapServer és MapGuide server) és egyéb szerverekkel is kapcsolatot létesít.

A MapGuide és a MapServer adatbázisai lehetnek például MySQL, PostgreSQL adatbázisok. Fontos megemlíteni, hogy ezek a szoftverek és a további fejlesztési irányzataik is az adatintegrálásra törekzenek, továbbá, hogy az egyes adat kompatibilitások zökkenőmentesek és gyorsak legyenek.

Meg kell említeni, hogy mindkét programhoz tartoznak Viewerek is, amelyek a MapServer esetén a böngészők, a MapGuide esetében pedig például az AJAX Viewer, amely AJAX technológián alapuló DHTML böngésző. Külön meg kell említeni, hogy nem igényel bővítés telepítést az internetes böngészőkhöz, tehát azonnal használható a megszokott Microsoft Internet Explorer illetve Mozilla Firefox böngészőkkel.

Mindkét alkalmazás támogatja a raszteres és a vektoros formátumokat is. Az adatformátumok lehetnek például a MapServer esetén:

- Vektoros: ESRI Shapefiles (SHP), WFS, PostGIS / PostgreSQL, GML
- Raszteres: JPG, GIF, PNG

MapGuide-nál:

- Vektoros: DWG, DXF, DGN, SDF, SHP, MID/MIF, Oracle9i, SQL Server, Microsoft® Access
- Raszteres: TIFF, JPG

A szoftverek által támogatott kimeneti formátumok is sokszínűek. A MapServer támogatja többek között a PDF, Flash Output, HTML Imagemaps, SVG formátumokat. A MapGuide például HTML, PDF, SWF állományt.

A MapGuide alapja az XML dokumentumokon keresztüli kommunikáció. [32] Minden adatcsere és kérés XML alapon történik. Az erőforrások a MapGuide programban alapvetően XML leíró dokumentumok egy egész sora. Például:

- Funkció Források leírására FDO kapcsolat.
- Rétegek (Layer) meghatározásának leírása.
- Térkép meghatározások a rétegek szerkezete a rajzon.
- Leírják a felhasználói felület elemeit (AJAX néző).
- Fogalom meghatározások, szimbólumok.

XML dokumentumok például a map fájlok is, amelyekre példa az alábbi XML kódtöredék:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<MapDefinition xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="MapDefinition-1.0.0.xsd">

  <Name>New Map</Name>
```

<CoordinateSystem>PROJCS["NAD_1927_StatePlane_California_I_FIPS_0401",GEOGCS["GCS_North_American_1927",DATUM["D_North_American_1927",SPHEROID["Clarke_1866",6378206.4,294.9786982]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Lambert_Conformal_Conic"],PARAMETER["False_Easting",2000000.0],PARAMETER["False_Northing",0.0],PARAMETER["Central_Meridian",-122.0],PARAMETER["Standard_Parallel_1",40.0],PARAMETER["Standard_Parallel_2",41.66666666666666],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",39.33333333333334],UNIT["Foot_US",0.3048006096012192]]</CoordinateSystem>

<Extents>

<MinX>1875218.71875</MinX>

<MaxX>1924050.2147280774</MaxX>

<MinY>413797.484375</MinY>

<MaxY>491024.39689498628</MaxY>

</Extents>

<BackgroundColor>ffffff</BackgroundColor>

<Metadata><MapDescription>CityofRedding</MapDescription></Metadata>

<MapLayer>

<Name>signals</Name>

<ResourceId>Library://Redding/Basemap/Layers/signals.LayerDefinition</ResourceId>

<Selectable>true</Selectable>

<ShowInLegend>true</ShowInLegend>

<LegendLabel>signals</LegendLabel>

<ExpandInLegend>true</ExpandInLegend>

<Visible>true</Visible>

<Group>Transportation</Group>

</MapLayer>

<MapLayer> ...

A MapServer fő fájljai a mapfájlok. Tartalmuk például:

- Rétegek
- Output könyvtár a képekhez
- Vetületek
- Képméret
- Jelkulcsok
- Jelmagyarázat beállítások
- Lépték beállítások

Például egy réteg (Layer) megadása így történhet:

```
LAYER
NAME saját_reteg
TYPE LINE
DATA saját_reteg
STATUS OFF
CLASS
    NAME "sajat_reteg"
    STYLE
        COLOR 200 221 67
    END
END
END
```

A MapServernél meg kell említenünk az ESRI shapefile –okat. Ezek a fájlok tárolják a vektoros adatokat (nemcsak ezt az egy formátumot ismeri a szoftver), vagyis az egyes rétegeket.

A térképek összeállítása a végeredményt tekintve HTML (MapGuide-nál XML is) és PHP kódokból tevődik össze, amelyek szerkesztésére természetesen lehetőségünk van. Ezek a fájlok MapServer esetén C:\ms4w\apps\mapserv [33] mappában találhatóak. (Meg kell említenem, hogy egy MS4W nevű, szintén ingyenes szoftvercsalád segítségével próbáltam ki a MapServer-t („ms4w-2.3.1-setup”), amely integráltan tartalmazza a szoftverhez szükséges egyéb programokat, például a web szervert.) A szoftvercsomaghoz elérhető egy telepítési útmutató is, ami egy példaalkalmazás leírását is tartalmazza. [34] A leírás többé-kevésbé helytálló volt a kipróbálás során (A config file módosításánál fontos az, hogy nem elég csak a portot megadni, hanem az elérési útvonalat is át kell írni. Erre a beállításra az api is kitér, de szeretném hangsúlyozni, hogy ha csak a portot írjuk át, nem fog működni a program. pl.: #Listen http://localhost:8080/). A példaprogram megalkotása során problémába ütköztem, ami a koordináták megadásánál jelentkezett. Ezek a hibák egy nem szakember számára a szoftver beüzemelését és kezelésének megtanulását nehezíti. (Nekem így is nagy segítség volt az api, amint ezekre a hibákra rájöttem, tökéletesen működött az alkalmazás.)

A MapGuide szoftver telepítéséhez és működéséhez több szoftver is kellett. Maga a szerver a „MapGuideOpenSource-2.1.0.4283-Final” program telepítésével üzemkész volt. A konfigurációs beállításokhoz található beépített help és leírás. [35] A leírásban szereplő két egyéb program közül elég telepíteni a „MapGuide Maestro 1.0.9” nevű szoftvert, amely segítségével elkészíthetjük az alkalmazásokat. A fentebb már említett AJAX Viewert beépítve tartalmazzák az előbb említett programok, így külön telepíteni nem kell. A telepítés, mivel több programból áll, illetve több konfigurációs beállítást kell végrehajtani, ezért a MapServer telepítőt jobbnak ítélem. A MapGuide telepítési „előnye” viszont az, hogy a mai modern elvárásoknak eleget tesz, azaz grafikusán állíthatjuk be a szerveret.

A szoftverek működése nem bonyolult, a más programok által (internetről letöltött, AutoCAD Map szoftverrel rajzolt stb.) előre elkészített fájlokat minimális programozói tudással megjeleníthetjük a böngészőben. (MapServer esetén mindössze 2-3 fájlt kellett módosítani a megjelenítéshez.) Tehát azt is mondhatjuk, nem az internetre történő térkép felvitel a fő kihívás, hanem a hiteles adatok beszerzése és a rétegek megrajzolása.

A kipróbáláshoz én az AutoCAD Map 3D 2010 szoftvert használtam, amivel megrajzoltam a példaalkalmazást, amellyel a MapServer-t és a MapGuide-ot teszteltem. Az

AutoCAD e verziójának a fő hibája (szintúgy, mint a 2009 –es 3D-nek), az hogy az exportálás hibás, vagyis ESRI Shape fájl nem volt könnyű kreálni. Szerencsére az interneten fent volt a megoldás, a probléma egy update telepítése és a MapExport.ini fájl kicserélése után meg is oldódott. Az AutoCAD Map 3D 2010 [36][37] a 2D funkciókat 3D funkciókkal egészíti ki, amelyek a térképek gyorsabb létrehozásban, fenntartásában és elemzésében segítenek. Az AutoCAD Map e verziója teljes infrastruktúra-kezelési megoldás alapjául szolgál. Az eddigi verziókhoz képest gyorsabb megoldásra képes, kihasználhatja a továbbfejlesztett együttműködési lehetőségeket más Autodesk termékekkel és versenytársak térinformatikai termékeivel. Az együttműködést példázza a fentebb már említett exportálás, amely többek között ERSI Shape fájlformátumot is ismer. A MapGuide szempontjából még ennél is előnyösebb a termék használata, mivel ezt a szoftvert is az Autodesk forgalmazza, így közvetlen exportálási lehetőség van közvetlenül is a MapGuide által támogatott sdf formátumba exportálni. A szoftver támogatja a közvetlen webes publikálást is, amelyre külön menüpontot építettek be. A publikálás lehetősége mellett, mód nyílik az internetes adatforrásokban a webes térképészeti szolgáltatás (Web Mapping Service - WMS) és a webes jellemzőszolgáltatás (Web Feature Service - WFS) böngészésére. Ezeken az újításokon kívül még számos egyéb, térképek szempontjából is hasznos funkciót építettek be. Például az osztályzást, amely már nem csak alapvető adatokat (pont, vonal), hanem absztrakt adatokat is kezel (út, folyó), amely segítségével az objektumok jobban hasonlítanak a valóságra. A rajzoláshoz az AutoCAD Map 3D 2010-nek a programozható szerkesztőjét használtam, amit szintén le kell tölteni. A szoftver Visual Basic nyelvet használ.

A nyelv grafikus lehetőségeire példa az alábbi képen látható tesztprogram, mely amikor ERSI Shape fájlra alakítottam, vonaltípust használva körülbelül 13000 objektumot adott. Maga a program elég egyszerű, csak 2 dimenziós négyzeteket rajzol ki, x (azaz i) és y (j) tengelyek mentén. (11. kép)

```

Sub ujfolia()
Dim folia As AcadLayer
Dim i As Integer
Dim coord(0 To 14) As Double
ThisDrawing.Layers.Add ("pelda")
Set folia = ThisDrawing.Layers("pelda")
folia.color = acGreen
ThisDrawing.ActiveLayer = ThisDrawing.Layers("pelda")

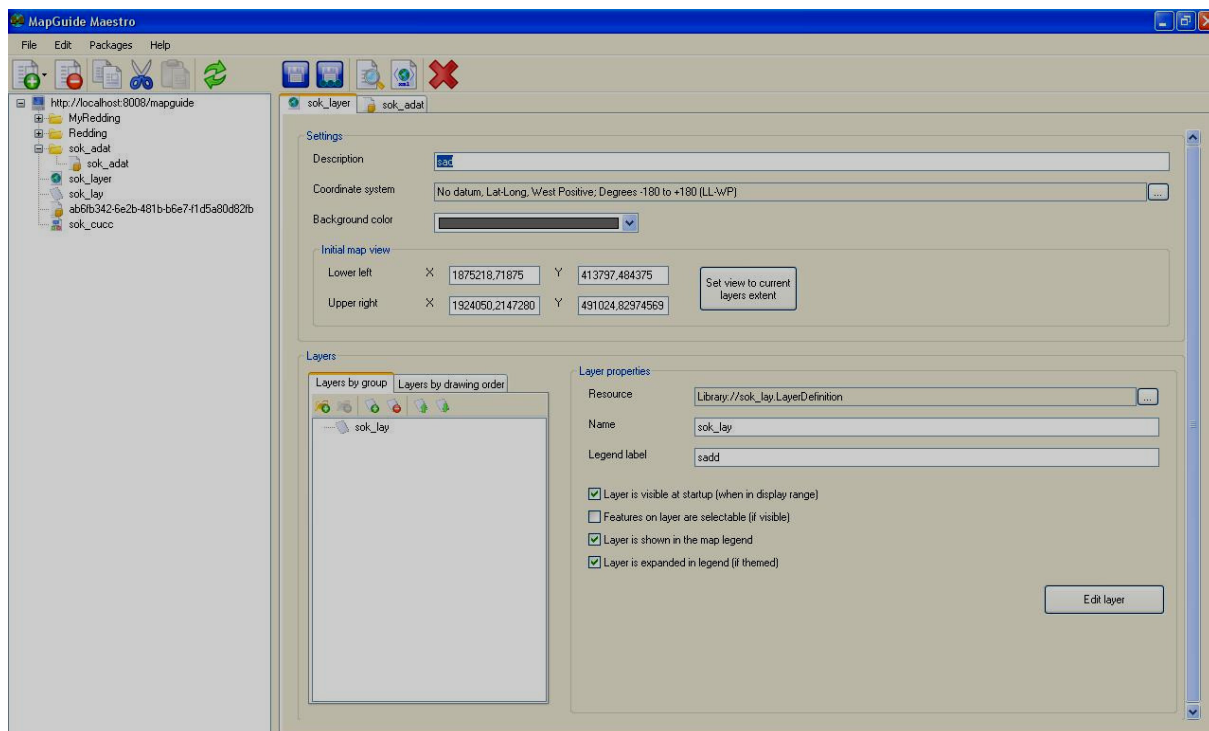
For j = 0 To 100
For i = 0 To 100
coord(0) = j + (i * 6)
coord(1) = j + 0
coord(2) = j + 0
coord(3) = j + (i * 6 + 5)
coord(4) = j + 0
coord(5) = j + 0
coord(6) = j + (i * 6 + 5)
coord(7) = j + 5
coord(8) = j + 0
coord(9) = j + (i * 6)
coord(10) = j + 5
coord(11) = j + 0
coord(12) = j + (i * 6)
coord(13) = j + 0
coord(14) = j + 0

ThisDrawing.ModelSpace.AddPolyline (coord)
Next
Next
ZoomExtents
End Sub

```

11. kép Visual Basic példakód

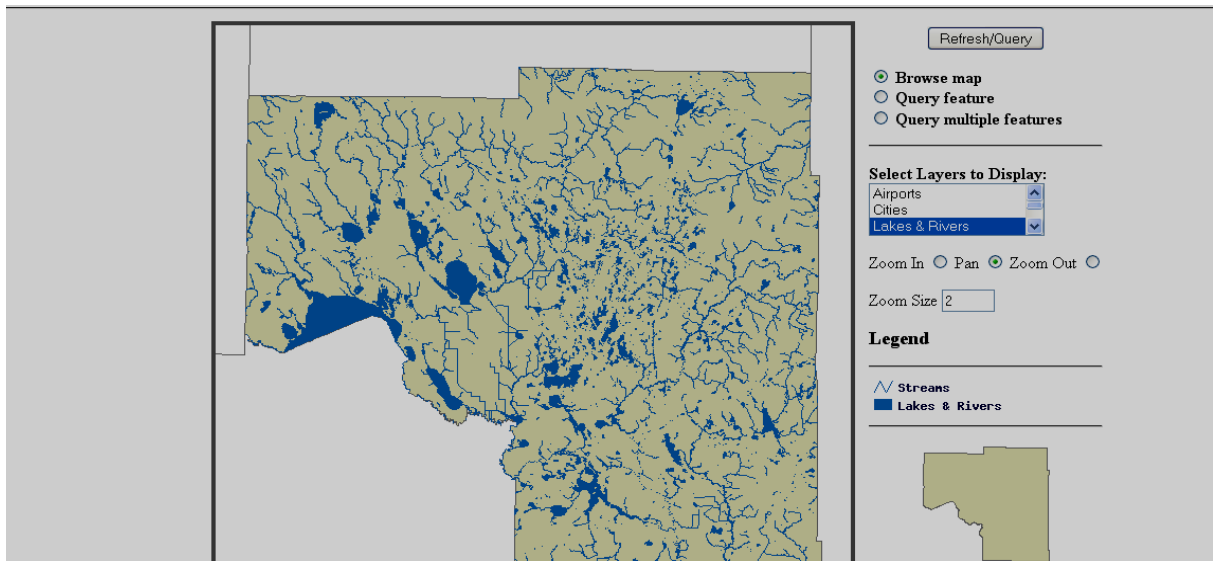
A szoftverek kezelhetősége felhasználói szemszögből a következőképpen alakult. A MapGuide Maestro programját elindítva egy grafikus programot látunk, amely lényegében két menüből áll (12. kép). A felső a program menüje, a baloldali pedig maguknak az alkalmazásoknak a menüje. Amennyiben kiválasztunk egy projektet lehetőségünk van beállításokat végezni. A szokásos „jobb klikk” a projektre, majd „add” menü új fájlformátum kiválasztásának segítségével (Layer, Map stb.) állíthatjuk be az alkalmazásunkat. A program számos beállítási lehetőséget tartalmaz, például az alábbi képen a Coordinate system (koordináta beállítás), amely több tucat koordinátarendszert tartalmaz. A grafikus lehetőségek miatt egyszerű a kezelés és programozói tudást nem igényel (demo verzió alapján megtanulhatók az alapbeállítások, a többi már csak az angol nyelvtudáson és a felhasználó elszántságán múlik). A program hiányosságának a súgó hiányát tüntetném fel, hiába van ott a menü, csak az utolsó exception (kivétel) illetve magára a programra való leírást (pl. licens) találhatunk, a kezelésre vonatkozóan semmilyen beépített leírás nincs. Előnyei között a grafikus beállítások lehetőségét szeretném kiemelni, amellet, hogy minden egyes általunk alkotott programrész megtekinthető. Továbbá azt is, hogy minden egyes általunk létrehozott map, layer stb. megtalálható forráskódként is (megtekinthető, lementhető külön) XML formátumban.



12. kép MapGuide Maestro

A MapServer ezzel szemben egészen más koncepciót valósít meg. A program konfigurációs fájljait kell átírni. (Mivel általában nem új, hanem meglévő alkalmazást módosítunk, ezért idézek a demo alkalmazás által használt, általam is módosított fájlokból.) Ilyen konfigurációs fájl például a map fájl, jelen esetben az Itasca.map nevű fájl. Itt állíthatók be a Layerek (a fentebb már leírt MapServer példakód is Layer beállítás). Az Itasca_adds_dhtml.html fájl pedig a layerek beállítását és az alkalmazáshoz való hozzáadását tartalmazza. Tehát látható, hogy az alkalmazás létrehozásához jelen programnál kell programozói tudás. A MapGuide-val ellentétben a beállítások grafikusan sem érhetőek el. Felhasználói szempontból különbség a MapGuide-hoz képest az is, hogy a MapGuide-ban az alkalmazás eredményét akár folyamatosan is megnézhetjük Maestro programból, ezzel szemben a MapServer esetében csak az éppen „végleges verziót” mutatja a böngésző. (13. kép) Magát a programot is böngészőből kell indítanunk a MapServer esetén, míg a másik szoftvernél az aktuális állapot bármikor felhívható a Maestro programból. A lenti képen látható, hogy grafikailag szegényesebb a MapServer kinézete. Tudásban (beállítási lehetőségek) is egyszerűbb. Amit a MapServer kifejezett hátrányának éreztem, hogy a nagyítás rádiógombokkal van megoldva, úgy, hogy a méretet manuálisan adom meg, majd

frissíték. (A MapGuide nagyítása realisztikus, ahogy viszem a csúszkát, úgy kicsinyíti, illetve nagyítja a képet.)



13. kép MapServer megjelenítő felülete

A MapServer és a MapGuide szoftver többi előnyeit és hátrányait, valamint a nemrég részletezett összehasonlítás egy vázlatát már az előző fejezetben is leírtam, ahol, mint nyílt forráskódú webes térinformatikai szoftverek kerültek bemutatásra.

A szoftvereket terhelési próbának is alávettem, amelyet kb. 58000 darab vonaltípusú objektummal végeztem. Maga a rajz elég egyszerű, a fent már leírt Visual Basic program továbbfejlesztésével nyertem. Szintén kétdimenziós a rajz, amely x és y koordináták mentén kirajzolt kis négyzetekből áll. (14. kép) Próbáltam nagyobb mennyiségű adatot is előállítani, de az AutoCAD Map 3D 2010 szoftver „Fatal Error” hibával elszállt. Ezt, a körülbelül 58000-nél is több vonal objektumot tartalmazó rajzot is percekig rajzolta a program, így azt a következtetést vontam le, hogy ezzel a szoftverrel az ennél is nagyobb mennyiségű adat generálását a továbbiakban nem kísérelem meg. Maga a generáló kód a következő képen található, ez alapján bármikor előállítható a teszteset. A MapGuide és MapServer programokba pedig új projektként létrehoztam és egyenként mérve az időt futtattam.

```

sub ujproba()
dim folia As AcadLayer
dim i As Integer
dim coord(0 To 14) As Double
ThisDrawing.Layers.Add ("proba")
set folia = ThisDrawing.Layers("proba")
folia.color = acGreen
ThisDrawing.ActiveLayer = ThisDrawing.Layers("proba")

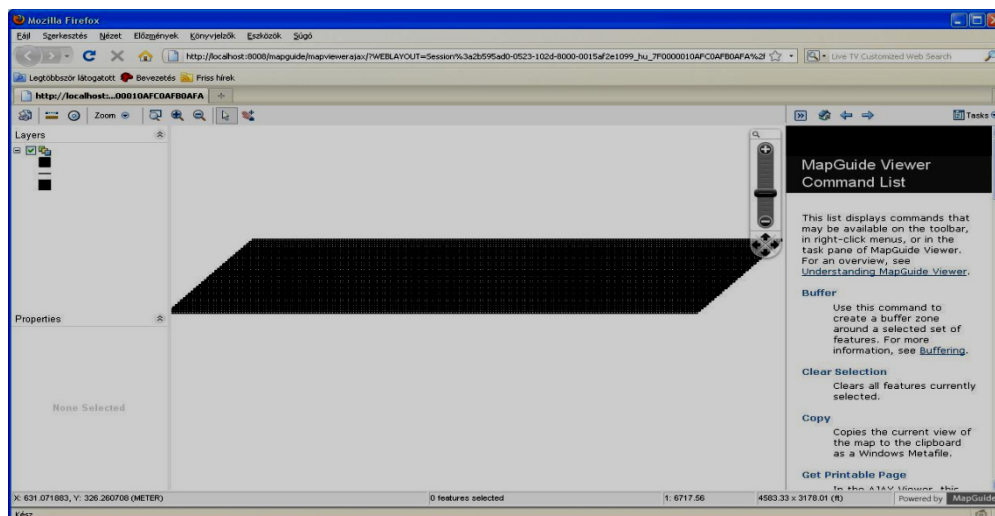
For k = 1 To 100
For j = 0 To 100
For i = 0 To 200
coord(0) = (i + (i * 6)) + k
coord(1) = (j + 0) + k
coord(2) = (j + 0) + k
coord(3) = (i + (i * 6 + 5)) + k
coord(4) = (j + 0) + k
coord(5) = (j + 0) + k
coord(6) = (i + (i * 6 + 5)) + k
coord(7) = (j + 5) + k
coord(8) = (j + 0) + k
coord(9) = (i + (i * 6)) + k
coord(10) = (i + 5) + k
coord(11) = (j + 0) + k
coord(12) = (i + (i * 6)) + k
coord(13) = (j + 0) + k
coord(14) = (j + 0) + k
ThisDrawing.ModelSpace.AddPolyline (coord)
Next
j = j + 5
Next
k = k + 5
Next

ZoomExtents
End Sub

```

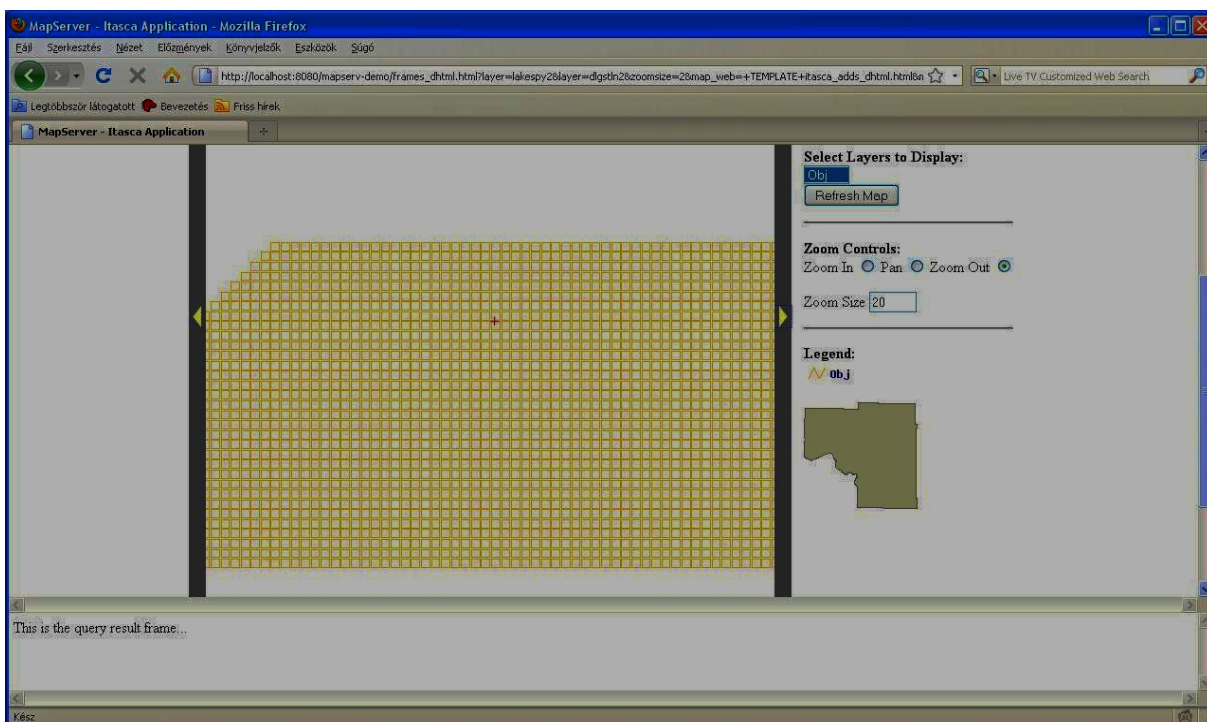
14. kép Sebességteszt példakód

A MapGuide program megközelítőleg 3 másodperc alatt megjelenítette a térképet (15. kép). A nagyítás illetve kicsinyítés funkciók is körülbelül 2 másodpercet vesznek igénybe. Tehát elég gyorsan megjeleníti a változásokat is. Maga a program kinézete a következő képen látható. A kódban bár zöld fóliát adtam meg, de a képen fekete színnel jelennek meg az objektumok (a Maestro szoftverben saját szín beállítás is van).



15. kép MapGuide sebességteszt program

Az előbb bemutatott program a MapServer alkalmazással előállítva, sokkal gyorsabban kirajzolja az alkalmazást (16. kép). Amint rákattintottam a Layerre, rögtön megjelenítette az alkalmazást (kb.1 másodperc). Az alkalmazás megjelenítése a következő képen látható, a kis négyzetek default barna színnel jelentek meg. Az alkalmazás mintájául a demo alkalmazás szolgált, ezért is látszódik a kis térképen a demo alap referencia térképe. (Erre tettem fel a layerem, amellyel teszteltem.)



16. kép MapServer sebességteszt program

Az összehasonlítás végére nekem az Autodesk MapGuide programja tetszett jobban, egyrészt mert grafikusan lehet beállítani és szebb a megjelenése, másrészt az általam a példa előállításához használt AutoCAD Map 3D 2010 közvetlen támogatása miatt. A webes kinézetben is a MapGuide-ot emelném ki. Ezzel szemben a MapServer nagyságrendekkel veri a MapGuide-ot gyorsaságban és beállítani sem kell annyi mindent, mindössze 2 darab config fájlt kell módosítani és máris kész az alkalmazás.

6. Összegzés

A szakdolgozatom célja nem konkrét alkalmazásfejlesztés vagy konkrét technológia, szoftver bemutatása, hanem egy általános kép kialakítása az olvasóban. A dolgozat elején igyekeztem tisztázni magának a dolgozatnak a témáját, vagyis mi a GIS és mi is az a térinformatika. A WEB GIS, mint fogalom is itt kerül kifejtésre. Az összehasonlítás igaz burkoltan, de már az első fejezet általánosságában is látszik, ahol a ma is használatos webes térinformatikai rendszerek architektúráját (kliens-szerver) és egy jelenleg erősen körvonalazódni látszó jövőképét (SOA) hasonlítom össze. Mindkét architektúrális megoldásra bemutatásra kerül a SOA esetében néhány szóban az ArcGIS Server. Mivel elterjedtebb alkalmazás architektúra a kliens szerver, ezért a szakdolgozatban a konkrét szoftver összehasonlítás során is kap figyelmet.

A térinformatikai rendszerek összehasonlítása adatbázis szinten is bemutatásra kerül egy általános bevezető (elméleti modell) után. A bemutatás és összehasonlítás a térinformatikai objektumoktól indul ki (Geometriai illetve Attribútum jellemzők) a logikai modell részben. A konkrét adatbázisszintű összehasonlítás a fizikai modell részben kezdődik, ahol a mintavételezés majd az adatok nyerésére szolgáló eljárások bemutatása. Ezek az eljárások az elsősorban geometriai és elsősorban attribútum adat kinyerésre vonatkoznak. A fejezet végén pedig konkrét, ma is használatban lévő (Például az általam a szakdolgozat utolsó fejezetében bemutatott szoftverek által is használt adatbázisok.) adatbázisok összehasonlítása zárja a témát.

A következő fejezet arról szól, hogy a webes térinformatika az utóbbi évek során egyre inkább nyílt forráskódúvá válik és ezt milyen szabvány, fogalmi, illetve szoftver formában látható a fejlesztők és felhasználók számára. A fejezet felületesen bemutat webes térinformatikai szoftvereket, amelyek jelenleg is használatosak. Az ingyenes, nyílt forrású szoftverek mellett, adatbázisok összehasonlítására és a webes adatbázisok elvárásaira is építtek a fejezetben, hiszen megbízható adatok nélkül semmit sem ér a szoftver. A fejezetet a nyílt forráskódok előnyével és hátrányaival zárom, mint egy kicsit elvontabb technológiai összehasonlításképpen.

Végül az utolsó fejezet webes szerveralkalmazásokat, vagyis a MapServer és MapGuide termékek bemutatására épül. Az összehasonlítást igyekeztem minél sokszínűbben elvégezni és ezáltal szembeállítani őket. Ilyen összehasonlítás például az architektúrális, telepítési és sebességbeli összehasonlítás.

Végezetül, mint a szakdolgozatom témájából általam levont következtetést szeretném leírni, vagyis azt, hogy ma már a nyílt forráskód meghatározó a webes térinformatikában. A ma használatos rendszerek és a jövő számára fejlesztett rendszerek is főleg nyílt forráskódú rendszerek. A szakdolgozathoz próbáltam éreztetni azt is, hogy egy webes térinformatikai rendszert összeépíthetünk már meglévő, nyílt rendszerekből, ezáltal a költségek jelentős csökkentését és egyéb előnyöket érhetünk el.

7. Melléklet

Képek:

1. http://www.date.hu/~lpeter/SIRIUS_Alapismeret_kiseloadasok/EI%F5ad%E1s%20-%20t%E9rinformatika.doc
2. http://www.esrihu.hu/images/stories/szoftverek/server/arcgissserver_architektra.jpg
3. http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/gif/59fig88.gif
4. http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/gif/59fig89.gif
5. Saját kép - MapServer
6. Saját kép - Mapbender
7. Saját kép - MapGuide
8. Saját kép – OpenLayers
9. <http://trac.osgeo.org/mapguide/attachment/wiki/MapGuideArchitecture/image1.jpg?format=raw>
10. http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2000/Sbornik/Cerny/Cerny1.jpg
11. Saját kép – Visual Basic példakód
12. Saját kép – MapGuide Maestro
13. Saját kép – MapServer böngészőben
14. Saját kép – Visual Basic példakód, amelyet a szakdolgozatba említett tesztnél használtam.
15. Saját kép – Sebességteszt képe MapGuide szoftverrel
16. Saját kép – Sebességteszt képe MapServer szoftverrel

Program letöltési url-ek:

MapServer: <http://maptools.org/ms4w/>

MapGuide: <http://mapguide.osgeo.org/download/releases/2.1.0>

MapGuide Maestro: <http://trac.osgeo.org/mapguide/wiki/maestro/Downloads>

8. Irodalomjegyzék

8.1 Könyvek

- [1]Elek István: Bevezetés a geo informatikába, ELTE Eötvös Kiadó, 2008.
- [2]Detrekői Ákos - Szabó György: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest,2002
- [3]Thomas Ott, Frank Swiaczny: Time-Integrative Geographic Information System, Springer, 2000.
- [4]Bill Kropla: Beginning MapServer: Open Source GIS Development, Apress, 2005.

8.2 URL

- [5]http://www.date.hu/~lpeter/SIRIUS_Alapismeret_kiseloadasok/E1%F5ad%E1s%20-%20t%E9rinformatika.doc
- [6]http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system
- [7]http://gisfigyelo.geocentrum.hu/kisokos/kisokos_gis.html
- [8]<http://lazarus.elte.hu/hun/dolgozo/zentail/publ/2004-szfv50.ppt>
- [9]http://geogr2005.elte.hu/archiv/gis/09_WEB%20GIS_2007.ppt
- [10]http://chelnoky.ro/oktatas/ArcGIS_elm_1.pdf
- [11]http://www.esrihu.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=109
- [12]<http://www.otk.hu/cd02/5szek/klementsabolcs.htm>
- [13]http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/tbev.htm

- [14]http://www.agt.bme.hu/staff_h/siki/spatial.htm
- [15]<http://www.agt.bme.hu/szakm/adatb/db6.htm>
- [16]<http://wiki.hup.hu/index.php/PostGIS>
- [17]http://terinformatika-online.hu/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=45
- [18]<http://terinformatika-online.hu> (archívum cikkei)
- [19]<http://www.opengeospatial.org/standards>
- [20]<http://www.umn.edu>
- [21]<http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [22]<http://trac.osgeo.org/proj/>
- [23]<http://gdal.org/>
- [24]<http://www.mapbender.net>
- [25]<http://mapguide.osgeo.org>
- [26]<http://mapguide.osgeo.org/lgpl.html>
- [27]<http://www.openlayers.org>
- [28]<http://www.metacarta.com>
- [29]<http://www.mapserver.org/MapServer.pdf>
- [30]<http://mapguide.osgeo.org/sites/mapguide.osgeo.org/files/MgOpenSourceDevGuide.pdf>
- [31]<http://www.hungarocad.hu/main.php?folderID=927&articleID=3833&ctag=articlelist&iid=1>

[32]<http://themapguyde.blogspot.com/2009/07/resource-templating-in-mapguide.html>

[33]http://terinformatika-online.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=202&Itemid=84

[34]<http://szeghalmy.extra.hu/terinfo/mapserver.pdf>

[35]<http://www.foss4g.org/index.php/foss4g/2008/paper/viewFile/216/209>

[36]<http://docs.autodesk.com/MAP/2010/ENU/AutoCAD%20Map%203D%202010%20User%20Documentation/HTML%20Help/index.html?url=WS73099cc142f487551e5a0cb10850d4cd7c-74f7.htm,topicNumber=d0e176674>

[37]<http://www.hungarocad.hu/main.php?folderID=1022>