

Térbeli döntéselőkészítés 7.

Térbeli döntések

Márkus, Béla

Térbeli döntéselőkészítés 7.: Térbeli döntések

Márkus, Béla

Lektor: Tamás , János

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2011

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

A modul elején vázlatosan ismertetjük az érdekeltek bevonásának eszközeit; majd egy esettanulmányban példát adunk egy térbeli probléma hagyományos és térinformatikai megoldására. Foglalkozunk a döntéstámogatás gyakorlati fogásaival, az adatbázis építésének megvalósításával, a térbeli elemzések végrehajtásával, a döntések megalapozásához szükséges információk megjelenítésével, a megbízhatóság elemzésével, megmutatjuk a tipikus gyakorlati problémákat.

Jelen szellemi terméket a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

| | |
|--|----|
| 7. Térbeli döntések | 1 |
| 1. 7.1 Bevezetés | 1 |
| 2. 7.2 Alapfogalmak | 1 |
| 2.1. 7.2.1 Döntéstámogató rendszer | 1 |
| 2.2. 7.2.2 Gondolati térkép | 2 |
| 2.3. 7.2.3 Döntési modell | 3 |
| 3. 7.3 Az esettanulmány ismertetése | 4 |
| 4. 7.4 GIS megoldás | 6 |
| 5. 7.5 Hibák és minőség | 16 |
| 5.1. 7.5.1 Hibaterjedés | 16 |
| 5.2. 7.5.2 Műveletek élelten halmazokkal | 18 |
| 5.3. 7.5.3 Tervezés | 19 |
| 6. 7.6 Összefoglalás | 19 |

7. fejezet - Térbeli döntések

1. 7.1 Bevezetés

Az első három modulban a térbeli döntések előkészítésének menedzsment feladataival és gyakorlati fogásaival foglalkoztunk. A következő három modulban a térinformatikai rendszer lehetőségeit, vagyis a folyamat műszaki oldalát tekintettük át. Lépésről-lépésre bemutattuk, hogyan tervezzünk, szervezzünk és irányítsunk projekteket; hogyan juthatunk el az adattól az információig. Ez a modul ezt a tudást kívánja integrálni, tapasztalatokat nyújtani a térbeli döntések támogatása terén.

Ebben a modulban egy esettanulmányt ismertetünk, melyben példát adunk egy probléma hagyományos és térinformatikai megoldására. Foglalkozunk a térbeli adatokra alapozó döntéstámogatás gyakorlati fogásaival, az érdekeltek bevonásának eszközeivel, az adatbázis építésének megvalósításával, a térbeli elemzések végrehajtásával, a döntések megalapozásához szükséges információk megjelenítésével, a megbízhatóság elemzésével, megmutatjuk a tipikus gyakorlati problémákat. Nem titkolt célunk az is, hogy összehasonlítsa a hagyományos és GIS megoldást, meggyőzzük az Olvasót a térinformatika hasznosságáról.

A fejezet elsajátítása után képes lesz:

- meghatározni a térbeli döntések előkészítésének folyamatát,
- elmondani az érdekeltek bevonásának módszereit,
- megvitatni és összehasonlítani a manuális és térinformatikai megoldásokat,
- orientációt adni a térbeli döntések támogatásának gyakorlati megvalósításában.

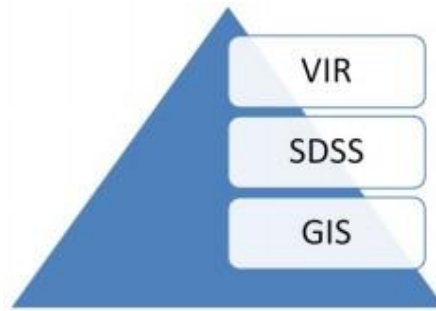
2. 7.2 Alapfogalmak

2.1. 7.2.1 Döntéstámogató rendszer

Térbeli tervezés számítógéppel történő támogatására már az 1950-es évek közepén történtek kísérletek, ahogyan ezt a domborzatmodellezéssel foglalkozó modulban említettük. Valójában a 1970-es évek elejéig várni kellett a gyakorlati alkalmazásra. Ekkor jelentek meg olyan rendszerek, in-teraktív módon járultak hozzá a döntési folyamathoz. Ezeket kezdetben CAD (Computer-Aided Design) rendszereknek hívták, Ebben a korszakban Magyarországon az AMT (Automatizált Műszaki Tervezés) kissé félrevezető elnevezés terjedt el.

A döntésemélet és a számítástechnika fejlődése nyomán egyre inkább a döntéstámogató rendszer (Decision Support System, röviden DSS) fogalmat használták, amit később a térinformatika terjedésével kiegészítettek a térbeli (Spatial) jelzővel. A döntéstámogató rendszer integrált számítógépes rendszer, amely adatbázisokra alapozva, döntési modellek felhasználásával és a tervező interaktív irányításával nyújt segítséget a nem programozható vagy részben programozható döntések meghozatalában.

A vezetői hierarchiában más-más típusú döntéseket kell meghozni. A DSS főleg a taktikai, részben a stratégiai szint félig strukturált döntéseit támogatja. A felső vezetés stratégiai kérdésekkel foglalkozik. Számukra speciális DSS kidolgozása célszerű, amit vezetői információs rendszernek (VIR) hívnak. A VIR információt szolgáltat rendszeres vagy speciális jelentések formájában, modellező képességekkel rendelkezve, elemzéseket, előrejelzéseket készítenek. A középvezetésnek a tervezés fontos feladata. A tervezésben kivétel nélkül fontos szerepet játszik a helyzet, ezért szerepel a következő ábrában SDSS. Az operatív vezetés részleteket kívánó munkájában a GIS hasznos szolgáltatásokat tehet.



7.1. ábra. Döntési szintek tipikus rendszerei

Ha a döntési probléma strukturált, vagyis a feladat jól meghatározott, akkor a megoldás algoritmizálható. Az ilyen problémák számítógép segítségével könnyen megoldhatók. A nem strukturált feladatok emberi döntéshozatalt igényelnek. A világ azonban ritkán „fekete vagy fehér”, sokkal inkább „szürke”. Így a problémák nagy része tartalmaz programozható és nem programozható elemeket. Az ilyen esetekben a döntés az ember és a számítógép közös munkájának az eredménye. A döntéstámogató rendszerek és a strukturáltság fokának összefüggését illusztrálja a következő ábra.



7.2. ábra. A döntéstámogató rendszer hatékony tervezést tesz lehetővé, ötvözve az ember intuitív és kreatív képességeit, valamint a számítógép gyorsaságát

A DSS célja tehát nem az, hogy önállóan hozzon döntést vagy helyettesítse a menedzsert. A cél a döntéshozó támogatása a problémák megoldásában. Fontos tényező a döntés hatékonysága. A DSS egyik előnye a döntés minőségének javulása, a jobb döntés meghozatala, másik pedig a gyorsabb döntéshozatali folyamat, vagyis a döntési teljesítmény fokozása.

A döntéstámogató rendszerek nagyon fontos jellemzője az interaktivitás. A VIR előre definiált jelentéseivel szemben a SDSS képes ad hoc lekérdezésekre gyors válaszokat adni, „mi történik akkor, ha” jellegű modellezéseket végezni, különböző alternatívákat elemezni, összehasonlítani. A DSS működését a menedzser vezérli, kérdéseket tesz fel, utasításokat ad ki. A szolgáltatott információ tartalma és formátuma rugalmasan módosítható az egyéni igényeknek megfelelően.

Mivel a DSS végfelhasználói nem számítástechnikai szakemberek, nagyon fontos követelmény a barátságos felhasználói felület, a könnyű kezelhetőség. Nagyon fontos, hogy egy ilyen rendszer kezelése egyszerű, gyorsan elsajátítható legyen.

Az előre nem látható, egyedi problémák megoldásának képessége nagyfokú rugalmasságot igényel a rendszertől. Fontos szempont, hogy a döntéshozó közvetlenül is részt vegyen a rendszer fejlesztésében, létrehozásában, esetleg kisebb változtatásokat, módosításokat, bővítéseket maga is el tudjon végezni.

2.2. 7.2.2 Gondolati térkép

- Határozzuk meg azokat az adatszinteket vagy a térbeli adathalmazokat, amikre az elemzéshez szükség lesz!
- Használjunk világos, logikus, természetes nyelvet az elemzési folyamat leírására, melybe leírjuk a rendelkezésére álló adatokból a megoldáshoz vezető utat!
- Készítsünk folyamatábrát, ami rajzban is megjeleníteni e folyamatot!
- Egészítsük ki a folyamatábrát olyan GIS utasításokkal, amik a kívánt térbeli műveletek végrehajtásához az adott térinformatikai rendszerben elérhetők!

A döntési modell grafikus megközelítést ajánl fel az adatszintek integrálásához és elemzéséhez, ami jelentősen hozzájárul a térbeli döntéstámogatás tervezéséhez.

Tekintettel arra, hogy a „kartográfiai” jelzót az adott döntéstámogatási környezetben körülményesnek és félrevezetőnek tartjuk, helyesebb a döntési modell használata. Ezt használjuk a modul további részében is.

3. 7.3 Az esettanulmány ismertetése

A különböző típusú hulladékok elhelyezése napjaink egyik legégetőbb problémája ugyanúgy, mint a természeti és környezeti értékek megóvása a káros emberi tevékenységekkel szemben. Ezért különös gondot kell fordítanunk az újonnan nyitandó hulladéklerakók helyének kijelölésére. Körültekintően kell végeznünk a tervezést, a különböző érdekek összevetésekor fontos a megfelelő kompromisszumok keresése, de a környezet védelmét, a természeti örökségünk megóvását előnyben kell részesítenünk. A biztonságos tároló helyére alternatívák keresése és kijelölése egy tipikus térinformatikai döntéselőkészítő munka. Példaként vegyünk egy egyszerűsített gyakorlati feladatot.

Az elérendő cél, a megvalósítás feltételei és szabályai a következők:

Cél: Kisteljessítményű kommunális hulladéklerakó optimális telephelyének kiválasztása a helyi önkormányzat által a rendezési tervben kijelölt, mintegy 2 km² nagyságú területen.

Szépen hangzik a cél. Látszólag egyszerű a feladat, de ...

- Mit jelent az, hogy kisteljessítményű?
- Ki mondja meg, hogy mi az optimális?

A gyakorlati végrehajtásnál körültekintően kell eljárunk. Nagyon fontos az igények pontos megismerése. A térinformatikusok egészen biztosan egy tervezőcsapatnak a tagjaként vesznek részt a folyamatban. Ebben társaik lesznek a hulladék-elhelyezéssel, hulladékégetéssel, hulladékgazdálkodással foglalkozó szakemberek, közlekedési szakemberek, építőmérnökök stb.

Elengedhetetlen a megbízók, felhasználók és engedélyezők igényének és elvárásainak az ismerete. Ebben az esetben a helyi önkormányzat képviselő testülete kell, hogy támogassa tervünket, de annak meg kell felelnie valamennyi törvényi előírásnak és szabályozásnak is. Végül el kell, hogy fogadja a lakosság. Ez bizony nem könnyű feladat. Az Olvasó biztosan emlékszik néhány sajtóhírré e témában.

A következő lépésben azokat a feltételeket fogalmaztuk meg, amelyeket a telephelynek ki kell elégítenie.

Feltételek:

- Elsődleges feltétel, hogy az elhelyezés környezetbarát legyen.
 - Ki kell zárni azt a lehetőséget, hogy a telephelyről közvetlenül szennyező anyag kerüljön az élővizekbe.
 - A telephely a lehető legkisebb mértékben zavarhatja a természetes táj képét.
- Ugyanakkor az elhelyezés legyen költségkímélő.
 - Az építendő üzemi út költsége legyen minimális.
 - A vízzárás költségeit csökkentendő a telephely általaja legyen kedvező építési adottságú.

- A földmunka mennyiségének korlátozására, a terület lejtéviszonyai legyenek kedvezők.
- A kisajátítás költségei nem lehetnek magasak.
- A telephely területe legyen elegendő a lerakó infrastruktúrájának elhelyezésére, valamint a hulladék tárolására.

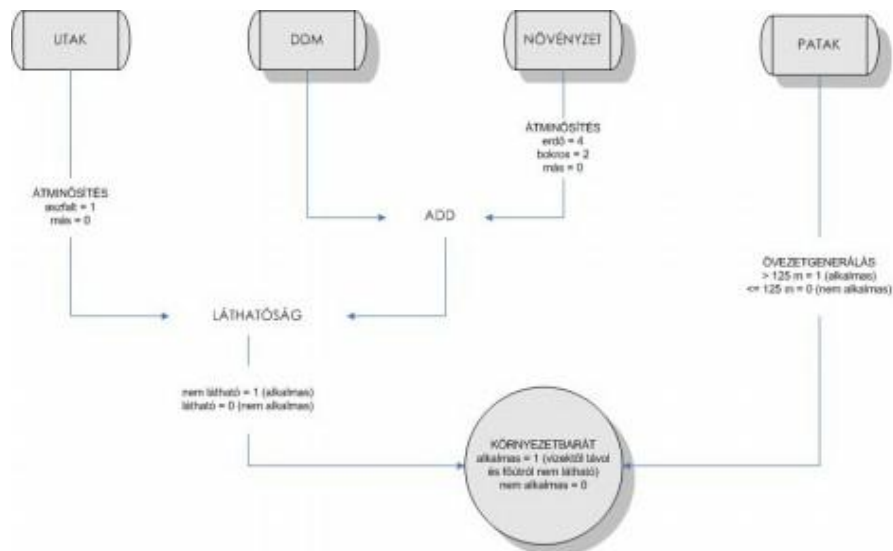
A feltételeket ezután pontosítani kell, szabályokat kell alkotni, hogy a területlehatárolást pontosan el lehessen végezni, meg lehessen szerkeszteni.

Szabályok: az elvi feltételek szakmai és jogi szakértőkkel való konzultáción történt pontosítás után, a következő szabályokat kell betartanunk:

- A hulladékelhelyező élővizektől mért távolsága haladja meg a 125 métert.
- A telephelyet főútvonalról ne lehessen látni.
- A telephely kiépített úttól mért távolsága max. 250 m lehet.
- A kiválasztott területen az altalaj építési alkalmassági osztálya legyen nagyobb, mint 1. Legyen az altalaj vízzáró!
- A telephely lejtése nem lehet nagyobb 12 %-nál.
- A hasznosítani kívánt terület művelési ága rét vagy legelő lehet.
- A potenciális terület legyen nagyobb, mint 0.4 ha.

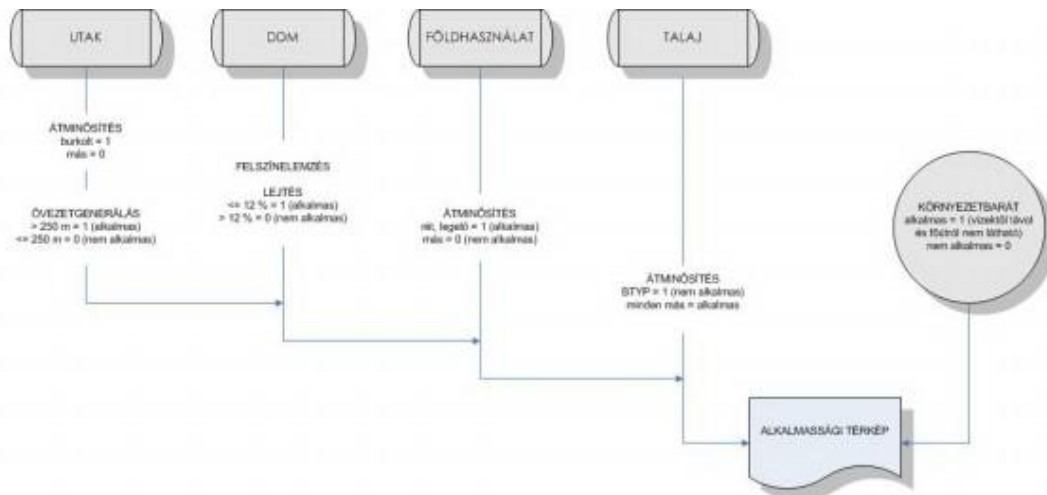
Döntésselőkészítés: Készítsünk el egy olyan tematikus térképet, mely tartalmazza a terület alkalmasság szerinti minősítését.

A megoldás áttekinthetőségének biztosítására célszerű egy szemléletes folyamatábrát készíteni. Amint említettük, ezt nevezik döntési modellnek is. Ez nemcsak a térinformatikus számára nyújt segítséget, de a döntésselőkészítő csoport többi tagja és valamennyi érdekelt fél számára is biztosítja a közérthetőséget, és ezáltal a beleszólás lehetőségét.



7.4. ábra. A döntési folyamat első szakasza¹.

¹ Az ábrán DDM a digitális domborzatmodell rövidítése.



7.5. ábra. A döntési folyamat második szakaszának modellje.

4. 7.4 GIS megoldás

A hagyományos megoldás rövid áttekintése után nézzük meg, hogyan segíti a döntések meghozatalát a GIS: Hogyan tudnánk ezt a feladatot GIS segítségével végrehajtani?

Az első lépés mindenképpen a GIS adatbázis felépítése. Meg kell határozniuk milyen adatokat, milyen részletességgel kell megszerezniük. A hagyományos megoldás során megismertük a térképi adatokat. Az adatbázis feltöltése esetünkben az említett térképek úthálózatának, vízrajzának, növényzet- és talajkategória-határainak digitalizálásával már megtörtént. De történetet volna már korábban felépített digitális adatbázisok felhasználásával is. Általában szükség van az adatok kiegészítésére is.

A következőkben egy GIS megoldást ismertetünk.

Az adatkezelési, adatlekérdezési és a megjelenítési funkciókon túlmenően a GIS lényege a térbeli integrációs, szerkesztési és elemző funkcióiban rejlik. Ezek komplex használatának szemléltetésére bemutatjuk a térbeli döntéselőkészítés GIS által segített megoldását. A megoldáshoz vektoros rendszert alkalmazunk.

A vektoros GIS a hagyományos térképi elemzésből alakult ki a hetvenes években. A megoldás nagyon hasonlít az ember hagyományos szemléletéhez. Ebben az esetben a valós világot pontok, vonalak és foltok sorozatával és a hozzájuk kapcsolódó leíró adatokkal jellemezzük. Az elemzések során ezeknek a kapcsolatát vizsgáljuk, vagy egymásra vetítésükkel az azonos helyeken valamilyen feltételek teljesülését határozzuk meg. Itt az ArcGIS szoftver használatával levezetett megoldást ismertetjük.

A hagyományos megoldás föliáit itt adatszintek helyettesítik, melyeket egy-egy-egy shapefájl ír le. Az adatszinteket pontok vagy vonalak vagy poligonok (foltok) alkotják. A digitalizálást az ArcMap modullal végeztük. A topográfiai térkép és a hidrogeológiai térkép eltérő vetületi rendszeréből adódó problémát koordináta-transzformációval oldottuk meg.

Sajnos a gyakorló feladat kialakításakor nem rendelkezünk az ArcGIS-hez kapcsolódó domborzatmodellező modullal, ezért a láthatósági vizsgálatot a Map-for-the PC szoftver segítségével végeztük el, melynek eredményét raszter-vektor átalakítás után töltöttük át az adatbázisba.

Az adatbázist a tananyaghoz mellékelt demosz.zip állomány tartalmazza. Csomagoljuk ki az állományt. Töltsük fel a DEMOSZ könyvtárat, benne az alábbiakban leírt adatbázissal.

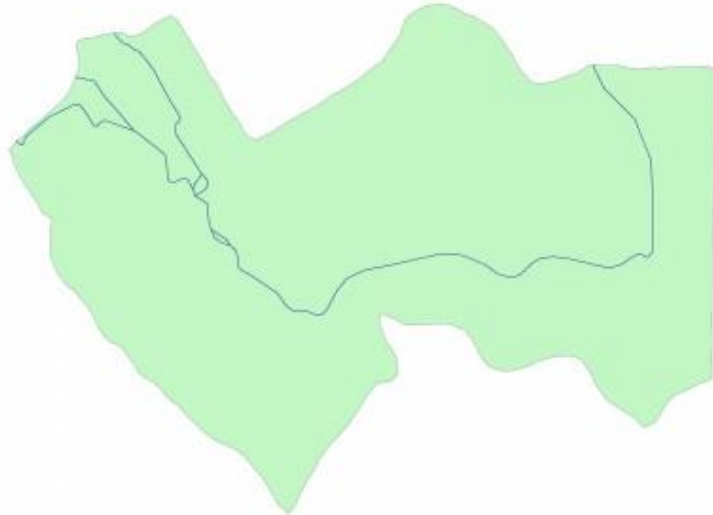
A DEMOSZ adatszintjei a következők:

| | |
|-------------|--------------|
| | OTAB |
| ORSZÁGHATÁR | Magyarország |

| | |
|-----------------------|---|
| | MKH021 - FÖMI áttekintő adatok |
| MEGYE | Megyék |
| TELEP | Települések |
| VIZEK | Vízrajz |
| | Örvényesi-Séd |
| örvsédúthálózat | A teljes vízgyűjtő úthálózata |
| kilométerháló | őrvonalak + a rendezési terv által adott határvonal |
| | Örvényes (térképről) |
| határvonal | körzethatár, a rendezési terv alapján |
| utak | úthálózat (aszfalt, makadám, talaj) |
| patak | patak |
| szintvonal12 | szintvonalak |
| szintvonal22 | szintvonalak |
| növényzet | növényzet (CHEAP : rét, legelő) |
| talaj | talajtérkép (SUITSOL : BTYP>1 vízzáró) |
| lejtésviszonyok / DDM | lejtés, lejtésirány, lejtőkategória (PLAIN) |
| | Örvényes (topográfiai térképről) |
| Vászoly_2layer | űrfelvétel (Google) |
| | Örvényes (levezetett) |
| takart | láthatóság (GRID_CODE) |
| paktól125 | Víztől távol |
| utaktól250 | Úthoz közel |
| | Eredmények |
| környezetbarát | Környezetbarát |
| mind1 | A szempontoknak tökéletesen megfelelő területek (0-1 skála) |

| | |
|--------|--|
| minda6 | Mind a 6 szempontot magába foglaló 0-6 skála |
|--------|--|

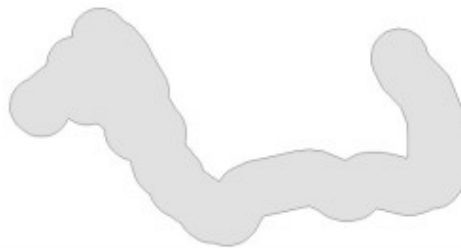
A *határvonal* egy területet határoz meg, tehát poligon típusú. A határvonalat az önkormányzat húzta meg, és a rendezési tervről digitalizáltuk. A határvonalon belüli terület *ENGEDÉLYEZ* oszlopában 1 (egy) jelzi az alkalmasságot. A határvonalon belül nincs forrás (pontszerű objektum), sem tó (foltszerű objektum – poligon), ezért a topográfiai térkép vízrajza (az élővizek) egy vonalszerű fedvénnel leírhatók. Ennek az adatszintnek a *patak* nevet adtuk.



7.6. ábra. A határvonal és a patak

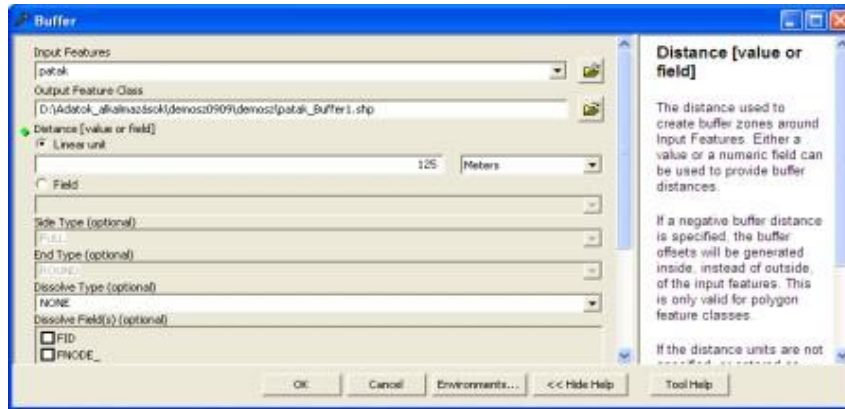
Környezetbarát elhelyezés

A patakhoz a 125 m-es védőövezet kialakítása az ArcMap ArcToolbox / Proximity / Buffer Wizard (övezet varázsló) parancsával történik. Ez a parancs az objektumtól (itt a vízfolyástól) adott (esetleg változó) távolságnál közelebb eső pontok határvonalát megszerkesztve egy új adatszintet hoz létre. Ennek a *patak_Buffer1* nevet adta volna a program alapértelmezésben. Átnevezés után *pataktól125* lett. A létrejövő leíró adatok táblázatában egy *PATAKTÁVOL* oszlopot alakítottam ki, és ennek a vízhez közel 0 (NULLA) értéket adtam. A későbbiekben is 1 mindig az alkalmas, 0 a nem alkalmas területeket jelenti.

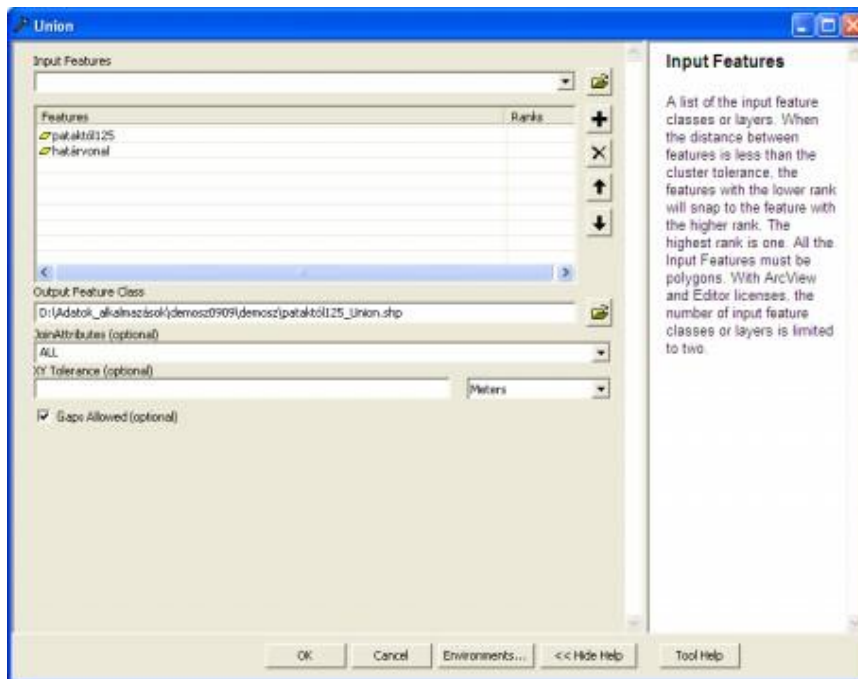


7.7. ábra

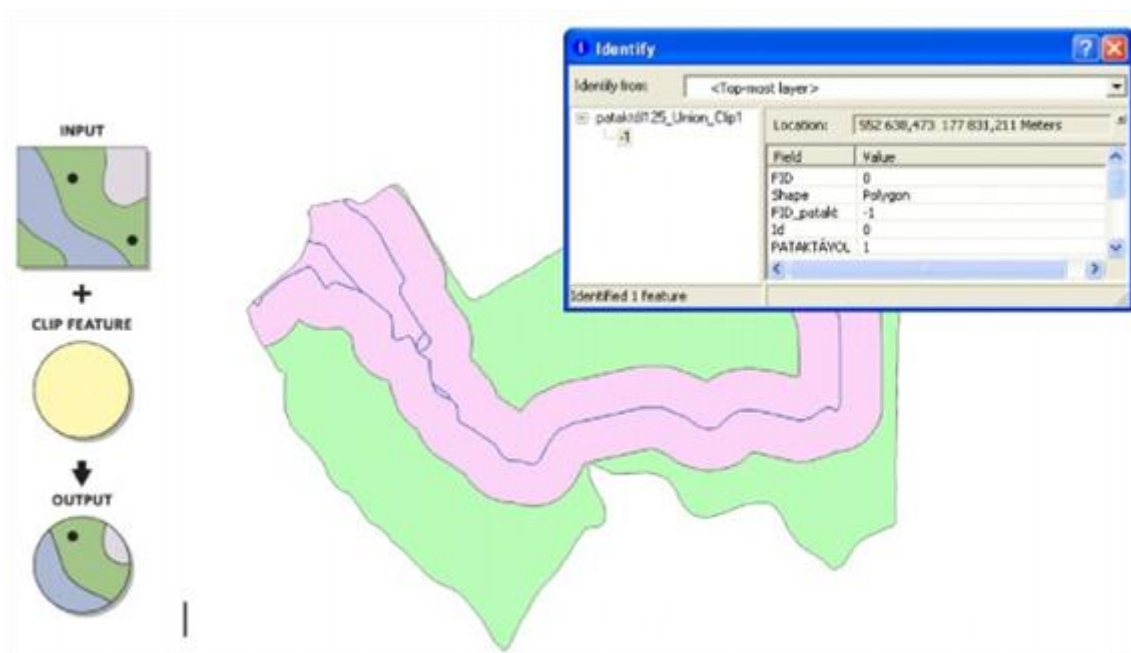
Az övezet varázsló képes övezeteket szerkeszteni pontokhoz és poligonokhoz is. A gép pontosabb, és gyorsabb munkát végzett, mint a hagyományos körzős szerkesztésünk.



7.8. ábra. Övezet szerkesztése



7.9. ábra. UNION - patak01125 és határvonal átlapolása

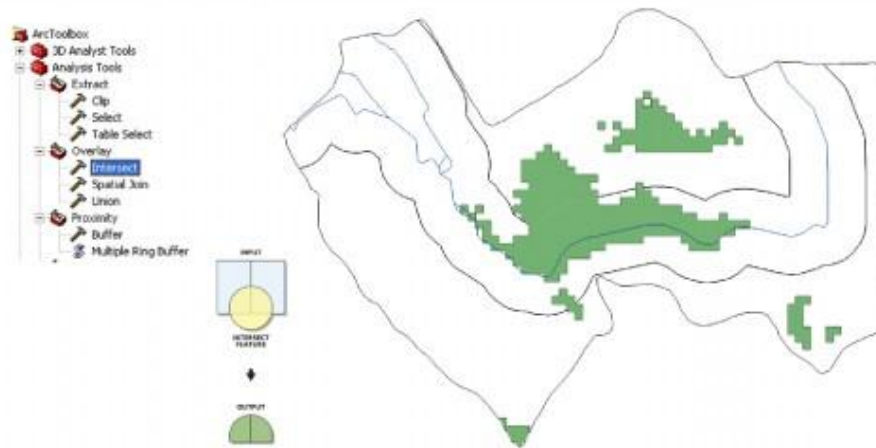


7.10. ábra. CLIP - a határon túleső részek levágására

Amint korábban említettük a láthatósági vizsgálatot egy másik szoftverrel végeztük el. Ennek bemenő adatait a főútvonal egy négyzethálós domborzatmodell és egy növényzet magasságokat tartalmazó fedvény képezték. A főútvonalat az úthálózat (*utak*) fedvényből ki lehet szelektálni, mert a főutakat megkülönböztettük a makadám és talajutaktól. A domborzatmodell által megadott terepmagassághoz hozzáadtuk a növényzet magasságát. Így megkaptuk azt a felszínt, ami láthatóságot befolyásolja.

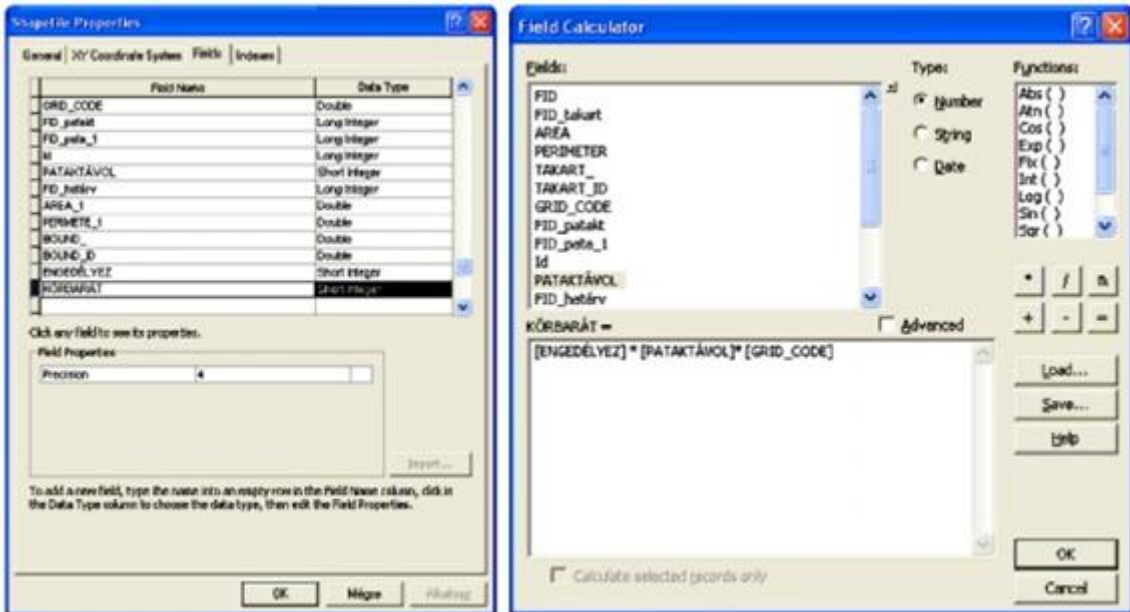
Ezután a programnak meg kellett adni, hogy az út felett milyen magasságból néz körül a szemlélődő autós (1 métert adtunk). A program 1994-ben 30 percig számolt, mikorra elkészült a vizsgálat. Most valószínűleg 3 másodperc is elég lenne. De a hagyományos megoldás térképésze valószínűleg 3 napig szerkesztené a láthatósági térképet, ami korántsem lenne ilyen megbízható! Azért ezt a képet is le kell ellenőrizni! Biztosan feltűnt, hogy a poligonok határvonala szögletes. Ez azért van, mert a szoftver raszteres modellt alkalmazott, 25x25 m-es felbontással. Komoly hibalehetőség adódik a növényzet magasságának meghatározásából! Itt nagy hasznát lehetne venni a légifelvételeknek. De mindenképpen hasznos egy helyszíni ellenőrzés.

Vetítsük össze a főútvonallról sehonnas sem látszó, takarásban lévő területeket tartalmazó fedvénnyel (*takart*) és a *határvonal* fedvényt az ArcMap Intersect (metszet) parancsával. Az eredmény a *takart_Intersect* fedvény lesz. A fedvény kiterjedése egyezik a határvonallal. A leíró adattábla oszlopaiban mindkét fedvény adatai megjelennek. Nekünk a láthatósági vizsgálatból kijövő *Grid_code* érték a fontos, tudnunk kell, mely poligonok voltak takarásban (*Grid_code* = 1).



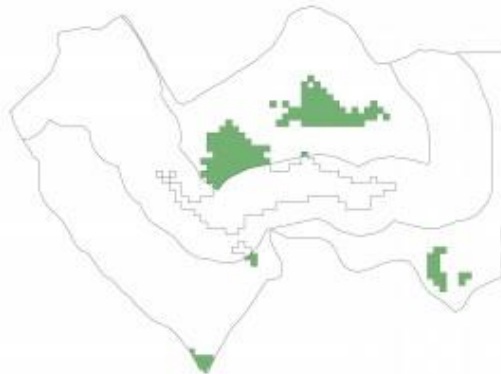
7.11. ábra. INTERSECT

Másoljuk át a kapott eredményt a *környezetbarát* fedvénybe. A leíró adattábla oszlopaiban mindhárom fedvény adatai megjelennek. Nekünk azok a poligonok kellene, amelyek távol voltak a pataktól és takarásban voltak. Adjunk hozzá a leíró adattáblához egy *körbarát* oszlopot, és töltsük fel a Field Calculator (adattábla számológép) segítségével.



7.12. ábra. Field Calculator

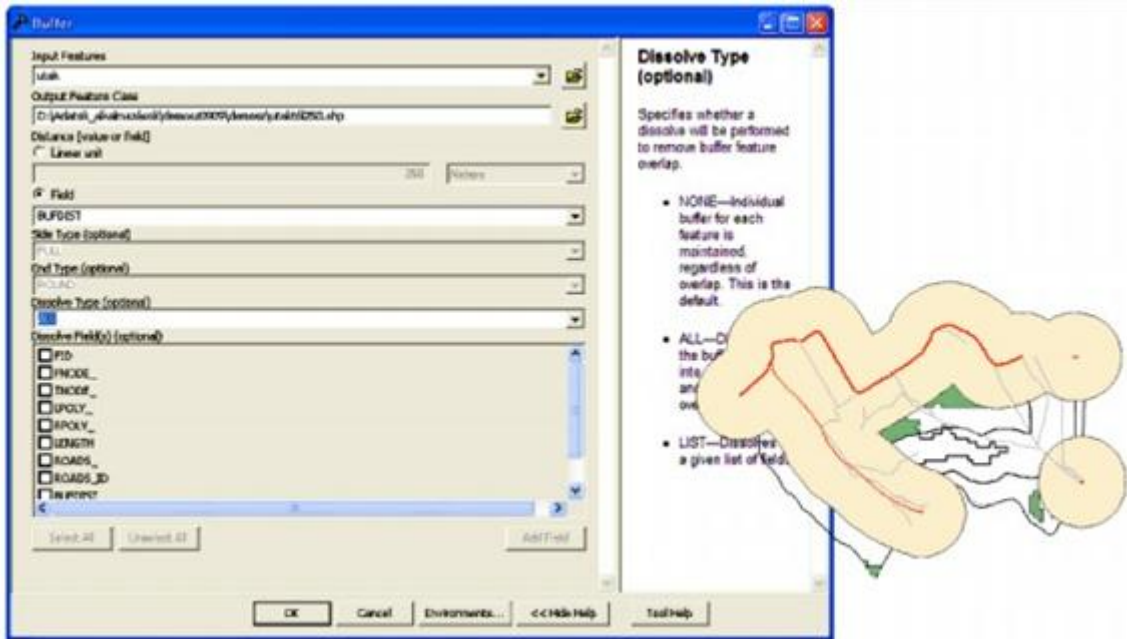
Az eredmény a következő ábrán látható. A határvonalon belüli zöld területfoltok a környezetvédelmi szempontoknak megfelelő, potenciális telephelyek. Az új tematikus térkép azokat a foltokat mutatja, amelyek kielégítik a környezetbarát elhelyezés feltételeit; élővizektől távol vannak, és nem láthatók főútvonalakról, vagyis ahol a tájkép zavarása nélkül a hulladéklerakó elhelyezhető. Vegyük észre, hogy az eredmény nem egyszerűen kép, hanem egy új adatszint!



7.13. ábra. Környezetbarát helyek.

A költségek kímélése

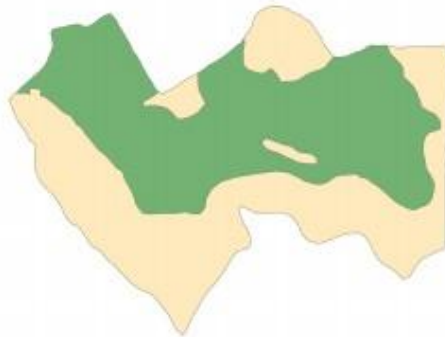
A költségkímélő elhelyezés első szempontja, hogy a telephely legyen 250 m-nél közelebb a burkolt utakhoz. Ezt a feltételt ugyancsak a Buffer Wizard (övezet varázsló) paranccsal írhatjuk le. Amint említettük, az övezetgeneráló parancs lehetőséget ad változó szélességű övezetek kialakítására is. A *utak* úthálózati fedvényből most leválogattuk a burkolt utakat, ezekre nézve egy BUFDIST oszlopba "250"-et írtunk. A talajutak esetén ez az érték "0". A létrehozott, változó (0/250 m) szélességű övezetbe eső poligonokra SUITROAD = 1 (alkalmas) értéket adtunk.



7.14. ábra. Utakhoz közel

Az ábrán látszik, hogy a 250 m széles övezetek túlnyúlnak a határvonalon. Ez zavaró, ezért a CLIP paranccsal a határvonal mentén körbevágjuk.

A területről rendelkezésünkre állt egy talaj-adatbázis, amelyben a vízzáró talajfoltokhoz SUITSOIL = 1 értéket rendeltünk. Látható, hogy az adatbázis sokkal több (69) poligont tartalmaz, mint a 0/1 fedvény (5). A DISSOLVE paranccsal a felesleges határvonalak törölhetők, ezzel poligonok száma lecsökkenthető. Ez hasznos lehet a megjelenítésben és az elemzés gyorsításában.



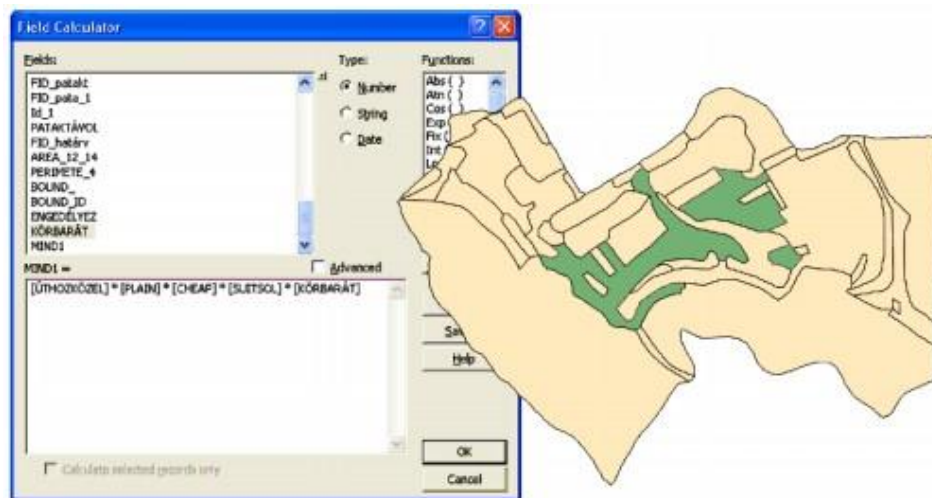
7.15. ábra. A talaj fedvény poligonjai számának csökkentése a DISSOLVE paranccsal

Tekintettel a domborzatmodellező alrendszer hiányára, egy morfológiai adatbázisból vezettük le a *lejtéviszonyok* fedvényt, és ebből a lejtőkategória térképet. A morfológiai adatokat nagy munkával, topográfiai térképek felhasználásával, terepi mérésekkel való pontosítás révén állították elő. A lejtésen kívül ebben szerepelnek a kiettség (lejtésirány), lejtőhossz, görbültség stb. adatai is. A számunkra fontos 12 %-osnál kisebb lejtésű területek leválogatása után PLAIN = 1 értékadást végeztünk az attribútum adatok táblázatában.



7.16. ábra. 12 %-nál kisebb lejtésű területek

A telephely ne kerüljön értékes művelési águ területre! Az ingatlan szakértők szerint az alkalmas helyeket a rétek vagy legelők jelentik. A *növényzet* fedvényen a rét és legelő művelési ágra $CHEAP = 1$. Az átosztályozás eredményét mutatja az ábra.



7.17. ábra. Rét és legelő

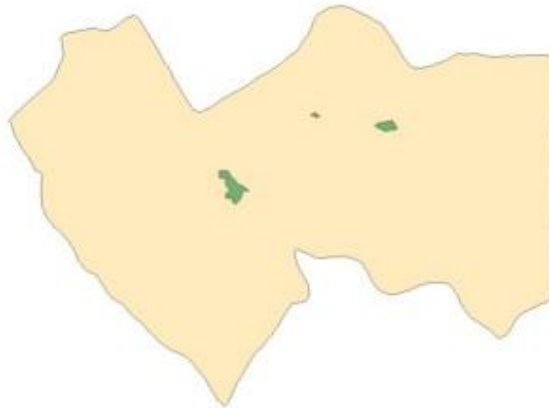
Az UNION paranccsal elvégezhető az előbbieket szerint levezetett összes fedvény átlapolása, egymásra vetítése. A módszer hasonló a manuális megoldás földtechnikájához. Az eredmény helyzeti adatait mutatja a következő ábra. Az adatbázisban ezt a *mind1* fedvény tartalmazza. Ebben már 1244 poligon található, és adattáblája tartalmazza az alapfedvények minden oszlopát. Ez egy bonyolultabb vizsgálatnál nagyon megnövelheti a tárigényt. Szorozzuk össze a költségtakarékos megvalósítás feltételeinek való megfelelést tartalmazó és a *körbarát* attribútumokat minden poligonra nézve, és tároljuk az eredményt a *mind1* oszlopban.

Azok a poligonok lesznek megfelelők, ahol mind a 6 attribútum értéke 1, vagyis $mind1 = 1$.



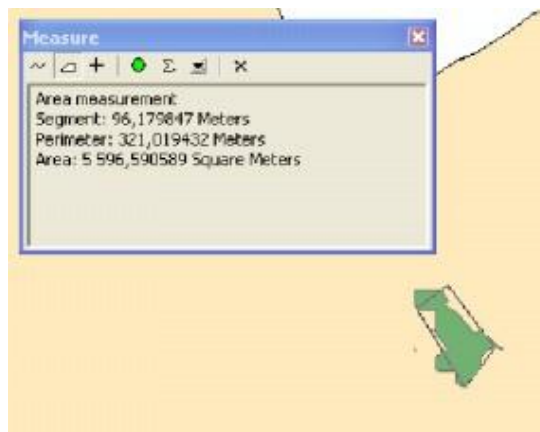
7.18. ábra. A minden feltételt kielégítő eredmény

Amint korábban mutattuk, a DISSOLVE paranccsal a poligonok száma erősen csökkenthető. Eltöröltük mindazon határokat, ahol a *Mindl* attribútum értéke 1. Zöld színnel látjuk azokat a helyeket, ahová a hulladékelhelyező telepíthető.



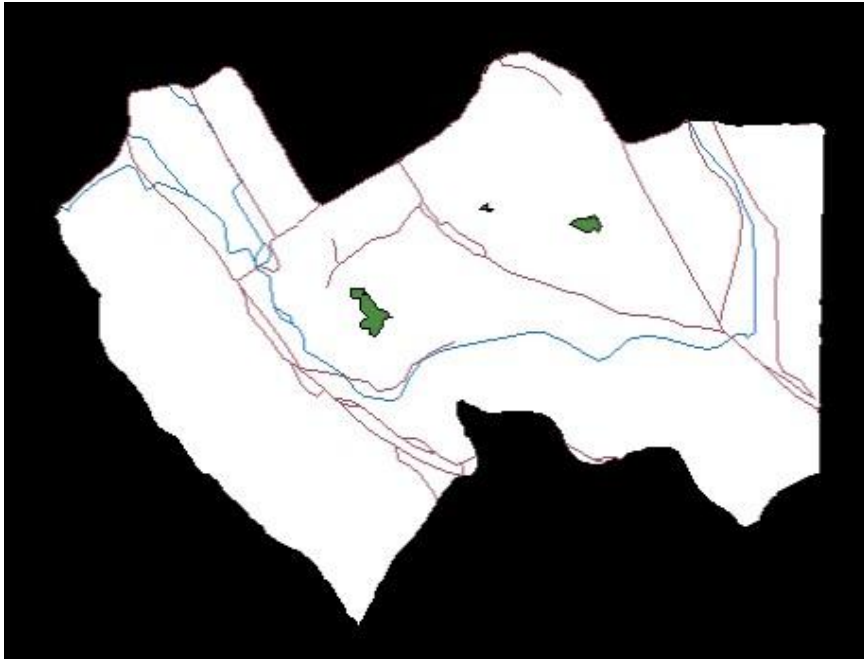
7.19. ábra. A minden feltételt kielégítő végeredmény

A poligonok területe a *Measure* paranccsal egyszerűen nyerhető. A potenciális foltok közül csupán egynek a területe nagyobb, mint 0.4 ha.



7.20. ábra. A terület meghatározása

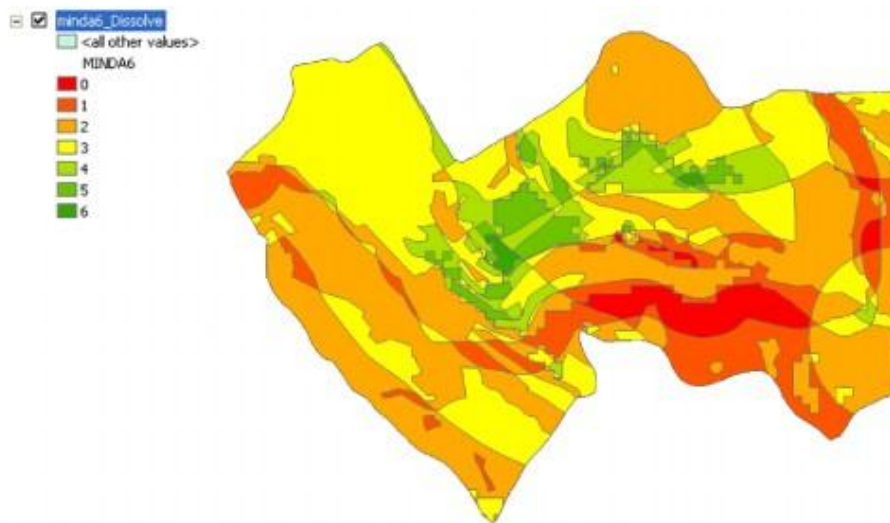
Ezután a terepen végzett szemléléssel ellenőrizhető az alkalmassági vizsgálat. A felkereséshez azonban viszonyítási adatokat célszerű adni, ezért a következő ábrán a potenciális területek mellett feltüntettük az úthálózatot és a vízhálózatot is.



7.21. ábra. Potenciális telephelyek

Hogyan lehetne a potenciális területeket növelni? Például, ha a döntéshozók megelégszenek olyan területekkel is, ahol 5 vagy esetleg 4 feltétel teljesül.

A döntéselőkészítésben színesebb, árnyaltabb képet adunk például akkor, ha nem összeszorozzuk, hanem összeadjuk az attribútum táblázat alkalmasságra utaló oszlopait. Az így kapott eredményt szemlélve látható, hogy a döntési tér jelentősen kitágult, ami gondolkodásra készítheti a döntéshozókat.



7.22. ábra. Szorzás helyett összeadás

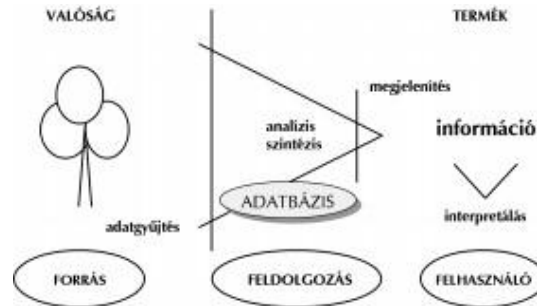
A bemutatott példák vázlatos áttekintést adtak a GIS műveletekről. Nem esett szó a hálózatelemzésről, amellyel a hulladékgyűjtés folyamata tervezhető, így ebbe a vizsgálatba beépíthető lenne. Nem beszéltünk a modellezésről, amellyel például légszennyezési hatáselemzéseket végezhetünk volna. Ezek a GIS műveletek elég bonyolultak, ezért az elméleti órákon foglalkozunk velük.

Remélhetőleg sikerült láttatni, hogy a GIS révén a térbeli elemzés, döntéselőkészítés komplexebbé, teljesebbé válhat. A térinformatikai modell lehetőséget teremt további kritériumok hozzáadására vagy a feltételek dinamikus változtatására, pl. a védőzóna mértékének növelésére vagy csökkentésére, azaz választ kaphatunk a "Hogyan változik a hulladék-elhelyezésre alkalmas terület határa, ha...?" típusú kérdésre is.

Biztos vagyok benne, hogy sok ponton megkérdőjelezte a gondolatmenetet, változtatna az előzőekben felvázolt megoldáson. Igaza van! Az élet ennél sokkal bonyolultabb.

5. 7.5 Hibák és minőség

Amint korábban több ízben hangsúlyoztuk, a GIS műveletek elvégzésekor tisztában kell lennünk azzal, hogy az adatainkat hibák terhelik. Ezek megléte elkerülhetetlen. Általában nem a hibák mértékének csökkentése, hanem azok ismerete, az információra gyakorolt hatásának szabályozása, kezelése a megoldás. Ebben az alfejezetben az adatok és a belőlük levezethető információk minőségével foglalkozunk.



7.23. ábra. A GIS hibák forrásai

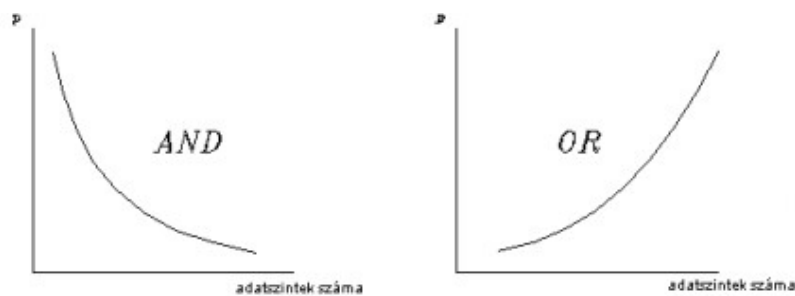
5.1. 7.5.1 Hibaterjedés

A hibaterjedési vizsgálat azért szükséges, becslüni tudjuk a hibákkal terhelt adatokból levezetett információk megbízhatóságát.

Logikai függvények (raszter)

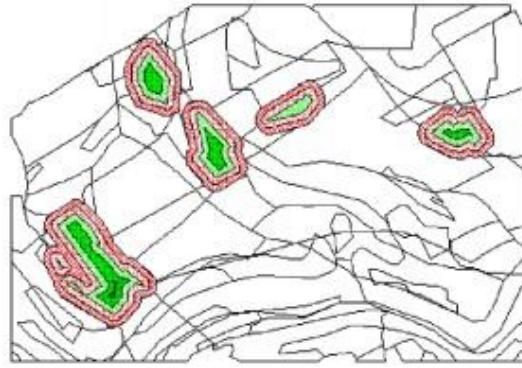
A logikai *és* (AND) függvény alkalmazását vizsgálva megállapítható, hogy az átlapolással keletkező *kompozit* pontossága nem lehet nagyobb, mint a legpontatlanabb adatszint pontossága. A kompozit pontossága a leképezési folyamatban szereplő adatszintek számának növekedésével csökken.

Viszont a logikai *vagy* (OR) függvényt alkalmazva a kompozit megbízhatósága mindig meghaladja a legpontosabb adatszint pontosságát. Az adatszintek számának növekedésével a kompozit pontossága nő.



7.24. ábra. A megbízhatóság (függőleges tengely) változása az adatszintek számának és a logikai műveletek függvényében

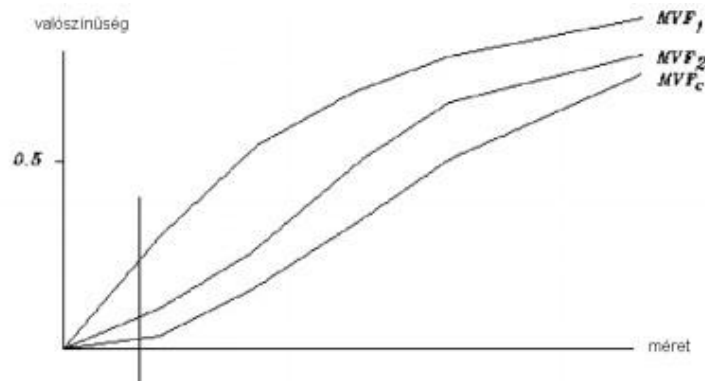
Logikai függvények (vektor)



7.25. ábra. A hibasávok módszere

Az átlapolási műveletek számának növekedésével a kompoziton rohamosan növekszik a foltok száma, egyre kisebb foltok alakulnak ki. Gondoljunk arra, hogy minden határvonal tartalmaz bizonyos digitalizálási hibát. (Ezt gyakran **hibasávként** említik). Például az 1:10000 ma. topográfiai térképről digitalizált növényhatárok mintegy 3 m-es hibasávval jellemezhetők. A képen övezeteket szerkesztettünk a hulladékelhelyezőnek alkalmas poligonok határvonalára. Az egyszeres hibasávval való szűkítés 67%-os valószínűségi szinten biztosítja az eredmény megbízhatóságát. Ha 95%-os valószínűséggel akarunk biztosak lenni az információban, akkor egy újabb sávval (kétszeres hibasávval) kell leszűkítenünk a potenciális területeket! Ezt a valószínűségi szintet alkalmazzák általában a mérnöki, tervezési gyakorlatban.

A kis foltok megbízhatósága alacsony, a nagyobb foltoké magasabb. Ebből a feltevésből kiindulva az egyes adatszintekre ún. méret-valószínűség függvény (MVF) is szerkeszthető. A kompozit MVF az adatszintek MVF értékeinek szorzataként számítható. Ebből egy megbízhatósági korláttal megszerkeszthető az a mérethatár, mely alatti foltokat meg kell szüntetni, mert valószínűségük rendkívül alacsony.



7.26. ábra. A méret-valószínűség függvény

Aritmetikai függvények

Amennyiben a térbeli elemzésekben felhasznált adatszintek egymástól függetlenek, akkor az

$$U = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

függvény (levezetett érték, vagyis információ) középhibája megadható az

$$m_U = f * M f$$

képlettel, ahol M a variancia-kovariancia mátrix, f pedig a parciális deriváltak vektora. Ezt hívják a hibaterjedés törvényének.

Arról van szó, hogy a független adatszintek pontosságának ismeretében az eredmény pontossága becsülhető. Például a láthatósági vizsgálathoz összeadtuk a terepfelszín (T) és a növényzet (N) magasságát.

$$Z = T + N$$

A Z magasság megbízhatósága a hibaterjedés törvényéből

$$m_Z = \sqrt{m_T^2 + m_N^2} m_Z = \sqrt{m_T^2 + m_N^2}$$

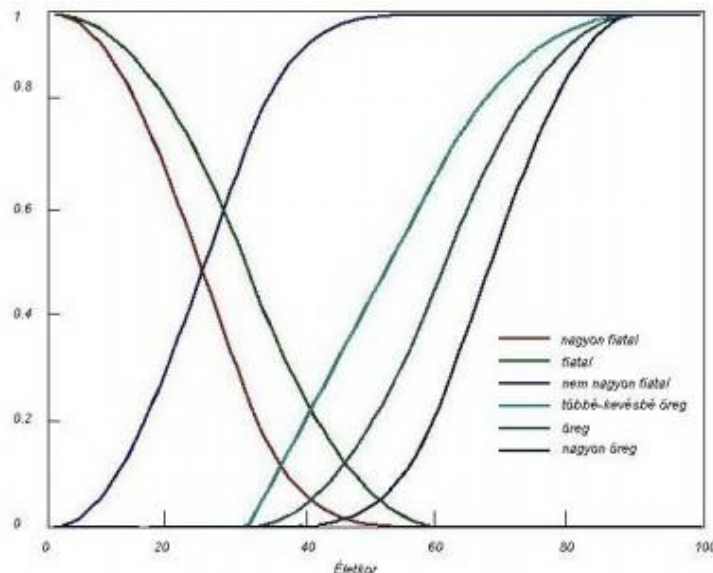
Vagyis, ha a terepmagasság szórása 2 m, a növényzeté 1 m, akkor az eredmény 2,2 m. *Nem 3 m!*

5.2. 7.5.2 Műveletek élelten halmazokkal

Az előzőekben feltételeztük, hogy a poligonok határvonala éles (sharp, crisp). A valóságban az erdő és a rét határvonala élelten (fuzzy).

Filozófiaiilag a fuzzy gondolkör a sztoikusokig nyúlik vissza. Ők voltak, akik először mutattak rá, hogy természetes fogalmaink igazságtartományának határai nem jelölhető ki egyértelműen. Klasszikus példájuk a kupac, vagy szórítész paradoxon volt. Eszerint tekintsünk egy halom vagy kupac kavicsot. A sztoikusok arról faggatták hallgatóságukat, hogy ha egyenként elveszünk egy-egy kavicsot, akkor meddig mondhatjuk még, hogy a szóban forgó dolog még kavicsalom-e vagy már más².

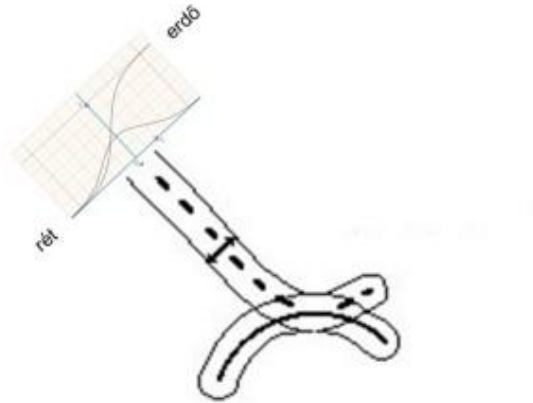
A fogalmaink igazságtartományának elmosódott határait matematikai szempontból először Lotfi Zadeh, a Berkeley Egyetem professzora vizsgálta, 1965-ben. Ő adta a fuzzy logika (fuzzy = pontatlan, elmosódott, élelten) kifejezést is. Ezt úgy modellezte, hogy minden egyes logikai kijelentéshez valamilyen módon egy, a [0,1] zárt intervallumba eső értéket rendelt. Példaként mutatjuk a következő ábrát, mely az életkor minősítésének bizonytalanságát, éleltenességét fejezi ki.



7.27. ábra. Az életkor élelten (fuzzy) minősítése

Logikai modellek esetén a fuzzy halmazok elmélete nyújt perspektivikus lehetőségeket. A fuzzy logika – eltérően a hagyományos Boole logikától – nemcsak 0 és 1 (fekete-fehér) értékekkel dolgozik, hanem megkülönböztet több árnyalatot is. A hagyományos (*sharp, crisp*) halmazelmélettel operáló logikai modellek feltételezik, hogy a forrásadatok egyöntetűek, a határvonalakat élesen meg tudjuk vonni, az algoritmusok háttérre determinisztikus, és az egyes adatszinteken definiált osztályhatárok minden adatszintre megfelelőek. Az osztályozás logikai modelljének döntési felületei itt élesek. A *fuzzy* modell árnyaltabb képet ad. A klasszifikálás eredményeként megkapjuk az osztályba sorolás megbízhatóságát is. Ezzel precízebben kezelhetnénk a modulban tárgyalt esettanulmányban a rét „alkalmas”, az erdő „alkalmatlan” határon a minősítés problémáját.

² http://hu.wikipedia.org/wiki/Elmosódott_halmazok_logikája



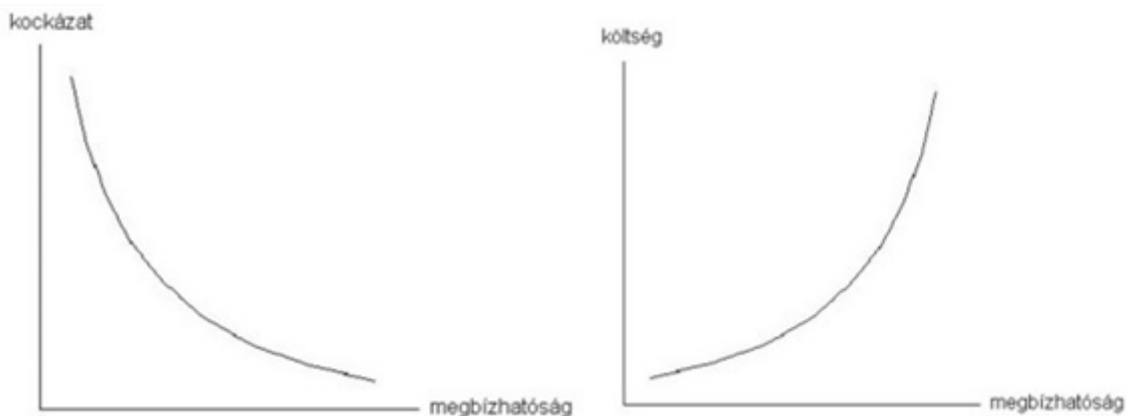
7.28. ábra. Életlen határvonalak

Az életlen határvonalak kezelésére a fuzzy halmazok az előzőekben említett „hibasávok” módszerénél matematikailag egzaktabb megoldásokat szolgáltatnak.

Az intelligens GIS az előzőek alapján számítja, és közli a megjelenő információ mellett annak megbízhatóságát is, segítve ezzel az információk alapján hozott döntések kockázatának megítélését. Aritmetikai modellt alkalmazva lehetséges megoldást jelent a megbízhatósági térképek szerkesztése is.

5.3. 7.5.3 Tervezés

Az információ megbízhatóságának növelése csökkenti a döntések kockázatát. Ez a tény a GIS alkalmazások legfőbb haszna, terjedésének mozgatórugója. A megalapozottabb döntés óriási veszteségektől mentheti meg a döntéshozót. Más oldalról viszont az információ előállítása költséges. Annál költségesebb, minél pontosabb, megbízhatóbb információt kérünk. Ugyancsak fontos korlátozó, vagy költségnövelő tényező lehet az idő. Az információ mindig adott célok kielégítésére szolgál. A cél ismeretében levezethető a kívánt adatminőség, meghatározható a még megengedhető hibák mértéke. Vagyis az adatbázis optimalizálható. *Ne lőj ágyúval verébre!*



7.29. ábra. Az adat/információ minősége és költsége

A hibaterjedés törvényszerűségeit alkalmazva a konkrét rendszerre olyan adatgyűjtési stratégiák alakíthatók ki, melyek a legkisebb költségárfordítással biztosítják a kívánt eredményt. Ugyanakkor a lehetséges algoritmusok összehasonlító pontossági vizsgálatával kiválaszthatók azok, melyek a legkisebb hibahalmozódást eredményezik.

6. 7.6 Összefoglalás

A dolgok nem fehérek-feketék, mint ahogyan én bemutattam. Miért zártuk ki a burkolt utaktól 251 m-re eső pontokat? Alkalmos-e a 11.9 % lejtésű terület? Miért alkalmatlan a 12.1 %-os? E helyett a fekete-fehér (Boole) világ helyett jobb lett volna egy árnyaltabb megoldást választani, ahol az alkalmasságot, vagyis az optimális helyeket - *a szakértők meghatározta feltételrendszerből kiindulva egy egységes értékmérés vagy pontrendszer alapján* - egy alkalmassági felületen keressük. De ez egy bevezető esettanulmány volt csupán.

Remélem sikerült meggyőzni Önt arról, hogy a térinformatika igen hasznos a döntések támogatásában. Segítségével gyorsabban és pontosabban végezhetünk komplex vizsgálatokat. A térinformatika módszereket, lehetőséget ad nagyszámú helyzeti és leíró adat együttes, integrált áttekintésére és elemzésére.

Nagyon lényeges hogy megfelelő súlyt fektessünk az adatgyűjtésre. Adatbázisunkba csak ellenőrzött, megbízható adat kerüljön, a lényeges adatokat különítsük el a lényegtelenről. Az adatokat alakítsuk számítógéppel olvasható egységes, szabványos formába (ha még nincsenek abban). Kulcskérdés az adatbázis helyes kialakítása, mert az elemzés során a valóság helyett az adatbázist vizsgáljuk. Csak így biztosíthatjuk, hogy az elemzések eredményeként megszülető információk minősége szavatolt, és a felhasználásukkal hozott döntés helyes legyen. A sok különböző szakterületről begyűjtött adat több és jobb információt biztosít, több alternatíva elemzésére nyújt lehetőséget és így biztosítja a jobb döntések meghozatalát.

A modul célja a térbeli döntéstámogatás folyamatának áttekintése és bemutatása volt. Egy esettanulmányon keresztül bemutattuk a folyamatot vektoros GIS környezetben. A fejezet végén a hibák hatásaival, megbízhatósági kérdésekkel foglalkoztunk.

Ha az anyagot megtanulta, akkor Önnek képesnek kell lennie:

- meghatározni a térbeli döntések előkészítésének folyamatát,
- elmondani az érdekeltek bevonásának módszereit,
- megvitatni és összehasonlítani a manuális és térinformatikai megoldásokat,
- orientációt adni a térbeli döntések támogatásának gyakorlati megvalósításában.

Önellenőrző kérdések

1. Mi a döntési modell lényege?
2. Hogyan épül fel a telephely tervezés döntési modellje?
3. Milyen pontatlanságokat lát az általam javasolt döntési modellben?
4. Hogyan finomítaná az általam javasolt döntési modellt?
5. Milyen további szempontokat tart fontosnak a környezetbarát elhelyezés tekintetében?
6. Milyen további szempontokat tart fontosnak a költségkímélés tekintetében?
7. Milyen adatforrásokat használna a telephely tervezés adatbázisának feltöltéséhez?
8. Milyen GIS hibákat ismer?
9. Ismertesse a hibaterjedést leíró módszereket!
10. Hogyan kezelhető az élelten határok?
11. Mire szolgál a hibasávok módszere?
12. Mire szolgál a méret-valószínűség függvény?
13. Hogyan becsülhető egy aritmetikai művelet megbízhatósága?
14. Hogyan tervezhető a GIS adatbázis pontossági tekintetben?

Feladat

1. Készítse el egy építési telek kiválasztásának döntési modelljét!
2. Gondolja végig azokat a kiegészítő szempontokat, amelyeket fontosnak tartana egy ilyen hulladékelhelyező telephely vizsgálatban. Hogyan tudná ezekhez az adatokat biztosítani? Hogyan oldaná meg a tervezést manuálisan? Készítsen döntési modellt a folyamatra!

3. Válasszon az Önhöz közel álló egyszerű döntéselőkészítési feladatot! Elemezze a folyamat által igényelt adatokat megbízhatósági szempontból!

Irodalomjegyzék

Márkus Béla: *Térinformatika*, NyME GEO jegyzet, Székesfehérvár, 2009.

Detrekői Á. – Szabó Gy.: *Térinformatika*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.

NCGIA Core Curriculum: *Bevezetés a térinformatikába (szerk. Márton M., Paksi J.)*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1994.

Facskó Ferenc: *Döntéstámogató rendszerek*, NymE, Sopron,
http://ffacsko.emk.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/moi/Rendezes/FF_documents/IR_DontestamogatoRendszerek.pdf

Mitchell, A.: *The ESRI Guide to GIS Analysis*, ESRI, Redlands, 1999.

Smith, M. J., Goodchild, M. F., Longley, P. A.: *Geospatial Analysis*, The Winchelsea Press, Leicester, 2007.