

Bartha Gábor - Eke Zoltán

Miskolci Egyetem Geodézia és Bányamérés Tsz. 3515 Miskolc Egyetemváros 1.
tel./FAX: 06 46 565 070 email: iitgabor@uni-miskolc.hu

GRASS GIS a felsőfokú oktatásban

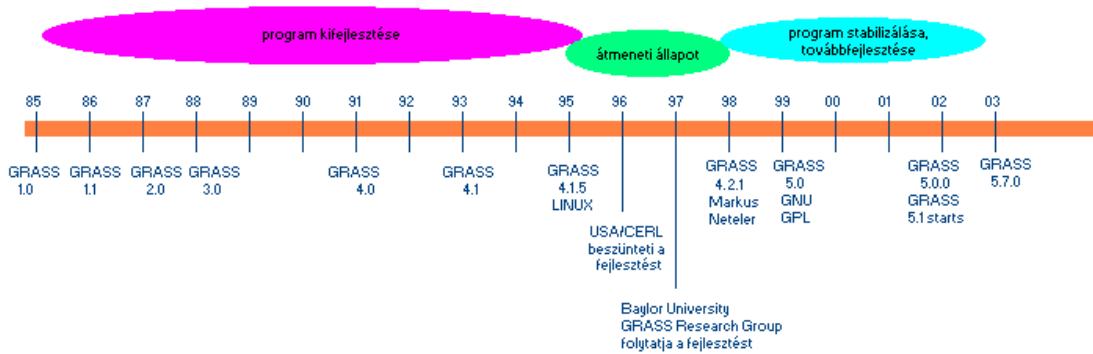
1. Bevezetés: a GRASS

A *GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)* története az 1980-as évek elején kezdődött, amikor a *U.S. Army Corps of Engineers' Construction Engineering Research Laboratory (USA/CERL)* az Illinois állambeli Champaign-ban azt a feladatot kapta a *U.S. Department of Defense* - től, hogy vizsgálja meg a GIS alkalmazási lehetőségeit a környezetvédelemben, különös tekintettel a kutatásra, felmérésre és monitorozásra. A kutatást vezető *Bill Goran* meglepődve tapasztalta, hogy az akkor fellelhető GIS programok egyike sem alkalmas a környezetvédelemben felmerülő feladatok megoldására. Így a *USA/CERL* alkalmazott néhány programozót, és kifejlesztették a *GRASS*-t, azaz az első *UNIX operációs rendszerben működő, hybrid raszter-vektor-pont GIS*-t.

A további fejlesztések során a következő modulokkal egészítették ki a *GRASS* programrendszert:

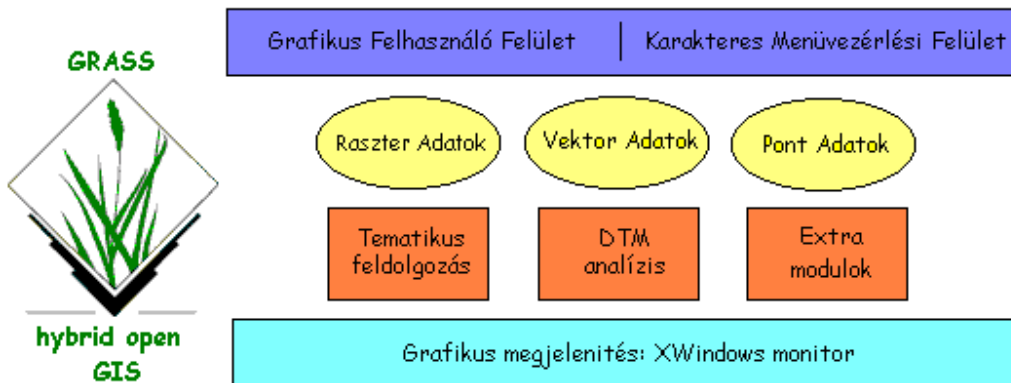
- sokrétű számítási programcsomag raszter-adatok kezelésére;
- képfeldolgozó rendszer (*image processing*);
- térképészeti megjelenítési és nyomtatási funkciók;
- adatok exportálása és importálása más GIS programokba;
- SQL típusu adatbázisok kezelése (Postgres, mySQL);
- grafikus kezelő-felület.

A program-rendszer fejlesztését 1996-ig a *USA/CERL* végezte. 1997 –ben a fejlesztés ellenőrzését a *Baylar University GRASS Research Group* vette át. Az ezt követően kibocsátott program-változatok a *GNU – General Public Licence* alatt jelentek meg az INTERNET-en, így ingyenesen hozzáférhetővé váltak. A fejlesztők a felhasználóknak szánt 'stabil' változatoknál páros számot alkalmaztak a második azonosító számban (pl. 5.0.2), és páratlan számot használtak a fejlesztés alatt lévő változatoknál (pl. 5.1.2) . A *GRASS* 'fejlődéstörténetét' az *1.1 ábra* vázolja.



1.1 ábra A GRASS fejlesztésének történeti áttekintése

Az esetek többségében annyit kapunk amennyit fizetünk (vagy kevesebbet). Ha valami ingyenes, akkor az rendszerint értéktelen is. De nem mindig. A GRASS funkcionálisan felveszi a versenyt a kereskedelmi programcsomagokkal, jól dokumentált, és a nyilvános kód különösen alkalmassá teszi kísérleti alkalmazásokra. A GRASS funkcionális szerkezetét az 1.2 ábrán mutatjuk be, az egyes elemek felépítését pedig az 1.1.a, 1.1.b táblázatokban foglaltuk össze.



1.2 ábra GRASS funkcionális szerkezeti felépítése

1.1.a táblázat GRASS funkcionális elemei I.

Raszter	Vektor	Pont	Megjelenítés	DTM analízis
-vektor -pont adat-formába alakítás	-raszter –pont adat-formába alakítás	-raszter -vektor adat-formába alakítás	-raszter –vektor –pont térképek	Szintvonal generálás
cella – riport	kontúr-generálás raszter-adatokból	Delaunay három-szögelés	zoom	Költség / útvonal elemzés
szintábla módosítás	digitalizálás monitorról egérrel	Thyessen sok-szögelés	3D megjelenítés	Meredekség elemzés
korreláció / kovariancia analízis	vektor-cimkék újra-definiálása	felület-interpolálás pont-magasságokból	hisztogram rajzolás	Felületgenerálás pontokból
interpoláció	vektor-rétegek szuperponálása	Topográfiai analízis	színválasztás	Felületgenerálás szintvonalakból
statisztikus analízis			rétegtérképek szuperponálása	
felület generálás			DTM nézet-képek	

1.1.b táblázat GRASS funkcionális elemei II.

Képfeldolgozás	szin-összetétel generálás; szélek észlelése; FFT – inverz FFT; IHS- RGB transzformáció; kép –ortofoto rektifikálás; alak felismerés; alapközpontok analízise; újra mintavételezés
Extra modulok	Adatbázis illesztések; erőzítő modellezés; tájrendezési strukturális analízis; vízelárástási analízis

2. A GRASS oktatási anyag modelje

A GRASS előnyeit a bevezetésben leírtak alapján a következőképpen összegezhetjük:

- kereskedelmi csomagokkal egyenértékű alkalmazási lehetőségek;
- bőséges dokumentáció;
- széleskörű támogatás, biztosított fejlesztés (INTERNET közösség) ;
- hozzáférhető forráskód;
- (végül, de nem utolsósorban) ingyenes hozzáférés.

Az előnyök ellenére a GRASS nem terjedt el annyira a GIS alkalmazók körében mint a kereskedelmi program-csomagok. Ez részben az 'ingyenes' (=gyenge minőségű, amatőröknek

való) programtól való idegenkedéssel, részben pedig az információ, és az oktatás hiányával magyarázható. A kereskedelmi programok alkotói és forgalmazói kiterjedt marketing tevékenységet folytatnak, melyben a szakmai reklámozás mellett nagy figyelmet fordítanak a különböző szintű és formájú oktatásra. A *GRASS* esetében sem érdemleges szakmai reklámról, sem pedig a gyártó vagy forgalmazó által támogatott oktatásról nem beszélhetünk.

Véleményünk szerint a *GRASS* érdemes a GIS alkalmazók figyelmére. Úgy véljük, hogy a nép-szerűsítést a felsőfokú oktatásba való bevezetéssel célszerű kezdeni, mivel az itt végző szakemberek kerülnek majd olyan kísérleti programfejlesztő pozíciókba, ahol a *GRASS* előnyösen alkalmazható. Ennek a felismerésnek jegyében született ez a munka, amely egy didaktikus oktatási anyagot kíván adni azoknak az oktatóknak a kezébe, akik felvállalják a *GRASS* felsőfokú tanítását.

Mint említettük, a program dokumentációja bőséges és jó. Ez azonban felhasználói kézikönyv (User Manual) jellegű, amely csak a mindenre elszánt rajongók számára szolgálhat tanulási vezérfonalként.

Igy a közönséges halandók számára alkalmas egyetemi oktatási anyag kialakításához a *GRASS* 'forgalmazójánál', az INTERNET-en kerestünk tutoriált, elektronikus jegyzetet, oktatási célú projekteket.

Meglepően keveset találtunk – és ez valószínűleg az egyik gátló tényezője a *GRASS* szélesebb körű elterjedésének.

Az INTERNET-en talált munkák nagyjából két kategóriába sorolhatók:

- magas színvonalú, de száraz program-ismertető leírások, gyakorlati szemléltető példák nélkül (pl. Neteler [1998], Lennert[2003]);
- gyengébb színvonalú, és nem a legerősebben válogatott szemléltető példákat tartalmazó tutoriálok (pl. Wood [1995] Wardell [2001])

Különböző okok miatt ugyan, de egyik kategóriát sem tartottuk alkalmas keretnek egyetemi oktatási anyag kialakításához. Olyan típusra gondoltunk, amely:

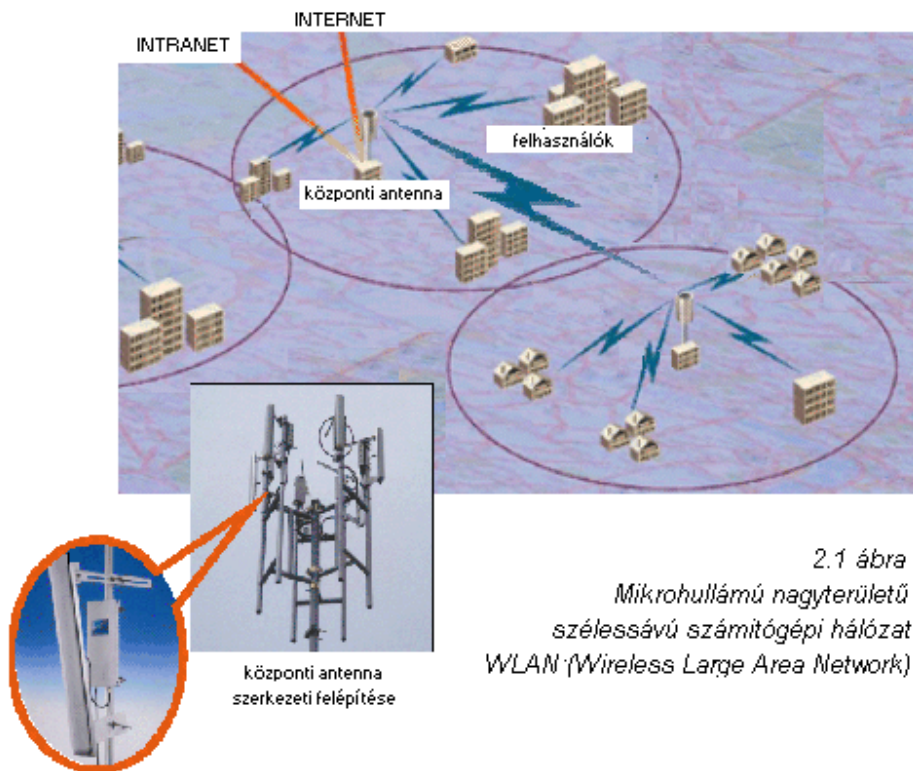
- közepes nehézségi szinten, a program előnyeire koncentrálva mutatja be a *GRASS* -t, és további, egyedi tanulmányokra bizza a program 'finomságaiban' való elmélyülést;
- egy tényleges (vagy ahhoz közelálló) projekt keretében tárgyalja az anyagot, és így interaktív tanulási folyamatba egyesíti a technikai leírást és a szemléltető példák bemutatását;
- alkalmas tantermi oktatási segédanyagként (jegyzet, tankönyv), de alkalmas egyedi tanulásra is (tutoriál);
- klasszikus könyv és program CD, illetve teljesen elektronikus (on-line) formában előállítható.

Mivel az INTERNET-en talált anyagok - ahogy mondani szokás – köszönő viszonyban sem voltak az elképzeléseinkkel, nem maradt más hátra, mint a saját fejlesztés. Az oktatási anyagot egy virtuális projekt köré építettük fel, amelynek tárgyát, matematikai és GIS modeljét az alábbiakban ismertetjük.

Projekt tárgya:

Fejlesszünk ki egy döntés-elősegítő, szakértői programrendszert mikrohullámú, szélessávú digitális adatátvivő hálózatok (pl. Wi-Fi forró-pontok, mikrohullámú nagyterületű számítógépes hálózatok) antennáinak telepítésére a GRASS GIS programcsomagra alapozva.

A mikrohullámú adatátvitelhez biztosítani kell a kommunikáló állomások antennáinak összeláthatóságát (line of sight, rövidítve *los*). Ezt rendszerint úgy oldják meg, hogy az adott területet cellákra osztják, és a cellákban egy-egy központi antennát telepítenek (ld. 2.1 ábra). A központi antennákat a terep magas pontjain helyezik el, úgy, hogy a cella lehető legnagyobb részéről láthatók legyenek (azaz maximális adatátviteli lefedettséget nyújtsanak). Lehetőleg a cellák központi antennáinak egymás közötti össze-látását is biztosítani kell, hogy ponttól-pontig alkalmazott rádió-kapcsolattal összeköthetők legyenek. Ennek hiányában kábeles összeköttetést kell alkalmazni, ami jelentősen drágább lehet. Figyelembe kell venni a telepítés és üzemeltetés költségeit. Könnyen elképzelhető, hogy a lefedettség néhány száz-alékos növelése többszörösére növeli a beruházás és a fenntartás költségeit, így nem érdemes végrehajtani.



2.1 ábra
Mikrohullámú nagyterületű
szélessávú számítógépi hálózat
WLAN (Wireless Large Area Network)

A központi antennák telepítését segítő GIS rendszernek az alábbi problémákat kell megoldania:

- cella központi antennájának elhelyezésére magaslatti pontok kiválasztása;
- a kiválasztott pontokhoz tartozó *lefedett terület és telepítési-üzemeltetési fajlagos költség* (lefedett területegységre vonatkozó költség) kiszámítása;
- a kiválasztott pontokon alkalmazott, különböző antenna-magassághoz tartozó *lefedett terület és telepítési-üzemeltetési fajlagos költség* kiszámítása.

Projekt matematikai modelje

A mikrohullámú, szélessávú digitális adatátvivő hálózat antennáinak telepítéséhez a következő, nagymértékben leegyszerűsített technikai és pénzügyi feltételeket vesszük figyelembe:

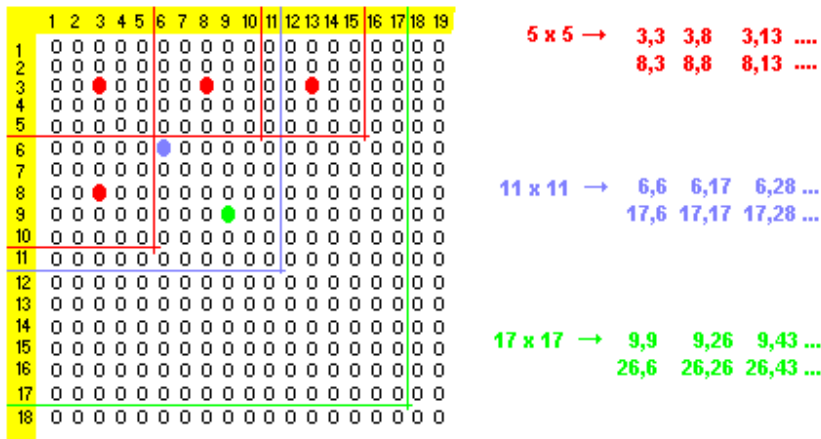
- Az antennák hatékony sugárzása ~ 5 km sugarú kört fed le. Maximálisan 5 km átmérőjű cellákat választunk, így egyetlen antenna sugárzása lefedi a cellát, bárhová is helyezjük el.
- Az antenna telepítési-üzemeltetési költsége az antenna magassággal négyzetes arányban nő.

Az egyetlen, 5 km-nél kisebb átmérőjű cellára alkalmazott szakértői GIS programcsomag matematikai számítási modeljében az alábbi műveleteknek kell szerepelnie:

- Optimális, a cellában maximális lefedettséget biztosító antenna helyének keresési algoritmus. A cella kis négyzetekre osztásával, a kis négyzetek középpontjába elhelyezett antennákkal be-sugározható területek nagyságának egymásutáni kiszámításával, majd a kapott eredmények nagyság szerint csökkenő sorrendbe állításával kapjuk meg az optimális helyek koordinátáit:

$$A(x_1, y_1) > A(x_2, y_2) > A(x_3, y_3) \dots \quad (2.1)$$

A 2.2 ábra az 5x5, 11x11, 17x17 –es pixel-négyzetekben elhelyezett antennákat mutatja. Technikailag az algoritmussal előresorolt négyzetek egyikébe célszerű a cella központi antennáját telepíteni.



2.2 ábra Cella központi antennájának optimális elhelyezésének kikeresési algoritmus: kis négyzetekbe középpontjába elhelyezett antennákkal elérhető lefedettségek egymást követő kiszámítása és nagyság szerinti sorrendbe állítása.

- A technikailag legjobb megoldás azonban nem szükségszerűen azonos a leggazdaságosabbal. Ezt akkor kapjuk meg, ha rendelkezésre állnak a cella egyes pontjaira vonatkozó telepítési-üzemeltetési költségek ($P(x,y)$). Ennek ismeretében kiszámíthatjuk a fajlagos (besugárzott terület egységére eső) költségeket:

$$D(x,y) = P(x,y) / A(x,y) \quad (2.2)$$

A kapott eredmények nagyság szerint növekvő sorozatának első elemeiben szereplő koordináták a leggazdaságosabb telepítés helyét adják meg:

$$D(x_1, y_1) < D(x_4, y_5) < A(x_7, y_3) \dots \quad (2.3)$$

- Ha a technikailag vagy gazdaságilag kiválasztott helyre (x_0, y_0) telepített antenna nem su-gározza be a teljes cellát valamilyen terepi akadály miatt, érdemes megvizsgálni, hogy a le-fedhető A terület nagysága hogyan változik a h antenna-magasság ésszerű változtatásával:

$$A(x_0, y_0, h_1) > A(x_0, y_0, h_2) > \dots > \quad (2.4)$$

- Ki kell számolnunk az antenna-magasság növelésével járó $E(x_0, y_0, h_i)$ extra-költségeket is:

$$E(x_0, y_0, h_i) = D(x_0, y_0, h_i) \times c \times h_i^2 \quad (2.5)$$

ahol c egy arányossági tényező.

Projekt GRASS GIS modelje

A matematikai modelben kijelölt adatbeviteli (input), számítási, megjelenítési (output) feladatok megoldására egy GIS építünk fel, amely egy shell-scriptbe ágyazott GRASS funkciókból áll:

Input

- Az input adatok képi formában adottak: vagy a cella tematikus térképének (pl. várostérkép épületmagasságokkal) vagy szintvonalas topográfiai térképének képi formában (**.gif, .jpg, .tiff, .npg**) megadott fájlja. Ehhez járul a hasonló formában megadott tematikus költség térkép.
- Ezeket a képi formátumú fájlokat GRASS raszter-fájlokká kell átalakítanunk a szükséges számítások elvégzéséhez. A GRASS -ban ezt többféleképpen is végrehajthatjuk, például:

a/ a monitor-képet egérrel digitalizáljuk, és az így kapott GRASS vektor-fájlt magassági adatokkal látjuk el, majd konvertáljuk GRASS raszter-fájl formába;

/b a képi adatformátumu fájlt közvetlenül konvertáljuk raszter-fájl formába, amit vektor-fájl formába konvertálunk. Ebben a formátumban ellátjuk magassági adatokkal majd visszakonvertáljuk raszter formátumba.

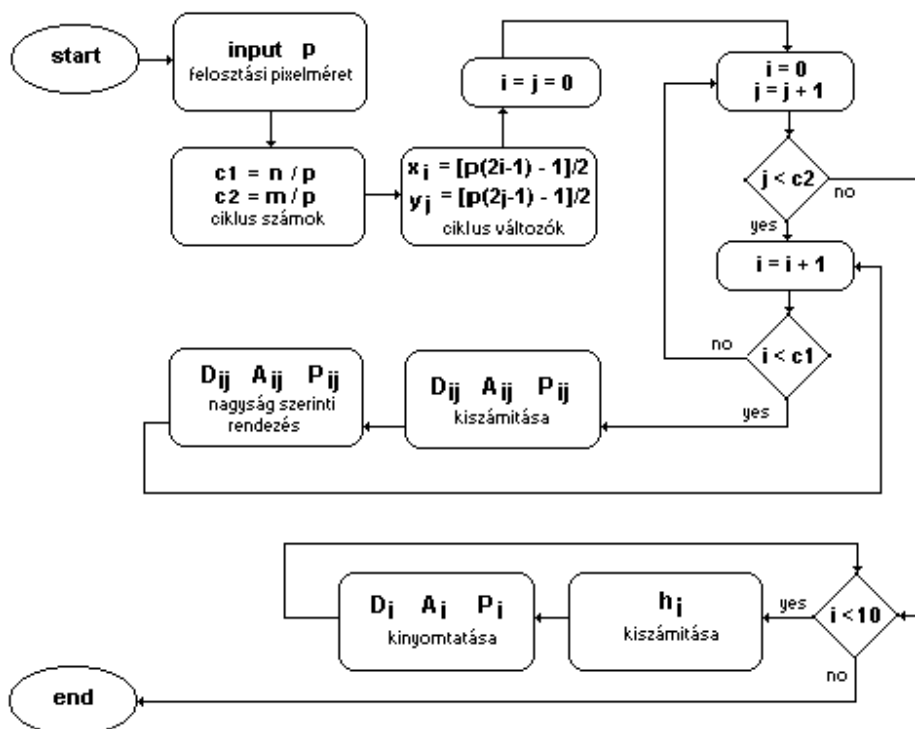
A költség térkép konverziójánál magasság-adatok helyett értelemszerűen a költség adatokat vezetjük be.

Számítás és Output

- Kiválasztjuk a cella-felosztás kis négyzeteinek méretét (pl. 5x5, 11x11, 17x17, 23x23 ... pixel ld. 2.2 ábra). A program ehhez hozzárendeli a kis négyzetek középpontját (pl. az 5x5 -ös felosztás esetében a 3,3; 7,3; 11,37,3; 7,7.... koordinátájú pontokat. Ezután kiszámítjuk, hogy az egyes (x_i, y_j) középpontok az ij -dik cella mely pontjaiból láthatók, és az ezek által lefedett $A_i(x_i, y_j)$ terület mekkora. Az így kapott $\{ A_{ij} \}$ sorozat tagjait, és a hozzájuk tartozó lefedettség térképeket tároljuk.

A GRASS funkciókkal, egy Linux script programba ágyazva (shell-script, Perl, Tcl / tk stb.), ezekből a műveletekből az összeláthatósági, területi számításokat, valamint az összeláthatósági térképek szerkesztését tudjuk elvégezni. Az algoritmus többi részfeladatát a script utasításaival kell megoldanunk (felosztás mértékének inputja, középpontok rekurzív kiszámítása, be-adása a GRASS -ba, kiszámított területek és a térképi raszterfájlok tárolása).

- A rekurzív algoritmus minden egyes ciklusában a költségértékről meghatározzuk az x_i, y_j antenna-koordinátákhoz tartozó P_{ij} (x_i, y_j) telepítési – üzemeltetési költséget. Ennek segítségével a 2.2 egyenletet alkalmazva kiszámítjuk az adott koordinátához tartozó D_{ij} (x_i, y_j) fajlagos telepítési költséget amit az $\{A_{ij}\}$ és $\{P_{ij}\}$ sorozatokkal együtt tárolunk. Itt a költségértéket adja meg a GRASS, a többi műveletet a script végzi.
- A tárolt adatokból két sorozatot készítünk az A_{ij} csökkenő illetve a D_{ij} növekvő nagyság szerinti elrendezés sorrendjében. Ezekből a felhasználó tetszés szerinti sorrendű adatokat illetve térképeket tekinthet meg, illetve választhat ki az antenna magassági költség elemzés céljára. A sorozatok elkészítését, a megtekintendő adatok indexeinek kiválasztását script-utasításokkal kell végrehajtani, a térképek megjelenítését értelemszerűen GRASS – sal végezzük el.
- A kiválasztott x_i, y_j helyekre kiszámítjuk az antenna h magasságnövelésével kapott besugárzott területeket. A 2.5 egyenlettel kiszámítjuk az E_{ij} extra telepítési költséget és az új $D_{ij} + E_{ij}$ fajlagos költséget, majd az eredményt és a lefedettség térképet megjelenítjük. A GRASS – sal az összeláthatósági, területi számításokat, valamint az összeláthatósági térképek szerkesztését és megjelenítését végezzük el. A többi feladatot a script utasításaival oldjuk meg (kiválasztott hely indexének inputja a GRASS -ba, $D_{ij} + E_{ij}$ kiszámítása).



2.3 ábra GIS folyamatábrája

3. A GRASS oktatásának menete

Az oktatási anyag az előző pontban leírt oktatási projekt elkészítési folyamatán keresztül vezeti el a tanulót a GRASS elsajátításához. Az oktatás menete az alábbi részekből áll, amelyek gyakorlati vég-rehajtása az alkalmazott oktatási formától függ (tantermi oktatás, különböző formájú egyéni tanulás) :

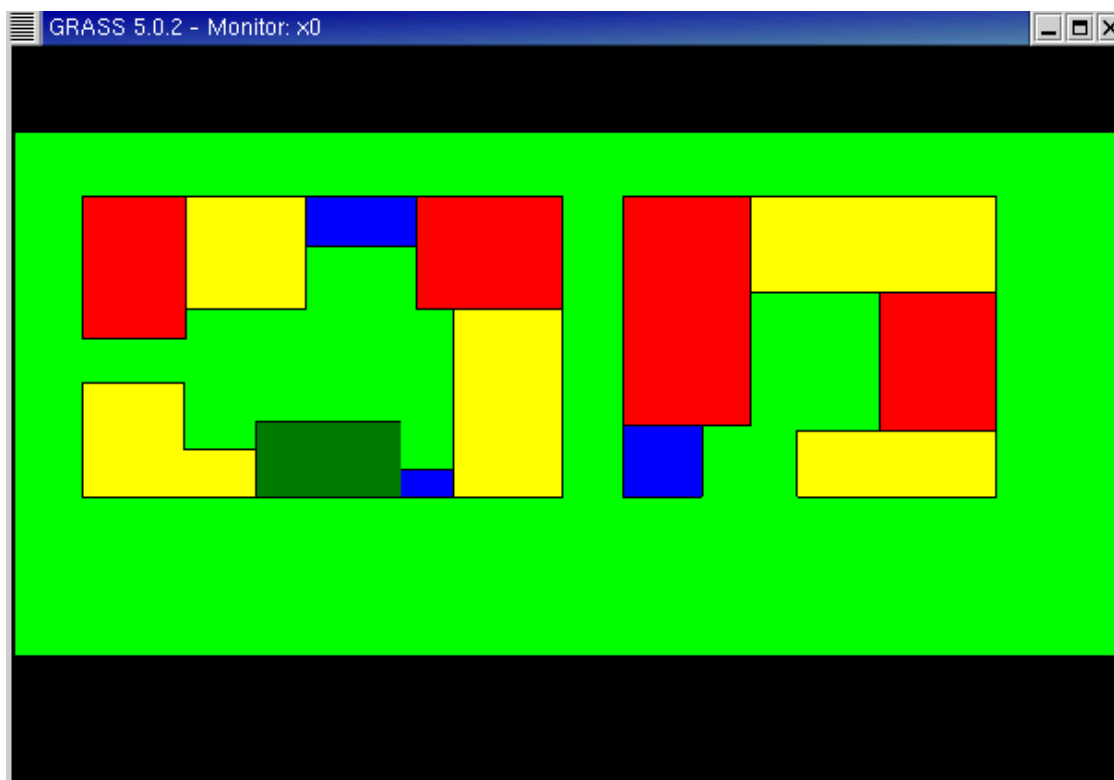
- Az oktatási hardware-software környezet kialakítása (LINUX operációs rendszerű számítógép, telepített GRASS programmal és az oktatási projekt fájljaival). Tantermi oktatásnál ezt rendszerint az oktató stáb készíti elő, míg egyéni tanulásnál ezt a tanulónak kell elkészítenie a mellékelt oktatási anyag felhasználásával. Ha van rá mód (idő, oktató) nagyon hasznos lehet ezt a lépést a tantermi oktatásnál is a tanulókkal elvégeztetni.
- A tanuló manuálisan végrehajtja az oktatási projekt egyes lépéseit, a kialakítandó GIS script - keretprogram létrehozása előtt. Az oktatási anyag 'használati' utasításokat tartalmaz ezekre a lépésekre elektronikus illetve hagyományos formában. Az elektronikus forma az utasítás vég-rehajtásával párhuzamosan megjeleníthető a képernyőn. A lépéseket a 3.1 táblázat –ban foglaltuk össze. Az input fájlokat az oktatási anyag tartalmazza. Mind a tantermi oktatásban, mind pedig az egyéni tanulásban célszerű minden lépés többszöri ismétlése.

3.1 táblázat GRASS oktatás lépései

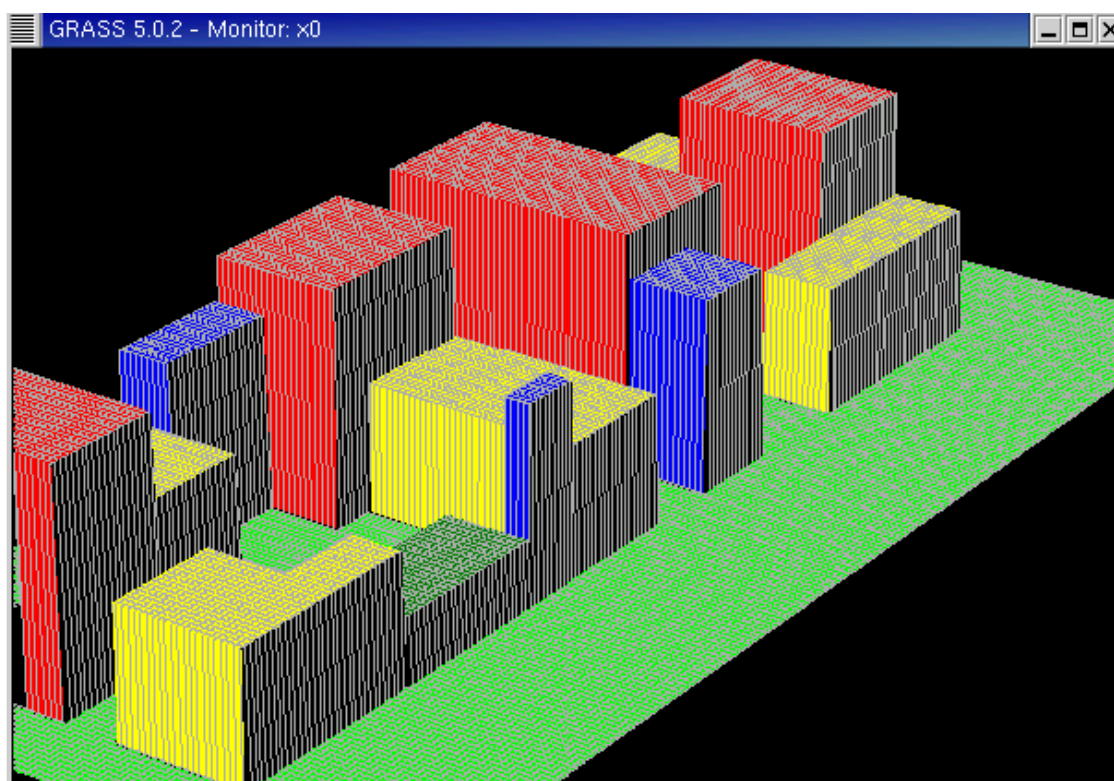
Input	Művelet	Output	Funkció
térkép (tematikus) .tif térkép (szintvonalas) .tif	Konverzió Digitalizálás	Raszter file .cell Vektor file .dig	.tif → raszter konverzió .tif kép digitalizálása
Raszter file .cell Vektor file .dig	Magassági adatok bevétele	Raszter file .cellh Vektor file .digh	kategória konverzió digitalizáló használata
Raszter file .cellh Vektor file .digh megjelenítése	Monitor használat	Monitor képek	térképmegjelenítés
Script Program paraméterei	Feladat futtatása	Kiválasztott antenna helyek	Script – GRASS együttműködés

- Az egyes manuális lépéseket egyetlen GIS rendszerre kell összefűznie a tanulónak. Az oktatási anyag mind elektronikus mind pedig hagyományos formában egy rövid ismertetőt tartalmaz a script nyelvről, amelyet egyszerű mintapéldák egészítenek ki. Ennek a 'segéd-kurzusnak' az elvégzése után az oktatási anyag lépésenként leírja és magyarázza a scriptet. A tanulónak be kell gépelnie a scriptet, és ezzel az oktatás lezárul.

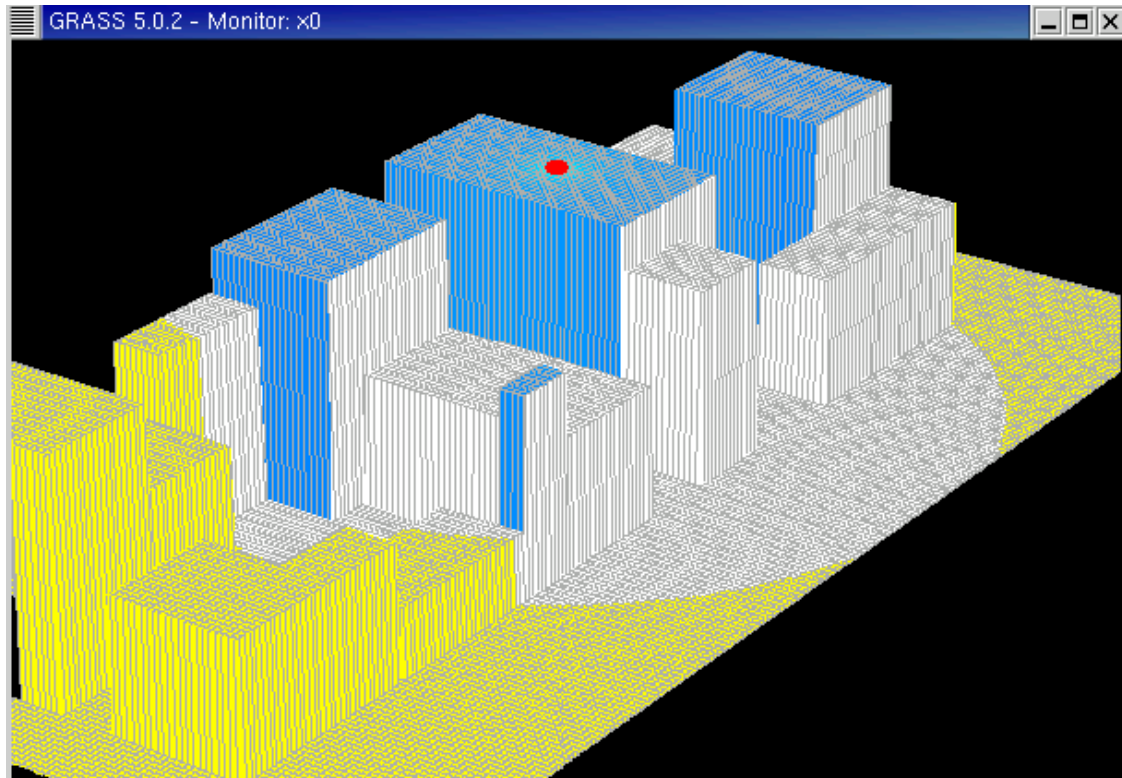
Az alábbiakban néhány monitorképet mutatunk be az oktatási anyagból:



3.1 ábra Városi lakóblokk tematikus .tiff képe ahol az épületek magasságát színek jelzik



3.2 ábra A lakóblokk raszter file formában 3D ábrázolásban



3.3 ábra Lefedési térkép az antenna elhelyezési programból

Irodalom

Ciulli, M. – Zatelli, P. (2003) GRASS Application
Universita di Trento Italy

Lennert, M. (2003) Grass Tutorial
Copyright (c) GRASS Development Team.

Marshall, P. (1998) We look at three GIS packages designed with state and local users in mind

Mitasova, H.-Neteler, M. (2002) Freedom in geoinformation science and software development: GIS contribution. GRASS user conference Trento Italy

Neteler, M (1998) Introduction to GRASS GIS Software
Hannover – Germany 2. Edition

Pradeepkumar, A.P. (2003) Absolute Beginner's Guide to Grass5
Stuttgart - Germany

Wardell, C. (2001) An Introduction to: Geographic Resources Analysis Support System Geographic Information System" (GRASS GIS). James Madison University Integrated Science and Technology

Wood, J – Langford, M. (1995) GRASS SEEDS: A BEGINNER'S TUTORIAL
Copyright © 1995 Midlands Regional Research Laboratory (MRRL).