

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi Kar

Földtudományok Doktori Iskola

PhD értekezés tézisei

**Térinformatika a köz- és felsőoktatásban,
alkalmazott példák alapján**

Bornemisza Imre

Pécs, 2009.

A doktori program címe: *Földtudományok Doktori Program*

Vezetője: Prof. Dr. Tóth József DSc
egyetemi tanár,
a földrajztudomány doktora,
Rector Emeritus,
PTE TTK Földrajzi Intézet
Társadalomföldrajzi és Urbanisztikai Tanszék

A doktori témacsoport címe: *Természeti földrajz és földtan*

Vezetője: Dr. Konrád Gyula CSc
tanszékvezető, egyetemi docens,
PTE TTK Földrajzi Intézet
Földtani Tanszék

A disszertáció tudományága: *Természetföldrajz*

Témavezetője: Dr. Konrád Gyula CSc
tanszékvezető, egyetemi docens,
PTE TTK Földrajzi Intézet
Földtani Tanszék

I. BEVEZETÉS

A térinformatika egyre inkább a mindennapjaink szereplőjévé válik. Mind több területen hallunk arról, hogy eddig nehezen átlátható problémák megoldására alkalmazzák a földrajzi információs rendszereket. Viszonylag nagy elterjedtsége mellett mégis „ifjúnak” számít, ezt jelzi az is, hogy a tudományok között betöltött szerepének megítélése még mindig nem egységes. Egyes vélemények szerint már önálló tudományággá nőtte ki magát (DETRÉKŐI Á. – SZABÓ GY. 2002, MÁRKUS B. 1995), mások – jellegéből fakadóan – alkalmazott tudománynak tekintik (CSEMEZ A. 1996, ZENTAI L. 2003, HARKÁNYINÉ SZÉKELY Zs. 2008). Az idő minden bizonnyal az előbbi nézet általánossá válását hozza magával, közelebb állunk azonban az utóbbi megközelítéshez, ha nem célként, hanem – hasonlóan az informatikához és a matematikához – egyelőre eszközként kezeljük e rendszereket, hiszen itt a lényeg általában nem az öncélú tudás, hanem a segítségével elérhető eredmény. Ilyen megfontolás alapján megfér egymás mellett a kétfajta látásmód, ha így definiáljuk a térinformatika (mint tudomány) célját: hivatása, hogy a többi szaktudományt segítse.

„*A matematika a fizika szolgálóleánya*” – szokta mondani kedves fizikatanárom a matematikatanár osztályfőnöknek, amikor a szakterületek versengése volt az élcelődés tárgya. Ha azonban belegondolunk a szolga szerepébe, fontosságába, felismerhetjük, hogy a legtöbb rendszer a munkáját támogató kiszolgáló – szerver – nélkül működésképtelen, így a munkáját jól végző, hű szolga büszke lehet szerepére. Dolgozatomban a térinformatika mint szolga, szolgáltató használhatóságát, sokoldalúságát mutatom be a téma oktatásán keresztül, néhány konkrét alkalmazás tükrében. Ha emberi tulajdonságokkal szeretnénk felruházni a térinformatikát, azt mondhatnánk, hogy ő nem is akar cél lenni, elég neki, ha eszközként segíteni tud. Kivételt ez alól talán csak a rendszerfejlesztés és az oktatás képez, ahol éppen e rendszerek bővítése, fejlesztése, javítása, valamint az elméleti és gyakorlati ismeretek továbbadása, az alkalmazás módszereinek bemutatása, tanítása a cél (ARADI L. 2000, BROWN, M. J. 2001).

A földrajzi információs rendszerek különböző szintű oktatásával sok szakcikk foglalkozik, ezek nagy része a felsőfokú képzés példáit mutatja be (BARTHA, G. 2006; BIAN, F. – WANG S. 2008). Bár az NCGIA Core Curriculum 1994-es magyar kiadása óta több pályázat, nemzetközi projekt, helyi kezdeményezés vette célba a középiskolai térinformatika oktatást is (SHARPE, B. – BEST, A. C. 2001, JOHANSSON, T. 2006), az alapfokú képzések között még mindig csak a ritka hazai kivételek egyikeként tekinthetünk az Erdőkertesi Általános Iskola ATOM Program kezdeményezésére (KAPUVÁRI B. 1999).

Az általános iskolák 7-8. osztályos diákjainak térképhasználati, térkép-értési képességeit vizsgáló felmérések szerint a különböző térképi és szöveges információk együttes értelmezése a tanulók 30-50 százalékának gondot okoz (KÉZDI É. – PÉRCSEICH

R. 1999; NUNEZ, J. R. et al. 2005). A fenti tényekre alapozva érdemes megvizsgálni, hogy az egyes életkorokban milyen lehetőségei vannak a térinformatika oktatásának.

A technikai folyamatokra általában jellemző, de a gyorsan fejlődő informatika területén különösen feltűnő az eszközhasználat terjedésének sajátos tendenciája: egy új eszköz, módszer feltalálása, kifejlesztése után az azt alkalmazók köre eleinte csak a legtapasztaltabbak, a „szakemberek” közül kerül ki, de idővel az addig kevésbé aktívak is beletanulnak, a gyerekek pedig egyszerűen „belenőnek” a nemrég még újnak tekintett technikába, technológiába. Ezek után már megszokottá válik, hogy egy „komoly” eszközt gyerekek is használnak – a tiltás gondolata csak az eszköz veszélyessége vagy különösen értékes volta esetén merül fel. A számítógép valós veszélyeit nem szabad figyelmen kívül hagyni, de jelen dolgozat ezzel nem foglalkozik. Az értékeket vizsgálva több szakkönyvben, cikkben találhatunk utalást a térinformatika összetevőinek érték-arányára, erre alapozva az 1. táblázat megmutatja az egyes összetevők közti nagyságrendi különbséget (CZIMBER K. 2001; DETREKŐI Á. – SZABÓ GY. 2002).

1. táblázat. A térinformatikai rendszer összetevőinek érték-aránya
(*Forrás: CZIMBER K. 2001*)

hardver	:	szoftver	:	adatok	:	felhasználó
1	:	10	:	100	:	∞

II. CÉLKITŰZÉS

A bevezető után természetesen több kérdés is felvetődik. Közincs-e már a térinformatika? „Korhatáros” téma-e még a térinformatika? Lehet-e, szabad-e „kiskorúaknak” GIS-ről beszélni? Eljutottunk-e már arra a szintre, amikor a térinformatika a szakemberek „komoly” eszközéből a mindennapi emberek, sőt, gyerekek „barátjává” válik? Ezekre a kérdésre keres választ az értekezés.

A fenti, 1. táblázatot figyelembe véve – ha a térinformatikának a költséghatékonyság növelése szempontjából érintett, súlyponti területeire szeretnénk koncentrálni – célszerű a szoftvert, az adatokat és különösen a felhasználót a vizsgálatunk célpontjába állítani.

Hogyan lehet a szoftverrel és az adatokkal „költséghatékonyan bánni”? – Törekedhetünk a szabad szoftverek, szabad adatforrások felhasználására (TIMÁR G. 2007). Hogyan lehet a felhasználóval „takarékoskodni”? – Úgy, hogy nem „pazaroljuk” el, hanem tervszerűen „használjuk” az energiáját, idejét; megtaníttuk őt a célszerű munkavégzésre. Kiemelt szerepet kap ebben a törekvésben az oktatás. A fenti gondolatok alapján tehát a dolgozat:

- a) áttekinti a térinformatika-oktatás módszertanának szakirodalmát, különös tekintettel a kérdéses korosztályra;
- b) egyszerűen eszközöket keres, amelyek támogathatják a GIS közoktatásba történő bevezetését;
- c) saját fejlesztésű és szabadon alakítható eszközt ad a diákok kezébe, amellyel a legfontosabb térinformatikai fogalmak és funkciók (koordináta, méretarány, tájolás, adatkezelés, osztályozás, ábrázolás, lekérdezés stb.) élményszerűen megérthetők;
- d) bevezeti a diákokat a szabad szoftverek és a script nyelv térinformatikai alkalmazásába;
- e) életszerű példákat hoz az oktatásba a valós kutatások során alkalmazott módszerek közül;
- f) elemzi a PTE TTK hallgatói projektek során végzett térinformatikai feladatokat, kiemelve a tanár szakos és nem tanár szakos hallgatók szemléletbeli különbségét;
- g) gyakorló mintapéldák és részletes leírás formájában kész segédanyagot ad a tanár kezébe;
- h) tudásszint-felmérő feladatsorokat ad az oktató kezébe, mellyel az ismeretátadás eredményessége ellenőrizhető;
- i) a fentiek által bizonyítja, hogy alap- és középfokú oktatásban is lehet és érdemes térinformatikával foglalkozni.

III. KUTATÁSI MÓDSZEREK ÉS ESZKÖZÖK

1. Módszerek

Tekintettel arra, hogy a térinformatika még ma is viszonylag fiatal tudományterület, az oktatásában az alapismeretek mellett célszerű megmutatni a szakterület útkeresés-jellegét is. Tapasztalat szerint, ha a hallgatók felismerik az újat alkotás, a fejlesztés lehetőségét és örömét, nagyobb lendülettel keresik a problémákra a megoldást. A dolgozatban tárgyalandó esettanulmányok mindegyike alkalmas lehet arra, hogy gyakorlat keretében kezdjünk neki a kidolgozásának. A leírt esetek és a használt módszerek, eszközök is sokfélék, a feladat jellegétől és az oktatás során megcélzott életkortól függően. Bár az oktatás során fontos szerepet kapnak a szabad és ingyenes szoftverek, bemutatás szintjén érdemes kitérni a kereskedelmi szoftverekre is.

- Az elterjedt kereskedelmi szoftverek által nyújtott megjelenítési lehetőségek bemutatására az ArcGIS rendszert alkalmaztuk. A növények elterjedés-vizsgálatához és a különböző településszintű ábrázolásokhoz összegyűjtött adatokat (településnév, koordináta) MS Excel táblázatban rendeztük, majd az így elkészített munkalapot MS Access adatbázisba importáltuk, amit az ArcMap képes megnyitni. Az ábrázoláshoz Magyarország határvonala DXF formátumban áll rendelkezésünkre, erre illesztettük rá az adatbázisból az érintett településeket. Az

így kapott térképek külalakját tekinthetjük elérendő minimumnak a később használt eszközök kimeneténél. Felsőfokú képzésben a rendszer használata is tananyag lehet, alap- és középfokon inkább csak az elérhető végeredmény szemléltetése legyen cél.

- Az „egyszerű feladathoz egyszerű eszközt” elv megalkotása után az adatpontok területi elrendeződését az OpenOffice.org táblázatkezelőjének Pont (XY) diagramjával vázoltuk. Ez az eset középiskolai tudással megoldható feladat.
- A diákok által továbbfejleszthető térképek készítésekor Logo programnyelvet, annak is több nyelvjárását használtuk: Comenius Logo, Imagine Logo és Elica. A Comenius és Imagine Logo már az alapfokú oktatásban is ismert. Az Elica Magyarországon kevésbé elterjedt, a 3D megjelenítés miatt azonban a felsőoktatásban érdemes lenne foglalkozni vele.
- A felszínmozgás térbeli elemzésénél FOSS (Free and Open Source Software) eszközöket alkalmaztunk. A bányászati tevékenység hatásvizsgálatánál az MS Excel formátumban kapott adatokat GNU/Linux operációs rendszeren, az OpenOffice.org táblázatkezelőjével CSV (Comma Separated Values) formátumba konvertáltuk, azt a GRASS-ba importáltuk, majd a későbbiekben tárgyalt függvényekkel és az NVIZ modullal jelenítettük meg. A tárgyalt módszerek elvileg középiskolában bemutatathatók, bár a megoldás során alkalmazott shell script nyelv alapjainak hiánya miatt megvalósítása inkább felsőoktatásban javasolt.
- A térképkészítésben gyakori megoldás, hogy a térinformatikai rendszer által produkált megjelenítést a végeredmény igényesebb külalakja érdekében valamilyen grafikai szoftver segítségével hozzák nyomdakész formára (ZENTAI L. 1999). Többek között akkor van erre szükség, ha a rendszer nem tudja a térképi megírásokat (pl. településneveket) olvashatóan, átfedés nélkül elhelyezni. Ezekben az esetben a PDF formátumba exportált, félkész térkép végső formázását Adobe Illustrator-ban oldottuk meg.

2. Eszközök

Vegyük sorra az alkalmazott eszközöket – a korábbiakban látott csoportosítás szerint – hardver, szoftver és adat kategóriában.

2.1 Hardver eszközök

A felsorolt mintapéldák elkészítése során többnyire IBM kompatibilis PC-n dolgoztunk, néhány szemeszterben pedig Sun Blade 100 Workstation (SPARC processzoros) gépeket használtunk a hallgatókkal.

2.2 Szoftver eszközök

A dolgozatban részletezett projektek során használt szoftverek nagy részét lokálisan futtattuk, de a GRASS rendszert néhány szemeszterben – a munkaállomások gyengébb teljesítménye miatt – szerveren, távoli bejelentkezéssel futtattuk. A munka során alkalmazott szoftverek listája ABC-sorrendben:

Adobe Illustrator CS
ArcGIS 8
AutoCAD Map 2000
Comenius Logo 3.0.046
Elica 5.6
ET-GeoWizard Free ArcGIS Extension
GIMP 2.2.17 Portable
GNU/Linux több disztribúciója

GRASS GIS 6.3
Imagine Logo 2.0
MS SQL-Server 2000
MS Office 2003
MS Windows XP
OCAD 6.1
OpenOffice.org 1.0.3
QCAD 2

Oktatásnál fontos és helyeselhető törekvés a szabad szoftverek használata, hiszen az iskolának nem kell a szoftvervásárlásra fordítani az amúgy is szűkös forrásokat, a diákok pedig nem kényszerülnek rá, hogy a szoftver „feltört” verziójával dolgozzanak. A több tíz- vagy százezer forintos program otthoni megvásárlása sajnos a legtöbb esetben reális alternatívaként fel sem merül. A szabad szoftverek általános használhatóságát, sok esetben csekély erőforrás-igényét jellemzi az is, hogy a dolgozat készítése során alkalmazott GRASS 6.3 szoftver (Debian GNU/Linux 4.0 operációs rendszer alatt) egy Pentium-II-es notebookon is minden gond nélkül működött.

2.3 Az adatforrások

Érdeemes külön alfejezetet szánni az adatforrásokra, hiszen mint már láttuk, nagyságrendjében, értékében a többi eszköz felett álló kategória. Az adatok beszerzése és importálása során jellemzően két fontos kérdést kell tisztázni (NIKLASZ L. 2005):

- a) Honnan szerezzük be az adatot? Halmozottan nehéz helyzetben vagyunk, ha nem saját mérésről van szó, anyagi forrás nincs rá, és az adat az interneten nem elérhető. Oktatásnál szóba kerülhet egy adatszolgáltatóval kötött együttműködési megállapodás, vagy fiktív adatok használata.
- b) A megkapott, letöltött adatbázist hogyan lehet a legegyszerűbben, leggyorsabban, legkevesebb hibával importálható formára hozni? Tipikus élőmunkáról van szó, szerencsés esetben scriptekkel, makrókkal, ügyes függvényekkel megkönnyíthetjük a saját dolgunkat.

3. Az oktatás célkorosztálya

A dolgozatban leírt projektek során elvégzett feladatok az egyes témákban érintett szakmai ismeretek különböző szintje miatt más-más korosztályt céloznak meg. Az alábbi, 2. táblázat foglalja össze azokat a pontokat, ahol az összeállított anyag csatlakozhat az alap-, közép- és felsőoktatáshoz. Az ajánlott korosztály mindig a megértéshez szükséges alsó határt jelöli. Az ajánlott évfolyamok és tantárgyak esetén külön kell választani a kész térkép vagy rendszer bemutatását, amelyhez elegendő a passzív ismeret, az elkészítésétől, amely a tanulók aktív közreműködését, alkotó munkáját igényli. Bár a bemutatás magába foglalhatja az elemzést, a paraméterek módosításának hatásvizsgálatát is, az elkészítés, fejlesztés szakmai követelményei minden esetben magasabbak.

2. táblázat. A tárgyalt esettanulmányok javasolt célközönsége
Jelölt tevékenység-kategóriák: bemutatás (b), készítés (k), elemzés (e), fejlesztés (f)

Ismeret (Esettanulmány)	Hányadik évfolyamtól ajánlott	Tantárgy (Tartalom)
Ponttérkép (növények elterjedése)	b: 7. évf. k: felsőoktatás	b: Földrajz (Különböző típusú térképek) k: Térinformatika
Osztályozott ponttérkép (erdei iskola)	b: 7. évf. k: felsőoktatás	b: Földrajz (Különböző típusú térképek) k: Térinformatika
Diagramtérkép (GDF idősor-elemzés)	b: 11-12. évf. k: felsőoktatás	b: Földrajz (Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza) k: Térinformatika
Ponttérkép (táblázatkezelő diagram)	k: 9. évf. e: 11-12. évf.	k: Informatika (Diagramfajták) e: Földrajz (Különböző típusú térképek)
Folttérkép (irodai programcsomag)	k: 9. évf. e: 11-12. évf.	k: Informatika (Adatmegjelenítési formák) e: Földrajz (Különböző típusú térképek)
Domborzati térkép (Comenius Logo)	f: 8. évf.	f: Informatika (Algoritmusok és adatok)
Interaktív térkép (Imagine Logo)	b: 7. évf. f: 10. évf.	b: Földrajz (Különböző típusú térképek) f: Informatika (Algoritmusok és adatok)
3D megjelenítés (Elica)	b: 11-12. évf. f: felsőoktatás	b: Földrajz (Felszínformák modellezése) f: Számítógépes grafika, OOP, egyéb választható tárgyak
Komplex rendszer (felszínmozgás vizsgálata)	b: 11-12. évf. f: felsőoktatás	b: Informatika (Térinformatikai alapismeretek) f: Térinformatikai fejlesztés

IV. ESETTANULMÁNYOK

1. Geometriai adatok és szakadatok megjelenítése „profi” eszközökkel

Az oktatás első lépéseként feltétlenül a látványra érdemes helyezni a hangsúlyt. Az önálló munka megkezdése előtt célszerű megmutatni, mire képes a megjelenítés terén egy piacvezető szoftver, például az ArcGIS. A későbbiekben a diákokkal

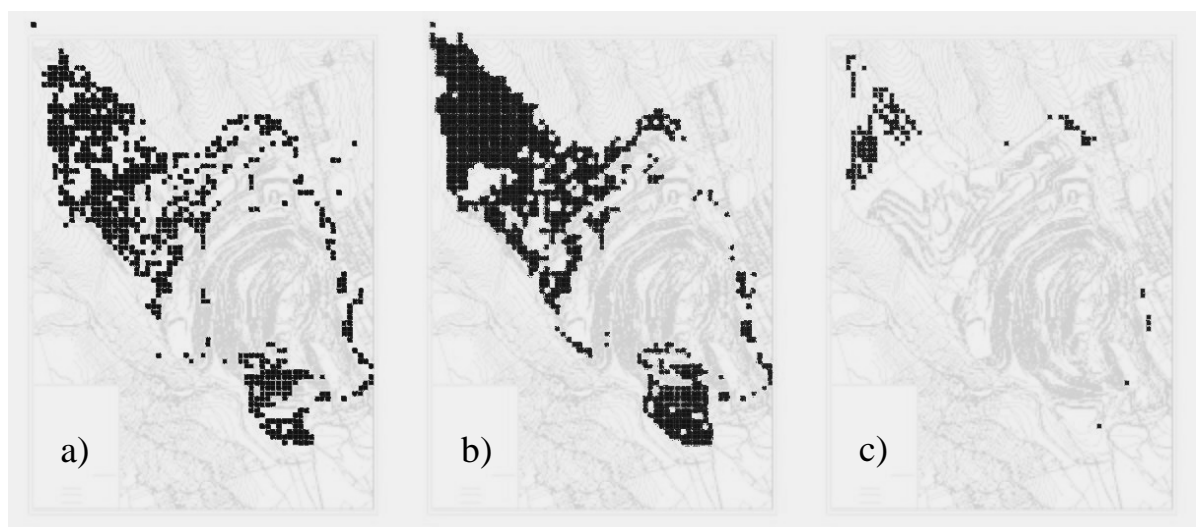
törekedhetünk arra, hogy az itt látottakhoz hasonló eredményeket tudjunk elérni, de más, ingyenes, vagy szerencsésebb esetben nyílt forráskódú eszközökkel.

1.1 Ponttérkép ábrázolása – Növények elterjedés-vizsgálata

Első lépéseként nézzünk meg egy valós feladatot, ahol a terepi munka során rögzített biotikus adatok térképi megjelenítése volt a cél. A vizsgált növényfajok elterjedésének pontos ábrázolásáért az ArcGIS professzionális térinformatikai rendszer felelt. A 2. táblázat szerint a térkép bemutatása a 7. évfolyamtól, a rendszer használata, a térkép órai elkészítése pedig a felsőoktatásban javasolt.

2001-ben, a Széchenyi-terv fejlesztési programjai között meghirdetett, „A Dél-Dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása” című pályázat keretében, a Karolina külfejtésen különböző kutatómunkák indultak. Ebbe a munkába a PTE Természettudományi Kara is sikeresen bekapcsolódott, lehetőséget kapva így egy napjainkban aktuális problémát feldolgozó projekt igen összetett kutatási munkájában való részvételre (PAL R. et al. 2003).

A külfejtés területén fontos feladatot jelentett egy biomonitoring rendszer kidolgozása, ami megalapozza a későbbiekben megvalósítandó rekultivációs munkálatokat. Térkép, illetve légifotó alapján megtörtént a terep előzetes bejárása, majd a tíz kiválasztott növényfaj felvételezése. A terepen rögzített adatok adatbázisba kerültek, s elkészültek az elterjedési térképek, amelyek kiindulási alapját képezték egy dinamikus szemléletű fajmonitoring vizsgálat sorozatnak. Az 1. ábra a vizsgálat leglátványosabb részeként három különböző növényfaj elterjedését mutatja. Az ábrázolás lényege az egyes mikroparcellákban (számunkra: rasterpontokban) megjelenő bináris információ – a mikroparcellán belüli elterjedés mértéke lényegtelen.



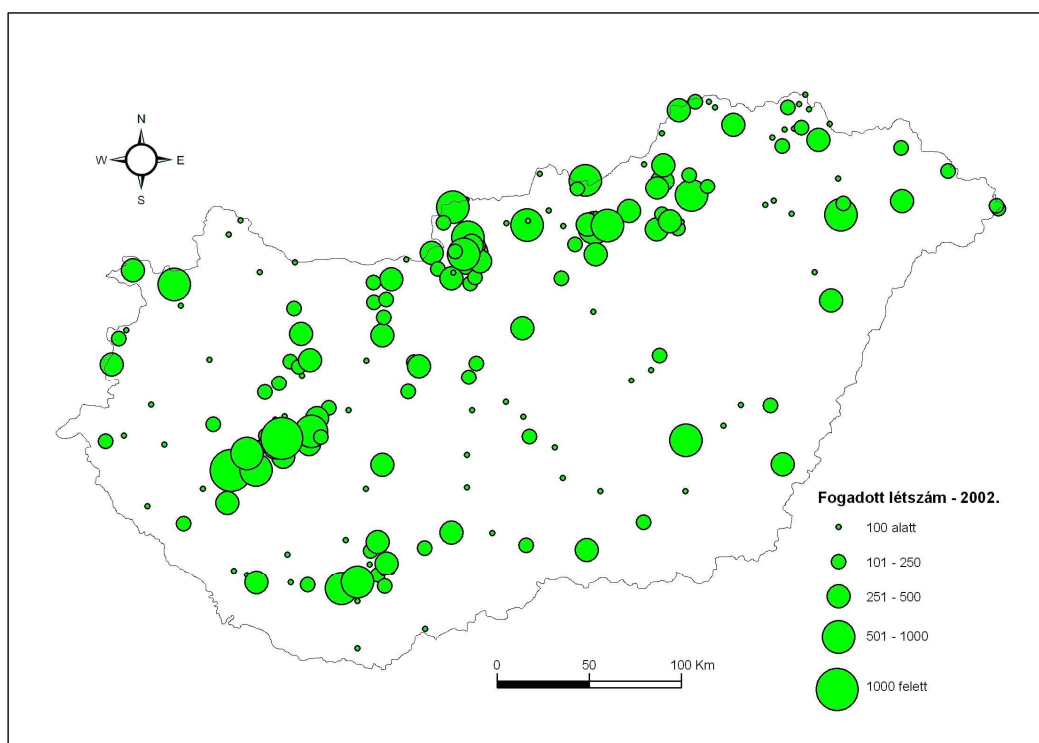
1. ábra. Három növényfaj elterjedése a Karolina külfejtés területén
a) *Robinia pseudo-acacia*, b) *Calamagrostis epigeios*, c) *Elaeagnus angustifolia*

Bár a konkrét oktatási feladatnál megelégszünk a térképrajzolással, a tanórán célszerű utalni arra, hogy a térinformatika az elemzési lehetőségek egész sorát kínálja fel erre az egyszerű esetre is: területszámítás, pufferróna kialakítása, összefüggésvizsgálat a növényesedés és a lejtő benapozottsága között stb.

1.2 Osztályozott ponttérkép – Erdei iskola kutatás

Az előző fejezetben tárgyalt pontábrázolás továbbfejlesztéseként nézzünk egy példát, ahol a koordinátán kívül egyéb szakadatot (jelen esetben létszámot) is ábrázolni kell. A szoftverek általában több lehetőséget kínálnak fel számszerű adatok jelölésére, az egyik legkézenfekvőbb a szakadattal arányos méretű körök alkalmazása. Jelen példa legyen egy, az erdei iskolák elterjedésének és jelentőségének vizsgálatát célul kitűző projekt. Az adott feladat eredményének bemutatása a 7. évfolyamtól, az adatok előkészítése, az adatbázis összeállítása és a térkép megszerkesztése a felsőoktatásban javasolt (2. táblázat).

Az erdei iskolába diákokat küldő illetve fogadó településeket Magyarország térképén a diáklétszámmal arányos méretű kis körrel jelenítettük meg. E térképekről leolvasható, mely területek a preferáltak erdei iskola szempontjából, illetve következtetni lehet az erdei iskolák területi elhelyezkedésének okaira. A térinformatikai módszer előnyeinek igazolására a korábban, manuálisan feldolgozott, erdei iskolás csoportokat fogadó települések térképe helyett új, térinformatikai módszerrel készült térképeket szerkesztettünk (2. ábra) (BORNEMISZA I. – KOPÁRI L. 2007).



2. ábra. Erdei iskolák területi elhelyezkedése és jelentősége Magyarországon, a fogadott diáklétszám alapján, a 2002/2003. tanévben

A térinformatikai módszer lehetőséget biztosít a kutatással kapcsolatosan felmerülő új célok kijelölésére és a feltevések gyors igazolására. Az erdei iskolák térinformatikai elemzéséből is megállapítható, hogy az erdei iskolai mozgalom jelentős számú diákot, tanárt aktivizál évente Magyarországon. A kidolgozott módszer segítségével könnyen ábrázolhatóak térképen a nagyszámú adathalmazok különböző szempontok és összefüggésrendszerek alapján is. Jelen esetben szintén az ábrázolás az elérendő cél, de itt is utalhatunk néhány mondatban arra, hogy a térinformatikai rendszerekben bőséges eszközkészlet segíti a további kvantitatív elemzést. Szemmel láthatóan gócpontok alakultak ki a térképen, de megfelelő adatbázis-háttér esetén konkrét választ kaphatunk ezeknek az okára – vizsgálhatjuk például, hogy hány erdei iskola található nemzeti parkok területén, nagyvárosok 20 km-es körzetében, vagy tömegközlekedési eszközzel könnyen elérhető helyen.

1.3 Diagramtérkép – térbeli idősor-elemzés

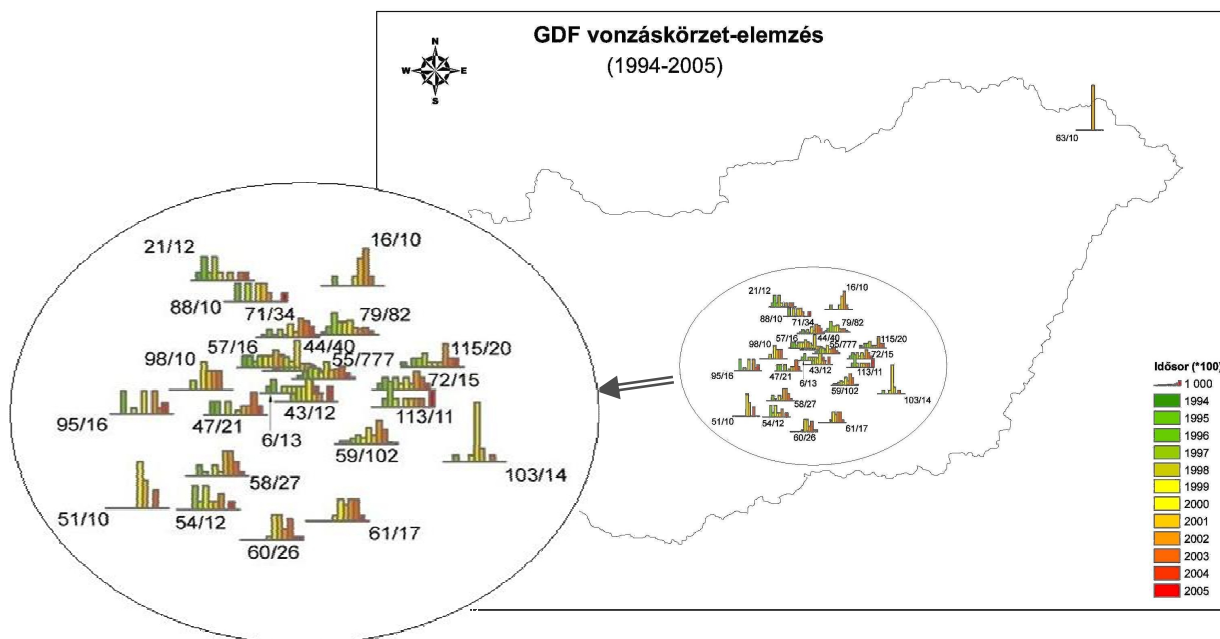
Tovább bővíthetjük az ábrázolt információk listáját, ha a pontokhoz nem egyetlen, hanem több adatot rendelünk. A következő példa egy idősort ábrázol az érintett településekre helyezett diagrammal. Fennáll a veszélye annak, hogy ha egy térképen túl sok adat szerepel, nehezen értelmezhetővé, vagy akár olvashatatlaná válik, ezért ennél a feladtnál a diagram ábrázolásán túl a megírások optimális mennyisége és elhelyezése is tananyag. Az adott feladat bemutatása a 11-12. évfolyamtól, a tényleges térinformatikai megoldás felsőoktatásban javasolt (2. táblázat).

Tizenkét évvel ezelőtt indult a Gábor Dénes Főiskola Kecskeméti Konzultációs Központja (GDF-KKK). A jelentkezők létszámának ingadozó jellege miatt merült fel az igény, hogy a hallgatói nyilvántartást alapul véve készüljön egy térbeli idősor-elemzés. A feladat megoldása itt is az adatbevitellel kezdődött. Az Excel táblázatban kapott adatokat a táblázatkezelőben készítettük elő az importra.

A teljes idősor ábrázolásakor tipikus problémák merültek fel: az egymásra írt településnevek olvashatatlanok, a feliratok automatikus elrendezése nem esztétikus, a diagramok képe a kis méret miatt felismerhetetlen. Végül három elrendezés tűnt használhatónak:

- az összes település, létszámarányos méretű körrel jelölve, településnév nélkül;
- a tíznél több hallgatót küldő települések, létszámarányos méretű körökkel, a településnév helyett azonosító kódokkal;
- a tíznél több hallgatót küldő települések, oszlopdiagrammal, azonosító kóddal és küldött létszámmal (3. ábra) (a kódokat a térképhez mellékelte, itt – adatvédelmi okokból, a GDF kérésére – be nem mutatott jelmagyarázat oldja fel).

Bár a bemutatott térkép az összes lényeges információt tartalmazza, a diagramos ábrázolás nehezen elemezhető. Egyéb ábrázolási ötletek (színes foltok, nyilak, évenként külön térkép, animáció) megkönnyíthetik a folyamat vizsgálatát. Az elemzés nyilvánvalóan más objektumok, események hatásának, vonzáskörzetének vizsgálatára is lehetőséget ad.



3. ábra. Idősor-diagram a GDF-KKK-ba küldött hallgatói létszámról
A diagram mellett a település azonosítószáma és az adott településről érkezett összes hallgatói létszám olvasható.
(PÓSFAINÉ BAKOTA É. adatai alapján szerk.: BORNEMISZA I.)

2. Egyszerűbb eszközök alkalmazása

Felmerül a kérdés, hogy el lehet-e érni a kutatás során kapott (vagy hasonló, az oktatás céljainak megfelelő) eredményeket hétköznapi eszközökkel, amelyek az oktatásban rendelkezésre állnak. A térinformatika és a térképészet szoros kapcsolatára alapozva érdemes megvizsgálni, milyen szoftverek alkalmasak térképészésre. ZENTAI L. (2004a) a szóba kerülő programokat az alábbi öt kategóriába sorolja:

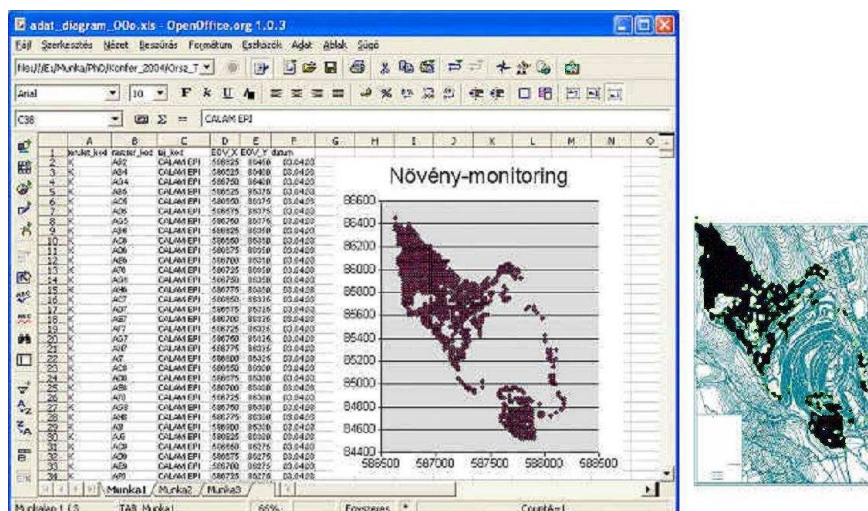
1. CAD programok
2. Térinformatikai (GIS) programok
3. Általános célú grafikus programok
4. Speciális térképészeti programok
5. Egyéb programok

Az általános grafikai programokat általában a térképen végzendő végső formázáshoz alkalmazzuk, az 1., 2. és 4. kategória pedig – bonyolultságánál fogva – általában nem alkalmas arra, hogy a térbeliség alapelveit mutassuk meg vele a diákoknak. Marad tehát az alapok oktatásához az „egyéb” kategória.

2.1 Ponttérkép táblázatkezelővel

Ha a terepen elszórtan elhelyezkedő, pontszerű adatokat szeretnénk ábrázolni, nem feltétlenül kell speciális szoftverhez nyúlnunk. Az 4. ábra jobb oldalán látható térképen a mérési pontokat ArcGIS térinformatikai rendszerrel ábrázoltuk, de az elterjedés jellegét egy táblázatkezelő (jelen esetben az OpenOffice.org – OoO) pontdiagramja is meg tudja jeleníteni. Ez egy hordozható géppel akár már a terepen is

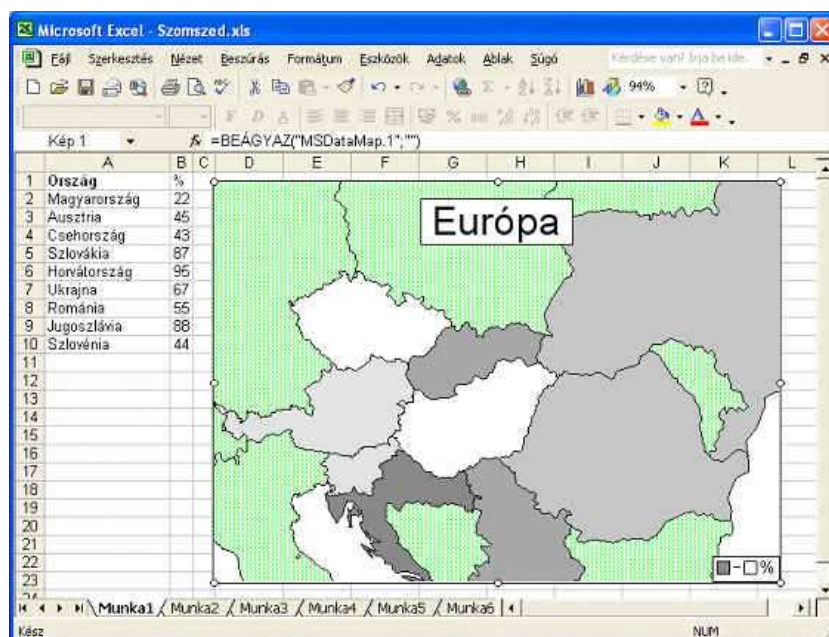
segíthet kiszűrni a durva mérési hibát. A két ábrázolás között jellegében nincs különbség. A táblázatkezelő pontdiagramja 9. osztályban informatika órán megszerkeszthető, a részletes elemzés pedig néhány évvel később, földrajz órán, a térképtípusok témakörben kerülhet elő (2. táblázat).



4. ábra. Pontok ábrázolása – OOo táblázatkezelő (bal), ArcGIS (jobb)

2.2 Foltterkép irodai programcsomaggal

Egyes irodai programcsomagok képesek földrajzi vonatkozású adatok (viszonylag egyszerű) térképi megjelenítésére. Az 5. ábra az MS Excel ilyen képességét mutatja be. Sajnos a Microsoft Map a 2002-es változattól már hiányzik a Microsoft Office-ból, helyette a Microsoft MapPoint szoftver használható (<http://office.microsoft.com>). Bár a térkép elkészítése (a 2002-es Excel előtti változatokkal) nem bonyolultabb más típusú diagramok szerkesztésénél, a jelenlegi szoftverkörnyezet miatt ez a módszer középiskolában javasolt (2. táblázat).



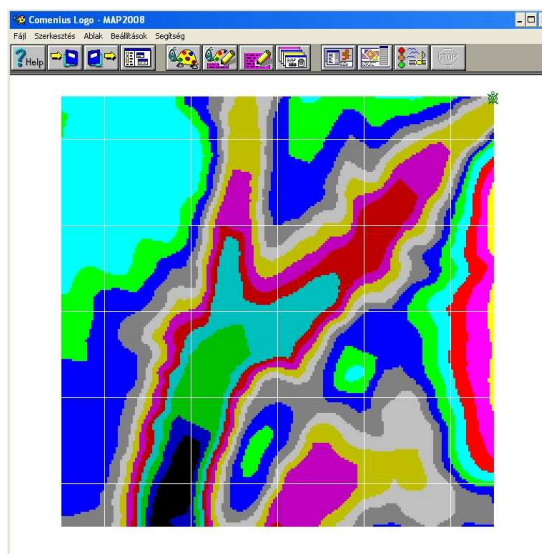
5. ábra. Adatok térképi megjelenítése az MS Excel 2000-ben

2.3 Saját fejlesztésű térkép – Logo

Talán sokan sértésnek tekintik a Logo-ra nézve, hogy az „egyszerűbb eszközök” kategóriába soroljuk, de hamar felismerhetjük, miért is tartozik ide. Egyrészt a „térinformatikai eszközkészlete” (sajátos szóhasználatában koordinátákról és égtájakról beszélünk) valóban nem mérhető a GIS rendszerekéhez, másrészt – és ez a fontosabb érv – a Logo kifejezetten gyermekek számára készült, az algoritmikus gondolkodás, a programozás alapjainak könnyű, egyszerű oktatását megcélzó programnyelv. Éppen ebből következően azonban olyan rugalmas eszköz, amellyel szinte bármi, még akár térinformatikai feladat is megoldható. A korábbi térképtípusok fejezetei után ennek a fejezetnek címe lehetne akár ez is: „*Bármilyen térkép Logo-val*”, hiszen csak a programozói tudáson és találékonyságon múlik, hogy milyen térképet rajzoltatunk a teknőccel. A Logo különböző változatai az alap-, közép- és felsőfokú képzésben is hasznos oktatási környezetnek bizonyultak. Az egyes projektek ajánlott időtervét a 2. táblázat részletezi.

Az oktatás során szót kell ejteni a 3D-s ábrázolásról, és ehhez kapcsolódóan a terepmodell fogalmáról. Ha a diákokkal egy térképre rácshálót fektetünk, az egyes cellákban a színkód alapján leolvassuk a cellára jellemző (szemmel átlagolt) magassági értékeket, s ezeket táblázatba foglaljuk, akkor a térképről készítettünk egy egyszerű adatbázist. Az így kapott adatsort azután sokféle eszközzel ábrázolhatjuk, a domborzat jellege több módon is láttatható. Legcélszerűbb egy olyan, könnyen tanulható és kezelhető programnyelvet segítségül hívni, amelyet a diákok már ismernek. A Comenius Logo tökéletes erre a célra.

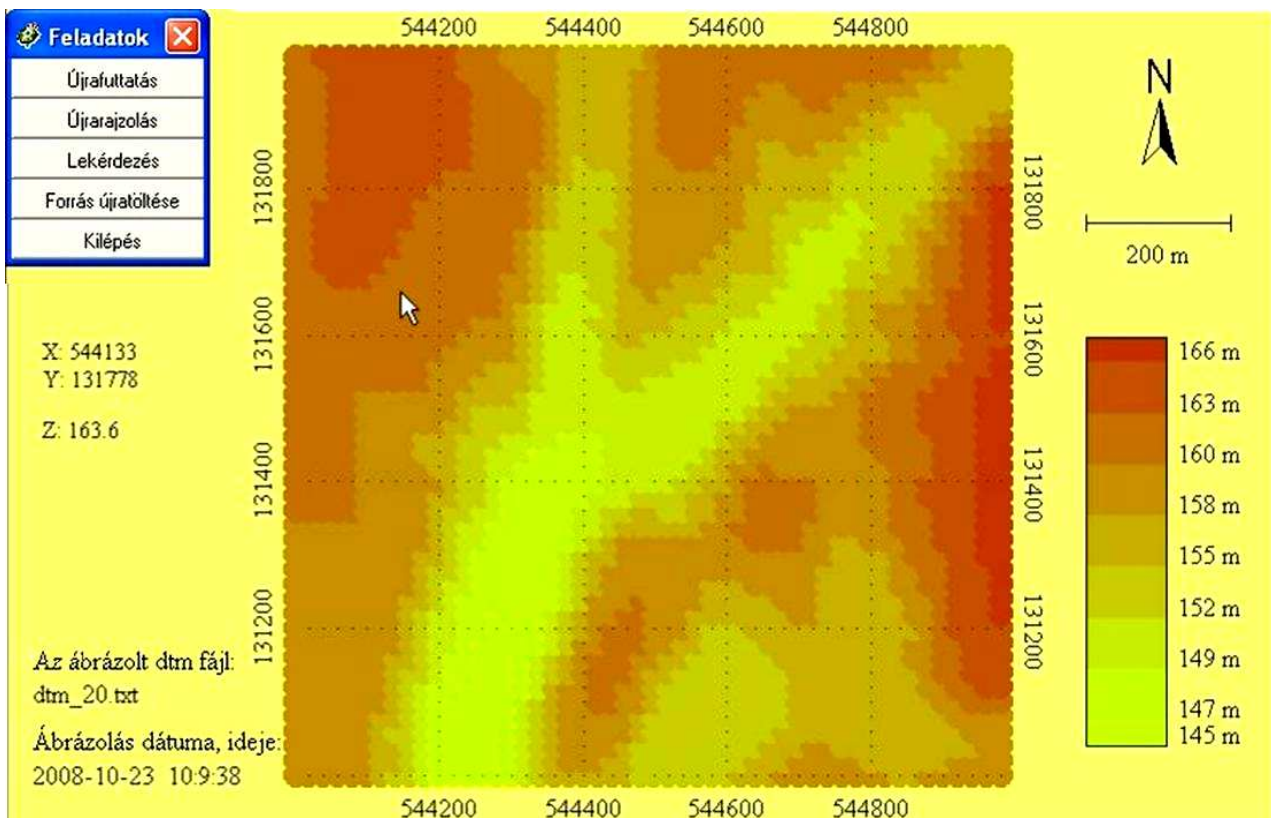
A készítendő Logo program megnyitja az adatokat tartalmazó szöveges fájlt, az X és Y koordináták legnagyobb és legkisebb értékéből kiszámítja a terület nagyságát és az ábrázolhatósághoz szükséges méretarányt. A Z koordináták szélsőértékei alapján a Logo által felkínált 16 színre osztályozza a magassági értékeket (BORNEMISZA I. 2008). A teknőc láthatóan megbirkózik a feladattal (6. ábra). A kész „térkép” Osztopán község belterületének felülnézeti képét adja, a különböző magasságokat különböző színnel jelölve.



6. ábra. A Comenius Logo teknőce által rajzolt domborzati térkép

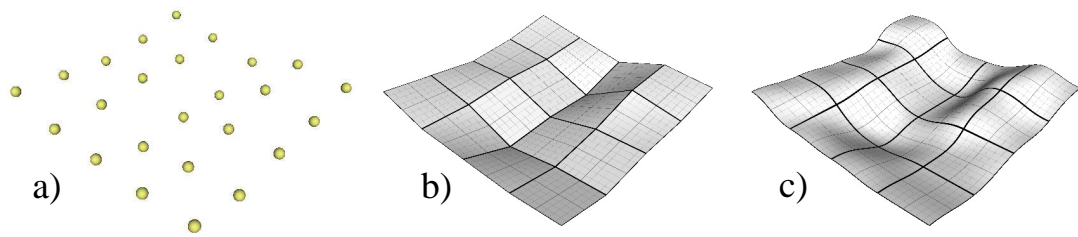
Ügyesebbek a valós térképek jelkulcsához hasonló színskála kialakítására alkalmas algoritmust programozhatnak le az RGB rendszer segítségével. Azok a diákok, akik ezért az egyszerű, de látványos végeredményért (valójában elsősorban a sikerélményért) megoldották a feladatot, biztosan megértették az adatbázis, az import, az újraosztályozás, a geometriai transzformáció és a megjelenítés elvét is. A további feladatok, az esettanulmányok feldolgozása és megbeszélése során a tanár már ezen elemi lépésekre tud magyarázatképpen visszautalni.

A feladatot némi szintaktikai módosítással átírhatjuk Imagine Logo-ba, amely a Comenius Logo utódjának tekinthető, s amelyet Magyarországon az általános iskolások nagy része első programozási nyelvként tanul. A 7. ábra a kész program futási képernyőképét mutatja, szintén az előbb látott földrajzi területet ábrázolva. Kiemelendők a térképi elemek (tájolás, aránymérték, jelmagyarázat, megírás), valamint az elkészített program lekérdező funkciója, amely folyamatosan kiírja az egérkurzor által mutatott pont X, Y koordinátáit, kattintáskor pedig megkeresi és megjeleníti az adott pont magassági értékét (BORNEMISZA, I. – BOYTCHÉV, P. 2009a).



7. ábra. Az Imagine Logo térképe, a lekérdezés eredményével
(A forrás letölthető a következő oldalról: <http://born.try.hu/imagimap/>)

További fejlesztésként megírhatjuk a terepmodell-ábrázoló projektet Elica Logo-ban, amely 3D megjelenítésével valóban „új dimenziót” nyit a diákok előtt. A 8. ábra az alapoktól felépített terepmodellt mutatja, a 9. ábra pedig a terepmodell felületére vetített műholdképpel teszi még élethűbbé az ábrázolást (BORNEMISZA, I. – BOYTCHÉV, P. 2009b).



8. ábra. Pontrács (a), négyzögek (b) és NURBS felület (c) az Elica Logo-ban
(Szerk.: P. BOYTCHEV)



9. ábra. Műholdkép a NURBS felületre feszítve
(Szerk.: P. BOYTCHEV)

3 Komplex rendszer– GRASS GIS szabad szoftver

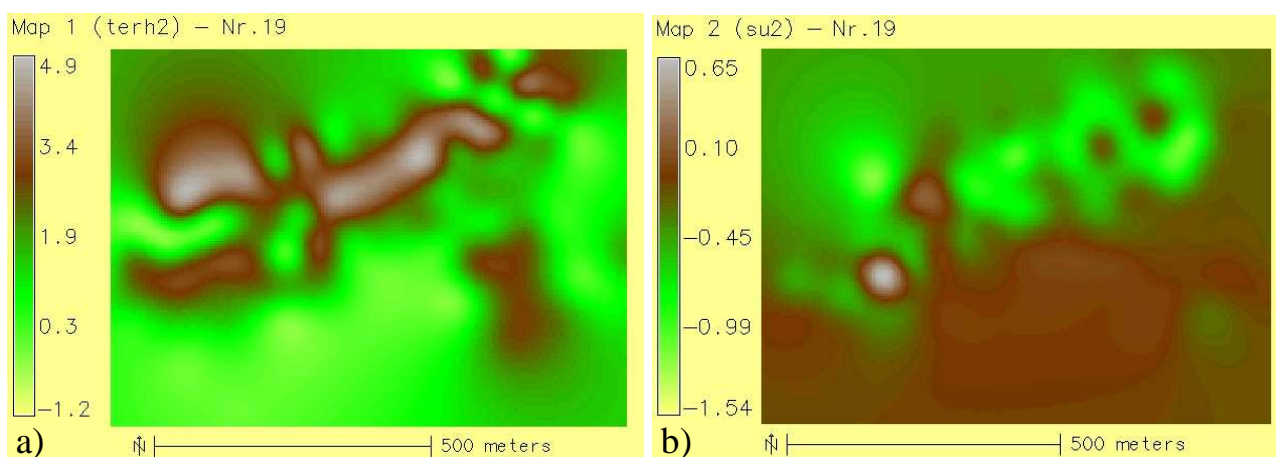
A térinformatika oktatásának csúcspontja, amikor az alapismeretek (sokszor játékosnak tűnő) megtanítása után végre kezünkbe vehetünk egy valódi GIS eszközt. Oktatásról lévén szó, kiemelt jelentőségű a szabad szoftverek használata. Az itt kidolgozott példák GRASS GIS nyílt forráskódú szoftveren készültek, amely szoftver „legszívesebben” a szintén nyílt forráskódú GNU/Linux operációs rendszeren fut. A rendszer bemutatása középiskolai, fejlesztése felsőoktatási kurzus során javasolt (2. táblázat).

A Pécestől nyugatra fekvő területen működött uránbánya rekultivációs tevékenységének részeként a bánya zagytározóit előírt rétegrend szerinti földréteggel fedik le (KOVÁCS L. – BERTA Zs. 2001; MENTES GY. – BÁNYAI L. 1999). A mérési adatok feldolgozásához a GRASS segítségével vettük igénybe. A Mecsekérc Környezetvédelmi Rt. által elvégzett mérések eredményeit Excel-táblázatból vesszővel elválasztott szöveg formátumú (CSV) fájlba exportáltuk, így a GRASS által értelmezhető adatbázist kaptunk. Az adatbeolvasás, feldolgozás és ábrázolás a GRASS saját függvényei segítségével (*v.in.ascii*, *v.surf.rst*, *r.mapcalculator*, *d.mon*, *d.text*, *d.legend*, *d.barscale*) néhány lépésben megoldható. A felület térbeli ábrázolására szolgáló modul (*nviz*) az interaktív forgatást, mozgatást is lehetővé teszi (BORNEMISZA I. 2006A; GRASS DOCUMENTATION 2006).

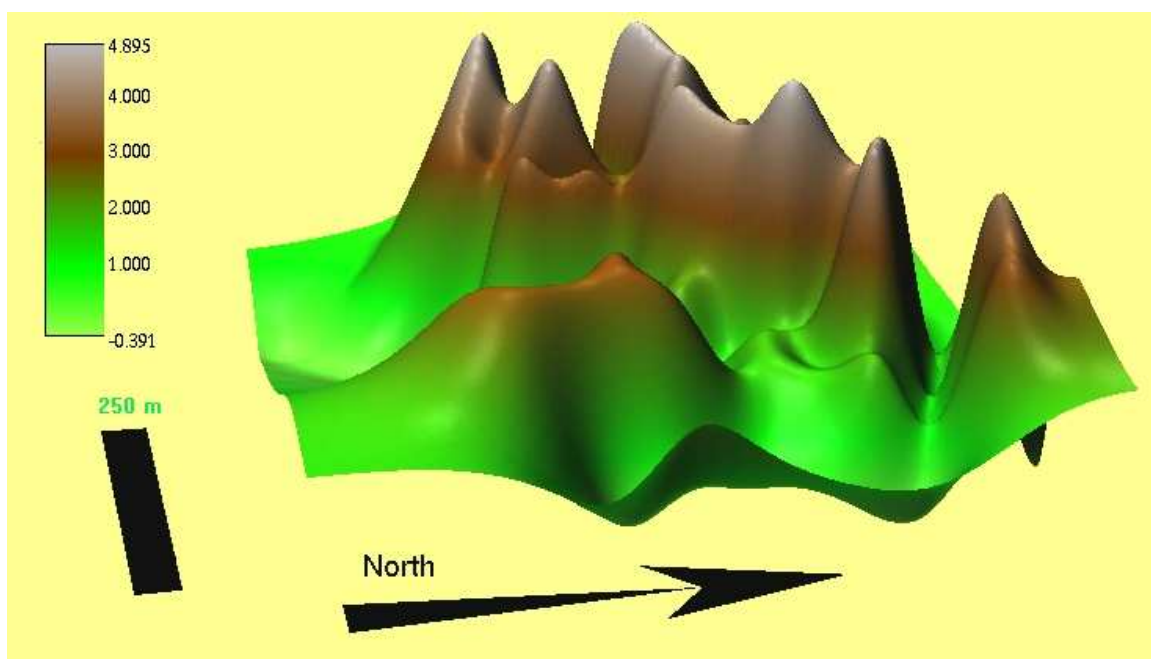
Az idősor-adatok beolvasásának egymásutánisága egy célszerűen összeállított shell-script *for*-ciklusa segítségével érhető el. A képek előállítása a script által leírt

egységes módszer eredményeképpen minden esetben azonos, hiszen a paraméterek megegyeznek, így a fájlba mentett képek könnyen összevethetők.

A feldolgozás vizuális eredménye szemlélteti a zagytározóra hordott fedőréteg vastagságának és a terület süllyedésének jellegét. Az 10. ábra „pillanatfelvétele” jól ábrázolja a fedés haladási vonalát és az ennek következtében tapasztalható süllyedés mértékét. A fedőréteg vastagságának 3D-s (valójában 2.5D-s) ábrázolása jól mutatja a lefedés egy közbülső stádiumát. A 11. ábra készítésekor a jobb láthatóság érdekében kilencvenszeres függőleges torzítást alkalmaztunk. A zagytározón felhalmozott fedőréteg térbeli megjelenítését a GRASS nviz moduljával végeztük. Ez a fajta nézet pontos mérésre nem alkalmas, inkább csak a térbeli elrendeződést érzékelteti.



10. ábra. A terhelés (a) és a süllyedés (b) két dimenziós képe a zagytározók lefedése során (A jelmagyarázat számértékei m-ben értendők.)



11. ábra. A zagytározón felhalmozott fedőréteg vastagsága (A jelmagyarázat számértékei m-ben értendők.)

V. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE

A Számítástechnika–Technika tanár szakos, Programtervező informatikus és Gazdaságinformatikus hallgatók közreműködésével folytatott kutatás lezárult. A projekt eredményeit tartalmazó dolgozatot olvasó, és azt remélhetően segédanyagként használó, elsősorban földrajz és informatika szakos tanárok örömeire összefoglalhatjuk, hogy a dolgozat kitűzött céljaira választ adó eredmények az alábbiak:

- a) az érintett téma módszertani szakirodalmának áttekintése után megállapíthatjuk, hogy időszerű megvizsgálni a kérdést, amely a jelenlegi térinformatika-oktatás időkeretének esetleges tágítását, a közoktatásba történő bevezetését veti fel;
- b) a szakirodalomban eddig fel nem lelhető, a GIS alapjainak oktatása során jól használható, egyszerű eszközöket adtunk a tanárok kezébe;
- c) a Logo programnyelv különböző változatainak alkalmazásával szabadon alakítható eszközt fejlesztettünk ki, amely a legfontosabb térinformatikai fogalmak és funkciók megértését támogatja;
- d) a GNU/Linux, a GRASS GIS és a shell programozás alkalmazásával készített mintapélda segítségével bevezettük a diákokat a szabad szoftverek és a script nyelv térinformatikai alkalmazásába;
- e) a feldolgozott kutatási munkák módszertani leírása eredményeképpen életszerű példákkal egészíthettük ki a térinformatika-oktatás tárházát;
- f) a PTE TTK hallgatói projektek részletes kifejtésével és tapasztalatainak összegzésével rávilágítottunk a térinformatika pedagógiai szemléletű megközelítésének fontosságára;
- g) a több éves oktatói tapasztalatának, mintapéldáinak összefoglalásával kész segédanyagot adtunk a tanár kezébe;
- h) a mellékelt tudásszint-felmérő feladatsorokkal megkönnyítettük a gyakorlati ismeretek számonkérésének lehetőséget;
- i) a fenti eredmények összefoglalásaként bizonyítottunk látjuk, hogy megfelelő szinten és előkészítéssel az alap- és középfokú oktatásban is lehet és érdemes térinformatikával foglalkozni.

VI. A MUNKA TOVÁBBI IRÁNYAI

A leírt projektek mindegyike magában hordozza a folytatás lehetőségét, szükségességét. A tervezett általános és középiskolai térinformatika-oktatás tapasztalatainak összegyűjtése, kiértékelése a következő néhány év feladata lesz.

Az elkészített térképek, megjelenítések általában könnyebben kezelhetők számítógépen, mint nyomtatott formában. A térképen – a zsúfoltság miatt – nem ábrázolható adatok a monitoron egy egérmozdulattal megmutathatók. A kész térkép és a kezelőfelület megjelenítésére talán legszerencsésebb választás a webes megjelenítés, ezt sugallja több objektív előnye is: platformfüggetlenség, kötetlen (akár mobil) elérhetőség, számtalan megvalósítási lehetőség, szabad szoftverek túlnyomó jelenléte (ZENTAI L. 1997; ZENTAI L. 2002; ZENTAI L. 2003).

VII. PUBLIKÁCIÓK ÉS KONFERENCIA-ELŐADÁSOK JEGYZÉKE

A PhD értekezés alapjául szolgáló publikációk

1. **БОРНЕМИСА, И.** – БОЙЧЕВ, П. (közlésre elfogadva): *Географски карту с Imagine Logo*. Математика и информатика, Sofia, 8 p
2. **BORNEMISZA, I.** – БОУТЧЕВ, P. 2009: *Imagine and Elica in the Area of GIS*. Acta Didactica Napocensia, ISSN 2065-1430, Vol. 2. No. 1., Kolozsvár, pp. 19-28.
3. **BORNEMISZA I.** 2008: *A térinformatikus technőc*. **Iskolakultúra** 2008/11-12. pp. 93-100.
4. **BORNEMISZA I.** – КОПÁРИ L. 2007: *A magyarországi erdei iskolák térszerkezetének vizsgálata térinformatikai módszerekkel*. **Földrajzi Értesítő**, LV. 1-2. pp. 179-194.
5. HEGYI S. – HUDOBA GY. – HARGITAI H. – BALOGH Z. – BÍRÓ T. – **BORNEMISZA I.** – KÓKÁNY A. – GERESDI A. – SASVÁRI G. – SENYEI R. – VARGA T. – BÉRCZI SZ. 2007: *New Developments in the Hunveyor-Husar Educational Space Probe Model System of Hungarian Universities: New Atlas in the Series of the Solar System*. Lunar and Planetary Science XXXVIII, #1204, LPI, Houston, 2 p
6. **BORNEMISZA I.** 2006: *Felszínmozgás elemzése térinformatikai rendszerrel*. Mérnökgeológia-Kőzetmechanika Kiskönyvtár 2. (ISBN 963-420-879-7, ISBN 978-963-420-879-7), Műegyetemi Kiadó, Budapest, pp. 31-35.
7. **BORNEMISZA I.** 2006: *Térinformatika-oktatás eszközei és eredményei*. Acta Agraria Kaposváriensis, ISSN 1418-1789, Vol. 10. No. 3. Kaposvár, pp. 27-31.
8. **BORNEMISZA I.** 2006: *A Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertjének térinformatikai rendszere*. Acta Agraria Kaposváriensis, ISSN 1418-1789, Vol. 10. No. 1. Kaposvár, pp. 129-133.
9. BÉRCZI SZ. – HEGYI S. – HUDOBA GY. – BALOGH Z. – BÍRÓ T. – **BORNEMISZA I.** – CSAPÓ L. – DROMMER B. – GERESDI A. – HALÁSZ A. – HARGITAI H. – IMREK GY. – KERESZTESI M. – KÓKÁNY A. – NAGY A. – PÁPAI T. – SAMU N. – SASVÁRI G. – SENYEI R. – SIROKI L. – VARGA T. 2006: *Kis Atlasz a Naprendszerről (10): Fejlesztések a Hunveyor-Husar űrszonda modelleken*. ELTE TTK Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoport, ISBN 963 86873 6 3, Budapest, 28 p
10. **BORNEMISZA I.** 2002: *Térinformatikai megoldások a Mecsekérc Rt. felszínmozgási monitoring mérési adatainak feldolgozásában*. In: Czuppon V. – Gerendás R. – Kopári L. – Tóth J. (Szerk.): *Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából III*. PTE FI, Pécs, pp. 11-16.

A PhD értekezés alapjául szolgáló konferencia-előadások

1. **BORNEMISZA I.** 2008: *Interaktív térkép szerkesztése*. Hivatástudat. 80 éve Szegeden a pedagógusképzés c. konferencia, Szeged
2. **BORNEMISZA I.** – КОПÁРИ L. – ПОСФАЙНÉ БАКОТА Э. 2007: *Térinformatikai módszerek alkalmazása az ökoturizmus kutatásában: a magyarországi erdei iskolák térszerkezetének vizsgálata*. In: Aubert A. (szerk.): *Fejlesztés és képzés a turizmusban: II. Országos Turisztikai Konferencia tudományos közleményei*. PTE Turizmus Tanszék, Pécs, pp. 363-371.
3. **BORNEMISZA I.** 2006: *A bányászat környezeti hatásai*. II. Kárpát-Medencei Környezettudományi Konferencia, PTE, Pécs
4. **BORNEMISZA I.** 2004: *Térinformatikai eszközök a tájsebek rehabilitációjában és az oktatásban*. XIV. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok
5. R. PAL – S. CSETE – E. SALAMON-ALBERT – T. MORSCHAUSER – A. BORHIDI – **I. BORNEMISZA** 2003: *Invasive plants and indicators for habitat quality and ecosystem*

- functions in some industrial wastelands.* (abstract + poster) 7th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. – Florida, Fort-Lauderdale, Abstracts, pp. 64-65.
6. **BORNEMISZA I.** 2003: *Biotikus kutatás térképi megjelenítése.* „Multimédia az oktatásban” konferencia, PTE, Pécs
 7. **BORNEMISZA I.** 2002: *Térinformatikai eszközök a Mecsekérc Rt. felszínmozgási monitoring rendszerében.* PTE TTK Tudomány Napja, Pécs
 8. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – SEBE K. 2002: *Térinformatika, monitoring, rekultiváció.* (szekció-előadás és konferencia-kötet) In: Tavaszi Szél Konferenciakötet, Fialat Magyar Tudományos Kutatók és Doktoranduszok Hatodik Világtalálkozója, Gödöllő
 9. **BORNEMISZA I.** 2002: *Információgyűjtés és feldolgozás a felszínmozgás vizsgálatában* (szekció-előadás) – SZÁMOKT 2002 Számítástechnikai konferencia, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár
 10. **BORNEMISZA I.** 2002: *Bányászati tevékenység földrajzi hatásai* (szekció-előadás) – Geográfus Doktoranduszok VII. Országos Konferenciája, ELTE, Budapest
 11. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Komplex térinformatikai rendszermodellek kidolgozása. Felszínmozgás-monitoring.* (szekció-előadás) – I. Pécsi hulladékgazdálkodási és tájrehabilitáció konferencia (Hulladékgazdálkodás és tájrehabilitáció, egy korszerű környezetkutatási modell) Térinformatikai modellezés, feldolgozás szekció – PTE TTK, Pécs
 12. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Térinformatikai alapú, komplex monitoring rendszer kialakítása* (poszter) XI. Térinformatika az oktatásban szimpózium, Szent István Egyetem, Budapest
 13. **BORNEMISZA I.** 2002: *Bányászati tevékenység során érintett, mozgásveszélyes zóna térbeli vizsgálata* (poszter-előadás) XI. Térinformatika az oktatásban szimpózium. Szent István Egyetem, Budapest
 14. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Térinformatika a rekultivációban. A Dél-Dunántúli Régió környezetterhelésének csökkentése, rekultivációs technológia és monitoring rendszer kifejlesztése* (poszter) Tavaszi Szél, Fialat Magyar Tudományos Kutatók és Doktoranduszok Hatodik Világtalálkozója, Gödöllő
 15. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Felszínmozgási monitoring* (poszter) Tavaszi Szél, Fialat Magyar Tudományos Kutatók és Doktoranduszok Hatodik Világtalálkozója, Gödöllő
 16. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Térinformatika a bányatelkek tájrendezésében. Monitoring, felszínmozgás, ingatlanok mozgásveszélyessége* (poszter) A térinformatika szerepe az agrárstruktúra átalakításában és a vidékfejlesztésben c. konferencia, Kaposvár
 17. BÉRES Cs. Z. – **BORNEMISZA I.** – GIMESI L. 2002: *Térinformatika a bányatelkek tájrendezésében. Az adatbázis felépítése* (poszter) A térinformatika szerepe az agrárstruktúra átalakításában és a vidékfejlesztésben c. konferencia, Kaposvár
 18. **BORNEMISZA I.** 2002: *Térinformatikai szoftverrendszerek az oktatásban és a gyakorlatban* (szekció-előadás) XI. Térinformatika az oktatásban szimpózium, Szent István Egyetem, Budapest
 19. **BORNEMISZA I.** 1986: *Közetmozgás érzékelése mérőbéllyeggel, az eredmények grafikus megjelenítése számítógéppel.* egyetemi TDK-konferencia (III. helyezés), Miskolc