

**A KÁRPÁT–PANNON INFORMÁCIÓS RENDSZER LÉTREHOZÁSA
GRAFIKUS ÉS CAD TÉRKÉPÁLLOMÁNYOK
GIS-GPS RENDSZERBE TÖRTÉNŐ INTEGRÁLÁSA RÉVÉN**

DIPLOMAMUNKA

**KÉSZÍTETTE:
RAKK GYULA**

**TÉMAVEZETŐK:
DR. ELEK ISTVÁN EGYETEMI DOCENS (ELTE)
FARAGÓ IMRE TANSZÉKI MÉRNÖK (ELTE)
KÜLSŐ KONZULENS:
PROF. DR. HEVESI ATTILA EGYETEMI TANÁR (ME)**

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM INFORMATIKAI KAR
TÉRKÉPTUDOMÁNYI ÉS GEOINFORMATIKAI TANSZÉK
BUDAPEST, 2007.**

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ	4
A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG	
A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG ÉRTELMEZÉSE	6
GEOLÓGIAI ÉS SZERKEZETMORFOLÓGIAI MEGALAPOZÁS	6
TÖRTÉNELMI TÁJBEOSZTÁSOK ÉS A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG	9
MODERN TÁJBEOSZTÁSOK ÉS A KETTŐS TÁJSZEMLÉLET	10
ÁLTALÁNOS CÉLÚ GRAFIKAI ÉS SPECIÁLIS TÉRKÉPÉSZETI SZOFTVEREK	
A GRAFIKUS ÉS A GIS TÉRKÉPÁLLOMÁNYOK GEOMETRIÁJA	12
CORELDRAW ÉS ADOBE ILLUSTRATOR	13
MACROMEDIA (ADOBE) FREEHAND	15
OCAD	15
CAD (SZÁMÍTÓGÉPPSEL SEGÍTETT TERVEZÉS) ALAPÚ SZOFTVEREK	
AUTODESK AUTOCAD	17
BENTLEY MICROSTATION	18
GIS (FÖLDRAJZI INFORMÁCIÓS RENDSZER) ALAPÚ SZOFTVEREK	
MAPINFO	20
ESRI ARCGIS	21
INTERGRAPH GEOMEDIA	23
GLOBAL MAPPER	25
MICRODEM	26
GPS (GLOBÁLIS HELYMEGHATÁROZÓ RENDSZER) ALAPÚ SZOFTVEREK	
GPSMAPEDIT ÉS A CGPSMAPPER	27
SENDMAP	28
MOBILEMAPPER OFFICE	28
CAD ÁLLOMÁNYOK LÉTREHOZÁSA (KONVERZIÓ VAGY DIGITALIZÁLÁS)	
AZ EGYIK LEHETŐSÉG: GRAFIKA–CAD KONVERZIÓ	30
KERET ÉS ILLESZTŐPONTOK	30
GÖRBE OBJEKTUMOK ÉS SZÖVEGEK	31
ADATMENNYISÉG, GENERALIZÁLÁS	33
ADATCSERE-ÁLLOMÁNYFORMÁTUMOK ÉS VERZIÓIK	34
A MÁSIK LEHETŐSÉG: CAD ÁLLOMÁNYOK LÉTREHOZÁSA GEOREFERÁLT RASZTER ALAPJÁN	36
A GEOREFERÁLÁS VETÜLETI ALAPJAI	
A GEOREFERÁLÁS ELMÉLETE	38
A VETÜLET FOGALMA ÉS A FÖLDRAJZI FOKHÁLÓZAT	39
AZ UTM VETÜLETI RENDSZER ÉS A WGS84 DÁTUM	40
A GAUSS-KRÜGER VETÜLETI RENDSZER ÉS A PULKOVO 1942 DÁTUM	41
AZ EGYSÉGES ORSZÁGOS VETÜLET (EOV) ÉS A HD-72 (HUNGARIAN DATUM 1972)	42

GLOBAL MAPPER: GEOREFERÁLÁS, GIS-EXPORT ÉS DOMBORZATMODELL-KEZELÉS	
PROFESSZIONÁLIS RASZTER ÉS VEKTOR GEOREFERÁLÁS	44
RASZTERES EXPORT LEHETŐSÉGEK (GeoTIFF, JPG, PNG)	45
VEKTOROS EXPORT LEHETŐSÉGEK (MAPINFO, ESRI SHAPE, MAPEDIT, GOOGLE EARTH)	46
SRTM: INGYENES DOMBORZATMODELL A FÖLDRŐL	48
DOMBORZATRAJZ-GENERÁLÁS (SZINTVONALRAJZ, RÉTEGSZÍNEZÉS, DOMBORZATÁRNYÉKOLÁS)	50
METSZETKÉSZÍTÉS, ÖSSZELÁTÁS-VIZSGÁLAT, 3D MEGJELENÍTÉS	53
MÉG TÖBB 3D: MICRODEM (TÖMBSZELVÉNY-KÉSZÍTÉS, 3D-ANIMÁCIÓ)	56
A KÁRPÁT–PANNON INFORMÁCIÓS RENDSZER	
ALAPGONDOLAT	58
MEGVALÓSÍTÁS	58
MŰSZAKI LEÍRÁS	61
A RENDSZERBŐL KINYERHETŐ INFORMÁCIÓK	65
GIS ÉS GPS	
GPS: EGY GIS ALKALMAZÁS	66
TERMÉSZETJÁRÁS GPS-EL	66
TÉRKÉPEK GARMIN TÍPUSÚ GPS-BE (GPSMAPEDIT ÉS CGPSMAPPER)	67
TÉRKÉPEK MAGELLAN TÍPUSÚ GPS-BE (MOBILEMAPPER OFFICE)	70
TÉRKÉPEK ÉS NAVIGÁCIÓS SZOFTVEREK PDA KÉSZÜLÉKEKRE	70
GIS ÉS GRAFIKA (ADATTÁROLÁS ÉS NYOMTATÁS)	
GIS: HATÉKONY ADAT- ÉS INFORMÁCIÓTÁROLÁS	72
GRAFIKA: PROFESSZIONÁLIS NYOMDAI ELŐKÉSZÍTÉS (SZÍNREBONTÁS)	73
EXPORTÁLÁS GIS SZOFTVERBŐL (EMF)	74
FORMÁZÁS ÉS NYOMTATÁS GRAFIKAI PROGRAMMAL	75
ZÁRÓ GONDOLATOK	
SZOFTVERINTEGRÁCIÓS TÖREKVÉSEK	77
PAPÍR- VAGY DIGITÁLIS TÉRKÉP?	78
IRODALOMJEGYZÉK	
NYOMTATOTT FORRÁSMUNKÁK	79
INTERNETES FORRÁSMUNKÁK	80
MELLÉKLETEK	
NYOMTATOTT MELLÉKLET	81
TÉRKÉPMELLÉKLETEK	81
DIGITÁLIS MELLÉKLET (DVD)	81
FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK	
TOPOGRÁFIAI ÉS AKTUALIZÁLÁSI ALAPANYAGOK	82
TEMATIKUS ALAPANYAGOK	82

BEVEZETŐ

E diplomamunka célja, hogy a Kárpát–Pannon térség térinformatikai feldolgozásán keresztül vizsgálja, illetve bemutassa a digitális kartográfia (számítógépes térképészeti grafika), a CAD (Computer Aided Design; Számítógéppel Segített Tervezés), a GIS (Geographic Information System; Földrajzi Információs Rendszer - FIR) és a GPS (Global Positioning System; Globális Helymeghatározó Rendszer) alapú, térképkészítésre alkalmas szoftverek segítségével létrehozott térképállományok közötti konverziós és integrációs lehetőségeket, az állománykonverziók korlátait és ráirányítsa a figyelmet a kompatibilitás fontosságára.

Az 1990-es években kibontakozó digitális forradalom a térképkészítés technikáját is jelentősen átalakította. A tussal pauszpapírra, fóliára történő rajzolást egyre inkább felváltotta a térképi grafika számítástechnikai eszközökkel történő előállítás, tárolása és nyomtatása. Az első digitális úton előállított térképek többnyire ún. CAD szoftverekkel készültek. E programcsalád tagjai mérnöki tervező szoftverek, melyekben igen nagy pontossággal tárolhatók a bevitt pontok koordinátái. Eleinte a digitalizáló tábla volt az adatbevitel eszköze, melyet lassan felváltott az "on screen digitizing" (képernyőn, egérrel történő digitalizálás) sokkal hatékonyabb módszere [ZENTAI 2000]. A régebbi CAD szoftverek nem, vagy csak körülményesen kapcsolódhattak adatbáziskezelő programokhoz. A geometriai primitívek (térinformatika számára értelmezhető topológiai struktúrák: pont, vonal és felület) attribútumokkal (tulajdonságok) történő ellátása, és az adatok táblákban történő tárolása (adatmodell) csak az ún. GIS (térinformatikai) programokkal valósítható meg. A földrajzi információs rendszerek jellegzetessége, hogy a térképállományok adatai a valós földi tér digitális modelljeként (földrajzi és vetületi koordináták), adatbázisokban tárolódnak. A CAD és a GIS szoftverek nyomtatási lehetőségei elmaradnak az általános célú grafikai programokétól. A grafikai programokkal előállított állományok viszont csak helyi koordinátákkal rendelkeznek (a grafikát befoglaló terület, rajzi oldal), adatbázis-kapcsolatuk gyakorlatilag nincs. A grafikai és CAD programokkal előállított térképállományok a georeferálás (helyi koordinátarendszer transzformálása földi, vagy vetületi koordinátarendszerbe) segítségével illeszthetők be GIS rendszerekbe. Ez a munka a grafika–CAD konverzió, a georeferálás és az illesztés problémáival foglalkozik, de kitér az inverz folyamatra is (GIS–CAD–grafika). A technológia bemutatásának részét képezi GIS állományok kézi GPS készülékekbe töltésének a folyamata is.

A diplomamunka három részre tagolódik. Az első rész a Kárpát–Pannon térség földtudományi alapon történő értelmezésével, történelmi és modern tájbeosztásaival foglalkozik. A második rész először azokat az eszközöket (térképkészítésre és állománykonverziókra alkalmas szoftvereket) tekinti át, melyek segítségével a grafika–CAD–GIS konverzió-integráció elvégezhető. Ezután következik a konverzió folyamatának bemutatása (CAD állományok létrehozása, a georeferálás elmélete és gyakorlata, a GIS export lehetőségei, 3D-s problémák). A harmadik rész komplexen tárgyalja a Kárpát–Pannon Információs Rendszert az alap gondolat megszületésétől, a megvalósításon és a műszaki leíráson át a rendszerből kinyerhető információkig. Az egyik ilyen információfajta a kézi GPS készülékekbe tölthető térképek "családja", mely térképek szemléletesen mutatnak rá a GIS és a GPS szoros kapcsolatára. A másik kinyerhető információcsalád a grafi-

kai szoftverbe exportálható térkép, amely a GIS és a grafika “összekötésére“ mutat példát. Néhány záró gondolat pedig a jövő útjait fürkészi.

A Bevezető végén köszönetemet fejezem ki – elsősorban – témavezetőimnek és külső konzulensemnek: dr. Elek István egyetemi docensnek (ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék), Faragó Imre tanszéki mérnöknek (ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék) és Prof. dr. Hevesi Attilának (Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar). Köszönet illeti rajtuk kívül az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék valamennyi dolgozóját, mert bármelyikükhöz fordulhattam ügyes-bajos dolgaimmal, valamint azon (jelenlegi és volt) tanszéki hallgatókat, akik egy-egy gondolattal hozzájárultak ahhoz, hogy e diplomamunka megszülethesen. Külön köszönet dr. Györffy János docensnek, a vetülettani rész lektorálásáért, valamint dr. Timár Gábornak, az ELTE Úrkutató Csoport tudományos munkatársának a georeferálás elméletét és gyakorlatát megismertető, az alkalmazott vetülettannal való kapcsolatát kihangsúlyozó, érdekes előadásaiért.

A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG

A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG ÉRTELMEZÉSE

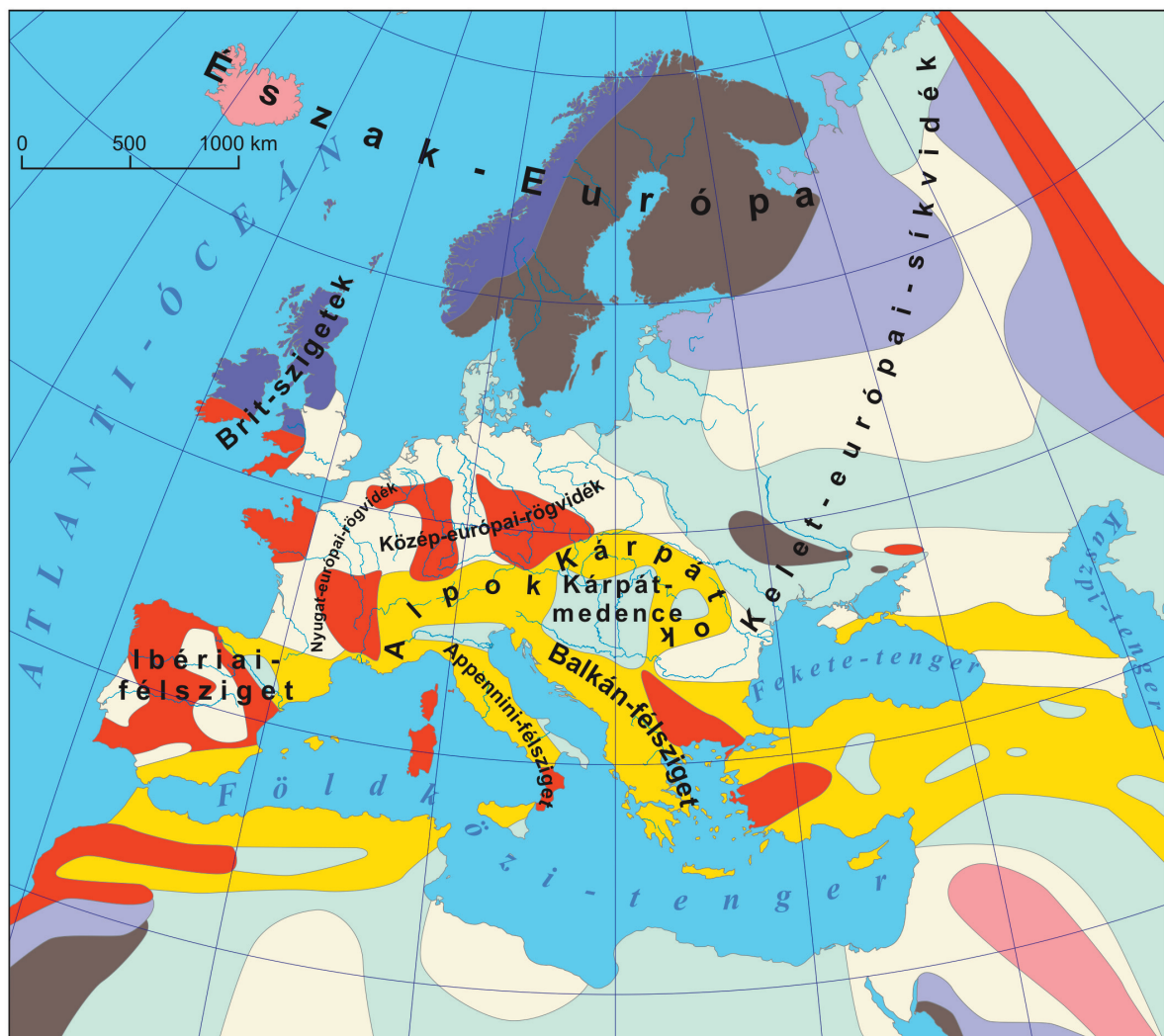
A Kárpát–Pannon térség a Kárpátok íves hegységi rendszerét (és külső hegylábi előterét), a hegységkeret által közrezárt Kárpát (Pannon)-medencét és az Alpok keleti, lealacsonyodó rögeit foglalja magában. A Kárpátok és a Kárpát-medence egy-egy önálló európai nagytájcsoport, ezek teljes egészében a térség területén helyezkednek el. Az Alpok és a Balkán-félsziget nagytájcsoportja csak kis részben nyúlik be a területbe, hogy annak nyugati és déli bástyáit alkossa. A Kelet-európai-síkvidék nagytájcsoportja délkeleten (Románia), keleten (Moldova), északkeleten és északon (Ukrajna, Lengyelország) ún. választótájak (tájválasztók) sávja mentén érintkezik a térséggel. Északnyugaton a Duna–Morva-medence szintén választótáj a már fent említett területeknél jóval idősebb, óidőszaki Közép-európai-rögvidék felé. A térség egyik névadója maga a hegységkeret (Kárpátok), a másik pedig – a geológusok által Pannon-medencének nevezett – Kárpát-medence. Természetesen a terület olyan tájegységekből tevődik össze, melyek részei egy-egy nagyobb egységnek, így az az egészéből nem szakítható ki. Mégis, egységes tárgyalását a térség központjában elhelyezkedő magyar népterület, de méginkább (az ennél nagyobb területre kiterjedő) magyar névterület indokolja. A természetföldrajzi egységre a hegységkeret és az azzal szoros földtörténeti fejlődést mutató medence igen jó bizonyíték. A történeti-földrajzi egységet az 1000 évig fennálló Magyar Királyság térségbeli központi helyzete igazolja, míg a néprajzi egység a mai politikai határokon átnyúló néprajzi tájak neveiben ismerhető fel.

GEOLÓGIAI ÉS SZERKEZETMORFOLÓGIAI MEGALAPOZÁS

A XX. században született lemeztektonikai elmélet szerint Földünk külső burka litoszféralemezek (kőzetlemezek) mozaikjaiból áll. A – többnyire egy-egy kontinenst hordozó – főbb litoszféralemezek között több kisebb mikrolemez található. Ilyen mikrolemez például a Hellén–Török, vagy éppen a Karibi-lemez. A Kárpát–Pannon térséget az Eurázsiai-lemez hordozza, amely két kontinenst (Európa és Ázsia) foglal magában. A következőkben elhelyezem térségünket az európai nagytájcsoportok (lásd később) rendszerében.

Európát szerkezetileg három fő csoportra oszthatjuk: Ős-Európára, Ó-Európára és Új-Európára. Ős-Európát a fedetlen Balti-pajzs képviseli. Ó-Európa alkotóelemei főleg azok a hegységek (hegységgroncsok), melyek a kambriumtól a permig tartó földtörténeti óidőben keletkeztek. A paleozoikumból (óidő) két jelentős orogenezis (hegységképződés) ismeretes: a kaledóniai illetve a variszkuszi. A Kaledóniai-hegységrendszer tanúi a Skandináv-hegység és a Brit-szigetek északi, északnyugati részének hegyroncsai. A Variszkuszi-hegységrendszer maradványait a Brit-szigetek délnyugati részén, az Ibériai-félszigeten, valamint a Franciaországtól Német- és Csehországon át Lengyelorszáig húzódó sávban találhatjuk meg. A mezozoikum (középidő) első két időszaka (triász, jura) a földtörténet egyik legnyugalmasabb korszaka volt, ekkor főleg üledékes kőzetképződés zajlott. Ezen üledékek jelentős összlete alkotja a Brit-szigetek délkeleti

részét és a Gibraltártól Lengyelországig húzódó “variszkuszi sáv” környezetét. Hasonló üledékek keletebbre is megjelennek Ukrajna és Oroszország területén (az Orosz-táblán még óidei üledékes takaró is található). A mezozoikum utolsó (kréta) időszakában hatalmas hegységképző folyamatok indultak meg Eurázsia déli peremén. Ekkor kezdődött, és a terciérben (harmadidőszak) fejeződött be az Eurázsiai-hegységrendszer kialakulása. Ezért Új-Európa területét hatalmas hegyrendszerek alkotják a Betikai-Kordilleráktól a Pireneusokon, az Alpokon, a Kárpátokon át a Balkán-hegységig, ideértve az Appenninek, a Dinaridák és a Hellenidák vonulatait is. E hegyrendszerek ölelésében harmad- és negyedidőszaki üledékekkel feltöltött medencék bújnak meg (Ebro-medence, Pó-alföld, Pannon-medence). Hasonló újidei üledékek alkotják a Kelet-európai-síkvidék nagy részét is.



- | | |
|---|--|
| Ős-Európa (Ősidő) | Közép- és Új-Európa (Közép- és Újidő) |
| Ősmasszívum (fedetlen ősföld) | Középidői üledékes takaró (táblás vidék) |
| Ó-Európa (Óidő) | Eurázsiai-hegységrendszer (gyűrthegeység) |
| Kaledóniai-hegységrendszer (röghegeység) | Újidei üledékes takaró (táblás vidék) |
| Variszkuszi-hegységrendszer (röghegeység) | Kiömléses közet |
| Óidei üledékes takaró (táblás vidék) | |

1. ábra: Európa szerkezetmorfológiai vázlata és nagytájsoportjai

A nagyobb geomorfológiai egységek elkülönítésében Nemerikényi Antal európai tájbeosztását tekintetem kiindulópontnak [DR. PROBÁLD 2000]. Ő 10 nagytájra osztotta kontinensünket; jelen sorok szerzője azonban javasolja ezen egységek “nagytájcsoportokká” való átminősítését. Erre térségünk mai tájbeosztásainak hierarchiája és az európai egységekkel való kompatibilitása miatt van szükség. Nemerikényi felosztásában a Kárpátok és a Kárpát-medence nagytáj, ugyanakkor a Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (a továbbiakban KPTTB) a következő “kárpáti” nagytájakat különíti el: Északnyugati-, Északkeleti-, Keleti- és Déli-Kárpátok, valamint a Kárpát-medencén belül is több nagytájat definiál. Természetesen, egy hegrendszer (Kárpátok) és annak egyes alkotóelemei (pl. Északnyugati-Kárpátok) nem helyezkedhetnek el egyidejűleg egy hierarchiaszinten. Az ellentmondás feloldható egy “nagytájcsoport” szint bevezetésével.

Az elmondottak alapján Európa nagytájcsoportjai a következők: Észak-Európa, Brit-szigetek, Nyugat-európai-rögvidék, Közép-európai-rögvidék, Alpok, Kárpátok, Kárpát-medence, Ibériai-félsziget, Appennini-félsziget, Balkán-félsziget, Kelet-európai-síkvidék. Ebben a szerkezet-morfológiai értelmezésben a Kárpát–Pannon térséget a következő nagytájcsoportok alkotják: Közép-európai-rögvidék (részben), Alpok (részben), Kárpátok (egészében), Kárpát-medence (egészében), Balkán-félsziget (részben), Kelet-európai-síkvidék (részben). A térség tájbeosztása (KPTTB) így teljes mértékben beilleszthető az európai tájtagolásba.

A részletes magyarázatokat mellőzve közléteszem a Kárpát–Pannon térség javasolt, új tájbeosztását nagytájcsoport illetve nagytáj szinten:

1. KÖZÉP-EURÓPAI-RÖGVIDÉK

- DUNA–MORVA-MEDENCE (TÁJVÁLASZTÓ)

2. ALPOK (ÉS HEGYSÉGELŐTERE)

- KELETI-ALPOK

3. KÁRPÁTOK (ÉS HEGYSÉGELŐTERE)

- ÉSZAKNYUGATI-KÁRPÁTOK
- ÉSZAKKELETI-KÁRPÁTOK
- KELETI-KÁRPÁTOK
- DÉLI-KÁRPÁTOK
- BÁNSÁGI-HEGYVIDÉK
- SZUBKÁRPÁTOK (ELŐ-KÁRPÁTOK)
- KÁRPÁTMELLÉK (TÁJVÁLASZTÓ)
- GÉTA-HÁTSÁG

4. KÁRPÁT-MEDENCE (3 MEDENCETAG + 2 VÁLASZTÓHEGYSÉG)

- GYŐRI-MEDENCE (KISALFÖLDI-MEDENCE, A KISALFÖLD MEDENCÉJE; A NYUGATI MEDENCETAG)
- TISZA–DUNA-MEDENCE (A KÖZÉPSŐ MEDENCETAG)
- ÉRDÉLYI-MEDENCE (A KELETI MEDENCETAG)
- BAKONYERDŐ (DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG; A NYUGATI VÁLASZTÓHEGYSÉG)
- BIHARERDŐ (ÉRDÉLYI-KÖZÉPHEGYSÉG; A KELETI VÁLASZTÓHEGYSÉG)

5. BALKÁN-FÉLSZIGET

- DINARIDÁK

6. KELET-EURÓPAI-SÍKVIDÉK

- MOLDVAI-HÁTSÁG (TÁJVÁLASZTÓ)
- ROMÁN-ALFÖLD

- DUNA-DELTAVIDÉK
- DUNAMENTI-TÁBLA

TÖRTÉNELMI TÁJBEOSZTÁSOK ÉS A KÁRPÁT–PANNON TÉRSÉG

A “táj” megnevezés a XV–XVI. századi holland festőktől származik (landschap), ahonnan angolszász továbbítással terjedt el a földrajztudományban. A tájtan alapjait az egységes földrajz alapján A. Humboldt rakta le komplex, térbeli szemlélet alapján. A földrajzi dualizmus előretörésével a táj fogalma természeti tájra és földrajzi tájra vált szét. A természeti táj tartalmi kiegészítésére, a természet és a társadalom kölcsönhatásait tükröző és hatásukra átformálódott téregységre az angolszász irodalomban a kultúrtáj megnevezés gyökeresedett meg.

A természeti táj az ún. tájalkotó tényezők (litológiai adottságok, éghajlat, természetes növénytakaró, talaj, hidrográfiai jelenségek) összetett együttese. A táj legfontosabb sajátosságai a következők:

- a táj térkategória;
- minden táj regionális földrajzi egység;
- a táj komplex egység, rendszer;
- a tájak különböző hierarchiarendszerbe sorolhatók és lefedik az egész felszínt.

A tájak tehát hierarchikus rendszerbe foglalhatók, de a mind a hierarchia alján, mind a nagytájak esetében a különböző tudományos iskolák komoly vitákban állnak egymással. A hazai irodalomban a fáciesek (tájelemek) olyan komplexumok, melyek egész területén azonosak a tájalkotó tényezők. A fáciesek együtteséből áll elő a kistájréssz, ahol már megszűnik a tájalkotó tényezők azonossága, helyébe a hasonlóság lép. Ahogy felfelé haladunk a hierarchián, úgy csökken a hasonlóság mértéke. A fáciescsoportok együttese eggyel magasabb regionális (chorologikus) dimenzióban kistájakat (mikro- és mezochorokat) alkot. A kistájak középtájakat, azok nagytájakat képeznek. A hierarchiát a nagytájcsoporthoz, kontinensrészhez, majd geozóna zárja [BORSY 1998].

A Kárpát–Pannon térségre vonatkozó tájtagolásokat két csoportra osztjuk: történelmi és modern tájbeosztások. A fejezet további részében az ún. történelmi tájbeosztásokat tekintjük át, melyek mindegyike egy vagy több neves földrajztudós munkásságához kötődik.

HUNFALVY JÁNOS (1820–1888). Fő műve a Magyar birodalom természeti viszonyainak leírása (1863–65) című háromkötetes munka. Ebben Hunfalvy a Kárpát-medence hármas tagolását adja (Pozsonyi-, Pesti- és Erdélyi-medence), mellyel megalapozta, hogy a terület a későbbiekben “Kárpát-medencék” néven említették. A hegységkeret és a medence tájegységeit igen részletesen csoportosította.

DR. TELEKI PÁL GRÓF (1879–1941). A földrajzi gondolat története (1917) című művében a vármegyék monográfiái helyett az egyes tájegységek leírását szorgalmazta. Meglátása szerint a tájak leírásának kulcsa azok legfontosabb (tipikus) karaktereinek hangsúlyozása, kiemelése.

CHOLNOKY JENŐ (1870–1950). Államközpontú tájszemléletére jellemző az ún. “parcellázó tájbeosztás” (1920–1942), a történelmi Magyarország területét 9 nagytájra osztotta. A “műnevek” használata révén tájtagolása földrajzilag kifejező és körülíró.

PRINCZ GYULA (1882–1973). Fő tájtagoló műve a Magyarország tájrajza (1936) című munka. Ebben a Kárpátok és a Kárpát-medence területén 4 országrészt, 15 tájat és mintegy 100 vidéket definiál. Tájrajzi egységei sajátosak: természet- és településföldrajzi, gazdasági és kultúrtörténeti jellegűek.

KÁDÁR LÁSZLÓ (1908–1989). A magyar nép tájszemlélete és Magyarország tájnevei (1941) című munkájából kiderül, hogy munkásságát a nép által felismert és elnevezett tájak kutatásának szentelte. Az említett mű egy térképmellékletet is tartalmaz a magyar néprajzi tájakról.

BULLA BÉLA (1906–1962) – MENDÖL TIBOR (1905–1966). A két földrajztudós közös munkája, a Kárpát-medence földrajza című mű már a II. világháború után született (1947). Ebben a hegységkeret és a medence területét 6 nagytájra osztották fel. Legfontosabb meglátásuk, hogy a Kárpát-medence természetföldrajzi egység (a trianoni és a párizsi békeszerződések által megvont politikai határokra nem voltak tekintettel), valamint hogy e térség földrajzának megértéséhez az egész terület “komplex” ismerete szükséges. A magyar nép tájépítő munkájának számontartását fontos kötelezettségüknek tartották.

PÉCSI MÁRTON (1923–2003) – SÁRFALVI BÉLA. Magyarország földrajza (1960) című munkájukban a Bulla–Mendöl féle tájbeosztás államközpontú átdolgozását találjuk, a trianoni (párizsi) béke által megvont országhatárhoz igazítva. A tradicionális (hagyományos) tájneveket újakra cserélték.

BULLA BÉLA. 1960-ban jelent meg a szerző Magyarország természetföldrajza című műve, melyben szakít saját 1947-es “komplex kárpát-medencei” tájszemléletével. 6 nagytájat tartalmazó tájtagolása erős beavatkozást mutat a hagyományos tájszemléletbe. A Dunántúl nagytájhatárait megváltoztatva az Alföldet kiterjesztette a Mezőföldre.

1960 és 1989 között Magyarországon új tájbeosztás nem született. A Magyarország Nemzeti Atlaszában (a továbbiakban MNA; 1989.) megjelent tájtagolás és kistáj-kataszter (előzmény: Földrajzi Névtár I. (a továbbiakban FNT I.); 1971.) már a modern tájbeosztásokhoz tartozik, és a következő fejezetben kerül bemutatásra.

MODERN TÁJBEOSZTÁSOK ÉS A KETTŐS TÁJSZEMLÉLET

MAROSI SÁNDOR – SOMOGYI SÁNDOR. A Magyarország kistájainak katasztere (1990; első térképes megjelenése: MNA, 1989; hasonló tartalommal: FNT I., 1971.) című munka megerősítette, és kistáj szinten továbbfejlesztette a Bulla-féle, 1960-as tájbeosztást. A tagolást szigorú államközpontúság alkalmazása jellemzi a trianoni (párizsi) államhatárookra (6 nagytáj, 33 középtáj, kb. 200 kistáj).

HAJDÚ-MOHAROS JÓZSEF (1957–2001) – HEVESI ATTILA – HORVÁTH ZSOLT. A Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (1997) című tájtagolás a Pannon Enciklopédiában (2. kiadás: Magyarország földje) látott elsőként napvilágot. A szomszéd országok tájbeosztásaival kompatibilis tagolási rendszer teljesen megszüntette az államközpontúságot, a kárpát-medencei terület helyett a Kárpát-térséget [FARAGÓ 2005] helyezte a középpontba. Az 1997-es tájbeosztás 21 nagytájat tartalmazott, melynek része volt a 6 Bulla-féle magyarországi nagytáj, a Princz Gyula által javasolt nevekkkel (Bakonyerdő, Mátraerdő). Dr. Hevesi Attila “A Kárpát-medence és a Kárpátok

természetföldrajzi tájtagolásáról“ című cikke [DR. HEVESI 2001] új megvilágításba helyezte az 1997-es beosztás néhány elemét. E diplomamunka szerzője ezeket az új gondolatokat építette be az új (2007), javasolt tájtagolásba. Az új tájbeosztás legfontosabb célja, hogy a Kárpát-medence (mint lokalizált természetföldrajzi tájnév) jelenjen meg a hazai földtudományi gondolkodásban, legfőképpen a geográfiában. A tájválasztó (választótáj) és a tájsziget, tájfélsziget fogalmak bevezetése, illetve hangsúlyozása már a tájbeosztás finomabb részleteinek analizálását szolgálja.

A fent említett két mű (MNA, KPTTB) kitűnően reprezentálja a hazai kettős tájszemléletet. A MNA államhatárokon gondolkodik, míg a KPTTB kompatibilitása révén nem zárul le külső határainál, bővíthető és nem utolsósorban elhelyezhető az európai rendszerben. A két különböző szemlélet ellenére a kistájhatárok többnyire azonosak, a MNA kistájkezelése jobban tagoltnak tűnik. A KPTTB előnyére válna a részletesebb, MNA-féle kistájbeosztás pozitív elemeinek adaptálása a rendszerbe. Hajdú-Moharos József Magyar településtára ma a legteljesebb közigazgatási és természetföldrajzi beosztását adja a térségnek [FARAGÓ 2005].



2. ábra: A Kárpát–Pannon térség helyzete az európai nagytájcsoportok között

ÁLTALÁNOS CÉLÚ GRAFIKAI ÉS SPECIÁLIS TÉRKÉPÉSZETI SZOFTVEREK

A GRAFIKUS ÉS A GIS TÉRKÉPÁLLOMÁNYOK GEOMETRIÁJA

A digitális térképészeti grafika legfontosabb és legelterjedtebb eszközei az általános célú grafikai szoftverek, melyek közül a CorelDRAW, az Adobe Illustrator és a Macromedia FreeHand kerül most ismertetésre. Ezek után az OCAD, mint speciális térképészeti (főleg tájfutótérképek készítésére kifejlesztett) szoftver áttekintése következik.

A hagyományos térképészeti technikákat lassan felváltó digitális kartográfia (számítógépes térképészet) egyre több, grafikai szoftverrel létrehozott térképállományt produkál. A CorelDRAW-val (korábban Adobe Illustratorral) és Macromedia FreeHand-del előállított digitális (vektoros) térképeket rétegekbe szervezve hozzuk létre. Természetesen a felületi elemek az alsóbb, a vonalas és pontszerű elemek a felsőbb rétegeken helyezkednek el. A konverzió első lépéseként kiválasztjuk azokat az elemeket, elemcsoportokat, amelyeket exportálni szeretnénk. Jól strukturált esetben ez a folyamat az egyes rétegek láthatóságának és szerkeszthetőségének ki- és bekapcsolására korlátozódik csupán.

Tudnunk kell, hogy a térinformatikában pontként definiált elemet grafikai programmal nem tudunk létrehozni. Ha mégis megpróbálunk a grafikában “kartográfiai pontként” értelmezett objektumot térinformatikai programba integrálni, abból nem egy kiterjedés nélküli (pontszerű), valamilyen koordinátákkal ellátott elem lesz, hanem felület. Ezért a grafikai programból csak olyan felületi és vonalas elemeket exportálunk ki, melyeket a térinformatikában is vonalként, illetve felületként szeretnénk definiálni. A pontszerű objektumokat a GIS szoftverben hozzuk majd létre.

Meg kell vizsgálni a felületszerű elemek (ezek a térinformatikában majd poligonként, azaz zárt sokszögvonalként jelennek meg) struktúráját is. Grafikában megengedett az azonos felületi elemek átfedése, hiszen, ha az egyik felület ugyanolyan színű, mint a másik, akkor az átfedés nem látható. A rétegszerkezetből adódóan különböző grafikai tulajdonságú felületek is kitakarhatnak egymásból felületdarabokat. A térinformatikában azonban rögzített a topológiai struktúra. Ez felületek esetében azt jelenti, hogy azok nem fedhetnek ki egymásból darabokat. Egy szinten elhelyezkedő, azonos attribútumú, több darabból álló felületeket egyesíthetünk egy nagy felületté. Különböző attribútumú és egymás felett elhelyezkedő felületi rétegek esetén pedig alkalmazni kell az ún. “szigetpoligonok” elvét; ez azt jelenti, hogy a feljebb elhelyezkedő poligonnal “lyukat” ütünk az alatta lévő felületen. Így minden egyes felületdarabnak külön geometriai azonosítója lesz. Ezt a műveletet szintén a megfelelő GIS-szoftverben célszerű majd elvégezni.

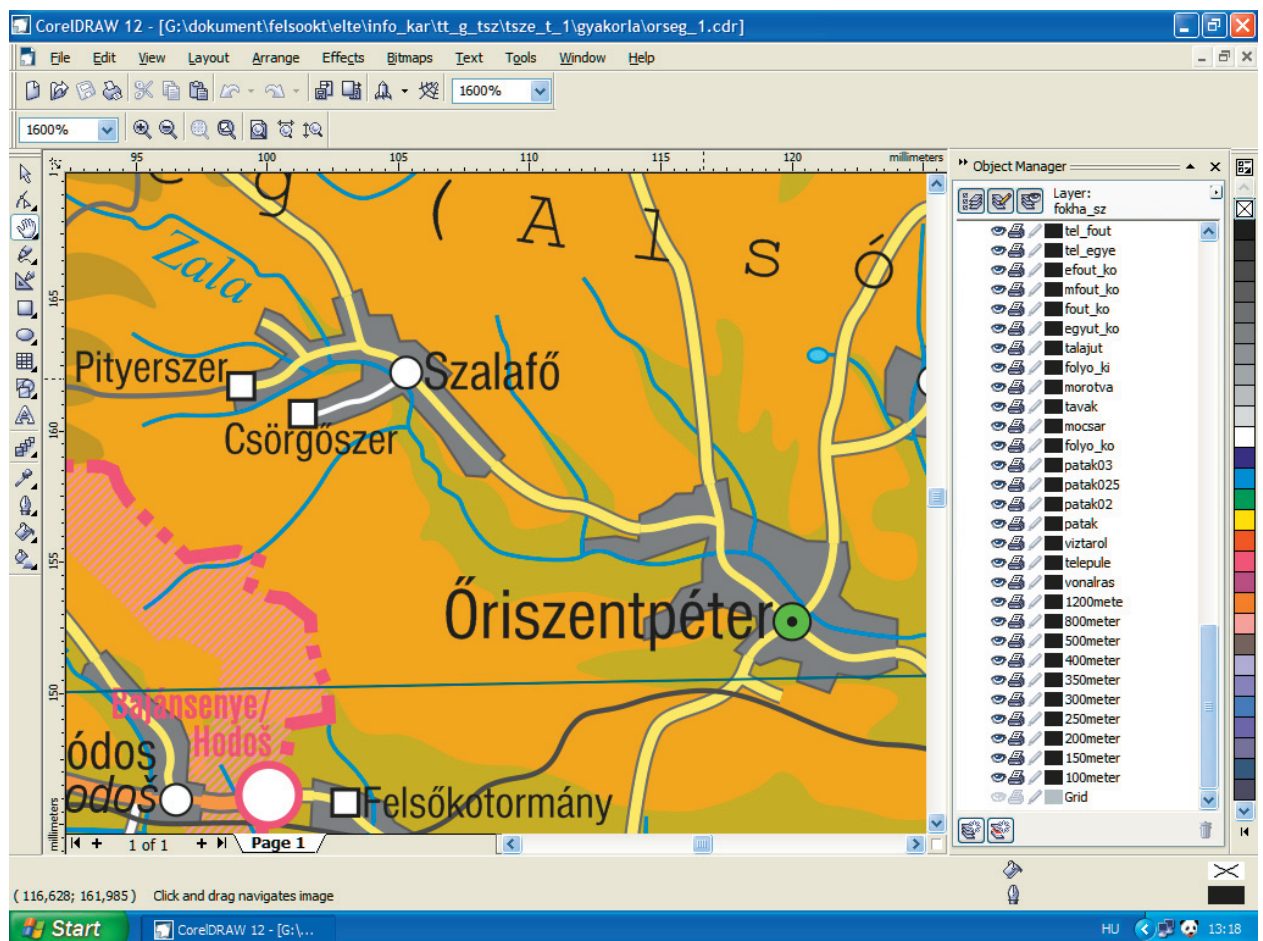
További vizsgálat tárgyát képezi a vonalas elemek topológiája. Grafikában nem számít hibának, ha (a valóságban egyazon helyen futó) vonalas elemek nem futnak pontosan egymáson. Gondoljunk csak egy műút térképi ábrázolására, ahol az út egyben erdőhatár is. Az erdő határát elég, ha a műút vonala alá rajzoljuk, nem kell feltétlenül az út tengelyvonalához illesztünk (a vastagabb műút vonala alatt úgysem látszik az erdő pontos határa). Térinformatikában

viszont az azonos topográfiai helyen futó vonalak egymáshoz illesztése alapkövetelmény. Folyó- és közlekedési hálózat esetén további feltétel, hogy az elágazásokban csomópont (vertex) vagy végpont (keypoint) legyen. Ez ugyanis a navigáció és az útvonaltervező algoritmusok alapja. E struktúra a grafikában nincs meg, kialakítására csak a CAD és a GIS szoftverek rendelkeznek megfelelő eszközökkel.

A fentiekből is kitűnik, hogy az általános célú grafikai szoftverekkel létrehozott digitális térképállományok geometriája nem tekinthető korrektnek, egyértelműnek. A GIS szoftverek által megkövetelt korrekt geometria eléréséhez néhány előkészítő műveletet kell végrehajtanunk a grafikus állományokon. A felületek összevonását elvégezhetjük a grafikai szoftverben is, de a vonalas elemek megfelelő topológiájának kialakítására (és a felületi objektumok határvonalaiával való összhangba hozására) már csak a CAD vagy a GIS programok nyújtanak elégséges eszközöket.

CORELDRAW ÉS ADOBE ILLUSTRATOR

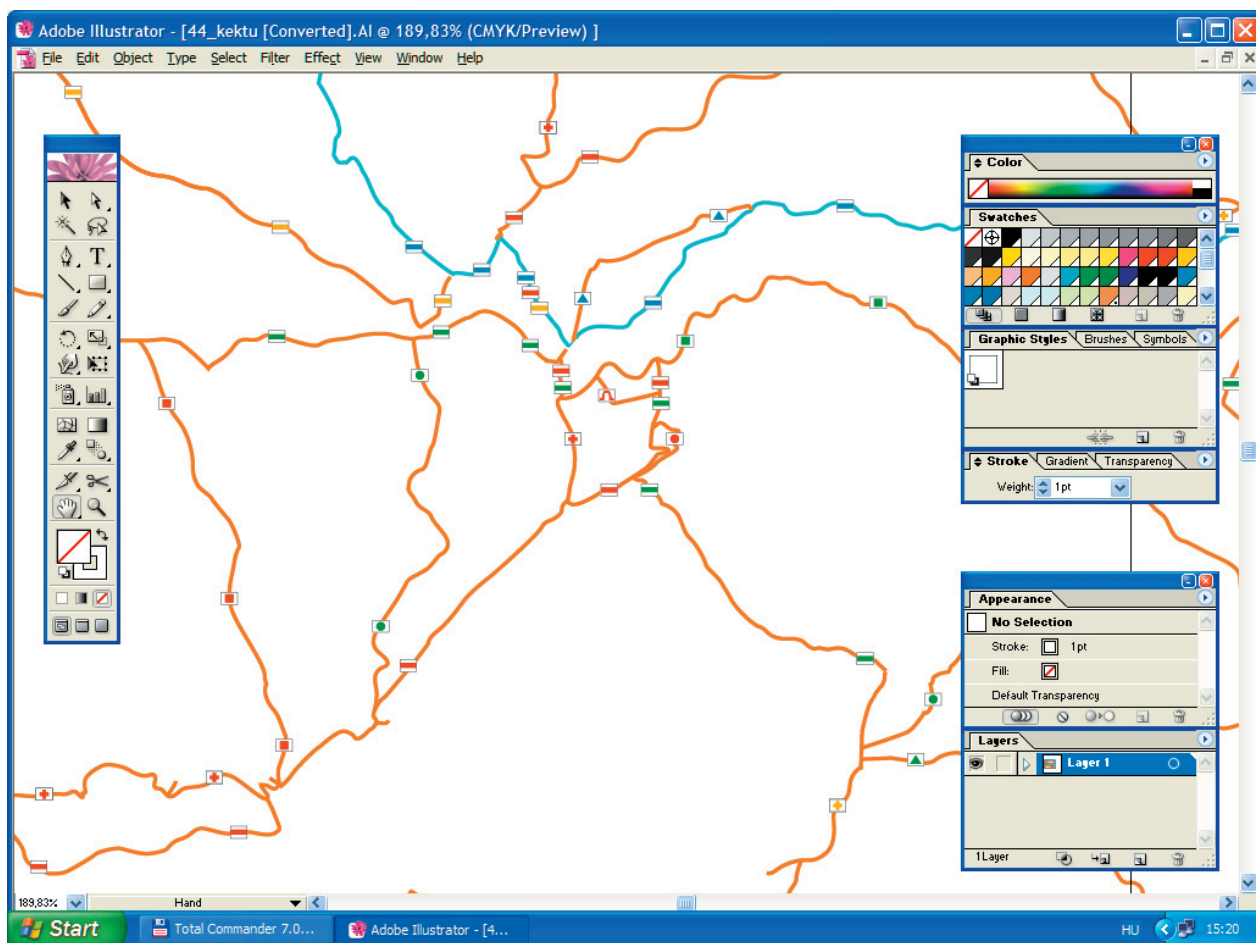
A digitális kartográfiában ma a legelterjedtebb általános célú grafikai szoftver a kanadai Corel Corporation CorelDRAW Graphics Suite nevű terméke, illetve ennek vektorgrafikus modulja, a CorelDRAW. A program első verziója 1989-ben jelent meg, a legfrisebb kiadás a 2006. januárjában napvilágot látott CorelDRAW X3 [WIKIPEDIA 1].



3. ábra: A CorelDRAW kezelőfelülete vektorgrafikus térképpel. A jobb oldalon látható Objektumkezelő (Object Manager) áttekinthetővé és jól használhatóvá teszi a grafikai rétegeket.

A vektorgrafikus programok a grafikát ún. Bézier-görbe segítségével állítják elő, matematikai módszerekkel kiszámított helyzetű csomópontokkal. Ily módon grafikailag széleskörűen attribútumozható vonalas és felületi elemek hozhatók létre. A CorelDRAW legfontosabb előnyös tulajdonságai: az áttekinthető rétegkezelés, a rengeteg szerkesztési segédeszköz (csomópontszerkesztő, kés stb.), a dinamikus zoom (nagyítás-kicsinyítés), a többféle színmodell (CMYK, RGB, Pantone, HSI) kezelése és a nyomdai előkészítéssel kapcsolatos színrebotás lehetősége. Hátránya, hogy az állományba importált (beillesztett) raszteres képet abba belementi, ezáltal az állomány-méret lényegesen megnőhet. A CorelDRAW saját, vektorgrafikus állományformátuma a CDR.

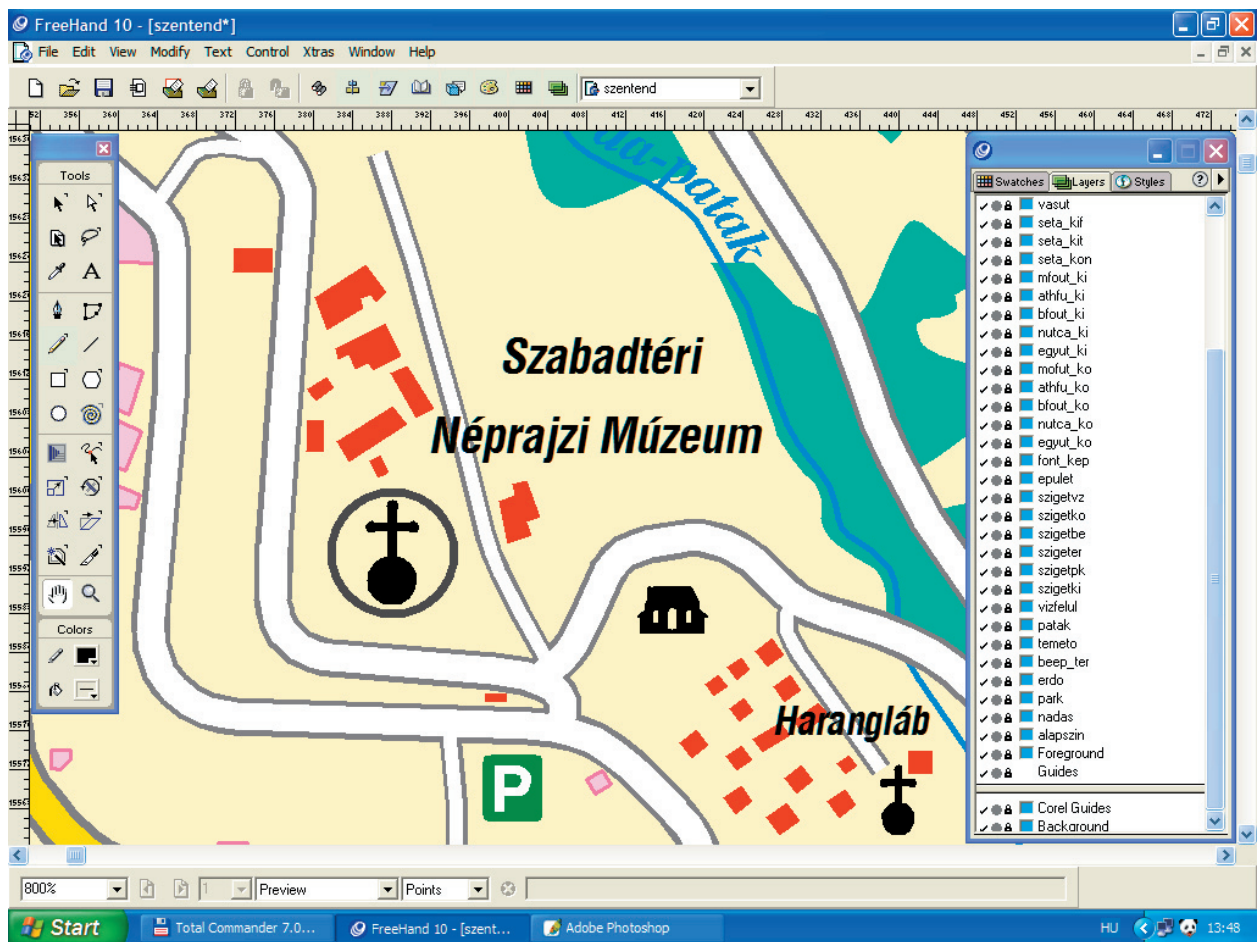
A másik nem kevésbé fontos, a számítógépes térképészetben is használt vektorgrafikus rajzolóprogram az amerikai Adobe System, Incorporated Adobe Illustrator nevű programja. Az első verzió 1987. januárjában jelent meg, Mac OS (az Apple Macintosh rendszerű számítógépek operációs rendszere) platformra. A DTP (DeskTop Publishing; asztali kiadványszerkesztés) e kezdeti szakaszában főleg erre a rendszerre fejlesztettek programokat. A Windows-os változat 1989. januárjában került a boltokba (2.0; Pinnacle kódnéven). A legújabb változat (mind Mac OS-re, mind Windows-ra) 2007. áprilisában jelent meg az Adobe Creative Suite 3 (Adobe CS3; Jason kódnéven; 13-as verzió) csomag részeként. Ez a szoftver is hasonlóan professzionális lehetőségekkel rendelkezik, mint a CorelDRAW [WIKIPEDIA 2]. Az Adobe Illustrator saját vektorgrafikus állományformátuma az AI, melynek jelentős szerepe van grafikai programok közötti adatcsere-formátumként is.



4. ábra: A mátrai Óvár és Ágasvár környékének jelzett turistaútjai az Adobe Illustrator grafikus felületén. Az állomány FreeHand programból lett exportálva .AI formátumban.

MACROMEDIA (ADOBE) FREEHAND

A FreeHand szintén egy vektorgrafikus rajzolóprogram, története 3 céghez (Aldus, Macromedia, Adobe) is kötődik. Az 1–4. verziókat az Aldus, az 5–11/MX. (legújabb) verziókat pedig a Macromedia fejlesztette. Mára az Adobe magába olvasztotta mindkét céget. Ez a program is ott volt a DTP születésénél és fontos szerepet játszott annak elterjesztésében. A FreeHand előnyei közé tartozik, hogy könnyen készíthetők és kezelhetők vele szimbólumok (térképi piktogramok), fogazott vagy elvékonyodó vonalak (pl. bevágások, metsződések, horhosok). A raszteres állományokat nem menti bele saját vektorgrafikus állományába (FHx, ahol x a verziószámot jelöli), hanem csak hivatkozik rájuk. Emiatt viszont a raszteres állományoknak mindig megtalálhatóknak kell lenniük a hivatkozott könyvtárban.

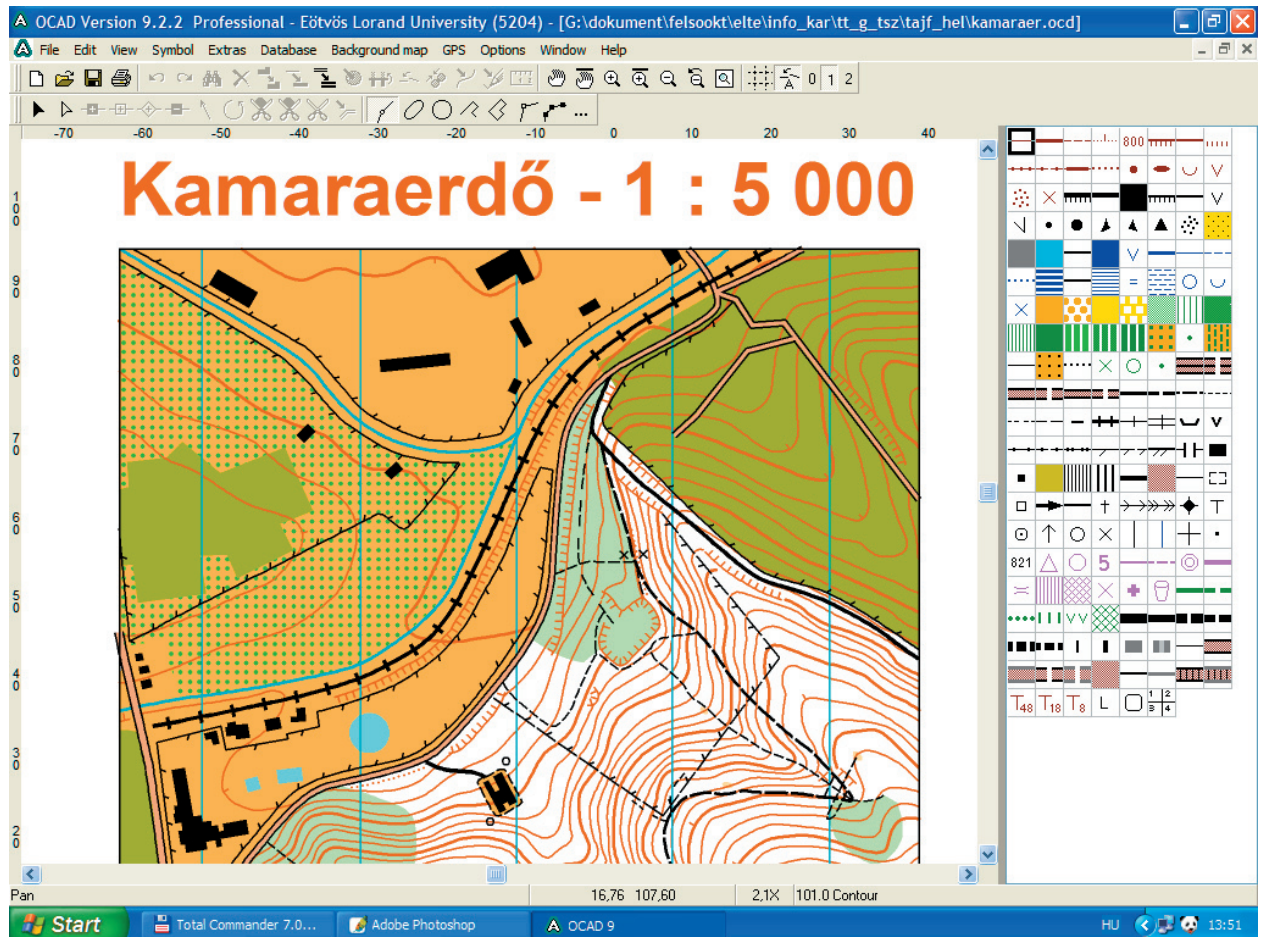


5. ábra: Vektorgrafikus térkép a Macromedia (Adobe) FreeHand grafikai program munkaképernyőjén. Itt már a rétegek mellett stílusokat, színeket és szimbólumokat is definiálhatunk.

OCAD

A svájci OCAD AG. OCAD nevű terméke “térképészeti rajzolóprogramként” hirdeti magát. Ez is egy vektorgrafikus rajzolóprogram, beépített nagyobb méretarányú térképek (tájfútótérkép, várostérkép) jelkulcsával. Az előző programokhoz képest itt könnyebben illeszthetők egymáshoz vonalak, felületi elemek határvonalai; a fogazott és “offset” típusú (több, párhuzamo-

san eltolt, de egy elemként definiált) vonalak attribútumozhatóságának lehetősége pedig messze kimagaslik a grafikai szoftverek közül. Réteg- és színkezelése eltér a fentebb említett szoftverekétől, piktogramkezelési módszere pedig jó tulajdonságainak számát növeli. Ebben a szoftverben már minimális koordináta-illesztést is végrehajthatunk, és feltűnik a méretarány is az opciók között. Exportlistájában már megtaláljuk az SHP (ESRI Shape) formátumot, minimális adatbázis-kezelési lehetőséggel. Saját vektoros állományformátuma az OCD.

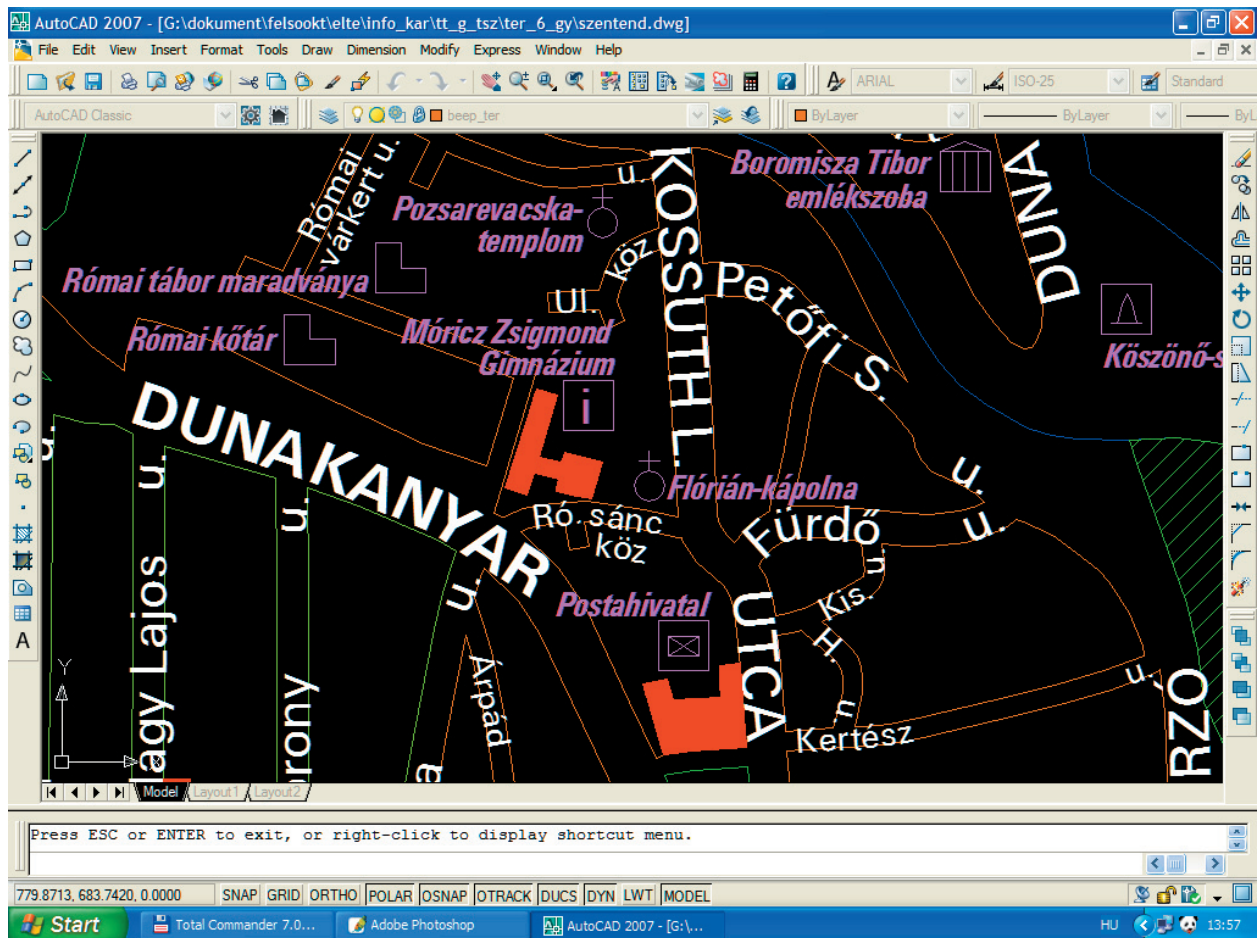


6. ábra: Tájfutótérkép a svájci fejlesztésű OCAD térképészeti rajzolóprogram képernyőjén. A tájfutótérképek jelkulcsa világsszerte egységes, melyet e program beépítve tartalmaz.

CAD (SZÁMÍTÓGÉPPEL SEGÍTETT TERVEZÉS) ALAPÚ SZOFTVEREK

AUTODESK AUTOCAD

Az AutoCAD a személyi számítógépek piacvezető CAD (mérnöki tervező) szoftvere. Első (amerikai) verziója (Release 1) 1982. decemberében jelent meg, legújabb (stabil) verziója az AutoCAD 2007 (Release 17) 2006. márciusában látott napvilágot. A szoftver fejlesztője az Autodesk, mely folyamatosan magyaráítja is az újonnan megjelenő verziókat.



7. ábra: Várostérkép jellegzetes CAD munkakörnyezetben, az AutoCAD képernyőjén.

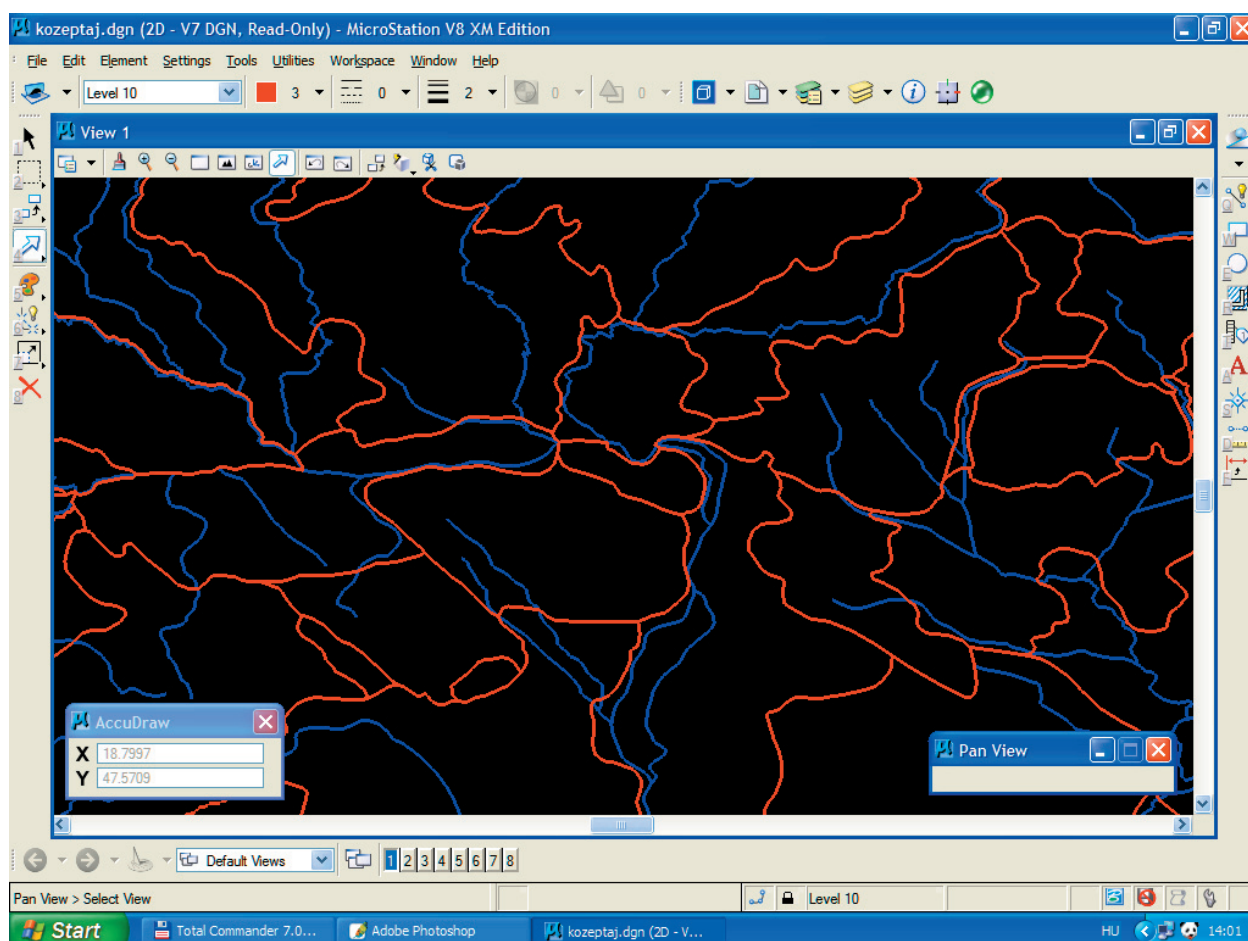
A bal alsó sarokban láthatjuk a pontos koordinátaértékeket, a piktogramok block-okként lettek definiálva.

Eredetileg ez is vektorgrafikus rajzolóprogramnak indult. A program rugalmas és változatos eszközökkel testreszabható: AutoLISP, C és Visual Basic nyelven programozható (könnyen alakítható menürendszer, különböző makro-lehetőségek). Egyszerű (vonal, kör, körív) és összetett (vonallánc, méretezés) rajzi elemekből építkezik. A blokkok (a felhasználó által tetszőleges elemekből összeállított rajzelem) definiálása és használata, valamint a raszter- és vektorreferencia illesztése az állományhoz igencsak alkalmassá teszik térképészeti feladatok ellátására. Támogatja a térbeli modellezést, a látványtervezést, adatbázisok számára kivonatok készítését. Az újabb verziók már képesek rajzok és hagyományos alfanumerikus adatbázisok dinamikus összekapcsolására

is. Az internetes közzétételi lehetőség (DWF), a nyomtatási elrendezések és a stílusok kezelése is az AutoCAD jó tulajdonságai közé sorolható. A szoftver saját, bináris állományformátuma a DWG (Autodesk DraWinG). A fejlesztő cégnek azonban létezik egy szöveges adatcsere-állományformátuma is: ez a DXF (Autodesk Drawing eXchange Format), amely formátum kulcsszerepet játszik a diplomamunka egyik legfontosabb részének, a georeferálásnak a folyamatában (lásd az adatcsereformátumokról szóló részt) [WIKIPEDIA 3].

A DWG és a DXF állományformátumok képesek a grafikai programok Bézier-görbéit a GIS számára értelmezhető poligonokká átalakítani, így a grafika–CAD–GIS integráció (és inverz) folyamatában kulcsszerepet játszanak (a CorelDRAW képes DWG és DXF exportra és importra egyaránt). Az Autodesk fejlesztői szerint 2006-ban mintegy egymilliárd DWG formátumú rajz volt használatban a világon, mely alátámasztja az AutoCAD piacvezető szerepét a CAD világában.

BENTLEY MICROSTATION



8. ábra: A Kárpát–Pannon térség középtájai és vízrajza a Duna-kanyar és Budapest környezetében. A középtájhatárok alá a vízrajz csak referenciaként van csatolva, a georeferált GeoTIFF éppen ki van kapcsolva.

Ha az AutoCAD a piacvezető, akkor a Bentley Systems, Incorporated által fejlesztett és forgalmazott MicroStation minden bizonnyal a legkedveltebb CAD szoftver. A fejlesztők honlapján a következőket olvashatjuk: “A MicroStation az építészek, mérnökök, kivitelezők

és térinformatikusok csoportjai által létesítményekhez, építészeti projektekhez, erőművekhez és térinformatikai rendszerekhez közösen használt szoftver. ... A MicroStation DGN fájlformátuma világszerte a leggyakrabban használt térképezési fájlformátum.” [BENTLEY]. A program a saját (DGN; MicroStation DesiGN) állományformátumán kívül nagy biztonsággal kezeli az AutoCAD DWG és DXF állományait, így téve feleslegessé hosszadalmas konverziós folyamatokat. A Bentley 1985-ben alakult, ekkor kezdték feljeszteni (az Intergraph-al közösen) a MicroStation nevű programot. Legújabb verziója a MicroStation V8 XM Edition 2007-es termék. Legfontosabb jellemzői a következők:

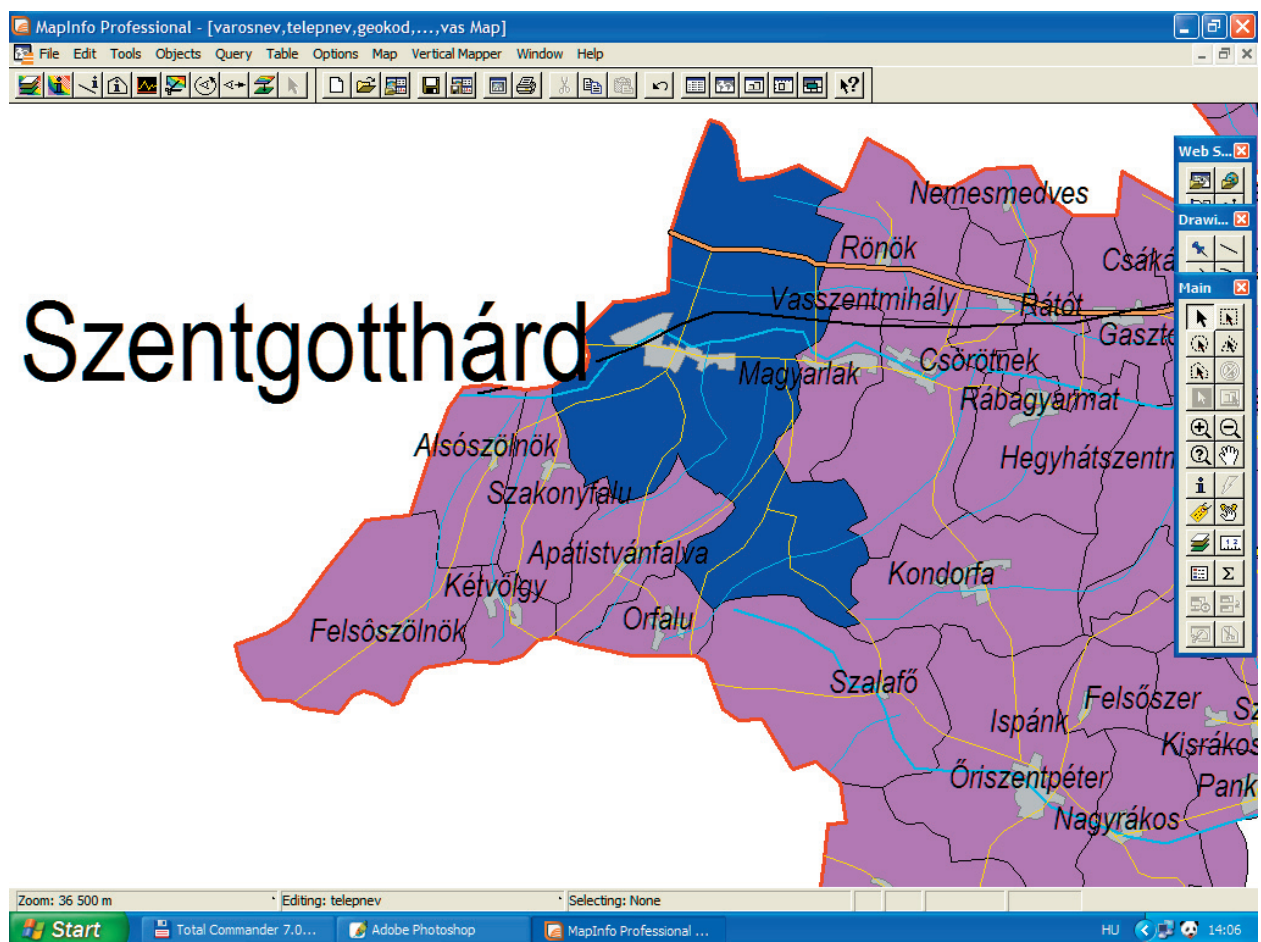
- DGN és DWG szerkesztés, megtekintés és referenciálás;
- 3D alaptechnológia a modellezéshez és látványtervekhez;
- Bármilyen CAD fájltypus (DGN, DWG, AEC) referenciaként való használata;
- Méretezés (Dimensioning) a vonalas, szög- vagy sugárra vonatkoztatott mérésekhez;
- Termelékenység-növekedés a Drawing Aids segítségével (AccuDraw, AccuSnap);
- Többoldalas, multi-formátumú nyomtatás;
- Digitális Biztonság (Digital Security) a tervrajzok sértetlenségéért;
- A modell teljes előzménytörténetének megtekintése (Change Tracking);
- Akadálymentes (hibátlan) munkavégzés a Szabványkezelő (Standards Management) használatával;
- Testreszabható környezet az egyéni igényeknek megfelelően (MicroStation Szakági Bővítmények).

A CAD szoftverekkel tehát létrehozható olyan topológiai struktúra, amely a GIS számára már értelmezhető. Ezt a lehetőséget ragadjuk meg, amikor a grafikus szoftverből exportált DWG (DXF) állományt AutoCAD-ben vagy MicroStation-ben “megjavítjuk“ (létrehozzuk a csomópontokat, kialakítjuk a megfelelő vonal- és poligontopológiát). Sok helyen használják a MicroStationt adatbázis-kezelő programokkal együtt (pl. Oracle, MS SQL Server) [BENTLEY; ZENTAI 2000].

GIS (FÖLDRAJZI INFORMÁCIÓS RENDSZER) ALAPÚ SZOFTVEREK

MAPINFO

A MapInfo Professional komplex adatintegrációs és elemzési megoldásokat biztosít, illeszkedve a kialakított vagy integrált adatbázisokhoz. A szoftver a térinformatikai alkalmazásokon kívül jelentős referenciákkal rendelkezik banki, üzleti, elemzési, marketing és logisztikai területeken is. Magyarországon több ezer telepített licence van, ezért elterjedt szabványról beszélhetünk. A program széleskörű adatintegrációs, adatlekérdező, elemző, szerkesztő és publikációs lehetőségekkel bír.



9. ábra: A MapInfo Professional képernyőjén egy adatbázisból generált megyetérkép részlete látható. A pontszerű, vonalas és felületi elemeken kívül a címkék (label-ek) is széleskörűen attribútumozhatók.

Nyitott adatkapcsolati lehetőségei és opcionális moduljai révén kapcsolódhat más adatbázis-kezelő és -elemző rendszerekhez (Oracle, MS SQL Server, MS Access, SAP-BW), közös elemző felületet és kapcsolódási pontot biztosítva a különböző adatbázisok között. A térinformatikai elemzések (WOR; elemzési folyamatleíró munkaállományok) a MapInfo Proviewer és MapXtreme segítségével tetszőlegesen számú felhasználó felé megoszthatók.

A MapInfo termékcsalád részei a különböző geokódoló, útvonaltervező, logisztikai elemzéseket támogató megoldások is. A szoftver hatékony adatintegrációt biztosít a WEB-es publikációt támogató térképszerverhez (MapXtreme), amely segítségével a térinformatikai alapú elemzések, összetett lekérdezések testre szabott, WEB-es felületen is megjeleníthetők.

A program alkalmas vektoros és raszteres grafikus térképi és térinformatikai formátumok kezelésére és elemzésére (pl. légifelvételek vagy földmérési alaptérképek), SQL-alapú lekérdezésekre, térképi (cím) keresésre, tematikus megjelenítésre, osztályozásra, kategorizálásra. A kategóriák alapján könnyen generálható új térképi réteg. Lehetőség van továbbá új grafikai objektumok felvitelére és a meglévő térképi objektumok szerkesztésére is. A beépített Office alapú riportkészítő, nyomtatási és a WEB (HTML) alapú prezentációs funkciók hatékony publikálást tesznek lehetővé [VARINEX].

A MapInfo Professional felépítése és működése kitűnően szemlélteti egy általános GIS (térinformatikai) program szerkezetét. Tartalmazza mindazon főbb funkciókat, melyeket a térinformatika megkíván: adatintegráció (többféle raszteres és vektoros adat kezelése, szerkesztése), lekérdezések, adatelemzés, tematikus térképek generálása, adatbázis-kapcsolat, WEB-es kapcsolati felület, publikálási lehetőség. Nagy előnye, hogy a többi GIS programhoz képest ára kedvezőbb, kezelése könnyebb, ezáltal gyorsabban megtanulható.

ESRI ARCGIS

Az amerikai ESRI által fejlesztett és forgalmazott Desktop ArcGIS azon szoftverek gyűjtőneve, amelyek szabványos asztali számítógépeken futnak (létezik még Szerver GIS, Fejlesztői GIS, Mobil GIS, Egyéb GIS). Ezeket a Desktop GIS (a továbbiakban csak ezekkel foglalkozom) szoftvereket földrajzi információk létrehozására, importálására, szerkesztésére, lekérdezésére, elemzésére, térképezésére és publikálására használjuk. Négy termék tartozik a Desktop ArcGIS szoftvercsaládba, melyek mindegyike magas szintű funkcionalitással rendelkezik:

- ArcReader (ingyenes térkép megjelenítő szoftver, amivel a többi Desktop ArcGIS szoftverrel előállított térképeket jeleníthetjük meg);
- ArcView (széleskörű térképezési, adatkezelési és elemzési eszközök, egyszerű szerkesztési és geoprocesszási funkciók);
- ArcEditor (ArcView + továbbfejlesztett eszközök a SHAPE állományok és geoadatbázisok szerkesztéséhez);
- ArcInfo (ArcView + ArcEditor + továbbfejlesztett geoprocesszási + ArcInfo WorkStation).

Desktop ArcGIS alkalmazások:

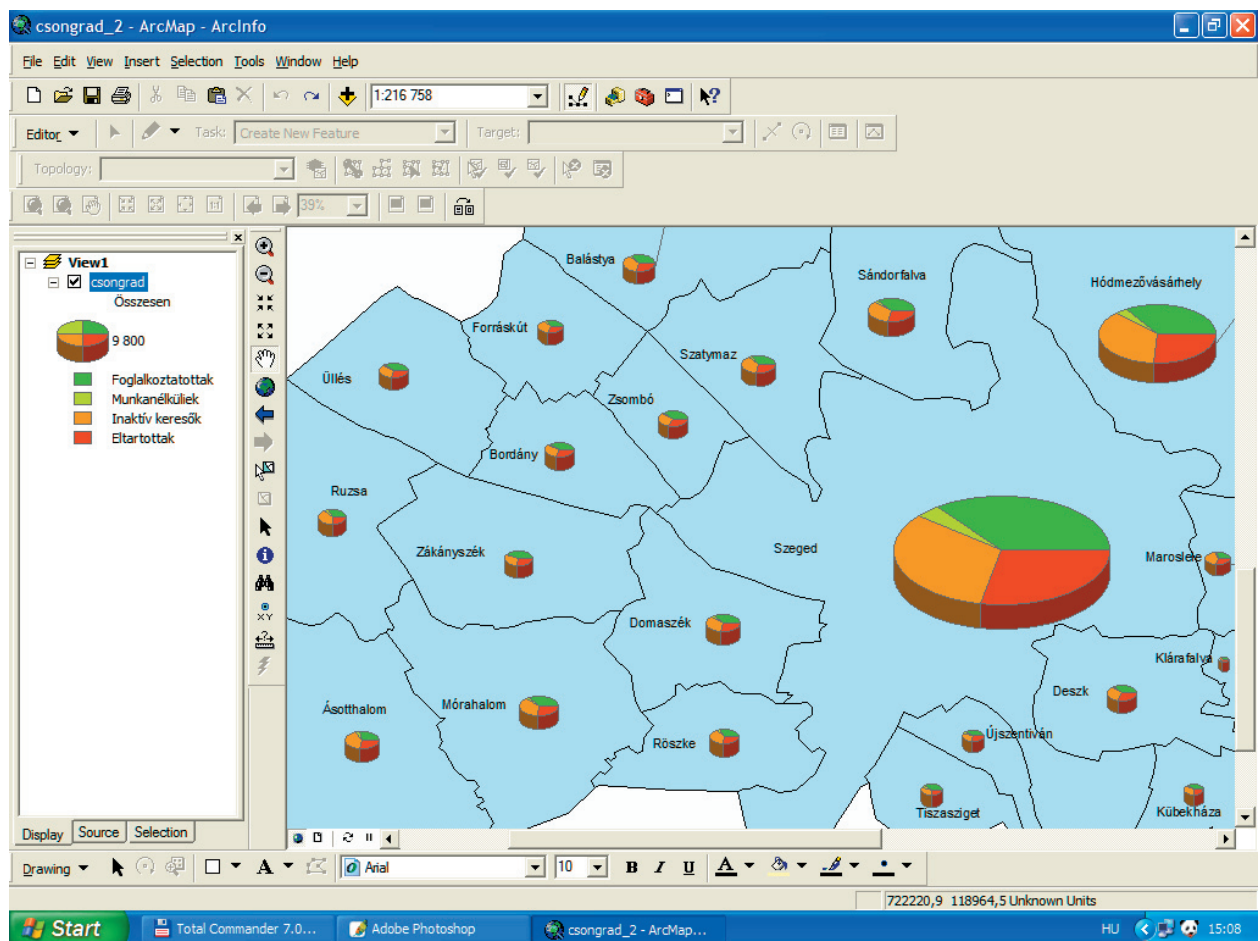
- ArcMap (a szoftver központi alkalmazása: térképek készítése, elemzése és szerkesztése);
- ArcCatalog (GIS adatok kezelése és rendezése);
- Geoprocesszási (ArcToolbox, ModelBuilder: elemzésekből új adatok előállítása);
- ArcGlobe (a földrajzi információk folytonos, interaktív vizsgálata).

A kartográfiai megjelenítésekről a Szoftverintegrációs törekvések című fejezetben lesz szó.

A Desktop ArcGIS bővítményei:

- ArcGIS 3D Analyst (interaktív és dinamikus térképek készítése + ArcGlobe: 3D-s adatszempléltetés);
- ArcGIS Spatial Analyst (térbeli elemzések);
- ArcGIS Geostatistical Analyst (felületi interpolációk és térbeli adatok kutatása, elemzése);
- ArcGIS Publisher (ArcMap térképi dokumentumok (MXD) konvertálása ArcReader dokumentummá (PMF));
- ArcPress for ArcGIS;
- ArcGIS StreetMap;
- ArcGIS Schematics;
- ArcGIS Military Analyst;
- MrSID Encoder for ArcGIS;
- ArcScan for ArcGIS (raszter-vektor konverzió);
- ArcGIS Survey Analyst (geodéziai és mérnöki feladatok elvégzése);
- ArcGIS Tracking Analyst (egyszerű és összetett alkalmazások megjelenítése és elemzése)

[ESRI].

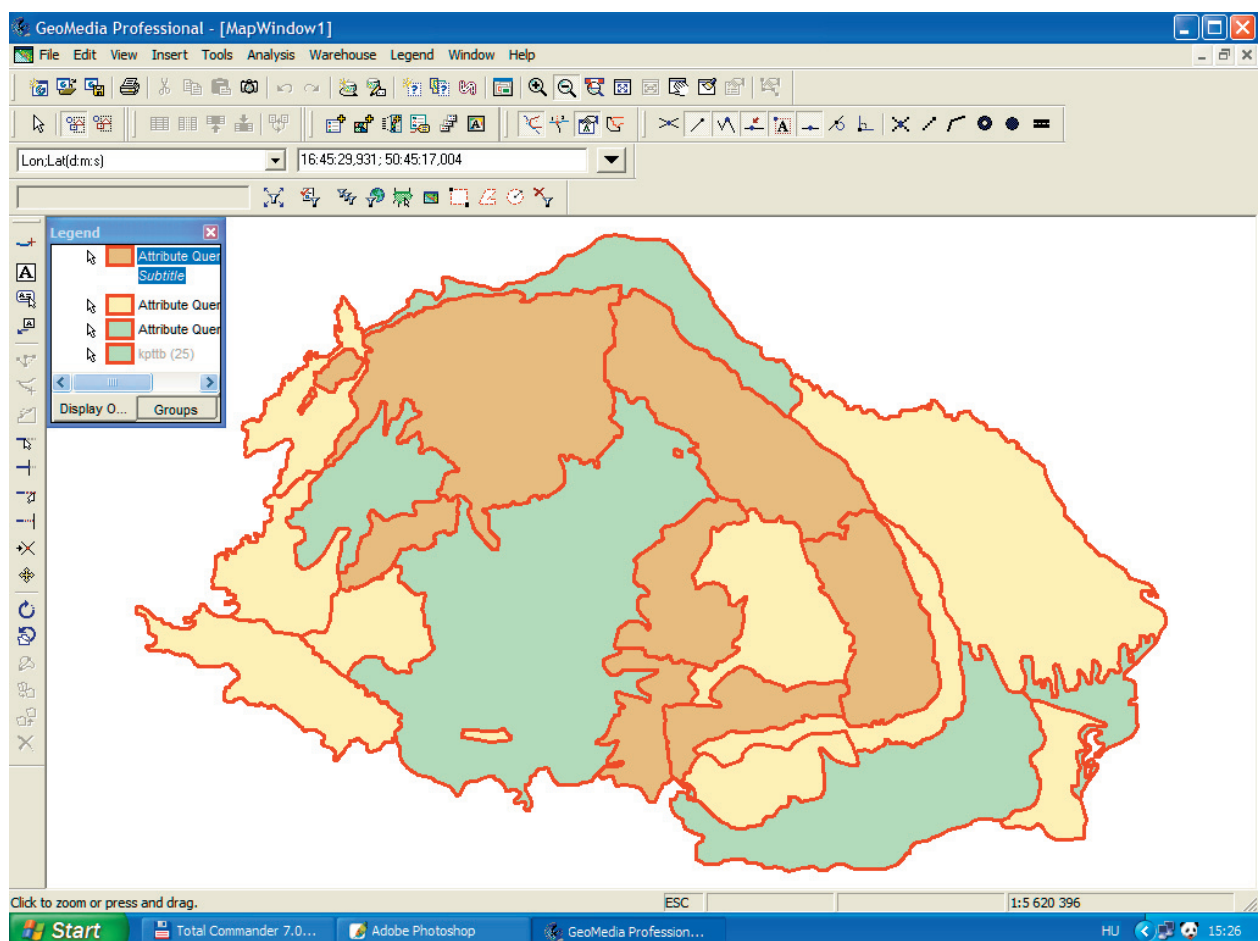


10. ábra: Az ESRI ArcGIS Desktop központi alkalmazása az ArcMap térképszerkesztő modul. A képen látható tematikus térkép is adatbázisból lett generálva, ez a GIS szoftverek egyik erőssége.

Ebből a vázlatos áttekintésből is kitűnik, hogy mennyire szerteágazó feladatokra kell alkalmasnak lennie egy GIS szoftvernek. Azt is megfigyelhetjük, hogy a MapInfo Professional-hoz képest az ESRI ArcGIS rendszer modulárisabb felépítésű. A megfelelő térinformatikai eszköz kiválasztásánál ismernünk kell annak szerkezetét, hogy döntésünket kellő alaposággal tudjuk meghozni.

Az ArcGIS saját vektoros állományformátuma a Shape (SHP kiterjesztésű, bináris) állomány, ez tárolja a geometriai információkat. Egy Shape állományhoz tartozik egy adattáblát tartalmazó (DBF) és egy, a két állomány közötti kapcsolatot leíró (SHX) állomány is. A korábbi ArcView verziók (3.x) ún. projekt-állományainak kiterjesztése APR volt, a Desktop ArcGIS ArcMAP nevű térképkezelő moduljának állományformátuma MXD. ArcGIS platformon lehetőségünk van a Shape állományok beolvasására, MXD formátumú mentésre, valamint újabb Shape fájlok exportálására (újak létrehozására) is. Az SHP kiterjesztésű állományok jelentik a “hidat” a GIS és a GPS alapú szoftverek között, ugyanis segítségükkel hozhatók létre a GPS-ek által használt bináris állományok.

INTERGRAPH GEOMEDIA



11. ábra: A Kárpát–Pannon térség nagytájai az 1997-es tájbeosztás alapján a GeoMedia képernyőjén. Kezdetben az Intergraph is a MicroStation-t fejlesztette, majd a CAD funkcionalitását a GeoMediá-ba integrálta.

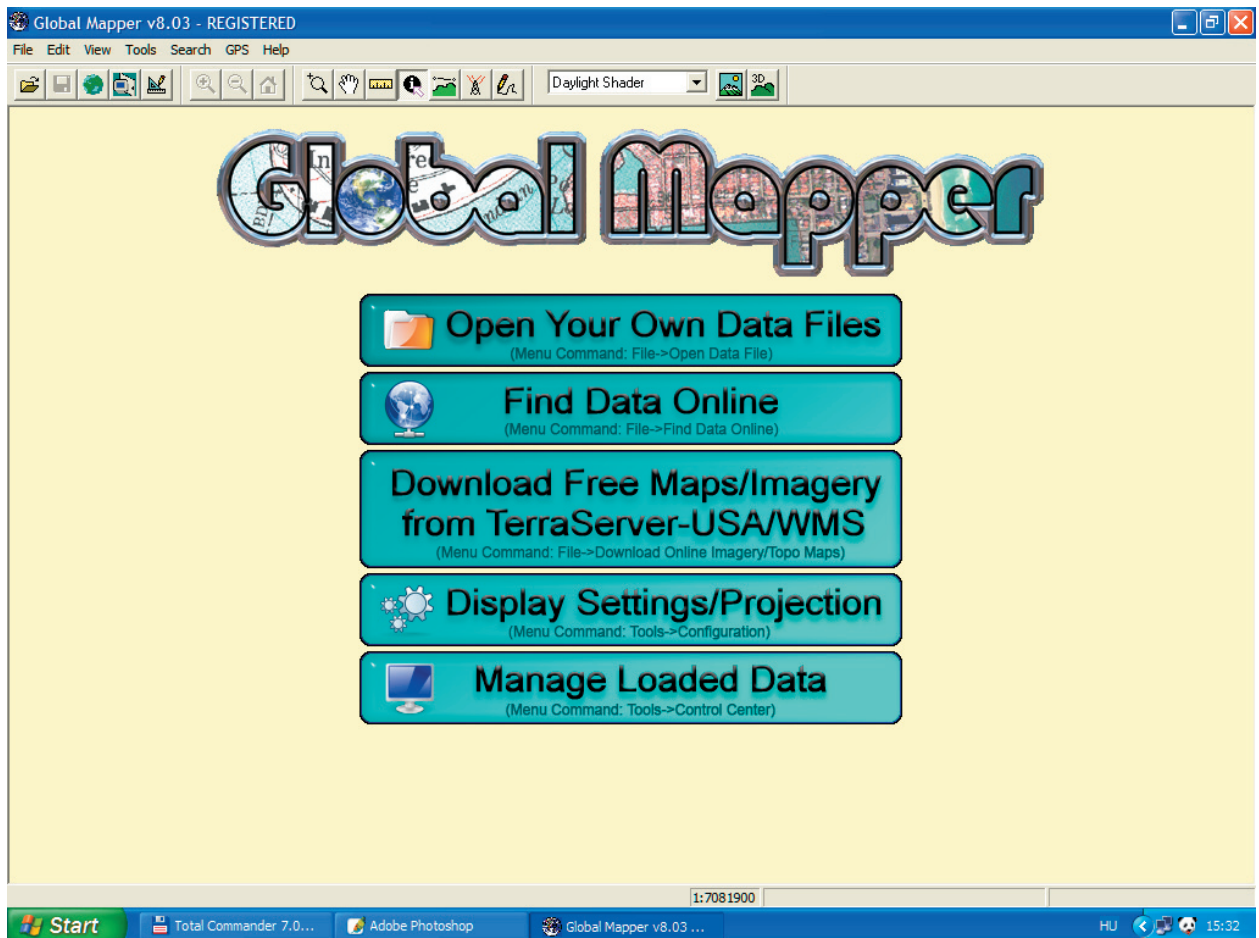
A GeoMedia szoftvercsalád asztali (GeoMedia és GeoMedia Professional) valamint szerver (GeoMedia Webmap és GeoMedia Webmap Professional) komponensekből áll. A továbbiakban a GeoMedia Professional 6.0 (legújabb) változatán keresztül ismertetem a programot.

A szoftver kombinálja a CAD-típusú környezet produktivitását a GIS funkcionalitásával, így felhasználóként már az adatfeldolgozás első fázisában (pl. digitalizálás) pontos és topológiai helyes adathoz jutunk. A hagyományos digitalizálási problémák (vonaltöredékek, túllógások és felülethibák) az intelligens topológiatisztító eszközök használatával szinte teljesen kiküszöbölhetők. A program használatával egyetlen egyesített relációs adatbázisba rendezhető pl. egy intézmény összes térképi és attribútumadata. Ez az adatbázis az intézményen belül bárki számára hozzáférhetővé tehető. A relációs adatbáziskezelés szünetmentes adathozzáférést garantál, a szabványosított szerkesztési és biztonsági korlátokkal pedig az adatok integritását biztosítja. Felhasználóként fordítás vagy konverzió nélkül párhuzamosan kapcsolódhatunk különböző adatbázisokban tárolt, eltérő formátumú GIS adatokhoz. A valós idejű adatbázis-kapcsolat miatt a lekérések és tematikák automatikusan frissülnek az adatbázisban történt módosításokkal. Így mindig a legfrissebb információkkal dolgozhatunk. A fontosabb támogatott relációs adatbázis-szabványok: Oracle, Object Model, MS SQL Server, MS Access, IBM DB2. A GeoMedia Professional teljes funkcionalitással bíró asztali (desktop) GIS megoldás. Kiterjeszhető objektummodellje a szabványos programnyelvek (pl. MS Visual Basic, MS Visual C++, Power Builder, Delphi) használatával testreszabható [GRAPHIT].

Összefoglalva a program előnyös tulajdonságait: kitűnő CAD-integritás, korrekt geometria létrehozása (rajzolással vagy topológiatisztító eszközökkel), kapcsolódás többféle relációs adatbázishoz. A GeoMedia Professional "munkaállománya" a GWS, amely minden információt tárol a munkamenetről, megkönnyítve annak újbóli betöltését.

GLOBAL MAPPER

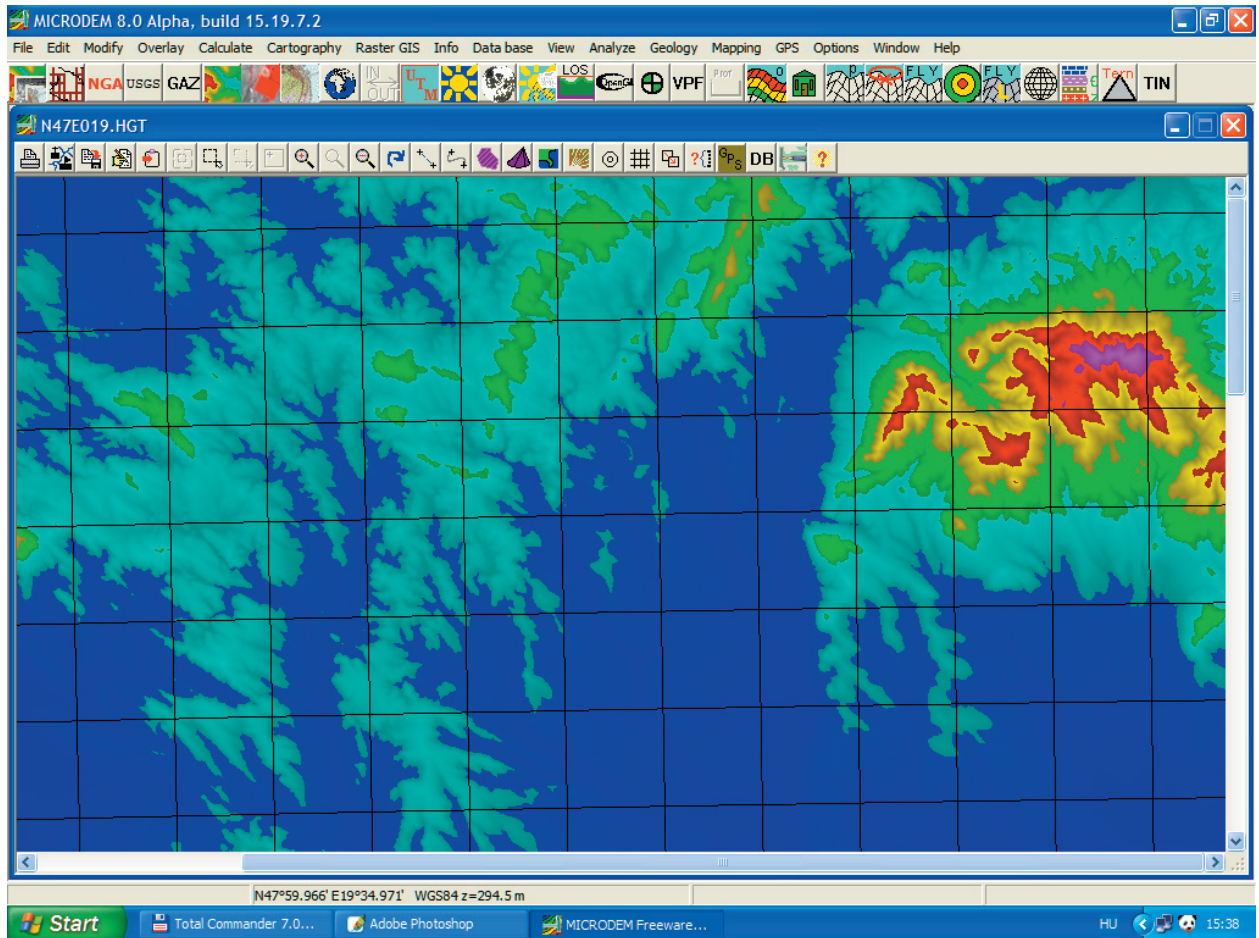
A Global Mapper Software LLC. “Globális Térképező” szoftvere professzionális raszter- és vektor georeferáló, konvertáló, domborzatrajz-generáló és 3D-s kezelő eszköz. A programot a 6.00-s verzió (megjelent: 2004. július 28.) óta fejleszti a jelenlegi cég, a legújabb kiadás a 8.03-as (2007. május 3-án publikálták) [GLOBALMAPPER]. A grafika–CAD–GIS integráció folyamatában a georeferálás és a GIS állományformátumba való konvertálás legfontosabb eszköze. A legújabb kiadás (magyar felhasználók számára) hatalmas előnye, hogy beépítve tartalmazza az EOVI vetületi rendszert és a hozzá tartozó dátumot (Hungarian Datum 72). A szoftvert, az integráció folyamatában betöltött sokoldalú és fontos szerepe miatt külön fejezetben mutatom be.



12. ábra: A Global Mapper georeferáló, konvertáló és domborzatmodell-kezelő program fő képernyője. GIS vagy nem GIS... vajon hová tartozik?

MICRODEM

A MicroDEM egy ingyenes számítógépes térképező program, melyet Prof. Peter Guth (Amerikai Tengerészeti Akadémia, Óceánográfiai Osztály) írt [MICRODEM]. A programmal a következő adatfajták kezelhetők: digitális domborzatmodellek (DDM), űrfelvételek, szkennelt térképek, vektoros térképi adatok és GIS adatbázisok. A MicroDEM nagyszerűsége 3D-s képességeiben rejlik: VRML 3D-s nézet, perspektív nézet, panoráma nézet, repülési nézet, élő (live) repülés, tömbszelvény-készítés, 3D-s animációk készítése. Főbb funkcióit a 3D-s problémákkal foglalkozó fejezetben mutatom be.

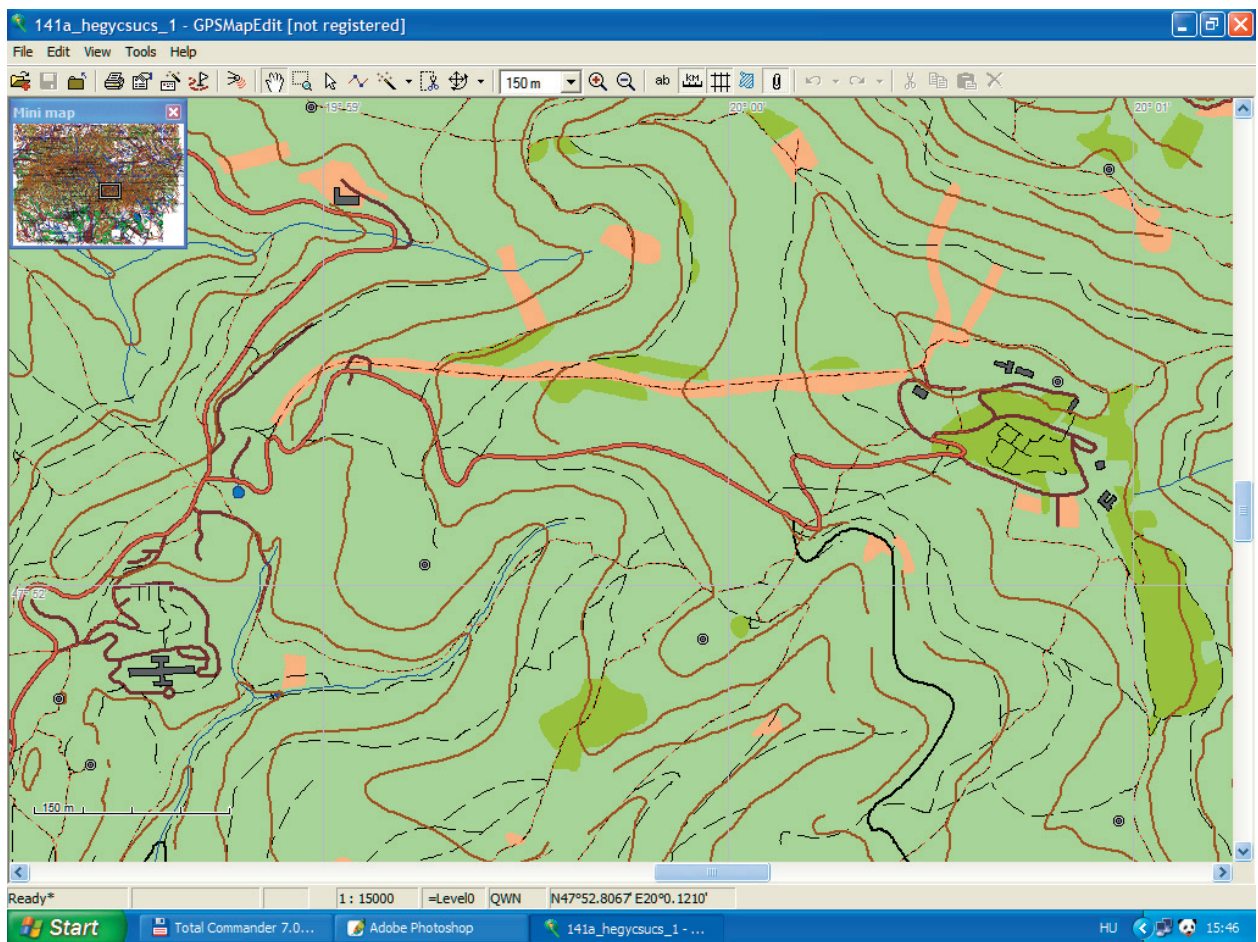


**13. ábra: Domborzatmodell rétegszínekkal az ingyenes MicroDEM munkaképernyőjén.
A sok színes ikon és funkció nagy tudású programot sejtet... ez már biztosan GIS!**

GPS (GLOBÁLIS HELYMEGHATÁROZÓ RENDSZER) ALAPÚ SZOFTVEREK

GPSMAPEDIT ÉS A CGPSMAPPER

Mai világunkban egyre többen használnak valamilyen GPS készüléket. A kézi készülékek a természetjárók között nagyon elterjedtek, mert interaktív térképeket jelentenek használójuk számára. Lelkes térinformatikus-természetjárók egy csapata folyamatosan GPS készülékekkel járja hazánk jelzett turistaújtait, és az adatokat készülékekbe tölthető formában közzéteszi honlapján (www.turistautak.hu). Azonban nem csak turistautak adatai tölthetők fel a GPS-ekre, hanem komplett turistatérképek is, amennyiben rendelkezésünkre állnak a megfelelő formátumú vektoros állományok .



14. ábra: A Kékes környékének Garmin GPS-be tölthető térképe a GPSMapEdit program képernyőjén. Az importálandó MP és SHP állományok akár a Global Mapper-rel is létrehozhatók, georeferálhatók.

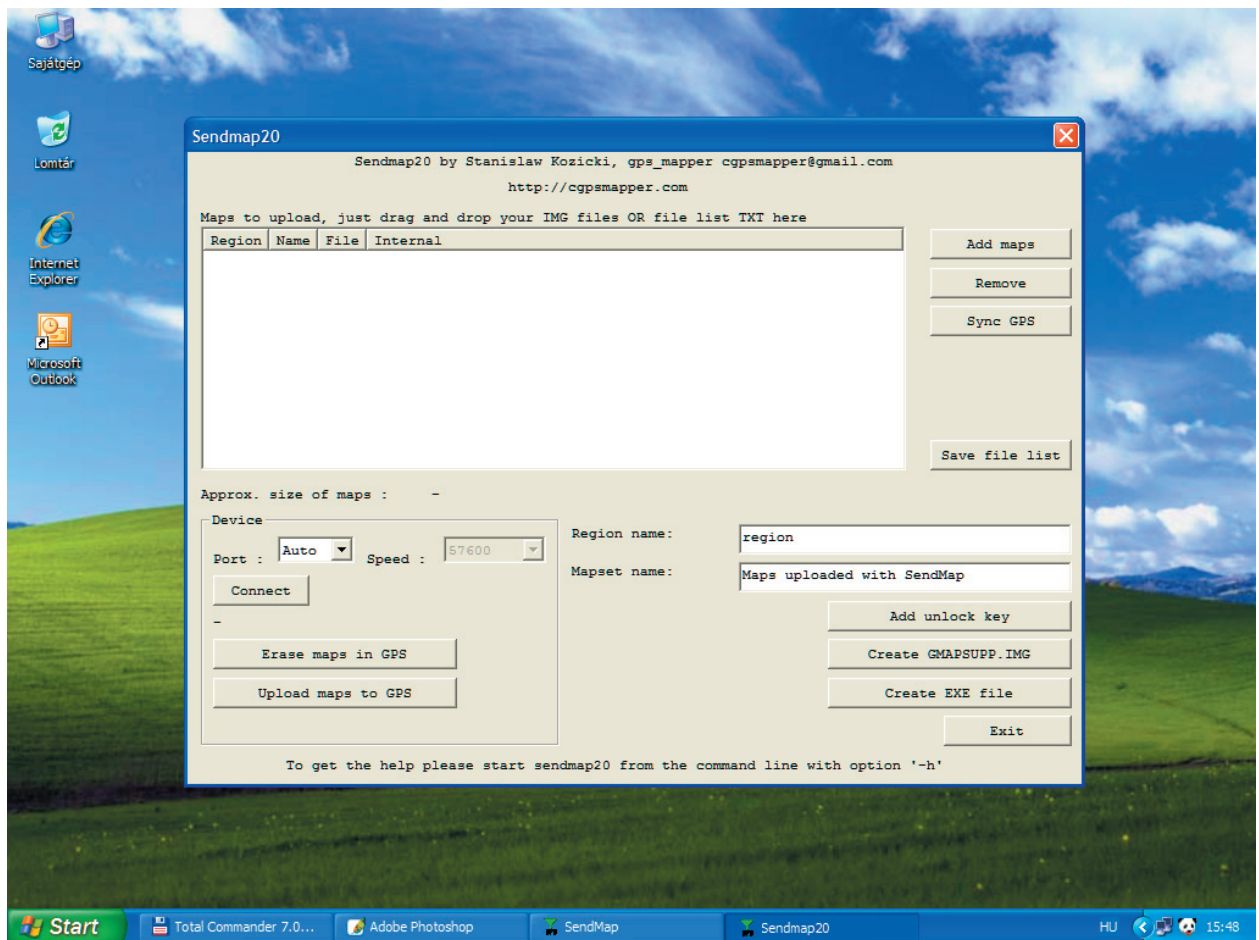
A GPSMapEdit és a cGPSMapper programok segítségével előállíthatók olyan bináris állományok, melyeket feltölthetünk Garmin készülékekre. A GPSMapEdit nevű szoftvert a lengyel Konstantin Galichsky fejleszti. Az első verzió (0.50b) 2002. december 6-án, a legfrissebb (1.0.34.5.) 2007. április 20-án jelent meg [GPSMAPEDIT]. A programmal megnyitni csak valamilyen GPS formátumú állományt tudunk, viszont importlehetőségei között szerepel a Shape (SHP) és a MapInfo

(MIF) állománytípus. Az utóbbi kettő képezi a hidat a GIS és a GPS között. A GPSMapEdit szerkesztő és konverziós lehetőségeit a GIS és GPS című fejezetben mutatom be.

A cGPSMapper a tulajdonképpeni bináris fordító eszköz a folyamatban, a GPSMapEdit csak ezzel a programmal együttműködve tudja elvégezni a teljes fordítási folyamatot.

SENDMAP

A SendMap20 nevű kis program fejlesztése a lengyel Stanislaw Kozicki érdeme. Ezzel az eszközzel tudunk Garmin GPS-re feltölteni, illetve onnan eltávolítani IMG kiterjesztésű (a Garmin típusú készülékek bináris állományformátuma) fájlokat. Az USB és a soros portokat egyaránt kezeli. Honlapja közös a cGPSMapper-ével [cGPSMAPPER].



15. ábra: A SendMap nevű ingyenes programmal tudunk Garmin típusú GPS-ekre feltölteni térképet. Az Erase (Törlés) funkcióval a térképet a készülékből eltávolíthatjuk, ha már nincs rá szükségünk.

MOBILEMAPPER OFFICE

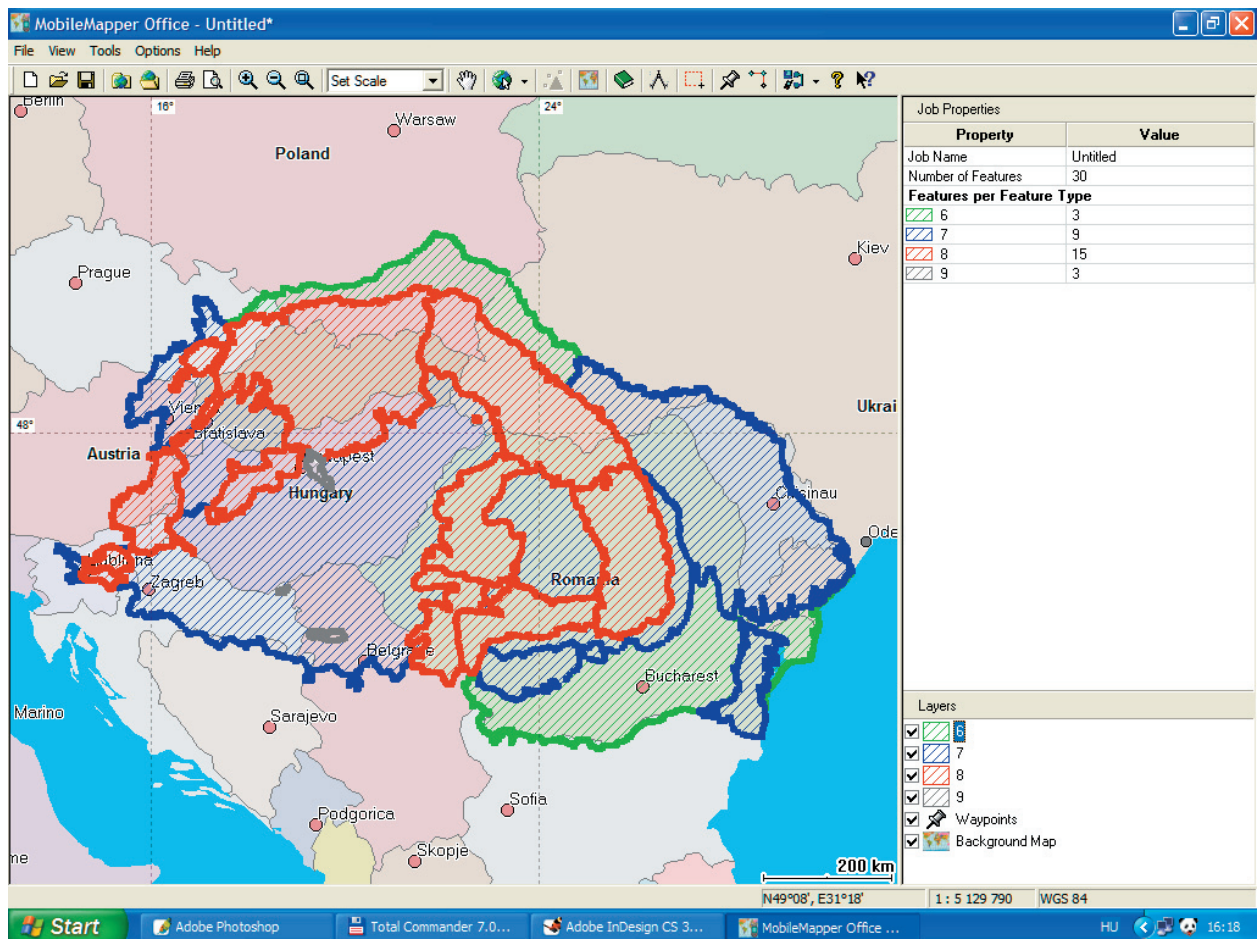
A Magellan típusú GPS-ekbe feltölthető térképek készítésére alkalmas MobilMapper Office nevű programot a Thales Navigation, Incorporated fejleszti. A szoftver a következő műveletekre képes:

- Új munkaállományok (MMJ; MobileMapper Job) létrehozása az importált GIS

adatokból (SHP, MIF, DXF);

- Munkaállomány feltöltése MobileMapper rendszerrel ellátott GPS készülékre;
- Teljes munkaállomány letöltése MobileMapper rendszerrel ellátott GPS készülékről;
- Munkaállomány exportálása GIS formátumokba (SHP, MIF, DXF és CSV);
- Felhasználói tulajdonságkönyvtárak (feature libraries) létrehozása a Feature Library Editor-ral;
- Útpont- és útvonallisták (waypoints and routes) létrehozása a Waypoint/Roure Editor-ral;
- Háttérképek létrehozása a Background Map and Map Editor utilites eszközökkel;
- Felhasználói tulajdonságkönyvtárak, háttérképek, útpontok és útvonalak feltöltése MobileMapper rendszerrel ellátott GPS készülékekre;
- Koordinátarendszer-adatbázis kézi szerkesztése [THALESNAVIGATION].

A Magellan típusú GPS készülékek kezelik a domborzatmodelleket és a raszteres állományokat is, hozzájuk szintén a GIS-en keresztül vezet az út (SHP, MIF és DXF kiterjesztésű állományok import és export lehetősége). A konverziós folyamatot a GIS és GPS című fejezetben mutatom be.



16. ábra: A MobileMapper Office a Magellan típusú GPS-ek térképkészítő eszköze. Kezelőfelületén jól látható a világtérkép, a Kárpát–Pannon térség nagytájai természetesen georeferálva vannak (DXF és SHP).

CAD ÁLLOMÁNYOK LÉTREHOZÁSA (KONVERZIÓ VAGY DIGITALIZÁLÁS)

AZ EGYIK LEHETŐSÉG: GRAFIKA–CAD KONVERZIÓ

Térképállományaink (ha nem GIS rendszerben vannak) grafikai vagy CAD szoftverrel előállított formátumok valamelyikében állnak rendelkezésünkre. A grafikai állományoknak mindenképpen végig kell menniük a grafika–CAD–GIS konverzió útján. Ez azt jelenti, hogy a grafikus állományból első lépcsőben előállítunk egy olyan CAD állományt, melyben kialakítjuk a GIS által megkövetelt geometriai topológiát, majd ezt az állományt megfelelő szoftverben georeferáljuk. Az integráció következő lépéseként végrehajtunk egy CAD–GIS konverziót (exportálunk GIS formátumba), végül a kiválasztott térinformatikai szoftverben attribútum-adatokat rendelünk a geometriai primitívekhez, azaz feltöltjük az adatbázist. Amennyiben CAD formátumban van a térképállományunk (korrekt a topológia), akkor a grafika–CAD konverziót – értelemszerűen – nem kell elvégeznünk. Ekkor is két eset lehetséges: ha georeferált az állományunk, akkor a konverziós szoftverrel egyből exportálhatjuk GIS formátumba. Ha nincs georeferálva, akkor georeferáljuk, és utána exportálunk GIS-be. Ha csak ezután hozunk majd létre CAD formátumú térképállományt, akkor mindenképpen georeferált raszter alapján digitalizáljunk, hiszen így egyből koordináta- és topológiahelyes geometriát kapunk, melyet már csak konvertálnunk kell GIS formátumba!

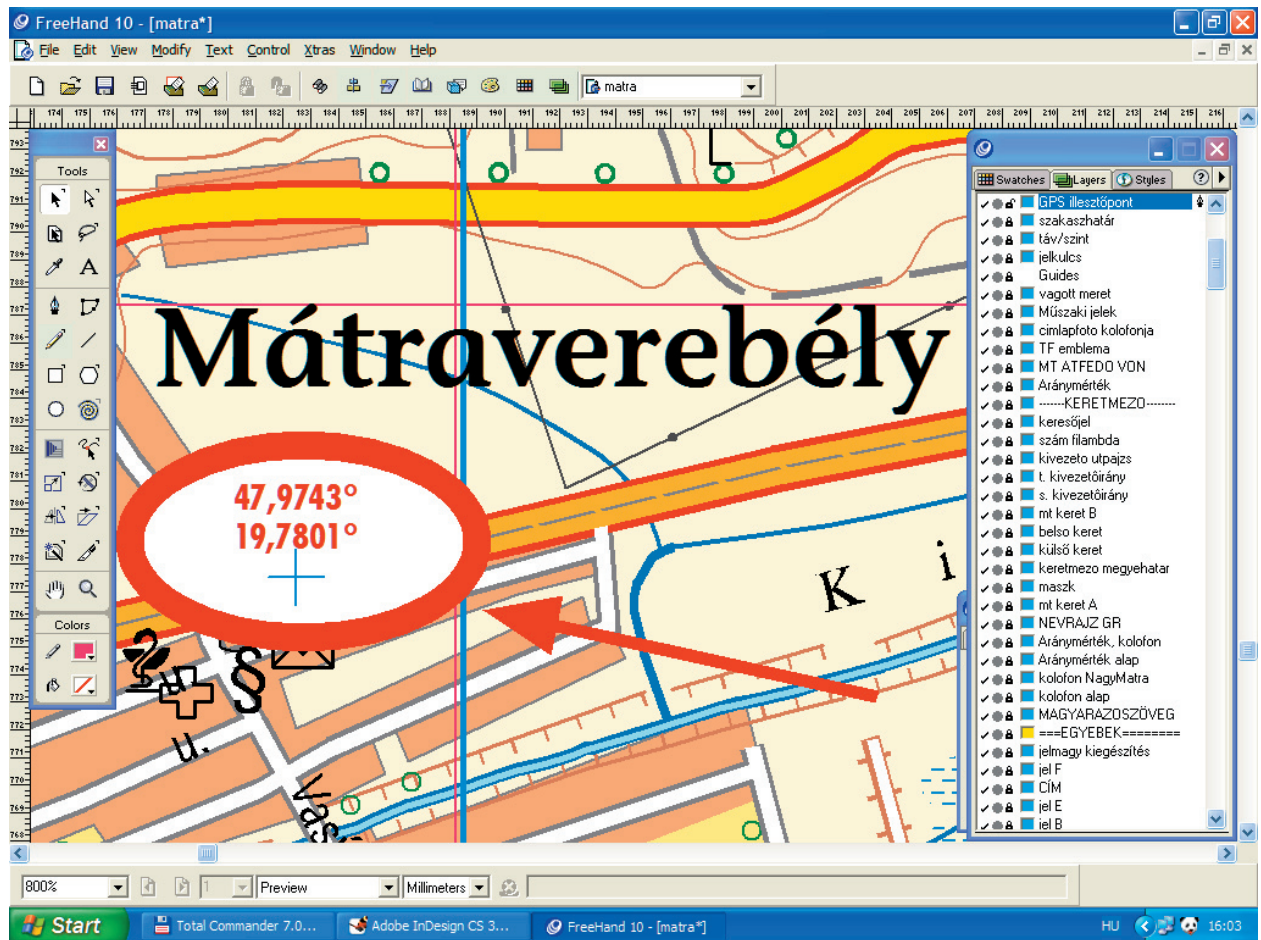
Ebben a fejezetben először a grafika–CAD konverzió lépéseit és kérdőjeleit veszem sorra, végül kitérek a georeferált raszter alapján történő digitalizálással létrehozott CAD állományokra is.

KERET ÉS ILLESZTŐPONTOK

Már fentebb említettem, hogy grafikus térképállományainkat jól strukturált rétegszerkezetben hozzuk létre, ahol az objektumok relatív (a grafikát tartalmazó lapméret) koordináta-rendszerben helyezkednek el. A lapméret tulajdonképpen egy keret, melyhez képest az összes objektum helyzete rögzített. Ezt a biztos (relatív) vonatkoztatási rendszert valamennyi exportálandó réteghez hozzá kell rendelnünk, azaz az exportálásakor az összes rétegen meg kell jelennie. Ez biztosítja majd a georeferálás során, hogy a térképi objektumok a GIS-ben is megőrizték egymáshoz (és a kerethez) képesti relatív helyzetüket. Amennyiben a grafika nagyobb, mint a lapméret, akkor nyugodtan vegyük körbe a teljes rajzi területet egy nagyobb kerettel! A kereten kívül ugyanis nem lehet semmilyen rajzi elem, hiszen a georeferálásakor a keret széle lesz a viszonyítási alap.

Az illesztőpontok jelen esetben olyan pontok, melynek földrajzi és/vagy vetületi koordinátái ismertek a grafikus állományban. Ilyen pontoknak mindenképpen lenniük kell a térképen, különben a georeferálás (a képkoordináták és a földrajzi vagy vetületi koordináták összerendelése) nem végezhető el. Ideális esetben ezek a pontok egyenletes eloszlást mutatnak a rajzi területen (ilyen lehet pl. a földrajzi fókuszpont vagy egy vetületi koordináta-rendszer metszéspontjai, de megfelelő referenciaként használhatók a terepi GPS mérések pontjai is). Ha nincsenek ilyen szabályos

rendben elhelyezkedő pontjaink, akkor is törekedjünk legalább a keret sarkai és a lap közepe táján néhány pontot azonosítani! Az illesztőpontok helyét jelölhetjük egy-egy kereszttel, fölé vagy alá megírva azt a koordinátaértéket, melyet a pontokhoz szeretnénk társítani georeferáláskor.

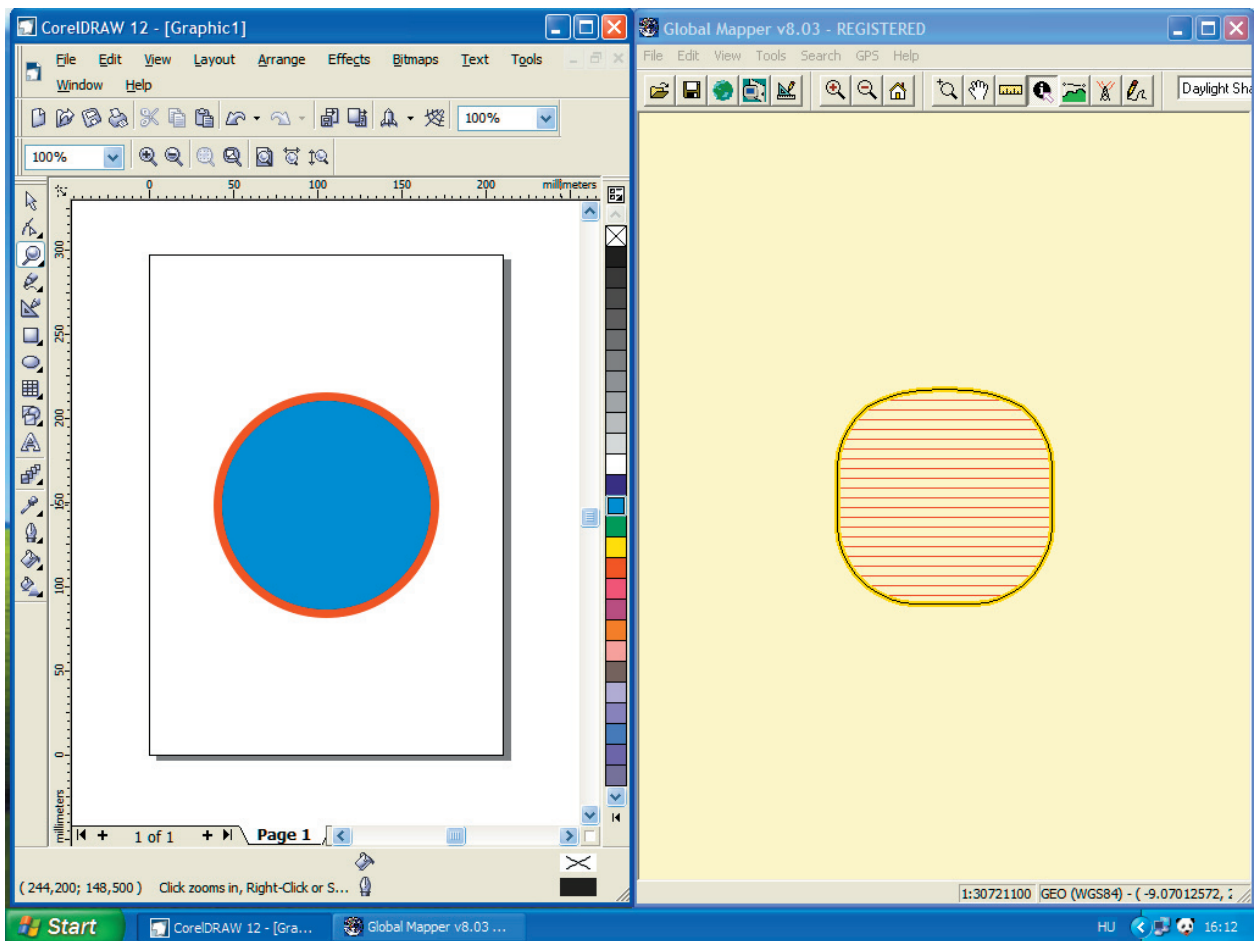


17. ábra: Illesztőpontok nélkül nem lehet georeferálni. Egy jól azonosítható útkereszteződés, csomópont megfelelő referenciapont lehet. Törekedjünk e pontok egyenletes eloszlására a térkép teljes területén!

GÖRBE OBJEKTUMOK ÉS SZÖVEGEK

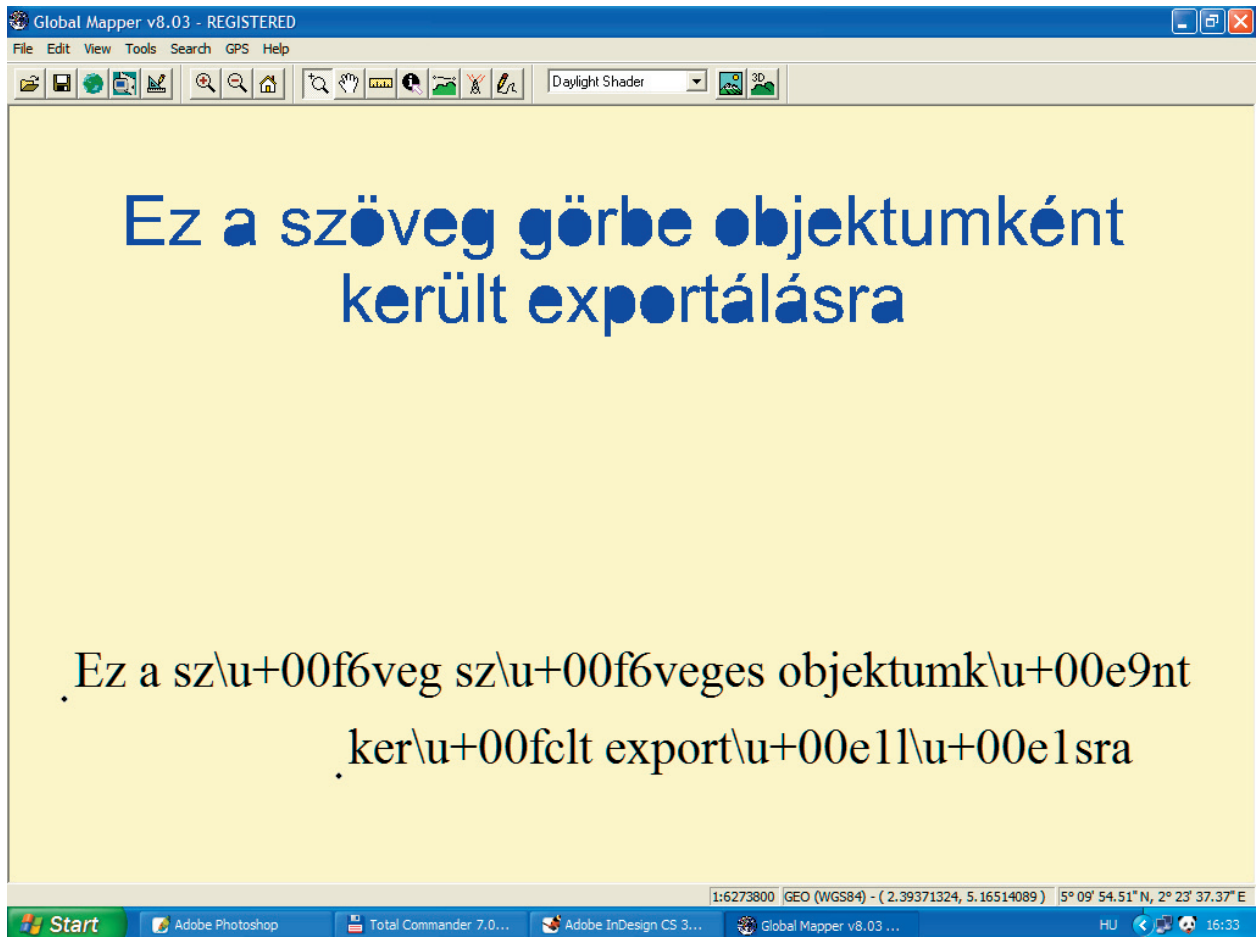
A vektorgrafikus rajzolóprogramok a grafikát Bézier-görbék segítségével állítják elő. E görbe vonalak és a térinformatika poligonjai között a DXF (DWG) állományformátumok teremtik meg a konverzió lehetőségét. Azonban – ha nem vagyunk körültekintőek – a GIS-ben így is érhetnek bennünket meglepetések. Példaként nézzünk meg egy kört, melyet a CorelDRAW-ban hoztunk létre! Először exportáljuk ezt a kört DXF formátumba, és nézzük meg az eredményt a Global Mapper programmal! A program nem hajlandó megnyitni a CAD állományt. Ennek az az oka, hogy a kör (és néhány szabályos síkidom) nem teljesen olyan Bézier-görbéből áll, mint egy általános görbe vonal. Ezek speciális, bezárt objektumok, melyekkel a CAD nem tud mit kezdeni. Most alakítsuk görbévé a kört (Convert to Curves)! Azt tapasztaljuk, hogy a Global Mapper megnyitotta ugyan az állományt, de kör helyett most egy lekerekített sarkú téglalapot látunk. Ez azért van így, mert a DXF állomány poligonjának töréspontjai a CDR Bézier-görbéjét nem pontosan képezik le. Megyfigyelhetjük ugyanakkor azt is, hogy bizonyos DXF-verziók a kör geometriáját

ugyan megtartják, de elveszik a felületjelleg (polygon) és a képernyőn csak a kör vonala (polyline) jelenik meg. Az adatcsere-állományformátumok megfelelő kiválasztásáról később lesz szó. Most elég csak annyit megjegyezni, hogy minden Bézier-görbével előállított objektumot célszerű átalakítani görbévé, a fent leírt buktatók elkerülése végett.



18. ábra: A kör négyszögesítése. Az ilyen és az ehhez hasonló konverziók nem vezetnek megfelelő eredményre. Figyeljünk oda az adatcsere-állományformátumok verzióbeli eltéréseire!

Szöveges objektumokat nem szerencsés GIS rendszerbe konvertálni, ugyanis azok a rendszerek nem grafikai, hanem adatbázis alapon működnek. Ez azt jelenti, hogy míg grafikában egy név ugyanúgy grafikai objektum, mint a többi vonal vagy felület, addig a térinformatikában a név egy attribútum, melyet hozzárendelünk egy pontszerű, vonalas vagy felületi objektumhoz. Ezek a nevek is az adatbázisban (az adattáblák egy-egy oszlopában) tárolódnak, ahonnan sokféle formázási lehetőséggel jeleníthetők meg a képernyőn. Ha mégis szöveget szeretnénk GIS-be konvertálni, akkor azt lehetőleg vonalként tegyük! A felületi objektumként való exportálás a zárt vonalú betű(szám)részek poligonra záródását eredményezi, ami esztétikailag nem túl szép. A DXF állomány exportálásakor kiválaszthatjuk, hogy a szöveg szöveges vagy görbe objektumként kerüljön mentésre. Szöveges elemként való export esetén a DXF a szöveg egy adott pontját veszi beszúrási pontnak, és erre a “pontra” vonatkoztatja a szöveget. Vegyük még figyelembe, hogy ékezetes betűk és egyéb speciális karakterek esetén az eredmény még lehangolóbb lesz!

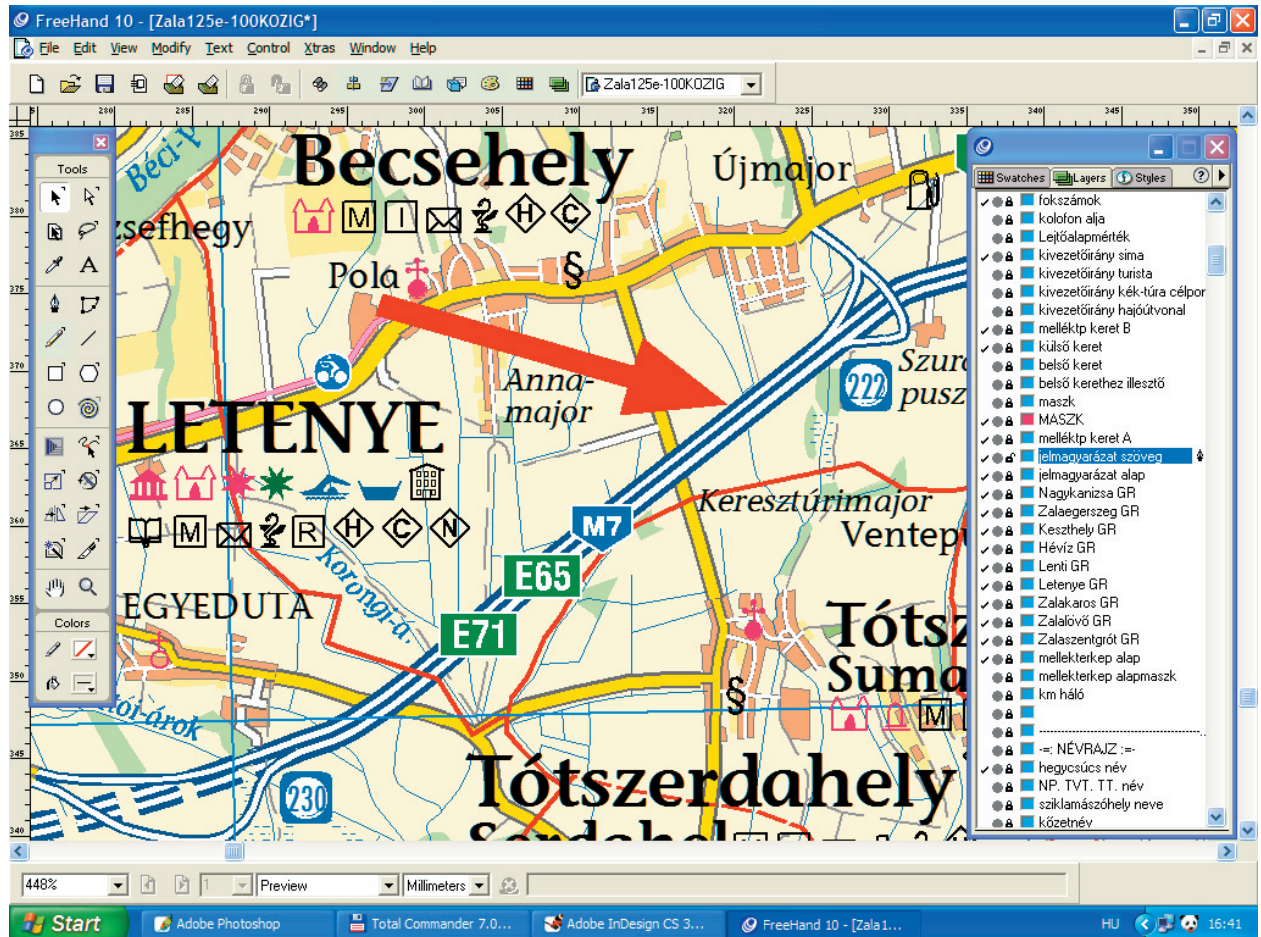


19. ábra: A felső szöveg grafikus objektumként (görbe), az alsó szöveg szöveges objektumként lett DXF formátumúvá konvertálva. Melyik a megfelelő? Egyik sem... szöveget nem konvertálunk!

ADATMENNYISÉG, GENERALIZÁLÁS

Grafikus objektumaink közül csak a felületi és vonalas elemeket fogjuk “éles GIS használatra” exportálni. A pontszerű és szöveges elemeket legfeljebb azért visszük át térinformatikába, hogy ott segítségünkre legyenek a GIS-ben definiált pontszerű elemek lokalizálásában, az adatbázis névrajzi adatainak feltöltésében. Felületi és vonalas objektumaink a grafikában valamilyen attribútumú kontúrvonallal (és/vagy kitöltéssel) rendelkeznek. A vonalvastagságra és a kitöltésre vonatkozó tulajdonságok a CAD export során elvesznek, a vonalszín megmarad. Ezeket a tulajdonságokat a GIS szoftverben úgyszólván újra fogjuk definiálni. Az egy rétegen lévő, azonos tulajdonságokkal rendelkező és egymást átfedő felületi objektumokat már a grafikai szoftverben összevonhatjuk (Union). A vonalas elemek grafikai topológiája a GIS számára nem megfelelő, de ne is próbálkozzunk grafikai szoftverben ezt kijavítani! Most csak rétegenként exportáljuk ezeket a vonalakat; CAD és GIS rendszerekben kell az ilyen topológiai hibákat kijavítani. Itt kell megjegyezni, hogy dupla, tripla, esetleg több vonalból álló elemek (pl. az úthálózat elemei) esetében csak a középső, a tengelyvonalat exportáljuk, hiszen ennek a tárolt koordinátái fogják GIS-ben jelenteni magát az objektumot.

Jó, ha már most előttünk van leendő térinformatikai rendszerünk szerkezete, hogy a grafikus adatok közül csak a tematikához feltétlenül szükséges mennyiségűt és minőségűt válasszuk ki az exportálásra. Egy kisebb méretarányú GIS rendszerhez nem feltétlenül szükséges 5 vagy 10 méteres alapszintközű szintvonalrajz exportálása, elegendő az 50 vagy 100 méteres szintköz (az automatikus domborzatrajz-generálási lehetőségeket később ismertetem). Annál is inkább célszerű lecsökkenteni az exportra szánt grafikai rétegek számát, mert a térinformatikai szoftverben legalább ennyi (ha nem több) rétegünk keletkezik majd.



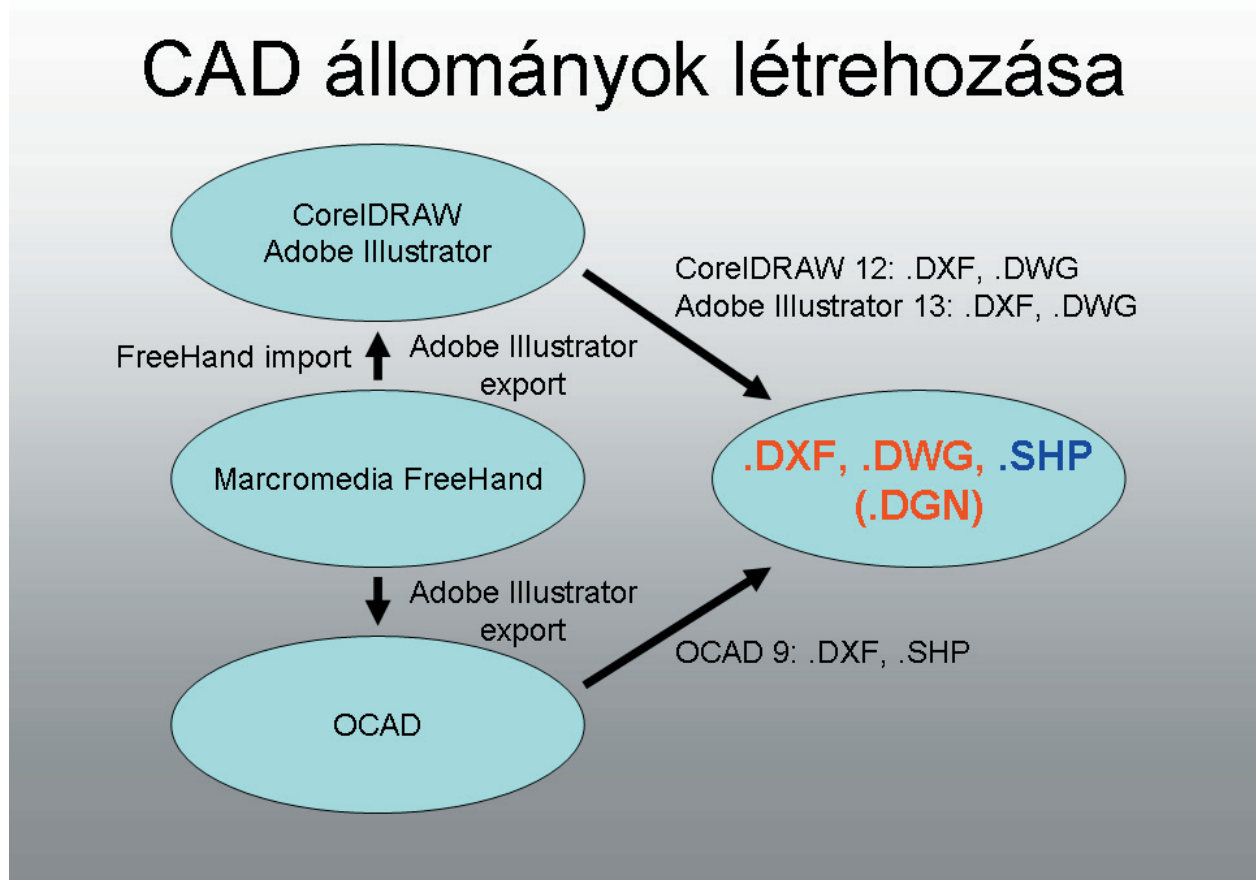
20. ábra: Kettő, három, esetleg több vonalból álló objektumok (pl. autópálya, de ilyen a csak két rétegen elhelyezkedő közút is) esetében csak a középsőt, a tengelyvonalat exportáljuk!

ADATCSERE-ÁLLOMÁNYFORMÁTUMOK ÉS VERZIÓIK

A grafika–CAD–GIS koverzió-integráció során használt adatcsere-állományformátumokat három csoportba soroljuk. Az AI formátumot grafikai programok közötti adatcsere esetén használjuk. Három grafikai szoftver export-import szinten kezeli (CorelDRAW, Macromedia FreeHand, OCAD), a negyediknek, az Adobe Illustratornak pedig ez a saját vektoros állományformátuma. Az Adobe Illustrator 88-as verziója megfelelően képezi le a Bézier-görbéket, ezért ez a javasolt verzió. Jelen diplomamunka során a Macromedia FreeHand és CorelDRAW közötti adatcserehez használtam, hiszen a FreeHand-nek nincs CAD export lehetősége. Ezért először FreeHand-ből AI formátummal CorelDRAW-ba konvertáltam a grafikát.

Mindkét CAD formátumot (DWG, DXF) csak a CorelDRAW kezeli export-import szinten, az Adobe Illustrator és az OCAD csak a DXF export-importját tudja, a Macromedia FreeHand pedig csak a DXF importjára képes. A CorelDRAW mindkét formátumnak több verzióját ismeri (R2.5–Autocad2002), a többi programban nincs meg a DXF verziók választásának a lehetősége. Ennek ellenére a CorelDRAW által ismert verziók sem elegendőek a hibátlan grafika–CAD leképezéshez. Ezért még egy DWG–DXF konverter beemelése is kívánatos a konverzió folyamatába. Kitűnő segédeszköz erre a célra az AutoDWG Converter 3.0 kis program, segítségével bármilyen verziójú DWG/DXF állomány konvertálható bármilyen verziójú DWG/DXF állományba. A diplomamunkámban bemutatott folyamat során először CorelDRAW-ból exportáltam 2002-es verziójú DWG állományba. Azért nem DXF-be, mert a DWG nagyon jól megtartja a Bézier-görbe íveit (B-Spline). Az AutoDWG Converter-rel ezután készítettem el az R9 verziójú DXF állományokat, melyek majdnem 100%-ban leképezték a grafikai görbeíveket. Ennél a verziónál a vonalas elem vonalként, a felület pedig poligonként képződik le.

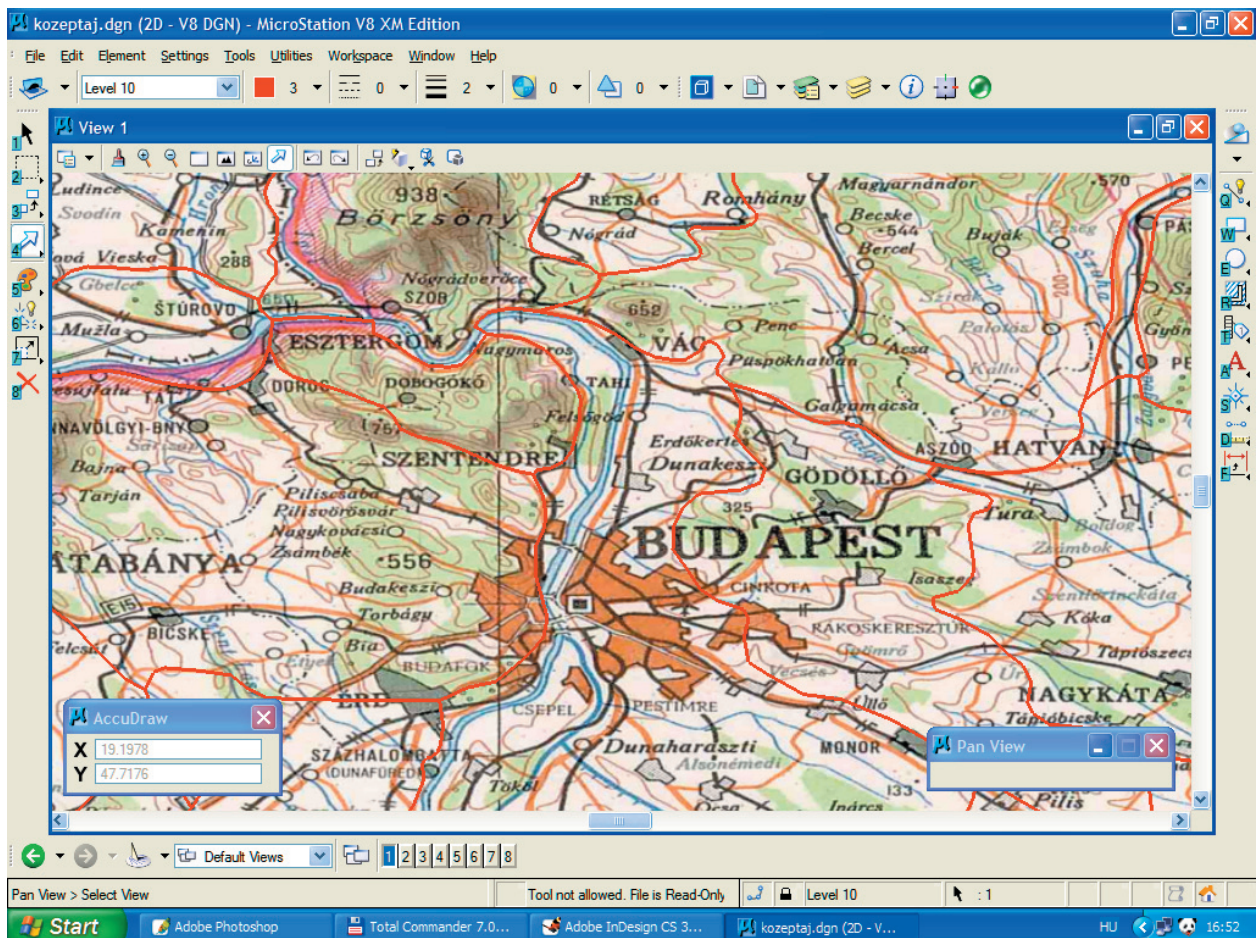
A harmadik (tulajdonképpen GIS) állományformátum, mely adatcserére is használható az általam bemutatott folyamatban, az SHP (ESRI Shape). Az OCAD szoftver vektoros elemeit képes ebbe a formátumba exportálni, kis adatbázis-kezelőben adatokat is rendelhetünk az objektumokhoz.



21. ábra: A grafikai programoktól a GIS felé a CAD állományokon keresztül vezet az út. A képen a grafika–CAD konverzió lehetőségei láthatók (az SHP már GIS formátum).

A MÁSIK LEHETŐSÉG: CAD ÁLLOMÁNYOK LÉTREHOZÁSA GEOREFERÁLT RASZTER ALAPJÁN

Ha az első lépésektől kezdve hatékonyan szeretnénk felépíteni egy térinformatikai adatbázist, akkor nem a grafikai, hanem a CAD szoftverek irányából közelítjük meg a problémát. Már említettem, hogy ezekkel a mérnöki tervező szemléletű programokkal gyors és pontos koordinátাবেvitel (tulajdonképpen digitalizálás) érhető el. Előny továbbá, hogy ezekkel az eszközökkel egyből GIS-kompatibilis topológia és geometria hozható létre. Az AutoCAD és a MicroStation közül meglátásom szerint az utóbbi áll közelebb a térképészethez, ahogy ezt a DGN állományformátum kartográfiai népszerűsége is igazolja (lásd a CAD szoftvereket bemutató részt). A MicroStation programhoz kapcsolható olyan georeferált raszteres referencia (pl. GeoTIFF; raszteres állományok georeferálását lásd később), mely földrajzi vagy vetületi koordinátákkal ellátott háttérképéként pontos digitalizálási alapként szolgálhat. Ezzel a módszerrel készült jelen diplomamunka áttekintő, a Kárpát–Pannon térség nagy- és középtárait bemutató vektoros állománya. A vektoros referencia kapcsolása az állományhoz pedig megkönnyíti vonalak és csomópontok egymáshoz illesztését, segítségével egy állomány minden rétege akár külön fájlban is tárolható. A referencia alaphelyzetben nem szerkeszthető, elkerülve annak “sérülését”, módosulását.



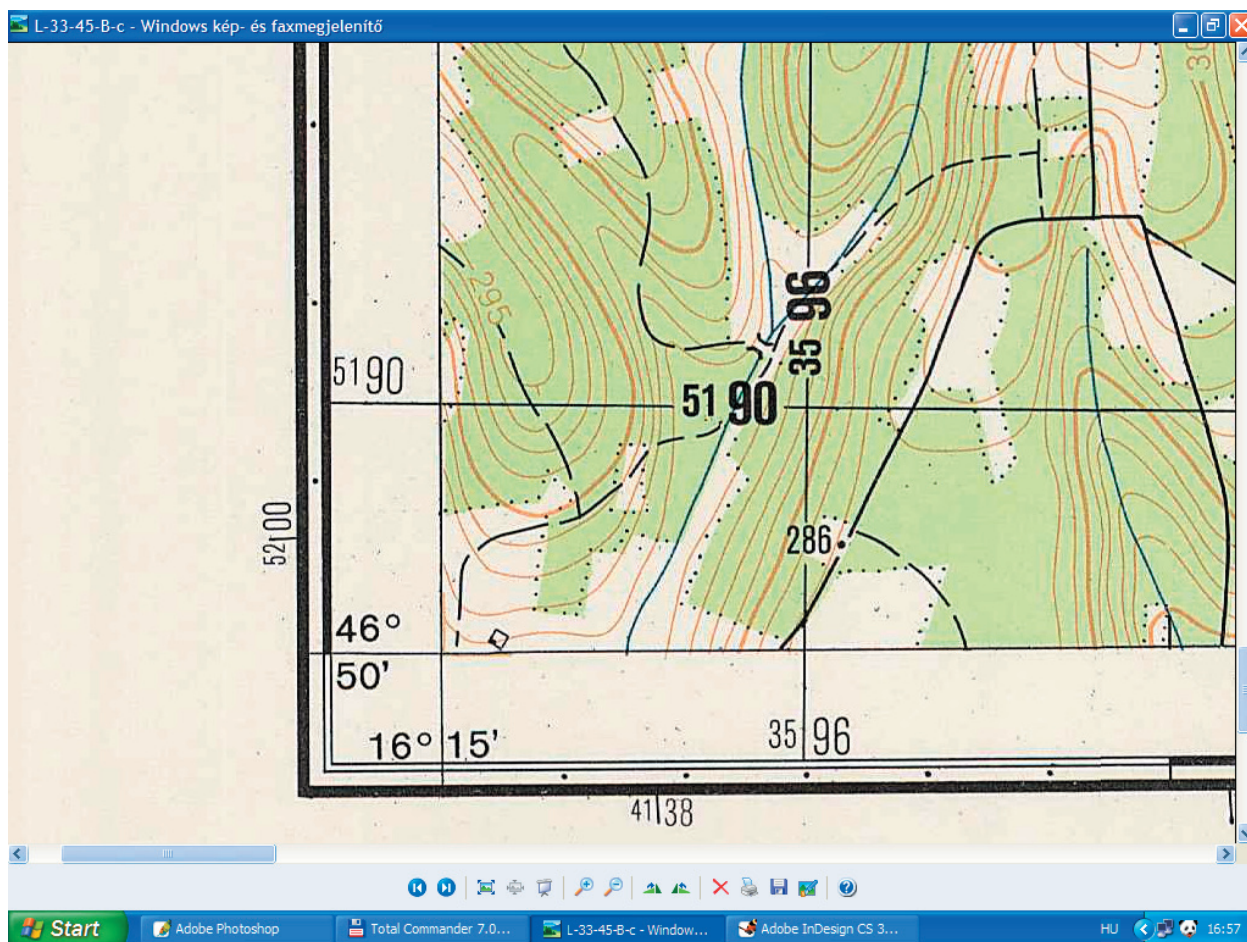
22. ábra: A georeferált raszteren történő digitalizálás előnye, hogy egyből megfelelő geometriájú és koordinátájú állományokhoz jutunk. Erre a célra a képen látható MicroStation professzionális eszköz.

A MicroStation rendelkezik olyan manuális és automatikus topológiajavító eszközökkel, melyekkel a – GIS szemmel nézve – “hibás” grafikus állományok geometriája kijavítható. Beszúrhatunk és törölhetünk csomópontokat, meghosszabíthatunk és elvághatunk vonalakat, komplex vonalakat (Complex Chain) és komplex poligonokat (Complex Shape, Region) hozhatunk létre. Előnye, hogy már georeferált vektoros állomány hibáit is ki tudjuk vele javítani, ha rendelkezünk megfelelő konvertáló eszközzel. A GeoMedia Professional nevű GIS szoftverrel, koordinátavesztés nélkül végezhető el az SHP–DGN és a DGN–SHP konverzió, továbbá automatizálható a topológia ellenőrzése és javítása is.

A GEOREFERÁLÁS VETÜLETI ALAPJAI

A GEOREFERÁLÁS ELMÉLETE

Georeferálásnak nevezzük azt a folyamatot, amikor egy relatív koordinárendszerrel rendelkező raszteres vagy vektoros térképállományt abszolút (földrajzi vagy vetületi) koordinárendszerbe transzformálunk. Raszteres állomány esetében annak minden pixelét (képpontját), vektoros állomány esetében valamennyi objektum valamennyi töréspontjának helyi koordinátáját egészítjük ki földrajzi vagy valamilyen vetületi koordinátával. Ezáltal a térkép valós térbe kerül, és a továbbiakban e valós földi tér modelljeként kezelhetjük. Szerencsére az átszámolást és a transzformációt georeferálásra képes programokra bízhatjuk, így csak a megfelelő vetület kiválasztására és az illesztőpontok koordinátahelyes bevitelére kell figyelniük. Mi csak az illesztőpontok koordinátapárjait adjuk meg, a program ezek akapján számolja ki és transzformálja a többi térképi pont helyzetét is.



23. ábra: Nagyobb méretarányú topográfiai térképek georeferálásához használjuk azok saját vetületi koordinátáit! A képen a földrajzi, valamint a Gauss-Krüger vetületi koordináták egyaránt láthatók.

Térjünk még vissza az illesztőpontok kérdéséhez! Mint fentebb említettem, ilyen referenciapontok nélkül nem lehet a georeferálást végrehajtani. Mindenképpen előnyös, ha tudjuk, hogy a georeferálásra szánt térkép milyen vetületben készült, vagy legalább közelíteni tudjuk egy hasonló

vetülettel. Ugyanis a legpontosabb akkor lesz a koordináta-transzformáció, ha az illesztőpontok koordinátáit abban a vetületben adjuk meg, amelyikben a térkép készült. Például: közepes, vagy nagyobb méretarányú Gauss-Krüger vetületben készült térképet legcélszerűbb Gauss-Krüger vetületi koordinátákkal georeferálni, méghozzá a hozzá tartozó ellipszoidon illetve dátumon (Magyarország esetében ez a Kraszovszkij-féle ellipszoid illetve a Pulkovo 1942-es elnevezésű dátum). Ha ezeket a beállításokat választjuk a georeferáló szoftverben, akkor az a bevitt koordinátaértékeket Gauss-Krüger koordinátaként (méterben, több százézes és milliós értékek) fogja értelmezni, és nem fokban. Erre figyeljünk! Amennyiben földrajzi fókhalózat alapján szeretnénk Gauss-Krüger vetületű térképet georeferálni, akkor először a Gauss-Krüger vetületű, Kraszovszkij-féle ellipszoidon illetve a Pulkovo 1942-es dátumon értelmezett fókhalózati metszéspontok koordinátapárjait át kell számolnunk földrajzi szélességre és hosszúságra (Geographic Latitude/Longitude), méghozzá WGS84 ellipszoidra illetve dátumra értelmezve. Ez a néhány példa is rávilágít a georeferálással kapcsolatos vetület, ellipszoid, dátum és koordinátarendszer fogalmak ismeretének fontosságára. A továbbiakban e fogalmak mibenlétéről lesz szó.

A VETÜLET FOGALMA ÉS A FÖLDRAJZI FOKHÁLÓZAT

Bevezetésként tisztázzunk néhány alapfogalmat! Egy vetület létrehozásához három dolog szükséges: az alapfelület, a képfelület és a kettő közötti kapcsolatot leíró vetületi egyenlet. Egy vetületet akkor tekintünk teljesen ismertnek, ha meg tudjuk adni hozzá a vetületi egyenleteket. Kikötjük, hogy az egyenletekre teljesüljenek a következők:

- létesítsenek kölcsönösen egyértelmű megfeleltetést az alapfelület és a képfelület pontjai között;
- legyenek zárt matematikai képlettel vagy sorral megadva;
- legyenek kétszer folytonosan differenciálhatók.

Az alapfelület lehet gömb vagy forgási ellipszoid, a képfelület pedig sík vagy síkba fejthető felület. Azt a felületet nevezzük síkba fejthetőnek, amely kihajtható síkká úgy, hogy közben a hosszak nem változnak meg, tehát nincs hossztorzulás. Ilyen mértani test a forgáshenger és a forgáskúp, de a gömb nem!

A Föld alakja geoid, melyet a forgási ellipszoiddal (mint matematikailag jól leírható mértani test) közelítünk. Sok esetben erről a forgási ellipszoidról vetítenek a képfelületre. Gyakran a forgási ellipszoid helyettesíthető a gömbbel, mert az ellipszoid lapultsága elenyésző, valamint a gömbön sokkal könnyebben végezhető számolások és egyszerűbbek az egyenletek, mint az ellipszoidon. Bizonyos esetekben az ellipszoidról először a gömbre vetítenek (gömbvetület), majd innen vetítenek tovább a képfelületre (földi vetület). Ezt a folyamatot nevezzük kettős vetítésnek. Itt jegyzem meg, hogy a geokartográfia többnyire gömb alapú, a topokartográfia gyakorlatilag mindig ellipszoid alapú alapfelületet használ.

A vetületeket többféle szempont szerint csoportosíthatjuk. Most csak a torzulási viszonyokat vizsgálva léteznek szögtartó, területtartó és általános torzulású vetületek. A szögtartó vetületeknél a szögek, a területtartóknál a területek nem torzulnak, az összes többi vetület általános torzulású.

Ezek után nézzük meg az alapfelületek paramétereizhetőségeit! A gömb paramétereizhető ún. térbeli derékszögű koordinátarendszerrel. Ez egy gömbközéppontú, jobsodrású, térbeli

koordinátarendszer, ahol a tengelyek páronként merőlegesek egymásra. A térben egy adott pontot e három koordinátaértékkel (x,y,z) jellemezzük.

A térbeli polárkoordinátarendszer origója szintén a gömb középpontjában van. Ebből a középponttól bármely gömbfelszíni ponthoz húzott sugár a polártávolság (r, általában ez a Föld sugara). A polártávolságnak (r) a pólusokon átmenő forgástengellyel bezárt szöge az ún. pólustávolság (β). A pólusokon és – mondjuk – Greenwich-en át vegyünk fel egy kezdő félsíkot, ennek a gömbbel való metszévonalát nevezzük kezdőmeridiánnak! Messük el a gömböt egy olyan síkkal, amely átmegy a gömb középpontján és merőleges a forgástengelyre! Nevezzük e sík és a gömb metszévonalát Egyenlítőnek! Az északi sarkról tekintve, a kezdőmeridiántól kezdve (az Egyenlítő síkjában) az óramutató járásával ellenkező irányban mért szögek értékei legyenek pozitívak, az óramutató járásával megegyező irányban mért szögek pedig negatívak. Nevezzük ezt a szöveget földrajzi hosszúságnak (λ)!

Az elmondottak alapján a definiáljuk a földrajzi fokhálózatot! A földrajzi szélesség (φ) az a szög, melyet a gömb középpontjából az adott ponthoz húzott polártávolság (r) az Egyenlítő síkjával bezár. Ennek a szögnek a kiegészítő szöge a pólustávolság (β), mely a földrajzi szélességet 90 fokra egészíti ki. A földrajzi szélesség az Egyenlítőtől a sarkokig 0 és ± 90 fok közötti értékeket vehet fel. A földrajzi hosszúság (λ) az a szög, melyet az adott ponton és a pólusokon átmenő félsík (az Egyenlítő mentén mérve) a kezdőmeridián félsíkjával bezár. A földrajzi hosszúság a kezdőmeridiántól kiindulva 0 és ± 180 fok közötti értéket vehet fel.

A forgási ellipszoid paraméterezésére itt nem térek ki csak megjegyzem, hogy ellipszoidon négy féle szélességet is használnak (asztronómiai, geodéziai, geocentrikus és redukált szélesség).

AZ UTM VETÜLETI RENDSZER ÉS A WGS84 DÁTUM

A gyakorlatban egy vetülethez még három dolog tartozik hozzá: alapfelületként egy ellipszoid, melyen a vetület az adott területen alkalmazva van, az ellipszoid elhelyezését leíró dátum illetve egy síkkoordinátarendszer. Az UTM vetületi rendszer neve egy rövidítés: Universal Transverse Mercator, azaz Általános (Egyetemes) Transzverzális Mercator vetület. Általános, mert 6 fokos sávonként leképezi az egész Földet, a sávokon belüli torzulások a megengedett geodéziai pontosságon belül vannak (0,0001). Transzverzális, mert a vetítést úgy képzelhetjük el, mintha az nem álló, hanem fekvő hengerre történne (mindig a megfelelő sávot forgatva be a középmeridián helyére). A vetület redukált, ami (képzeletben) azt jelenti hogy a képfelületként használt henger kisebb átmérőjű, mint az ellipszoid, tehát belemetsz abba. A két metszévonalon torzulásmentes (normál-)ellipszisívek alakulnak ki. Mercator-féle vetület pedig azért, mert normális elhelyezésű formáját Mercator alkalmazta először. A térkép jó tulajdonságát (szögtartóság) a topokartográfiában előszeretettel alkalmazzák, azaz a topográfiai térképművek szinte kizárólag szögtartó vetületben készülnek.

Az UTM vetületet többféle ellipszoidon is alkalmazzák (Hayford, Clarke). Számunkra a legfontosabb azonban a WGS84 rövidítéssel ellátott ellipszoid, mely egyben egy dátumot is jelöl. A WGS84 (World Geodetic System – Földi Geodéziai Rendszer, melyet 1984-ben definiáltak) az ún. geocentrikus ellipszoidok közé tartozik. Lényege, hogy középpontja egybeesik a Föld

tömegközéppontjával, és mivel nincs sem eltolva, sem elforgatva ehhez a középponthez képest, ezért egyben a WGS84 dátumot is jelenti. Az összes többi dátumot ugyanis ehhez viszonyítják, megadva (3 illetve 7) eltolási és elforgatási paramétert. További előnye – e diplomamunka GPS-es részéhez kapcsolódva –, hogy Európában a GPS rendszerek többsége az UTM vetületeti rendszert és a WGS84 dátumot használja a kijelzéshez. A NATO-kompatibilitás jegyében újabb katonai topográfiai térképműveink is ebben a vetületben készülnek.

Az UTM vetületi rendszerhez tartozik egy derékszögű síkkoordináta-rendszere is. Ez mindegyik vetületi sávon külön-külön koordinátarendszert jelent, ezért nyugodtan mondhatjuk, hogy mindegyik sáv egy-egy külön vetület. A térképmű a geodéziai koordinátarendszert használja, tehát a vízszintes tengelye az Y, a függőleges pedig az X jelölést kapta. Annak érdekében, hogy minden Y koordináta pozitív legyen, minden egyes sáv középmeridiánját eltolták nyugat felé 500 km-rel (FE: False Easting; FE = 500 000 m). Az X koordináták az északi félgömbön nincsenek eltolva (FN: False Northing; FN = 0 m), tehát az X tengely kezdőpontja az Egyenlítőnél van. A déli félgömbön viszont az X koordináták is eltolásra kerültek dél felé 10 ezer km-rel (FN = 10 000 000 m; gyakorlatilag a Déli-sark a kezdőpont). A vetületet a déli szélesség 80. fokától az északi szélesség 84. fokáig alkalmazzák (a sarkok környékét ún. UPS – Universal Polar Stereographic (normális elhelyezésű, redukált, szögtartó) valós síkvetületben ábrázolják). A 6 fokos vetületi sávok délről észak felé haladva az ABC betűivel 8 fokos zónákra vannak felosztva. A Magyarországot érintő 1 milliós méretarányú szelvények sáv- és zónaazonosítói: 33T, 34T, 33U, 34U. Példaképpen nézzük meg annak a pontnak az UTM koordinátáját, amely a 34-es vetületi sáv középmeridiánján (földrajzi hosszúság: 21 fok), valamint az Egyenlítő és az Északi-sark között félúton helyezkedik el (földrajzi szélesség: 45 fok): E = 500 000 m, N = 5 000 000 m (E = Easting, N = Northing). E közelítő értékeket még be kell szoroznunk egy ún. redukációs tényezővel, mivel a torzulásmentes vonalak (a sávokat határoló meridiánok) között a távolságok csökkennek (ez a tényező 0,9996). Tehát a pont UTM koordinátája: 34T Y = 499 800 m, X = 4 998 000 m. Az UTM vetületű térképek keretvonalai a síkkoordináta-rendszer tengelyeivel párhuzamos egyenesek, nem pedig fokhálózati vonalak képei, mint majd a Gauss-Krüger vetületnél látni fogjuk. Katonai célokból a koordináta-tengelyekkel párhuzamos egyenesek által kialakított négyzetek oszlop- és sorjelöléseit egymás után írva akár 1 m²-es terület UTM azonosítóját is meg lehet adni [VARGA].

A GAUSS-KRÜGER VETÜLETI RENDSZER ÉS A PULKOVO 1942 DÁTUM

Ez a vetület is a Transzverzális Mercator Vetületek csoportjába tartozik, sok közös vonása van az előzőekben vázolt UTM vetülettel. A Gauss-Krüger vetületi rendszer a Kraszovszkij-féle forgási ellipszoid transzverzális (egyenlítői) elhelyezésű érintő, szögtartó hengervetülete. E vetületnek – a felhasználástól függően – létezik 2, 3 és 6 fokos sáv szélességű változata is. Topográfiai célokra a 6 fokos változatot alkalmazzák, nagyméretarányú térképezésnél azonban a keskenyebb vetületi sávok vannak használatban. Minden sáv vetítését külön-külön elvégezzük (továbbforgatva a hengert), majd azt a pólusokon átmenő alkotók mentén felvágva kiterítjük síkba. A szomszédos sávok szegélymeridiánjainak képei az Egyenlítői metszéspontokban érintkeznek egymással. Itt is mindegyik sávnak külön koordinátarendszere van, ahol az X tengely a közép-

meridián, az Y tengely pedig az Egyenlítő képe.

A globális (Greenwich, Ferro) kezdőmeridiánokon kívül régebben használtak helyi kezdőmeridiánokat is. Ilyen volt a Szentpétervár melletti Pulkovo csillagvizsgálóján átmenő meridián (délkör) is. 1942-ben Pulkovóhoz illesztették a Kraszovszkij-féle ellipszoidot. Ettől kezdve Pulkovo 1942 lett a Kraszovszkij-féle ellipszoidhoz tartozó dátum.

A Gauss-Krüger vetületi rendszer szelvényezésének kiindulópontja az 1 milliós világtérképmű. Ezek fedőterületét az egymástól 6 fokra lévő meridiánok és 4 fokra lévő paralellkörök határolják. Magyarország területe a nemzetközi sávbeosztásnak megfelelően az L-33, L-34, M-33 és M-34 es 1 milliós méretarányú lapra esik. A nagyobb méretarányú térképek (500 ezres, 200 ezres, 100 ezres, 50 ezres és 25 ezres) területét az 1 milliós méretarányú térkép fedőterületének fokhálózati vonalakkal történő továbbosztásával nyerjük.

E vetülethez is derékszögű síkkordináta-rendszer tartozik. Az egyes sávok középmeridiánjait itt is eltolták nyugat felé 500 km-rel, ezáltal minden Y koordináta pozitív lett. Az X koordinátatengely kezdőpontja itt maradt az Egyenlítőn, mert az északi féltekén – az amúgy is pozitív előjelű földrajzi szélességek miatt – az X koordináta amúgy is pozitív. Ha most megnézzük az UTM vetületnél is megvizsgált pont (földrajzi hosszúság: 21 fok, földrajzi szélesség: 45 fok) Gauss-Krüger vetületű síkkordinátáit, a következőt kapjuk: $Y = 4\,500\,000$ m, $X = 5\,000\,000$ m. Az Y koordináta első számjegye az ún. vezérszám (ez a sávazonosító, mivel a 34-es gömbkétszög középmeridiánján vagyunk, ezért ez most 4). A gömbkétszög sorszámából 30-at levonva kapjuk meg a vezérszámot. A 200 ezresnél nagyobb méretarányú Gauss-Krüger vetületű térképeken ez a síkkordináta-hálózat rajta van, ilyen térképek georeferáláshoz e koordinátarendszer figyelembevétele ajánlott.

Régebbi katonai topográfiai térképeink ebben a vetületben készültek és polgári célú felhasználásra szinte hozzáférhetetlenek voltak.

AZ EGYSÉGES ORSZÁGOS VETÜLET (EOV) ÉS A HD-72 DÁTUM (HUNGARIAN DATUM 1972)

1969–1975 között új geodéziai vonatkozási rendszer került bevezetésre Magyarországon. Az új alaphálózat mérési anyaga lényegében azonos volt a FAGH (Felületi AsztroGeodéziai Hálózat) mérési anyagával, de alapfelületül az IUGG1967 nevű, a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió által 1967-ben elfogadott ellipszoidot választották. Erre az alapfelületre használják még a GRS67 (Geodetic Reference System) elnevezést is. A hálózatot önálló relatív tájékozással helyezték el az ellipszoidon, emiatt azonban az ellipszoid elhelyezése nem geocentrikus (földközéppontú). Később HD-72-nek (Hungarian Datum 1972) nevezték el ezt a vonatkoztatási rendszert.

Az ellipszoidról a síkra kettős vetítéssel tértek át. Első lépésben az IUGG1967 ellipszoidról gömbvetülettel az ún. új Gauss-gömbre, onnan pedig egy ferdetengelyű, két paralellkörben hossztartó, redukált, szögtartó hengervetülettel a síkra. Ez utóbbit nevezzük Egységes Országos Vetületnek (EOV; Vetületi szabályzat – 1975).

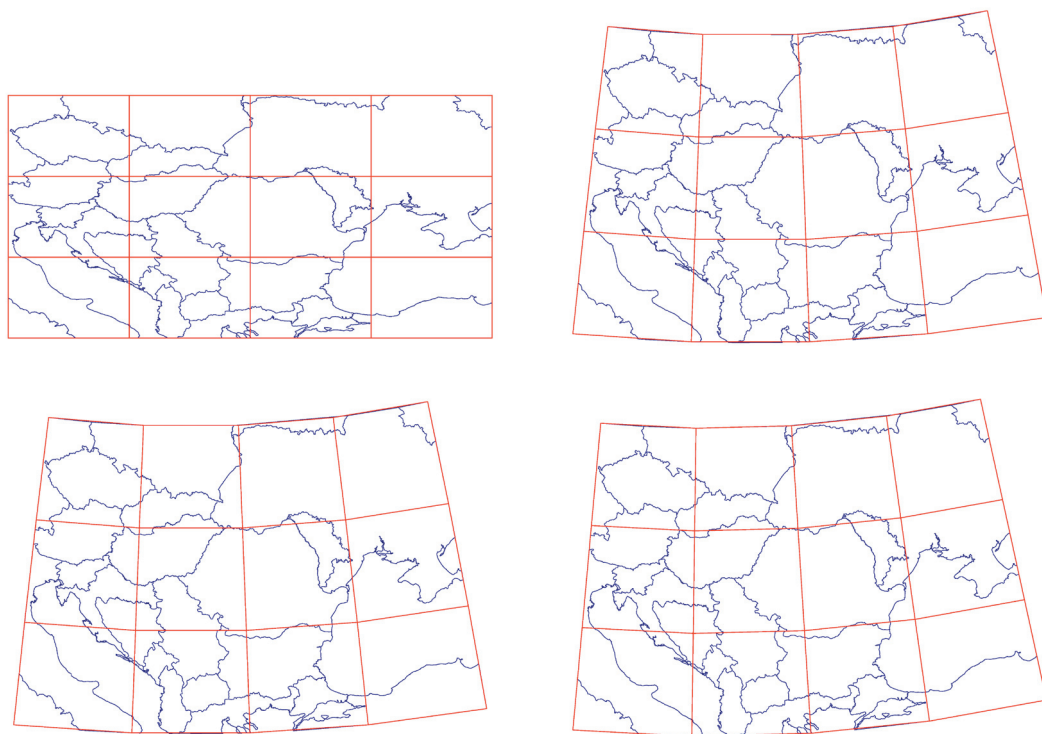
Az EOV vetületi kezdőpontja az új Gauss-gömb gellérthegyi meridiánjának (kezdőmeridián)

47 fok 6 perc földrajzi szélességű pontja. A földrajzi hosszúságokat ettől a meridiántól mérjük (előjelük keletre pozitív). A kezdőmeridián képe adja az X tengelyt, a kezdőpontban a kezdőmeridiánra merőleges gömbi főkör (ortodróma; segédegyenlítő) képe az Y tengely. A rendszer északkeleti tájolású. A redukció miatt csak a segédegyenlítőre szimmetrikusan elhelyezkedő két paralelkör torzulásmentes, ezek között a hosszak csökkennek.

A síkkoordináta-rendszer origóját – az előző vetületeknél már említett gyakorlati okokból – eltolták. Az X tengely kezdőpontját 200 000 méterrel déli, az Y tengelyét 650 000 méterrel nyugati irányban. Így nemcsak hogy pozitív lett mindkét koordináta, de teljesül a következő egyenlőtlenség is: $X < 400\,000\text{ m} < Y$. Így két koordináta felcserélhetőségének a lehetősége is megszűnt [VARGA].

A vetület előnye, hogy torzulási viszonyai Magyarországon igen kedvezőek, viszont az országhatárokon túl gyakorlatilag alig használható. E diplomamunka következő fejezetében bemutatott Global Mapper nevű program beépítve tartalmazza az EOV-ba való konvertáláshoz szükséges adatokat, de a korábban említett mindárom nagy GIS szoftver (MapInfo, ESRI ArcGIS, Intergraph GeoMedia) is kezeli. Azért fontos, hogy programmal végezzük az átszámítást, mert az EOV koordinátákból közvetlenül nem állíthatók elő földrajzi koordináták (kettős vetítés).

Az ismertetett vetületek közötti transzformációs feladatok igen gyakoriak magyarországi térinformatikai cégeknél, vagy akár a közigazgatásban. Ezért tartottam fontosnak ezt a vetülettani bevezetést. A georeferálás vetületekkel, dátumokkal, ellipszoidokkal és koordinátarendszerekkel dolgozik, ezért nem árt, ha tisztában vagyunk e fogalmak (legalább magyar vonatkozású) mibenlétével.



24. ábra: A Kárpát–Pannon térség négyféle vetületben (négyzetes hengervetület, UTM vetület, Gauss-Krüger vetület és Egységes Országos Vetület)

GLOBAL MAPPER: GEOREFERÁLÁS, GIS EXPORT ÉS DOMBORZATMODELL-KEZELÉS

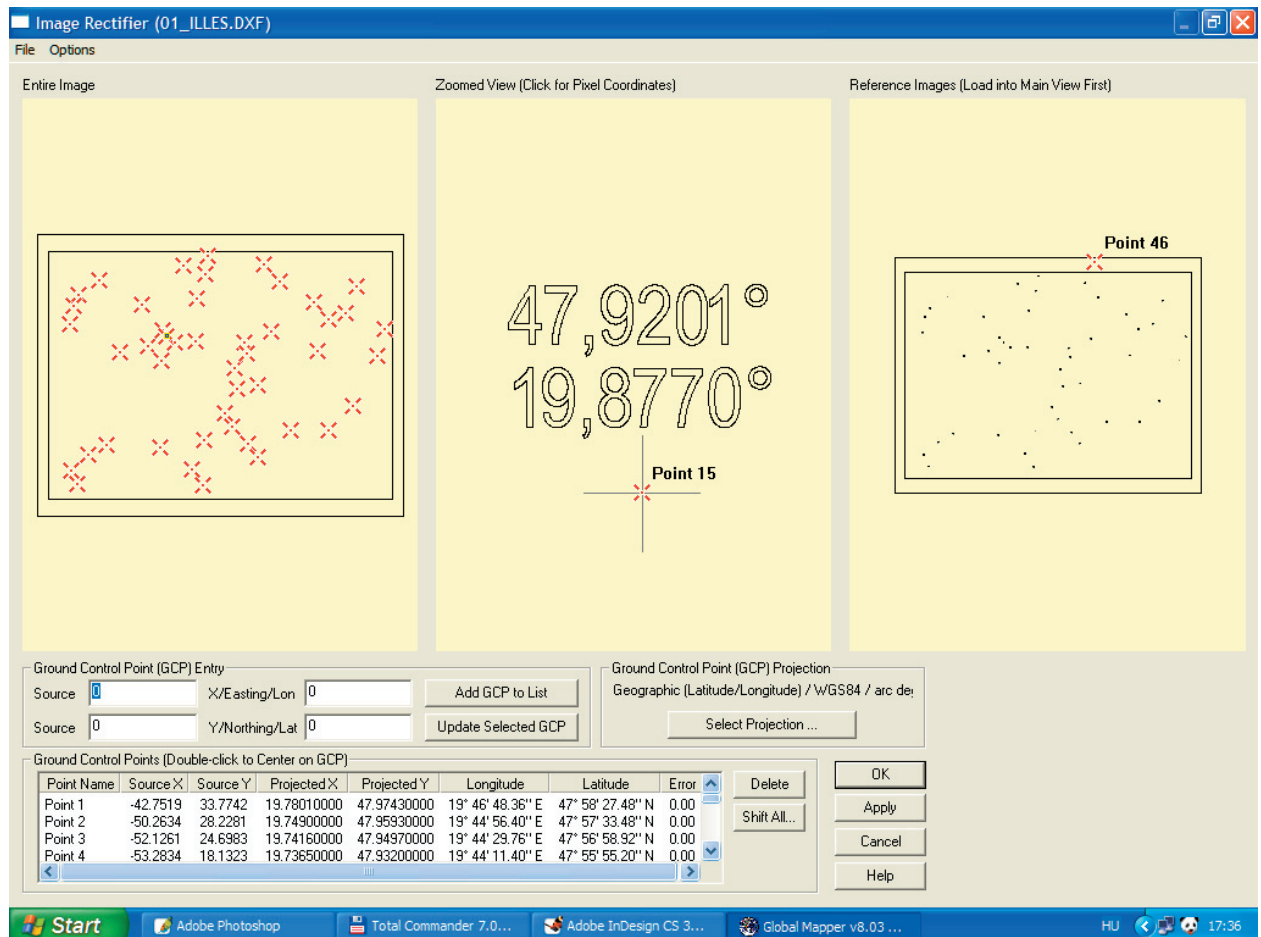
PROFESSZIONÁLIS RASZTER ÉS VEKTOR GEOREFERÁLÁS

Ebben a fejezetben a már többször említett Global Mapper nevű program funkcióin és működésén keresztül bemutatom a georeferálás folyamatát, a GIS formátumokba történő exportálás lehetőségeit, végül a 3. dimenzióval kapcsolatos kérdésekről lesz szó.

Miután megismerkedtünk a koordináta-transzformáció vetületi alapjaival, nézzük meg konkrétan a rendelkezésünkre álló lehetőségeket! A Global Mapper programmal mind raszteres, mind vektoros állományt könnyedén georeferálhatunk. Raszteres állomány esetében a szoftver már a megnyitáskor megkérdezi, hogy szeretnénk-e illesztőpontok alapján georeferálni a képet. Az Igen opciót választva kapunk egy hármastagolódású képernyőt. Az első (bal oldali) ablakban tudunk nagyítani és kicsinyíteni, melynek az eredménye a második (középső) ablakban látható. A harmadik (jobb oldali) ablakban pedig azt a helyzetet látjuk, ahová majd a transzformáció után állományunk kerül. Az ablakok alatt beviteli mezőket látunk, ide kell majd beírunk az illesztőpontok földrajzi vagy vetületi koordinátáit. Mellette van egy Vetület kiválasztása nevű opció, itt tudjuk kiválasztani a megfelelő vetületet (ha nem tudjuk pontosan, akkor egy közelítő vetületet választunk) illetve a hozzá tartozó dátumot. Miután ez megtörtént, a középső ablakban látható szátkereszttel kattintsunk az első illesztőpontra! Raszteres állomány esetében ezek rajta vannak a térképen, vektoros állományon pedig mi hoztuk létre őket, még a grafikai programban. Az X,Y (Easting, Northing; Latitude, Longitude) beviteli mezőkbe írjuk be a megfelelő koordinátapárt, majd kattintsunk a Pont hozzáadása gombra. Egy sík meghatározásához minimum 3 pont szükséges, de inkább ennél több illesztőpontot használjunk! Miután az összes illesztőpont koordinátáit bevittük, a Fájl / Kontroll pontok mentése opcióval mentjük el a pontok a mostani állapotát egy általunk meghatározott könyvtárba! A Global Mapper kontroll pontoknak nevezi az illesztőpontokat. Elmentésükre azért van szükség, hogy pl. rétegenként elmentett vektoros állományok esetében ne kelljen minden egyes rétegen újból rábökni az illesztőpontokra (ez úgysem sikerülne pontosan), hanem csak a mentés opció alatt található Fájl / Kontroll pontok betöltése menüponttal megnyitni azokat abban az állapotban, ahogy azt először definiáltuk. Így biztosítható, hogy több vektoros réteg georeferálása esetén az illesztőpontok pontosan egymáson fognak elhelyezkedni.

Miután elmentettük az illesztőpontokat (GCP – Global Control Point), kattintsunk az OK gombra! Az állomány méretétől függően hosszabb-rövidebb idő alatt visszkapjuk a Global Mapper fő képernyőjét, ahol állományunk egyáltalán nem, vagy csak egy kis pontként látszódik. Most ugyanis a kiinduló állapothoz képest már transzformált állapotban van állományunk, de ha a Teljes nézet gombra kattintunk, akkor szépen megjelenik a képernyőn. A jobb alsó sarokban látjuk a vetületi és a földrajzi koordinátákat. Innentől kezdve bármilyen vetületbe átranzformálhatjuk térképünket az Eszközök / Konfiguráció / Vetület opcióval, ugyanezt a panelt nyitja meg a Konfiguráció ikon is. Kattintsunk a mellette látható Vezérlő központ megnyitása nevű gombra! Tulajdonképpen egy réteglistát kaptunk, ugyanis a Global Mapper programmal egyszerre több ál-

lományt is megnyithatunk. Ha grafikus állományból készített és georeferált rétegeket nyitunk meg egyszerre (vagy egymás után), akkor ez a lista gyakorlatilag megfelel a grafikus állomány rétegszerkezetének. E panel segítségével tudjuk a rétegsorrendet megváltoztatni, rétegek láthatóságát, illetve magát a réteget ki és bekapcsolni. Jobb gombbal a réteg nevére kattintva a legelső opcióval tudunk a georeferáló környezetbe kerülni, vektor georeferálásánál amúgy is ez az első lépés a megnyitás után. A Beállítások gombra kattintva a rétegen lévő objektumok attribútumait, grafikai megjelenítését is be tudjuk állítani.



25. ábra: A Global Mapper georeferáló környezete. A már koordinátával ellátott kontroll pontokat vörös x-ek jelölik. E pontokat csak egyszer definiáljuk, majd rátöltjük őket az összes következő rétegre.

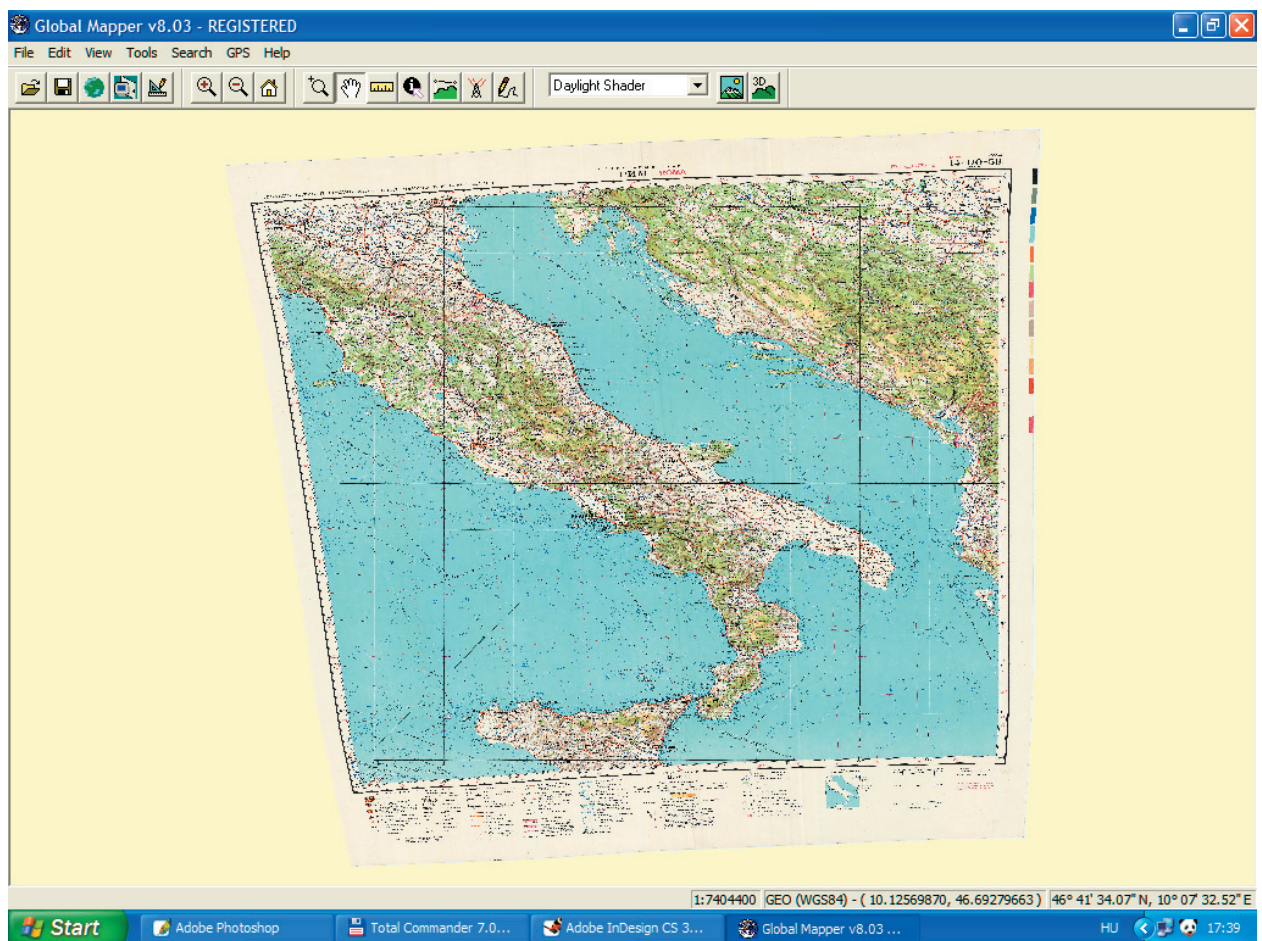
RASZTERES EXPORT LEHETŐSÉGEK (GEO TIFF, JPG, PNG)

Raszteres állományt legtöbbször azért georeferálunk, hogy utána (pl. CAD szoftverben) azt digitalizálási alapként használjuk. A legismertebb raszteres georeferált állományformátum a tömörítést nem használó GeoTIFF (Geographic Tagged Image File Format). Exportálásakor választhatunk színmélységet (8 vagy 24 bit), a pixelértékeket 1-1 biten tároló fekete-fehér képet, különböző palettákat. Generálhatunk koordináta és tömörítési paramétereket tartalmazó (TWF, LZW, PRJ) állományokat. Minden exportálható formátumra igaz, hogy kiválaszthatunk a területből egy részt, melyet külön is elmenthetünk, ha nincs szükségünk az egész grafikára.

A JPG (Joint Photographic Experts Group) egy veszteséges tömörítésű állományformátum. Kisebb helyet foglal a háttértárolón, mint a GeoTIFF, viszont a minősége sem olyan jó. Exportálásakor beállíthatjuk a tömörítés mértékét, generálhatunk szürkeárnyalatos változatot és koordináta információkat tartalmazó állományokat (PRJ, JGW).

A PNG (Portable Network Graphic) állományformátum ötvözi a GIF és a JPG formátumok előnyeit, hálózati használatra fejlesztették ki. Exportálásakor választhatunk 8 illetve 24 bites színmélységet, többféle palettát, generálhatunk koordináta információkat tartalmazó (PRJ, World) állományokat, a háttér üres pixeleit átlátszóvá tehetők.

A felsoroltakon kívül még jónéhány raszteres állományformátum (ECW, Erdas Imagine) generálható a georeferált térképből. Az opció a Fájl / Raszteres és magassági adatok exportálása menüpont alatt található.



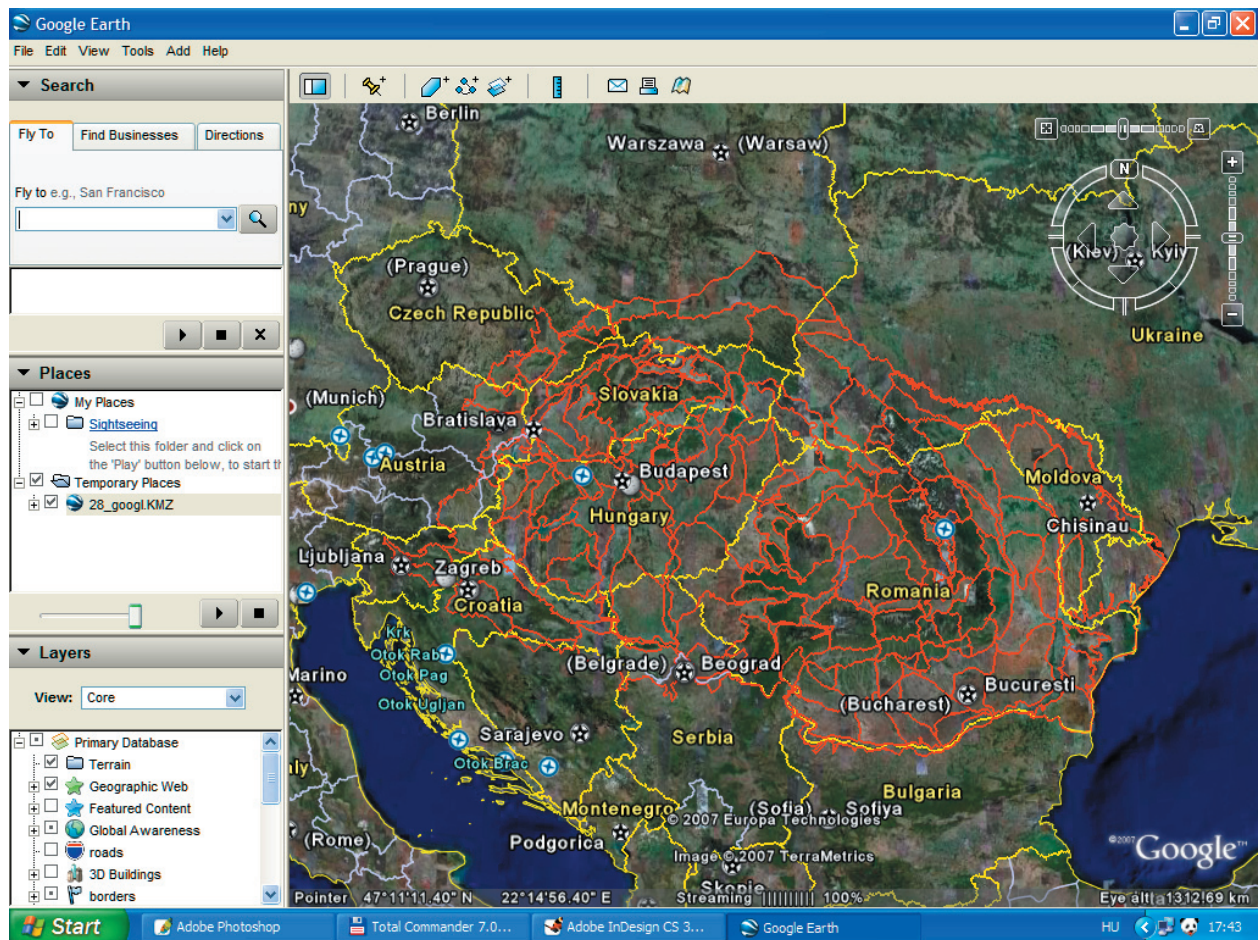
26. ábra: A képen látható raszteres térkép kezdetben téglalap alakú volt. Egy Lambert-Gauss féle szögtartó kúpvetületben készült térkép ennyire torzul négyzetes hengervetületbe való transzformálása után. Ebből már könnyen exportálható georeferált raszteres állomány.

VEKTOROS EXPORT LEHETŐSÉGEK (MAPINFO, ESRI SHAPE, MAPEDIT, GOOGLE EARTH)

Miután georeferáltuk vektoros térképállományunkat, a következő lépés, hogy készítsünk belőle valamilyen GIS formátumú állományt!

A MapInfo MIF illetve MID formátuma lehet az egyik alternatíva a GIS felé. Exportálási

beállítási lehetőségeink csupán a generálandó állomány területének meghatározására korlátozódnak. Annak ellenére, hogy a mentési ablakban csak a MIF kiterjesztés jelenik meg, exportálás után két külön állomány, a MIF illetve a MID is létrejön.



27. ábra: A határ a csillagos ég... jelen esetben azonban a vörös határvonalak a Kárpát–Pannon térség középtárait mutatják. A Global Mapper programmal akár a Google Earth alá (fölé?) is készíthetünk térképet.

Az ESRI Shape (Shapefile) választása esetén már több beállítási opció áll rendelkezésünkre. Exportálás előtt azonban ismerkedjünk meg a Shape állományok szerkezetével! Ezek az állományok állományonként csak azonos topológiával rendelkező objektumokat kezelnek, ami szemléletesen azt jelenti, hogy egy SHP kiterjesztésű állományban vagy csak pont, vagy csak vonal, vagy csak felületi típusú elemek lehetnek. Ezért aztán egy Shape állomány exportálásakor ki kell választanunk azt a topológiatípust, mely megfelel a fájlba mentendő elemek típusának. Ha nem tudjuk pontosan, akkor nyugodtan jelöljük be mindhárom lehetőséget (pont, vonal, felület). A Global Mapper úgyis csak azokat az állományokat hozza létre, amely topológiafajtából legalább egy objektum megtalálható a kiindulási vektoros térképen. Ez viszont felvet egy újabb problémát. A DXF állomány (ebben a fázisban még ilyen formátumban van a térképünk) együtt kezeli mindhárom topológiafajtát, tehát, egy térképen belül lehet pont, vonal illetve felület. Mivel a Shape állomány ezeket szétbontja és külön fájlokban tárolja, ezért nagyon kell figyelnünk az exportálandó objektumok alkotóelemeire is! Lehetséges, hogy azok az objektumok, melyek még együtt voltak a DXF állományban, a DXF-SHP konverzió után külön fájlokba kerülnek. Shape fájlok esetében is generálhatunk vetületi információkat tartalmazó (PRJ) állományokat, valamint a 3D-re és az

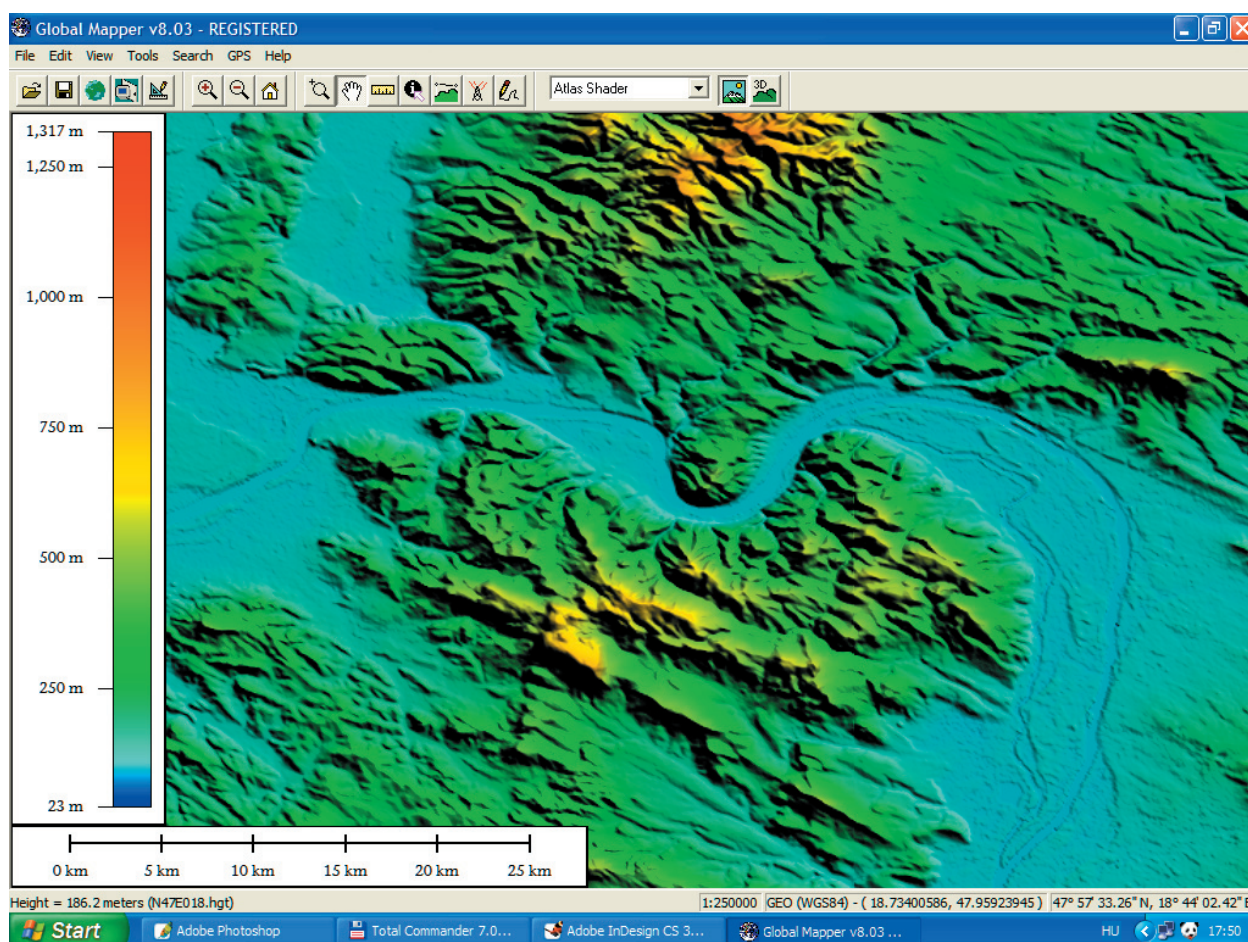
attribútumtáblára (DBF) vonatkozó adatokat.

A szoftverek bemutatásánál említett GPSMapEdit szoftver először ún. Polish Format (MP) kiterjesztésű állományt készít a beimportált adatból. Nos, a legújabb verziójú Global Mapper már képes a Polish Format exportjára, így megspórolhatunk egy lépést a GPSMapEdit programban (SHP-MP konverzió). Megfelelő attribútumozással már a Global Mapperben beállíthatók a GPS készülékben megjelenő grafikai tulajdonságok.

A Google Earth napjaink egyik kedvelt internetes 3D (Virtuális Föld) alkalmazása, mely felületén a KML illetve KMZ kiterjesztésű vektoros állományok megjeleníthetők. A Global Mapper exportlehetőségei között ezeket is megtaláljuk, így saját magunk által készített GPS adatokat, vagy vektoros térképeket jeleníthetünk meg az alkalmazásban. A 3D-s vonalas és felületi elemeknek sokféle beállítási lehetősége van.

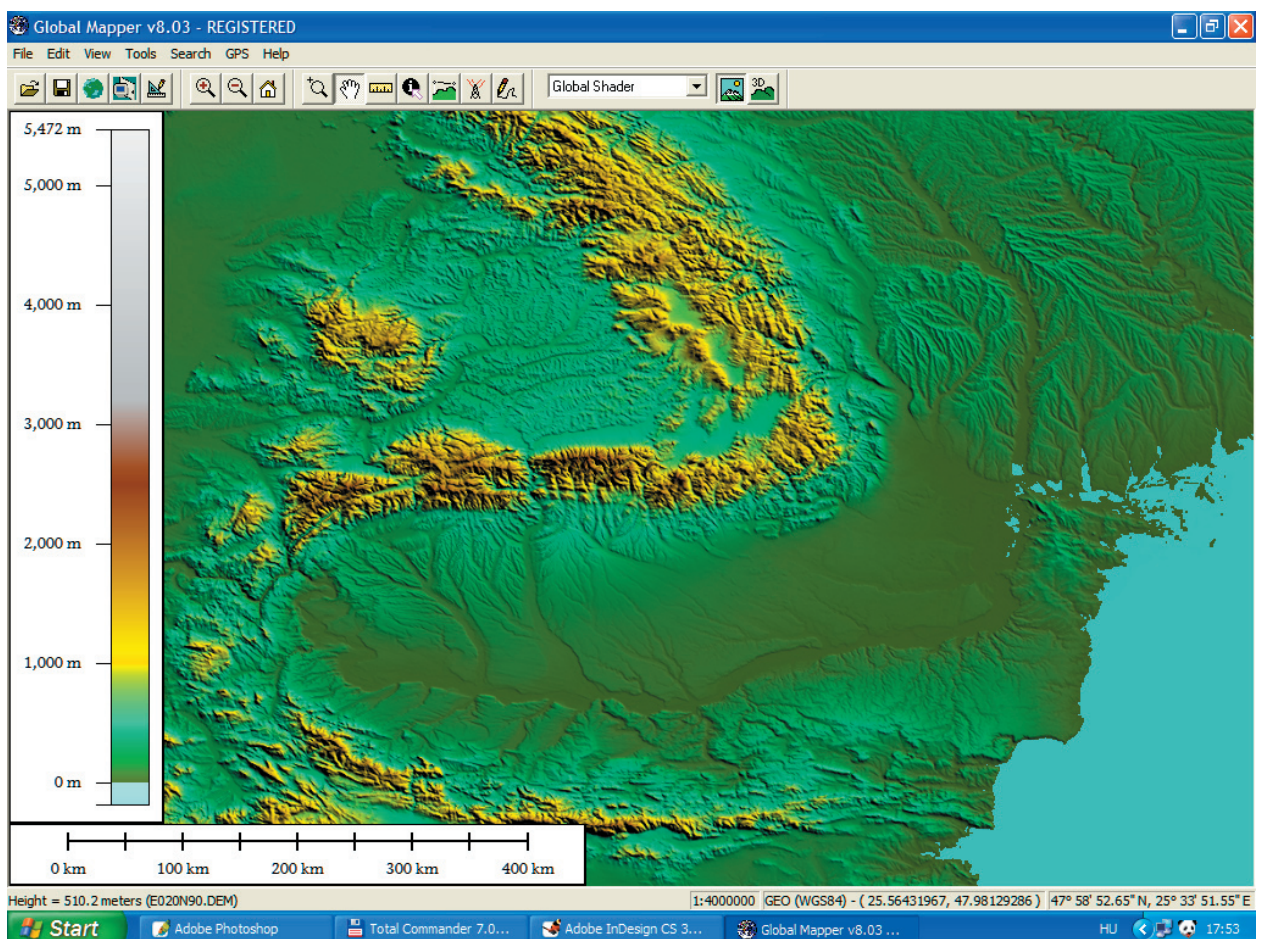
Az említetteken kívül még számos térinformatikai és egyéb vektoros formátumú állomány is generálható a programmal. Ilyen formátum többek között a MapGen DAT, MicroStation DGN, DXF, Garmin GPS track, Surfer BLN, TXT, XYZ. A vektoros export lehetőségét a Fájll / Vektoros adatok exportálása menüpont alatt találjuk.

SRTM: INGYENES DOMBORZATMODELL A FÖLDRŐL



28. ábra: A Duna-kanyar környékének 3 szögmásodperc felbontású SRTM domborzatmodellje a Global Mapper képernyőjén. A magassági skála színeit akár mi is meghatározhatjuk.

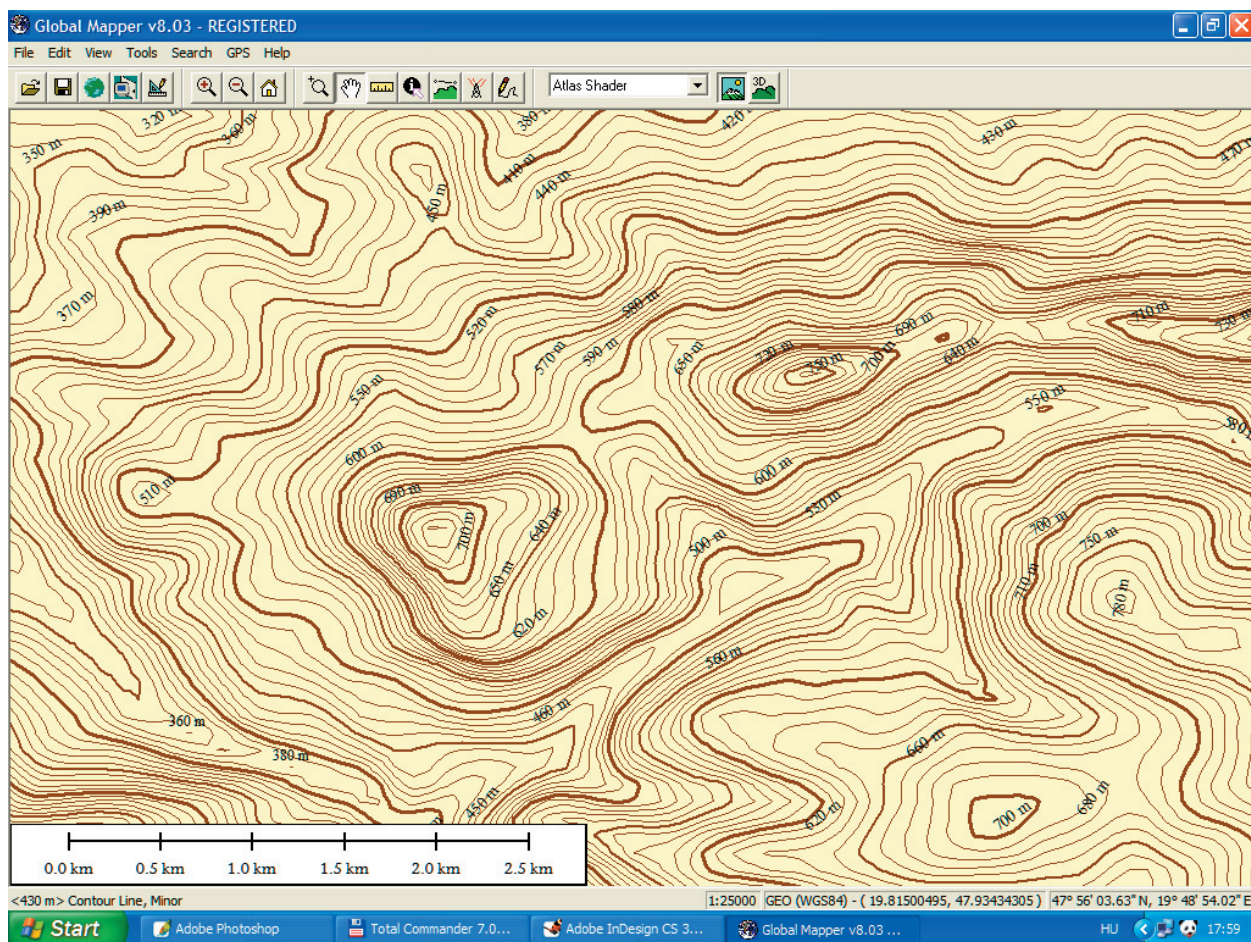
A NASA által létrehozott SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – Ingázó Radar Topográfiai Küldetés) egy ingyenes globális domborzatmodell-adatbázis, mely különböző felbontásokban hozzáférhető (3 szögmásodperc (90 méter; SRTM3) és 30 szögmásodperc (900 méter; SRTM30) felbontású változatok). Az Amerikai Egyesült Államok területére létezik 1 szögmásodperc (30 méter; SRTM1) felbontású domborzatmodell is. Az SRTM3 a déli szélesség 60. és az északi szélesség 60. foka között a szárazföldek, az SRTM30 a Föld valamennyi kontinensének domborzatmodelljét tartalmazza. Az állományok kiterjesztése a HGT, melynek tömörített (ZIP) állományai kontinensenként, könyvtárakba vannak rendezve. Az állomány nevében a N, E, S, W betűk égtájakat jelölnek, a koordinátaértékek pedig az adott állomány (1·1 fokos foktrapézok) bal alsó sarkának koordinátáit jelentik. Például az N47E019.hgt.zip nevű fájlban lévő foktrapéz területét a 19 és a 20 fokos meridiánívek, valamint a 47 és 48 fokos paralelkörívek határolják. A Global Mapper program kitömörítés nélkül is kezeli a HGT kiterjesztésű állományokat. Mivel az adatbázis georeferált (földrajzi fókhalózat, WGS84 dátum), ezért a 1·1 fokos blokkok négyzetes hengervetületként (szabályos négyzetháló) jelennek meg a képernyőn. A programban a domborzatmodell színei és megjelenési módja testreszabható, attribútumozható. Egyszóval: ez a nagyszerű adatbázis háttérképek és különböző domborzatábrázolási módszerek alapja lehet.



29. ábra: A Kárpát–Pannon térség délkeleti részének 30 szögmásodperc felbontású SRTM domborzatmodellje a Global Mapper képernyőjén. Kiseb méretarányú térképekhez kiváló domborzati alapot nyújthat.

DOMBORZATRAJZ-GENERÁLÁS: SZINTVONALRAJZ, RÉTEGSZÍNEZÉS, DOMBORZATÁRNYÉKOLÁS

A térképészetben sokáig a magasság, a harmadik dimenzió ábrázolása jelentette az egyik legnehezebben megoldható problémát. A kupacos, madártávlati, csíkozásos eljárások után lassan kialakultak a ma is használatos domborzatábrázolási módszerek: a szintvonalas, a rétegszínezéses (magassági színezés, hipszometria), a domborzatárnyékolásos (színtörlés, summer) és a kótás (mérőszám, magassági adat) domborzatábrázolás. Az elősző fejezetben ismertetett SRTM domborzatmodell segítségével az imént felsorolt módszerekből az első három könnyen generálható a Global Mapper program segítségével.

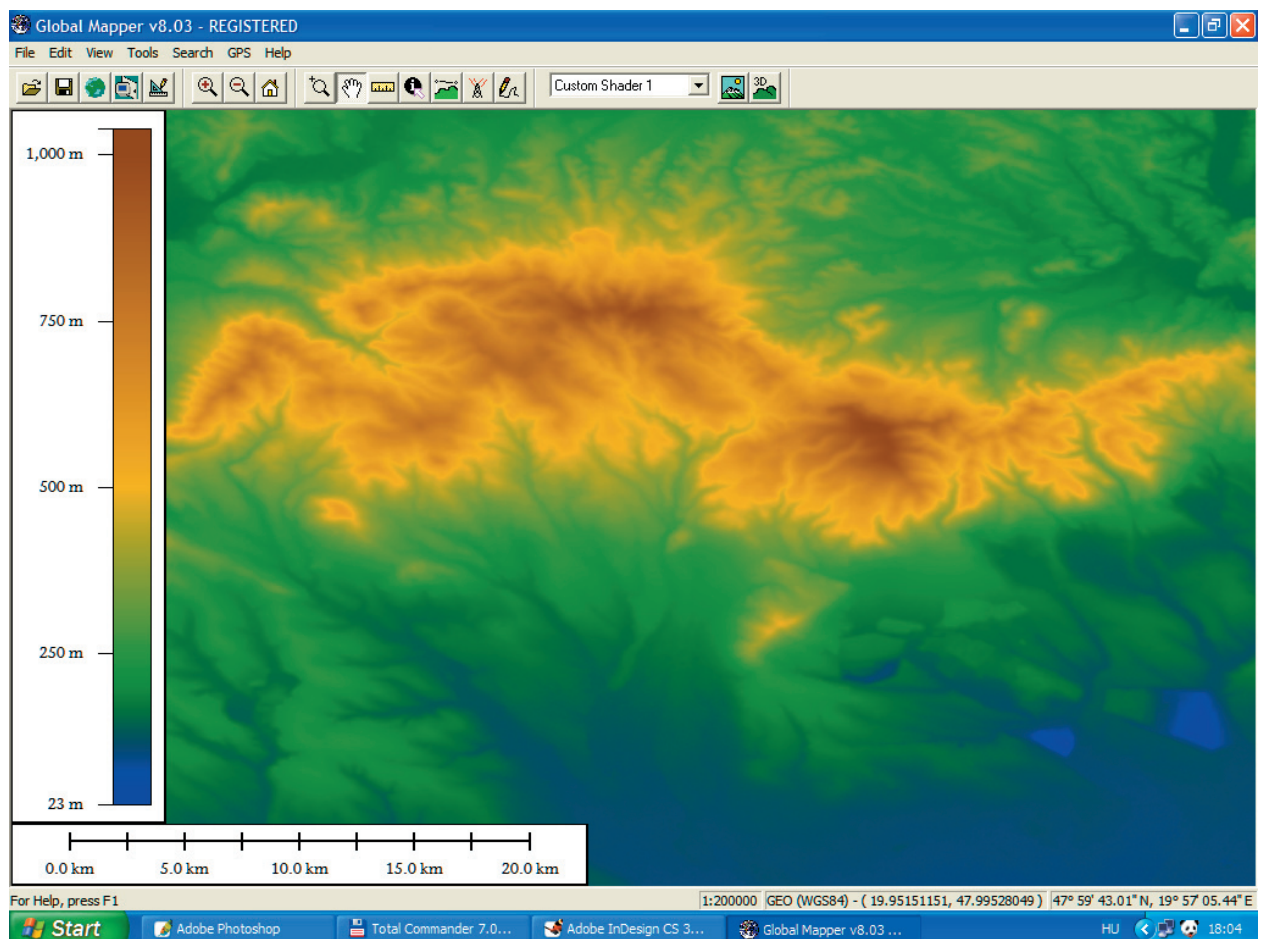


30. ábra: A mátrai Óvár és Ágasvár környékének a 3 szögmásodperces SRTM domborzatmodellből generált, 10 méteres alapszintközű szintvonalrajza. 20 másodperc alatt készült el.

Először nyissuk meg a megfelelő koordinátájú állományokat, melyek (georeferáltságuk miatt) a képernyőn egyből a helyükre kerülnek! Válasszuk a Fájl / Kontúrvonal generálása opciót! Mivel domborzatmodellről van szó, itt minden pixel tudja magáról a tengerszint feletti magasságát. Az ezen magasságok közötti szintközt (szintvonalközt), vagy konkrét magasságot megadva, interpoláció útján a program képes szintvonalat (azonos magasságú pontokat összekötő, zárt görbe vonal) generálni. A beállításoknál megadhatunk egy szintvonalközt (vagy egy szintvonalmagas-

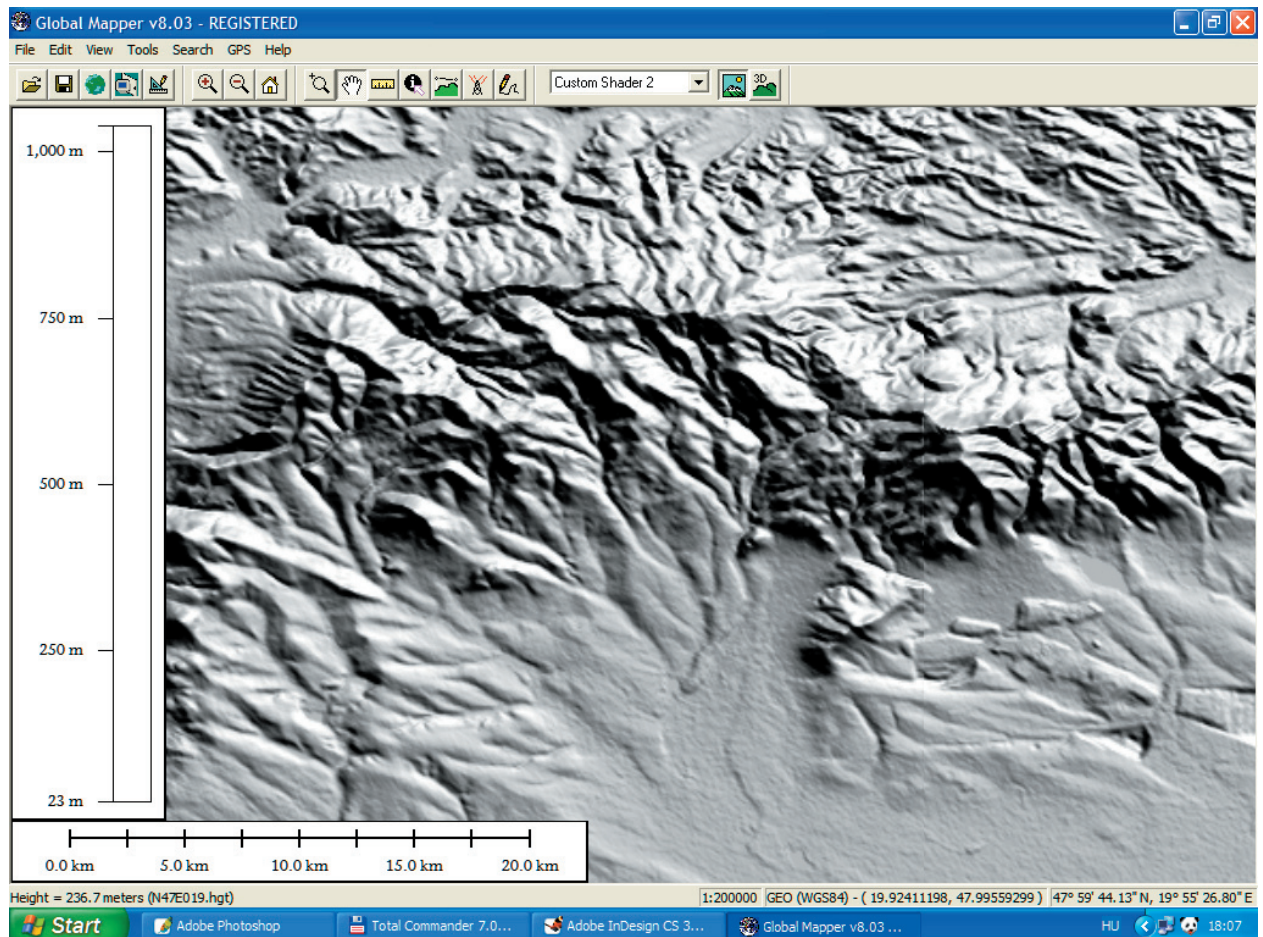
ságot), beállíthatjuk a keletkező sokszögvonala törésszögét, mellyel a szintvonalívek finomságát szabályozzuk. Minél kisebbre állítjuk itt az X és Y értékeket, annál finomabb rajzolatot kapunk, cserébe azonban nagyobb állománymérettel, és hosszabb generálási idővel számoljunk! Természetesen itt is választhatunk egy kisebb területet az 1·1 fokos foktrapézznál. A létrejövő szintvonalrajzot azután bármilyen vektoros és raszteres formátumba exportálhatjuk.

A rétegszínezéses eljárás alapja is szintvonalakon nyugszik. Az egyes réteghatárok közötti területeket más-más színnel töltjük ki, így téve plasztikussá a magasságokat és a mélységeket. Ezeket a réteghatárokat is szintvonalak alkotják, a Global Mapper programban pedig beállíthatjuk, hogy az egyes réteghatárok (magassági értékek) milyen színek feleljenek meg a magassági skálán. Nagyszerűen attribútumozhatjuk a rétegszíneket, színmodelleket választhatunk. Az alapbeállításoként bekapcsolt állapotban lévő Hegyek árnyékának engedélyezése opciót kapcsoljuk ki, hiszen az árnyék a következő módszer, a domborzatárnyékolás előállításánál játszik majd szerepet! Ha ezzel kész vagyunk, akkor már csak exportálnunk kell művünket. Rétegszínezéses térképen a felületek színhatásai a meghatározók, ezért raszteres formátumba mentünk (vektoros állományban nem látszódnak a felületek színei). Ezzel a módszerrel hozható létre pl. egy atlaszlap teljes domborzati alapja.



31. ábra: A Mátravidék rétegszínezéses térképe. A 3 szögmásodperc felbontású SRTM domborzatmodellből generált állomány kiváló domborzati alapot szolgáltat földrajzi atlaszokhoz. Summerrel kombinálható.

A domborzatárnyékolás módszere a fény-árnyék művészi eszközeire épít. Tagolt domborzatú területek esetében a legplasztikusabb képet adja, a kisebb-közepes és kis méretarányú térképeken előszeretettel alkalmazzák. Létrehozásához a magassági modell legalacsonyabb és legmagasabb pontját állítsuk azonos színűre, és kapcsoljuk be a Hegyek árnyákának engedélyezése opciót. A legplasztikusabb a szürke- vagy a kékesszürke-fokozatos árnyékolás. Az állományt rasteres formátumba mentjük! Amennyiben grafikai szoftverben szeretnénk vele dolgozni a továbbiakban, akkor felesleges a GeoTIFF használata, ez ugyanis csak az állományméretet növelné. Elegendő a JPG vagy a PNG formátumok valamelyikébe exportálni az állományt.

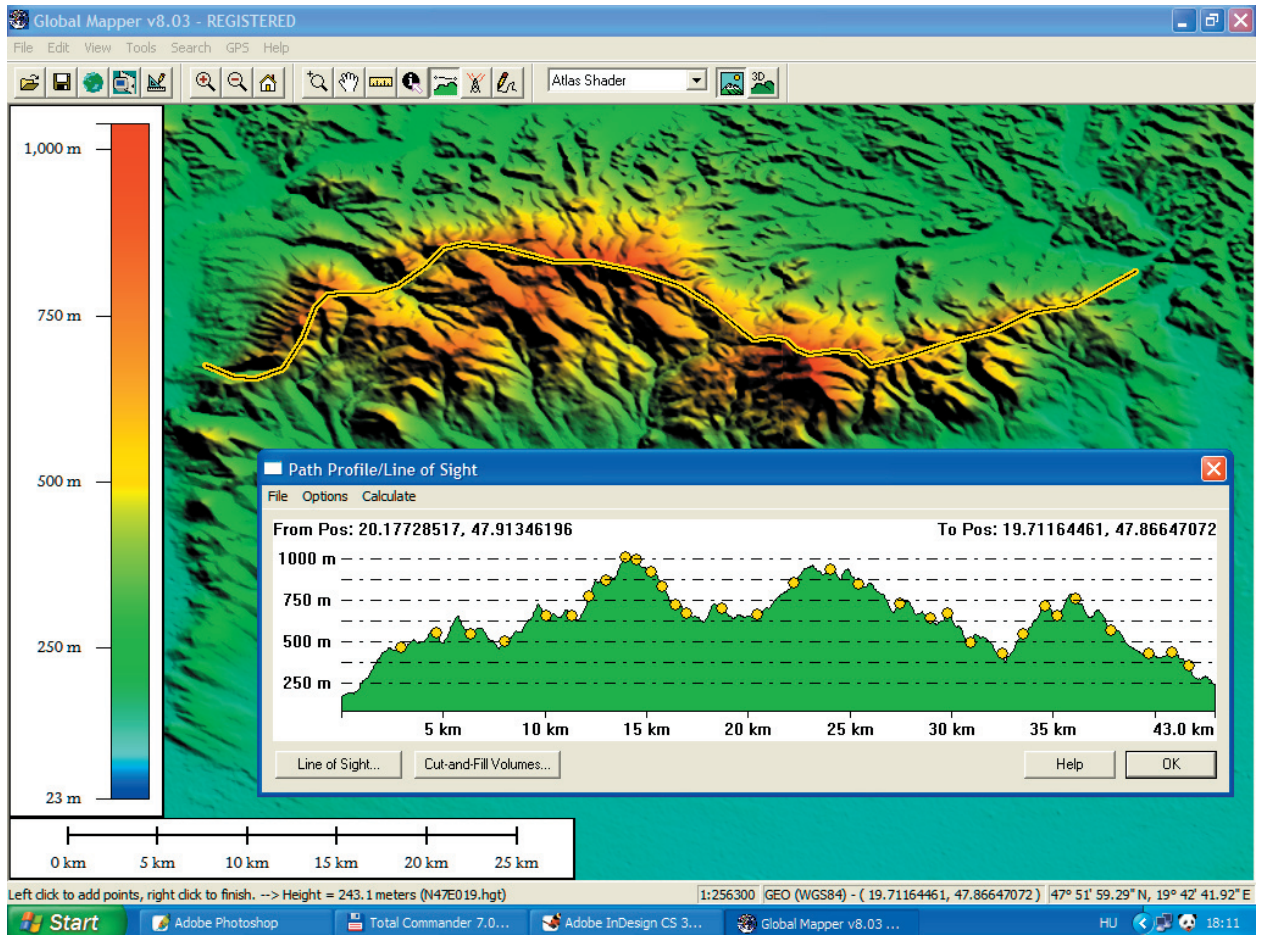


32. ábra: A Mátravidék domborzatárnyékolásos térképe. A legalacsonyabb és a legmagasabb ponthoz tartozó magasságot egyszínűre állítva homogén alap keletkezik. Erre már csak rá kell kapcsolnunk a hegyek árnyékát és kész a plasztikus summer.

Bizonyos esetekben a kótás domborzatábrázolás is reprodukálható. Egy-egy konkrét magasságot kiválasztva (főleg a hegycsúcsok magasságaihoz igazodva) generálhatunk szintvonalakat. Azonban az ilyen állományba még rengeteg egyéb, nem jellegzetes helyekre vonatkozó adat (szintvonal) is belekerül, melyeket lehet, hogy csak hosszadalmas munkával tudunk eltávolítani. Ezért célszerűbb, ha a kótaal pontokat – pontszerű objektumként – GIS szoftverben hozzuk létre, ellátjuk attribútumokkal és címkeként (label) megjelenítjük a képernyőn.

METSZETKÉSZÍTÉS, ÖSSZELÁTÁS-VIZSGÁLAT, 3D MEGJELENÍTÉS

A Global Mapper program még néhány további, térképészettel kapcsolatos műveletre is képes. A MÉRŐ eszközzel 2D-ben és 3D-ben egyaránt végezhetünk hossz-, terület- és szögmérést (metrikus és angolszász mértékegységekben egyaránt). Az igazán érdekesek azonban a következőkben ismertetésre kerülő 3D-s funkciók.



33. ábra: Útvonalmetszet a Mátrabérc teljesítménytúra útvonaláról. A metszet bal oldalán van Sirok, aztán sorban jól kivehetők a Kékes, a Galya-tető és a Muzsla “szuszogatói“. A domborzatmodell ilyen jellegű feladatokra is használható.

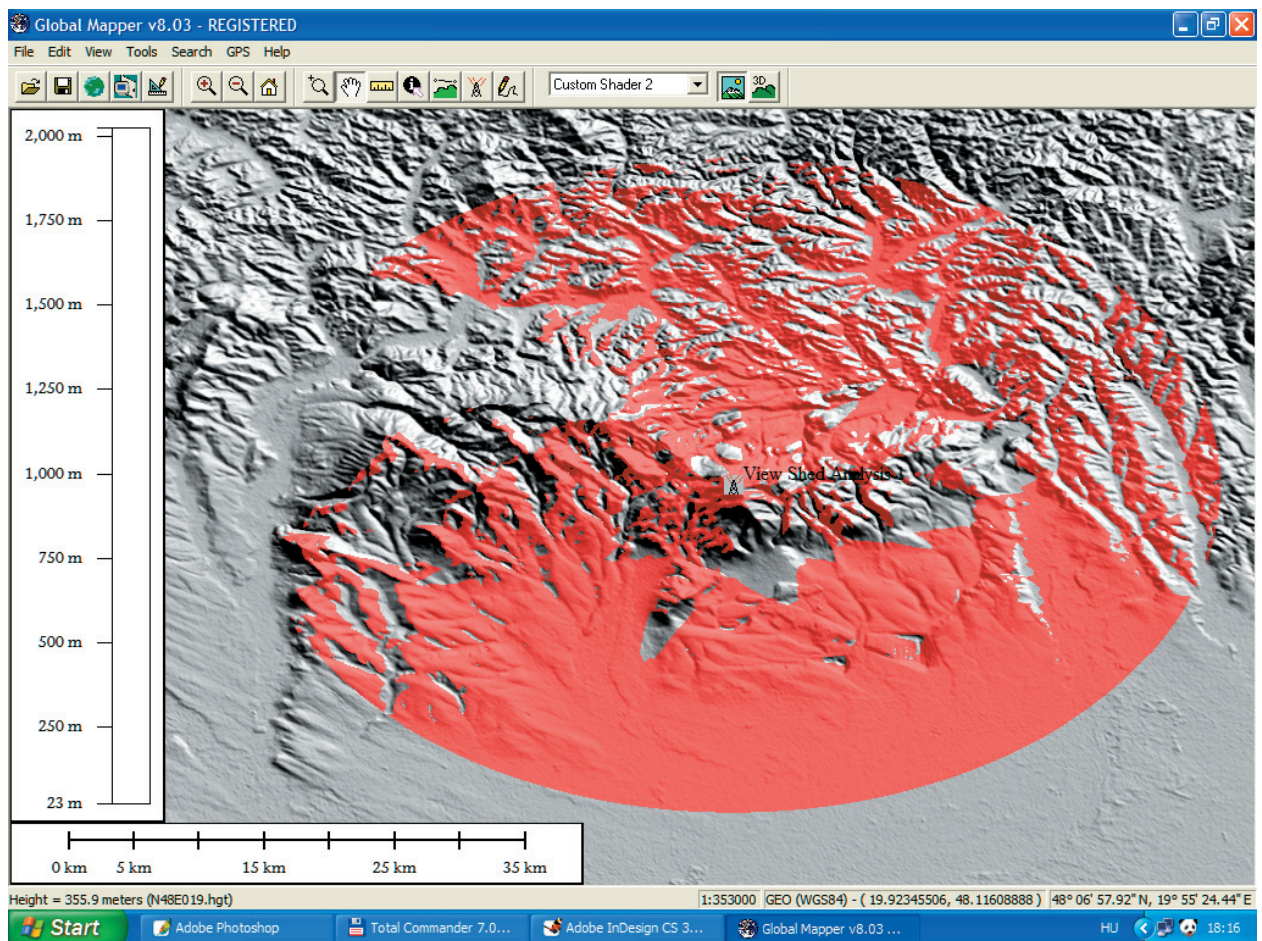
A megnyitott domborzatmodellén a 3D Útvonalmetszet eszközzel egy egyenes (polyline) vagy polygon mentén metszetet készíthetünk. Az útvonal pontjaira bal egérgombbal kattintgunk, a jobb egérgombos kattintás jelzi az útvonal végét. A következő adatokat kapjuk a folyamat végén:

- a kezdőpont koordinátái;
- a kezdőpont tengerszint feletti magassága;
- a végpont koordinátái;
- a végpont tengerszint feletti magassága;
- a kezdő és a végpont távolsága;
- a teljes útvonal távolsága a domborzatmodell felszínén;

- a kezdő- és a végpont magasságkülönbsége;
- az útvonal legmélyebb pontja;
- az útvonal legmagasabb pontja;
- a kezdőpontról a végpontra mutató irány azimutja (irányszög);

Az útvonalmetszetről készült ábrát elmenthetjük raszteres (BMP), vagy az adatait szöveges (XYZ) formátumban, továbbá az adatok a Windows Vágólapra is másolhatók.

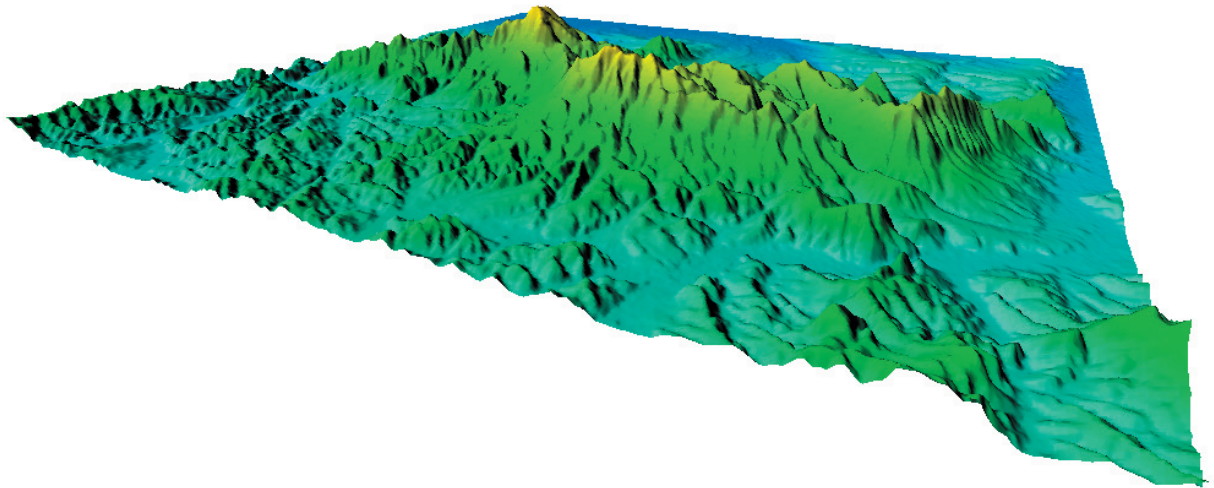
Az Összelátás-vizsgálat eszköz neve magáért beszél. Egy magassági pontra kattintva pár-beszédablak jelenik meg. Itt sokféle kritériumot fogalmazhatunk meg, pl. mekkora magasságkülönbségeket vegyen figyelembe, mekkora sugarú körben vizsgálódjon az alkalmazás. Az OK gombra kattintva valamilyen színnel megjelennek azok a felületkitöltések, melyek az adott pontról láthatók. Távközlési tornyok helyének kiválasztásához, hadászati vagy egyéb tervezési logisztikai műveletekhez nagyszerű eszköz. A keletkezett tematika raszteres, vektoros formátumba egyaránt exportálható.



34. ábra: A vörössel fedett felületek a Kékesről látható területeket ábrázolják. A domborzatmodellek segítségével ún. összelátás-vizsgálatok is végezhetők. Távközlési tornyok telepítésénél és hadászati tervezésnél szinte nélkülözhetetlen segédeszköz.

A 3D Nézet eszköz a megnyitott domborzatmodellből mozgatható és forgatható 3D-s látványtervet készít. Bármilyen nézőpontból megnézhetjük a modellt, állíthatjuk a magassági torzítási arányt, a tengerszintet. A különböző nézetek raszteres formátumba menthetők (JPEG, PNG, TIFF, BMP), ezek a képek méretezhetők, generálhatók vetületi információkat tartalmazó

állományok (PRJ, World). A későbbiekben az ezen állományokból konvertált GIF állományok összefűzhetőek animált GIF-é, mintegy élővé varázsolva a 3D-s nézetet.

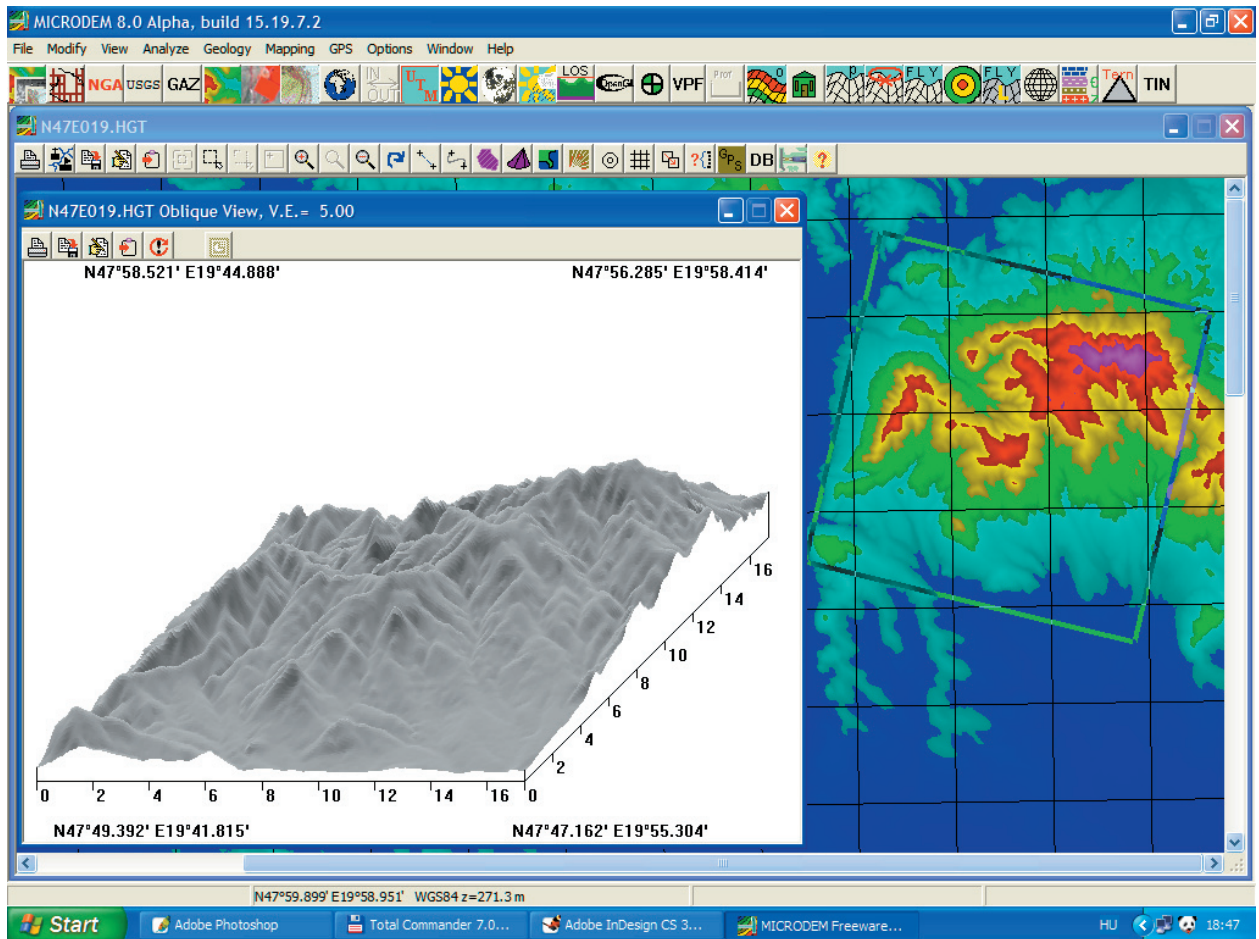


35. ábra: A Mátra 3D-s modellje északnyugat felől, a megvilágítás északkeleti. A Nap helyzetét természetesen mi állítjuk be, de modellezhetjük akár az emelkedő tengerszint által vízzel elborított területeket is.

MÉG TÖBB 3D: MICRODEM (TÖMBSZELVÉNY-KÉSZÍTÉS, 3D-ANIMÁCIÓ)

A MicroDEM már egy igazi 3D-s program. Ingyenessége ellenére meglepően sokmindent tud, melyből most csak a tömbszelvény-készítést és a különböző 3D-animációkkal kapcsolatos funkciókat említem meg.

A tömbszelvény-készítést a Ferde nézet menüpont segítségével végezhetjük el. Először betöltjük a DEM (Digital Elevation Model – Digitális Domborzatmodell (DDM)) állományt (az SRTM domborzatmodellt ez a program is kezeli). Kiválasztjuk a Ferde nézet opciót, bal egérgombbal kettőt kattintunk a kiválasztott terület bal alsó, majd kettőt a jobb felső sarkára. A felbukkanó párbeszédablakban kiválaszthatjuk a grafikai megjelenítés módját, de ezt később is beállíthatjuk. A kész tömbszelvényt átszínezhetjük, forgathatjuk, beállíthatjuk a Nap helyének azimutját és magasságát, így választva ki a optimális megvilágítási viszonyokat. A képet azuán raszteres formátumokban (JPG, BMP, PNG, GIF, Targa) elmenthetjük, vagy a vágólapra másolhatjuk.

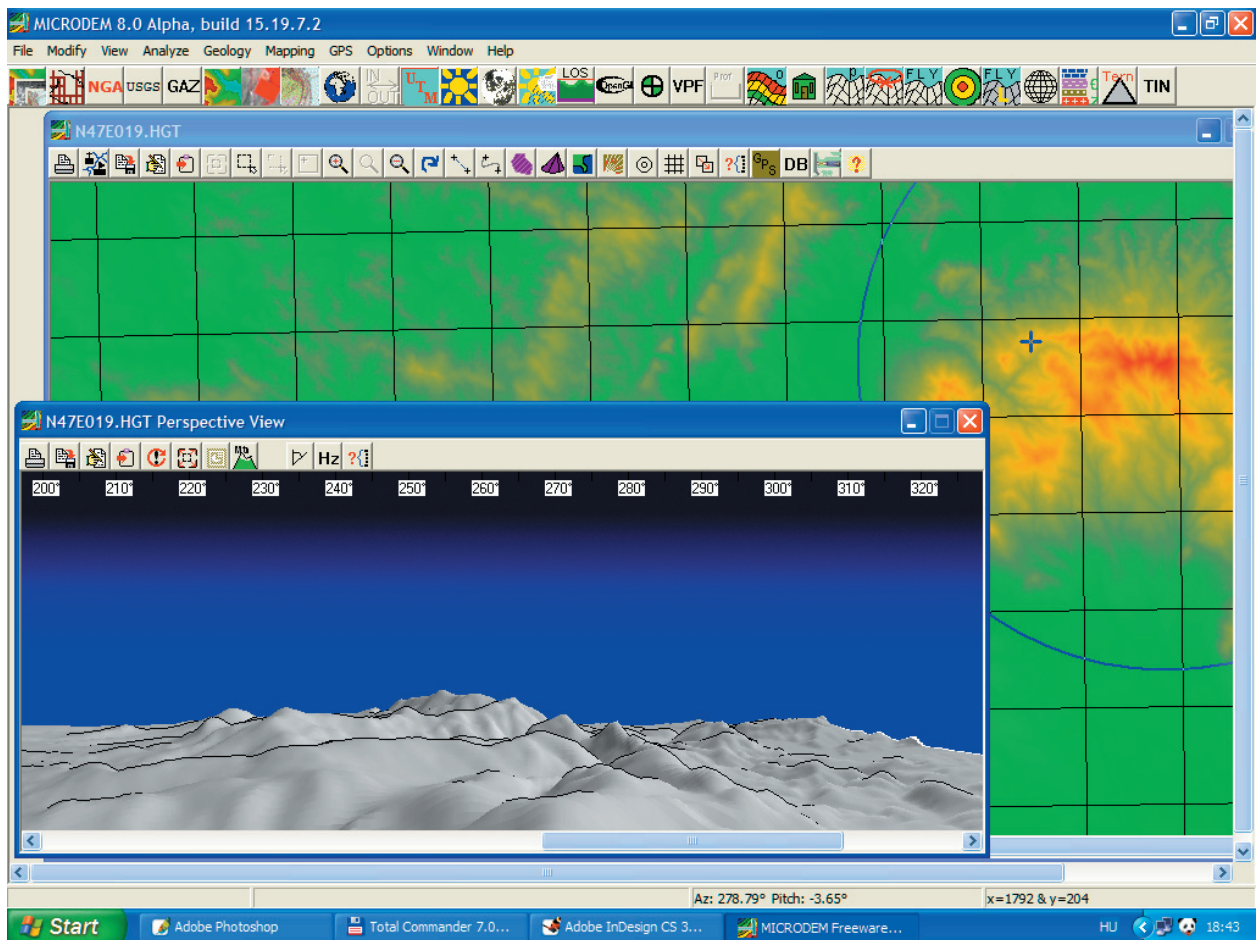


36. ábra: A Nyugati-Mátra és a Központi-Mátra nyugati részének tömbszelvénye a MicroDEM program képernyőjén. Jól kivehető a Muzsla–Tót-hegyes–Galya-tető gerince, mögöttük az Óvár és az Ágasvár csúcsa.

A következő 3D-s nézeteket kezeli még a program:

- VRML (Virtual Reality Modelling Language – Virtuális Valóság Modellező Nyelv) 3D nézet;
- Perspektív nézet (kilátás egy adott pontról);
- Panoráma nézet (teljes körpanoráma egy adott pontról);
- Repülési nézet (vonalmenti repülés panorámája);
- Élő repülési nézet (interaktívan irányítható virtuális repülés panorámája).

Az utóbbi két repülési nézet széleskörűen paraméterezzhető, elmenthető multimédiás állományba (AVI, GIF, MPEG), mellyel élővé varázsolhatjuk domborzatmodellünket. Összelátás-vizsgálathoz, panorámarajzok készítéséhez, magassági viszonyok elemzéséhez nagyszerűen használhatók a MicroDEM 3D-s képességei.



37. ábra: Körpanoráma a Galya-tetőről. Az alsó csúszkával odébb tolhatjuk a panorámát, a kép nyugat-délnyugat felé tekint. A térképen kereszttel jelzett pont az Ágasvár csúcsa, a panorámán a kép közepe táján látszik, félig árnyékban. Jól kivehető még az Óvár, a Muzsla és a Tót-hegyes csúcsa is. Természetesen az alap itt is a 3 szögmásodperc felbontású SRTM domborzatmodell.

A KÁRPÁT–PANNON INFORMÁCIÓS RENDSZER

ALAPGONDOLAT

A rendszer elkészítését két vezérgondolat segítette elő. Az egyik, egy olyan térinformatikai adatbázis iránti igény volt, mely a Kárpát–Pannon térség legfontosabb földrajzi, közigazgatási, természetvédelmi, turisztikai-idegenforgalmi adatait egy helyen tárolja. Legfontosabb célom a térség olyan adatainak összegyűjtése és publikálása, melyek mind a földtudományok, mind az idegenforgalom és a turisztika számára értékes információforrást jelenthetnek. A ma különböző helyeken található adatbázisok egy rendszerbe szervezése és továbbiakkal való kiegészítése – véleményem szerint – elősegítheti a terület jobb megismerését, új dolgok felfedezését. Egyetértek a Pannon Enciklopédia (Magyarország földje) című mű szerkesztőinek álláspontjával: a Kárpát–Pannon térséget (Kárpát-térség) úgy kell megismertetni a magyar emberekkel, hogy közben ne sértsük meg a szomszéd népek és államok önérzetét. A területen rengeteg magyar és nem magyar kultúrtörténeti emlékkal, földtudományi érdekességgel találkozhatunk. Ezek összegyűjtése és publikálása hasznos lehet mindenkinek, függetlenül attól, hogy melyik országban él. Szlovákiai, erdélyi, szlovéniai és ausztriai útjaimon bizony én is úgy éreztem, hogy ezt meg kell mutatni mindenkinek! Ez volt az egyik erős indukáló tényező az adatbázis alapötletéhez.

A másik egy gyakorlatiasabb kérdés. A tájbeosztások hierarchiája olyan, hogy az szinte kínálkozik a GIS-alapú megvalósításra. E mű elején ismertetett a Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (1997) úttörő munka volt tíz évvel ezelőtt. Az azóta eltelt idő alatt a földtudományi kutatások technológiája is fejlődött, többen hozzászóltak a tájbeosztáshoz, mellette és ellene egyaránt. Ebben a diplomamunkában ez a tájbeosztás képezi a Kárpát–Pannon Információs Rendszer alapját, mely publikációs lehetőséget megragadva, a tájtagolás továbbfejlesztését is célul tűztem ki. Földtudományi és térképész szakemberekkel konzultálva arra a meggyőződésre jutottam, hogy a térképészek és a “földrajzosok” gondolkodásmódját próbáljuk meg közelíteni egymáshoz! E kialakítandó rendszer is ezt a célt szolgálná, hiszen az alap a földrajzhoz (tájbeosztás, geológiai adatok stb.), a tematika és a végtermék (térképek, GPS-adatok stb.) inkább a kartográfiához kötődik. Sok cégnek vagy vállalkozásnak vannak grafikai szoftverrel előállított állományai, ezeket a diplomamunkámban leírt folyamat segítségével a rendszer részévé lehetne tenni. Kölcsönös megállapodás kérdése, hogy ennek milyen anyagi és nem anyagi vonzatai lennének. Az adatbázis átlátható, egységes rendszerbe összesítené e területtel kapcsolatos legfontosabb földrajzi, közigazgatási, kultúrtörténeti, természetvédelmi, turisztikai és idegenforgalmi adatokat, hasznos információforrásként szolgálva az érdeklődőknek.

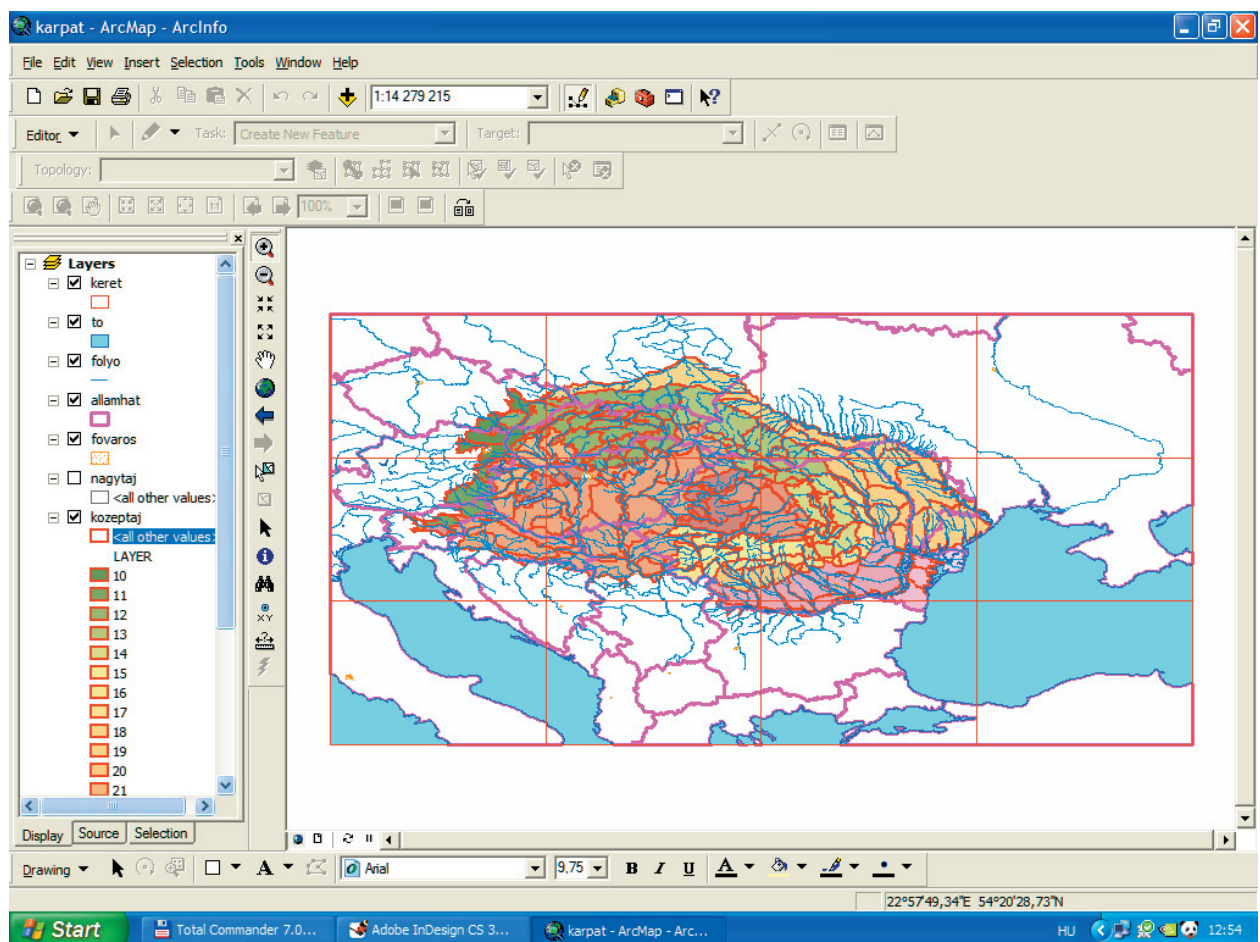
MEGVALÓSÍTÁS

A Kárpát–Pannon Információs Rendszer megvalósítása két úton haladt. Az 1. (áttekintő) szint térképállománya CAD-alapú szoftverrel lett létrehozva, georefeált raszteren történő digitalizálással. A 3. (részletes) szint mintaterületeként a Mátravidék középtáját választottam. Ehhez a

Térkép Faragó Bt. Mátra és Mátraalja című, 30 ezres méretarányú turistatérképét használtam fel, melyet Macromedia FreeHand állományban kaptam meg. Ez az állomány azután teljes mértékben végigment a fentebb már említett grafika–CAD–GIS konverzió útján.

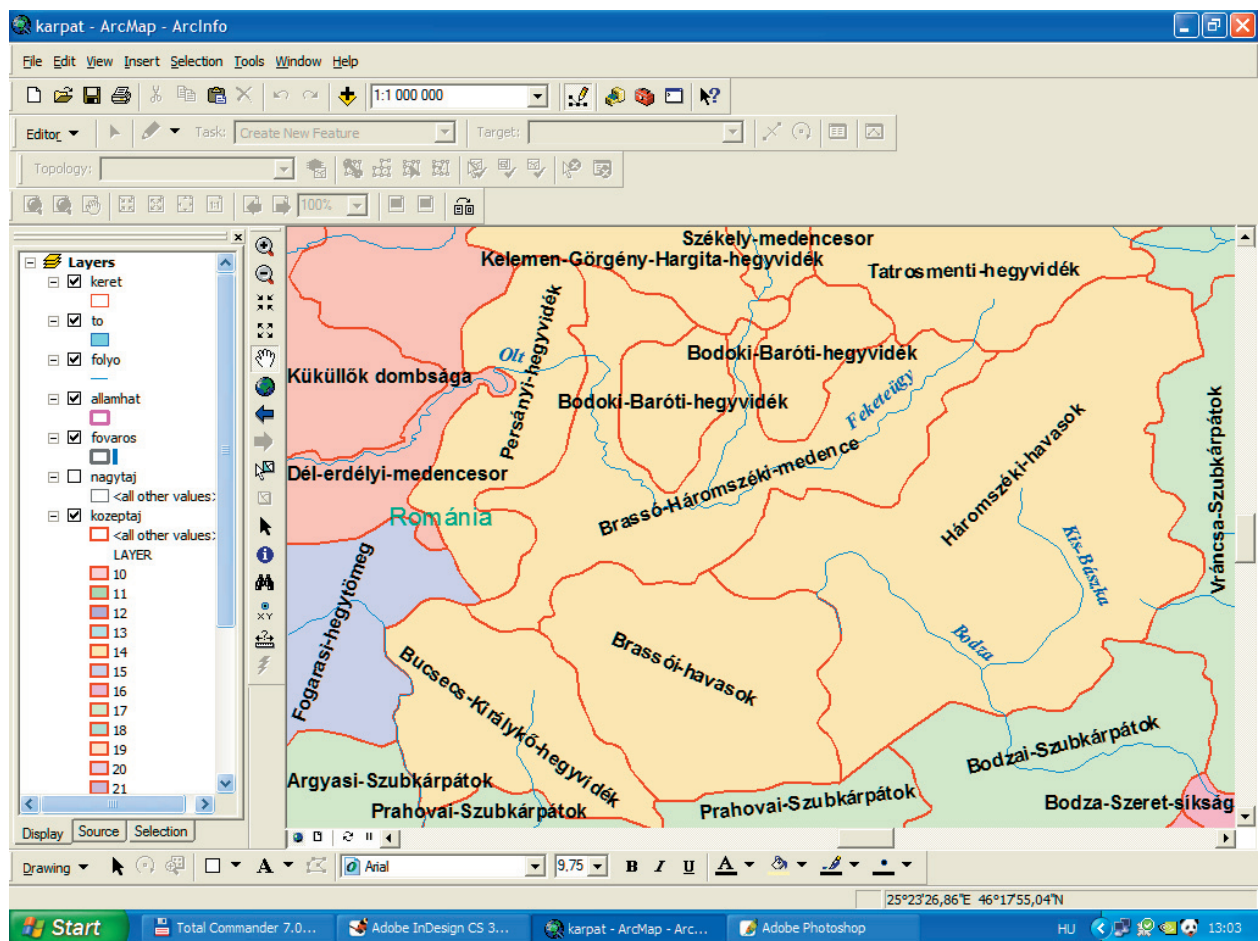
Az áttekintő szint topográfiai alaptérképeiként a Gauss-Krüger vetületű, 1 milliós méretarányú térképeket használtam. A Kárpát–Pannon térséget 12 db ilyen térkép fedi le. Ebből 5 db megvolt az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék Térképtárában. A többi 7 db-ot a Hadtörténeti Intézet Térképtárából kölcsönöztem ki. Szkenneléskor JPG állományba menttem a térképeket. A georeferálás a Global Mapper nevű programmal történt, földrajzi fókálózati metszéspontok alapján. Ezeket a georeferált állományokat GeoTIFF formátumba exportáltam.

A MicroStation nevű CAD-szoftverrel megnyitottam a GeoTIFF állományokat (Image Manager), melyek egyből földrajzi helyükre kerültek. Nagy előnyét láttam a CAD-szoftvernek abban a tulajdonságában, hogy a megnyitott GeoTIFF-eket (összesen több mint 1,5 GB-ot tettek ki) lehetett a képernyőn ki- és be kapcsolgatni. Ekkora méretű raszteres állományok a grafikai programokkal nem biztos, hogy kezelhetők lettek volna. Digitalizálással előállítottam a megfelelő tematikákat (nagy- és középtájhatárok, álló- és folyóvizek, államhatárok, fővárosok határai), a már elkészült állományokat referenciaként használva. A felületeket a Poligonkészítő (Create Polygon) eszközzel hoztam létre, így a tájhatárok teljesen egymáson futnak. A vízrajz és az úthálózat geometriájának kialakítása folyamatban van.



38. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer áttekintő szintű térképe az ArsGIS ArcMap képernyőjén. A különböző felületi színek a nagytájakat különítik el és egyszerű leválogatás eredményei.

Az elkészült DGN állományokat DXF formátumba exportáltam. Ezt a Global Mapper programmal megnyitva vonal- és felülettopológiájú Shape állományokat generáltam, melyeket az ESRI ArcMAP programjával szerkesztettem tovább. Létrehoztam az adattábla mezőit, rekordjait feltöltöttem adatokkal. A kész állományt MXD formátumban elmentettem.

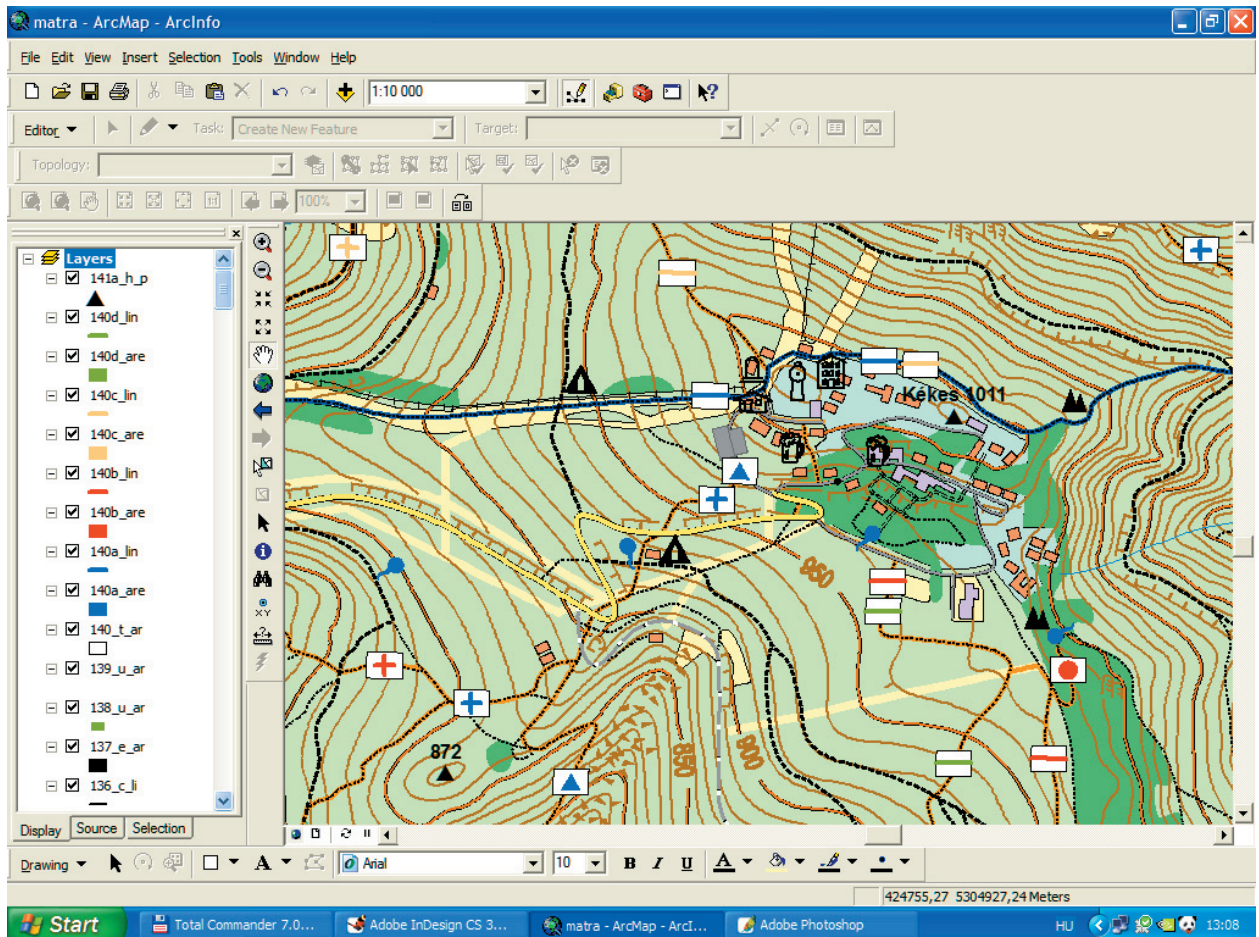


39. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer áttekintő szintű térképének Kárpát-kanyart ábrázoló részlete az ArsGIS ArcMap képernyőjén. A térkép négyzetes hengervetületben van, és méretaránya a képernyőn 1 : 1 000 000.

A 3. (részletes) szintű mintaterület kiinduló térképe a már említett Mátra és Mátraalja turisztatérkép Macromedia FreeHand-es állománya volt. 46 db terepi GPS mérésből származó illesztőpont volt a térképen. Mivel ennek a grafikai programnak nincs CAD-es export lehetősége, így a rétegeket először AI formátumba exportáltam. Voltak olyan speciális elemek (pl. fogazott vonalak), melyeket csak a Windows Vágólap segítségével lehetett adatvesztés nélkül a CorelDRAW-ba átvinni. Minden réteget kettős keretbe foglalva exportáltam. A CorelDRAW-ból 2002-es verziójú DWG állományt, majd az AutoDWG konverterrel R9-es verziójú DXF állományokat készítettem. Ezek a DXF-ek nagyon jól leképezték a Bézier-görbe íveit, a sok töréspont miatt azonban nagyobb méretű állományok keletkeztek.

Az így létrehozott első DXF állományt Global Mapper-rel megnyitottam, és georeferáltam (ez tartalmazta az illesztőpontokat). A Kontroll pontokat elmentettem, exportáltam egy keretes és egy keret nélküli DXF állományt. A többi állománnyal is hasonlóképpen jártam el, a Kontroll pontokat mindig betöltve georeferálás előtt. Ezután a keret nélküli és georeferált DXF fájlokat

menyitottam, és megfelelő topológiájú ESRI Shape állományokat generáltam belőlük. Nagyon kellett figyelni a többféle topológiát tartalmazó DXF állományokra, hogy milyen SHP keletkezik belőlük. A Global Mapper programban attribútumokat adtam a georeferált DXF fájllokknak, majd 8 db munkamenetben (GMW; Global Mapper Workspace) elmentettem a beállításokat. Így nem kell mind a 147 db állományt megnyitni, mert ezek attribútumainak beállításai és a rétegsorrend el van tárolva a 8 db munkamenetben.



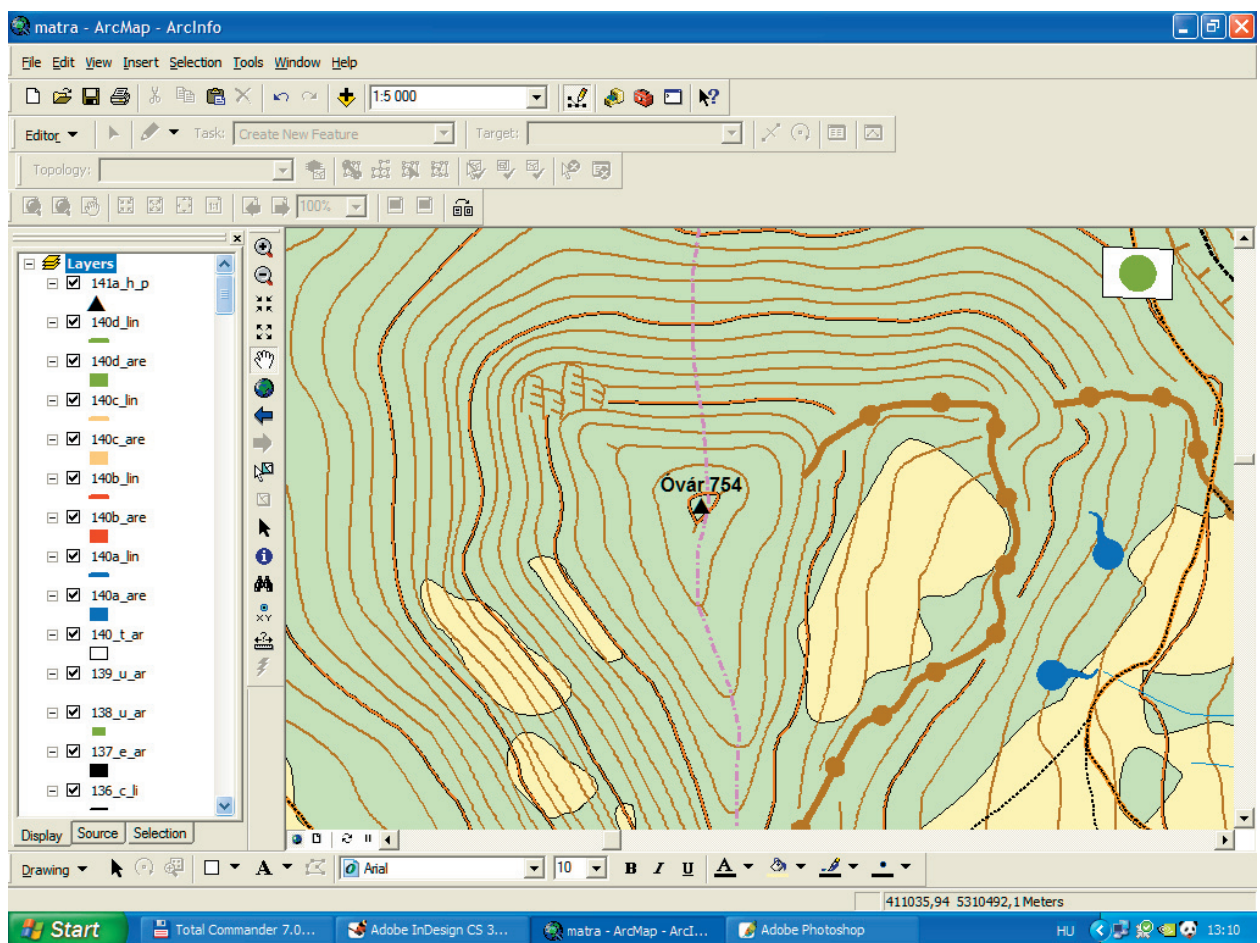
40. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer részletes szintű térképének Kékestető környékét ábrázoló részlete az ArcGIS ArcMap képernyőjén. Bizonyos piktogramok több rétegből tevődnek össze (pont, vonal, felület), a szintvonalszámok görbe objektumként érkeztek a grafikából (díszítő funkció).

A Shape állományokat ESRI ArcMAP programmal megnyitottam és az attribútumtáblát feltöltöttem adatokkal. A grafikát megfelelő megjelenésűre definiáltam, majd az egészet elmentettem egy MXD állományba, mely állomány mind MapInfo, mind Intergraph GeoMedia rendszerbe integrálható.

MŰSZAKI LEÍRÁS

Ebben a fejezetben a Kárpát–Pannon Információs Rendszer elemeit és szerkezetét ismertetem. A háromszintű adatbázis alapvetően tájegység alapú, tehát a KPTTB jelenti a kiindulópontot. A három szint egyben méretarány-tartományokat és tájbeosztási hierarchiát is jelent. Az 1. (áttekintő) szint a 1 milliós Gauss-Krüger vetületű térképek pontosságának felel meg. Ezen a

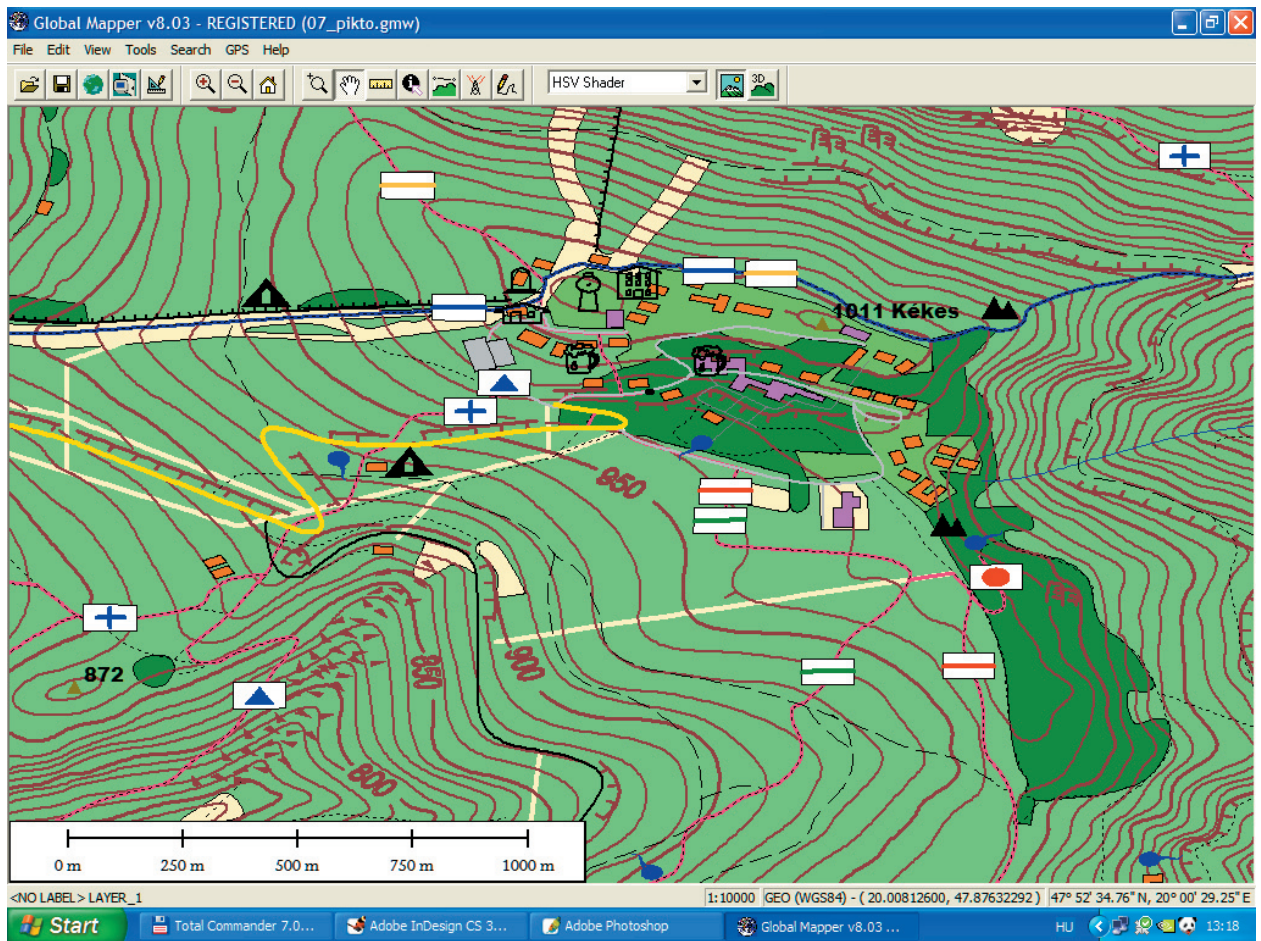
szinten a következő grafikai elemek kerültek ábrázolásra: a KPTTB nagy- illetve középtájhatárai, államhatárok, főbb vízfolyások, fontosabb tengerek és állóvizek, fővárosok. A 2. (közepes) szint a 200 ezres Gauss-Krüger vetületű térképek pontosságának felel meg (nincs kidolgozva). Az ábrázolandó grafikai elemek: a KPTTB közép- és kisájtárai, állam-, megye- és az ezzel egy szinten lévő közigazgatási határok, a természetvédelmi és az egyházmegyei igazgatás határvonalai, közlekedési elemek (fő út- és vasúthálózat, jelzett turistaút-hálózat), természetes és épített fedettség, az országos műemlékjegyzékben szereplő egyházi és kiállítási objektumok. A 3. (részletes) szint a 30 és 50 ezres méretaránytartományba tartozó turistatérképek pontosságának megfelelő réteg (e diplomamunkában a Mátravidék területére lett kidolgozva). Ábrázolandó grafikai elemei: A KPTTB kistáj- és kistájrészlet határai, valamennyi, e méretarányban még ábrázolható földfelszíni objektum (pl. települések külterülethatárai, teljes közlekedési hálózat, részletes fedettségábrázolás, valamennyi műemlék, GPS koordináták).



41. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer részletes szintű térképének az Óvár környékét ábrázoló részlete az ArcGIS ArcMap képernyőjén. A kézzel rajzolt szintvonalak Bézier-görbe íveit a DWG-DXF-SHP konverzió elég jól megtartotta.

Ez a 3. (részletes) szint lenne a rendszerből kinyerhető információk leggazdagabb tárháza. Innen letölthetők lennének GPS-be tölthető és nyomtatásra szánt térképek, útleírások. Ez a szint képezhetné az alapját – az egész területre kiterjedő – egy leendő, útikalauz-sorozatnak (könyv és multimédiás változat), mely a tájegységeket a tájbeosztás hierarchiában szereplő sorszámuk szerint mutatná be. A multimédiás tartalom internetes és DVD-s formátumban lenne hozzáférhető

– ez már kereskedelmi termékként. Természetjáró berkekben remek vitalapot szolgáltat a “melyik pontosabb?” (nagy méretarányú topográfiai térkép, GPS vagy a mérőkerék) topic. A turistaút-adatbázisnak lehetne ez három érdekes oszlopa.



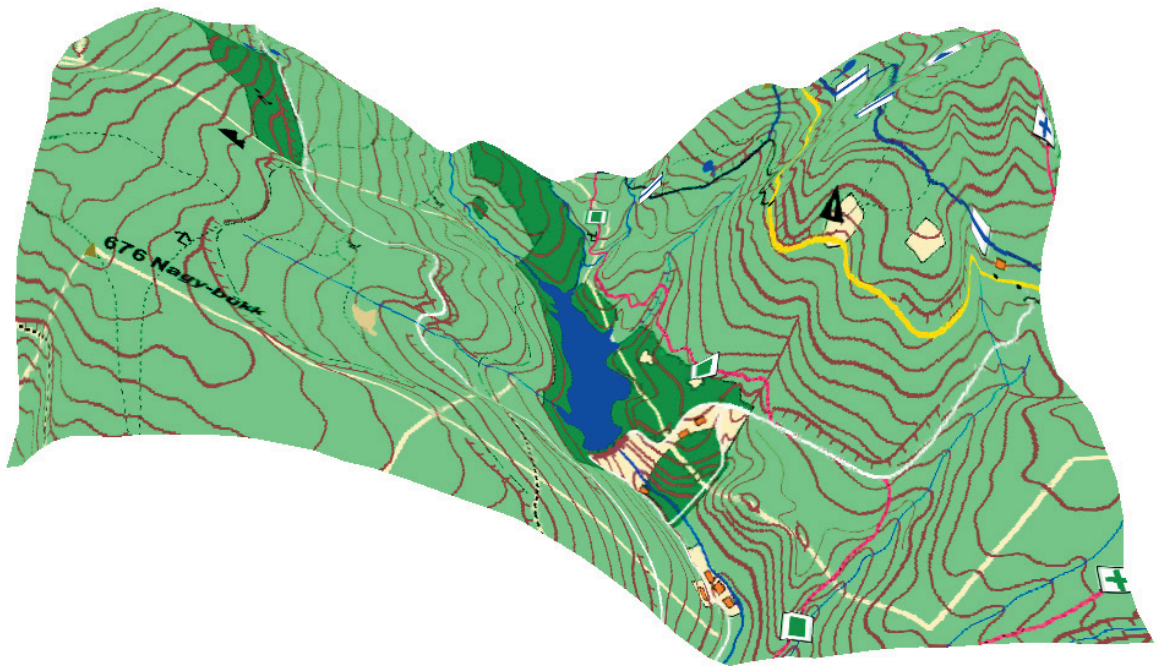
42. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer részletes szintű térképének Kékestető környékét ábrázoló részlete a Global Mapper képernyőjén. Az állományok georeferált DXF formátumúak, így mind MapInfo, mind Intergraph GeoMedia platformra adaptálhatók.

Az 1. (áttekintő) szint részletes leírása:

- A KPTTB nagytájhatárai: a magyar elnevezésen kívül valamennyi névváltozat szerepel az adatbázisban, mellékjeles betűk használatával. Valamennyi, a térséget érintő ország is szerepel egy-egy oszlopban. Ezen mezők rekordjai Y (igen) vagy N (nem) értéket kapnak attól függően, hogy a természetföldrajzi táj az adott ország területén van-e, vagy sem. Ez a leválogatás GIS szoftverrel is elvégezhető (tájhatár-államhatár felületek metszése (Intersect)).
- A KPTTB középtájhatárai: itt is szerepel a magyaron kívül az összes fellelhető névváltozat, mellékjeles betűk használatával. Hasonlóan a nagytájakhoz, itt is a két operandusú Y és N betűk segítségével dönthető el a középtáj közigazgatási hovatartozása.
- Államhatárok: az adott állam nevét tartalmazza magyarul.
- Fővárosok: a fővárosok nevét tartalmazza magyarul.
- Folyóvizek: valamennyi névváltozat szerepel, mellékjeles betűkkel.
- Tengerek, állóvizek: az állóvíz nevét tartalmazza magyarul.

Az 1. (áttekintő) szint háttértérképeként az SRTM domborzatmodellből generált raszteres georeferált állományt használtam (GeoTIFF és JPG formátumban). Mivel a tematika földrajzi jellegű, így a raszteres állomány szemléletesen mutatja a domborzati formákat, a geomorfológiai egységek szépen rajzolódnak ki a térképen. A szint attribútumainak feltöltése ESRI ArcGIS szoftverben történt, így az adattábla DBF formátumú. A Global Mapper révén azonban MapInfo platformra könnyedén konvertálható. Az Intergraph GeoMedia pedig képes ArcGIS adatbázishoz csatlakozni, így MS Access alapú MDB adatbázis is létrehozható az adatokból.

A 2. (közepes) szint nem került kidolgozásra. A megfelelő méretarányú, nem magyarországi alaptérképek (topográfiai térképek) beszerzésének lehetősége is kérdéses.



43. ábra: A Kárpát–Pannon Információs Rendszer részletes szintű térképének a Nyírjesi-víztároló környékét ábrázoló részlete a Global Mapper 3D-s képernyőjén. Az egyszínű (pl. fehér) alapú domborzatmodellre ráfeszített georeferált GIS állomány plasztikus képet mutat.

A 3. (részletes) szint kb. a Mátravidék nevű középtáj területére lett kidolgozva. Míg az 1. szint térképe CAD-alapú szoftverben, georeferált raszteren történő digitalizálással lett létrehozva, addig a 3. szintre kidolgozott mintaterület állománya grafikus szoftverből indult és végigment (a fentebb ismertett) grafika–CAD-GIS konverzió útján.

A 3. (részletes) szint részletes leírása:

- Domborzatrajz: fő-, alap- és segédszintvonal, valamint a kiegészítő domborzati elemek (összesen 16 réteg);
- Vízrajz: folyó- és patakhalózat, állóvizek, kiegészítő vízrajzi elemek (összesen 7 réteg);
- Fedettség I.: erdők, szántók, rétek, beépített és üzemi területek (összesen 18 réteg);
- Fedettség II.: egyedi lakó- és üzemi, valamint kiemelt épületek (összesen 3 réteg);

- Határok: megyehatár (összesen 1 réteg);
- Közlekedés: teljes út- és vasúthálózat, egyéb közlekedési elemek (összesen 20 réteg);
- Piktogramok: grafikaként (vonal, felület) definiálva a díszítő funkciót szolgálják (összesen 113 réteg);
- Névrajz: hegycsúcsok neve és magassági adata (pontoszerű elemek; összesen 1 réteg).

A RENDSZERBŐL KINYERHETŐ INFORMÁCIÓK

A rendszer alkalmas tájegység-, közigazgatás-, természetvédelmi-igazgatás valamint egyházmegyei igazgatás alapú keresésre. Az ezek metszeteiből létrejövő összetett keresés is végrehajtható. Az említett területegységekre leválogathatók a hivatalos műemlékjegyzékben szereplő műemlékek, a pontoszerű természetvédelmi objektumok, az egyházi objektumok, a jelzett turistautak, a turistalétesítmények, természetes objektumok (barlang, forrás, hegycsúcs stb.).

További letölthető (ingyenes és kereskedelmi) tartalmak lehetnek: nyomtatásra szánt és GPS-be tölthető térképek, útvonalleírások, tájegység ismertetőik, papír alapú és digitális útikalauzok, különböző turisztikai-idegenforgalmi multimédiás adatok. A rendszer a későbbiekben bővíthető navigációs és útvonaltervező modulokkal.

GIS és GPS

GPS: EGY GIS ALKALMAZÁS

A GIS és a GPS technológiája szoros kapcsolatban van egymással. A térinformatikai adatnyerés egyik lehetséges eszköze lehet a Globális Helymeghatározó Rendszer, újabban a geodéziai, topográfiai és fotogrammetriai felmérésekhez is használnak GPS-eket, így könnyítve meg a terepi adatgyűjtést. E diplomamunka nagy méretarányú turistatérképének illesztőpontjai is ilyen GPS-es mérésekből származnak. A kapcsolatot erősíti az ezekből a helymeghatározó készülékekből kinyerhető útpontok és útvonalak geometriája is. Hiszen ezek épp úgy pontokból (polygonokból) állnak, mint a térinformatika által használt topológiai struktúrák. Ezért a GPS-ek által rögzített adatokból készített állományok nagyon könnyen vihetők át GIS szoftverekbe. Legtöbbször az SHP, MIF és DXF állományokat tudjuk adatcsere-formátumként használni a két platform között.

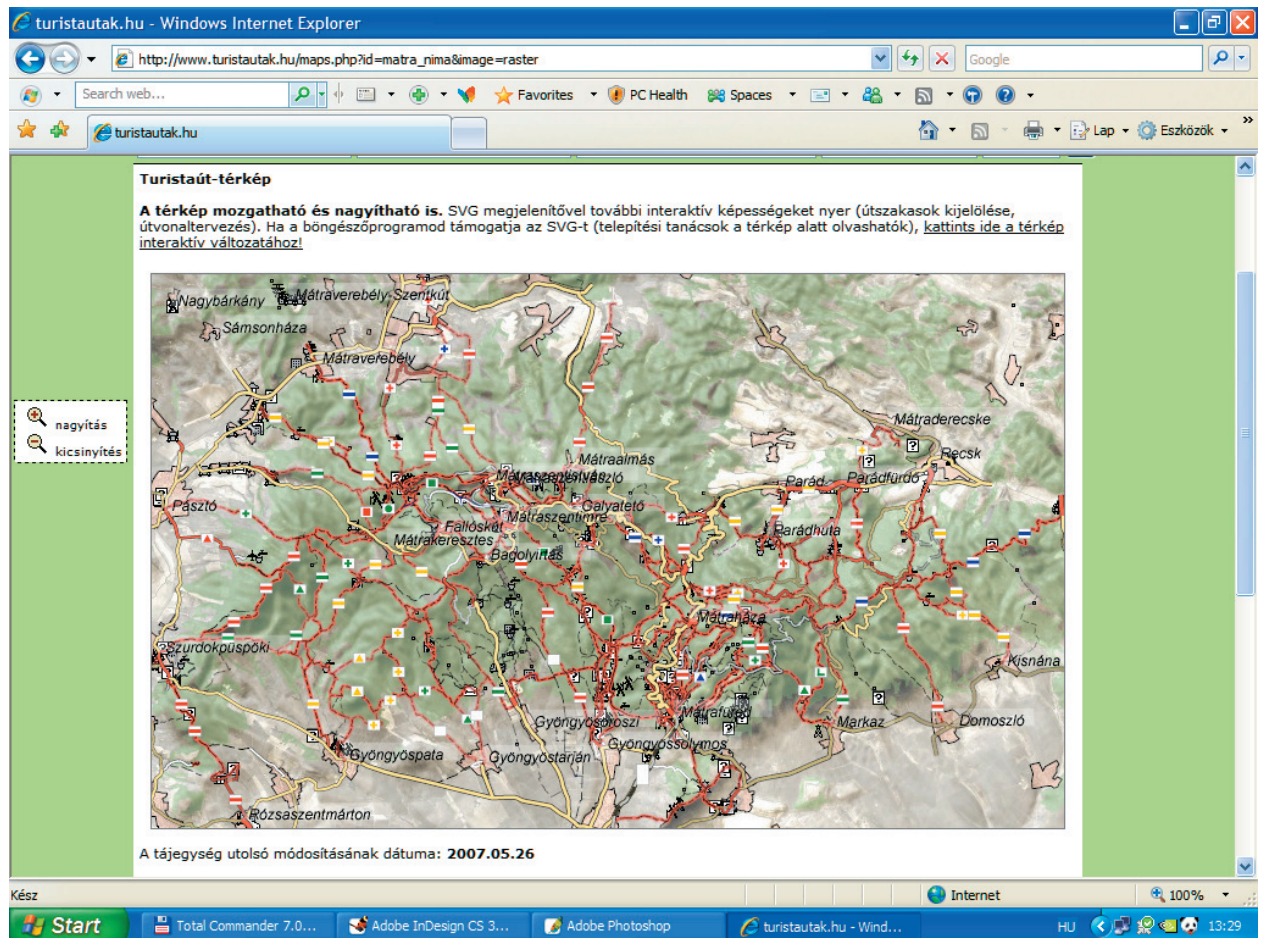
Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy GIS adatok is konvertálhatók GPS-be. A készülékekbe gyárilag beépített, általában azok árába beszámított alaptérképek is valamilyen digitális térképészeti adatbázisból származnak. Ha rendelkezünk megfelelő geometriájú GIS térképpel vagy adatbázissal, akkor saját magunk is feltölthetünk GPS-ekre ilyen állományokat. Mind az autós, mind a sport készülékek egy interaktív felületet jelentenek a felhasználó és a térkép között. Hátrányuk viszont, hogy készülékünkön a térkép csak egy kis részét – az aktuális pozíciónk környékét – láthatjuk egyszerre, egy kis képernyőbe zárva. Ezen még az sem segít, hogy nagyíthatjuk illetve kicsinyíthetjük a nézetet. Szemben a nyomtatott papírtérképpel, melyet kedvünk és a lehetőségek szerint hajtogathatunk ki vagy be. Erről a kérdéskörrel az utolsó fejezetben szólok.

TERMÉSZETJÁRÁS GPS-EL

A természetjárás régóta az emberiség kedvelt időtöltései közé tartozik. Tájékozódás, navigáció és a mindenkori aktuális pozíció ismerete nélkül ez a félig sport, félig hobbi jellegű tevékenység nemigen űzhető. A magyarországi turistatérképek története XIX. századi gyökerekig nyúlik vissza. Első jelentősebb turistatérképeink az Osztrák–Magyar Monarchia ún. III. katonai felmérésének térképszelvényeit használták alaptérképnek. Nem véletlen tehát, hogy a két világháború között megjelent, ún. “angyalos turistatérképek” a katonai térképészet precizitásával, máig meg nem haladott grafikai minőségben készültek (a sors furcsa fintora, hogy ebben az időszakban Magyarországon csak “polgári” térképészet létezett). A II. világháború utáni első kiadványok nevükben ugyan turistatérképek voltak, de csak az általános tájékozódás követelményének tettek eleget. A kissé eltorzított térképekkel “tájékozódva” finomabb “manőverekről” azonban szó sem lehetett...

Később a térképek színvonala és pontossága egyre javult, a rendszerváltozás után pedig sokszínűvé és sokszereplőssé vált turistatérkép-piac. A rendszerváltást a digitális forradalom által indukált technológiaváltás is követte (Magyarországon a kettő szinte egybeesett). Megjelent a GPS technológia, mely mára nagyon elterjedté vált. A nyolcvanas években “teljesítménytúrázás”

néven új “őrület” született (sport vagy nem sport, erről máig tart a vita), a kilencvenes évek végére már az év majdnem minden hétvégéjére jutott egy vagy több ilyen rendezvény. Az ilyen (és egyéb extrém) túrák résztvevői manapság szívesen túráznak GPS készüléssel, potenciális piacot biztosítva a hardver és szoftvergyártóknak.



44. ábra: Magyarország jelzett turistaútjainak GPS-es adatbázisa a www.turistautak.hu című weboldalon található. A kép a Mátra turistaút-hálózatát ábrázolja.

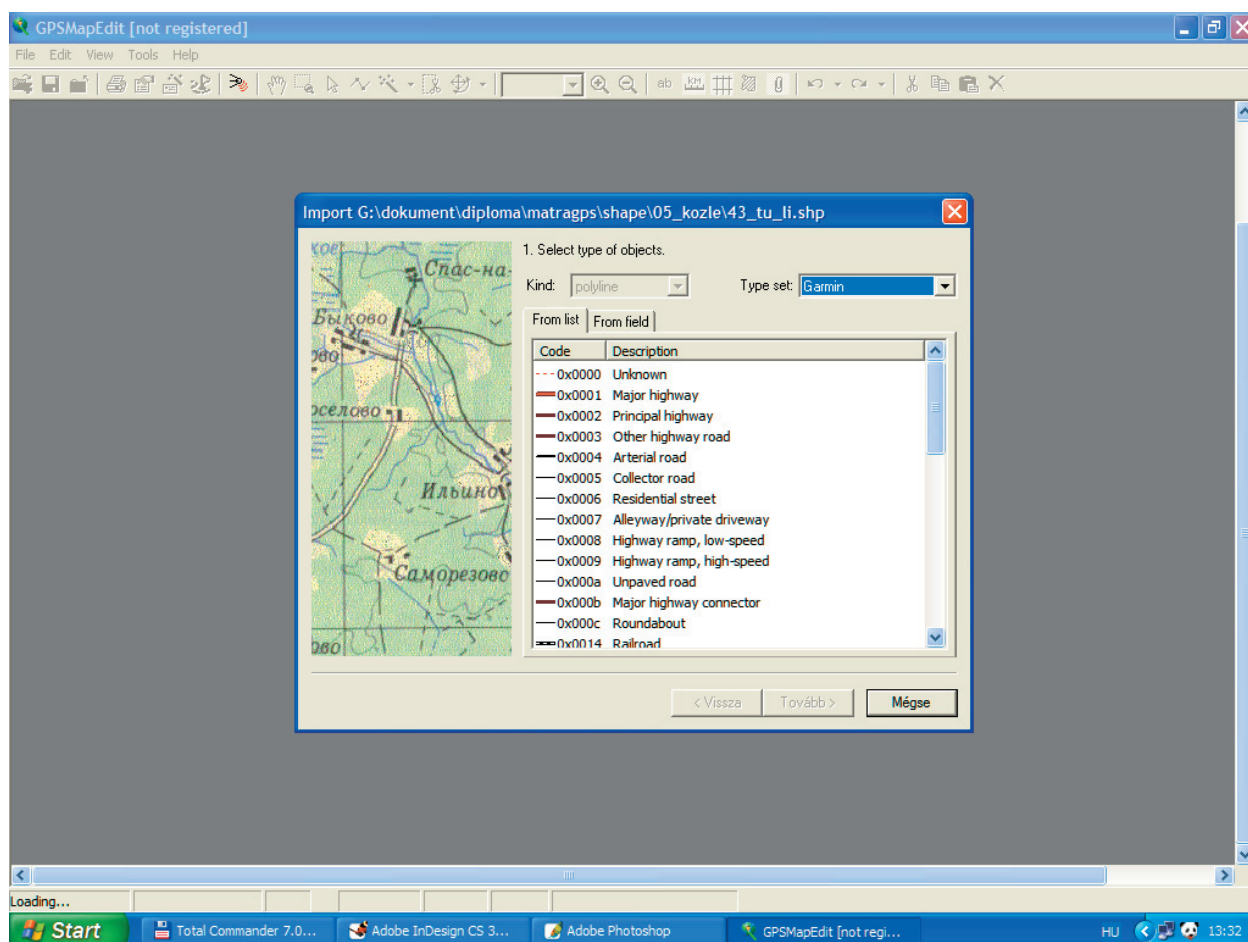
A www.turistautak.hu című honlapon a magyarországi jelzett turistautak GPS-es adatbázisa megtalálható (kiegészítve néhány vonalas és felületi elemmel). Ez az adatbázis (egyelőre) ingyenes, a fenntartók koordinálják, a bennfentes természetjárók pedig szerkesztik az adatokat. Már fentebb említettem, hogy GPS-ekhez készíthető feltölthető bináris állomány. Teljes turistatérképi tartalom is konvertálható a készülékekbe a megfelelő szoftverekkel. Most ezek bemutatása következik.

TÉRKÉPEK GARMIN TÍPUSÚ GPS-BE (GPSMAPEDIT ÉS CGPSMAPPER)

A GPS piacon a Garmin cég által forgalmazott termékek a legnépszerűbbek. A korábban már bemutatott GPSMapEdit programmal tudunk vektoros állományból GPS-es állományt létrehozni. A Megnyitás opcióval csak valamilyen GPS-es térkép-, track-(útvonal-) vagy waypoint-(útpont-) állományt tudunk megnyitni. A térinformatikai formátumok közül korábban csak az SHP kiterjesztésű állományokat tudtuk importálni, a legújabb (1.0.34.5.) verzió azonban lehetővé teszi

a MIF kiterjesztésű állományok importját is. Ebben a diplomamunkában ESRI Shape fájlokkal dolgoztam.

Miután a Fájl / Import opcióval kiválasztottuk az SHP állományt és megnyomtuk a Megnyitás gombot, kapunk egy párbeszédablakot. Itt a következő készüléktípusok közül választhatunk: Garmin, ALAN Map x00 / Holux, Russa, Navitel. Ki kell választanunk a grafika típusát (kód és leírás alapján). A következő ablakban kiválaszthatjuk az adatbázis azon mezőjét, melyet label-ként (címke) hozzá szeretnénk rendelni a grafikához. A 3. ablakban a koordinátarendszer, a vetület és a dátum megadása következik. A 4. ablak az importálandó nagyítási szinteket mutatja (alaphelyzetben itt csak a Level0 értéket látjuk), ezt fogadjuk el. A Befejezés gombra kattintva megjelenik a grafikánk abban a vetületben és koordinátarendszerben, melyet az imént megadtunk.

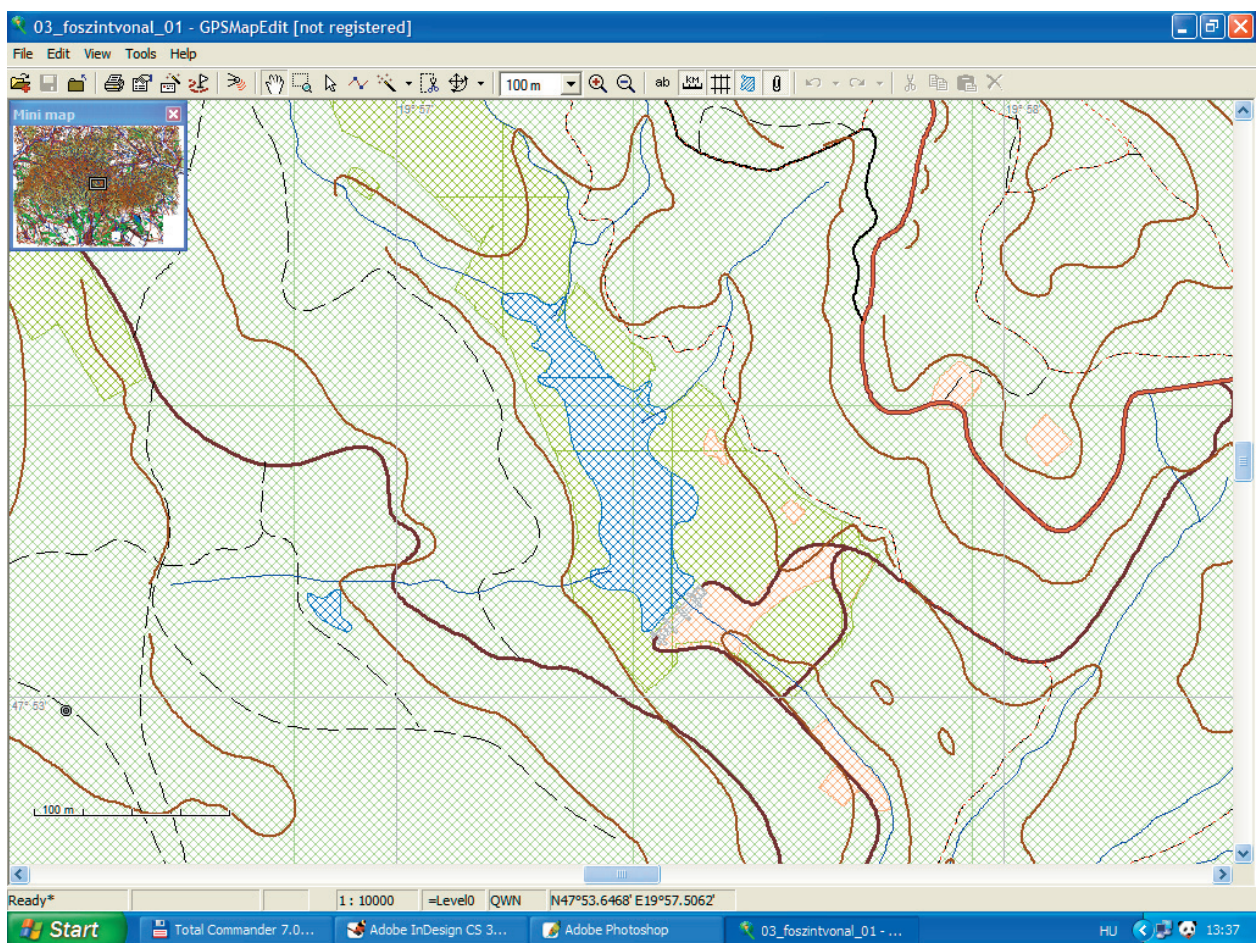


45. ábra: A GPSMapEdit programba történő állományimport esetén először meg kell adnunk néhány paramétert. A képen vonalas elemet importálunk, így vonaltípusok közül választunk.

Nézzük végig a Fájl / Térkép beállításai menüpont opcióit! A Fejléc lapon meg kell adnunk egy nyolcjegyű egész számot, ez lesz a térkép azonosítója (ID; Garmin típusú készülékekhez megadása kötelező!). A Név mezőbe írunk be egy néhány karakterből álló nevet! A Magassági egységet méterre állítjuk, kiválasztjuk a megfelelő kódtáblát. A Levels (Szintek) fülön definiálhatunk újabb nagyítási és láthatósági szinteket. A Level0 szinten az összes objektum látszik. A cGPSMapper fülön a fordító segédprogrammal kapcsolatos beállítások végezhetőek el. Ha a végső, bináris állományunkban több rétegünk lesz – azaz több IMG állományt töltünk egymásra –, akkor

itt célszerű engedélyezni az Átlátszó térkép opciót. Ha ezt elmulasztjuk, akkor a GPS-be utolsónak betöltött fájl letakarja az összes többi. A következő négy fül további információkat szolgáltat az állományról.

Egy állományba több SHP kiterjesztésű fájlt is importálhatunk. Miután az import és a beállítás befejeződött, kattintsunk a Fájl / Mentés másként parancsra, és válasszuk a Polish Format (MP) lehetőséget! Ezután zárjuk be a Shape állományt és nyissuk meg a most létrehozott MP állományt! Ha ezt a fájlt a Global Mapper-rel hoztuk létre, akkor itt kapcsolódunk be a folyamatba (természetesen a beállításokat itt kell elvégeznünk). Válasszuk a Fájl / Export / Garmin IMG / cgpsmapper.exe opciót! A Mentés gombra kattintva újabb párbeszédpanelt kapunk, ahol meg kell adnunk a cgpsmapper.exe állomány elérési útját. Ezután a Futtatás gombra kattintunk, ekkor a fordító elvégzi a fordítást és létrejön a bináris IMG állomány. Ezt azután – ellenőrzésképpen – megnyithatjuk.



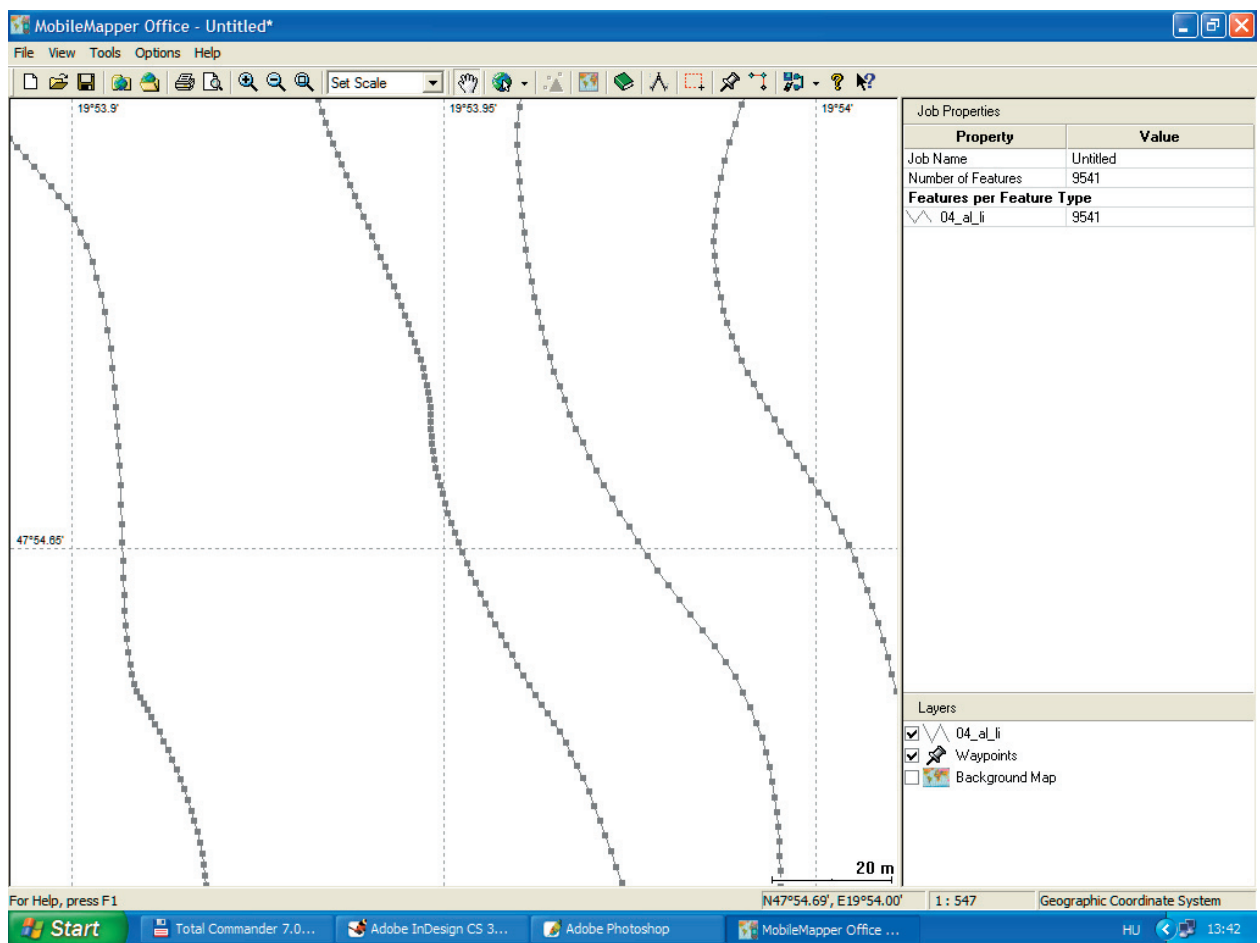
46. ábra: A GPSMapEdit programból hívjuk meg a cGPSMapper fordítóprogramot. A bináris, IMG kiterjesztésű állomány jól láthatóan poligonokból áll össze. Ezt már a GPS is értelmezni tudja.

A kész IMG állományt a SendMap20 nevű programmal tudjuk Garmin típusú GPS készülékre feltölteni. A Térkép hozzáadása gombbal tudunk IMG állományt felvenni a listára. Az Eszköz opciót vagy Auto-n hagyjuk vagy az USB / COM portok közül kiválasztjuk a megfelelőt. A Kapcsolódás gomb megnyomásával kapcsolódunk az eszközhöz. A Térkép feltöltése GPS-be és a Térkép törlése GPS-ről feliratú gombokat értelemszerűen használjuk. Munkánkat a terepen teszteljük, mint ahogy az e diplomamunkában bemutatott Mátra turistatérképpel is történt!

TÉRKÉPEK MAGELLAN TÍPUSÚ GPS-BE (MOBILEMAPPER OFFICE)

Magellan típusú GPS-ekbe tölthető térképek a MobileMapper Office nevű programmal hozhatók létre. A kezdőképernyő háttérében egy beépített világtérképet látunk, mely nagyon hasznos viszonyítási alapot ad. Háromféle vektoros formátum (SHP, MIF, DXF) importálható a Fájll / Import menüpont segítségével. Georeferált állományok esetében azok egyből földrajzi helyükön jelennek meg a beépített világtérképen. A megnyitott állomány attribútumai a Feature Library Editorral szerkeszthetők, a módosítások projektállományba elmenthetők (MMF). A megnyitott SHP, MIF vagy DXF állományt a Mentés másként menü segítségével menthetjük ún. Job fájlba (MMJ; Munkaállomány).

A bináris fordításhoz még további eszközök használata szükséges.



47. ábra: A MobileMapper Office képernyőjén megnyitott DXF állomány látható. A szintvonalak “szépségéről” a sok töréspont gondoskodik. Valamit valamiért...

TÉRKÉPEK ÉS NAVIGÁCIÓS SZOFTVEREK PDA KÉSZÜLÉKEKRE

A PDA (Personal Digital Assistant – Személyi Digitális Asszisztens) egy korlátozott funkcionalitású, asztali vagy más számítógépbázissal együttműködő tenyérnyagyságú számítógép. Manapság egyre több olyan PDA és mobiltelefon jelenik meg, melyek már beépített GPS vevővel

rendelkeznek, de külső GPS vevő csatlakoztatásával mindegyik alkalmassá tehető a navigációra. Ehhez két dologra van szükségünk: térképekre és navigációs szoftverekre.

A navigáció egyik legfontosabb része a térkép, melynek részletessége (lefedettség) és az adatok pontossága határozza meg hogy hol és hogyan számíthatunk GPS rendszerünk támogatottságára. A nagy európai térképész cégek (TeleAtlas, Navteq) adatbázisai már tartalmazznak Magyarországi térképet is. Ezeket, a GIS adatbázisban tárolt térképeket azonban nem elég egyszer elkészíteni, hanem folyamatosan karban is kell tartani. Gondoljunk csak az úthálózat folyamatos változására (autópálya- és útépités, csomópontok átalakítása, körforgalmak kialakítása)! Fontos szempont a frissítés gyakorisága, valamint ennek az anyagi vonzatai is.

A navigációs szoftverek legfontosabb feladata, hogy a GPS vevő által adott pozíciót a térképre illessze, a kiválasztott célhoz vezető optimális utat megtervezze és a felhasználót folyamatosan tájékoztassa a haladási irányról. Ezáltal mindig tudjuk, hogy merre járunk és merre kell továbbhaladnunk úticélunk felé. Ha eltévesztjük a tervezett irányt, a program azonnal újratervez és korrigálja a tervet.

Jelenleg a következő, Magyarország térképpel, magyar kezelőfelülettel és hangutasításokkal rendelkező navigációs megoldások érhetők el:

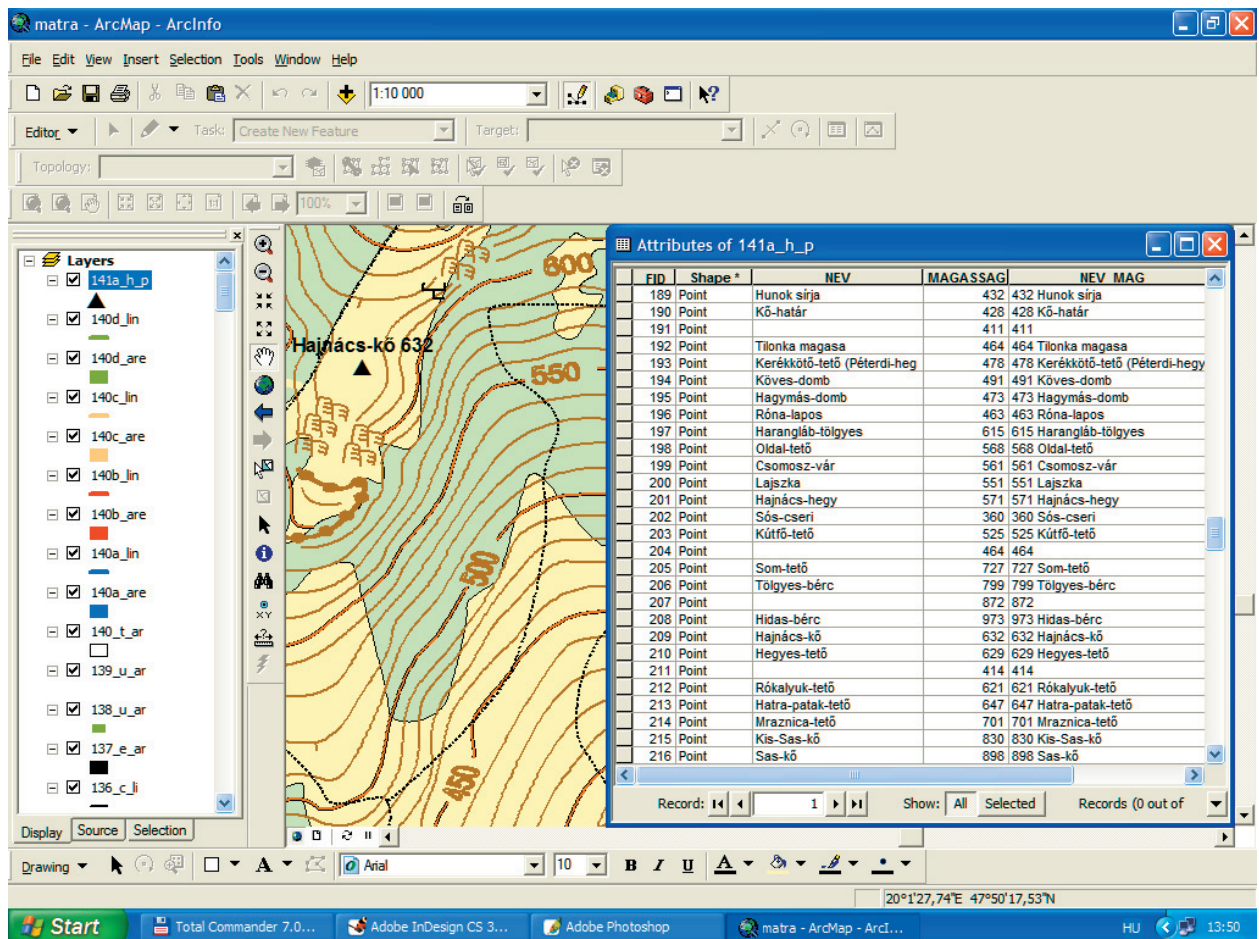
- Aeromap (csak Windows Mobile operációs rendszeren fut);
- Garmin MobileXT + Naviguide 4.4;
- iGo (csak Windows Mobile operációs rendszeren fut);
- TomTom Navigator 6
- Útinfo v2 Lite (csak Windows Mobile operációs rendszeren fut);
- Wayfinder [KUTYU];

Ez a kis összeállítás is a GIS és GPS közötti szoros együttműködését példázza. A jelen diplomamunkában ismertett Kárpát–Pannon Információs Rendszer hosszútávú fejlesztései között szerepel a terület navigációs szoftverének kifejlesztése, melyhez maga a rendszer szolgáltatná a – bizonyos időközönként frissített – adatokat.

GIS ÉS GRAFIKA (ADATTÁROLÁS ÉS NYOMTATÁS)

GIS: HATÉKONY ADAT- ÉS INFORMÁCIÓTÁROLÁS

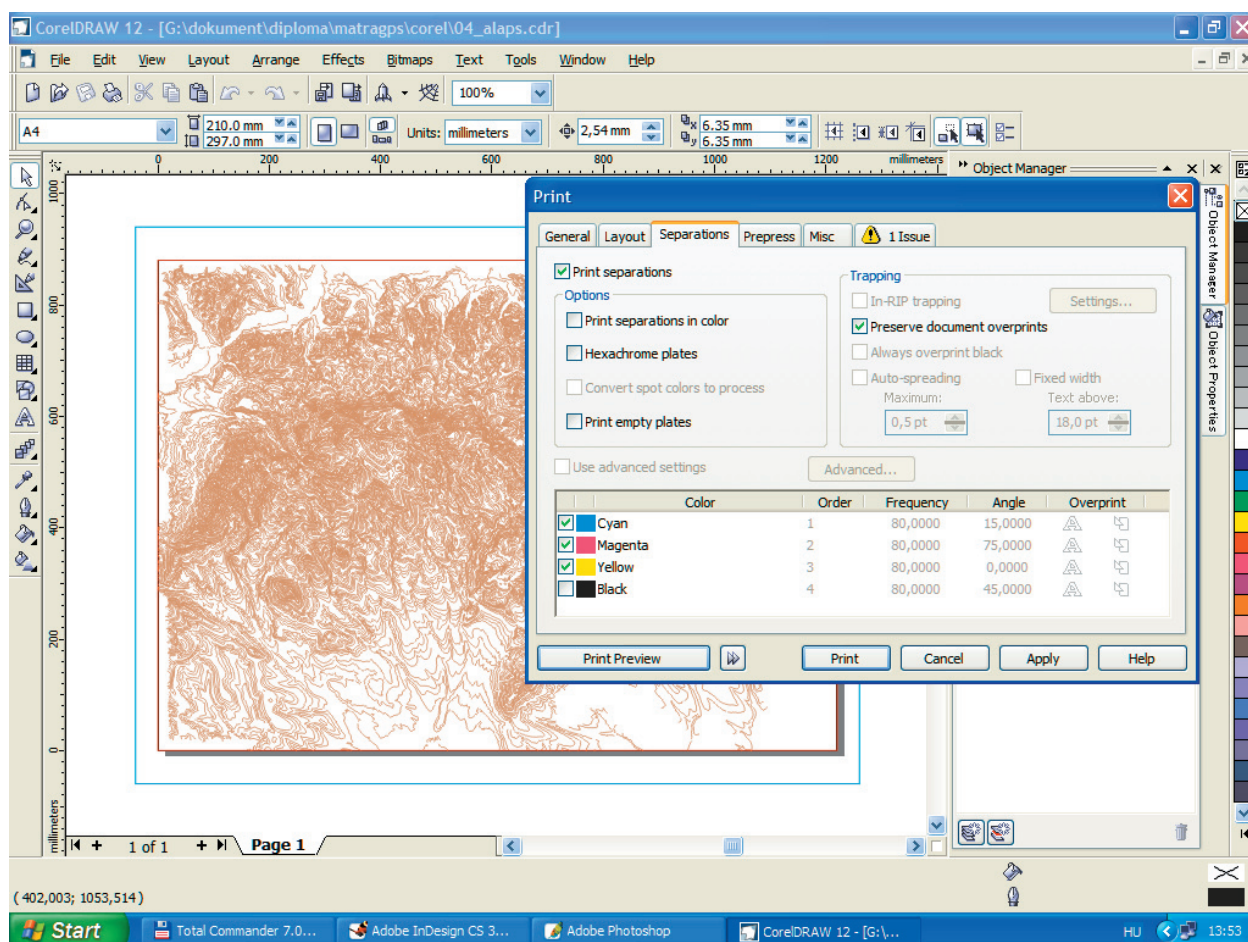
A következőkben a térinformatikai és a grafikai rendszerek sajátosságairól lesz szó, a GIS–CAD–grafika konverzió szemszögéből. Az előző fejezetekben láthattuk miért, de főképpen hogyan készíthetünk egy grafikus állományból GIS adatbázist. Az elérendő cél az volt, hogy adataink egységes rendszerben, áttekinthetően, könnyen módosíthatóan és a valós tér modelljeként álljanak rendelkezésünkre. A hosszadalmas konverziós és integrációs műveletek eredményeként létrejött rendszer kielégíti ezeket a kritériumokat. A térinformatika lényege (és egyben előnye), hogy a grafikához adatokat kapcsolhatunk, azokat adatbázisban tárolhatjuk. A Kárpát–Pannon Információs Rendszerben az ún. relációs adatmodell került alkalmazásra. A GIS szoftverekkel különböző bonyolultságú (egyszerű és összetett) kereséseket, lekérdezéseket, elemzéseket végezhetünk az adatbázisokban. Ezekből gyorsan és egyszerűen generálhatunk új tematikát, majd új térképet. A tematikus térképek készítéséhez a térinformatika nagy segítséget tud nyújtani. Már mai világunkban is nagyszámú adat tárolódik adatbázisokban, adattárházakban, információs rendszerekben. Fontosságuk a technika további fejlődésével és a különböző technikai ágak integrálódásával bizonyosan nőni fog.



48. ábra: A GIS meghatározott topológiájú geometriával és e geometriához tartozó adattáblával dolgozik. A hegycsúcsnevek és magasságok összevonhatók egy újabb oszlopban, majd megjeleníthetők a képernyőn.

GRAFIKA: PROFESSZIONÁLIS NYOMDAI ELŐKÉSZÍTÉS (SZÍNREBONTÁS)

Míg a térinformatika előnye hatékony adatkezelési lehetőségeiben rejlik, addig a grafikai programok a nyomdai munkálatok előkészítésében verhetetlenek. Mint láttuk, a számítógépes térképészet kialakulása az asztali kiadványszerkesztéshez (DTP), illetve e kiadványok előállítására képes szoftverekhez kötődik. A hagyományos térképészeti eljárásban, a tussal pauszpapírra vagy asztronra (mérettartó rajzfólia) rajzolt grafikának bonyolult nyomdai előkészítési folyamaton (maszkolás, asztronforgatás) kellett átmennie, mire a nyomólemeze került.



49. ábra: A CorelDRAW képes a digitális állományt nyomdai színekre bontani, az egyes színek külön-külön meg is tekinthetők, majd az állomány ún. PostScript (EPS) fájlba írható. Itt a szintvonalak 3 nyomdai színből állnak, de a PANTONE színskálának köszönhetően ún. direkt színnel (pl. barna) is definiálhatók lettek volna.

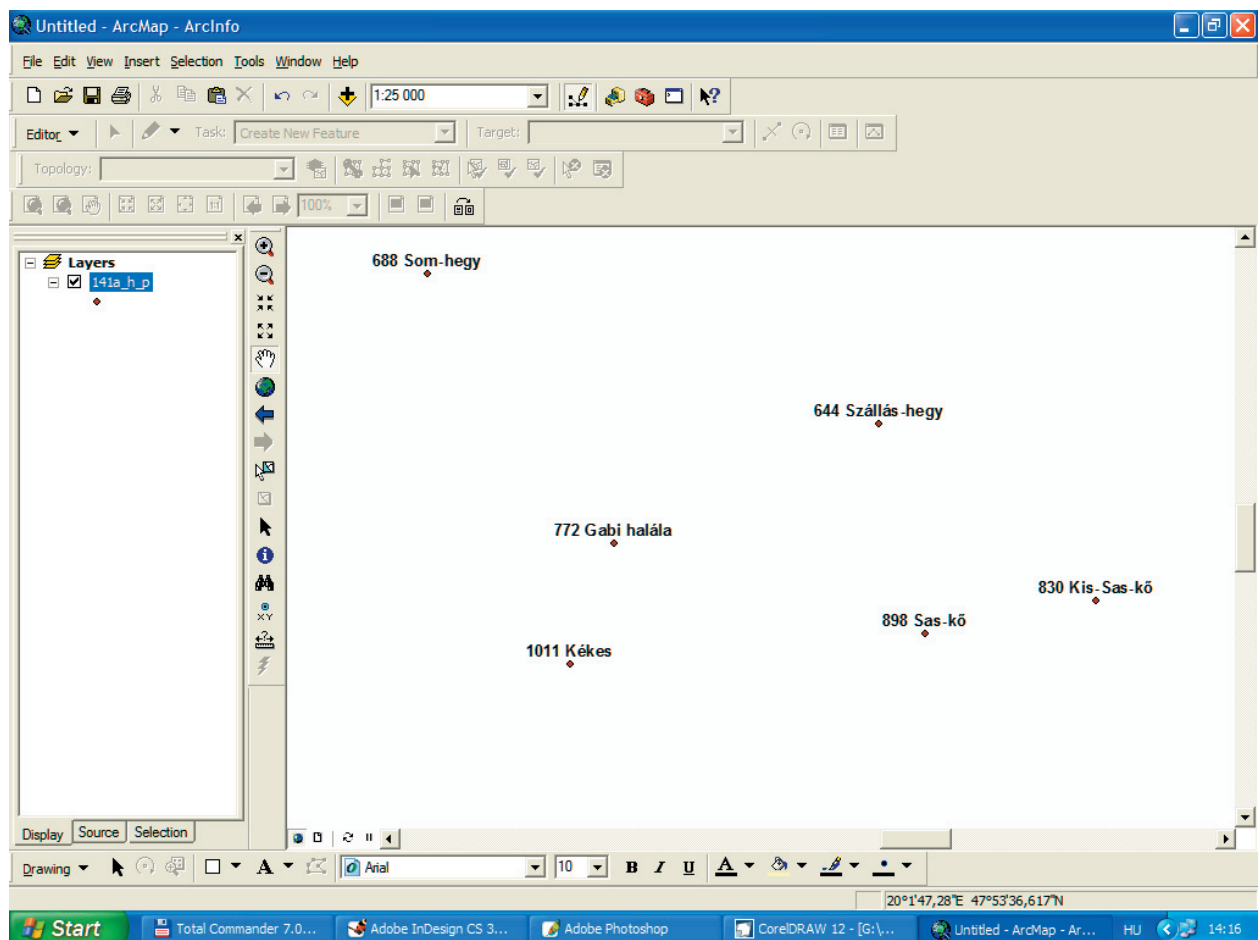
A színrebotás kifejezés azt jelenti, hogy grafikus térképállományunkat annyi nyomdai rétegre kell szétbontanunk, ahány nyomdai színt használni kívánunk a végtermék előállításához. A hagyományos kartográfiában ez az jelentette, hogy (pl. négy nyomdai szín alkalmazása esetén) négy különböző nyomdakész filmet kellett előállítani. Ezután e filmek tartalmát külön-külön egy-egy nyomólemezeztre másolták (levilágítás). A digitális kartográfia az ún. CTP (Computer To Plate – Számítógépről a lemeze) eljárást alkalmazza. Ez azt jelenti, hogy a grafikai programmal előállított és színrebotott digitális állományból egyből a nyomólemezeztre történik a levilágítás, tehát az előbbi folyamatban említett “nyomdakész film” fázisa kimarad. Mindhárom említett grafikai

program (CorelDRAW, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand) képes a színrebotásra, színmodellek kezelésére, direkt színek definiálására, a nyomdai elvárásoknak megfelelő formátumú (EPS; Encapsulated PostScript) állományok generálására.

Egy nyomólemezen egy állomány több oldala, vagy több állomány is elhelyezhető. Ezek egymáshoz képesti helyzetének meghatározását és az állományok lemezen történő elhelyezését nevezzük (digitális) montírozásnak.

EXPORTÁLÁS GIS SZOFTVERBŐL (EMF)

Ha a térinformatikában tárolt adatbázisunk térképi tartalmát szép grafikával ki szeretnénk nyomtatni, akkor vissza kell térnünk a grafikai programokhoz. Az előzőekben ismertettem a grafikai szoftverek nyomtatást előkészítő professzionális képességeit. A GIS-grafika konverzió útja kettős: a grafikát és a névjazot is exportálni szeretnénk. Igen ám, de láttuk, hogy a CAD formátumai (DXF, DWG) csak a grafika átvitelére alkalmasak. Keresni kell tehát egy olyan állományformátumot, amely a címkeként (label) a GIS képernyőjén megjelenő szöveges objektumokat szöveggként exportálja. Az sem hátrány, ha az ívre illesztett helyzet megmarad. Létezik ilyen vektoros formátum, mégpedig az EMF (Enhanced MetaFile; Továbbfejlesztett Metaállomány), mely ráadásul a Windows operációs rendszer egyik beépített vektoros formátuma.



50. ábra: A GIS-grafika konverzió legkényesebb eleme a szöveg. Az EMF (és még néhány vektoros állományformátum) alkalmas a címkeként (label-ként) a képernyőre kiíratott szöveg átvitelére grafikai programba.

A következő folyamatot az ESRI ArcGIS és a CorelDRAW közötti konverzióval teszteltem le, és csak bizonyos korlátok között használható! Először az adattáblából kiválasztjuk azt a mezőt, melyet címkeként meg szeretnénk jeleníteni a grafikán. Betűtípust, betűméretet, betűszínt és karakterek közötti térközt (szórást) is beállíthatunk. A címkét (szöveget) négyféle módon illeszthetjük vonalas elemhez: a szöveg vízszintes, a szöveg párhuzamos a vonal egy darabjával, a szöveg a vonal ívét követi, a szöveg merőleges a vonal egy darabjára. Pontszerű elemeknél nem kell ívelni a szöveget, felületi elemek nevét sokszor egy vonalra illesztve is megadhatjuk. Beállíthatjuk, hogy a szöveg a vonal melyik oldalán (bal oldalon, jobb oldalon, pontosan a vonalon, mindenképpen észak vagy dél felé) helyezkedjen el. Ha jobb egérgombbal a megnyitott Shape állomány nevére kattintunk és a Címke konvertálása megjegyzésként opciót választjuk, akkor lehetőségünk van fixálni a betűméretet. Ez azért fontos, mert a GIS szoftverekben – alapbeállításként – a címkék (label) mérete mindig ugyanakkora, a nagyítási-kicsinyítési szinttől függetlenül. Nekünk viszont egyáltalán nem mindegy, hogy a vonal mellett (rajta, alatta, felette) mekkora betűnyagsággal látszik a szöveg.

A következő lépésben válasszuk a Fájl / Térkép exportálása menüpontot! Csak a képernyőn látható térkép(darab) kerül exportálásra, erre feltétlenül figyeljünk! A következő vektoros lehetőségeink vannak: EMF, EPS, AI, PDF, SVG. A nem ívelt címkék a konverzió után a grafikai szoftverben is szöveggként kezelhetők, bár a betűméret megváltozhat. A “görbére illesztett” (ívelt) címkék exportálás után betűkre esnek szét, bár a betűk típusa megmarad. A vonalas és felületi grafikai elemeket Global Mapper-rel exportáljuk DXF formátumba, melyet a CorelDRAW programmal megnyitva egyesíthetünk a névrajzzal.

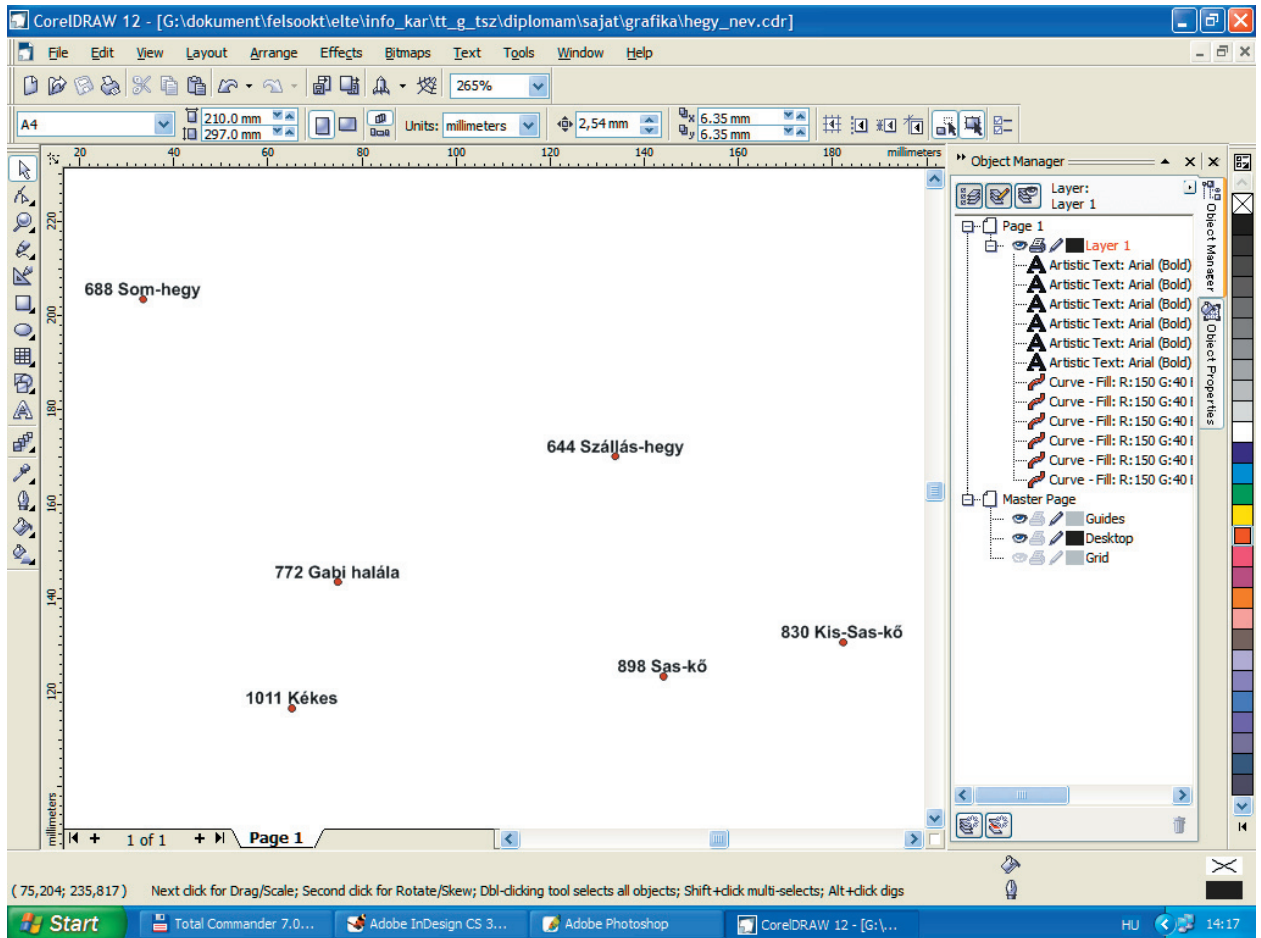
Az itt bemutatott konverziós folyamat jelenleg az egyetlen járható útnak tűnik a (görbére illesztett neveket is beleértve) a GIS és a grafika közötti – nem egészen veszteségmentes – adatcserére. Ennek ellenére nincs kizárva, hogy az egyre gyorsuló szoftverintegrációs törekvések hamarosan túllépnek e folyamaton.

FORMÁZÁS ÉS NYOMTATÁS GRAFIKAI PROGRAMMAL

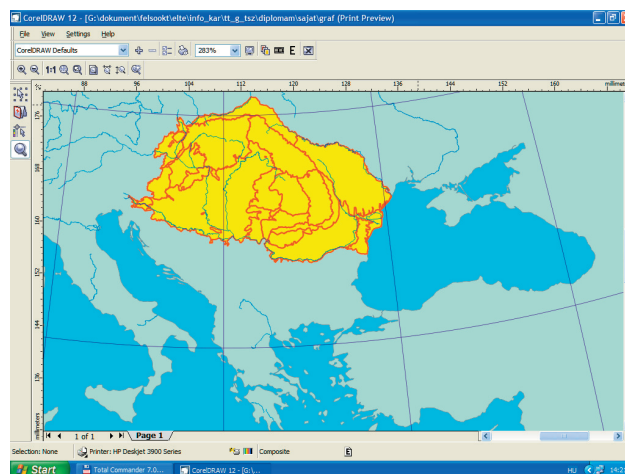
Elérkeztünk a GIS–CAD–grafika konverzió folyamatának utolsó lépéséhez, egyben visszajutottunk e diplomamunka elején tárgyalt grafikus szoftverekhez. Most meg kell formáznunk nyers, térinformatikai adatainkat, hogy azokból egy nyomtatható, szép térképállomány legyen. A vonalas és a felületi elemek DXF-ben érkeztek. A megfelelő rétegekre beimportáljuk ezeket a CAD állományokat, megszüntetjük a csoportokat (Ungroup), vonalvastagságot és színt adunk a kontúrvonalaknak és kitöltéseknek. Ezután beimportáljuk a GIS-ből érkezett névrajzot, melyen elvégezzük a még hátralévő, megfelelő formázási opciókat (betűnagyság állítása, esetleges görbére illesztés).

Ideális esetben minden készen áll a nyomtatásra, vagy a színreállítás utáni levilágításra kerülő állományok generálására. Azért csak ideális esetben, mert az a valószínűbb, hogy az itt leírtaknál sokkal több munkával érhető csak el ez a közvetlen nyomtatás (színreállítás) előtti állapot. Ha majd ez az eljárás (vagy egy újabb, rugalmasabb) kiforrja magát, akkor a GIS adatokból nemcsak pl. tematikus térképek lesznek könnyen előállíthatóak, hanem szép grafikai kivitelű papír-

térképek is. A térinformatika és a grafika ilyen mélységű összekapcsolásának az igénye egyidős a digitális kartográfival. Jelen diplomamunka kísérletet tett mindkét irányú konverzió-integráció lehetőségeinek és korlátainak bemutatására azzal a nem titkolt szándékkal, hogy ezzel elősegíti a két platform közötti szakadék betemetését.



51. ábra: A GIS programból kiexportált “szöveget” tartalmazó állomány importálása CoreDRAW-ba. Kis mennyiségű szövegnél nem sok dolgunk van, sűrűbb, több szövegnél viszont nem sok esélyünk...



52. ábra: Teljes mértékben GIS adatokból készült térkép nyomtatási képe CoreDRAW-ban.

ZÁRÓ GONDOLATOK

SZOFTVERINTEGRÁCIÓS TÖREKVÉSEK

Napjainkban egyre növekszik az igény komplex, lehetőleg a teljes kartográfiai-térinformaticai folyamatot felügyelő és kezelő, térképkészítésre alkalmas programok iránt. Az általános célú grafikai szoftverek szép grafika előállítására, professzionális nyomdai előkészítésre jól használhatók. A CorelDRAW többverziójú CAD export-import lehetősége, az Adobe Illustrator és a Macromedia FreeHand diagram-készítési lehetősége mutat csak túl az egyszerű grafikán. Az OCAD, mint speciális térképészeti szoftver csak a CAD és az SHP export-importja révén mutat tovább a GIS irányába. A CAD alapú programokkal már létrehozható a GIS által megkövetelt korrekt geometria, állományformátumaik révén e szoftvercsalád a grafika és a GIS között helyezkedik el. Tematikus térképek automatikus generálására alkalmatlanok. A GIS és GPS alapú programok által kezelt állományformátumok geometriája kötött topológiai struktúrán alapul, melyet rajtuk kívül csak a CAD szoftverek képesek előállítani. Georeferálásra és valódi 3D-s megjelenítésre is csak a (legalább félig) GIS szoftverek képesek. Tematikus térképek automatikus generálására pedig csak a GIS szoftvercsalád tagjai használhatók.

Az ESRI ArcGIS Desktop rendszere már elmozdult a kartográfiai szemlélet megvalósítása felé. Kifejezetten a "Kartográfiai megjelenítések" nevet adták azon opciósorozatnak, melyek révén hagyományos térképészeti problémákat oldhatunk meg az ArcMap kezelőfelületén. A kartográfiai szimbólumok és térképjelek ugyanazon adatbázisból generált megjelenítése, kezelése a kartográfiai megjelenítésekkel leegyszerűsödik. Egy adatbázisból könnyen előállíthatók többszörös térképi termékek, lépték rendelhető a megjelenítéshez és térképsorozatok generálhatók. Földrajzi elemek éppúgy definiálhatók, mint a szimbólumok, utóbbiak átalakíthatók térképjelekké. A geometriai hatások, a felülbíráások és a szabad megjelenítések segítségével pedig az elkészült térkép igencsak szép grafikai kivitelű is lehet [ESRI 1].

Az ACD Systems of America által fejlesztett Canvas X GIS+ nevű terméke – úgy tűnik – már képes végig menedzselni a térképkészítési folyamatot. Moduljai a következők:

- GIS;
- Közös munkafelügyelet;
- Grafika;
- Képszerkesztés;
- WEB;
- Szövegeffektek.

A termék ára 6-700 dollár között van, viszont a következőkben felsorolt, a szoftverben rejlő lehetőségek magukért beszélnek:

- 2104 koordináta (referencia) rendszer;
- 67 főbb vetülettípus (UTM stb.);
- 1052 féle térképvetület;
- 302 féle geodéziai dátum;

- 21 féle szög egység;
- 45 féle hossz egység.

Ha mindehhez hozzávesszük, hogy a program ezenkívül kezeli a georeferálást, a GPS-technológiát, a grafikus alaptechnológiát (Bézier-görbe), a raszteres képszerkesztést, WEB-es alkalmazások készítését és a nyomdai előkészítést, akkor nyugodtan kijelenthetjük, hogy a digitális kartográfia és a térinformatika között már nem is olyan széles a szakadék... [ACDAMERICA].

PAPÍR- VAGY DIGITÁLIS TÉRKÉP?

Ez a kérdés a mai térképész szakmában egyre fontosabb lesz. Ki gondolta volna 25–30 évvel ezelőtt, hogy a színes, hajtogatott, esetleg az autó hátsó ablakában a napon felejtett, kifakult térképeket, atlaszokat egy napon a GPS-ek, PDA-k és navigációs rendszerek fogják versenyre hívni? Mindkét technológia által előállított termékek mellett és ellen is lehet érvelni. A felhasználó igényeitől és lehetőségeitől, az ábrázolt (és ábrázolható) területtől, az időjárástól, a használat helyétől mind-mind függhet a választás. Az ideális kompromisszum megtalálása – mint minden két- vagy többoperandusú kérdésben – a kartográfia e fontos kérdésében is cél lenne. Valószínűbb azonban, hogy e kérdéskör (is) a térképtudomány filozófiájával mélyebben foglalkozóknak még hosszú évtizedekre “munkát” fog adni.

Személyes véleményem szerint a papírtérképnek elvitathatatlan előnye a digitális termékekkel szemben, hogy a teljes térképtükör (illetve atlaszlap) bármikor kihajtható és egyben tanulmányozható. GPS vagy PDA kijelzőjén csak néhány cm²-es területet tekinthetünk át. Az utóbbi módszerű autós navigációs rendszereknél még előnyt is jelenthet, hiszen nem kell az anyósülésen (esetleg oldalra fordulva) lapozgatnunk a papír alapú kiadványt. Kézi GPS és PDA készülékek esetében alkalmanként szükség lehet egy-egy nagyobb terület részletesebb, egybeni áttekintésére. Erre a célra kiválóan megfelel a hátizsákunkban, táskánkban lapuló hajtogatott vagy atlasz-típusú térképkiadvány. A navigációs rendszerek előnye, hogy mutatják a pillanatnyi pozíciót és a tervezett haladási irányt is. A papír alapú kiadványok színeik, szaguk, tapintásuk révén “emberközelibb” termékeknek tűnnek a “mesterséges” gépekkel szemben. Az Internet megjelenése után nem csökkent a hagyományos könyvek iránti kereslet – ezért nem fog “elenyészni” a papír alapú kartográfia sem.

E diplomamunka zárásaként megjegyzem, hogy a térképész szakmában – véleményem szerint – az ideális kompromisszum a papír alapú és digitális termékek párhuzamos előállítása és kereskedelme. Az egyik nem zárja ki a másikat, sőt...

IRODALOMJEGYZÉK

NYOMTATOTT FORRÁSMUNKÁK

- [BORSY 1998] Általános természetföldrajz (szerkesztette: Borsy Zoltán), Budapest, 1998, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. [a hivatkozott rész forrását írta: Mezősi Gábor, 807–817. o.];
- [FARAGÓ 2005] Faragó Imre: Térképszerkesztés -tervezés (az ELTE belső jegyzete III. éves térképész hallgatók számára), kézirat, lezárva: 2005. január;
- [DR. HEVESI 2001] Prof. dr. Hevesi Attila: A Kárpát-medence és a Kárpátok természetföldrajzi tájtagolásáról (A földrajz eredményei az új évezred küszöbén), A Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei, 2001, Szegedi Tudományegyetem TTK Természetföldrajzi Tanszék;
- [DR. PROBÁLD 2000] Európa regionális földrajza (szerkesztette: dr. Probáld Ferenc), Budapest, 2000, ELTE Eötvös Kiadó [a hivatkozott rész forrását írta: dr. Nemerkenyi Antal, 7–20.o.];
- [ZENTAI 2000] Zentai László: Számítógépes térképészet, Budapest, 2000, ELTE Eötvös Kiadó.

DIGITÁLIS FORRÁSMUNKÁK

Pannon Enciklopédia – Magyarország földje CD-rom (Főszerkesztő: Karátson Dávid – ELTE Természetföldrajzi Tanszék, Kertek 2000 Kiadó, Arcanum Adatbázis, Budapest, 1999.).

INTERNETES FORRÁSMUNKÁK
(2007. MÁJUS 29-ÉN MŰKÖDŐ HIVATKOZÁSOK)

[ACDAMERICA]	http://www.acdamerica.com/support-canvas/tutorials/tutorials.html ;
[BENTLEY]	http://www.bentley.com/hu-HU/Products/MicroStation/ ;
[CGPSMAPPER]	http://cgpsmapper.com/ ;
[ESRI]	http://www.esrihu.hu/software/desktop.html ;
[ESRI 1]	http://www.esrihu.hu/software/desktop/KartoMegjelenites.html ;
[GLOBALMAPPER]	http://www.globalmapper.com/ ;
[GPSMAPEDIT]	http://www.geopainting.com/en/ ;
[GRAPHIT]	http://195.56.178.60/gis/Termékek/Asztaliszoftverek/GeoMediaProfessional/tabid/318/Default.aspx ;
[KUTYU]	http://www.kutyu.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=993&Itemid=49 (Réti Zoltán: PDA navigációs szoftverek);
[MICRODEM]	http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem.htm ;
[THALESNAVIGATION]	http://thalesnavigation.com/
[VARGA]	http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm (Varga József: A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig);
[VARINEX]	http://www.varinex.hu/varinex/index.phtml?agid=67
[WIKIPEDIA 1]	http://en.wikipedia.org/wiki/Corel ;
[WIKIPEDIA 2]	http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Illustrator ;
[WIKIPEDIA 3]	http://hu.wikipedia.org/wiki/AutoCAD ;

MELLÉKLETEK

NYOMTATOTT MELLÉKLET

- A Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (2007).

TÉRKÉPMELLÉKLETEK

- A Kárpát–Pannon térség természetföldrajzi nagytájai;
- A Kárpát–Pannon térség természetföldrajzi középtájai.

DIGITÁLIS MELLÉKLET (DVD)

- Jelen diplomamunka digitális változata (PDF);
- A Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (2007) DOC és PDF formátumban;
- A Kárpát–Pannon térség áttekintő térképei (TIFF);
- A Kárpát–Pannon térség domborzatmodellje (HGT, DEM, GeoTIFF);
- A Kárpát–Pannon Információs Rendszer részletes műszaki leírása;
- Magyarország jelzett turistaút adatbázisa;
- Kárpáti tájak – Pannon képek (fényképek a Kárpát–Pannon térség tájairól);
- A Global Mapper (próbaverzió), MicroDEM és GPSMapEdit programok legújabb változatai.

FELHASZNÁLT ALAPANYAGOK

TOPOGRÁFIAI ÉS AKTUALIZÁLÁSI ALAPANYAGOK

- Az 1 : 1 000 000-s méretarányú világtérképmű polikónikus vetületű szelvényei (K-33, 34, 35, 36, L-33, 34, 35, 36, M-33, 34, 35, 36);
- Magyarország és környéke (1 : 1 000 000 méretarányú, Lambert-Gauss kúpvetületű) térkép; HM Térképészeti Kht. - Digitális változat, 1997.;
- Magyarország és környéke (1 : 1 000 000 méretarányú, Lambert-Gauss kúpvetületű) térkép; HM Térképészeti Kht. - Papíralapú változat, 1997.;
- SRTM 30 szögmásodperc febonatású domborzatmodell a területről.

TEMATIKUS ALAPANYAGOK

- A Pannon Encikloédia - Magyarország földje című kiadvány A Kárpát–Pannon térség természeti tájbeosztása (1997) című térképe a hozzá tartozó tájtagolási listával;
- Prof. dr. Hevesi Attila fent említett cikke a Kárpát-medence és a Kárpátok tájtagolásáról (lásd a Nyomtatott forrásmunkáknál);
- A Mátra és a Mátraalja 1 : 30 000-s méretarányú szabadidő- és turistatérképe (Térkép-Faragó Bt., 2007.);
- Középiskolai földrajzi atlasz (Cartographia Kft., Budapest, 1999.).