

RS&GIS

Távérzékelési Technológiák és Térinformatika

2012 június

II. évfolyam 1. szám



ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék
SZIE Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar Növénytani és Ökofiziológiai Intézet

Tartalom

Szerkesztői köszöntő <i>Licskó Béla</i>	2
Mobil térképezéses adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése <i>Maros Olivér</i>	3
A földtani adatok elérése <i>Síkhegyi Ferenc</i>	12
A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól az ezredfordulóig <i>Zentai László</i>	14
Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer <i>Lelleiné Kovács Eszter, Horváth András, Lellei László, Garzó Zoltán, Rédei Tamás</i>	39
Légi fotogrammetriai, távérzékelési feladatokra tervezett korszerű digitális mérőkamerák <i>Bakó Gábor</i>	52

Szerkesztői köszöntő

Lapunk harmadik száma tematikájában igazán változatos. A szakmatörténeti írások mellett a legújabb technikák ismertetésével találkozhat a kedves olvasó. Közben pedig konkrét és igen eredményes projekt kidolgozásával is megismerkedhet.

A tágabban értelmezett szakmatörténeti anyagok sosem öncélú múltba révedést jelentenek. Egy tömören, de érdeklődést keltve megírt anyag átvezethet a jelen feladataihoz, vagy feltárhat olyan „hibákat” amelyek csak visszatekintve válnak megállapíthatóvá.

A Magyar Állami Földtani Intézet rövid történetét összefoglaló tanulmány is kiegészül a különböző formátumú adatok és információk aktuális elérhetőségének ismertetésével. Eligazítást nyújtva a potenciális felhasználók számára.

Az első digitális adatbázisoktól az 1990-es évek végéig készült digitális térképek tematikájú, nagylélegzetű dolgozatból megismerhetjük (illetve, életkortól függően, visszaidézhetjük) a kezdet kezdetétől (ELTE 1972) a legutóbbi évtizedig megtett utat. Bemutatva a korabeli hardver- és szoftverkörnyezetet éppúgy, mint a fejlesztésben élenjáró szervezeteket. Mindezek mellett még információkat közöl a legnagyobb volumenű digitális térképművekről is. Reméljük, hogy a szerző javaslata szerint valaki megírja a napjainkig tartó folytatást is.

A mobil térképezés, bár több évtizedes múltra tekint vissza, csak a legutóbbi években vált lehetővé hogy „az adatgyűjtés eddig soha nem tapasztalt sebességgel és adatsűrűséggel, a hagyományos pontossági elvárások teljesülése mellett” történjék. Ezáltal hozzájárulva a térinformatikai rendszerek hatékony adatfeltöltéséhez. A gyűjtött adatok számos szervezet számára szolgálnak információval.

A Tájökölógiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer két alrendszere lehetővé teszi, hogy a kutatók hozzáférjenek az adatbázisok és terepi vizsgálatok metaadataihoz is. A másik, a Tanácsadó, amely adott parcella tervezett használati módjának tájökölógiai és természetvédelmi kockázatát értékeli a parcella tulajdonosságainak ismeretében. A cikk a szakmai precizitás megtartása mellett könnyen követhető módon mutatja be a szakértői rendszer felállításának és adatokkal való feltöltésének folyamatát.

A légifotogrammetriai, távérzékelési feladatokra alkalmas legkorszerűbb mérőkamerákat bemutató cikk a rövid technikai leírásokat további információkat adó linkekkel egészíti ki a részletek iránt is érdeklődő olvasók számára. A dolgozatot elolvasva és a technikai paramétereket megvizsgálva jóleső érzéssel állapíthatjuk meg, hogy a hazai berendezések és azok nyújtotta lehetőségek nemcsak ott vannak a világ élvonalában, de a legtöbb tekintetben azok előtt járnak.

Licskó Béla
2012. június 11.

Mobil térképezéses adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

Over the last 20 years, mobile mapping systems have slowly developed from academic research projects to state-of-the-art technology thus in the last few years a number of commercially build systems have appeared. Mobile mapping technology is utilized for the collection of data on road infrastructure or building facades, but first of all some very big companies such as Google and Microsoft created a strong advertisement and demand for the technology. This has resulted rapid development of the technology which can now be regarded as being well established and proven. Recently the rare several mobile mapping system offers available and the question is now increasingly how to manage and display the huge unstructured captured datasets. This article gives an introduction to the technology and shares the experiences of the first hungarian owned and run mobile mapping system. In addition it describes a new concept to display mobile mapped datasets.

Felmérés mobil térképezéssel

A mobil térképező rendszerek fejlesztése közel két évtizedes múltra tekint vissza. A rendszerek tervezésének célja az úthálózat és környezetének lézér szkennelése, a bejárt terület teljeskörű, helyazonosított képi dokumentálása. Az elmúlt évek fejlesztéseinek eredményeképpen áttörés történt a területen, és számos komplex mobil térképező megoldás jelent meg a piacon.

A felmérési technológia egyedülállóan termelékeny, amely jelentős mértékben alakítja át a térinformatikáról alkotott szemléletet és a felhasználói igényeket; ezért a Konasoft Kft. 2011 elején, Magyarországon elsőként állított üzembe komplex mobil térképező rendszert.

A mobil térképezés a hagyományos felmérési módszereket alkalmazó összetett megoldás, ami egyesíti a valós idejű helymeghatározást, a háromdimenziós lézér szkennelést, valamint a felmérési terület folyamatos fényképezését.

Adatgyűjtés

A felmérés során a helymeghatározó és képalkotó rendszerek folyamatos adatgyűjtést végeznek.

A rendszer pozíciójának meghatározása NAVSTAR és GLONASS GNSS vevő segítségével történik. A műholdas helymeghatározásból adódó bizonytalansági hatások minimalizálása céljából a berendezés méri a hordozó gépjármű kerekeinek elfordulását és a gépjármű különböző irányú gyorsulását (utóbbit hat-tengelyű tehetlenségi mérőegységgel – Ring Laser GyroIMU).

A képalkotást szférikus panorámakamera rendszer végzi, hat darab két megapixeles professzionális CCD kamerával, melyek közül öt oldalirányba, egy pedig fölfelé néz. A kamera rendszer másodpercenként legfeljebb 15 képsorozat készítésére alkalmas; az expozíciós idő beállítása az eltelt idő vagy a megtett távolság alapján paraméterezhető.



1. ábra. Mobil térképező rendszer működése

A berendezésen rögzített lézerszkennerek folyamatosan pásztázzák a teret, másodpercenként 40 000 georeferált pontadatot gyűjtve. A szkennerek közül kettő menetirányra merőlegesen, függőlegesen pásztázza a teret 180°-os tartományban; egy pedig a gépjármű mögött az út felületét 90°-os tartományban. A szkennerkonfigurációval a rendszer 30–40 méter sugarú környezetében valósítható meg a 3D adatgyűjtés, a visszaverődési pontok helyzetének a rendszerhez képesti meghatározásával.

A helymeghatározó és képalkotó rendszerek adatait egy központi egység látja el időbélyeggel, 15 ns (ezred milliomod másodperc) pontossággal. A keletkező – képsűrűségtől függően óránként kb. 15–25 GB nagyságú – adatfolyam gyűjtése a gépjárműben elhelyezett számítógépen történik.

Utófeldolgozás

Az egyedi képek kiigazításos illesztésével készülnek a megjelenítendő panorámaképek.

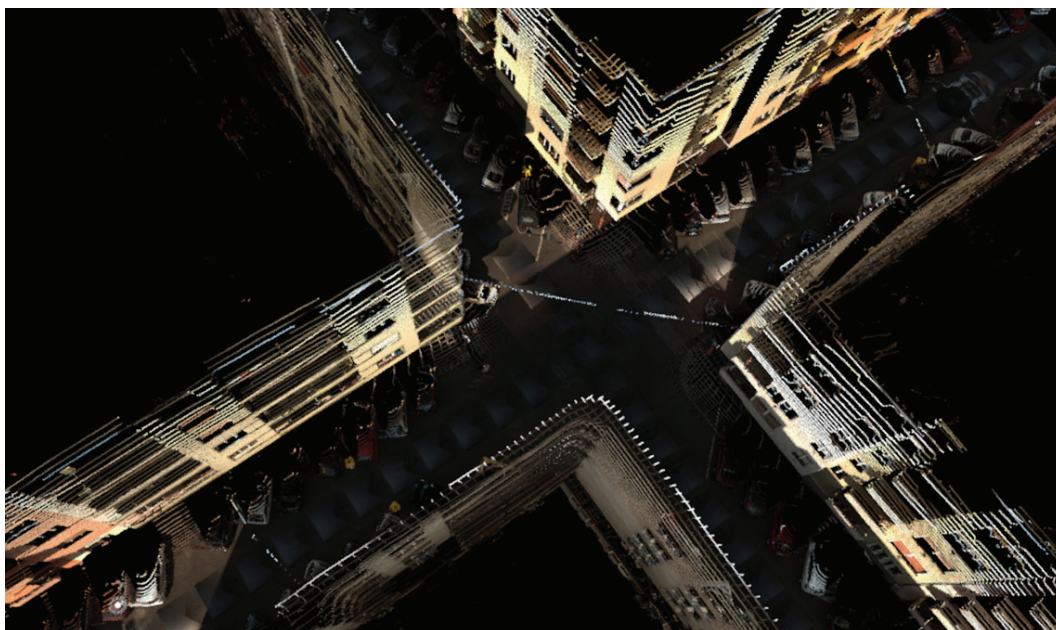
A gyűjtött adatok utófeldolgozása során permanens bázisállomás(ok) vagy virtuális állomás(ok) észlelési adataival történik a pozícióadatok korrigálása. Az utófeldolgozás számítási

kapacitás igénye miatt a feldolgozás alapvetően 1Hz RINEX adatokkal történik, de a feldolgozó algoritmus támogatja a 10Hz adatokkal történő utófeldolgozást is.

Utolsó lépésként a szkennelési és pozícióadatokból történik a korrigált koordináta pontfelhő generálása és színezése, valamint a keletkezett állományok exportja.

Utófeldolgozás során lehetőség van a felmérési állományok automatikus, szoftverrel támogatott adattisztítására, ami a helymeghatározás pillanatnyi hibáiból eredő (önmagában nagy belső pontosságú, konzisztens) állományokat szinkronizálja. Az eljárás a bejárások keresztező szakaszait vízszintes és magassági értelemben szinkronizálja; aminek eredményeképpen a keresztező bejárások és a többszörösen felvételezett állományok felületei (pl.: felsővezetékek, épületsarkok, gépjármű kontúrok) nem szellemképesek, homogének lesznek.

Az adattisztítási eljárás helyreállítja a felmérési állomány belső konzisztenciáját, azaz a relatív pontosságot. Ezzel általánosságban javítjuk az állomány abszolút pontosságát, de nem minden egyes érték esetében automatikusan, ezért a tisztított állományokon kontrollpontok utólagos használatával érhető el a fentiekkel megegyező mértékű abszolút pontosság.



2. ábra. Városi felmérés adattisztítás után

Az utófeldolgozás után, a képi és a szkennelt adatok konzisztenciájának köszönhetően, a megjelenített állományokban a panorámaképek és a koordináta pontfelhő használatával pont, vonal és sokszög vonal mérés végezhető; valamint a mérési adatok exportálhatók.

Felmérési pontosság

A mobil térképezéses felmérés egy összetett tevékenység, aminek a végeredménye rengeteg környezeti és technikai körülmény együttes hatására alakul ki. Ezért pontosság tekintetében a teljes rendszer végeredményét (adatgyűjtés, feldolgozás, megjelenítés) érdemes vizsgálni. Bizonyos mértékig vizsgálható egyes – hardver és szoftver – komponensek szerepe a végeredményben, de ezek módosításában (pl.: hardvercsere, eszköz- vagy szoftverkalibráció) a rendszer komplexitása miatt kicsi a mozgásterünk.

Általánosságban a felmérési pontosság nagymértékben javítható jó GNSS rálátással rendelkező területen történő inicializálással, illetve ennek a területnek az adatgyűjtés előtti és

utáni többszöri, ismételt bejárásával; valamint városi területeken a fedett területek gyors bejárásával és nyílt tereken történő menet közbeni „inicializálással”.

A pontosság kérdését relatív és abszolút pontosság szempontja szerint célszerű megközelíteni.

Relatív pontosság

Relatív pontosság alatt az egyszeri felmérés (bejárás) keretében végzett adatgyűjtés eredményén (pontfelhőn) végzett mérések eredményét értjük.

A rendszerkonfiguráció és -kalibráció geodéziai szintű relatív pontosságot biztosít, ami a megjelenített panorámaképekkel konzisztens. Relatív pontosság tekintetében megállapítható, hogy ezt gyakorlatilag csak a pontfelhő sűrűsége korlátozza, amit – amennyiben a feladat azt indokolja – célszerű a koordináta-pontfelhő interpolációjával sűríteni; ezáltal a relatív pontosság a gépjárműtől távolabbi pontok esetében is optimális szinten tartható.

Relatív pontosság szemléltetésére szolgál a 4. ábra, amely egy autópályaszakasz oldal-eszmérés eredményeit mutatja be. Az adatgyűjtést 80 km/h haladási sebességgel végeztük, a kiértékelés pedig irodai környezetben történt.

Az oldalesés mérése 20 méterenként, (két mért sáv esetén) 7,5 méteres keresztaszvénnyeken történik; célja az autópálya csapadékelvezetési képességének vizsgálata. Az autópálya oldalesése az útvonal ívének függvényében +5,5 és -5,5 százalék közötti tartományban található, és 1 centiméteres magasságkülönbség 0,13%-os oldalesés-különbséget eredményez. Az eredmények összehasonlításával megállapítható, hogy a mobil térképezés alkalmas ilyen pontosságú mérések végzésére; a rendszer relatív pontossága 1 centiméteren belüli értéket mutat (a leírt körülmények között). A mért eredmények (0023 + 520 és 0025 + 060 szelvényeknél) látható eltérése az autópálya és a mérési szelvényezés egymáshoz viszonyított elcsúszására vezethető vissza.

Abszolút pontosság

Abszolút pontosság mérésére geodéziai mérőállomással bemért és felismerhetően megjelölt, mm pontosságú referenciapontok helyzetét határoztuk meg mobil térképező rendszerrel.

A teszt során optimális körülmények mellett (30 km/h haladási sebesség, jó GNSS vétel)

2–3 cm szintű eltérés volt tapasztalható a referencia-eredményekhez képest. Nagyobb sebesség és/vagy nagyobb pontossági igény esetén, az adatok utófeldolgozását 10 Hz bázisállomástartatokkal célszerű végezni, mivel az 1 Hz adatok már nem biztosítják a kellő sűrűségű pontossítást.

Magasan beépített, fedett területeken az abszolút pontosság akár lényegesen rosszabb is lehet, aminek eredményeképpen a keresztvező bejárások koordináta pontfelhői sem vízszintes, sem magassági értelemben nem konzisztensek, azaz különböző irányú pontatlanságok eredményeként a keresztvező pontfelhők szellemképesek. Ilyen területeken az automatikus adattisztítást használva is tökéletesen javítható az állomány konzisztenciája (ld. 3. ábra), azonban az abszolút pontosság (pontatlanság) mértéke akár +/- 50 cm is lehet. Ezért ezeken a területeken, amennyiben ez releváns, kontrollponttal kell javítani az adott bejárás abszolút pontosságát.

Pontosság tekintetében a bejárások időbeni hossza és térbeli kiterjedtsége is korlátozó tényező; ami a helymeghatározás pontatlanságának időbeni halmozódásából, egymásra rakódásából, valamint a feldolgozó és adattisztító algoritmusok technológiai korlátaiból következik. Ennek megelőzésére a terepi adatgyűjtési egységeket érdemes távolság szerint és időben is 2–2,5 órában korlátozni. Célszerű a felmérési területeket úgy kialakítani, hogy a valódi vagy virtuális bázisállomástól mért távolságok kis mértékben változzanak például négyzetes vagy



3. ábra. Autópályaszakasz oldalesésmérés eredményei (2011 szeptember)

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

körszerű egységek képzésével. (Ezek a korlátozó-sok nagy területek geodéziai pontosságú felmérése esetén szükségesek.)

Tesztmérések

2011 őszén tesztméréseket végeztünk az állami földmérés szakembereivel. A mérések célja nagy területek mobil térképezéses felméréseinek megvalósíthatósági vizsgálata volt.

Előzetesen meghatározásra került, hogy milyen munkaterületek lesznek kiválasztva, ahol ellenőrizni lehet a rendszer megbízhatóságát. A cél az volt, hogy többféle mérési körülmény és környezet közepette végezzük el a vizsgálatot. Egy-egy útszakasz legalább kétszer került bejárásra, így a több mérési adat miatt, elvben javul a teszt megbízhatósága. Négy teszterületet jelöltünk ki, amelyek különböző fedettséggel, beépítési móddal, forgalmi helyzettel rendelkeztek; a tesztméréseket a megengedett legnagyobb forgalmi sebességgel végeztük.

A mobil térképezéssel felmért koordináták WGS formátumúak, amelyet a FÖMI EHT2 4.1 transzformációs programmal számítottak át EOVS rendszerbe. A felméréshez hálózati GNSS vevőt és 3" mérési pontosságú mérőállomást használtunk. Az alappont meghatározása GNSS vevővel, hálózati RTK mérési módszerrel, VITEL transzformációval történt, így közvetlenül EOVS koordinátákhoz jutottak. A részletpontokat poláris méréssel határozták meg. Az így elért pontosság 1–2 cm körül van.

Területi egységenként 10–40 ellenőrzési pontot vizsgáltunk, valamint azonos területek különböző időben rögzített felméréseit. A teszt kitért az egymástól távoli felmérések közötti pontossági viszonyok meghatározására.

A teszt rövid összefoglalásának eredménye, hogy a mobil térképezés önmagában nem ad választ minden területen a pontosság teljes igé-

nyére, ezért nagy területek mobil térképezéses felmérésekor az önmagukban konzisztens bejárás szakaszokat kontrollpontok használatával kell beilleszteni a felmért terület megfelelő szakaszába.

Pontosság javítása kontrollponttal

A pontosság kontrollponttal végzett javítása pontfelhőben történik, itt tereptárgyak meghatározásával és a „valós” koordináták megadásával kell az adatgyűjtési állományt újragenerálni. Az eljárással nagy relatív pontosságú adatok abszolút pontossága javítható, a kontrollpontok elhelyezkedésétől függően akár a rendszer fentebb bemutatott pontossági szintjéig. A kontrollpontos javítás során körültekintően kell eljárni, mivel minden egyes kontrollpont egy adott hatósugárban és irányban módosítja a pontfelhő elhelyezkedését.

Képek további feldolgozása

Az automatizált adatgyűjtés kapcsán felmerülő kérdés a képi állományok automatikus (szoftverrel támogatott) felismerése. Az automatikus felismerés véleményünk szerint gyenge határfokkal megvalósítható körülményes eljárás – jelenleg. Hátránya, hogy – a példa kedvéért – 100 kilométeren készülő 20 000 panorámakép (5 méterenként készített képeknél) kiértékelése a projekt kereteit túlnövő számítási kapacitást igényel; továbbá minden tereptárgy több képen is azonosításra kerül, aminek eredményeit egy újabb számítási ciklus keretében szükséges validálni. A látás és észlelés az emberi agy egyik legmagasabb szintű teljesítménye, aminek működését lehetetlen szimulálni, ezért automatizált felismerési folyamat eredményét végső soron emberi ellenőrzésnek kell jóváhagynia.

Az automatikus felismerés fotogrammetriai eljárás, ami nem használja a koordináta-pontfelhőt, így nem rendelkezik annak további előnyeivel.

Projektek során a fényképek személyes tartalmára és a nagyméretű képi állományokra tekintettel az adatok tárolása és kezelése csak szabályozott adatkezelési eljárásoknak megfelelően történhet. A felhasználók csak a munkavégzésükhöz feltétlenül szükséges mennyiségű adathoz férhetnek hozzá, továbbá biztosítani kell a személyi és központi számítógépeken, hogy az adatok ne legyenek jogosulatlanul másolhatók. Az adatkezelés célhoz kötöttségét előíró (jelenlegi hazai) jogi szabályozás miatt, a képekről történő adatrögzítést legkésőbb a projekt zárását követően meg kell semmisíteni a képeket; vagy az átadásra kerülő panorámaképeken biztosítani kell a személyes adatok anonimizálását úgy, hogy azok semmilyen eljárással ne legyenek később visszaállíthatók.

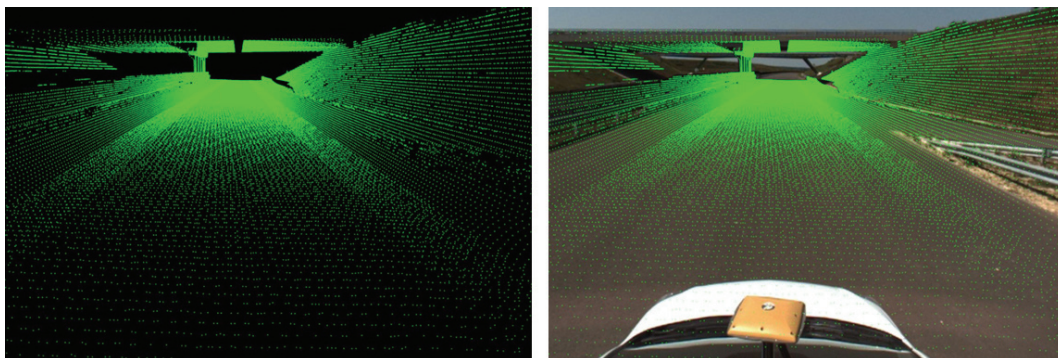
Megjelenítés

A képi állományok használatával hatékonyan végezhető a „terepi” adatgyűjtés, adatrögzítés és adatbázis-építés, aminek alapfeltétele a felismerés, rögzítés, ellenőrzés, javítás és kivételkezelés folyamatát támogató szoftveres alkalmazás.

A komplex mobil térképező rendszerek tartalmaznak adatgyűjtő, feldolgozó és megjelenítő célalkalmazásokat is, ezek azonban önálló, elszigetelt alkalmazások, amelyek sem egymással, sem más alkalmazásokkal nem képesek kommunikációra. A rendszergyártók által biztosított célalkalmazások csak az igények egy részét fedik le, nem rendelkeznek a szoftverek továbbfejlesztéséhez vagy integrációjához szükséges támogatással; a programok közötti adatcsere fájlok exportjával, importjával valósítható csak meg. Ez a megközelítés gátolja a mobil térképezés szélesebb körű elterjedését, mivel a termelékeny adatgyűjtéssel előállított nagy mennyiségű adatból nehezen állítható elő a felhasználók számára szükséges információ. A nagyméretű felmérési állományok kezelésének nehézségei, a csoportmunka támogatásának hiánya és a felhasználók által előállított adatok inkonzisztenciája nem felel meg a vállalati adatkezeléssel szembeni követelményeknek.

Az utófeldolgozás során az adatok szabványos formátumban kiexportálhatók, amelyek egyedi szoftver fejlesztés keretében vagy meglévő térinformatikai alkalmazás integrációjával jeleníthetők meg.

A fentieket felismerve a Konasoft Kft. kifejlesztette saját megjelenítő alkalmazását azzal a céllal, hogy az iparágban elsőként szervertől függetlenül és nagyvállalati informatikai környezetben is elérhetővé tegye a mobil



4. ábra. Pontfelhő, valamint panorámakép és pontfelhőegyettes megjelenítése

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

térképezéssel felmért adatokat. A fejlesztés célkitűzése az alapigények megvalósítása volt, amire a későbbiekben az egyes szakterületi igények fejlesztése és integrációja épülhet.

InfoCity3D projekt

A projekt InfoCity3D, a kliens alkalmazás a CityBrowser3D-nevet kapta. Az InfoCity3D projekt Microsoft .NET fejlesztői környezetben készült. Az alkalmazás a felmérési állományokból exportált panorámaképek és leíró adataik, valamint a koordináta-pontfelhő felhasználására épül.

A szerver-kliens architektúra ideális platform vállalati környezetben, ami támogatja a nagymennyiségű téradat hálózaton keresztül történő optimalizált kiszolgálását, valamint a vállalati jogosultság-kezelési és adatbiztonsági szabályoknak való megfelelést.

A CityBrowser3D moduláris fejlesztési koncepciója biztosítja az egyes funkciók vagy a teljes funkcionalitás integrálását más szerver-kliens vagy web-alapú térinformatikai rendszerbe.

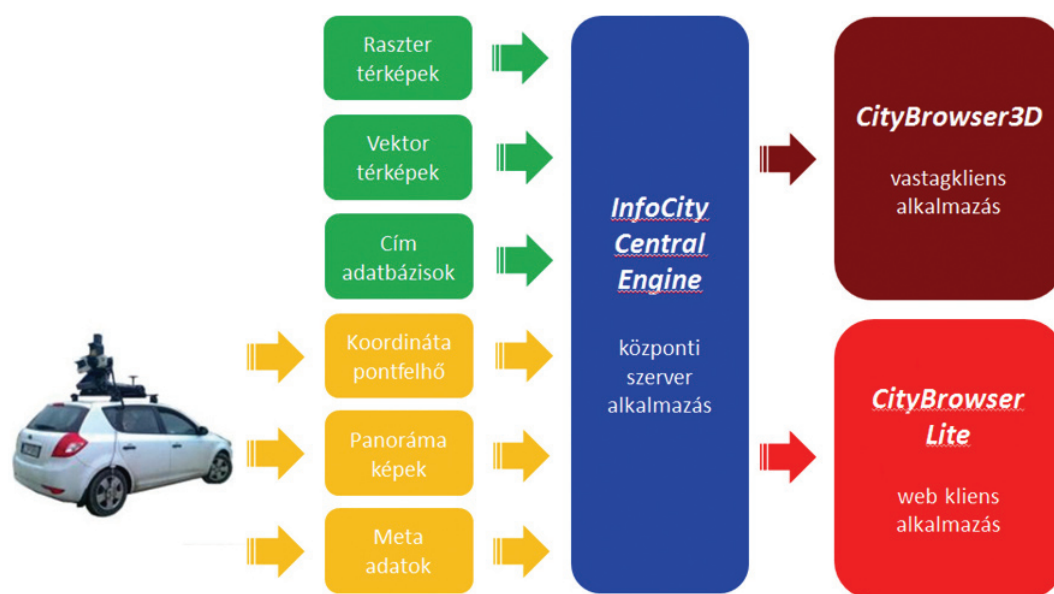
A fejlesztés 2011-ben négy fejlesztő folyamatos munkájával történt, az első modelleket fél

évvel a munka megkezdése után mutattuk be. Az InfoCity3D alkalmazás támogatja:

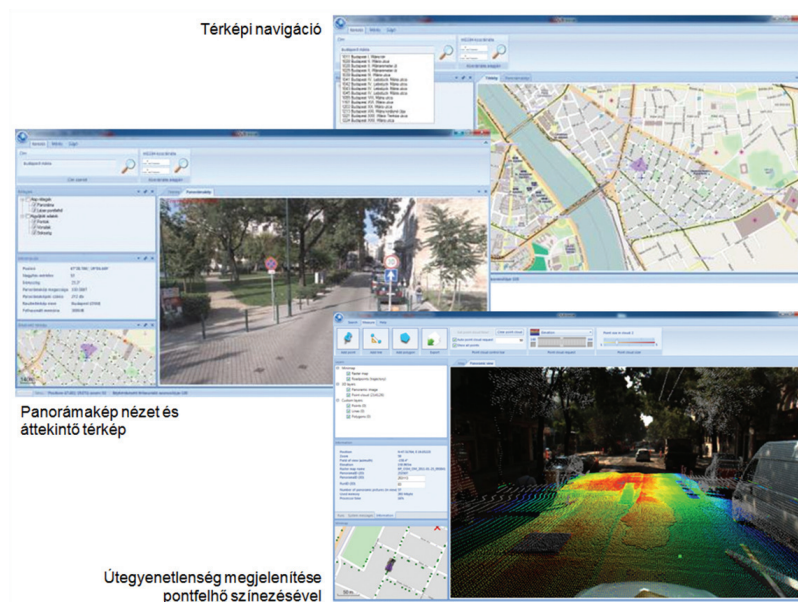
- a térinformatikai alapú adatkezelést, rétegkezelést;
- térképi navigációt és a panorámakép pozíciók térképi megjelenítését;
- a panorámaképek és a koordináta-pontfelhő konzisztens kezelését;
- navigációt a panorámaképeken;
- keresést koordináta, cím, szelvény, vagy attribútum alapján;
- pontok, vonalak, sokszög vonalak mérését és attribútumok hozzáadását,
- adatok exportálását, vagy más GIS rendszer számára adatkapcsolati elérést.

Az alkalmazás szalagmenüs megjelenítéssel és testre szabható felhasználói felülettel rendelkezik, ami támogatja:

- a szoftverablakok többmonitoros megjelenítését,
- mérési attribútumlista helyi szerkeszthetőségét (listahierarchia, attribútumtípusok: szabad szöveges, legördülő menüs, igen/nem kapcsolók),
- funkciógombok kiosztását.



5. ábra. InfoCity3D adatmodell



6. ábra. CityBrowser3D kliens

Továbbfejlesztés

Nagyvállalati bevezetés során elkerülhetetlen az EOVSz transzformáció implementálása. A felmérés és utófeldolgozás eredménye WGS84 rendszerben készül ezért az EOVSz transzformáció csak utólag valósulhat meg. A teljes szkennelt adatbázis mérete meghaladja a (szabványnak tekintendő) EHT2 programmal transzformálható adatmennyiséget, ezért – a WGS84 adatbázis használatával – az EOVSz transzformációt csak a felhasználók által használt adatokon kell elvégezni valós időben az alkalmazás „felületén” (nem beépítve azt az üzleti logikába). Az EOVSz transzformáció megvalósítását mintegy megerősíti, hogy a szakma képviselői csaknem teljes egészében egyetértenek abban, hogy főleg a pontfelhő minden elemét EOVSz koordinátákká transzformálni, és úgy tárolni. Minden keresési feladat, metrikus kiértékelés, objektumszámolás, relatív hely ellenőrzés, megjelenítés elvégezhető a WGS koordinátákkal; és elegendő a felhasználók által kiválasztott adatok körét – valós időben – az EOVSz rendszerbe transzformálni.

A funkcionalitás megvalósítható például a VETÜLET vagy a VITEL programok beépítésével a program „felületi” rétegébe, ami kiterjed:

- a kurzorral kiválasztott koordináták átszámítására,
- keresések transzformációjára,
- mérések és export támogatására valós időben.

Összefoglalás

A mobil térképezés a gyártók és szolgáltatók erőfeszítéseinek fókuszában lévő terület, amely az elmúlt évek fejlesztéseinek és a formálódó igényeknek köszönhetően vált egyedi projektekből reprodukálható terméké és arra épülő megoldáscsomaggá. Az igények kialakításában fontos szerepet játszottak a navigációs és internetes szolgáltatók; kiváltképp a Google Streetview és Microsoft Streetside alkalmazása.

A gyűjtött adatok az útkezelők, közműszolgáltatók, önkormányzatok, földhivatalok, rendvédelmi szervek és még számos szervezet számára szolgálnak információval. Az adatgyűjtés

Mobil térképezés adatgyűjtés és a felmérési adatok megjelenítése

eddig soha nem tapasztalt sebességgel és adatsűrűséggel, a hagyományos pontossági elvárások teljesülése mellett történik. A felmérés hatékonysága révén a térinformatikai alkalmazások aktuális adatokkal tölthetők fel, növelve ezzel azok hatékonyságát és az azokba fektetett erőforrások nagyobb arányú megtérülését. Az adatgyűjtési eljárás hatékonyságának köszönhetően az adatgyűjtés egyedülállóan kedvező ár-érték arányú és a hagyományos felmérési eljárásokkal versenyképes árfekvésű szolgáltatást képvisel.

A rendszer kompakt kialakítása révén a felépítmény más járművön is telepíthető, kalibrálható. Vasúti hajtányon, hajón, quadon vagy kerékpáron történő elhelyezéssel a technológiára jellemző hatékonysággal mérhető fel és dokumentálható vasúti, folyami vagy egyéb pálya.

2011 óta Magyarországon is elérhetők a mobil térképezésre épülő szolgáltatások.

Maros Olivér

Projektvezető, Konasoft Kft.

oliver.maros@konasoft.hu

A földtani adatok elérése

Egy jó földtani adat mindig használható marad

Ismereteink a Földről, s ezen belül hazánkról, egy folyamatosan gyarapodó, a tudomány újabb kutatási eredményeit magába foglaló adathalmazt képeznek. A földtan tudománya bő két évszázadra tekinthet vissza, állandóan tovább gyarapítva és kiindulásnak véve a már meglévő ismeretanyagát.

Természetes, hogy egy országra vonatkozó földtani adatok túlnyomó része az országon belül képződik, és az országon belül van a legnagyobb igény, hogy ezek az anyagok minél szabadabban és hozzáférhetően legyenek eltárolva.

Hazánkban, ahol a 19. század beköszöntével felgyorsult a gazdasági fejlődés, hamarosan kialakultak azok a szervezeti keretek, ahol az adatokat a leghozzáférhetőbben megőrizték, szolgáltatatták, és a földtani adatokat megkövetelő döntéseket szakmailag megalapozták.

A nyersanyagok bányászati igényei, az energiahordozók, építőanyagok kutatása egyre inkább tudományos alapokon nyugodott, és ehhez létrehozták a megfelelő földtani intézetet.

A kiegyezés előtt a bécsi székhelyű birodalmi földtani intézet látta el ezt a feladatot, a kiegyezés után pedig megalakult a Magyar Királyi Földtani Intézet, aminek működési területe kiterjedt az ország teljes egészére (Vitális Gy. 1992).

Az elmúlt több mint 140 éve során mit sem változott alapvető funkciója: az ország földtani térképezése (Brezsnyánszky K., Síkhegyi F. 2007), a képződött anyagok tudományos színvonalú feldolgozása, értelmezése és közreadása. Emellett a saját és más ipari és kutatóhelyek hozzáférhető

jelentései, fúrásleírásai, szakvélemények együttese képezi a legteljesebb hazai földtani adat-tömeget.

A földtani kutatás eredményeinek legadekvátabb közreadási formája a sokféle tematikájú földtani térkép. A legfontosabb hazai térképezési központ mindig a Földtani Intézet volt, és napjainkban is legnagyobb gyűjtője és szolgáltatója. Térképkészítési gyakorlata a hagyományosnak tekinthető, „tisztán” földtani térképeken, mint kiinduló forrásokon túl, az alkalmazott földtan tárgykörébe tartozó térképek összességét felöleli.

Tudni kell, hogy a legtöbb földtani térkép kézirat formában található meg (Noszky J., Brezsnyánszky K. 1969), és ezek az intézet könyvtárához tartozó Térképtárban érhetők el. A nyomtatott térképváltozatok, akár egy jéghegy csúcsa, pusztán ismeretességük és elterjedt voltuk miatt emelkednek ki a tengernyi megszerkesztett térkép közül. Kiadásukban a költségek mindig fontos szerepet játszottak, de a törekvés az intézet életében állandóan megvolt, hogy a kor földtani ismeretségét összefogó térképek a hegyvidékeken akár 1 : 10 000-es méretarányban hozzáférhetőek legyenek, míg az ismereteket összegző régiótérképeket és a teljes országot lefedő, áttekintő térképeket szinte minden tájegység térképezésének lezárása után nyomtatásban közreadták. Ahhoz, hogy az elmúlt száznegyven évnek a mottóban kifejezett hasznossága mindinkább megvalósuljon, Pentelényi és Síkhegyi (2012) összefoglalta a földtani intézetben lezajlott térképezési prog-

A földtani adatok elérése

ramokhoz felhasznált topográfiai alapokat. Nyilvánvaló célja ennek az volt, hogy a korszerű térinformatikai adatbázisokba a jelenkorban hasznosnak ítélt információk külön vizsgálatok és nehezen fellelhető háttér-információk nélkül beszerezhetők lehessenek.

A térképeket általában szöveges magyarázó teszi teljessé. A hozzáférhető, nyomtatott térképek és magyarázók intézetünk könyvtárában tanulmányozhatók, és megvásárolhatók. Ugyanitt elérhetők az elmúlt 140 év szöveges kiadványai is, bár ezek túlnyomó része már csupán a könyvtári szolgáltatással érhető el.

Különleges értéket képvisel a Stefánia úti székházban elhelyezett Országos Földtani Múzeum. Ebben hazánk és a Kárpát-medence területén begyűjtött ásvány- és kőzetminták, ősmaradvány leletek százezres számot meghaladó példányszámban kaptak elhelyezést. Ugyancsak a gyűjtemény részét képezi a vidéki mintaraktárakban tárolt, az országban lemélyített mélyfúrások maganyaga. Ennek a tudományos feldolgozások és értékelések szempontjából felbecsülhetetlen az értéke, mert a Föld mélyéből újabb kőzetmintákat beszerezni rendkívül költséges. Egy mélyfúrás, amiből teljes magot terveznek kinyerni, százezer forintokba kerül folyóméterenként, és a mélység növekedésével a folyóméter árak tovább emelkednek.

Különleges a földtan tudományának kutatása szempontjából az a történeti gyűjtemény, ami a geológusok hagyatékát, köztük kéziratokat, fényképeket, nemritkán etnográfiai gyűjtések anyagát őrzi.

Az elmúlt évtizedben komoly erőfeszítéseket tett az intézet, hogy a legújabb térképeit és a hozzájuk kapcsolt adatbázisokat térinformatikai rendszerekben készítse el (Turczi 2004), valamint a legfontosabb, kéziratot és nyomtatott térképeiről digitális változatot készítsen.

Számos térkép webes szolgáltatással is elérhető a saját geo-portal-on, és ezt folyamatosan bővítik az újabb térképekkel.

Az elmúlt két évtized szakadatlan szervezeti változásai jelentősen átalakították a földtani adatazsolgáltatás rendszerét. A nagyértékű, az intézeti jelentéseken és kéziratot térképeken kívül jelentős mennyiségű, bányavállalatoktól és más szervektől származó anyagokat előbb a Magyar Geológiai Szolgálat kezelésébe, majd a bányászati szakhatósági feladatokat is ellátó Magyar Bányászati és Földtani Hivatalhoz (MBFH) rendelték. Azóta a MÁFI adattára fizikailag is új helyre, a hivatal központjába került.

Elképzelhető, hogy az állam földtani feladatait ellátó intézményrendszer átszervezése nem zárult le. Ugyanakkor az minden bizonnyal garantálható, hogy a földtani és geofizikai térképek, kutatási jelentések a megváltozott szervezetekben is nyílt formában, mindenki számára – a jogszabályokban előírt megkötések figyelembe vételével –, elérhetők maradnak.

Irodalom

Brezsnyánszky K. – Síkhegyi F. 2007: Das Ungarische Geologische Institut, eine herausragende Werkstatt der Thematischen Kartographie. Nova Acta Leopoldina, NF 94, 49–69. o.

Noszky J. – Brezsnyánszky K. 1969: A Földtani Intézetben készült térképek 1869–1969. Kézirat, MFGI Könyvtára, 223 o.

Pentelényi A. – Síkhegyi F. 2012: Hazai földtani térképeink topográfiai alapjai. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2010. Budapest, 2012, 81–95. o.

Turczi G. 2004: Földtani térmodell építése. Adatbázisok az intra- és interneten. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése a 2004. évről. Budapest, 2005. 125–130 o.

Vitális Gy. 1992: A Magyar Állami Földtani Intézet kiadásában és kiadványaiban megjelent archív földtani térképek 1869–1919. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1990. évről, Budapest, 1992, 652–672 o.

*Síkhegyi Ferenc, PhD
geológus, kartográfus*

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól az ezredfordulóig

A digitális térképek hazai története csak más szakterületek (elsősorban az informatika) fejlődésével összhangban érhető meg teljes egészében. A térképészethez kötődően fontos annak ismerete is, hogy az adott időszakban éppen milyen állami alaptérképek voltak elérhetőek.

Magyarország esetében még az 1980-as évek végén bekövetkező politikai és gazdasági rendszerváltás szerepe is lényeges, hiszen ez mind a térképkészítők, mind a térképfelhasználók számára jelentős változásokat hozott.

A digitális térképi adatbázisok iránti hazai igény kialakulásáról addig értelmetlen beszélni, amíg nincsenek olyan hazai felhasználók, akik ilyen adatbázisokat akarnak használni. A szocializmus időszakában a komolyabb számítástechnikai eszközök alkalmazása több okból is erősen korlátozott volt:

- a COCOM-lista nem tette lehetővé komolyabb számítástechnikai eszközök (személyi számítógépek, szoftverek) hivatalos hazai beszerzését. Természetesen léteztek bizonyos kerülőutak, de ezek hivatalos alkalmazása csak erősen korlátozottan volt lehetséges. A COCOM-lista korlátozásai 1990 szeptemberében szűntek meg Magyarországon.
- Mivel ekkoriban a magyar fizetőeszköz nem volt korlátlanul átváltható, így egy hazai intézmény hiába is rendelkezett eset-

leg a szükséges anyagi eszközökkel, azok beszerzéséhez az is szükséges volt, hogy ezt a pénzt valutára tudja váltani.

Ez a tanulmány az állami alaptérképek közül lényegében csak a topográfiai térképekkel foglalkozik, a földmérési alaptérképek digitalizálása műszaki szempontból hasonlóan ment végbe, de a jogi, politikai környezet komolyabb hatással volt rá.

Állami alaptérképek

Az állami alaptérképeknek két fajtája van: földmérési alaptérképek (gyakran használt kifejezéssel kataszteri térképek) és topográfiai térképek. A földmérési alaptérképek előállítását a polgári térképészet feladata. Ez a szakterület 1967-ben került ágazati (Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium) irányítás alá, ekkor alakult meg a Földmérési és Térképészeti Intézet (FÖMI) is. A FÖMI jelenleg is a kormány földmérési és térinformatikai államigazgatási szervezete, amelynek felügyeletét jelenleg a Vidékfejlesztési Minisztérium látja el. A földmérési alaptérképek szelvényei településenként készültek, de általában csak a belterületeket ábrázolták. Mivel az államigazgatási feladatok, (ingatlan-nyilvántartás) feladatait szolgálták, ezért nyílt minősítésűek voltak. A legtöbb esetben kézira-

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

tos formában készültek, általában domborzat-ábrázolás nélkül. A leggyakoribb méretarány 1 : 4000 volt, de előfordult még 1 : 2880 is.

A katonai topográfiai térképek felmérési méretaránya a III. katonai felméréstől kezdve 1 : 25 000. S bár a két világháború közötti időszak nagy részében (1938-ig) névleg nem katonai intézményként működött a hadsereg térképészeti intézete, lényegében ekkor is katonai feladatokat látott el, még akkor is, ha ebben az időszakban a polgári térképek nyílt minősítésűek voltak. A katonai topográfiai térképészet az ötvenes évek elején ugyanúgy szovjet befolyás alá került, mint az ország teljes egésze. A felmérési méretarány megmaradt 1 : 25 000-esnek, de a katonai térképészet ettől fogva 2004-ig a Gauss–Krüger térképrendszert használta (alapfelület Kraszovszkij-ellipszoid, vetület Gauss–Krüger transzverzális szög tartó hengervetület). Ebben az időszakban több katonai térképmű készült (a felmérés, illetve a helyesbítés méretaránya 1 : 25 000 vagy 1 : 50 000 volt), de ezek technikai paraméterei változatlanok voltak, lényegében tartalmi helyesbítés történt. Az időszak első ilyen felmérése az 1950–1952 közötti gyors helyesbítés volt, mely inkább csak szükség térképnek tekinthető.

A polgári térképészet csak az 50-es évek elején kezdett bele az első topográfiai felmérésbe (az 1 : 10 000 méretarányú népgazdasági célokat szolgáló állami alaptérkép, mely 1952–1980 között készült el). Egyben ez volt az addigi legnagyobb méretarányú térképmű is, amely az ország teljes területét lefedte. A felmérés eredetileg 1 : 5000-es méretarányban, sztereografikus rendszerben kezdték el. 1957-ben tértek át az 1 : 10 000-es méretarány mellett a Gauss–Krüger vetületi rendszerre (a méretarányváltás nem okozott komolyabb problémát, mert nyomtatott térképek még nem jelentek meg). Majd 1964-ben újabb változások következtek: a vetület újra sztereografikus lett

s a nemzetközi szelvényezést felváltotta az ún. hazai szelvényezés, melynek leginkább látható következménye az volt, hogy a szelvények nem élben, hanem átfedéssel csatlakoztak.

Azt is fontos megemlíteni, hogy a felmérési méretarányból 1 : 25 000, 1 : 100 000 méretarányú topográfiai térképeket is levezettek.

Egységes Országos Térkép-rendszer (EOTR)

A kétféle polgári állami alaptérkép egyesítését a 12/1969. (III. 11.) kormányrendelet valósította meg, előírva a földmérési és térképészeti tevékenység korszerű, gazdaságos megvalósítása érdekében egységes, országos térképrendszer kialakítását. A 6/1969 (III. 11.) MÉM rendelet alapján az előzetes kutatási munka egy részét a FÖMI Geokartográfiai Osztálya végzi (a rendelet szerint a tervezett levezetett méretarányok 1 : 50 000 és 1 : 1 millió közöttiek). 1971-ben a javasolt méretarányok az: 1 : 100 000, 1 : 200 000 és az 1 : 500 000 voltak (utóbbi már nem szelvényezett térképként).

Az EOTR geodéziai alapjaira vonatkozó kutatási munkák 1973-ban fejeződtek be. Ezután kezdte el a FÖMI az EOTR földmérési alaptérképeinek készítésére vonatkozó részletes szabályzattervezet kidolgozását. Az elkészült tervezetet 1974-ben az Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal részletes vitára bocsátotta (megyei földhivatalok, OFTH vállalatai, Geodéziai és Kartográfiai Egyesület). Mindezek után az OFTH 1975. október 20-án adta ki az EOTR földmérési alaptérképeinek készítésére vonatkozó F.3. szabályzatot.

Az EOTR földmérési alaptérképek készítését szolgáló szabályzatai 1979-ben váltak csak teljesé, de az F.3-at már 1980-ban módosították.

A szakirodalomban az EOTR-t gyakran a népgazdasági célú állami alaptérkép felújításának

tekintik, ami annak ellenére megállja a helyét, hogy a vetületi átranzformálás és átszelvényezés mellett a topográfiai térképek jelkulcsa is megváltozott (a szintvonalrajzot például a régi szelvények filmjeiből illesztették össze, csak a változásokat kellett újra rajzolni).

A polgári topográfiai térképek felújításának kísérletei 1971-ben kezdődtek el (Szolnok, Szeged és Balaton környéki mintaterületek). Azért itt kezdték, mert innen még Gauss–Krüger rendszerű 1 : 10 000 méretarányú szelvények készültek korábban, amiket szerettek volna minél előbb kivonni a forgalomból.

Az EOTR-t a kezdetekben egy olyan egységes rendszernek tekintették, amely 1 : 500-as méretaránytól akár milliós méretarányokig le tudja majd fedni a térképajtákat. Végül a konkrét topográfiai felmérés kezdetekor az alábbi topográfiai méretarányok elkészítését vették tervbe: 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 100 000.

A felhasználói igények kielégítésére elkészültek az 1 : 200 000 méretarányú szelvények is. Az 1 : 25 000-es méretarányú levezetett térképek készítése végül abbamaradt (kb. a szelvények negyede készült el). Az EOTR befejezését 1999 nyarán ünnepelték meg (eredetileg a 80-as évek végén fejezték volna be), bár az 1 : 10 000 méretarányú térképszelvények egy része ekkor még nem lett sokszorosítva (a térképfelújítási ciklus fejeződött be 1999. április 30-án), viszont már 1995-ben megkezdődött már elkészült szelvények helyesbítése. Ez a felújítás már számítógéppel támogatott technológiával lett elkezdve, de a végcél eleinte nem digitális térképek létrehozása volt, hanem az analóg térképi eredetik (filmek) előállítására korszerű számítástechnikai eszközök bevonásával. A felújítást végző vállalatok kísérletező kedvének köszönhetően később a vektoros adatok is előálltak, de a feladat továbbra is az analóg technológia számítógépes reprodukálása volt.

Titkosság

Az állami topográfiai térképek II. világháború utáni időszakban titkossá váltak. Vonatkozott ez nemcsak a katonai, hanem a polgári topográfiai térképekre is. A hozzáférés a titkos ügykezelés szabályainak betartásával volt lehetséges, ami csak nagyon korlátozott számú felhasználónak tette elérhetővé ezeket a térképeket.

1964-ben szovjet utasításra át kellett alakítanunk a polgári topográfiai térképeket, oly módon, hogy arról ne lehessen leolvasni a földrajzi koordinátákat, illetve egyéb műszaki adatokat. Végül is ennek lett a következménye az EOTR létrehozása. A katonai térképészet ezeket a topográfiai térképeket is titkossá kívánta minősíteni. Több évi kemény vita után az OFTH elérte, hogy az EOTR térképek csak szolgálati használatúak legyenek (5/1973. [MÉM. É. 4.] MÉM számú utasítás), bár néhány korai szelvény még titkos minősítéssel jelent meg. A szolgálati használatra minősítés végül csak látszólagos könnyítést jelentett, mert a kezelési szabályok továbbra is közel azonosak maradtak a titkos minősítésű térképekével.

Közvetlenül a rendszerváltás előtt jelent meg a 4/1988. (IX. 5.) HM rendelet, a térképészeti adatok és légi felvételek titokvédelméről, mely csak a hadsereg által készített térképek titokvédelméről szólt, a polgári szervek által készített topográfiai térképeket meg sem említette. A rendelet azt jelentette, hogy az OFTH megrendelésére korábban készült titkos minősítésű polgári topográfiai térképek nyílttá minősíthetők. Eleinte a katonai térképészet az átminősítés feltételül azt szabta, hogy a nyílt minősítésű topográfiai térképeket csak a gazdálkodó szervezetek kaphatták meg, közforgalomba nem kerülhettek, de a rendszerváltással ez a korlátozás is okafogyottá vált. A szolgálati használatra minősítést a 7/1989 sz. MÉM rendelet teljes egészében eltörölte.

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

Az 1991. évi 15. sz. MÉM Értesítőben jelent meg a titkos minősítésű térképek szolgálati titkokörből történő kivonásáról szóló tájékoztató, amely felsorolja az 1990. október 1-től feloldott, titkosnak nem minősülő térképek körét (a katonai topográfiai térképek titkosságát 1992. decemberében oldották fel). Azonban az 1989. július 1. előtt készült légifelvételekre nem (csak az ezután készültekre) oldotta fel a titkosítást.

A földmérési állami alaptérképek a 16/1983. (IX.29.) MÉM rendelet alapján nyílt minősítésűek voltak (földmérési és lakossági célú adatszolgáltatás). (Papp-Váry 2010)

Informatikai lehetőségek Magyarországon

A digitális adatbázisok, térképek létrehozása a nálunk fejlettebb országokban is csak akkor kezdett el megvalósulni, amikor a felhasználói igények is megjelentek.

A számítástechnika gazdasági és társadalmi hatásait felismerve, az akkori szocialista országok közötti kooperáció keretein belül, a kormány már 1967-ben kezdett előkészíteni egy Számítástechnikai Központi Fejlesztési Programot (SZKFP). Az 1968–69 között kidolgozott programot a Minisztertanács 1971-ben hagyta jóvá. A program előkészítésének és beindításának eredményeként hazánkban megindult a hardver- és a szoftvergyártás, a számítástechnikai oktatás, a szakemberek felkészítése, megerősödtek a számítástechnikai intézmények. Volt iskola-számítógépesítési-, államigazgatási informatikai fejlesztési- és robotizálási program stb., létrejöttek az államigazgatás nagy nyilvántartó rendszerei, a különböző ágazati nagy rendszerek. A különböző (szocialista) országokkal együttműködve részesei voltunk az Egységes Számítógép Rendszernek (ESZR), a Mini Számító-

gép Rendszernek (MSZR), és még jónéhány más „együttműködésnek”. Mindezt úgy, hogy a fejlett számítástechnikai rendszerekre és berendezésekre, alap- és alkalmazói szoftverekre behozatali korlátozás volt érvényben (COCOM-lista). Ez utóbbi rákényszerítette az országot a saját lábbon való állásra. Jellemző erre az időszakra, hogy közel 170 számítógép típust alkottak meg és hoztak létre a tervezőink. (Varga 2010)

Természetesen ettől függetlenül a hetvenes-nyolcvanas években a szocialista országokban is folytak informatikai jellegű tudományos kutatások, sőt bizonyos területeken konkrét alkalmazások is történtek. Mivel az eszközök, szoftverek beszerzése szinte kizárólag csak a nyugati országokból volt lehetséges, sőt esetenként a COCOM-lista még az anyagiak megléte esetén is jelentősen megnehezítette a vásárlást, így az erőforrások koncentrálása volt a leghatékonyabb eljárás.

Hazánkban az elektronikus technológiaváltás első lépcsője az egyes ügyviteli munkák gépesítése, az államigazgatási ügyvitel korszerűsítése volt. Az 1970-es évek elején elfogadásra került az Országos Számítógép-alkalmazási Kutatási Fejlesztési Terv. Kialakultak a központi számítógépes alkalmazások, majd az államigazgatási adatfeldolgozást végző számítógépközpontok hálózata. Területi és helyi szinten megvalósított számítógép-alkalmazások egy-egy elszigetelt, zárt feladatkörben, alacsony fokú integrációval valósultak meg. Majd a tanácsi apparátusban a számítógép-alkalmazás több feladatra is kiterjedt, először a közpénzügyek igazgatása (költségvetési-gazdálkodási, adónyilvántartás) területén, a számítástechnika fejlődésével és elterjedésével egyidejűleg pedig egyre több szakigazgatási területen került a számítógép alkalmazása bevezetésre az adminisztratív tevékenység végzésén túl. (Gyergyák 2011, Kalas 1979)

A hetvenes években a kormányzati igények rendszeres kiszolgálója a Központi Statisztikai Hivatal és annak számítóközpontja volt, de viszonylag hamar kiderült, hogy az ötéves népgazdasági tervek elkészítéséhez és azok teljesítésének rendszeres ellenőrzéséhez szükség van a szakterületi sajátosságokat is bemutatni képes ágazati információkra.

Magyarországon az állami feladatok informatikai támogatására hozták létre az Államigazgatási Számítógépes Szolgálatot (ÁSzSz), amely a KSH egyik leányvállalataként alakult meg 1975-ben, elsősorban országos hatáskörű szervek számításiigényes feladatainak elvégzésére, illetve a tevékenységei közé tartozott többek között a „nem termelő” ágazatok ún. nagygépes kiszolgálása. Ezzel a mai magyar központi közigazgatási rendszer alapjai már a hetvenes években léteztek, amikor az ÁSzSz keretein belül elérhető volt az Állami Népeség-nyilvántartás Rendszere, egyes egészségügyi rendszerek, a szociálpolitika rendszerei, a természeti környezet rendszerei és különféle anyagi és szellemi javak nyilvántartó rendszerei. A területi adatfeldolgozás és számítástechnikai fejlesztés gazdája a Számítástechnikai és Ügyvitelszervezési Vállalat (SZÜV) megyei szintekre telepített számítóközpontokból álló hálózata volt.

Fénykorát az ÁSzSz a 80-as évek közepére érte el, amikor a személyi számítógépek megjelenése a COCOM-lista által számunkra nem hozzáférhető informatikai eszközök alsó szintjét is megemelte. Az ÁSzSz létszáma a KSH-tól való elszakadás után csökkenni kezdett, 1996-ban magántulajdonba került majdmegszűnt (illetve néhány fős holding maradt belőle).

A szolgálat kitüntetett szerepét a grafikus adatok kezelésére alkalmas környezet is segítette (plotterek). Akkori jelentősebb térinformatikai produktumaik: Szeged és Budapest földmérési és térképészeti adatbázisának létreho-

zása, a Dedata CAD szoftver alkalmazásával a főváros népszámlálási körzet-határos térképeinek előállítására. Az ÁSzSz együttműködésével 1989-ben született meg – jórészt elméleti kutatások eredményeként – a digitális térképi adatok átvitelének szabványtervezete. A kidolgozásban részt vettek még a MH TÁTI (Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézet), a Budapesti Műszaki Egyetem, az Eötvös Loránd Tudományegyetem és az MTA TAKI (Talajtani Kutatóintézet) munkatársai is.

Az első hazai digitális adatbázis

Nem egyszerű annak eldöntése sem, hogy mi tekinthető az első hazai digitális térképi adatbázisnak. A katonai és a polgári topográfiai térképek előállítói, az ágazati szakmai intézmények energiáját lekötötte az állami alaptérképek előállítása és csak kismértékben tudtak informatikai kutatásokkal, fejlesztésekkel is foglalkozni. Mindközben más intézményekben jobban tudtak koncentrálni az informatikai fejlesztésekre, s már felmerült az igény a saját szakterületük digitális adatainak adatbázisba szervezésére, de az igazi térinformatikai adatbázis létrehozásának legnagyobb akadálya a digitális állami alaptérkép hiánya volt (legalábbis a nyolcvanas évek második felében).

Véleményem szerint az első hazai térképészeti jellegű digitális adatbázisnak a Posta Kísérleti Intézet (PKI) terepmodellje tekinthető, amelyet 1978-ban kezdtek el használni. Ebben az időben a térképészet szakmai intézményei még nem használtak számítógépet, a távközlésnél viszont égető szükség volt számítógépes adatbázissal támogatott tervezési módszerek alkalmazására, amelyek a térképészeti igényeknél jóval kisebb felbontású adatbázissal is megoldhatók voltak.

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

A térképi alapot a népgazdasági célú állami alaptérkép 1 : 25 000-es méretarányú levezetett térképei jelentették. 1972-re befejeződött az 1154 db térképszelvény előállítás, kinyomtatása. A magyar topográfiai térképek közül ezek a térképszelvények láthatóan kilógnak: egyrészt csak két színben voltak sokszorosítva (barna és fekete), így munkatérkép jellegűnek tűntek, másrészt ez volt az egyetlen modern topográfiai térképünk, amelyen semmiféle koordinátahálózat nem volt (annak ellenére, hogy elvileg sztereografikus vetületben készültek, s a korábbi hasonló térképeinken volt ehhez illeszkedő koordináta-rendszer).

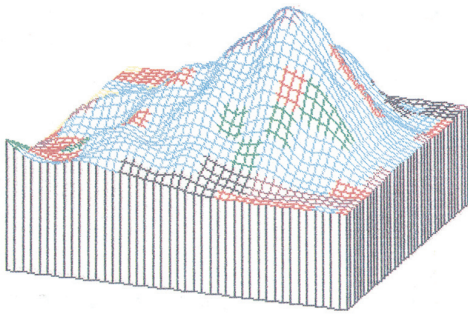
Természetesen mivel ezek a térképek titkosak voltak, így a PKI-nak a terepmodell létrehozásához a FÖMI segítségére és a Honvédelmi Minisztérium engedélyére is szüksége volt. Az engedélyt a PKI 1971 decemberében kapta meg, ekkor kezdődhetett volna el az érdemi kartográfiai munka. A PKI számára ekkor derült ki, hogy az 1 : 25 000 méretarányú topográfiai térképek semmiféle koordináta-rendszert nem tartalmaznak, így a katonai térképészet segítségével szelvényenként 4 ismert koordinátájú pontot is felszerkesztettek. Az így kiegészített térképszelvények szigorúan titkos minősítésűvé váltak, így kezelésük ennek megfelelő volt. A szigorúan titkos minősítés jelentősen korlátozta a feladatot végző személyek számát is.

A térképszelvényekre egy merev fóliát (asztalont) helyeztek, amelyre egy olyan rácshálót szerkesztettek fel előzetesen, amely 200 méteres terepi távolságnak felelt meg (ennek megfelelően az adatbázis neve: DTM-200, digitális terepmodell). A feladat abból állt, hogy minden egyes 200 x 200 méteres elemi területhez (amely 1 : 25 000-es méretarányban 8 x 8 mm-nek felelt meg) le kellett olvasni egy magassági értéket. A térkép alapszintköze 5 méteres volt, amely ugyan lehetővé tette volna a méteresnél

pontosabb interpolációt is, de az adattárolás lehetőségei egész méter értékűre korlátozták a magassági adatokat (célszerűen az elemi terület legmagasabb pontja lett az adott elemi terület-hoz tartozó magasság érték). A másfél évig tartó munkát a Pest Megyei Tanácsai tervező Vállalat geodéziai csoportja végezte el, amelynek eredménye több mint 50 000 oldal jegyzőkönyv volt. A számítógépes feldolgozást, a lyukkártyák elkészítését a győri Széchenyi István Közlekedési és Távközlési Főiskola (akkor még Budapesten működő) Távközlési Kara, s később a BME Közlekedésmérnöki Kara számítóközpontja végezte.

Ugyanebben az időben egy másik hasonló topográfiai adatbázis elkészítése is megindult: a Posta Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóság Frekvenciagazdálkodási Osztálya Digital Surface Modell (DISUM) létrehozása. Ugyanazokról az 1 : 25 000 méretarányú térképszelvényekről ebben az esetben leolvasták az EOTR kilométerhálózat és a 10 méterenkénti szintvonalak metszéspontjának koordinátáit, illetve felhasználták további konkrét magassággal bíró pontok koordinátáit is. Ez az adattárolási rendszer a térkép kirajzolásához (plottolás) optimális volt, de pl. a metszetszerkesztés csak nagyon nehézkesen volt megoldható.

A DTM-200 esetében a térképekről lényegében csak a terepi magasság megállapításának volt értelme, s bár a vezeték nélküli távközlést más tényezők is befolyásolták, az épített környezet (épületek) és a vegetáció (fák) magasságával kapcsolatos információk nem voltak megfelelő pontossággal kinyerhetők az állami topográfiai térképekről (korábban ilyen igények nem is fogalmazódtak meg velük kapcsolatban, és lényegében csak napjainkban, a lézerszkennelés szolgáltat ilyen nagy pontosságú adatokat). Az átlagos mikrohullámú és URH-számításokhoz a 200 méteres terepi rácsháló megfelelő volt. A rácsháló felezése ugyan a



1. ábra. Korabeli plotterrel készült tömbszelvény a DTM-200 alapján

számítások pontosságát a duplájára növelte volna, de a tárolandó adatmennyiség a négyszeresére nőtt volna. A kisebb rácsháló esetén a pontosságot már jelentősebben befolyásolta volna a fedettség, illetve az épített környezet, melyek jelentős mértékben befolyásolták a hullámterjedést.

A DTM-200 tapasztalatait felhasználva a PTI elkészítette DTM-200-ból közvetlenül származtatott DTM-1000-t (1000 méteres rácsháló) és a DTM-3000-es adatbázist, mely már nem csak magyar területeket ábrázolt (Európa területének kb. 44%-át fedte le).

Az adatbázissal kapcsolatos munka egy Honeywell 2200 típusú számítógépen indult meg (melyet 1970-ben szereztek be), majd R-30, R-36, TPA-11/440 típusú számítógépeken folytatódott, amíg a személyi számítógépek nem voltak elérhetőek. Az adatrögzítés akkori pontossága 30%-os valószínűséggel tartalmazott egy elütést, mely csak a mainál sokkal bonyolultabb és időigényesebb eszközökkel volt javítható.

A DTM-200 adatbázis és az azt alkalmazó tervezőprogramok üzembe állítása után először a Postán belül jelentkeztek felhasználók (a tervezők mellett már az ebben az időben alakult vállalati gazdasági munkaközösségek is). Később külső felhasználók is elkezdtek érdeklődni az adatbázis és a tervezőprogramok iránt, hiszen a legtöbbjük még a térképszelvényekhez sem férhetett hozzá azok titkossága miatt. Az adatbázist oktatási célra a Magyar Honvédség és a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia is megkapta. Az

első komoly külső megrendelés a Városépítési Tudományos és Tervező Intézettől (VÁTI) érkezett, amely üdülőhely-alkalmassági vizsgálatokra 2 x 2 km-es rácshálózatot igényelt. Kiszámolták a lejtőszöveget, a lejtők kiettségét s a technikai fejlettség változását mutatja az is, hogy először sikerült az adatbázisból generált képet színes monitoron szemléltetni. (Divényi-Koós 1982, Koós 1996)

A katonai térképészet digitális domborzatmodellje (DDM) 1992-ben készült el. Magyarország területére vonatkozóan tartalmazza a Föld felszínének balti alapszint feletti magasságait egy 10 x 10 (DDM-10), illetve egy 50 x 50 méteres (DDM-50) oldalhosszúságú rácshálózat sarokpontjaiban (az 50 x 50 m-es hálósűrűségű modell számítását végezték el, amelyet utólag, interpolációval sűrítették 10 x 10 m-esre). Adatforrásul az 1 : 50 000 méretarányú katonai topográfiai térképek szintvonalas domborzati földrajzi szolgáltak. A szintvonalakból a domborzati rácst egy hazai fejlesztésű, igen nagy számítási sebességet biztosító sejtprocesszorral kiegészített IBM PC gépen, a sejtprocesszorhoz kifejlesztett szoftverrel állították elő a katonai térképészetnél. A domborzatgeneráló szoftver hiányosságait pótlandó a térképész szakemberek több kisebb-nagyobb szoftverfejlesztést végeztek.

A DDM-el kapcsolatos munkákat kezdetben IBM PC gépeken végezték. A későbbiek során sikerült újabb erőforrásokat is bevonni a munkába. Az 1992-ben vásárolt DEC VAXStation munkálomások, valamint a LaserScan VTRAK és LITES 2 szoftverei jelentős méretekben hozzájárultak a feladat sikeres végrehajtásához, illetve megalapozták a DTA-50 munkálatainak előkészítését. A DDM első megrendelője és anyagi támogatója a Frekvenciagazdálkodási Intézet (FGI) volt. A munkát az FGI finanszírozta és a Térképészeti Intézet végezte. Mindkét fél jogosult volt saját feladataihoz használni a domborzatmodellt, az értékesítésből származó bevételeken 50-50%-ban megosztottak. (Mihalik)

A személyi számítógépes korszak hardverei

1981-ben válik piaci termékké az IBM Personal Computer (PC). Érdemes az első személyi számítógép paramétereit felsorolni:

- 4,77 MHz Intel 8088 processzor,
- 16 kB memória (RAM)
- 160 kB hajlékonylemez meghajtó (floppy)
- 80 x 25-ös karakteres MGA képernyő
- szabványos irodai írógép billentyűzet-geometriájával és -kiosztásával kompatibilis számítógépes billentyűzet.

Ebben a konfigurációban sem a tápegység teljesítménye, sem a BIOS-a (a ROM speciális része) nem támogatta merevlemez tároló beépítését. A konfiguráció kezdeti ára meghaladta a 3000 dollárt, de a legolcsóbb hajlékonylemez meghajtó és monitor nélküli, 16 kB memóriával ellátott változat ára is 1500 dollár felett volt.

Operációs rendszerként kifejezetten erre a gépre (pontosabban az ún. Intel 8086-os processzorcsaládra) fejlesztette ki a Microsoft MS-DOS-t azzal a szándékkal, hogy az akkor már ígéretesnek látszó Unix nagygépes operációs rendszerből minden olyan funkciót megvalósítsanak, amely egy ilyen kategóriás hardveren egyáltalán szóba jön. 1982-től volt elérhető termék, de az IBM saját neve alatt is forgalomba hozta.

A szokásos, már komolyabb feladatokra is használható konfigurációban már több memória és 360 kB floppy volt, valamint lehetőség volt 320 x 200 pixeles, négy szín megjelenítésére képes, CGA monitorra is. Az 1993-ban megjelent továbbfejlesztett modell (XT, eXtended Technology) már sokkal sikeresebb termék volt, elsősorban a merevlemez meghajtónak (10 MB) és a megnövelt memóriakapacitásnak köszönhetően.

Az 1984-ben megjelent AT (Advanced Technology) már az Intel 80286-os, 16 bites processzorára épült. Ezeknél a modelleknél már szabvány volt a 640 kB memória (RAM), a lassan növekvő kapacitású merevlemez és a színes mo-

nitor. Az EGA szabványú grafikus kártya már 640 x 350-es képernyőfelbontásra volt képes 16 színben.

A személyi számítógépek gyors elterjedése több tényezőnek köszönhető:

- bár az árak kezdetben magasak voltak, a különféle konfigurációk lehetővé tették az anyagi lehetőségeknek megfelelő modellek összeállítását;
- az IBM lehetővé tette az architektúra klónozását, így az ekkoriban nagy kapacitást kifejlesztő távol-keleti (tajvani, malajziai) gyártók rövid ciklusidővel és az (olcsó munkaerőnek köszönhetően) sokkal kedvezőbb áron előállították az egyes alkotóelemeket (az egyetlen nehézséget a BIOS klónozása jelentette, az IBM egyedül ezt szabadalmaztatta, így ennek másolása tilos volt az IBM engedélye nélkül; a klóngyártók az IBM BIOS visszafejtésével és újraalkotásával érték el a céljukat, bár a kezdeti időkben a 100%-os kompatibilitás megvalósítása nem minden gyártónak sikerült);
- az IBM a kezdetekben maga hagyta jóvá a klónokat, de a nagyszámú távol-keleti gyártóval nem tudtak lépést tartani;
- a szoftverválaszték folyamatosan nőtt, az üzleti alkalmazások mellett fontos szerepet játszottak a játékprogramok is.

A nyolcvanas évek elején-közepén a kelet-európai szocialista országok kimaradtak a PC-s korszakból. A COCOM-lista korlátozásai, illetve a magas árak miatt csak elvétve került be még ekkoriban IBM PC az országba. A szocialista országokban is egyre fontosabbá vált az informatikai eszközök tömeges alkalmazása, beépítése az oktatásba.

Magyarország számára mind árban, mind hozzáférhetőségben a Commodore 64 és hasonló kategóriájú hobbiszámítógépek jelentették a kitörési lehetőséget. Ha központilag ilyen gépeket nem is hoztak be, de a magánimport révén elég sok ilyen eszköz került be az ország-

ba, elsősorban nem magánszemélyek, hanem vállalatok, intézmények kezdték őket alkalmazni szövegszerkesztésre, könyvelésre és hasonló egyszerűbb feladatok végrehajtására.

Időben az első szélesebb körben ismertté vált hobbiszámítógép a Sinclair ZX Spectrum volt, mely 1982-ben jelent meg. Az eredeti Spectrum számítógépet 16 kB vagy 48 kB memóriával szállították (a bővítéshez kiegészítő állt rendelkezésre).

A Commodore 64 is 1982-ben jelent meg, érdekes módon a grafikai képességei ekkoriban bizonyos tekintetben meghaladták az IBM PC-két, legalábbis már sokkal alacsonyabb áron nyújtottak valamit a játéka éhes felhasználóknak.

Az iskolai számítógépes oktatás megindítására még ezek a hobbiszámítógépek is túlságosan drágák voltak, így a hazai elektronikai ipar segítségével a nyolcvanas évek közepén lét-rejött néhány magyar gyártású/összeszerelésű, rövid életű termék: Videoton TVC, Primo, HT-1080Z. Rövid életüket egyrészt a hazai elektronikai ipar viszonylagos fejletlensége, másrészt a rendszerváltás okozta politikai és gazdasági nyitás okozta, mely lehetővé tette az IBM PC-khez való könnyebb hozzáférést.

Természetesen a Magyarországon könnyen elérhető hobbiszámítógépek alkalmatlanok voltak térképészeti, térinformatikai alkalmazásra, fejlesztésre, de jól jellemzi az időszakot, hogy bár felhasználói oldalon már megjelent az igény a komolyabb számítógépek használatára, de az anyagi lehetőségek és a COCOM-lista korlátozásai eleinte csak nagyon lassú fejlődést tettek lehetővé.

Szoftverek, hazai alkalmazások

1960-ban az MIT Lincoln Laboratory alkalmazottja, Ivan Sutherland elindítja a Sketchpad nevű kutatási projektet, melyet a CAD ipari alkalmazása felé tett első lépésnek tekinthetünk.

1962-ben fejlesztették ki az első digitalizáló táblát, mely hamarosan piaci terméként is elérhetővé vált.

A 60-as évek elejétől mind az európai, mind az amerikai autógyáraknál folytak matematikai-informatikai jellegű kutatások a tervezési és gyártási folyamatok automatizálása érdekében (de talán a japán ipar használta ki ezeket a lehetőségeket ebben az időben a leghatékonyabban), s igazából ez vezetett a számítógéppel segített tervezés (CAD: Computer-Aided Design) kialakulásához. Tervezési szempontból a megoldás az elemi részekre bontás volt, hiszen a tervezés szempontjait tekintve az alkatrészek elemi testekre bonthatók. A másik nehézséget a számítások elvégzése okozta. Vagyis tulajdonképpen a tervezőművészet és a mérnöki tudás keveredése hozta létre a CAD-et.

1970-ben alapították meg az M&S Computing nevű céget, amely az Intergraph jogelődjének tekinthető. Még ebben az évben elkészítették az első kísérleti grafikus munkaadóállomást. 1975-ben fejlesztette ki a grafikus munkaadóállomások egyik vezető gyártója, a Tektronix, az első 19"-os monitort. A '70-es évek végének tipikus CAD rendszere 16 bites processzort és maximum 512 kB memóriát használt, a tipikus háttértár 20–30 MB volt. A konfiguráció teljes ára 125 000 dollár volt.

1982-ben alakul meg az Autodesk cég azzal a céllal, hogy kifejlesszenek egy 1000 dollárnál olcsóbb PC-s CAD szoftvert. Az AutoCAD első változata 1982 decemberében jelent meg. 1985-ben alakul meg a Bentley cég, sokáig együtt fejlesztik az Intergraph-fal a MicroStation programot. 1990-re a MicroStation már 100 000 példánynál többet értékesített fő termékéből, míg az Autodesk az év végéig 500 000 AutoCAD, 300 000 Generic CAD és 200 000 AutoSketch változatot adott el.

Személyi számítógépes környezetben, a DOS-os időkben a számítógépes grafika a legtöbb felhasználó számára legfeljebb egy raszteres

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

képmanipuláló program képében jelent meg. Természetesen bizonyos szakterületeken (például a térinformatikában is) már ekkor is alkalmaztak vektoros grafikai lehetőségeket.

Az első piaci forgalomba került általános célú vektorgrafikus program az Adobe Illustrator volt, az 1.0-s Mac változat 1987-ben jelent meg. A kezdeti időkből az Illustrator szerepe domináns volt a Mac platformon, ahol legfőbb vetélytársa a Freehand volt. A PC-s platformon gyorsan átvette a vezető szerepet a CorelDraw, melyet eleinte csak ún. üzleti grafikai programnak szántak, de itt reménytelen volt az akkori piacvezető a Harvard Graphics mellett megfelelő piaci részesedést kihasítani, ezért változott a Corelnél a fejlesztés iránya.

Hazánkban az első térinformatikai szoftverfejlesztések, illetve alkalmazások a nyolcvanas évek közepére-végére tehetőek, de mindenképpen meg kell említeni, hogy az ELTE Térképtudományi Tanszékén már 1972-ben elkészült az első, az akkori számítástechnikai lehetőségekhez alkalmazkodó rendszer, a COMAPO. Az Országos Tervhivatal Tervgazdálkodási Intézetével együttműködve a területi kutatáshoz, tervezéshez dol-

goztak ki olyan számítógépes módszert, amely a térképrajzolás idejét lerövidítve nyomtatta ki a térképet. Mivel ezek a megyei bontású kartogramok elsősorban a tervezés célját szolgálták, így nem okozott komoly problémát a térképek gyenge megjelenítési minősége, de meg kell jegyezni, hogy ettől függetlenül a módszer nem terjedt el széles körben. A hardverkörnyezetet az ICT 1905 típusú mainframe számítógép biztosította, melyet Kanadában fejlesztettek ki és a hatvanas-hetvenes években főleg az európai piacon volt sikeres vetélytársa a hasonló kategóriájú IBM számítógépeknek. A programozás ALGOL nyelven történt. A legkomolyabb problémát a nyomtatás, a megjelenítés okozta, a korabeli sornyomatók (mátrixnyomatók) nem voltak képesek megfelelő pontosságú nyomtatásra, az alkatrészek kopásával a karakterek egymástól való távolsága is változott. A hibák egy része kiküszöbölhető volt indigó alkalmazásával (az indigós nyomtatás szűrkeségi hatása egyenletesebb volt). Az így készült térképek legfeljebb csak erősen lekicsinyítve voltak olyan minőségűek, hogy akár nyomdai úton is lehetett őket sokszorosítani. (Lackó)



2. ábra. Megyei tervezést szolgáló kartogram kísérleti változata (1972)

Az egyik első, Magyarországon használt térinformatikai célszoftver a Gradis-2000 volt, melyet a Budapesti Műszaki Egyetem Geodéziai Intézete szerzett be 1982-ben, és a Paksi Atomerőmű geodéziai felmérési munkáinál használták. A Gradis-2000 egyedi, Contraves gyártmányú munkaállomáson és PDP 11/44 típusú számítógépen futó programrendszer volt. Alkalmas volt térképek digitalizálására, más forrásból érkező adatok importálására, grafikus objektumok definiálására. Lehetséges volt grafikus és alfanumerikus adatok egységes kezelése.

Az 1985-ben alakult Geometria (kisszövetkezet, később kft., illetve térinformatikai rendszerház) első tapasztalatait az alfaGrafik (AutoCAD jellegű térinformatikai rendszer) kifejlesztésében szerezte. Ennek is köszönhető, hogy a később ismertetésre kerülő Országos Térinformatikai Alapadatbázis (OTAB) elkészítése a Geometria vállalkozásában valósult meg.

A Fővárosi Tanácsnál a Földhivatal Földmérési Osztálya az Államigazgatási Számítógépes Szolgálattal együttműködve készítette el a főváros 1 : 1000 méretarányú földmérési térképét (vázterkép). A munka a felmérés hiányosságainak következtében csak kb. 2/3 részben készült el. A projekt célja elsősorban az adatbeviteli oldal vizsgálata volt, mely az ÁSzSz saját fejlesztésű szoftvere segítségével történt, az adatokat a későbbiekben konvertálták az elterjedtebb rendszerekbe. 1987–88-ban a Fővárosi Magrendszer projekt keretében elkészült a főváros 1 : 4000 méretarányú részletességnek megfelelő utcatengelyes, illetve tömbkontúros digitális alaptérképe a Geometria alfaGraphic rendszerében.

Egy másik földhivatali projekt keretében elkészült az 1 : 10 000 méretarányú, a főváros teljes területét ábrázoló alaptérkép is. Térképek az említett projektek eredményeképp jórészt csak fekete-fehér vagy színes plotterrel készültek,

de alaptérképként felhasználták Magyarország Nemzeti Atlasza készítésénél is.

A Földhivatalban folyt munka fontosságát jelzi, hogy 1988-ban ők mutatták be hazánkban először a PC ArcInfo-t és 1988 novemberében ide került az első legális példány is, illetve hogy az akkor ott dolgozók ma is a térinformatikai szakmában dolgoznak különféle magáncégek-nél. (Zentai) Más források szerint (Márkus) az első Arc/Info alkalmazói rendszert a FÖMI-ben telepítették 1989-ben.

A Magyar Állami Földtani Intézetben (MÁFI) földtani térképek számítógépes elkészítésére 1986-ban fejlesztették ki a REBEKA alrendszert, de az AutoCAD 9 megjelenése után felhagytak a saját fejlesztéssel. 1989-ben szerezték be az ország és a régió első Intergraph munkaállomását (a COCOM-lista korlátozásai, illetve az Intergraph európai jelenlétének akkori szinte teljes hiánya miatt az adminisztráció több mint egy évet vett igénybe). Ettől kezdve a földtani térképek tematikus tartalmának rögzítése IntergraphMicrostation, illetve AutoCAD környezetben történt.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében (TAKI) a nyolcvanas évek elején készült el a Talajtani Információs Rendszer (TIR), amely Pest megye területére két adatbázis elkészítését tűzte ki célul: ebből csak a pontszerű adatok adatbázisa (talajadatok) készült el, a térképes adatoké nem. A rendszer az ÁSzSz gépén futott, a bevitel a TAKI saját gépein (Videoton) történt. Végtermékként néhány pontszerű ábrázolás készült plotterrel.

Másik, ma is használható rendszerük, az 1989–90-ben kifejlesztett AGRO–TOPO talajtani információs rendszer volt, melynek alapja az 1 : 100 000 méretarányú EOTR térkép. A rendszer PC-re épült (AutoCAD alatt), és az egyik első hazai GIS alkalmazásnak tekinthető. (Zentai)

Tudományos, szakmai élet

ACAD/CAM szakterület fontosságát az is jól mutatja, hogy a '80-as évek végén, a '90-es évek elején gyakorlatilag csak ezen a szakterületen folytak komoly kutatások (bár az Egyesült Államokban és Kanadában már a hatvanas években megindultak a térinformatikai fejlesztések) az ipari alkalmazások mellett.

Mindenképpen megemlítendő a Nemzetközi Térképészeti Társulás (ICA) 1989-ben Budapesten megrendezett nemzetközi konferenciája (az ICA két évente rendezi meg ezt a rendezvényt). Itt mutatták be Magyarország Nemzeti Atlasza új kiadásának első példányát. Szakmai szempontból a konferencia fontossága részben abban állt, hogy a szakterület élvonalába tartozó előadásokat hallhattak a hazai résztvevők, másrészt a nagy konferencia megrendezése olyan szakmai összefogást kívánt a hazai térképészeti szakemberektől, amely évekig tartó együttműködések is megalapozott.

Jól mutatja a hazai viszonyokat, hogy a '90-es évek elején a szakmai-tudományos rendezvények sorát (a távérzékelés korai alkalmazásai mellett) az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (SZTAKI) által szervezett, és a World Computer Graphic Associates által szponzorált CAMP (Computer-aided Technologies for Management and Productivity) konferenciák sora nyitotta meg. Az 1991–1995 között évente megrendezett konferencia megpróbálta egyesíteni a számítógépes grafikát ipari, mérnöki céllal hasznosító szakterületeket: építészeti alkalmazások, erőművi tervezés, gépészet, térinformatika, térképészet, multimédia, minőségbiztosítás. Kiderült, hogy a CAD/CAM módszerek sem informatikai, sem grafikai szempontból nem tartalmaznak sok közös elemet. A '90-es éveket követően az informatikai jellegű alkalmazások olyan mértékben specializálódtak, hogy az egyes szakterületek kutatásai önállóan fejlődtek tovább.

1991-ben Szolnokon már önkormányzati térinformatikai szakmai konferenciát rendeztek a Belügyminisztérium közreműködésével, melyet aztán évi rendszerességgel sokáig megrendeztek (Országos Térinformatikai Konferencia). A Hungis alapítvány 1991-től térinformatikai diploma- és szakdolgozat pályázatot hirdetett meg. 1992–93-ban indul GIS/LIS konferenciák sorozata a Műszaki Egyetemen és a „Térinformatika a felsőoktatásban” konferenciák sorozata a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Tájérendezési Tanszékének szervezésében.

A Térinformatika szaklap elindítására 1989-ben érett meg az idő. A mutatószámot még a ComputerWorld Informatika Kft. és a Geometria Kiszövetkezet együtt adta ki, de a későbbi számok kolofonjában már csak a Geometria Műszaki Fejlesztési Kiszövetkezet, illetve az 1990-as évek második felétől Geometria Térinformatikai Rendszerház szerepelt. 1991 áprilisától kezdve a kiadó a Hungis Alapítvány volt.

Az 1989-es számítástechnikai szakkiállításon (Compfair), kiállítóként szerepelt az Államigazgatási Számítógépes Szolgálat, a Digit (digitalizáló tábla, plotter-disztribútor), a FÖMI, a Geometria és a katonai térképészet. (Zentai)

A hazai szakirodalom hiánya is akadálya volt a térinformatika, a digitális térképek alkalmazásának, bár az informatikai szakterületen eddigre már megszokottá vált, hogy a rendkívül gyors fejlődés gyakorlatilag csak az angol nyelvű szakirodalom követésével volt lehetséges. Ezt a tendenciát aztán az internet rohamos elterjedése is tovább erősítette.

A hazai szakmai összefogás első példája az 1993-ban megjelent „A térinformatika és alkalmazásai” című kötet az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság szervezésében.

Az összefogás másik szép példája az NCGA Core Curriculum, akkoriban a világ legelterjedtebb térinformatikai tananyagának lefordítása, sokkal inkább átültetése, és megjelente-

tése volt az EFE FFK Térinformatikai Tanszéke kiadásában 1994-ben (Balogh Imre, Márkus Béla, Márton Mátyás, Mezősi Gábor és Paksi Judit szerkesztésében). Természetesen az amerikai szakkönyv magyar fordítása főleg a szakterületen ismeretekkel bírónak adott hasznos információkat. Az akkori hazai viszonyokat bemutató külön kötet nagyon szemléletes képet ad a formálódó hazai térinformatikai életről. A térinformatika üzletté válását jól jelzi, hogy 1993 őszén egy holland kiadó két kötetes angol nyelvű kiadványban (The HungarianMarket-place) mutatja be a magyarországi gazdasági, politikai viszonyokat, nagy terjedelmet szentelve a térinformatikai lehetőségeknek. 1994 decemberében jelenik meg először „A magyarországi térinformatika forráskönyve” a Hungis Alapítvány szervezésében és kiadásában.

Az első felsőoktatási szakkönyvnek Detrekői Ákos és Szabó György „Bevezetés a térinformatikába” című műve tekinthető (Nemzeti Tankönyvkiadó, 1995).

DTA-200

A Geodéziai Adatbázis (GAB) létrehozása volt a térképkészítés automatizálásának első állomása a katonai térképészetben. Az adatbázis fejlesztése 1978-ban kezdődött és 1986-ban fejeződött be. Ez az adatbázis a magyarországi felsőrendű háromszögelési alappont hálózat pontjainak, a negyedrendű főpontoknak, a negyedrendű pontoknak és az alappontokhoz tartozó iránypontoknak az adatait tartalmazza. Mivel az alappontok koordinátáit esetenként többféle (katonai és polgári) vetületi rendszerben is meghatározták, így a lekérdezés ilyen adatokat is szolgáltatott.

A GAB 1986 óta, egészen a közelmúltig, szerkesztés része volt a katonai térképészetben a térképkészítés technológiájának (a hagyományos térképkészítési eljárásban a koordinátahálózat

megrajzolása után ezen alappontok felszerkesztése adta a térkép vázát, s minden más térképi elemet lényegében ezekhez „igazítottak”). Később a NATO követelményekhez igazodó új Geodéziai Pontjegyzéket készítették. (Mihalik)

Az első teljes Magyarországot lefedő digitális térképnek az 1987–1989 között elkészült DTA-200 (Digitális Térképészeti Adatbázis) tekinthető. A DTA-200 elsődleges adatforrásai az 1 : 200 000 méretarányú Gauss-Krüger rendszerű katonai topográfiai térképek felhasználásával tervezett Magyarország 1 : 500 000-es méretarányú katonai autótérkép felnagyított sokszorosítási eredetijeinek voltak. Az 1 : 200 000 méretarányú térképszelvényekből 28 db ábrázol részben vagy teljes egészében magyar területet. Ezen térképek adattartalma a nyolcvanas évek közepének hazai hardver és szoftver lehetőségeit meghaladta, ezért is került sor egy csökkentett adattartalmú (kvázi levezetett) egylapos térkép digitalizálására. Az adattartalom azonban még így is meghaladta volna a lehetőségeket, így a térkép tartalmi elemei közül elhagyták a szintvonalrajzot és az erdőket, amelyek digitalizálása valószínűleg a legmunkaigényesebb lett volna, másrészt a DTM-200 használatával lehetett pótolni a domborzat hiányát, míg az erdők hiánya nem befolyásolta nagymértékben a potenciális felhasználói igényeket.

A Magyar Honvédség Térképészeti Hivatala (a rendszerváltás éveiben Tóth Ágoston Térképészeti Intézet) a Geometriával (kisszövetkezet, kft, majd rt.) együttműködve kezdett el a számítógépes kartográfiával foglalkozni a nyolcvanas évek közepén. A DTA-200 létrehozása a hivatal/intézet egyik első személyi számítógépén, egy Olivetti AT 286-os számítógépen kezdődött meg. A szoftverkörnyezetet a Geometria AutoCAD alapú alfaGrafik programja biztosította. Az adatnyerés kézi digitalizálással digitalizáló tábla segítségével történt. (Itt kell megemlíteni, hogy a digitalizáló tábla volt szinte az egyetlen olyan

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

személyi számítógépes periféria, amelynek volt hazai gyártása, még ha csak kis szériaszámban, nem ipari méretekben. Az 1951-ben alapított FOK-GYEM Szövetkezet 1982–1991 között gyártott digitalizáló táblákat. Ebben az időszakban igen nehéz volt a fejlett technológiai eszközök beszerzése, de ezek a berendezések elég egyszerűek voltak ahhoz, hogy itthon is gyártani lehessen őket, így sok hazai intézményben tették lehetővé a térképek digitalizálását.) Az 1989-es budapesti Nemzetközi Térképészeti Konferencia idején a katonai térképészetnek már Numonics 2200-as típusú A0-s digitalizáló táblája és Mutoh F-900-as A0-s plottere is volt.

A DTA-200 adatállomány teljes terjedelme 7,2 MB volt (Gauss-Krüger rendszerben), de az adatbázis az Egységes Országos Vetületben (EOV) is hozzáférhető volt. A DTA-200 első változata nem került széleskörű felhasználásra, a korabeli szakirodalom szinte említést sem tesz róla, a részletes technikai paraméterek sem voltak publikusak, illetve mára elvesztették a jelentőségüket ezek az információk. A DTA-200 fontossága elsősorban abban áll, hogy a katonai térképészet szakemberei ennek elkészítésekor szereztek megfelelő gyakorlatot, tapasztalatot egy jóval nagyobb volumenű feladat, a DTA-50 előállítására (egyértelmű volt a korabeli vizsgálatok alapján, hogy az 1 : 50 000 méretarányú digitális térkép elkészítésére még nem voltak adottak a hardver feltételek).

De a DTA-200 önálló termékként tovább élt. A DTA-200 1.0 verzió adatállománya részleges felújításával, az erdős területek ábrázolásával és az adatbázis felépítésének újraszervezésével 1998 októberében elkészült a DTA-200 2.0 verzió. Az adatállomány MicroStation/DGN, MapInfo, AutoCad/DWG és DXF file formátumban, Gauss-Krüger, UTM és EOV vetületi rendszerben is hozzáférhető lett. Mivel ebben az időben már megszűnt a katonai topográfiai térképek titkossága is, így piaci termékként lényegében

bárki megvásárolhatta. A DTA-200 2.0-es verzió elkészítéséhez, a változások és a növényzet digitalizálásához az 1 : 200 000-es méretarányú katonai topográfiai térképek sokszorosítási eredetijeit használták fel.

A DTA-200 2.0 esetén a térképi elemeket típusuktól függően a következő módon digitalizálták:

- *Méretarányban nem kifejezhető pontszerű objektumok:* beszúrási pontra illesztett cellával (pl. templom, üzem). A pontszerű elemek ábrázolásához a „Katonai digitális topográfiai térképek általános követelményei” című (MSZ K-1066) szabványban (KDDT) rögzített jelek kerültek alkalmazásra.
- *Egyezményes jellel ábrázolt vonalas elemek:* tengelyvonalon (pl. utak, vezetékek). A más térinformatikai szoftvereknek megfelelő formátumba való konvertálás után ezek az elemek a tengelyvonalakkal kerültek ábrázolásra.
- *Felületi elemek:* határoló vonal mentén zárt poligonként (pl. tó, erdő). A MicroStation szoftverkörnyezet a különböző felületi elemek ábrázolásához megfelelő lehetőségeket biztosított. A más térinformatikai szoftvereknek megfelelő formátumba való konvertálás során a felületek kitöltését meg kellett oldani, a felület körvonalai természetesen megőrződtek.
- *Szöveges elemek:* a szöveges elemek ábrázolásához használt stílusok az időközben elkészült DTA-50 1.0-hoz kifejlesztett betűkészlettel egyeztek meg. A karakterek méretei a 1 : 200 000 méretarányban feleltek meg. A betűkészlet kód kiosztása akkoriban a nemzetközileg elfogadott Latin-2-nek felelt meg.

A 2002-ben HUNET-200 néven ez volt az első állami alaptérkép, amelyet az interneten is publikáltak.

OTAB

A DTA-200 1.0-t időrendi sorrendben az Országos Térinformatikai Alapadatbázis (OTAB) követte. Ennek alapját az EOTR 1 : 100 000 méretarányú szelvényei képezték, amelyeket a Geometria Térinformatikai Rendszerház a topoLogic alapszoftverével (egy AutoCAD-hez hasonló rendszer) hozták létre. A topoLogic alkalmazói és fejlesztői rendszert 1989-ben, az ICA budapesti Nemzetközi Térképészeti Kongresszusán mutatták be a nagyközönség előtt. A topoLogic az 1989-es Compfair kiállítás különdíjas terméke lett, a Térinformatika című hírlevél első száma Kelet-Európa első valódi GIS rendszereként mutatta be, megemlítve, hogy a program 110 000 C nyelvű forráskód sort tartalmaz.

Később elkészült a MapLogic rendszer is, amely nagy teljesítményű asztali térképező szoftvernek tekinthető, a korabeli hardvereszközökhez illeszkedő térképnymtatási lehetőségekkel.

Az OTAB három önálló részadatbázisból áll:

- *részletes szint: 1 : 100 000–1 : 250 000*

Tartalom: vízrajz (patak, folyó, csatorna, tó, víztározó, kút, forrás), közlekedés (normál és keskenyvágányú vasút, autópálya, műút, talajút, híd, komp), létesítmények (ipari, mezőgazdasági, egyéb), települések (KSH által nyilvántartott települések, egyéb), határok (állam, megye, város, külterület, egyéb).

- *részletes szint – kiegészítő*

Tartalom: erdő, természetvédelmi terület.

- *áttekintő szint: 1 : 500 000–1 : 1 000 000*

Tartalom: vízrajz (folyó, jelentős patak, tó, csatorna), közlekedés (vasút, autópálya, első és másodrendű műút), települések (KSH által nyilvántartott települések), határok (állam, megye, város, külterület).

- *szemléltető szint:*

1 : 1 000 000–1 : 2 000 000

Tartalom: vízrajz (folyó, csatorna, jelentős

tó), közlekedés (fő vasútvonal, autópálya, elsőrendű műút), települések (város, nagyközség), határok (állam, megye).

Az OTAB úgy került kialakításra, hogy minél több felhasználói rendszer számára szolgáltatson digitális térképi háttéradatbázist (a domborzat az OTAB esetében is hiányzott). Segítségével a felhasználónak csak saját speciális adatait kell feltöltenie vagy illesztenie, a közös (közlekedés, határok, vízrajz, stb.) adatokat a számára megfelelő OTAB szintből készen kapja.

Az OTAB-ot többféle grafikus formátumban is (AutoCad DXF, topoLogic vektor, Intergraph MicroStation DGN és MapInfo MMI) elkészítették: bemutatásakor az 1990-es Compfair számítástechnikai szakkonferencián elnyerte a KSH vásárdíját (a '90-es évek második felétől a forgalmazást egy leányvállalat, az Infograph Kft. végezte 2004-es megszűnéséig).

A gazdasági rendszerváltás következtében ebben az időszakban jelentek meg Magyarországon tömegesen a multinacionális cégek, akik már komoly térinformatikai tapasztalattal rendelkeztek, s az ő számukra az OTAB biztosította a térinformatikai rendszerek működtetéséhez nélkülözhetetlen térképi adatbázist. Az OTAB-nak a DTA-50 megjelenéséig lényegében nem volt vetélytársa. (Alabér) A '90-es évek elejétől a Geometria – vélhetően a hazai piac fejletlensége miatt – főként nyugat-európai projektben (kataszteri és topográfia térképek digitalizálása) vett részt, így az OTAB továbbfejlesztésére, naprakészen tartására nem tudott kiemelt figyelmet fordítani.

Jól mutatja a digitális térképek iránti szakmai igényt az is, hogy a '80-as évek végén – a '90-es évek elején mind az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete (TAKI), mind a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) esetében komolyan felmerült, hogy a már digitális formában rendelkezésre álló tematikus adataik kezeléséhez ők maguk digitalizálják a megfelelő méretarányú EOTR topográfiai térképeket.

DTA-50

A katonai térképészeti intézet digitális termékei között a DTA-50 (Digitális Térképészeti Adatbázis) már egy magasabb szintet képvisel, korábbi munkáik szintézisének tekinthető. Az adatbázis az 1 : 50 000 méretarányú Gauss-Krüger rendszerű katonai topográfiai térképek felhasználásával készült, annak teljes tartalmát digitalizálták. A tényleges munka hosszas előkészítés után 1993-ban kezdődött el s 1996-ra fejeződött be, de a csökkentett adattartalmú (domborzat nélkül) változat már korábban rendelkezésre állt (a Térinformatika szaklap már 1994 elejétől közölte a Magyar Honvédség Kartográfiai Üzem ezzel kapcsolatos hirdetését: az 1994-es számokban 1994 végi megjelenést, majd az 1995-ös számokban 1995 végi megjelenést jelezve). A DTA-50 létrejöttét egy OMFB pályázat tette lehetővé, részben az anyagi hátteret biztosította a műszaki fejlesztésekhez, részben az első digitális térképészeti szabvány létrehozását támogatta (KDTT: Katonai Digitális Topográfiai Térkép MSZ K 1066).

Elkészítését a NATO délszláv háborúba történő beavatkozása is siettette, valószínűleg ennek is köszönhető, hogy az Egyesült Államok Védelmi Ügynöksége (Defence Mapping Agency) már 1993-ban támogatta a projektet elősegítve a megfelelő hardver és szoftverkörnyezet kialakítását. A délszláv válság miatt Taszár 1995-től az IFOR (Implementation Force) majd 1996-tól az SFOR (Stabilisation Force) csapatok logisztikai bázisa lett. A modern katonai repülőgépek tájékozódása, vezérlése már digitális térképek segítségével történik, így a Magyarországot ábrázoló részletes digitális térkép lényeges hozzájárulás lehetett a békefenntartó misszióhoz magyar oldalról.

A grafikus alapanyagot – a papírtérképek filmjeit – LaserScan pásztázó digitalizáló rendszerrel szkennelték, 500 dpi felbontással. Ezt

a technológiát 1990-ben tudta megvásárolni a katonai térképészet. A raszteres állományt a szelvény sarokpontjaival, szükség esetén ismert belső pontokkal – főleg háromszögelési pontokkal – illesztették a Gauss-Krüger rendszerbe. A vektoros állományok az elemek azonosítása és csoportosítása, valamint a megfelelő ellenőrzések elvégzése után kerültek az adatbázisba.

A Digitális Térképészeti Adatbázis mintegy 700 féle elemet (feature) tartalmaz. Az elemeket különféle témákba (kategória) sorolták be, melyek száma az egyes verziókban eltérő.

A DTA-50 első változata egy olyan általános vázterképnek tekinthető, amely egyrészt lehetőséget teremt topográfiai térképek készítésének automatizálására (értve ezalatt elsősorban a kartográfiai végterméket), másrészt felhasználható volt egy jövőbeli térinformatikai rendszer alapjaként (2.0 változat).

Az adatállomány terjedelme különböző adatformátumokban 0,4–1,0 Gbyte.

A teljes országot 319 papírtérkép-szelvény fedi le, melyeket az 1 : 25 000 méretarányú felmérésekből vezettek le. 1996-ra készült el ennek a térképnek a teljes digitális változata, az ún. DTA-50 (MicroStation DGN, AutoCAD DWG/DXF, MapInfo és ArcInfo formátumokban).

A Magyar Köztársaság 1 : 50 000-es méretarányú topográfiai térképének 1.0 verziója (DTA-50) az 1 : 50 000-es méretarányú katonai topográfiai térképek számítástechnikai feldolgozásával, valamint a Digitális Domborzati Modell (DDM) és a Geodéziai Adatbázis (GAB) felhasználásával jött létre. Az adatbázis feltöltését a Magyar Honvédség Kartográfiai Üzem és az AGM Közműfejlesztő és Lakossági Szolgáltató Rt. közösen végezte.

A DTA-50 használatával azonos térinformatikai alapstruktúra alakítható ki a helyileg és szervezetenként különálló rendszerek között, megkönnyítve ezzel az adatcserét, a szakmai együttműködést.

Az adatállomány a következő kategóriákat tartalmazza:

- alappontok;
- települések;
- létesítmények;
- közlekedés;
- hidak, átkelőhelyek;
- vízrajz;
- vízi és hajózási létesítmények;
- domborzat;
- növényzet;
- határok;
- településnévrajz;
- vízrajz névrajza.

DTA-200 1.0 verzió adatállományának részleges felújításával, az erdős területek ábrázolásával és az adatbázis felépítésének újratervezésével 1998 októberében elkészült a DTA-200 2.0 verzió. A DTA 200 2.0-es verzió elkészítéséhez, a változások és a növényzet digitalizálásához az 1 : 200 000-es méretarányú katonai topográfiai térképek sokszorosítási eredetijei kerültek felhasználásra. A DTA-200 2.0 elemeinek listája összeállításának alapját a Katonai digitális topográfiai térképek általános követelményei című (MSZ K-1066) szabvány, a DTA-50 1.0 verzió MicroStation/DGN formátum elemtáblázata, valamint az érvényben lévő utasítások képezik. 2005-ben területileg is kiegészült a DTA-200, az eredeti 28 szelvényről 35 szelvényre bővült. Ezzel párhuzamosan a DTA-200 területére az 1 : 200 000 méretarányú térképek domborzatrajzából 200 x 200 m-es rácssűrűségű DDM is készült. Ebben a munkában a CADMAP Kft. volt a katonai térképészet partnere.

Elkészült egy teljesen újjászervezett és helyesbített, az 1 : 200 000 térképi tartalomnak megfelelő adatbázis, a DTA-200-2k2. Újabb verziója, amelyet folyamatosan frissít a katonai térképészet a DTA-200-2k6. Ez az alapja több, 1 : 200 000 méretarányú katonai térképi kiadványnak. Létrejött még ezeken kívül a DTA-500

és a DTA-1000, az 1 : 500 000 és 1 : 1 000 000 térképek alapján.

A DTA-50 felújítása hagyományos légifényképezési eljárással készített fekete-fehér légi felvételekből előállított digitális ortofotók alapján végzett irodai kiértékelés, terepi helyszínelés, generalizálás és a gazdaság különböző szereplőitől begyűjtött aktualizálási információk alapján nyert adatoknak az adatbázisba történő bedolgozása útján került végrehajtásra. Fontos alapelv, hogy az adatbázisba csak ellenőrzött adatok kerülhetnek bedolgozásra.

A földmérési alaptérképek digitalizálása

Az első korai földügyi fejlesztések, kutatások a hetvenes évek elején indultak meg. 1974-ben helyezték üzembe a Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalatnál az ország első, európai mércével is korszerű, digitális térképi adatok feldolgozására alkalmas grafikus számítógéprendszerét. Ugyanitt már 1975-ben elkezdődtek az első kísérletek a nagyméretarányú földmérési alaptérképek digitalizálására. (Szabó-Kummer)

A magyar ingatlan-nyilvántartás az évszázados hagyományú kataszteri rendszeren alapul: műszakilag pontos, nagyméretarányú kataszteri térképből és jogi, közigazgatási iratokból áll. A digitalizálási és a digitális térképfelújítási technológia bevezetésével kapcsolatban a következő követelményeket kellett figyelembe venni:

- hiteles és államilag egységes legyen,
- elégítse ki a hazai és európai műszaki, gazdasági, üzleti és jogi igényeket,
- a digitális térképek tartalma, pontossága és adatformátuma a magyar és a nemzetközi szabványoknak feleljen meg,
- tegye lehetővé a felhasználóknak, hogy a térképi vetület és a jelkulcsi elemeket transzformálhassák egyik rendszerből a másikba.

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

A földmérési alaptérképek nagy méretaránya, és ebből adódóan nagy száma, miatt ezek digitalizálásának igénye csak a rendszerváltás után merült fel. A hazai térinformatika kezdetei érintették a földmérési alaptérképeket is, lévén ezek egyszerű vonalas ábrázolása, a legtöbb esetben a domborzatábrázolás hiánya, megkönnyítette mind az adatbevitelt, mind a felhasználást.

Minden községről (városról) külön földmérési alaptérkép és így külön ingatlan-nyilvántartási térkép készül, amely általában a helység egész területét tartalmazza. Ha azonban újbóli felmérés vagy térképfelújítás csak a belterületre vagy csak a külterületre terjed ki, külön térkép készül a község belterületéről és a külterületről.

A Geodézia és Kartográfia szaklap 1989 elején azt írta, hogy „a földhivatali számítógépes rendszert talán még ez évben sikerül felállítani, amelyet egyelőre közösen hasznosítunk az ingatlan-nyilvántartással. De látni kell, hogy a jelenleg meglévő mintegy 80 MB diszkkapacitás egyik szakágazat számára sem elegendő.” (Deme)

A kilencvenes évek elején ugyan még csak a földmérési alaptérképek kevesebb, mint a fele volt elérhető az EOTR rendszerbe átdolgozva (az ország többi részére különféle méretarányú és vetületű régi kataszteri térképek álltak csak rendelkezésre, becsült szelvényszám kb. 60 000), de néhány hazai város már elkészítette földmérési alaptérképeinek digitális változatát (ezek szinte kizárólagosan csak a belterületeket érintették), igaz ekkoriban még nem készültek el az erre vonatkozó szabványok. Ebben az időben a szakemberek 10–15 évre becsülték azt az időszakot, amíg elkészülnek hazánk teljes területére a digitális földmérési alaptérképek. 1992-ben 15–20 milliárd Ft-ra becsülték a digitális földmérési térképi adatállományok előállításának költségeit: ebből 638 836 hektár belterület, 196 703 hektár zárkert, s a többi külterület. (Böröcz)

A kilencvenes évek elején elsősorban Budapesten jelentett óriási problémát, hogy mintegy

300 000 elintézetlen kérelem halmozódott fel a tulajdon átruházására, jelzalog bejegyzésre vagy egyéb ingatlan-nyilvántartási módosításra vonatkozóan. (Niklasz)

Már ekkor nyilvánvalóvá vált, hogy a távlati cél az ingatlan-nyilvántartási adatokhoz való közvetlen számítógépes hozzáférés megvalósítása, napjainkban ez már egy jogilag megfelelően szabályozott, az érintettek (közjegyzők, önkormányzatok, kormányhivatalok) számára megszokott, mindennapos szolgáltatás.

1994-ben a „Földhivatalok számítógépesítése” című, több évre tervezett PHARE-projekt tette lehetővé a TAKAROS program elindítását (tervezése már korábban megindult), amely a digitális kataszteri térképek földhivatali nyilvántartását, kezelését támogatta. Az informatikai beszerzések keretében 126 db szerver, 746 db számítógép és több száz nyomtatót tartalmazott a projekt. Ekkor még csak az ország területének mintegy 4%-áról készült el digitális földmérési térkép, de még ezek adatbázisba foglalása sem kezdődött el. (Niklasz)

A fejlesztés célja a TAKAROS esetében az ingatlan-nyilvántartási rendszer továbbfejlesztése volt teljes földügyi információs rendszerré. A TAKARNET esetében a cél az volt, hogy országosan elérhetővé váljanak a földhivatali információs rendszerek, és csatlakozhassanak hozzá külső felhasználók is. Az eredeti tervek szerint a PHARE-program keretében kifejlesztett rendszer telepítését 1996 végére be kellett volna fejezni, de a végrehajtás majdnem négy évet csúszott. Végül a TAKAROS rendszer fejlesztése 1997 márciusára fejeződött be, s ekkor kezdődött a TAKARNET projekt végrehajtása.

2000 júniusában fejeződött be a TAKAROS rendszer 2.0 változatának a telepítése, így ettől kezdve az ország összes körzeti földhivatala ezt a számítógépes ingatlan-nyilvántartási rendszert használja. (Szabó Béla-Weninger Zoltán)

DAT

Az 1997-ben elfogadott DAT (digitális alaptérkép) szabvány (MSZ 7772-1) tárgya a földmérési, nagyméretarányú térképek céljait összesítő jelleggel szolgáló digitális alaptérkép fogalmi modelljének leírása. A szabvány célja, hogy a fogalmi modell szintjén meghatározza a DAT tartalmát képező objektumféleségeknek, geometriai jellemzőiknek, tartalmi és kapcsolati tulajdonságaiknak, adatminőségi jellemzőiknek körét, valamint ezek rendezésének elvét és a DAT tartalmát átfogóan ismertetni hivatott metaadatokat.

A szabvány meghatározza a digitális alaptérkép fogalmát, tartalmát, fogalmi szempontból meghatározza és tartalmilag pontosan körülhatárolja az állami alapadatok fogalmát. Előírja az alkalmazandó geodéziai alapokat és a digitális alaptérkép megjelenítésének főbb szabályait. Objektumorientált szemléletben meghatározza a digitális alaptérkép objektumainak körét, osztályozási rendszerét, fajtáit és attribútumait, geometriai és topológiai alapjait, teljes részletességű adatminőségi követelményeit és az adatminőség mindenhol használható féleségeit.

A DAT szabvány konkrét alkalmazásáról a DAT szabályzatok rendelkeznek.

1996-tól az állami földmérési alaptérképeket a DAT szabályzatokban foglalt szakmai előírások szerint kell készíteni. A DAT Szabályzat a következő részekből áll:

- **DAT1 Szabályzat:**

Digitális alaptérképek tervezése, előállítása, felújítása, adatcsere-formátuma, dokumentálása, ellenőrzése, minőségellenőrzése, hitelesítése és állami átvétele.

- **DAT2 Szabályzat:**

A földmérési alaptérképek digitális alaptérképpé történő átalakításáról és minőségellenőrzéséről.

NKP

Az állami földmérési alaptérképek digitális formában történő megjelenítésének gondolata – az egész országra kiterjedően – 1992-re tehető, de a Nemzeti Kataszteri Program elindítását lehetővé tevő politikai döntés csak 1997-ben született meg; az akkori becslések szerint mintegy 15–20 évre tervezték a program befejezését.

A program finanszírozása csak hitelből volt lehetséges, melynek felvételére sem a Minisztérium, sem annak szervezetei és intézményei nem voltak jogosultak, ezért létre kellett hozni egy – a Földművelésügyi Minisztérium kizárólagos tulajdonában lévő – gazdálkodó szervezetet, a Nemzeti Kataszteri Program Közhasznú Társaságot (jelenlegi működési formája nonprofit kft.), mely 1996-ban alakult meg. Az NKP Kht. szervezte meg a digitális földmérési alaptérképek vállalkozók általi elkészítését. Ezen felül felügyelte és ellenőrizte a végrehajtást, a földhivatalok közreműködésével átvette az elkészült térképeket.

A Nemzeti Kataszteri Program keretein belül az egyik legfontosabb célfeladat a földmérési alaptérképek felújítása és digitális átalakítása. E tevékenység eredményeképpen az egész ország területére vonatkozóan megszületett az a digitális térképmű, melyben a törvény előírásainak megfelelően lesz biztosítva az állami és helyi önkormányzatok informatikai rendszernek térképi alapja.

Ezek a térképek megjelenési formájukban – lévén digitális állományok – mindenképpen korszerűek, de pontosságukban a korábbi, hagyományos adathordozón elkészített, a korabeli térképkészítési eljárás műszaki paramétereinek felelnek meg, és a digitális átalakítás nem járt együtt az ingatlan-nyilvántartás átalakításával.

A Nemzeti Kataszteri Program alapvető felújítására, 2002-ben szükségszerű változtatás történt. Az Európai Unióhoz történő csatlakozásunkkal kapcsolatos felkészülés, azaz az ag-

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

rártámogatási rendszer EU követelmények szerinti működtetéséhez fel kellett gyorsítani az adatok előállítását. 2001-ben négy mintaterületre megindult a külterületi nyilvántartási térképek vektoros digitális állománnyá történő alakítása.

2004-ben döntés született, hogy a feldolgozandó területek kezelése külterület (KÜVET), belterület és különleges külterület (BEVET) és fővárosi kerületek tagolásában történik.

Fentiek alapján a Földügyi és Térképészeti Főosztály és a Nemzeti Kataszteri Program Kht. elkészítette az egyeztetett végrehajtási ütemtervet. Ennek összeállításakor az alábbi fő szempontokat kellett figyelembe venni:

- az Európai Unió elvárásainak megfelelően a külterületi vektoros digitális alaptérképeknek 2005. december 31-ig el kell készülni,
- a Földhivatalok lehetőleg ne legyenek egyszerre terhelve a KÜVET vizsgálat és állami átvétel, valamint a BEVET adatszolgáltatási és egyéb előkészítő feladatokkal.

MePAR

Az Európai Unió Közös Agrárpolitikájának bevezetése megkövetelte az uniós támogatások igénybeviteléhez szükséges Integrált Irányítási és Ellenőrzési Rendszer (IIER) kiépítését. Az IIER kiépítését 2002 szeptemberében kezdte meg az FVM, ennek keretében a FÖMI 2002. októberében kezdte meg a Mezőgazdasági Parcella-Azonosító Rendszer (MePAR) kiépítését.

A MePAR az agrártámogatások eljárásainak kizárólagos országos földterület-azonosító rendszere. Abban az értelemben kizárólagos, hogy a földterülethez kapcsolódó részben vagy egészben európai uniós támogatások igénylése során csak ennek az azonosítási rendszernek az adatait lehet használni. Alapvetően azért

van szükség erre a rendszerre, mert az Európai Unió és hazánk jogszabályai az érintett támogatások vonatkozásában kötelező jelleggel előírják. A 2004-es támogatási évtől a MePAR biztosítja a földterülethez kapcsolódó támogatások alapját képező mezőgazdasági táblák helyének egyértelmű azonosítását, valamint adataival segíti területük egyszerű és pontos megadását. A mezőgazdasági táblákat az erre a célra elkészített térképeken, ún. MePAR blokkterképeken lehet azonosítani.

Térképészeti törvény és következményei

Az 1996. évi LXXVI. törvény a földmérési és térképészeti tevékenységről, melynek célja, hogy a földmérés és térképészet területén meghatározza az állam feladatait, valamint a földmérési és térképészeti tevékenység végzése feltételeinek szabályozásával olyan feltételrendszert hozzon létre, amelyben a földmérés, valamint a térképészet iránti igények egységes szakmai követelmények szerint és gazdaságosan elégíthetők ki.

A törvény egyértelműen meghatározza a földmérési és térképészeti állami alapfeladatokat, szétválasztja a polgári és a katonai térképészet feladatait az állami topográfiai térképek tekintetében. Mivel szakmailag a polgári térképészet és a katonai térképészet feladatai szorosan összefüggnek, s ha nem is ugyanazt a területi rendszert és alapfelületet használják, mégis magától értetődően szükségessé vált a feladatok racionalizálása, összehangolása.

A jogszabályi feltételek változásával a topográfiai térképkészítés a '90-es évek végére paradigmaváltáshoz érkezett. Mind a polgári, mind a katonai térképészet elérkezett egy hagyományos technológiával készült térképmű létrehozásának befejezéséhez. Az EOTR térképek és

katonai topográfiai térképek kielégítették a velük szemben támasztott akkori követelményeket. A korszerű igények kielégítésére az analóg topográfiai térképek már nem mindig feleltek meg, ehhez térinformatikai adatbázisként kell kezelni az állami topográfiai térképeket. Ehhez megfelelő tartalmú és minőségű digitális topográfiai adatbázis és térképrendszerek létrehozására van szükség. A Magyar Honvédség Térképész Szolgálat 1997 márciusában kezdeményezte a Magyar Honvédség NATO-kompatibilis topográfiai térképrendszerének kidolgozását, a topográfiai térképrendszer átalakítását. Az előterjesztést a HM Kollégiuma 1997 májusában, majd novemberben kibővített ülésén megvitatta és elfogadta, egyben javasolta a Magyar Köztársaság Topográfiai Térképrendszerének átalakítására vonatkozó kormányelőterjesztés kidolgozását a honvédelmi miniszter és a földművelésügyi miniszter közös előterjesztésében. Ezzel párhuzamosan a megalapozott döntéshozatal szakmai előkészítése érdekében a katonai és polgári térképészet szakemberei a hazai tudományos élet képviselőinek közreműködésével 1997 nyarán elkészítették a Magyar Topográfiai Program (MTP) döntés-előkészítő tanulmányát, amely alapján az MTA Geodéziai Tudományos Bizottsága is állást foglalt a program megvalósításának szükségesége mellett.

A Magyar Topográfiai Program célja közigazgatási, nemzetgazdasági és védelmi célokra egyaránt alkalmas, piacképes digitális és analóg térképészeti termékek előállítására. Ez magában foglalta az állami topográfiai térképek létrehozását digitális technológiával, továbbá a klasszikus topográfiai térképkészítést korszerű alapokra helyező adatgyűjtő, adatfeldolgozó, adattároló, termék-előállító, változásvezető és szolgáltató rendszer létrehozását.

A Magyar Topográfiai Program közvetlen haszna lett volna, hogy:

- a közvetlen és közvetett felhasználók széles köre részére elérhetővé válnak a korszerű,

aktuális, értéknövelt termékek előállítására is alkalmas digitális topográfiai és kartográfiai adatbázisok és térképek;

- a program keretében létrehozott új térképrendszer kiváltja a jelenleg még párhuzamosan létező polgári és katonai topográfiai térképrendszereket;
- az EU és NATO-csatlakozással kapcsolatos elvárások kielégítése a szükséges digitális és térképi alapok biztosítása tekintetében;
- a korszerű termékek forgalmazásából, illetve az értéknövelt szolgáltatásokból bevétel lett volna elérhető.

A Magyar Topográfiai Program a finanszírozás elégtelensége miatt nem valósulhatott meg. Elsősorban a polgári topográfia területe nem volt képes a programban vállalt feladatok végrehajtására, de a katonai térképészet is csak lassúbb ütemben tudta a feladatokat elvégezni. Ennek megfelelően amíg az MTP fogalma használatban volt, a feladatok egyre inkább a katonai térképészet igényeinek megfelelően alakultak át:

- korszerű adatgyűjtő, adatfeldolgozó, adattároló, termék-előállító, változásvezető és szolgáltató rendszer létrehozása;
- egységes alap létrehozása a topográfiai, kartográfiai, földrajzi és szakági térinformatikai rendszerek kiszolgálására.

A MTP termékeivel kapcsolatos főbb követelményeket a Digitális Topográfiai Adatbázis (DITAB) és a Digitális Kartográfiai Adatbázis (DIKAB) definiálta. A digitális topográfiai adatbázis- és térképrendszer elsődleges modellje a DITAB, amely a terep topográfiai elemeinek digitális leképezése. A DITAB elsődlegesen egy geometriai grafikus jellegű adatbázis, amely az objektumok geometriai tulajdonságait rögzíti, amely a szükséges minimális attribútum tartalommal egészül ki. A DITAB tartalmában, szemléletében lényegesen eltér a korábban létrehozott digitális térinformatikai adatbázisoktól. Míg ez utóbbiak előállítására már meglévő térképészeti

A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól...

anyagok digitális átalakításával történt, addig a DITAB létrehozása döntően elsődleges adathyeréssel (légifényképek alapján) történik, így egyrészt geometriailag sokkal jobban tükrözi a valós világot, másrészt biztosítható a tartalom megbízhatóságának és aktualitásának homogenitása. A DITAB-nak biztosítani kell a különböző méretarányú digitális kartográfiai adatbázisok létrehozását, valamint lehetővé kell tennie különböző tematikus adatbázisok szolgáltatását az adatállomány tetszőleges csoportosítását, valamint elemzések, számítások elvégzését.

A DITAB alapján készíthetők el a levezetett méretarányoknak megfelelő digitális kartográfiai adatbázisok (DIKAB) és az analóg térképek. Az MTP katonai szegmensének nevezett térképátalakítási program két fázisra lett bontva. Az első fázis a DTA-50 fototérkép alapú részleges felújításán alapuló új, NATO-kompatibilis 1 : 50 000 méretarányú topográfiai térképművet eredményezett. Ez a minimális programként ismert fázis 2004-ben lezárult. Az ún. teljes térképátalakítási program alapja az 1 : 25 000 méretarányú térkép tartalmi sűrűségének megfelelő „valódi” topográfiai adatbázis. A műszaki megalapozás 2004–2005-ben befejeződött, a program megvalósítása vontatottan, időnként megszakadva halad. 2012-ig tulajdonképpen alig 100 szelvény területére fejeződött be az adatfeltöltés az 1167-ből. (Alabér)

Egyéb korai térképészeti adatbázisok

A térinformatika nemzeti projekt széleskörű szakmai előkészítést követően 1992-ben indult el. Az OMFB által vezetett projekt főbb elemei a következők voltak:

- digitális térképi termékszabvány kidolgozása (FÖMI)
- távérzékelésen alapuló országos hasznos növény terület-, állapot-, fejlődést felmérő

és hozambecslő információs rendszer megalapozása (FÖMI)

- a GPS-technika hazai alkalmazási feltételeinek infrastrukturális és módszertani fejlesztése (FÖMI)
- 1 : 50 000 méretarányú digitális topográfiai térkép létrehozása (szabványok kidolgozása, technológiai utasítás) (MH TÁTI).

Ezzel egy időben az OMFB az önkormányzatok számára is kiírt térinformatikai pályázatot. (Márkus)

Néhány korabeli digitális térképi adatbázist mindenképpen célszerű megemlíteni:

Budapest-4000

Az InfoGraph Kft. 1993-ban elkészült terméke. Nagy méretaránya (1 : 4000) és tömbhatáros és utcatengelyes kivitele előnyös volt, a tömbök sarokpontjainak házszámait is tartalmazta. Eleinte kizárólag MapInfo formátumban forgalmazták, de később DXF és DGN formátumokban is elérhetővé tették.

BDA-2000, Budapest Digitális Alaptérképe

A Geometria által készített 1 : 2000-es méretarányú térkép olyan további információkat is tartalmaz, mint a föld alatti létesítmények, kötött nyomvonalú közlekedési útvonalak, egyedülálló és lakótelepi épületek. 1993-ban készült el.

Magyarország Földrajzinév-tára (FNT)

A névanyag az 1 : 25 000–1 : 50 000 méretarányú topográfiai térkép tematikájához illeszkedik és az ország teljes területét lefedi. Az FNT adatbázis a települések, a településrészek, a tájak, kisebb területek (dűlők, erdők stb.) nevét, a természetvédelmi területek nevét, a domborzati és

vízrajzi neveket, a térképi ábrázolásban megszo-
kott nevezetes pontok (pl. rom, kilátó, kastély
stb.), valamint egyes fontosabb közlekedési ob-
jektumok nevét, a földrajzi nevek összesen 39
típusát tartalmazza.

Egy névrekord a földrajzi névvel jelölt objek-
tum fekvését a megye és a helység feltüntetésé-
vel, valamint EOV és/vagy földrajzi koordináta-
párral határozza meg. A névrekord tartalmazza
a földrajzi név típusát, a név változatait, a név és
a változatok forrását. Egyéb attribútumok: lakos-
ságszám, magasság, vízfolyások kapcsolódási
száma. A megjegyzések mezőben utalás van a
közigazgatási változásokra, a nevek alá-föléren-
deltségi viszonyaira, vagy ha más helység terü-
letére is kiterjed a név.

Az adatbázis szerkezete tartalmilag a hely-
ségekre (a tájak, megyék kivételével) épül, azaz
egy, több helység területére kiterjedő, földrajzi
objektum annyiszor található meg az adatbázis-
ban, ahány helységhez kapcsolódik. Az adatál-
lomány szerkezete logikailag névrekordokból áll,
a rekordok között nincs hierarchia.

Az FNT1 a nevek sűrűségét tekintve 1 : 40 000
méretarányú topográfiai térképek tematikájának
felel meg. Az FNT2 az 1 : 10 000 méretarányú
állami topográfiai térképek tematikájához igazod-
dik, a projekt 2005-ben az ország területének
30%-os feldolgozásánál tartott. Az FNT1 mellet
az ún. eredeti, 1 : 2880 méretarányú kataszteri
térképek névanyagát is tartalmazni fogja. A ne-
vek lokalizálása itt már poligonnal, illetve vonal-
lal történik. Az adatállomány helyszíni egyezte-
téssel, a lakosság, illetve az önkormányzat és az
érdekelt mező-, és erdőgazdasági társaság be-
vonásával áll elő.

Magyar Közigazgatási Határok (MKH)

Az adatbázis a magyarországi közigazgatási
határok adatait tartalmazza országhatár, régió-

határ, megyehatár, kistérség-határ, településha-
tár szinten. Az adatállományok megfelelnek a
földhivataloknál nyilvántartott jogerős állapot-
nak. Az állományok különböző – a felhasználó
igényének megfelelő – mértékben generalizált
változatokban is kaphatók, 1 méter élességű ko-
ordinátákkal.

Az adatbázis formai követelményeit az FM
21/1995 számú rendelete határozta meg, az
adatbázis a FÖMI gondozza és szolgáltatja.

DSM magyarországi digitális utcatérképek

A DSM digitális, sarokponti házszámokat tartal-
mazó, Magyarország minden települését egy-
ségesen lefedő térinformatikai településtérkép
a GeoX Kft. tulajdona, melynek fejlesztése 1996-
ban kezdődött. Az első változat alapját a DTA-
50 egyes, kiválasztott rétegei képezték, amely-
ből az utakat és utcákat részben ortofotók alap-
ján, részben GPS mérések segítségével teljesen
lecserélték. A vasutakat teljesen újradigitalizál-
ták. A DSM a maga idejében a Magyarországon
elérhető legrészletesebb intelligens digitális ut-
catérkép-sorozat. A DSM térképek nem különálló
településenként fedik le az országot, hanem a
térkép egy egységes adatbázist jelent. A DSM
térképek legfontosabb eleme a cím- és közlekedé-
si adatbázis, amelyben megtalálható az összes
magyarországi önkormányzati vagy állami ke-
zelésben lévő út- és utcaszakasz. A DSM egysé-
ges adatbázist és kartografált térképi tartalmat
biztosít az ország összes településre. (Csemez,
Kollányi – Prajczner)

A Magyar Köztársaság modernizációs pro-
gramja a 2159/1996 (VI./28.) számú kormány-
határozatban önálló feladatként tartalmazza
Magyarország légifelmérését. Ennek a rendelet-
nek a végrehajtása érdekében az FVM Földügyi
és Térképészeti Főosztálya EU Harmonizációs
programja keretében 2000-ben három, egymás-

sal összefüggő nagy programot indított el Magyarországon teljes területére vonatkozóan:

- 1 : 30 000 méretarányú légifelvétel készítése (Magyarország Digitális Ortofotó Programja, MADOP);
- 5 m x 5 m rácsméretű, 1 m magassági pontosságú digitális domborzatmodell előállítás;
- a fentiek alapján 1 : 10 000 méretarányú megfelelő digitális ortofotó előállítása.

1 : 30 000 méretarányban, 4500 m magasságból összesen 7746 db színes diapozitívot készítettek, ebből a számból az ismételt képeket levonva 6667 db felvételt szkenneléssel digitálissá alakítottak.

A IV. rendű háromszögelési hálózat alapján elvégezték a 6667 db felvétel légiháromszögelését. A 4096 db 10 000-es topográfiai szelvény domborzatrájának vektorizálása alapján 5 m rácssűrűségű, mintegy 4 milliárd pontot tartalmazó digitális domborzati modellt (DDM) állítottak elő. A domborzatmodell alapján előállított 4096 db digitális ortofotó szelvény, kb. 2,5 TB nagyságú. (Winkler)

2000 után 2005-ben készültek új ortofotók. 2007-től gyakorlatilag folyamatosan történik a légifelvétel és digitális ortofotó elkészítése.

Bár nem tekinthető térképészeti adatbázisnak, de feltétlenül említésre méltó, hogy 1994 végén jelent meg az első magyar készítésű digitális világtérkép CD-ROM (bár hajlékonylemezes változat is létezett). A Rudas & Karig Kft. kiadásában a MÁFI és az ELTE Térképtudományi Tanszéke és a Cartographia Kft. együttműködésében készült kiadvány vektoros világtérképet tartalmazott, így a CD-ROM további részét korabeli multimédiás tartalom és fotók töltötték ki.

1995 elejére a Cartographia Kft. is befejezi a Budapest várostérkép digitális átalakítását (AutoCAD környezetben). 1997-ben készül el a Cartographia Kft. két digitális terméke: a Budapest és a Magyarország CD-ROM.

Összefoglalás

A tanulmány kísérletet tesz a hazai digitális térképészeti adatbázisok áttekintésére, elsősorban a 1980–1990-es évek történéseire koncentrálna. A téma tanulmányozásánál ugyanazzal a problémával szembesültem, mint a hasonló szakterületek feldolgozói: a korabeli szakirodalom igencsak hiányos, és a digitális állományok nagy része már nem hozzáférhető, vagy olyan formátumú, amely ma már nem olvasható. Ezért tartottam fontosnak a téma széleskörű feldolgozását. Remélhetőleg a téma szakemberei saját tapasztalataikkal kiegészítik, pontosítják a tanulmány megállapításait, így írásban is rögzítve és remélhetőleg megőrizve a korszak történéseit, a hazai digitális állományok létrehozásának összetett folyamatát.

Igyekeztem a témát széleskörűen feldolgozni, de amíg bizonyos részterületeken saját ismereteimre támaszkodhattam, addig más szakterületeket a korabeli szakfolyóiratok tanulmányai alapján ismertetek. Mivel a tanulmány terjedelme az eredetileg tervezettnél jelentősen nagyobb lett, így írás közben a tárgyat időtartamot igyekeztem lerövidíteni, s csak érintőlegesen ismertettem az elmúlt 10–12 év történéseit, inkább a 20. század végi történésekre koncentráltam. A digitális földmérési térképek hazai történetének részletes ismertetését nálam avatottabb szakemberek alkalmasabbak, remélhetőleg a szaklap valamelyik későbbi számában erről is olvashatunk.

Irodalom

Alabér László: A topográfiai térképrendszer átalakításának lehetőségei a Magyar Honvédség igényeinek és a NATO-csatlakozás követelményeinek figyelembevételével. PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2004

Böröcz András: A földmérési alaptérképek mint a térinformatikai rendszerek térképi alapja és költségforrásai. Geodézia és Kartográfia, 1992/6. 408–411.

- Csemez Attila:* Az üzleti térinformatika alapjai. Diplomamunka, ELTE, 2002.
- Deme Gyula:* Gondolatok a digitális térkép kialakításának kérdéseiről. *Geodézia és Kartográfia*, 1989/1. 30–33.
- Divényi Pál – Koós Árpád:* Távközlési célú topográfiai adatbázis. *Geodézia és Kartográfia*, 1982/4. 260–63.
- Gyergyák Ferenc:* Az elektronikus technológiaváltás és a közigazgatási folyamatok kapcsolatrendszere. Tanulmány „Az ügyintézés modellezése” című tanulmányhoz, 2011.
- Kalás Tibor:* Számítógép az államigazgatásban. Közgazdasági és Jogi könyvkiadó, Budapest, 1979.
- Kollányi László – Prajczner Tamás:* Térinformatika a gyakorlatban. KÉE Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest, 1995.
- Koós Árpád:* Digitális terepmodellek a vezeték nélküli összeköttetések tervezésében PKI 1972–1994. Távközlési Könyvkiadó, Budapest, 1996. ed. Márkus Béla: Térinformatika Magyarországon '94 (NCGIA Core Curriculum), EFE FFK Térinformatikai Tanszék, Székesfehérvár, 1994.
- Mihalik József:* Térinformatikai rendszerek és digitális térképészeti adatbázisok alkalmazási lehetőségei a Magyar Honvédségben. PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2003.
- Niklasz László:* Nagyméretarányú kataszteri felmérési és térképezési stratégia Magyarország számára. *Térinformatika*, 1995/2. 14–17.
- Papp-Váry Árpád:* Két évtizede nem titkosak a térképek. *Geodézia és Kartográfia*, 2010/1, 22–25. ed. Remete-Fülöpp Gábor, Fekete János, Márkus Béla, Mihály Szabolcs, Szabó Szilárd: A térinformatika és alkalmazásai. Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, Budapest, 1993.
- Lackó László:* Kisméretarányú kartogramok előállítása számítógéppel. In: ed. Stegena Lajos – Klinghammer István – Füsi Lajos: Automatizálás a kartográfiában II. (*Studia Cartologica* 3). ELTE Térképtudományi Tanszék, Budapest, 1972.
- Szabó Béla – Weninger Zoltán:* Befejeződött a Takaros és a Takarnet információ-technológiai rendszer országos telepítése. *Geodézia és Kartográfia*, 2000/8, 34–38.
- Szabó Szilárd – Kummert Ágnes:* Fejezetek a térinformatika magyarországi történetéből. Bonaventura GIS, Budapest, 2001.
- Varga, L.* (2010. április 13.). A közigazgatási informatika kezdetei. *Jegyző és Közigazgatás*, 2010/2.
- Winkler Péter:* Nagyfelbontású DDM és digitális ortofotó az ország teljes területére. Országos Térinformatikai Konferencia, 2003 (<http://www.otk.hu/cd03/3szek/WinklerPéter.htm>).
- Zentai László:* Output-orientált digitális kartográfia. Doktori értekezés, Budapest, 2003.

Zentai László

tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer

A Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer egy internetes szolgáltató rendszer, amelynek célja, hogy tájékoztatást nyújtson az Alföldre vonatkozó ökológiai kutatásokról, valamint becslést adjon egy tájhasználati döntés ökológiai kockázatáról. Két alrendszerből áll. A kutatóknak szóló Információs alrendszer (Mérések és Térképek Metaadatai) tartalmazza a mintavételi területre vonatkozó térképek, adatbázisok és terepi vizsgálatok metaadatait. A másik alrendszer maga a Szakértői Rendszer (Tanácsadó), amely adott parcella esetében a tervezett használati mód tájökológiai és természetvédelmi kockázatát értékeli a parcella tulajdonságainak ismeretében. Az értékelés megadja, hogy tájökológiai és természetvédelmi szempontból egy adott használati mód előnyös vagy kockázatos, ezáltal a rendszer segítséget ad a felhasználónak a jövőbeni tájhasználat megtervezésében.

The Information and Expert System for Land Use is a web service system, which aims providing informations on ecological research activities in the Alföld region in Hungary, furthermore giving estimation on ecological risk of a decision on a given land use. It consists of two ancillary systems. The Information system for researchers (Metadata of Measurements and Maps) contains metadata on maps, databases, and field measurements concerning the studied area. The Expert system (Counselling) evaluate the ecological and environmental risk of a planned land use for a given agricultural or forestry parcel, depending on the features of the parcel. It helps to make a decision if the given land use is ecologically risky or advantageous, supporting advices for the future land use planning.

Bevezetés

Napjainkban a hagyományos nagytáblás mezőgazdasági művelés, a tarvágásos erdészeti kezelés, és általában a nem megfelelő tájhasználat a fajgazdagságot, az élőhelyi változathozadást és az ökoszisztémák megfelelő működését, azaz a biodiverzitást leginkább fenyegető tényező. Hazánk legintenzívebben művelésbe vont területén, az Alföldön azonban a mai napig található kiemelkedő természeti értékek. Ebben a régióban zajlanak jelenleg, és várhatóan a közeljövőben is, a legnagyobb mértékű tájhasználat-változások.

Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetének országos Jedlik Ányos projektjében (NKFP6/013/2005) 2005 és 2008 között (Török

és mtsi. 2008) regionális és lokális vizsgálatokon keresztül meghatároztuk, hogyan befolyásolja a tájhasználat módja és intenzitása a biodiverzitást az alföldi régióban, és kutatásaink eredményét széles körben és modern kommunikációs eszközökkel közkinccsé tettük. A kutatás egyik fő terméke a tájhasználatváltások ökológiai kockázatait elemző Szakértői Rendszer, valamint egy, a kutatók számára hasznos, a vizsgálataink részletes hátterét tartalmazó térinformatikai meta-adatbázis (www.tajhasznalat.hu). Ez az interneten széleskörben hozzáférhető Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer egy interaktív, a tájhasználat-típust ökológiai szempontból értékelő rendszerből (Horváth és mtsi. 2009), valamint a Mezőföldön, a Kiskunságban és a Tisza

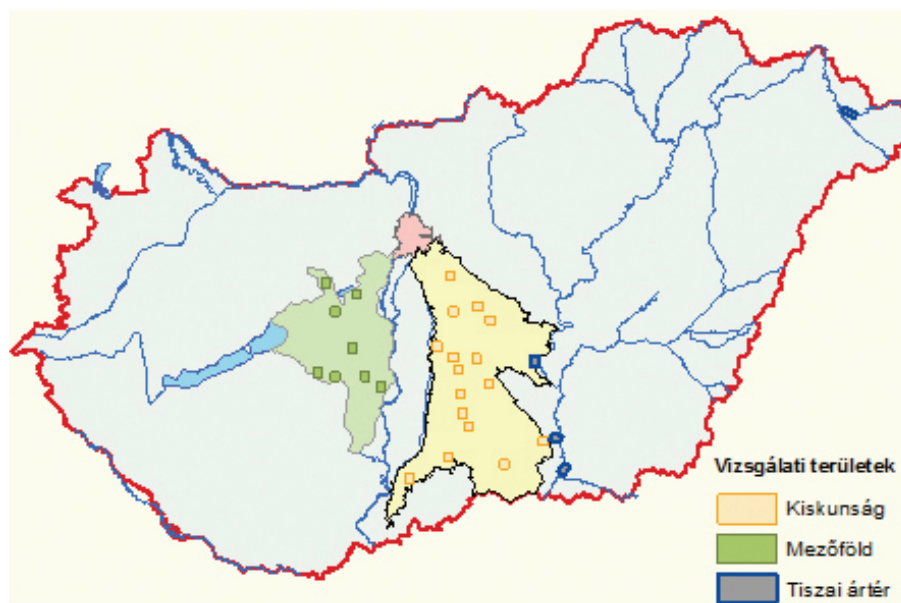
mentén kialakított kutatóterületi hálózat összesen 28 db 5 x 5 km-es mintaterületéről származó kutatási adatok meta-adatbázisából (Rédei és mtsi. 2008, 2011) áll.

A rendszer célja egyrészt segítséget nyújtani a gazdálkodóknak, falugazdászoknak, az agrár-környezetgazdálkodásban érintett szakembereknek, a területfejlesztésben és a természetvédelmi fejlesztésekben érdekelt szakembereknek az ökológiailag fenntartható és hatékony gazdálkodás megtervezésében, ugyanakkor ennek megfelelően segíteni a döntéshozókat a mezőgazdasági-erdészeti támogatási rendszerek kidolgozásában és a természetvédelmi kezelések tervezésében. Másik fontos cél információval szolgálni a területen dolgozó kutatók részére a létrehozott hosszútávú kutatási területek hálózatáról, az itt folyó kutatási munkákról, segítve a kutatói együttműködést, a kutatási eredmények jobb értelmezhetőségét, valamint ösztönözve új kutatási témák elindítását. Szándékaink szerint az alkalmazás felhasználható még oktatási célokra, vagy akár a nagyközönség tájékozódása céljából is.

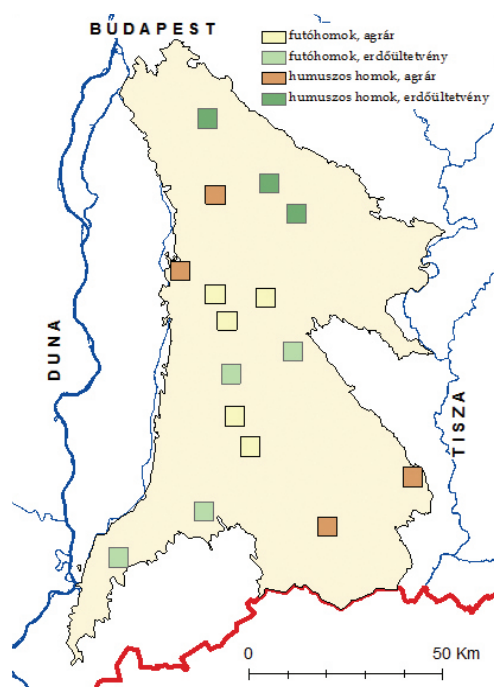
A vizsgálati terület lehatárolása és a mintaterületek kiválasztása

MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetének 2005 és 2008 között zajló nagyszabású projektjében (Török és mtsi. 2008) először lehatároltuk a hosszútávú vizsgálati területeinket: a Duna–Tisza közti homokhátságot (Biró és mtsi. 2009), a Mezőföldet, valamint a Tisza mentének több kisebb területét. Ezután a Duna–Tisza közti homokhátságban 16, a Mezőföld területén 8, a Tisza mentén pedig 4 mintaterületet (ún. tájablakot) választottunk ki (1. ábra). A mintaterületek régióként egy természetességi gradiens mentén helyezkednek el, és összességében reprezentatívak az adott régióra.

A legnagyobb területen, a Duna–Tisza közti homokhátságban különféle szempontú térbeli elemzésekre is szükség volt az 5 x 5 km-es mintaterületek optimális kiválasztásához (Csecserits és mtsi. 2011, Rédei és mtsi. 2011). Ebben a régióban 3 fő tájhasználati típus van jelen: (1) agrár művelés, beleértve a szőlőket, gyümölcsösöket is, (2) erdő ültetvények, (3) termé-



1. ábra. A mintaterület-hálózat tájablakai a Duna–Tisza közti Kiskun homokhátságon, a Mezőföldön és a Tisza mentén



2. ábra. A mintaterület-hálózat tájablakai a Kiskun homokhátságon, talajtípus és a domináns tájhasználat szerint

szetközeli területek minimális, illetve extenzív használattal (CLC50 2006 alapján). Ezek egyúttal tájhasználati alternatívák is a jövőre nézve. Mindezt a kiválasztást a régióban előforduló fő talajtípus, a karbonátos homok váztalaj (Calcariic arenosol, FAO) két altípusa (futóhomok illetve humuszos homok) szerint rétegeztük (AGROTOPO alapján). Tehát úgy választottunk mintaterületeket, hogy azok a fenti három tájhasználati mód egyikét a leginkább reprezentálják, valamint minden tájhasználati típusból választottunk futóhomokon és humuszos homokon előforduló területeket is (2. ábra).

A Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői rendszer felépítése

A Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer egy internetes felületen interaktívan működő rendszer (www.tajhasznalat.hu), amely három alrendszerből áll (3. ábra).

A Szakértői Rendszer

A Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer első alrendszere maga a Szakértői Rendszer, a Tanácsadó. Az ökológiai rendszerekben bekövetkező, tájhasználat okozta változások algoritmusait dolgoztuk ki különböző élőhely típusokra, elsősorban az Alföldre vonatkozóan, és ezeket építettük be a szakértői rendszerbe.

Input

A Szakértői Rendszer egy adott parcella felhasználó által megadandó attribútumainak ismeretében értékeli a tervezett használati mód kockázatát, amihez az adatokat az internetes felületen egy űrlapon kell kitölteni (4. ábra). A parcella ezen bemeneti alapadatainak megadásához maga a Szakértői Rendszer is segítséget nyújt, linkekkel mutatva az elérhető adatbázisokra – ilyen pl. Magyarország Élőhely-térképezési Adatbázisa (MÉTA).

A felhasználó által megadandó bemeneti alapadatok:

- a parcella elhelyezkedésére és kiterjedésére vonatkozó alapadatok;
- a parcella szomszédsága, táji környezete (a MÉTA alapján becsülhető);
- a parcella jelenlegi növényzete (a MÉTA segítségével becsülhető, a MÉTA-Fotótár alapján kiválasztható, valamint határozó algoritmusok is rendelkezésre állnak – lásd pl. 5. ábra);
- jelenlegi növényzet jellemzői;
- a parcella talaja, vízgazdálkodási típusa;
- parcella jelenlegi használata;
- a parcella múltbéli használata (1, 5, 10, 20, 50, 100, 200 évvel ezelőtt);
- a parcella tervezett használata: legeltetés, kaszálás, gyeptelepítés, faültetvény



3. ábra. A Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer internetes felületének nyitóoldala

telepítés, beszántás vagy parlagon hagyás (a rendszer egyelőre ezek értékelésére áll készen);

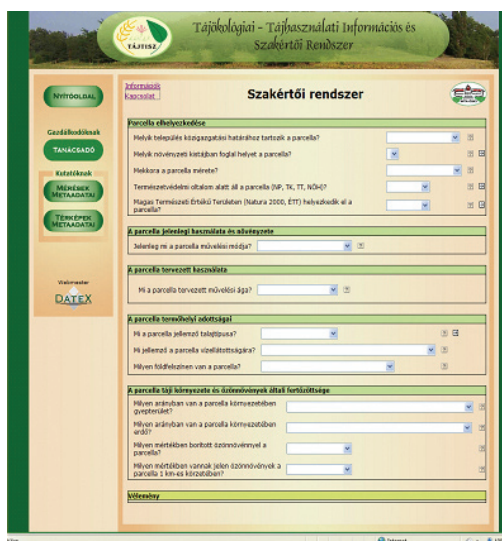
- a tervezett használat részletei: pl. hogy szántó/gyep konverzió során milyen agrár-környezetgazdálkodási programban szándékozik résztvenni (6. ábra), vagy a gyepesítést milyen módszerrel, milyen fajokkal hajtja végre a gazdálkodó – ezek megha-

tározásában az egyes alrendszerek segíthetnek, lásd Természetbarát gyeptelepítési útmutató (Horváth és Szemán 2008).

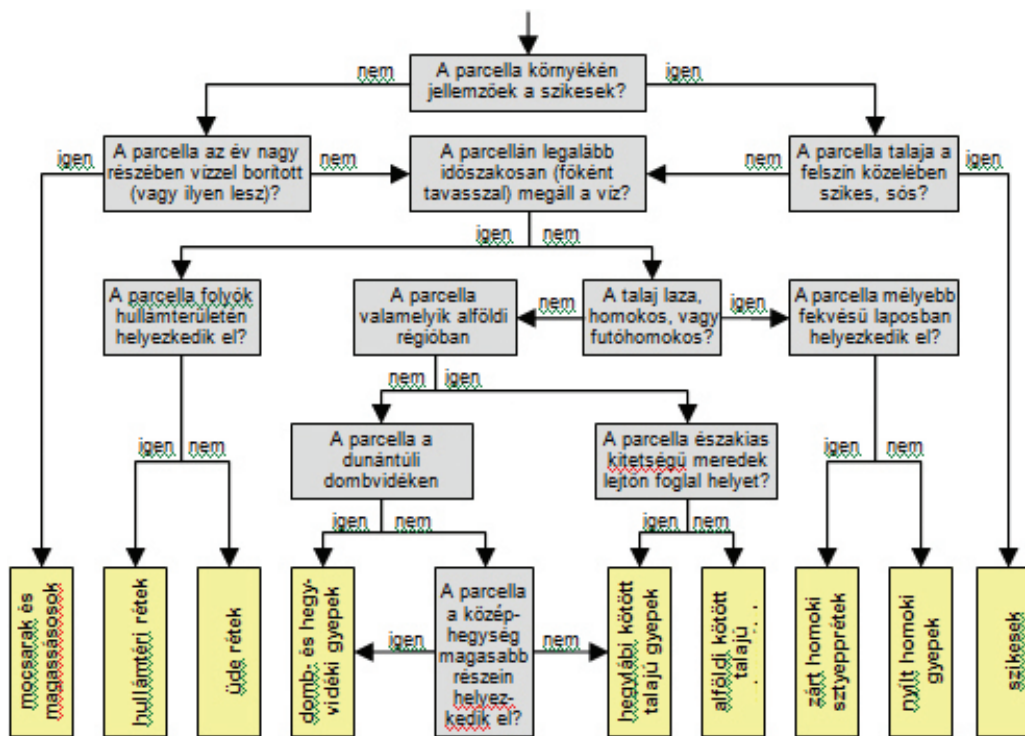
Output

A Szakértői Rendszer az értékelést tájökológiai és természetvédelmi szempontból adja meg, segítve az adott parcella további használatának megtervezését (pl. hogy adott agrár-környezetgazdálkodási programban részt vegyen-e az adott parcellájával). Az értékelésnek hatféle kimenete lehet a tervezett használati módra vonatkozóan (7. ábra):

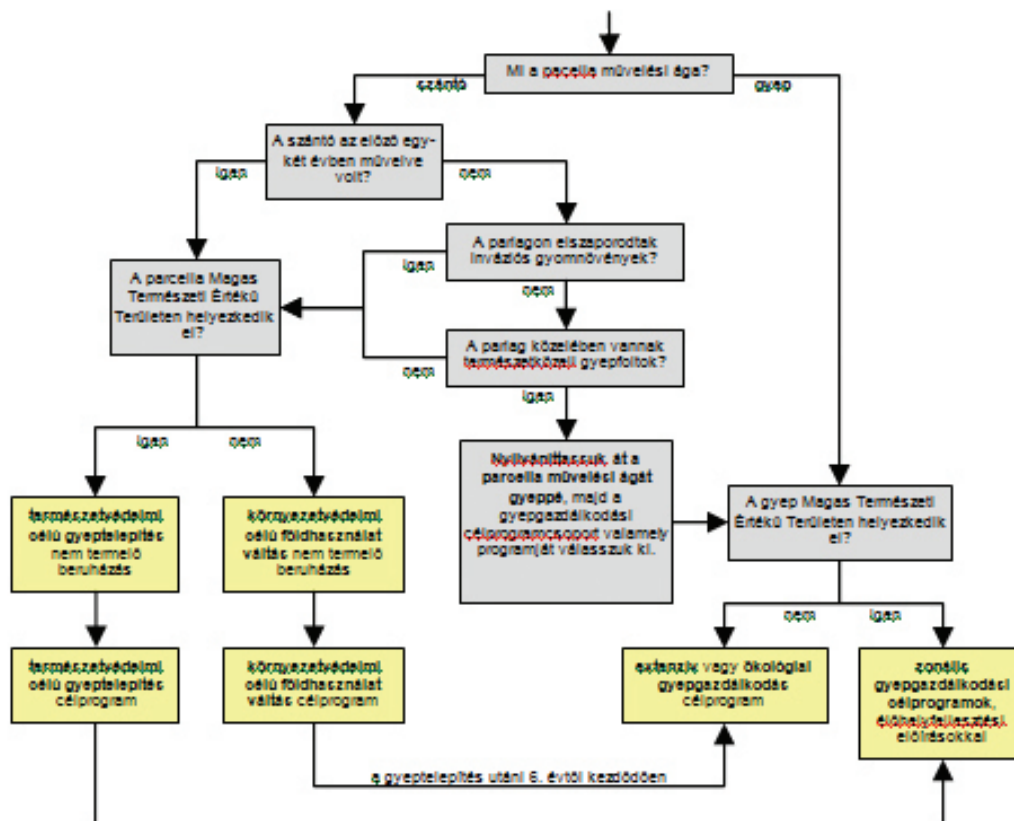
- várhatóan előnyös (zöld),
- előnyös lehet, de eldöntése további vizsgálatokat igényel (sárga),
- kockázatos (piros),
- megvalósítása mindenképpen kerülendő (fekete),
- a rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet megállapítani (fehér),
- a beállított paraméter-kombinációra a Szakértői Rendszer nincs felkészítve (szürke).



4. ábra. A Tájökológiai-Tájhasználati Szakértői Rendszer űrlapja



5. ábra. A gyeptelepítési szakértői alrendszerben kilenc termőhelytípust különböztetünk meg, amelyek a fenti algoritmus alapján különíthetők el egymástól



6. ábra. A fenti vázlat segít abban, hogy a gyepesítendő parcella adottságainak legjobban megfelelő agrár-környezetgazdálkodási támogatásokat válasszuk ki

Kódszám	Szín	Vélemény szövege
5	zöld	a tervezett használat tájökölógiai szempontból várhatóan előnyös
4	sárga	a tervezett használat tájökölógiai szempontból lehet előnyös, de ennek eldöntése további (elsősorban helyszíni) vizsgálatokat igényel
3	piros	a tervezett használat tájökölógiai szempontból kockázatos
2	fekete	a tervezett használat tájökölógiai szempontból mindenképpen kerülendő
1	fehér	a tervezett használatot a rendelkezésre álló adatok alapján a szakértői rendszer nem képes megítélni
0	szürke	a tervezett használat-váltásra és beállított paramétereire a szakértői rendszer nincs felkészítve

7. ábra. A Szakértői Rendszer lehetséges válaszai

A Szakértői Rendszerhez tartozó, valamint a Szakértői Rendszer által hivatkozott adatbázisok

- a Természetbarát gyeptelepítési útmutató gyepesítési leírásai, algoritmusai (Horváth és Szemán 2008);
- a kiértékelést végző algoritmus és paramétere;
- MÉTA;
- MÉTA-Fotótár;
- AGROTOPO.

A Szakértői Rendszer működése

A szakértői rendszer interaktív felülete egy internetes honlap. Minden egyes új adat beírását követően a beépített algoritmus szerint a program elvégzi a kockázatelemzést. A kockázatelemzés eredménye a képernyőn olvasható, valamint szín is jelzi az értékelést (lásd fentebb).

Az alkalmazás PHP nyelven, MySQL adatbázis használatával került kifejlesztésre. A térképek, térbeli elemzések ESRI ArcMap program felhasználásával készültek.

A szakértői rendszer „motorja” egy ún. szak-

értői táblázat. Ebben az eddig felhalmozott ökológiai tudást felhasználva számszerűsítettük az egyes művelési módok, parcellatípusok és egyéb paraméterek (és ezek számtalan kombinációjának) tájökölógiai kockázatait. A szakértői táblázat az egyes bemenő paraméterek adott értékeire tartalmaz egy-egy kimenetet, vagyis egy szakértői véleményt. A végeredmény egy, a felhasználó által megadott válaszok alapján számolt kockázati szint lesz. A véleményt minden esetben egy mondat, illetve egy szín képviseli (7. ábra).

A Szakértői Rendszer felhasználói felülete

- egyszerre látható minden bemeneti adatmező, melyek bármelyikébe bármikor beírható adat;
- egyes adatmezők konkrét adatai más adatmezők adattartalmát befolyásolhatják (pl. különböző legördülő listákat hívnak elő);
- a kockázatelemzés eredménye (ha van) mindig olvasható a képernyőn;
- a külső adatbázisokat új ablakban nyitja meg a rendszer, onnan az adatokat a felhasználó írja vagy másolja át;

- minden adatmezőhöz rövid ismertető és részletes kitöltési útmutató tartozik;
- lehet váltani a fő (keret) szakértői rendszer és annak alrendszerei között.

Az értékelés legfontosabb tematikus szempontjai

A Szakértői Rendszer az értékelést az Alföld valamely parcellájára adja meg, tehát az értékelés egysége egy adott parcella, élőhelyfolt vagy élőhely-mozaik (0,5–500 ha), miközben lehetőség nyílik a különböző használati módok kockázatának összehasonlítására. Az értékelés a tájökológiai adottságokat hangsúlyosan veszi figyelembe, és egyaránt kérhető értékelés a természetközeli és a mesterséges élőhelyekre is. A kiértékelés az alábbi szempontok alapján történik:

- a parcella élőhelyén belüli biodiverzitás növekedése/csökkenése,
- a használat fenntarthatósága,
- az ökoszisztéma funkciók és szolgáltatások bővülése/szűkülése,
- a tájökológiai struktúrák regenerálódása/sérülése.

A Szakértői Rendszer segítségével tehát a parcellák lehetséges ökológiai állapotai, az átmenetek valószínűségei és ezen átmenetek ökológiai rendszerek fenntarthatóságára gyakorolt hatásai becsülhetők a tudományos kutatások eredményeiből az Alföld régióiban.

A mintaterületekről származó terepi adatok metaadatbázisa

A mintaterületeken mért terepi adatok metaadatait tartalmazza a második alrendszer, amelyből az internetes felületen különféle szempontú, térképi adatokhoz kapcsolt kereséseket

lehet végrehajtani (8. ábra). A tájablakokat, illetve a mérések pontos helyét a mérések kódjára kattintva, a Google térképén tekinthetjük meg (8. c. ábra). A tájablakokban folyó terepi adatgyűjtések közül kiemelkedik az egységes vegetációs adatgyűjtés. Ez az egyes élőhelyek (a természetes vegetáció különböző típusai, az erdészeti ültetvények, aktív és felhagyott mezőgazdasági területek) növényzetének jellemzésére a kiválasztott élőhelyfoltokban történő felvételezéseket jelenti a növényfajok előfordulásáról és borításáról. Ezen kívül a területen mértünk talajlégzést, biomassza és levélfelület-indexeket (LAI) stb., amely mérések metaadatait mind tartalmazza a rendszer. Természetesen további vizsgálatok metaadatainak tárolására és megjelenítésére is van lehetőség, ami tovább segítheti a területen dolgozó kutatók együttműködését.

A mintaterületek háttéradatbázisa

A mintaterületek háttéradatbázisának, térképeinek metaadatai a harmadik alrendszerben található (9. ábra). A vizsgálatokhoz, elemzésekhez egy térinformatikai adatbázist kellett kialakítanunk (Horváth és mtsi. 2008). Ehhez egyrészt beszereztük a legkülönbözőbb formátumokban fellelhető szükséges térképeket, illetve a helyhez köthető attribútum adatokat, elsősorban az 5 x 5 km-es mintaterületekre vonatkozóan (1. táblázat).

Másrészt a vizsgált tájablakokra elő kellett állítanunk az elemzések háttérül szolgáló, megfelelő felbontású és adattartalmú élőhelytérképeket (1. táblázat). Ezek egyrészt az 5 x 5 km-es mintaterületek élőhely-interpretációi (Csecserits és mtsi. 2011, Rédei és mtsi. 2011), másrészt a Kiskun homokhátság teljes területe-tére vonatkozó élőhelytérkép (Bíró és mtsi. 2008).

a)

Tájökológiai - Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer

NYITÓOLDAL

Gazdálkodóknak TANÁCSADÓ

Kutatóknak MÉRÉSEK METAADATAI TERKÉPEK METAADATAI

Webmaster DATEX

Tájablak: Csévharszt Élőhely: akác ültetvény Vizsgálat: talajkémzés Keresés

Projekt	Felvétel kód	Dátum	EO V E	EO V N	Alak	Terület	Módszer	Felelős
NKFP2005	TL04CSH401	2007.08.08.	676554	217569	kör	0.01	IRGA ADC (C&A sp)	Lelkesné Kovács Eszter
NKFP2005	TL04CSH402	2007.08.08.	673187	217457	kör	0.01	IRGA ADC (C&A sp)	Lelkesné Kovács Eszter

Az összes tájablak

b)

Tájökológiai - Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer

NYITÓOLDAL

Gazdálkodóknak TANÁCSADÓ

Kutatóknak MÉRÉSEK METAADATAI TERKÉPEK METAADATAI

Webmaster DATEX

Tájablak: Csévharszt Élőhely: akác ültetvény Vizsgálat: talajkémzés Keresés

Projekt	Felvétel kód	Dátum	EO V E	EO V N	Alak	Terület	Módszer	Felelős
NKFP2005	TL04CSH401	2007.08.08.	676554	217569	kör	0.01	IRGA ADC (C&A sp)	Lelkesné Kovács Eszter
NKFP2005	TL04CSH402	2007.08.08.	673187	217457	kör	0.01	IRGA ADC (C&A sp)	Lelkesné Kovács Eszter

Az összes tájablak

A választott tájablak

c)

Térkép Műhold Hibrid

Mérési pont

8. ábra. A terepi mérések metaadatainak lekérdezése; a) legördülő menüből kell kiválasztani a keresett tájablakot, élőhely típust és a terepi felvétel típusát; b) egy példa a keresés eredményére; c) a listából egy felvételt a kódja alapján kiválasztva a felvétel és a tájablak megjelenik a Google térképen

1. táblázat. A vizsgálatok és az elemzések során felhasznált térképi adatbázisok

Raszteres adatbázis	Formátum	Kiterjedés	Felbontás/ raszterméret	Forrás
2005-ös légifényképek	GeoTIFF	28 kvadrát	0,5 méter	FÖMI
2000-es légifényképek	GeoTIFF	16 kvadrát	0,5 méter	FÖMI
1986–89 légifényképek	GeoTIFF	24 kvadrát	1 méter	HM Térképészeti Kht.
1950–55 légifényképek	GeoTIFF	24 kvadrát	1 méter	HM Térképészeti Kht.
DDM	GeoTIFF	28 kvadrát	5 méter	FÖMI
1980-as Gauss–Krüger topotérképek	GeoTIFF	24 kvadrát	2 méter	HM Térképészeti Kht.
1950-es Gauss–Krüger topotérképek	ERDAS IMG	24 kvadrát	2 vagy 4 méter	MTA ÖK, Vácrátót
I. katonai felmérés	ECW/JP2	28 kvadrát	2,5 méter	Arcanum Adatbázis Kft.
II. katonai felmérés	ECW/JP2	28 kvadrát	2,45 méter	Arcanum Adatbázis Kft.
III. katonai felmérés	ECW	28 kvadrát	2,45 méter	Arcanum Adatbázis Kft.
Erdészeti üzemtervi adatok	ECW	25 kvadrát	–	Állami Erdészeti Szolgálat
Vektoros adatbázis	Formátum	Kiterjedés	Méretarány	Forrás
Tájablakok	SHAPE	28 kvadrát	1 : 50 000	MTA ÖK, Vácrátót
Kiskun régió	SHAPE	Kiskunság	1 : 50 000	MTA ÖK, Vácrátót
Mezőföld régió	SHAPE	Mezőföld	1 : 50 000	MTA ÖK, Vácrátót
Erdészeti üzemtervi adatok	SHAPE	25 kvadrát	1 : 10 000	Állami Erdészeti Szolgálat
CLC 50	SHAPE	Kiskunság, Mezőföld	1 : 50 000	FÖMI
CLC 100	SHAPE	Magyarország	1 : 100 000	FÖMI
DTA50	SHAPE	Magyarország	1 : 50 000	FÖMI
AGROTOPO	SHAPE	Magyarország	1 : 100 000	MTA AK TAKI
Kreybig térképek	SHAPE	16 kvadrát	1 : 25 000	MTA AK TAKI
Talajvíz kutak	SHAPE	Kiskunság	139 db kút	MTA AK TAKI
Élőhelytérképek 2005	SHAPE	24 kvadrát	1 : 5 000	MTA ÖK, Vácrátót
Élőhelytérképek 1980-as	SHAPE	24 kvadrát	1 : 5 000	MTA ÖK, Vácrátót
Élőhelytérképek 1950-es	SHAPE	24 kvadrát	1 : 5 000	MTA ÖK, Vácrátót
Élőhelytérképek I. katonai	SHAPE	16 kvadrát	1 : 10 000	MTA ÖK, Vácrátót
Élőhelytérképek II. katonai	SHAPE	16 kvadrát	1 : 10 000	MTA ÖK, Vácrátót
Kiskun régió alaptérkép	SHAPE	Kiskunság	1 : 50 000	MTA ÖK, Vácrátót

A tájablakok élőhely-interpretációjának elkészítése

Az adatbázis jelenleg tartalmazza a tájablakok 2005-ös légifotóinak, az 1980-as és 1950-es évek archív légifotóinak, illetve az első és a második katonai felméréseknek általunk készített, 5 x 5 km-es, vektoros élőhelyi interpretációit (10. ábra). A légifényképek alapján 1 : 5000, míg a katonai felmérések alapján 1 : 10 000 méretarányban készültek az élőhelytérképek (Rédei és mtsi. 2011). A pontosabb azonosíthatóság és

következetes értelmezés kedvéért adott interpretációhoz különböző idejű légifényképeket, valamint topográfiai térképeket is felhasználtunk. A 2005-ös légifotó-interpretációk esetében terepi validálásra is lehetőség nyílt.

Az egységesen kidolgozott jelkulcs alapján (2. táblázat) és adott kategória százalékos borítását megadva az egyes poligonokhoz szükség esetén több élőhelyet is rendeltünk, adott térbeli felbontás mellett így növelve a térkép információtartalmát. A térképi adatbázisban külön rögzítettük adott poligon százalékos fás bo-

rítását, a növényzeti folt mozaikosságát, tekintettel a különböző élőhelyekre egy poligonon belül (homogén, szemcsés, nagyfoltos), illetve az adott élőhelyek meghatározásának bizonyosságára vonatkozó információt (terepi adat, valószínűsíthető adat, bizonytalan adat).

2. táblázat. Az élőhely-kategóriák típusai és száma a vizsgált tájablakokban a különböző időszakokra

Élőhely típusa	Térkép felvételezésének ideje		
	2005	1980' és 1950'	I. és II. katonai felmérés
Mezőgazdasági terület	6	3	3
Erdészeti ültetvény	9	6	–
Másodlagos gyepek	2	2	–
Természetközeli vegetáció	8	3	4
Vizes élőhelyek	6	3	2

A Kiskun homokhátság egész területére elkészült élőhelytérkép (Bíró és mtsi. 2008) kisebb felbontású (1 : 50 000), de az 5 x 5 km-es mintaterületek logikájával és jelkulcsával összevethető élőhely-interpretáció. Ez adott esetben

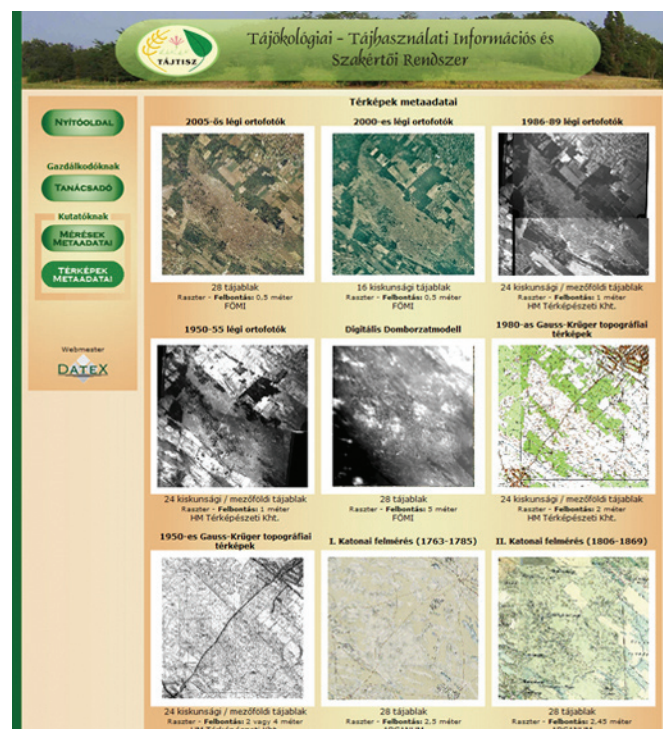
lehetővé teszi az 5 x 5 km-es mintaterületeken végzett vizsgálatok interpolációját az egész Kiskun homokhátság területére.

Eredmények és kitekintés

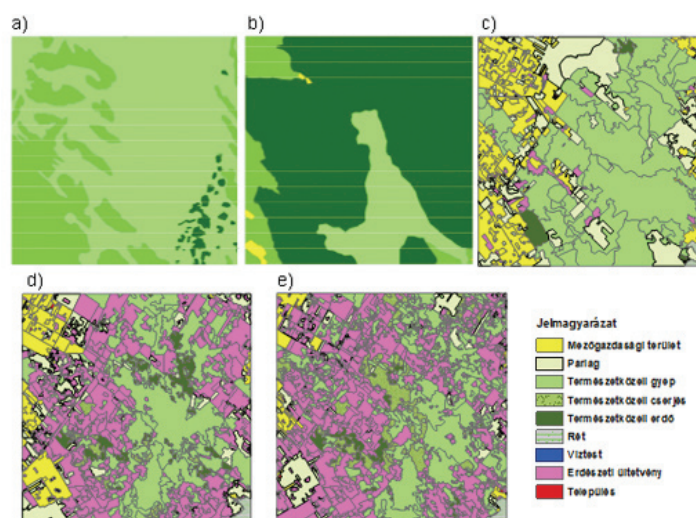
A Tájökológiai-Tájhasználati Szakértői Alrendszer

A Tájökológiai-Tájhasználati Szakértői Rendszer az első olyan hazai szakértői rendszer, amely

- mező- vagy erdőgazdasági parcella léptékében ad ökológiai kockázatbecslést különféle tájhasználati típusokról;
- könnyen értelmezhető értékelése magába foglalja számos ökológiai kutatás eredményét;
- elősegíti a természetbarát, fenntartható tájhasználati módok kiválasztását és azok elterjedését.



9. ábra. A Tájökológiai-Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer adatbázisában szereplő térképek metaadatai (részlet)



10. ábra. Példa egy Bócsához közeli 5 x 5 km-es mintaterület interpretált élőhelytérképeire: a) I. katonai felmérés, b) II. katonai felmérés, c) 1950-es légifotó, d) 1986-os légifotó, e) 2005-ös légifotó alapján, egyszerűsített jelkulccsal

A Szakértői Rendszer egy adott mező- vagy erdőgazdasági parcella tulajdonságainak ismeretében értékeli a tervezett használati mód táj-ökológiai és természetvédelmi kockázatát. A parcella térbeli elhelyezkedésének, szomszédsági viszonyainak, múltbeli használatának, termőhelyi adottságainak megfelelően a különféle használati módok kockázatainak összehasonlításával nyílik lehetőség arra, hogy a tájökológiai szempontból legkisebb kockázattal járó művelési módot megtaláljuk (Horváth és mtsi. 2009).

A rendszer a kiértékeléshez az informatika és a térinformatika eszközeit, a kommunikációhoz az internet előnyeit használja fel. Lehetőséget nyújthat a társadalmi párbeszédre és együttműködésre ökológusok, mezőgazdasági szakemberek, erdészek, társadalomkutatók, döntéshozók között.

A Tájökológiai–Tájhasználati Információs Alrendszer

A Tájökológiai–Tájhasználati Információs Rendszer az első olyan hazai információs rendszer, amely:

- regionális léptékben és könnyen hozzáférhető módon szolgáltat adatokat jelenleg folyó ökológiai kutatásokról;
- lehetőséget nyújt kutatók széleskörű tájékoztatására és együttműködésére.

Az Információs Rendszer jelenleg a Kiskunság, a Mezőföld és a Tisza mentének egyes területeiről rendelkezik folyamatosan bővíthető kutatási adatokkal. A vizsgálati terület mintaterületeiről készített élőhelytérképek alkalmasak egyrészt a területek élőhelymintázatainak, egyes élőhelyek arányainak, szomszédsági viszonyainak elemzésére (Csecserits és mtsi. 2011, Rédei és mtsi. 2011), másrészt az élőhelytípusok szerint a mintaterületekről különböző mért és származtatott adatok alapján tematikus térképek is készíthetők, mint pl. talajlégzés térképek (Lelleiné Kovács 2006), vagy biomassza és levélfelület-index (LAI) térképek (Kertész és Ónodi 2008). Az élőhelytérképek alapul szolgálhatnak különféle terepi vizsgálatok megtervezéséhez, valamint segíthetik az adatok interdiszciplináris elemzését és értelmezését is. Mindezek mellett a kutatási terület hálózata a jövőben igény és lehetőségek szerint bővíthető.

A térinformatika nyújtotta lehetőségek

Az adatok földrajzi térbe való illesztése a feldolgozási lehetőségek kibővülését biztosítja. A térbeliség a következő kérdéseket veti fel (Maguire 1991):

Kérdés jellege	Kérdés-példa a Tájhasználati Szakértői Rendszerből
Helyre vonatkozó	Melyik növényzeti kistájban foglal helyet a parcella?
Körülményre vonatkozó	Milyen arányban van a parcella környezetében erdő?
Trendre vonatkozó	Mi volt a tájhasználat a korábbi években?
Jelenségre vonatkozó	Jelenleg mi a parcella művelési módja?
Modelléssel kapcsolatos	Mi lesz a művelési ág váltásának a következménye?

Jól látható, hogy a Tájökológiai–Tájhasználati Szakértői rendszer kérdései tipikusan besorolhatók a térbeliségből fakadó kérdéscsoportokba. A szakértői rendszer „motorjának” az ún. szakértő táblázat kialakításának egyik eszköze volt a térinformatika, amelynek segítségével a jövőben a felhasználók (gazdák) tájhasználati kérdésekben megalapozottabb döntéseket hozhatnak majd.

A térinformatika másik előnye az integráló képességében rejlik. Egy adott helyszínen különböző kutatási területek szakemberei végezhetnek méréseket. A GIS képes integrálni a különböző szakterületeket a mérések földrajzi elhelyezkedése mentén. Itt ez „kicsiben” a mérések metaadatai funkcióban látható. A későbbiekben mindenképpen hasznos lenne egy országos térképi alapú információs rendszer kialakítása, mely a terepi vizsgálatok metaadatait tartalmazza, megkönnyítve ezzel a különböző szakterületen dolgozó kutatók munkáját, együttműködését.

Köszönetnyilvánítás

A Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer a „Természetes és mesterséges ökoszisztémák kölcsönhatásai: a biodiverzitás, az ökoszisztéma funkciók és a tájhasználat értékelése az Alföldre” című NKFP6/013/2005 nyilvántartási számú projekt keretében valósult meg.

A Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer háttérében húzódó kutatási adatok gyűjtése az MTA Ökológiai és Botanikai Intézet számos kutatójának munkája.

Az informatikai támogatást a Datex Kft. biztosította.

Irodalom

Biró M., Lelleiné Kovács E., Kröel-Dulay Gy., Horváth F. (2009): A Kiskunsági homokvidék tájökológiai térképe. In: Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete kutatási eredményeiből, 2009. ÖBKI Műhelyfüzetek 2. (szerk. Török K., Kiss K. T., Kertész M.), MTA ÖBKI, Vácrátót, 29–35. o.

Csecserits A., Czúcz B., Halassy M., Kröel-Dulay Gy., Rédei T., Szabó R., Szitár K., Török K. (2011): Regeneration of sandy old-fields in the forest steppe region of Hungary. *Plant Biosystems* 145. 715–729. o.

Horváth A., Szemán L. (szerk.) (2008): Természetbarát gyeptelepítési útmutató. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót.

Horváth A., Lellei-Kovács E., Kröel-Dulay Gy. (2009): Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer. In: Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete kutatási eredményeiből, 2009. ÖBKI Műhelyfüzetek 2. (szerk. Török K., Kiss K. T., Kertész M.), MTA ÖBKI, Vácrátót, 119–123. o.

Horváth F., Barabás S., Biró M., Lellei-Kovács E., Molnár Zs., Rédei T. (2008): Ecological and historical GIS databases and maps related to KISKUN LTER. In: The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary (szerk. Kovács-Láng, E., Molnár E., Kröel-Dulay Gy., Barabás S.), MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 79–80. o.

Kertész M., Ónodi G. (2008): Relationships of plant productivity and biodiversity at the landscape level. In: The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary (szerk. Kovács-Láng, E., Molnár E., Kröel-Dulay Gy., Barabás S.), MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 29–30. o.

Lelleiné Kovács E. (2006): Ökoszisztéma szénforgalom térképezésének és térbeli modellezésének módszertani kidolgozása a kiskunsági mozaikos homoki tájra vonatkozóan. Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár. Diplomamunka.

Maguire D. J. (1991): An overview and definition of GIS. In: Geographical Information Systems - Principles and Applications (szerk. Maguire D. J., Goodchild M. F., Rhind D. W.), Longman, London, vol. 1. 9–20. o.

Tájökológiai–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer

Rédei T., Kröel-Dulay Gy., Barabás S., Lellei-Kovács E., Szabó R., Török K. (2008): A network of long-term ecological and socio-economic research sites to study the effects of land use change. In: The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary (szerk. Kovács-Láng, E., Molnár E., Kröel-Dulay Gy., Barabás S.), MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 15–19. o.

Rédei T., Csecserits A., Barabás S., Halassy M., Kröel-Dulay Gy., Lelleiné Kovács E., Ónodi G., Pándi I., Somay L., Szabó R., Szitár K., Török K. (2011): Tájhasználat és biodiverzitás kapcsolatának regionális léptékű vizsgálata a Kiskunságban: a KISKUN LTER mintaterület-hálózat bemutatása. In: Természetvédelem és kutatás a Duna–Tisza közti homokhátságon. Rosalia 6. (szerk. Verő Gy.), Duna- Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 1–22. o.

Török K. és munkatársai (2008): Zárójelentés a „Természetes és mesterséges ökoszisztémák kölcsönhatásai: a biodiverzitás, az ökoszisztéma funkciók és a tájhasználat értékelése az Alföldre” c. NKFP6/013/2005 számú projektről. Kézirat, MTA ÖBKI, Vácrátót.

Felhasznált adatbázisok:

AGROTOPO–Agrotopográfiai adatbázis: MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. Weboldal: www.mta-taki.hu/hu/osztalyok/gis-labor/agrotopo. Hozzáférés 2012 március.

Arcanum Adatbázis Kft. (2006): Az Első Katonai Felmérés 1763–1785. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest. www.arcanum.hu.

Arcanum Adatbázis Kft. (2006): A Második Katonai Felmérés 1806–1869. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest. Weboldal: www.arcanum.hu.

Biró M., Lelleiné Kovács E., Kröel-Dulay Gy. (2008): A kiskunsági homokvidék tájökológiai térképe. MTA ÖBKI–KNP, Vácrátót–Kecskemét.

CLC50–CORINE Felszínborítási adatbázis (2006): Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI), Budapest.

MÉTA–Magyarország ÉlőhelyTérképezési Adatbázisa: Weboldal: www.novenyeterkep.hu.

TÁJTISZ–Tájökológia–Tájhasználati Információs és Szakértői Rendszer. Weboldal: www.tajhasznalat.hu.

*Lelleiné Kovács Eszter,
Horváth András,
Rédei Tamás*

MTA Ökológiai Kutatóintézet,
Ökológiai és Botanikai Intézet
lellei-kovacs.eszter@okologia.mta.hu

*Lellei László,
Garzó Zoltán*

DATEX Kft.

Légi fotogrammetriai, távérzékelési feladatokra tervezett korszerű digitális mérőkamerák

A 2011/2. lapszámban megjelent cikk a légi felvételek minőségét meghatározó tényezőket ismerteti. Már korábban is bemutattuk a mérőkamera típusokat, ám azóta a technológia jelentős fejlődésen ment keresztül, ami elsősorban az újabb digitális képérzékelők megjelenésének köszönhető. Így most azokat a térképészeti és speciális földfelszíni jelenségeket, objektumokat térben és időben vizsgáló légi felmérések során alkalmazott, digitális mérőkamerákat mutatja be, amelyek minőségi és gazdasági kritériumok alapján jelenleg korszerűnek tekinthetők.

A kritériumok közé tartozik a felmérés során gazdaságosan elérhető geometriai pontosság, és a nagy sebességű felvételezés során elérhető részletesség, amit terepi felbontásban fejezünk ki. A geometriai felbontás azért kiemelt fontosságú, mert nemcsak az objektumok és a felszínen lejároló folyamatok felismerése függ ettől, hanem a földterképezés során az egyes felszínborítási elemek lehatárolási pontosságának is egyik meghatározója. A terepi felbontásból, a túlsugárzásból és a kevert pixelek terepi méretének a vizsgálat léptékéhez viszonyított arányából is adódik a geometriai eltolódás mértéke. Mindez statisztikai hibákat eredményez a térinformatikai adatbázisban és az elemzésben.

Világszerte a következő terepi felbontástartományt alkalmazzák:

- A légi fotogrammetria szempontjából még gazdaságosan, legalább 200 km/h terephez viszonyított repülési sebességgel elérhető terepi felbontás jelenleg 2,5 cm.
- A gyakorlatban leginkább 20–5 cm terepi felbontású légifelvételek használatosak kataszteri, topográfiai és egyéb térképek aktualizálására.¹

A terepi felbontás megválasztása hazánkban:

- Magyarországon a légi fotogrammetria szempontjából elérhető terepi felbontás jelenleg 0,5 cm,
- Magyarországon a gyakorlatban leginkább 50–5 cm terepi felbontású légifelvételek használatosak.

Az átlagok ismertetésekor felfigyelhetünk arra, hogy Magyarországon leginkább a gazdaságos problémamegoldás és az egymástól független, több területen zajló, eredményes kutatás-fejlesztés hangsúlyos. Előbbinek az előnye a gazdaságos, gyors előrehaladás, ugyanakkor a felvételek interdiszciplináris felhasználását gátolja, hogy az országos vizsgálatok léptéke kizárólag a közigazgatási szektor egyes fontos részterületeit elégíti ki, ugyanakkor részletessége (felbontása és adattartalma) nem minden eset-

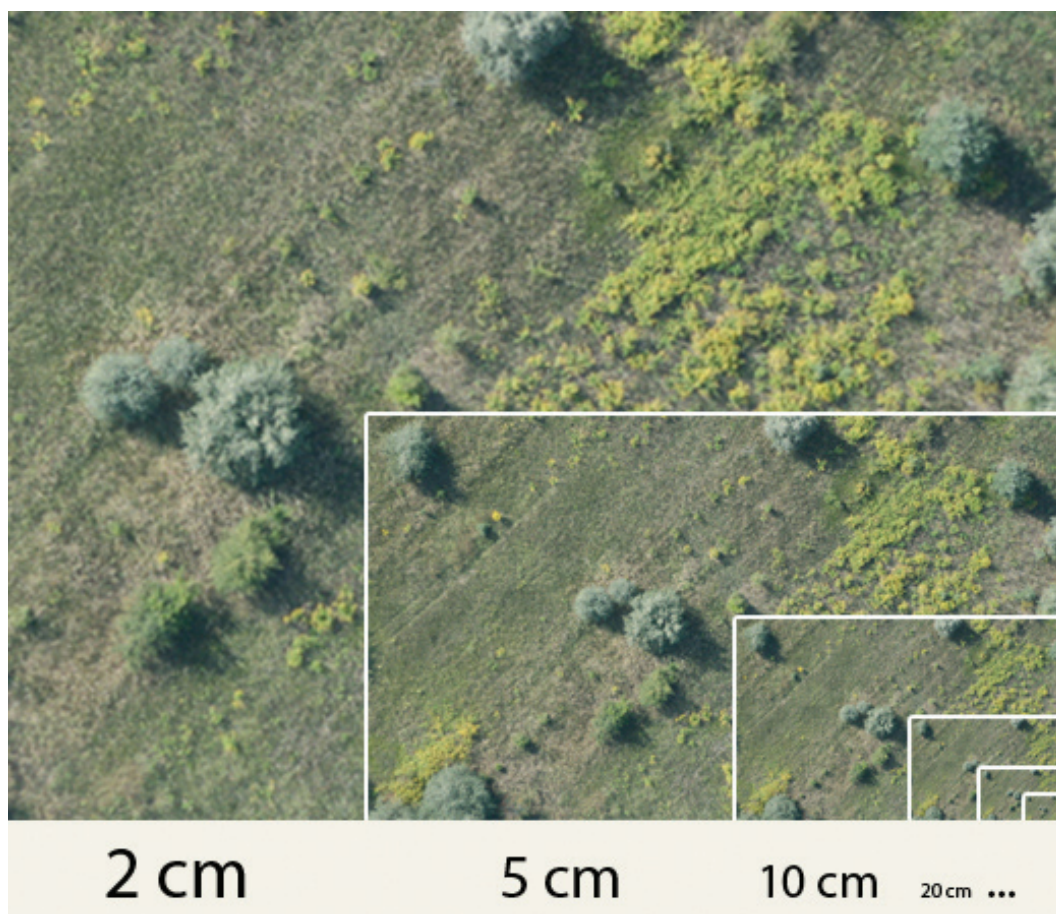
Légi fotogrammetriai, távérzékelési feladatokra tervezett korszerű digitális mérőkamerák

ben elégíti ki a területi gazdálkodók és különböző tudományterületek (talajtan, agrokémia, vízügy, és számos más ágazat) igényeit. Részben ennek köszönhető, hogy a kisebb területekre összpontosító, nagyfelbontású, speciális eljárások fejlődése felgyorsult, sőt az automatizálás, és mérés technikai előrelépések következtében nagyobb területek felmérésére is alkalmassá vált.

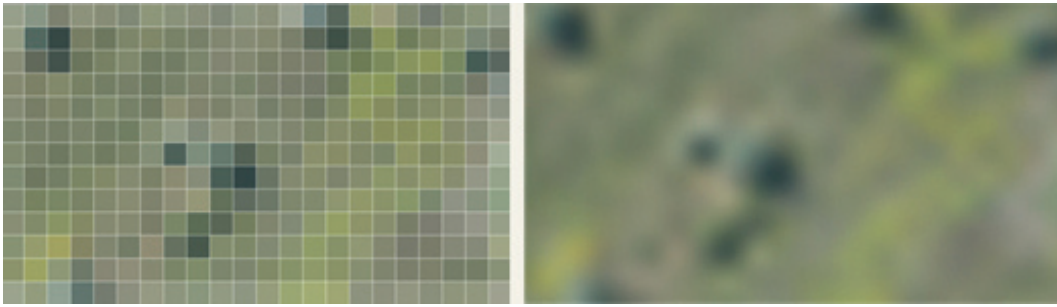
Nem szabad csupán a felbontást szem előtt tartva figyelmen kívül hagyni a légifelvételek további paramétereit egy felmérés megtervezésekor. Nagyon lényeges a felvételek képi minősége az elemzés, a későbbi kiértékelés szempontjából. Ezért a kamerák dinamikai sajátosságainak vizsgálata nem korlátozódhat kizárólag a digitális értelemben vett radiometriai felbontás, bitmélység ellenőrzésére. A digitálisan tárolt állomány fizikai mérete nem garancia a benne

megtalálható képi információ árnyaltságára és terjedelmére. Előfordulhat, hogy egy nyolc bites csatorna több interpretálható információt rögzít egy rosszul exponált, vagy gyenge szenzorral azonos spektrális tartományban és geometriai felbontással készített tizenkét bites csatornánál. Ebben az esetben a nagyobb tárhely igényű fájl adattartalma a kisebb.

A digitális felvétel dinamikáját nem csak a fényképezőgép szigorú értelemben vett képérzékelője, de a hozzá tartozó, a szenzoron jelentkező elektromos jeleket átalakító processzor és algoritmus minősége is befolyásolja. A valóság leképzése több lépésen át eredményezi a digitális kép létrejöttét. Az expozíció eleve meghatározza a rögzíthető felvétel részletességét, minőségét. A digitális képérzékelőben kiváltott kép természetesen az árnyalatoknak csak egy



1. ábra. A terepi felbontás csökkenésével az objektumok felismerhetősége és pontos lokalizálásának esélye is csökken



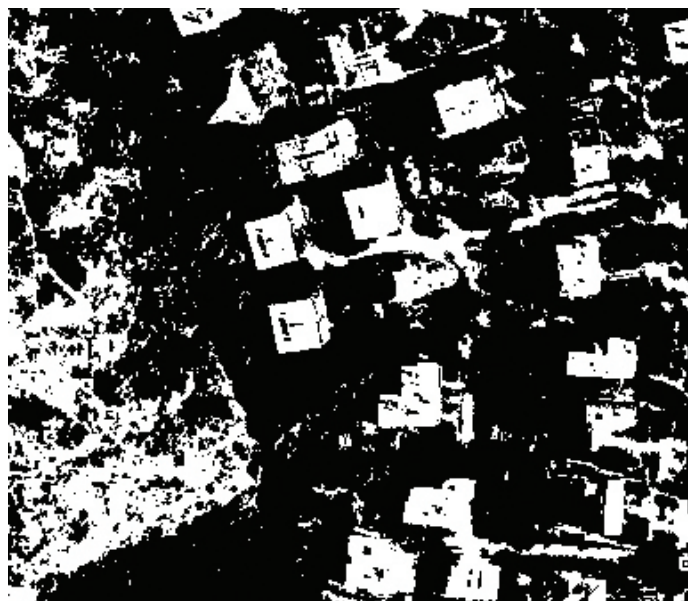
2. ábra. Példa a vizsgálat léptékéhez elégtelen részletességre

részét tartalmazza. Ezt az analóg jelet egy analóg/digitális jelátalakító formálja digitális információvá, aminek minőségén szintén nagyon sok múlik. A digitális jelnek egy értelmezett, eltárolt része alkotja az elkészült fényképet. Ennek az állománynak a dinamikai tulajdonságait tekintjük véglegesnek, és természetesen ennek árnyalatterjedelme és gazdagsága jóval elmarad a leképzett képétől.

A képen található legsötétebb és legvilágosabb pont közti különbség az árnyalatterjedelem szélessége. Minél több különböző fényességű pontot tud a fényképezőgép érzékelője elkülöníteni a két szélsőérték között, annál pontosabban ábrázolja a valóságot, és ezt a tulajdonságot a felvétel árnyalatgazdagságának nevezzük. Ha az árnyalatterjedelem nagy, de az

árnyalatgazdagság kicsi, vagy fordítva, az természetesen a képminőség rovására megy, így a két tényezőt egymás függvényében kell figyelembe venni (3. és 4. ábrák).

A felvételi tágasság, vagy megvilágítás-terjedelem az érzékenységi küszöb és a maximális érzékenység expozíciós tengelyen mért távolságától függ. Minél nagyobb ez a távolság, annál nagyobb az anyag tágassága. Az árnyalatterjedelem és a tágasság meghatározza az eszközzel a csatornákra jellemző spektrumtartományban elérhető árnyalatgazdagságot. Fontos tényező a spektrális érzékelési tartomány is, hiszen a különböző spektrumszakaszokon különböző felszíni jelenségek válhatnak megkülönböztethetővé, lokalizálhatóvá.



3. ábra. Ezt a felvételt nagy árnyalatterjedelem, de gyenge árnyalatgazdagság jellemzi



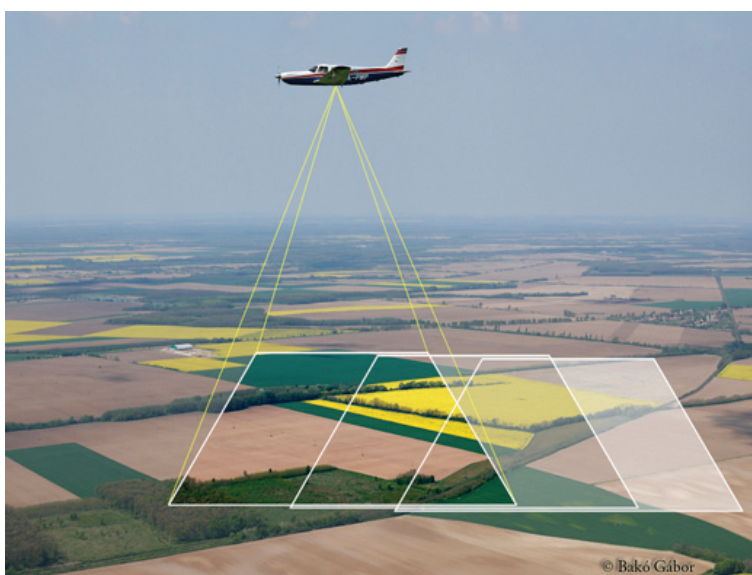
4. ábra. A Szent István Egyetem részlete különböző dinamikával. Megfigyelhető, hogyan változik a felvétel kiértékelhetősége az árnyalatgazdagság növekedésével.

A korszerű frame-rendszerű digitális mérőkamerákkal szemben támasztott követelmények

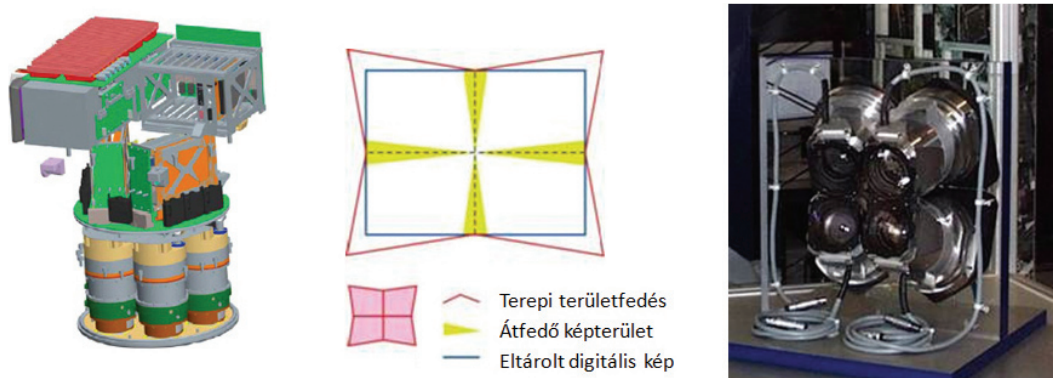
A sorozat-felvételéssel (5. ábra) működő mérőkamerák felvételeinek részletessége és geometriai helyreállíthatósága általában jóval felülmúlja a pásztázó berendezéseket.

A modern digitális légi mérőkamerák radiometriai felbontása legalább 16 bit digitális eltá-

rolást tesz lehetővé (legalább 14 bit A/D átalakításkor). A korszerű mérőkameráknál az érzékelő síkba fektetése ellenőrzött, megoldott, így a több képérzékelővel működő típusoknál is törekedni kell arra, hogy a részegységek felbontása is elérje a 20 megapixelt. A gazdaságosan megvalósítható 6 cm terepi felbontás is az alapkövetelmények közé sorolható úgy, mint a 2000 wattnál kisebb teljesítmény a kisebb energiafelvétel érdekében, vagy a legalább $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -



5. ábra. A kockázó légifényképezés során belül és sorok között átfedő függőleges kameratengelyű légifelvételek készítésén alapul



6. ábra. Példa a nagyfelbontású mérőkamerák moduláris jellegét adó elrendezésre

tól +40 °C-ig terjedő bevethetőség. A mérőkamerák gyártói kalibrációjának geometriai és spektrális értelemben is meg kell valósulnia. Ezeknek a kritériumoknak jelenleg az 1. táblázatban felsorolt eszközök felelnek meg. (A táblázat altípusokra nem tér ki.)

A modern kockázó digitális mérőkamerák rövid ismertetése

IGI DigiCam Quatro

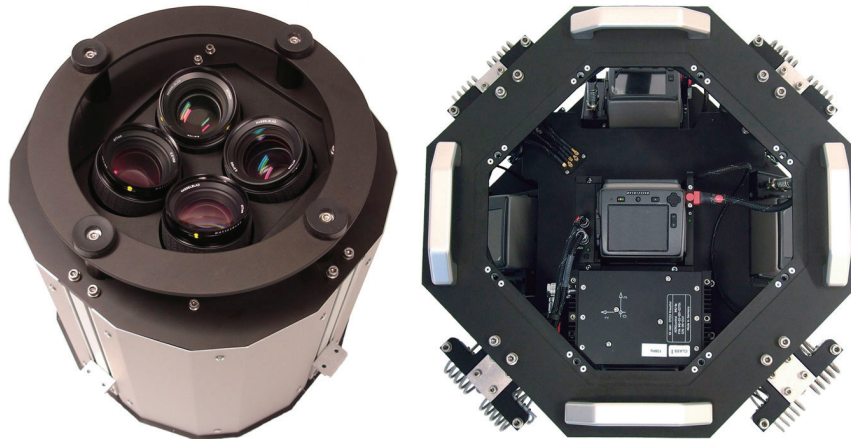
A leggyakrabban alkalmazott IGI mérőkamera a 235 MP (18 500 x 12 750 pixel) felbontású digitális felvételt négy kalibrált középformátumú

fényképezőgéphezen előállító DigiCam Quatro. A rendszerrel elérhető terepi felbontás a gyártói adatai szerint 6,5 cm, de a szenzorok, a kamerák és az optikai rendszer ismeretében 5 cm valószínű. A négyes elrendezés spektrális felbontása három csatornára korlátozódik, ami RGB (71 db dinamikai tartománnyal), vagy közeli infravörös lehet. Szimultán (multispektrális) felvételezésre a 60 megapixelés modifikáció ad lehetőséget. A felvételezés, a felmérés sebességét elsősorban a fejek minimális zárideje (redőnyzárral 1/800), és a kiolvasási sebesség (legrosszabb esetben 3 sec) korlátozzák. A négy CCD 6,0 x 6,0 μ elemi képpontokat tartalmaz. A gyártó a mérőkamerát 80 mm (33°, 25° látószöggel), 100 mm (28°, 21° látószöggel), 150 mm

1. táblázat. A korszerű frame-rendszerű digitális mérőkamerák felbontás- és kiolvasás-adatai

Típus	Pankromatikus felbontás		RGB felbontás	NIR felbontás	Elérhető terepi felbontás (cm)	Kiolvasási sebesség (sec)
	(pixel)	(MP)	(MP)	(MP)		
DigiCam Quatro	18 500 x 12 750	235	235	-	5,0	3,0
DIMAC Wide +	13 000 x 8900	115,7	60,4	-	5,0	2,0
Intergraph RMK D	6096 x 6500	39,6	39,6 (6096 x 6500)	39,6 (6096 x 6500)	4,0	1,4
Intergraph DMC II	17 216 x 14 656	252,3	41,7 (6846 x 6096)	41,7 (6846 x 6096)	2,5	1,7
Interspect IS 4 SCMC	15 811 x 11 713	185,2	185,2	185,2	1,8	0,7
Interspect IS 4 MS	8984 x 6732	60,5	60,5	60,5	0,5	0,7
Leica RCD 30	8956 x 6708	60,0	60,0	60,0	4,0	2,0
PhaseOne iXA	10 328 x 7760	80,1	80,1	80,1	4,0	1,4
Trimble	10 328 x 7760	80,1	80,1	80,1	4,0	1,4
UltracamEagle	20 010 x 1308	261,7	29,1 (6670 x 4360)	29,1 (6670 x 4360)	3,25	2,0
UltraCam XP	17 310 x 11 310	195,8	21,7 (5770 x 3770)	21,7 (5770 x 3770)	5,0	2,0

Légi fotogrammetriai, távérzékelési feladatokra tervezett korszerű digitális mérőkamerák



7. ábra. A Digicam Quatro és az IGI pentakamera

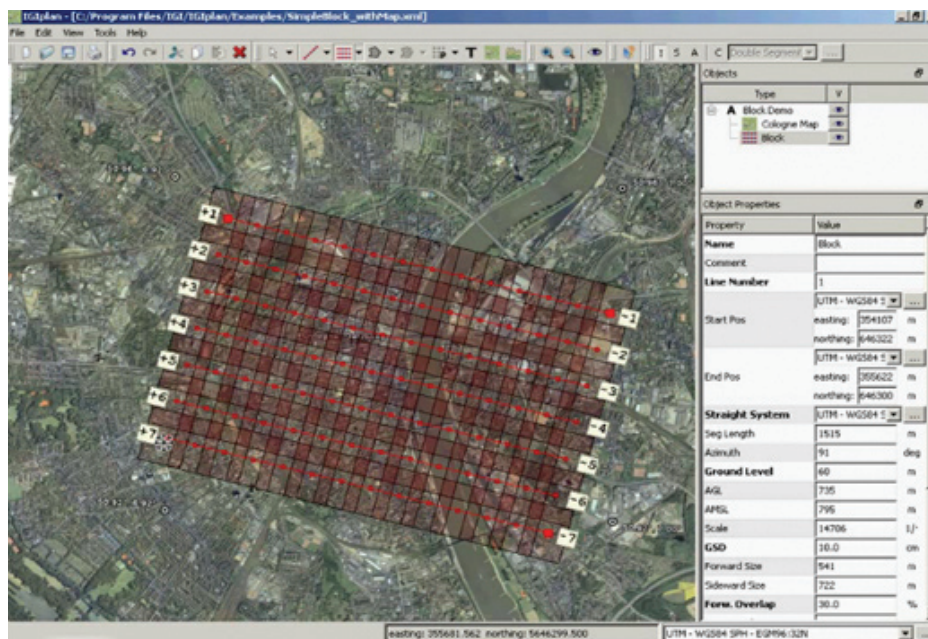
(19°, 14° látószöggel) objektívekkel szállítja. A repülés tervezéséről a felhasználóbarát Digi-Control szoftver gondoskodik. A kamera tömege 30 kg, teljesítménye 60 W.

DiMAC Wide +

A mérőkamera felbontása 115,7 megapixel (13 000 x 8900 pixel) vagy 60,4 megapixel (8984 x 6732) specifikációtól függően. Az elérhető terepi felbontás az érzékelő ismeretében

valószínűleg 5 cm, spektrális felbontása RGB (> 67 db dinamikai tartománnyal) vagy közeli infravörös.

A minimális záródő 1/250 másodperc, ami megköveteli az FMC használatát (Forward motion compensation, azaz a repülésirányú mozgás-kompenzáció, a kamerát az expozíció időintervallumában hátrasiklató berendezés). Kiolvadási sebessége 2 másodperc alatt tartható, és 70, 120, valamint 210 mm fókusztávolságú objektívek használhatók hozzá. 2 db egyenként 53,9 x 40,4 mm méretű, 60,4 megapixeles



8. ábra. IGIplan szoftver könnyen kezelhető repüléstervező és felvételezés-vezérlő szoftver



9. ábra. A DiMAC mérőkamerájának vázlata és a kamera a hozzá tartozó fedélzeti számítógéppel

CCD-ből nyeri ki 115,7 megapixeles felvételeit, $6,0 \times 6,0 \mu$ elemi képponttal. A tömege 45 kg, energiafelvétele 28 V DC, 20 A.

Intergaph RMK D

Az egyik legjobb képminőségű multispektrális mérőkamera. A csupán 39,6 megapixeles (6096×6500 pixel) vagy más modifikációban 36,9 megapixeles (6400×5760) felvétel dinamikája széleskörű elemzést tesz lehetővé. Spektrális felbontása R (591–700 nm) G (482–591 nm) B (400–502 nm) (71 db dinamikai tartománnyal) és közeli infravörös (700–900 nm).

A gyártó által megadott 8 cm legnagyobb terpi felbontásnál a kamera valószínűleg többre is képes. Erre utal az 1/4000 másodpercre csökkenthető záridő és az 1,4 másodperces kiolvasási sebesség. 45–120 mm fókusztávolságú objektívekkel szerelhető. A CCD szenzorok elemi képpontja $7,2 \times 7,2 \mu$. A repüléstervezést és -lebonolyítást a Flight management system (FMS) segíti. Tömege: 59 kg, teljesítménye 350 W.

Intergaph DMC II 250

Az Intergaph nagyfelbontású mérőkamerája 252,3 megapixeles felvételeket produkál, maxi-



10. ábra (a). Az RMK D színes infravörös felvétele



10. ábra (b). Az RMK D mérőkamera

mum 2,5 cm terepi felbontással. Spektrális felbontása RGB (> 67 db dinamikai tartománnyal) és közeli infravörös. Redőnyzárának minimális zárideje 1/4000 másodperc, kiolvasási sebessége 1,7 másodperc. A gyártó 112 mm fókusztávolságú objektívekkel szereli, ami 46,6° repülésirányra merőleges látószöget eredményez. Látószöge repülésirányban 40,2°. Az 5 db RGB CCD 5,6 x 5,6 μ elemi képponttal bír. További 1 db NIR fejjel rendelkezik. Tömege: 68 kg, teljesítménye 350 W.



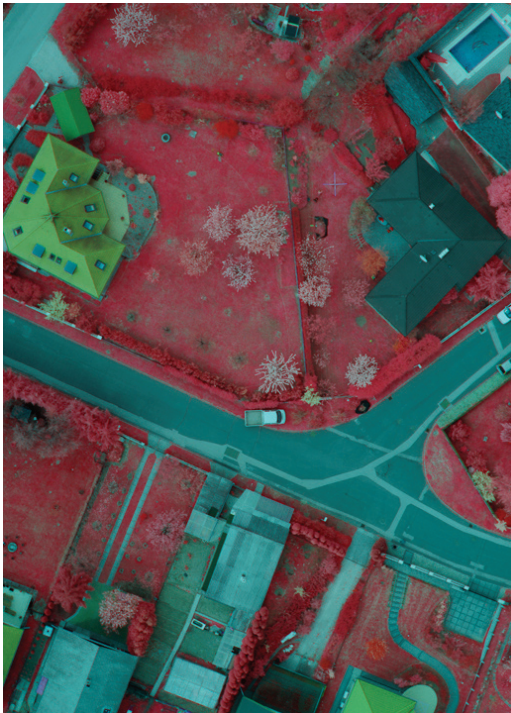
11. ábra. A DMC II 250 mérőkamera

Interspect IS 4 MS

Az Interspect IS 4-es mérőkamera multispektrális változatának felbontása 60,5 megapixel (8984 x 6732 pixel), de készült 26 megapixeles változat is. A rendszerrel elérhető terepi felbontás 0,5 cm, spektrális felbontása variálható. Az R (580–740 nm), G (500–585 nm), B (380–510 nm) (12,5 f-stops (> 72 db) dinamikai tartománnyal) és két közeli infravörös csatorna (580–970 nm, 790–1040 nm) mellett további három speciálisan beállítható spektrumú csatornából (az adódó feladatokhoz beállított csatornák a 355–1150 nm közötti tartományon belül alkalmazhatóak) 16 csatornás digitális felvétel nyerhető ki. A kamera 1/8000 másodperces minimális zárideje, 0,4 másodperces kiolvasási sebessége, a nagy érzékenység és alacsony zajszint miatt rendkívül gyors felvételvezést tesz lehetővé, vagy gyenge megvilágítás esetén is jó minőségű felvételeket készít. 24–500 mm fókusztávolság között az objektívek széles választékával szerelhető (FOV f-80 mm esetén 40°, repülésirányban 27°). Az érzékelő egy 53,9 x 40,4 mm DALSA CCD (6,0 x 6,0 μ elemi képponttal) és két 21 MP CMOS (6,1 x 6,1 μ elemi képponttal). A kamerát az INTERSPECT CONTROL PRO 1.1 szoftvercsomag vezérli. A kamera tömege az érintőképernyős vezérlőegység nélkül 74 kg, a teljesítménye 70 W.



12. ábra (a). Az IS 4 MS



12. ábra (b). Az IS 4 MS színes infravörös felvétele

Interspect IS4 SCMC

Az IS 4 települési, kataszteri, térképészeti mérőkamera felbontása 185,2 MP (15811 x 11713 pixel), ami nagy területek átfogó, gazdaságos, nagyfelbontású légi felmérését teszi lehetővé.

A rendszer akár 1,8 cm terepi felbontást is lehetővé tesz. Minimális zárideje 1/8000 másodperc, kiolvasási sebessége 1,7 másodperc. Spektrális felbontása három csatornára kor-

látozódik, de egy RGB és egy közeli infravörös tartományban érzékelő rendszer moduláris installálásával, összekapcsolásával ez kiterjeszhető. F-28, 35, 45, 55, 80, 110, 120, 150, 210 mm és 240 mm objektívekkel szerelhető. 80 mm fókusztávolságú objektívek esetén a repülésirányra merőleges látószög 37°, míg repülésirányban 28°. A rendszer 4 db 53,9 mm x 40,4 mm, 6,0 x 6,0 μ elemi képponttal rendelkező DALSA CCD-vel épül. Tömege 280 kg, a kamera egység teljesítménye 140 W.

Leica RCD30

A Leica korán felismerte a 60 MP (8956 x 6708 pixel) CCD nyújtotta előnyöket, így a 4 cm elérhető terepi felbontás mellett a nagy képterület kedvező térképészeti alkalmazást biztosít.

Spektrális felbontás RGB (70 db dinamikai tartománnyal) és NIR (780–900 nm).

A gyártó a rendszert 50 mm és 80 mm fókusztávolságú objektívekkel ajánlja.

Phase One iXA

A Phase One 2012 elején döntött úgy, hogy a professzionális középformátumú fényképezőgépek gyártását légi modifikáció kialakításá-



13. ábra. A Leica RCD30 és a hozzá tartozó vezérlő egység és fedélzeti számítógép



14. ábra. Phase One iXA

val egészíti ki. A legnagyobb egyedi CCD felbontása 80,1 megapixel (10 328 x 7760 pixel, 53,7 x 40,4 mm érzékelőlap 5,2 x 5,2 μ elemi képponttal), de kínál 60 MP (8984 x 6732 pixel) felbontású változatot is. Az eszközzel elérhető terepi felbontás 4 cm, spektrális felbontása RGB (12,5 f-stops (> 72 db) dinamikai tartománnyal) vagy NIR. A kamerák szinkronkábellel kapcsolhatóak.

A redőnyzár 1/4000 másodperces minimális záridőt biztosít, a fejek kiolvasási sebessége 1,4 másodperc (CF kártya sebességétől is függ, de fedélzeti számítógépre is tölthető). A gyártó a 28, 35, 45, 80, 120, 150 és 240 mm fókusztávolságú objektíveket kínálja a vázhoz.

Moduláris kiterjesztési lehetősége 2, 4, illetve 5 fejre terjed ki háromcsatornás felvételezés esetén.

Trimble Aerial Camera

A trimble légi kamerájának felbontása szintén 80,1 MP (10328 x 7760), paramétere, így elérhető terepi felbontása (4 cm) nem véletlenül hasonlóak. 1 db 53,7 x 40,4 mm 60,4 MP CCD-vel rendelkezik, 5,2 x 5,2 μ elemi képponttal. Spektrális felbontás RGB (70 db dinamikai tartománnyal), vagy közeli infravörös tartományban érzékenyítve. A legrövidebb záridő 1/1000 másodperc, a kiolvasási sebessége 1,4 másodperc, 35–100 mm fókusztávolságú objektívekkel ajánlják. A digitális hátfal és a váz tömege 1,5 kg, energia felvétele 30 V DC, 2 A.

Ultracam Eagle

Az osztrák mérőkamera által rögzített pankromatikus felvétel felbontása 261,7 megapixel (20 010 x 1308 pixel), 5,2 x 5,2 μ elemi képponttal, így az elérhető legnagyobb fekete-fehér terepi felbontás 3,25 cm. Spektrális felbontását 29,1 MP-es (6670 x 4360 pixel) RGB (71 db dinamikai tartománnyal) és ugyanekora közeli infravörös érzékelő terjeszti ki. Minimális zárideje 1/500 másodperc, ezért TDI és FMC képvándorlás-gátlókat alkalmaz. Kiolvasási sebessége 1,8 másodperc, a felvételeket összesen



15. ábra. A Trimble légi kamerája



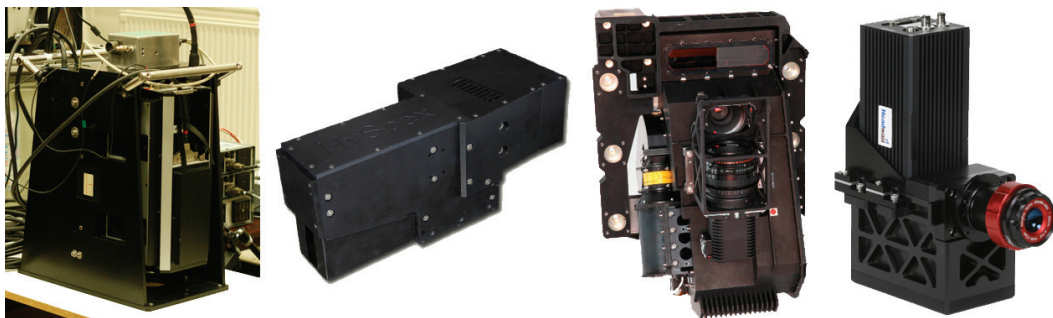
16. ábra. Az Ultracam Eagle

80 kg tömegű 4 pankromatikus és RGB, valamint NIR érzékelőkből állítja össze. 80 mm fókusztávolságú objektívvel 66° repülésre merőleges és 46° repülésirányú látószöge van, ami 210 mm fókusztávolság esetén 28°-ra és 20°-ra módosul. A kameraegység teljesítménye 350 W.

Repülőgép-fedélzetre tervezett hiperspektrális szenzorok

A hiperspektrális kamerák két csoportra oszthatók: frame-rendszerű, általában forgótárcsás laboratóriumi mérőműszerekre és spektrográffal, esetleg lépcsőzetes szűrőzéssel megoldott pásztázó mérőműszerekre. Míg a multispektrális (MS) kamerák négy-hetven nagyfelbontású,

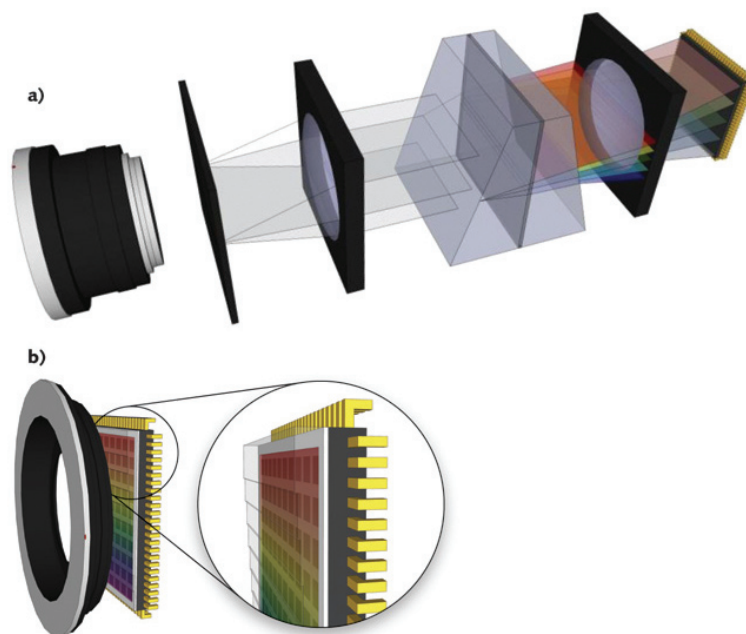
akár különböző spektrális átfogású csatornákat rögzítenek, addig a hiperspektrális (HS) eszközök 70–700 csatorna egyidejű rögzítésére képesek. Ezek a csatornák folyamatos színeképet rögzítenek, egymás után következő spektrumszakaszokon képzik le a vizsgált tárgy képét. A hiperspektrális mérőműszerek esetében is alapvető kritérium, hogy a vizsgált terepi foltra jellemző egységnek nagyobbak kell lennie a felvétel terepi felbontásánál, különben a spektrális vizsgálat jelentősen eltolódik, és a pixel hamis értékeket vesz fel a csatornákon. Ezért elsősorban nagyobb szennyezések minőségi és mennyiségi jellemzésére, homogén felszín vizsgálatára alkalmazzák. Számos gyártó készít hiperspektrális műszereket, a kamerák ismertetésére a 2. táblázatban kerül sor.



17. ábra. AISA Dual, HySpex, Elbit és Headwall Photonics hiperspektrális mérőkamerák

2. táblázat. Hiperspektrális szenzorok spektrális és geometriai felbontása

Típus	Spektrális felbontás (nm)	Csatornák száma (db)	Szenzor szélessége (pixel)
AISA Eagle (VNIR)	400–970	488	1024
AISA EagleT (VNIR)	400–1000	200	1600
AISA Hawk (SWIR)	970–2450	254	320
AISA Owl	8 000–12 000	84	384
DALSA	400–1100	nem kalibrált	1,2000
ELBIT	400–2500	215	?
HySpex SWIR-320i	900–700	145	320
HySpex SWIR-320m	1300–2500	240	320
HySpex SWIR-320m-e	1000–2500	256	320
HySpex VNIR-1600	400–1000	160	1600
HySpex VNIR-640	400–1000	128	640
Northrop Grumman HATI SWIR	900–1700	256	320
Northrop Grumman HATI VNIR	400–1000	488	890



18. ábra. A spektrográf és a hiperspektrális szűrő vázlata

Jegyzet

1. Független forrásból: <http://aerometrex.com.au/blog/?p=217>



FÖLDI
FOTOGRAMMETRIA
3D PONTFELHŐ
EGY ESZKÖZBEN



KÉPALKOTÓ
MÉROÁLLOMÁS

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-IS.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-is.html)



TOPCON IP-S2

MODULÁRIS MOBILTÉRKÉPEZŐ

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK:

3D UTCATÉRKÉPEZÉS

BIZTONSÁGTECHNIKAI TERVEZÉS

BURKOLAT HIBÁK VIZSGÁLATA

KATASZTRÓFA KÁRFELMÉRÉS



TOPCON SOKKIA

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-MOBILTERKEPEZES.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-mobilterkepezes.html)