

Lipszky János térképének (Magyarország és társországai, 1804–1810) georeferálása térinformatikai alkalmazásokban

Dr. Timár Gábor¹ – dr. Székely Balázs¹ – dr. Molnár Gábor¹ – Biszak Sándor²

¹ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Úrkutató Csoport

²Arcanum Adatbázis Kft.



Bevezetés

Lipszky János (1766–1826) a XVIII-XIX. század fordulója magyar kartográfiájának nagy alakja. Az 1800-as évek elején elkészített, a korabeli Magyarország, Erdélyt, Horvát-Szlavónországot és a katonai határőrvidékeket ábrázoló térképműve (*Mappa Generalis Regni Hungariae...*) az első, amely az egész Kárpát-medencét és környezetét egységes vetületben és geodéziai alapok felhasználásával ábrázolja. Ez lehetővé teszi, hogy a térképmű szelvényeit térinformatikai rendszerben georeferáljuk. A georeferencia ez esetben azt jelenti, hogy megadjuk mindazokat az információkat, amelynek segítségével a mű térképi tartalma az alapfelületen elhelyezhető, továbbá hogy bármely más georeferált térképi adatbázissal bizonyos pontossággal fedésbe hozható.

Lipszky munkásságával, a térképmű elkészítésének részleteivel nem foglalkozunk, azokat korábban már igen részletesen leírták (Csendes, 1982; Bartha, 1983; 1992; az addigi teljes irodalom összefoglalását adja Reisz, 2002). Számunkra azok a leírások, irodalmi részletek az érdekesek, amelyek a térképmű alapfelületével, annak esetleges elhelyezési információival és vetületével kapcsolatosak. Munkánkban elemezzük ezeket a forrásokat és eredményként olyan paramétersort adunk meg, amely – a korabeli geodéziai helymeghatározás pontosságával – megteremti a Lipszky-féle térképmű szelvényeinek a fokhálózati vonalak metszéspontjain alapuló georeferálását. A módszert az ER Mapper szoftver térinformatikai környezetében fejlesztettük és teszteltük.

Munkánk különös aktualitását az adja, hogy 2005-ben az Arcanum Adatbázis Kft. és a Cartofil Ki-

adó a HM Hadtörténelmi Intézet és Múzeum Térkép-tára, az Országos Széchényi Könyvtár közreműködésével kiadták a Lipszky-féle térképművet elektronikus (szkennelt) formában tartalmazó DVD adathordozót (ARCANUM-Cartofil, 2005). Ily módon a térképmű elektronikus változata bármely kutató számára elérhetővé vált. A földrajzi környezet változását elemző tudósok, elsősorban a hidrológia, az erdészet és a településfejlődés területén, a térképek szemrevételezésén túl újabb eszközökhöz juthatnak azoknak más, későbbi térképművek tartalmával történő fedésbe hozatalával.

A Lipszky-térkép alapfelülete

A legújabb szakirodalomban (pl. Bartha, 1992) azt találjuk, hogy a térképmű alapfelülete gömb, amelynek sugara a Liesganig-féle fokmérésekből levezetve 6 376 640 méter. Megjegyezzük, hogy a Liesganig-féle fokmérések eredményeként maximális és minimális fűldsugarbecslések adódtak (Winkler, 1985), amelyek azonban a Föld tényleges méreteitől mindenképp nagyon eltérnek; ezek közepértéke a fenti sugár.

E ponton a felhasznált térinformatikai környezet jelentett akadályt: az ER Mapper általunk használt verziója megbízhatatlanul kezeli a gömbi alapfelületeket, és a hiba a gömbhöz nagyon közeli ($1/f > 1000$; ahol f a lapultság) ellipszoidok esetén is fennáll. Emiatt egy, a korban definiált ellipszoidot használtunk és megbecsültük az ebből származó hibát. Választásunk a Laplace 1802 ellipszoidra esett ($a=6376615$ m; $b=6355776$ m). Az eltérő alapfelület választásából eredő hiba mértékére a vetületválasztásnál térünk vissza.

A térinformatikai gyakorlatban az alapfelületi ellipszoid megadása kevés; amennyiben a térképmű tartalmát más, eltérő alapfelületen készült térképekkel kívánjuk fedésbe hozni, akkor definiálnunk kell a két ellipszoid egymáshoz képest értelmezett térbeli helyzetét is. A gyakorlatban ez úgy történik, hogy azonos pontok koordinátái segítségével meghatározzuk az ellipszoidok középpontját összekötő térbeli vektor komponenseit. A definiált térbeli elhelyezésű ellipszoidot geodéziai dátumnak, röviden dátumnak nevezzük.

A térinformatikai szoftverek általában kijelölnék egy kitétetett ellipszoidi középpontot: ez a WGS84 alapfelület geometriai középpontja, a Föld tömegközéppontja. Az összes dátum leírásánál a saját középpontból a WGS84 középpontjába mutató vektor három komponensét kell megadni, tömegközépponti derékszögű koordinátarendszerben. A konkrét esetben tehát a térképen felismert, és a modern térképi rendszerben is ismert koordinátájú pont(ok) elhelyezkedéséből kell e három számot megadnunk. A Lipszky-térképen a Margitsziget déli végét választottuk ki. A sziget ekkor még két darabban volt, de más térképek segítségével a déli kis sziget déli vége és a mai szigetcsúcs a Lipszky-térkép felbontásának hibájával azonosítható volt. A Laplace ellipszoidnak e pont korabeli és mai koordinátái alapján rögzített elhelyezési paraméterei a következők: $dX = +1513$ m; $dY = -94$ m; $dZ = +438$ m.

Ezeket a számértékeket természetesen érdemi hiba terheli. A nagyobb hibát a csillagászati helymeghatározás, ezen belül is elsősorban a hosszúságmérés korabeli módszerének hibája okozza. *Lipszky*, illetve mindazok, akiknek a geodéziai munkáira ő támaszkodott, kezdetben ingaórát, később kronométert használtak a mérésekhez (*Bartha*, 1992). Az ingaóra járása függ a nehézségi gyorsulás (g) értékétől, ezért az eredményekben a g rendszeres (szélességfüggő) és helyi (anomális) változásai hibaként jelennek meg. Az alappontok csillagászati koordinátáinak felhasználása geodéziai alapként emellett azt is eredményezi, hogy a helyi függővonalhajlások vízszintes torzulásokként jelennek meg. A felhasznált alappontok korabeli és mai koordinátáinak eltéréseit *Bartha* (2001) megadja. A szélességi eltérések 1–44 szögmásodperc között szórnak, az ebből eredő vízszintes hiba 400–500 méter lehet. A hosszúsági eltérések természetesen lényegesen nagyobbak: –370 és +234 szögmásodperc közöttiek; ez akár kilométer nagyságrendű csúszáshoz is vezet.

A térképszelvények keretén és fókuszátában a ferrói kezdőmeridiántól történő hosszúságszámozást ismerhetjük fel. A jelen munkában a Ferro-Greenwich különbséget $17^{\circ}40'$ -nek vettük, és a vetületi és

dátumparaméterek számításánál következetesen ezt alkalmaztuk, annak ellenére, hogy a XIX. század végén ezt a hosszúságkülönbséget $17^{\circ}39' 46,02''$ -re, az ún. Albrecht-féle különbségre pontosították. Amennyiben a különbséget következetesen alkalmazzuk, és csak a greenwich-i hosszúságokra van szükségünk, ez az eltérés nem okoz változást.

A térképmű vetülete

Bartha (1992) szerint a térkép „a skót Patrick Murdoch II. sz. ekvidistans kúpvetületével” egyező, és a szerző egyben utal a *Snyder* (1987) által „equidistant conic”-ként említett kúpvetületre. *Snyder* (1987) részletesen ismerteti a vetület gömb és ellipszoid alapfelület esetén érvényes egyenleteit. Munkánkban mi is ezt alkalmaztuk.

A térinformatikai szoftverek (így az ER Mapper is) általában ennek a vetületnek a metsző (2 standard párhelyes) változatát ismerik. A következő pontban tárgyalt méretarány figyelembevételével a térképmű érintő kúpvetületben készült. Természetesen az, hogy mi a vetület típusa, a térinformatikai alkalmazásokban kevés; meg kell hogy adjuk az ismert vagy ismertnek feltételezett típusú vetület paramétereit is. Esetünkben a vetületi kezdőpont alapfelületi és képfelületi koordinátáit és (mivel a szoftver ezeket igényli) a standard párhelyes köröket kell definiálnunk.

A vetületi kezdőpont hosszúsága valódi kúpvetületnél gyakorlatilag mindegy, mivel azonban a térképi tartalom minimális elforgatására törekszünk, azt a meridiánt választottuk, amelynek térképi képe észak-déli irányú egyenes, így a kezdőpont hosszúsága (a középmeridián) $20^{\circ}30'$ lett. A vetületi kezdőpont szélességét *Timár* et al. (2003a) módszerével, a sugárhajlás elemzésével számítottuk ki. A Lipszky-térképen a sugárhajlás $0,644$ -nek adódott, ennek \arcsin pedig 40° ; ezt választottuk a kezdőpont szélességének. A kezdőpont képfelületi koordinátáit (0,0)-nak állítottuk be. A standard párhelyes körök megadásánál érintő helyzethez minél közelebbi megoldásra törekedtünk, ezért ezeket $39^{\circ}50'$ -nek és $40^{\circ}10'$ -nek választottuk.

Itt kell megjegyezzük, hogy az említett vetület gömbi és ellipszoidi változatának alkalmazása, illetve a kismértékben eltérő standard párhelyes körök alkalmazása 100 méter alatti eltérést okoz; ez a térkép alább tárgyalt méretarányának ismeretében elhanyagolható.

A térkép georeferálása

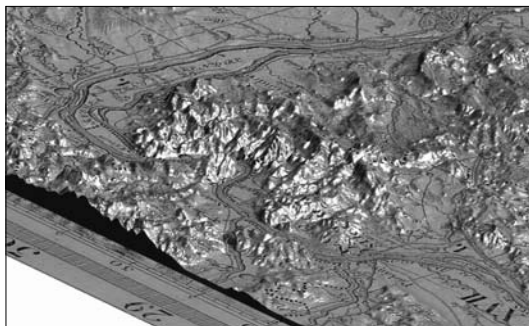
Amennyiben az előző két pontban említett ellipszoidot, dátumot és vetületet a térinformatikai

rendszerünkben definiáltuk, az egyes szelvényeket a térkép fokhálózati vonalainak metszéspontjait illesztőpontként választva georeferálhatjuk. A szkennelt térképen a képi koordináták pl. digitalizálással (a metszéspontra kattintással) kaphatók meg, míg a vetületi koordinátákat nekünk kell kiszámítani a vetületi egyenletek felhasználásával, bár van olyan szoftver, amely ebben a számításban is segítséget kínál. Az illesztőpontok alapján történő rektifikációt követően a térképi tartalom már átranzformálható más vetületbe (pl. UTM, EOVI), így más vetületben adott adatbázisokkal együttesen használható (1. ábra).

A hibák és a térkép méretaránya

A vetületválasztás pontossága úgy ellenőrizhető, hogy a georeferált és rektifikált képen a raszteres állományon látható fokhálózati vonalakat mennyire követik a számított szélességi és hosszúsági körök: az illeszkedés hibája kb. 200–250 méter értékű. Mivel a hiba térbeli eloszlása nem tendenciózus, ezért itt a rézmetszettel készült szelvények száradására és a szkennelés esetleges hibáira gyanakodhatunk.

Amennyiben a fokhálózat képe pontosan rekonstruált, a térképi tartalom fedési pontatlanságai a kiegyenlítés hiányát, illetve a geodéziai alappontok korabeli koordinátáinak hibáit tükrözik. Nem egyszerű megbízható ellenőrzőpontokat találni; a vizsgálatban a történelmi országhatár és a folyók helyét vizsgáltuk. Az alföldi folyók esetében tekintettel voltunk arra, hogy ennyi idő alatt a meder természetes megváltozása, illetve a szabályozás azok futását érdemben megváltoztatta. Emiatt az egyedi kanyarulatokat nem, csak a folyó futásának domináns megváltozási irányait vettük figyelembe. A vizsgálatkor érdemi, regionálisan jelentkező eltéréseket tapasztalhatunk, ezek eloszlását a 2. ábrán mutatjuk be. A hiba maximuma a tenger melléken és Erdély keleti határán, a Gyimesekben jelentkezik, mindkét esetben 12,5–13 kilométer, az előbbi helyen kelet-nyugati, az utóbbin észak-déli irányban jelentkezik. Az ország középső részén, az Alföldön a hiba gyakorlatilag elhanyagolható. Ezek a hibák elvileg – egységes térképrendszerként és automatikusan – nem javíthatók, de szükség esetén szelvényenkénti dátumparaméter-megadással vagy a térképi tartalom kisebb területeként történő elmozgatásával kismértékben csökkenthetők. Jelen tanulmányunknak azonban ez nem volt célja, most a teljes térképrendszer egységes georeferálására tettünk kísérletet. Természetes igény lehet azonban pl. a környezettörténeti kutatások számára a későbbiekben a szelvényenkénti vagy még részletesebb eljárás alkalmazása.



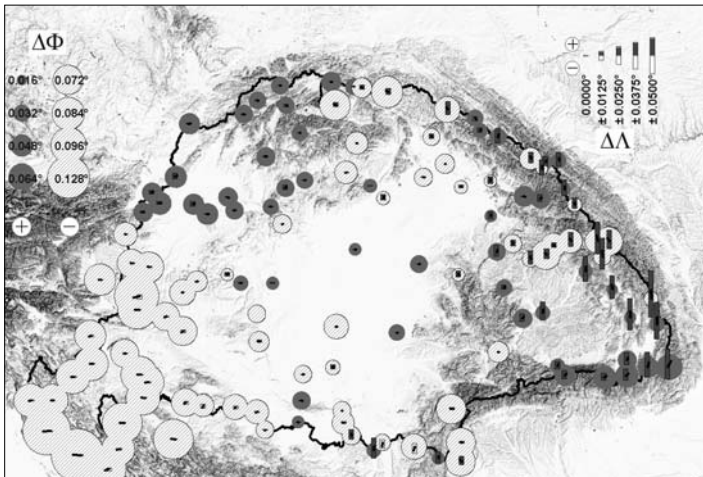
1. ábra. Lipszky János térképének 5., a mai Magyarország középső részét ábrázoló szelvényének háromdimenziós megjelenítése az SRTM domborzati modell (Werner, 2001; a hazai irodalomban Timár et al., 2003b) felhasználásával, négyzetes magassági torzítással.

A kisebb hibájú pontoknál a hibák fő forrása feltehetően a függővonalelhajlás és a korabeli módszerek pontatlansága. A hibák nagyságrendje kelet-nyugati irányban csak részben utal az ingaórával történő hosszúságmeghatározás hibáira. A megfigyelésünk szerint azonban a hibák egyes területeken bizonyos tendenciákat rajzolnak ki. Mivel a fentiek alapján vélhető, hogy a hosszúsági és szélességi pozíciókban elkövetett hibák más-más okból jelentkeznek, a hibákat bemutató ábránkat (2. ábra) ennek megfelelően szerkesztettük.

Bár magukat a hibákat is feltüntettük (fekete vastagított vonalak mutatják), ebből a szempontból érdemes irányonként szeparálni azokat. A hibaforrásként fontosabb hosszúsági hibákat az ábrán arányos körök jelzik, a pozitív és negatív eltéréseket külön mintázattal jelölve. A szélességi hibákat a függőleges oszlopok mutatják.

Szembeötlő, hogy a nyugati határszéltől egészen Munkács meridiánjáig szinte nincs szélességi hiba, és a meglévő kisebb hibák is szóródást mutatnak. Kisebb negatív hibák jellemzik a területet. Nem így a keleti-kárpáti és erdélyi területen: itt erős pozitív eltérés mutatkozik, az említett székelyföldi területen pedig különösen erős.

A hosszúsági hibák még erősebb tendenciát mutatnak tájegységenként. Horvátország és Nyugat-Dunántúl területén komoly negatív hibákat találunk. Ennél kisebb, de jelentős hibák még néhány pontban fordulnak elő az északi és déli határon, és egy nagyobb csoportban Észak-Erdélyben. A pozitív hibák általában is sokkal kisebbek, és néhány kisebb területhez köthetők. A Felvidék nyugati része és Győr, Moson és Sopron megyék területe kisebb, de nagyjából egyenletes hibát mutat, gyakorlatilag átmenet nélkül, élesen lehatárolódva a szomszédok-



2. ábra. A Lipszky-térkép georeferált változatának mért hibái ismert koordinátájú pontok (GCP) alapján. A vastagított fekete vonalak az egyes tereppontoknak a fokhálózati vonalak alapján georeferált Lipszky-térkép által mutatott helyétől a vetület által meghatározott mai térkép helyéhez mutatnak, ezáltal a tényleges hiba nagyságát és irányát is megadják. A körök a hosszúságbeli hiba nagyságát jelzik (vonalkázott esetén negatív), az oszlopok magassága pedig a szélességbeli hibával arányos (sötétszürke esetén pozitív). Érdemes figyelni az egyes hibatípusok területi elhelyezkedésére. Részletes elemzés a szövegben.

tól. Érdemi, szisztematikusan tűnő pozitív hibák még a Déli-Kárpátok vonulatát jellemzik, bár itt az átmenet bizonyos mértékig fokozatos.

Pillanatnyilag a fenti hibák területi eloszlása alapján nehéz következtetéseket levonni. Az ország középső részén (ahol egyébként kevés a mérőpont) a hibák kisebbek, és a középtől távolodva tendenciájában nőnek, de ez nem az illesztőpontként használt Margitsziget középponttal igaz, hanem – ha egyáltalán beszélhetünk ilyen középpontról – ettől jóval keletebbre, valahol Szolnok környékére tehetővel. Elképzelhető, hogy ezt a sugárirányú növekedést egy újabb, ezen adatokon alapuló kiegyenlítéssel általában csökkenteni lehet, viszont várható, hogy a horvátországi és dél-erdélyi eltérések ez esetben is megmaradnak.

Ugyanakkor mindezen hibákat összevethetjük a térképmű becslött méretarányával is. A méretarányt, Fodor (1952–54) munkáján is alapulva *Winkler* (1985) részletesen elemzi, és 1:469 464-ben adja meg, amit később *Bartha* (1986) 1:469 440-re pontosított. *Reisz* (1995), különösen a térkép előállítási technológiájának tükrében, az 1:480 000 értéket javasolja alkalmazni. Gyakorlati szempontból ennek a kis eltérésnek nincs jelentősége, számunkra viszont azért érdekes az adat, mert így megtudjuk, hogy a térképi ábrázolás pontossága 200–250 méter (a térképen 0,5 milliméter). Az ez alatt maradó hibák (az ország központi részén) tehát figyelmen kívül hagyhatók.

Összefoglalás

- Munkánk eredményeként sikerült olyan közelítő, normális elhelyezésű ekvidisztáns kúpvetületet definiálnunk, ami a térkép méretaránya által megjelölt hibahatáron belül kielégítően illeszkedik a teljes térképezett területre. Ez arra utal,

hogy a Lipszky-féle térképmű vetülete valóban megfelel a szakirodalomban feltételezettnek.

- A kúpvetület kezdőpontja számításaink alapján $\Phi = 40^\circ$; $\Lambda = 20^\circ 30'$.
- Megadtuk a vetület definiálásához a térinformatikai szoftverekben szükséges további, közelítő paramétereket, illetve a közelítő alapfelületként választott Laplace 1802 ellipszoid elhelyezési paramétereit.
- Elemeztük az illeszkedési hibákat, itt bizonyos területi tendenciákat sikerült kimutatni, ami további kutatást igényelhet.
- A fentiek eredményeként a Lipszky-féle térképmű szelvényeinek tartalma térinformatikai alkalmazásokban georeferált formában, általában a korabeli geodézia által biztosított pontossággal (a mai Magyarország nagy részén fél kilométer alatti, helyileg javítható hibával) elérhetővé vált.

Köszönetnyilvánítás

A jelen munkában dokumentált kutatást az Informatikai és Hírközlési Minisztérium TP188/2006 jelű témapályázata és a T47104 sz. OTKA pályázat (08 sz. publikáció) keretében végeztük. A szerzők a térképszelvények elektronikus formában történő közreadásáért köszönetet mondanak az Arcanum Adatbázis Kft., a Cartofil Kiadó, az Országos Széchenyi Könyvtár és a HM Hadtörténeti Térképtár dolgozóinak.

IRODALOM

Arcanum–Cartofil (2005): Lipszky Digitalis – Lipszky János Magyarország-térképe DVD-formátumban. Arcanum–Cartofil, Budapest, DVD-kiadvány.

- Bartha Lajos, ifj.* (1983): Újabb adatok Lipszky János életéhez és munkásságához. Hadtörténeti Közlemények 30: 629–636.
- Bartha Lajos* (1986): Hozzászólás Winkler Gy.: „A Lipszky-térkép méretaránya” c. cikkéhez. *Geodézia és Kartográfia* 38 (3): 195–198.
- Bartha Lajos* (1992): Lipszky János kartográfiai munkássága és követői. In: Joó István, Raum Frigyes (eds.): A magyar földmérés és térképészet története; Raum Frigyes, Winkler György (eds.): Első kötet B. Nyomtatott kézirat kiadó nélkül, Budapest, 341 o.
- Bartha Lajos* (2001): Bodganich Imre Dániel felsőgeodéziai méréseinek eredményei Lipszky Magyarország-térképének tükrében. In: Plihál Katalin–Reisz T. Csaba (eds.): A magyar térképészet nagyjai – Die Grossen der ungarischen Kartographie, Országos Széchényi Könyvtár–Osiris Kiadó, Budapest, 27–34, ill. 95–97.
- Fodor Ferenc* (1952-54): Magyar térképírás I–III., Budapest, 441 o.
- Csendes László* (1982): Lipszky János huszártiszt életútja és térképei. Hadtörténeti Közlemények 29: 464–481.
- Reisz T. Csaba* (1995): Lipszky János levelei gróf Festetics Györgyhez. Adalékok a *Mappa Generalis Regni Hungariae* c. térkép születéséhez. *Fons* 2 (3): 317–349.
- Reisz T. Csaba* (2002): Magyarország általános térképének elkészítése a 19. század első évtizedében. Cartofil, Budapest, 512 o.
- Snyder, John P.* (1987): Map projections – a working manual. *USGS Prof. Paper* 1395: 1–261.
- Timár Gábor–Varga József–Székely Balázs* (2003a): Ismeretlen paraméterezései valódi kúpvetületben készült térkép térinformatikai rendszerbe integrálása. *Geodézia és Kartográfia* 55 (2): 8–11.
- Timár Gábor, Telbisz Tamás, Székely Balázs* (2003b): Úrtechnológia a digitális domborzati

modellezésben – az SRTM-adatbázis. *Geodézia és Kartográfia* 55 (12): 11–15.

Werner, Marian (2001): Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Mission overview. *Journal of Communication (Frequenz)* 55: 75–79

Winkler György (1985): A Lipszky-térkép méretaránya. *Geodézia és Kartográfia* 37 (4): 270–273.

Georeferencing of the Map of Hungary by John Lipszky, in GIS applications

Timár, G. – Molnár, G. – Székely, B. – Biszak, S.

Summary

John Lipszky, officer of the cavalry, completed his map about Hungary between 1804 and 1810. According to the literature, this map was the first one about the country that has real geodetic basis and pre-defined projection system. In this work, the datum and projection parameters and their errors and the error distribution. According to our analysis, the center of the equidistant conic projection of the Lipszky map is: $\Phi=40^\circ$; $\Lambda=20^\circ30'$ (east of Greenwich). Because of our GIS environment, instead of the spheric datum, the Laplace 1802 ellipsoid ($a=6376615$ m; $b=6355776$ m) was chosen for the base ellipsoid. The datum shift parameters from the Laplace datum to WGS84: $dX=+1513$ m; $dY=-94$ m; $dZ=+438$ m. The latitude-longitude grid of the map follows accurately the grid of this projection. In contrary, the map content is shifted comparing to the modern topography. This is a result of the navigational errors of the age of the map. The extreme maximum shift of the map content is almost 13 kilometers at the south-western and eastern extremities of the historical Hungary. The shift is considerably lower at the central part of the country; the accuracy of the fit is better than half kilometer throughout the present territory of Hungary.

I. és II. katonai felmérés, ahogy eddig még soha:

a korabeli Magyar Királyság térképszelvényei egymás mellé szerkesztve, DVD-n

Az Ön faluja-városa, és az egész ország topográfiája 150-220 évvel ezelőtt: az információ elérhető. GPS-szel felkutatni a dédmama házát – ma már ez is lehetséges.

Megjelent a Habsburg Birodalom első (1783-1786) és második (1821-1863) katonai felmérésének új, egybeszerkesztett változata (Nagy-Magyarország Erdély nélkül) DVD-ken, megjelenítő szoftverrel. Mindkét térképen navigálhatunk a

helységnevek alapján. A második felmérés mozaikja emellett **georeferált**, vagyis az egyes pontok GPS-kompatibilis WGS84 és a felhasználó által választott vetületi koordinátáit is megmutatja. A kiválasztott térképrészlet tetszőleges vetületben exportálható térinformatikai szoftverekbe.

Az első felmérés DVD ára 24 000 forint, a georeferált második felmérés DVD ára 60 000 forint. Az árak az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Bővebb információ és képernyőképek: www.katonaifelmeres.info

Érdeklődés és rendelés: Timár Gábor • telefon: 06 20 3119425; e-mail: timar@katonaifelmeres.info