

KITAIBEL ÉS TOMCSÁNYI 1810-ES MÓRI FÖLDRENGÉSTÉRKÉPÉNEK TOPOGRÁFIAI ALAPJA ÉS GEOREFERÁLÁSA

Timár Gábor

PhD, tanszékvezető egyetemi docens,
ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék
timar@caesar.elte.hu

Bevezetés

Kétszáz évvel ezelőtt publikálták Kitaibel Pál és Tomcsányi (Tomtsányi) Ádám az 1810-es móri földrengésről készített leírást (Kitaibel – Tomcsányi, 1814) és annak mellékleteként azt a térképet, amelyet a szeizmológiatörténet az első földrengéstérképek közt jegyez, és amely tudomásunk szerint először tartalmaz izoszeisztát, tehát olyan tematikus térképi izovonalat, amely a földrengés során azonos intenzitással megrázott pontokat köti össze (Varga, 2008) (*1. ábra*). A térkép bemutatja a földrengés sújtotta terület településeit, és igen szemléletes módon, a településekhez rajzolt templomtornyok ledőlését generalizálva, feltételezhetően a tornyok térképi „dőlésszögével” mutatja meg a földrengés adott településen jelentkező pusztító hatását, intenzitását.

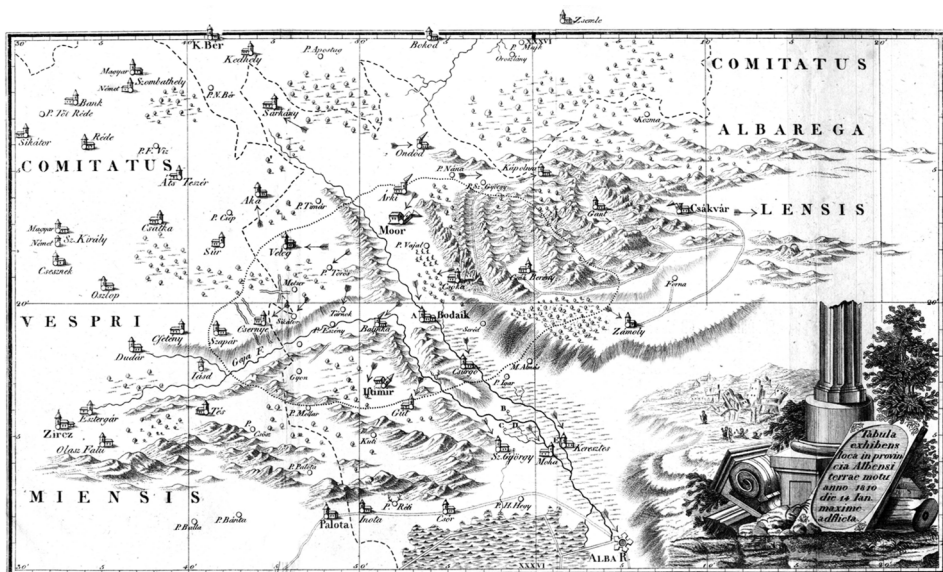
Bármilyen tematikus térkép esetében az ábrázolt, a topográfián túlmutató absztrakt tartalom térbeli értelmezéséhez a térképet fedésbe kell tudnunk hozni a modern, mai terepviszonyokat bemutató topográfiai térképekkel, vagy azokkal azonos információtartalmú adatbázisokkal. Manapság egyre elter-

jedtebb módon ez a Google Earth (a továbbiakban *GE*) térképi, ill. műholdképes alapadatbázisához történő kapcsolatot jelenti. A GE-höz illesztett történeti tematikus térképet elmenthetjük a GE saját formátumában, és az eredményt megoszthatjuk mind a tudományos közösséggel, mind pedig az érdeklődő nagyközönséggel, új lehetőséget teremtve az ábrázolt tematikus tartalmat értelmező tudományágak, jelen esetben a geofizika és ezen belül a szeizmológia népszerűsítésének.

Jelen dolgozat bemutatja a Kitaibel–Tomcsányi-térkép georeferálását, tehát végső célként a GE rendszeréhez történő illesztést, a georeferálás lépéseit. Ennek részeként a korabeli térképészeti technikák és meglévő alaptérképek ismeretében becslést ad a térkép saját koordináta-rendszerére is. Az így koordináta-helyessé tett térkép alkalmazható hazánk szeizmikusan legaktívabb régiója (Kiszely, 2014) földrengés-veszélyeztetettségének megállapításában is.

A georeferencia fogalma

A térkép georeferálása azt jelenti, hogy ellátjuk mindazokkal az információkkal, amelyekkel



1. ábra • A világ első izoszeizta-térképe Kitaibel és Tomcsányi 1814-ben megjelent könyvéből.

tartalma elhelyezhető egy koordináta-rendszerben – ezen túlmenően magának e koordináta-rendszernek a más rendszerekkel fennálló térbeli és/vagy matematikai kapcsolatát is meg kell adnunk. A térképek többségén – így a vizsgált Kitaibel-térképen is – találunk koordinátamegírást, így e koordináta-rendszer kiterjesztése a teljes térképi tartalomra pusztán technikai feladatnak tűnik. Részben valóban az: az ismert koordinátájú pontokat, például a szélességi és hosszúsági vonalak metszéspontjait kijelöljük (képpontokként megadjuk a szkennelt térképen érvényes képi koordinátáikat), és hozzájuk rendeljük a leolvasott földrajzi koordinátákat.

A térképek azonban – bár rajtuk a koordináták megadása általában valóban a földrajzi fókuszhoz illeszkedve történik – a legritkább esetben készülnek tényleg földrajzi koordináta-rendszerben. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha észleljük, hogy a szélességi és hosszúsági vonalak nem képeznek szabályos négyzethálót, sőt az esetek nagy részében

nem is egyenesek. A térképek valódi koordináta-rendszere – az, amelyben a koordinátavonalak valóban négyzethálót alkotnak – valamilyen vetítés eredménye. A térképvetületek alkalmazásával éri el a térkép készítője, hogy az eredetileg gömbszerű földfelszíni részlet torzulása minimális legyen annak a sík papíron történő megjelenítésekor.

A térképtudomány a vetületeket igen részletesen tárgyalja, megadva azok típusát, a síkba fejtés módját (sík-, kúp- vagy henger- vetületek, illetve valódi és képzetes vetületek). A gyakorlati alkalmazás számára e vetületek egységesen olyan függvénycsoportok, amelyek zárt kapcsolatot teremtenek a földrajzi (földfelszíni) és a térképi (sík-) koordináták között. A függvények konkrét matematikai alakja a vetület típusától függ, azokat a térinformatikai rendszerek általában ismerik (Snyder, 1987). A térképeket jellemző egyik legfontosabb metaadat éppen a vetület típusa, illetve a típustól függő vetületi paraméterek (például, hogy kúpvetület esetében a kúppa-

lást milyen szélességi kör mentén érinti a földfelszínt modellező ellipszoidot). A térképet emiatt a saját vetületükben kell georeferálnunk, ellenkező esetben a képi és térképi koordináták közti átszámítást szisztematikus hiba terheli (Timár – Molnár, 2013).

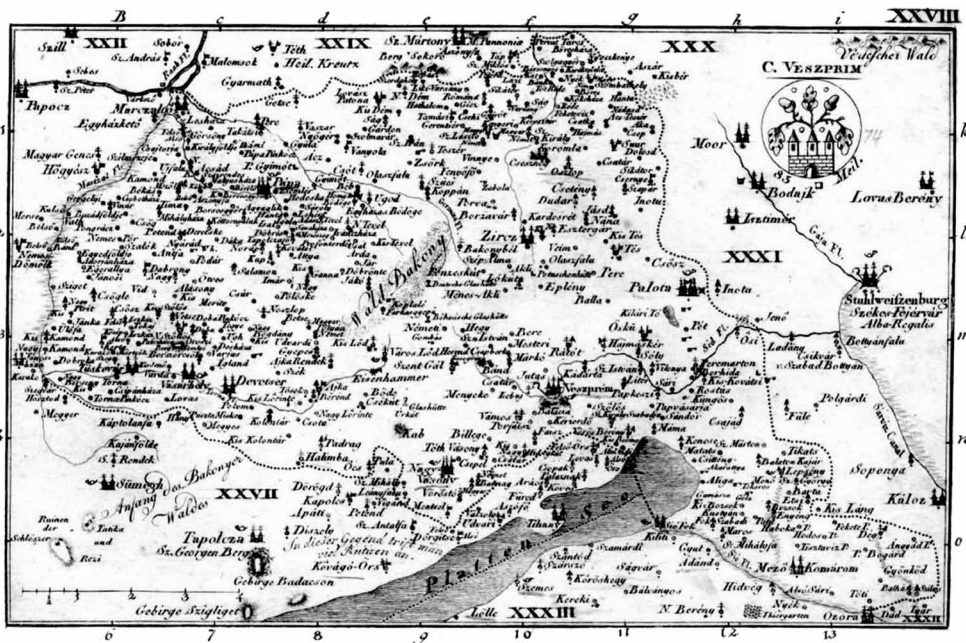
A vetület mellett a georeferencia fontos eleme a térkép geodéziai alapja. Ez azon pontok halmazát, fejlettebb esetben hálózatát jelenti, amelyeket a térkép megrajzolásakor az egyenletekkel vagy felszerkesztési utasítással megadott vetületben az üres vagy csak felkoordinátázott papírra felrajzolunk, és amelyekhez képest a tereptárgyakat részletmérések alapján vagy terepi/rajzolás kori becsléssel megjelenítjük. A geodéziai alapot a kiválasztott tereppontok terepi, fizikai helye és azok megmért, adatbázisban rögzített koordinátái valósítják meg. A geodéziai alap jósága, vagyis, hogy milyen pontossággal adja meg a ki-

választott tereppontok koordinátáit, alapvetően meghatározza a teljes térképi tartalom vetülethelyes ábrázolását, azonban a köztes térképi tartalom kitöltésének módszere és annak pontossága ezt jelentősen leronthatja.

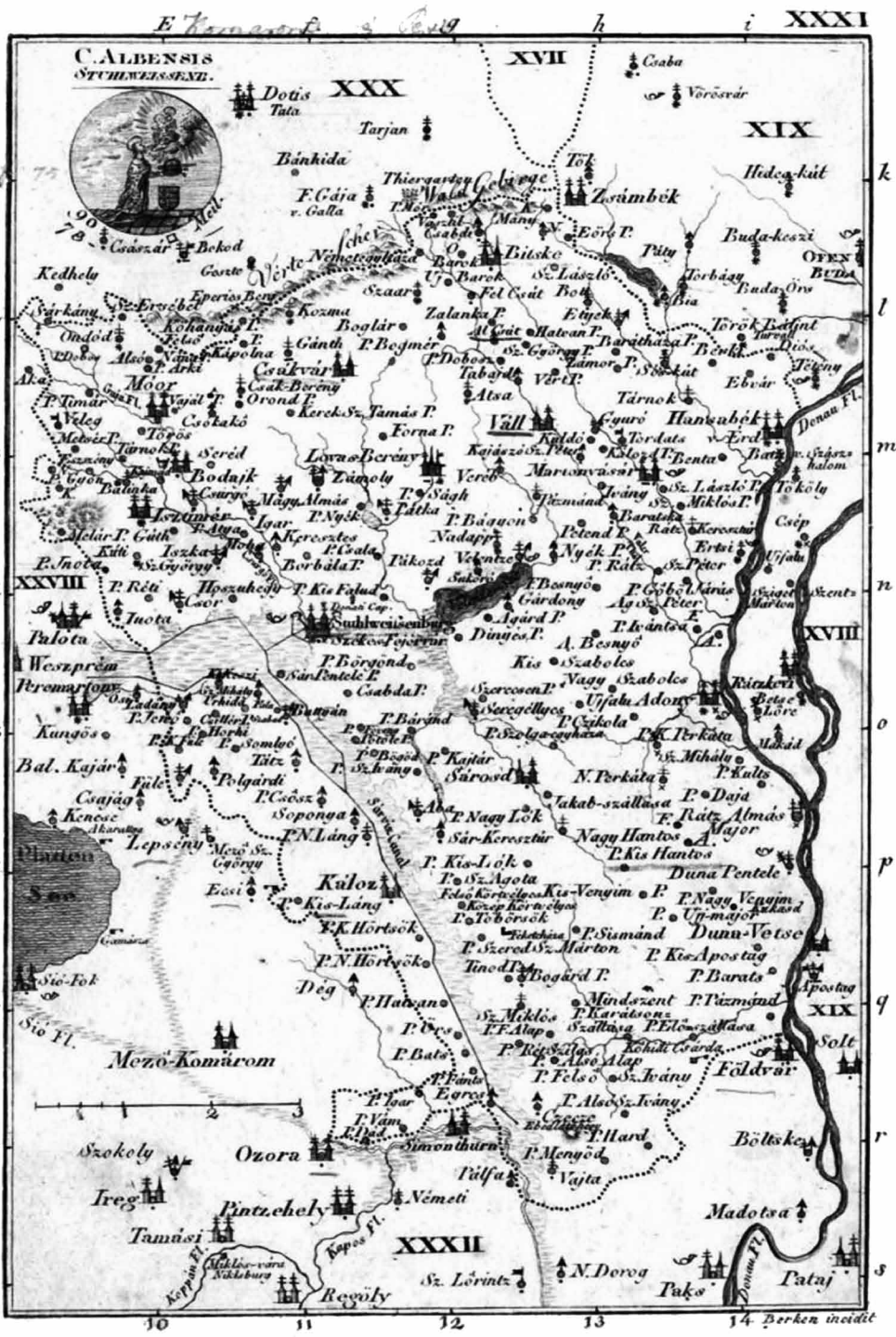
A geodéziai alap csillagászatilag meghatározott és iránszögekből levezetett koordinátájú pontokból, illetve ezek kombinációjából állhat. A XVIII. században a Kitaibel-féléhez hasonló méretarányú térképek alapját szinte kizárólag csillagászati mérések jelentették, emiatt a Föld gömbtől, illetve forgási ellipszoidtól eltérő alakjából származó ún. függővonal-elhajlások néhány száz méteres belső torzulást mindenképpen okoztak.

A hazai térképészet a XVIII-XIX. század fordulóján

Kitaibel nyilvánvalóan nem használt saját geodéziai felmérést térképének elkészítéséhez.



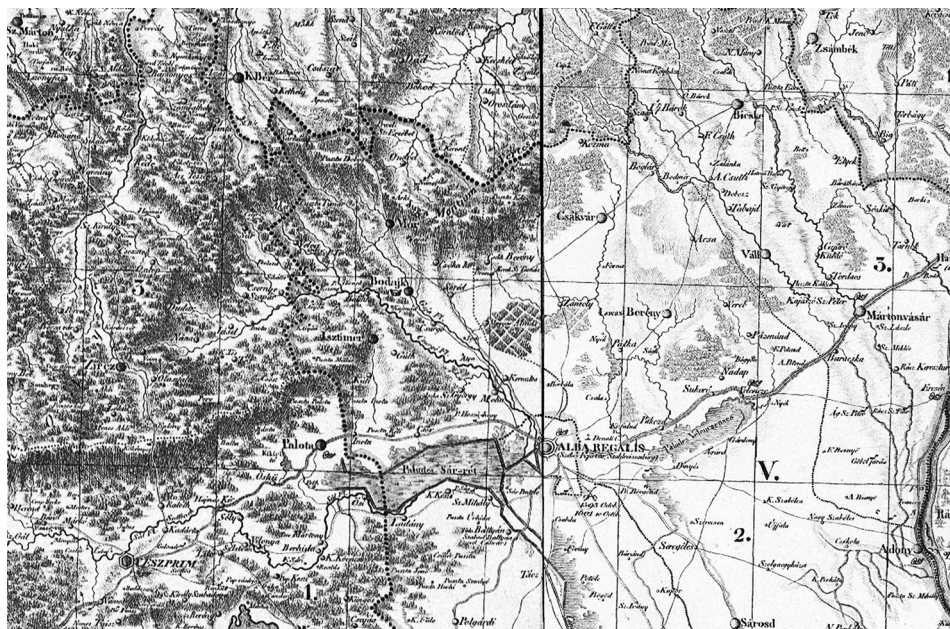
2. a és b ábra (itt, és a következő oldalon) • Korabinszky János Mátyás megyetérképei a móri földrendés környéki területekről (Korabinszky, 1804): (a) Veszpém megye; (b) Fejér megye.



Az eredeti példányon észrevehető tűszúrásnyomok (Réthly, 1960 in: Kítaibel – Tomcsányi, 1814 kritikai kiadása) arra utalnak, hogy a térkép megrajzolása egy másik térkép topográfiai pontjainak átvételével kezdődött, vagyis a Kítaibel-térkép „geodéziai alapját” egy másik térkép kiválasztott terepi pontjainak halmaza jelenti. Ebben az esetben a mintaként szolgáló másik térkép geodéziai adatait és vetületét kell alkalmaznunk a georeferálás-kor, előre tudva, hogy a georeferencia hibáját a tűszúrásokkal történő alappontátvétel is terhelné fogja. Érdeemes tudnunk tehát, hogy milyen térképek jöhettek szóba a másolás-kor. A XVIII. század végén és a XIX. század elején több olyan térképműről tudunk, amelyek technikailag szóba jöhetnek mint a másolat alapjául szolgáló alapok: az első katonai felmérés, *Mikoviny Sámuel* és *Korabinszky János Mátvás ország- és megyetérképei* (2. a–b ábra;

Korabinszky, 1804), *Görög Demeter* megyetérképei, illetve *Lipszky János* közepes felbontású országtérképe (3. ábra).

Ezek közül az első katonai felmérés nagy méretarányú felmérési lapjai nem lehettek elérhetőek a polgári térképészet számára. A Lipszky-féle térképmű (Bartha, 1983; Csenedes, 1982; Reisz, 2002) nyilvánvalóan, ránézésre is észrevehetően sokkal pontosabb, mint elődei. Ennek oka az új geodéziai alap, amelyet a verőcei származású *Bogdanich Imre Dánielnek* (horvátul Mirko Daniel Bogdanić) köszönhetünk (Bartha, 1998). Ennek eredményeként a Lipszky-térkép az első, amely például a folyók futásirányát szinte pontosan a ma is ismert módon rajzolja meg, méretaránya többé-kevésbé pontosan meghatározott (Winkler, 1985; Bartha, 1986), georeferálása saját vetületében néhány határterülettől eltekintve meglepő pontossággal elvégezhető (Timár et



3. ábra • Lipszky János térképének (1804–1810) Mór környékét ábrázoló kivágata. Figyeljünk meg az 1. ábrán bemutatotthoz képest nyilvánvaló különbséget a térképi ábrázolásmódban.

al., 2006). A korábbi megye- és országtérképek geodéziai alapjait még a Mikoviny-féle mérésekben kell keresnünk.

E térképek áttekintése során elsősorban Korabinszky hatása érződik a móri földrengetérkép rajzi elemein és helyneveinek írásmódján is. A Korabinszky-térkép szintén a kartográfiai alapját szolgáltatta (Plihál, 2006) egy másik tematikus térképnek, *Robert Townson* angol utazó földtani észleléseket közlő mappájának, a Magyarország területét bemutató első geológiai térképnek (Galambos, 2009). Mind Korabinszky, mind pedig Lipszky térképét a meridiánban hosszartó kúpvetülettel lehet legjobban modellezni (Timár et al., 2006), eltérő vetületi paraméterekkel.

A térkép georeferálása

A Kitaibel–Tomcsányi-féle térképen megtalálhatjuk a földrajzi fókálózat koordinátavonalait, 10 szögpercenként. A térkép keretén szögperc élességgel adottak a koordináták. Tekintve, hogy a szélességi körök képei egyik szóba jöhető vetület esetében sem egyenes vonalak, így egyrészt a keret önmagában nem adna megbízható alapot a georeferáláshoz, másrészt – minthogy a térképen e vonalak mégis szinte egyenesként vannak megrajzolva – ismét kb. fél kilométeres illesztési hibát fedezhetünk fel az elvégzendő illesztésben.

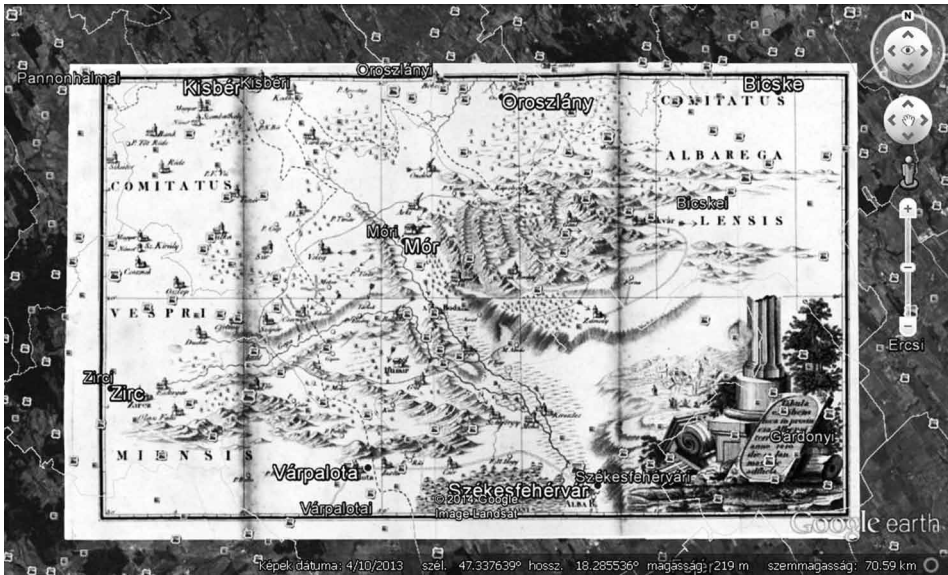
Magát a georeferálást a szélességi és hosszúsági körök megadott metszéspontjainak mint kontrollpontoknak a segítségével végezhethetjük el a legegyszerűbben, vagyis itt még nem vesszük figyelembe a települések központjának megadott térképi helyzetét. A hosszúságértékek a térképen természetesen nem Greenwich-től, hanem a korban használatos kezdőmeridiántól, Ferrótól (valójában 20 fokos eltolással Párizstól; Timár, 2007) adottak – emiatt a hosszúságértékeket $17^{\circ} 39'$

$46''$ értékkel csökkentenünk kell, hogy a ma szokásos greenwichi rendszerre térjünk át. Amint korábban említettem, a térkép saját koordináta-rendszerét biztosan nem ezek a vonalak adják, amelyek nem is alkotnak egyenközű ortogonális hálózatot. A kontrollpontok térképi koordinátáit így a földrajzi koordinátákról vetületi koordinátákra kell átszámítanunk. Az így létrehozott referencia pontossága a szkennelt térképen néhány pixel, ami archív történeti adatról lévén szó, elfogadható, sőt jónak számít. A szkennelt térképet ezt követően átmintavételezzük először a saját vetülete (a meridiánban hosszartó kúpvetület) koordináta-rendszerébe, majd innen a GE által használt WGS84-ellipszoidi rendszerbe. Az eredmény a 4. ábrán látható.

Az illesztés tényleges jóságának megállapításához most már a településközpontok illesztett térképi helyzetét vizsgálhatjuk meg a GE alaptérképére vetítve. Első észrevételünk, hogy a települések illeszkedési pontossága a legnagyobb eltérések esetén sem haladja meg a másfél kilométert. A második, hogy a hiba nem szisztematikus, nem mutat a térkép egészen észrevehető szabályszerűségeket, hanem inkább véletlenszerű. Ennek alapján azt mondhatjuk, hogy az alkalmazott vetület másfél kilométer pontossággal elfogadható modellje a ténylegesnek, és a hiba forrásai és nagyságrendje megegyezik a fent felsorolt hibaforrásoktól vártakkal. Az illesztett térkép kerete a GE tanúsága szerint követi a földrajzi fókálózat vonalait, így feltehető, hogy a térkép készítője azt az eredeti kúpvetülethez képest a célterülethez illetve elforgatta.

Korai izovonalas ábrázolások a térképészetben

A valamilyen számszerűsíthető jellemző szerint azonos értékű tereppontok vonalakkal történő összekötése, az ún. izovonalas ábrázo-



4. ábra • Kitaibel és Tomcsányi térképének elhelyezése a Google Earth felületén.

lás meglehetősen későn jelent meg a térképészetben. Talán még meglepőbb, hogy elsőként nem is a fizikai felszín jellemzésére (szintvonalak) alkalmazták. Első alkalommal *Sir Edmund Halley* a XVIII. század legelején publikált izovonalas térképet: az Atlanti-óceán hajószárai számára mutatta be a földi mágneses tér iránytű által jelzett vízszintes komponensének a földrajzi északi iránytól való eltérését, az ún. mágneses deklinációt ezen a módon (Halley, 1702; 1705). A vonalak az azonos deklinációjú pontokat kötötték össze, a számszerűsített mennyiség tehát szögérték volt, a vonalak neve így *izogon*. Ezzel szinte egy időben, a spanyol örökösödési háború kapcsán, 1706 és 1708 között mérte fel a korábban Magyarországon is dolgozó *Luigi Ferdinando Marsigli* hadmérnök a dél-francia partoknál elterülő Oroszlán-öböl partvonalát és (feltehetően a vitorlás hadihajók horgonykötelékének hosszához igazodó) egyik mélységvonalát, amelyet később, 1725-ben publikált (Gercsák,

2009). Marsigli azonos mélységű pontokat összekötő vonalát *izobátnak* nevezzük.

Könnyen beláthatjuk, hogy az izovonalas ábrázolás elég bonyolult absztrakció, így érthető a viszonylag késői megjelenése. A jelen tanulmányban vizsgált térkép e szempontból fontos kartográfia- és tudománytörténeti mérőföldkő. Bár Kitaibel és Tomcsányi térképén a megjelölt pontozott vonal nem tekinthető adatgyűjtési szempontból klasszikus izovonalnak: a szerzők körberajzolták az általuk elvégzett terepbejárás során a földrengés által legjobban megrongált települések területét, elhelyezkedését, a mai szeizmológiai gyakorlat azonban visszamenőleg egyfajta földrengés-intenzitási izovonallá, ún. *izoszeisztává* minősíti ezt, mert a legjobban megrázott, legnagyobb károkat szenvedett települések kijelölésénél nagyon hasonló módszereket alkalmaztak, mint a mai intenzitástérképek készítői.

A térkép jelentősége így kettős: miközben a mai elemzésekbe is bevonható, és a geore-

ferálással koordinátahelyesen elhelyezett információkat közöl az 1810-es móri földrengésről, feltehetően az első hazai izovonalas térkép, és a világ első földrengés-intenzitási térképe.

Az eredmények gyakorlati alkalmazhatósága

A térkép a földrengés egyes településeken jelentkező hatását, intenzitását – bár erre az eredeti, korabeli leírás nem utal – feltehetően a templomtornyok dőlésszögével mutatja. Ezek értelmezéséhez – minthogy a települések ma is bármely térképen azonosíthatók – a georeferenciára nincs szükség. Az a pontozott vonal – izozeiszta – azonban, amely Mórt és déli előterét zárja körbe és a földrengés valamely szempontból kritikus intenzitását mutatja, a georeferált térkép segítségével koordinátahelyesen digitalizálható, és megfelelő

szeizmológiai értelmezéssel így alkalmas a terület mai földrengés-veszélyeztetettségi minősítésébe történő bevonásra. Ezt további részletekkel egészíti ki néhány, a legjobban megrázott terület térségében megrázt nyíl is, amelyek feltehetően a földrengéshullámok terjedési irányához illeszkednek. Egy 1810-es, tehát jóval a rendszeres észleléseket megelőző földrengés adatai ily módon – hála Kitaibel Pál és Tomcsányi Ádám rendszeres gyűjtő- és felmérőmunkájának és a kor térképészetének – a georeferálással a mai koordináta-rendszerbe transzformálva hozzájárulnak a modern kockázatelemzésekhez hazánk földrengésektől leginkább érintett egyik térségében.

Kulcsszavak: *földrengés, izozeiszta, georeferálás, Kitaibel Pál, Tomcsányi Ádám*

IRODALOM

- 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 (1998): Bogdanich Imre Dániel felsőgeodéziai méréseinek eredményei Lipszky Magyarország-térképének tükrében. Lipszky Emléktűlés és Kiállítás, Országos Széchényi Könyvtár – Lázár-deák Térképészeti Alapítvány, Budapest, 1998. december 14., • <http://lazarus.elte.hu/hun/tantort/1998/bartha.htm>
- Csendes L. (1982): Lipszky János huszártiszt életútja és térképei. *Hadtörténeti Közlemények*. 29, 464-481.
- Galambos Cs. (2009): Development of Color Signs and Projections of the Hungarian Archive Geological Maps. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 44, 1, 131-140.
- Gercsák Gábor (2009): The First Printed Isobath Map. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 44, 1, 17-26.
- Halley, E. (1702): The Description and Uses of a New and Correct Sea-chart of the Whole World, Showing the Variations of the Compass. Térkép, kiadó megnevezése nélkül
- Halley, E. (1705): Being a collection of some of the principal phaenomena in nature, accounted for by

the greatest philosophers of this age. Together with several discourses read before the Royal Society, for the advancement of physical and mathematical knowledge, Vol. 1. Jeffrey Wale and John Senex, Hamlock-Court

- Kiszely Márta (2014): A Vértes földrengései: mi történt a lábunk alatt? *Magyar Tudomány*. jelen kötet, 281. o.
- Kitaibel Paulo [Pál]-Tomcsányi Adamo [Ádám] (1814 [1960]): *Dissertatio de terrae motu in genere, ac in specie Mórensi, anno 1810 die 14. januarii orto. Typis Regiae Universitatis Hungaricae, 110 p. Editio ad veri formam speciemque descripta Commentatione extremo addita ab Réthy, Antal*. Akadémiai, Budapest
- Korabinszky J M. (1804): Atlas regni Hungariae portatilis. Neue und vollständige Darstellung des Königreichs Ungarn auf 60 Tafeln im Taschenformat. Schaumburg, Wien
- Plíhál K. (2006): Die erste thematische Landkarte des Welt von János Mátyás Korabinszky. *Studia Cartologica*. 13, 349-355.
- Reisz T. Cs. (2002): *Magyarország általános térképének elkészítése a 19. század első évtizedében*. Cartofil, Budapest
- Snyder, J. P. (1987): *Map Projections—A Working Manual*. USGS Prof. Paper 1395, 1-261.
- Timár Gábor (2007): A ferrói kezdőmeridián. *Geodézia és Kartográfia*, 59(12), 3-7.

Timár Gábor - Molnár G. (2013): Térképi vetületek és alapfelületek. Egyetemi jegyzet, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 84 p.

Timár Gábor – Molnár G. – Székely B. – Biszak S. (2006): Lipszky János Magyarország-térképének (1804-1810) georeferálása térinformatikai alkalmazá-

sokban. *Geodézia és Kartográfia*, 58(10), 13-17.

Varga Péter (2008): History of Early Isoseismal Maps. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 43, 2-3, 285–307.

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

