

Lázár térképének georeferálásáról

Dr. Molnár Gábor^{1,2}, dr. Timár Gábor², dr. Székely Balázs^{1,2}

¹ Bécsi Műszaki Egyetem, Távérzékelési és Fotogrammetriai Intézet,
Christian Doppler Laboratórium

² E LTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék



Bevezetés

Lázár deák 1528-as térképe hazánk első ország-térképének számít, amelyet az UNESCO Világ- emlékezet Bizottsága tavaly a *Memory of the World* remekművei közé választott (Plihál, 2007). Lázár térképe a hazai kartográfiai szakirodalomnak méltán az egyik legkedveltebb témája. A mű keletkezéséről, történetéről nálunk avatottabb szerzők tollából számos ismertetés született (a teljesség igénye nélkül: Cholnoky, 1943; Irmédy-Molnár, 1958; 1964; 1982; Stegena, 1976a; 1982a; Plihál, 1990; 2003; Török; 1996). A jelen munka tárgya a térkép georeferálása, vagyis a térképi tartalomnak valamely ismert, jól definiált vetületbe vetítése.

A térképmű vetületének meghatározására, az azon fellépő torzulások vizsgálatára korábban is történtek kísérletek, ezek azonban a számítógép és a térinformatika meghonosodása előtt történtek. Így, bár a korabeli színvonalon ezek kiemelkedő munkának számítottak, a ma megcélozható eredmények elérésére nem vállalkozhattak. Talán a legrészletesebb vizsgálatot Érdi-Krausz (1976; 1982) végezte, aki a térkép négy negyedén 4-4, összesen 16 azonosítható pont felhasználásával az egyes negyedeken megszerkesztette a fokhálózat futását. Stegena (1976b; 1982b) a Tissot-féle indikátrixok alakjának helyfüggésére vonatkozó összefüggéseket kutatott és Cholnoky (1943) nyomán felvetette, hogy a térkép ptolemaioszi vetületű, és a furcsa, elforgatott tájékozás a hazánktól távol felvett vetületi kezdőpont következménye. Ennek a felvetésnek a térinformatikai eszközökkel történő vizsgálatára egy következő cikkben térünk vissza.

A georeferálás módszere

Lázár térképén több száz helységnév megírását találjuk, amelyeknek a mai településekkel történő azonosítása többnyire megoldott (Hrenkó, 1976; Halmai, 1982; Halmai et al., 1982). A helységek, városok rajza sok esetben eltérő, azonban minden esetben egy, a rajzba illeszkedő kis kör jelzi a település valódi helyét (Plihál, 1990). A körök középpontjainak képi koordinátáit, és az illető települések mai, WGS84 rendszerben érvényes földrajzi koordinátáiból egy mintegy 600 illesztőpontot tartalmazó adatbázist hoztunk létre, amely a georeferálás alapját képezte. Az illesztőpontok a lehetőségekhez mérten valamennyi felismert település adatait tartalmazták, eloszlásuk nagyjából tükrözte a térképen meglévő települések tájegységenkénti sűrűségét.

Az illesztőpont-adatbázis létrehozásához a III. katonai felmérés (Timár és Molnár, 2008) 1:200 000 méretarányú, ún. foktérképeit használtuk, ugyanis ez a legkésőbbi, publikusan hozzáférhető térképi adatbázis, amely a Lázár-térképen ábrázolt teljes területet az elérhető legnagyobb méretarányban ábrázolja. A foktérképekről leolvashatók a települések (magjának) koordinátái max. 200 méteres pontossággal, amelyek legalább egy nagyságrenddel pontosabbak, mint a Lázár-térképről leolvasható koordináták, és körülbelül megegyeznek a szkennelt Lázár-térkép pixelméretével. A referenciaként felhasznált térképek névanyaga még tükrözi a Habsburg birodalomba betagozott Magyarország és környezete többnyire magyar, sok esetben pedig német és szász névanyagát.

A georeferálást az ER Mapper szoftverrel végeztük. A helységek koordinátáit az UTM34 zónába átszámítva lineáris, kvadratikus és köbös polinomiális illesztést végeztünk el ebbe a koordináta-rendszerbe. Az eredményeket az 1–3. ábrákon (lásd címlapon és a hátsó borító belső oldalán) mutatjuk be. A lineáris esetben fellépő, maximálisan mindegy 50 kilométeres eltérések a fokszám növelésével értelemszerűen csökkennek, a köbös esetben általában 15–20 kilométer alatt maradnak. Ennél csak Bosznia területén találunk nagyobb eltéréseket. Ennél is érdekesebb a kvadratikus és köbös illesztés eredményeként a térkép vetületi rendszerbe (vissza)torzított alakja. Miközben három sarok ezeken nagyjából egyforma elhajlást mutat, a térkép bal alsó sarka mindkét esetben „túlhajlik”, ami arra szolgáltat indikációt, hogy *Plihál* (1990) által valószínűsített, a jobb alsó sarokban a címer elhelyezése céljából elvégzett terepi torzítást valóban megtették.

A térkép georeferálását Delaunay-féle szabálytalan háromszöghálón (TIN, triangulated irregular network) alapuló lineáris interpoláció segítségével is elvégeztük. Ebben az esetben az eredményként előálló UTM vetületi rendszerben levő képen, az illesztőpontok között egy háromszöghálót hoz létre a program, és ezekbe a háromszögekbe lineáris összefüggés segítségével transzformálja be a képi tartalmat. Ekkor a transzformált kép pontossága sokkal jobb, mint a fent említett polinomiális összefüggések esetén, azonban ez nem segít a térkép készítési módjára vonatkozó következtetések levonásában.

A háromszöghálón alapuló georeferálás alapján a térképen olvasható megjegyzés adja (korabeli helyesírással): „In diser Mappa ist beschrieben ganz Ungerland /und die obgesetzte Scal zeigt an nach Geometrischer art/ das ist/ nach der Schnur gerad / wie vil Deutzsche meilen eine Stat von der andern ligt...” (Ezen a térképen az egész Magyarország ábrázolatik és a fenti skála mutatja geometriailag, hogy egyenesen mérve hány német mérföldre fekszik egyik város a másiktól...). Ez egyértelműsíti a készítő méretarányosságra való törekvését. És valóban, a vizsgálataink azt mutatják, hogy sok esetben (lokálisan) ez a törekvés meg is valósult.

A vízrajzot érintő elemzéseink kapcsán (*Székely et al.* 2006) már korábban megállapítottuk, hogy számos helyen (pl. a Dunakanyartól délre a mai Budapest területén) nehezen azonosítható vagy megíratlan pontok a TIN-alapú georefe-

rálás során korábban létezett települések helyét váratlan pontossággal visszadták (*Székely et al.* 2007). Például, ha a mai településeket azonosítjuk a vizsgált területen, néhány jelölt helység, pl. „S. Paulus” Budától nyugatra, „S. Jacob” Kerepes-Rákoskeresztúr („Kerstur”) vonal és a Duna között nem azonosítható. Ha most az azonosított települések alapján a Lázár-térképet georeferáljuk a leírt módszerrel, és összevetjük a III. katonai felmérés szelvényével (*Biszak et al.*, 2007; *Timár és Molnár*, 2008), a koordináták alapján „S. Jacob”-nak a Szada és Mogyoród között fekvő a mai térképeken már nem szereplő Pusztaszentjakab fog megfelelni, „S. Paulus” pedig a budapesti Budagyöngyéről a Szépjuhásznén át Budakeszire vezető hágó környékére esik, ahol a közelben az ismert pálos kolostorrom található (pl. *Zolnay*, 1992).

Feltevésünk szerint azok a területek, amelyeknél a háromszögháló jól rekonstruálható, első sorban olyan alacsony reliefű helyeken fordulnak elő, ahol az összeláthatóság a települések között jórészt biztosítható volt. A módszer kevésbé jó az erdős-hegyes vidékeken: itt előfordul, hogy a háromszögek elfajulnak, sőt kifordulnak, mert a valóságban a háromszög valamely sarokpontjából nézve más körülmények szerint következnek, mint a térképen. Ez esetben a térképi tartalom erősen deformálódik vagy át is fordul. Elképzelhető, hogy ez a jelenség egyes területeken a domborzati hatás miatt megnehezdedő távolságmérés miatt lép fel, de az esetek többségében valószínűleg az irányszögek gyengébb becslésére vezethető vissza. Utóbbi esetre találunk példát a Pilisben. Ilyen kifordulást okoznak az ismert térképezési hibák is, például ott, ahol a települések nevei fel vannak cserélve. Időnként egy-egy pont elhagyása javít az interpoláció eredményén: példaképpen a Fertő-tó déli környezetét említhetjük: Sopron elhagyása az illesztőpontok közül megjavítja a tó déli partvonalának futását.

A georeferálás eredménye

A kvadratikus és köbös georeferálás eredményeként előállt képen az illesztőpontokként felhasznált települések átlagos pozícióhibája 10–20 kilométer. Ez abszolút hiba, két egymás melletti település távolsága ennél sokkal pontosabban leolvasható az eredeti térképről. A települések egymáshoz mért távolságát valószínűleg a legtermészetesebb módon, a lépések számolásával oldhatták meg. [Ennek a rómaiak által is használt

módszernek a továbbélése például az angol 'mile' (mér föld) szó, amely a latin 'mille' (ezer) szóból származik, hiszen 1 mér föld eredetileg 1000 kettőslépés volt.]

A térkép készítésével kapcsolatban a legérdekesebb probléma, hogy vajon a kicsitől haladtak a nagyobb felé, vagy fordítva, a nagyobb egységektől a kisebbek felé.

A klasszikus geodézia a nagyobbtól a kisebb felé haladást valósítja meg. Ebben az esetben egy terület első térképének megrajzolásához először valamilyen kerethálózatot hoznak létre. Ennek a kerethálózatnak a megrajzolását a terület nagyságától, és az elérni kívánt pontosságtól függően akár távolságmérésekkel, akár csillagászati helymeghatározással, szögmérésekkel, vagy ezek kombinációjával is végezhetik. Ezután végzik el a részletméréseket, töltik ki a hálózat üresen maradt részeit. A mérések pontatlanságából, illetve a Föld potenciálméleti alakjának (a geoidnak) a használt ellipszoidtól való eltéréséből fakadó hibákat elosztják (kiegyenlítik), így azok nem halmozódnak, sehol sem haladnak meg egy elfogadható mértéket.

Amennyiben a fordított utat járnánk, vagyis a kisebb felől haladnánk a nagyobb felé egy térképezési folyamat során, akkor előbb-utóbb óhatatlanul ellentmondásokra jutnánk. Az egyik ellentmondás forrása a Föld gömbnek, illetve forgási ellipszoidnak feltételezett alakja: a felületén távolságokat és szögeket mérve kiderül, hogy a háromszögek belső szögeinek összege több mint 180 fok. Ezért amennyiben a terepen mért távolságokat és szögeket a sík térképre fel akarjuk rajzolni, a háromszögek nem záródnak a térképen. A terepen mért távolságok hibái – azok pontatlansága miatt – sokkal nagyobb hibákhoz vezethettek a térképrajzolás során. Ezeknek a hibáknak a grafikus „kiegyenlítése” további hibák forrása lehetett.

Feltételezésünk szerint a térkép valahogy a két módszer kombinációjából születhetett. Valamilyen „kerethálózatot” feltételezhetünk, mégpedig néhány települést, amelynek földrajzi koordinátáit csillagászati mérések segítségével határozták meg. Ismeretes, hogy a térkép készítését megelőző időszakban, különösen *Hunyadi Mátyás* uralkodásának idején a csillagászat felvirágzása tapasztalható. (Bécsben Pauerbach és Regiomontanus javítja *Ptolemaios* Almagest-jének latin fordítását és a benne szereplő méréseket – csillagászati helymeghatározásokat – pontosítják. Mátyás budai palotájában, a pozsonyi egyetemen és

Vitéz János püspök Nagyváradon csillagvizsgálót rendeztek be, ezek földrajzi koordinátáit maguk a csillagászok határozhatták meg. Több csillagvizsgálóról az adott korszakban nincsen tudomásunk, de feltételezhetünk a nagyobb városokra vonatkozó mérési adatokat.)

A „kerethálózat” hézagainak kitöltését az utak mentén haladva végezhetjük. Ezt *Plihál* (1990) megállapítása is alátámasztja, aki a több útról is látszódó, hegycsúcson található várak térképi ábrázolásának megkettőzéséről írva megállapítja, hogy ez a térképi ábrázolás annak az eredménye, hogy az egyes útvonalokról végzett felmérések anyagát nem egyesítették a térkép megrajzolása során. Feltehetőleg azért választották ezt a megoldást, mert nagyon pontosnak gondolták az utamenti mérések eredményét, és ezeket nem akarták „elrontani”, torzítani.

A térkép lokális pontosságát meg tudják erősíteni a szerzők: az illesztőpontok kijelölése során a kijelöléshez használt program a korábban kijelölt pontok alapján kiszámítja a nyers képen már kijelölt illesztőpont vetületi koordinátáit. Ezek a koordináták számos esetben az UTM vetületű referenciatérképen a település területére estek.

Az eredmények felhasználási lehetőségei

A Lázár-térkép fentiekben vázolt vizsgálata térképtörténeti szempontból is érdekes, azonban van gyakorlati felhasználási lehetősége is. A múlt század utolsó évtizedétől kezdődően a földtudományi kutatások homlokterébe kerültek a felszín változasi sebességével kapcsolatos kérdések. A különböző időskálákon folyó kutatások egyik iránya a földtanilag rövid, történelmi időléptékű, néhány évszázados skálájú változások vizsgálata, amely így egyúttal a környezettörténeti kutatások részét is képezik. E vizsgálatokban alapvető fontosságúak az archív térképek. A térképi alapú különféle környezeti rekonstrukciók igyekeznek időben minél korábbra visszamenni, a rendelkezésre álló térképek korától, a készítési technikájuktól függő tartalmi és pozicionális bizonytalanságból eredő hibák árán. Mivel a Lázár-térkép műfajában az első és az azóta eltelt csaknem 500 év alatt a környezet különféle (természetes és mesterséges) változásokon ment át, a térkép alkalmas például arra, hogy megvizsgáljuk, vajon az ábrázolt vízrajznak a mai állapottól való eltérése eredhet-e valós folyamatokból.

Az eddigi vizsgálataink azt mutatják, hogy a Lázár-térkép ebből a szempontból is igen értékes forrás. A Dunakanyar fejlődéstörténetének kutatásában érdemi előrelépést jelentett a térkép e szempontok szerinti elemzése (Székely et al., 2006, 2007). A Lázár által feltüntetett és ma már nem létező Becskereki-tó helyének összevetése a 2005-ös bánáti árvíz kiterjedésével azt mutatta, hogy a Becskereki-tó korábban valós lehetett és legalábbis időszakos jelleggel létezett (Timár et al., 2008). Az ilyen irányú vizsgálatainkat tovább folytatjuk (Székely, 2008), és reméljük, hogy új és érdekes eredményeket sikerül elérnünk a Kárpát-medence más területein is.

Összefoglalás

Lázár térképének mintegy hatszáz illesztőpont alapján történő polinomiális georeferálása, különösen a köbös polinom esetében meglepően, a kor geodéziai színvonalához mérten pedig meglehetősen jó illeszkedést mutat a mai térképi vetületi rendszerekkel, azok típusától gyakorlatilag függetlenül. A torzulások főként az eredeti térképmozaik jobb alsó sarkában (Boszniában) jelentkeznek. A georeferálás ilyen pontossága a térkép méretarányát is figyelembe véve alkalmas arra, hogy a Kárpát-medence georeferált helységnevtárát (Biszak, 2007) a Lázár-térképpel is használni lehessen.

Köszönetnyilvánítás

A jelen kutatásainkat a T47104 sz. OTKA pályázat támogatta. A szerzők ezúton köszönik meg Verebiné dr. Fehér Katalin (ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék) segítségét, amely lehetővé tette a széles hazai szakirodalom gyors áttekintését. Dr. Plihál Katalin (OSZK Térképtára) és dr. Török Zsolt (ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék) olyan térképtörténeti részletekbe avatták be a szerzőket, amelyeket máshonnan csak nehezen lehetett volna megismerni.

IRODALOM

Biszak, S. (2007): Magyarország georeferált történeti helységnevtára készítésének helyzete. *Geodézia és Kartográfia* 59(5): 27–33.
Cholnoky, J. (1943): Magyarország első jó térképe. *Magyar Katonai Szemle* 13(7): 94–97.

Érdi-Krausz, Gy. (1976): Lázár térképeinek matematikai szerkezete. In: Stegena L. (ed.): *A magyar térképészet kezdetei*. Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 81–88.
Érdi-Krausz, Gy. (1982): The mathematical structure of Lazarus maps. In: Stegena, L. (ed.): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 89–96.
Halmai, R. (1982): Orography and hydrography on Lazarus maps. In: Stegena, L. (ed.): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 84–86.
Halmai, R., Hrenkó, P., Mélykúti, M. (1982): The geographical names on the Lazarus maps. In: Stegena, L. (ed.): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 32–71.
Hrenkó, P. (1976): A Lázár-térképek névanyaga. In: Stegena L. (ed.): *A magyar térképészet kezdetei*. Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 22–70.
Irmédi-Molnár, L. (1958): Lázár deák és térképe. *Geodézia és Kartográfia* 10(3): 177–179.
Irmédi-Molnár, L. (1964): The earliest known map of Hungary from 1528. *Imago Mundi, A Review of Early Cartography* 18: 53–59.
Irmédi-Molnár, L. (1982): The texts of the Lazarus maps. In: Stegena, L. (ed.): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 23–31.
Plihál K. (1990): Lázár kéziratának sorsa a megtalálástól a megjelenésig. *Geodézia és Kartográfia* 42(5): 372–379.
Plihál, K. (2003): *A Tabula Hungariae és változatai*. Cartofil, Budapest, 31 o.
Plihál, K. (2007): *Tabula Hungariae. A Földgömb* 9(7): 7–15.
Stegena, L. (ed., 1976a): *A magyar térképészet kezdetei*. Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 98 o.
Stegena, L. (1976b): A Tissot-féle indikatrixok Lázár térképein. In: Stegena L. (ed.): *A magyar térképészet kezdetei*. Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 89–91.
Stegena, L. (ed., 1982a): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 115 o.
Stegena, L. (1982b): Distortions on Lazarus's maps. In: Stegena, L. (ed.): *Lazarus Secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 97–102.

Székely, B. (2008): Rediscovering the old treasures of cartography – What an almost 500-year-old map can tell to a geoscientist? *Geophysical Research Abstracts* 10: 11315.

Székely, B.–Molnár, G.–Timár, G. (2006): *Tabula Hungariae* (1528): Errors in mapping or surface evolution rearranging the watercourses? *Geophysical Research Abstracts*, 8, 04854.

Székely B.–Molnár G.–Timár G. (2007): Lázár deák és a folyódinamika – térképezési hibák vagy valós mederváltozás? In: Kázmér M. (ed.): *Környezettörténet – Az utóbbi 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 75–98.

Timár, G.–Székely, B.–Molnár, G.–Ferencz, Cs.–Kern, A.–Galambos, Cs.–Gercsák, G.–Zentai, L. (2008): Combination of historical maps and satellite images of the Banat region – re-appearance of an old wetland area. *Global and Planetary Change* 62(1–2): 29–38.

Török, Zs. (1996): A Lázár-térkép és a modern európai térképészet. *Cartographica Hungarica* 5: 44–45.

Zolnay, L. (1992): A Buda mellett állt Szent Lőrinc pálos anyakolostor kutatástörténetéből. *Budapest régiségei* 29: 33–48.

On the georeference of the Lazarus map (1528) of Hungary

Molnár, G.–Timár, G.–Székely, B.

Summary

The *Tabula Hungariae* (1528) by Lazarus is perhaps the most researched item of the Hungarian map inventory. The present work shows the possibility of the georeference of this map, covering the Pannonian Basin, using over six hundred ground control points. Polynomial fitting to modern projection systems e.g. to the UTM34 zone provides a characteristic error of cca. 15-30 kilometers in linear, cca. 15-25 kilometers in quadratic and even less in cubic order. The errors are minimum at the points, where historical astronomic measurements of the King Matthias time (second part of the 15th century) were supposed, and maximum in the south-western part of the map, at the Adriatic coast and in Bosnia. Irregular triangulation network fitting provides the best local fitting in many parts of the maps, and sometimes enables to identify the old settlements to archaeological sites.

Keressük a 21. század Lázár deákját.

*Térképszépítő pályázat diákoknak
az első nyomtatott magyar térkép 480. évfordulóján.*

*Információ és regisztráció:
<http://www.graphit.hu/gis>*