



A harmadik katonai felmérés térképszelvényeinek georeferálása



Dr. Timár Gábor¹, dr. Molnár Gábor^{1,2}

¹ ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék

² Bécsi Műszaki Egyetem, Távérzékelési és Fotogrammetriai Intézet

Bevezetés

Az 1860-as évekre szinte teljesen befejeződött a Habsburg Birodalom mintegy fél évszázadig tartó második katonai felmérése. A felmérés időszakában a geodézia rohamos fejlődésen esett át. Karl Friedrich Gauss ebben az időszakban alkotta meg a Föld potenciálméleti alakjának leírását, illetve a legkisebb négyzetek módszerével történő kiegyenlítés módszerét. A fejlődés, illetve az a tény, hogy a második katonai felmérés térképei sok esetben több évtizeddel korábbi állapotokat mutattak, sürgetővé tették a birodalom újabb felmérését. Ezt nevezzük harmadik katonai felmérésnek. Ennek keretében 1:25 000 méretarányú felmérési és 1:75 000 méretarányú általános térképsorozat készült.

A térképszelvényeket először az 1880-as években publikálták, és kereskedelmi forgalomba is kerültek, antikváriumokban ma is gyakran

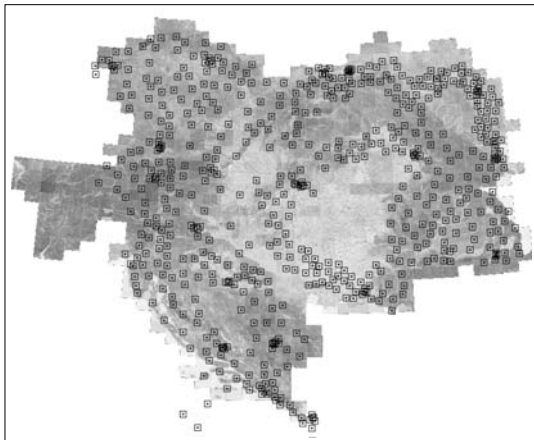
találkozhatunk velük. A szelvények kiadásának évszámát a jobb alsó sarok mellett tüntették fel. A szelvények a Monarchia teljes területét ábrázolják, a határok mentén sok helyütt (pl. Svájc, Németország, Olaszország irányában) túlnyúlnak azon. Délen majdnem a teljes Montenegró és Albánia északi része is megtalálható a térképeken. Később, az első világháborút megelőző években – illetve részben a háború alatt – az 1:75 000 méretarányú térképlapok új sorozatát is elkészítették, melyek kiterjedése jelentősen meghaladja a Monarchia határait.

A felmérésnek a teljes Monarchiát ábrázoló 1:75 000, illetve a történeti Magyarországot bemutató 1:25 000 méretarányú georeferált mozaikja elérhetővé vált az Arcanum Adatbázis Kiadó feldolgozásában (Biszak et al., 2007a; 2007b; 1. ábra). Az alábbiakban a georeferálás és a mozaik elkészítésének módját ismertetjük.

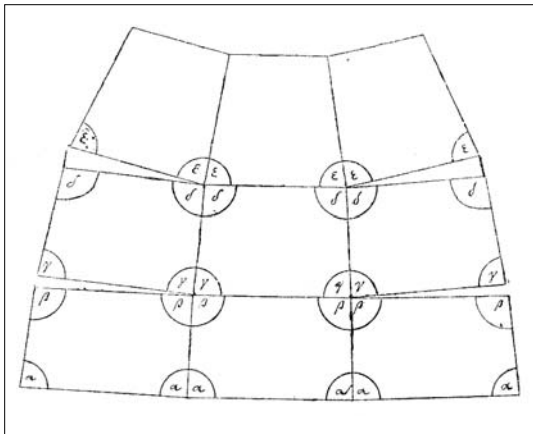
A térképmű vetülete és georeferálása

A harmadik katonai felmérés első, 1880-as évekbeli kiadású, 1:75 000 méretarányú térképlapjai vetületi szempontból jelentős egyszerűsítéssel készültek. Minden egyes térképszelvény határát elvileg a földrajzi fókuszok szélességi és hosszúsági körei adják, a gyakorlatban azonban ezeket egyenes vonalakkal ábrázolták, a szelvények trapéz alakúak (sárói Szabó, 1901; Balla és Hrenkó, 1991; Varga, 2002). Az egyes szelvények kiterjedése természetesen eltérő, csak az azonos szélességen levő szelvényeké azonos. A fentiekből következően a szelvényekből mechanikus módon, egymás mellé helyezéssel nem lehet mozaikot készíteni (sárói Szabó, 1901; 2. ábra). A későbbi, 1910-as években történt kiadáson a szelvényeket határoló szélességi körök ívelték.

Ha mozaikot akarunk létrehozni, akkor az eredeti szelvények szkennelt képét oly módon kell torzítani, hogy azok egységes térképi vetületbe



1. ábra Az Osztrák-Magyar Monarchia területét ábrázoló 1:75 000 méretarányú, 1880 körül készült térképszelvényekből alkotott georeferált mozaik (Biszak et al., 2007a) a felhasznált geodéziai alappont-sokasággal (MGI, 1902)



2. ábra A trapéz alakú szelvények a síkon nem illeszthetők össze (sárói Szabó, 1901)

kerüljenek. Ennek a szabatos módja az lenne, ha térinformatikai környezetben valamennyi szelvényhez definiálnunk egy közelítő vetületet, és minden szelvényt ebben a saját vetületben georeferálunk, az így létrejött állományokat pedig áttranszformáljuk a közös vetületbe. Tekintettel a szelvények nagy számára, ez a megoldás a gyakorlatban nem követhető. Ehelyett minden szelvény-oszlophoz definiáltunk egy helyettesítő vetületet, amely a trapézalakhoz igen közeli torzulási formát biztosít. A választott típus a szinuszoidális vetület volt; a kezdőpont minden oszlop esetén az oszlop középmeridiánjának és az Egyenlítőnek a metszéspontja. Minden szelvényt a megfelelő oszlophoz választott vetületben georeferáltunk. Az 1:75 000 méretarányú szelvényeken 6 illesztőpontot definiáltunk; a szelvény sarokpontjait és az északi, valamint a déli szelvényhatárok felezőpontjait. Ezzel a szelvények eredeti trapéz-alakját mintegy 20 méter pontossággal követni lehetett. Az 1:25 000 méretarányú sorozaton csak a négy sarokpontot definiáltuk illesztőpontnak.

A térképmű alapfelülete

A térképszelvények alapellipszoidjaként Bessel 1841-es ellipszoidját választották. A térinformatikai gyakorlatban azonban az ellipszoid megadása kevés, definiálnunk kell annak elhelyezési paramétereit is. Ehhez azonos pontokat kell találnunk a térkép alapjaként használt háromszögelési hálózat és a modern, az abszolút elhelyezéssel WGS84 rendszerrel (DMA, 1986) ismert kapcsolatban álló hálózatok között.

Az 1:75 000 méretarányú sorozat esetén ez nem egyszerű. Az nyilvánvaló, hogy nem a második felmérés alapfelületét alkalmazták. A Monarchiában csak 1892-ben, a sorozat megjelentetését követően definiálták az egységes geodéziai dátumot, geodéziai kezdőpontjaként a Bécs melletti Hermannskogel ponttal (3. ábra). Ez a dátum is több formában létezik, hiszen az első feldolgozás során a bekapcsolt mintegy 650 pontot 62 külön blokkban egyenlítették ki (MGI, 1902). Az első világháborút követően a szétesett Monarchia utódállamai közül a saját területére eső pontok kiegyenlítése alapján ezt használta Ausztria és (eltérő Ferro-Greenwich hosszúságkülönbség alkalmazásával, és a háború alatt a Monarchia katonai térképészete által elvégzett Balkán-háromszögelés adatait is bevonva) Jugoszlávia, valamint más néven (*Jednotné Trigonometrické Sítí Katastráni*; S-JTSK) Csehszlovákia is.

Az 1880-as években azonban ez a rendszer még nem, csak az abban később felhasznált alappontok koordinátái álltak rendelkezésre. Az 1860-as évek elejétől kezdve már nemzetközi összefogásban



3. ábra A bécsi Hermannskogel csúcscon álló Habsburgwarte, a cikkben írt geodéziai felmérés kezdőpontja (a szerzők felvétele)

zajlottak hálózati mérések a Közép-Európai Fokmérés (Mittel-Europäische Gradmessung), illetve 1864-től már az Európai Fokmérés keretében (Bendefy, 1970; Bod, 1982; Balla és Hrenkó, 1991; Kretschmer et al., 2004; Adám, 2005). A Monarchia területén (a legnyugatabbi tartományok kivételével) mintegy 600 pont helyzetét határozták meg (MGI, 1902; 4. ábra), számos alapvonalat és csillagászati pontot is mértek (vö. 1. ábra). Az 1:75 000 méretarányú sorozatot ezen nyers vagy csak részben kiegyenlített adatok alapján készítették el (Kretschmer et al., 2004), ami a térképmű pontosságát, a modern térképekkel való összekapcsolhatóság mértékét alapvetően befolyásolja. 650 pontnak az 1892-es kiegyenlítésből származó és a térképről leolvasható koordinátáit (MGI, 1902) egybevetve úgy tűnik, hogy a hálózat sok kisebb, egy-egy csillagászatiilag meghatározott pont körül fejlesztett háromszöghálóra oszlik. Egy-egy ilyen részhálózaton belül a hibák viszonylag kicsik, azonban a hálózatok között akár 200 méteres vízszintes hiba is felléphet. Ez határozza meg a térképsorozat vetületi pontosságát.

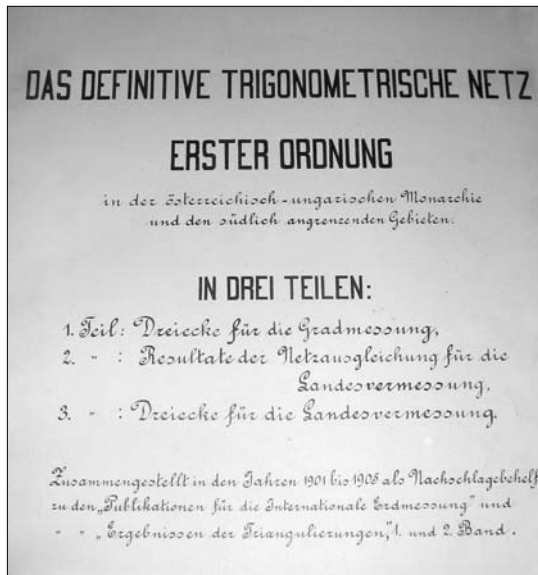
A Hermannskogel pontnak az 1:75 000 méretarányú sorozat bécsi szelvényéről leolvasott, illetve a korábbi kiegyenlítési eredményekből (MGI, 1902; Homoródi, 1952) számított elhelyezési paraméterei a következők:

$$\begin{aligned}dX &= +600 \text{ m;} \\dY &= +205 \text{ m;} \\dZ &= +437 \text{ m.}\end{aligned}$$

Mint a fentiekből látható, valójában ilyen egységes elhelyezés nincs, ezen paraméterek egységes használata a hálózat, illetve a térkép egyes részein hibákat fog okozni. A definíciót úgy alkottuk meg, hogy az 1:75 000 méretarányú térképmű a Bécs melletti Hermannskogel pontban helyesen adja vissza az alappont kiegyenlített koordinátáit.

A térképmű tartalma modern vetületi rendszerekben

A harmadik felmérés 17 mai ország területét érinti. Az ezekben használt térképi koordináta-rendszerekbe történő transzformációhoz meg kellett adnunk e vetületek és geodéziai dátumaik térinformatikai paramétereit (Timár et al., 2006), és definiálnunk kellett a Bessel-1841 ellipszoidnak a Közép-Európai Fokmérés esetében használt, az előző fejezetben megadott, közelítő elhelyezési paramétereit is. Az 1. ábrán bemutatott egységes térképmozaik vetületének olyan Lambert-féle



4. ábra A felméréshez használt alappontjegyzék címlapja eredeti, kéziratos formában a bécsi Hadiarchívumban (Levéltári jelzet: 332/A; a szerzők felvétele)

szögtartó kúpvetületet választottunk, amelynek a kezdőpontja a $\Phi=47^\circ$; $\Lambda=19^\circ$ pont, metsző szélességi körei pedig a $\Phi_1=45^\circ$ $\Phi_2=49^\circ$ paralellkörök. A modern nemzeti vetületekbe történő konverzió esetén nem egységes geodéziai alaplóból származó hiba Ausztria és Csehország nagy részén, a Tengeremelléken és Horvátországban minimális. Magyarországon több azonos mértékű és irányú hibával jellemzett blokk fordul elő: Budapest környékén a hiba minimális, de 100 méter körüli, vagy azt meghaladó eltérések jelentkeznek a Közép- és Dél-Dunántúlon, illetve más irányban az Északi-középhegységben és a kapcsolódó kárpátaljai területeken. Nyugat-Szlovákiában ismét más a hibavektor hossza és iránya. Viszonylag egységes hibával jellemezhető Erdély (feltehetően a nagyszabedű obszervatórium koordináta-adatai alapján), Galícia nyugati, illetve keleti fele [az előbbi szisztematikus hibája a krakkói, az utóbbi a lemergi (L'viv) csillagda helyzetéből levezetve], Bukovina és Bosznia. A legnagyobb, 200 métert kissé meghaladó hibák a térképezett terület déli és keleti szélén (a Shkodrai-tó, illetve Tarnopol térségében) jelentkeznek. Az Albániát ábrázoló szelvények határa mentén durva egymáshoz illesztési hibákat találtunk; három szelvényen emiatt akár kilométeres hibák is előfordulnak.

A szisztematikus hibákat úgy lehet kezelni, hogy az exportált digitális térképi állományt térinformatikai rendszerbe integráljuk, és egyetlen illesztőpont segítségével, elforgatás nélkül a tényleges helyzetbe toljuk. Ezzel a módszerrel a helyi maradék hibák a térképi 0,5 milliméter (a terepen 35–40 méter) alá csökkenthetők.

Összefoglalás

A Monarchia harmadik katonai felmérése keretében elkészült 1:25 000 és 1:75 000 méretarányú térképszelvények eredeti geometriai alakjukban nem illeszthetők össze mozaikká. E probléma áthidalására az északi-déli szelvényoszlopokban térképei számára oszloponként azonos, szinuszoid típusú vetületeket definiáltuk, ezzel közelítve azok eredeti trapéz alakját. A georeferálás során a térképek tartalmát először e vetületekbe, majd azokból egy egységes kúpvetületbe transzformáltuk, amelyben a térképi tartalom már egymás mellé illett, és létrehoztuk a mozaikot.

A mozaikban a térképszelvények már georeferálva voltak. A georeferencia hibájának nagy része abból származott, hogy a harmadik felmérés alapfelületének geodéziai alapponti koordinátáit nem egységes, hanem részrendszerenként blokkkiegyenlítéssel állapították meg. Ezeket egységes alapfelületként kezelve a térképi tartalomnak a modern nemzeti vagy globális vetületi rendszerekbe vetítése esetén akár 200 méter hiba is felléphet, amely azonban regionálisan korrigálható.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton köszönik meg Prof. Ingrid Kretschmer (Uni-Wien), dr. Székely Balázs (TU-Wien), dr. Varga József (BME), Verebiné dr. Fehér Katalin (ELTE) a dolgozat elkészítéséhez nyújtott sokoldalú segítségét. A gyakorlati alkalmazáshoz használt szkennelt térképszelvényeket a HM-HIM Térképtárának vezetője, dr. Jankó Annamária tette elérhetővé az Arcanum Adatbázis Kft. által végrehajtott projekt keretében. A korabeli háromszögelési jegyzőkönyvek hozzáférhetőségét a bécsi Állami Levéltár Hadiarchívumában működő magyar delegáció vezetője, dr. Hermann Róbert biztosította.

IRODALOM

- Ádám J.* (2004): Egységes európai geodéziai és geodinamikai alapok létrehozása. Akadémiai székfoglaló, MTA, Budapest, 39 o.
- Balla J., Hrenkó, P.* (1991): A magyar katonai térképészet története, I. kötet. HM Térképész Szolgálat Főnökség, Budapest, 451 o.
- Bendefy L.* (1970): A magyar földmérés 1890–1920. MEM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatala, Budapest, 188 o.
- Biszak, S., Timár, G., Molnár, G., Jankó, A.* (2007a): Digitized maps of the Habsburg Empire – The third military survey, Österreichisch-Ungarische Monarchie, 1867–1887, 1:75 000. DVD-kiadvány, Arcanum Adatbázis Kiadó, Budapest.
- Biszak, S., Timár, G., Molnár, G., Jankó, A.* (2007b): Digitized maps of the Habsburg Empire – The third military survey, Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien-Slawonien, 1867–1887, 1:25 000. DVD-kiadvány, Arcanum Adatbázis Kiadó, Budapest.
- Bod E.* (1982): A magyar asztrogeodézia rövid története 1730-tól napjainkig, II. rész. Geodézia és Kartográfia **34**(5): 368–375.
- DMA, Defense Mapping Agency (1986): Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships With Local Geodetic Systems. Technical Report 8350.2. St. Louis, Missouri, USA.
- Homoródi, L.* (1952): Vizsgálatok új háromszögelési hálózatunk elhelyezésére és tájékoztására. Földmértani Közlemények **4**: 1–10.
- Kretschmer, I., Dörflinger, J., Wawrik, F.* (2004): Österreichische Kartographie. Wiener Schiften zur Geographie und Kartographie – Band 15. Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien, Wien, 318 p.
- MGI, Militär-Geographische Institut (1902): Die Ergebnisse der Triangulierungen des K. U. K. Militär-Geographischen Institutes, Band I-II. Druck der Kaiserlich-Königlichen Hof- und Staatsdruckerei, Wien, Abschnitt I.: Geodätische Coordinaten, pp. 1–122.
- sárosi Szabó L.* (1901): Az Osztrák-Magyar Monarchia katonai térképei. Grill Károly cs. és kir. udv. könyvkereskedése, Budapest, 70 o.
- Timár, G., Molnár, G., Székely, B., Biszak, S., Varga, J., Jankó, A.* (2006): Digitized maps of the Habsburg Empire – The map sheets of the second military survey and their georeferenced version. Arcanum, Budapest, 59 p.

Varga, J. (2002): A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig.

URL: http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm

**Georeference of the map sheets
of the third military survey
of the Austro-Hungarian Monarchy**

Timár G. – Molnár G.

Summary

The original map sheets of the third military survey of the Austro-Hungarian Monarchy cannot be mosaicked in their original, printed form because of their uneven trapezoid format. To make a digitized raster mosaic of the scanned sections, a series of sinusoid projections was defined, one unique projection for each sheet

columns. The sinusoid projection provides an appropriate approximation of the original trapezoid forms and size of the sheets. Each sheet was rectified in the respective projection then reprojected to a general conic projection, defined for the final mosaic. After all of those transformations, the transformed digital content of the sheets fits to each other well enough to make a geo-referred mosaic. The location parameters of the geodetic datum used for transformation to modern projection systems are the followings: $dX=+600$ m; $dY=+205$ m; $dZ=+437$ m. These figures give exact fit at the fundamental point of Hermannskogel. Because of the not unified geodetic adjustment of the original basepoint system, using one unified datum causes an error of 0–220 meters throughout the whole territory of the Monarchy and the adjacent area on the maps.



www.gnssnet.hu
GNSS Szolgáltató Központ

Valós idejű helymeghatározás:

- Egybázisos
 - DGPS korrekciók (országosan)
 - RTK korrekciók (36 állomásról)
- Hálózati RTK korrekciók (az ország 95%-án)

Utólagos adatfeldolgozás:

- Tetszőleges rögzítési gyakoriságú RINEX adatok
- Tetszőleges rögzítési gyakoriságú virtuális RINEX adatok

FÖMI KOZMIKUS GEODÉZIAI OBSZERVATÓRIUM
Tel.: 27/374-980
Fax: 27/374-982