

# A második és harmadik katonai felmérés erdélyi szelvényeinek vetületi- és dátumparamétere

Timár Gábor<sup>1</sup>, Molnár Gábor<sup>1</sup>, Păunescu Cornel<sup>2</sup>, Pendea Florin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ELTE Geofizikai Tanszék, Úrkutató Csoport

<sup>2</sup> Cornel & Cornel Topoexim s.r.l., Bukarest

<sup>3</sup> Babeş-Bolyai Egyetem, Földrajzi Tanszék, Kolozsvár

## Bevezetés

Erdély az első világháború végéig az Osztrák-Magyar Birodalom része volt, így korai katonai topográfiai felméréseit az osztrák Katonaföldrajzi Intézet végezte el. Az első katonai felmérést a XVIII. század végén készítették, az eredményeket 1:28800 méretarányú felmérési szelvényekben foglalva össze (Hofstätter, 1989). Ennek még nem volt szabályos geodéziai alapja, így a térképek sem tekinthetők szabványosan vetítetteknek. Emiatt a szelvények illesztése a mai térképekhez – több-kevesebb pontossággal – illesztőpontok (a régi és a mai térképeken is egyértelműen azonosítható és egymáshoz párosítható pontok) segítségével lehetséges, dolgozatunkban azonban ezzel nem foglalkozunk.

Az Osztrák-Magyar Birodalom második katonai felmérését Erdélyben 1860 körül végezték (Jankó, 2001). A felmérés erdélyi részén más geodéziai alapot és vetületi kezdőpontot használtak, mint Magyarországon. Meg kell jegyezzük, hogy Erdély nyugati határa nem esett egybe a mai magyar-román határral: a történeti Máramaros, Szatmár, Bihar, Arad, Temes és Krassó-Szörény vármegyék nem tartoztak Erdélyhez, ezeket a továbbiakban Partium néven említjük.

## A felmérések geodéziai és térképészeti alapjai

A felmérés alapjául fejlesztett háromszögelési hálózatot a Zach-Oriani hibrid-ellipszoidon értelmezték (Bod, 1982). Kezdőpontja a Nagyszeben-től északnyugatra emelkedő Vízaknai-hegyen (románul *Dealul Sibiului*) akkoriban működő obszervatórium volt (Mugnier, 2000; Varga, 2002). A felmérési szelvények méretaránya 1:28800, terepi kiterjedése 9600 \* 6400 bécsi öl (18206 \* 12137 méter) volt, ezek az értékek a birodalom egész területére érvényesek voltak (Jankó, 2001). A vízaknai kezdőmeridiántól nyugatra fekvő szelvények a „westliche”, a keletre fekvők pedig az „oestliche”

jelzést kapták. A közelítő vetületi rendszer a Cassini-Soldner projekció (Snyder, 1987; Varga, 2000), amelynek kezdőpontja szintén a Vízaknai-hegy volt, amely a „Section 19 oestliche Colonne I” szelvény északkeleti sarokpontjában található. A szelvényeken semmilyen koordinátajelzés nincs; a georeferenciát a szelvények számozása és kiterjedése, illetve a kezdőpont helye hordozza. A Partiumban mind a geodéziai hálózat, mind a vetületi kezdőpont és a szelvény számozás ettől eltérő volt (Timár és Molnár, 2003).

1867 és 1918 között Erdély Magyarország része volt, ez idő alatt, kb. 1890-től kezdődően újabb felmérést hajtottak végre. A korabeli Magyarország nagy kiterjedése miatt az erdélyi területeken külön rendszert használtak, amelyet „Marosvásárhelyi rendszer” néven jelöltek. Geodéziai és vetületi kezdőpontja a Marosvásárhelytől kb. 15 kilométerre nyugatra található Kesztej-hegy (románul: *Dealul Cistei*), a felmérés alapfelülete pedig a Bessel 1841 ellipszoid.

A térképek kezdetben vetületnélküli (a Cassini-vetülettel közelíthető, de azzal nem pontosan egyező, vö. Varga, 2002) rendszerben készültek, amelyet csak Észak-Erdélynek a második világháború idején Magyarországhoz tartozó részén követett valódi, sztereografikus felvételezés. 1935 után a vetületnélküli rendszerű térképek keretén is elhelyezték a marosvásárhelyi sztereografikus vetületnek megfelelő kilométerhálózatot. A kezdőponti koordináták: (600 000 m; 600 000 m), a rendszer északkeleti tájékozású. A térképek 1:75000 és 1:25 000 méretarányban készültek. A budapesti rendszerű partiumi szelvények térinformatikai illesztését más paraméterekkel kell elvégezni (Timár et al., 2003a).

Az illesztések ellenőrzésére helyszíni GPS-méréseket és geodéziai alappontok adatait használtuk, illetve a második és harmadik katonai felmérések térképeinek egymáshoz illeszkedését is ellenőriztük.

### A felmérések geodéziai dátumainak paraméterezése

A GPS-technológiával lehetővé vált a helyzetmeghatározás a Föld tömegközéppontjához képest (*Montag et al., 1996*), és így az abszolút elhelyezésű, ún. földi ellipszoidok definiálása is. A WGS84 (World Geodetic System 1984; DMA 1986) ilyen, és a térinformatikai gyakorlatban az egyes helyi (relatív elhelyezésű) ellipszoidokat a WGS84-hez képest érvényes térbeli helyzetükkel jellemzik.

A vizsgált esetekben mindössze a geodéziai középpontok voltak azon pontok, amelyek ellipszoidi koordinátáit mind a korabeli alapfelületen, mind pedig közvetett számítások eredményeképp a WGS84 felületen ismertük. Ezért a dátumok paraméterezését azok középpontjainak a Föld tömegközéppontjához képest érvényes eltolási vektorokkal, az ún. Molodensky-traszformáció paramétereivel tettük meg. Az ún. Molodensky-féle áthidaló formulák (*Molodensky et al., 1960; DMA, 1990*):

$$\Delta\Phi'' = \frac{-dX \sin \Phi \cos \Lambda - dY \sin \Phi \sin \Lambda + dZ \cos \Phi + (a \cdot df + f \cdot da) \sin 2\Phi}{M \sin 1''}, \quad (1)$$

$$\Delta\Lambda'' = \frac{-dX \sin \Lambda + dY \cos \Lambda}{N \cos \Phi \sin 1''}, \quad (2)$$

$$\Delta h = dX \cos \Phi \cos \Lambda + dY \cos \Phi \sin \Lambda + dZ \sin \Phi + (a \cdot df + f \cdot da) \sin^2 \Phi - da, \quad (3)$$

ahol

$$M(\Phi) = a \frac{1 - e^2}{(1 - e^2 \sin^2 \Phi)^{3/2}}$$

a meridiángörbületi sugár;

$$N(\Phi) = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \Phi}}$$

a harántgörbületi sugár;  $\Delta\Phi''$  és  $\Delta\Lambda''$  a kiinduló és a céldátumon értelmzett szélesség- és hosszúságkülönbség szögmásodpercben;  $\Delta h$  az ellipszoid feletti magasságok különbsége;  $a$  és  $f$  a kiinduló dátumellipszoid fél-nagy tengelye és lapultsága;  $da$  és  $df$  pedig ezek különbsége a kiinduló- és a céldátum között. Ha az ellipszoidi magasságok nem adóttak, megbecsülhetjük azokat helyi vagy globális geoidmodellek felhasználásával, vagy a (3) egyenletet el is hagyhatjuk a számításnál.

A  $dX$ ,  $dY$  és  $dZ$ , méterben adott Molodensky-

féle eltolási paraméterek írják le a vizsgált dátumellipszoid geometriai középpontjának a földi tömegközépponthez viszonyított helyzetét. Ezeket úgy határoztuk meg, hogy a kezdőponti koordinátákat a

$$X = (N + h) \cos \Phi \cos \Lambda, \quad (1)$$

$$Y = (N + h) \cos \Phi \sin \Lambda, \quad (2)$$

$$Z = [N(1 - e^2) + h] \sin \Phi, \quad (3)$$

egyenletekkel geocentrikus derékszögű koordinátákká alakítottuk először a vizsgált dátumon, majd a WGS84 ellipszoidon, ezt követően pedig a

$$dX = X_{WGS84} - X_{helyi}, \quad (1)$$

$$dY = Y_{WGS84} - Y_{helyi}, \quad (2)$$

$$dZ = Z_{WGS84} - Z_{helyi}, \quad (3)$$

különbségeket képeztük. Az alappontok koordinátáit a helyi dátumokon *Varga (2002)* megadta. Rendelkezésünkre álltak az alappontok Gauss-Krüger koordinátái a Pulkovo-dátumon, amelyekből (a DMA, 1990 által publikált paraméterek felhasználásával) a WGS84 koordinátákat ki tudtuk számítani. A helyi dátumok esetén az ellipszoidi magasságokat a szintezett magasságokkal megegyezőnek tekintettük, a WGS84 esetén a szintezett magasságokat megnöveltük az EGM96 globális geoidmodell (*NIMA, 1997*) által az adott pontra megadott geoid-unduláció értékeivel. Az eredményeket az *1. táblázat* mutatja.

A fenti módszer alkalmazása során eltekintünk a helyi alapfelületek és a WGS84 közötti tájékozási különbségektől. Ez az egyszerűsítés egy Erdély-méretű területen a második felmérés esetén max. 25 méter, a marosvásárhelyi rendszer esetében pedig max. 10 méter hibát eredményez.

A felsorolt paramétereket a gyakorlatban kipróbáltuk: korabeli térképszelvényeket illesztettünk

modern térképekhez és globális adatbázisokhoz. A Vízakna-dátum esetén konzekvens, mintegy 40 méter elcsúszást tapasztaltunk, amely manuálisan is korrigálható ugyan, mégis, feltételezve a régi és a mai alappontok nem teljesen azonos elhelyezését, a hibát korrigáló, módosított paramétersort (javított Vízakna) is megadunk.

<b>Dátum</b>	Vízakna	javított Vízakna	Kesztejhegy	Pulkovo 1942 (Románia)
<b>dX (m)</b>	1722	1734	642	27
<b>dY (m)</b>	376	399	-142	-121
<b>dZ (m)</b>	595	595	530	-78
<b>ellipszoid</b>	Zach-Oriani	Zach-Oriani	Bessel 1841	Krasovsky 1940
<b>a (m)</b>	6376130	6376130	6377397,155	6378245
<b>b (m)</b>	6355562,258	6355562,258	6356078,963	6356863,019

1. táblázat Molodensky-féle eltolási paraméterek az erdélyi dátumok és a WGS84 között

Érdeemes megfigyelni, hogy – bár azonos alapellipszoidon vannak definiálva – a kesztejhegyi és a gellérthegyi (+571 m; -174 m; +572 m; Timár et al., 2003a) dátumok eltolási paraméterei valamelyest eltérnek. Ennek oka az eltérő területeken létesített, külön-külön kiegyenlített háromszögelési hálózatokban keresendő.

### A térképek vetületi paraméterei

*A második katonai felmérés erdélyi szelvényei:*

Vetület típusa: Cassini. A már említetteknek megfelelően, ez csak közelítő vetület, viszont az elérhető illeszkedési pontosság (10 méter alatti hiba) a térinformatikai alkalmazások számára elegendő.

Alapellipszoid: Zach-Oriani

Vetületi kezdőpont az alapfelületen (Marek, 1875):

$\Phi=45^{\circ} 50' 25,13''$

$\Lambda=24^{\circ} 6' 46,69''$

(A fenti hosszúságérték eredetileg Ferrohoz képest volt megadva. Itt a Ferro-Greenwich különbséget  $17^{\circ} 39' 46,02''$ -nak vettük.)

Mivel a szelvényeken vetületi koordináták nincsenek megadva, a kezdőpont vetületi koordinátáit tetszőlegesen definiálhatjuk. Javasolható és egyszerű megoldás, hogy ezeket nullának válasszuk. A gyakorlatban a szelvények georeferálása a következő lépéseket követi:

1. a vetületi- és dátumparaméterek definiálása a GIS-szoftverben;

2. a vizsgált szelvény sarokpontjai Cassini-koordinátáinak kiszámítása, a szelvény terepi kiter-

jedésének és a szelvény számnak a felhasználásával;

3. a sarokpontok definiálása illesztőpontokként, a 2. pontban kiszámított koordináták felhasználásával;

4. a szelvény átmintavételezése először a Cassini-, majd tetszőleges más vetületbe;

5. szükség esetén egyetlen illesztőpont felhasználásával, a térképi tartalom forгатásmentes vízszintes csúsztatásával a transzformáció esetleges hibái javíthatók.

*Marosvásárhelyi rendszer:*

Vetület típusa: ferdetengelyű sztereografikus („oblique” vagy „extended” Stereographic).

Alapellipszoid: Bessel 1841.

Vetületi kezdőpont az alapfelületen (Fasching, 1909):

$\Phi=46^{\circ} 33' 8,85''$

$\Lambda=24^{\circ} 23' 34,935''$

A kezdőpont eltolási értékei:

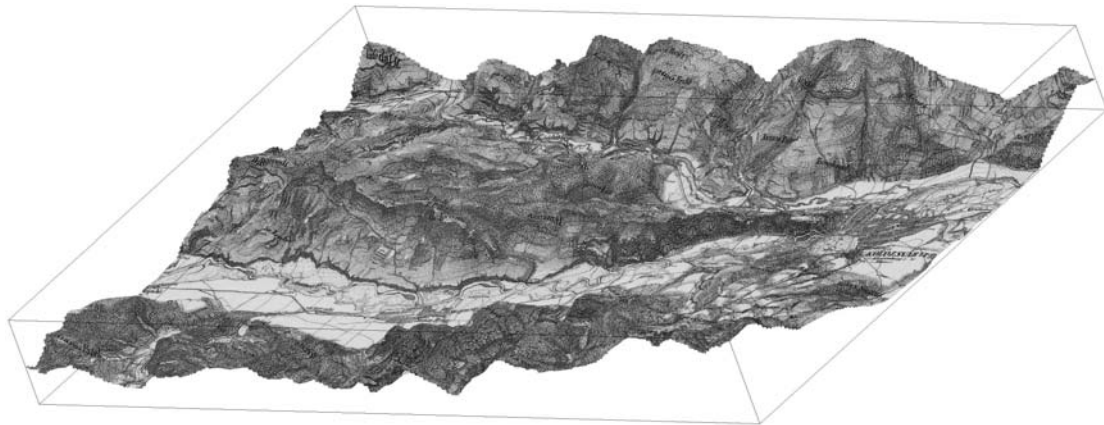
*False Eastings= False Northings=600 000 méter.*

Méretaránytényező=1,0

Ez utóbbi rendszer esetén a GIS-szoftverekbe integrálhatóság érdekében elhanyagoltuk a kettős vetítést. Az ebből származó hiba néhány centiméter nagyságú, és gyakorlatilag jelentéktelen az alapfelületi definíció hibájához képest.

### Eredmények

A térképi tartalom illesztésének eredményét először az 1. ábrán mutatjuk be. Itt a második katonai felmérés kolozsvári szelvényét (Section 10 westliche Colonne III) konvertáltuk UTM-vetületbe, és háromdimenziós képet készítettünk belőle az SRTM globális domborzatmodell (Timár et al., 2003b) felhasználásával. Egy másik példát a folyóirat hátsó belső borítóján mutatunk be: ugyan ezen terület második (zöld) és harmadik felmérés-kori (fekete) állapotát láthatjuk egymáshoz illesztve. Látható egyrészt a városi területen az illesztés pontossága, a szászfenesi területen pedig jól követhető a meanderező Kis-Szamos mederváltozása a



1. ábra

két térkép felvételi ideje közötti kb. harminc évben. Az illesztési pontosság térinformatikai és kartográfiai célokra elegendő, így a módszer hasznos eszközt kínál a XIX. századi Erdély természetes és épített környezetének georeferált vizsgálatához.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Magyar Űrkutatási Iroda és az Informatikai és Hírközlési Minisztérium közös, TP094. számú témapályázata keretében végeztük. A szerzők ezúton köszönik meg a Hadtörténeti Térképtár dolgozóinak és vezetőjének, dr. Jankó Annamáriának, ill. dr. Varga Józsefnek (BME Általános- és Felsőgeodéziai Tanszék) a munka elkészítéséhez nyújtott önzetlen segítségét.

#### IRODALOM

Bod E. (1982): A magyar asztrogeodézia rövid története 1730-tól napjainkig, I. rész. Geodézia és Kartográfia 34: 283–289.

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

DMA, Defense Mapping Agency (1990): Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems. DMA Technical Manual 8358. 1. Fairfax, Virginia, USA

Fasching A. (1909): A magyar országos háromszögelések és részletes felmérések új vetületi rendszerei. A Magyar Kir. Pénzügyminisztérium megbízásából, Budapest, 15. o.

Hofstätter, E. (1989): Beiträge zur Geschichte der österreichischen Landesaufnahmen, I. Teil, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 196 p.

Jankó A. (2001): A második katonai felmérés. Hadtörténeti Közlemények 114: 103–129.

Marek, J. (1875): Technische Anleitung zur Ausführung der trigonometrischen Operationen des Katasters, Budapest

Molodensky, M. S.–Eremeev, V. F.–Yurkina, M. I. (1960): Metody izucheniya vnesnego gravitacionnogo polya i figuri Zemli. Trudy CNIIGAIK [Moscow], vol. 131.

Montag, H.–Gendt, G.–Wilson, P. (1996): On the determination of the terrestrial reference frame by SLR and GPS techniques. Journal of Geodynamics 22: 63–77.

Mugnier, C. J. (2001): Grids & Datums – România. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 67: 545 & 547–548.

NIMA, National Imagery and Mapping Agency, National Aeronautics and Space Administration GSFC (1997): WGS84 EGM96 (complete to degree and order 360) 1st Edition. NIMA-NASA GSFC, St. Louis, Missouri, USA

Snyder, J. P. (1987): Map Projections – A Working Manual. USGS Prof. Paper 1395: 1–261.

Timár G.–Molnár G. (2003): A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. Geodézia és Kartográfia 55(5): 27–31.

Timár G.–Molnár G.–Márta G. (2003a): A budapesti sztereografikus, illetve a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára. Geodézia és Kartográfia 55(3): 16–21.

Timár G.–Telbisz T.–Székely B. (2003b): Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. Geodézia és Kartográfia 55(12): 11–15.

Varga J. (2000): Vetülettan. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 196 o.

Varga J. (2002): A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig. Kézirat, BME, Budapest, URL: [http://www.agt.bme.hu/staff\\_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm](http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm)

### Projection and datum parameters of the Transylvanian sheets of the second and third military surveys

G. Timár–G. Molnár–C. Păunescu–F. Pendea  
Summary

The geodetic datum parameters are presented between the world's quasi-standard, the geocentred WGS84 datum and the datums used for the XIXth century topographic maps of Transylvania. Along with the datums, the map projections are also discussed. This data set enables to fit the old Transylvanian maps to the modern ones in GIS packages without using selected ground control points but using only the indicated grid values and crosshairs, or the map frames. The shift parameters between the old Transylvanian datums are shown in Table 1 (in the Hungarian text). The map projection parameters are the followings:

*The second military survey sheets:*

Projection type: Cassini, or Cassini-Soldner  
Ellipsoid: Zach-Oriani (for its parameters, see Table 1.)  
Projection center on the local datum:  
 $\Phi=45^{\circ} 50' 25.13''$   
 $\Lambda=24^{\circ} 6' 46.69''$

(Note that originally the longitude was defined not from Greenwich but from Ferro. Here the difference is selected as  $17^{\circ} 39' 46.02''$ .)

False Eastings, False Northings can be selected by our wish (they are not indicated on the maps). We propose to set them all to zeroes. In the practice a possible georeferencing method could be based on the following steps:

1. setting the projection and datum parameters in the GIS software;
2. determination of the Cassini coordinates of the map corners from the row and column numbers of the sheet;
3. define the corners as ground control points with the computed coordinates;
4. rectification the map to a selected projection;
5. if necessary, using only one control point, shift the map content horizontally but without any further rotation.

*The Stereographic map ('Marosvásárhelyi rendszer') sheets:*

Projection type: oblique Stereographic (Roussilhe-type or Extended Stereographic)  
Ellipsoid: Bessel 1841 (for its parameters, see Table 1.)  
Projection center on the local datum:  
 $\Phi=46^{\circ} 33' 8.85''$   
 $\Lambda=24^{\circ} 23' 34.935''$   
False Eastings=False Northings=600000 meters  
Scale factor=1.0

Az FVM FTF 2002. március 18-i hatállyal kiadta „az állami földmérési alaptérképek felhasználásával készülő egyes sajátos célú földmérési munkák végzéséről és az ezekkel kapcsolatos hatósági eljárások lefolytatásáról, valamint a földügyi szakigazgatásban működő adatszolgáltatás intézményi háttéréről és rendjéről” szóló 13.692/2002. számú

## Új F2 Szabályzatot.

A Szabályzat és mellékletei (word formátumban) ingyenesen letölthetők a [www.fomi.hu](http://www.fomi.hu) címről, illetve beszerezhető a Földmérési és Távérzékelési Intézetnél.