

# A budapesti sztereografikus, illetve a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára

Timár Gábor<sup>1</sup>, Molnár Gábor<sup>1</sup>, Márta Gergely<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>graphIT Gépészeti és Térinformatikai Megoldások Kft.



## 1. Bevezetés

A Habsburg-monarchia második katonai felmérése még nem ért véget, amikor megkezdődött az ország térképezésében új fejezetet nyitó térképezési munka, amelynek eredményeként a felmérési eredményeket sztereografikus vetületben ábrázolták. Az új felmérés alapfelületének a Bessel-féle 1841-es ellipszoidot választották (Homoródi, 1953; Bod, 1982).

Mivel a használt sztereografikus vetület hossztorzulása csak a középpont körüli, kb. 127 km sugarú tartományban kellően alacsony, ezért Magyarországon két vetületi középpontot választottak; így létezik a budapesti (Gellérthegy) és marosvásárhelyi (Kesztejhegy) sztereografikus rendszer. A rendszerekhez tartozó felmért területek az ország közigazgatási beosztásához igazodtak: Erdélyben a marosvásárhelyi, az ország többi részén, beleértve a horvát határőrvidéket is, a budapesti rendszert alkalmazták (Fasching, 1926). Horvátország egyéb területein az ún. ivanicsi (vetületnélküli) rendszert használták.

1909-ben a történelmi ország-területen kataszteri célra bevezették a ferdetengelyű szögtartó hengervetületeket. A vetületi torzulások kellően alacsonyan tartása érdekében ebből háromra volt szükség: a henger-északi (HÉR), a henger-középső (HKR) és a henger-déli (HDR) rendszerre (Fasching, 1909).

A sztereografikus, ill. a HKR, HDR, HÉR vetületek elvileg azonos geodéziai bázison épülnek fel; a Bessel-1841 ellipszoidon értelmezett alaponti koordináták 1863-ban elvégzett kiegyenlítése alapján (Homoródi, 1953). A hengervetületek megalkotásakor azonban a hálózatot újratájkézták (Fasching, 1909), így a hengervetületek x tengelyének déli ága nyugati irányban 6,44"-cel eltér a sztereografikus vetületétől (Hazai, 1964).

A térinformatikai gyakorlatban elsősorban a sztereografikus vetület ismeretének van jelentősége, a zonális hengervetületek ugyanis leginkább egyes területek kataszteri térképezésében játszottak szerepet (Bendefy, 1970). A sztereografikus vetület viszont – amellet, hogy az ország legnagyobb részén a kataszteri térképek alapja – számos tematikus, pl. geológiai térkép topográfiai és így vetületi alapját képezte (lásd 4. pont).

A fenti koordináta-rendszerek és a modern vetületek (pl. az EOV) közötti átváltás hatványpolinom-sorokkal gyakorlatilag megoldott (Varga, 1981, 1982; Völgyesi et al., 1994, 1996). A térinformatikai gyakorlatban ez a megoldás csak korlátozottan használható: nem minden térinformatikai szoftver teszi ugyanis lehetővé a geodéziai dátumok és/vagy vetületi koordináták közötti átváltás polinomiális paraméterezését.

A jelen munkában más megközelítést választottunk: megadjuk a címben említett vetületek alapfelületei és a modern dátumok közötti átváltás or-

szágonan érvényes térbeli Helmert-transzformációs paramétereit, illetve a vetületi paramétereiket, elsődleges célként a térinformatikai alkalmazhatóságot szem előtt tartva. Már a bevezetőben meg kell jegyezzük azonban, hogy a térbeli Helmert-transzformáció által biztosított néhány (1–5) méteres hibák a hatványpolinom-sorok segítségével elérhető néhány deciméteres átváltási pontosság-nál gyengébb eredményt jelentenek.

## 2. A vizsgált vetületekhez tartozó geodéziai alapfelületek (dátumok) paramétereit

A vizsgálat elvégzéséhez a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) megvásároltunk 66 db. VAB (Vízszintes Alappontok adatBázisa)-alappontot, amelyek mindegyikéhez adottak voltak a pont EOV, budapesti sztereografikus és a pontok földrajzi szélességének megfelelő henger-vetületi koordinátái. Nem voltak adottak a pontok ellipszoidi koordinátái a Bessel-ellipszoid vonatkozó dátumán.

A vizsgált vetületek paraméterezését az EOV alapfelületéhez, a HD-72-höz képest végeztük el. Ennek érdekében minden pont EOV-koordinátáiból kiszámítottuk a HD-72-n, sztereografikus koordinátáiból a magyarországi Bessel-dátumon (a továbbiakban: HD1863), henger-koordinátáiból pedig a Fasching-féle elforgatott dátumon (a továbbiakban: HD1909) értelmezett ellipszoidi koordinátákat. Megjegyezzük, hogy a sztereografikus koordinátákból nem a kettős vetítés szabályai, hanem a Snyder (1987) által megadott közvetlen ellipszoidi formulák szerint számítottuk az ellipszoidi koordinátákat, azonban ez, mint a következő pontban látjuk, max. 2,5 cm-es hibát okoz.

Mivel az alappontokon csak a szintezett és nem az ellipszoid feletti magasságok voltak ismertek,

ezért a tengerszint feletti magasságokat ellipszoid feletti magasságoknak tekintettük. A vízszintes eltérések erre alig érzékenyek; az eltérő magasságértelmezések hatása a méretarány-tényezőben jelentkezik; így az e paraméterre megadott értékek csak tájékoztató jellegűek; gyakorlatilag a néhány milliomodrész értéktartományban bármilyen értéket felvehetnek a vízszintes eltérések észrevehető megváltozása nélkül.

Az eredményként kapott paramétereiket az 1. táblázat mutatja be.

Az 1. táblázatban a forgatási tagok előjele a geocentrikus koordináták közötti Helmert-transzformáció

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} + (1+k) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

alakjával, vagyis a térinformatikai szoftverekben általában használatos „coordinate frame rotation” konvencióval kompatibilis. Az ISO 19111 ajánlás szerinti „position vector rotation” konvenció alkalmazása esetén az (1) képletben és az 1. táblázatban is valamennyi forgatási tag előjelét ellenkezőjére kell változtatni.

Látható, hogy a HD1863 és HD1909 közötti (1. táblázat 3. sz.) transzformáció tisztán elforgatási jellegű az alapponti adatok is alátámasztják: a két adatrendszer lényegében csak az elforgatási tagokban tér el, a másik 4 tag hibahatáron belül nullával egyenlő.

A térinformatikai gyakorlatban a dátumok megadása az adott dátum és a WGS84 közötti Helmert-transzformáció paramétereinek leírásával történik; a HD72→WGS84 átalakítás adatait (Timár és Molnár, 2002) az 1. táblázat első két sorában írt para-

| sz. | transzformáció  | dX     | dY     | dZ     | k      | ex     | ey     | ez     |
|-----|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.  | HD1863 » HD72   | 543.07 | 192.28 | 529.37 | -8.390 | -8.538 | 1.413  | -5.914 |
| 2.  | HD1909 » HD72   | 542.80 | 192.88 | 529.32 | -4.427 | -4.427 | 2.832  | -1.226 |
| 3.  | HD1863 » HD1909 | 0.30   | -0.59  | 0.08   | -3.962 | -4.111 | -1.419 | -4.744 |
| 4.  | HD1863 » WGS84  | 595.75 | 121.09 | 515.40 | -7.371 | -8.226 | 1.5193 | -5.541 |
| 5.  | HD1909 » WGS84  | 595.48 | 121.69 | 515.35 | -3.408 | -4.115 | 2.9383 | -0.853 |

1. táblázat A HD1863 és HD1909, ill. a modern (HD72, WGS84) dátumok közötti transzformációs paraméterek, 66 db. VAB-alappont adatai alapján. Az eltolási paraméterek méterben, a forgatási tagok szögmásodpercben, a méretarány-tényező (k) milliomodrészben adottak.

méterekhez hozzáadva, megkaphatjuk a táblázatban szereplő 4. és 5. sz. transzformációkat.

Az előző bekezdésben említett egyszerű összeadás alkalmazhatósága egy rövid matematikai levezetést igényel: bemutatjuk, hogy két Helmert-

féle dátum-transzformáció egymás utáni elvégzése hogyan és milyen pontossággal helyettesíthető egyetlen átalakítással, és e helyettesítő transzformációnak melyek a paraméterei.

Az (1) egyenlet két transzformáció egymás utáni alkalmazása esetén:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{dx}_2 + (1+k_2)\mathbf{A}_2[\mathbf{dx}_1 + (1+k_1)\mathbf{A}_1\mathbf{x}] \quad (2)$$

alakban írható fel, ahol  $\mathbf{dx}_1$  és  $\mathbf{dx}_2$  a két eltolási vektor,  $k_1$  és  $k_2$  a két méretarány-tényező,  $\mathbf{A}_1$  és  $\mathbf{A}_2$  a két forgatási mátrix,  $\mathbf{x}$  a transzformáció bemenő geocentrikus helyvektora,  $\mathbf{x}'$  az eredmény. Az egyenlet átrendezve:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{dx}_2 + (1+k_2)\mathbf{A}_2\mathbf{dx}_1 + (1+k_2)(1+k_1)\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2\mathbf{x} \quad (3)$$

alakra hozható, innen pedig az „eredő” transzformáció  $dx_e, k_e$  és  $A_e$  paramétereit:

$$\mathbf{dx}_e = \mathbf{dx}_2 + (1+k_2)\mathbf{A}_2\mathbf{dx}_1 \quad (4)$$

$$k_e = k_1 + k_2 + k_1k_2 \approx k_1 + k_2 \quad (5)$$

$$\mathbf{A}_e = \mathbf{A}_1\mathbf{A}_2 \approx \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 \quad (6)$$

Az (5) egyenlet végén írt közelítés azonnal, a (6) egyenletben írt pedig a mátrixszorzás elvégzésével megérthető, ha elhagyjuk a méretarány-tényező, illetve az igen kis elforgatási szögek négyzetének nagyságrendjébe eső tagokat. A (4) egyenlet jobb oldalán levő összeg megfelel a második transzformációnak a  $\mathbf{dx}_1$  eltolás-vektorra alkalmazásakor előálló eredménynek. A milliomod nagyságrendű méretarány-tényező elhagyásával

$$\mathbf{dx}_e = \mathbf{dx}_2 + \mathbf{A}_2\mathbf{dx}_1 \approx \mathbf{dx}_1 + \mathbf{dx}_2 \quad (7)$$

alakban írható. Az így kapott közelítés a transzformációkba általában behelyettesíthetthez képest igen rövid vektorra alkalmazás esetén helytálló - az egyszerűsítésből származó eltérés maximum centiméteres nagyságrendű, az ez által okozott horizontális hiba pedig ennél is kisebb. Az eredő transzformáció paraméterei tehát valóban előállíthatóak a két egymás után alkalmazott transzformáció megfelelő paramétereinek összegeként.

Az alapponti adatok alapján kiszámíthatjuk a transzformációs paraméterek elforgatás és méretarány-változtatás nélküli (csak eltolási tagokat használó, ún. Molodensky-féle) változatát is. Mint az 1. táblázatban levő 3. sz. paramétersorból már látható, a HD1863 és a HD1909 között ilyen felírással nem lesz különbség, azonban az így megadott eljárás hibája érdemben meghaladja a hétparaméteres transzformációk hibáit (ld. 5. pont).

### 3. A vizsgált vetületek leírása

Az SZT, ill. HDR, HKR és HÉR vetületek közös tulajdonsága, hogy kettős vetítést tartalmaznak, először a Bessel-1841 ellipszoidról a régi magyarországi Gauss-gömbre ( $\Phi_n = 46^\circ 30'$ ;

$\Phi_n = 46^\circ 32' 43,41041''$ ; Hazai, 1964), majd onnan a síkra, ill. hengerre. A vetületi középpontok nem a Gauss-gömb érintőjén, vagyis a normálparalelen helyezkednek el, hanem attól északra (SZT, HÉR, HKR) vagy délre (HDR). A térinformatikai szoftverek a vetületi középpont szélességének és a normálparalelnek az egymástól eltérő paraméterezését nem engedik meg; a vetületi középpont megadásakor a normálparalel ezzel egyezőnek tételezik fel.

Ez azonban, ahogy a hasonlóan kettős vetítésű EOVS esetében sem okoz gondot (Molnár és Timár, 2002), úgy a most vizsgált vetületek esetén sem: Hőnyi (1967) kimutatta, hogy az ebből származó eltérés maximum centiméteres nagyságrendű lehet. A szerzők által elvégzett vizsgálat eredménye szerint ez az egyszerűsítés max. fél cm-es (HDR, HKR), max. 1,7 cm-es (SZT), ill. max. 2,5 cm-es (HÉR) hibát eredményez a földrajzi, ill. vetületi koordináták közötti oda-visszaváltáskor, ami a térinformatikai célú alkalmazásoknak tökéletesen megfelel. Ez az eltérés két nagyságrenddel kisebb a dátum-transzformációból származó hibánál.

A vetületek paraméterezése (az ellipszoidi és a vetületi koordináták közti közvetlen átváltás során is) a következők:

*Budapesti sztereografikus vetület:*

A vetület típusa: ferde helyzetű sztereografikus („Three-Step Stereographic” vagy „Oblique Stereographic”);

Vetületi középpont:  $\Phi = 47^\circ 29' 9,6380''$ ;  
 $\Lambda_G = 19^\circ 2' 56,9441''$ .

*Hengervetületek:*

A vetületek típusa: ferdetengelyű hengervetület („Hotine Oblique Mercator”, „Laborde” vagy „Rectified Skew Orthomorphic”);

Vetületi középpontok szélességértékei (a hosszúságértékek megegyeznek a Gellérthegy ismeretett  $\Lambda_G$  értékével):

HÉR:  $48^\circ 42' 56,31789''$

HKR:  $47^\circ 08' 46,72658''$

HDR:  $45^\circ 34' 36,58682''$

Valamennyi vetület esetén a méretarány-tényező 1, a vetületi középpont vetületi koordinátái: (0,0) és a koordinátarendszerek délnyugati tájékozásúak.

Egyes GIS-programcsomagokban (pl. Erdas Imagine) a ferdetengelyű hengervetületek paraméterezése során a vetületi középpont koordinátáit a Hotine-vetületnek (Hotine, 1947; az EOVS-ra vonatkozó alkalmazását ld. Molnár és Timár, 2002) megfelelően kell megadni. Ebben az eset-

ben a kezdőpontok keleti („False Easting”) koordinátái a következők:

HÉR: -10021876.015 m;

HKR: -10020047.154 m;

HDR: -10018211.249 m,

az északi („False Northing”) koordináták ez esetben is nulla értéket kapnak.

Megjegyezzük, hogy a vizsgált vetületek vetületi középpontjának – közös – nullmeridiánjára nem találtunk a greenwichi délkörhöz képest egységes definíciót. A fent leírt paraméterek kiszámítása során, már az alappontok ellipszoidi koordinátáinak kiszámításakor is, a vetületi középpontok greenwichi hosszúságát önkényesen, de egységesen  $19^{\circ} 2' 56.9441''$ -nek vettük. A Ferro-Greenwich különbségnek a dátumokban és a vetületekben egységes kezelése miatt, ennek hatása a vetületi koordináták közötti számításokban nem jelentkezik. Az eredeti kezdőmeridiánok értéke Ferrótól  $36^{\circ} 42' 51,69''$  (a sztereografikus vetület esetén), ill.  $36^{\circ} 42' 53,5733''$  (a zonális hengervetületek esetén); a két érték ugyanahhoz a ponthoz tartozik. Amennyiben az ellipszoidi koordinátákat is pontosan meg akarjuk kapni (pl. a Ferro-Greenwich hosszúságkülönbség más definíciója miatt eltérő kezdőmeridiánra térünk át), e hosszúságérték átírása mellett az 1. táblázat utolsó oszlopában levő, Z tengely körüli elforgatási szögeket is ennek megfelelően kell megváltoztatni.

#### 4. A katonai sztereografikus rendszer paraméterezése

A sztereografikus vetületnek létezik egy másik realizációja is, a két világháború között bevezetett ún. *katonai sztereografikus rendszer*: a kataszteri változathoz képest az a különbség, hogy az egyébként azonos vetületi kezdőpont (Gellérthegy) koordinátái az

$X=500000$  m;  $Y=500000$  m

értékeket kapják, és a vetület északkeleti tájékozású. A harmadik katonai felmérés poliédervetületben készült szelvényeire a reambulálás során felvezették a katonai sztereografikus rendszer koordinátahálózatát, és ugyanezt a hálózatot találjuk egyes tematikus (pl. geológiai) térképeken is. Ezek a térképeken sokszor földrajzi koordinátákat is találunk (a hosszúságokat Ferrótól és Greenwich-től is feltüntetve), ezért a fentiekben alkalmazott önkényes kezdőmeridián-választás itt félrevezető is lehet. Emiatt a rendszer paraméterezése során a Gellérthegy Fasching-féle (1909) koordinátáit érdemes megadni, ahol a szélességérték a fen-

ti  $\Phi=47^{\circ} 29' 9,6380''$ , ugyanakkor a hosszúság:  $\Lambda_{G,1909}=19^{\circ} 3' 7,5533''$ .

A rendszer itt HD1909-nek nevezett geodéziai dátumának Molodensky-féle paraméterezése a Gellérthegy Fasching-féle (1909) koordinátái alapján a nem-precíziós GPS-, ill. GIS-gyakorlat számára:

$dX=+571$  m

$dY=-174$  m

$dZ=+572$  m

$da=+740$  m

$df=+1e-5$

transzformációs irány: HD1909→WGS84. Mindazonáltal a korábbi, poliédervetületben szerkesztett térképek esetén, amelyekre a budapesti rendszer őrvonalaival vagy hálózatát utólag illesztették, a vetületi eltérések következtében érdemi hibák léphetnek fel. Emiatt a térinformatikai alkalmazásokban esetleg lokális korrekciót (elcsúsztatást) kell alkalmazni.

#### 5. A megadott paramétersorok hibája, alkalmazásuk korlátai

A fenti beállításokat a *GeoMedia Professional* 4.0 szoftverben kipróbáltuk. Az 1. táblázat első két transzformációja esetén a vizsgált 66 ponton az átlagos vízszintes hiba 1,5 méter, a maximális pedig 4,5 méter. A nagyobb hibák a baranyai, ill. a Sopron-környéki pontokon lépnek fel, ellentétes irányban.

A 3. sz. transzformáció önmagában kevés gyakorlati jelentőséggel bír, ugyanakkor első négy paraméterének nullától való eltérése maga is a pontosságra jellemző mérték.

A 4. és 5. sz. transzformációk hibáját a VAB és OGPSH közötti pontazonossági problémák miatt közvetlenül nem tudjuk becsülni, viszont a HD72→ETRS89 transzformáció ismert hibáját (*Timár és Molnár*, 2002) az első kettő transzformáció hibájához adva kijelenthetjük, hogy ezek átlagos hibája nem haladhatja meg a 2 métert, maximális hibájuk pedig az 5 métert.

A transzformációnak közvetlen, a vetületi számításoktól független hibabecslésére – mivel alapvetően ellipszoidi koordináták nem álltak rendelkezésre – nem volt lehetőség. A korábban leírtak alapján azonban kijelenthetjük, hogy az eltérő alapfelületi rendszerek közti átszámítások hibája gyakorlatilag a dátum-transzformációk hibájával egyezik meg, mivel a vetületi átszámítások egzakta. A régi Gauss-gömb közvetítésével végzett kettős vetítés helyett a közvetlenül az ellipszoidról

a képfelületre történő átszámítások alkalmazása centiméteresnél nagyobb hibát nem okoz.

A dátum-transzformációs hiba nagysága az alappontokon rögzített koordináták belső konzisztencia-hibájára utal, és érdemi csökkentésére az egész országra egységesen alkalmazott Bursa-Wolf-féle 7-paraméteres leírás keretében nem látnak lehetőséget.

A 4. pont végén leírt Molodensky-féle (3 paraméteres) dátum-transzformáció hibája, a lényeges forgatási tagok elhagyása miatt, a fenténél nagyobb: az átlagos vízszintes eltérés 5,7 méter, a maximális 12,4 méter.

Megismételjük, hogy mind a 7-, de különösen a 3-paraméteres dátum-transzformációból származó hibák lényegesen meghaladják a polinomsorokkal történő koordináta-átváltásból származó eltéréseket. Az elért pontosság semmilyen formában nem elegendő geodéziai alkalmazásokra, azonban jól kielégíti a térinformatikai és térképészeti (de nem a kataszteri!) célú felhasználók igényeit, és e paraméterek alkalmasak arra, hogy felhasználásukkal a címben felsorolt vetületeket a GIS-programoknak „megtanítsuk”.

## Köszönetnyilvánítás

A cikkben írt eredmények az ELTE Geofizikai Tanszék Űrkutató Csoport, a graphIT Gépészeti és Térinformatikai Megoldások Kft. és a GISKard Informatikai és Szolgáltató Kft. közötti együttműködési megállapodás keretében, a *Geomedia Professional 4.0* szoftver fejlesztésére irányuló fejlesztési munka keretében jöttek létre.

A szerzők ezúton mondanak köszönetet *Lévai Pálnak* és *Petróczy Gábornak* (FÖMI Adat- és Térképtári Osztály), illetve *dr. Varga Józsefnek* (BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék) a munka elkészítéséhez nyújtott segítségükért.

## IRODALOM:

*Bendefy László* (1970): A magyar földmérés 1890–1920. MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatala, Bp., 188 o.

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

*Fasching Antal* (1909): A magyar országos háromszögelések és részletes felmérések új vetületi rendszere, Vetületi utasítás, Pénzügyminisztérium, Bp.

*Fasching Antal* (1926): Az új geodézia. Athenaeum, Bp. 284 o.

*Hazai István* (1964): Vetülettan. Tankönyvkiadó, Bp.

*Homoródi Lajos* (1953): Régi háromszögelési hálózataink elhelyezése és tájékozása. *Földmérési Közlemények* 5: 1–18.

*Hotine, M.* (1947): The orthometric projection of the spheroid. *Empire Survey Review* 9: 25–166.

*Hőnyi Ede* (1967): Két földi ellipszoid relatív helyzetének meghatározása a háromszögelési hálózat alapján. *Geodézia és Kartográfia* 19: 263–268.

*Molnár Gábor–Timár Gábor* (2002): Az EOV-koordináták nagy pontosságú közelítése Hotine-féle ferdetengelyű Mercator-vetülettel. *Geodézia és Kartográfia* 54(3):18–22.

*Snyder, John P.* (1987): Map projections – a working manual. USGS Prof. Paper 1395: 1–262.

*Timár Gábor–Molnár Gábor* (2002): Az HD72→ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái. *Geodézia és Kartográfia* 54(12): 28–30.

*Varga József* (1981): Vetületi rendszereink közötti átszámítások új módjai. Műszaki Doktori Értekezés, BME, Bp.

*Varga József* (1982): Átszámítás az egységes országos vetületi rendszer (EOV) és a korábbi vetületi rendszereink között. *Geodézia és Kartográfia* 34 (2)

*Völgyesi Lajos–Tóth Gyula–Varga József* (1994): Magyarországi vetületi rendszerek közötti átszámítások. *Geodézia és Kartográfia* 46 (5–6): 265–269.

*Völgyesi, Lajos–Tóth, Gyula–Varga, József* (1996): Conversion between Hungarian Map Projection Systems. *Periodica Polytechnica Civ. Eng.* 40 (1): 73–83.

## Parameters of the Hungarian Stereographic and old Zonal Cylindric projections and their datums for the GIS practice

G. Timár–G. Molnár–G. Márta

### Summary

The projection and datum parameters of the Hungarian stereographic and zonal Cylindric projections are discussed and described as follows (all latitude data are on the Northern hemisphere; all longitudes are on the Eastern one):

*The Hungarian „Civil” Stereographic projection:*

Ellipsoid: Bessel 1841

Datum: HD1863

Projection type: Oblique Stereographic

Longitude of projection center: 19° 2' 56.9441"

Latitude of projection center: 47° 29' 9.6380"

False Easting of the projection center: 0

False Northing of the projection center: 0

Scale factor: 1

Orientation: SW

*The Zonal Cylindric projections:*

Ellipsoid: Bessel 1841

Datum: HD1909

Projection type: Oblique Mercator (Laborde)

Longitude of projection center: 19° 2' 56.9441"

False Easting of the projection center: 0

False Northing of the projection center: 0

Scale factor: 1

Orientation: SW

Specific parameters (the values between parentheses are the central False Easting values in case of selecting the „Hotine Oblique Mercator” projection type):

North Cylindric projection (HÉR):

Latitude of projection center: 48° 42' 56.31789"

(-10021876.015 m)

Central Cylindric projection (HKR):

Latitude of projection center: 47° 08' 46.72658"

(-10020047.154 m)

South Cylindric projection (HDR):

Latitude of projection center: 45° 34' 36.58682"

(-10018211.249 m).

The difference between the above defined and the standard projections are below 0.02 meter in Hungary.

Horizontal coordinates of 66 points of the National Geodetic Network have been used to com-

pute the datum transformation parameters. This data set consists the projection grid coordinates only; the ellipsoidal coordinates have been computed using the above parameters in order to estimate the datum transformation parameters (for these parameters, see Table 1, „1. táblázat”, in the Hungarian text).

The prime meridian of the discussed projections was Ferro, Canary Islands, instead of Greenwich. The original meridian of the projection centre was: 36° 42' 51.69" (in case of the Stereographic projection) and 36° 42' 53.5733" (in case of the Zonal Cylindric projections).

*The Hungarian „Military” Stereographic System has the following parameters:*

False Easting of the projection center: 500000 meters

False Northing of the projection center: 500000 meters

Orientation: NE

Longitude of projection center:

$\Lambda_{G,1909}=19^{\circ} 3' 7.5533''$

Latitude of projection center:  $\Phi=47^{\circ} 29' 9.6380''$

For non-precision GPS and GIS practice, the following Molodensky parameters can be used for this system:  $dX=+571$  m;  $dY=-174$  m;  $dZ=+572$  m;  $da=+740$  m;  $df=+1e-5$  (direction of the transformation: HD1909→WGS84). The average error of this transformation is 6 meters, the maximum horizontal error is 12 meters while the seven-parameter transformations have an average horizontal error of 2 meters and maximum horizontal error of 5 meters in Hungary.