



# A HD72→ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái



Timár Gábor–Molnár Gábor  
ELTE Geofizikai Tanszék, Űrkutató Csoport

## Bevezetés

Az utóbbi évtizedben a térinformatikai rendszerek és a GPS elterjedése következtében fokozott igény jelent meg az egyes geodéziai vonatkozósi rendszerek (dátumok) elhelyezési és tájékozási paramétereinek e rendszerekben igényelt módon való definiálására. Ez a gyakorlatban valamely dátumnak az eltolási, elforgatási és méretarányeltérési paraméterekkel való leírását (pl. *Biró*, 1985) jelenti. Az említett paramétereket a WGS84 (World Geodetic System 1984; DMA, 1986), ill. az azt megvalósító ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) abszolút elhelyezésű ellipszoidhoz képest kell értelmezni.

A fenti igény kielégítésére több publikáció részletezte a HD72 (Hungarian Datum 1972) és az ETRS89 közötti transzformáció paramétereit (a teljesség igénye nélkül: *Mihály*, 1995; *Busics*, 1996; *Ádám*, 2000; *Timár et al.*, 2002), emellett

tok becült pontosságát, illetve javaslatot teszünk a szabványosítás pontosítására. Emellett az utolsó pontban felhívjuk a figyelmet a HD72 és az ETRS89 rendszerek közti átváltás országosan érvényes paraméterekkel történő szabványosításának további következményeire, ill. a szabványosítás nemzetközi trendjére az elforgatási paraméterek vonatkozásában.

## A HD72→ETRS89 transzformáció paramétereit a szakirodalomban

E fejezetben egy táblázat (*1. táblázat*) segítségével bemutatjuk az irodalomban megjelent hét- és háromparaméteres alapfelületi definíciókat, és a FÖMI KGO-tól kutatási célra átvett 100 darab, az ország területén egyenletesen eloszló OGPSH-alappont (*Borza és Kenyeres*, 1998) adatai segítségével megbecsüljük azok átlagos és maximális hibáját. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy ez esetben

| paraméter  | Mihály<br>(1995) | Busics<br>(1996) | Ádám<br>(2000) | Timár et al.<br>(2002) | MSZ 7222<br>(2002) | helyesen |
|------------|------------------|------------------|----------------|------------------------|--------------------|----------|
| dX         | 56.00            | 47.929           | 59.31          | 57.01                  | 52.684             | 52.684   |
| dY         | -75.55           | -68.298          | -71.52         | -69.97                 | -71.194            | -71.194  |
| dZ         | -15.31           | -11.858          | -21.98         | -9.29                  | -13.975            | -13.975  |
| k          | 1.01             | 2.1952           | 1.277          | 0                      | 1.0191             | 1.0191   |
| eX         | 0.37             | 0.2021           | 0.325          | 0                      | 3.729              | 0.3120   |
| eY         | 0.20             | -0.0682          | 0.432          | 0                      | 1.063              | 0.1063   |
| eZ         | 0.21             | 0.4091           | 0.269          | 0                      | 0.312              | 0.3729   |
| átlag hor. | 0.231            | 0.226            | 2.487          | 0.400                  | 81.549             | 0.187    |
| max. hor.  | 0.583            | 0.494            | 2.881          | 1.000                  | 83.503             | 0.409    |
| átlag 3D   | 0.433            | 6.594            | 2.523          | 0.542                  | 81.550             | 0.389    |
| max. 3D    | 1.066            | 7.432            | 2.889          | 1.111                  | 83.503             | 0.986    |

1. táblázat

legújabbban az MSZ 7222:2002 sz. Magyar Szabvány is rögzíti e paramétereket. Az utóbbiban előforduló hibák ösztönöztek arra bennünket, hogy összefoglaljuk az eddig közölt paramétercsoport-

a hiba kifejezés arra utal, hogy az adott paraméteregyüttes segítségével milyen pontossággal kaphatók vissza a WGS84, ill. ETRS89 koordinátákból a pont mért és rögzített EOV-koordinátái, ill. HD72 ellipszoidi magassága.

Az 1. táblázatban a  $dX$ ,  $dY$ ,  $dZ$  eltolási paraméterek méterben, a  $k$  méretaránytényező milliomod részben, az  $eX$ ,  $eY$ ,  $eZ$  elforgatási paraméterek pedig szögmásodpercben adottak. A transzformációs irány: HD72→ETRS89, az ettől eltérő konvenció szerinti előjeleket megfordítottuk. Az utolsó négy sorban az átlagos és maximális vízszintes, majd az átlagos és maximális háromdimenziós eltéréseket közöljük a 100 alappontra vonatkozóan, méterben. Látható, hogy a hétparaméteres modellek közül a Mihály (1995) által közölt a legpontosabb, Busics (1996) modellje vízszintes értelemben ugyan egy kicsit precízebb, azonban ez a modell WGS84 ellipszoid-magasságokból közvetlenül geoid-magasságokat becsül. A szabványosított paraméterek feltűnő, nyilvánvaló elírásból eredő hibája azonban gyors korrekciót igényel!

### Javaslat a szabvány pontosítására

Látva az MSZ 7222-ben rögzített, nagyságrendileg nyilvánvalóan helytelen elforgatási paramétereket, felvettük a kapcsolatot a FÖMI KGO munkatársaival (Borza Tibor, Virág Gábor, személyes konzultáció), és az egyeztetés során kiderült, hogy valóban elírásról van szó: az  $eX$  és  $eZ$  elforgatási paraméterek felcserélődtek, ill. az 1 szögmásodpercet meghaladó elforgatási paraméterek tízzel osztandók! A helyes paramétersor tehát a következő:

$$\begin{aligned}dX &= +52,684 \text{ m} \\dY &= -71,194 \text{ m} \\dZ &= -13,975 \text{ m} \\k &= +1,0191 \text{ ppm} \\eX &= +0,3120 \text{ arcsec} \\eY &= +0,1063 \text{ arcsec} \\eZ &= +0,3729 \text{ arcsec}\end{aligned}$$

E paraméterek alkalmazása esetén az átlagos vízszintes eltérés 18,7 cm, a maximális pedig 40,9 cm! Az átlagos háromdimenziós hiba 38,9 cm, a maximális pedig 98,6 cm, ami nyilvánvalóan a geoid magyarországi darabjának (Ádám *et al.*, 2000) ellipszoidalaktól való eltéréseiből adódik.

E pontosított adatok becslése valóban az OGPSH összes, 1153 db pontjának adatai alapján történt, és felvetődik a szabvány azonnali helyesbítésének igénye.

### A vonatkozási rendszerek közti transzformációk szabványosításának problémái

Míg az imént a szabvány helyesbítését javasoltuk, ebben a pontban felvetjük a vonatkozási rendszerek közötti átszámítások, így a

HD72→ETRS89 transzformáció szabványosításakor jelentkező problémákat.

A geodéziai gyakorlatban használt koordináta-rendszereket – definíciójuk szerint – az alapponton mért és a kiegyenlítés után rögzített koordináták valósítják meg. Természetesen a véges mérési és kiegyenlítési pontosság következtében az alapponti koordináták, ill. a szintezett magasságok és a geoid-unduláció eredőjeként kapott ellipszoidi magasságok nem adnak pontos ellipszoidi illeszkedést (ld. az előző pont végén feltüntetett hibákat). Ezek a hálózat belső konzisztencia-hibái. E hibák megmaradnak a legpontosabb hétparaméteres dátumillesztés során is, és bár nem az illesztési számításokra, hanem a hálózat belső torzulásaira utalnak, az előbbi definíció miatt mégis a hétparaméteres leírás hibáiként jelentkeznek.

Ez természetes is, hiszen ma még (pl. a kataszteri munkák gyakorlatában) a legközelebbi alappont(ok)tól kiinduló helyi mérésekkel állapítják meg a mért pont koordinátáit. A konzisztencia-hibák (maradék-eltérések) azt mutatják, hogy ha GPS-szel közvetlenül az ETRS89 rendszerben próbáljuk meghatározni a mérendő pont koordinátáit, azok mekkora eltérést mutatnak a HD72 rendszerben megadott EOVS koordinátákhoz képest. A szerzők – lévén geofizikusok – nem tudják megítélni, hogy átlagos 19 cm, maximum 41 cm eltérés a kataszteri gyakorlatban elfogadható-e, azonban ez a külső szemlélő számára soknak tűnik. Éppen ezért a kataszteri munkában egyetlen paraméterkészlet sem használható, így a szabvány sem. A két rendszer között helyi paraméterekkel kell az átszámítást végezni (lokális transzformáció).

A fentiek miatt javasoljuk, hogy ha már úgymód módosítani kell a szabványban szereplő 7 paramétert, legyen mellette feltüntetve annak pontossága is, pl.: „A transzformáció az alappontokon rögzített EOVS-koordinátákat átlagosan 18, maximálisan 41 cm eltéréssel adja vissza“.

Megjegyezzük továbbá, hogy míg a fenti publikációkban említett hétparaméteres leírásokban az elforgatási tagok előjel-konvenciója a Bursa-Wolftanszformációnak (*coordinate frame*) felel meg, az ISO 19111 szabványtervezet (egyelőre csak ajánlás) a „helyvektor elforgatása“ (*position vector*) konvenció követését javasolja; ez a három elforgatási paraméter előjelének egyszerű megfordítását jelenti.

### Köszönetnyilvánítás

A cikkben írt pontossági adatok számításához a FÖMI KGO-tól kizárólag tudományos célra átvett

100 db OGPSH alappont adatait használtuk. A szerzők ezúton jegyzik meg, hogy a leírt helyesbített paraméterek kiszámítását *Borza Tibor* és *Virág Gábor* (FÖMI KGO) végezték el. A dolgozatban lojalitási okokból ők szerzőséget nem vállaltak – mindazonáltal a szoros és baráti együttműködésért köszönettel tartozunk nekik.

A szabványban megadott paraméterek pontosításának igénye az ELTE Geofizikai Tanszék Űrkutató Csoportja és a graphIT Gépészeti és Térinformatikai Alkalmazások Kft. közötti szerződés keretében végzett munka, a Geomedia® szoftver továbbfejlesztése során merült fel.

## IRODALOM

*Ádám József* (2000): Magyarországon alkalmazott geodéziai vonatkoztatási rendszerek vizsgálata. *Geodézia és Kartográfia* 52(12): 9–15.

*Ádám József–Gazsó Miklós–Kenyeres Ambrus–Virág Gábor* (2000): Az Állami Földmérésnél 1969 és 1999 között végzett geoidmeghatározási munkálatok. *Geodézia és Kartográfia* 52(2): 7–14.

*Biró Péter* (1985): *Felsőgeodézia*. Tankönyvkiadó, Budapest.

*Borza, Tibor–Kenyeres, Ambrus* (1998): Realization of the Hungarian National GPS Network (OGPSH). *Reports on Geodesy* 9(39): 195

*Busics György* (1996): Közelítő alkalmazások a GPS és az EOV-koordináták között. *Geodézia és Kartográfia* 48(6): 20–26.

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

*Mihály, Szabolcs* (1995): Description directory of the Hungarian Geodetic Reference, Fourth Edition, FÖMI, Budapest.

MSZ 7222:2002, Magyar Szabvány 7222 (2002)

*Timár Gábor–Molnár Gábor–Pásztor Szilárd* (2002): A WGS84 és HD72 alapfelületek közötti transzformáció Molodensky-Badekas-féle (3-paraméteres) meghatározása a gyakorlat számára. *Geodézia és Kartográfia* 54(1): 11–16.

*Borza Tibor–Virág Gábor* (FÖMI KGO), személyes konzultáció, 2002. június

## Standardization problems of the HD72→ETRS89 datum transformation

*G. Timár and G. Molnár*  
*Summary*

The newly published Hungarian Standard 7222:2002, concerning the 7-parameter datum transformation between the Hungarian Datum 1972 and the WGS84 (or more precisely its realization, the ETRS89), contains some errors, and the correct parameter set (based on all 1153 points of the Hungarian National GPS Network) is the following:  $dX= +52.684$  m;  $dY= -71.194$  m;  $dZ= -13.975$  m;  $k= +1.0191$  ppm;  $eX= +0.3120$  arcsec;  $eY= +0.1063$  arcsec;  $eZ= +0.3729$  arcsec. The rotation convention here is the 'coordinate frame'; in case of following the 'position vector' convention (as proposed by the ISO19111), the signs of all the three rotation parameters should be reversed to negative. The average horizontal error of the transformation is 0.19 m, the maximum is 0.41 m. Concerning the three-dimensional errors between the measured values and the calculated ones by these parameters are 0.39 m (average) and 0.99 m (maximum) due to the shape difference of the ellipsoid and the geoid in Hungary.