

A WGS84 és HD72 alapfelületek közötti transzformáció Molodensky-Badekas-féle (3-paraméteres) meghatározása a gyakorlat számára

Timár Gábor – Molnár Gábor – Pásztor Szilárd
ELTE Geofizikai Tanszék, Úrkutató Csoport



1. Bevezetés

A kereskedelmi forgalomban kapható, legolcsóbb kategóriájú GPS műszerek ára már arra a szintre csökkent, hogy ezek már szinte tömegcikknek tekinthetők, és számos terepi észlelést végző kutató felszerelésében megtalálhatók. A terepi munkát végző felhasználók többsége, elsősorban biológusok, geológusok, mezőgazdászok, geofizikusok, erdészek, katonák stb. a méréseikhez rendelt koordináták geodéziai pontosságát nem várják el; számukra elegendő, ha pozíciójukat 3-5 méter pontossággal mérni és topográfiai térképen ábrázolni tudják. Ezt a követelményt ma, a korlátozott elérhetőségi kódok feloldása után, szinte bármely GPS műszer teljesíti – problémát jelent viszont, hogy e berendezések többsége nem ismeri a Magyarországon terepi kutatási-alkalmazási célra használt topográfiai térképek alapfelületeit, nevezetesen a HD72 (ill. a Gauss-Krüger vetületi térképeken alkalmazott S-42) dátumot. Más alapfelület, pl. a WGS84 alkalmazása esetén viszont az észlelt koordináták eltérése megközelítheti a 100 métert, ami pedig már a nem-geodéziai célú alkalmazások esetén is elfogadhatatlan.

A legtöbb alsó kategóriás GPS műszer esetében lehetőség van felhasználó általi dátumdefiníálásra (User Datum), mely 5 paramétert kíván meg: az alapellipszoidnak a WGS84 ellipszoidhoz viszonyított eltolását leíró 3 paramétert (dX , dY , dZ), il-

letve az alapellipszoid és a WGS84 ellipszoid nagytengelyének és lapultságának eltérését (da és df). A HD72 és a WGS84 alapfelületek közötti, a szakirodalomban leírt transzformációk, pl. Mihály (1995, 1996); Busics (1996); Ádám (2000), az alapellipszoidok eltérésén túl 7 paramétert tartalmaznak. A széleskörű, nem geodéziai célú és igényű GPS-alkalmazásokhoz szükséges még a 3-paraméteres transzformációs modell definiálása is.

Takács (2001a; 2001b), részben Busics (1996) nyomán, olyan transzformációkat ad meg, amelyekkel különböző típusú „kézi” GPS vevőkkel, felhasználó által definiált koordináta-rendszerek (User Grid) beállításával, navigációs célra elegendő pontossággal, közvetlenül az EOVS koordináták jeleníthetők meg. A jelen dolgozat nem ezt az utat választja: mivel az EOVS koordináták számítási képletei ismertek (MÉM OFTH, 1975), ezért itt az EOVS alapfelületének, a HD72-nek a minél pontosabb, 3-paraméteres, kézi GPS-vevőkben is beállítható definíciója a cél, így a GPS vevőn a HD72 alapfelületen értelmezett földrajzi koordináták irathatók ki.

2. A Bursa-Wolf-féle (7 paraméteres) transzformáció

A geodéziai alapfelületek, más néven dátumok definíálása más dátumokhoz történő transzformációk segítségével lehetséges (pl. Bíró, 1985). A leírás és így a dátumdefiníció általában a klasszikus

Helmert-transzformáció 7 paraméterével történik: 3 paraméter az eltolási, 3 az elforgatási tag, és a fennmaradó 1 az alapellipszoidok közötti nagytávolsági tényező. A 7 paraméter, illetve a kiindulási- és a céldátum ellipszoidi koordinátái segítségével az átváltás az ún. Bursa-Wolf transzformáció segítségével történhet (Bursa, 1962; Wolf, 1963):

Áttérés geocentrikus koordinátákra:

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

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

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

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

a harántgörbületi sugár; a az ellipszoid fél nagytengelye, e az excentricitása; Φ , Λ , ill. h a pont földrajzi koordinátái és ellipszoidi magassága, X , Y és Z pedig a geocentrikus koordináták.

Áttérés más alapfelületre:

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} + (1 + \kappa) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_Z & -\varepsilon_Y \\ -\varepsilon_Z & 1 & \varepsilon_X \\ \varepsilon_Y & -\varepsilon_X & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (4)$$

ahol X' , Y' és Z' a céldátumon értelmezett geocentrikus koordináták, dX , dY és dZ az eltolási, ε_X és ε_Z az elforgatási paraméterek, ε_Y a méretaránytényező.

A geocentrikus koordinátákról földrajzi koordinátákra történő konverzió egyenletei a földrajzi szélesség számításakor nem hozhatók explicit alakra, ezért Bowring (1976) nyomán a pontos leíráshoz képest a következő egyszerűsítés alkalmazható:

$$\Phi' = \arctan \left(\frac{Z + e^2 b \sin^3 \theta}{p - e^2 a \cos^3 \theta} \right) \quad (5)$$

$$\Lambda = \arctan \left(\frac{Y}{X} \right) \quad (6)$$

$$h' = \frac{p}{\cos \Phi} - N(\Phi) \quad (7)$$

ahol
$$p = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad \theta = \arctan \frac{Za}{pb},$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2},$$

a és b az ellipszoid fél nagy- és kistengelye.

A fenti egyszerűsítő formula (de nem az egész háromparaméteres egyszerűsítés) alkalmazása 1000 km magasságig centiméter pontosságot jelent (Bowring, 1976). Ez természetesen a geodéziai szintű pontosság elvesztését eredményezi, de a jelen dolgozatban vázolt célnak ez megfelel, és a további egyszerűsítések egyébként is ezt meghaladó hibát eredményeznek.

A GPS technológia lehetővé tette a geocentrikus koordináta-rendszerek, vagyis a Föld tényleges tömegközéppontjához rögzített, abszolút helyzetű ellipszoid, a WGS84 globális dátum bevezetését (DMA, 1986). Ezt követően bármely dátum relatív leírását a WGS84-hez képest tehetjük meg.

3. A Molodensky-Badekas-féle egyszerűsített transzformációs formulák

A dátum-transzformáció megadásakor feltétlenül szabhatjuk, hogy a (4) egyenletben

$$\varepsilon_X = \varepsilon_Y = \varepsilon_Z = \kappa := 0 \quad (8)$$

Ilyenkor a 3-paraméteres, tisztán eltolással redukált transzformációt Molodensky- illetve Molodensky-Badekas-transzformációnak nevezzük (Molodensky et al., 1960; Badekas, 1969). A transzformáció természetesen az (1)-(7) egyenletekbe történő behelyettesítéssel is elvégezhető, ekkor a transzformáció vektorösszegzéssé egyszerűsödik. Nem szükséges azonban a földrajzi, ill. geocentrikus koordináták közötti oda-vissza váltás, hanem a kiinduló és a céldátumon értelmezett földrajzi koordináták különbsége, ill. az ellipszoid-magasságok eltérése az ún. Molodensky-féle áthidaló formulák segítségével közvetlenül is megadható (DMA, 1990):

$$\Delta \Phi'' = \frac{-dX \sin \Phi \cos \Lambda - dY \sin \Phi \sin \Lambda + dZ \cos \Phi + (a \cdot df + f \cdot da) \sin 2\Phi}{M \sin 1''} \quad (9)$$

$$\Delta \Lambda'' = -\frac{dX \sin \Lambda + dY \cos \Lambda}{N \cos \Phi \sin 1''} \quad (10)$$

$$\Delta h = dX \cos \Phi \cos \Lambda + dY \cos \Phi \sin \Lambda + (a \cdot df + f \cdot da) \sin^2 \Phi - da \quad (11)$$

ahol

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

a meridiángörbületi sugár; $\Delta\Phi''$ és $\Delta\Lambda''$ a kiinduló, ill. a céldátumon értelmezett szélesség-, ill. hosszúságkülönbség szögmásodpercben, Δh a kiinduló és a céldátumon értelmezett ellipszoidmagasságok különbsége, f a kiinduló ellipszoid lapultsága, da és df a kiinduló és célellipszoidok fél-nagytengely-, ill. lapultság-eltérése. N és e leírását ld. a (3) egyenlet után.

4. A geoidmagasságok értelmezése a modellparaméterek meghatározásakor

A szerzők 99 darab, Magyarország területén egyenletesen elhelyezkedő alappont adatait kapták meg a Földmérési és Távérzékelési Intézetnél a jelen dolgozat elkészítéséhez. Az egyes alappontokhoz adott volt azok két EOVS-koordinátája, geoid magassága, továbbá a WGS84 rendszerben értelmezett 3 geocentrikus koordinátája (Borza, 1996). Az egyetlen felmerülő problémát tehát az jelenti, hogy az alappontok magasságait nem a HD72 alapfelülethez, hanem – a szintezési folyamaton keresztül – a geoidhoz képest határozták meg. Ezt a problémát háromféleképp is megoldhatónak tartjuk.

A geometriai értelemben egzakt megoldás az, ha a geoidmagasságokat a HD72 dátum felett értelmezett ellipszoidmagasságokká alakítjuk át, ehhez szükséges a geoid magyarországi felületdarabjának ismerete. Jelen dolgozatban az EGM96 globális geoidmodellt (NIMA, 1997) alkalmaztuk az alappontokon fellépő geoid-unduláció becslésére.

Egy másik lehetséges megoldás, hogy eltekintünk a geoid-undulációtól, és olyan modellt definiálunk, amely közvetlenül a geoidmagasság, ill. az EOVS-koordináták és a WGS84 koordináták között teremt kapcsolatot. Erre a geometriailag egyébként inkorrekt definícióra azért van lehetőség, mert bár a HD72 dátum által leírt ellipszoid és a geoid nem esik egybe, Magyarország terü-

tén azonban majdnem párhuzamosan haladnak: a HD72 geoidundulációja 6,5-7 méter körüli, sehol nem kerül 5,5 m alá, ill. 8,5 m fölé (Ádám et al., 2000).

A harmadik lehetőség azt célozza, hogy a GPS-műszerekben beállítható felhasználói dátumnak ne csak 3, hanem mind az 5 paraméterét beállítva, magasságkorrekció (tehát a kijelzett ellipszoidmagasságból a geoid-unduláció levonása) nélkül közvetlenül a HD72 ellipszoidmagasság legyen leolvasható¹. Kihasználva az imént említett tényt, hogy a HD72 dátum geoid-undulációja majdnem állandó Magyarország területén, a dátum alapját képező GPS67 ellipszoid fél nagy- és kistengelyét egyaránt ez átlagértékkel (pl. 7 méterrel) megnövelve megadhatók a WGS84 és e módosított ellipszoid dátumának paraméterei.

Ismét szükséges hangsúlyozni, hogy a második és a harmadik megoldás geometriai értelemben nem helyes, s bár az általuk eredményezett paramétereket is megadjuk, csak az első megoldást részletezzük.

5. A modellparaméterek számítása

A geoid magyarországi darabjának leírására a HGEO99B modell szolgál (Kenyeres, 1999), ennek a WGS84-gyel majdnem megegyező, abszolút elhelyezésű GRS80 ellipszoidra vonatkoztatott geoid-undulációját Ádám et al. (2000) leírja. Mivel a HGEO99B modell nem állt rendelkezésünkre, a globális, 360-ad fokú és 360-ad rendű EGM96 modellt (NIMA, 1997) használtuk. Adott ponton az így számolt geoid-unduláció eltérése a HGEO99B szerintitől Magyarország területén mindenütt fél méter alatt marad, általában az eltérés 20 cm körüli.

Az EOVS síkkordináták HD72 alapfelületen értelmezett földrajzi koordinátákká alakítását GPS Pathfinder Office 2.70 szoftverrel végeztük, minden további transzformáció számítására a NIMA (2001) GeoTrans 2.03 programját használtuk. Az EOVS síkkordináták és a geoidmagasságok alapján, az utóbbiakat az EGM96 modell segítségével ellipszoidmagasságokká konvertálva, kiszámítottuk a megkapott alappontok HD72 dátumon értelmezett geocentrikus koordinátáit. Innen az eltolási transzformáció 3 paramétere a

$$dX = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{WGS84,i} - X_{HD72,i}) ;$$

¹ A GPS műszerek egy részénél az alapfelület átállítása csak a síkkordinátákat változtatja; a jelzett magasság a WGS84 ellipszoidi magasság marad.

$$dY = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{WGS84,i} - Y_{HD72,i}) ;$$

$$dZ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_{WGS84,i} - Z_{HD72,i}) \quad (12)$$

összefüggések segítségével egyszerűen kiszámítható, és a következő értékeik adódtak (HD72→WGS84 irányú transzformáció esetén):

$$dX=56,91 \text{ m (+0,48 0,53 m);}$$

$$dY=-70,18 \text{ m (+0,50 -0,79 m);}$$

$$dZ=-9,49 \text{ m (+0,73 -0,36 m)}$$

A fenti zárójeles számértékek a leginkább eltérő pont koordinátájának az átlagostól való eltérést jelzik. Az EOV koordináták és geoidmagasságok felhasználásával, a fenti háromparaméteres modell segítségével számított WGS84 geocentrikus koordináták átlagos eltérése a megadottaktól a 99 alapponton 41 cm, a maximális eltérés 94 cm. A transzformáció háromdimenziós pontossága tehát 1 méter.

Ugyanígy fontos megadni a transzformáció vízszintes hibáját, amelynek átlagértéke 42 cm, maximális értéke 80 cm.

Amennyiben a geoidmagasságokat ellipszoidmagasságoknak tételezzük fel, úgy a következő eredmények adódnak:

$$dX = 61,26 \text{ m (+0,91 -1,15 m);}$$

$$dY = -68,66 \text{ m (+1,15 -1,38 m);}$$

$$dZ = -4,39 \text{ m (+0,95 -1,28 m)}$$

Itt a háromdimenziós átlagos eltérés 75 cm, a maximális eltérés 1,53 méter. A vízszintes átlagos eltérés 51 cm, a maximális vízszintes hiba 91 cm. A becült geoidmagasságok maximális hibája 86 cm.

Végül, ha a geoidmagasságokat a 7 méterrel megnövelt félnagy tengelyű és ugyanennyivel növelt félkistengelyű, módosított GRS67 ellipszoid feletti magasságként értelmezzük, úgy:

$$dX = 56,82 \text{ m (+0,74 -0,97 m);}$$

$$dY = -70,21 \text{ m (+0,61 -0,92 m);}$$

$$dZ = -9,59 \text{ m (+0,64 -0,74 m)}$$

Ekkor a háromdimenziós átlagos eltérés 52 cm, a maximális eltérés 1,06 méter². A vízszintes hiba átlaga 45 cm, maximuma 95 cm, a függőleges eltérések átlaga 39,5 cm (vagyis a GRS67 méretét nem 7 méterrel, hanem 7-0,395=6,605 méterrel kell növelni).

Lehetséges természetesen az is, hogy a 3-paraméteres modellt ismert geoid-undulációjú pont-hoz, egyben az alapfelület kezdőpontjához kössük. Felhasználva, hogy a Szőlőhegy ponton a geoid 6,56 méterrel a HD72 alapfelület felett van, az így kiszámított HD72 geocentrikus koordináták és a WGS84 geocentrikus koordináták különbségét képezve:

$$dX = 57,01 \text{ m;}$$

$$dY = -69,97 \text{ m;}$$

$$dZ = -9,29 \text{ m,}$$

ami alig tér el az első megoldástól, az eltérés mértéke az EGM96 geoidmodel pontosságára utal! Ez a transzformáció garantáltan helyes geoid-undulációhoz, ill. magassági dátumhoz kötött. Átlagos vízszintes hibája 45 cm, a maximális eltérés 95 cm.

6. Diskusszió és összefoglalás

Az eredményekből látható, hogy a legkisebb hibát a geometriailag egzakt megoldás adja, ez esetben a transzformáció 1 méternél nem nagyobb háromdimenziós eltéréssel bármely vizsgált alappont WGS84-koordinátáit átalakítja HD72-koordinátákká és viszont. Ennél valamivel rosszabb a módosított méretű alapellipszoidra számított modell hibája.

A geometriailag helyes Molodensky-Badekas modell paraméterei tehát a következők (HD72→WGS84 irányú transzformáció esetén, a WGS84 és a GRS67 ellipszoid ismert félnagy tengely- és lapultság-eltéréseivel):

$$dX = 56,91 \text{ m;}$$

$$dY = -70,18 \text{ m;}$$

$$dZ = -9,49 \text{ m;}$$

$$da = -23 \text{ m;}$$

$$df = -1,1304 \cdot 10^{-7},$$

míg az alapfelület kezdőpontjához és annak ismert ellipszoid-magasságához kötött transzformáció paraméterei:

$$dX = 57,01 \text{ m;}$$

$$dY = -69,97 \text{ m;}$$

$$dZ = -9,29 \text{ m;}$$

² A GRS67-től eltérő alapellipszoid miatt itt $da = -30 \text{ m}$ és $df = -1,0937 \cdot 10^{-7}$.

da = -23 m;
df = -1,1304*10⁻⁷

Ezek az adatok alkalmazhatók – a GPS műszerek felhasználói dátumaként megadva – a HD72 alapfelület definiálására³, az ezen értelmezett koordinátákból pedig a helyes EOVS koordináták számíthatók. A pontosság 1 m alatti, ami a „kézi” GPS-ek mérési – és sok esetben adatkijelzési – pontosságát meghaladja.

Összehasonlításként megemlíjtük, hogy a HD72 és a WGS84 közötti 7-paraméteres transzformációs modellek pontossága ennél jobb, de azonos nagyságrendű. A Basics (1996) által leírt modell átlagos vízszintes hibája a vizsgált 99 alapponton 30 cm, a maximális eltérés 61 cm, a maximális függőleges eltérés 87 cm (ez a modell közvetlenül geoidmagasságokat számol). Hasonló vízszintes pontosságú a Mihály (1995) által megadott, ellipszoidmagasságokat becsülő modell.

Az így definiált dátumtranszformáció további előnyei:

- A csak 3-paraméteres dátumtranszformációs modelleket ismerő GIS alkalmazásokban is használható.
- A WGS84 közbeiktatása nélküli, közvetlen átszámítások más alapfelületekre ennek alkalmazásával lényegesen egyszerűbbek.
- Míg adott pontossággal több 7-paraméteres transzformáció is meghatározható, a tisztán eltolásos modellt – adott kezdőadatokat felhasználva – mindig egyértelműen definiálhatjuk.

*

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat elkészítéséhez szükséges geodéziai alapadatokat a Földmérési és Távérzékelési Intézet bocsátotta a szerzők rendelkezésére, kizárólag tudományos célú felhasználásra.

A szerzők ezúton mondanak köszönetet dr. Borza Tibornak (FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatórium) és dr. Györffy Jánosnak (ELTE Térképtudományi Tanszék) a dolgozat elkészítéséhez nyújtott szakmai segítségért.

³ Bár a dolgozat nem részletezi, a gyakorlati alkalmazások érdekében megadjuk az S-42 (Gauss-Krüger vetületű új katonai térképek alapfelülete) definiálására GIS szoftverekben alkalmazott paramétersort: dX = 28 m; dY = -121 m; dZ = -77 m; da = -108 m; df = 4,80795*10⁻⁷; konverziós irány: S-42 à WGS84 (NIMA, 2001).

IRODALOM

1. *Ádám J.*: 2000. Magyarországon alkalmazott geodéziai vonatkoztatási rendszerek vizsgálata. *Geodézia és Kartográfia* 52/12:9-15.
2. *Ádám J. – Gázsó M. – Kenyeres A. – Virág G.*: 2000. Az Állami Földmérésnél 1969 és 1999 között végzett geoidmeghatározási munkálatok. *Geodézia és Kartográfia* 52/2:7-14.
3. *Badekas, J.*: 1969. Investigations related to the establishment of a world geodetic system. Report 124, Department of Geodetic Science, Ohio State University, Columbus.
4. *Bíró P.*: 1985. Felsőgeodézia. Tankönyvkiadó, Budapest.
5. *Borza T.*: 1996. A háromdimenziós geodézia hazai alaphálózata. 11. Kozmikus Geodéziai Szeminárium, Előadaskötet, Budapest.
6. *Bowring, B.*: 1976. Transformation from spatial to geographical coordinates. *Survey Review* XXIII:323-327.
7. *Bursa, M.*: 1962. The theory for the determination of the non-parallelism of the minor axis of the reference ellipsoid and the inertial polar axis of the Earth, and the planes of the initial astronomical and geodetic meridians from the observation of artificial Earth satellites. *Studia Geophysica et Geodetica* 6:209-214.
8. *Basics Gy.*: 1996. Közelítő alkalmazások a GPS és az EOVS-koordináták között. *Geodézia és Kartográfia* 48/6:20-26.
9. 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.
10. Defense Mapping Agency, 1990. Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems. DMA Technical Manual 8358.1. Fairfax, Virginia, USA
11. *Kenyeres A.*: 1999. A geoid magyarországi felületdarabjának továbbfejlesztése. Kutatási jelentés, FÖMI, Penc.
12. Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Minisztérium, Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, 1975. Vetületi Szabályzat az Egységes Országos Vetületi Rendszer alkalmazására. Szabályzat, Budapest.
13. *Mihály Sz.*: 1995. A magyarországi geodéziai vonatkoztatási és vetületi rendszerek leíró katalógusa, 4. kiadás, FÖMI, Budapest.
14. *Mihály Sz.*: 1996. Description Directory of the Hungarian Geodetic References. GIS 4:30-34.

15. Molodensky, M.S.: Eremeev, V.F., Yurkina, M.I., 1960. Metody izucheniya vnesnego gravitatsionnogo polya i figuri Zemli. Tr: CNIIGAIK 131 Moszkva.

16. National Imagery and Mapping Agency, 2001. GeoTrans v2 Geodetic Coordinate Transformation Utility. St. Louis, Missouri, USA.

17. 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

18. Takács B.: 2001a. EOv koordináták beállítása GARMIN vevőkön. http://www.agt.bme.hu/staff-h/bence/eov_gar.html

19. Takács B.: 2001b. EOv koordináták beállítása MAGELLAN vevőkön. http://www.agt.bme.hu/staff-h/bence/eov_mag.html

20. Wolf, H.: 1963 Geometric connection and re-orientation of three-dimensional triangulation nets. *Bulletin Géodésique* 68:165-169.

The Molodensky-Badekas (3-parameter) datum transformation between the WGS84 and the Hungarian Datum 1972 for practical use

G. Timár – G. Molnár – Sz. Pásztor
Summary

A 3-parameter Molodensky-Badekas datum transformation model is defined between the

World Geodetic System 1984 (WGS84) and the Hungarian Datum 1972 (HD72) of the GRS67 ellipsoid. 99 base points of the precise levelling in uniform spatial distribution in Hungary was used to the parameter estimation with the data set of WGS84 geocentric coordinates, EOv (Hungarian Grid) eastings and northings and the geoid height for each point. Since EOv is interpreted on HD72 datum, the coordinates was transformed into geographic latitudes and longitudes. Ellipsoid heights on HD72 were estimated from geoid heights using the EGM96 global geoid model. The 3 parameters of the datum shift were calculated using the computed HD72 and the given WGS84 geocentric coordinates. The parameters are the following, with the known semi major axis and flattening difference of WGS84 and GRS67 ellipsoids: $dX = 56.91$ m; $dY = -70.18$ m; $dZ = -9.49$ m; $da = -23$ m; $df = -1.1304 \cdot 10^{-7}$ (direction: from HD72 to WGS84). The three-dimensional error of the transformation is under 1 meter in Hungary. The parameters of the transformation using only the base point of the HD72 (Szőlőhegy) and its known exact geoid undulation: $dX = 57.01$ m; $dY = -69.97$ m; $dZ = -9.29$ m; $da = -23$ m; $df = -1.1304 \cdot 10^{-7}$ (direction: from HD72 to WGS84), its maximum horizontal error is below 1 meter in Hungary.



A felsőfokú földmérő képzésről – másképpen

Gyenes Róbert, NYME Geoinformatikai Főiskolai Kar,
Geodézia Tanszék

Lapunk 2001/6. számában olvashattunk a magyar felsőfokú földmérő-térképész képzésről [3]. A tanulmányban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen és a Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Főiskolai Karán (NYME GEO) folyó szakember-képzés került be-

mutatásra. A leírtak alapján elismerést érdemel az intézményekben folyó oktatói-kutatói-nevelői munka, de mint az ebben a munkában mindennap résztvevő, nem szaladhatok el azon sorok fölött, amelyek a 3. fejezetben, az NYME GEO-nál leírtaknál találhatók. Engedjék meg, hogy most szó szerint ebből idézzek: