



SZÉKFOGLALÓ ELŐADÁSOK A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIÁN

Ádám József

EGYSÉGES EURÓPAI GEODÉZIAI
ÉS GEODINAMIKAI ALAPOK
LÉTREHOZÁSA



Terintetes Nagy 97

személtő szabályainak 32. és a leg szót:
újra újran választott tag, a külső kivétel
szabályába tartozó dolgozat felolvasását,
személyes megnevezés esetén beüld
legkelebb egy év alatt széklet foglalt; külsőben meg-
száza megnevezésűen."

Lehetetlen esetek, melyekben kivált vidéken la-
gátolhatatlan a határidőt megtartani: de hallgat-
elűzni a szabály meg nem tartatását, amelyet
mint összes szabályzatunkat szőlőseink tekintetén
következésképpen figyelmeztetünk a J. Akadémia
székségtelen.

Indoklásba hozatik tehát, hogy egyelőre az
1861. ¹⁹⁴ választott széklet foglalt által meg nem ér-
telt ^{rendes} tagok nevei a kivételből kitöröltesse, az 1861-
és 65-ig választott a szabályokra emeltesse, je-
vőre pedig a titokzatos hivatal oda utasítsa, hogy
evidenciában tartás végett az újban választottakat,
míg széklet nem foglaltat, a sorozatba fel ne vegye."

853
1865

Jan. 26. 1865.
Zollner Mór
Lugany Béla
Hollán Ernő

Kemény László
Königsberg László
Jóshörményi
r. tag Jolly János utca
Gyöngyösi utca 3

Ádám József

EGYSÉGES EURÓPAI GEODÉZIAI ÉS
GEODINAMIKAI ALAPOK LÉTREHOZÁSA

SZÉKFOGLALÓK
A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIAÁN

A 2004. május 3-án megválasztott
akadémikusok székfoglalói

Ádám József

EGYSÉGES EURÓPAI GEODÉZIAI
ÉS GEODINAMIKAI ALAPOK
LÉTREHOZÁSA



Magyar Tudományos Akadémia • 2014

Az előadás elhangzott 2005. január 25-én

Sorozatszerkesztő: Bertók Krisztina

Olvasószerkesztő: Laczkó Krisztina

Borító és tipográfia: Auri Grafika

ISSN 1419-8959

ISBN 978-963-508-762-4

© Ádám József

Kiadja a Magyar Tudományos Akadémia
Kiadásért felel: Lovász László, az MTA elnöke
Felelős szerkesztő: Kindert Judit
Nyomdai munkálatok: Kódex Könyvgyártó Kft.

I. BEVEZETÉS

I.1. Történeti áttekintés

Kontinentális kiterjedésben egységes elvek alapján készített térképeket eddig katonai tevékenységek során használtak Európában. Először a francia forradalom és a napóleoni háborúk (1796–1815) idején folyt katonai tevékenység igazolta a geodéziai és térképészeti munkák hasznosságát. Ezt követően Gauss és Bessel matematikusok hívták fel a figyelmet a geodéziai tevékenység tudományos és gyakorlati értékére, és egyúttal igen sokat tettek ennek támogatására, fontos elméleti tudományos és technikai jellegű hozzájárulásokat nyújtva. Gauss egyik tanítványa és Bessel munkatársa, Johann Jacob Baeyer porosz tábornok volt az, aki a 19. század közepén együttműködésre ösztönözte Közép-Európa államait a háromszögelési hálózataik összekapcsolására a Föld alakjának és méreteinek meghatározásához. Ennek eredményeként született meg több mint 140 évvel ezelőtt 1862-ben a *Nemzetközi Geodéziai Szövetség* (International Association of Geodesy, IAG; <http://www.iag-aig.org>) első jogelődje, a Közép-európai Fokmérés. Ettől kezdve a tudományos szervezet által kidolgozott szabványok és utasítások figyelembevételével fejlesztették az egyes európai országok geodéziai alaphálózataikat.

Így Európában a 19. század végére és a 20. század elejére általában minden államban befejeződött egy-egy önálló háromszögelési és egy-egy szintezési hálózat létesítése, ezek összekapcsolását azonban egységes európai háromszögelési, illetve szintezési hálózattá és ezek együttes kiegyenlítését az akkori po-

litikai viszonyok (az első világháború) és az utána kialakult politikai határok megakadályozták. Később az 1930-as évek folyamán történt kísérlet az európai háromszögelési és szintezési hálózatok együttes kiegyenlítésére, amelyet pedig a második világháború akadályozott meg, illetve a feladat elvégzése részben katonai kezekbe került. A munka eredményét viszont nem tették közzé.

A második világháború idején a német hadsereg használt kontinentális kiterjedésben a katonai térképészetük által egységes koordináta-rendszerben (Deutsches Heeresgitter, DHG; német katonai hálózat) készített térképeket (Timár et al. 2004).

A második világháborút követő években már határoztak meg regionális méretű geodéziai alaphálózatokat (és vonatkoztatási rendszereket) Európában. Az első ilyen hálózat és vonatkoztatási rendszer az ED50 (*European Datum*, 1950), amelynek továbbfejlesztéseként később létrehozták az ED87 (*European Datum*, 1987) jelű geodéziai dátumot (Sigl 1989). Ehhez Magyarország is csatlakozott 1991–1995 folyamán (Ehrnsperger et al. 1997). Ez utóbbit megelőzően Magyarország I. rendű háromszögelési alaphálózatát a volt szocialista országok egységes asztrogeodéziai hálózatába (EAGH) vonták be, amelynek első kiegyenlítését 1958-ban végezték el (EAGH58), a továbbfejlesztett hálózatot pedig 1983-ban egyenlítették ki (EAGH83) (Ádám 2000b).

A földmérés és a térképezés tehát Európában az 1989-es politikai változásig főként elkülönült nemzeti és a második világháborút követően a két nagy régióra (Nyugat-Európára, illetve a Közép- és Kelet-Európára) is kiterjedő tevékenység volt. Az egyes országok (és a két nagy régió) eltérő vonatkoztatási rendszereket, más és más magassági alapfelületeket és különböző vetületi síkkoordináta-rendszereket használtak. *Egységes geodéziai alapok létrehozására kontinentális kiterjedésben valójában eddig nem volt lehetőség, erre csak az 1989. évi politikai változásokat követően kerülhetett sor fokozatos kiépítésben.* Európának tehát most van meg az a lehetősége, hogy olyan egységes vonatkoztatási rendszert (3D

és magassági) használjon, amely Európa szinte valamennyi országára kiterjed, nemcsak az Európai Unió (EU) jelenlegi tagországaira, hanem Közép- és Kelet-Európa később csatlakozó országaira is. Az EU kiterjedése pedig várhatóan folytatódni fog.

Az EU önálló területigazgatási egység, amely fokozatosan átveszi a nemzetállami jogosítványok jelentős részét (Glatz 2004). Emiatt és általában az információs társadalom megalkotásához szükséges a korszerű térinformatikai infrastruktúra kiépítése, ez pedig hatalmas erőfeszítést igényel. Az Európai Bizottság (European Commission, EC) INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) elnevezésű kezdeményezése (<http://www.ec-gis.org/inspire>) európai térinformatikai szabvány megalkotását célozza. Az INSPIRE jogi eszközökkel kívánja elérni, hogy az EU-ban kialakuljon az az infrastruktúra, amely a felhasználókat integrált térinformatikai szolgáltatásokkal képes ellátni. A korszerű térinformatikai infrastruktúra kiépítésének alapját képezik az egységes európai geodéziai-geodinamikai alapok, amelyeknek létrehozása jól halad.

1.2. Egységes geodéziai-geodinamikai alapok létrehozásának szükségessége Európában

Az euroatlanti integrációs törekvéseknek természetes velejárója az, hogy az együttműködésben részt vevő országok geodéziai alapjait (a felsőgeodéziai alappont-hálózataikat) egységbe foglalják, majd ennek alapján egységes európai geodéziai vonatkozási rendszert hozzanak létre (lehetőleg Európa valamennyi országára kiterjedő geodéziai és geodinamikai munkálatok számára). Ezt igényli a globalizálódó világ térinformatikai gyakorlata is.

Ezeknek a felsőgeodéziai munkáknak tudományos és gyakorlati céljuk van. A tudományos cél (napjainkban érvényes formában megfogalmazva) az, hogy adatokat szolgáltatassunk a Föld alakjának, méreteinek, térbeli tájékozása-

nak és nehézségi erőterének, valamint ezek időbeli változásának a vizsgálatához, továbbá geodinamikai célokra, azaz Földünk dinamikájának, azon belül is elsősorban az európai kontinens igen bonyolult földfelszíni mozgásviszonyainak a tanulmányozásához. A gyakorlat számára pedig olyan geodéziai alapot kell létesíteni a vízszintes és magassági felmérésekhez (amelyeket ma már többnyire a GPS-technika alkalmazásával végeznek), hogy ez az alap az alsógeodéziai, részletes felmérési és térképészeti munkák növekvő minőségi igényeit széleskörűen minél tovább kielégítse.

Európa egységes geodéziai-geodinamikai alapjainak kontinentális kiterjedésű fokozatos létrehozása egyidejűleg két igen fontos területen valósul meg (Ádám 1993, 1996a):

- a) a korszerű GPS-technika alkalmazása alapján szélső pontosságú, EUREF (*European Reference Frame*) elnevezésű háromdimenziós (3D) hálózatot és vonatkoztatási koordináta-rendszert (ETRS89, *European Terrestrial Reference System 1989*) létesítenek és tartanak fenn az EUREF ún. Permanens GPS-állomáshálózatának (*EUREF Permanent Network*, EPN) folyamatos működtetésével;
- b) a már meglévő, az elmúlt évtizedek folyamán hagyományos úton létrehozott felsőrendű vízszintes (háromszögelési) és magassági (szintezési), valamint a gravimetriai alapponthálózatoknak egységbe-foglalásával, továbbá az elengedhetetlenül szükséges európai geoidkép meghatározásával egységes geodéziai alapokat hoznak létre.

Az a) és b) pontban foglalt munkálatok egymást kölcsönösen kiegészítő és egymással összehangolt módon folynak. Magyarország mindkét irányban, mindegyik területen a lehetőségekhez mérten tevőlegesen és a szakmai elvárásoknak megfelelően részt vesz. A munkálatok legnagyobb részét az FVM Földügyi és Térképészeti Főosztálya által előírt állami alpmunkák keretében

a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI, <http://www.fomi.hu>) – együttműködve a szakvállalatokkal –, a gravimetriai alaphálózatok vonatkozásában pedig az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI, <http://www.elgi.hu>) végzi (Apagyi–Mihály 1995; Ádám et al. 2000a; Joó et al. 2003).

1.3. Európa egyes földrajzi vonatkozásai

A. von Humboldt értelmezése szerint Európa nem önálló kontinens, hanem Eurázsia hatalmas nyugati félszigete. Bár földrajzilag ezt helytállóan tekintik, ennek ellenére Európát számos jegye alapján külön földrészként tartjuk számon (Marosi–Sárfalvi 1968; Nemerkenyi 2000).

Európát északon a Jeges-tenger, nyugaton az Atlanti-óceán és peremtengeri: a Norvég- és az Északi-tenger, délen pedig a Földközi-, a Márvány- és a Fekete-tenger határolják. A déli határai mentén fekvő keskeny tengeri átjárói: a Gibraltári-szoros, a Dardanellák és a Boszporusz keleti határa mesterséges, és az idők folyamán többször is változott, sosem volt egyértelmű. A 19. század óta az Urál hegység, az Urál-folyó, a Kaszpi-tenger és a Kaukázus mentén (a Manics-mélyedésen keresztül) határozzák meg a határát. A Manics-süllyedék vonala a Kaukázus északi lábainál húzódik, így Azerbajdzsán, Grúzia és Örményország már nem tartozik Európához. Ennek ellenére Grúzia és Örményország az EU és a NATO felé irányul, sőt Örményország már csatlakozott is az EUREF hálózatához. További sajátosság, hogy napjainkban Törökország EU-tagsága került szóba (korábban már a NATO tagja lett), annak ellenére, hogy Törökország területének 95%-a és a fővárosa is földrajzi értelemben Európán kívül (Ázsiában) található. (Törökország rövid szakaszon határos Örményországgal.)

Európa a területi kiterjedés szempontjából a $\varphi = 34^\circ 50'$ (Gávdosz-sziget) és a $\varphi = 81^\circ 50'$ (Ferenc József-föld) szélességi körök, valamint a $\lambda = -24^\circ 32'$ (Izland-sziget) és a $\lambda = 67^\circ$ (Sarki-Urál) hosszúsági vonalak által határolt felületi

négyszögön helyezkedik el. Észak–déli kiterjedése nagyobb, mint 5100 km, a nyugat–keleti irányban pedig mintegy 5500 km. Ezt a földrajzi-geometriai sajátosságot az egységes európai térképi vetületek kidolgozásakor (l. 5. rész) vettük figyelembe.

Európa területe alapján Földünk második legkisebb kontinense, viszont parttagoltsága alapján az első helyen áll a kontinensek sorában. Partvonalának teljes hossza 37 200 km, hosszabb, mint a területileg háromszor akkora Afrikáé. Ezzel a jellegzetességgel az ún. mareográf- (tengerszintrögzítő) állomások szükséges számának megállapításakor számoltunk.

Megjegyezzük, hogy földtani szempontból Európát külön földrésznek tekintik, mert önálló ősi maggal, ősmasszívvummal rendelkezik. Ez a Balti-pajzs, amelyhez a későbbi hegységképződések során újabb és újabb szárazulatok forrtak hozzá, így növelve Európa területét.

1.4. Az IAG EUREF albizottságának szerepe

Európa 3D-s geodéziai vonatkozási rendszere különböző tudományos és műszaki alkalmazások céljára történő tudományos megalapozottságú létrehozásának elvi irányításával és koordinálásával az IAG EUREF albizottsága (<http://www.euref-iag.net>) foglalkozik, szoros együttműködésben a CERCO (Európai Térképészeti Szolgálatok Vezetőinek Bizottsága), illetve újabb nevén az EuroGeographics (<http://www.eurogeographics.org>) (Leonard 2002) felsőgeodéziai (VIII.) munkacsoportjával. Felismerve a korszerű kozmikus geodéziai mérési (elsősorban a GPS-) technika lehetőségeit a pontos globális és kontinentális geodéziai vonatkoztatási rendszerek létrehozásában és folyamatos fenntartásában, az IAG 1987-ben hozta létre az EUREF albizottságát az IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics, *Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió*; <http://www.iugg.org>) 19. általános közgyűlésén (Vancouver, 1987. augusztus). Az EUREF albizottság az IAG 1954-ben megalakított RETrig

(Re-Triangulation) és REUN elnevezésű bizottságai (illetve később albizottságai) munkáját folytatja. Az ún. RETrig albizottság a vízszintes háromszögelési hálózatok egyesítésével és ennek alapján európai geodéziai dátumok (ED50, ED87) meghatározásával foglalkozott. Az ún. REUN albizottság (illetve később UELN albizottság) pedig az európai szintezési hálózatok egységbe foglalását koordinálta. Az utóbbi elnevezéseket a kialakított egységes európai szintezési hálózat francia (Réseau Européen Unifié de Nivellement, REUN) és angol nevének (United European Levelling Network, UELN) kezdőbetűiből származtatták. A RETrig albizottság 1954–1987 között működött ezen a néven, 1987-től pedig az IAG keretei között EUREF albizottságként működik jelenleg is, amely 1995-től az UELN albizottság megszűnésével az egységes európai magassági rendszer kérdéseivel is foglalkozik.

Az EUREF albizottság hosszú távú célja az európai vonatkoztatási rendszerek fogalmi meghatározásának további pontosítása, gyakorlati megvalósítása és folyamatos fenntartása a tárgykörhöz tartozó IAG-egységekkel (szolgálatok, bizottságok, albizottságok, bizottságközi projektek) és szoros együttműködésben az EuroGeographics szervezettel.

Az EUREF albizottságnak biztosítani kell az egyedül lehetséges legjobb vonatkoztatási rendszert és megvalósítását a kontinentális Európa részére valamennyi tudományos és gyakorlati tevékenységben, amelyek a pontos helymeghatározással és navigációval, földtudományi kutatással és multidiszciplináris alkalmazásokkal kapcsolatosak. Az említett célok elérése érdekében az EUREF használni fogja a legpontosabb hagyományos földi és kozmikus geodéziai mérési technikákat, és továbbfejleszti a különböző típusú mérési adatok együttes feldolgozására alkalmas matematikai statisztikai módszereket és a szükséges tudományos hátteret.

Az EUREF tevékenysége magas minőségű termékekben és szolgáltatásokban valósul meg. Ezért az EUREF célirányosan törekszik a folytonos

fejlesztésre, figyelembe veszi a változó felhasználói igényeket, és egyre intenzívebben működteti a közreműködő kutatók és intézmények aktív hálózatát. Az IAG szervezeti egységei és az EuroGeographics mellett az EUREF tevékenysége a munkájában érdekelt és célkitűzéseivel azonosuló tudományos kutatók és intézmények együttműködésében valósul meg, akik készséggel hajlandók együttműködni nyílt, kollégiais és önkéntes alapon, a nemzetközi tudományos együttműködést szabályzó etikai szabályok figyelembevételével.

Európa nagyobb geodéziai intézményei jelentős mértékben részt vesznek a vonatkozó munkákban. E vonatkozásban meg kell említenünk az IfAG (Institut für Angewandte Geodäsie, illetve újabb nevén a BKG = Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; Frankfurt am Main, Németország, <http://www.bkg.bund.de>), az IGN (Institut Géographique National, Saint-Mandé, Franciaország), ORB (Observatoire Royal de Belgique, Brüsszel, Belgium) kiemelkedő tevékenységét. Magyarországról a FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatóriuma (KGO, <http://www.sgo.fomi.hu>) végez komoly hozzájárulást a témakörben.

Az EUREF albizottság évente egyszer szimpóziумot szervez (*ta táblázat*), és a közbülső időszakban felmerülő teendők megvitatására technikai munkacsoportot (TWG) működtet, amely évente háromszor ülésezik. Az EUREF tudományos szimpóziумok anyagait és a TWG-ülések jegyzőkönyvét gyűjtéményes kötetben adja ki a Bajor Tudományos Akadémia a csillagászati-geodéziai sorozatában (Gubler et al. 1992 és 1999; Gubler–Hornik 1993, 1994, 1995, 1996 és 1997), illetve a BKG az intézeti kiadványában (Gubler–Hornik 1999; Torres–Hornik 2002, 2003 és 2004). Az 1993. évi szimpóziумot a BME-n szerveztük meg (Ádám 1993; Gubler–Hornik 1993).

Az IAG „Európai geoid” elnevezésű albizottsága foglalkozik a geoid európai felületdarabjának meghatározásával kapcsolatos munka koordinálásával. A vonatkozó tudományos kérdések megvitatására és az elért eredmények be-

mutatására eddig két szimpóziumot szervezett (*ib táblázat*), amelyek közül a másodikat Budapesten rendeztük meg (Ádám 1998). Az MH (Magyar Honvédség) térképész szolgálatfőnöke felkérésére részt vettem a NATO Geodéziai és Geofizikai Munkacsoportjának két ülésén (NATO GGWG, 1994 és 1996; *1c táblázat*), valamint a CERC0 17. általános ülésén is (Budapest, 1995. szeptember 25–27.).

1a táblázat. Az IAG EUREF albizottságának tudományos szimpóziумai

Sz.	Helye	Időpontja	Hivatkozás
1.	Firenze	1990. május 28–31.	Gubler et al. (1992)
2.	Bécs	1991. augusztus 14., 16.	Gubler et al. (1992)
3.	Bern	1992. március 4–6.	Gubler et al. (1992)
4.	Budapest	1993. május 17–19.	Gubler–Hornik (1993)
5.	Varsó	1994. június 8–11.	Gubler–Hornik (1994)
6.	Helsinki	1995. május 3–6.	Gubler–Hornik (1995)
7.	Ankara	1996. május 22–25.	Gubler–Hornik (1996)
8.	Szófia	1997. június 4–7.	Gubler–Hornik (1997)
9.	Bad Neuenahr-Ahrweiler	1998. június 10–13.	Gubler–Hornik (1999)
10.	Prága	1999. június 2–5.	Gubler et al. (1999)
11.	Tromsö	2000. június 22–24.	Torres–Hornik (2000)
12.	Dubrovnik	2001. május 16–18.	Torres–Hornik (2002)
13.	Ponta Delgada	2002. június 5–8.	Torres–Hornik (2003)
14.	Toledo	2003. június 4–7.	Torres–Hornik (2004)
15.	Pozsony	2004. június 2–5.	Torres–Hornik (2005)
16.	Bécs	2005. június 1–4.	

1b táblázat. Az IAG „Európai geoid” albizottságának tudományos szimpóziумai

Szsz.	Helye	Időpontja	Hivatkozás
1.	Prága	1992. május 11–14.	Holota, P. – Vermeer, M. (1992)
2.	Budapest	1998. március 10–14.	Vermeer, M. – Ádám J. (1998)

1c táblázat. A NATO Geodéziai és geofizikai munkacsoportjának (GGWG) ülései

Szsz.	Helye	Időpontja	Hivatkozás
1.	Budapest	1994. november 22–23.	NATO GGGW (1994)
2.	Stupava	1996. szeptember 9–11.	NATO GGGW (1996)

A TWG munkájában annak megalakulásától kezdve részt veszünk Magyarországról: Czobor Árpád (1992), Ádám József (1993–2004) és Kenyeres Ambrus (2000–) (2. táblázat). A TWG 31 ülésén vettem részt az elmúlt 11 év során, amelyekből három ülést személyesen szerveztem meg. Tagként aktívan működtem közre a TWG által létrehozott négy munkabizottságban (Augath et al. 2000; Ihde et al. 1999a, 2002a és 2003).

2. táblázat. Az IAG EUREF albizottság technikai munkacsoportjának (TWG) ülései

Szsz.	Helye	Időpontja	Magyarországról résztvevő (TWG-tag)	Hivatkozás
1.	Párizs	1992. szeptember 17.	Czobor Árpád	Gubler–Hornik (1993)
2.	München	1993. április 19–20.	Ádám József	Gubler–Hornik (1993)
3.	Bad Neuenahr-Ahrweiler	1993. szeptember 29–30.	Ádám József	Gubler–Hornik (1994)
4.	Párizs	1994. március 17–18.	Ádám József	Gubler–Hornik (1994)

Sz.	Helye	Időpontja	Magyarországról résztvevő (TWG-tag)	Hivatkozás
5.	Varsó	1994. június 7–8.	Ádám József	Gubler–Hornik (1994)
6.	Bad Homburg	1994. december 15–16.	Ádám József	Gubler–Hornik (1995)
7.	Bern	1995. március 9–10.	Ádám József	Gubler–Hornik (1995)
8.	Helsinki/ Kirkkonummi	1995. május 2.	Ádám József	Gubler–Hornik (1995)
9.	Párizs	1995. október 9–10.	Ádám József	Gubler–Hornik (1995)
10.	Bingen	1996. február 9.	Ádám József	Gubler–Hornik (1996)
11.	Ankara	1996. május 21.	Ádám József	Gubler–Hornik (1996)
12.	Brüsszel	1996. november 21–22.	Ádám József	Gubler–Hornik (1996)
13.	Budapest	1997. február 12–13.	Ádám József	Gubler–Hornik (1997)
14.	Szófia	1997. június 2–3.	Ádám József	Gubler–Hornik (1997)
15.	Delft	1997. december 4–5.	Ádám József	Gubler–Hornik (1997)
16.	Budapest	1998. március 9–10.	Ádám József	Gubler–Hornik (1999)
17.	Bad Neuenahr- Ahrweiler	1998. június 9.	Ádám József	Gubler–Hornik (1999)
18.	Párizs	1998. október 26–27.	Ádám József	Gubler–Hornik (1999)
19.	Bern	1999. március 8–9.	Ádám József	Gubler et al. (1999)
20.	Prága	1999. június 1.	Ádám József	Gubler et al. (1999)
21.	Drezda	1999. október 28–29.	Ádám József	Gubler et al. (1999)
22.	Brüsszel	2000. március 20–21.	Ádám József	Torres–Hornik (2000)
23.	Tromsø	2000. június 21.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2000)
24.	Lisszabon	2000. október 9–10.	Ádám József	Torres–Hornik (2000)

Sz.	Helye	Időpontja	Magyarországról résztvevő (TWG-tag)	Hivatkozás
25.	München	2001. február 15–16.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2002)
26.	Dubrovnik	2001. május 15.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2002)
27.	Padova	2001. október 1–2.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2003)
28.	Bern	2002. március 14–15.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2003)
29.	Ponta Delgada	2002. június 4.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2003)
30.	Delft	2002. november 7–8.	Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2003)
31.	Párizs	2003. március 6–7.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2004)
32.	Toledo	2003. június 3.	Ádám József Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2004)
33.	Frankfurt	2003. november 10–11.	Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2004)
34.	Budapest	2004. március 22–23.	Kenyeres Ambrus Ádám József	Torres–Hornik (2005)
35.	Pozsony	2004. június 1.	Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2005)
36.	Prága	2004. november 8–9.	Kenyeres Ambrus	Torres–Hornik (2005)
37.	Brüsszel	2005. március 14–15.	Kenyeres Ambrus	
38.	Bécs	2005. május 31.		

Közreműködtem a magyar geodéziai alaphálózati adatoknak az illetékes európai feldolgozó központokba történő előkészítésében és átadásában, valamint a megfelelő dokumentálásban (Ehrnsperger et al. 1997; Ádám 1997b; Ádám et al. 1999). Az EUREF szimpóziumaira a kapcsolódó magyarországi tevékeny-

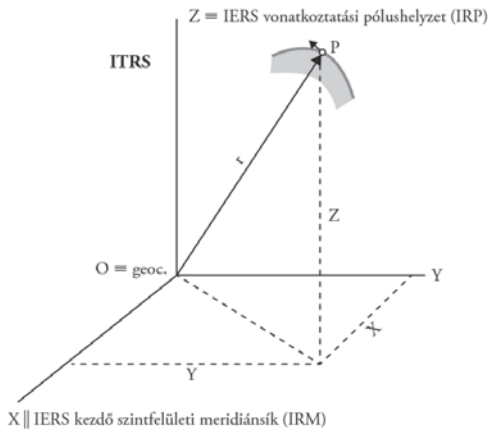
ségről beszámolókat és előadásokat (pl. Ádám et al. 1997b és 1999), továbbá a hazai szakmai közönség számára pedig az egyes EUREF-szimpozíriumok és TWG-ülések munkájáról összefoglaló tájékoztatókat (pl. Ádám 1993 és 1996) készítettem és jelentettem meg. Többször voltam az EUREF-szimpozíriumokon a határozathozatali bizottság tagja.

2. GEODÉZIAI VONATKOZTATÁSI RENDSZEREK EURÓPÁBAN

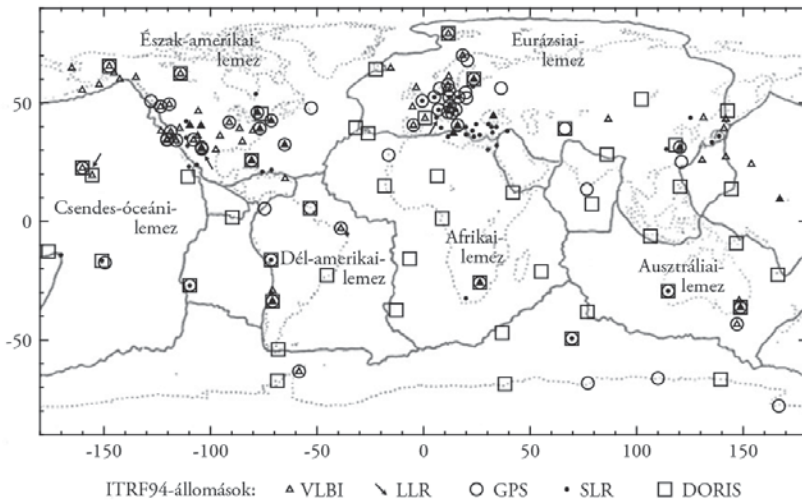
2.1. A nemzetközi földi vonatkoztatási rendszer (ITRS)

A geodézia az 1900-as évek elejétől a földi pontok helyzetének meghatározásához a földtesthez (minél jobban) kötött és a Földdel együtt forgó vonatkoztatási (koordináta-) rendszert használ. Ennek megvalósítására határozták meg az 1900,0–1906,0 közötti pólushelyzetek középértékeként az egyezményes (konvencionális) nemzetközi kezdőpontot (*Conventional International Origin*, CIO), valamint a greenwichi közepes szintfelületi meridiánt (*Greenwich Mean Astronomic Meridian*), amelyet BIH- (*Bureau International de l'Heure*, Nemzetközi Időszolgálat) kezdőmeridiánnak is neveztek. Rájuk építve vezette be az IUGG/IAG 1967-ben az egyezményes (közepes) földi rendszert (*Conventional Terrestrial System*, CTS), amelyet CIO-BIH rendszernek is neveztek. Ennek több, későbbi változata volt az 1900-as évek utolsó egy-két évtizedéig (Ádám 1986a, b). A fejlődés következő állomásaként az 1988. január 1-je óta működő IERS (*International Earth Rotation and Reference Systems Service*, Nemzetközi Földforgási és Vonatkoztatási Rendszerek Szolgálat, <http://www.iers.org>) tevékenységére támaszkodva az IUGG és annak egyik alkotó szövetsége, az IAG 1991-ben vezette be a *nemzetközi földi vonatkoztatási rendszert* (*International Terrestrial Reference System*, ITRS, <http://www.iers.org/iers/pc/itrs>).

Az ITRS az IERS által kozmikus geodéziai mérések és elméleti modellek alapján meghatározott, a Földdel együtt forgó, geocentrikus földi vonatkoztatási rendszer. Kezdőpontja tehát egybeesik (\pm néhány milliméterre) az óceánok, a tengerek és az atmoszféra tömegét is magában foglaló teljes Föld tömegközéppontjával. A vonatkoztatási rendszer hosszegysége a méter (SI-mértékegység). Tengelyeinek tájékozása összhangban van a BIH által 1984,0 epochában meghatározott vonatkoztatási rendszer (*BIH Terrestrial System*, BTS; [Ádám 1986a, b]) tengelyeivel. Ennek megfelelően a + Z tengely az IERS által meghatározott pólus (*IERS Reference Pole*, IRP) irányába mutat. Az X tengely pedig az IERS által meghatározott kezdő szintfelületi meridiánsík (*IERS Reference Meridian*, IRM) és a Z tengelyre a geocentrumban (a kezdőpontban) merőleges sík metszéspontjában van. A + Y tengely a + X és a + Z tengellyel jobb sodrású rendszert alkot (1. ábra). Az ITRS alapirányai (IRP és IRM) a BTS (korábban a CIO-BIH) rendszer alapirányáival mintegy $\pm 0,005''$ -en belül összhangban vannak ($0,001''$ iránykülönbség a Föld felszínén 3 cm-nek felel meg).



1. ábra. A nemzetközi földi vonatkoztatási rendszer (ITRS)



2. ábra. Az ITRF94 állomásainak eloszlása. Az egyes kozmikus geodéziai mérési technikák a következők: VLBI (nagyon hosszú alapvonalú rádiointerferometria), LLR (Holdra vonatkozó lézeres távolságmérés), GPS (globális helymeghatározó rendszer), SLR (mesterséges holdakra vonatkozó lézeres távolságmérés) és DORIS (Doppler-frekvenciaeltolódás mérésén alapuló egyutas eljárás)

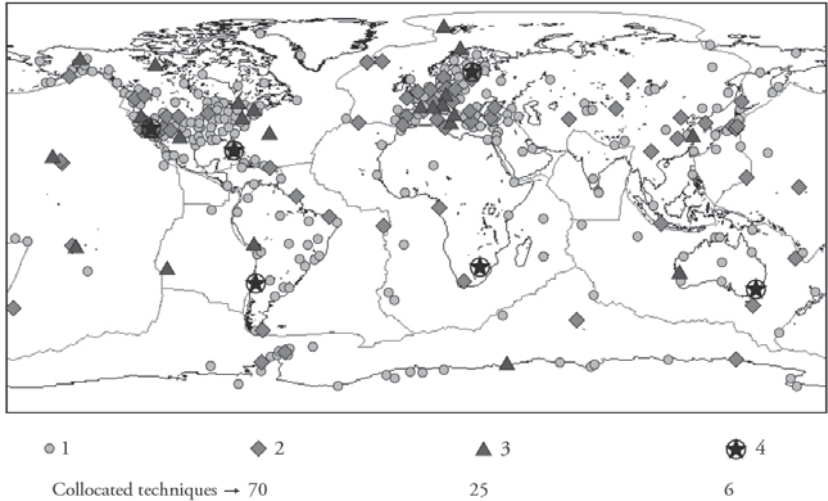
A nemzetközi földi vonatkoztatási rendszert (ITRS) az IERS keretében működő kozmikus geodéziai állomások koordinátái és mozgássebessége valószínűsíti meg a természetben (1. és 2. ábra). Ezek alkotják a *nemzetközi földi vonatkoztatási keretpontok* hálózatát (International Terrestrial Reference Frame = ITRF, <http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF/>). Ezt 1988 (az IERS tevékenységének kezdete) óta rendszeresen bővítik és javítják, amelynek eredményeként különböző ITRF-megvalósulások (realizációkat) nyertek. Ezeket a szakirodalomban ITRF_{yy} jelöléssel látják el, ahol yy kiterjesztés a meghatározás évszámának utolsó két számjegye (3. táblázat). Az elmúlt 16 év folyamán az ITRF-koordináták tehát többször is megváltoztak. Jelenleg az ITRF₀₀ (ITRF₂₀₀₀) jelű nemzetközi földi vonatkoztatási keret áll a rendelkezésünkre (3. ábra) (Altamimi et al. 2002), amelyet a Földünk felszínén mintegy 500 he-

lyen működő állomás több mint 800 pontjának koordinátái ($\pm 0,5-2,0$ cm) és mozgássebessége ($\pm 1-3$ mm/év) valósít meg a természetben.

3. táblázat. Az ITRS és az ETRS89 vonatkoztatási rendszerek kerethálózatai
(a 2004. évi helyzetnek megfelelően)

Ssz.	Az ITRS kerethálózatai	Az ETRS89 kerethálózatai
1.	ITRF88	
2.	ITRF89	ETRF89 (\equiv ITRF89)
3.	ITRF90	ETRF90
4.	ITRF91	ETRF91
5.	ITRF92	ETRF92
6.	ITRF93	ETRF93
7.	ITRF94 (\approx WGS84)	ETRF94
8.	ITRF96	ETRF96
9.	ITRF97	ETRF97
10.	ITRF00 (ITRF2000)	ETRF00 (ETRF2000)

A GPS-műholdak pontos pályadatait ezekben a geocentrikus koordináta-rendszerekben határozták, illetve határozzák meg, és a Nemzetközi GPS Szolgálat (International GPS Service \equiv IGS, <http://igs.cb.jpl.nasa.gov>) tevékenysége keretében teszik közzé. Ezért az egységes európai geodéziai-geodinamikai alapok létrehozásakor a GPS-technika alapul vételével végzett valamennyi helymeghatározás eredményét először ezekben a koordináta-rendszerekben (ITRF_{yy}) kapták, illetve kapják meg (napjainkban ITRF2000-ben).



3. ábra. Az ITRF 2000 állomásainak eloszlása. (A különböző számú kozmikus geodéziai mérési technikát egyidejűleg működtetett földfelszíni állomások számát is feltüntettük)

2.2. Az európai földi vonatkoztatási rendszer (ETRS89)

Az IERS eredményei azt mutatják, hogy az európai kontinentális tábla az ITRS-hez viszonyítva mintegy 2–3 cm/év sebességgel ÉK irányba mozog (4. ábra). Az európai országok annak érdekében, hogy az európai tábla mozgása kisebb mértékben befolyásolja a rajta fekvő állomások (alappontok) földi koordinátáit, 1989-ben elhatározták, hogy az Európában GPS-mérések alapján fokozatosan kiépülő EUREF (European Reference Frame) alapponthálózat (3.1. rész) vonatkoztatási rendszeréül az európai táblához kötött, vele együtt mozgó vonatkoztatási rendszert vezetnek be. Ezt a rendszert *európai földi vonatkoztatási rendszernek* (*European Terrestrial Reference System 1989*, ETRS89) nevezzük (az évszám a vonatkoztatási rendszer bevezetésének évére utal) (<http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF>) (Boucher–Altamimi 1992).



4. ábra. Az EUREF permanens GPS-állomásainak földfelszíni sebességvektora az ITRF96-rendszerben

Az ETRS89 vonatkoztatási rendszer gyakorlati megvalósulását az európai állomásoknak az IERS-tevékenysége keretében és az EUREF folyamatos (permanens) GPS-hálózat (EPN) mérése alapján számított koordinátái és mozgássebessége adja. Ezek alkotják az *európai földi vonatkoztatási keretpontok* hálózatát (*European Terrestrial Reference Frame, ETRF*). Az állomáskoordinátákat a bevezetésükkor úgy határozták meg, hogy az ETRS89-es koordinátáik (ETRF89) azonosak legyenek az ITRF89-es koordinátaikkal, azaz $ETRF89 \equiv ITRF89$. Az ETRS89 vonatkoztatási rendszer kerethálózatát (ETRF) is folyamatosan bővítik és javítják (illetve pontosítják). Ennek megfelelően a különböző ITRF-megvalósulásokkal párhuzamosan Európában az ETRF-realizációkat határozták, illetve határozzák meg (3. táblázat), és alkalmazzák őket az EUREF-hálózat fokozatos bővítése és pontosítása során.

1989 óta az európai állomások ETRS89-koordinátái (ETRFyy) szabályosan eltolódnak az ITRS-koordinátáikhoz (ITRFyy) viszonyítva. A szóban forgó rendszerek közötti eltérés az IERS tevékenysége és az EPN folyamatos mérései alapján nyomon követhető. Az európai és a nemzetközi földi rendszer kapcsolata mintegy ± 1 cm-re megbízható. Az ITRS és az ETRS89 vonatkoztatási rendszerek különböző megvalósulásai (ITRFyy és ETRFyy) közötti átszámítások összefüggései és a vonatkozó paraméterek számszerű értékei a szakirodalomban ismertek (Altamimi–Boucher 2002; Boucher–Altamimi 2001), illetve az internetről letölthetők (<http://lareg.eng.ign.fr/EUREF/memo.pdf>).

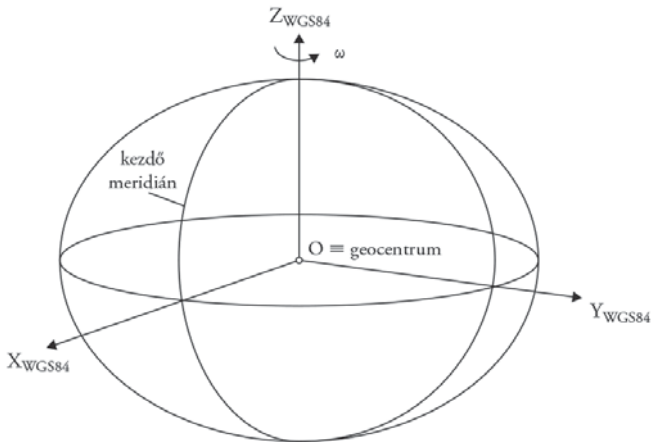
Megjegyezzük, hogy Európa egységes geodéziai-geodinamikai alapjainak kontinentális kiterjedésű fokozatos létrehozása keretében a korszerű műholdas GPS-technika alkalmazásával szélső pontosságú háromdimenziós (3D) hálózatot (*European Reference Frame*, EUREF) hoznak létre, amelynek vonatkoztatási rendszere az ETRS89. Ezt a rendszert a tudományos közösség a legalkalmasabb európai geodéziai vonatkoztatási rendszernek tekinti, amelyet az Európai Bizottság (*European Commission*) minden bizonnyal hivatalos geodéziai dátummá fog nyilvánítani adatainak a vonatkoztatására. A témakörben szervezett munkaiülések és szimpóziumok is azt ajánlják, hogy a jövőben az ETRS89-et használják az EU tagországain belül a különböző projektek és szerződések keretében a földmérési és térinformatikai termékek és adatbázisok térbeli vonatkoztatására, és támogatják az ETRS89 széles körű alkalmazását valamennyi tagállamon belül. Néhány európai szervezet (a polgári repülés, az ipar egyes területei stb.) már egységesen alkalmazza, és néhány EU-tagállamban már nemzeti geodéziai vonatkoztatási rendszerként fogadták el.

2.3. A WGS84 geodéziai világrendszer

A GPS-műholdak által sugárzott fedélzeti pályaadatok vonatkoztatási rendszerre WGS84 (*World Geodetic System 1984*, <http://www.wgs84.com>) néven ismer-

retes. A WGS84 geodéziai világrendszert az USA Védelmi Minisztériumának (*Department of Defense* = DoD) katonai térképészeti szolgálata (*Defense Mapping Agency* = DMA, illetve újabb nevén *National Imagery and Mapping Agency*, NIMA) határozta meg és tette közzé, elsősorban globális méretű katonai térképészeti és navigációs feladatok megoldása céljából. A WGS84 rendszer a DMA korábbi geodéziai világrendszerei (WGS60, WGS66 és WGS72) fokozatos továbbfejlesztésének eredményeként született (DoD 1987; Kumar 1988).

A WGS84 vonatkoztatási rendszer a felsőgeodézia idevágó ismeretanyaga (Bíró 2004) alapján teljeskörűen (geometriai és fizikai értelemben) meghatározott geodéziai vonatkoztatási rendszer koordináta-rendszerének kezdőpontja a Föld tömegközéppontjában van, tehát a rendszer geocentrikus. A Z és az X tengelye azonos a BIH által 1984,0 időpontra meghatározott egyezményes földi rendszer (*Conventional Terrestrial System* \equiv CTS) megfelelő tengelyével (5. ábra). Ennek megfelelően +Z tengelye (Z_{WGS84}) párhuzamos a BIH által 1984,0 időpontra meghatározott egyezményes földi pólus (*Conventional Terrestrial Pole* = CTP) irányával. A +X tengely a Z tengelyre a tömegközépponton átmenő



5. ábra. A WGS84 geodéziai vonatkoztatási rendszer

merőleges sík és a WGS84 vonatkoztatási meridiánsíkjának metszészonalában van. A WGS84 vonatkoztatási meridiánsíkja párhuzamos a BIH által 1984,0 időpontra meghatározott kezdő meridiánsíkkal. A $+Y_{\text{WGS84}}$ tengely a $+X_{\text{WGS84}}$ és a $+Z_{\text{WGS84}}$ tengellyel jobb sodrású rendszert képez. A WGS84 vonatkoztatási (koordináta-) rendszer gyakorlati megvalósítását az *amerikai tengerészeti navigációs műboldrendszer (Navy Navigation Satellite System, NNSS)* Dopplerméréseinek feldolgozásánál alkalmazott NSWC9Z-2 jelű koordináta-rendszer megfelelő módosításával érték el (Ádám 2004a).

A rendszer geometriai alapfelülete a WGS84 jelű vonatkoztatási ellipszoid, amelyet a WGS84 vonatkoztatási rendszerének kezdőpontjára (a Föld tömegközéppontjára) és koordináta-tengelyeire illesztve (5. ábra) használunk a gyakorlatban. (A forgási ellipszoid fél nagytengelyének hossza $a = 6\,378\,137$ m és geometriai lapultsága $f = 1/298,257\,223\,563$). A Föld valóságos nehézségi erőterének vizsgálata céljából a vonatkoztatási rendszerhez normál nehézségi erőteret rendeltek, amelynek egyetlen ellipszoid alakú szintfelülete éppen a WGS84 forgási ellipszoid (szintellipszoid). A normál nehézségi erőteret meghatározó négy kiinduló adat számértékét közzétették. Az erőter potenciálfüggvénye gömbfüggvényesorának együtthatóit $n, m = 180$ fokig és rendig határozták meg (összesen 32 755 db számérték), amelyek közül csak az első 355 együttható számértékét tették közzé ($n, m = 18$ -ig bezárólag nyilvános, a többi $n, m = 19$ és 180 között titkos).

A WGS84 vonatkoztatási rendszere és a világon alkalmazott legtöbb helyi és regionális geodéziai dátum közötti ún. dátumeltolódási paramétereket a DMA meghatározta, amelyek a <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/datum/edlist.html> internetes címen elérhetők. A WGS84 vonatkoztatási rendszeréhez síkvetületi koordináta-rendszert is alkalmaznak. Vetülete az UTM (*Universal Transverse Mercator*).

Megjegyezzük, hogy a WGS84 rendszer az 1990-es évek elején csak 1–2 m-re volt összhangban az ITRS és az ETRS89 vonatkoztatási rendszerrel (illetve ezek különböző megvalósulásaival). 1994-ben a WGS84 pontosságát olyan szintre emelték, hogy az összhang már néhány cm-re tehető. Így a geodéziai alkalmazások többségében a WGS84 rendszer használata is elegendő, az ITRS (ITRF_y) rendszerhez, illetve még az ETRS89 (ETRF_y) koordinátákhoz viszonyított eltérések is elhanyagolhatók (különösen a térinformatikai alkalmazások területén).

A WGS84 geodéziai világrendszert a katonai (pl. NATO) és a polgári élet (pl. Eurocontrol) számos területén Európában is kiterjedten alkalmazzák.

2.4. A GRS80 geodéziai vonatkoztatási rendszer

Az IUGG/IAG által 1980-ban elfogadott és gyakorlati alkalmazásra ajánlott nemzetközi geodéziai vonatkoztatási rendszert GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*) jelöléssel használjuk a szakirodalomban. A GRS80 a Föld geometriájának és nehézségi erőterének meghatározására alkalmas, földparamétereket tartalmazó viszonyítási alrendszer, amely jól meghatározott fizikai és geometriai állandók együttese. Geometriai alapfelülete a GRS80 jelű forgási ellipszoid (fél nagytengelyének hossza $a = 6\,378\,137$ m és geometriai lapultsága $f = 1/298,257\,222\,101$), amelyet a fizikai geodéziai feladatok megoldásához szintellipsoidként használunk. Ekkor a GRS80 forgási ellipszoid geocentrikus elhelyezésű, és a CIO-BIH vonatkoztatási rendszer tengelyeire illeszkedik képzeletben (Moritz 2000). A GRS80 geodéziai vonatkoztatási rendszert napjainkban a geoidmeghatározás területén használják általánosan. A geoid európai felületdarabjának meghatározását is a GRS80 geodéziai vonatkoztatási rendszerben végezték (4. rész).

Megjegyezzük, hogy az IAG által ajánlott GRS80 és a WGS84 geodéziai vonatkoztatási rendszer alapirányai nem az ITRS alapirányáival, hanem a korábbi CTS vagy más néven CIO-BIH rendszerével azonosak. A CIO és az IERS vonatkoztatási pólus, valamint a BIH és az IERS kezdő szintfelületi meridiánsík

csékély iránykülönbsége miatt szigorú értelemben a WGS84-koordináták nem ITRS-koordináták. Az alapirányok csékély különbségét ($\pm 0,005''$) és a rendszerek megvalósításának véges megbízhatóságát ($\pm 0,05$ m) tekintve azonban megállapíthatjuk, hogy ezen a megbízhatósági szinten az ITRS, a WGS84 és a GRS80 vonatkoztatási rendszerekben meghatározott megfelelő geodéziai adatok egymással összhangban levőknek tekinthetők ($0,001''$ iránykülönbség a Föld felszínén 3 cm-nek felel meg).

2.5. Az európai magassági vonatkoztatási rendszer (EVRs2000)

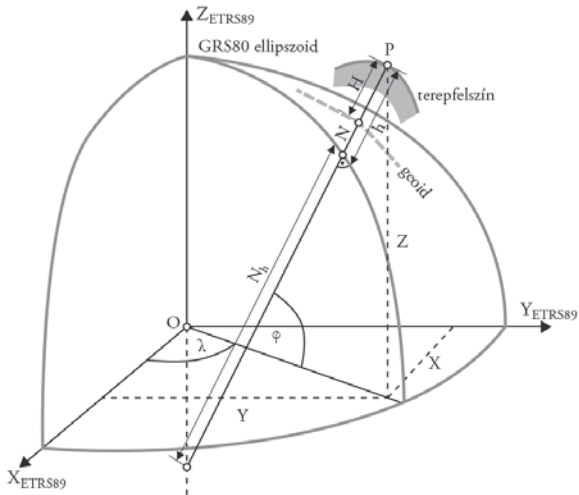
A földi pontok koordinátáit a GPS-technika alkalmazásával a tárgyalt vonatkoztatási rendszerekben (ITRS, ETRS89, WGS84) háromdimenziójú (3D) térbeli derékszögű koordináták (X, Y, Z) formájában kapjuk meg. Az ITRS és az ETRS89 rendszerek realizációit is az X, Y, Z koordináták halmaza adja. A legtöbb geodéziai alkalmazás azonban az ellipszoid földrajzi koordináták (φ , λ , h) használatát, a Föld felszínéhez kötöttségünk miatt felületi, ún. *ellipszoidi földrajzi koordináta-rendszer* alkalmazását igényli (6. ábra). Az IAG EUREF albizottságának határozata alapján az ETRS89 vonatkoztatási rendszerben meghatározott X, Y, Z térbeli derékszögű koordinátákból a GRS80 forgási ellipszoid geometriai adatainak felhasználásával számítunk ellipszoidi földrajzi szélesség (φ), hosszúság (λ), valamint ellipszoid feletti magassági (h) értéket az

$$X = (N_h + h) \times \cos \varphi \times \cos \lambda$$

$$Y = (N_h + h) \times \cos \varphi \times \sin \lambda \quad (1)$$

$$Z = [N_h \times (1 - e^2) + h] \times \sin \varphi$$

összefüggések alapján, ahol N_h az ellipszoid harántgörbületi sugara és az e az ellipszoid első excentricitása. Az első két koordinátát (φ , λ) vízszintes meghatározónak, a harmadikat (h) magasságnak nevezzük, amely az ellipszoid és az adott pont távolsága.



6. ábra. Ellipszoidi földrajzi koordináták az európai földi vonatkoztatási rendszerben (ETRS89)

A gyakorlati életnek a valódi tengerszinthez kapcsolódó igen sokféle kötődése miatt a harmadik koordinataként gyakorlatilag a pontnak a tengerszint feletti magasságát (H) használjuk. Valamely földfelszíni pontban az ellipszoid és a tengerszint feletti magasság (h és a H) közötti összefüggést a

$$h = H + N \quad (2)$$

kifejezés adja meg, ahol N a pontban a tengerszintnek (a geoidnak) a távolsága a vonatkozási ellipszoidtól.

Az IAG EUREF albizottságának határozata alapján az európai magassági vonatkoztatási rendszer (European Vertical Reference System 2000, EVRS2000; <http://crs.bkg.bund.de/evrs>) alapszintfelülete az amszterdami mareográf-állomás (Normaal Amsterdams Peils, NAP) nullapontján átmenő szintfelület (az Északi-tenger középszintje) (Mäkinen 2004). Az európai magassági alapszintfelület (amszterdami alapszint) W_0 potenciálértéke a GRS80

geodéziai vonatkoztatási rendszer szintellipsoidjának U_0 potenciálértékével azonos ($W_0 = U_0 = 62\,636\,860,85\text{ m}^2\text{s}^{-2}$; Moritz 2000). Az EVRS2000 magassági vonatkoztatási rendszert az egységes európai szintezési hálózat (UELN) magassági főlappontjainak az amszterdami alapszintre vonatkozó geopotenciális mérőszáma és ebből számított normálmagassága valósítja meg a természetben. Ezek alkotják az európai magassági vonatkoztatási keretpontok hálózatát (*European Vertical Reference Frame 2000*, EVRF2000).

A 3D-s helymeghatározás teljessé tételéhez is a (2) képlet értelmében még meg kell határozni a geoid és az ellipsoid egymáshoz képest elfoglalt térbeli felületi különbségeit, az N geoid-ellipsoid merőleges távolságot, az ún. geoidundulációt. Ezért jelenleg is kiemelt tevékenységet folytatnak a geoid európai felületdarabjának meghatározására (4. rész), amelyhez a GRS80 geodéziai vonatkoztatási rendszert veszik alapul.

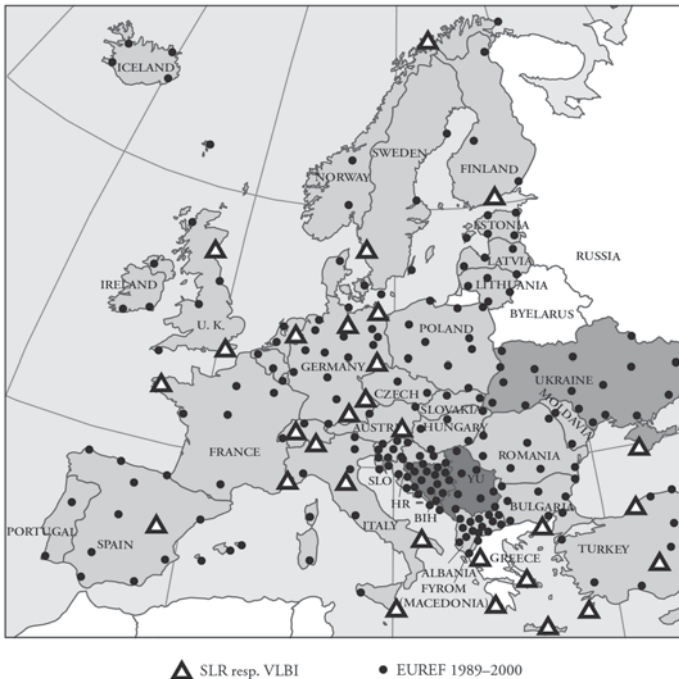
3. EGYSÉGES EURÓPAI GEODÉZIAI- GEODINAMIKAI HÁLÓZATOK FOKOZATOS LÉTREHOZÁSA

A továbbiakban röviden bemutatjuk az egyes európai hálózatok főbb jellemzőit, valamint Magyarország hozzájárulását az egységes geodéziai alapok létrehozásához.

3.1. Az EUREF-hálózat

Mivel az 1980-as évek során a műholdas helymeghatározás, elsősorban a GPS-technika alkalmazásának elvén alapuló geodéziai hálózatok iránti általános igény folyamatosan növekedett, ezért 1987–1988 folyamán elhatározták a közös európai háromdimenziós geodéziai hálózat (elnevezésére is használatos az EUREF [European Reference Frame] betűszó) és vonatkoztatási rendszer (ETRS89) létrehozását, majd később ennek fokozatos továbbfejlesztését.

A GPS-technológia előnyeinek felismerését követően, 1989-ben hajtották végre az első GPS-mérési kampányt Európa nyugati felében annak érdekében, hogy a GPS-mérések céljára alapponthálózatot létesítsenek. Az ún. EUREF-hálózatot a műholdas lézer- (SLR-) és VLBI-állomások európai hálózatára alapozva hozták létre (7. ábra). Évenkénti csatlakozó mérési kampányok sorozatával az EUREF-hálózat egyre inkább Európa keleti része felé bővült. 2004 végéig csak Fehéroroszország és Oroszország nem csatlakozott a hálózathoz, annak ellenére, hogy Oroszország GPS-mérések alapján már létrehozta saját önálló 3D-s hálózatát (Demianov et al. 2002). Az EUREF-hálózathoz csatlakozott már Törökország és 2002-ben Örményország is (Jivall–Norin 2004).



7. ábra. Az EUREF-hálózat pontjai (a 2001. évi helyzetnek megfelelően)

Az EUREF-hálózat létrehozásának célja lényegében hármas:

- a) alkalmas vonatkoztatási rendszer (ETRS89) megvalósítása geodéziai és geodinamikai alkalmazásokhoz Európában,
- b) transzformációs (átszámítási) paraméterek meghatározása az EUREF és az egyes országok geodéziai hálózatai között és
- c) egységes 3D alapponthálózat biztosítása az egyes országok számára a sűrítés céljából.

Az EUREF-hálózathoz csatlakozó GPS-mérési kampányok eredményeit az EUREF/TWG tekinti át és fogadja el. Az eredmények minősítése céljából a mérési kampány típusától függően (1992 előtti vagy 1992 utáni mérésről, illetve permanens állomások folyamatos méréseiről van-e szó) három pontossági osztályba sorolja a meghatározott koordinátákat (Boucher–Altamimi 1992):

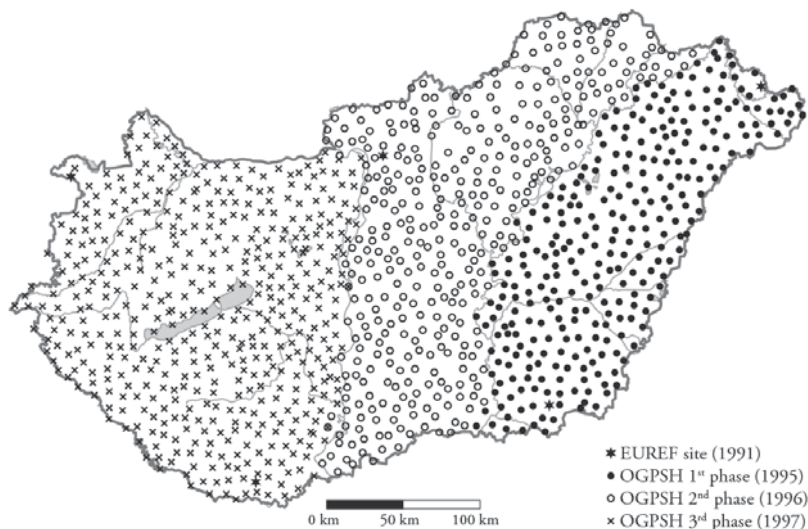
- *A osztály*: mindhárom meghatározott koordináta pontossága 1 cm a mérési időponttól függetlenül. Ilyen pontosságot jelenleg a permanens állomások (EPN) mérései alapján érnek el.
- *B osztály*: a koordináták pontossága 1 cm, de csak a mérési időtartamra vonatkozóan. Az 1993 óta végzett csatlakozó GPS-mérési kampányok eredményei már ebbe a pontossági osztályba sorolhatók.
- *C osztály*: az 1989–1992 között végzett GPS-mérésekből nyert koordináták pontossága mintegy 5 cm körüli.

Az EUREF albizottság TWG-ülésein részletesen elemeztük az EUREF-hálózat és vonatkoztatási rendszer bővítésével és további pontosításával kapcsolatos feladatokat. Nyugat-Európa egyes országaiban (pl. Németország, Hollandia, Belgium, Dánia, Svájc, de már Magyarországon is) hozzáfogtak

az EUREF-pontok koordinátáinak pontosításához újabb mérések bevonásával. Ennek oka egyrészt az, hogy az 1989 után végzett mérések – a GPS-technika fejlődése miatt – már megbízhatóbbak, másrészt a volt szocialista országok bekapcsolása során nagyobb számú ponton végeztek méréseket. Ennek következtében ebben a térségben az EUREF-pontok sűrűsége és a koordináták megbízhatósága is nagyobb. (Általános vélemény, hogy az elmúlt évtizedek alatt hagyományos geodéziai módszerekkel felépített vízszintes [háromszögelési] és magassági [szintezési] hálózataink megbízhatósága is nagyobb a nyugat-európai országok megfelelő hálózatainak pontosságánál.)

Számos ország már a sűrítő hálózatot is létrehozta. Állami alapmunkák keretében Magyarország öt ponton végzett GPS-mérésekkel 1991-ben csatlakozott az EUREF-hálózathoz (Seeger et al. 1993). A csatlakozó méréseket 2002-ben 9 ponton (közülük három pontot 1991-ben is meghatároztak) újra elvégezték (Kenyeres et al. 2003). A sűrítő hálózatot (Országos GPS Hálózat \equiv OGPSH) 1994–1998 között alakították ki (8. ábra) (Borza 1998). Az OGPSH-ra vonatkozó eredményeket számítógépes hálózaton is elérhető adatbázisba szervezték. A hagyományos úton előállított és térképészeti munkánk alapját képező EOVA (egységes országos vízszintes alapponthálózat) megfelelő pontossággal illeszkedik az EUREF-be.

Az EUREF-hálózat európai szinten egységes, összefüggő hálózat, amelynek vonatkoztatási rendszere az ETRS89, amely az európai kontinenssel együtt mozog. Több ország (Dánia, Horvátország, Lengyelország és Norvégia) ma már az ETRS89 vonatkoztatási rendszert nemzeti koordináta-rendszerként is alkalmazza. Magyarországon a jelenlegi földmérési gyakorlat értelmében a GPS-mérések vonatkoztatási koordináta-rendszerében nyert koordinátákat átszámítjuk EOVS vetületi síkkoordinátákká és balti magasságokká. Nemzetközi együttműködéseink során viszont már az ETRS89 alkalmazása a célszerű.



8. ábra. Az országos GPS-hálózat (OGPSH) pontjai

Az EUREF-hálózat világviszonylatban napjaink legjobban szervezett regionális hálózata, és kielégíti az alaphálózattal szemben támasztott legmagasabb pontossági követelményeket is. Ez a hálózat a gerince az egyes országok GPS-hálózatának, és alapul szolgál a légköri és geodinamikai vizsgálatokhoz.

3.2. Az EUREF permanens GPS-hálózata (EPN)

A folyamatosan üzemelő, ún. permanens GPS-állomások európai hálózatának (EUREF Permanent Network \equiv EPN) alapvető szerepe van az EUREF-hálózat ETRS89 vonatkoztatási rendszerének folyamatos fenntartásában és a geodinamikai vizsgálatokban. A hálózatban 2005 januárjában 166 permanens GPS-állomás működik Európa-szerte (9. ábra). A hálózat létrehozását 1995-ben kezdték el, és azóta folyamatosan (évente átlagosan 14 állomással) bővül. Az EUREF permanens GPS-hálózatban Magyarországot négy állomás kép-

viseli: 1996 márciusa óta PENC (a FÖMI KGO referenciapontja), továbbá 2001-től OROS (Orosháza), 2002-től NYÍR (Nyírbátor), valamint 2004-től BUTE (a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke; <http://www.geod.bme.hu>) elnevezésű pontok.



9. ábra. Az EUREF permanens GPS-állomások hálózata (EPN) (a 2004. évi helyzetnek megfelelően)

Az EUREF permanens GPS-hálózat az egész Földre kiterjedő (globális) IGS- (Nemzetközi GPS-szolgálat) hálózat európai kontinensre vonatkozó sűrítő hálózatának tekinthető. Az IGS a Föld felszínén globálisan eloszló, több

mint 300 folyamatosan üzemelő GPS-állomás hálózatán alapszik. A GPS-műholdak pályaelemeinek és órahibáinak legpontosabb meghatározását végzik, és alapvető hozzájárulást képeznek a jelenleg legpontosabb globális vonatkoztatási rendszer, az ITRS megvalósításában.

Az EPN-állomások nagy pontosságú GPS-vevő berendezései jól meghatározott és részletesen kidolgozott szabványok és előírások alapján működnek, amelyek biztosítják az EPN hatékonyságát és szolgáltatásainak magas minőségét.

Az állomások mérési anyagát több adatközpont gyűjti, majd 16 feldolgozó központ értékeli ki (heti ún. SINEX-fájlokat szolgáltatva). A feldolgozás egységes számítási elvek szerint történik, minden állomást legalább három központnak kell feldolgoznia. A FÖMI-KGO az EPN egyik ilyen feldolgozó központja, a Bernese programmal heti rendszerességgel végzi 20 permanens állomás méréseinek az analízisét. A feldolgozó központok által előállított heti megoldásokból az EPN kombinációs központban (BKG, Frankfurt) ún. kombinált heti SINEX-megoldást vezetnek le. A levezetett koordináták pontossága vízszintes értelemben 1–3 mm, magassági értelemben pedig 6 mm körül van.

Az EPN gyakorlati irányítását, a munkálatok összehangolását Brüsszelben, a Belga Királyi Observatóriumban (ORB) működő központi iroda (EPNCB) végzi, weboldalán (<http://www.epncb.oma.be>) részletes információk találhatók az EPN felépítéséről, feladatairól és eredményeiről. A kombinált heti SINEX-fájlok szabadon elérhetők a fenti weboldalon.

Az EPN természetszerűleg alapvető szerepet játszik Európában az egész kontinensre kiterjedően a tektonikus deformációk nyomon követésében, a hosszú távú időjárás-monitorozásban és a GNSS-adatok internetes alapú szétterjesztéséhez (EUREF-IP projekt keretében) szükséges szabványok és hatékony működési feltételek kidolgozásában.

Az EUREF-IP projekt célja a helymeghatározási célú adatoknak hozzáférhetővé tétele a mobiltérképezés számára, valamint valós idejű információk szolgáltatása a nagy ipari szerkezetű építkezések, a térinformatika, a helymeghatározás és a navigáció érdekében. A gyakorlati alkalmazások bővítése (pl. valós idejű pályameghatározás és az ionoszféra/troposzféra paraméterek becslése) céljára egyre több EPN-állomás méréseit fogják bevonni a hálózatba. Az EUREF-IP projektben Magyarországról a FÖMI-KGO (Penc) és a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszéke (BUTE) vesz részt.

A koordinátaidősor-analízis elnevezésű projekt kidolgozását a FÖMI-KGO-ban végzik. A projekt feladata a permanens állomások idősorának elemzése (Kenyeres et al. 2002). A javított idősorok lehetővé teszik az egyes állomások sebességének pontosabb meghatározását, támogatják az ETRS89 vonatkoztatási rendszer pontosabb fenntartását. A hálózat pontjain végzett folyamatos mérések eredményeiből nyert koordináta-idősorok (egészében véve jó összhangban az ún. NNR-NUVEL1A jelű, a nemzetközi szakmai közösségek által elfogadott geofizikai-geológiai táblamozgási modellből nyert eredménnyel) jól mutatják, hogy az eurázsiai táblalemez mintegy 2–3 cm/év sebességgel mozog ÉK irányban az ITRS geocentrikus vonatkoztatási rendszer koordináta-rendszerében.

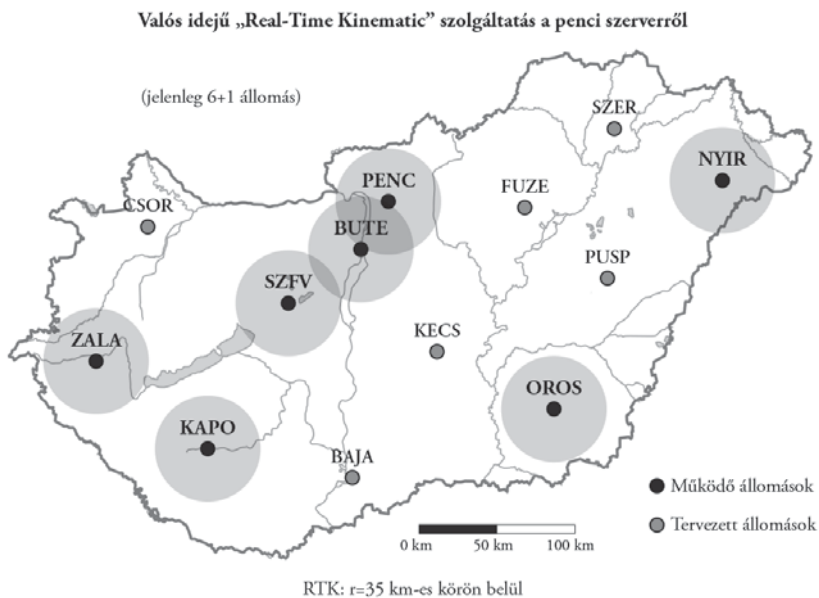
A 2.2 pontban már említettük, hogy az ITRS és az ETRS89 vonatkoztatási rendszerek egyes megvalósulásai (ITRF_y és ETRF_y) közötti átszámítás nagy pontossággal elvégezhető. A szóban forgó transzformáció számszerűen figyelembe veszi az ITRF89 és az aktuális ITRF_y koordináta-rendszerek kezdőpontjai közötti eltéréseket, valamint az eurázsiai táblalemez szögsebességének három összetevőjét az adott ITRF_y rendszerben. Lehetőség van azonban az európai kontinensen belüli mozgásviszonyok számbavételére is, ha az adott pontokban ismertek lennének a földfelszíni sebességértékek az ETRS89 rendszerben. Mivel ezek az EPN-pontokban ismertek, ezért ezek alapul véte-

lével ún. *sebességmező*-modell kidolgozását kezdték el megfelelő sűrűségben az európai kontinens egészére vonatkozóan (Altamimi 2004). A GPS-méréseken alapuló helymeghatározás pontosságára már olyan magas szintet ért el, hogy szükség van a kontinensen belüli sebességadatokra a szükséges transzformáció (ITRF_{yy} → ETRF89) még pontosabb elvégzéséhez. De alapvető szerepet játszanak az európai kontinens igen bonyolult földfelszíni mozgásviszonyainak (aktív szeizmikus tevékenység a Földközi-tenger térségében, Kárpát–Balkán régió recens kéregmozgása, a Skandináv-tábla emelkedése stb.) modellezésére is.

Az EUREF és az EPN az összes tevékenységének kifejlesztésére jól összehangolt szervezeti keretet alakított ki a közreműködő intézetek számára az együttműködés, az erőforrások megosztása, továbbá a GNSS (*Global Navigation Satellite System*, globális navigációs műholdrendszer) követési és kiegészítő adatok, valamint más kapcsolódó szolgáltatások nyilvánosan elérhetővé tétele céljából. Ez a szervezeti keret képezi a háttérét a SCIGAL (Earth Science Applications using GALILEO) elnevezésű projektnek, amely a GALILEO elnevezésű navigációs műholdrendszer használatán alapuló földtudományi alkalmazások témakörére terjed ki. A SCIGAL projekt azt tűzi ki célul, hogy egy operatív európai GNSS állomáshálózati infrastruktúrát hozzanak létre a GALILEO és a GPS navigációs műholdrendszer teljes körű alkalmazhatóságának a vizsgálatára, abból a célból, hogy nagy pontosságú alkalmazásokat biztosítson a geodézia, a geofizika, a meteorológia, az időszolgáltatás és a navigáció területén, amelyek a jelenlegi helyzethez képest előrelépést jelentenek. További cél még annak elérése, hogy Európa világelső legyen a GNSS-kutatás, különösen a GALILEO rendszer kiterjedt alkalmazásának a területén.

Az EPN-állomásokat alapul véve hozzák létre az egyes országok az aktív (folyamatosan üzemelő) GPS-hálózatukat úgy, hogy a pontos helymeghatározáshoz szükséges információt interneten keresztül továbbítják az egyre szélesebb felhasználói kör számára. Így például Magyarországon a FÖMI-KGO

2003-ban kezdte meg a gpsnet.hu elnevezésű aktív GNSS-hálózat kiépítését. A KGO-ban üzemeltetett hálózat a BME állomásával (BUTE) együtt 13 permanens állomásból áll, amelyből 8 már működik (Horváth 2004). Az állomások 60 km-es körzetében kétfrekvenciás vevővel egy órán belül 1–3 cm pontossággal végezhető pontmeghatározás geodéziai utófeldolgozó szoftverekkel. Valós időben differenciális korrekciókat használva kód mérésével az elérhető pontosság 1 m körül van. Viszont ún. RTK-korrekciókat használva fázisméréssel a permanens állomások 35 km-es körzetében néhány cm-es pontosságú helymeghatározás érhető el valós időben (10. ábra, <http://www.gpsnet.hu>).



10. ábra. A gpsnet.hu működő RTK-állomásainak eloszlása (a 2004. évi helyzetnek megfelelően)

3.3. Egységes európai magassági hálózatok (UELN, EUVN)

A kontinentális kiterjedésű európai geodéziai alapok létrehozása a vízszintes és a GPS-méréseken alapuló 3D-s koordináták mellett egységességet igényel a magassági összetevőben is. A digitális kartográfiai adatbázisok európai szintű hasznosításához egységes magassági rendszerre van szükség. Mivel Európa mindegyik országa a saját nemzeti magassági rendszerét használja még mind a mai napig, ezért az IAG EUREF albizottsága és a CERCO VIII. (felsőgeodézia) munkabizottsága 1994-ben határozta el, és ajánlásban fogalmazta meg az egész kontinensre kiterjedő egységes európai magassági rendszer létrehozását. Ezt első lépésben a nyugat-európai országok elsőrendű szintezési hálózatainak egységbefoglalásával korábban létrehozott egységes európai szintezési hálózat (UELN₅₅, UELN₇₃) fokozatos kiterjesztésével, pontosításával és újraszámításával alakítják ki.

Az UELN₉₅ elnevezés alatt újjólag elkezdett egységes európai szintezési hálózat létrehozásának célja az, hogy

- a) egységes magassági dátumot létesítsenek Európában legalább 0,1 m-es pontossági szinten a gyakorlati alkalmazás céljára, amelyet az európai országok közötti együttműködés erőteljesen igényel, és
- b) a jelenkori kéregmozgás tudományos vizsgálata céljára szélsőpontosságú kinematikus hálózatot létesítsenek az IAG keretei között.

A vonatkozó projekt keretében az egységes európai szintezési hálózatot (UELN₉₅) újból kiegyenlítették, majd fokozatosan bővítették a Közép- és Kelet-Európa országai felsőrendű szintezési hálózatának csatlakoztatása alapján. A hálózat (UELN_{95/98}) jelenlegi alakzata a *II. ábrán* látható. Az UELN magassági kiinduló pontja Amszterdam (amszterdami alapszint). Magyarország EOMA (egységes országos magassági alapponthálózat) I. rendű hálózatára



11. ábra. UELN95/98 jelű egységes európai szintezési hálózat (a 2002. évi helyzetnek megfelelően)

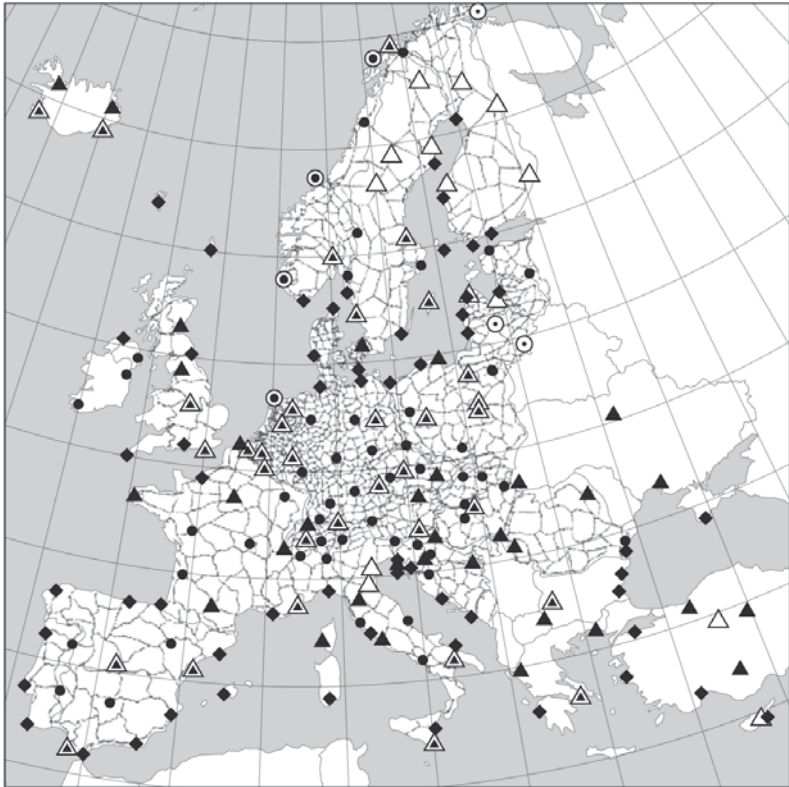
vonatkozó geopotenciális számokat 1994-ben adtuk át a hannoveri feldolgozó központba (Ádám et al. 1999). Ezzel Magyarország a kelet-közép-európai országok közül elsőként csatlakozott az UELN-hez. Az eredmények alapján hazánk szintezési hálózata minőségileg a legjobb (12. ábra) (az 1 km-es szintezési hosszra vonatkozó egységű mérés középhibája Magyarország hálózata esetén a legkisebb, amelynek értéke 0,50 kGal mm). A szintezési hálózatok európai szintű egységbe foglalását folytatják.



12. ábra. A kiegyenlített geopotenciális mérőszámoknak az amsterdami mareográf-állomás magassági nullpontjához viszonyított középpontjaink a [kGal.mm]-egységben feltüntetett izovonalai

1997-ben egy GPS-mérési kampány (EUVN97), valamint szintezési és gravimetriai adatok felhasználásával hozták létre az európai magassági vonatkoztatási hálózatot (European United Vertical GPS Reference Network 1997, EUVN97) (13. ábra). Az EUVN97-hálózatot az EUREF, továbbá a nyugat-európai országok korábbi UELN magassági hálózata, a volt szocialista országok egységes szintezési hálózata (United Precise Levelling Network, UPLN),

valamint az európai mareográf-állomások hálózata (European Primary Tide Gauge Network, EPTN; Wöppelmann et al. 2000) kiválasztott pontjai alkotják.



- | | |
|----------------------------------|---|
| ▲ EUREF sites | ⊙ GPS permanent stations - nodal points |
| △ GPS permanent stations - EUREF | ◆ Tide gauge sites |
| △ GPS permanent stations | ⊙ GPS permanent stations - tide gauge |
| ● UELN & UPLN nodal points | ∕ UELN lines |

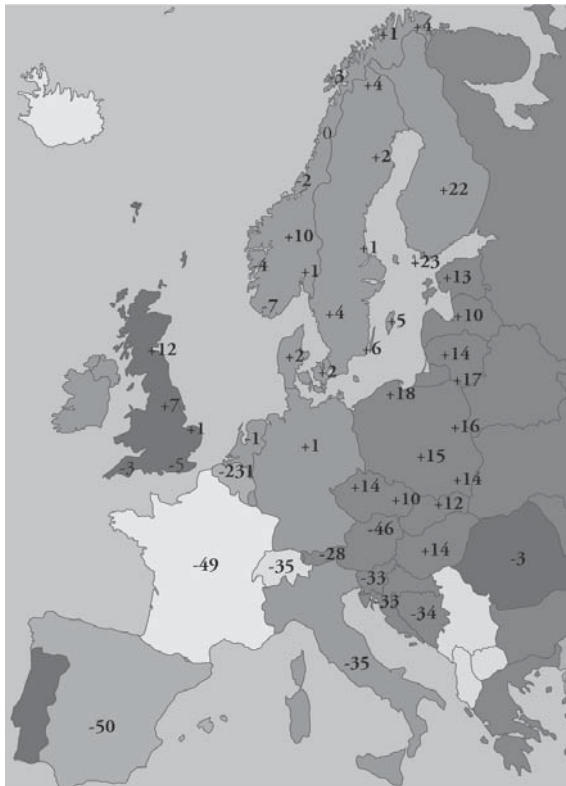
13. ábra. Az EUVN97 mérési kampány hálózata

Az EUVN₉₇ mérési kampányban Magyarország is részt vett négy ponttal (Penc, Nadap, Baksipart és Csanádalberti). Az EUVN₉₇ létrehozásának célja a következőkben foglalható össze.

1. Egységes magassági vonatkoztatási rendszert biztosít az EUREF-hálózat valamennyi pontjának magassági értéke számára cm-es pontossági szinten. Ennek értelmében valamennyi EUVN₉₇-pont számára az ETRS89 rendszerben háromdimenziós térbeli derékszögű koordinátákat (X, Y, Z) és az amszterdami alapszintre vonatkozóan geopotenciális számot (KP) számítottak.
2. Összekapcsolja a különböző európai magassági dátumokat (UELN, UPLN) és a nemzeti magassági rendszereket, amelyek különböző magassági mérőszámokat és eltérő alapszinteket használnak. A mérési kampány hozzájárult az európai magassági rendszerek egységbe foglalásához az UELN keretében.
3. Alappontok hálózatát biztosítja az európai geoidfelület és az egyes országok geoidképeinek meghatározása számára. (Jelenleg nincs Európában a kontinenst lefedő néhány cm-es pontosságú geoidfelület.)
4. Hozzájárul a különböző tengerszintek összekapcsolásához az európai partvonalak mentén.
5. És végül alappontok hálózatának szerepét tölti be a Skandináv-tábla és például a Kárpát–Balkán régió emelkedésének vizsgálatához alapul szolgáló geokinematikai magassági vonatkoztatási rendszer céljára.

Az UELN_{95/98} és az EUVN₉₇ adataiból nyert egyik legfontosabb eredmény az egyes országok magassági alapszintje és az amszterdami alapszint közötti magassági eltérések meghatározása (14. ábra). A nyert magasságkülönbségek a vonatkozó magassági alapszintek közötti átszámításra használha-

tók fel, amelyeket a gyakorlatban alkalmaznak is. További érdekes és értékes eredmény, hogy az EUVN97 mérési kampány időpontjára (1997. május) meghatározták a mérési kampányban részt vett mareográf-állomásokban a középengerszinteknek a GPS/szintezési adatokból kapott geoidmegoldás által képviselt szintfelülethez viszonyított magasságát. A nyert magassági értékek mértéke -44cm és +31cm között váltakozik (Wöppelmann et al. 2002), és ez további beható vizsgálatot igényel.



14. ábra. Az egyes európai országok magassági alapszintje és az amszterdami alapszint közötti magassági eltérések centiméterben

Megjegyezzük, hogy az ismételt szintezési és gravimetriai mérések adatainak, valamint az EUREF permanens GPS-állomáshálózat eredményeinek felhasználásával az EVS2000 (European Vertical System 2000; Augath et al. 2000) elnevezésű program keretében előkészítés alatt áll az ún. *geokinematikai* hálózat adatbázisának létrehozása és feldolgozása. Ebből a szempontból örvenletes tény, hogy több európai ország az utóbbi években újramérte, illetve a közeljövőben újraméri szintezési hálózatát. Ezek a következők: Dánia (2001), Svédország (2003), Finnország (2004), Észtország (2005), Lettország (2005), Litvánia (2005) és Norvégia (2006). A Skandináv-tábla emelkedésének nagy pontosságú vizsgálatához értékes hozzájárulást képeznek a nyert mérési eredmények. (Itt említjük meg, hogy Magyarország elsőrendű szintezési hálózatának újramérése is már évek óta időszerűvé vált.)

Az európai kontinentet lefedő, EVS2000 elnevezésű kinematikai hálózat tervét 1996-ban dolgozták ki. Az UELN-adatok e célra történő használatának eredeti tervét valójában nem lehetett teljeskörűen megvalósítani, mert csak néhány országban áll rendelkezésre ismételt szintezésből származó adathalmaz. Ezért gyakorlatilag kontinentális kiterjedésben nem, csak regionális szinten végezhető ismételt szintezési adatok alapján kéregmozgás-vizsgálat. További óriási nehézségeket jelent az ismételt szintezésből nyert megfelelő adatok gyűjtése, ellenőrzése és előkészítése. Tekintettel az említett szempontokra, az ECGN (European Combined Geodetic Network; Ihde et al. 2003) elnevezésű projekt keretében azt határoztuk el, hogy megnöveljük a célra felhasználható adatok típusát. Így mindenképpen felhasználható az állomásokon végzett abszolút (vagy szupravezető) graviméterek méréseinek az idősora, a mareográf-állomások folyamatos mérései. Különös figyelmet érdemel az abszolút graviméteres és a permanens GPS-mérések együttes kiértékelése (<http://www.bkg.bund.de/ecgn>).

3.4. Az egységes európai gravimetriai hálózat (UEGN)

Az 1990-es évek elején elkezdték az egységes európai gravimetriai hálózat (Unified European Gravimetric Network, UEGN) fokozatos létrehozását, amely kiegészíti és teljessé teszi Európa előbbi pontokban leírt geodéziai hálózatait, továbbá hozzájárul az erősödő egyesítési törekvésekhez Európában. Az UEGN alapvető szerepet játszik a geopotenciális mérőszámok számításához és a geoid európai felületdarabjának meghatározásához szükséges gravimetriai adatok egységességének a biztosításában. Az európai geokinetikai hálózat (EVS2000) ismételt g-méréseinek is az UEGN-re kell vonatkozniuk. Az elengedhetetlenül szükséges geopotenciális mérőszámok számítása miatt az UEGN az UELN-hálózattal azonos fontosságú geodéziai hálózat Európában.

Első lépésként 11 nyugat-európai ország gravimetriai alaphálózatát foglalták egységbe. A hálózatok 1994. évi együttes kiegyenlítése alapján létrehozott egységes hálózat (UEGN₉₄) 499 abszolút gravimetriai alappontból és mintegy 15 000 relatív gravimetriai pontból áll. Az UEGN₉₄ hálózat pontkatalógusába öt magyarországi gravimetriai alappontot (Fertőd, Hegyeshalom, Kőszeg, Sopron és Vöcsej) is bevontak (Csapó 1995), amelyek közül Kőszeg abszolút gravimetriai pont. A magyarországi új országos gravimetriai hálózat (MGH-2000) létesítésekor (Csapó 1995) egy 46 pontból álló kerethálózatot alakítottak ki, amelynek pontjai alkotják az UEGN 2004-re tervezett bővített változatának (UEGN 2004; Kenyeres et al. 2003) magyarországi szakaszát.

Megjegyezzük, hogy az UEGN fokozatos kiépítését segítette a Unigrace projekt is (Reinhard et al. 1998), amelynek keretében Közép-Európa országai gravimetriai hálózatait kapcsolták össze EU pénzügyi támogatással. A projekt keretében hazánkban Pencen (FÖMI/KGO) létesítettek abszolút gravimetriai állomást, amelyet az ELGI bekapcsolt az országos gravimetriai hálózatba.

3.5. Háromszögelési alaphálózatok egységbefoglalása

A hagyományos háromszögelési alaphálózatok összekapcsolását az ED87 (European Datum 1987) geodéziai dátum vonatkozási rendszerében végezték. Hazánk I. rendű háromszögelési hálózatát a volt csehszlovák I. rendű hálózattal együtt kapcsolták be a (nyugat-európai országok) korábbi ED87-hálózatába (Ehrnsperger et al. 1997). A közös kiegyenlítést Hayford-ellipszoidon végezték. A kiegyenlítésbe az I. rendű hálózatunk teljes mérési anyagát (150 pont iránymérése, 49 közvetlen mért távolság, 40 Laplace-azimut) valamint az 1982–85. évi műholdas Doppler-mérések eredményeit is bevontuk. A szükséges számításokat 1991 és 1993 között végeztük el. Az ország nyugati részén a magyar gyenge határtsatlakozások megerősítésére 1993 októberében GPS-mérési kampányt szerveztünk Ausztria, Csehország, Magyarország, Szlovákia és Szlovénia részvételével, összesen 29 ponton. Magyarország 12 ponttal vett részt a mérési kampányban. Az ED87-rendszerbeli végleges koordinátákat 1994-ben kaptuk meg a kiegyenlítést végző Bajor Tudományos Akadémia megfelelő intézményétől, amelyeket tudományos vizsgálatainkban már felhasználtunk (Ádám 2000).

A vízszintes alaphálózatok európai szintű összekapcsolását nem folytatják, bár tudományos szempontból rendkívül értékes lenne (különösen az ED87- és az EAGH83-hálózatok egységbe foglalása és együttes kiegyenlítése).

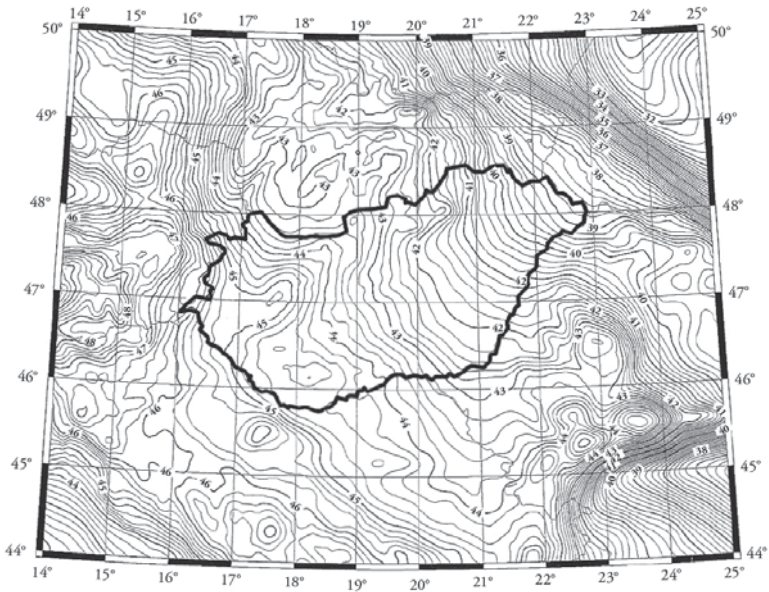
Megjegyzem, hogy Nyugat-Európában az alapvetően katonai szervezetek keretében létesített ED50-hálózat és geodéziai dátum eredményei sem voltak nyilvánosan hozzáférhetők. A Magyarországra vonatkozó hálózatrész ED50-rendszerbeli adataihoz csak néhány éve jutottunk hozzá (Weber 2000), amelyeket az OTKA által támogatott (T043007) tudományos vizsgálatainkhoz fel fogunk használni.

4. A GEOID EURÓPAI FELÜLETDARABJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A geoidmeghatározásnak Európában nagy hagyománya van, és jelentős haladást ért el az elmúlt évtizedek folyamán mind a pontosságot, mind a felbontást illetően. Az első kontinentális kiterjedésű európai geoidfelületet H. Wolf professzor határozta meg az 1940-es évek végén, amely az ED50 geodéziai dátum létrehozásához volt alapvetően fontos. Az európai geoidfelületnek szélső pontosságú újbóli meghatározását napjainkban a GPS-technika gyors elterjedése teszi szükségessé. A W. Torge professzor vezetésével a Hannoveri Egyetem Geodéziai Intézetében jelenleg is folyó munkálatok célja olyan új európai geoidfelület meghatározása, amelynek relatív pontossága várhatóan néhány cm / 100 km, a térbeli felbontása pedig néhány km lesz.

Az egységes európai geodéziai-geodinamikai alapok létrehozása céljából szükség van a geoid európai felületdarabjának nagy pontosságú és részletes felbontású meghatározására. E vonatkozásban az IAG „Európai geoid” albizottsága és az EUREF albizottsága szorosan együttműködik. A vonatkozó fejlesztés legújabb terméke az EGG97 (European Gravimetric Geoid 1997) jelű geoidmegoldás, amelynek eredményéhez 1991–1994 folyamán a szükséges felbontásban gravimetriai és digitális terepmodell- (DTM-) adatokat készítettünk elő, és adtuk át a feldolgozó központnak (Hannoveri Egyetem Geodéziai Intézete) (Ádám 1997b). Az átadott adatok $1,5' \times 2,5'$ -es méretű ($2,7 \text{ km} \times 3 \text{ km}$) rácsháló sarokpontjaira interpolált Bouguer-rendellenességi és -magassági értékeket foglalnak magukban. A 13 089 gravimetriai és magassági adat számítását az ELGI-ben végezték FÖMI-megbízás alapján. A feladathoz később $500 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ -es felbontású DTM-adatállományt szereztünk be a korábbi MHTÁTI-ból (Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézetétől), és küldtünk ki Hannoverbe.

A meghatározott egységes geoidfelületről az adatszolgáltató országok a saját területükre vonatkozóan megkapták a geoidunduláció-értékeket. A szóban forgó adatokat Magyarország is megkapta digitális adatok formájában (15. ábra), amely jó alapot szolgál az országban folyó geoidmeghatározásaink eredményének az összehasonlításához (Kenyeres 2001; Tóth et al. 2000).



15. ábra. Geocentrikus elhelyezésű GRS80 ellipszoidra vonatkozó geoidundulációk térképe Magyarországon és a környező térségben az EGG97 jelű európai geoidmegoldás eredménye alapján. Izovonalköz: 0,2 m

Itt említjük meg, hogy az UELN95/98 és az EUVN97 adataiból nyert másik legfontosabb eredmény a GPS-mérések és a szintezési/gravimetriai adatok alapján számított geoidunduláció-értékeknek az EGG97 gravimetriai geoidmegoldásból kapott megfelelő értékekkel végzett összehasonlítása (16. ábra; Ihde et al. 2000). A két egymástól független megoldás eredményei-

nek összehasonlításából nyert számszerű eltérések váltakozó jellegét elemezve megállapítható, hogy az ábrán bemutatott szám adatok geometriai eloszlásában hosszú és közepes hullámú (> 100 km) hibák fedezhetőek fel, amelyek oka az Európában alkalmazott különböző magassági rendszerek közötti összhang hiánya és az EGG97 meghatározásában felhasznált földfelszíni gravimetriai adatok egyenlőtlen geometriai eloszlása és különböző pontossága. A kérdéskör további beható vizsgálatokat igényel. Ebből a célból indította el az IAG/EUREF albizottsága az EUVN97 hálózatának sűrítését az EUVN_DA elnevezésű projekt keretében (Kenyeres et al. 2003). A projekt során nyert adathalmaz felhasználható lesz a globális geopotenciál-modellek ellenőrzésére és pontosítására.



16. ábra. Az EGG97 gravimetriai geoidmegoldásból nyert geoidunduláció-értékek, valamint az EUVN97 mérési adatai (GPS/szintezés) alapján számított geoidundulációk különbségei centiméterben

5. EGYSÉGES EURÓPAI VETÜLETI SÍKKOORDINÁTA-RENDSZEREK

Az ETRS89 vonatkoztatási rendszerben meghatározott pontjaink térbeli derékszögű koordinátaiból a koordináta-rendszer kezdőpontjára és koordináta-tengelyeire illesztett GRS80 ellipszoid geometriai adataival számítunk ellipszoidi földrajzi koordinátákat a gyakorlat számára (2.5. pont). A geodéziai helymeghatározás eredményeit azonban rendszerint az ellipszoid valamely síkvetületén kell ábrázolnunk. Így térképi vetületek szükségesek, mihelyst adatokat képernyőn kívánunk megjeleníteni, vagy térképek kinyomtatására van igény. A síkon történő ábrázoláshoz három vetületi síkkordináta-rendszer használatára tettünk javaslatot (Ihde et al. 2002), mivel a geodéziai gyakorlat valószínűleg még hosszú ideig vetületi rendszerekhez kötött térképekkel (főként digitális térképekkel) fog dolgozni.

Ezek a javaslatok kizárólag EU- és páneurópai célokra szolgálnak. Természetesen mindegyik ország szabadon használhatja saját vetületi síkkordináta-rendszerét nemzeti céljaira. Az elképzelések szerint az egyes országok és az EU közötti adatcserét ellipszoidi földrajzi koordináták alkalmazásával oldják meg. A térképi vetületeket csak akkor kellene használni, ha az ETRS89 ellipszoidi földrajzi koordináták használata nem lehetséges (<http://crs.bkg.bund.de/crs-eu>; <http://www.geocities.com/mapref/prj/ec-prj.html>).

Az egyes európai országokban a hivatalosan nemzeti célra a nagy méretarányú térképezésben és a topográfiában alkalmazott vetületi rendszereket a 4. táblázat tünteti fel. Elsősorban a Gauss–Krüger- és az UTM-, valamint a Lambert-féle szög tartó kúpvetület a leginkább alkalmazott térképi vetület, mert ezek alkalmasak nagy területek geodéziai ábrázolására (Hazay 1954; Varga 2004). Így az EU térképezési feladatainak megoldására egységes európai vetü-

leti rendszerekként is ezek jöttek számításba célszerű elhelyezésben úgy, hogy a rendszerek keleti–nyugati irányban tetszőlegesen kiterjeszthetők legyenek.

4. táblázat. Európában alkalmazott térképi vetületek

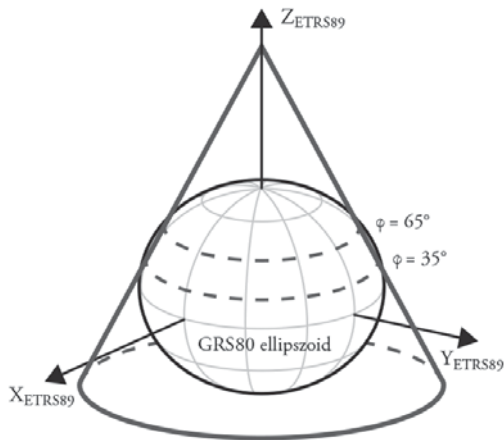
Ssz.	A vetület elnevezése	Országok
1.	Gauss–Krüger-féle vetület	Albánia, Ausztria, Bulgária, Észak-Irország, Finnország, Görögország, Horvátország, Írország, Lengyelország, Litvánia, Luxemburg, Nagy-Britannia, Németország, Norvégia, Olaszország, Oroszország, Portugália, Románia, Svédország, Szlovénia, Törökország és Ukrajna
2.	UTM	Ciprus, Dánia, Gibraltár, Grönland, Németország, Olaszország, Málta, Norvégia, Portugália, Spanyolország és Törökország
3.	Lambert-féle kúpvetület	Belgium, Észtország és Franciaország
4.	Redukált kúpvetület	Cseh Köztársaság és Szlovákia
5.	Redukált hengervetület	Magyarország és Svájc
6.	Redukált sztereografikus	Hollandia, Lengyelország és Románia
7.	Bonne-féle vetület	Portugália

A geodéziai tevékenység során a valódi földfelületet az alakját és méretét jól megközelítő forgási ellipszoiddal helyettesítjük, a térkép pedig síkon készül. Ezért a Föld felszínén levő idomokat (amelyeknek jellegzetes pontjait ma már a GPS-technika segítségével határozzuk meg) a választott forgási ellipszoidra kell átvinni (ezt számszerűen a pontok ellipszoidi földrajzi koordinátáinak kiszámításával érjük el), majd az ellipszoid felületéről a síkra kell vetíteni. Mivel az ellipszoid felülete nem teríthető ki a síkba gyűrődés vagy szakadás nélkül, a vetítés torzulásokkal jár. Így a síkon készült térkép mindenképpen torzulásokkal terhelt. A vetület matematikailag a választott forgási ellipszoid méreteinek

megfelelő méretben alakul ki, és ennek a méretnek megfelelően jelentkeznek a hossz- és területtorzulások is. A térkép, amely a vetületi állapotnak a kisebbitett képe (tehát nem az alapfelületi és főként nem a természetbeni idomok képe), teljes mértékben átveszi a vetület torzulási viszonyait. (A kisebbités mértéke a térkép méretaránya, amelyet rendszerint ráírnak a térképre.) A síkon való ábrázolás megbízhatósága tehát függvénye a megközelítés fokának. Ezért fontos az, hogy a vetítéshez alapfelületül választott forgási ellipszoid minél jobban megközelítse a valódi fizikai földfelületet. Ebből a szempontból a (gyakorlatilag azonos méretű) GRS80 és a WGS84 ellipszoid alkalmazása a földfelület (az európai kontinens) helyettesítésére csak a megkívánt pontosság alatt maradó eltéréseket eredményez.

A javasolt három vetület elnevezését és főbb jellemzőit az 5. táblázat mutatja be. A térképi vetületek alapfelülete a GRS80 ellipszoid, amelyet képzeletben az ETRS89 vonatkoztatási rendszer (valamely ETRF megvalósulásának) kezdőpontjára és koordináta-tengelyeire illetve használunk. Mindhárom vetület Magyarországra vonatkozó torzulási viszonyainak mértékét a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszékén diplomamunka keretében vizsgálták meg (Morvai 2004).

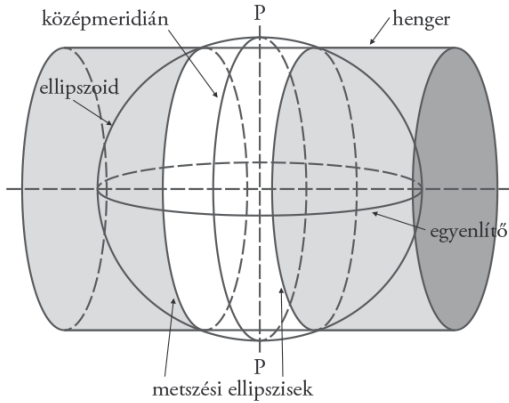
Mivel viszonylag nagy terület (az egész európai kontinens) egységes geodéziai ábrázolásáról van szó, ezért csak az ellipszoid közvetlen valódi síkvetületei jöhetnek szóba. Az EU 1:500 000 és annál kisebb méretarányú térképezésére Lambert-féle redukált elhelyezésű, szögtartó kúpvetületet javasoltunk. Az ETRS89 koordináta-rendszerének Z tengelyével egybeeső tengelyű körkúp két hossztartó paralelkörön (északi szélesség 35° és 65°) metszi a GRS80 ellipszoid felszínét (17. ábra). A metszési paralelkörök között a hosszak rövidülnek, a metszési paralelkörökön kívül levő területeken pedig nőnek. Az ETRS-LCC alkalmazásával lehetőség van az európai kontinensnek egyetlen vetületi síkon történő ábrázolására. A vetületi rendszer kelet–nyugati irányban a paralelkörök mentén tetszőlegesen kiterjeszhető.



17. ábra. Az ETRS-LCC jelű Lambert-féle kúpvetület ábrázolása

Az EU 1:500 000-nél nagyobb méretarányú térképezésére egyenlítői elhelyezésű szögtartó hengervetületet javasoltunk, amelynek elnevezése ETRS-TMzn (18. ábra) (5. táblázat). A vetület lényegét tekintve azonos az UTM-vetülettel. Az európai kontinens 14 db 6°-os vetületi sávon ábrázolható. Torzulási viszonyai Magyarországon kedvezőek, kilométerenkénti hosszváltozás szélső helyzetben +27 cm körül van.

A statisztikai célú térképezésekre a GRS80 ellipszoid Lambert-féle területtartó azimutális vetületét ajánlottuk, amelynek rövidítése ETRS-LAEA. Jellemzőit az 5. táblázatban foglaltuk össze.



18. ábra. Az ETRS-TMzn jelű egyenlítői elhelyezésű hengervetület ábrázolása

5. táblázat. A javasolt egységes európai vetületi síkkoordináta-rendszerek jellemzői

Ssz.	Vetületi síkkoordináta-rendszer elnevezése	Jellemzői
1.	Egyenlítői elhelyezésű szögtartó hengervetület (ETRS89) Transverse Mercator Coordinate Reference System with <zn> as zone number, ETRS-TMzn)	<ul style="list-style-type: none"> • 1:500 000 és annál kisebb méretarányú topográfiai térképezés céljára • azonos az UTM vetülettel • 6°-os vetületi sávok (14 db) • vetületi méretarány-tényező: $m_0 = 0,9996$ • a vetületi sávok középmeridiánja: <ul style="list-style-type: none"> - 27°, - 21°, - 15°, ..., + 39°, + 45°, + 51° • mindegyik sávnak önálló síkkoordináta-rendszere van • a sávok azonosító zónaszámokkal vannak ellátva (zn: 26-39) • eltolások a koordinátatengelyekkel párhuzamosan: <ul style="list-style-type: none"> FN = 0 m FE = 500 000 m

Sz.	Vetületi síkkoordináta-rendszer elnevezése	Jellemzői
2.	Lambert-féle szögtartó kúpvetület (ETRS89 Lambert Conformal Conic Coordinate Reference System, ETRS-LCC)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : 500 000-nél nagyobb méretarányú topográfiai térképezés céljára • metszési paralellkörök: északi szélesség 35° és 65° • vetületi kezdőpont: $\varphi = 52^\circ$ és $\lambda = 10^\circ$ • eltolások a koordináta-tengelyekkel párhuzamosan: FN = 2 800 000 m FE = 4 000 000 m
3.	Lambert-féle területtartó azimutális vetület (ETRS89 Lambert Azimuthal Equal Area Coordinate Reference System, ETRS-LAEA)	<ul style="list-style-type: none"> • statisztikai vizsgálatok céljára • vetületi kezdőpont: $\varphi = 52^\circ$ és $\lambda = 10^\circ$ • eltolások a koordinátatengelyekkel párhuzamosan: FN = 3 210 000 m FE = 4 321 000 m

6. MAGYARORSZÁG HOZZÁJÁRULÁSA AZ EGYSÉGES EURÓPAI GEODÉZIAI- GEODINAMIKAI ALAPOK LÉTREHOZÁSÁHOZ

Az egységes geodéziai-geodinamikai alapok létrehozása Európában jól halad, az I. rendű szintezési hálózatok egységbe foglalása azonban még évtizedekig elhúzódhat. Az európai kontinens igen bonyolult földfelszíni mozgásviszonyainak vizsgálatára hivatott geokinematikai hálózat (EVS2000) kialakítása is elkezdődött, és várhatóan folytatódni fog.

Összességében véve Magyarország helyzete és szerepe a következők miatt igen pozitív:

1. Magyarország felsőgeodéziai alaphálózatainak adatai az egységes európai geodéziai alapok része: EUREF (1991-től), ED87 (1992-től), UELN95 (1994-től), UEGN (1994-től, illetve 1999-től), EGG97 (1993-től), EPN (1996-tól) és EUVN97 (1997-től). A geodéziai hálózatok vonatkozásában Magyarország az 1990-es évek első felétől integráns része az egységes európai geodéziai alapoknak. Ugyancsak az európai országok közös referenciarendszeréhez való csatlakozást biztosítja térképészeti és térinformatikai céllal a geodéziai hálózataink transzformációja (EOVA ↔ ETRS89, EOMA ↔ UELN95/98, MGH2000 ↔ UEGN2004).
2. Több alaphálózat (EUREF, EUVN97, EGG97, EPN, UELN95) vonatkozásában Magyarország nem a hálózat (régio) szélén helyezkedik el.
3. A felsőgeodéziai alapponthálózataink minőségileg jobbak, pontosabban, mint a nyugat-európai megfelelő hálózatok.
4. Az egységes feldolgozásból nyert adatok összehasonlítási alapot képeznek a hazai munkálatainkhoz, tudományos vizsgálatainkhoz.
5. Kérésre, illetve meghívás alapján otthont adtunk a vonatkozó nemzetközi rendezvényeknek, és aktívan közreműködünk a kapcsolódó európai bizottságok munkájában.

A közeljövő legfontosabb hazai feladatai az alábbiakban fogalmazhatók meg:

- a) A déli és a keleti szomszédos országok európai geodéziai rendszerekhez csatlakozása miatt szükségessé válik geodéziai (GPS, szintezési és gravimetriai) hálózataink további, újonnan felmerülő összekapcsolása a szomszédos országok (Románia, Szerbia/Vajdaság, Ukrajna) megfelelő hálózataival.

- b) Mielőbb be kell fejezni Magyarországon az állami földtűgy és térképészet keretei között az aktív GPS-hálózat teljes kiépítését, ennek számos pénzügyi és hatékonysági előnye várható.
- c) Az EOMA kiépítését a többéves szünet után jelentősen fel kell gyorsítani. Az EOMA kiépítésének kezdetén elkészült hálózatrészeket felül kell vizsgálni, mert az azóta bekövetkezett különféle nemkívánatos mozgások a hálózat továbbfejlesztését akadályozhatják. Az EOMA I. rendű hálózatát célszerű mielőbb újramérni. Támogatni kell a GPS-mérések és geoidadatok együttes felhasználásával történő magasságmeghatározási módszer gyakorlati alkalmazását az EOMA III. rendű sűrítésében.
- d) A geoid magyarországi felületdarabjának a jelenleg bevezetett változatát tovább kell pontosítani és magasabb pontossági szinten az európai alapokhoz illeszteni.
- e) Részben az országos gravimetriai hálózat (MGH2000) stabilitásának ellenőrzése, részben a nehézségi erőter szekuláris változásainak tanulmányozása miatt szükséges a hazai abszolút állomások ciklikus (háromévenkénti) újramérése.

7. ÖSSZEFOGLALÁS, A KÖZELJÖVŐ FELADATAI

Az IAG EUREF albizottsága 1987 óta egyre bővülő tevékenységet fejt ki a) az európai földi vonatkoztatási rendszer (ETRS89) és b) az európai magassági vonatkoztatási rendszer (EVRS2000) létrehozásával és fenntartásával kapcsolatban azzal a céllal, hogy

- egységes vonatkoztatási rendszert biztosítson valamennyi nagy pontosságot igénylő geodéziai-geodinamikai projekt számára;
- pontos vonatkoztatást képezzen a geodéziai helymeghatározás és a navigáció területén;
- kontinentális kiterjedésben korszerű vonatkoztatási rendszer legyen a digitális kartográfiai adatbázisok céljára.

Az ETRS89 vonatkoztatási rendszer kerethálózatát az EUREF permanens GPS-hálózata (EPN, 2.2. rész) és a különböző GPS-kampányok méréseiből meghatározott nagy pontosságú geodéziai vonatkoztatási pontok hálózata (EUREF-hálózat, 2.1. rész) képezi. Az ETRS89 mint jól fenntartott és stabil vonatkoztatási rendszer, kiválóan alkalmas és ma már általánosan használt a földtudományi alkalmazások alapjául Európában. EUREF magassági összetevőjét az Európa legnagyobb részét lefedő, az EVRS2000 fogalmi meghatározásán alapuló UELN₉₅ alkotja. A térbeli és a magassági összetevők integrációját az európai magassági GPS-referenciahálózat (EUVN₉₇) létrehozásával értük el, amely több fontos eredmény mellett lehetővé tette a különböző magassági alapszintek közötti különbségek meghatározását Európában. Ehhez kapcsolódóan jelenleg az EUVN_DA elnevezésű projekt kidolgozásával foglalkoznak, amelynek célja az EUVN hálózat sűrítése megfelelő GPS- és színtezési adatok bevonásával.

Az EUREF által létesített és fenntartott vonatkoztatási rendszerek Európa geodéziai-geodinamikai infrastruktúrájának fontos részét képezik a pontos térbeli vonatkoztatást igénylő EU-projektek számára (pl. 3D-s és időfüggő helymeghatározás, geodinamika, pontos navigáció és geoinformatika). Az EUREF albizottságnak továbbra is szorosan együtt kell működnie az EuroGeographics (a korábbi CERCO) szervezettel.

Az egységes európai geodéziai-geodinamikai alapok létrehozásával kapcsolatos feladatok a közeljövőben az alábbiakban foglalhatók össze.

- Folytatják (az IGS-sel szoros együttműködésben) az EPN bővítését és fejlesztését az ETRS89 fenntartása és az ITRS újabb megvalósításához való európai hozzájárulás céljából, továbbá abból a célból is, hogy alapinfrastruktúraként szolgáljon kapcsolódó geodéziai-geodinamikai projektek (különösen az európai kezdeményezésű GALILEO elnevezésű navigációs műholdrendszer kifejlesztése, a SCIGAL elnevezésű földtudományi alkalmazások stb.) számára.
- Bővítik az UELN₉₅ hálózatot, és előkészítik a geokinematikai feldolgozás céljából.
- Megvalósítják az ECGN-projektet, és behatóan vizsgálják az EUVN₉₇-eredmények és az európai gravimetriai geoidmegoldás (EGG₉₇) közötti eltérések okát (az EUVN_DA projekt megvalósítása útján) az IAG „Európai geoid” albizottságával együttműködésben.
- Kellően részletes földfelszíni sebességmező-modellt dolgoznak ki az európai kontinensre az ETRS89 vonatkoztatási rendszer hosszú távú fenntartása, stabilitása és további pontosítása céljából.
- Támogatjuk az EUREF albizottság által meghatározott egységes európai vonatkoztatási rendszerek (ETRS89 és EVRS₂₀₀₀) elfogadását az EU mellett az egyes európai országokban nemzeti rendszer alapjául, valamint a helymeghatározási és navigációs tevékenységben érdekelt európai szintű szervezetekben (pl. Eurocontrol stb.).
- Az EUREF albizottság teljes tevékenységével (a tagjai által működtetett geodéziai infrastruktúra használatával) hozzájárul az IAG Globá-

lis Geodéziai Megfigyelő Rendszere (*Global Geodetic Observing System*, GGOS) elnevezésű projektjének sikeréhez.

- Folytatják az EUREF éves tudományos szimpóziумainak szervezését, amelyeken az EUREF célkitűzéseivel és a globális geodéziai feladatokkal kapcsolatos európai és országos szintű tevékenységek eredményeit vitatják meg.

IRODALOM

- Altamimi, Z.–Boucher, C. 2002. The ITRS and ETRS89 Relationship: New Results from ITRF2000. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 23, Verlag des BKG, Frankfurt am Main 2002. 49–52.
- Altamimi, Z.–Sillard, P.–Boucher, C. 2002. ITRF 2000: A new release of the International Terrestrial Reference Frame for earth science applications. *J. Geophys. Res.* 107, No. B10, 2214, doi: 10.1029/2001JB000561.
- Altamimi, Z. 2004. Towards a Dense European Velocity Field. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, 33, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 84–88.
- Apagyí G.–Mihály Sz. 1995. Az európai harmonizáció és a FÖMI. *Geodézia és Kartográfia* 47, 5, 4–9.
- Augath, W.–Ádám, J.–Boucher, C.–Ihde, J.–Niemeier, W.–Marti, U.–Van Mierlo, J.–Molendijk, R.–Schmidt, K.–Winter, R. 2000. EVS 2000-Status and requirements. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft Nr. 61, München, 96–98.
- Ádám J. 1986a. A kozmikus geodézia koordináta-rendszerei. *Geodézia és Kartográfia* 38, 2, 84–92.
- Ádám J. 1986b. A földi koordináta-rendszer meghatározása kozmikus geodéziai módszerek kombinált alkalmazásával. „*Modern mérési eljárások a geodéziában*” című továbbképző szeminárium (Sopron, 1986. május 22–23) *gyűjteményes kötete* Sopron, 97–114.
- Ádám J. 1987. A műholdas Doppler-technika szerepe a geodéziai alaphálózatunk továbbfejlesztésében. *Geodézia és Kartográfia* 39, 3, 174–183.
- Ádám J. 1993. Európa egységes geodéziai alapjainak létrehozása (Nemzetközi tanácskozás a Budapesti Műszaki Egyetemen, 1993. május 17–20.) *Geodézia és Kartográfia* 45, 5, 265–274.
- Ádám J. 1996a. Az egységes európai geodéziai alapok létrehozásával kapcsolatos időszerű feladatok. *Geodézia és Kartográfia* 48, 6, 13–19.
- Ádám J. 1996b. Az IAG/EUREF albizottság hatodik szimpóziума és technikai munkacsoportjának II. ülése. *Geodézia és Kartográfia* 48, 9, 42–45.
- Ádám J. 1997a. A Föld dinamikai folyamatainak nyomon követése kozmikus geodéziai módszerekkel. *Magyar Tudomány* 10, 1202–1216.

- Ádám J. 1997b. Magyarország hozzájárulása a geoid európai felületdarabjának újbóli meghatározásához. *Geodézia és Kartográfia* 49, 12, 7–13.
- Ádám J. 1998. Nemzetközi tanácskozás az európai geoidmeghatározások témakörében Budapesten. *Geodézia és Kartográfia* 50, 8, 24–28.
- Ádám J. 1999. Az egységes európai geodéziai-geodinamikai alapok létrehozásának helyzete. Ezredvégi helymeghatározás – A 12. *Kozmikus Geodéziai Szeminárium előadásainak gyűjteményes kötete*, Székesfehérvár, 11–20.
- Ádám, J. 2000a. Geodesy in Hungary and the Relation to IAG around the turn of 19th/20th Century – A Historical Review. *The Geodesist's Handbook 2000, Journal of Geodesy* 74, 1, 7–14.
- Ádám J. 2000b. Magyarországon alkalmazott geodéziai vonatkozási rendszerek vizsgálata. *Geodézia és Kartográfia* 52, 12, 9–15.
- Ádám J. 2003. A felsőgeodézia helyzete és időszerű feladatai Magyarországon. *MTA Székfoglalók 1999–2002*, MTA, Budapest.
- Ádám J. 2004a. *WGS84 geodéziai vonatkoztatási rendszer*. Elhangzott előadás a Geomatika Továbbképző Szemináriumon, Sopron.
- Ádám J. 2004b. *140 éves a Nemzetközi Geodéziai Szövetség*. Elhangzott előadás a Rédey István Geodéziai Szemináriumon (az MFTTTT Geodéziai Szakosztályával közös rendezvényen), Budapest.
- Ádám J. – Németh Zs. – Tokos T. 1999. Az EOMA elsőrendű hálózatának csatlakoztatása az egységes európai szintezési hálózathoz. *Geodézia és Kartográfia* 51, 2, 16–23.
- Ádám J. – Csapó G. – Mihály Sz. 2000a. Magyarország hozzájárulása az egységes európai geodéziai és geodinamikai alapok létrehozásához. *Geodézia és Kartográfia* 52, 6, 18–27.
- Ádám J. – Gázsó M. – Kenyeres A. – Virág G. 2000b. Az Állami Földmérésnél 1969 és 1999 között végzett geoidmeghatározási munkálatok. *Geodézia és Kartográfia* 52, 2, 7–14.
- Ádám J. – Tokos T. – Tóth Gy. 2002. Magassági mérőszámok és azok kapcsolata Magyarországon. *Geodézia és Kartográfia* 54, 1, 5–10.
- Ádám J. – Szűcs L. – Tokos T. – Rózsa Sz. 2001. Permanens GPS-állomás létesítése a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékén. *Geodézia és Kartográfia* 53, 1, 16–21.
- Ádám, J. – Gurtner, W. – Harsson, B. G. – Ihde, J. – Schlüter, W. – Wöppelmann, G. 1997a. European Vertical GPS Reference Network -EUVN- Concept, Status and Plans. *Proceedings of the Workshop on „Methods for Monitoring Sea Level: GPS and Tide Gauge Benchmark Monitoring, GPS Altimeter Calibration”*, JPL-Pasadena, USA, March 17–18, 4.
- Ádám, J. – Bence, I. – Borza, T. – Csapó, G. – Kenyeres, A. – Lévai, P. – Németh, Zs. 1997b. National Report of Hungary on EUREF Related Activities in 1996–97. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss., Astronomisch – Geodätische Arbeiten*, Heft Nr. 58, München, 169–173.
- Ádám, J. – Borza, T. – Csapó, G. – Kenyeres, A. – Németh, Zs. – Virág, G. 1999. National Report of Hungary on EUREF Related Activities in 1997–98. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 6, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 176–179.

- Ádám, J.–Augath, W.–Boucher, C.–Bruyninx, C.–Dunkley, P.–Gubler, E.–Gurtner, W.–Hornik, H.–van der Marel, H.–Schlüter, W.–Seeger, H.–Vermeer, M.–Zielinski, J. B. 2000a. The European Reference System coming of age. In: Schwarz, K.-P. (ed.): *IAG Symposia 121, Geodesy Beyond 2000 – The Challenges of the First Decade*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 47–54.
- Ádám, J.–Augath, W.–Brouwer, F.–Engelhardt, G.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Ihde, J.–Ineichen, D.–Lang, H.–Luthardt, J.–Sacher, M.–Schlüter, W.–Springer, T.–Wöppelmann, G. 2000b. Status and development of the European height systems. In: Schwarz K.-P. (ed.): *IAG Symposia 121, Geodesy Beyond 2000 – The Challenges of the First Decade*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 55–60.
- Ádám, J. and 17 others 2002. Status of the European Reference Frame–EUREF. In: Ádám, J.–Schwarz K.-P. (eds): *Vistas for Geodesy in the New Millennium*, IAG Symposia 125, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 42–46.
- Ádám J.–Bányai L.–Borza T.–Busics Gy.–Kenyeres A.–Krauter A.–Takács B. (szerk.) 2004. *Műboldas helymeghatározás*. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Beutler, G.–Mueller, I. I.–Neilan, R. 1994. The International GPS Service for Geodynamics (IGS): Development and Start of Official Service on 1 January 1994. *Bulletin Géodésique* 68, 1, 43–51.
- Beutler, G.–Rothacher, M.–Springer, T.–Kouba, J.–Neilan, R. 1998. *The International GPS Service (IGS): An Interdisciplinary Service in Support of Earth Sciences*. Paper Presented at the 32nd COSPAR Scientific Assembly, Nagoya, Japan, July 12 to 19.
- Biró P. 2002. Kozmikus geodéziai alapfogalmaink újragondolása. *Geomatikai Közlemények V*. Sopron, 7–24.
- Biró P. 2003. *Kozmikus geodézia* (I. rész: Csillagászati alapismeretek és földrajzi helymeghatározás) Budapest, 2003.
- Biró P. 2004. *Felsőgeodézia* (BSc). Elektronikus jegyzet, (<http://www.geod.bme.hu>) Budapest.
- Borza T. 1998. Elkészült az országos GPS-hálózat. *Geodézia és Kartográfia* 50, 1, 8–13.
- Borza T. 2000. A hazai aktív GPS-hálózat kiépítésének és fenntartásának aktuális kérdései. *Geodézia és Kartográfia* 52, 9, 21–27.
- Boucher, C.–Altamimi, Z. 1992. The EUREF Terrestrial Reference System and its First Realizations. *Véröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss., Astronomisch – Geodätische Arbeiten*, Heft 53, München, 205–213.
- Boucher, C.–Altamimi, Z. 1996. Internatial Terrestrial Reference Frame. *GPS World* September 71–74.
- Boucher, C.–Altamimi, Z. 2001. Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS-campaign (<http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/memo.pdf>). Paris.
- Csapó G. 1995. Az új magyarországi gravimetriai alaphálózat (MGH–2000). *Magyar Geofizika* 36, 2, 125–131.

- Demianov, G. V.–Kaftan, V. I.–Makarenko, N. L. 2002. The Second Field Campaign of the Russian Reference Frame Creation. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 23, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 189–192.
- Dow, J.–Neilan, R. 2003. *IGS Information and Resources 2003*. IGS Central Bureau, March.
- DoD 1987. Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. *DMA TR 8350.2*, Washington, DC, 30 September.
- Ehrnsperger, W.–Hornik, H.–Cimbálnik, M.–Kostelecky, J.–Simek, J.–Czobor, Á.–Ádám, J.–Németh, Zs.–Priam, St. 1997. Adjustment of the control networks of the CSFR and Hungary within the System ED87. *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini* LVI, 1, 29–64.
- Glatz F. 2004. Európa, Európai Unió, Magyarország. *Ezredforduló* 1–2, 3–4.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1993. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Budapest 17–19 May 1993. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 53, München, 215.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1994. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Warsaw 8–11 June 1994. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 54, München, 362.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1995. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Helsinki 3–6 May 1995. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 56, München, 298.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1996. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Ankara 22–25 May 1996. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 57, München, 357.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1997. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Sofia 4–7 June 1997. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 58, München, 274.
- Gubler, E.–Hornik, H. 1999. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Bad Neuenahr-Ahrweiler June 10–13, 1998. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 6, Vol. I–II. 284, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 170.
- Gubler, E.–Poder, K.–Hornik, H. 1992. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF) held in Florence 28–31 May 1990, Held in Vienna 14 and 16 August 1991, held in Berne 4–6 March, 1992. München, 1992. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 52, München, 263.

- Gubler, E.–Torres, J. A.–Hornik, H. 1992. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Prague, 2–5 June 1999. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 60, München, 276.
- Hazay I. 1954. *Földi vetületek*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- IGS 2002. *IGS Strategic Plan 2002–2007*. IGS Central Bureau, March.
- Holota, P.–Vermeer, M. 1992. *Proceedings of the First Continental Workshop on the Geoid in Europe- Towards a Precise pan-European Reference Geoid for the Nineties*. Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography, Prague.
- Horváth T. 2005. Javított valós idejű helymeghatározás Interneten keresztül. *Geomatikai Közlemények VIII*.
- Ihde, J.–Schlüter, W.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Wöppelmann, G. 1997. European Vertical Reference Network 97 GPS Campaign (EUVN97) – Report of the EUVN Working Group. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 58, München, 91–100.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 1998a. The European Vertical GPS Reference Network Campaign 1997 – Concept and Status. In: *Advances in Positioning and Reference Frames*, IAG Symposia 118, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 27–34.
- Ihde, J.–Schlüter, W.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Wöppelmann, G. 1998b. Konzept und Status des European Vertical Reference Network (EUVN). *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 1, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 53–67.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 1999a. The Concept of the European Vertical GPS Reference Network (EUVN). *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 7, Frankfurt am Main, 11–22.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 1999b. The EUVN Project – First Results. (Final results of the Baltic Sea Level 1997 GPS campaign, Research works of the SSC. 8.1 of the IAG, Edited by M. Poutanen and J. Kakkuri.) *Reports of the Finnish Geodetic Institute* 99:4, Kirkkonummi, 177–182.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 1999c. Status Report of the EUVN Project. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch-Geodätische Arbeiten, Heft 60, München, 72–79.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Sacher, M.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 2000. The Height Solution of the European Vertical Reference Network (EUVN). *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 61, München, 132–145.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Boucher, C.–Gubler, E.–Harsson, B. G.–Luthardt, J.–Torres, J. A. 2001. European Reference Systems – Frames for Geoinformation Systems. *Poster presentation*

- at the Meeting of the Cartography and GIS Expert Group of the International Commission for the Protection of the Danube River* Budapest, October 17.
- Ihde, J.–Sacher, M. (eds.) 2002. European Vertical Reference Network (EUVN) – Final Documentation. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 25, I–II, Verlag des BKG, Frankfurt am Main.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gubler, E.–Harsson, B. G.–Luthardt, J.–Torres, J. A. 2002a. European Coordinate Reference System. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 23, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 162–170.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Schlüter, W.–Wöppelmann, G. 2002b. The Concept of the European Vertical GPS Reference Network (EUVN). *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 25, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 11–22.
- Ihde, J.–Ádám, J.–Bruyninx, C.–Kenyeres, A.–Simek, J. 2003. Proposal for the Development of an European Combined Geodetic Network (ECGN). *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 29, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, (in print) 49–67.
- Ineichen, D.–Springer, J. 1999. EUREF Activities at the CODE EUREF Combination center. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch – Geodätische Arbeiten, Heft 60, München, 47–50.
- Jivall, L.–Norin, D. 2004. ARMREF02–Zero-order Network of Armenia Connected to ITRF2000 and ETRS89. *Paper presented at the EUREF symposia*, Bratislava, June 2–4.
- Jóó I.–Mihály Sz.–Csornai G. 2003. A magyar geodézia és távérzékelés hozzájárulása az EU-csatlakozáshoz. *MTA Műhelytanulmányok* (Európai Unió csatlakozás és földtudomány. Szerk.: Meskó Attila), Budapest, 103–129.
- Kenyeres A. 2001. *A geoid bosszábullámú komponense a Stokes-integrál módosítási eljárásaiban és a GPS-gravimetriai geoidban*. PhD-értekezés, BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, Budapest.
- Kenyeres, A.–Borza, T.–Virág, G. 2003a. The HUNREF2002 Campaign: Re-establishment of the EUREF Network in Hungary. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 23, Verlag des BKG, München, 87–90.
- Kenyeres, A.–Boedecker, G.–Francis, O. 2003b. Unified European Gravity Reference Network 2002 (UEGN2002): A Status Report. In: Tziavos, I. N. (ed.): *Gravity and Geoid 2002 – GG2002* (Proceedings of the 3rd Meeting of the Int. Gravity and Geoid Commission, Thessaloniki, Greece, August 26–30, 2002), Editions ZITI, Thessaloniki, 26–29.
- Kenyeres, A.–Ihde, J.–Simek, J.–Marti, U.–Molendijk, R. 2003c. EUREF action for the Densification of the existing EUVN network. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 29, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 147–150.
- Kenyeres, A.–Ádám, J.–Borza, T.–Cspó, G.–Németh, Zs.–Virág, G. 1999. National Report of Hungary. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss.*, Astronomisch-Geodätische Arbeiten, Heft 60, München, 173–176.
- Kumar, M. 1988. World Geodetic System 1984: A Modern and Accurate Global Reference Frame. *Marine Geodesy* 12, 117–126.

- Leonard, J. 2002. EuroGeographics – The new generation of CERCO and MEGRIN *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 160–161.
- Mäkinen, J. 2004. Some remarks and proposals on the re-definition of the EVRS and EVRF. Paper presented at the EUREF symposia. Bratislava, June 2–4.
- Marosi S.–Sárfalvi B. (szerk.) 1968. *Európa*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Meskö A. (szerk) 2003. Európai uniós csatlakozás és földtudomány. *MTA Műhelytanulmányok*. Budapest.
- Moritz, H. 2000. Geodetic Reference System 1980. *The Geodesist's Handbook 2000 – Journal of Geodesy* 74, 1, 128–133.
- Morvai A. 2004. *Az Európai Unió térképezésére javasolt vetületi rendszerek torzulási viszonyainak hatása Magyarországon*. Diplomamunka. Konzulens: Dr. Varga József egy. adjunktus, BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, Budapest.
- NATO GGWG 1994. *Proceedings of the 2nd Common Conference of the Geodesy and Geophysics Working Group of NATO and the Military Topographic Services of Central-European Countries*. Printed by MHTÁTI, Budapest.
- NATO GGWG 1996. *Proceedings of the 3rd Common Conference of Geodesy and Geophysics Working Group of NATO and Military Topographic Services of PFP Countries*. Printed by Topographic Service of the Army of Slovak Republik, Newsová, Slovakia.
- Némekényi A. 2000. *Európa*. Kossuth Kiadó, Budapest.
- Pántó Gy.–Ádám J.–Mészáros E. 2002. Földtudomány. In: Glatz F. (szerk.): *Tudománypolitika Magyarországon II. A diszciplínák művelése*. MTA, Budapest, 3–33.
- Reinhart, E.–Richter, B.–Wilmes, H.–Erker, E.–Ruess, D.–Kakkuri, J.–Mäkinen, J.–Marsson, I.–Sledzinski, J. 1998. UNIGRACE- a Project for the Unification of Gravity Systems in Central Europe. *Reports of the Finnish Geodetic Institute* 98:4, Masala 95–98.
- Rédey I. 1966. *A geodézia története*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Seeger, H.–Ádám, J.–Augath, W.–Boucher, C.–Gubler, E.–Gurtner, W.–Van der Marel, H.–Zielinski, J. B. 1995. *The new European Reference System ERUREF*. Status report 1995. Paper presented at the XVII th General Assembly of CERCO, Budapest, September 25–27.
- Seeger, H.–Ádám, J.–Augath, W.–Boucher, C.–Brouwer, F.–Bruyninx, C.–Gubler, E.–Gurtner, W.–Van der Marel, H.–Vermeer, M.–Zielinski, J. B.–Hornik, H. 1998. The new European Reference System EUREF – Status Report 1997. *Publications of the Delft Geodetic Computing Centre, LGR-Series* 19, Delft, 231–251.
- Sigl, R.: The European Datum 1987 (ED87)-A Contribution to the Geodetic Integration of Europe. *LAG RETrig Publication* 18, München, 26–31.
- Timár G.–Lévai P.–Molnár G.–Varga J. 2004. A második világháború német katonai térképeinek koordinátarendszere. *Geodézia és Kartográfia* 56, 6, 28–35.
- Torge, W.–Denker, H. 1998. The European Geoid – Development Over More Than 100 Years and Present Status. (Proceedings of the second cont. Workshop on the Geoid in Europe, Eds. M. Vermeer and J. Ádám.) *Reports of the Finnish Geodetic Institute* 98:4, Masala, 47–52.

- Torres, J. A.–Hornik, H. 2000. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Tromsø, 22–24 June 2000. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss., Astronomisch – Geodätische Arbeiten*, Heft 61, München, 387.
- Torres, J. A.–Hornik, H. 2002. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Dubrovnik, 16–18 May 2001. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 23, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 332.
- Torres, J. A.–Hornik, H. 2003. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Ponta Del-gada, 5–8 June 2002. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 29, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 426.
- Torres, J. A.–Hornik, H. 2004. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Toledo, 4–7 June 2003. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 33, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 451.
- Torres, J. A.–Hornik, H. 2005. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EUREF) held in Bratislava, 2–4 June 2004. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Verlag des BKG (megjelenés alatt).
- Torres, J. A.–Ádám, J.–Altamimi, Z.–Augath, W.–Boucher, C.–Bruyninx, C.–Caporali, A.–Gubler, E.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Hornik, H. 2003. Status of the European Reference Frame – EUREF. *Paper presented at the 23rd IUGG General Assembly*, Sapporo, Japan, 30 June–11 July.
- Tóth, Gy.–Rózsa, Sz.–Andritsanos, V. D.–Ádám, J.–Tziavos, I. N. 2000. Towards a cm-geoid for Hungary – Recent Efforts and Results. *Phys. Chem. Earth (A)* 25, 1, 47–52.
- Varga J.: A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig, http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm.
- Vermeer, M.–Ádám, J. 1998. Proceedings of the Second Continental Workshop on the Geoid in Europe, Budapest, Hungary, March 10–14, 1998. *Reports of the Finnish Geodetic Institute* 98:4, Masala, 287.
- Weber, G. 2000. The European Triangulation Net South East (ENSE) – Site Descriptions and Coordinates. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss., Astronomisch – Geodätische Arbeiten*, Heft 61, München 223–225.
- Wöppelmann, G.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Ihde, J.–Sacher, M.–Schlüter, W. 2000. Status Report on Sea-level Data Collection and Analysis within the EUVN Project. *Veröff. der Bayer. Komm. für die Int. Erdmessung der Bayer. Akad. der Wiss., Astronomisch – Geodätische Arbeiten*, Heft 61, Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München, 146–153.
- Wöppelmann, G.–Sacher, M.–Ádám, J.–Gurtner, W.–Harsson, B. G.–Ihde, J.–Schlüter, W. 2002. Report on EUVN tide gauge data collection and analysis. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie* 25, Verlag des BKG, Frankfurt am Main, 71–80.

Erdy János
Bochtovich Ruffözse

Wenzel Gusztáv

Jábiar Gabon
Nagy János

Terintetes Nagygyűlés! Arany János

Minia felemelő szabályainak 32. §-a egy szót:
Mindem sijnomon választott tag, a külső kövétel
lével, osztályába tartozó dolgotat felolvasásával,
vagy személyes meg nem jelenhetés esetén beüldö
sével, legfeljebb egy év alatt sörét foglat; külsőben meg
választása meg nem működően:

Tehetnek esetek, melyekben kivált vidéken la
kolé gátolhatatlan a határidőt megtartani: de hallga
tag elvérsni e szabály meg nem tartatását, amlyet
tesz, mint örves szabályzatunkat erőlköndet terintetes
át söröségteleu.
Judithányba koratit tehát, hogy egyelőre a
határidőt s sörfoglalás által meg nem
határidőket, az 186

Terintekes...

...mállo szabályainak 32. §-a egy szót:
...journau választott tag, a hűtlő kövétel
...tályaiba tartozó dolgosat felolvasásával,
...elyes meg nem jellekítés esetén beüld
...felelt egy év alatt szót foglat; hűtlőben meg
...a meg nem misztion.

Lehetnék esetek, melyekben hívott vidéken la
...toltatnak a határidőket megtartani; de hallgat
...szerint a szabály meg nem tartását, amely
...szekurálisra figyelemre kellene J. Aladon

...rőségtele.

Judikációjába hozakirtek, hogy egyelőre a
...igt választott szófoglalás által meg nem
...tt ^{rendis} tagok nevica hírlányból hűtlőkessé, ar 1861
...sig választottak a szabályokra emeltekessé, jo
...re pedig a titolnoki hivatal oda utasítottak, hogy
...identikában tartás végett az újdön választottakat,
...míg szót nem foglaltak, a sorozatba fel ne vegye.

jan. 26. 1865.

Balla J. Mór
Loyau J. Simon
Hollán Ernő

853
1865

Kemény László
Wörtemer László

Jolly Frank stgy
György Antal

