

Az abszolút gravimetria magyarországi alkalmazásával kapcsolatos tervek és feladatok

Csapó Géza – Kenyeres Ambrus – Papp Gábor – Völgyesi Lajos

Bevezetés

Az MTA Geodéziai és Térinformatikai Tudományos Bizottságának Felsőgeodézia és Geodinamika Albizottsága a 2010. június 16-án tartott bizottsági ülésén az abszolút gravimetria jelenlegi magyarországi helyzetét tárgyalta, áttekintette az ezzel kapcsolatos igényeket, terveket és lehetőségeket. Az ülésen elhangzott előadásokat nagy jelentőségükre tekintettel a szakmai közönség tájékoztatása céljából két cikkből álló tanulmányban terveztük összefoglalni. Az előző cikkünkben [Csapó–Kenyeres–Papp–Völgyesi, 2011] áttekintettük azokat a geofizikai, geodéziai, földtudományi folyamatokat és jelenségeket, amelyeket ismételt abszolút mérésekkel nyomon követni és értelmezni tudunk.

A gravimetriai kutatások Eötvös Loránd munkásságának köszönhető magyarországi kiemelkedő hagyománya kötelez minket a méltó folytatásra, sajnos azonban a hazai szakmapolitikai hangsúlyok változása folytán a gravimetriai kutatás-fejlesztés anyagi támogatottsága az elmúlt 2 évtizedben drasztikusan csökkent. Az alaphálózat (MGH2000) karbantartásán túl fejlesztésekre nem volt lehetőség, ami visszavetette a hazai gravimetriai kutatásokat.

Az utóbbi években az abszolút graviméterek megjelenésével és egyre szélesebb körű alkalmazásával jelentősen áthelyeződtek a hangsúlyok a gravimetriai kutatások és az alkalmazások területén. Azok az országok, amelyek nem rendelkeznek ilyen műszerekkel, egyre nehezebben tudnak bekapcsolódni ennek a tudományterületnek nemzetközi „vérkeringésébe” és egyre elavultabbá válik a gravitációs adatrendszerük.

Sajnos ezeknek a mérőeszközöknek az ára meglehetősen magas (mintegy 100–150 M Ft) és csak védett helyen, épületen belül, laboratóriumi körülmények között használhatók, ami erősen korlátozza gyakorlati alkalmazhatóságukat. Az utóbbi időkben a

hordozható terepi abszolút ballisztikus graviméterek megjelenése viszont megnyitotta az utat a széles körű tudományos kutatások és gyakorlati alkalmazások számára.

Az MGH fejlesztéséhez külföldi mérőcsoportok munkájának megrendelésével a ballisztikus abszolút graviméterek alkalmazása Magyarországon több mint 3 évtizedes múlttra tekint vissza. Saját műszer hiányában azonban kutatás-fejlesztésre mindeddig nem volt lehetőség. Sem az ELGI, sem az érintett intézmények nem tudták biztosítani egy abszolút graviméter beszerzésének anyagi hátterét. Az, hogy Eötvös Loránd országában a mai gravimetriai kutatás a túlélésért küzd, tarthatatlan állapot, amelyen változtatni kell!

Ennek megfelelően az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke, valamint a Földmérési és Távérzékelési Intézet a témáért felelősséget érző kutatói elhatározták, hogy a hazai pályázati lehetőségeket kihasználva megcélazzák egy terepi abszolút graviméter beszerzését. A beszerzésre tervezett műszer geodinamikai kutatásokra, felsőgeodéziai és gyakorlati geodéziai célokra egyaránt alkalmas, továbbá hálózat fejlesztési (MGH, INGA) munkákhoz – a mai tudományos és technikai követelmények mellett – egyszerűen nélkülözhetetlen. Jelen cikkünkben összefoglaljuk az abszolút gravimetria hazai alkalmazási területeit, a vele kapcsolatosan felmerülő szakmai igényeket, gravimetriai hálózatunk fejlesztési feladatait, és magát a terepi abszolút gravimétert is bemutatjuk.

Az abszolút g mérések alkalmazási köre a hazai gravimetriai kutatásban

A magyarországi integrált 3D geodéziai alaphálózat (INGA) létrehozásának célja megfelelő számú és az ország területét

lehetőleg egyenletes elosztásban lefedő pontokból álló hálózat kialakítása, amely az aktuálisan lehető legnagyobb megbízhatóságú adatokat szolgáltatja mind elméleti, mind gyakorlati célú geodéziai, geofizikai és geodinamikai feladatok megoldásához. E követelmények kielégítéséhez a tervezett pontokon geometriai és fizikai mérésekre van szükség. A fizikai méréseket a g nehézségi térerősség mérések jelentik. Jelenleg a legnagyobb megbízhatóságú g értékeket abszolút módszerrel végzett meghatározások eredményei szolgáltatják. E mérések eszközei a különböző típusú abszolút graviméterek.

A hazai abszolút g mérések fontosságát és igényét a nagy megbízhatóságú értékek sokrétű alkalmazása jelenti. A legfontosabb felhasználási területek a következők:

- az Országos Gravimetriai Hálózat (MGH) aktuális referencia szintjének biztosítása,
- az MGH és az Európai Egységes Gravimetriai Hálózat (UEGN) kompatibilitásának folyamatos fenntartása,
- a nehézségi erőter hosszúidejű változásainak geodinamikai vizsgálata ciklikusan ismételt abszolút- és relatív graviméteres mérésekkel,
- korszerű gravimetriai adatok szolgáltatása az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA) pontjai geopotenciális értékének meghatározásához,
- megbízható nehézségi etalonérték szolgáltatása ipari célokhoz,
- nehézségi térerősség értékek meghatározása a tervezett INGA hálózat pontjain.

Az első hazai abszolút mérést Gruber Lajos végezte 1885-ben Budapesten Repsold-féle reverziós ingával [Gruber, 1886], amellyel Európa számos országának alappontjain végeztek méréseket. E mérésnek azonban csupán történeti jelentősége van, mert az 1950-es évek elején létesített első országos gravimetriai hálózat (MGH-50) telepítésekor [Facsinay–Szilárd, 1956]

Gruber mérési pontja már elpusztult. Az abszolút mérések hazai elterjedését a szabadesés elvén szerkesztett abszolút graviméterek megjelenése és a volt szocialista országok tudományos akadémiainak és geodéziai szolgálatainak gravimetriai témában létrejött együttműködése tette lehetővé. 1978–87 között a szovjet gyártmányú GABL berendezése 15 országos hálózati pontunkon végeztek méréseket. Ezen mérések eredményei szolgáltatták az MGH-80 elnevezésű országos hálózat referencia szintjét [Csapó–Sárhidai, 1990]. Az 1990-es politikai változások – és ennek köszönhetően a gravimetriai adatok szigorúan titkos voltának feloldása – lehetővé tették, hogy hazánk bekapcsolódjék a nemzetközi gravimetriai munkálatokba: az USA Katonai Térképészeti Szolgálata (DMA) több – erre a célra telepített – pontunkon végzett abszolút mérést 1993–95 között egy AXIS gyártmányú FG-5 típusú műszerrel [Csapó, 1994]. A ponthelyek kiválasztásánál alapvető szempont volt, hogy azok lehetőleg egyenletes eloszlásúak legyenek az ország területén és közel legyenek az országos GPS hálózat mozgásvizsgálati pontjaihoz.

1991-ben széles nemzetközi együttműködésben létrehozták az Egységes Európai Gravimetriai Hálózatot (UEGN), amelyhez később hazánk is csatlakozott. E célból az országos hálózat célszerűen kiválasztott 56 bázispontjából (köztük 16 abszolút állomással) kialakítottuk az UEGN magyarországi részét (1. ábra), amelynél az abszolút állomások között LCR-G relatív graviméter csoporttal végeztünk méréseket az ábrán látható vonalakon, és a hálózatot összekapcsoltuk az UEGN szlovákiai és osztrák szakaszával [Csapó–Völgyesi, 2002]. Az UEGN 2005-ben végzett kiegyenlítése után elvégeztük az MGH kiegyenlítését is és a két hálózat közös pontjaira a kétféle kiegyenlítésből nyert g értékek összehasonlító analiziséből megállapítottuk, hogy az eltérések 95%-a kisebb $20 \mu\text{Gal}$ -nál ($1\mu\text{Gal} = 10^{-8}\text{ms}^{-2}$), vagyis a két hálózat kompatibilitása megfelelő. 2002–2010 között pályázati forrásokból további abszolút állomásokat telepítettünk az országban, amelyek száma jelenleg 20. Az új abszolút állomásokon végzett g meghatározások,

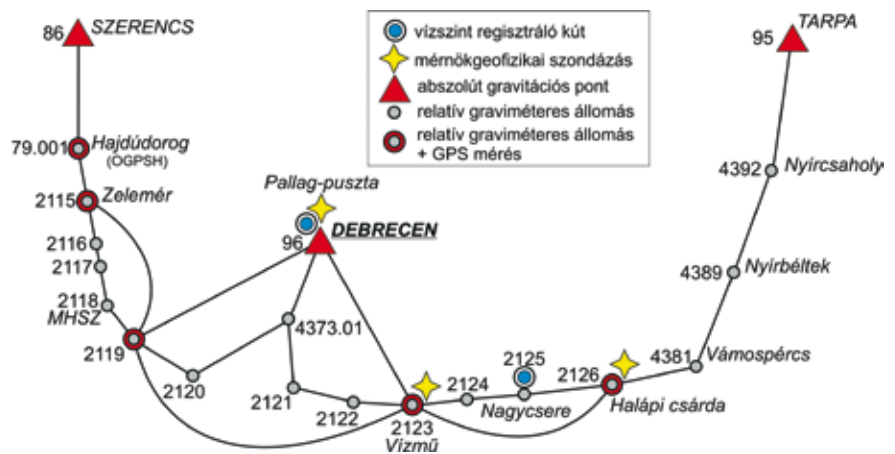


1. ábra Az UEGN magyarországi része

korábban telepített abszolút állomásokon végrehajtott ismételt mérések és számos új relatív graviméteres mérési kapcsolat eredményeivel új alaphálózati kiegyenlítést végeztünk [Csapó–Koppán, 2010].

Az abszolút mérések igen jelentősek a nehézségi erőter hosszúidejű változásának tanulmányozása szempontjából is. Az egyes pontokon ciklikusan ismételt mérések eredményei a geometriai módszerek (pl. felsőrendű szintezések) eredményeinek együttes értelmezésével fontos információval szolgálnak az erőter lokális, vagy regionális változásairól és a változások tendenciájáról. Tekintettel arra, hogy Magyarország területén ezek a hosszúidejű változások meglehetősen kis értékűek, megbízható eredményeket csak hosszabb időn keresztül végzett ismételt mérésekkel remélhetünk. A méréseket

párhuzamosan végzett hidrogeológiai vizsgálatokkal kell kiegészíteni, mert a mérés idején adott külső körülmények hatásai jelentős mértékben befolyásolhatják a mért g értéket [Szabó, 1977; [Csapó–Szabó–Völgyesi, 2003]. Az I. táblázatban azt a 15 hazai állomást tüntettük fel, ahol legalább egy ismételt meghatározás történt különféle abszolút graviméterekkel. A mérések közötti ciklusidők és a mérési eredmények alapján kiszámítottuk a pontok 1 évre eső g változásait $\text{mGal}/\text{év}$ egységben. Az egyes pontokra számított értékek azonban csak közelítő becslésre alkalmasak, mert az egyes mérési eredményeket a külső körülmények (pl. talajvíztükör helyzete) hatásainak javításba vétele nélkül kaptuk, hidrogeológiai mérések hiányában. Ezen eredmények alapján feltételezhető, hogy Magyarország területén a



2. ábra Debreceni mozgásvizsgálati poligon vázlatja

pont száma és neve	mérés éve	abszolút graviméter típusa	mérő-csoport	mért g érték (mGal)	mért VG (mGal/m)	változás (mGal/év)
81 Siklós	1978	GABL	szovjet	980678.288	- 0.341	+ 0.003 0 - 0.001
	1991	JILAg-6	osztrák	.321		
	1995	JILAg-6		.323		
	2007	AXIS-215	cseh	.310		
82 Budapest	1980	GABL		980824.318	- 0.252	- 0.001 - 0.007 - 0.009 + 0.001 0
	1991	JILAg-6		.310		
	1993	AXIS-107	USA	.296		
	1996	AXIS-107		.270		
	2000	AXIS-101	német	.275		
	2007	AXIS-215		.278		
85 Kőszeg	1980	GABL		(980784.739)	- 0.266	?
	1993	JILAg-6		.713		
86 Szerencs	1980	GABL		980872.812	- 0.297	- 0.002 - 0.002
	1993	JILAg-6		.784		
	2005	JILAg-6		.765		
88 Nagyvá- zsony	1993	AXIS-107		980765.813	- 0.256	+ 0.001
	1997	JILAg-6		.816		
89 Gyula	1987	GABL		980766.435	- 0.291	- 0.004 - 0.002
	1995	JILAg-6		.404		
	2005	JILAg-6		.386		
90 Szécsény	1993	AXIS-107		980873.104	- 0.306	- 0.002 0
	1996	AXIS-107		.098		
	2007	AXIS-215		.099		
91 Kenderes	1993	AXIS-107		980810.284	- 0.266	?
	2005	JILAg-6		(.229)		
92 Madocsa	1994	AXIS-107		980761.770	- 0.255	- 0.002
	2003	JILAg-6		.750		
93 Iharos- berény	1994	AXIS-107		699.024	- 0.282	0
	2010	AXIS-215		699.021		
94 Öttömös	1994	AXIS-107		980725.911	- 0.263	0
	2003	JILAg-6		.909		
95 Tárpa	1995	AXIS-107		.427	- 0.271	+ 0.003
	2001	JILAg-6		980880.445		
96 Debrecen	1996	IMGC	olasz	980825.779	- 0.308	+ 0.005
	2001	JILAg-6		.803		
99 Sós-kút	1999	JILAg-6		816.346	- 0.237	0
	2010	AXIS-215		816.346		
98 Penc	1998	ZZG	lengyel	980832.817	- 0.310	0 0
	2001	AXIS-206	francia	.819		
	2007	AXIS-215		.820		

I. táblázat Ismételt abszolút mérések és eredményeik

nehézségi erőter hosszúidejű változása átlagosan 1–2 μ Gal/év.

Magyarországon az ELGI által telepített Siklós–Szécsény közötti Országos Graviméter Kalibráló Alapvonalon évente legalább egyszer végeznek ismétlődő méréseket a graviméterek

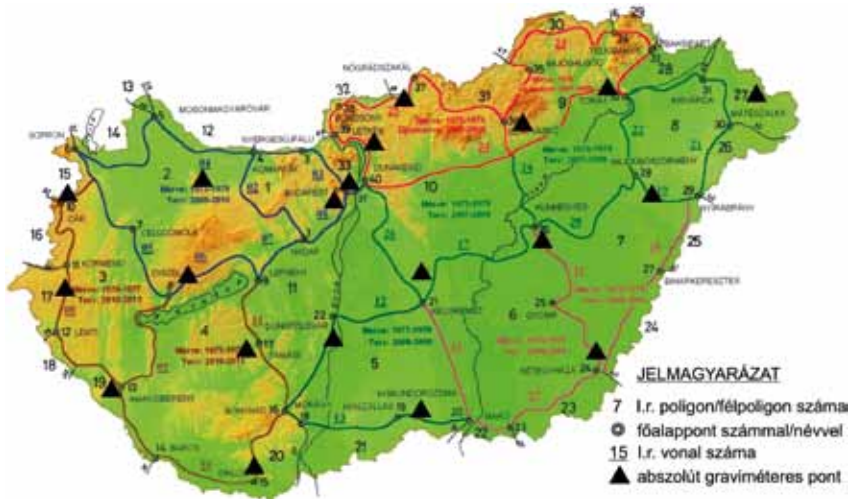
méretarány-tényezőjének ellenőrzése céljából. A mintegy 25 éven át végzett mérések eredményének vizsgálata azt mutatja, hogy az egyes években bármelyik két szomszédos alapvonalpont között mért Δg érték legnagyobb eltérése lényegesen meghaladja

a LCR graviméterekkel terepi körülmények között optimálisan elérhető 0,01 mGal mérési megbízhatóságot. Ennek oka egyrészt a mérések idején aktuális (nem ismert) talajvízszint tükör magassága okozta tömeghatás, másrészt a kiegyenlítésnél kényszerként alkalmazott abszolút állomások g értékének változása a ciklikus újramérések eltérő eredménye miatt.

Az erőter hosszúidejű lokális változásait geofizikai és geodéziai módszerek együttes alkalmazásával megfelelően választott mérési vonalakon is lehet tanulmányozni. Ennek egyik példája a debreceni lokális mozgásvizsgálati vonal, amelynek pontjai között relatív graviméter-csoporttal ciklikusan végzett mérésekkel tanulmányozzuk Debrecen térségének gravimetriai vonatkozású változásait (2. ábra).

A vonalpontok közötti méréseket két távolabbi abszolút állomáshoz csatolva végezzük. A vonal közelében vízszint megfigyelő kutak találhatóak és a vizsgálati vonal három pontján mérnökgeofizikai szondázást is végeztünk. Az 1988-ban létesített vonal az EOMA 8. számú poligonjának 19. vonalát követi Hajdúdorog és Vámpércs között. A hidrogeológiai adatok és a terület geológiai felépítése alapján feltételezhető, hogy a térség nehézségi erőterének változásait a város fokozott vízkivétele és a laza altalaj tömörödése okozza. Az ismételt gravimetriai mérések eredményei alapján az egyes poligon-pontok g értéke növekvő tendenciát mutat, ami összhangban van a Kárpát-Balkán régió függőleges mozgássebességi térképén az e térségre jellemző magasságváltozási adatokkal, amelyeket felsőrendű szintezések alapján számítottak [Joó, 1985; Csapó, 2004].

Az EOMA I. rendű szintezési vonalának újramérése 2007-ben kezdődött [Csapó, 2008]. Tekintettel arra, hogy ennél a munkánál a magassági adatokat nem metrikus mérőszámokkal, hanem a munkajellegű geopotenciális értékkel kell megadni, ezért a szintezési vonalak mentén graviméteres méréseket is kell végezni. [Geopotenciális értékeket kell majd szolgáltatni az európai magassági hálózat (UELN) kiegyenlítéséhez is.] A relatív graviméteres mérések referenciaszintjét ebben az esetben is az abszolút mérések eredményei szolgáltatják.



3. ábra Az EOMA I. rendű vonalai és az abszolút g pontok

A 3. ábrán az EOMA I. rendű vonalait és az abszolút állomások helyét ábrázoltuk. Tekintettel arra, hogy az utóbbiak telepítésénél nem volt szempont, hogy azokat szintezési vonalak pontjai közelében létesítsük, ezért előfordul, hogy adott szintezési vonaltól a legközelebbi abszolút állomás akár 30–40 km-re található. Az abszolút pontok referenciaértékének a szintezési vonalakra történő levezetése adott esetben több relatív graviméteres mérési kapcsolaton keresztül történik, ami egyrészt – a hibaterjedés törvényének megfelelően – a vonalpontok g értéke megbízhatóságát csökkenti, másrészt növeli a gravimetriai munkák költségeit. Ezeket a hátrányokat egy hordozható terepi abszolút graviméter (A10) alkalmazása lényegesen csökkentené, és egyszerűsítené a relatív gravimétereknek az EOMA munkálatok megkezdése előtt szükséges kalibrációs méréseit is. Ezzel a berendezéssel, külön pontépítés nélkül lehetne abszolút g meghatározásokat végezni tetszőleges szintezési vonalpontokon.

Az iparban számos kalibráló laboratóriumban szintén szükség van a g helyi ismeretére. Ezen laboratóriumok akkreditálását az Országos Mérésügyi Hivatal (OMH) végzi, de ez az intézmény nem rendelkezik hiteles g értéket biztosító (vagy azt ellenőrző) berendezéssel. Ezért a hazai gravimetriai mérésekhez országos etalonná nyilvánította a hazai gravimetriai alaphálózat abszolút állomásait [OMH, 1998].

Végül a tervezett 3D integrált hálózat (INGA) kiválasztott pontjain

szintén szükséges a nehézségi erőter aktuális értékének biztosítása. Ezt alapvetően kétféle módon lehet megoldani. Az egyik lehetőség az, hogy A10 abszolút graviméterrel határozzuk meg a g helyi értékét. Tekintettel arra, hogy ez a graviméter terepen betontömbbel állandósított pontokon (lásd az MGH I-II. rendű bázispontjai) is felállítható, valamennyi fajta mérés azonos ponton elvégezhető. A másik megoldás az, hogy az adott INGA állomáshoz legközelebbi MGH abszolút állomástól (ezek zárt építmények legalsó szintjén találhatóak és nem alkalmasak pl. GPS mérésekre) relatív graviméteres mérőcsoporttal – adott esetben több kapcsolaton keresztül – vezetünk le g értéket az INGA állomásokra. E megoldás hátránya hasonló az EOMA méréseknél ismertetett problémához.

Tervezett geodinamikai vizsgálatok az ALPACA térségben

A nehézségi erőter kutatására szánt műholdak új generációjában elsősorban a GRACE az, melyet a nehézségi erőter időbeli változásainak megfigyelésére állítottak pályára 2002-ben. Azóta a mérésekből rendszeres időközönként (pl. havonta) globális geopotenciál modelleket vezetnek le, amelyek lehetővé teszik a nehézségi erőteret jellemző különböző paraméterek (pl. geoidundulációk) rendszeres és szezonális változásainak megfigyelését a Föld szinte bármely pontjára vonatkozóan, a modell felbontó-képességének

(fok- és rendszám) megfelelő részletességgel. A jelenlegi felbontóképesség ($n, m = 120-180$) már lehetővé teszi, hogy pl. az ALPACA (Alpok – Pannonmedence – Kárpátok) térségére kiterjedő változásokat éves gyakorisággal nyomon követhessük. A kimutatott és már az előzőekben említett regionális változások természetesen tömegeloszlás-változásokra utalnak, amelyek vagy a fizikai földfelszínnek a tömegközépponthez viszonyított geometriai megváltozásából, vagy a felszín alatti tömegátrendeződésekből (általában mindkettőből) származnak. A földi méréseknek (és itt nem csak a gravimetriai, hanem pl. az EOMA mérésekre is gondolunk) nagyon fontos, perdöntő szerepe lenne a műholdas mérések eredményeinek igazolásában. Ennek érdekében, szoros együttműködésben a szomszédos országok kutatóival és kutatóhelyeivel egy geodéziai-geodinamikai monitoring hálózatot kellene létrehozni a régióban, amelynek pontjain rendszeres időközönként megismételt mérésekkel lehetne a g változását megfigyelni. A pontok közvetlen közelében biztosítani kell pl. a talajvízszint változás regisztrálását is és fel kell használni az összes elérhető szabatos geodéziai mérés (szintezés, mozgásvizsgálati GPS mérés, InSAR stb.) eredményeit is.

Szakmapolitikai előrettekintés

Annak ellenére, hogy egyes kutatók, elsősorban az ELGI szakemberei már a kezdetektől szorgalmazták ezt, az érdekelt intézmények sem együtt, sem külön-külön nem tudták előteremteni azt az összeget, amelybe jelenleg egy abszolút graviméter kerül. Ennek elsődleges oka a forráshiány volt, de nagy szerepet játszott az a főként gyakorlati szempontokat tükröző álláspont is, amely szerint az abszolút gravimetria, illetve egy abszolút graviméter felesleges luxus Magyarország számára és mind a geodézia, mind a geofizika jól el tudja látni feladatait e nélkül is.

Mára azonban bebizonyosodott, hogy csupán a metrológiai szempontokat nézve is tarthatatlan ez a hozzáállás, hiszen egy abszolút graviméter éppen olyan „standard” egy ország számára,

mint egy méterrúd, vagy egy atomóra és e nélkül a gravimetriai feladatok dátum-problémái csak igen körülményesen és végeredményben/összességében jelentős költséggel oldhatók meg, pl. műszerbérlet útján. És akkor hol vannak még a tudományos kutatás érvei, amelyek szintűgy a beszerzést szorgalmazzák évente óta? Gyakorlatilag Magyarország jelentős mértékben lemaradt ezen a területen, még az átlagos „felhasználói” nemzetközi színvonalától is, hiszen semmiféle szisztematikus kutatásra nem volt lehetősége a műszer hiányában. Mindeközben világszerte megnőtt az érdeklődés, igaz inkább a környezet-tudományok részéről a nehézségi erőter paramétereinek egyre pontosabb és növekvő térbeli részletességű mérése iránt, hiszen az erőter változása közvetlen indikátora a Föld belső ill. felszíni tömegeloszlása változásának. Ráadásul a GRACE műhold mérései alapján történt elemzések a Kárpát-Pannon térségben is jelentős, $+(1-2) \mu\text{Gal}/\text{év}$ változásokat mutattak ki [Steffen et al, 2008], amelyek földfelszíni megfigyelés/igazolása csak évtizedes távlatú, rendszeres és szélső pontosságú felszíni mérésekkel lehetséges. A 4. ábra a különböző adathosszúságú GRACE mérésekből számított éves nehézségi térerősség változásokat mutatja az ALPACA térségre koncentrálnva az a) 2003–2008, a b) 2003–2009, és a c) 2003–2010 időszakokra vonatkozóan. A skála mértékegysége: $\mu\text{Gal}/\text{év}$. (H. Steffen személyes közlése alapján).

Sajnos azok a meglehetősen „ad hoc” (esetlegesen elnyert különböző hazai pályázatok által támogatott), de a gravimetriai és magassági alaphálózataink fenntartása szempontjából nélkülözhetetlen abszolút g mérések, amelyekkel

jelenleg rendelkezünk, és amelyeket a műszer hiányában a jövőben esetleg végeztetni tudunk, nem elégítik ki az erőter változás tudományos kutatása által megszabott követelményeket, így hiába került hazánk történelmi területe a nemzetközi földtudományi kutatás fókuszába.

Ennek a helyzetnek orvoslására az MTA GGKI, a BME, a FÖMI és az ELGI szakemberei 2009-ben közös konzorciális pályázatot adtak be az OTKA-NKTH A08 pályázati fordulójára. Miután a megpályázható összeg felső határa 150 M Ft volt, csak egy, az 5. ábrán látható MicroG-LaCoste (USA) gyártmányú, A10-es terepi abszolút graviméter, és egy szerény, de következetes helyi és regionális kutatási célokat előirányzó kutatási terv fért bele a pályázati keretbe. Sajnos a rendkívüli pozitív hazai és külföldi bírálatok ellenére a pályázat nem kapott támogatást.

Mivel a pályázóknak meggyőződésük, hogy a körülírt problémákra viszonylag gyorsan megoldást kell találni, így 2010 tavaszán újra benyújtottak egy átdolgozott nagy értékű alap-kutatási pályázatot, amelyben a fő hangsúlyt a g Kárpát-medencei változásának megfigyelése kapta. Sajnos az újabb és megint csak igen kedvező hazai és külföldi bírálatok ellenére a pályázat ismét nem kapott támogatást.

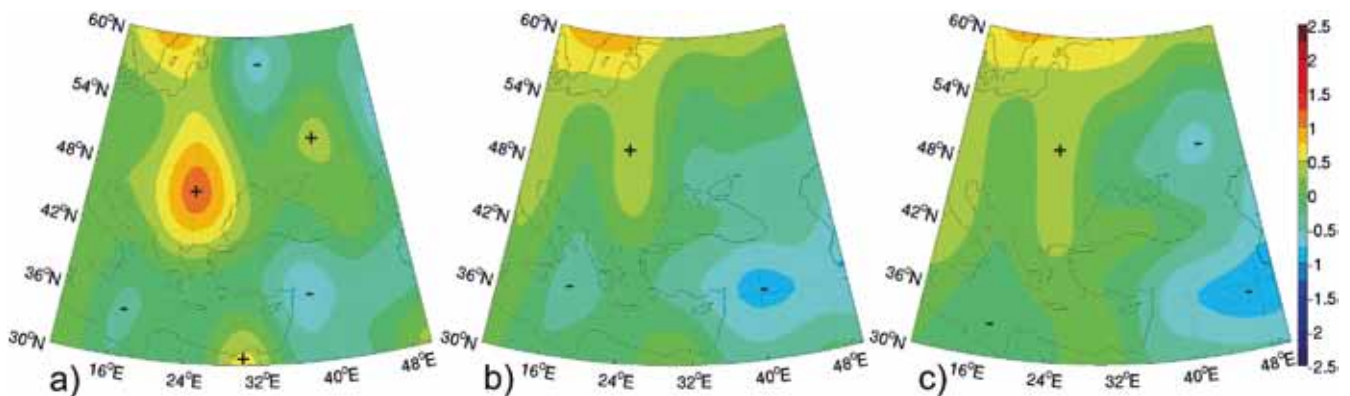
Az 5. ábrán látható A10 műszerrel megfelelően stabil kiépítésű terepi pontokon, a szabadban is végezhető abszolút g mérések, ahogyan azt Papp G. (MTA GGKI) 2010. évi áprilisi dániai tanulmányútján megtapasztalta. Kedvező esetben a terepi mérések pontossága $5-10 \mu\text{Gal}$ közötti, amely évtizedes távlatban már alkalmas a g változás tendenciájának kimutatásához, hiszen



5. ábra Az A10 jelű terepi abszolút graviméter

az előzetes adatok alapján ilyen időbázison akár $+20 \mu\text{Gal}$ szekuláris változás is várható pl. a medence süllyedéséből. A rövid periódusú, elsősorban hidrológiai eredetű tömegátrendeződésekből (talajvízszint változás) származó fluktuációk amplitúdója is ebben a tartományban mozog ($\pm 20 \mu\text{Gal}$), tehát mindezek a jelenségek rendszeres mérésekkel követhetők [Csapó-Szabó-Völgyesi 2003]. A tervek szerint két megfelelően képzett mérőcsapat végezné a terepi méréseket a műszer minél jobb kihasználása érdekében. A műszer folyamatos laboratóriumi használata és felügyelete mind az MTA GGKI-ban, mind az ELGI-ben biztosított.

Az abszolút mérések kiegészíthetők relatív g mérésekkel, amelyekhez Magyarországon a LaCoste-Romberg G típusú gravimétereket használjuk az ELGI-ben és az MTA GGKI-ban. Az abszolút műszer birtokában ezen relatív műszerek kalibrálása is



4. ábra A nehézségi térerősség változása a GRACE mérések alapján (a skála mértékegysége $\mu\text{Gal}/\text{év}$)

megoldódna, hiszen a kalibráló pontok g értékét akár évenként meg lehetne határozni, így azok a nehézségi erőter aktuális/tényleges értékét „hordoznák” az adott hibahatáron belül.

Magyarországon a hagyományoknak megfelelően mind az intézményi háttér, mind a szükséges tudás és tapasztalat rendelkezésre áll az abszolút gravimetria fogadására és alkalmazására, csupán az eszköz hiányzik ennek az igen fontos szakterületnek az eredményes, világszínvonalú műveléséhez.

Megjegyzés

Kutatásaink jelenleg a 76231 sz. OTKA támogatásával folynak.

Irodalomjegyzék

- Csapó G, Sárhídi A (1990): Magyarország új nehézségi alaphálózata (MGH-80). Geodézia és Kartográfia, 42, 2, 110-116.
- Csapó G (1994): Abszolút graviméteres mérések Magyarországon 1978-94 között. Geodézia és Kartográfia, 45, 4, 218-224.
- Csapó G, Völgyesi L (2002): Hungary's new gravity base network (MGH-2000) and its connection to the "European Unified Gravity Network". Springer Verlag.
- Csapó G, Szabó Z, Völgyesi L (2003): Changes of gravity influenced by water-level fluctuations based on measurements and model computation. Reports on Geodesy, Warsaw University of Technology, 64, 1, 143-153.
- Csapó G (2004): Felszínmozgások komplex vizsgálata Debrecen térségében. (A T031875 sz. OTKA pályázat zárójelentése).
- Csapó G (2008): Az Egységes Országos Magassági Alaphálózat (EOMA) graviméteres mérései. Magyar Geofizika, 49, 4, 138-142.
- Csapó G, Koppán, A. (2010): A legújabb országos gravimetriai hálózat (MGH-2010) munkálatai és kiegyenlítési eredményei. (sajtó alatt)
- Csapó G, Kenyeres A, Papp G, Völgyesi L (2011): Az abszolút g méréseket befolyásoló hatások elemzése. Geodézia és Kartográfia, 63, 1, 8-12.

- Facsinay L, Szilárd, J (1956): A magyar országos gravitációs alaphálózat. Geofizikai Közlemények, V, 2, 3-49.
- Gruber L (1886): A földnehézség meghatározása Budapesten 1885-ben. MTÉ 4, 80-83.
- Jóó I (1985): The new Map of Recent Vertical Movements in the Carpatho-Balkan Region, scale 1:1 million. Cartographia, Budapest.
- Országos Mérésügyi Hivatal (1998): Határozat országos etalonná nyilvánításról (8037/1997 OMH szám), Mérésügyi Közlemények, 1998/4, 75-76.
- Steffen H, Denker H, Müller J (2008): Glacial isostatic adjustment in Fennoscandia from GRACE data and comparison with geodynamic models. J. Geodyn. 46 (3-5), 155-164, doi:10.1016/j.jog.2008.03.002.
- Szabó Z (1977): A talajnedvesség-változás és a talajvízszint-ingadozás hatása a gravitációs mérésekre. Magyar Geofizika, XVIII, 4, 121-126.

Summary

Plans and works of the applications of the absolute gravimetry in Hungary

In spite of the great tradition of the gravity field-related research in Hungary, due to the decreased financial support it has been hindered during the last two decades. The institutions related to the gravity field research and applications now willing to revitalize this research topic and started joint actions to get access to an absolute gravimeter. The targeted instrument is the A10 absolute gravimeter, which is also capable for field survey. This paper gives a summary about the related main research fields and applications, where an absolute gravimeter will provide essential contribution. The importance of the equipment in the gravimetric and geodetic networks is emphasized and its applications in the geodynamical studies are described. The parameters and capabilities of the A10 absolute gravimeter are also shown.



Dr. Csapó Géza
szaktanácsadó

Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
csapo@elgi.hu



Dr. Papp Gábor
tudományos főmunkatárs

MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet
papp@ggki.hu



Dr. Kenyeres Ambrus
osztályvezető

FÖMI Kozmikus Geodéziai Obszervatórium
kenyeres@gnssnet.hu



Dr. Völgyesi Lajos
egyetemi tanár

MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport
http://www.agt.bme.hu/volgyesi

Tisztelt Tagtársak!

A tavalyi évben történt nyilvántartási zavar miatt egyéni lapelőfizetőinktől – akik e miatt a lapot késve, vagy hiányosan kapták – ezúton is szíves elnézésüket kérem.

Amennyiben a tavalyi évben nem kapott meg minden lapszámot, kérem, jelezze a Társaságnak a 06 1 201-8642 telefonszámon, vagy e-mail-en a következő címen: mail.mfttt@mtesz.hu vagy az mfttt@freemail.hu címekre, és ha lehetséges, a hiányzó számokat pótoljuk.

Ezúton kérem Önöket, ha a Geodézia és Kartográfia folyóirat aktuális számát nem kapták meg, azt a Társaság titkárságának jelezzék a fenti elérhetőségeken, hogy az elmaradás okai tisztázhatók, illetve megszüntethetők legyenek és az esetleges elmaradásokat pótlhassuk/pótolhassuk.

Köszönettel:

Kenderes Dóra

- when it has to be right

Leica
Geosystems

Leica Viva Imaging Képképzési technológiák

TSI li nem motorizált mérőállomás (RL, I)
TSI 5i motorizált mérőállomás (RL, ATR, GUS, PS, I)
CSI 0 / CSI 5 vezérlők (WLAN, BT, 3.5G, URH)

Minden eddiginél többre lesz KÉPES:

- Új Az eltárolt képen látható a változtatható színű szálkereszt - mostantól már emlékezni is fog rá, hogy miért tárolt képet a műszer!
- Új A mérendő objektumról készült képen jegyzetelhet – az apró részletek sem mennek feledésbe!
- Új Szabadkézi jegyzetelés és skicc készítés, bármilyen vonalstílussal, színnel és vastagsággal – nincs többé gyűrött, ázott manuálé!
- Új A képek adatbázis szintű kapcsolása az objektumokhoz (pont, vonal, terület) – hogy ne csak képe, értelme is legyen a képképzésnek!
- Új Rámutat a célra és a műszer azonnal irányoz – villámgyors irányzás, mérés és tárolás, a távcsőbe nézés és képélesség állítás nélkül!



E nélkül mérni KÉPtelenség!

A Leica Geosystems újabb standard megteremtésével teszi életszerűvé, használható és hatékony geomatikai technológiává a képképzés lehetőségét azzal, hogy megteremti a többszintű kapcsolatot a mérőállomás vagy a terepi vezérlő által készített kép és a mérési adatbázis között. Az új SmartWorks Viva szoftver két fontos területen segíti a terepi felmérést és az irodai feldolgozást. Az első a mérőállomással történő felmérési folyamatok képi támogatása, ahol a mérőállomás egyedülálló VGA (640x480) felbontású kijelzőjén a cél objektumra mutató elvégezhetjük az irányzást, mérést, tárolást (pont, vonal, terület, kép). A második a digitális jegyzetelési lehetőség a térkép nézetre (képernyő kivágat), üres jegyzetre vagy a mérőállomás, illetve a terepi vezérlő által készített képre. Természetesen a legfontosabb, hogy az elkészült fotó (a mért objektumról) és az összes digitális jegyzet a mérési adatainkhoz kapcsolható, így a képi információ a tárolt pont, vonal vagy terület szerves részévé válik.

www.leica-geosystems.hu

Leica Geosystems Hungary Kft.
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor u. 6/C.
Tel.: 1/814-3420, Tel/Fax: 1/814-3423
attila.varadi@leica-geosystems.hu
zsolt.horvath@leica-geosystems.hu

... let us inspire you

Leica
Viva