

Az új magyarországi gravimetriai alaphálózat (MGH-2000)¹

CSAPÓ GÉZA²

Az elmúlt évtized új módszerek és technikai eszközök bevezetését eredményezte a geodéziában. Ez a tény, valamint a kiszélesedő nemzetközi együttműködés lehetővé tette a „Magyar Gravimetriai Hálózat” (MGH-80) korszerűsítését. A cikkben az új hálózatot ismerteti a szerző és annak alkalmazási lehetőségeire hívja fel a figyelmet.

G. CSAPÓ: The new Hungarian Gravity Base Network (MGH-2000)

Due to the technical development of the last decade new methods were introduced to geodesy. This development and the widening international cooperation made it possible and necessary to up-date the former Gravity Base Network (MGH-80). The paper offers a brief survey of the parameters influencing the establishment of the new network, then sets forth the construction and the possibility of applications.

Bevezetés

A geotudományok egyik alapfeladata — a földalak folyamatos pontosítása — nem csupán elméleti jelentőségű kutatási téma, hanem egyre inkább gyakorlati, műszaki—gazdasági kérdés. A műholdas helymeghatározási eljárás (GPS) alkalmazása a nyolcvanas évek második felétől hazánkban is rohamosan szaporodik. Ennek alapvetően az az oka, hogy a technika kezelése (mérés) rövid idő alatt elsajátítható, az eljárás gyors, olcsó és a gyakorlati műszaki feladatok jelentős részénél elegendő pontosságú eredményeket (koordinátákat) szolgáltat. Hátránya, hogy a helymeghatározás magassági értelmű megbízhatósága jelentősen kisebb a vízszintesénél, ami miatt valószínűsíthető, hogy a költséges geometriai szintezés — nagy pontosságot igénylő feladatok esetében — még sokáig nem lesz pótolható ezzel az eljárással.

A GPS módszerrel nyert magassági értékek megbízhatósága szoros összefüggésben áll a földalakat jól közelítő és matematikai módszerekkel kezelhető geoid jelenlegi pontosságával. Többek között ezért került előtérbe a geoid pontosításának igénye, amely feladat azonban a geometriai adatokon (geodéziai koordináták) kívül fizikai adatok (nehézségi gyorsulás) meghatározását is szükségessé teszi. A földfelszíni gravimetriai adatok a Föld gravitációs modelljének (EGM) pontosításához szükségesek. A nehézségi erőter tömegvonzási potenciálfüggvényét gömbfüggvénysorokba fejtvé határozzák meg (geopotenciál megoldás). A függvénysorok együtthatói értéksorozatának felbontása és tagszáma a rendelkezésre álló átlagos nehézségi rendelkezési értékek számától függ, amely értékek a felszíni gravimetriai

mérésekből számíthatóak. A jelenleg talán legkorszerűbb OSU91A elnevezésű geopotenciál modellnél a sorfejtést a 360. fokig és rendig végezték el [ÁDÁM 1993]. Hasonló korszerűsítési munkák folynak a NASA és DMA irányításával katonai vonalon is. A javított földmodellel számított geoid magasságait a WGS-84 referencia ellipszoidra vonatkoztatják [RAPP, NEREM 1994].

A gravimetriai adatrendszerrel több gond is van: az egyik az, hogy még olyan, viszonylag kisebb területen is, mint pl. Európa, a szükségesnél kevesebb az ismert nehézségi gyorsulási értékkel rendelkező pontok száma, a másik pedig, hogy a mért pontok eloszlása nem egyenletes, a mérési eredmények megbízhatósága pedig közel sem homogén. További gondot jelent, hogy az egyes országok gravitációs felméréseinek referencia-szintje sokszor jelentős mértékben eltér egymástól (méretarány probléma), ami megnehezíti kontinentális kiterjedésű egységes, homogén gravimetriai térképek (Bouguer-és Faye-féle anomália térképek) megszerkesztését. Ehhez járult az a további nehézség, hogy pl. térségünkben a gravimetriai adatokat — alapvetően politikai okok miatt — a legutóbbi időig „szigorúan titkos” minősítéssel kezelték, ami szinte lehetetlenné tette az amúgy sem könnyű adathozzáférést, a fejletlenebb technikai eszköztárral rendelkező országok számára pedig nagyon megnehezítette a gyakorlati együttműködést a fejlett országokkal.

Részben a geoid pontosításának igénye, részben a globális méretű geodinamikai kutatások megszorodása miatt napi feladattá lépett elő egy európai méretű, egységes gravimetriai alaphálózat létrehozása. A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) korábbi kezdeményezései egy abszolút állomásrendszerre alapozott „Egységes Európai Gravimetriai Hálózat” (UEGN) létrehozására azáltal váltak napi aktualitássá, amiért egyrészt a cél eléréséhez szükséges technikai eszközök már rendelkezésre állnak, amennyiben megfelelő számú és minőségű mérőeszköz alkalmazható egy nemzetközi expedíció felállításához, másrészt az Európában bekö-

¹ Beérkezett: 1995. május 2-án

² Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

vetkezett politikai—gazdasági változások nagy területek bekapcsolását teszik lehetővé ebbe a munkába.

A vázolt célkitűzés megvalósíthatóságát az biztosítja, hogy az elmúlt évtizedben rohamosan fejlődtek mind a nehézségi gyorsulás, mind a nehézségi térerősség meghatározására szolgáló eszközök, berendezések. Az ún. „szupravezető” graviméterek [RICHTER 1987] belső pontossága 10^{-9} — 10^{-10} , a legújabb generációs abszolút gravimétereké (AXIS) néhányszor 10^{-8} (ismétlési megbízhatóságuk rövid időintervallumban $5-8 \mu\text{Gal}$; $1 \mu\text{Gal} = 0,01 \mu\text{ms}^{-2}$ és $1 \text{mGal} = 10 \mu\text{ms}^{-2}$). Az elektronikus libellákkal és feedback rendszerrel [CSAPÓ 1991] felszerelt LCR, vagy Scintrex CG-3M Autograv relatív graviméterekkel terepi körülmények között $5-15 \mu\text{Gal}$ ismétlési pontossággal lehet dolgozni [FALK 1995].

Előzmények

Magyarország első, az egész ország területére kiterjedő gravitációs hálózatát az ötvenes évek első felében létesítette az ELGI egy Heiland gyártmányú graviméterrel [RENNER, SZILÁRD 1959]. Ez a hálózat megfelelő alapot biztosított az akkor indult, ún. „országos áttekintő gravimetriai felmérés” munkáihoz, azonban a hatvanas évek nagyarányú ipari és infrastrukturális fejlesztései miatt az utak mellé telepített pontok rohamosan pusztultak, vagy váltak mérésre alkalmatlanná.

A hatvanas években — akkor korszerűnek tekinthető — geodéziai típusú Sharpe-graviméterek beszerzésére nyílt lehetősége az ELGI-nek, ami lehetővé tette az I.-rendű hálózat újramérését és kibővítését. A repülőterekre telepített hálózat pontjain három Sharpe CG-2 típusú műszerrel, repülőgépes műszerszállítással végezték az észleléseket. A hetvenes években a FÖMI az ún. „nulladrendű” szintezési hálózat munkálataival kapcsolatban graviméteres méréseket igényelt a magasságmérések gravimetriai korrekciójának számításához, ami módot adott egy új II.-rendű gravimetriai hálózat gazdaságos létrehozására: a bázispontokat a szintezési vonalak „kötpontjainak” közelében kiválasztott „időtálló” építmények, általában templomok közelében állandósították és magasságukat a FÖMI szintezési munkáival összekapcsolva — jelentős költségmegtakarítással határozták meg. A hálózat graviméteres méréseire két Sharpe CG-2 és egy LCR-G típusú graviméterrel 1980—89 között került sor. A pontok átlagos távolsága homogénnek tekinthető területi eloszlásban $15-25 \text{ km}$ volt, amelyek között a műszerek és észlelők szállítását személygépkocsival végezték. Az 1971. évi és az 1980—89 közötti mérések eredményeinek kiegyenlítésére és a pontkatalógus elkészítésére 1991-ben került sor. Az MGH-80-nak elnevezett új alaphálózat kiegyenlítés utáni hálózati középhibája (M_0) $\pm 16 \mu\text{Gal}$ [CSAPÓ, SÁRHIDAI 1990].

A bevezetőben említett egységes, nagyobb területre kiterjedő gravitációs hálózat létrehozására irányuló törekvés a közép-kelet-európai országok geodéziai szolgálatainak korábban létezett együttműködési terveiben már a hatvanas évek közepén szerepelt, amely hálózat koncepciója nagyon hasonlított a jelenlegi elképzelésekhez. E terv részbeni megvalósulásának köszönhető az első öt abszolút módszerrel,

szovjet gyártmányú GABL abszolút graviméterrel mért g érték, illetve abszolút állomás létesítése Magyarországon éppúgy, mint a mára megvalósult közös cseh—magyar—szlovák gravimetriai alaphálózat (EGH). E közös alaphálózat kialakításához szükséges méréseket az ELGI szakemberei két- és többoldalú együttműködési keretben 1972 óta folyamatosan végezték [CSAPÓ et al. 1993].

1992—93-ban — ugyancsak kétoldalú együttműködésben hálózat-összekapcsoló graviméteres mérések történtek Ausztria és Magyarország alaphálózata között. Ez a munka relatív és abszolút méréseket tartalmazott. A relatív méréseket az ELGI két geodéziai típusú LCR graviméterrel végezte (osztrák részről 2—3 hasonló műszert alkalmaztak a munkában), az abszolút méréseket osztrák tulajdonú JILAG abszolút graviméterrel a bécsi „Földmérési és Hitelesítési Szövetségi Hivatal” (BEV) munkatársai hajtották végre [CSAPÓ et al. 1993].

Az EUGN gyakorlati munkái a közép-kelet-európai országokban 1993-ban kezdődtek a „Nemzetközi Gravimetriai Bizottság” (IAG) munkaterve szerint és nemzetközi együttműködés alapján. A nemzetközi expedíció felállítására azért volt szükség, mert a hálózat méretarányát biztosító nehézségi gyorsulás értékek meghatározására alkalmas abszolút graviméterekkel Európában csak néhány ország rendelkezik (Ausztria, Finnország, Németország és Olaszország). A munkához ezen országokon kívül Anglia és az USA Védelmi Térképész Szolgálat (DMA) bocsátott rendelkezésre berendezéseket. A magyarországi abszolút méréseket a DMA egyik AXIS FG5 típusú, valamint a BEV JILAG-6 abszolút graviméterével végzik [FRIEDRICH 1993]. 1995 végére 7 új abszolút állomás kialakítására és ezeken a nehézséggyorsulási érték meghatározására, valamint az 1978—87 között szovjet GABL graviméterrel meghatározott öt érték ellenőrző mérésére kerül sor [CSAPÓ 1994].

Az abszolút értékeknek az alaphálózati pontokra történő levezetése a lehető legnagyobb megbízhatósággal relatív graviméterekkel történik, esetünkben ugyancsak nemzetközi együttműködésben. A hálózat korszerűsítésének költségeit az ELGI nem tudja költségvetési pénzből finanszírozni, ezért az eddig elvégzett munkák alapvetően a Magyar—Amerikai Kutatási Alap (JFNo.369 sz. pályázat), valamint az OMFB támogatásával (MEC-94/0508 sz. pályázat) valósultak meg. Ezen túlmenően az ELGI és a DMA közötti tudományos együttműködési megállapodásnak megfelelően a DMA két geodéziai típusú LCR relatív gravimétert kölcsönzött hosszú távra az ELGI-nek a geoid pontosításával összefüggő gravimetriai munkákhoz és a magyarországi országos alaphálózat folyamatos korszerűsítéséhez.

Az alaphálózatok koncepciója

A korábbi alaphálózatok létrehozásának legfontosabb szempontja az volt, hogy a különböző intézmények, vállalatok által különböző helyeken és időben, többféle típusú graviméterrel, zömmel nyersanyagkutatás céljából végzett graviméteres mérések eredményeit egységes keretbe lehessen foglalni, a geofizikai célú mérésekhez szükséges bázispontok száma

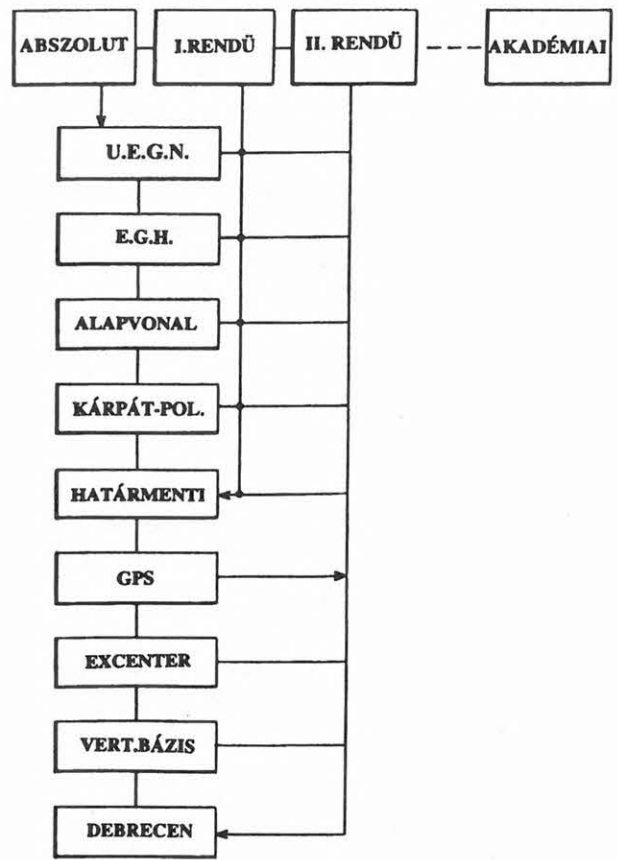
elendő legyen a gazdaságos munkavégzéshez. A nyersanyag-kutatási célú graviméteres méréseknél megkövetelt mérési pontosság furcsa módon nem növekedett a mérőeszközök fejlődésével, az egyre növekvő mennyiségű mérésre való törekvés függvényében inkább csökkent. Így azután az alaphálózat fejlesztése — a nyersanyagkutató geofizika szempontjából — perifériális kérdéssé vált. Ugyanakkor a volt szocialista országok geodéziai szolgálatai és ezen országok tudományos akadémiái közötti tudományos munkaprogram keretében 1969—74 között — egységes geofizikai térképek szerkesztésének céljából — létrehozott „Nemzetközi Gravimetriai Hitelesítő Poligon” (MEGP) előkészítő munkái során kiderült, hogy ezen országok gravimetriai alaphálózatának referenciaszintje (méretaránya) esetenként 100—150 μGal értékkel is különbözik. Éppen e tapasztalatok alapján dolgozták ki a már említett egységes hálózat tervét, amelynek megvalósítási munkái azonban alapvetően gazdasági okok miatt a 80-as évek második felében abbamaradtak.

Az MGH-2000 új alaphálózat létrehozásánál a következő szempontokat tartottuk fontosnak:

- Az országos gravimetriai alaphálózatot ugyanúgy geodéziai alaphálózatnak kell tekinteni, mint a vízszintes, magassági vagy 3D GPS alaphálózatot, következésképpen fenntartása és folyamatos fejlesztése állami feladat kell legyen.
- A hálózati pontok területi elhelyezésénél (konfiguráció) és azok kialakításánál (pont-állandósítás) figyelembe kellett venni, hogy egyrészt a nyersanyag-kutatási céllal végzendő mérések mennyisége a jövőben lényegesen csökken, másrészt, hogy általános törekvés az ún. „integrált hálózatok” kialakítása. Ez utóbbi azt jelenti, hogy ugyanazon a mérési ponton többféle felsőrendű mérést lehet végrehajtani, illetve az ilyen pontok valamennyi érintett alaphálózatnak pontjai.
- Új pont telepítésénél, valamint elpusztult pontok pótlásánál figyelembe kell venni a megváltozott tulajdonviszonyokat; fokozott mértékben kell ügyelni a pontvédelemre, amely feladat már a ponttelepítés tervezésével kezdődik.
- Az MGH-2000 része a közös cseh—magyar—szlovák alaphálózatnak, ezért a hálózattervezésnél csak részben lehetett figyelembe venni a korszerű hálózattervezési módszereket [SÁRHIDAI 1986], hiszen az együttes formát a három ország korábbi és használható hálózatrészei alapvetően determinálják. Egyébként is, tapasztalataink szerint, a hálózati mérések optimalizálásához alkalmazott hálózattervezés olyan távoli pontok közötti kapcsolatok létesítésének (mérésének) szükségességét is eredményezheti, amelyek kivitelezéséhez a jelenlegi gazdasági helyzetben nem lehet anyagi forrást biztosítani.

AZ MGH-2000 felépítése

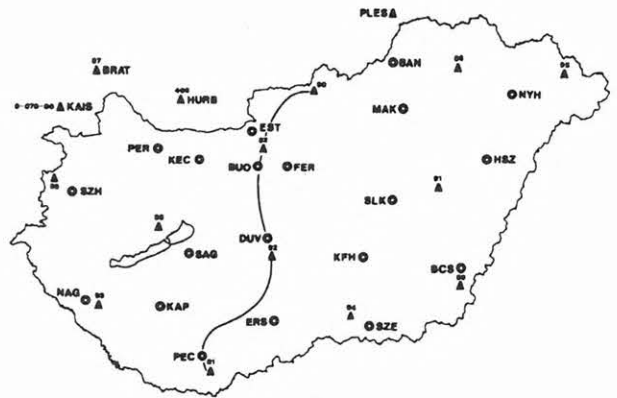
Szerkezeti felépítését az 1. ábra segítségével ismertetjük. A hálózat méretarányát az abszolút állomások



1. ábra. Az MGH-2000 szerkezeti felépítésének vázlata

Fig. 1. Sketch of MGH-2000

másokon meghatározott nehézségigorsulás-mérések eredményei biztosítják, ezért ezen pontok együttese alkotja a „0.-rendű” hálózatot. Hazánk területén jelenleg 12 nulladrendű pont található (2. ábra). Ezek minden esetben zárt, időálló épületek (várak, kastélyok, középületek) legalsó szintjén kialakított mérőállomások, amelyek kielégítik az abszolút mérésekhez szükséges feltételeket (önálló ipari és világítási hálózat, állandó hőmérséklet, megfelelő alap-



2. ábra. Az MGH-2000 abszolút állomásai és I.-rendű bázispontjai. ▲—abszolút pont; ○—I.-rendű bázispont; ~—Magyar Gravimetriai Hitelesítő Vonal

Fig. 2. The absolute and first order points of MGH-2000. ▲—absolute point; ○—1st order point; ~—Hungarian Gravity Calibration Line

terület stb.). Telepítésüknel figyelembe vettük, hogy egyrészt lehetőleg egyenletesen fedjék le az ország területét, másrészt minél közelebb kerüljenek az „Országos GPS Hálózat” (OGPSH) mozgásvizsgálati pontjaihoz azért, hogy nehézségi gyorsulási értéket az elérhető legkisebb pontosságvesztéssel lehessen átvinni ezekre az alapvetően globális geodinamikai vizsgálatokhoz használt GPS pontokra. Ugyancsak figyelembe vettük a szomszédos országok határainkhoz közel eső abszolút pontjait is (lásd 2. ábra), mert ezek minden nehézség nélkül hozzáférhetőek számunkra is, és részben már összemértük őket határ menti hazai pontjainkkal. A pontjelre vonatkozó Balti rendszerű magassági értéket az ELGI munkatársai vezették le legalább három országos szintezési alapponttól történő vonalszintezéssel, átlagosan $\pm 4-5$ mm kiegyenlítés utáni középhibával. A pontok vertikális gradiens értékeinek meghatározását, valamint az épületeken kívül telepített excenterpontokkal történő összekapcsolást az ELGI Földfizikai Főosztályának munkatársai és az abszolút graviméteres külföldi észlelők végezték általában 3–4 LCR graviméterrel. A vertikális gradiens értékek átlagos meghatározási megbízhatósága $\pm 1,5-3$ μGal , az excenterpontok g értékének az abszolút pont értékéhez viszonyított relatív hibája 2–5 μGal .

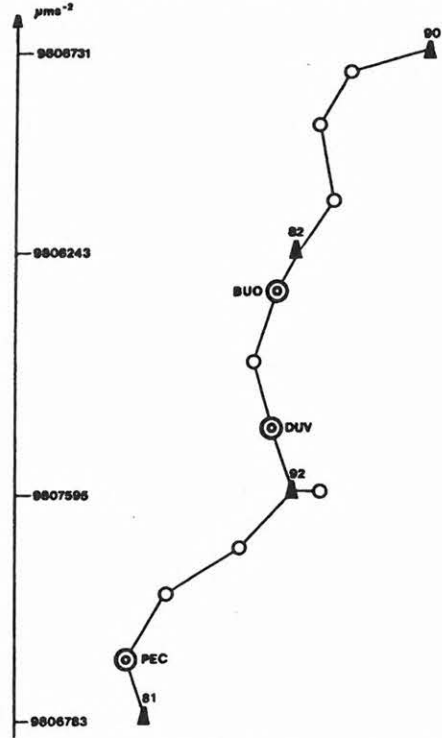
Az „I.-rendű” hálózat pontjai azonosak az MGH-80 megfelelő pontjaival. Ezeket repülőterekre telepítették (összesen 21 db) és közülük néhányat az elmúlt években összemértünk az abszolút állomásokkal és külföldi bázispontokkal. A továbbiakat a jövőben szükséges hozzákapcsolni azokhoz. Ezen pontokat szintén szeretnénk bekapcsolni az UEGN-be.

A „II.-rendű” hálózat pontjainak zöme szintén azonos a korábbi hálózat megfelelő pontjaival, csupán a pontpusztulások miatt létesített új pontokkal, valamint azokkal az OGPSH pontokkal, amelyeket bekapcsoltunk a hálózatba, egészítettük ki. A II.-rendű bázispontok száma 430.

Az ún. „akadémiai”, vagy őspontokat az 1950. évi alaphálózat létesítésekor különös gonddal kiválasztott helyekre, robusztus pontállandósítással telepítették abból a célból, hogy a későbbiekben kialakított hálózatok „méretarány-összehasonlító” pontjaiként szerepeljenek (ezt a 15 pontot — további 40 MGH-50-es bázisponttal együtt — az MGH-80 létesítésekor a két hálózat közötti transzformációs függvény meghatározásához használtuk). Tekintettel arra, hogy ezen pontok védelmére a mintegy $120 \times 120 \times 10$ cm méretű felső márványlapra több száz kg-os beton fedlapot is helyeztek, ezért e pontokon a gyakorlati célú mérések nehézkesek, általában nem használatosak.

Az 1. ábrán látható a graviméteres bázishálózat különböző osztályú pontjainak felhasználási területe. Az abszolút pontok minden esetben szerepelni fognak mind az UEGN, mind az EGH pontkatalógusában, ami azt is jelenti, hogy ezeken a pontokon bárki bármikor végezhet méréseket és azok eredményeit szabadon publikálhatja. Ezek a pontok nem csupán a hálózat méretarányát biztosítják fizikai egységben (ms^{-2}), de a rajtuk ismételt végzett mérésekkel alkalmasak a nehézségi erőter — feltételezett — nem árapály eredetű változásainak tanulmányozására is [RUESS 1993].

Az „Országos Gravimetriai Hitelesítő Alapvonal” pontjai 0., I., vagy II.-rendű hálózati pontok. A 3. ábrán feltüntetett, jelenlegi állapotára 1969 óta folyamatosan fejlesztett vonalról elmondható, hogy bár mérési tartománya kisebb a nagy európai hitelesítő vonalakénál, műszaki színvonalát tekintve a legjobbak közé sorolható. A vonal kb. 190 mGal



3. ábra. A „Magyar Gravimetriai Hitelesítő Vonal” vázlat
Fig. 3. Location map of the Hungarian Gravity Calibration Line

intervallumában négy abszolút állomás található, melyek közül a budapestin 1980 óta 2-3 évente rendszeresen végeznek ellenőrző méréseket — mindhárom említett típusú berendezéssel (1. táblázat és 4. ábra). A vonalpontok közötti nehézségi térerősség különbségeket Sharpe, Worden és LCR műszer csoportokkal határoztuk meg, és a vonalon évente valamennyi, geodéziai gravimetriai munkánál alkalmazott graviméterünk méretarány tényezőjét ellenőrizzük. Az egyes pontok relatív megbízhatósága 8–12 μGal .

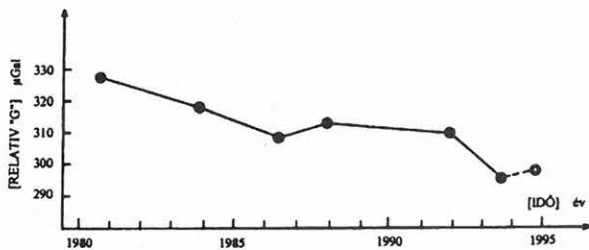
Az 1973-ban telepített „Kárpát poligon” Siklós abszolút állomástól Budapesten, Zilinán és Zakopánén keresztül Krakkóig épült ki a nehézségi erőter regionális változásainak tanulmányozására a Kárpátok térségében. 1978–79-ben és 1987–89-ben voltak ismétlődő mérési ciklusok, miközben a vonal több abszolút állomással bővült. Az 1995-ben esedékes újabb mérési ciklusra az ELGI anyagi nehézségei miatt nem kerülhet sor.

Az ún. „határmenti pontok” a szomszédos országok hálózataival történő összekapcsolásra kiválasztott, általában II.-rendű bázispontok. Ezeket a pontokat használjuk az országos szintezési vonalak szomszédos országokhoz csatlakozó vonalszakaszain szükséges graviméteres mérések bázisaként is.

A „GPS pontok” sajátos helyet foglalnak el a gravimetriai alaphálózatban: magát a GPS alapháló-

| mérés ideje | graviméter | "g" érték μGal | változás μGal / év |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------------|
| BUDAPEST | | | |
| 1980.08. | GABL | 980824327.5 | |
| 1983.11. | GABL | 980824318.2 | - 2.9 |
| 1986.05. | GABL | 980824308.8 | - 3.8 |
| 1987.12. | GABL | 980824313.4 | + 2.9 |
| 1991.12. | JILAG-6 | 980824310.2 | - 0.8 |
| 1993.08. | AXIS FG5 | 980824295.8 | - 8.6 |
| SIKLÓS | | | |
| 1978.10. | GABL | 980678288.1 | |
| 1991.12. | JILAG-6 | 980678327.1 | + 3.0 |
| 1995.04. | JILAG-6 | 980678338.* | |
| KŐSZEG | | | |
| 1980.09 | GABL | 980784739.1 | |
| 1993.05 | JILAG-6 | 980784713.1 | - 2.1 |
| SZERENCS | | | |
| 1980.08. | GABL | 980872811.9 | |
| 1993.05. | JILAG-6 | 980872789.2 | - 1.4 |
| GYULA | | | |
| 1987.12. | GABL | 980766435.4 | |
| 1995.04. | JILAG-6 | 980766457.* | |

I. táblázat. A magyarországi bázispontokon abszolút módszerrel mért nehézséggyorsulási értékek. *—előzetes érték
Table I. Absolute gravity values measured on Hungarian base points. *—preliminary value



4. ábra. A budapesti abszolút állomáson észlelt nehézségi gyorsulási értékek. ○—előzetes érték

Fig. 4. Gravity values observed on the absolute point in Budapest. ○—preliminary value of 'g'

zatot, pontosabban annak ez ideig megvalósított részét a FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatóriumának munkatársai tervezték, a pontállandósítás módjának kialakításában az ELGI is részt vállalt éppúgy, mint magában a pontállandósításban. A GPS alaphálózati pontok ún. MP pontjait (mozgásvizsgálati pontok) általában domb-, ill. hegyvidéki területeken, lehetőleg „kibúvások” szálban álló közeleire telepítették. Az ELGI-ben épített speciális észlelő-tányérnal a relatív graviméteres mérések ezeken a pontokon is központosan végezhetőek. Ezekre a pontokra lehetőség szerint közvetlenül abszolút állomásokról is

leveztük a nehézségi gyorsulás helyi értékét, de minden esetben legalább 3—3 szomszédos I.-, vagy II.-rendű bázispontból, 2—3 LCR graviméterrel. Miután ezeknek a kapcsoló méréseknek a relatív megbízhatósága néhány μGal, ezeket a pontokat egyúttal országos II.-rendű graviméteres bázisoknak tekintjük. Ezzel a módszerrel 1994 végéig 18 GPS pontot kapcsolunk be a hálózatba [ÁDÁM et al. 1994]. Az OGPSH-val párhuzamosan a Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézete megtervezte a katonai GPS alaphálózatot [TÓTH 1994]. Ennek pontjai fizikailag jórészt azonosak az ún. „civil” GPS alaphálózati pontokkal, azonban azokat sűrítve, 38 pontból álló hálózatot telepítettek az ELGI részvételével. Nem tartozik szorosan a tárgyhoz, de megjegyzem, hogy az ELGI és az MH TÁTI között kialakult munkakapcsolat jó példája a kölcsönös előnyökön alapuló tudományos együttműködésnek.

Az épületekben elhelyezett abszolút pontok és a repülőtereken lévő I.-rendű bázisok általában csak nehézkesen használhatóak a napi gyakorlatban végzett graviméteres mérésekhez. Ezért az ilyen pontok néhány száz méter körzetében ún. „excenterpontokat” telepítenek, amelyeket a lehető legnagyobb megbízhatóságú relatív graviméteres mérésekkel kötnek össze a központi ponttal.

A „vertikális bázisok” a gravimetriában speciális helyet foglalnak el. Lényegében a hitelesítő vonalak szerepét töltik be, a méretarány ellenőrzéséhez szükséges nehézségi télerősség különbségeket azonban nem a normáltér észak-déli irányú változásai, hanem a magasságkülönbségből adódó télerősség változások adják. Általában gazdaságossági szempontok miatt alkalmazzák (sokszor magas épületek különböző szintjein kijelölt pontok), megfelelő pontosságot azonban csak akkor biztosítanak, ha a mérésben alkalmazott graviméterek műszerleolvasási értékeit a barometrikus hatás nem befolyásolja károsan, illetve ismert az adott graviméter „barometrikus korrekciós függvénye”. Magyarországon három vertikális bázist telepített az ELGI: a budapesti és a szentendrei kb. 45 mGal-os, a dobogókői 100 mGal-os intervallumú. Bár pontjaik általában nem szerves részei az MGH-2000-nek, annak pontkatalógusában szerepeltetni fogjuk azokat, mert meghatározási megbízhatóságuk eléri a II.-rendű bázisokéit, így lokális jellegű graviméteres mérésekhez (pl. mérnökgeofizika) bázisként alkalmazhatóak.

Hasonló a helyzet a lokális geodinamikai, vagy tektonikai vizsgálatok céljára telepített graviméteres pontokkal (ilyen jelenleg hazánkban a Debrecenen átvezetett kísérleti vonal). Az ilyen szerepet betöltő pontok kiválasztásánál különös gondot kell ügyelni a pontvédelmi szempontok betartására, mert ezeknél hosszú idejű, rendszeresen végzendő ismétlődő mérésekkel kívánjuk biztosítani a kitűzött feladat megoldását.

Az előzőekben vázoltuk az új alaphálózat felépítését és alkalmazási lehetőségeit. Hangsúlyozzuk, hogy az 1995-ben esedékes kiegyenlítés mindazokat a mérési anyagokat tartalmazni fogja, amelyek végleges eredménye 1994 végéig beérkezett (abszolút mérések végleges feldolgozása, külföldi műszerek mérési jegyzőkönyvei). Ebből következik, hogy a hálózatot a továbbiakban is fejleszteni kívánjuk (erre nemzetközi megállapodásaink is köteleznek), és az

újabb mérési eredmények birtokában a kiegyenlítést 3—4 évente megismételjük. Ennek szükségességét a következő példa is alátámasztja:

1994-ben a NATO Geofizikai és Geodéziai Munkabizottsága „civil” szakemberek bevonásával Budapesten tartotta a „Partnerség a békéért” elnevezésű programjával kapcsolatos második munkaülését. A tanácskozás zárójegyzőkönyvében a geoid fejlesztésével összefüggő gravimetriai munkák vonatkozásában fontos ajánlásokat fogalmazott meg:

- Kívánatosnak tartja, hogy a részt vevő országok területén telepített abszolút állomásokból célszerűen 100—150 km ponttávolságú hálózatot alakítsanak ki, és ezeken a pontokon három évnél nem ritkábban ismétlődő nehézségi gyorsulás meghatározásokat végezzenek.
- Az abszolút méréseket követően a lehető legnagyobb megbízhatóságú relatív mérésekkel kössék össze ezeket az abszolút állomásokat — lehetőleg ismételt GPS kampányokkal összehangolva.
- E hálózati pontok megfelelő sugarú környezetében sűrítsék a felszíni gravimetriai pontok számát a függővonal-elhajlási értékek pontosítása érdekében.

Adatelőkészítés a hálózat kiegyenlítéséhez

Az MGH-2000 mérési anyagainak kiegyenlítését célszerűnek tartottuk összekapcsolni az EGH 1995-ben esedékes végleges kiegyenlítésével, miután a két hálózaton végzett mérések 30—40 %-ban átfedik egymást, a magyar országos hálózati pontok közül mintegy 70 szerepelni fog az EGH pontkatalógusában is. Az EGH előzetes kiegyenlítési változata 1994-ben elkészült. A mintegy 6700 napi mérési kapcsolatot, 980 körüli (cseh, magyar és szlovák) pontra vonatkozó ismeretlen g értéket tartalmazó kiegyenlítés előzetes értékelése szerint e hálózat kiegyenlítés utáni súlyegység középhibája mintegy $\pm 21 \mu\text{Gal}$, amiből következik, hogy az MGH-2000 ennél megbízhatóbb lesz, mert ez a „szabad hálózatként” kiegyenlített adathalmaz az 1994-ben mért abszolút állomások adatait és a bekötő mérések eredményeit nem tartalmazza.

Az adatelőkészítést azoknak a követelményeknek megfelelően végeztük, amelyek kielégítik az UEGN számára tervezett pontjainkra vonatkozó adatszolgáltatási kívánalmakat is. Ez utóbbi hálózat 1994. évi kiegyenlítésében 5 magyarországi pont már szerepel [BOEDECKER et al. 1994].

Három adatbázist állítottunk elő. Az első az ún. „pontkatalógus”, amely a mintegy 980 mérési pontra szabványos 80 karakteres rekordokban tartalmazza a pontok számát, nevét, földrajzi szélességét és hosszúságát (fok-perc-másodperc), Balti rendszerű magasságát (mm élesen), a magyarországi EOTR-beli 1:10 000 szelvényszámát, egy négy karakteres információs kódot, amely a pont jellegéről tájékoztat, továbbá a pont nehézségi gyorsulási értékét, ezen érték megbízhatóságát, valamint az érvényes epochát.

A második adatbázis az ún. „műszerkatalógus”, amely a különböző mérésekben alkalmazott valamennyi relatív graviméter (8—10 LCR, 4—5 Wor-

den, 10—12 Sharpe CG-2) számításokhoz szükséges adatát (gyári műszerállandók, skálakorrekciós függvények, barometrikus és hőmérsékleti koefficiensek stb.) tartalmazza műszertípusonként.

Végül a harmadik adatbázis a terepi mérési jegyzőkönyveket tartalmazza — napi mérési szakaszonként és műszerenként olyan könyvtárstruktúrában, hogy a különféle munkákhoz (pl. az 1988. évi Kárpát-polygon, vagy az 1990. évi alapvonalmérések stb.) tartozó jegyzőkönyvek önálló adatállományokként legyenek kezelhetőek akár vizuális adatkontroll, akár a gépi feldolgozás számára. A mérési jegyzőkönyvek az észlelési adatokat, a graviméter hét karakterből álló azonosító kódját (típus, műszerszám, termosztát hőfoka), a mérési kapcsolat nevét, a mért pontok számát, időzóna- és meteorológiai adatokat tartalmazzák, utalnak a szállítási módjára és rögzítik a szállítóeszköz azonosítóit is.

Az új hálózat műszaki paramétereinek ismertetésére a végleges kiegyenlítés után szeretnénk visszatérni.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a Magyar—Amerikai Kutatási Alapnak és az OMFB-nek a témában nyújtott támogatásért, amely nélkül a dolgozatban vázolt munkák nem készülhettek volna el, az MH TÁTI vezetőinek, akikkel gyümölcsöző együttműködést sikerült kialakítani közös célunk érdekében, valamint K. BURKE úrnak — a DMA Geofizikai és Geodéziai Divízió vezetőjének —, aki mindvégig támogatta és támogatja a témát.

Külön szeretném kiemelni a DMA abszolút graviméteres expedíciók tagjainak messze a tervben rögzített munkákon felüli együttműködési készségét és D. RUESS úr (BEV) részvételének fontosságát az abszolút és a hálózat-összemérésekben.

IRODALOM

- ÁDÁM J. 1993: A magyar gravimetriai adatok bevonása a földi nehézségi erőter potenciálja gömbfüggvény-együtthatóinak legújabb meghatározásába. *Geodézia és Kartográfia* 45, 2, 73–82
- ÁDÁM J., KENYERES A., BORZA T., CSAPÓ G., LÉVAI P., NÉMETH ZS., TÓTH L. 1994: Some GPS Activities in Hungary Related to the Use of EUREF — National Report of Hungary. *Veröffentlichungen der Bayerischen Komm. für die Internat. Erdmessung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Astr.-Geod. Arbeiten* 54
- BOEDECKER G., MARSON I., WENZEL H. G.: The adjustment of the Unified European Gravity Network 1994 (UEGN 94). *Pres. at the IGC Meeting, Graz*
- CSAPÓ G., SÁRHIDAI A. 1990: Magyarország új nehézségi alaphálózata (MGH-80). *Geodézia és Kartográfia* 42, 3, 181–190
- CSAPÓ G. 1991: LaCoste-Romberg graviméterekhez épített szélessávú feedback-rendszer hitelesítése. *Geodézia és Kartográfia* 43, 5, 352–358

- CSAPÓ G., MEURERS B., RUESS D., SZATMÁRI G. 1993: Interconnecting gravity measurements between the Austrian and the Hungarian Network. *Geophys. Transactions* 38, 4, 251-259
- CSAPÓ G. 1994: Abszolút nehézséggyorsulási mérések Magyarországon 1978—94 között. *Geodézia és Kartográfia* 46, 4, 218-224
- FALK R. 1995: Erste Erfahrungen mit dem automatischen Gravimeter Scintrex CG-3M Autograv. *ZfV*. 120, 1, 26-34
- FRIEDRICH J. 1993: Absolute Gravity Campaign Hungary 1993. Publ. GGB-94-001 DMA, Aerospace Center, USA
- RAPP R. H., NEREM R. S. 1994: A Joint GSFC/DMA Project for Improving the Model of the Earth's Gravitational Field. Pres. at the Joint Symp. of Intl. Gravity Commission, Graz
- RENNER J., SZILÁRD J. 1959: Gravity Network of Hungary. *Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae* XXIII, 4
- RICHTER B. 1987: Das supraleitender Gravimeter. DGK, Reihe C, Heft Nr. 329
- RUESS D. 1993: Schwerevariationen im Alpenen Raum. Pres. at the 6th Alpengravimetrie Kolloquium
- SÁRHIDAI A. 1986: Design of fundamental gravity networks based on the approximation of the given variante-covariante matrix. *Bull. Geod.* 60, 355-376
- TÓTH L. 1994: A GPS gyakorlati alkalmazása az MH TÁTI-ban. *Geodézia és Kartográfia* 46, 2, 100-108



PÁLYAZATI FELHÍVÁS

A NOVOFER Alapítvány a Műszaki-Szellemi Alkotásért Kuratóriuma kéri a gazdasági szervezeteket, a kutatással-, oktatással foglalkozó intézményeket, a műszaki egyesületeket- és érdekvédelmi szervezeteket, hogy az évente átadásra kerülő belföldi

"GÁBOR DÉNES DIJ"-ra

terjesszék fel azokat a kreatív szellemű szakembereket, akik az alapítvány alapító okiratában foglalt feltételeknek megfelelnek.

Díjazásban részesülhetnek azok a szakemberek, akik:

- személyes tevékenységükkel közvetlenül segítik az innovatív munkát,
- kiemelkedő műszaki-szellemi alkotást hoztak létre,
- a környezetvédelem területén jelentős eredményt értek el,
- példamutató munkájukkal környezetükben élesztik a kreatív kedvet, az alkotó szellemet,
- a vezetésük alatt álló szervezetnél megteremtették az alkotó munka infrastrukturális feltételeit.

A felterjesztendő szakemberekről az alábbi adatokat kérjük:

- név (asszonyoknál leánykori név is)
- születési adatok (hely, év, hó, nap)
- pontos lakcím (irányító számmal)
- munkahely neve és címe
- beosztás
- rövid szakmai önéletrajz
- az alkotás(ok)/nak és a szakmai tevékenységnek pontos és részletes leírása, a tanulmányok-, szakmai tudományos cikkek-, szakmai előadások felsorolása (cím, rövid tartalmi ismertető, megjelenés éve, melyik folyóiratban és melyik számában, melyik hazai és/vagy külföldi szakmai rendezvényen hangzott el), amelynek alapján a szakembert díjazásra javasolják.

A pályázathoz csatolni kell két szakmai támogató ajánló levelét is!

A javaslatokat a NOVOFER Alapítvány, 1112. Budapest, Hegyalja út 86. címre kérjük megküldeni.

Beküldési határidő: 1995. október 20. Díjátadás: december 19.

Felvilágosítást ad: Garay Tóth János, a kuratórium elnöke
Telefon: 186-9350 Tel/Fax: 186-8509

Budapest, 1995. június

Garay Tóth János
a kuratórium elnöke