

lyását. Ezért célszerű a tanulmányban térképen bemutatni a változások által érintett területet. A jelen állapot megismertetését nagyban segíti, ha a térképes ábrázolást kombinálják a térképen jelzett pontokon készített fotókkal, légifelvételekkel. A légifelvételek alkalmasak nem csupán a területhasználat bemutatására, hanem infra formában a növényzet állapotának jellemzésére is.

Dr. E. Tombácz

Summary

Some proposals of methodology for conducting a study of environmental effects by using partly own experiences or partly using ones gained from abroad. Handling as a unit of the environment and its subdivision, the man as independent factor, use of flow chart of effect, points of view of qualification, display an maps are presented completed by illustrations.

Gravimetriai alaphálózatunkon 1990-93 között végzett korszerűsítési munkák, és jövőbeni fejlesztésének néhány kérdése

Dr. Csapó Géza a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos főmunkatársa

DK 528.271.001.6 /091/

Az ország egész területére kiterjedő második graviméteres alaphálózatot (MGH-80) 1978-89 között létesítette az ELGI [Csapó-Sárhídi 1990]. Ez a hálózat teljes mértékben kielégítette a geofizikai nyersanyagkutatás igényeit, és számos geodéziai célú feladathoz is megfelelő alapot biztosított. A telepítése óta eltelt másfél évtizedben alapvető változások történtek mind műszaki-technikai, mind társadalmi-gazdasági vonatkozásban. Ezek a változások már a közelmúltban végzett alaphálózati munkákra is hatottak, döntő hatásukat azonban a jövőben megoldandó feladatoknál kell igazán figyelembe vennünk.

Az MGH-80 fejlesztési munkái 1990-93 között

Alaphálózati munkáink tervezésénél két fontos szempont játszott szerepet:

1. A gravimetriai adatokkal kapcsolatos titkosság feloldása következtében gyümölcsöző együttműködés alakult ki a nyugati országok (elsősorban Ausztria és az USA) megfelelő intézményei és az ELGI között. Ennek egyik – számunkra igen előnyös – következményeként az USA Katonai Térképész Szolgálat (DMA) LCR gravimétereket kölcsönözött az intézetnek, és legújabb fejlesztésű AXIS-típusú abszolút graviméterével méréseket végzett a két intézmény között létrejött hosszútávú tudományos együttműködési megállapodás keretében.

2. A GPS-módszer térnyerése a hazai gyakorlatban, konkrétan a GPS-MP mozgásvizsgáló pontrendszer kiépítése, valamint az OGPSH létrehozásával kapcsolatos elképzelések.

Egy közös osztrák-magyar-szlovák geofizikai program (DANREG) keretében szükség volt ezen országok közös határmenti területeire vonatkozó egységes Bouguer-anomáliatérkép előállítására. Ezt a lehetőséget használtuk fel arra, hogy a teljes osztrák-magyar határ-

szakasz mentén összekötőméréseket végezzünk a határok közelében lévő graviméteres alaphálózati pontok között [Csapó, és mások, 1994.]. Zárt poligonokból, 24 mérési kapcsolatból álló láncolattal kapcsoltuk össze a két ország alaphálózatát, amely mérésekbe egy-egy osztrák és magyar abszolút pontot is bevontunk, és a munkák során alkalmazott 4-5 LCR graviméter méretarány tényezőjének ellenőrzésére hitelesítő méréseket végeztünk a Göstling-Hochkar (Ausztria) vertikális hitelesítő bázison. A magyar és szlovák alaphálózat összekapcsolása már a korábbi években megtörtént.

A mérési eredmények első feldolgozása alapján mintegy 0.05 mGal nagyságú szignifikáns eltérés mutatható ki a két ország alaphálózatának referencia szintje között. Az okok felderítésére osztrák partnerünk (BEV) JILAG-6 berendezésével újramérést végzett négy, korábban GABL graviméterrel meghatározott abszolút állomásunkon. Ezek a mérések ugyancsak a meghatározási pontosságot meghaladó eltéréseket hoztak az 1978-80-as eredményekhez viszonyítva.

A KGPSH létesítése idején együttműködési megállapodás jött létre a DMA, MHTÁTI és ELGI között, amelynek eredményeképpen a DMA munkatársai 1993-ban három új abszolút állomásunkon (Szécsény, Nagyvácszony és Kenderes) határozták meg a "g" értékét AXIS graviméterrel, és Budapesten megismételték a korábbi (GABL és JILAG graviméterekkel végzett) méréseket. A mérési eredmények pontjelre történő redukálásához szükséges "vertikális gradiens" méréseket az ELGI végzte 5 db LCR graviméterrel, és a mérések után az abszolút pontokat bekapcsoltuk az MGH-80-ba – három-három bázisponttal történő összeméréssel.

Ezek a munkák részét képezik az IUGG által kezdeményezett "Abszolút Gravimetriai Világhálózat" létrehozására vonatkozó korábbi törekvéseknek, amely el-

képzelés Közép-Európára nézve 1993-95 között látszik megvalósulni számos (osztrák, olasz, német, finn és amerikai) abszolút graviméter bevonásával szervezett kampany keretében. E világhálózat konfigurációjának tervezésében az ELGI is résztvett a cseh, a szlovák és a magyar hálózati pontok helyének közös egyeztetésével. Az IUGG munkájában való aktív részvételünk elismerésének tekinthetjük, hogy az IAG Budapesten kívánja elvezetetni az expedícióban alkalmazott abszolút graviméterek összehasonlító méréseit. A világhálózat új abszolút pontjai lehetővé teszik az MGH-80 stabilitásának növelését is azáltal, hogy a közös határok közelébe telepített abszolút pontokat a szomszédos országok relatív graviméterekkel kölcsönösen összemérik, és ezen mérések eredményeit figyelembe veszik az alaphálózatok újrakiegyenlítésénél. 1992-93-ban Kaisereiche (Ausztria) és Kőszeg, valamint Szécsény és Lucenec (Szlovákia) bázispontok összekapcsolását végeztük el 5-8 LCR graviméterrel – nemzetközi együttműködésben. A szükséges kötélpontokat alaphálózati II. rendű pontok közül jelöltük ki.

GPS-alaphálózatok kialakításánál fontos szempontnak kell tekinteni, hogy az egyes pontokra vonatkozóan "integrált" adatrendszer álljon rendelkezésre. Ez azt jelenti, hogy geometriai adatok mellett fizikai jellegű adatokra is szükség van – különösen akkor, ha a hálózati pontokat geodinamikai vizsgálatokhoz is felhasználjuk (mozgásvizsgálatok, asztrogravimetriai geoid, stb.). A hazai GPS-MP vonatkozásában ez a szempont annyiban valósult meg, hogy e pontokra meghatároztuk a nehézségi térerősség értékét (tudomásunk szerint a GPS- és graviméteres mérések első ciklusának befejezéséig a pontoknak nem volt szintezett magassági értéke). 1991-93 között valamennyi MP, valamint néhány, az OGPSH létesítésénél tervbe vett, összesen 24 GPS-pontot kapcsolunk be az MGH-80 rendszerébe.

Ott, ahol a GPS – ponttal azonos földtani szerkezeten, harminc km-nél nem távolabb abszolút pontot telepítettünk, a GPS-pontot az abszolút ponttal is összemértük (pl.: Canadomb-Siklós, Czobor-Nagyvázsony). Valamennyi így módon kialakított kishálózat mérési eredményeit önállóan kiegyenlítve a GPS-pontokra 0.01 mGal-nál nem rosszabb megbízhatóságú előzetes értéket számítottunk. Ezt a munkát a KGO-val együttműködésben, részben OTKA-támogatással végeztük (A graviméteres munkák összköltsége a pontépítésekkel együtt közel 2 MFt volt, nem számítva természetesen az abszolút állomások létesítésének költségeit. Ez utóbbi átlagosan 200 EFt/állomás értékkel számolható).

Az a kíváncsi megoldás, hogy a GPS-alaphálózati pontok abszolút nehézségi állomásokkal legyenek "identikusak" [Detrekői, 1993.], egyelőre csak kompromisszumos módon valósítható meg, ugyanis abszolút graviméterekkel jelenleg nem lehet épületeken kívüli méréseket végezni (ilyen célra tervezett abszolút graviméter e-

lőreláthatóan 1995-96-ban készül el az USA-ban). Identikusnak azokat a fizikailag is állandósított pontokat nevezem, amelyekben a különböző jellegű mérések (GPS, szintezés, gravimetriai, stb.) referenciapontja nagy pontossággal azonosra tehető és időben megismételt mérésekhez visszaállítható (Szélső pontosságot igénylő nehézségi méréseknél a pontraállást – a helyi nehézségi-térerősség-anomáliák függvényében – magassági értelemben 3 mm, vízszintes értelemben 20-30 mm, azimut szerint 5° pontosan kell biztosítani).

A nehézségi alaphálózat jövőbeni fejlesztésének néhány kérdése

A bevezetőben utaltunk arra, hogy a jövőbeni graviméteres munkáknál meghatározó szerepet játszanak a közelmúltban bekövetkezett változások. Ezek közül a következő elemek részletezését tartom szükségesnek:

- az OGPSH optimális megvalósításának kérdése
- gazdasági változások
- a nemzetközi együttműködésben rejlő lehetőségek fokozott kihasználása

Az OGPSH optimális megvalósításának kérdése

A GK 1993/3. számában együtt láthatta az érdeklődő olvasó az OGPSH létesítésére vonatkozó különböző koncepciókat. Bár a közreadott tanulmányok részletesen foglalkoznak a geodéziai alaphálózatok jelenlegi helyzetével és elemzik a jövőbeni fejlesztések szempontjait, úgy tűnik, geodéziai szempontból a nehézségi alaphálózat fejlesztésének kérdése periférikus jelentőségű. Véleményem szerint éppen most, az OGPSH létesítésének szakmai vitájánál fontos, hogy a nehézségi alaphálózatot éppúgy geodéziai alaphálózatnak tekintsük, mint a magasságit, vagy a vízszintest! Általánosan elterjedt nézet, hogy hazánk gravimetriai szempontból a sűrűn felmért országok közé tartozik, következésképpen bármely geodéziai feladathoz elegendőek a meglévő gravimetriai adatok. A magas átlagos pontsűrűség alapján ez logikus elképzelés, ám elegendő egyetlen pillantást vetni a gravimetriai felmértérségi térképre, hogy az állítás helytelensége kitűnjék. Az elmúlt években számos példa mutatja, hogy sem mérnök-geofizikai, sem geodéziai gravimetriai munkáknál nem lehetett csupán a meglévő adatbázisra hagyatkozni. Elég csak az asztrogravimetriai geoid munkáira utalnunk, amelyeknél a geoidpontok ún. "belső zónájában" – a domb- és hegyvidéki területeken – minden esetben szükség volt kiegészítő graviméteres mérésekre.

A gravimetriai alaphálózat – tisztán a geofizikai nyersanyagkutatás szempontjából – valóban korszerű. Ám ha ezt a megállapítást általánosítjuk, akkor a jelenlegi helyzet konzerválódik, mert a műszaki munka a következő időkben nagy valószínűséggel a hálózat jelenlegi

állapotának fenntartására szorítkozik majd (elpusztult pontok pótlása, karbantartás). Közismert azonban, hogy az a műszaki létesítmény, amelyet pusztán "fenntartanak", gyorsan elavul.

Az MGH-80 pontjainak telepítésekor alapvető törekvés volt azok hosszúidejű fennmaradásának biztosítása. Ezért a mintegy 350 pont 90 %-át közvetlenül nagytömegű épületek közvetlen közelébe építettük. Ezek a pontok GPS-mérésekre alkalmatlanok.

A gravimetriai alaphálózat fejlesztését az OGPSH létesítésével kapcsolatban három szempont alapján tartom szükségesnek: geodinamikai vizsgálatokhoz, a geoid asztrogravimetriai módszerrel történő pontosításához és a nemzetközi feladatokkal összefüggésben. Globális és regionális geodinamikai feladatok szempontjából az a döntő, hogy az OGPSH tervezett konfigurációjában a jelenlegi GPS-MP pontjainak száma elegendő-e, vagy sem. Ha igen, akkor a gravimetriai feladat annyi, hogy a jövőben telepítésre kerülő abszolút állomások ezen MP-pontokhoz minél közelebb kerüljenek, és biztosítani lehessen azt, hogy újabb GPS-mérési ciklusokkal együtt a graviméteres mérések is megismételhetők legyenek. A GPS-hálózat kialakításánál azonban tekintettel kellene lenni – véleményem szerint – a lokális geodinamikai feladatokra is (mozgásvizsgálatok veszélyes hulladékok tárolási helyének kijelöléséhez, nagy kockázatú műszaki létesítmények területének geodinamikai vizsgálata, stb.). Ilyen célból a kijelölt pontokra vonatkozóan különösen fontos a gondos tárcaközi egyeztetés és a fokozott pontvédelem.

A cm pontosságú geoid előállításának mikéntjéről konkrét gazdasági számítás elvégzése után lehet dönteni; nevezetesen, hogy melyik megoldás az olcsóbb: a GPS-geoid a szükséges színtezésekkel, vagy az asztrogravimetriai eljárással előállított. Ez utóbbi esetre – gravimetriai szempontból – a következő megoldást tartom célszerűnek: azokon a helyeken, ahol a geoidfelület pontosításra szorul (elsősorban nyilvánvalóan a domb- és hegyvidéki területek), a nehézségi alaphálózatot olyan mértékben kell sűríteni, hogy azután a kiválasztott geoidpontok belső zónájában szükséges graviméteres részletmérések gazdaságosan legyenek elvégezhetők (korábbi tapasztalatok alapján ehhez geoidpontonként átlag egy-egy bázispont telepítése látszik szükségesnek). 1993-as árszínvonalon egy bázisállomás telepítési költsége – GPS kényszerközpontosító pontjellel – 40 E Ft, és ugyanennyi az MGH-80-hoz történő bekapcsolás költsége is.

Az egyes sűrítő geoidpontokhoz tartozó graviméteres mérések eredményeit pontonként önállóan kiegyenlítve, majd ezeket az "egységeket" visszaillesztve az MGH-80 rendszerébe, annak egésze is nagyobb megbízhatóságú lesz.

A nemzetközi együttműködésből származó hálózatfejlesztés igénye a gravimetriai világhálózat létrehozásában való részvételünkből fakad. Ez a munka elsősorban néhány új abszolút állomás telepítését és azok bekapcsolását jelenti egyrészt a hazai, másrészt a szomszédos országok nehézségi alaphálózataiba.

A nehézségi alaphálózat fejlesztésének gazdasági kérdései

Az OGPSH létrehozásával kapcsolatban hivatkozott tanulmányok olyan megfogalmazásokat tartalmaznak, mint... "a földtan igényei"..., "A gravimetria igényeinek figyelembe vétele", stb. Az ilyen és hasonló megfogalmazások azt a látszatot keltik, mintha a gravimetria (pontosabban az ELGI) – az OGPSH vonatkozásában is – a geofizikai, földtani kutatások szempontjait képviselné. Világosan kell azonban látni, hogy az ELGI mint intézmény és mint jövőbeni felhasználója a GPS-alaphálózatnak, pontosan olyan mértékben fogja "élvezni" az OGPSH előnyeit, mint bármely más minisztériumhoz tartozó olyan intézmény, amely GPS-vevőkészülékkel akarja megoldani az alaptevékenységéhez szükséges mérnökgeodéziai munkáinak egy részét! Az ehhez szükséges geodéziai alapokhoz (térképek, koordináták) ugyanúgy jut hozzá, mint bármely más felhasználó [Borza, 1993.].

Ugyanakkor az ELGI keretein belül a földfizikai osztály – történelmileg kialakult hagyományok okán – azokkal a gravimetriai kérdésekkel is foglalkozik, amelyek alapvetően a geodézia tárgykörébe tartoznak (gondoljunk csak Ol-tay professzor gravitációs méréseinek céljára). Ehhez a tevékenységhez kezdetben (1965-80. között) közvetett módon célzott költségvetési támogatást kapott. A későbbiekben a témát a KFH saját költségvetéséből fedezte.

1993-ban megszűnt a Központi Földtani Hivatal (KFH). Az ELGI a megalakult "Magyar Geológiai Szolgálat" (MGSZ) egyik, részben önálló költségvetési intézete lett. Központi támogatása és létszáma olyan drasztikusan lecsökkent, hogy 1994-től a terepi mérések lehetősége gyakorlatilag megszűnik. Többek között éppen ilyen okok miatt az OGPSH létrehozásával kapcsolatos kérdéseket, így a nehézségi alaphálózat fejlesztésének kérdését sem lehet – véleményem szerint – pusztán szakmai indokok alapján eldönteni.

A megvalósításhoz elengedhetetlennek tartom, hogy az OGPSH létesítésével kapcsolatos feladatokat a **kormány állami alapfeladatnak** minősítse, és hozzá a szükséges anyagi fedezetet költségvetési forrásból – célzott támogatás formájában biztosítsa az érintett szak-tárcák, illetve a közvetlenül végrehajtó intézmények részére. Tekintettel arra, hogy – véleményem szerint – a szükséges összeg több százmillió Ft lesz, természetes, hogy a döntéshozatalhoz az érintett tárcák e kérdésekkel foglalkozó szakembereinek gondos előkészítése szükséges.

A nemzetközi együttműködésben rejlő lehetőségek fokozott kihasználása

A költségvetés helyzetének romlása nemcsak a kutatók számának csökkenését vonja maga után, hanem a kutatási eszközökre fordítható anyagi forrásokat is korlátozza. Ez a tény a nehézségi mérésekkel foglalkozó szak-

embereket különösen hátrányosan érinti, mert az elmúlt években az alaphálózatok fejlesztésénél döntő mértékben váltak meghatározóvá az abszolút graviméterek, amelyek 4-5-ször drágábbak a legkorszerűbb LCR relatív gravimétereknél, és hazánknál gazdagabb országokban is csak több intézmény összefogásával jutnak hozzá ezekhez a berendezésekhez.

Miután azok a törekvéseink, amelyek egy ilyen mérőeszköz beszerzésére irányultak, már a hetvenes években sem vezettek eredményre, jövőbeni terveinknél csakis a nemzetközi együttműködés lehetőségeit használhatjuk fel ezirányú munkáinkban. Jóllehet ez a helyzet nagymértékben korlátozza lehetőségeinket, az elmúlt három év mégis jelentős eredményeket hozott, mert az IUGG munkájába történő bekapcsolódásunk lehetővé tette a hazai abszolút állomások számának növekedését (1. ábra), amiben nagy szerepe volt az MHTÁTI segítő közreműködésének is, amit ehelyütt is szeretnék kiemelni, mint a hazai együttműködés hatékony példáját.



1. ábra. Magyarország meglévő és tervezett, valamint a szomszédos országok határközeleli abszolút pontjai

A hálózatfejlesztés (ide tartozik a mérőberendezések rendszeres vizsgálata és hitelesítése is) további lehetőségét a szomszédos országokkal kötött tudományos együttműködési megállapodások jelentik, amelyek lényegében a korábbi SZOGSZ-együttműködési munkatervet "pótolják". Jó példa erre a magyar graviméteres hitelesítő alapvonal (MEGP) Budapest-Szécsény szakaszának korszerűsítése (1993), amely munkában 8 (!) LCR relatív gravimétert alkalmazhattunk – cseréiben azért, hogy Szécsény abszolút állomásunk "g" értékét Lucenec (Szlovákia) alaphálózati pontra levezettük.

Az IAG speciális munkacsoportjában végzett tevékenységünk eredményeképpen a budapesti Geodinamikai Állomás (Mátyás barlang) nemzetközi graviméterhitelesítő bázisként került "bejegyzésre", ami különösen a földi árapállal foglalkozó kutatók számára nyújthat hatékony segítséget a jövőben.

Ezekkel a lehetőségekkel, valamint a hazai és nemzetközi pályázatokkal a jövőben is élni kívánunk, és reméljük, hogy eredményeink a magyar geodézia eredményének is számítanak majd.

IRODALOM

- Csapó, G. - Sárhidai, A.: Magyarország új nehézségi alaphálózata (MGH-80). = Geod. és Kart. 1990/2. 110-115. old.
- Csapó, G. - Meurers, B. - Ruess, D. - Szatmári, G.: Interconnecting measurements between the "Austrian Gravity Base Network" (AGBN) and "Hungarian Gravity Network" (HGN-80). Geophysical Transactions, Budapest, 1994. (sajtó alatt)
- Detrekői Á.: A magyar geodéziai felsőrendű alaphálózat jövőbeli fejlesztésének és fenntartásának kérdései, különös tekintettel a GPS-módszer térhódítására. = Geod. és Kart. 1993/3. 149-153. old.
- Borza T.: Alaphálózati kérdések a GPS korszakban. = Geod. és Kart. 1993/3.

Modernization of the Hungarian Gravity Base Network (MGH-80) Carried out Between 1990-93 and Future Development

Dr. G. Csapó

Summary

The measurements of the gravity base network carried out in 1990-93 were carried out mainly in international cooperation. The numbers of absolute gravity stations were increased to eight and four of them established earlier (1978-80) were reobserved partly by JILAG partly by AXIS absolute gravimeter (1991-93).

The gravity values of the points of the Hungarian GPS geodynamic network were determined in the MGH-80 system. In 1992-93 interconnecting measurements were carried out between the Hungarian and Austrian and the Hungarian and Slovakian gravity base networks. The Budapest-Szécsény section of the Hungarian gravity calibration line was reobserved by a group of 8 LCR gravimeters.

The author is discussing the possibilities of future development of MGH-80. The future plan are in close connection to the national GPS network (OGPSH), to the cm precision national-geoid and to the planned International Absolute Gravity Network.