

alatt végezzünk el hasonló feladatot, elsősorban az teszi lehetővé, hogy az egész ország területéről elkészítettük a földmérési alaptérképeket és földmérési topográfiai térképeket. Nagy segítség az is, hogy a mezőgazdasági nagyüzemek területének mintegy 30–40%-áról korábban már készítettek valamilyen genetikus talajtérképet 1 : 10 000 ma-ban.

Az eredményes, jó munkának szükséges (de nem elégséges) előfeltétele a meglevő térképek és a légifényképek szakzerű felhasználása. Az 1 : 10 000 ma.-ú genetikus talajtérképek elkészítését, majd azok további pontosítását, finomítását nagyon fontosnak tartjuk nemcsak a mezőgazdasági nagyüzemek gazdálkodásának objektívebb megítélése és összehasonlítása, hanem a termelés, a hatékonyság növelése szempontjából is. A mezőgazdasági termelés hatékonysága növelésének véleményem szerint jelentős forrása lehet a mezőgazdasági nagyüzemek tábláinak korszerű kialakítása. Ennek szükséges, de nem elégséges feltétele a nagyüzemek területi elhelyezkedésének rendezése, a földrendezések, földcserék végrehajtása. Ebből a szempontból az állami gazdaságok helyzete különösen hátrányos. Vannak olyan állami gazdaságaink, amelyeknek 8–10 000 hektárnyi területe 15–20 termelőszövetkezet között 50–60 darabban úgy helyezkedik el, hogy a szélső táblák távol-

sága légvonalban 50–60 km. Nem szorul bővebb magyarázatra, hogy a gazdálkodás ilyen körülmények között nem lehet optimális.

A következő lépés a táblák korszerű kialakítása. Ez függ a gazdaság földrajzi elhelyezkedésétől, termelési szerkezetétől, a domborzattól, a víz- és úthálózattól, a talaj tulajdonságaitól és az optimális táblanagyságtól. Mezőgazdasági nagyüzemeink döntő többségénél a táblák jelentős része a kisparcellás gazdálkodás, a földreform dűlőúthálózatából örökölt állapot. Földmérési alaptérképeink és topográfiai térképeink vannak. A genetikus talajtérképek elkészülte után minden térképi információ rendelkezésünkre áll ahhoz, hogy a korszerű „táblásítást” megoldjuk.

Nyilvánvaló, hogy az elmondottak nem merítik ki a földmérés és térképészet, valamint a mezőgazdaság kapcsolatának igen sok lehetőségét. Céлом elsősorban az volt, hogy ezekből néhány lehetőséget felvillantsak. Rámutassak arra, hogy a már meglevő térkép és légifénykép anyagunkban is nagyon sok „rejtett tartalék” van a mezőgazdaság számára. Döntően rajtunk, földmérő, térképész és mezőgazdasági szakembereken múlik, hogy lehetővé tegyünk a rejtett tartalékok feloldását, ennek az igen értékes anyagnak széleskörű, ésszerű felhasználását.

(Beérkezett : 1980. október 14-én.)

A geodéziai-gravimetriai hálózatok néhány időszerű kérdése

Dr. Csapó Géza

a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos munkatársa

DK 528.271/275

Bevezetés

A geodézia alapvető feladatainak megoldásához, a geofizika növekvő igényeinek kielégítéséhez, valamint az ország védelmi erejének növeléséhez egyre korszerűbb geodéziai hálózatokra van szükség. A Föld körül keringő mesterséges holdakon elhelyezett műszerek, szputnyik-követő állomások, a számítógépek és a lézeres technika, s általában az elektronika legújabb eredményeinek alkalmazása tág lehetőségeket biztosít a geodéziai hálózatok korszerűsítésére.

Amíg azonban a vízszintes- és magassági alaphálózatok modernizálásának elsősorban gazdasági, tehát alapvetően anyagi, munkaerőgazdálkodási és szervezési nehézségek szabnak korlátokat és ezeken a lehetőségeken belül kell optimális megoldásokra törekedni, addig a gravimetriában egy másik, alapvető probléma is jelentkezik. Nevezetesen az a tény, hogy a gravitációs hálózatok pontossága a műszer- és mérés technika jelenlegi fejlett színvonala mellett is olyan külső tényezők hatásától függ, amely hatások elérnek, gyakran meghaladják a műszerekkel elérhető mérési pontosságot. Jelenleg nem ismerünk olyan módszert, amellyel e külső

tényezők hatását kiküszöbölhetnénk, vagy arra alkalmas eljárással pontos korrekcióba vehetnénk [1].

Ez a tény nem jelenti azonban azt, hogy hazánk gravimetriai alaphálózatának színvonalát ne lehetne lényegesen emelni. Ebben a cikkben Magyarország gravitációs alaphálózatának néhány kérdésével foglalkozunk és utalunk azokra a legfontosabb problémákra, amelyek megoldása nagymértékben elősegítené e hálózat fejlesztési lehetőségeit.

1. Magyarország gravimetriai alaphálózata

Hazánk első, az ország egész területére kiterjedő I. rendű gravimetriai alaphálózatát a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) 1951-ben létesítette. A méréseket egy Heiland (Észak-amerikai, Western) gyártmányú fémrugós graviméterrel végezték. A hálózat 16 pontból állt, megbízhatósága 0,1 mgal körüli érték volt. A hálózat ún. „mgal szintjét” az Oltay-féle ingamérési alappont (Műszaki Egyetem) szolgáltatta; különböző kalibrációs nehézségek miatt azonban ez a szint az egyes hálózatrészekben torzulásokat szen-

vedett [2]. A következő években telepített, 493 pontból álló II. rendű hálózat európai mércével mérve is korszerűnek számított és jó alapot szolgáltatott az akkor induló gravimetriai térképezés munkálataihoz [3].

Az egyre erőteljesebb iparosodás, s az ennek függvényében végrehajtott építkezések következtében a 70-es évek elejére a bázispontok mintegy fele elpusztult, vagy használhatatlanná vált; a rohamosan növekvő műszaki igények pedig túlhaladták a hálózat nyújtotta pontosságot. A 60-as évek közepétől több, korszerű kvaregraviméterrel (Sharpe, Worden) nőtt az ország műszerparkja és megnövekedtek a hazai és nemzetközi igények a kifejezetten geodéziai célból végzett graviméteres mérések iránt.

1968-ban a szocialista országok összefogásával létrejött a „Nemzetközi Gravitációs Hitelesítő Poligon” (MEGP), amely ezen országok területére vonatkozóan az első egységes, mintegy 0,03—0,1 mgal relatív pontosságú hálózat volt. Kiindulópontja a Potsdam-i S—2 jelű pillér „g” értéke, amelyet különböző típusú ingaberendezésekkel Budapest ingamérési főalappontjára (Nemzeti Múzeum) is levezettek. Ezzel egyidőben Férihegyen új gravimetriai főalappontot létesítettek, amelynek relatív megbízhatósága Potsdamhoz képest $\pm 0,03$ mgal.

1969-ben nemzetközi erővel „Nemzeti Gravitometriai Hitelesítő Poligont” (NEGP) hoztak létre többek között hazánk területén is, amelynek pontjai között lehetővé vált az ország graviméterállományának terepi körülmények között történő hitelesítése, miután e pontok meghatározási pontossága egymáshoz képest $\pm 0,02$ mgal.

1971-ben három Sharpe CG—2 típusú graviméterrel új I. rendű alaphálózatot mértünk, miután a régi hálózati pontok elpusztultak, vagy környezetüket beépítették. A hálózat „mgal szintjét” Férihegy MEGP, valamint a szintén nemzetközi együttműködésben meghatározott Szeged NEGP pont szolgáltatta. A 19 pontból álló hálózat kiegyenlítés utáni középhibája 0,02—0,04 mgal. Alakját részben a kisebb repülőgépek leszállására alkalmas repülőterek helyzete, részben az a követelmény határozta meg, hogy a zömmel négy pontból álló poligonok maximális Δg értéke sehol ne haladja meg a 70—75 mgalt.

1974-ben kezdődtek azok a gravimetriai munkák, amelyeket a kéregmozgási szintezési hálózattal kapcsolatban végzett az ELGI. Ez a nagyjelentőségű munka lehetővé tette, hogy vele párhuzamosan elkezdjük II. rendű alaphálózatunk korszerűsítését. A kéregmozgási hálózaton végzett graviméteres munkákkal szemben támasztott pontossági követelményeket ugyanis csak úgy tudtuk kielégíteni, hogy az I. rendű graviméteres bázishálózat pontjai közé új pontokat telepítettünk. Ezek állandósítási módja megegyezett a felsőrendű gravimetriai pontoknál alkalmazottéval. Ezeknek a pontoknak a magasságát a szintezési hálózat mérési munkái során meghatározták. A 360 pontból álló II. rendű bázishálózat tervezett konfigurációja lehetővé tette, hogy az újonnan épített pontok nagy részét II. rendű hálózati pontnak

használjuk fel. Ily módon jelentős gazdasági megtakarítást értünk el a bázishálózaton szükséges szintezési munkák csökkenése miatt.

II. rendű hálózatunk korszerűsítését három graviméterrel végezzük, s a tervek szerint a 80-as évek közepén fejezzük be. A szocialista országok geodéziai szolgálatainak gravimetriai kérdésekkel foglalkozó szakemberei 1977-ben olyan egységes gravitációs alaphálózat (EGH) létesítését tűzték ki célul, amely a szocialista országok egész területére vonatkozóan alapot biztosít az országos hálózatok korszerűsítéséhez, lehetővé teszi a szomszédos országok hálózatainak ellentmondásmentes összekapcsolását, és ezzel a különböző gravimetriai térképek (Bouguer, Faye) egységes szerkesztését. E tervezett hálózat főpontjain ballisztikus módszeren alapuló, ún. abszolút graviméterrel [4] meghatározzák a „g” értékeket, ezen pontok között pedig különböző rendszerű inga- és gravimétercsoportokkal sűrítik a hálózatot. A tervek szerint e hálózat bármely pontjának relatív megbízhatósága a kiinduló Potsdam-i értékhez képest 0,02—0,08 mgal lesz. Hazánk területére ebből a hálózathoz öt pont esik.

1978-ban került sor a magyarországi geodéziai gravimetria történetében először a „g” érték abszolút módszerrel történő meghatározására Siklóson, ezt követte 1980-ban további meghatározás Budapesten Szerencsen és Kőszegen. Ebből a célból geodéziai-gravitometriai laboratóriumot létesítettünk Budapesten a Mátyás-barlangban, amelynek központi pillére — a laboratórium kedvező helye miatt — alkalmas arra, hogy ezentúl hazánk gravimetriai és ingamérési főalappontja legyen. Az ehhez szükséges összekötő méréseket nemzetközi erők bevonásával 1979-ben elvégeztük.

Az EGH gravimetriai mérési munkáit 1980—84 közötti időszakban végezzük nemzetközi együttműködés keretében. Ezzel párhuzamosan kerül sor az országos I. rendű alaphálózatunk korszerűsítésére, amelynek során felhasználjuk a szomszédos országok hálózataival történő összekapcsoló mérések eredményeit, az abszolút „g” meghatározásokat és azokat a kedvező lehetőségeket, amelyeket a nemzetközi mérésekben alkalmazott nagyszámú és különböző típusú graviméter tesz lehetővé.

2. A gravimetriai hálózatok fejlesztésének feltételei

2.1. A műszerpark korszerűsítése

Korszerű gravimetriai hálózatokat jelenleg különböző fizikai elven alapuló, abszolút és relatív műszerek együttes alkalmazásával lehet csak telepíteni.

Hordozható kivitelű abszolút berendezése jelenleg csak a Szovjetunióknak, Franciáknak, Olaszországnak és az USA-nak van. Ezen berendezések pontossága 0,01—0,02 mgal, alkalmazásuk megfelelő helyiséget igényel, velük egy pont „g” értékének meghatározása több napig tart és roppant költségesek.

A relatív mérési módszer műszerei a különböző ingaberendezések és graviméterek. A legkorszerűbb ingaberendezések pontossága 0,03—0,1 mgal,

Graviméter Gyártó ország	Típus	Lengő-rendszer	Δg tartomány (mgal-ban)		Súly (kg)	Gyári termosztát	Leolvasási rendszer
			kis	nagy			
			pontosság (mgal-ban)				
La Costa- Romberg, USA	G	asztatizált fémrugós	0—7000 0,005—0,05		9	szakaszos működésű	optikai és galvano- méteres, arretáló berendezéssel
Askania, NSZK	Gs-12	lineáris fémrugós	0—1700 0,03—0,05	1700—6000 0,04—0,15	22	kétfokozatú, szakaszos működésű	galvanométerrel, arretáló berendezéssel
GAG, Szovjetunió	2	asztatizált kvarcszálas	0—3000 0,04—0,12		30	szakaszos működésű	Wild T-2 teodolit
Worden, USA	Geodetic	asztatizált kvarcrugós	0—200 0,01—0,05	200—6000 0,05—0,2	4	szakaszos működésű	optikai
Sharpe (Scintrex) Canada	CG-2	asztatizált kvarcrugós	0—80 0,01—0,03	80—5000 0,08—0,2	5	nincs	optikai

használatuk helyiséghez kötött, velük a mérés hosszadalmas. A szocialista országok közül a Szovjetunió, az NDK és Lengyelország rendelkezik különböző típusú ingaberendezésekkel. E két csoportba tartozó műszerekkel elsősorban a hálózatok főpontjait határozzák meg, mert velük több száz mgal nagyságú Δg értékek is meghatározhatók a kívánt pontossággal.

A hálózatok sűrítését graviméterekkel végzik. Az erre a célra jelenleg használt műszereket és főbb jellemzőiket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Magyarországon a geodéziai célú graviméteres méréseket az ELGI végzi Sharpe és Worden graviméterekkel. E műszerek legnagyobb hátránya, hogy 100 mgal-nál nagyobb gyorsuláskülönbségek nem mérhetők velük a megkívánt pontossággal, továbbá, hogy léptékük nem lineáris a teljes mérési tartományban, ezért csak ismert pontokat is tartalmazó hálózatok mérésére alkalmasak.

Ismert tény, hogy felsőrendű mérésekhez a műszereket gondos válogatásnak vetik alá, s igen szigorú műszaki normák alapján döntenek el, hogy valamely műszer alkalmas-e az adott pontosságú mérések elvégzésére. A Sharpe és Worden graviméterek műszaki paraméterei egy típuson belül is nagyságrenddel különböznek; új beszerzésnél nincs lehetőségünk válogatásra, ezért fokozott mértékben jelentkezik a különböző műszervizsgálatok elvégzésének szükségessége [5]. Az említett vizsgálatok roppant költségesek, időigényesek és speciális berendezéseket, laboratóriumokat igényelnek. Rendszerint más tudományágak művelőinek együttműködését is megkívánják. Hangsúlyozni kell, hogy a leggondosabban elvégzett vizsgálatok is csupán arra korlátozódnak, hogy az adott graviméter alkalmazhatósági területét kijelöljék; konstrukciójukból adódó alapvető hiányosságaikon ezekkel a vizsgálatokkal csak korlátozott mértékben tudunk segíteni.

Aktívabb és sokoldalúbb nemzetközi együttműködésünk egyik feltétele éppen ezért az, hogy

nagy mérési tartományban is nagy pontosságot biztosító La Costa-Romberg graviméterekkel igyekezzünk kiegészíteni jelenlegi műszerparkunkat.

2. 2. Laboratóriumi vizsgálatok

100 mgal-nál kisebb Δg értékek meghatározására a meglevő gravimétereink megfelelő pontosságot biztosítanak, s a szocialista országok hasonló célú műszerparkjához viszonyítva komoly erőt képviselnek, annak mintegy 40%-át teszik ki. A műszervizsgálatokat a különböző szocialista országokban viszonylag egységes szempontok szerint, gyakran együttesen végzik. A vizsgálatokkal részben a graviméterek skálafüggvényeit határozzák meg, részben a külső körülmények hatásaival szembeni viselkedésüket. Ezen vizsgálatok eredményeinek ismeretében lehetőségünk van a hálózatok tervezéséhez is segítséget nyújtani a megfelelő mérési technológia kialakításával.

A külső körülmények hatásai közül legnagyobb szerepe a légnyomás- és hőmérsékletváltozásoknak, a mikrosezimikus hatásoknak, valamint a talajvízszint-ingadozásoknak van. A hőmérséklet- és légnyomásváltozások hatásait csak speciális hő- ill. barometrikus kamrában lehet tanulmányozni. Hőkamra Prágában és Moszkvában áll rendelkezésünkre, erősen korlátozott lehetőségekkel. Hazai barokamra létezik ugyan, geodéziai célú felhasználása azonban nagyon körülményes. Nagy segítséget nyújtana munkánkhoz legalább egy hőkamra felszerelése — arra alkalmas laboratóriumban.

2. 3. Módszertani vizsgálatok a hálózatok korszerűsítésének érdekében

E vizsgálatoknál kétirányú igények jelentkeznek. Hazai vonatkozásban olyan hálózatok tervezésére kell törekedni, — a méréshez szükséges optimális technológia kidolgozását is beleértve, — amely lehetővé teszi azt, hogy a hálózati pontok között kihasználhassuk a rendelkezésre álló műszerek szélső pontosságát. Magyarország Δg tartománya

mintegy 250 mgal. A hálózatok konfigurációjának kiválasztásánál arra kell törekedni, hogy a Worden és Sharpe graviméterekkel minden mérést a kis mérési tartományban (100 mgal-nál kisebb Δg értékek) lehessen elvégezni. Ki kellett alakítani a megfelelő mérési rendszert és ki kellett terjeszteni a vizsgálatokat a méréseket végző észlelők-nél jelentkező sajátos, rendszeres hibák vizsgálata-ra is [6].

Nemzetközi vonatkozásban törekvésünket az EGH munkáira kell összpontosítanunk. Ennek megfelelően a csehszlovák és magyar geodéziai szolgálat munkatársaiból alakult munkaközösség kidolgozta azt az egységes útmutatót, amely az EGH mérési munkáinál mindazokat a követelményeket, normákat, mérési eljárásokat tartalmazza, amelyeket az adott pontosságú mérések elvégzéséhez be kell tartani [7]. Sajátos problémát jelent a Sharpe és Worden graviméterek laboratóriumi eljárással történő hitelesítése. Tapasztalatok szerint a Szovjetunió Földfizikai Intézetében kidolgozott UEGP—1 típusú berendezés olyan hiányosságokat tartalmaz, amelyek miatt a hitelesítésben nem érhető el az a pontosság, amelyet a módszer elve alapján elvárhatunk. Ezen hiányosságok kiküszöbölése érdekében Csehszlovákiában és hazánkban kezdődtek biztató kísérletek. Az ELGI-ben jelenleg tervezik egy, az eddiginél korszerűbb hitelesítő berendezés elkészítését.

A külső körülményeknek a graviméteres mérések eredményeire gyakorolt hatása még sok, elméletileg is tisztázatlan problémát rejt magában. E kérdések megoldása nagymértékben hozzájárulna a graviméteres mérések pontosságának növeléséhez.

Végül arról az igényről kell szólni, ami a különböző gravimetriai térképek egységes szerkesztésével, az adatok megbízhatóságának fokozásával kapcsolatos. Ez pedig az, hogy az egyes nemzeti hálózatokat nagyobb egységekbe, kontinentális, sőt interkontinentális hálózatokba kell foglalni. A korszerű, egységes elvek szerint szerkesztett gravimetriai térképek adatrendszerének összeállításához olyan korrekciókat is számítani kell, amelyek az egyes országok területénél lényegesen nagyobb távolságokból kívánnak különböző információkat; ez pedig csakis az említett kontinentális hálózatok segítségével érhető el.

Ennek a feladatnak a fontosságát a szocialista országokon belül a Szovjetunió ismerte fel először, amikor a 70-es évek közepén országának területén négy olyan gravimetriai pontot jelölt ki, amelyeken bármely ország gravimetriai szakemberei végezhetnek méréseket. Ezek a pontok: Lodovo, Nahodka, Murmanszk és Odessza [8]. Véleményünk szerint ezeknek az ún. „szabad” pontoknak a számát lenne célszerű növelni, ami nagymérték-

ben kiszélesítené a nemzetközi együttműködés lehetőségeit, módot adna nem szocialista ország birtokában levő abszolút és relatív műszerek vizsgálatához, mérési eredményeik közvetlen összehasonlításához, valamint az EGH bekötéséhez is az IGSN—71 rendszerébe. Ezt az igényt a „szabad” pontok létrehozására a szocialista országok geodéziai szolgálatainak hivatalos dokumentumai is kifejezésre juttatják, amennyiben felkérlik a szocialista országok geodéziai szolgálatait, hogy a Szovjetunióhoz hasonlóan keressenek lehetőséget országuk területén „szabad” gravimetriai pontok létesítésére.

(Beérkezett: 1980. július 17-én.)

IRODALOM

- [1] Csapó G.: A külső körülmények hatása a graviméteres mérések pontosságára. Magyar Geofizika XV. No. 5—6. Budapest, 1974.
- [2] Facsinay L.—Szilárd J.: A magyar gravitációs alaphálózat = Geofizikai Közlemények. V. 2. Budapest, 1956.
- [3] Renner J.—Szilárd J.: Gravity Network of Hungary. Acta Technica XXIII. 4. Budapest, 1959.
- [4] Guszev, N. A.—Szlivin, J. A.: Zarubeznaja transportabel'naja aparatura dlja opredelenija abszolutnovo znacsenija uszkorenija szilü tjazseszti. Moszkva, 1973.
- [5] Csapó G.—Kozyakova, K.—Majewska, M.—Rukavishnikov, R.—Träger, L.: Investigations of the dependence of the dial constants of CG—2 Sharpe gravimeters on the effects of external factors. Publication of the Hungarian Geophysical Institute „Roland Eötvös”. Budapest, 1974.
- [6] Träger, L.: Izucszenije metodiki izmerenij uszkorenija szilü tazseszti. (Szerkesztés alatt) Prága.
- [7] Csapó—Divis—Olajnik—Pollhammer—Szabó—Träger: Instrukcija dlja rabot v EGSZ. (Szerkesztés alatt) Prága—Budapest.
- [8] Boulanger, Yu. D.—Gusev, N. A.: Determination of Gravitational Acceleration at Moscow (Ledovo), Murmansk, Odessa and Nakhodka. = Bull. Inform., N 34. Paris, 1974.

Some aspects of the establishment of up to date gravity networks

Dr. G. Csapó

Summary

The paper deals with the most important problems of the establishment of gravity networks. It gives a general view of the works having been done on the Hungarian Gravity Network and of the future plans. It summarizes the main aspects of future developments: gravimeter calibration and standardization problems, the importance of the international cooperation, the establishment of international networks to make it possible to construct unified gravity (Bouguer, Faye) maps.