



Rövid visszapillantás Magyarország vízszintes felsőrendű háromszögelési hálózataira

Dr. Lukács Tibor a műszaki tud. doktora, ny. igazgatóhelyettes

Jelen tanulmány összeállítására az készített, hogy célszerű lenne egyszer röviden – a teljességre való törekvés igénye nélkül – vázlatosan bemutatni, miként jött létre hazánkban a hagyományosnak tekinthető vízszintes geodéziai alaphálózat. A magyar térképészet kialakítását, az első hazai térképek megjelenését bizonyos mértékig kapcsolni lehet az akkori matematikai, csillagászati és technikai ismeretekhez, ill. adottságokhoz. Részben ezekre támaszkodva készültek el az első magyarországi térképek.

Előzmények

A helymeghatározás tudományára utaló kutatók már *Mátyás* király udvarában is támogatást kaptak. *Lázár* térképénél elképzelhető, hogy néhány, csillagászati megfigyelésekre támaszkodó alappont is felhasználásra került. A térképek azonban a hódoltság idején általában elavult, összehordott alapok alapján készültek. Ezek tulajdonképpen vázlatos alaprajzok. A Magyar Kamara megbízásából *Müller Ignác* 1707-ben elkészítette Magyarország első olyan térképét 1:550 000 méretarányban, melyhez csillagászati és háromszögelési ismereteit is felhasználta.

Mária Terézia Liesganig Józsefet bízta meg a Monarchia területén végzett fokmérési feladatokkal. Ezt a munkát Magyarország területén 1769-ben kezdték el. Így készült el pl. Kistelek és Csurog között az 1° ívhosszúságú szakasz. Ehhez mindkét község határában egy-egy alapvonalat is megmértek. *Hell Miksa* jezsuita páter, csillagász 1757-ben elsőként határozta meg a hosszúságkülönbséget Bécs és Nagyszombat között. *Mikoviny Sámuel* mérnöki munkássága során – többek között – nagy területekre kiterjedő háromszögelést és földrajzi helymeghatározást is végzett.

Az ekkor meglévő hálózat kezdőpontja 1821-től a gellérthegyi csillagda keleti tornyának pilére volt. A hálózat ellenőrzésére 1810-ben Győr, majd 1940-ben Arad mellett mértek alapvonalat.

1. Kezdeti magyar munkálatok

A szaktörténészek általában a bécsi minisztérium idevonatkozó döntésétől, 1856-tól számítják a hazai részletes felmérés beindítását, bár már ezt megelőzően is történtek a Dunántúlon és Felső-Magyarországon háromszögelési munkák.

Az I. katonai felmérés (1763–1785) során, a Magyar Királyság területén, csak kis részen alkalmaztak grafikus háromszögelést. A Habsburg Birodalom II. katonai felmérése (1806–1869) háromszögelési láncolatrendszerre támaszkodott. Az 1863-ig kifejlesztett hálózatot „régii főhálózatnak” is szokás nevezni. Ez idő alatt néhány alapvonalat és földrajzi helymeghatározást is mértek. Hazánk egy részén a korábban elkezdett háromszögelések megszakadtak. Többszöri próbálgatást követően, 1862-ben ismét abbahagyták a munkát. Az így létrehozott térképek és geodéziai alapok nem kellő pontossága miatt, *I. Ferenc József* császár rendeletére, 1869-ben kezdték el a III. katonai felmérést. (Egyes kutatók a Monarchia területén három háromszögelést különböztetnek meg: az első 1806–1842-ig, a második 1848–1862-ig, a harmadik 1862–1898-ig tartott).

Hazánk területén az úgynevezett „új főhálózat” kialakításához az alapvonalakat összekötő láncolatok egy részét újramérték. Egy 1:25000 méretarányú felmérésű szelvényre 3–6 db háromszögelési pont jutott.

Időközben hazánkban a nagyobb városok felmérésére is sor került. Így *Balla Antal* 1784–89 közötti Pestről készült felmérése már trigonometriai felmérésen alapult.

Az elsőrendű háromszögelés 1867 tavaszán kezdődött Pesten, *Halácsy Sándor* irányításával. 1870-ben az FKT (Fővárosi Közmunkák Tanácsa) biztosította a további háromszögelést, ehhez *Halácsy* 156 elsőrendű háromszögelési alappontot használt fel. Buda háromszögelése 1871-ben vette kezdetét, *Marek János* vezetésével. Ekkor 129 elsőrendű háromszögelési pontot határoztak meg. Óbudán ezek a munkák 1873-ban indultak be.

Az elavult III. katonai felmérést a IV. követte, amely 1896-ban indult be. Ekkor poliéder-vetületet használtak, és egy-egy 1:25000 méretarányú szelvényre már 8–12 háromszögelési pont került. Az alapláncolatok közötti területen az elsődrendű hálózatot a Háromszögelő Hivatal fokozatosan fejlesztette tovább.

A bekövetkezett nagyobb változások miatt újabb felmérés vált szükségessé, ezért a Háromszögelő Hivatal 1901–1907 között a Dunántúlon új főhálózatot fejlesztett ki. Ezzel elkezdődött az a hálózat korszerűsítési munka, amelynek tulajdonképpen egy felületi hálózat létrehozása volt a célja. Az észlelés Schreiber-féle szögméréssel, a pontjelölés fényel történt. A pontok koordinátáit a budapesti sztereografikus vetületi rendszerben koordináta-kiegyenlítéssel számították. 1908-tól – polgári célra – három hengervetületi rendszert vezettek be.

1910-től magyar szakemberek is részt vehettek a hazai földrajzi helymeghatározási munkákban. Az első világháború végéig összesen 17 ponton végeztek méréseket, amelyek közül kilenc esett hazánk mostani területére.

2. A második magyar vízszintes alaphálózat

Az első világháború után, az ezt követő nehéz gazdasági viszonyok csak 1925-től tették lehetővé egy egységes új hálózat létesítését. Az akkor elkezdett munkák a korábbi használható pontok feltárására, felújítására, valamint első- és másodrendű pontok meghatározására terjedtek ki. Így – a különböző okok miatt történt megszakítások ellenére – 1901–1932 között 127 háromszögből álló elsőrendű hálózatot hoztak létre. Az ebből számított Ferrero-féle szögmérés középhiba $\pm 0,55''$ volt, de a későbbi mérések után, 133 háromszögből számítva ez $\pm 0,49''$ -re csökkent. Az elsőrendű hálózatban a háromszög oldalainak átlagos hossza kb. 30 km. A másodrendű pontok ezek súlypontjába kerültek, míg a harmadrendűek átlag 7 km-re voltak egymástól. A szögmérést Starke-Kammerer-féle, majd később Wild T3-as teodolittal, az elsőrendű hálózat szögeit minden kombinációban Schreiber-féle szögméréssel mérték. Ebben az időtartamban, az új háromszögelési pontok közül húszon mértek szélességet és azimutot, ötön pedig hosszúságot is. Az alapvonal-mérésnek fontos előkészítő állomása volt a Gödöllőn telepített 860 méter hosszú összehasonlító alapvonal létesítése, majd 1938-ban a Csepelen kitűzött 5880 m hosszú, első országos alapvonal megépítése.

A koordináta középhibák:

– Gellérthegy az országos hálózatban $m = \pm 0,049$ m;

– II. r. hálózat 17 pontból vett átlaga $m = \pm 0,016$ m;

– III. r. hálózat 58 pontból vett átlaga $m = \pm 0,010$ m.

A felsőrendű háromszögelést 1934. november 20-án fejezték be. A munkarészek jelentős hányadát a II. világháború semmivé tette.

Ezalatt az idő alatt a főváros új felmérésének elkezdése is napirendre került. A Háromszögelő Hivatal itt egy kirendeltséget hozott létre, melynek vezetője Papp Gyula műszaki tanácsos volt, és ami 1932. december 1-jétől „Budapest Székesfőváros Felmérése M. kir. Háromszögelő Kirendeltség” néven működött. Az elsőrendű hálózat, az ún. „centrális hálózat” középpontja a Gellérthegy, amely azonos az országos sztereografikus vetületi koordináta-rendszer kezdőpontjával. Az országos hálózatba történő bekapcsolás céljából tíz országos felsőrendű háromszögelési pontot is bevontak a munkákba. A centrális hálózathoz az alapvonalat a szentendrei sziget déli végén építették ki, 3576 m hosszón.

3. A II. világháborút követő vízszintes felsőrendű hálózat kiépítése

Az új felsőrendű hálózat létesítésének célja az volt, hogy az ország egész területén az alsóbbrendű hálózatok számára egységes, törésmentes – kívánt pontosságú – keret álljon rendelkezésre.

1948 második felében kezdődött meg a láncolat kialakítása. A különböző nehézségek ellenére, rendkívüli erőfeszítések mellett, a helyszíni munkálatok 1952-ben befejeződtek. A koszorú-hálózaton belül, a megfelelő helyszínek kiválasztása után, hat országos alapvonal hosszát határozták meg. Ezek: a bajai (1951), a nagykanizsai (1950), a mosonmagyaróvári (1949–50), a hatvani (1950), a mátészalkai (1951), az orosházi (1952). A földrajzi helymeghatározásokat szolgáló mérések 1949-ben kezdődtek el, kezdetben a Bamberg-Askania passageműszerrel, majd Wild T4-es teodolittal. A láncolatban lemért 17 pont méréseire jellemző átlagos középhibák:

– a földr. szélesség-méréseknél: $\pm 0,093''$;

– a földr. hosszúság-méréseknél: $\pm 0,097''$;

– az azimut méréseknél: $\pm 0,139''$.

A szomszédos országokkal is egyeztetett, jól át gondolt és megtervezett láncolatot négy év alatt, 1949–52 években mérték meg. Így elkészült az or-

szághatár mentén egy egysoros, ill. egy kétsoros koszorúhálózat, amelyet a Duna-Tisza közén egy egysoros láncolattal merevítettek ki.

A munkákat az OFI (Országos Földmérési Intézet) felsőrendű háromszögelési csoportja végezte.

3.1. A kitöltőhálózat létrehozása

1951-ben *Hazay István* és *Tárczy-Hornoch Antal* professzorok új eljárást dolgoztak ki a kontinentális hálózatok kiegyenlítésére. Ennek az alap gondolatát használta fel *Regőczy Emil* a két koszorú közötti üres terület kitöltésére, amely szerint a II. rendű hálózat kiépítését elhagyva, rögtön a III. rendű hálózatot lehet kialakítani, amit összekapcsoltak a negyedrendű főpontok sűrítésével. A III. rendű hálózatból domináns pontok kerültek kiválasztásra. Az ezekből képezett háromszögekből egy fiktív I. rendű hálózatot lehetett előállítani. A fiktív hálózatokban levő harmadrendű hálózat kiegyenlítése után kiszámíthatók voltak a fiktív háromszögek belső szögei. A bevezetett eljárás számos előnnyel járt, mivel az egymástól átlagosan 7 km-re levő harmadrendű pontok észlelése kb. egy-két nap alatt megtörtént. A munkához Wild T3 teodolittal tizenkétszeres ismétlésű iránymérést végeztek. A vizsgálatok azt mutatták, hogy ezeket a rövidebb irányokat pontosabban lehetett megmérni, mint a 30–35 km-eseket. A B pontokon a mérést négyszeres ismétléssel végezték. A gazdaságos munkát az Illés-féle gúlák alkalmazása is elősegítette. A két koszorú kitöltésének helyszíni munkáit 1953-ban kezdték el, és 1958 őszén fejezték be, ami 48 900 km² nagyságú területre vonatkozott.

Az I. rendű láncolatváz kitöltésére ezt követően került sor. Ez a munka több részletben és több évig tartott. Egyes területeken a felsőrendű pontokon kívül még IV., sőt V. rendű pontokat is meghatároztak. A láncolatok kitöltésénél felhasználták a kitöltőhálózatban szerzett tapasztalatokat. Ez utóbbi attól annyiban különbözik, hogy itt az I. rendű láncolatkeret már adott volt. A III. és IV. rendű főpontok esetében a már korábban említett technológiát használták. A harmadrendű irányokat azonban csak négyszeres, majd hatszoros, ill. nyolcszoros ismétléssel mérték. Bizonyos pontossági hiányosságok miatt az északkeleti, ill. délnyugati láncolatokban 1973–79 között felújításokat végeztek.

Vizsgálataink azt mutatták, hogy a kiegyenlített elsőrendű háromszögelési hálózatunk korszerű, szabatos hálózat, amely jó alapot szolgáltatott a

levezetett szögek megbízhatóságának megállapítására.

Az új hálózat ellenére a polgári célú feladatokhoz azonban továbbra is a sztereografikus, ill. a hengervetületek maradtak érvényben, mivel az 1958-as Gauss-Krüger vetületre vonatkozó adatok nem voltak hozzáférhetőek. Az új hálózatot – kényszermegoldásként – transzformációs eljárással kellett az 1860–64-ben számított országos elsőrendű keretbe illeszteni.

Az 1948–1964 közötti időtartamban létesített felsőrendű hálózat 1976-ig biztosította az alapokat a negyedrendű alappontsűrítéshez.

3.2. Felületi asztrogeodéziai hálózat

A szakterületünket érintő nehézségek megoldására, a Kormány a 12/1969. (III. 11.) számú rendeletében egy új egységes országos térképrendszer (EOTR) létrehozását rendelte el. Ehhez korszerűsítésre kerültek a magyar geodéziai alapok, vagyis ki kellett dolgozni az egységes országos vetületi rendszert (EOV) és az új felületi asztrogeodéziai hálózatot (FAGH).

Az igen alapos előkészítői munkák, tudományos vizsgálatok alapján 1972-ben született döntés egy süllyesztett ferdetengelyű szögtartó hengervetület alkalmazására. Az egységes országos vetületi rendszer (EOV) alapfelülete az UGGI/67-es ellipszoid lett. Erről az ún. Gauss-gömb közbeiktatásával kellett a síkra áttérni.

A FAGH létrehozásához a láncolatok helyett az egész ország területét lefedő hálózatot alakítottak ki. Ennek során, a pontosság növelése érdekében, a korábbi hálózat finomítását és a felületi asztrogeodéziai hálózat önálló nemzeti kiegyenlítését is el kellett végezni. A FAGH összesen 167 pontból és 284 háromszögből állt. Ehhez összesen 23 elsőrendű oldal hosszát határozták meg, és 37 Laplace-ponton 40 azimutot mértek. A kiegyenlítő számítást megelőző előkészítési munkák során végzett megbízhatósági vizsgálatok igazolták, hogy az új hálózat megfelel az előírt követelményeknek. A FÖMI (Földmérési Intézet) javaslata, majd az OFTH (Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal) erre épülő döntése szerint, a FAGH-t a pulkovói tájékoztató Kraszovszkij-féle ellipszoidon – korreláta módszerrel – kellett kiegyenlíteni. Ezt a munkát 1972-ben végezték el. A harmadrendű hálózatot 1973-ban a FÖMI, a közvetítő mérések módszere szerint, az EOV síkján egyenlítették ki. A számítást a STAGEK IBM 360/40 típusú számítógépén hajtották végre, 28 blokkban. Ezekben az iránymérés átlagos középhibája $\pm 0,61''$.

Az északkeleti és a délnyugati láncolatban talált megbízhatósági hiányosságok miatt, a harmadrendű hálózatban a finomítást célzó méréseket 1973–78 között végezték el. A szöveget Wild T3-as teodolittal nyolcszoros ismétléssel, a távolságokat AGA 6, AGA 6A és AGA 6BL típusú távmérőkkel mérték. Az erre a területre vonatkozó ki egyenlítés a BGTV-nél (Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalat) az 1974–78 közötti időtartamra esett, amelyet a PDP 11/40-es gépen számítottak ki, 9 blokkban. A koordináta-középlehibák átlagos értéke blokkonként $\pm 0,013 - \pm 0,023$ m között változott.

A IV. rendű háromszögelés 1976-tól használta fel az új felsőrendű háromszögelési adatokat. Az új országos negyedrendű vízszintes alappont-hálózat, több évtizedes munkálatok eredményeképpen, 1994-ben készült el.

4. A GPS alkalmazása az alppontok helymeghatározásában

A FÖMI-ben, Pécen folytatott eredményes kutatásokat követően, 1990-ben hazánkban is létrehozták a Globális Helymeghatározó Rendszer (*Global Positioning System, GPS*) alkalmazásának feltételeit. Az új technika felhasználása több területen jelentkezett. Ide sorolhatjuk például az Európai Referencia Rendszer (EUREF), a regionális tektonikai mozgások kimutatását célzó Közép-európai Geodinamikai Program (CERGOP) végrehajtását. Jelentős eseménynek tekinthető a mintegy 4000 IV. rendű vízszintes alppontnak 1990–92 közötti lemérése, amelyben a BGTV és a PGTV (Pécsi Geodéziai és Térképészeti Vállalat), valamint katonai térképész szolgálat is részt vett. 1995–97 között az 1152 pontból álló Országos GPS Hálózat (OGPSH) létrehozása is fontos eredmény volt. A hiányzó pontoknak GPS-szel történt meghatározásával befejeződött az ország egész területére vonatkozó IV. rendű pontsűrítés, hagyományos módszerrel kb. 90%-ban, GPS-szel kb. 10%-ban. (A GPS-mérések befejezése után szükség volt még ezen pontok közül néhányon hagyományos IV. rendű pontmeghatározást is végezni.)

Ezt követően egy Aktív GPS Hálózat (az ún. jövő hálózat) kiépítési feltételeinek megteremtése kezdődött el. A tervezett 12 permanens állomásból jelenleg három (Orosházán, Nyírbátorban a földhivataloknál és Pécen) már működik. A permanens állomásokon folyamatosan üzemel egy GPS vevő berendezés, ahonnan az adatok a TAKARNET-en keresztül a penci központba jut-

nak. A felhasználó az internetes hálózaton hívhatja le a nyers adatokat, amelyért természetesen adatszolgáltatási díjat kell fizetnie. A felhasználó a GPS-méréseihez lekért szinkron adatok segítségével kiszámíthatja az álláspont GPS-koordinátáit, amit az OGPSH segítségével átranzformálhat a kívánt rendszerbe.

Összefoglalás

A fentiekből talán megállapítható, hogy hazánk területén, egy-egy adott történelmi időszakban, jelentős erőfeszítések történtek a helymeghatározási adatok előállítására érdekében. Kezdetben – a tudomány, a technika és a gazdaság hiányos lehetőségei miatt – ez még sok hibával és ennek megfelelően torzult térképek megjelentetésével járt együtt. Ennek ellenére az idők folyamán szerzett ismeretek és az így nyert tapasztalatok fokozatosan az egész ország számára egyre inkább használható geodéziai alapokat biztosítottak. Ezek nemcsak a hazai igényeket szolgálták, hanem a kapcsolódó tudományos eredmények nemzetközi területeken is öregbítették szakmai hírnevünket.

A többszöri megszakításokkal készült háromszögelési munkákat végül siker koronázta, mivel a II. világháborút követően létrejött egy egységes országos háromszögelési hálózat, amely – ismereteink szerint – minden erre épülő igényt kielégít. Az így előállított munkarészek és adatszolgáltatások még hosszú ideig alapul szolgálnak, és hasznosításra kerülnek.

Ezen rövid összeállítás nem térhetett ki a részletekre, amelyekkel egyébként a szakirodalom már bőven foglalkozott. Így itt csupán rövid áttekintést kívántam adni arról a nagy munkáról, amely számos kutató és gyakorlati szakember együttműködésének eredménye.

IRODALOM

1. Szilágyi B.: A Magyar Királyi Állami Földmérés felsőgeodéziai munkálatai az 1930–1932. években. A M. Kir. Áll. Földm. Közleményei, Bp., 1933
2. Regőczy E.: Az Állami Földmérés felsőgeodéziai munkálatai. Mérnöki Továbbképző Intézet Kiadványai, XVI, kötet, 32. füzet, Bp., 1942
3. Bod E.: A magyar asztrogeodézia rövid története 1730-tól napjainkig. I. rész GK 1982/4, II. rész GK 1982/5.
4. Rédey I.: A geodézia története. Tankönyvkiadó, Bp., 1966

5. *Joó I.*: Hazánk korszerű geodéziai alapjainak kialakítása. GK 1974/1.

6. *Jankó A.*: Magyarország topográfiai térkép-művei 1869–1950 között. Doktori értekezés, Bp., 1990

7. *Borza T.*: Elkészült az országos GPS-hálózat. GK 1998/1.

8. *Joó I.–Raum F.*: A Magyar Földmérés és Térképészet Története I–IV. kötete. (Ezek közül is kiemelten felhasználva a 6. Fejezetet.) Bp., 1990–96

9. *Lukács T.*: Emlékkönyv a FÖMI harminc évéről. Bp., 1998

10. *Holló Szilvia A.*: Pest, Buda, Óbuda a térképasztalon. Az egyesített főváros, Városháza, 1998

11. *Plihál K.–Lukács T.–Jankó A.–Mihalik J.*: Magyarország 1000 éve a térképeken. Bp., 2000

Short review of the networks of horizontal geodetic control points of Hungary

T. Lukács
Summary

Within a certain historical period in the territory of Hungary there were considerable attempts for the production of positioning data. The knowledge base and experiences in the process of time gradually provided the geodetic base of Hungary.

The triangulations, which broken repeatedly, had been crowned with success, since after the second world war the uniform triangulation network has been established. For the establishment of triangulation network the modern electronic distance measurement instruments and later – on country-wide level – the Global Positioning System has been used. This triangulation network satisfies all the requirements related to it.

FELHÍVÁS

**A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Fotogrammetria és Térinformatika Tanszéke
megalakulásának és fennállásának**

50. évfordulójára

jubileumi szakmai napot szervez

2003. november 20-án 10 órai kezdettel.

A rendezvény helyszíne a BME Oktatói Klubja
(BME Központi Épület I. emelet 66., Műegyetem rkp. 3.).

Az előadások a Tanszék múltjával, jelenlegi oktatási
és kutatási tevékenységével
kapcsolatban hangzanak el.

Minden érdeklődőt szeretettel várunk.