

A magaspontok és levezetett pontok pótlásáról és ellenőrzéséről

Busics György – Tóth Zoltán – Tóth Sándor

DOI: [10.30921/GK.73.2021.1.3](https://doi.org/10.30921/GK.73.2021.1.3)

Absztrakt: A magyar vízszintes alapponthálózatban számos magas építményt határoztak meg alappontként (magaspontként), őrhálózatot és levezetett pontot is létrehozva a terepszinten. Az ilyen típusú alappontok elmozdulásának vizsgálatakor és pótlásakor több kérdés merül fel, amelyek megválaszolását példák segítségével mutatja be a cikk, kiemelve a magaspontra végzett távmérés és a kiegyenlítő számítás szerepét. Napjainkban is több magaspont (elsősorban templomtorony) felújítása folyik, ami a téma aktualitását jelzi.

Abstract: There are some high buildings in the Hungarian horizontal national network existing as geodetic points supplemented with guard points on terrain level. If we want check the movement of such points or replace them, the authors present examples, highlighting the role of distance measuring and network adjustment. High points (especially church towers) are still being renovated today, this also indicates the actuality of the topic.

Kulcsszavak: vízszintes alapponthálózat, geodéziai magaspontok, őrpontok, alappontpótlás

Keywords: horizontal geodetic network, geodetic high points, guard points, replacement of fixpoints

Bevezetés: a magaspontok előnyéről és hátrányáról

Magaspontnak nevezzük egy magas építmény azon elméleti pontját, amelyet vízszintes geodéziai alappontként meghatároztunk. Az elméleti pont az építmény valamely geometriai alakzata (henger, gömb, csonka kúp) függőlegesnek tekintett tengelye és egy adott magasságban képzelt vízszintes sík metszéspontja. Tipikus magaspont a templomtorony és a gyárkémény, de számos kilátót, víztornyot, vártornyot, adótornyot is meghatároztak geodéziai alappontként. Templomtorony esetében a keresztet vagy a csillagot tartó gömb alatti henger felső tengelypontja az elméleti pont, vagyis ez a vízszintes irányzás helye. Rövid irány esetén a henger („gömb alatti nyak”) bal és jobb szélére olvasunk le irányértéket, majd ezeket közepelve kapjuk az elméleti pontra vonatkozó irányértéket. A magaspontok valamely (szintén elméleti) pontjának a magasságát is megadják; templomtornyok esetében ez többnyire a gömb közepe. Aki kiválasztja és alappontként meghatározza a magaspontot, a pontleíráson pontosan megadja a vízszintes és magassági értelmű irányzás helyét, amit a későbbi méréskor is követni kell.

A magaspontoknak a múltban (amikor nem GPS-technikával, hanem irányméréssel, illetve irány- és távméréssel történt az alappontsűrítés) több előnye volt. Ilyen előny az állandósítás költségének megspórolása, hiszen csak ki

kell választani egy, a célra megfelelő építményt. Egy komoly építmény várhatóan hosszabb távon fennmarad, mint egy kövel állandósított alappont. További előny, hogy a magas építmény sok helyről, távolról is jól látható, azaz tájékozó pontnak felhasználható anélkül, hogy oda külön irányzandó pontjellet kelljen vinni és őrizni.

Hátrányként hozható fel, hogy a nem megfelelően kiválasztott építmények (elsősorban a nagyon magas, karcsú adótornyok vagy kilátók) szél vagy napsütés hatására mozoghatnak. Példaként hozzuk fel a székesfehérvári hőerőmű 105 méter magas vasbeton kéményét, amely napsütés (egyoldalú hőhatás) következtében naponta 10-15 cm-t képes mozogni. A templomtornyok esetében számolni kell azzal, hogy egy idő után felújításra szorulnak. A toronysíkok renoválását manapság gyakran úgy oldják meg, hogy az egész szerkezetet toronydaruvál leemelik, a földön újjáépítik, majd visszaemelik. A magaspontok elmozdulásának ellenőrzésére szolgál

az őrhálózat, amelynek kiépítése minden országos alappont esetében előírás volt. Az őrhálózat minimálgeometriája három pontból áll (két, egymáshoz csatlakozó és egymásra merőleges alapvonal végpontjai), megadva az alapvonal és a magaspontra menő irányok közötti törésszögeket. Ezek a törésszögek „őrzik” a magaspont helyzetét, ezeket tervezték újramérni egy elmozdulás gyanújakor. Az őrpontok közül kettőt csak föld alatti őrkövel állandósítanak, egyet pedig a pont rendűségének megfelelő kövel (vagy burkolati jellel) a terepszinten. A terepszinti állandósítás célja az volt, hogy a magasponthoz földi méréssel (például sokszögvonallal) lehessen csatlakozni, erről a ponttól tájékozó irányt (irányokat) is kellett mérni. Ezt a terepszinti pontot a magaspont levezetett pontjának nevezik, koordinátáit a magaspont-levezetés módszerével számították, pontszáma pedig a magaspont pontszámát kiegészítő /1 lett. A magaspont-levezetés elnevezés arra is utal, hogy előbb

rendűség	összes alappont (darab)	ebből magaspont	ebből torony	ebből kémény	ebből egyéb
elsőrendű	243 ²	40	40	-	-
harmadrendű	2171	187	185	-	2
negyedrendű főpont	5187	1046	1009	20	17
negyedrendű	47672	2520	1919	394	207

1. táblázat. Magaspontok száma az EOVA-ban¹

¹ A táblázat aktualizált adataiért köszönet a Lechner Nonprofit Kft.-nek, személyesen Sebők Tamásnak.

² Az elsőrendű hálózat kiegyenlítésében 141 országhatáron belüli pont szerepelt. A statisztikában az elsőrendű (vagy más rendűségű) pontok közé sorolják az anyapontok levezetett pontjait (iránypontjait) is.

keletkezik a magaspont koordinátája (a rendűségnek megfelelő hosszúságú meghatározó irányokból), majd ennek ismeretében, utóbb számítjuk ki a levezetett pont koordinátáit.

Az Egységes Országos Vízszintes Alapponthálózat (EOVA) mindegyik rendűségi osztályában szép számban található magaspontok (1. táblázat).

Magaspontok elmozdulásának vizsgálata

Az űrhálózat adatait az EOVA magaspontjai esetében külön törzslap és helyszínrajz tartalmazza, ennek elvi vázlata az 1. ábrán látható. A magaspont esetleges elmozdulása az űrhálózati törésszögek újramérésével vizsgálható. Amíg nem voltak számítógépek, ezt grafikusán, 1:1 méretarányú hibaábrában végezték. Milliméterpapír közepén felrakták az M-jelű magaspontot és azon keresztül szögfelrakóval a magaspontra menő irányok irányszögeit. Az eredeti és az újramért törésszögek különbségként lineáris eltéréseket képeztek, majd ezek értékével eltolták az eredeti irányokat, így kapták meg az új ponthelyet. Ha az eredeti és az új ponthely 2 centiméternél jobban különbözött, akkor elmozdultnak tekintették a pontot, és új koordinátát adtak neki (leolvastva a milliméterpapíron).

Ma számítógéppel, irány- és távméréses hálózatként, kiegyenlítéssel végzük a számítást. Először a törzslapon szereplő adatokból, két adott pont alapján számítjuk a többi űrpont koordinátáit (az 1. ábrán fekete tele kör jelöli az adott pontokat). Miután (két fordulóban) újramértük a törésszögeket (esetleg más ismert pontokra menő további irányokat), most az űrpontok (mint adott pontok) alapján újraszámítjuk

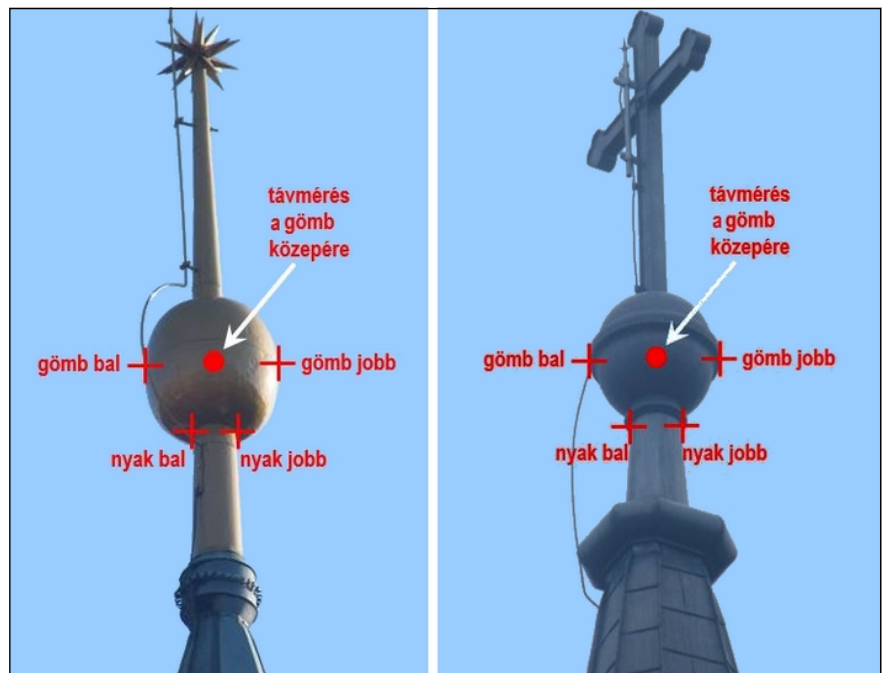
a magaspont koordinátáit (2. ábra). A magaspont eredeti és új koordinátáinak különbségéből határozzuk meg a vízszintes értelmű elmozdulás mértékét. A magassági elmozdulást trigonometriai hálózathoz vezetjük le.

Napjainkban új lehetőségünk is adódik az űrhálózati mérések (így a fölős mérések) növelésére. Ha ugyanis a magaspont gömb (mint legtöbb esetben), akkor arra a mai távmérőkkel (prizma nélküli módban) távolság is mérhető (3. ábra). A gömb felszínére mért távolság a gömbsugár mértékével ugyan rövidebb lesz, de a sugár számítható. Ehhez előbb – csak iránymérések alapján – számítjuk a gömbközpont előzetes koordinátáit, amiből az irány hossza kiszámítható. A gömb két szélére mért irányértékekből és az irány hosszából a gömbsugár levezethető,

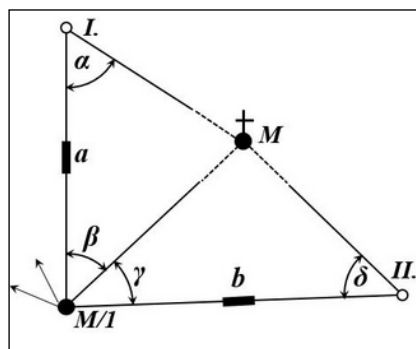
mindhárom álláspont esetében, azaz ellenőrzéssel. Kisebb többletmunkát jelent, hogy a gömböt ilyenkor 5 helyen kell irányozni, amit a fehérvári Széchenyi úti református templom és a gyepekajáni katolikus templom példáján mutatunk be (4. ábra).

A következőkben három közelmúltbeli saját példán mutatjuk be, hogy a magaspontok elmozdulásának vizsgálata során milyen tapasztalatokat szereztünk.

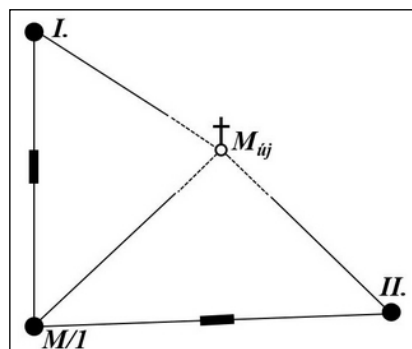
A gyepekajáni katolikus templom tornyát átépítették, ezért vált szükségessé koordinátáinak újbóli meghatározása. Mivel a levezetett pont is, és a két föld alatti űrpont is mérésre alkalmas állapotban megtalálható, az előzőekben leírt módszert követtük. Egyedüli problémát az jelentett, hogy a levezetett pont és a III-as űrpont közé egy bokorsor



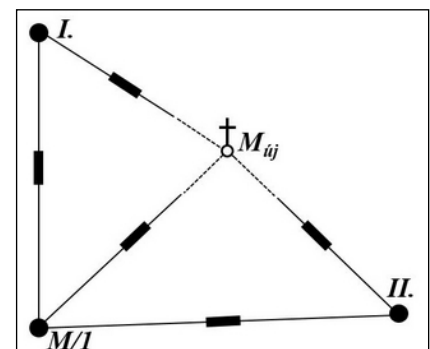
4. ábra. Egy református és egy katolikus templom gömbjének irányzási helyei, ha távolságot és mérünk rá



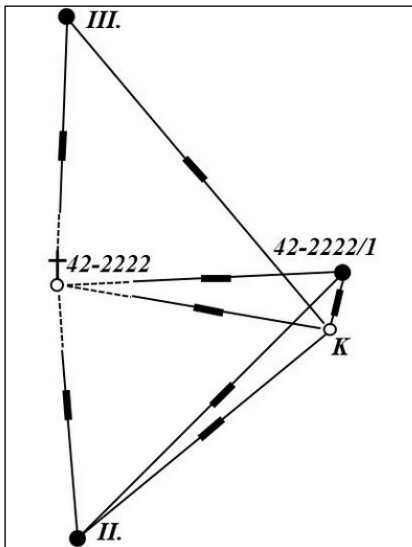
1. ábra. Magaspont (M) űrhálózatának elvi vázlata



2. ábra. Az űrhálózat újramérésének meghatározási vázlata



3. ábra. űrhálózat a magaspontra mért távmérésekkel kiegészítve



5. ábra. Meghatározási vázlat a gyepükajáni torony elmozdulásvizsgálatához

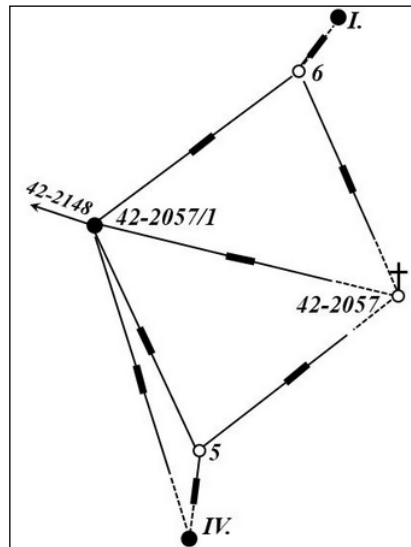
nőtt fel, így a két pont nem volt összemérhető, emiatt egy K-jelű külponton (vesztett ponton) is történt irány- és távmérés (5. ábra). A méréseket kényszerközpontosan végeztük, ezért 4 műszerállványra volt szükség. A toronygömb közepére is mértünk távolságot a korábban leírtak szerint. A számítás a vízszintes hálózat kiegyenlítésével történt, aminek több előnye van a szokásos pontkapcsolásokhoz képest. A vízszintes koordináták közéhibái a két új pont (torony és külpont) esetében 2 mm alattiak. A koordinátaváltozások számszerű értékét a 2. táblázat tartalmazza.

település	pontszám	mérés éve	dy (EOV)	dx (EOV)	dM (Balti)
Gyepükaján	42-2222	1992, 2016	-0,06	-0,14	+0,13
Csabrendek	42-2057	1992, 2016	0,00	+0,04	+0,35
Nagycenk	61-2051	1984, 2012	-0,06	-0,11	-0,12

2. táblázat. A példákban bemutatott magaspontok elmozdulásának értékei cm-ben



7. ábra. A csabrendeki torony környezete, előtérben a levezetett ponttal



6. ábra. Meghatározási vázlat a csabrendeki torony elmozdulásvizsgálatához

Következő példánk a csabrendeki torony elmozdulásvizsgálata (6. és 7. ábra), amely az előzőekben leírtak szerint, a toronygömbre végzett távolságmérések bevonásával történt. Itt a nehézséget az okozta, hogy bár a két őrpont fizikailag léteznek, de ezek álláspontként nem voltak használhatók. A IV-es számú őrponttól a torony nem irányozható az időközben megnőtt fák miatt. Az I-es számú őrpont fölé kerítést emeltek, amit csak nagy ügyvel-bajjal sikerült kibontani és külponttól irányozhatóvá tenni. Így két olyan külpont (a vázlaton 5 és 6 pontszámmal) kijelölésére került sor, ahonnan mind az

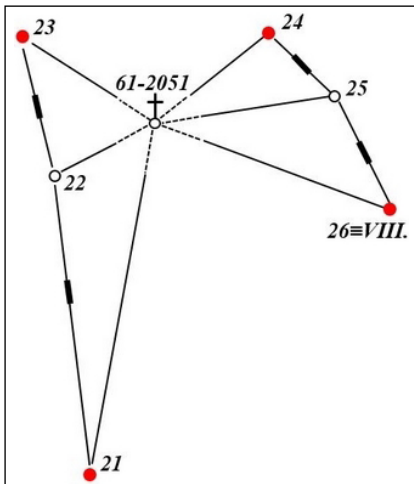
őrpont, mind a levezett pont és a torony is látható. Itt újra felhívjuk a figyelmet arra, hogy egy ilyen őrhálózat hagyományos pontkapcsolásokkal nemigen számítható, csakis kiegyenlítéssel.

Következő példánk Nagycenk község Szent István-templomának elmozdulásvizsgálata. Ez a templom azért is híres, mert innen indult a „legnagyobb magyar”, Széchenyi István temetési menete a közeli temetőben lévő családi kriptához (ami a Hídember című film emlékeztető zárójelenete is). Az irodai előkészítés során egy nagyon gondosan készített 1984. évi őrhálózat volt módunk tanulmányozni, amelynek a szokásosnál jóval több, összesen 8 őrpontja van, és mindegyik EOV-koordinátáit már az eredeti meghatározáskor számították (8. ábra). Az őrhálózat további érdekessége, hogy a toronytól a szokásosnál nagyobb távolságra helyezkednek el az őrpontok, amit a beépítettség és a környezeti, domborzati viszonyok magyaráznak. Abban bízunk, hogy találunk majd megfelelő számú őrpontot a mérésekhez.

A helyszínre érve csalódnunk kellett, mert mindössze egyetlen őrpontot (a VIII-as számút) találtunk meg. A pontpusztulás a Sopron–Szombathely vasútvonal átépítésével, az Arany-patak mederrendezésével és a templom körüli parkosítással magyarázható.

Maradt tehát a magaspontfelvezetés módszere, amikor előbb a magaspont körül statikus GPS-méréssel határozzunk meg alappontokat, majd ezen (adott) pontok felhasználásával, irány- és távmérési mikrohálózatból adunk koordinátát a magaspontnak. Két-két GPS-pontot határoztunk meg a toronytól mintegy 150 méterre lévő nyugati és keleti sávban, követve az eredeti őrpontok helyszínét (9. ábra). A két-két őrpont közé egy-egy további álláspontot iktattunk be, így lényegében (klasszikus szóhasználat) egy nyugati és keleti beillesztett sokszögvonalat hoztunk létre. A torony koordinátáit 6 meghatározó irányból, kiegyenlítéssel, 3 mm-es középphibával kaptuk meg.

Amire a konkrét eset kapcsán felhívjuk a figyelmet, az a GPS-EOV transzformációs megoldás. A 4 GPS-álláspont koordinátáit első körben VITEL-transzformációból nyertük. Mivel a 26-os számú GPS-pont megegyezett a



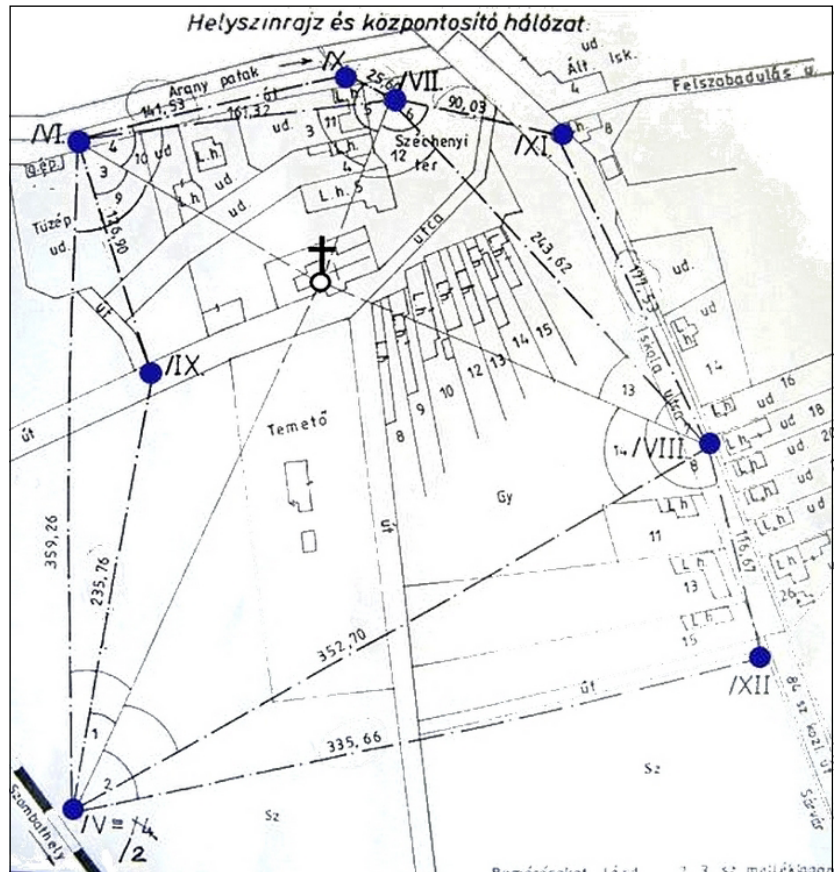
9. ábra. A nagyecsenki torony mikrohálózatának meghatározási vázlatja, ahol a piros kör GPS-méréssel meghatározott adott pontokat jelent

korábbi VIII-as őrponttal, képezhető volt az eredeti EOV-koordináták és a GPS-mérésekből újonnan kapott koordináták különbsége: $dy = 1$ cm, $dx = 2$ cm, $dM = 4$ cm. Mivel ezt a kismértékű (elsősorban a transzformációból eredő) hibát is el akartuk kerülni, a végleges transzformációt egy olyan lokális modell szolgáltatva, amelyben a program a maradék ellentmondásokat is figyelembe veszi, interpolálással az $1/t$ súlyozás szerint. Ebben az egyedi, lokális transzformációban a környező (a VITEL-lel megegyező) OGPSH-pontok és a 26-os pont szerepeltek közös pontként. Így elértük, hogy a 26-os pont GPS-ből transzformált koordinátái pontosan egyeznek az eredeti értékkel.

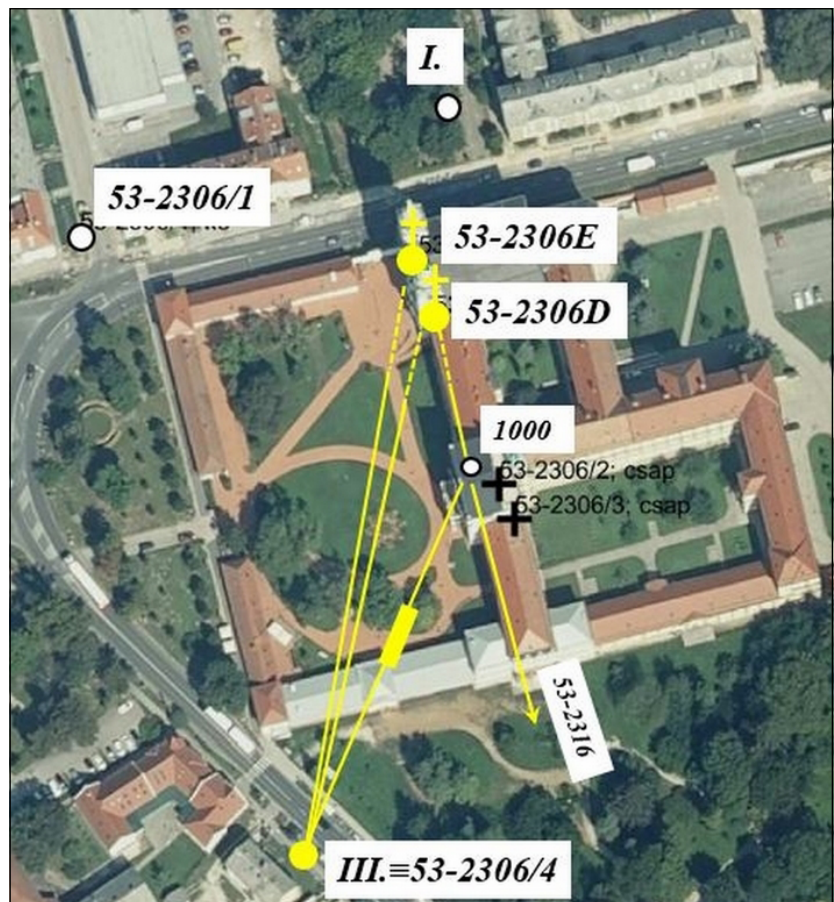
Levezetett pontok pótlása

Amennyiben a magaspont levezetett pontját kell pótolni, általánosságban az ajánlható, hogy elsősorban valamely őrpont helyén, vagy az őrhálózat felhasználásával tegyünk ezt, mert így biztosítható a legjobb összhang az anyaponttal és kisebb költséggel jár a tisztán GPS-es megoldáshoz képest. A következőkben ezt az elvet is konkrét példákkal támasztjuk alá.

A zirci apátsági templom kettős tornyaihoz tartozó levezetett pont a körforgalom építése miatt elpusztult. A helyszínelést követően, hosszas mérlegelés után az egyik őrhálózati pont szabványos kövel történő újraállandósítását találtuk a legcélszerűbb megoldásnak (10. ábra). Ehhez a járda menti III-as őrkövet le kellett sülyeszteni

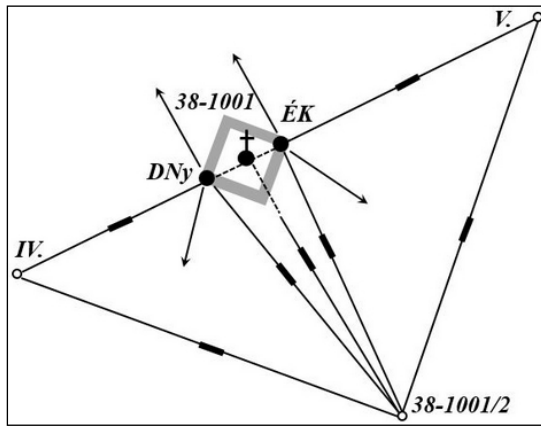


8. ábra. A nagyecsenki torony eredeti őrhálózata



10. ábra. A zirci apátsági templom eredeti őrpontjai és az ellenőrző hálózat

és központosan, talajszintig súly-lyesztve elhelyezni az új követ. Mivel eredetileg nem számoltak koordinátákat az őrpontoknak, az új levezetett pont koordinátáit az egykori mérésekből számítottuk. Érdekes, hogy a munkát ugyanazon kol-



11. ábra. A kondorosi új őrhálózat meghatározási vázlata

légák végezték (a Pannon Geodézia munkatársai), akik az eredeti őrhálózatot is mérték. További érdekesség, hogy az 1987-es őrhálózatban az apát-sági könyvtár tetején is volt egy /2 jelű levezetett pont, majd GPS-méréssel egy /3 jelű alappontot is meghatároztak a tetőn, azonban a tetőjavítások miatt ezek elpusztultak (az új pont száma így /4 lett). A tetőn most is felálltunk a mérőállomással (a veszített pont száma 1000), ami ellenőrző mérésre szolgált. Az ellenőrző mérés azt mutatta, hogy az új levezetett pont a magaspontokkal összhangban van (ami az állandósítás központos voltát, kerethiba-mentességét és a magaspontok mozdulatlanságát igazolja).

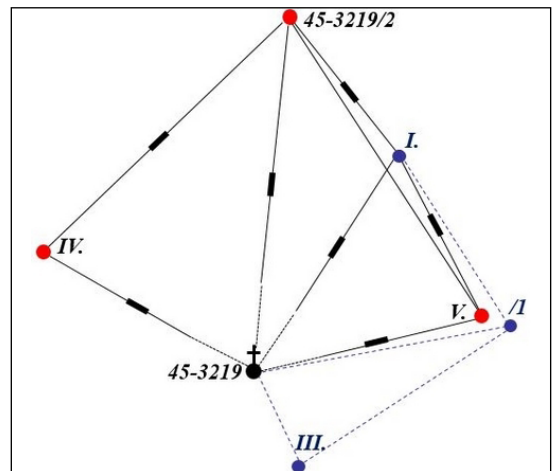
Kondoros település evangélikus templomának tornyát 1952-ben elsőrendű alappontnak választották ki, számos dél-alföldi templomtornyhoz hasonlóan. A templom melletti lelkészlakás falán emléktábla hirdeti, hogy 1938-ban itt született Balczó András, háromszoros olimpiai bajnok és tízszeres világbajnok öttusázó. A torony levezetett pontja közműépítés miatt elpusztult, ennek pótlása a feladat. A helyszínelés során kiderült, hogy a két őrpont sem használható, mert leaszfaltolták, így a pótlásra a GPS-technika tűnt megoldásnak. Adattári kutatás során tanulmányoztuk a torony törzskönyvét, amiből a következőket tudtuk meg. 1975-ben egy vihar következtében a toronysisak ledőlt, amit 1978-ban építettek újjá. Az újbóli geodéziai meghatározás érdekében 1979-ben szemlélték a tornyot és két pillér építését írták elő az erkélyen, valamint új őrhálózat létesítését. A most elpusztult őrhálózat tehát már a második a pont történetében,

aminek mérését egyébként 1980-ban végezték. A torony (számunkra előnyös) sajátossága, hogy a tetején körbejárható erkély van, és az 1980-ban épített 1 méter magas pillérek ma is épek. A pillérek (ÉK, DNY) EOV-koordinátáit az eredeti mérések felhasználásával, kiegyenlítéssel számítottuk, és megterveztük az új őrhálózatot (11. ábra). Itt is mértünk távolságot a toronygömbre, ami tovább növeli a fölös mérések számát. Az őrhálózat nagyon stabil, tájékozását a pillérekről a távoli alappontokra mért irányok biztosítják (a pontszámokat a zsúfoltság elkerülése érdekében a vázlaton nem tüntettük fel). A hálózat kiegyenlítése három változatban is elvégezhető aszerint, hogy a vázlaton fekete körrel jelölt pontok közül (torony és két pillér) melyiket tekintjük adottnak: mindhármát; csak a tornyot; vagy csak a két pillért. E változatok az esetleges toronyelmozdulás vizsgálatára is alkalmasak. A kondorosi példa akkor is minta lehet, ha egy toronynak nincs erkélye, de a toronyablak alkalmas műszerálláspontra.

A Fejér megyei Baracs község templomtornya több harmadrendű pont iránypontja volt, de koordinátáit és őrhálózatát csak 1990-ben határozták meg. A levezetett pont és a torony közti irányszöveget gireteodolittal mérték, mert a lapos, beépített területről nem látható tájékozó irány.



12. ábra. Mérés a kondorosi evangélikus templom erkélyén



13. ábra. A baracsi torony régi (kék színű) és új őrhálózata

Kerékpárút építése miatt a /1 jelű levezetett pont a burkolat alá került, ezért vált szükségessé a pótlása, és ugyanilyen sorsra jutott a III-as őrkő is, viszont az I-es őrkövet megtaláltuk (a 13. ábrán kék színnel jelölve a régi őrhálózat). Ilyen esetben a GPS-technika az egyedüli megoldás a pontpótlásra. Az új, /2 jelű levezetett pontot két OGPSH-pont és két referenciaállomás (PAKS, DUJV) alapján, gyors statikus méréssel határoztuk meg. Egyedüli dilemmát az aktív,

illetve a passzív GNSS-hálózat inhomogenitásának gyanúja okozott. Ugyanis, ha csak OGPSH-pontok alapján, vagy csak referenciaállomások alapján számítunk (transzformálunk) koordinátákat, akkor a keleti (y) koordinátákban 3 cm eltérést tapasztalunk.

Itt egy új őrhálózatot is létesítettünk, 3 GPS-pontra alapozva. A példában azt mutatjuk be, milyen lehetőségünk adódik az új őrpontok és a torony (illetve az I-es őrpont) összhangjának ellenőrzésére.

- A /2 pont és a torony (illetve I-es őrpont) távolságának összehasonlítása, távolságtérképek kimutatása.
- Irányeltérések kimutatása a /2 ponton végzett tájékozásból.
- A torony koordinátáinak számítása a GPS-es hálózatból és összehasonlítása az eredeti koordinátákkal.
- Szabad hálózat kiegyenlítése (a torony koordinátáinak és a torony-levezetett pont irányszögének megkötésével), majd a koordináták összehasonlítása.

Új magaspontok meghatározása

Pákozd település és az M7-es autópálya között található a Bogár-domb, egy természetes, gránitsziklás kiemelkedés, amelyen 1971-ben egy negyedrendű alappontot (54-2442) telepítettek, vasbetonlappal védve. Ezt a dombot nézte ki magának egy vállalkozó, aki eredeti szándéka szerint a világ legmagasabb ólomkatona szobrát kívánta itt felállítani. A tervből végül (2017-ben) egy 12,5 méter magas Miska huszár szobor lett, emléket állítva a magyar huszárság világraszóló tetteinek. A szobor vasbetonból készült, egy előre elkészített öntőforma szintenkénti kiöntésével. A nyolcszög alakú lépcsős talapzatához 100 tonna vasbetont használtak fel. Miska huszár jobb kezében nemzeti színű zászlót tart, bal kezével kardra támaszkodik, s arra néz, amerőről a nevezetes pákozdai csata idején az ellenség érkezett.

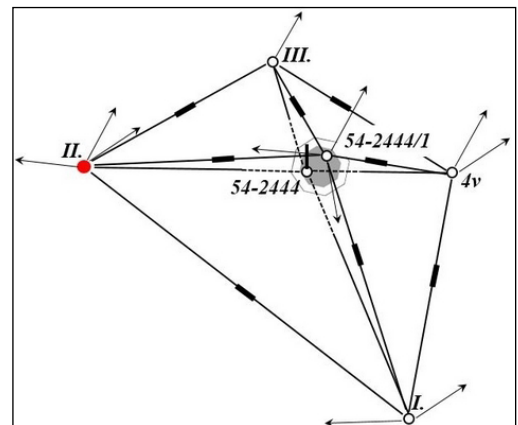
Kézenfekvő volt, hogy a pontpótlás során magaspontként határozzuk meg a szobor egyértelmű irányzásra alkalmas pontját, nevezetesen a zászlórúd fémcsővének tetejét. Levezetett pontként a talapzatba fűrt fémcsap

szolgál. A magaspont-felvezetés módszere szerint egy négy pontból álló, kényszerközpontosan mért mikrohálózatot létesítettünk a szobor körül (15. ábra), ennek három pontja föld alatti őrkő, a negyedik vesztett pont. Az őrpontok koordinátáit gyors statikus GPS-mérésből kaptuk; ismételt pontraállást végezve a két húszperces mérési periódus között. Megjegyzés: az utófeldolgozás során derült ki, hogy a korábban sokszor használt sukorói 54-2429 OGPSH-pont köve megdőlt, így nem használható. A vízszintes hálózat kiegyenlítésekor csak egyetlen GPS-pont koordinátáit használtuk adott pontként (piros színnel jelölve az ábrán), mert minden álláspontból számos távoli alappontra történt iránymérés, így ezekkel az irányokkal a hálózat tájolása, beillesztése a környezetbe jobban biztosítható. A magaspont és az új pontok koordináta-középphái 3 mm-esek. A trigonometriai magassági hálózatban (egy adott pontra építve) is 1 cm alattiak a középphák és a javítások. A törzslap szög- és távolságadatait a hálózat szabad hálózati kiegyenlítéséből kaptuk.

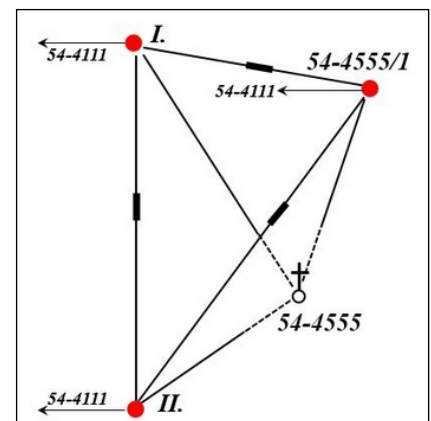
Székesfehérvár legmagasabb pontján, az Öreg-hegyen 1994-ben építették meg a Szent Donát-kápolnát, a második világháborúban bombatalálatot kapott, a korábban évszázadokon át itt álló, hasonló titulusú kápolna újjáépítéseként. Az építkezés során elpusztult egy negyedrendű vízszintes alappont, ennek pótlásaként merült fel az új kápolna tornyának meghatározása magaspontként. A toronyhoz őrhálózat is létesült (16. ábra), ennek egyik pontja a terepszintű levezetett pont, amelyet gondos mérlegelés után (a hosszú távú fennmaradást elsődlegesenek tekintve), egy parkoló sarkánál állandósítottunk. Az őrhálózat pontjait statikus GPS-méréssel határoztuk meg, az OGPSH-pontokon kívül bevonva a térbeli hálózatba a közeli vízszintes alappontokat is. Ajánlasként fogalmazható meg, hogy ha a legjobb helyi illeszkedést kívánjuk elérni a



14. ábra. Őrhálózat mérése Miska huszár szobránál



15. ábra. Miska huszár szobrának, mint magaspontnak a meghatározási vázlat

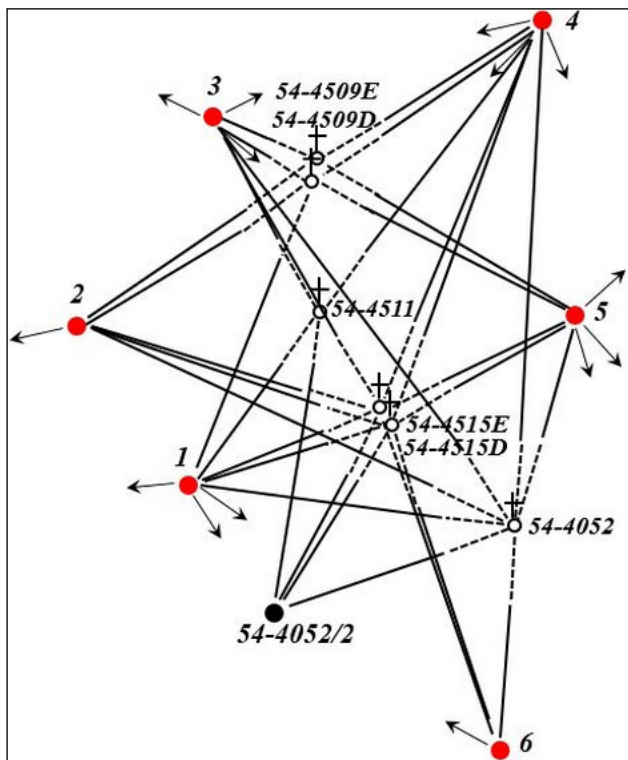


16. ábra. A fehérvári Szent Donát-kápolna meghatározási vázlat

GPS-hálózat és az EOVA között, akkor egyedi transzformációs paramétereiket számítsunk, és ezeket a pontokat is vonjuk be közös pontként (ahogyan azt a nagyecenki torony példáján is láttuk). A Szent Donát-kápolna Székesfehérvár egészen távoli (több tíz kilométeres) környezetéből is jól látható, magasan



17. ábra. A Szent Donát-kápolna (bal sarokban a levezett ponton álló GPS-vevő)



18. ábra. Hat fehérvári belvárosi torony meghatározási terve magaspont-felvezetéssel (a GPS-álláspontok a piros tele körök)

kiemelkedik a város sziluettjéből, ugyanakkor a kápolna terepszintjéről csak egyetlen tájékoztató pont (a Videoton kéménye) mérhető, mivel az épület egy lapos platón helyezkedik el, és mára teljesen beépített lett.

Utolsó példánk Székesfehérvár belvárosi templomtornyainak újbóli meghatározásáról szól. Ezeket a tornyokat 1971-ben a fehérvári főiskola (GEO) oktatói határozták meg negyedrendű alappontként, mégpedig tisztán irányméréssel, olyan hosszú oldalú

sokszögvonalakról, amelyek álláspontjai többnyire tízelemlap tetős épületek tetején helyezkedtek el. Az új méréskor is épületek tetején jelöltünk ki álláspontokat (például az Alba Pláza tetőparkolójában, a megyei földhivatal tetején, a cisztergimnázium tetején), de ezeket statikus GPS-méréssel határoztuk meg (18. ábra). Az álláspontokról megfelelő számú tájékoztató irány és az összes új pont látható. A 18. ábra tisztán iránymérési meghatározó irányokat jelez, de olyan meghatározásunk is volt, hol minden új pontra távolságot is mértünk. A magaspont-felvezetésből kapott koordináták és az eredeti koordináták között legfeljebb 1 cm eltérés volt, kivéve a bazilika déli tornyát, amelyről már korábban is kiderült, hogy elmozdult.

Összefoglalás

Írásunkban a magaspontok és őrhálózatuk ellenőrzésére, pótlására mutatunk be a gyakorlatból vett példákat.

A magaspontra, prizma nélküli módban végzett távmérések növelik a fölős adatok számát, illetve kevesebb adott pontból teszik lehetővé az újbóli meghatározást. A levezetett pontok pótlásakor elsődlegesen a meglévő őrhálózatra érdemes támaszkodni. A GPS-technikával történő pontpótláskor az egyedi, helyi transzformációs paraméterek számítására hívtuk fel a figyelmet. Új magaspontokat a magaspont-felvezetés módszerével érdemes meghatározni, a helyi sajátosságokat figyelembe véve.

Irodalom

- Busics György – Csepregi Szabolcs 1992. Hálózati szemlélet a vízszintes alappontsűrítésben. *Geodézia és Kartográfia*, 44. évf. 3. sz. pp. 157–166.
- Busics György 1995. A magaspontok és a GPS. *Geodézia és Kartográfia*, 47. évf. 4. sz. pp. 201–209.
- Busics György 2005. Alappontmeghatározás. NYME GEO főiskolai jegyzet, Székesfehérvár, p. 200
- Földváry Szabolcsné 1989. Alaphálózatok II. BME egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest.



Dr. Busics György
c. egyetemi tanár

Óbudai Egyetem Alba Regia
Műszaki Kar, Székesfehérvár
busicsgy@gmail.com



Dr. Tóth Zoltán
egyetemi docens

Óbudai Egyetem Alba Regia
Műszaki Kar, Székesfehérvár
toth.zoltan@amk.uni-obuda.hu



Tóth Sándor
GNSS/InSAR
kutató

Lechner Nonprofit Kft.
Kozmikus Geodéziai Obszervatórium
sander.toth@lechnerkozpont.hu