



Telekommunikációs adótorony-antennák beállításával kapcsolatos geodéziai munkák¹

Fehér Balázs földmérőmérnök
Geostars Bt.

Bevezető

A telekommunikáció egyre inkább mindennapi életünk részévé válik. A mai GPS-műszerek GPRS kapcsolaton keresztül kapják a korrekciókat, adatokat, melyek révén másodpercek alatt cm pontosságú koordináták nyerhetők. A központi adat-szolgáltatást igénybe vevő geodéziai eszközök hihetetlenül meggyorsítják a földmérők munkáját. Nem szabad azonban megfeledkezünk arról, hogy ez a technika három fő „pillére” támaszkodik: a GPS-műszerre, Magyarországon a FÖMI-KGO szolgáltatására, valamint a kommunikációt biztosító GSM-kapcsolatra. Hazánkban ma három mobiltársaság uralja a piacot, melyek bármelyikével szerződhetünk. Eszközeink működésének minőségét erősen befolyásolja, hogy éppen melyik szolgáltatóval szerződünk le. Mind-egyik szolgáltató folyamatos fejlesztéseket végez az egyre nagyobb és jobb minőségű lefedettség érdekében, de van még mit fejleszteni ezen a téren. Cégünk, a Geostars Bt. évek óta szerepet vállal ezen fejlesztések geodéziai munkálataiból. Ennek apropóján született meg ezen cikk is. Megpróbáljuk ezt a sokak által misztifikált technikát bemutatni, közelebb hozni a ma földmérőjének. Reméljük a cikk segít jobban megérteni a mobilkommunikáció hátterében zajló folyamatokat.

A mobil kommunikációs hálózat napjainkban

Napjainkban a telekommunikációs hálózat gerincét a második generációs rendszerek adják, azaz a GSM (Global System for Mobile Telecommunication), DCS (Digital Cellular System), illetve a TETRA (Terrestrial Trunked Radio) állomásokból kiépített hálózatok. Ezeket kezdik felváltani a harmadik generációs rendszerek, amelyek már a műholdas rendszerekkel kombinálva szolgálják

ki a felhasználókat. Az ilyen rendszereket gyűjtőnéven UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) hálózatoknak nevezik. A TETRA hálózat egy különleges hálózat-típus, titkosított csatornáit miatt csak az állami szervek használhatják. Fő sajátossága, hogy minden felhasználója pontosan azonosítható pozíciója vonatkozásában is.

A legújabb UMTS típusú hálózatok kialakítására nagy hangsúlyt fektetnek a szolgáltatók, mivel többek között ezek segítségével valósítható meg a szélessávú Internet szolgáltatás (amely a hálózatos RTK egyik alappillére is).

A távközlési bázisállomások (adótoronyok) telepítésénél nagy hangsúlyt fordítanak a megfelelő helyszín kiválasztása mellett a későbbi működést befolyásoló tényezők figyelembevételére. A helyszín kiválasztásánál szempont, hogy minél magasabban helyezkedjen el, ezáltal az állomás lefedettségi területe lényegesen növelhető. Belterületen ezért a magasabb építményekre esik a választás, ritkább esetben templomtornyok harangterébe is telepítenek szektorsugárzó antennákat. Adótoronyokat abban az esetben építenek, ha az állomás telepítésére nem vehető igénybe egyéb műtárgy, építmény. Ezek általában 30–50 méterre magasodnak a terepszint fölé, így biztosítva a jó lefedettséget. A bázisállomásokra telepített antennák típusukat tekintve lehetnek körsugárzók és szektorsugárzók. A körsugárzó antennák (1. ábra) nem igényelnek geodéziai munkálatokat (egyszerű felépítésükből adódóan az ilyen típusú antennákat csak megfelelően el kell helyezni az adótoronyon, irányba állítás nem szükséges), hiszen azok 360 fokos lefedett-



1. ábra Körsugárzó antenna

¹ Fizetett céges termékbemutató.

séget biztosítanak a szektorsugárzóval (2. ábra) ellentétben, amelyek leggyakrabban csak 120°-os nyílásszögben sugároznak (létezik 30°, 60°-os változat is). Körsugárzókat ritkábban alkalmaznak a szolgáltatók, mivel azok gyengébbek, így nem képesek nagy terület lefedésére.

A mobilkommunikáció előnye, hogy duplex üzemmódban működik, azaz az adatáramlás kétirányú. Mindehhez szükséges, hogy legalább két csatorna álljon rendelkezésünkre, szemben a hagyományos ismert adó-vevőkkel, melyek csak simplex módban képesek kommunikálni. Egy szektorsugárzó hozzávetőlegesen 1500 mobiltelefont képes kiszolgálni egyazon pillanatban. A duplex módnak köszönhetően nincs szükség adó, illetve vevő antenára, ezeket együttesen egy antennába építik. A kapcsolatot a különböző adótoronyok között mikrohullámú antennák biztosítják. A mikrohullám jellegzetessége, hogy csak egyenes irányban terjed, ezáltal csak a beállított irányba sugároz. A sugárzás szórása nem számottevő.

A lefedettséget a mobil szolgáltatók rádiós mérőkocsik bevonásával vizsgálják. A vizsgálandó területen ismertek az elméleti sugárzási paraméterek, amelyeket a terepen mért értékekkel összehasonlítva meghatározzák a későbbi fejlesztési irányelveket, illetve egyes meglévő antennák sugárzási irányának korrekcióit.

Cellatervezés napjainkban – a mobilkommunikáció alappillére

Hamar felismerték, hogy a pontos beállítások nagymértékben javítják a hálózatok lefedettségét, így a különböző állomások között helyenként kialakuló lefedetlen sávok eltűnhetnek. Éppen ezért a kezdeti, tájolóval történő beállításokat felváltotta a geodéziai módszerrel történő iránymeghatározás. A tájoló „hitelességét” a vasszerkezetek, illetve a rádióhullámok erőteljesen befolyásolhatják.

Előrelépést jelentett a cellatervezők azon felismerése, hogy az egyes szektorokat lefedő antennák sugárzási centruma nem takarhatja ki egymást, mert ezzel megszűnik a 120°-os szögben történő teljes lefedettség. Ezért a tervezés kiterjed minden acél-elem pontos tervezésére, és



2. ábra Szektorsugárzó antenna

az antenntartók irányának számítására, a tartón elhelyezett antennák méretének és dőlésének függvényében. Ez azért fontos, mert a régebbi generációs GSM antennák és a ma használatos UMTS antennák vastagságban és magasságban is eltérnek, így eltérő dölések mellett még jobban bonyolítják a telepítési elrendezéseket.

Az antennák tervezett irányba állítása során az irányító szerepet a geodéta tölti be, a mért értékek számítása után a megfelelő beállításokat már az alpinista végzi el.

Felmérési alappontok létesítése – alappont meghatározás, tájékozás

A méréseket mindig országos koordinátarendszerben, azaz az EOV rendszerében kell végezni, tehát fontos, hogy megfelelő alappontot vagy alappontokat létesítsünk az adó közelében az adott feladatnak megfelelően. A felmérési alappontok meghatározásához bármilyen pontkapcsolási eljárást alkalmazhatunk, ha a megfelelő pontossági követelmények tarthatók. Az alappont meghatározásokban és tájékozásban nagy szerepet töltenek be a magaspontok.

Ha sem földi alappont, sem pedig magaspont nem látható, akkor hagyományos műszerezettség mellett kénytelenek vagyunk akár kilométereken keresztül sokszögelni, vagy valamilyen más pontkapcsolási módszerrel alappontot létesíteni. Rendkívül hatékonyan használhatóak ebben az „azonos géntechnológián alapuló” rendszerek, ahol a GPS és a mérőállomás összeolvad és egy hibrid műszert alkot, mint például a Leica SmartStation (3. ábra) rendszerei. Nagy jelentősége abban rejlik ennek a műszer-együttesnek, hogy a műholdak észlelése, majd a későbbi részletmérés egy állományban kerül rögzítésre, a mérőállomásban. Ez azt is jelenti, hogy nem kell az álláspontunkat külön meghatározni, majd arra mérőállomással ismét felállni, hanem ezt egy lépésben megtehetjük, mentesülve így az ismételt pontraállítás hibájától. Az adótorony közelében ideiglenesen két álláspontot jelölünk ki, amelyek GPS mérésre alkalmasak, és egymás tájékozó pontjai lesznek. Mindkét ponton felállva elvégezzük az álláspont koordinátáinak meghatározását a műszer GNSS mérésen alapuló pontmeghatá-

rozás funkciója segítségével, hálózatos RTK technológiával. Az alappont meghatározás után a műszer felajánlja a tájékozást és a részletpont számítását.

Az EOVS koordináták számításához nem elegendő önmagában a műholdas helymeghatározás, szükségünk van valamilyen transzformációs eljárásra. Ezt végezhetjük helyi (lokális) transzformációs paraméterek számításával, vagy az online, automatikus VITEL transzformációval. Meg kell jegyezni, hogy a VITEL programnak ma négy verziója létezik, egy 2007 előtti, egy az utáni, illetve a 2009-es változathoz további kétféle, egyik 5 km-es rácsnál és egy pontosabb, de valamivel lassabb számítás eredményező 2 km-es rácsnál rendelkező változat.

Sajnos a műholdakon alapuló pontmeghatározásban (a hálózatos RTK-ban) is lehetnek zavarok, célszerű ezért ellenőrizni a pontosságot. Ennek egyik legegyszerűbb módja, hogy megmérjük az álláspont és a tájékozó irány(ok) közötti távolságot is a tájékozás művelete közben, ezzel megkapjuk erre a szakaszra vonatkozó relatív hiba értékét. További ellenőrzési lehetőség, ha az álláspontok RTK mérése közben kikapcsoljuk a műszert, vagy eltakarjuk a GPS-antennát, hogy megszakadjon a műholdvétele. Így a műszer újrainicializál, vagyis az előző RTK méréstől függetlenül, megismételjük a műholdas szabad álláspont meghatározást.

A műholdas helymeghatározás időben körülbelül tíz percet vesz igénybe az összes egyéb művelettel együtt, ezzel szemben a klasszikus sokszögelés akár 2–3 órás többletmunkát is eredményezhet; ezért is hatékony és termelékeny a bemutatott eljárás.

A FÖMI-KGO szolgáltatását igénybevevő meghatározás során szinte teljesen mindegy, hogy melyik koncepciót választjuk a rendelkezésre álló lehetőségek közül (KÖZELI, VRS, FKP, MAC), mivel a szükséges pontosság mindegyik konfigurációs beállítás esetében elérhető.

A szektorsugárzó antennák beállítása

Az alappontok meghatározását követően el kell végezni magának a szektorsugárzó antennának a beállítását. Többféle módszerre is lehetőség nyílik. Az egyszerűbb megoldás, melyet a fentebb



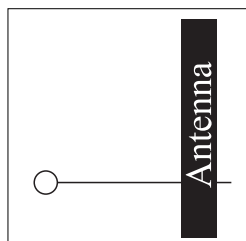
3. ábra Leica SmartStation

említett GeoStars Bt. is végez gyorsabb, és az elvárt pontossági igényeket is kielégíti. A másik, bonyolultabb módszerrel feletébb pontosan dolgozhatunk, de szükségessége nem feltétlenül indokolt.

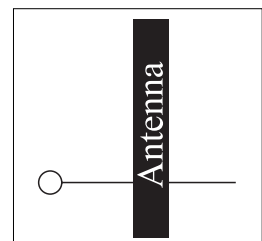
Az első esetben az alapelv az, hogy két pontjával egy egyenes határozzuk meg, majd az egyenes irányszögét kiszámítva megkapjuk, hogy mennyivel kell fordítani az adott antennán, hogy az a megfelelő irányba álljon, ezt a 4/a. és 4/b. ábrán láthatjuk. Az

egyenes tulajdonképpen az antenna hátlapja által kifejlesztett síkban fekvő egyenest jelenti, amelyet a hátlaphoz megfelelően illesztett prizmatot két különböző állásban történő meghatározása által kapunk meg. Másképpen fogalmazva: a poláris részletmérés elvét felhasználva, kettő, egymástól körülbelül 1 méter távolságban lévő ponton keresztül meghatározhatóvá tesszük az antenna hátlapjának irányszögét. Minél nagyobb távolság van a két meghatározó pont között, az irányeltérés relatív hibája annál kisebb lesz, azaz a meghatározás megbízhatóbbá válik. Az antenna alsó, illetve felső rögzítési pontjánál a mérést külön-külön elvégezve, megkapjuk a szektorsugárzó csavarodásának mérőszámát is, amelyet azután szintén megfelelő módon beállíthatunk.

A dölések beállítását az állomások telepítésénél is használatos, megfelelően hitelesített digitális vízmértékkel végezzük. Ellenőrizni kell mind az előredőlés, mind az oldaldőlés értékét. Mindkét esetben a megengedett beállítási hiba 0,3°, ami – az antennák átlagosan 2 méteres hosszát figyelembe véve – a függőlegestől 1 centiméteres eltérést jelent. A dölések pontos beállítása ebben az esetben az alpinista feladata. A fent leírt eljárással általában elég egyetlen műszerállást létesíteni, mivel a prizma sokféleképpen az antennára



4/a ábra Prizmatot az első állásban



4/b ábra Prizmatot a második állásban

helyezhető, illetve a prizmafej forgatható. Pontosabban fogalmazva ez azt jelenti, hogy ha az adótorony bármelyik vas eleme, vagy valamilyen antennavezeték az irányvonalba lóg, akkor a prizmát az antenna hátlapjának vonalában kitolhatjuk, illetve följebb vagy lejjebb helyezhetjük. Ezekkel a lehetőségekkel, szinte bárhonnán, egyetlen műszerállásból beállítható az összes antenna.

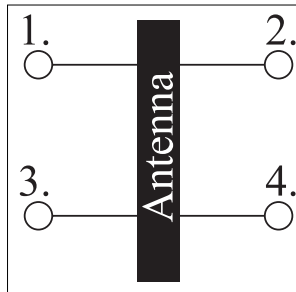
A második megoldásnál viszont szinte minden adótorony (állomás) esetében legalább 2 álláspont szükséges, de nem ritka, hogy 3 álláspontot kell létesítenünk. Alapelve itt is egyezik az előzőekben bemutatottakkal, viszont a prizmat helyett egy speciálisan erre a célra készített eszközt használunk, mégpedig egy fix hosszúságú rudat, melynek mindkét végén forgatható prizmafejet helyezünk el. Ezt az eszközt csavarok segítségével rögzítjük az antennához (5. ábra), vagy az antenna felső, vagy pedig alsó felfogatási pontja közelében. Így 4 pontot mérünk meg közvetlenül, kettőt a fenti, majd kettőt a lenti felfogatási pont közelében. Ebből a 4 pontból már számíthatók a szükséges forgatási és dőlési adatok. Míg az első módszernél csupán irányt és csavarodást állítottunk geodéziai módszerrel, itt már a dőlés is meghatározható (6. ábra), ezzel az alpinista által elkövethető hibák lehetősége csökken. Az irányszög számítása egyértelmű viszont a dőlés kiszámításához fel kell használni a tangens tételt. Ehhez a szemközti befogót adja az antenna bal vagy jobb oldalán, alsó és felső pozícióban is meghatározott pontok vízszintes vetülete (t_v), továbbá a másik befogót adja a két meghatározott pont közötti magasságkülönbség (Δm). A számításból pontos szögértéket kapunk, amely alapján az alpinistának kiadható a dőlés beállítására vonatkozó utasítás.

Az első megoldás (amelyet a gyakorlatban leginkább alkalmazunk) gyorsabb, és az elvárt pontossági igényeket kielégíti. A második megoldás bonyolultabb, megbízhatóbb eredményt ad, de szükségessége nem feltétlenül indokolt.

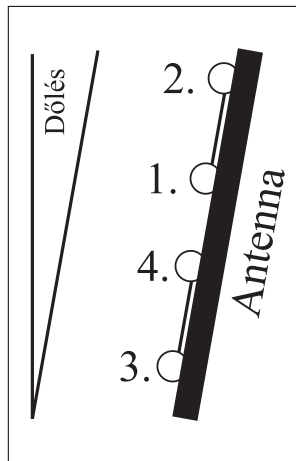
Az antennák irányba állítása közben szükség van azok helyének pontos meghatározására is. (A szektorsugárzók koordinátáinak ismerete látszólag feleslegesnek tűnhet, viszont ez adja az alapját egy jövőbeni, rádiótelefon-alapú helymeghatározásnak, ahol – a geodéziai ívmetzéshez hasonlóan – a különböző adóállomások és a mobiltelefon között mért sugárzási értékekből a távolságok levezethetők, majd ezekből a mobiltelefon pozíciója kiszámítható). Az antenna koordinátáinak meghatározása elektrooptikai távmérőműszer esetében csak az antenna aljához helyezett prizmára történő méréssel végezhető el, viszont ha a mérőállomás lézeres távmérésre is alkalmas, akkor ez a munkafázis kiejthető, pontosabban az alpinistától függetlenné tehető. Ezt azért érdemes megjegyezni, mert így a meghatározás ténylegesen arra a pontra vonatkozik, amelyre valóban szükségünk van. A lézeres távolságmérés azonban nagy odafigyelést igényel, főleg egy ilyen vezetékkel és különböző vas-elemekkel sűrűn behálózott adóállomás tetején. Tehát csak ott szabad alkalmazni, ahol egyértelműen irányozható az antenna alja, és nem következhet be annak a lehetősége, hogy valamilyen más tárgyról érkezzen vissza a lézernyaláb.

A munka ellenőrzését végezhetjük ismételt mérésekkel, például másik álláspontból, vagy az ellenőrzést a mobilszolgáltatók mérőautóira bizzuk, amelyek a tervezett cellák működés közbeni értékeit figyelik és összevetik az elméleti értékekkel. Ez utóbbi módszerrel az 5–10°-os beállítási hibákat lehet kiszűrni.

Egy régebbi típusú mérőállomással az alappon-tlétesítési feladatok miatt egy állomás beállítási munkái több napig tartottak, viszont a Leica Smart rendszereit használva a körülbelül 5 perces alappont meghatározások segítségével a munka nem vesz igénybe 2 óránál többet. A termelékenységét szintén jól mutatja, hogy ha rendelkezésre áll minden alppont, akkor a 3 db szektorsugárzó antenna beállításához körülbelül egy óra szükséges.



5. ábra Előlnézet



6. ábra Oldalnézet

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a fent leírt módszer az antennák irányba állításának egyik leghatékonyabb módja, ami szinte teljes egészében műszerünk Smart technológiájára épül. Mindannyiunk célja, hogy a telekommunikációs adótoronyok (bázisállomások) antennái a lehetőségekhez képest a legpontosabban legyenek beállítva, ezzel kiszolgálva nemcsak az átlagos mobil-felhasználókat, hanem a hálózatos RTK-t igénybe vevő geodétákat is. A mobiltelefonos (GPRS) lefedettség mind területi, mind folyamatos minőségi növelésével az ország egyre több pontján, egyre jobb minőségben – gondolok itt a megfelelő térerőre – leszünk képesek hálózatos RTK-val cm pontosságú koordinátákat meghatározni.

Geodetic workflow for setting telecommunication antennas

Fehér, B.

Summary

In the last ten years the mobile communication has developed dynamically. The installation of transmitter towers (base stations) for the mobile networks and setting telecommunication antennas are simple and easy with a so-called GNSS total stations like Leica SmartStation. Thanks to this instrument the start-to-finish workflow is shorter and faster and there is no need any traverse.

IRODALOM

Ádám – Bányai – Borza – Busics – Kenyeres – Krauter – Takács (2004): Műholdas helymeghatározás. Budapest, Műegyetemi Kiadó

FELHÍVÁS

A Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság

2009. július 2–4. között

„FÖLDMÉRÉS, FÖLDÜGY HOGYAN TOVÁBB?”

címmel továbbképzés jellegű

VÁNDORGYŰLÉST

szervez, melyre Önt és munkatársait tisztelettel meghívjuk.

A program részleteit és a jelentkezési lapot külön mellékeljük, illetve a **www.mfttt.hu** honlapon is megtalálható az információ.

Mindenkit szeretettel várunk.

MFTTT Vezetősége és Titkársága