

Aktív GPS hálózat: több mint vonatkozási rendszer

Dr. Borza Tibor

FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatórium

borza@sgo.fomi.hu

A GPS technika a felhasználói oldalon is folyamatosan fejlődik. Látni fogjuk, hogy mind az általános (elsősorban navigációs), mind a speciális, geodéziai alkalmazásoknál, egy bizonyos pontosság eléréséhez már elengedhetetlen az aktív GPS hálózat létesítése. A pontosság fokozását biztosító megoldások lehetnek globálisak, amikor geoszinkron holdakat is felhasználnak és lehetnek lokálisak, amikor egy jól szervezett permanens állomáshálózatra támaszkova állítják elő a korrekciókat, amelyeket további információkkal kiegészítve általában rádiós úton juttatnak el a felhasználókhöz. A cikkben az aktív GPS hálózat létesítésének hazai helyzetét mutatjuk be..

Pontosság növelés az általános felhasználók számára

A GPS létrehozásának alapvető célja a valósidejű helymeghatározás. A (mindenki számára elérhető) rendszer abszolút helymeghatározási képessége az SA megszüntetése után 5-15 m (attól függően, hogy a konfidencia intervallum 65 ill. 99%-os). Ez a pontosság sok mindenre elegendő, de meglepően széles területe van a gazdaságnak, ahol ettől pontosabb valósidejű helymeghatározásra van szükség. Ide sorolhatjuk a repülőgépek leszállását, a gépjárművek navigálását pl. közeli utcákkal szabdalta városokban, vagy a vonatok követését a biztonsági rendszer működtetéséhez (el kell tudni különíteni a két vágányt), stb.

Nemzetközi szinten civil szervezetek jelentős energia-ráfordítással (alapvetően még az SA miatt) kidolgoztak olyan DGPS rendszereket, amelyekkel a helymeghatározás hibája 1-3 méterre, esetenként a méter alá csökken.

- Globális értelemben befejezés előtt állnak a WAAS (Wide Area Augmentation System) DGPS rendszerek (Európában az EGNOS), amelyek egy egész földrészre képesek kiterjeszteni a nagyobb pontosságot. A rendszer elve, hogy a területet lefedő, ismert koordinátával rendelkező megfigyelő állomások észleléseire támaszkodva, atmoszférikus-, és idő korrekciókat interpolálnak, melyeket feljuttatnak a geoszinkron pályán keringő műholdakra, hogy végül azok valósidőben lesugározzák a felhasználókhöz. Külön rádió adás-vételről nem kell gondoskodni, mert a jeleket a GPS jelek frekvencia tartományában állítják elő és a GPS vevők ha erre fel vannak készítve automatikusan fogadják. Ide soroljuk a jelenleg Magyarországon is használatos OmniStar rendszert is.
- Lokális területeken (országos méretek) a nagyobb pontosság érdekében a LAAS rendszereket (Local Area Augmentation System) alkalmazzák. Ezek a globális követőhálózatnál sűrűbb földi észlelő hálózatra támaszkodva számítanak korrekciókat, gyakran kiegészítik pl. útinformációkkal és úgy továbbítják rendszerint földi telekommunikáción keresztül a felhasználókhöz. Ilyen pl. a német

SAPOS, a svéd SWEPOS, a svájci SWIPOS a tengerparti Beacon rendszerek, stb.

Láthatjuk, hogy minden olyan valósidejű alkalmazáshoz, amelyhez az abszolút meghatározás pontossága nem elegendő, földi hálózat létesítése szükséges. A hálózat sűrűsége függvénye az elérendő pontosságnak, és az alkalmazni kívánt GPS technikának.

Pontosság növelés a geodéziai alkalmazáshoz

A geodézia több szempontból is a GPS technika speciális alkalmazása.

- Az elvárt pontosság cm, sőt mm,
- a kódérés nem elegendő, fázismérést is kell végezni,
- nem feltétel a valósidejű alkalmazás.

Utólagos feldolgozással, a geodéziai pontosság elérése mellett, szinte tetszőleges hosszúságú vektorok határozhatók meg, megfelelően választott mérési idővel, ami akár több napot is jelenthet. A mérnöki gyakorlatban 30 percnél több időt fordítani egy pont meghatározásához nem gazdaságos, ezért a meghatározandó vektorok hosszát kell lecsökkenteni. A geodéziai mérések minden esetben relatív módszerrel történnek, tehát a vektorok egyik végpontját ismerni kell. Tapasztalat szerint kétfrekvenciás vevővel a 30 perc mérésidő elegendő a cm pontos vízszintes meghatározáshoz, ha a távolság nem haladja meg az 50 km-t. Itthon létrehoztuk a 10 km sűrűségű OGPSH-ot, amely e tekintetben minden igényt kielégít. A mérés ideje alatt a referenciát valamely OGPSH pont biztosítja, amelyen üzemeltetni kell egy GPS vevőt.

A geodézia is használ valósidejű meghatározást. Az RTK (Real-Time Kinematic) technikának a nehézsége, hogy a 20 km-es hatótávolságot (a bázisállomástól) inkább csak elviekben lehet elérni, a gyakorlatban a 10 km is jó eredménynek számít. Az RTK kiszolgálására alkalmas infrastruktúrát sok ország nem képes még megvalósítani.

Természetes tehát, hogy világszerte már egy évtizede elkezdődött a permanens GPS állomások telepítése. Ezek az állomások a geodézia mellett képesek kiszolgálni minden más, kisebb pontosságot igénylő DGPS szolgáltatást is. Több országban éppen ezért a geodézia tartja fenn az aktív GPS hálózatot.

Akárcsak a passzív hálózatoknál itt is a globális hálózatok épültek ki először. Az IGS világhálózat által szolgáltatott precíz pálya ma már nélkülözhetetlen eleme a szélsőpontosságú GPS meghatározásnak. Európában hatékonyan üzemel az EUREF permanens állomás hálózat, amelynek jelenleg több mint 120 állomása van. Magyarországot két állomás képviseli PENC 1996-tól és OROSháza 2001-től üzemel.

Megállapíthatjuk, hogy a mérnöki gyakorlatban elfogadott mérési idő mellett, a geodéziai pontosság biztosításához feltétlenül szükséges földi hálózat. A valósidejű alkalmazásnál nélkülözhetetlen, az utólagos feldolgozással történő méréseknél pedig rendkívül gazdaságos az aktív GPS hálózat. A geodézia által létrehozott hálózatra azután ráépülhet a lényegesen szélesebb felhasználói kört jelentő dm-től az 1-3 méter pontosságig terjedő DGPS felhasználók nagy tábora.

A hazai GPS infrastruktúráról

Sajnos el vagyunk maradva. Öt éve, hogy először terjesztettük fel az aktív GPS hálózat koncepcióját, de csak az utóbbi két évben kapott a téma némi támogatást. Ha a kiépítésnek ez az üteme marad, akkor 2012-re fejeznék be a kiépítést, ha az amortizációtól eltekintenénk. Külföldön koránt sem csupán a nyugati régióban lehet jó példákat találni. Bulgária pl. egy 28 állomásos tervet kíván megvalósítani, amely lényegében a német SAPOS átvételét jelenti, de Romániában is már 5 permanens állomás üzemel. Ezek ismeretében már szinte dicsőretnek fogható fel az a korábbi elmarasztaló vélemény, ami a hazai állapotot balkáni jelzővel illette. Panaszkodni persze könnyű, a forrásokat előteremteni sokkal nehezebb. Eddig három sikertelen pályázatot adtunk be különböző helyekre. Az aktív GPS hálózatra több tárcának is szüksége van az FVM-en kívül. A legnagyobb felhasználói kör a KÖVIM-hez tartozik, de a KVM, és a HM is érdekelt. A Hírközlés nélkülözhetetlen eleme a rendszernek. Gond az, hogy piaci szemlélettel nem sokra megyünk, mert a rendszer fenntartása különösen a kezdet, nem gazdaságos. Több országban a korrekciókat, GPS mérési adatokat ingyenesen teszik hozzáférhetővé, tehát tisztán infrastruktúrának tekintik, mert az is. Létesítése az állam feladata. Az EU-ból gépkocsival hozzánk érkező utas nem kapcsolhatja ki a navigációs rendszerét a határon, mert mi nem építettük ki a szükséges hátteret. Bízató kezdeményezésről is beszámolhatok, mert a Magyar Űrkutatási Iroda, felismerve a problémát elkezdett egy tárcaközi egyeztetést ebben a témában.

Milyen legyen a hazai aktív hálózat? A geodéziát tekintve az RTK a helymeghatározás, ill. kitűzés leghatékonyabb módja. A mérnök kezében az antenna tartórúd, amelynek mozgatásával a kis képernyőn cm pontossággal, leolvasható az aktuális koordináta (ez ma már lehet EOVS koordináta is). A technológia kényes, főleg a bázisállomás adatainak átjuttatása (a mobil vevőkhöz) okoz gondot. A geodéziailag pontos, valósidejű GPS infrastruktúrához 25-30 km sűrűségben kell telepíteni a permanens GPS állomásokat. Ez esetben úgy dolgozhatunk a terepen, mint a számítógép digitális térképén. Ilyen maximális tervet azonban csak tehető országok engedhetnek meg maguknak, pl. Svájc, ahol 50 permanens állomás biztosítja a hátteret. Németországnak pedig már 200 állomása üzemel a SAPOS keretében. Az állami földmérés jelenlegi állapotát ismerve, nálunk ilyen tervek készítése irreális. Nem csak a több mint 100 állomás telepítése és fenntartása, de a rádióátjátszás is igen komoly akadály. Jelenleg itthon az RTK technológiát úgy lehet alkalmazni, hogy a felhasználók gondoskodnak bázisállomásról, valamely közeli OGPSH pontra felállva.

A számunkra is elérhető cél az utófeldolgozással végzett helymeghatározás teljes kiszolgálása úgy, hogy az továbbfejleszhető legyen az RTK irányába is. Ennek a feltétele a korábbiak szerint, hogy 80-100 km-ént legyen egy permanens állomás. Ezek figyelembevételével tervezett 12 pontos aktív GPS hálózat a földhivatali- és a Takarnet hálózatra épül. Van ez alól kivétel is, pl. Székesfehérvár, ahol nagy valószínűséggel a főiskola ad helyett az állomásnak. A 12 állomásról berajzolt 50 km-es sugarú foltok gyakorlatilag a teljes országot lefedik. A német SAPOS pontsűrűsége 40-70

km. Kellő anyagi támogatás esetén a jelenlegi állomásokat megtartva, ha az indokolttá válik, nincs akadálya a hálózat sűrítésének sem.

Hogyan tovább?

A német vagy a svájci mintarendszer sem tökéletes, hiszen az igényes RTK még ott sem alkalmazható mindenhol, ahol 30 km-ént állnak rendelkezésre a permanens állomások. Éppen ezért a kód mérésre alapozott DGPS technikát, műszaki fejlesztésekkel közelítik a fázisméréses RTK cm-es pontosságához. A fázisméréssel simított kód méréssel pl. el lehet érni már a dm alatti pontosságot is. A GPS vevő kezelője anélkül hogy beavatkozna esetenként azt látja, hogy a képernyőn a jelzett pontosság leromlik cm-ről dm-re, vagy még rosszabb esetben méterre. Valójában a berendezés automatikusan átáll a körülményeknek megfelelő legpontosabb módszerre, a legrosszabb esetben „nincs korrekció” felirattal a pontosság visszaesik az abszolút meghatározás pontosságára. Amint a feltételek visszaállnak a pontosság is megjavul.

További fejlesztés eredménye a fiktív GPS állomások létesítése. Itt arról van szó, hogy permanens állomások által lehatárolt területre, egy erre a célra kifejlesztett szoftver, képes fiktív GPS méréseket számítani. Jó hír az egyfrekvenciás vevőkkel rendelkezők számára, ugyanakkor ezzel a technikával az RTK 20 km-es hatósugara is megnőtt 50 km-re. (Ilyen fejlesztésekre alapozva remélhető, hogy a tervezett 12 pontos hálózatunk teljes kiépülésének időpontjára további sűrítés nélkül is megfelelő lesz a cm pontos valós idejű technika kiszolgálására.)

Hol tartunk?

Kijelöltük a 12 állomás helyét. A földhivatalok hozzáállása igen pozitív, örömmel vállalják az állomás befogadását. A visszaküldött kérdőívekre alapozva, valamennyi tervezett helyszín megfelel az elsődleges követelményeknek. A következő lépés tesztmérések végzése és interferencia vizsgálat a helyszíneken. Ezekre a tesztekre még az első félévben sort kerítünk, mert egy állomás kiesése geometriai szempontból a többire is hatással lehet. Ezután a soronkövetkező állomáson kijelöljük a referenciapont helyét, ami azonos a GPS antenna stabil, kényszerközpontos rögzítést biztosító menetes csavarral. A vonatkozási pont állandósításával párhuzamosan őrpontok állandósítására is sor kerül. Az őrpontok a referenciapont stabilitásának, sajátmozgásának ellenőrzésében játszanak szerepet. Az előkészítő munkálatok után ha rendelkezésünkre áll, következik a technikai berendezések installálása. A GPS vevőberendezés mellé beállítunk egy szervert, amely fogadja a GPS méréseket, tárolja azokat néhány hétig, emellett óránként, ill. 6 óránként a Takarnet, vagy az Internet-re támaszkodva átküldi a KGO-ba. A szerveren egy vezérlő szoftver végzi el a teendőket. Természetesen gondoskodni kell a szünetmentes tápellátásról is. Az egyes állomásokon az üzemelés teljesen automatikus, beavatkozásra nincs szükség. Mint minden bonyolult egységben hibák előfordulhatnak itt is. Ilyenkor egy számítástechnikában járatos földhivatali kolléga segítségére

támaszkodva igyekszünk azt elhárítani Pencről. Az orosházi állomáson az eddigi három hónap alatt egy esetben került erre sor. Ez évben a még nem ismeretes források függvényében 1-4 állomás telepítését tervezzük.

Felhasználói oldal

A felhasználó méréseinek befejeztével, általában másnap bejelentkezik egy számára kiadott, titkosan kezelt kulcsszóval a penci adatközpontba. Megkeresi a neki megfelelő állomást és letölti a számára szükséges adathalmazt. A penci szerver regisztrálja az adatfelhasználó kódját, a lekérés időpontját és a kiolvasott adatok mennyiségét. A számlázásra ennek alapján kerül sor. A referencia állomások koordinátáinak ismeretében, a referencia észlelésekre támaszkodva végül elvégezheti a mérések feldolgozását.

A meghatározott koordinátákra ellenőrzést kell végezni. Ha a felhasználó egy bázisállomásra támaszkodik, akkor ajánlatos párhuzamosan több vevővel dolgozni, hogy ellenőrzés legyen. Ha csupán egy vevő áll rendelkezésre, akkor meg kell ismételni a mérést.

Gyakori kérdés, hogy mi lesz az EOVA sorsa, ha kiépül az aktív GPS hálózat? Belátható időn belül a kövel állandósított pontokra támaszkodó meghatározások megszűnnek, egyrészt mert a GPS technika beszerzési költségei folyamatosan csökkennek, másrészt mert egy aktív GPS hálózatra támaszkodó pont meghatározási költsége lényegesen kedvezőbb. A hagyományos hálózatunk kétszázéves értékeit azonban továbbra is meg kívánjuk óvni a pusztulástól.

Egy másik aktuális kérdés a következő. Térképrendszerünk alapja az EO, amelyet közismerten országos szinten több dm torzulás terhel. Ha a méréseket GPS technikával, GPS referencia rendszerben végezzük, akkor a torzulások miatt ellentmondásba kerülünk az EO koordinátákkal. Hogyan történik a pontosabb GPS mérések beillesztése az EO kereteibe? A megoldást az OGPSH 1153 pontja biztosítja. Ehhez nincs is már szükség magukra a pontokra, csupán a pontok mindkét rendszerben ismert koordinátái játszanak szerepet. Ezek hordozzák ugyanis magukban a torzulásokat. Ha a GPS koordinátákat lokálisan az OGPSH koordinátákra támaszkodva végezzük, akkor a beillesztés automatikusan megtörténik. Az illesztés pontosságáról a maradék ellentmondások adnak számot.

Tudományos hasznosítás

Az aktív GPS hálózat észlelései a penci központban naponta feldolgozásra és kiértékelésre kerülnek. Az új hálózat a hagyományos hálózatunk minden feladatát ellátja, sőt az állomások napi meghatározásával létrejön a kinematikus hálózat, amikor negyedik komponensként az időt is hozzárendeljük a térbeli koordinátákhoz. A penci feldolgozó központ már működik, jelenleg 16 EUREF állomás adatainak rendszeres feldolgozása folyik. A kiértékelésből azonnal kitűnik, ha valamelyik referencia állomás 2-3 mm-t meghaladó, egyik napról a másikra bekövetkező mozgást szenved. Az EUREF hálózatban példák mutatják azokat az ugrásokat, amelyek egy-egy földrengés következtében a közeli állomások koordinátaiban következtek be.

Az aktív GPS hálózatnak tehát igen jelentős tudományos jelentősége is lesz. Nem véletlen, hogy az első ilyen hálózatokat szeizmikusan aktív területeken hozták létre, mint pl. Japánban, vagy Kaliforniában. Ezért is hárul fontos szerep a telepített őrpontokra, amelyekről az ellenőrző mérést évente el kell végezni.

Befejezésül bízunk abban, hogy az EU csatlakozás közeli időpontja meggyorsítja a GPS infrastruktúrának a mielőbbi kiépítését, amely a geodézia eddigi történetének az egyik legjelentősebb mérföldköve lesz.

A témában megjelent hazai irodalmak

1. Kenyeres A. - Borza T.: Az első hazai permanens állomás: PENC, 11. Kozmikus Geodéziai Szeminárium, előadásainak a gyűjteménye. Budapest, 1996.
2. Kenyeres A.: Permanens állomás(ok) a hazai geodéziai gyakorlatban. Geomatikai Közlemények I., pp.43-48. Sopron, 1998.
3. Kenyeres, A.: Az aktív hálózatok helyzete Európában és Magyarországon. 12. Kozmikus Geodéziai Szeminárium előadásainak gyűjteménye, pp.26-32, Székesfehérvár, 1999.
4. Borza T.: A hazai aktív GPS hálózat kiépítésének és fenntartásának aktuális kérdései. Geodézia és Kartográfia, 2000/9, 21
5. Borza T.: A hazai aktív GPS hálózat kiépítése és fenntartása. Geomatikai közlemények III, MTA GGKI, Sopron, 2000.
6. Borza T., Tóth J.: Vélemények az aktív GPS-hálózatról. Geodézia és Kartográfia, Budapest, 2001/3, pp. 37-39
7. Borza T.: Permanens GPS állomások az állami földmérésben. Konferencia kiadvány. XI. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok 2001 szept. 26-28.

e-mail címek:

<http://geodaten.bayern.de/sapos.html>

<http://swepos.lmv.lm.se/>

<http://www.swisstopo.ch/en/geo/swipos.htm>

<http://gps.faa.gov/Programs/WAAS/waas.htm>

http://gps.faa.gov/Related_Web_Sites/EGNOS/egnos.htm