

## A GNSS infrastruktúra geodéziai vonatkozásai

Borza Tibor  
borza@sgo.fomi.hu

*A GPS felhasználók nagyrésze nem elégszik meg a műholdas helymeghatározó rendszerek abszolút pontosságával, ezért világszerte igen jelentős fejlesztések indultak be a pontosság és a rendszer integritásának a javítására. Mit profitálhat mindebből a legigényesebb felhasználói réteg a geodézia és hol tartunk Magyarországon az országos infrastruktúra kiépítéséve? A cikkben ezekre a kérdésekre igyekszünk megadni a választ.*

A műholdas helymeghatározás napjainkra már közel sem egy szűk szakmai réteg privilégiuma. A GPS technikát a precíz méréseket végző földmérők mellett nagyszámú nagyobb számban - amint azt két évtizeddel korábban előjelezték - a járműnavigálás, járműkövetés, sőt hobby szintű természetjárók használják. Mindezt alátámasztja, hogy ez a szakterület már nálunk is képes eltartani egy színes folyóiratot (GPS magazin).

Közismert, hogy a katonai fejlesztésű rendszerek fenntartói nem adják közre a rendszerből kiaknázható legpontosabb adatokat. Nagy jelentőségű lépés volt 2000-ben az SA kikapcsolása, de az abszolút pontosságot növelő, hasonló mértékű beavatkozást nem terveznek. A tervezett fejlesztések következtében várható még, hogy a jelenleg 22 m-es hiba 9 méterre csökken ( $2\sigma$ , 95%). A polgári felhasználók érdekében felhelyezett új frekvencia főleg a relatív pontosságot fogja növelni, ami nekünk geodétáknak kedvező.

Meglepő, hogy a felhasználók zöme nem elégszik meg a 11 méteres középhibával ( $1\sigma$ ). Igaz ez a megállapítás a talajvizsgálókra, az erdészekre de a járműnavigációra is, hiszen nem árt tudni, pl. hogy egy gépkocsi vagy egy vonat a pálya melyik oldalán áll. A műholdas rendszerek abszolút pontossága tehát nem elegendő, meg kell azt javítani lehetőleg úgy, hogy a felhasználóknak ne kelljen kiegészítő egységeket beszerezniük.

Baj van a műholdas rendszerek integritásával is. Valószerű méteres, vagy annál pontosabb meghatározásoknál hirtelen, akár több méteres hiba is bekövetkezhet, ha a látható holdak közül valamelyi meghibásodik. Minderről csak akkor lesz tudomásunk, ha a pályaadatok között a meghibásodásra utaló jelzés megjelenik a GPS vevőben. Jelenleg erre akár 20 percet is várni kell. Egy repülőgép leszállásánál ez az idő végzetesen sok. Valós igény jelentkezik tehát az önellenőrzés időtartamának drasztikus lecsökkentésére.

A fentiek miatt világszerte igen jelentős kutatás-fejlesztések kezdődtek egyrészt a problémák kisebb pontosságú, de kontinentális kezelésére, másrészt nagy pontosságú lokális, általában országos megoldások kifejlesztésére. A kiépített pontosságot és integritást növelő kiegészítő rendszereket együttesen GNSS infrastruktúrának nevezzük, beleértve természetesen az alap műholdas rendszereket is.

### **Kontinentális kiegészítő rendszerekről**

A napjainkra beüzemelő Kontinentális GNSS megoldások (WAAS, EGNOS, MSAS) esetén, teljesül az a felhasználói igény, hogy ne kelljen a GPS vevő mellé további, pl. telekommunikációs kiegészítő egységeket beállítani. A pontosításhoz ill. az önellenőrzéshez – erre a célra pályára állított geoszinkron műholdokról – a GPS L1 frekvenciáján továbbítják az információkat, egy a vevőbe épített plusz csatorna beállításával. A vevőn legfeljebb kigyullad egy led, ami jelzi, hogy pontosított adatokkal dolgozunk. A kontinentális kiegészítő

rendszerek díjmentesen, a 10 méteres pontosságot 1-3 méterre javítják. A rendszerben benne van még további javítás lehetősége is, de ekkor már nem beszélhetünk ingyenes használatról. Az OmniStar magánvállalkozás pl. nálunk is használható korrekcióira elő lehet fizetni. A garantált pontosság 0.5-1.0 méter. Ehhez sajnos külön adó-vevő szükséges, bár az élelmesebb vevőgyártók máris összeépítették a GPS antennával.

A kontinentális kiegészítő rendszerek igen nagy sikerre számíthatnak a gazdaság szinte minden területén, kivéve a geodéziai helymeghatározást, ahol ez a pontosság nem elegendő. A geodéziai feladatokhoz éppen ezért kisebb területet lefedő kiegészítő rendszereket kell kiépíteni. Ezeket a rendszereket azonban nem csupán a geodézia fogja használni.

Itt jegyezzük meg, hogy mind a kontinentális, mind az országos kiegészítő rendszerek relatív mérés technikával javítják meg az abszolút pontosságot. A kapott koordinátákat nem a 6370 km távoli geocentrumtól vezetik le, hanem néhányszor 100, sőt néhányszor 10 km-re lévő már ismert pontokból. Mivel valósidőről van szó, ezeken a pontokon permanens GPS állomások működnek. Az állomások együttesét aktív GPS hálózatnak nevezzük. Az amerikát lefedő kontinentális hálózat például 25 állomásból áll.

A kontinentális kiegészítő rendszereknek komoly hátránya, hogy a geoszinkron műholdakról érkező korrekciós adatok egy adott irányból érkeznek, meglehetősen alacsony magassági szög alatt. Ennek következtében pl. városban gyakori a kitakarás. Ilyen esetekben csak az eredeti 22 méteres pontosság érhető el. Mindezek kiküszöbölésére, valamint speciális pontosságú (geodéziai, geodinamikai) igények kielégítésére világszerte lokális kiegészítő rendszereket fejlesztenek ki.

## **Lokális kiegészítő rendszerekről**

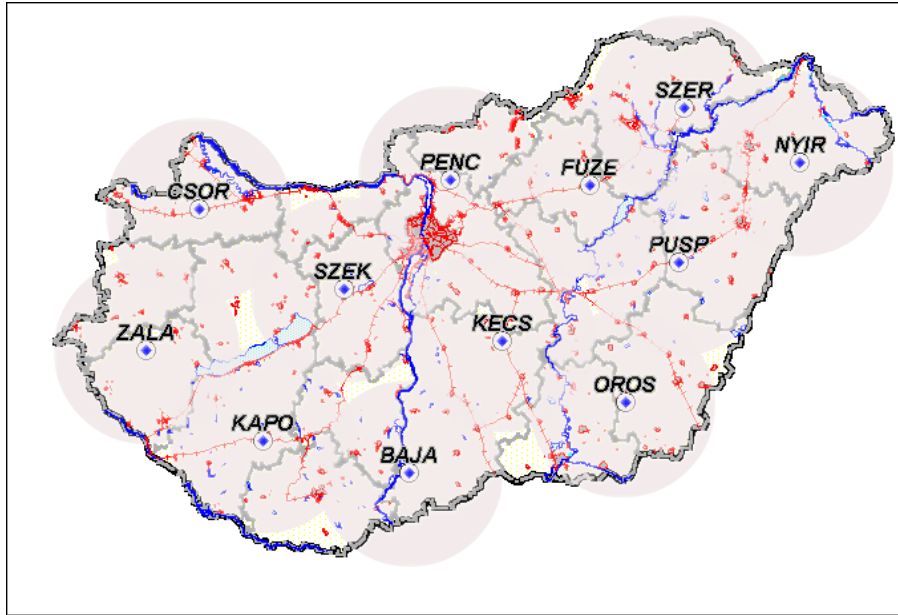
### ***Utólagos feldolgozás***

Kétfrekvenciás vevővel normális feltételek mellett (6-7 hold, zaj és kitakarásmentesség) 30 km hosszú vektor meghatározásához elegendő 15-20 perc mérési idő. Az 50 km-hez már ajánlatos 30-40 percet mérni. Ennek megfelelően, egy 100 km sűrű aktív GPS hálózat megfelelő infrastruktúrát jelent az utólagos feldolgozáshoz. Egy ilyen hálózat biztosítja az ország területén a referencia méréseket, a felhasználónak kizárólag a meghatározandó pontokkal kell foglalkoznia. Mivel alappont meghatározásra jelenleg a statikus mérés az elfogadott, egy ilyen aktív hálózat ezt az igényt maradéktalanul kielégíti. Ha az OGPSH mint passzív GPS hálózat jelenti a GNSS infrastruktúra első generációját, akkor az utólagos feldolgozásra alkalmas aktív GPS hálózat lehet a második generáció.

Ha még ritkább hálózatban gondolkodunk, akkor a szükséges hosszabb mérési idő már megfontolásra készteti a mérnököt, hogy érdemes-e az aktív hálózatra támaszkodni, vagy inkább egy másik vevő beállításával a közelben lévő OGPSH pontot használja referenciának. Természetesen tudni kell, hogy éppen milyen távol vagyunk a permanens állomásoktól.

Ilyen rendszer üzemel pl. Nagy Britanniában ([www.gps.gov.uk](http://www.gps.gov.uk)) 30 permanens állomással, de ilyen építünk ki mi is a 12 állomásos terv alapján. Jelenleg három állomás üzemel (Penc, Orosháza és Nyírbátor), de 2003-tól várhatóan felgyorsul a kiépítés üteme.

A rendszer használatával kapcsolatban el lehet mondani, hogy felhasználóbarát. Interneten érhető el, ahol az első alkalommal a felhasználónak regisztrálnia kell magát. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó letölt egy űrlapot (ami egy szabályos szerződés), kitölti, aláírja, majd eljuttatja a penci központba. Ott a megadott felhasználói névre ill. kulcsszóra engedélyezik az adatok hozzáférését. Ezután a bejelentkezett felhasználónak közvetlen elérése van valamennyi üzemelő permanens állomás adataihoz, azokból tetszőleges mennyiséget tölthet le. Fizetés a letöltött adatmennyiség függvényében utólag történik.



A hazai 12 pontos aktív GPS hálózat terve

Az adatok 6 órás ill. 24 órás csomagokban, RINEX, tehát vevőfüggetlen formátumban adottak és a fájlok lezárása után fél órával hozzáférhetők. Az on-line adatelérésnek jelenleg a tesztelése folyik.

### ***Valósídejű alkalmazás***

A GNSS infrastruktúra harmadik generációját jelenti az a rendszer, amely sűrűbb aktív GPS hálózatra támaszkodva valósídejűben teszi lehetővé a cm pontos helymeghatározást. A valósídejű mindössze 1-2 másodperc késést jelent. Saját bázisállomásos megoldással már közel egy évtizede létezik ez a technológia RTK néven (valósídejű kinematikus mérés technika). Lényege, hogy a bázisvevő fázismérései rádió kapcsolattal eljut a mozgó vevőbe, ahol a beépített RTK szoftver előbb inicializálással feloldja a fázis többértelműség problémát, majd ameddig a holdakkal (legkevesebb 4 hold) nem szakad meg a kapcsolat, minden epochára (a másodpercnél is sűrűbben lehetséges) számítja a mozgó vevő pillanatnyi koordinátáit. A legfejlettebb szoftverek már az inicializálás idejére sem ragaszkodnak a mobil vevő rögzítéséhez.

Ennek a hatékony méréstechnikának van egy jelentős korlátja, a távolság. A szakirodalomban 20 km, a gyakorlatban sajnos kevesebb mint 10 km a hatósugara. Ahhoz tehát, hogy harmadik generációs infrastruktúrával lássuk el az országot, 20-30 km-ént kellene egy permanens állomást beállítani, ami nyilvánvalóan irreális. Szívós kutatómunkával nemzetközi szinten mégis sikerült megoldást találni erre a problémára, amelyet a következőkben ismertetünk.

### ***VRS koncepció***

A Virtuális Referencia Állomás elvét alkalmazó szoftverrendszert a német TerraSat cég fejlesztette ki, majd beépítették a Trimble fejlesztési koncepciójába. Az elv lényege a következő: Az RTK hatósugara 50 km-re növelhető, ha a terület egyenletesen lefedjük permanens GPS állomásokkal és a környezeti változókat (troposzférikus, ionoszférikus állandó) nem pontszerűen (egyetlen vevő adataiból), hanem terület lefedéssel számítjuk. Ez esetben az állomásokot elegendő 70 km sűrűséggel telepíteni. Az elv működik ritkább hálózat

esetén is, de ez esetben nem cm pontos RTK, hanem dm pontos DGPS megoldást biztosít. A VRS szoftver legkevesebb 4 állomásnak, másodpercenként érkező méréseit dolgozza fel, meghatározza a területfüggő korrekciókat, majd ezeket interpolálja a mozgó vevő helyére. A mozgó vevő bejelentkezik a központba, és az abszolút meghatározásából megküldi saját helyének közelítő koordinátáit. Ezután erre a helyre a szoftver mérési adatokat generál, rádiós úton eljuttatja a mozgó vevőbe, melyeket az úgy értelmez mint egy igen közeli bázisállomást. A VRS technika az utólagos feldolgozáshoz is jól használható. Egyfrekvenciás vevő észleléseihez pl. generálni lehet egy közeli pontra bázisészleléseket, akkor is, amikor a legközelebbi vevő távolabb van mint 30 km. A VRS elvet a Trimble párosította egy erre a célra kifejlesztett vevőtípussal és sikeresen exportálta Svácbá ([www.swistopo.ch/geoaktuell/en/geo/swipos.htm](http://www.swistopo.ch/geoaktuell/en/geo/swipos.htm)), Angliába, Dániába ([www.gpsnet.de](http://www.gpsnet.de)), Ausztráliába, stb.

**SAPOS rendszer** ([www.adv-online.de/english/products/sapos.htm](http://www.adv-online.de/english/products/sapos.htm))

Németországban az egyes szövetségi államok által kezdeményezett GNSS fejlesztéseket sikerült közös nevezőre hozni és SAPOS név alatt szabványosítani a fejlesztések egy részét, másik részét pedig opcionálisan beépíteni. A SAPOS ugyancsak alkalmazza a területlefedéses módszert, sőt az így származtatott adatokat területfüggő korrekcióknak nevezik. A rendszer alapja természetesen itt is az aktív GPS hálózat, 40-70 km-es pontsűrűséggel. Több mint 250 állomásra támaszkodva sikeresen alkalmazzák egész Németországban és más országokban is. EUPOS elnevezéssel kezdeményezés indult a SAPOS kiterjesztésére a közép és kelet-európai országok térségeire.

### **GNSS fejlesztések és a geodézia**

Az első generációs GNSS infrastruktúrával (nálunk OGPSH) megtörtént az ország hagyományos alaphálózatainak bekötése, a GPS által is használt egységes világrendszerbe. A passzív GPS hálózat biztosította az áttérés lehetőségét a 3D és a 2+1D hálózatok között, amennyiben a GPS hálózatok pontjait a hagyományosból választották ki. Bizonyos pontossággal egyesítette a vízszintes és magassági hálózatokat. A GPS technikával rendelkezőknek megteremtette a lehetőséget a hatékony, saját vonatkozási rendszerben történő alkalmazásra.

A második generációs GNSS infrastruktúra egy olyan aktív GPS hálózatot jelent, amely biztosítja a bázisállomásokat. Az állomások egymástól való távolsága mintegy 100 km. Ezen állomások feladata kettős: egyrészt méréseket végeznek, melyek szükségesek a mozgó vevők helymeghatározásához, másrészt biztosítják az egységes, igen pontos (2-3 mm) vonatkozási rendszert. Geodéziai pontosságot ennél a kiépítésnél csak utólagos feldolgozással lehetséges elérni. A második generációs aktív hálózat óriási előnye, hogy a statikus, gyors-státikus mérést végző felhasználóknak kizárólag a meghatározandó pontokra kell koncentrálniuk. A mérés befejeztével Internet vagy más úton hozzáférnek a legközelebbi permanens állomások mérési adataihoz és elvégzik a feldolgozást. Nálunk a 12 állomásból egyelőre csak 3 üzemel.

A földmérők álma teljesül be a harmadik generációs GNSS infrastruktúrával. Az egész országban lehetséges a valósidejű cm pontos helymeghatározás bázisállomások felállítása nélkül, egyetlen mobil GPS berendezés használatával. A pontok bemérése, vagy kitűzése másodpercek alatt megtörténik. Statisztikai adatok alapján (dánok végezték) a rendszer pontossága 1-3 cm, azonnal hozzátelhetjük, hogy abszolút értelemben. Egy ilyen infrastruktúra alapjaiban érinti a geodézia eddigi gyakorlatát, hiszen elmarad az alappont meghatározás, nincs pontsűrítés, közvetlenül a részletmérésekkel lehet a munkát kezdeni. Nem lesz könnyű megszokni, hogy nincsenek fölősmérések sem. Maga a rendszer mutatja a meghatározás pontosságát. Ha kitakarásba kerül egy vagy több hold, a pontosság romlik.

Ettől függetlenül, időnként nem árt rámérni egy-egy ismert pontra, a kölcsönös ellenőrzés miatt. Meg kell szüntetni, vagy gyökeresen megváltoztatni a már felfrissített, de még ki sem adott A5 szabályzatot, amely az V. rendű és felmérési alappontok sűrítésével foglalkozik. A digitális országban nincs alappontsűrítés.

Mi fogja megkülönböztetni a földmérőt a laikustól, ha ez utóbbi is tud cm pontos helymeghatározást végezni minden képzettség nélkül? A geodézia mint szakma esetleg megszűnik? Ezek a kérdések ugyan időről-időre felmerülnek, nem kell attól tartani, hogy ez a végét jelentené a szakmánknak. Továbbra is el kell igazodni a térképrendszerek, vetületek között, otthonosan kell mozogni a térinformatika szinpadán, (különbféle GIS szoftverek kezelése, ismerete) járatosnak kell lenni a földnyilvántartásban, de az sem mellékes, hogy nekünk lesz jogosítványunk. Ma is sokan ki tudnak pl. kéményt seperni, ennek ellenére csak a hivatásosak végezhetik.

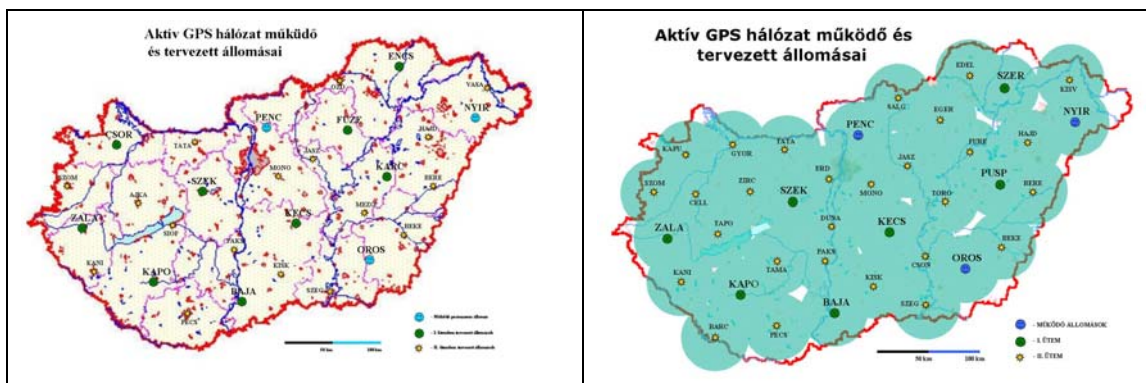
### Harmadik generációs hazai GNSS infrastruktúráról

Valósídejű infrastruktúrára sokáig nem is gondoltunk mondván, hogy ahol a 12 pontos hálózat gyorsabb megvalósítási ütemére sincs fedezet, ott ne akarjunk 30-40 állomást építeni, főleg üzemeltetni. Az EUPOS kezdeményezés azonban az EU támogatás realitásának reményében előtérbe helyezte, lévén hogy a SAPOS harmadik generációs infrastruktúra. Ha tehát ezt az utat fogjuk járni, akkor belátható idő múlva az országban, de inkább annak egyes részein megvalósul a legmagasabb szintű GNSS infrastruktúra.

Egyelőre nem ismeretes, melyik rendszer importálására kerül sor Magyarországon. A Trimble VRS technológiája kulcsrakész, csak fizetni kell érte. Így pl. egy 4 állomásra támaszkodó rendszer ára (2002-ben) 42 mFt, amiből a hardver igényli az összeg kisebb felét. Az első 4 állomás belekerülési ára tehát több mint 10 mFt/db, viszont a továbbiak már „csupán” 6 mFt egy-egy újabb állomás. Az alaprendszer 50db GSM felhasználó kiszolgálására alkalmas. (Ezek a költségek nem tartalmazzák a referenciapont kiépítését, ill. az állomás fizikai megvalósítását.)

Az EUPOS a német SAPOS kiterjesztése, de egyelőre nem ismeretes mit jelent a német támogatás. A tervek szerint az EU Ispa előcsatlakozási keretéből pályázunk a beruházás megvalósításához. Kimenetele bizonytalan.

Mi az ami biztos. Biztosan kell aktív GPS hálózat. Tudjuk, hogy a 12 pontos nem elegendő. Terveztünk ezért egy 29 pontos ill. egy 38 pontos hálózatot is. Ha szigorúan ragaszkodunk a szomszédos pontok min. 70 km-es távolságához, akkor még a 40 pontnál is akad némi fehér folt, amelyet a 35 km-es körök nem fednek le.



Az EUPOS hazai hálózatának 29 és 38 pontos terve

Vannak persze többszörösen lefedett területek is. Igénybe lehet venni majd a szomszédos országok állomásait is, ha ők is kiépítik az EUPOS rendszerüket. Ezzel lehet csökkenteni az állomások számát.

Tervezni persze lehet minden felelősség nélkül, de arra is gondolni kell, hogy ezeket az állomásokat fenn is kell tartani. Ha 5 évet veszünk a műszerek amortizációjára, akkor is 40 állomás esetén évi 8 műszert kellene lecserélni, aminek fedezetét az állami földmérés egyedül nem tudja vállalni, és akkor még nem is beszéltünk a folyamatos fejlesztésről, karbantartásról, üzemeltetésről. (A SAPOS-t a földmérés mellett a közlekedési és a védelmi tárca is finanszírozza.) Természetesen bevételek is lesznek. A SAPOS fenntartói szerint 50% már most megtérül. Fontos szempont a nagy tömegű felhasználók megnyerése - akik nem a geodézia, hanem a járműkövetés, navigáció és a térinformatika területéről jönnek - hogy a mi hálózatunkra támaszkodjanak. Ezért is kellene minél előbb kiépíteni a hálózatunkat, hogy az EU csatlakozással tömegesen megjelenő felhasználók, tőlünk rendeljék meg a számukra szükséges pontosító korrekciókat. Akkor leszünk vonzóak, ha garantálni tudjuk az egész ország területére az igényelt korrekciókat. (A három üzemelő állomásunkkal egyelőre távol állunk ettől.)

Az állomások néhány oktatási intézmény kivételével alapvetően földhivatalokban lesznek elhelyezve, ahol az őrzés biztosított, van megfelelő szakember (rendszerint a számítástechnikai rendszergazda) és ami a legfontosabb rendelkeznek a Takarnet elnevezésű számítógépes hálózattal, amelynek Pecen is van végpontja. A hálózat központja a KGO, ahová másodpercenként érkeznek majd az adatok valamennyi permanens állomásról. A penci feldolgozó központban az adatokat feldolgozzák és előállítják azokat a korrekciókat amelyek az éppen vonalban lévő felhasználóknak kellene, majd el is juttatják oda. Mindez 1-2 másodperc alatt kell hogy megtörténjen. A felhasználó tehát csak látszólag függ egy virtuális állomáson, valójában a permanens állomások által létrehozott mező az, amelyik lehetővé teszi az RTK használatát 50 km távolságból is. Úgy célszerű a rendszert építeni, hogy a legtöbb igényt ki tudja szolgálni.

- Első lépésben ki kell építeni a geodéziai igényeket utólagos feldolgozással kielégítő országos aktív GPS hálózatot. Ezeknek az igényeknek megfelel a 12 állomásos hálózat.
- Második lépésben adatkommunikációs hálózat bevonásával a 12 pontos hálózatra támaszkodva be kell üzemelni a valósídejű, szubméter pontosságú DGPS igényeket kielégítő országos lefedettségű rendszert.
- A harmadik lépésben az EUPOS egy kiemelt darabjaként egy lokális, valósídejű, cm pontos pilot rendszert célszerű megvalósítani, Budapest térségében.
- Végül, az igények függvényében a pilot rendszert ki lehet terjeszteni az egész országra, melynek megvalósulása esetén mi is belépünk a digitális országok sorába.

### **A Galileo megjelenése**

A GPS rendszerekhez való hozzáférés kérdésében, a polgári társadalom mindaddig nem lehet teljesen nyugodt, ameddig a rendszerek katonai kézben vannak. Súlyos érvek szólnak amellett, hogy nem következhet be korlátozás, de „az ördög nem alszik”, ezért az EU és az ESA megkezdte a sokak szerint presztizspogramnak aposztrofált Galileo rendszer kiépítését. A Galileo legnagyobb különbsége a GPS és Glonass-tól, hogy polgári irányítás alatt áll.

A Galileo 2008-ra tervezett rendszerbe lépésének - a megfelelő vevővel rendelkező - felhasználók számára azonnali nyereség, az egyidőben vehető GPS holdak számának drasztikus megemelkedése (Navstar-Galileo együtt). A hagyományos relatív módszerek

alkalmazásakor tapasztalhatjuk, hogy mennyivel kevesebb mérési idő szükséges (azonos pontosság eléréséhez), ha több holdat észlelünk egyidőben. A több hold biztosabbá, pontosabbá és gyorsabbá teszi a geodéziai méréseket, mert a többértelműség problémáját könnyebb feloldani. Segít a többértelműség (a műhold és a vevő közötti távolságon ismeretlen az egész ciklusok száma) feloldásában az is, hogy egyszerre nem csak kettő, de négy, ill. még több frekvencián állnak rendelkezésre mérések.

Nyilvánvaló, hogy a Galileo holdak jeleinek a vételére a jelenlegi GPS vevők nem alkalmasak, mert fejlesztésük idején még nem volt Galileo. Az is nyilvánvaló, hogy kevés olyan felhasználóra lehet számítani, akik kizárólag az európai rendszert akarják használni. A felhasználók megszokták, megszerették a Navstar GPS-t. Szívesen veszik, ha vevőjükkel további GPS holdakat (Glonass, Galileo) képesek fogni, de lemondani nem fognak a megszokott és jól üzemelő Navstar használatáról. Ennek tudható be, hogy a gyártó cégek kizárólag olyan Galileo vevőkártyán dolgoznak, amely egyben a másik két navigációs rendszer holdjait is venni képes. Természetesen új feldolgozó szoftvereket is kell fejleszteni, amelyeket felkészítenek mindhárom rendszer észleléseinek a fogadására. A Galileo belépésével a geodéziai mérések pontosabbak lesznek vagy kevesebb időt igényelnek és várható hogy ritkább aktív GPS hálózat is elegendő lesz a cm pontos valósidejű alkalmazáshoz.

#### **A témával foglalkozó hazai irodalmak**

1. Borza T.: A hazai aktív GPS hálózat kiépítésének és fenntartásának aktuális kérdései. Geodézia és Kartográfia, 2000/9, 21
2. Borza T., Tóth J.: Vélemények az aktív GPS-hálózatról. Geodézia és Kartográfia, Budapest, 2001/3, pp. 37-39
3. Borza T.: Permanens GPS állomások az állami földmérésben. XI. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok 2001, konferencia kiadvány.
4. Borza T.: Aktív GPS hálózat: Több mint vonatkozási rendszer. GIS OPEN 2002 Székesfehérvár. CD kiadvány.
5. Borza T.: „Digitális országok” születése. Geomatikai közlemények V. Sopron, 2002.
6. Fejes I.: Az EUPOS kezdeményezés. . Geodézia és Kartográfia, Budapest, megjelenés alatt.