

Minőségi fejlesztések a hazai GNSS szolgáltatásban*

Mnyerczán András tanácsos
FÖMI Kozmikus Geodéziai Obszervatórium

Előzmények

Az utóbbi években a GNSS technológia használata általánossá vált. Egyre több földmérő cég engedheti meg magának, hogy beruházzon egy GNSS vevőbe, hiszen hatékonyságának köszönhetően belátható időn belül megtérül a befektetés. A technológia előretörésében nagy szerepet játszanak a kiegészítő rendszerek, amelyek lehetővé teszik a nagy pontosságú mérések végzését egyetlen rover vevővel, anélkül, hogy újabb többmilliósi bázisvevőt kellene beszerezni.

A hazai földi kiegészítő rendszer a GNSSnet.hu, amely több tucat permanens GNSS referenciaállomás méréseire támaszkodik. Ezekről az állomásokról a nyers mérési adatok valós időben jutnak el a feldolgozó központba, ahol modellszámításokat végezve előállítjuk a precíz helymeghatározáshoz szükséges utólagos adatokat, valamint valós idejű korrekciókat. Ezeket az adatokat a penci Kozmikus Geodéziai Obszervatóriumban működő GNSS Szolgáltató Központ (GSzK) Interneten teszi elérhetővé a felhasználók számára. A valós idejű terepi használathoz mobilinternetes kapcsolat (GPRS/EDGE/3G) szükséges, illetve egy olyan kliens program, amely tudja kezelni a szabványosított adatátvitelt.

A GSzK többféle szolgáltatást nyújt. Utólagos GNSS mérések feldolgozásához RINEX adatokat bármely hazai referenciaállomás adataiból, vagy ún. virtuális RINEX adatot a felhasználó által megjelölt koordinátákra biztosítja, mintha abban a pontban egy valódi permanens állomás mért volna. A valós idejű GNSS helymeghatározás pontosításához DGSS korrekciók állnak ren-

delkezésre méteres vagy szubméteres pontossági igény esetén, illetve néhány centiméter pontos helymeghatározáshoz RTK korrekciókat továbbítunk. Ez utóbbi lehet egy adott – a legközelebbi – referenciaállomás adata, vagy hálózatkiegyenlítésből számított korrekció, amelynek előnye, hogy homogén pontosságot biztosít a referenciaállomások közötti területen, vagyis a pontosság nem romlik az állomástól távolodva (ellentétben a hagyományos, egybázisos technológiával).

A hazai rendszer kiépítése több éve kezdődött, az elmúlt években ez a folyamat felgyorsult, és 2008-ban érte el a kívánt szintet. A továbbiakban az utóbbi időben történt, alapvetően a minőséget befolyásoló változtatásokról, fejlesztésekről lesz szó. A GNSSnet.hu rendszer kiépítésének, működésének és szolgáltatásainak háttéréről részletesebb cikkeket olvashatunk szaklapunk korábbi számaiban, illetve honlapunk, a www.gnssnet.hu tájékoztatóiban.

A szolgáltatás minőségét javító fejlesztések

Kommunikációs vonalak

A referenciaállomás hálózat legtöbb GNSS vevője földhivatalban működik, amely több szempontból is ideális választásnak bizonyult. Az egyik ilyen ok volt a TakarNet nevű intranet hálózat megbízhatósága. Ez a hálózat a földhivatalokat bérelt vonalakkal kötötte össze, amelyeken nagyon kevés szakadás, adat-kimaradás mutatkozott. Ez elsődleges szempont a referenciavevők tekintetében, mert az állomásokról a GSzK-ba áramló nyers mérési adatok mennyisége ugyan nem számottevő, de nagyon fontos, hogy folyamatos legyen. Akár néhány másodperces vonalszakadás is kiesést okoz az adott állomás valós idejű szolgáltatásában. Szerencsére a néhány külső tulajdonban



* A Nyíregyházán, 2009. július 02–04. között tartott Vándorgyűlésen elhangzott előadás szerkesztett változata

lévő referenciaállomásnál használt hagyományos ADSL vonalak megbízhatósága nem sokkal maradt el a TakarNet bérelt vonalaitól.

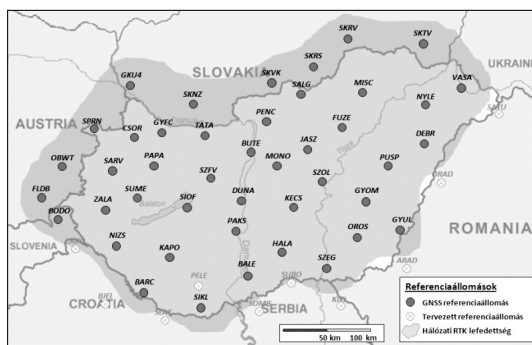
2008 elején egy kormányzati rendelet értelmében, minden földhivatalnak át kellett állnia az Elektronikus Kormányzati Gerinchálózatra (EKG). Az EKG-ba való belépéssel párhuzamosan a FÖMI központi döntése alapján a korábban használt bérelt vonali hálózatot ADSL-alapú összeköttetésre cserélték. Ez a váltás a szolgáltatás minőségében jelentős visszaesést okozott a napi, akár több tucat vonalszakadás miatt. Ennek következtében a 2008 januárjában bevezetett térítéses szolgáltatást február közepén fel kellett függesztenünk. Fáradtságos munka után, az év végére sikerült elérnünk, hogy a referenciaállomás adatait ismét megbízható vonalakon hozzuk be a Szolgáltató Központba. Az összes érintett földhivatalban a TakarNet mellett egy második, bérelt vonali kapcsolatot építettünk ki, kizárólag a GNSS adatok továbbítására. Ez a lépés elkerülhetetlen volt ahhoz, hogy a szolgáltatás minőségét vissza tudjuk emelni a korábbi szintre.

Referenciaállomások

A kommunikációs vonalak stabilitásának tététele mellett folytatódott a referenciaállomások sűrítése, a hálózat bővítése, és ezzel a szolgáltatással lefedett terület növelése. A tavalyi év végén állítottuk üzembe a barcsi, a dunaiújvárosi és a salgótarjáni GNSS vevőket. Ezzel 35 darabra bővült a hazai permanens állomások száma, amely megfelel a tervezettnek. Így kijelenthetjük, hogy több évi fejlesztés után a hálózatsűrítés befejeződött. Maga a munka természetesen nem fejeződött be, hiszen az állomások GNSS vevőit a kornak megfelelően mindig fel kell újítani. Ennek szellemében 2009 elején sikerült több, már elavultnak számító vevőt lecserélni a jelenleg elérhető legkorszerűbbekre. Ezek az állomások: Csorna, Győr, Kiskunhalas, Püspökladány, Székesfehérvár, Szolnok, Zalaegerszeg. Hasonló cserét hajtottak végre az osztrák kollégák az oberwarti (felsőöri) állomáson. Ennek köszönhetően jelenleg a 35 hazai állomásból 29-en a legújabb, GPS és GLONASS műholdak vételére is alkalmas GNSS vevők működnek, amelyek belső szoftverét folyamatosan frissítjük. Ez a szám már elégséges ahhoz, hogy a korábbi, tisztán GPS-megoldáshoz hasonlóan, a GLONASS műholdakra végzett mérésekből előállított korrekciókból is létre tudjunk hozni a hálózatos megoldást. Így, amennyiben a felhasználó

GNSS vevője is képes a GLONASS holdak vételére, hálózati korrekció típus kiválasztása esetén GPS és GLONASS korrekciókat együttesen továbbítunk felé. A megnövekedett műholdszám nagyban megnöveli a helymeghatározás megbízhatóságát.

A határon túli állomások integrálása a hazai hálózatba jelenleg is folytatódik. Eddig hat szlovák, két osztrák és egy szlovén állomás része a hálózatunknak. Az év végére várhatóan több horvát, szerb és román referenciaállomást is sikerül integrálnunk. Már folyik az állomások ideiglenes hozzáféréseivel az adatok és a kommunikációs vonalak minőségének tesztelése. Amennyiben a tesztek a várt eredményt hozzák, véglegesen bekapcsoljuk őket a hazai rendszerbe (1. ábra). Kijelenthetjük tehát, hogy a hálózatsűrítésen túl a hálózat bővítése is befejeződik, amely azt is jelenti, hogy a szolgáltatás lefedettsége eléri a kívánt, országos szintet.



1. ábra Hálózati RTK lefedettség, 2009 nyarán

Transzformáció

A GNSS technológiával végzett helymeghatározás középpontja – megfelelő mérési körülmények mellett – egy-két centiméter az ETRS89 rendszerben. Sajnos, a pont EOV koordináta-rendszerbe történő átszámítása után ez a pontosság sokat romolhat. Ezért elengedhetetlen a minél pontosabb, egységesen használt transzformációs eljárás alkalmazása. Az év elején kiadtuk a FÖMI által fejlesztett, ingyenes EHT² szoftvernek pontosított verzióját, amely a két rendszer közötti (utólagos) átszámítást teszi lehetővé az ország tetszőleges pontján. Az új verzióba pontosított geoidunduláció értékek szerepelnek, amelyek lényegesen javítják az átszámítás pontosságát magassági értelemben. Hegyvidékes területen – ahol a geoid gyorsabban változik – több centiméteres

javulást is eredményezett az új EHT², amelynek további előnye, hogy az átszámítás immár mindkét irányban lehetséges, azaz az eddigi ETRF koordinátákból EOVS rendszerbe transzformálás mellett a visszafelé számítás is megoldott.

Az EHT² programmal összhangban, a valós idejű transzformációhoz használható VITEL (Valós Idejű Transzformációs ELjárás) szoftvernek is közreadtuk a pontosított, VITEL2009 nevű verzióját. A VITEL használhatóságának feltétele (a licenc vásárlásán túl), hogy a felhasználó GNSS vevőjébe be lehessen azt építeni. Ez sajnos a mai napig nem megoldott minden műszertípusnál. Ilyen vevővel rendelkezők számára jó hír, hogy a közeljövőben bevezetésre kerül egy új, valós idejű transzformációs megoldás, amelynek lényege, hogy az átszámításhoz szükséges paramétereket – a felhasználó pozíciójára lokalizálva – a sugárzott korrekciókkal együtt továbbítjuk a rover vevőbe, amely értelmezve az új üzenettípust, azonnal el tudja végezni a számítást. Ez az eljárás ugyanazt a pontosságot biztosítja majd, mint a VITEL, ugyanakkor a felhasználóknak nem kell a műszergyártók ígért (vagy nem ígért) fejlesztésére várniuk, hogy a VITEL használatát számukra is elérhetővé tegyék.

A szolgáltatással összefüggő ideai fejlesztések

Az idei évben – hasonlóan a korábbi évekhez – több olyan fejlesztést is végeztünk, amelyek ugyan nem a szolgáltatás minőségét célozták, de szorosan összefüggnek a rendszerünk használatával, és további kiegészítő lehetőségeket biztosítanak felhasználóink számára.

Rendelkezésre állás

A havi rendelkezésre állás százalékos értékeinek közzététele ugyan nem egy új alkalmazás, mégis fontos abból a szempontból, hogy a valós idejű korrekciók használatához kötött szerződést mennyire tarjuk be. Az Általános Szerződési Feltételek (ÁSZF) mellékletében évi 95%-os rendelkezésre állást garantálunk, munkanapokon 7:30 és 19:00 óra között. Szintén az ÁSZF definiálja a hibás teljesítés feltételeit. Egy olyan kiegészítő rendszernek, amire több száz felhasználó támaszkodik, kötelessége garantálni az igen magas rendelkezésre állást, hogy azt megbízhatóan lehessen használni és tervezni vele. Továbbá szintén kötelező a vállalt szintet tartani és azt mérőszá-

mokkal bizonyítani is. Örömmel tudjuk mondani, hogy az eddigi éves rendelkezésre állás értéke meghaladja a 99,5%-ot!

Fórum

Felhasználóink számára az év elején elindítottunk egy fórumot honlapunkon. A fórum célja, hogy felhasználóink közérdekű információkat, tapasztalatokat osszanak meg egymással, amelyek mások segítségére is lehetnek, illetve, hogy általános érdeklődésre számot tartó kérdéseket tegyenek fel a szolgáltatás üzemeltetőinek. Jelenleg alacsony aktivitást mutat a használata, de a lehetőség adott minden regisztrált felhasználónak, hogy hozzászóljon bármely témához. A fórum témáinak megtekintése bárki számára engedélyezett.

Monitorállomások

Az ország különböző területein elhelyezett monitorállomások közvetlen és életszerű visszajelzést adhatnak a rendszer és a szolgáltatás minőségéről, aktuális állapotáról. Jelenleg két ilyen állomást telepítettünk, az egyik Budapesten a Földmérési és Távérzékelési Intézet Bosnyák téri épületének tetején található, a másik Nyírbátorba került (egy korábbi referenciaállomás helyére). A két helyszín kiválasztásánál szempont volt, hogy az egyik állomás (Budapest) ideálisnak mondható helyen, az állomáshálózat középső, sűrű részén legyen, míg a másik monitorállomás (Nyírbátor) az állomások által lefedett terület szélére kerüljön, ahol bizonytalanabb megoldás várható. A honlapon megtalálhatók lesznek az állomások koordinátái és az egyéb minőségi mutatószámok idősorai, amelyek gyors és azonnali visszajelzést adnak a rendszer működését esetlegesen zavaró körülmények hatásáról.

GNSSnet.hu Monitor

A monitorállomások – mint tényleges rover vevők – azt mutatják, hogy azon az adott ponton a rendszerünk által sugárzott korrekciókkal hogyan tud működni egy felhasználói GNSS vevő. Ugyanakkor a teljes hálózatra vonatkozó paraméterekre csak következtetni lehet belőlük, így szükségesnek tartottuk olyan ellenőrző programok létrehozását, amelyek segítségével bárki megtekintheti a hálózatra jellemző legfontosabb paramétereket (2. ábra). Ezek különféle grafikonok formájában ed-

dig is elérhetőek voltak a honlapon, az idei évben ezeket optimalizáltuk terepi használatra is. Minimalizáltuk az oldalak méretét, így könnyen és gyorsan behívható egy PDA böngészőjével, vagy egy modernebb GNSS vevő kontrollerével, de akár egy internetezésre alkalmas mobiltelefonnal is. Az oldal elérhető a honlapon keresztül is (ami leírást is tartalmaz), vagy közvetlenül az alábbi címen: www.gnssnet.hu/pda.

A kezdőoldalon összefoglaltuk a szolgáltatás minőségére jellemző fontosabb aktuális paramétereket, amelyek az alábbiak:

- a hálózatban jelenleg működő állomások száma az összes állomáshoz képest,
- a működő állomások által észlelt valamint fix (ezekre sikerült feloldani a ciklus-többértelműséget) GPS és GLONASS műholdak átlagos száma,
- a jelenleg elérhető Ntrip csatlakozási pontok (ún. Mountpoint-ok) száma, a lehetséges összeshez viszonyítva,
- az ionoszférikus rendellenesség (IR) aktuális értéke, szétválasztva a nyugati és keleti országrészre.

Az oldalak alján látható UTC idő az aktuális értékek vonatkozási idejét mutatja. A monitorozás késése maximálisan 1–2 perc.

A paraméterek mögött adott színű jelzés segít ránézésre eldönteni, hogy annak értéke elfogadható szinten van-e. Zöld jelzés van akkor, ha az érték ideálisnak mondható. Sárga jelzés esetén a paraméter értéke jelentősen romlott. Ilyen esetben érdemes nagyobb körtekintéssel, több ellenőrzéssel végezni a terepi munkát és a részletes információkat is átnézni. Bizonyos küszöbérték átlépése után piros jelzés mutatja, hogy az adott paraméter elérte azt a kritikus szintet, amely már egyértelműen rontja a szolgáltatás minőségét, használhatóságát. Ilyen esetben érdemes kapcsolatba lépni a GNSS Szolgáltató Központtal felvilágosításért.

A GNSSnet.hu Monitor további oldalai a rendszer-paraméterek egy-egy szegmensét mutatják részletesebben. Az „Állomás” oldal egyesével mutatja meg az állomások működését, hogy mennyi ideje folyamatos a szolgáltatás, továbbá mennyi az észlelt és fix GPS és GLONASS műholdak száma. Piros szín jelzi, ha az állomás jelenleg nem érhető el. A „Stream” oldal a felhasználók által elérhető Ntrip csatlakozási

GNSSnet.hu Monitor	
Hálózat Állomás Stream Légkör Skyplot	
Jelenleg aktív állomások:	44 / 44
GPS fix / észlelt műholdak:	8 / 9
GLO fix / észlelt műholdak:	5 / 6
Jelenleg elérhető streamek:	15 / 15
Ionoszféra állapot nyugaton:	0.011 m
Ionoszféra állapot keleten:	0.011 m
2009-08-17 11:10 UTC	

2. ábra GNSSnet.hu Monitor képernyőképe

pontok, korrekció-típusok (RTK és DGPS szolgáltatás fajták) elérhetőségét mutatja. Zöld jelzés és OK felirat esetén az adott korrekció-típus elérhető. Hiba esetén – annak jellegetől függően – narancssárga, piros, vagy szürke szín jelenik meg az adott csatlakozási pont neve mellett. A „Légkör” oldal az ionoszféra és troposzféra aktuális hatását szemlélteti ionoszférikus rendellenesség

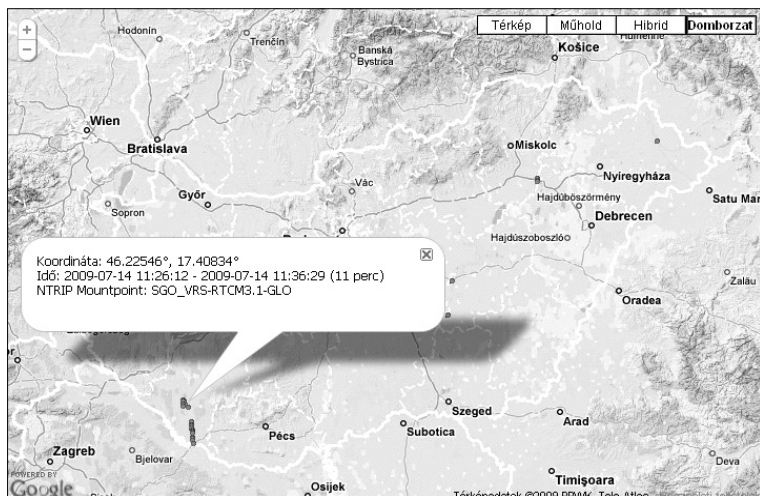
(IR) és hálózati maradékhiba ábrákkal. Alacsony érték mellett (3 cm alatt) nem okozhat problémát a mérésben; magasabb érték (3 cm fölött), azaz megnövekedett ionoszféra aktivitás esetén, lassabb inicializálásra kell számítani és célszerű az inicializálás helyességéről ellenőrző méréssel meggyőződni.

A „Skyplot” ábra a hálózatra vonatkozó átlagos, aktuális égbolt képet szimbolizálja. Mutatja az észlelhető GPS és GLONASS műholdak pilanatanynyi pozícióját, azok azimut- és magassági szög értékei alapján, amelyek felsorolás jelleggel táblázatban is láthatók. Ezek az adatok – mint újdonság – teljes oldalon szintén elérhetőek a honlapon.

Visszajelzések alapján megállapíthatjuk, hogy a GNSSnet.hu Monitor valóban elérte célját és elnyerte a felhasználók tetszését, akik így maguk is gyorsan ellenőrizhetik a terepen a rendszerünk működését. Mérési nehézség esetén jobban tudják, hol keressék a problémát, egyáltalán érdemes-e kapcsolatba lépni a GSzK-tal, vagy saját vevőjük beállításait érdemes újra ellenőrizni. Ezzel időt és energiát tudnak megspórolni maguknak és a Szolgáltató Központnak is.

Belépések térképes megjelenítése

Néhány hónapja érhető el a honlap „Regisztrált felhasználóknak” című menüpontja alatt az a lehetőség, hogy a valós idejű korrekciók használatának idejét és helyét ne csak a havonta készülő, felsorolás-jellegű részletes számlában tekinthessék meg a felhasználóink, hanem ezek az adatok most már Google Maps térképen is megjeleníthetők (3. ábra). A fejlesztés célja szintén a könnyebb áttekinthetőség. A térképre felkerül az adott hónapban történt összes belépés pozíciója a rendszerhez beérkezett első koordináták alapján, valamint az adott belépéshez tartozó használati idő és a kiválasztott Ntrip mountpoint neve is, ami az adott belépés pontjára kattintva jelenik



3. ábra Havi belépések térképes megjelenítése

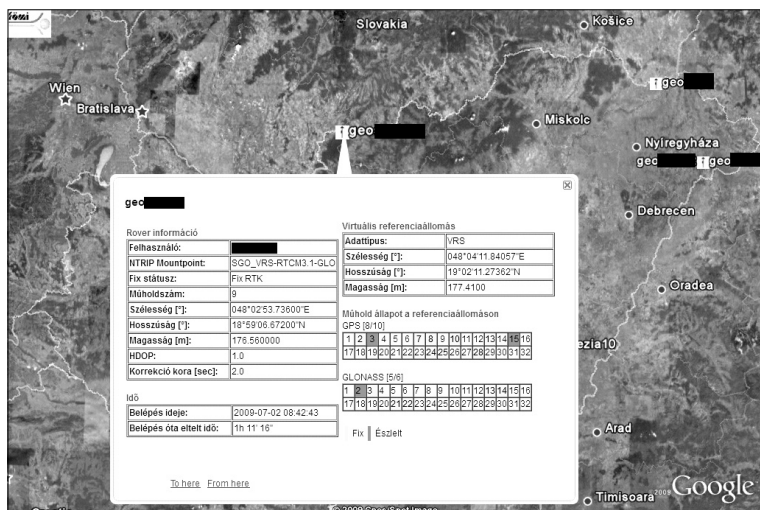
meg. Ezzel a fejlesztéssel vizuálisan visszanezhető, pontosan hol és mikor dolgoztak a terepen. Az új szolgáltatásról pozitív visszajelzéseket kaptunk, hasznosnak találták az új lehetőséget.

Rover flottakövetés

Amennyiben egy (nagyobb) cég további ellenőrzést, felügyeletet szeretne a GNSS műszerei felett, lehetőség van ún. flottakövetést kérni a GSzK-tól. Ez több dologban is különbözik az imént említett térképes megjelenítéstől. A legfontosabb eltérés, hogy amíg az előbbinél a használat csak utólag (havonta frissülve) tekinthető meg, addig a flottakövetésnél valós időben figyelhetjük azt. A rend-

észlelt műholdszám, pontossági értékek, idő paraméterek, legközelebbi vagy virtuális referenciaállomás koordinátái. A flottakövetéshez két felület tartozik, az egyik – gyors ellenőrzéshez – a roverek adatainak táblázatos megjelenítése egy adott weblapon, a másik esetben Google Earth térképen jeleníthető meg a felhasználók aktuális pozíciója (4. ábra), amire rákattintva előjönnek a roverre jellemző paraméter-értékek.

A rover-flottát követő rendszer még fejlesztés alatt áll (várható néhány változtatás rajta), de már konkrét felhasználói igény esetén elérhető. Fontos megemlíteni, hogy ez a szolgáltatás jelentős információ-többletet tartalmaz, így külön (éves) előfizetési díj tartozik hozzá.



4. ábra Flottakövető rendszer Google Earth segítségével

szer 10–20 másodpercenként frissíti az adatokat. Ebből következően egy belépéshez nem csupán egy pozíció fog tartozni, hanem láthatjuk egy belépésen belül a rover vevő mozgását is. További előnye az alkalmazásnak, hogy a különböző felhasználónevekhez tartozó használatokat nem csak külön-külön lehet megtekinteni, hanem egy cég összes hozzájárulása egyszerre, egy térképen is megjeleníthető. Az aktuális pozíció mellett a roverre jellemző legfontosabb paraméterek is megtekinthetők: a használt korrekció típusa, fix státusz,

Igazolás

Folyamatban van a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 1996. évi LXXVI. törvény [illetve annak végrehajtásáról szóló 16/1997. (III. 5.) FM rendelet] módosítása, amely kiterjed a GNSS szolgáltatás szabályozására is. Ennek keretében, a valós idejű GNSS szolgáltatást igénybe vevőnek a munka átvételénél igazolniuk kell, hogy az állami földmérés referenciarendszerét használták. Mivel a leadott munkarészekből sok esetben eddig ez nem derült

ki, újfajta igazolás bevezetését kezdeményeztük, amely a GNSS Szolgáltató Központ honlapján („Regisztrált felhasználóknak” menüpont alatt) található ellenőrző rendszer segítségével készül. Az igazolás tulajdonképpen egy lista, amely azt mutatja, hogy az állami földmérés rendszerét használva mikor történtek a be-, illetve kilépések a felhasználó által megadott időszakban. Az igazolást – a többi munkarésszel együtt – szintén le kell majd adni a földhivatalnak. Az igazolás tartalmaz egy nyolc karakterből álló azonosítót, amely alapján a földhivatal elektronikusan ellenőrizni tudja annak hitelességét. A földhivatal ezt a lekérdezést a honlapon a „Földhivataloknak” menüpont alatt érheti el az azonosító beírásával. Eredményként meg kell kapnia a leadott vállalkozói igazolás másolatát. Az adott belépések megjelennek térképen is, melyet kinagyítva és rákattintva valamelyik pontra, megjelenik a mérés helye, ideje. A rendszer jelenleg tesztelés alatt áll. Általános használatának feltétele a földhivatali nyílt Internet-elérés. Az igazolások készítésének szükségességéről a felhasználók időben értesítést kapnak.

A cikkben ismertetett minőségi fejlesztések növelik a helymeghatározás megbízhatóságát, és megkönnyítik a felhasználók munkáját. Mivel ezek a tényezők minden időben tovább javíthatók – ezen dolgoznak a GNSS alaprendszerek fejlesztői, a GNSS műszerek gyártói és a kiegészítő rendszerek fenntartói is – további jelentős fejlesztések várhatók. Ezek közül is kiemelkedik az európai alaprendszer, a Galileo jövőbeli belépése.

IRODALOM

1. *Busics Gy., Horváth T.* (2006): Új lehetőség a geodéziai pontmeghatározásban: a hálózati RTK. *Geodézia és Kartográfia*, 2006/4, pp. 9–16.
2. *Borza T., Galambos I., Horváth T., Kenyeres A.* (2007): Célegyenesben a hazai GNSS kiegészítő rendszer építése. *Geodézia és Kartográfia*, 2007/6, pp. 13–22.
3. *Borza T., Galambos I., Horváth T., Mnyerczán A.* (2007): RENDSZER FEJLESZTÉSI TERV a GNSS Szolgáltató Központ rendelkezésre állásának javítására. FÖMI, 2007. december.
4. *Horváth T.* (2008): A GNSSnet.hu szolgáltatás jelene és jövője. /Geomatika Szeminárium,/ Sopron, 2008. november 6–7.
5. *Borza T.* (2009): A GNSS technika hazai alkalmazása és szabályozása. *Geodézia és Kartográfia* 2009/8.

Improvements of the Hungarian GNSS Positioning Service

Mnyerczán, A.

Summary

For precise and (cost) effective positioning with GNSS technique an additional ground based GNSS infrastructure is required. In Hungary this infrastructure – based on many permanent reference stations – is called GNSSnet.hu system. After many years development – building new stations and including stations from the neighbouring countries – the system reaches its final appearance. Now we cover the whole country not only with GPS but also with GLONASS network corrections as a service. Most of the stations have (again) a stable, leased line connection into our servers, which is necessary for reliable operation.

This year we developed more applications that can make field work easier and more controllable, like a monitoring software for field surveyors, a real time fleet management of rovers, and an official control system for Land Registry Offices. We also deployed two GNSS monitor stations.