



A GNSS technológia alkalmazása a vasúti gépek abszolút értelmű pozicionálásában



Gombás László mérnök-közgazdász,
Horváth Zsolt földmérőmérnök
Leica Geosystems Hungary Kft.

Bevezetés

Jelen cikk a *GNSS technológia alkalmazása a szelvényezés azonosításában* kutatás-fejlesztési feladat keretében készült tanulmány alapján íródott. A tanulmány 2006-ban a *MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.* által, *Béli János* ügyvezető úr vezetése alatt, *Végi József* fejlesztési osztályvezető szakmai irányításával készült. Az összehasonlítás alapjául szolgáló referencia geometriát, valamint e geometria és a tesztmérések eredményei közötti eltérések a *szekszárdi Geodéziai Kft.* állította elő. A tesztmérés a *Leica Geosystems AG* műszereivel történt. A mérések feldolgozását, elemzését, a nemzetközi kapcsolatokat és kitekintést a *Leica Geosystems AG* magyarországi és külföldi szakemberei biztosították.

A tanulmány célja, hogy mind empirikus úton, mind pedig nemzetközi kitekintések alapján megbízhatóan választ adjon az alábbi kérdésekre:

- a mozgó vasúti munkajárművek abszolút rendszerbeli vízszintes értelmű pozicionálása jelenleg (2006) milyen pontossági és megbízhatósági keretek között oldható meg a GNSS technológia alkalmazásával?
- milyen új alkalmazásokra nyújt lehetőséget és/vagy a meglévő alkalmazásokat mennyiben teszi hatékonyabbá az abszolút helymeghatározási módszer és azon belül a GNSS technológia használata?

A tanulmány eredményei két módszer alapján születtek:

- valós körülmények között, terepen végzett kísérlet,
- nemzetközi gyakorlatok feldolgozása (kitekintés jelleggel, melyről a *Geodézia és Kartográfia* egy következő számában számolunk be).

A terepi kísérlet során egy átlagos terepi tulajdonságokkal rendelkező (nyílt, valamint erdővel övezett, felüljáróval ellátott íves) szakaszt földi

terepi RTK GPS méréssel való térképévezése történiz meg. Az ebből előállított térbeli adatokat, mint referencia geometriát használtuk. A kérdéses szakaszon egy GPS-szel felszerelt mérővonat 20 km/h, 60 km/h és 100 km/h sebességgel odavissza méréseket végzett. A GPS méréseket mind RTK (valósídejű), mind utófeldolgozásos módban számítottuk. Az így született 12 mérés eredményeit egyenként hasonlítottuk össze a pontosnak tekintett referencia geometriával. Az összehasonlítás során a mérővonat által mért pontok és a referencia geometria (vasúttengely), mint vonallánc mérőleges távolságait (ordinátáit) gyűjtöttük le szoftveres úton. Az eltérésekből elemi statisztikai elemzések (homogenitás vizsgálat, rész- és főátlag számítás, rész- és főszórás számítás) alapján hoztuk meg következtetéseinket.

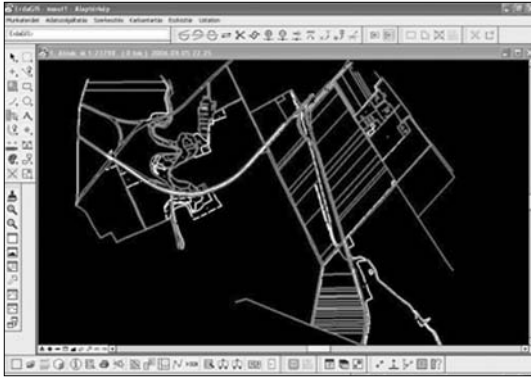
Mivel a tanulmány nem földmérő kollégák számára készült, így a matematikai statisztika fogalmaival éltünk a földmérési terminológia helyett. Továbbá a nemzetközi vasúti szóhasználatban –és mi is ezt követtük– az abszolút helymeghatározás minden, a hagyományos geodézia és a GPS témakörbe tartozó helymeghatározás értenek, míg relatív helymeghatározásnak a hektométerkövektől útheadával számított relatív elmozdulást tekintik.

A nemzetközi gyakorlat feldolgozása során vizsgáltuk az UIC (International Union of Railways) TMG (Track Machine Guidance) projektjének eredményeit, a tanulmány témájával kapcsolatosan publikált szakirodalmat, valamint a külföldi tanulmányúton szerzett tapasztalatokat.

1. A terepi kísérlet

1.1. A referencia geometria előállítása

A kísérlet referencia geometriájául szolgáló adatokat a *Geodézia Kft.* állította elő. A mérések 2006. 03. 16.-án készültek Lepsény külterületén az F2 szabályzat előírásai szerint. A *Geodézia*



1. ábra A Geodézia Kft. által készített digitális térkép



2. ábra Az FMK 007 mérőkocsi

Kft. a vasúti pályatest és közvetlen környezetének felmérését végezték el, melynek során 109 db. részletpontot mértek be. A pontokat sajátbázisú valósídejű kinematikus GPS (RTK) méréssel határozták meg. A bázis vevőt a 44-1305 alapponton állították fel, és ellenőrzésként mérések történtek a 44-1307 alapponton is.

Következő lépésként a pontokból a Kft. digitális térképet készített, melyet illesztett az ErdaGIS térinformatikai rendszerébe (1. ábra).

1.2. A kísérleti mérés

A kísérleti mérést 2006. november 16-án a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. FMK 007 Felépítményvizsgáló mérőkocsiján végeztük.

A méréshez Leica GX1230 GG vevőt, Leica AX1202 GG antennát használtuk. A mérések bázisaként a FÖMI permanens GPS hálózatának székesfehérvári állomása (SZFV) szolgált.

Mind a fenti referenciaállomáson, mind a mérőkocsi fedélzetén működő GPS vevők másodpercenkénti tárolással dolgoztak. A fenti referenciaállomásról a korrekciós adatok valós időben GSM kapcsolat útján jutottak a fedélzeti vevőbe. Az utófeldolgozáshoz szükséges adatokat RINEX formátumban a Földmérési és Távérzékelési Intézet Kozmikus Geodéziai Observatóriumának (FÖMI KGO) szolgálatától szereztük be.

Mivel a referenciamezés a sítengelyre vonatkozott, így a kísérleti mérést is erre vonatkoztattuk. Az egyszerűség kedvéért (hogy ne kelljen külpontossági értékeket számolni), az antenna felszerelése úgy történt, hogy a fáziscentrumon áthaladó függővonal a sítengelyre mutatott. Antenna magassága egységesen 4,30 m volt.

A vizsgálandó teszt terület a Lepsény és Aliga közé eső, a 958+00 és 988+00 szelvényszámok



3. ábra A Leica GX1230 GG vevő

által közrefogott szakasz volt. Mivel az adott napon más, a MÁV KfV Kft.-nek rutinfeladatokat jelentő méréseket is végre kellett hajtani, a legelső mérési vonal Siófoktól Szabadbattyánig terjedt, majd Szabadbattyántól Aligáig a visszamérés során. Ezt követően Aliga és Lepsény között ingáztunk.

1.3. A mérés feldolgozása, elemzése

Mivel részben RTK mérést végeztünk, a valósídejű feldolgozás is értelemszerűen azonnal megtörtént a fedélzetén. A GPS WGS84 rendszerből a VITEL transzformációs szoftverrel számítottuk át a koordinátákat a EOVS rendszerbe.

A tesztmérés során keletkezett koordináták (pontfelhő) és a referencia geometria, mint vonal-lánc közötti merőleges eltéréseket szoftveres úton számította a Geodézia Kft.

Ily módon minden egyes mérési periódusra – összesen 12 – létrejött egy-egy eltérés fájl.

A továbbiakban minden eltérés fájlban képeztük a referenciától való eltérést, azok átlagát,

illette a szórásat. A GPS mérés rendkívül összetett folyamat, melyre számos tényező hat. Ennek megfelelően először az eltérések, mint sokaság homogenitását kellett vizsgálni, mivel a középértékek és szóródási mutatók hitelesen csak homogén sokaságra értelmezhetők. A homogenitás vizsgálat során az egyes eltérés előfordulások gyakoriságát képeztük, majd vizsgáltuk a sokaság móduszát (a leggyakrabban előforduló érték, ami normál eloszlás esetén megegyezik a középértékkel). A jellemzően egy móduszú sokaságot tekintettük homogén mérésnek.

A két módusz arra utal, hogy nem tekinthető a sokaság homogénnek, tehát két csoportra kell bontanunk a mérési eredményeket, és csoportonként is képeznünk kell a rész-átlagokat és szórásokat.

1.4. A homogenitás vizsgálat eredménye

A középértékek és szóródási mutatók csak homogén (egy móduszú) sokaság esetén képviselik a vizsgált adatok jellemzőit. Heterogén sokaság esetén, az összes adatra kiszámolt átlagok és szóródási mutatók összemoszák a jellegzetességeket, ezért első lépésben meg kell határozni az ún. csoportképző ismérveket, azaz a különböző csoportokba rendeződés okait. Tudományos igényű elemzések során ez klaszteranalízissel hajtható végre, de jelen tanulmány esetén ilyen mélységű elemzésre nincs szükség. Ismerve a GPS mérések jellegzetességeit, logikai úton is felfedezhetők az okok.

A vizsgálatok minden esetben két móduszú, tehát heterogén sokaságot mutattak. Ennek alapján egyértelműen látható volt, hogy minden mért periódus felbontható egy viszonylag nagy pontosságú (cm) és egy közepesen pontos (dm) csoportra. Valamilyen oknál fogva tehát zavar támadt a GPS mérésben.

Mivel a 12 mérés végrehajtása időben egymástól függetlenül történt, ugyanakkor minden mérésben megfigyelhető ez a kettősség, nem tulajdonítható a jelenség egy bizonyos időpontban bekövetkező eseménynek (pl. adott napszakhoz kötött műholdszám csökkenés, ami általános dél előtt 11:30 és délután 12:30 között). Ebből az következik, hogy vagy valamilyen időben periodikus zavar merült fel a nap folyamán, vagy nem időhöz, hanem a térhez, azaz egy bizonyos földrajzi helyhez köthető a probléma.

Azt, hogy a nap folyamán történt-e valamilyen globális, időben periodikus zavar, a legkönnyebben úgy ellenőrizhetjük, hogy a székesfehérvári

permanens állomás adott napra vonatkozó adatait Interneten keresztül (www.gpsnet.hu) lekérjük és megvizsgáljuk. Az ellenőrzés során kiderült, hogy a kísérlet napján a permanens állomás észlelése ideális volt. Ugyanakkor tudnunk kell, hogy a 3D pozíció meghatározás feltétele, hogy mind a mozgó vevő, mind a permanens állomás ugyanazon időben ugyanazt a legalább négy műholdat „lássa”, továbbá a mindenkori közös négy műholdak túl gyakran ne cserélődjének.

A közös műholdak vizsgálata során kiderült, hogy valamilyen terepi akadály okozta a műholdak elvesztését egy adott földrajzi helyen. Ezt a feltételezésünket alátámaszthatjuk, ha a homogenitás vizsgálat során a dm pontosságú csoportoknál megnézzük a móduszok koordinátáit. A vizsgálatot elvégezve azt tapasztaltuk, hogy az anomáliák valóban egy bizonyos földrajzi hely köré csoportosultak, ez pedig – mint utólag kiderült – valóban egy vasúti felüljárónak volt köszönhető.

Megtaláltuk tehát a mérési eredmények csoportképző ismérveit. Ennek alapján a néhány cm pontosságú csoport a nyílt terepen elérhető GPS mérési pontosságot képviseli, míg a másik csoport azt mutatja, mi történik akkor, ha a vonat egy átlagos felüljáró alatt halad át. A továbbiakban mindkét helyzetet egymástól függetlenül elemezzük (részsokaságok) és együtt is (fősokaság), mivel a gyakorlati alkalmazás során az a természetes, hogy időről időre áthalad a vonat valamilyen, a műholdláthatóságot akadályozó objektum alatt.

1.5. Az eltérések elemzése

A különböző mérési módokban és sebességeknél, az előbb meghatározott csoportokban született eredményeket az 1. táblázat mutatja.

A táblázatot áttanulmányozva láthatjuk, hogy a referenciától való átlagos eltérések és szórások függenek a mérési módtól (valósídejű/utófeldolgozás), illetve a sebességektől.

Az értékek alakulását vizsgáljuk meg a sebesség, és ezen belül a mérési módok függvényében. (2. táblázat)

Látható, hogy az egyes sebességi kategóriákon belül is különbség van a valósídejű és az utófeldolgozásos mód között. Külön érdekesség, hogy jellemzően a valósídejű értékek a jobbak. Ami a sebességeket illeti, a különbségek nem egyértelműek sem a valósídejű, sem az utófeldolgozásos módban. Nem látszik egyértelmű összefüggés a

1. táblázat

Az eltérések elemzése

Általános adatok				Zavartalan mérések csoportja (1.Részsokaság)				Kitakarás miatt megzavart mérés (2.Részsokaság)			Teljes tesztmérés (Fősokaság)		
Fájlnev	Mérési mód	Viszonylat	Sebesség (km/h)	Pontszám (db)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Pontszám (db)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Pontszám (db)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	
A2_vissza_100_RTK	RTK	Szabadbattyán – Aliga	100	60	0,035	0,026	38	0,187	0,066	98	0,094	0,088	
A2_vissza_100_Postp	Utó-feldolg.	Szabadbattyán – Aliga	100	59	0,034	0,026	37	0,781	1,573	96	0,322	1,035	
Lepseny-Aliga_c1_vissza_60_RTK	RTK	Lepsény – Aliga	60	111	0,053	0,041	69	0,281	0,037	180	0,141	0,118	
Lepseny-Aliga_c1_vissza_6a_Postp	Utó-feldolg.	Lepsény-Aliga	60	112	0,082	0,063	69	0,272	0,034	182	0,154	0,107	
Aliga-Lepsény_c2_oda_60_RTK	RTK	Aliga-Lepsény	60	139	0,046	0,033	63	0,266	0,045	202	0,115	0,109	
Aliga-Lepsény_c2_oda_60_Postp	Utó-feldolg.	Aliga-Lepsény	60	135	0,040	0,029	70	0,272	0,046	205	0,119	0,116	
Alig-Lepsény_b1_oda_20_RTK	RTK	Aliga – Lepsény	20	250	0,041	0,028	204	0,319	0,048	454	0,166	0,144	
Alig-Lepsény_b1_oda_20_Postp	Utó-feldolg.	Aliga-Lepsény	20	268	0,120	0,088	187	0,345	0,085	455	0,213	0,141	
Lepseny-Aliga_b2_vissza_20_RTK	RTK	Lepsény-Aliga	20	283	0,041	0,035	170	0,311	0,036	453	0,142	0,136	
Lepseny-Aliga_b2_20_Postp	Utó-feldolg.	Lepsény – Aliga	20	283	0,042	0,039	167	0,314	0,028	450	0,143	0,136	

2. táblázat

Eltérések a sebesség és a mérési módok függvényében

		Zavartalan mérések csoportja (1. Részsokaság)			Kitakarás miatt megzavart mérés (2. Részsokaság)		Teljes tesztmérés (Fősokaság)	
Mérési mód	Sebesség (km/h)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	
RTK	100	0,035	0,026	0,187	0,066	0,094	0,088	
Utófeldolg.	100	0,034	0,026	0,781	1,573	0,322	1,035	
Átlag	100	0,034	0,026	0,484	0,82	0,208	0,562	
RTK	60	0,05	0,037	0,274	0,041	0,128	0,114	
Utófeldolg.	60	0,061	0,046	0,272	0,04	0,136	0,112	
Átlag	60	0,056	0,042	0,273	0,04	0,132	0,113	
RTK	20	0,041	0,032	0,320	0,042	0,154	0,140	
Utófeld.	20	0,080	0,064	0,330	0,056	0,178	0,138	
Átlag	20	0,06	0,048	0,325	0,049	0,166	0,139	

3. táblázat

Eltérések a mérési módok függvényében

Mérési mód	Zavartalan mérések csoportja (1. Részsokaság)		Kitakarás miatt megzavart mérés (2. Részsokaság)		Teljes tesztmérés (Fősokaság)	
	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)
RTK	0,043	0,033	0,273	0,047	0,131	0,119
Utófeldolg.	0,064	0,049	0,397	0,353	0,190	0,307

4. táblázat

Átlagos eltérések és szórások

Zavartalan mérések csoportja (1. Részsokaság)		Kitakarás miatt megzavart mérés (2. Részsokaság)		Teljes tesztmérés (Fősokaság)	
Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)	Eltérések átlaga (m)	Szórás (m)
0,053	0,041	0,335	0,2	0,161	0,213

sebesség és a pontosság alakulása között. Ez abból is, adódhat, hogy ugyanazon hosszúságú pályán a nagyobb sebesség miatt kevesebb vizsgált pont keletkezett.

Csak ennek a kísérletnek az eredményeit tekintve kimondható, hogy a GPS mérés pontosságát egyértelműen befolyásolja a sebesség, de ez nem jelent nagyságrendi pontosságromlást. Más kérdés, hogy a növekvő sebességnél adott pozíciófrissítési és tárolási intervallumot feltételezve (pl. 1 sec), a tárolt pontok közötti távolság nő, így a létrehozott geometria (pl. síntengely vonalvezetése) már nem a valóságot tükrözi vissza (pl. ívekben).

Szorosabb összefüggések láthatók a mérési módok között (3. táblázat).

Ha a sebességektől függetlenül képezzük a valósídejű és utófeldolgozásos értékek átlagait, váratlan eredményeket kapunk. A számok alapján a valósídejű mérés bizonyul pontosabbnak és megbízhatóbbnak. Ez éppen ellenkezője az elvárásoknak, hiszen a valósídejű méréseket az utófeldolgozásos mérésekkel szemben további hibaforrás terheli. Ez a hibaforrás a korrekciós adatokat valósídejűben továbbító kommunikáció (GSM, GPRS). Valószínű, hogy a valósághoz az utófeldolgozás eredményei állnak közelebb, és a rendhagyó értékek annak köszönhetőek, hogy az eltérések képzéséhez felhasznált referencia geometria meghatározása is valósídejű felméréssel történt. Ennél fogva a referencia geometria is hasonló hibákkal terhelt, mint a mérőkocsin végzett RTK mérés, tehát a két mérés eredményei közelebb állnak egymáshoz. Mivel itt is kis eltérésekről van szó, jelen vizsgálódásunkat tekintve ennek nincs jelentősége. A tanulság az, hogy

tudományos szintű elemzés esetén ügyelni kell arra, hogy a referenciának használt geometriát is ugyanolyan mérési módszerrel kell meghatározni, mint ami a tesztmérésnél történik (RTK-t az RTK-val, utófeldolgozást az utófeldolgozással összehasonlíttani).

A kísérlet alapján kimondható, hogy elvileg nincs nagyságrendi pontossági különbség a vasúti alkalmazásoknál a valósídejű és az utófeldolgozásos módszer között. Tudva azonban, hogy a valósídejű alkalmazások mennyire érzékenyek a háttér infrastruktúrára (GPS permanens hálózat működése, elhelyezkedése, GSM hálózat működése stb.), a megfelelő pontosság jelenleg (2006-os állapot, azóta sokat javult!) még nagy bizonytalansággal párosul országos méretekben.

Végül nézzük meg, miként alakulnak a mérési módok a mérési módtól és sebességtől függetlenül. A 4. táblázatban az összes mérésből számított átlagos eltérések és szórások találhatók.

A táblázat alapján kimondható, hogy 20–100 km/h óra sebesség esetén relatív kód- és fázis-mérés esetén (akár RTK, akár utófeldolgozás):

- nyílt pályán, jó kilátással az égboltra átlagosan 5–10 cm pontosság elérhető;
- átlagos kitakarási események során (tehát nem alagút, sűrű erdő, beépített terület stb.) 30 cm–1 m körüli pontosságra számíthatunk;
- mivel a vasútvonalakon általában váltakozik a nyílt terep és az átlagosnak mondható zavaró objektumok (felüljárók, mély bevágások, erdővel szegélyezett vonalak, városi beépített szakaszok), a legnagyobb valószínűséggel jelenleg vízszintes értelemben a 10–20 cm pontosság érhető el.

2. Következtetések

A fenti eredmények sok tekintetben felülmúlták várakozásainkat. Az ígéretes eredményeket tovább hangsúlyozza az a tény, hogy az elvégzett kísérlet több szempontból sem volt ideális, így a valóságban még a fentebb kimutatott értékeknél is jobb lehet a helyzet.

A GNSS technológia jelenlegi (2006-os állapot!) fejlettségi fokán a következők szerint tekinthető alkalmazhatónak a vasúti feladatokra:

2.1 Mérőkocsi pozicionálása szelvényezés azonosítására

Amennyiben a feladat a vasútdiagnosztikai mérések valamely abszolút geodéziai rendszerbe való illesztése (az eddigi relatív rendszer megtartása mellett) a GNSS technológia jelenleg 10–20 cm pontosságot biztosít vízszintes értelemben (ennek 1,5–2 szeresét magassági értelemben). Ideális esetben ez 5–10 cm is lehet. A kísérlet elvégzésének időpontjában (2006) elmondható volt, hogy használható a valósídejű (RTK) technológia szelvényazonosítási célra, de megbízhatóbb eredményt az utófeldolgozásos módszertől lehetett várni. Mivel azonban mind maga a GNSS technológia, mind a hazai szolgáltató infrastruktúra rohamosan fejlődött, jelenleg – hasonlóan a földmérési alkalmazásoknál tapasztaltakhoz – a vasúti feladatoknál is az RTK módszer válik kizárólagos gyakorlattá.

2.2 Vasúti gépvezérlés

A vasúti gépvezérlési feladatok sok esetben 3D-ben cm alatti tartományban végzett tevékenységet jelentenek. A GNSS technológia jelenlegi fejlettségi fokán *önmagában* ilyen feladatokra nem használható.

Mint azt a nemzetközi kitekintésben látni fogjuk, relatív méréssel kombinálva azonban a GNSS technológia már sok helyen napi gyakorlat a vasúti gépvezérlés területén is.

2.3 Térinformatikai alkalmazások

Tekintve, hogy a GPS-szel felszerelt mérőkocsik évente a teljes magyarországi vasútvonal hálózatot bejárják, mintegy „melléktermékül” létrehozzák annak nagy pontosságú digitális állományát (gyakorlatilag a vasúttengely digitális térképi alapját). A térinformatikai alkalmazások alapja általában a dm–m pontosságú digitális térképek.

Ilyen alkalmazásokat szolgáló digitális állomány létrehozására a mozdonyra szerelt GPS vevő tökéletesen alkalmas. Ebben az esetben a megválasztott sebesség jelent csak korlátot, mivel a sebesség növelésével nő a tárolt pozíciók közötti távolság. Így – még ha az egyes tárolt pozíciók hibahatáron belül is vannak –, a létrehozott geometria nagymértékben eltérhet a valóságtól. Ugyanakkor nem mellékes szempont, hogy nagyságrendekkel alacsonyabb költséggel lehetne így előállítani a vasúthálózat digitális nyomvonalát, mintha ezt hagyományos földi geodézia vagy más felmérési eljárással (pl. légitű) tennénk. Mindez összekapcsolva a mobil-mapping rendszerekkel, ígéretes lehetőséget biztosíthatnak különböző asset-management alkalmazások részére.

IRODALOM

- Bachmann, M.* (2006): GNSS Technology for track maintenance, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben
- Barbu, G.* (2006): Impact of the utilisation of absolute coordinates for numerical description of the track and of the related objects, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben
- Bartha Cs.* (2005): A GPS pozíciók pontosításának lehetőségei, Prezentáció, Geopro Kft
- Engel, T.* (2006): Railway Geodesy- Overview, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben
- Godart, P.* (2006): Benefits of Track Machine Guidance Based on Absolut Coordinates, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben
- Horváth T.* (2005): A magyarországi GNSS infrastruktúra, prezentáció, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék, letöltve BME honlapról 2006 novemberben
- Lahr, B.* (2006): Meilensteine auf dem Weg zu einem einheitlichen Koordinatensystem Deutsche Bahn Referenznetz „DB_REF,„ Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben
- Lunden, S.* (2004): Track Machine Guidance – Phase1 Main Report, UIC Infrastructure Commission –Technology Support Group, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

Lunden, S. (2006): Track Machine Guidance, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

Manhart, M. (2006): Projekt Absolutkorrektur mit Laser-Spiegelung project of absolute correction with laser-reflection, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

Nederlof, C.J. (2006): A clear field for optimizing track geometry, ProRail, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

Nyström P. (2004): Track Machine Guidance – Phase1 Project Review, UIC Infrastructure Commission –Technology Support Group, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

Pricewaterhousecoopers (2005) Hatástanulmány Magyarország Galileo Programban Történő Részvételéről,

Vejde, S. (2006): Machine Control and Surveying Solutions, Track Machine Guidance Seminar,

UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben

GNSS technology for track machine positioning

Gombás, L.–Horváth, Zs.

Summary

This article is the summary of a study on the RTK GPS technology possibilities in railway applications. The RTK GPS technology is widely used nowadays in precision positioning and in navigation applications. The idea of precision monitoring, rail inspection, building and maintenance performed by RTK GPS mounted on moving engines is still revolutionary in the practice of the Hungarian railways companies. A field experiment and international best practices show however that the RTK GPS is an efficient and reliable technology for GIS purpose (dm level) applications.

Kitűző (jelölő) karó, négyzögre fűrészelt, hegyezett, kötegelve, akácából ELADÓ – MEGRENDELHETŐ!

Kész méretek:

25×25×500 mm	60 Ft+ÁFA
50×50×500 mm	100 Ft+ÁFA
25×25×1000 mm	70 Ft+ÁFA
30×30×1200 mm	100 Ft+ÁFA
40×40×1500 mm	200 Ft+ÁFA

Nagyobb mennyiség esetén a kiszállítás ingyenes!

Érdeklődni lehet: Nagy Károly

Telefon: 30/256-88-33

E-mail: nagyk@cellkabel.hu