



# A GNSS technológia alkalmazása a vasúti gépek abszolút értelmű pozicionálásában\*



II. rész

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

## Bevezetés

Az előző cikkünkben terepi kísérleti méréssel igazoltuk a GNSS technológia létjogosultságát a mozgásban lévő vasúti szerelvényeken. Látuk, hogy átlagos vasúti terepi körülményeket feltételezve, viszonylag nagy sebesség esetén is dm pontosságú térbeli adatokat kaphatunk. Jelen cikkünkben nemzetközi kitekintés jelleggel arra keressük a választ, hogy a nemzetközi gyakorlatban milyen nagy pontosságú vasúti alkalmazásokban használják a GNSS rendszert. A félreértés elkerülése végett megjegyezzük, hogy a cikkben hivatkozott abszolút helymeghatározás a geodézia fogalmai szerinti helymeghatározást, míg a relatív helymeghatározás a Magyar vasútdiagnosztikai gyakorlatban a valamely kezdő ponttól, mint zéró ponttól údadóval számított „relatív” helymeghatározást jelenti.

## 1. A TMG projekt

A TMG (Track Machine Guidance – Vasúti gépezérlés) projekt stratégiai célja, hogy támogassa és előmozdítsa a valósídejú műholdas helymeghatározáson alapuló vasúti gépezérlési alkalmazásokat a hatékonyabb infrastruktúra menedzsment érdekében.

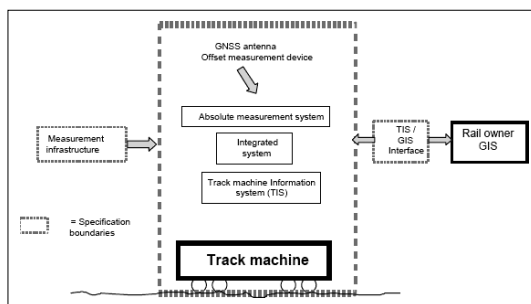
A TMG projektet az alábbi kilenc vasúttársaság finanszírozta:

- BS, Dánia
- BV, Svédország
- CFF/SBB Svájc
- JBV, Norvégia
- MÁV, Magyarország
- ProRail, Hollandia
- PKP, Lengyelország
- REFER, Portugália
- SNCB/NMBS, Belgium

\* Fizetett céges termékbemutató.

A projekt közvetlen célja, hogy műszaki követelményrendszert állítson fel a valósídejú műholdas helymeghatározáson alapuló vasúti gépezérlés rendszerek számára. A projekt két fázisból áll, melyek közül az első a műszaki megvalósíthatóságot kutatta különböző modellek (MATLAB) és szimulációk alapján. A második fázis során éles terepi működést fognak vizsgálni.

### 1.1 A TMG rendszer



1. ábra UIC: Track Machine Guidance – Phase 1, Project review, December 2004, 11. oldal

A rendszer technológiai sémája a következő (1. ábra):

#### 1.1.1 Technológiai alapelv

A TMG rendszer valósídejú abszolút helymeghatározási mérési módszer [alapvetően műholdas (GNSS) helymeghatározás] alapján támogatja a vasútépítési, pályafenntartási munkákat. A rendszer abszolút helymeghatározásért felelős egysége 3D koordinátákat (É, K, magasság) szolgáltat. A GNSS pozíciókat relatív mérési eredményekkel pontosítják.

A tervezett állapot és az abszolút mérésből számított állapot különbségéből előzetes vezérlési értékek számíthatók. A végleges értékeket a relatív

mérési eredmények bevonásával számítja a rendszer. Az abszolút és relatív mérési eredmények kombinálásához Kalman szűrést használnak.

A hatékony és eredményes működés elengedhetetlen része a pálya geometriai adatokat (pl. a tervezett állapot) szolgáltató ún. TIS (Track Machine Information System). Ez gyakorlatilag egy térinformatikai alapú információs rendszer, mely mind a tervezett, mind a megvalósult állapot téradatait tárolja, illetve biztosítja az adatcserét a TMG rendszerrel. A TIS azonban nem közvetlen eleme a TMG rendszernek, és mint ilyen nem képezi a TMG projekt kísérleti és fejlesztési tárgyát.

### 1.1.2 Rendszer áttekintés

A TGM rendszer alapvetően az alábbi, az aláverő gépekre szerelt összetevőkből áll:

- GNSS/RTK antenna és vevő,
- külpontosság mérő berendezés (Offset Measurement Device),
- TMG központi feldolgozó egység és kapcsolódó felhasználói interfész,
- külső kommunikációs eszközök,
- opcionálisan a minőségellenőrzéshez használatos kézi mérőkocsi.

### 1.1.3 A GNSS/RTK antenna és vevő

Ez az egység veszi a műholdról érkező kód- és fázis adatokat, valamint a referencia állomás korrekciós adatait és dolgozza fel 3D koordinátákká, melyek aztán a központi feldolgozó egységbe kerülnek.

### 1.1.4 Külpontosság mérő berendezés (OMD)

A GNSS/RTK antenna a kocsi tetejére kerül és (általában) az antenna középpontjának (ún. fázis centrumnak) a koordinátáját, illetve annak, a fáziscentrumon átmenő függőleges vetítő vonal mentén egy adott magassággal levetített pozícióját számolja a vevő. Attól függően azonban, hogy hová szeretnénk vonatkoztatni a mérést (pl. vágánytengely, jobb-bal sínzál stb.) további külpontossági elemeket is figyelembe kell venni, nem beszélve a kocsi mozgásából eredő (pl. túlelemelésknél történő dőlés) egyéb változó eltérések méréséről és számbevételéről. Az OMD egység feladata tehát a külpontossági elemek mérése, számítása és az antenna által mért pozíciók elvárt helyre történő vonatkoztatása.

### 1.1.5 Központi feldolgozó egység (CPU)

Itt történik a különböző forrásból érkező adatok feldolgozása (relatív mérési adatok, GPS abszolút koordináták, OMD külpontossági adatok stb.), melynek kimenete az aláverőgépet vezérlő jelek lesznek.

Ugyancsak a CPU feladata az aláverő gépről érkező adatok tárolása és utófeldolgozása a megvalósulás minőségellenőrzése céljából.

### 1.1.6 Külső kommunikáció eszközök

A GNSS/RTK egység számára a valósidejű korrekciók vételéhez rádió vagy GPRS kapcsolatra van szükség.

A pályamunkálatok abszolút helymeghatározással történő végrehajtásához szükség van az adott pálya tervezett állapotának 3D koordinátáira, az előzetesen tárolt relatív pályamérési adatokra. Mérés után az esetleges utófeldolgozáshoz, elemzéshez szintén szükség van az adatok tárolására. A legjobb megoldás a különböző adatok egységes adatbázisban való tárolása és az onnan történő kommunikáció. Ez lehet on-line, de megoldható más adattároló eszközök (pl. DVD, adatkazetta stb.) használatával is.

### 1.1.7 A működés

A TMG rendszerrel ellátott aláverőgép sematikus munkafolyamata:

1. A mobil referencia állomások felállítása a megfelelő alappontokon
2. A rendszer adatfeltöltése a központi GIS adatbázisból (digitális térképi adatok a tervezett és/vagy mérés előtti megvalósult állapotról)
3. A rendszer feltöltése a relatív mérési adatokkal a vasúti diagnosztikai adatbázisból
4. az aláverőgép irányítása a TMG rendszer segítségével
5. az eredmények visszajuttatása a vasúti diagnosztikai adatbázisba
6. Mobil referencia állomások leszerelése

### 1.1.8 A TGM rendszer alapvető funkcionális követelményei

Az abszolút sínpozíciók tűréshatárai (aláverés után)

- vízszintes értelemben:  $\pm 25$  mm,
- magassági értelemben:  $\pm 25$  mm.

### 1.1.9 Termelési követelmények

A TMG rendszernek képesnek kell lennie a fent támasztott tűréshatárokon belül működni a munkagépek átlagos 2000 m/h teljesítménye mellett.

#### 1.1.10 A projekt első fázisának értékelése

A TMG projekt megvalósíthatósági tanulmányának költség/haszon elemzése megerősítette, hogy a TMG beruházások megtérülnek.

### 1.2 Technikai megvalósíthatóság

Minden kísérő tanulmány alapján (Track Machine Guidance – Phase1, Main Report, Lundén, 2004-12-23) kijelenthető, hogy a TMG rendszer műszakilag maradéktalanul megvalósítható és alkalmazása során az eredmények az elvárt határértékeken belül vannak.

### 1.3 Költség/haszon elemzés

A megvalósíthatósági tanulmány részeként egy költség/haszon elemzés is készült a Banverket körülményeinek figyelembevételével arra nézve, hogy milyen előnyöket jelent a TGM rendszer használata az aláverő gépek munkájánál. E tanulmány eredményeit megosztották más vasúttársaságokkal, melyek szintén készítették hasonló becsléseket. Az alábbi előrejelzések durva becslésen alapulnak ugyan, de nagyságrendileg jól mutatják a várható értékeket. A jelzett költségek a TGM rendszerre és annak implementálására vonatkoznak, és nem tartalmazzák magát a vasúti gép (mérőkocsi, aláverőgép stb.) árát (1. táblázat).

A fenti összeget növelheti még egy opcionális kézikocsi az elvégzett munkák minőségellenőrzésére. Az összetevő ára nagyban függ funkciójától, mivel a ma létező változatok használhatók utólagos minőségellenőrzésre, de részben vagy egészben átvehetik a pályafenntartási, építési munkák megelőző méréseit. Durva becslés alapján ennek a szegmensnek az ára 20 000–120 000 Euró között van.

Érdemes vetni egy pillantást a fejlesztési költségekre is. Becslések szerint a fejlesztési költségek 37 000–67 000 euró között lehetnek.

Összesen tehát mintegy 207 000–457 000 Euróra tehető egy TMG rendszer kifejlesztése és munkába állítása, melyhez még hozzájön a függetlennek tekinthető kézi mérőkocsi bekerülési költsége is.

1. táblázat

Rendszer összetevő/tevékenység	Költség (1000 EUR)	
	Minimum	Maximum
<b>TMG összetevők</b>		
Az abszolút méréshez szükséges összetevők, beleértve a fedélzeti felszerelést, antennát és a két referencia vevőt	80	120
Antenna külpontosságot mérő berendezés (Offset Measurement Device)	20	150
Rendszer/hardver (számítógépek és licenkek)	10	20
Interfész a fedélzeti személyzetnek, interfész a vasúti gépen, interfész a TMG és a GIS rendszer között	17	39
<b>Összesen</b>	<b>170</b>	<b>390</b>

A haszon tekintetében a megvalósíthatósági tanulmány így összegez:

„A bizonytalanságok ellenére minden abba az irányba mutat, hogy a TMG rendszerek *hasznosak lehetnek*, feltéve, hogy a vasúttársaságok a folyamatok mindegyike esetén hasznot látnak az abszolút helymeghatározás alkalmazásában. Abban az esetben azonban, ha csak részfolyamatokban látják értelmét az abszolút helymeghatározás használatának (pl. csak pályafelújítás vagy ballaszt tisztítás stb.), akkor a beruházás nagyobb kockázatot jelent.”

## 2. Az európai vasutaknál elért eredmények

### 2.1 ProRail, Hollandia

Napjainkban a Holland vasutak figyelmének központjában a jobb kihasználtság és hatékonyabb pályafenntartás áll. Az abszolút értelmű pálya helymeghatározás (XYZ) 1994 óta gyakorlat. Az adatgyűjtéshez használt technológiák:

- GPS, kézi mérőkocsi,
- távérzékelés (légifotó),
- lézeres (visszaverő felület nélküli) tachimetria (elég egy felmérő),
- TMG (vasúti gépvezérlés).

A holland vasútnál GNSS alapú mérési módszer 1991 óta használnak. A hollandiai topográfiai viszonyok és az ország földrajzi szélessége megfelelő műhold láthatóságot biztosít a pontos méréshez. Az általuk elért pontosság vízszintes értelemben 1–2 cm, magassági értelemben 2–4 cm. A Galileo bevezetésével még nagyobb pontosságot és gyorsabb helymeghatározást várnak.

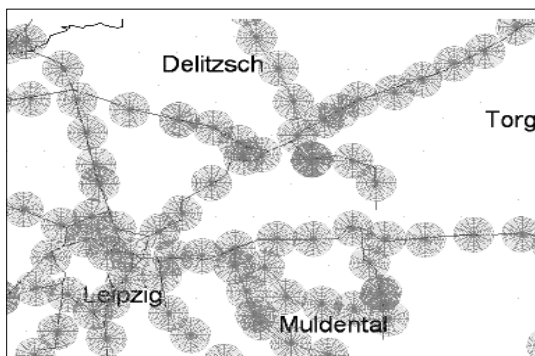
## 2.2 DB (Deutsche Bahn), Németország

### 2.2.1 Az abszolút vonatkozási rendszer használata

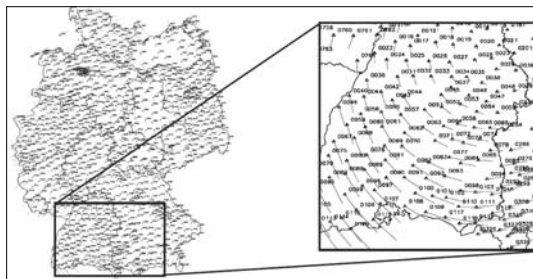
Németországban – csakúgy, mint több más Ny-Európai országban – a GNSS technológia bevezetésének problémája sokkal inkább visszavezethető volt a térképi rendszerek közötti transzformációs problémára, mint egyéb, a GPS mérésrel kapcsolatos technológiai, mérési-pontossági kérdésre. Ez egész egyszerűen abból következik, hogy a német vasútnál már a GNSS technológia megjelenése előtt gyakorlat volt az abszolút helymeghatározással végzett mérés, és mint ilyen komoly térképi állománnyal, térbeli vonatkozású adatbázissal rendelkeztek. A fő kérdés tehát első sorban az volt, hogy a meglévő hagyományos abszolút térbeli adatok (2D+ID) miként illeszthetők a GNSS globális 3D rendszerébe (ETRS). Ez a kérdés a GNSS technológia kezdetekor minden országban komoly gondot okozott, mára azonban sikerült megnyugtató választ találni, és a transzformációkkal elérhető pontosság folyamatosan nő.

A DB esetén azonban nem csupán a meglévő állomány ETRS'89 rendszerbe kapcsolása volt a kérdés, hanem egy saját vasúti alapponthálózat létrehozása. Ez a hálózat a 2006. januári állapota szerint 7000 alappontból áll, melyek a teljes német vasúthálózat 98%-át lefedik oly módon, hogy átlagosan négy kilométeres sugarú körön belül legalább egy ilyen pont található a vasútvonalak mentén. A hálózat pontossága 1 cm-en belül van, ami jobb, mint a hivatalos német alapponthálózat.

A hálózat kialakításának költsége 213 euró/pont.



2. ábra ETRS89 hálózati pontok a német vasútvonalak mentén  
Forrás: B.Lahr (2006)



3. ábra Inhomogenitás a hagyományos térképrendszer és az ETRF89 között  
Forrás: B. Lahr (2006)

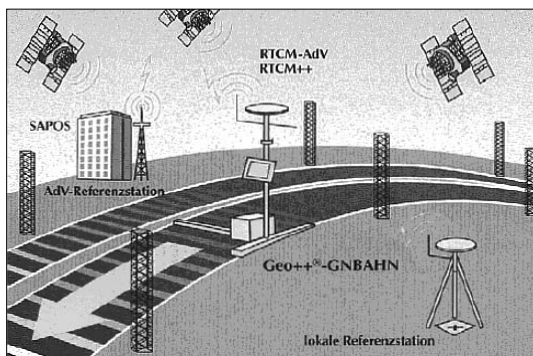
A transzformációt a Geo++ GmbH GNTRANS szoftver moduljával végezték. A GNSS technológiával támogatott vasútmérések technológiai megoldását is a Geo++ szállította (GNBAHN – vasút felmérő rendszer).

### 2.2.2 A GNBAHN – GPS-szel segített vasútfelmérő rendszer

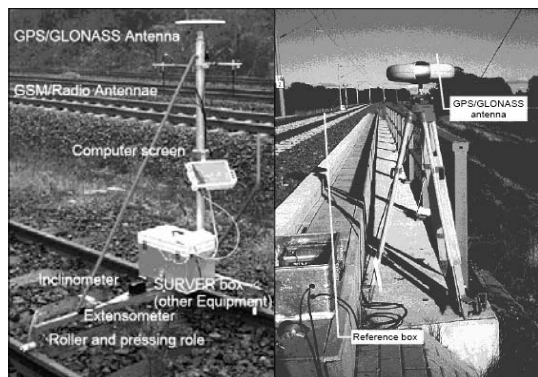
#### A rendszer elemei

A GNBAHN rendszer lényegi elemei:

- GPS referencia állomás. Ez opcionális, mivel a nemzeti permanens állomáshálózatok fejlődésével saját állomásra elvileg nincs szükség;
- GPS vevő;
- GPS antenna;
- GSM vevő;
- GSM antenna;
- fedélzeti számítógép;
- áramforrás;
- dőlésmérő a túlemelés meghatározásához;
- nyomtáv mérő;



4. ábra  
Forrás: M. Bachmann (2006)



5. ábra

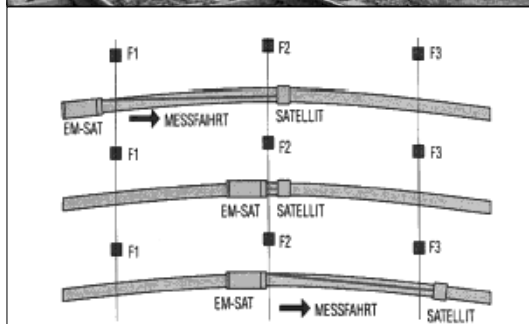
Forrás: M. Bachmann (2006)

• egyéb perifériák és hardver.  
Fontos kiemelni, hogy a rendszer a vevő meglévő mérőrendszeréhez is illeszthető, nem csak kézi mérőkocsis formában áll rendelkezésre.

A rendszerrel elért pontosság:

- vízszintesen 5–10 mm,
- magasságilag 10–15 mm

A fenti pontossági értékek tovább finomíthatók relatív mérési módszerrel való kombinációval. A GNBAHM-EMSAT rendszerrel elért pontosság 1–5 mm.



6. ábra

Forrás: M. Bachmann (2006)

2. táblázat

**A pontosságra végzett kísérlet eredményei**

Tól [km]	Ig [km]	Távolság [km]	Egy sín	Két sín	Sínek száma	Oda-vissza Felmért [km]	Std. Hiba Vízszintes [mm]	Std. Hiba Magassági [mm]
41	50	9		X	2	36		
5	9	4	X		1	8		
22,8	25,1	2,3	X		1	4,6	6	10
30,3	35,4	5,1		X	2	20,4	8	13
45,1	46,3	1,2		X	2	4,8	5	6
47,4	48,8	1,4		X	2	5,6	6	8
49,6	50,7	1,1		X	2	4,4	6	9
76,6	83	6,4	X		1	12,8	7	10
30,36	35,42	5,06		X	2	20,24	8	13
68,86	72,05	3,19	X		1	6,38	8	14
84,97	88,14	0,83	X		1	1,67	6	10
87,52	88,14	0,62	X		1	1,24	6	16
32,34	35,56	3,22	X		1	6,44	7	13
3,75	48,9	18,5		X	2	74	6	17
32,7	47,6	6,3	X		1	12,6	6	17
83,8	101,2	17,4	X		1	34,8	4	8
23	30,8	7,8	X		1	15,6	5	10
44,9	46,2	1,3	X		1	2,6	4	8
		Sum [km]				Sum [km]	Közép [mm]	
		94,72				270,5	6	11

Forrás: M. Bachmann (2006)

### 2.3 J. Müller AG, Svájc, Pallas rendszer

A J. Müller AG egy 1948-ban alapított, mára több országban is jelenlévő 150 alkalmazottat foglalkoztató társaság, melynek fő profilja

- a pályafenntartás és újjáépítés;
- a gépfenntartás;
- a mérési rendszerek fejlesztése.

Az általuk fejlesztett – és jelenleg Svájcban, az Egyesült Királyságban, valamint Franciaországban összesen 21 helyen alkalmazott – PALAS (Projekt Absolutkorrektur mit Laser-Spiegelung – Lézeres méréssel támogatott abszolút korrekció) rendszerrel jelentős eredményeket értek el, és ezt kívánják tovább fejleszteni a GNSS rendszerintegráció irányában.

A PALAS egy precíziós lézeres relatív helymeghatározó rendszer. Működésének alapja

- a síntengelyek 3D pozíciójának,
- a túlemelések előzetes meghatározása, továbbá
- a vágányok mellett elhelyezett, reflektorokkal felszerelt alapponthálózat.

Az alapponthálózat alapján a mérőkocsi lézeres távmérés és girószkóp segítségével nagy pontosságú relatív helymeghatározást végez. Az alapponthálózat pontjainak abszolút koordinátákat adva a relatív rendszer abszolút rendszerbe transzformálható.

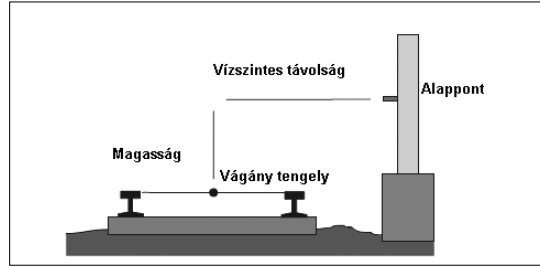
A további fejlesztési koncepció először is a teljes elektronikus adatfolyam kialakítását célozza meg a tervezett és a megvalósult állapot között. Másodsorban pedig a GNSS rendszer integrációját tervezi az abszolút helymeghatározás biztosítására. Meggyőződésük szerint a GNSS technológia önmagában nem lesz használható az eddigi pontossági értékek biztosítására, csakis egy-egy (relatív-abszolút) rendszer képzelhető el.

### 2.4 SBG, Svédország, Georail rendszer

Az 1970-ben alapított SBG gépvezérlési és felmérési megoldásokat (szoftver és hardver) fejleszt és szállít világ szerte (Izlandtól Litvánián keresztül Ausztráliáig). A gépvezérlési alkalmazásokon belül egyik vezető termékük a Georail rendszer (1995 óta fejlesztik és árulják), mely kifejezetten vasúti precíziós 3D megoldás.

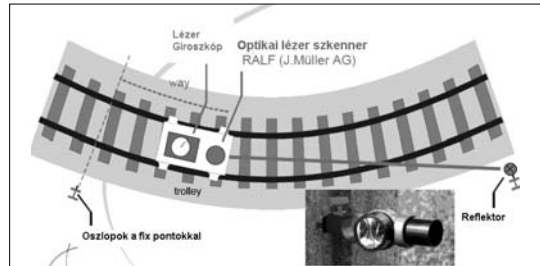
A Georail egyik előnye, hogy gépfüggetlen, tehát nehézség nélkül áthelyezhető egyik géptípusról a másikra. A támogatott típusok:

- aláverő gépek,
- vágányfektető gépek,
- alépitmény cserélő gépek.



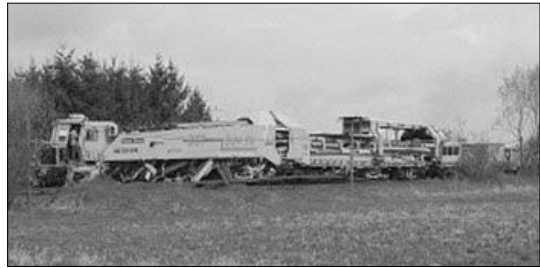
7. ábra

Forrás: M. Manhart (2006)



8. ábra

Forrás: M. Manhart (2006)



9. ábra

Forrás: <http://www.sbg.se/georail.html>

A gépek vezérlése abszolút helymeghatározással történik mérőállomások vagy GNSS támogatással. Az adatcsere teljesen automatizált és kompatibilis a legelterjedtebb formátumokkal, mint

- DXF,
- DWG,
- ASCII,
- Land-XML,
- AnPAkke,
- Excel.

Az elérhető pontosság  $\pm 15$  mm.

### 3. Következtetések II.

A nemzetközi gyakorlatok összehasonlító elemzése elsősorban arra mutat rá, hogy milyen nagy fontosságot tulajdonítanak a nyugat-európai or-

szágok az abszolút geodéziai rendszerben – elsősorban valamely globális rendszerben – való munkavégzésnek.

Az abszolút helymeghatározás (geodézia) használatának előnyei: (Forrás: G. Barbu: *The impact of Georail and the usage of Absolute Coordinates for Railways*)

- interoperabilitás (más országok adataihoz való csatlakozási lehetőség);
- más szakterületekkel, alkalmazásokkal való illeszthetőség, melynek eredményeként:
  - csökkennek a költségek, mivel sok alapadatot csak egyszer kell előállítani,
  - érvényesül a szinergia hatás, mivel különböző forrásból származó adatok integrációjával magasabb szintű információhoz jutunk;
- a technológia fejlődésével, egyre precízebb, gyorsabb és egységes technológiai háttérű adatgyűjtés és kezelés (GSM, GNSS, GIS) valósul meg;
- a digitális technológia megkérdőjelezhetetlen előnyei (pl. digitális térkép vö. papírtérkép)
- standardizált munkavégzés:
  - Europe – CEN/TC211,
  - World-Wide-ISO/TC211,
  - ISO 19103 GI Conceptual schema language,
  - ISO 19107 GI-Spatial Schema/ ISO 19137,
  - ISO 19109 GI-Rules for application schema,
  - ISO 19111 GI-Spatial Referencing by coordinates,
  - ISO 19118 GI-encoding/ ISO 19136 GI-GML,
  - Application Standard ISO/TR GDF (geographic data files for road).

Az abszolút rendszerben való munkavégzés két évtizede szorosan összekapcsolódott a GNSS technológia használatával. Ez részben a GNSS technológia hagyományos geodéziával szembeni előnyeiből, részben a globális abszolút rendszerben való munkavégzés további hozadékaiból fakad. Ha már egyszer egy vasúttársaság felismerte az abszolút helymeghatározás előnyeit a relatív helymeghatározás mellett – ahol relatív módszerrel a vasúti hektométer kövekhez viszonyított pozicionálást értjük –, akkor az is tudatosul, hogy az eredményt a GNSS technológia sokkal költség-hatékonyabb módon tudja elérni. Ahogy a GNSS technológia fejlődik, egyre inkább nagyságrendi

különbségek mutatkoznak a hagyományos geodéziai eljárásokkal szemben árban, hatékonyságban, akár pontosságban is a GNSS technológia javára. Gondoljunk csak arra, hogy egy átlagos földmérési feladat első lépése a sokszor nagyon időigényes és költséges alappontsűrítés, és csak ezután indulhat meg maga az érdemi felmérési vagy kitűzési munka. A GNSS technológiánál mára ez fel sem merül. A hagyományos geodéziai mérések humán erőforrás igénye is nagyobb, hiszen egy átlagos felmérési csoport legalább három emberből áll, szemben a GNSS technológia egy emberigényével, sőt, a vasúti alkalmazásoknál még ennyire sincs szükség, hiszen a GPS mintegy passzívan, „magától” teszi a dolgát.

A másik nagy előny a globális rendszer használatából fakad. A legtöbb országban a térképészet fejlődése során újabb és újabb térképi, vonatkozási rendszerek keletkeztek és vannak használatban – sokszor egymással párhuzamosan – a mai napig. Ez egy sor nehézséget támaszt, hiszen területi rendszerként meg kell oldani az egyik rendszerből a másik rendszerbe való áttérés (transzformáció) problémáját. Az ehhez szükséges transzformációs állandók, módszerek nem egységes használata egymástól eltérő, nem konzisztens, sokszor komoly hibákkal terhelt térképi adatokat eredményeznek. Mindezek a problémák hatványozottan jelentkeznek, ha egyes országok térbeli adatai között szeretnénk kapcsolatot létesíteni. A GNSS technológia globális rendszere azonban egységes alapot, egyfajta „közös geometriai nyelvet” biztosít, mely segítségével helyi, regionális, kontinentális és globális szinten is összekapcsolhatók az adatok.

A nyugat-európai országok ezért már a GNSS technológia megjelenésekor kísérleteket végeztek annak vasúti alkalmazhatósága érdekében. Mivel azonban abban az időben a GNSS technológia és az azt kiszolgáló infrastruktúra (pl. GSM hálózatok) még gyerekcipőben jártak, sok olyan megoldás született, amely ma már a magyar fejlesztők számára nem vagy csak részben követhető gyakorlat.

A nemzetközi gyakorlat elemzéséből kitűnik tehát, hogy a vasúti tevékenységek abszolút rendszerben való elvégzése (pl. szelvényezés, pozicionálás stb.) magától értetődő. Az abszolút térbeli adatok és kapcsolódó térinformatikai szolgáltatások részei a mindennapi gyakorlatnak. Jó példa erre az UIC TMG projektje, ahol a rendszer egyik – amúgy alapvető – elemét jelentő térinformatikai alkalmazás és adatbázis [alapvetően GIS-nek hívják,

de a TMG projektben átkeresztelték TIS-re (Track Information System)] nem is képezi a kutatás és kísérlet tárgyát, azt megtették évtizedekkel ezelőtt.

A fentiekből következik, hogy mára a nyugat-európai gyakorlat figyelme elsősorban a valóban nagy műszaki kihívást jelentő vasúti gépvezérlés felé fordult. Olyan problémákon dolgoznak, hogy pl. miként oldható meg GNSS technológia segítségével – abszolút rendszerben – a nagy pontosságú, cm alatti műveletek végrehajtása. A fentebb bemutatott példák azt mutatják, hogy a GNSS technológia a szélső pontosságú feladatokra önmagában nem alkalmas, ám a relatív mérésekkel összekapcsolva működőképes megoldásokat láthatunk.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy Magyarország vasúti diagnosztikai gyakorlata számára is elkerülhetetlen a geodéziai rendszerek, azon belül a GNSS technológia használata. Érdemesebb azonban a folyamatban lévő projektek (pl. UIC TMG) eredményeinek és már működő megoldások (Leica GRP, Geo++, GeoRail, stb.) részbeni vagy teljes adaptálása, mint a teljesen önálló fejlesztések végrehajtása.

### 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.

#### IRODALOM

- M., Bachmann* (2006): GNSS Technology for track maintenance, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*G., Barbu* (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  
*Cs., Bartha* (2005): A GPS pozíciók pontosításának lehetőségei, Prezentáció, Geopro Kft  
*T., Engel* (2006): Railway Geodesy- Overview, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*P., Godart* (2006): Benefits of Track Machine Guidance Based on Absolut Coordinates, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*T., Horváth* (2005): A magyarországi GNSS infrastruktúra, prezentáció, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék, letöltve BME honlapról 2006 novemberben  
*B., Lahr* (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  
*S., Lunden* (2004): Track Machine Guidance – Phase1 Main Report, UIC Infrastructure Commission –Technology Support Group, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*S., Lunden* (2006): Track Machine Guidance, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*M., Manhart* (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  
*C.J., Nederlof* (2006): A clear field for optimizing track geometry, ProRail, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben  
*P., Nyström* (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,  
*S. Vejde* (2006): Machine Control and Surveying Solutions, Track Machine Guidance Seminar, UIC Headquarters, Paris, UIC honlapról letöltve 2006 novemberben.