

**G E O M A T I K A I**  
**K Ö Z L E M É N Y E K**

*Publications in Geomatics*

*SZERKESZTŐK*  
*Editors*

**ZÁVOTI J, BÁNYAI L, PAPP G**

HU ISSN 1419-6492



*MTA GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZET*  
*9400 SOPRON, CSATKAI U. 6-8.*

# TARTALOMJEGYZÉK

## CONTENTS

<b>Kratochvilla Krisztina, Földváry Lóránt, Tóth Gyula</b> .....	7
A nehézségi erőter hosszuhullámú komponenseinek hatása az elsőrendű magassági hálózat normáljavítása során	
<i>Effect of long-wavelength gravity field on the normal correction of first order Uniform National Height System</i>	
<b>Égető Csaba, Földváry Lóránt</b> .....	17
A 4-es metróvonal alagútrendszerének hatása a Föld nehézségi erőterére	
<i>The effect of the Metro 4 tunnel system on the gravity field</i>	
<b>Bácsatyai László</b> .....	27
Szimulációs módszer a függőleges földkéregmozgások vizsgálatában	
<i>The use of simulation in recent vertical crustal movement investigation</i>	
<b>Virág Gábor</b> .....	37
Az újramért EOMA poligonok kiegyenlítése	
<i>Adjustment of the re-levelled polygons of Uniform National Height System</i>	
<b>Bányai László</b> .....	45
Geodéziai mérések integrált 3D kiegyenlítése	
<i>3D integrated adjustment of geodetic measurement</i>	
<b>Závoti József</b> .....	55
A fotogrammetriai külső tájékozás egy új, alternatív megoldása	
<i>A new, alternative solution of the absolute orientation in photogrammetry</i>	
<b>Nagy Imre, Rajnai Renáta</b> .....	63
Pickard-iteráció használata alacsony pályájú műholdak mozgásának vizsgálatában	
<i>Using Picard iteration to investigate the motion of low-orbit satellites</i>	
<b>Czímber Kornél</b> .....	71
Rekurzív osztott felületmodellek a geoinformatikában	
<i>Subdivision surfaces in geoinformatics</i>	
<b>Kertész Imre, Barsi Árpád</b> .....	81
Kálmán-szűrés alkalmazása épületen belüli és kültéri mérésekre	
<i>Using Kalman-filtering for indoor and outdoor measurements</i>	
<b>Lovas Tamás, Takács Bence, Berényi Attila, Kertész Imre, Barsi Árpád</b> .....	89
GNSS és GSM alapú helymeghatározás intelligens közlekedési rendszerekben	
<i>GNSS and GSM based positioning in intelligent transport systems</i>	
<b>Mentes Gyula</b> .....	97
Berendezés különböző időfüggvényű, kis elmozdulások előállítására, gyorsulásmérők kalibrálására	
<i>Apparatus for producing small displacements with different time functions and for calibration of accelerometers</i>	
<b>Újvári Gábor, Banyai László, Mentés Gyula, Papp Gábor, Gribovszki Katalin, Bódis Virág Bereniké, Bokor Zsolt</b> .....	105
Utómozgások a dunaszekcsői magasparton	
<i>Post-event movements on the high bank at Dunaszekcső</i>	
<b>Kiszely Márta, Pődör Andrea</b> .....	111
A földrengések eloszlásának statisztikai vizsgálata – két esettanulmány	
<i>Statistical investigations of the distribution of earthquakes - two case studies</i>	

<b>Hován Kinga</b> .....	121
Felszínmozgások kimutatása és elemzése szintetizált apertúrájú radar (SAR) adatok interferometrikus feldolgozása alapján <i>Interferometric processing and utilization of synthetic aperture radar (SAR) data for surface displacements</i>	
<b>Zaletnyik Piroska, Laky Sándor, Charles K. Tóth</b> .....	129
Csúcskeresési eljárások teljes hullámalakos lézershkennelők adatok feldolgozásához <i>Peak detection from full-waveform LiDAR data</i>	
<b>Brolly Gábor, Király Géza</b> .....	139
Automatizált törzstérképezés földi lézershkennelők adatainak objektum-orientált feldolgozá- sával <i>Automatic stem detection from terrestrial laser scanner data by object-oriented approach</i>	
<b>Nagy Gábor</b> .....	149
Lézershkennelők mérések Székesfehérvár belvárosában <i>Laser scanner survey in historical city centre of Székesfehérvár</i>	
<b>Gregori Ákos</b> .....	157
Az „El-Lahun Survey Project” régészeti geodéziai munkái <i>Archaeological mapping activity of the El-Lahun Survey Project</i>	
<b>Szűcs László</b> .....	165
II. Szeszósztisz lerombolt templomának vizsgálata <i>Research of the destroyed temple of Senusret II</i>	
<b>Kalmár János</b> .....	173
A közeljövő web-bázisú munkahelyének jellemzői <i>Characteristics of the upcoming Web-based workplaces</i>	

# A NEHÉZSÉGI ERŐTÉR HOSSZÚHULLÁMÚ KOMPONENSEINEK HATÁSA AZ ELSŐRENDŰ MAGASSÁGI HÁLÓZAT NORMÁLJAVÍTÁSA SORÁN

Kratochvilla Krisztina\*, Földváry Lóránt\*, Tóth Gyula\*



*Effect of long-wavelength gravity field on the normal correction of first order Uniform National Height System – In view of the recent re-measurement campaign of the Hungarian Levelling Base Network we study the role of gravimetric observations. Adjustment of the network is performed using geopotential number, which can be converted into an equivalent metric quantity, the normal heights. The normal heights can also be derived directly from raw observed height differences by adding two normal correction terms,  $K_1$  and  $K_2$ . Both of them have been determined in the present study based on an earlier network adjustment. The second term,  $K_2$  is a function of  $\Delta g$  along the levelling line, which is implicitly an estimate of the effect of long-wavelength gravity field. Finally, the accuracy demand of gravimetric data for normal correction under different terrain conditions is discussed.*

**Keywords:** normal height, normal correction, first order Uniform National Height System, SRTM, Bouguer anomaly, Faye anomaly, gravity

Az EOMA újramérési kampány kapcsán érdemes elemezni a graviméteres mérések szerepét a magassági hálózat feldolgozásához. A hálózatkiegyenlítés geopotenciális számmal történik, amelynek adekvát metrikus megfelelője a normálmagasság. A normálmagasság közvetlenül a nyers szintezett magasságokból is meghatározhatók az ún. normáljavítás két tagjának,  $K_1$  és  $K_2$  hozzáadásával. Jelen tanulmányban a normáljavítás várható értékét becsljük egy korábbi EOMA kiegyenlítés eredményei alapján. A normáljavítás második tagja, a  $K_2$  függ a szintezési vonal mentén mért  $\Delta g$  értékeitől, értékét becslve a nehézségi erőter hosszúhullámú komponenseinek a normáljavításon gyakorolt hatását vizsgálhatjuk. Végül kísérletet teszünk a gravimetriai adatok pontosság igényének a becslésére különböző terepviszonyok mellett.

**Kulcsszavak:** normálmagasság, normáljavítás, EOMA I. rendű szintezési hálózat, SRTM, Bouguer-anomália, Faye-anomália, nehézségi gyorsulás

## 1 Bevezetés

A tanulmány vizsgálja a nehézségi erőter ismeretének pontossági igényeit, nagypontosságú magasságmeghatározási feladatok számára. A feladat az Egységes Országos Magassági Alaphálózat (EOMA) újramérési kampánya miatt időszerű. Mivel Magyarországon a normálmagasság a hivatalosan használt magassági mennyiség (Homoródi 1966, Földváryné 1989) megvizsgáltuk a normáljavítás  $K_1$  és  $K_2$  összetevőit hazánk teljes területén, valamint a  $K_2$  számításához szükséges nehézségi adatok pontossági igényét.

Ismeretes, hogy az EOMA elsőrendű hálózata tulajdonképpen a kéregmozgási hálózattal, tehát a korábban 0. rendűnek nevezett hálózattal azonos. A hálózatot 11 poligon alkotja. A poligonok 27 szintezési vonalból ill. 22 (szomszédos országok hálózatához csatlakozó) szárnyvonalból épülnek fel. A szintezési vonalak ill. a poligonok 17 csomópontban csatlakoznak egymáshoz. Az elsőrendű vonalak hossza 3762 km, a szárnyvonalakkal kiegészülve pedig 3934 km.

\* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Általános és Felsőgeodézia Tanszék  
és MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport  
H-1111, Budapest, Műegyetem rkp. 1-3.  
E-mail: kriszta@agt.bme.hu

**Köszönetnyilvánítás.** A tanulmány az OTKA 72806 számú kutatási téma keretében készült. Köszönet a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalnak (MBFH) és az ELGI-nek, hogy rendelkezésünkre bocsátották a tanulmányban felhasznált Bouguer-anomália adatokat. Köszönjük továbbá a két bírálónak, Papp Gábornak és Kenyeres Ambrusnak építő jellegű észrevételeit, sok segítséget jelentettek a cikk alakítása során.

## Hivatkozások

### References

- Csapó G, Földváry L, Tóth Gy** (2010): Összefüggés a szintezési vonalakon végzett graviméteres mérések sűrűsége és a geopotenciális értékek között. *Geodézia és Kartográfia*, 62; 1, 10–20.
- ÉKME II. Geodézia tanszéke** (1962): Normálmagasságok számítása. ÁKFT kutatási beszámoló, Budapest. 68.
- Egyed L** (1955): *Geofizikai Alapismeretek*. Tankönyvkiadó, Budapest. 535.
- Farr T G, Rosen P A, Caro E, Crippen R, Duren R, Hensley S, Kobrick M, Paller M, Rodriguez E, Roth L, Seal D, Shaffer S, Shimada J, Umland J, Werner M, Oskin M, Burbank D, Alsdorf D** (2007): The Shuttle Radar Topography Mission. *Rev. Geophys.*, 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183
- Földváry Szabolcsné** (1989): *Alaphálózatok II.* Tankönyvkiadó, Budapest. 324.
- Homoródi L** (1966): *Felsőgeodézia*. Tankönyvkiadó, Budapest. 616.
- Jarvis A, Reuter HI, Nelson A, Guevara E** (2008): Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from <http://srtm.csi.cgiar.org>
- MÉM OFTH** (1975): A.2 Szabályzat a kéregmozgási szintezési hálózat létesítéséről, 64.107/1975. MÉM OFTH rendelet
- Papp G** (2000): A nehézségi erőter Prey-féle gradiensének meghatározása, *Geomatikai Közlemények*, III., p. 173–184.
- Papp G, Szeghy E, Benedek J** (2009): The determination of potential difference by the joint application of measured and synthetical gravity data: a case study in Hungary. *Journal of Geodesy*, Vol. 83, No. 6, 509–521.
- Winkler P, Iván Gy, Kay S, Spruyt P, Zielinski R** (2006): Űrfelvételekből származtatott digitális felületmodell minőségének ellenőrzése a magyarországi nagyfelbontású digitális domborzatmodell alapján. *Geodézia és Kartográfia*, 58, 2, 22–31.

# A 4-ES METRÓVONAL ALAGÚTRENDSZERÉNEK HATÁSA A FÖLD NEHÉZSÉGI ERŐTERÉRE

Égető Csaba\*, Földváry Lóránt\*\*



*The effect of the Metro 4 tunnel system on the gravity field – The effect of the construction of the 4th subway line of Budapest (Metro4) on the potential surfaces of the gravity field has been simulated, using the prism modelling technique. In the study mass loss due to the excavation of the two tunnels and of the stations has been considered. The aim of the study is to investigate the gravitational effect of excavations on the levelling procedure in connection with the present re-measurement of the Hungarian Vertical Base Network (EOMA). Consequently, the height of the computation was set to 1 m above the ground as a rough estimate of a typical instrument height. The present study focuses only on the effect of the excavated masses and neglects the actual deformations of the surface. Since the latter should have a larger effect on the gravity field close to the surface, in future investigations it is to be included.*

**Keywords:** temporal variations of gravity, Metro 4, levelling, prism modelling

*Prizmamodelleken alapuló tömegmodellezéssel meghatároztuk a budapesti 4-es metró (Metró4) építésének a földi nehézségi erőter potenciálfelületeire gyakorolt hatását. A modellezés az egymás mellett futó metróalagutak kifúrása során és az állomások megépítésekor eltávolított tömegeket vette figyelembe. Vizsgálatunk az EOMA újramérési kampány apropójából a szintfelületek megváltozásának szintezésre gyakorolt hatását célozza meg, ezért számításainkat földfelszín felett 1 m-rel végezzük. Első közelítésben kizárólag a kitermelt föld hatásaival foglalkozunk, és elhanyagoljuk a földfelszín deformációját. Megjegyezzük azonban, hogy ez utóbbi hatás jelentősen deformálhatja a földfelszín közeli szintfelületeket, ezért a későbbiekben szükségesnek tartjuk a figyelembevételét.*

**Kulcsszavak:** a nehézségi erőter technogén eredetű időbeli változásai, szintezés, Metró4, prizma-modellezés

## 1 Bevezetés

A Metró4 korunk egyik legjelentősebb városfejlesztési beruházása, amely számos szempontból a figyelem középpontjában van. A Metró4 kivitelezési munkálatai során fontos szerep hárul a geodéziára is, amelynek feladata a metróvonalak megfelelő pontosságú kitzúzése, az alagutak fúrása során a pajzsok irányítása, továbbá az építkezés során és utána az érintett területek mozgásvizsgálata.

Ismert, hogy a nagyobb tömegátrendezéssel járó építőipari munkák nemcsak földfelszíni deformációval járnak, hanem befolyásolják a mozgásvizsgálat „keretrendszerét”, a nehézségi erőteret, tehát a szintfelületek alakját is. A nagyobb tömegátrendezések nehézségi erőterén gyakorolt hatásának geodéziai vonatkozásaival a hazai szakirodalomban részletesen foglalkozott Biró (1983), Weisz (1985) valamint Biró et al. (1986).

Jelen tanulmányban a Metró4 alagútrendszer földkitermelése következtében a szintfelületek megváltozását vizsgáljuk, amelyeket a mozgásvizsgálat céljából végzett ismételt szintezések kapcsán tartunk hasznosnak értelmezni. Ennek figyelembevételével számításainkat egy átlagosnak mondható műszermagassági érték szintjén, a földfelszín felett 1 m-rel végezzük.

\*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamika Kutatócsoport, BME, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
E-mail: csabiegeto@yahoo.de

\*\*BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
E-mail: foeldvary@sci.fgt.bme.hu

**Köszönetnyilvánítás.** Kutatásaink a 72806 sz. OTKA pályázat támogatásával folynak. Köszönetünket fejezzük ki a HUNGEOD-BME Konzorciumnak, a Geovil Kft-nek, és a DBR Metró Projektigazgatóságnak, továbbá az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnek a rendelkezésünkre bocsátott adatokért.

## Hivatkozások

### *References*

- Biró P** (1983): Time variation of height and gravity. Wichmann Verlag, Karlsruhe, Akadémiai Kiadó, Budapest. 160.
- Biró P, Thong N C, Weisz E** (1986): Modelling of secular variations in gravity and in geoidal undulations. Periodica Polytechnica Separatum, Civil Engineering, 30(1-2), 23–36.
- Dede K, Detrekői Á, Szűcs L** (2002): A budapesti dunai partfalak mozgásvizsgálata. Geodézia és Kartográfia 54. 39–44.
- Holstein H** (2003): Gravimagnetic anomaly formulas for polyhedra of spatially linear media. Geophysics, 68, 157–167.
- Meskó A** (1988): Bevezetés a geofizikába. Tankönyvkiadó, Budapest. 512.
- Nagy D, Papp G, Benedek J** (2000): The gravitational potential and its derivatives for the prism. Journal of Geodesy 74 (7–8), 552-560.
- Weisz E** (1985): Modellszámítások valódi függőleges felszínmozgások meghatározására. Geodézia és Kartográfia 37(2), 101–105.

# SZIMULÁCIÓS MÓDSZER A FÜGGŐLEGES FÖLDKÉREGMOZGÁSOK VIZSGÁLATÁBAN

Bácsatyai László\*



**The use of simulation in recent vertical crustal movement investigation** – *The recent measurement techniques, especially the GPS, provide fast determination of the crustal movements. The basic concept is the repetition of the geodetic measurements in the optimal epochs. The determination of the epochs is depending on the economic efficiency and on the magnitude of the expected movements. The task of the surveyor is to determine whether movement is occurred or not, what is the direction of the movement, and to try to keep the costs of the measurements as low as possible. One of the basic problems is that the measured changes are not always real movements because of the presence of systematic errors which are hardly recognisable.*

*The vertical component of the movements determined by GPS is less accurate therefore the spirit levelling is still the most accurate method. This paper deals with the determination of vertical movements. Using modern computational devices the solution of the one dimensional problem can be generalised for the investigation of spatial movements, too.*

**Keywords:** vertical crustal movements, levelling network, systematic errors, relative movement velocities, test of significance

Napjaink műszeres technikája, a GPS technikával az élen, viszonylag rövid idő alatt teszi lehetővé térbeli elmozdulások meghatározását. A mozgások meghatározásának alapvető módszere a geodéziai mérések meghatározott – lehetőleg optimális – időközönként történő ismétlése. Az optimális időköz megállapításának meghatározó tényezői a gazdaságosság, a mérési technika és a mozgások várható nagysága. A geodéta feladata a mozgások igazolása vagy tagadása, és ha lehetséges, a mozgások irányának és nagyságának meghatározása, lehetőleg úgy, hogy az egyben gazdaságos is legyen. Az alapvető problémák egyike, hogy – részben a mérési eredmények sztochasztikus jellege miatt, részben pedig azért, mert két egymás utáni mérés különbségeit (általában nehezen kideríthető) szabályos hatások is terhelik – a kimutatható eltérések nem mindig jelentenek valódi mozgásokat.

A térbeli mozgások függőleges komponensét még napjainkban is – éppen a függőleges irányú helymeghatározás GPS technikával történő relatív kis pontossága miatt – a geometriai színtezés eszközeivel lehet a legpontosabban meghatározni. Jelen összeállítás a függőleges irányú kéregmozgásokkal foglalkozik. Az egydimenziós feladat megoldására vázolt módszer – a mai számítógépes lehetőségek mellett – kiterjeszhető a térbeli mozgások vizsgálatára is.

**Kulcsszavak:** függőleges kéregmozgás, színtezési hálózat, szabályos hibák, relatív mozgássebességek, szignifikancia-vizsgálat

## 1 Bevezetés

A mozgásokat – így a függőleges mozgásokat – ábrázoló térképekhez kapcsolódóan általánosságban megfogalmazhatók az alábbi kérdések:

1. A térképen ábrázolt sebességek valóban sebességek, vagy a mérési hibák számlájára írhatók?
2. Milyen a kapcsolat az alábbi (a 2. Méréstervezés fejezetben „bemenő paramétereknek” nevezett) paraméterek között:
  - mérés pontossága
  - színtezési hálózat mérete (kiterjedése)
  - relatív mozgássebesség értéke



## Hivatkozások

### *References*

- Bácsatyai L** (1976): A földkéregmozgásvizsgáló célú szintezési hálózatok néhány elméleti aspektusa (orosz nyelven). Results of the Scientific Cooperation between the Central Laboratory of Geodesy of the Bulgarian Academy of Sciences in Sofia and the Geodetic and Geophysical Research Institut of the Hungarian Academy of Sciences in Sopron, Sopron. 270–318.
- Bolsev L N, Smirnov N V** (1965): Matematikai statisztikai táblázatok (orosz nyelven). Moszkva, Nauka, 235-281.
- Ivanov E** (1976): Nagypontosságú szintezések matematikai-statisztikai vizsgálatáról (orosz nyelven). Results of the Scientific Cooperation between the Central Laboratory of Geodesy of the Bulgarian Academy of Sciences in Sofia and the Geodetic and Geophysical Research Institut of the Hungarian Academy of Sciences in Sopron, Sopron. 270–318.
- Sheffé G** (1963): Szórásanalízis (angolból fordított orosz nyelven), Moszkva, Gosudarstvennoe izdatelstvo fiziko-matematicheskoi literaturi. 26–84.
- Baróthy B** (1976): On a generalization of the Moore-Penrose inverse of a matrix. Results of the Scientific Cooperation between the Central Laboratory of Geodesy of the Bulgarian Academy of Sciences in Sofia and the Geodetic and Geophysical Research Institut of the Hungarian Academy of Sciences in Sopron, Sopron. 61-78.
- Heister H, Welsch W** (1972): Erzeugung und Test normalverteilter Zufallszahlen, Zeitschrift für Vermessungswesen. 97. Jg. 446–456.
- Wassef A M** (1955): Statistical analysis of discrepancies in levelling with applications on the first-order levelling of the Nile-Delta. Bull. Geod. No.36. 29–46.

# AZ ÚJRAMÉRT EOMA POLIGONOK KIEGYENLÍTÉSE

Virág Gábor\*



*Adjustment of the re-levelled polygons of Uniform National Height System – The re-levelling of the Hungarian National Vertical Network was started in 2006. Until now, the work has been finished in the North-Eastern part of Hungary. This paper describes the processing and adjustment of the measurement data from the network and shows the height changes of the main (nodal) levelling benchmarks. The paper shows the effect of a systematic error found in the new measurements.*

**Keywords:** Uniform National Height System, precise levelling, systematic error, recent crustal movement

Az EOMA elsőrendű hálózat újramérése 2006-ban kezdődött és eddig az ország ÉK-i részén fejeződött be. A cikk bemutatja az új mérési eredmények feldolgozásának és kiegyenlítésének lépéseit, valamint a főalappontok magasságváltozásait. Bemutatja még az új méréseket terhelő szabályos hibák hatását is.

**Kulcsszavak:** EOMA, szabatos szintezés, szabályos hiba, jelenkori kéregmozgás

## 1 Bevezetés

Az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA) elsőrendű hálózatát 1975 és 1979 között mérték meg felsőrendű (szabatos) szintezéssel. A korábbi hálózatokhoz képest újdonság volt, hogy a vonalak mentén – átlagosan 5 km-enként – a földkéreg jelenkori mozgásának vizsgálatára mélyalapozású vagy közvetlenül sziklára telepített ún. közbenső kéregmozgási pontokat (KKP pontok, vagy egyszerűen K pontok) létesítettek (A2 Szabályzat). Az elsőrendű hálózat újramérését 20-30 évenként tervezték végrehajtani.

Szakmai körökben a 2000-es évek elején merült fel az igény a hálózat újramérésére. A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Geodéziai Tudományos Bizottsága (GTB) létrehozott egy EOMA ad-hoc bizottságot, amelynek ajánlásai, javaslatai alapján kezdődtek meg a mérési munkálatok (Mihály et al. 2008). Az ajánlások megfogalmazták, hogy a méréseket napjaink legkorszerűbb digitális szintezőműszereivel és a hozzájuk tartozó vonalkódosztású invárbetétes szintezőlécekkel kell végrehajtani. Ajánlásokat fogadtak el a szintezőlécek kalibrálásáról valamint a gravimetriai mérések végrehajtásáról is.

A terepi munkálatok 2006-ban kezdődtek a vonalak helyszínelésével és az elpusztult pontok pótlásával. A szintezési és gravimetriai mérések 2007-ben kezdődtek és két munkafázisban (KMO-1 és KMO-2) 2009-ig az ország ÉK-i részének elsőrendű vonalai kerültek újramérésre (1. ábra).

A 8., 9. és 10. számú poligont határoló elsőrendű vonalakon kívül megmérésre kerültek még a 9. számú poligonban a 0901, a 0902, a 0908 és a 0911 számú másodrendű vonalak, valamint a 10. számú poligonban a 1006, a 1008 és a 1010 számú másodrendű vonalak is. Ezek a másodrendű vonalak az Északi-Középhegység déli pereme mentén találhatóak és az eredetileg nagy területet lefedő 9. és 10. számú poligont bontják két részre, egy hegyvidéki jellegű északi részre és egy síkvidéki jellegű déli részre.

A KMO-1 és KMO-2 munkaterület szintezési vonalain összesen 2253 szintezési szakasz került megmérésre. Ehhez adódnak még a munkaterületre eső főalappontok körméréseinek szakaszai is. Az eddigi mérések munkarészei az állami átvételt követően a FÖMI Központi Adat- és Térképtárban kerültek elhelyezésre.

Az MTA GTB EOMA ad-hoc bizottsága ajánlást fogadott el, hogy a hálózatkiegyenlítést két – egymástól független – intézményben kell végrehajtani. A Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karán Busics György végezte el a mérések előzetes kiegyenlítését (Busics 2011).

\*Földmérési és Távérzékelési Intézet Kozmikus Geodéziai Obszervatórium  
1149 Budapest, Bosnyák tér 5.  
E-mail: virag@sgo.fomi.hu

## Hivatkozások

### *References*

- (A2) **Szabályzat** a függőleges földkéregmozgás vizsgálatára szolgáló színtezési hálózat létesítési munkáiról (1975). MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Budapest
- Busics Gy** (2011): Az EOMA újramérésének előzetes eredményei az első három poligonban. Geomatikai Közlemények, XIII/2, 141–148.
- Detrekői Á** (1991): Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó, Budapest. 685.
- Joó István** (1998): Magyarország függőleges irányú mozgásai. Geodézia és Kartográfia, 1998/9. 3–9.
- Mihály Sz, Kenyeres A, Papp G, Busics Gy, Csapó G, Tóth Gy** (2008): Az EOMA modernizációja. Geodézia és Kartográfia, 2008/7. 3–10.
- Ricci P**: Astronomical Almanac 2007, 2008, 2009. Associazione Astronomica di Rovereto
- Sacher M, Belyashki T, Liebsch G, Ihde J** (2004): Status of the UELN/EVRS data base and results of the last UELN adjustment. Mitteilungen des BKG. EUREF Publ. 14. 172–179.

# GEODÉZIAI MÉRÉSEK INTEGRÁLT 3D KIEGYENLÍTÉSE

Bányai László\*



*3D integrated adjustment of geodetic measurements* – This old popular concept was revived for practical reasons. In the case of deformation measurement in Dunaszekcső no more proper GPS observations can be carried out on some monitoring stations, and not all the stations can be connected by spirit levelling. Therefore additional geodetic total station measurements have to be applied. The introduced new procedure allows the 3D integrated adjustment of geodetic measurements in the reference frame of the GPS system. The available deflections of the vertical and the geoid undulations can be treated as measurements. The introduced “quasi” linear observation equations of the total station measurements have very advantageous properties. The application of spirit levelling improves the precision of height component, and helps to identify the instrument standing height errors.

**Keywords:** integrated adjustment, GPS, geodetic total station, spirit levelling, deflection of vertical, geoid undulation

Ezt a korábbi népszerű elképzelést gyakorlati okokból élesztettük újjá. A dunaszekcsői monitoring mérések során néhány ponton már nem lehet megfelelő GPS-méréseket végrehajtani, és a pontokat színtezéssel sem lehetett összekapcsolni, ezért geodéziai mérőállomást is alkalmaznunk kell. A bemutatott eljárás lehetővé teszi a geodéziai mérések integrált 3D kiegyenlítését a GPS koordináta rendszerében. A rendelkezésre álló függővonal elhajlásokat és geoid undulációkat mérésenként lehet figyelembe venni. A mérőállomásoknál bevezetett „kvázi” lineáris megfigyelési egyenletek előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek. A színtezések bevonása növeli a magassági komponens pontosságát, és segít a műszerállások magassági hibáinak detektálásában.

**Kulcsszavak:** integrált kiegyenlítés, GPS, geodéziai mérőállomás, színtezés, függővonal elhajlás, geoid unduláció

## 1 Bevezetés

A dunaszekcsői partszuszámlálás-vizsgálatoknál a GPS-méréseket szabatos színtezéssel kombináltuk (Újvári at al. 2009a, 2009b). A mozgásvizsgálati pontok átlagos GPS ellipszoid feletti magasságához, a színtezésből számított magasságkülönbségeket adtuk hozzá, így a pontok relatív magasságát a pontosabb színtezési mérések határozták meg.

A partszakasz gyors leszakadását követően 3 pont elpusztult, és az új 8 m magas partfal mentén, a nyugati horizont kitakarás miatt, 5 ponton már nem lehetett megfelelő GPS-méréseket végrehajtani. A kettészakadt hálózati részeket már színtezéssel sem lehetett összekapcsolni.

Mivel a vizsgálatok folytonosságához szabatos geodéziai mérőállomást is be kellett vonnunk, úgy döntöttünk, hogy a GPS-vektorokat, a mérőállomás méréseit és a színtezett magasságkülönbségeket integrált, szabatos 3D kiegyenlítéssel dolgozzuk fel a GPS által használt geocentrikus, ellipszoidi koordinátarendszerben.

Az elméleti alapokat a 80-as évek divatos integrált, vagy operatív kiegyenlítési elve szolgáltatta, amelyről Sopronban nemzetközi konferenciát is rendeztek (Hein 1988). A geodéziai mérések és a nehézségi erőter adatainak együttes kiegyenlítése a GPS-technika elterjedésével háttérbe szorult, és a nehézségi erőter pontosabb meghatározására is más utat választottak.

A két különböző területen elért eredmények összekapcsolására kidolgoztunk egy 3D integrált eljárást, amit beépítettünk a GPS-vektorok kiegyenlítésére és hibaelemzésére korábban kidolgozott programrendszerbe (Bányai 1995, 2005).

A továbbiakban bemutatjuk az eljárás elvi alapjait, a kiegyenlítés módszerét és a gyakorlati alkalmazás első tapasztalatait.

\*MTA GGKI, 9400 Sopron, Csatkai u. 6-8.  
E-mail: [banyai@ggki.hu](mailto:banyai@ggki.hu)

**Köszönetnyilvánítás.** Ez a tanulmány az OTKA 78332 K számú pályázat és a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 támogatásával készült.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Bányai L** (1991): Treatment of rotation errors in the final adjustment of GPS baseline components. *Bull. Geod.* 65, 102-108
- Bányai L** (2005): Investigation of GPS antenna mean phase centre offsets using a full roving observation strategy. *Journal of Geodesy* 79, 222-230
- Bomford G** (1980): *Geodesy*. Calderon Press, Oxford
- Detrekői Á** (1991): *Kiegészítő számítások*. Tankönyvkiadó, Budapest. 685.
- Hein G W** (1988): *Integrated geodesy 1983-1987*. Proceedings-1 of the conference: Instrumentation Theory and Analysis for Integrated Geodesy, 1988 Sopron, Hungary, 1-11
- Leick A** (1995): *GPS Satellite Surveying*. John Wiley & Sons Inc.
- Mikhail E M** (1976): *Observations and Least Squares*. IEP- A Dan-Donelly Publisher, NewYork
- Újvári G, Mentés Gy, Bányai L, Kraft J, Gyimóthy A, Kovács J** (2009a): Evolution of a bank failure along the River Danube at Dunaszekcső, Hungary. *Geomorphology* 109, 197-209
- Újvári G, Bányai L, Mentés Gy, Gyimóthy A, Holler I** (2009b): A dunaszekcsői csuszamlás mozgásvizsgálata. *Geomatikai Közlemények XII*. 233-239
- Papp G, Benedek J** (2000): Numerical modelling of gravitational field lines – the effect of mass attraction on horizontal coordinates. *Journal of Geodesy* 73:648-659
- Strang G, Borre K** (1997): *Linear Algebra, Geodesy, and GPS*. Wellesley-Cambridge Press
- Vanicek P, Krakiwsky E V** (1986) *Geodesy: The Concepts*. 2nd rev. ed., North-Holland, Amsterdam, 697.

# A FOTOGRAMMETRIAI KÜLSŐ TÁJÉKOZÁS EGY ÚJ, ALTERNATÍV MEGOLDÁSA

Závoti József\*



*A new, alternative solution of the absolute orientation in photogrammetry – The absolute orientation of sensors (e.g. camera-systems) is one of the basic tasks of photogrammetry. The parameters for absolute orientation can be determined from the mathematical equations between the image coordinates and the corresponding object or ground coordinates. The mathematical models for this problem have been available since decades, huge program packages utilize the methods which have proved to be successful in practice. In spite of this in this work an alternative solution is proposed which does not use iteration and approximate data. The equations in this work are in coherence with the photogrammetric theory of absolute orientation, the only difference is in the mathematical solution. This kind of mathematical treatment of the problem can be considered as novel, its practical application may come later.*

**Keywords:** absolute orientation, scale, rotation matrix, centre of projection

A szenzorok (pl. kamerarendszerek) külső tájékozása egyik alappeladata a fotogrammetriának. A külső tájékozás paramétereit a pontok képkordinátái és a hozzájuk tartozó tárgy- vagy terepkordináták között fennálló matematikai összefüggésből lehet meghatározni. A szükséges matematikai modellek évtizedek óta kidolgozottak, hatalmas programcsomagok épülnek a gyakorlatban már bevált módszerek alkalmazására. Ebben a tanulmányban mégis egy alternatív, iteráció és közelítő értékek nélküli megoldást kínálunk. A tanulmányban megadott formulák összhangban vannak a külső tájékozás fotogrammetriai elméletével, attól csak a matematikai megoldás módjában különböznek. A probléma effajta tárgyalása matematikailag újszerűnek tekinthető, jöllehet a módszer gyakorlati elterjedése még várat magára.

**Kulcsszavak:** külső tájékozás, méretarány, forgatási mátrix, vetítési központ

## 1 Bevezetés

A természetben, így a geodéziában is fennálló összefüggések, törvények többségükben nemlineáris egyenletekre vezetnek, amelyeket általában linearizálva, iterációval szokás megoldani. A geodéziában előforduló feladatok linearizálására, iterációval történő megoldására számtalan példát találunk Závoti (1999) dolgozatában. A számítógéppel támogatott algebrai rendszerek (SZTAR) elterjedésével a geodéziában is lehetőség nyílik arra, hogy bizonyos esetekben nemlineáris problémákra egzakt, korrekt megoldásokat adjunk. Awange és Grafarend (2002, 2003) tanulmányaikban a 3D, 7 paraméteres hasonlósági transzformációra adtak nemlineáris megoldást, amelyet Závoti (2005) valamint Závoti és Jancsó (2006) módosítva továbbfejlesztettek. Battha és Závoti (2009a, 2009b) további nemlineáris geodéziái feladatokra adtak megoldást a Számítógéppel Támogatott Algebrai Rendszerek felhasználásával. A fotogrammetriai külső tájékozás egyéb nemlineáris megoldásával Jancsó (1994, 2004) tanulmányai is foglalkoztak.

## 2 A külső tájékozás matematikai leírása

A fotogrammetriai külső tájékozás térbeli képkordináta-rendszerének a tárgykoordináta-rendszerbe történő transzformációja hat paraméterrel (a projekciós központ 3 koordinátája és a 3 tengely körüli elforgatás szöge) adható meg.

Egy képpontnak a perspektív leképzése a tárgykoordináta-rendszerbe Luhmann (2000) alapján az alábbi egyenlettel írható le:

**Köszönetnyilvánítás.** A tanulmány a Stuttgarter Műszaki Egyetem Fotogrammetriai Intézetének SFBs NEXUS programjának vendégeként készült. Köszönet illeti a TÁMOP 4.2.1/B támogatását.

## Hivatkozások

### References

- Awange J L, Grafarend EW** (2002): Linearized Least Squares and nonlinear Gauss-Jacobbi combinatorical algorithm applied to the 7 parameter datum transformation  $c_7$  (3) problem.. Zeitschrift für Vermessungswesen, 127, 109–116.
- Awange J L, Grafarend E W** (2003): Closed form solution of the overdetermined nonlinear 7 parameter datum transformation. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 4, 130–149.
- Battha L, Závoti J** (2009a): Solution of the intersection problem by the Sylvester-resultant and a comparison of two solutions of the 2D similarity transformation. Acta Geod. Geoph. Hung., 44(4), 429-438.
- Battha L, Závoti J** (2009b): Az előmetszési probléma és a 2D hasonlósági transzformáció. Geomatikai Közlemények, 12, 19–26.
- Jancsó T** (1994): Külső tájékozási elemek meghatározása közvetlen analitikus módszerrel. Geodézia és Kartográfia, 46(1), 33–38.
- Jancsó T** (2004): Durvahiba-szűrés a fotogrammetriai hátrametszés kiegyenlítése előtt, kezdőértékek megadása nélkül. Geomatikai Közlemények, 7, 181–195.
- Kraus K** (1996): Photogrammetrie 2. Dümmler Verlag, Bonn, 488.
- Luhmann T** (2000): Nahbereichsphotogrammetrie. Herbert-Wichmann Verlag, Heidelberg, 571.
- Závoti J** (1999): A geodézia korszerű matematikai módszerei. Geomatikai Közlemények, 2, 149.
- Závoti J** (2005): A 7 paraméteres 3D transzformáció egzakt megoldása. Geomatikai Közlemények, 8, 53–60.
- Závoti J, Jancsó T** (2006): The solution of the 7-parameter datum transformation problem with- and without the Gröbner basis. Acta Geod. Geoph. Hung., 41(1), 87–100.

# PICARD-ITERÁCIÓ HASZNÁLATA ALACSONY PÁLYÁJÚ MŰHOLDOK MOZGÁSÁNAK VIZSGÁLATÁBAN

Nagy Imre\*, Rajnai Renáta\*\*



*Using Picard iteration to investigate the motion of low-orbit satellites – Analysis of motions in celestial mechanics raises substantial difficulties, as the solution of the equations of the motions cannot be given in a closed form. The orbits of the artificial satellites are usually calculated by the numeric integration of the equations. The prevalent methods (eg. Runge-Kutta or Bulirsh-Stoer methods) give the position of the artificial satellites after a short period of time with unknown, just estimated error. Methods based on Taylor series give the series of the solution itself, as the Lie integrator for instance. This method is outstandingly quick, but it is unsuitable for the calculation of the effect of the gravitational potential of the Earth. With the application of the Parker-Sochacki method, also based on Taylor series, the geopotential can be obtained with reasonable work. In the present paper, we show our results achieved in this area.*

**Keywords:** Picard iteration, numerical methods, artificial satellites

Az égi mechanikai mozgások vizsgálatát jelentős mértékben nehezíti, hogy a mozgást leíró egyenletek megoldása nem adható meg zárt alakban. A műholdak pályáját a szokásos eljárás szerint az egyenletek numerikus integrálásával kapjuk meg. Az elterjedt módszerek (pl. Runge–Kutta- vagy Bulirsh–Stoer-eljárás) ismeretlen, csak becsülhető hibával adják meg, hogy kis idő elteltével hová kerül a műhold. A Taylor-sorfejtésen alapuló módszerek magának a megoldásnak a sorfejtését adják meg. Ilyen pl. az ún. Lie-integrátor. Ez a módszer rendkívül gyors, ám a geopotenciál számításba vételére nem igazán alkalmas. A szintén Taylor-sorfejtésen alapuló Parker–Sochacki-módszert alkalmazva azonban elfogadható munkával figyelembe vehető a geopotenciál is. Jelen munkában levezetjük a módosított Picard-iterációt mesterséges égitestek mozgásegyenleteire.

**Kulcsszavak:** Picard-iteráció, numerikus módszerek, mesterséges holdak

## 1 Bevezetés

Az űrkutatásban leggyakrabban kör vagy kis excentricitású ellipszis alakú pályán keringő műholdakat használnak. Ezeket a pályákat a hagyományos numerikus eszközökkel kielégítő pontossággal lehet modellezni. Példának említhetjük a LAGEOS–1 gravimetriai műholdat, amelynek mozgásából sikerült kimutatni a Föld infravörös sugárzásának a hatását is (Rubincam 1987). Napjaink gravimetriai műholdjai azonban ennél is nagyobb pontosságú méréseket és így modellezést tesznek lehetővé, illetve a mérési pontosság fokozása végett egyúttal szükségessé is (Thomas 1999). A pálya nagy-pontosságú ismerete azonban nem csak a tudományos kutatásokhoz szükséges ma már, hanem a mindennapi életben is nélkülözhetetlenné vált a műholdas helymeghatározás elterjedése révén.

A műholdak egy másik csoportja nagyobb excentricitású, azaz elnyúltabb pályán kering. Ilyen pályára jellemzően csillagászati és távközlési műholdak kerülnek, például az orosz Molnyija sorozat tagjai vagy a rádiócsillagászati műholdak (pl. HALCA, Radioastron). Utóbbiak esetén különösen fontos a pálya, illetve a helyzet nagy pontosságú ismerete. Ezek a mesterséges holdak ugyanis a földi rádiótávcsövekkel összekapcsolva végeznek ún. űr-VLBI észleléseket. Az interferencia előállításához célszerű pontosan ismerni az űrbeli és a földi rádióantennák távolságát, bár nem szükségszerű.

Míg a kis excentricitású pályák esetén kielégítő eredményre vezet a hagyományos numerikus integrálási módszerek (pl. Runge–Kutta- vagy Bulirsh–Stoer-módszer) alkalmazása, a nagy excentricitású pályák esetén bonyolult transzformációs eljárások alkalmazása is szükséges (Nagy 2009,

\*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport  
BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék, 1521 Budapest, Pf. 91.  
E-mail: imre@sci.fgt.bme.hu

\*\*ELTE TTK Csillagászati Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A  
E-mail: rajnaiarenata@gmail.com



## Hivatkozások

### *References*

- Hanslmeier A, Dvorak R** (1984): Numerical integration with Lie series. *Astronomy and Astrophysics*, 132, 203–207.
- Nagy I** (2009): Pályaszámítási módszerek összehasonlítása. *Geomatikai Közlemények*, XII, 57–61.
- Nagy I, Érdi B** (2007): Numerical investigation of the orbit of Interball-1. *Astronomische Nachrichten*, 328, 793–796.
- Parker G E, Sochacki J S** (1995): Implementing the Picard iteration. *Neural, Parallel & Scientific Computations*, 4, 97–112.
- Pál A, Süli Á** (2007): Solving linearized equations of the N-body problem using the Lie-integration method. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 381, 1515–1526.
- Pruett C D, Rudmin J W, Lacy J M** (2002): An adaptive N-body algorithm of optimal order. *Journal of Computational Physics*, 187, 298–317.
- Rubincam D P** (1987): Lageos Orbit Decay Due to Infrared Radiation From Earth. NASA Technical Memorandum 87804.
- Thomas J B** (1999): An Analysis of Gravity-Field Estimation Based on Intersatellite Dual 1 Way Biased Ranging. JPL 98–15, Pasadena.

# REKURZÍV OSZTOTT FELÜLETMODELLEK A GEOINFORMATIKÁBAN

Czímber Kornél\*



*Subdivision surfaces in geoinformatics – Subdivision surfaces are widely used in computer aided design and animation, but rarely in geoinformatics. This paper discusses the most important subdivision methods and presents a new procedure, which is able to control the interpolation / approximation by points and the adaptive subdivision of the triangles in geoinformation systems.*

**Keywords:** subdivision, surface modelling, geoinformatics, triangulated irregular network

*A rekurzív osztott felületmodelleket széleskörűen alkalmazzák a számítógépes tervezés és animáció területén, de ritkábban a geoinformatikában. Ez a dolgozat áttekinti a legfontosabb rekurzív felületmodellezési módszereket és bemutat egy új eljárást, mely alkalmas a geoinformatikai rendszerekben az interpoláció / approximáció pontonkénti szabályozására, és a háromszögek adaptív felosztására.*

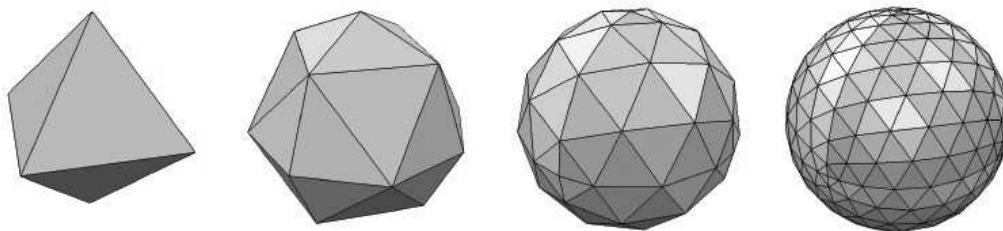
**Kulcsszavak:** rekurzív felosztás, felületmodellezés, geoinformatika, háromszöghálózat

## 1 Bevezetés

A felületek és görbék interpolációja, approximációja az elméleti és alkalmazott kutatások gyakori tárgya már évtizedek óta. A kutatások száma tovább növekedett a számítógépek megjelenésével és a háromdimenziós számítógépes grafika fejlődésével. Felületek definiálása történhet implicit módon, parametrikusan, szilárd testekkel vagy részekre osztás módszerével.

Kezdetben a de Casteljau módszert (1959) használták görbék közelítésére, majd a mai napig is alkalmazott Bézier parametrikus görbék (1962) jelentettek áttörést (Kovács 2011). A spline görbék (1972) globális interpolátorok, míg a B-spline görbéket (1975) már lokálisan is lehetett használni. Ezekből születtek meg az általánosan használható racionális görbék (NURBS – *Non-uniform rational basis spline*). A görbék tenzorszorzatából előállítható felületek együtt fejlődtek a görbe interpolációs eljárásokkal (Akima 1978). Itt is a lokális módszerek előretöréséről beszélhetünk (NURBS felületek). Teljesen más utat képviselnek az osztott felületmodellezési eljárások (1. ábra). Fejlődésüknek a 3D számítógépes grafika adott nagy lendületet 1990-es években.

Jelen kutatás célja az elterjedt felosztásos felületmodellezési eljárások bemutatásán túl egy olyan rekurzív osztott (*önmagán történő ismételt felosztás*) felületmodellezési módszer bemutatása, melyben lokálisan szabályozható az interpoláció és az approximáció mértéke, ezáltal hatékony eszköze lehet a geoinformatikának.



1. ábra. Rekurzív felületmodellezés: oktaédertől a gömbig

**Köszönetnyilvánítás.** Köszönetet mondok mindkét munkahelyemnek, mint a kutatás közvetlen támogatóinak: NYME EMK FTT, DigiTerra Kft.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Akima H** (1978): A Method of Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting for Irregularly Distributed Data Points. ACM, New York, 4(2)
- Catmull E, Clark J** (1978): Recursively generated b-spline surfaces on arbitrary topological meshes. Computer Aided Design, 10, 350–355.
- Boor C** (1978): A Practical Guide to Splines. Springer-Verlag.
- Czímber K** (2002): Geoinformatikai algoritmusok az erdészetben. Doktori Phd Értekezés, Sopron
- Dyn N, Levin D, Gregory J A** (1990): A butterfly subdivision scheme for surface interpolation with tension control. ACM Transactions on Graphics, 9(2), 160–169.
- Kobbelt L** (1996): Interpolatory subdivision on open quadrilateral nets with arbitrary topology, in: Proceedings of Eurographics, 96, 409–420.
- Kovács Z** (2011): Számítógépes geometria, Kelet-Magyarországi Informatika Tananyag Tárház, Debrecen
- Loop C** (1987): Smooth subdivision surfaces based on triangles. Masters Thesis, University of Utah, Dept. of Mathematics
- Zorin D, Schroder P, Sweldens W** (1996) 'Interpolating subdivision for meshes with arbitrary topology', Paper presented in the proceedings of the Computer Graphics, 96, 189–192.

# KÁLMÁN-SZŰRÉS ALKALMAZÁSA ÉPÜLETEN BELÜLI ÉS KÜLTÉRI MÉRÉSEKRE

*Kertész Imre\*, Barsi Árpád\**



*Using Kalman-filtering for indoor and outdoor measurements – Kalman-filtering is a generally used technology for processing time-dependent measured quantities. The mathematical basics of the method are presented in the paper, and then it is applied for processing indoor inertial measurements. This is followed by common handling of different sensors (sensor fusion), and examples are shown through outdoor GPS and inertial measurements. Some accuracy measures are also derived in the paper.*

**Keywords:** Kalman-filter, inertial navigation, GPS, IMU, sensor fusion

*A Kálmán-szűrés általánosan elterjedt módszer időben változó mért mennyiségek feldolgozására. A cikkben ismertetjük a módszer matematikai alapjait, majd épületen belül végzett inerciális mérések feldolgozására alkalmazzuk. Ezt követően bemutatjuk a különböző mérőeszközök együttes kezelésének (sensor fusion) módját, melyet konkrét kültéri GPS és inerciális mérések kapcsán alkalmazunk. Cikkünkben kitérünk a pontossági mérőszámokra is.*

**Kulcsszavak:** Kálmán-szűrő, inerciális navigáció, GPS, IMU, szenzorok együttes kezelése

## 1 Bevezetés

A mobil térképező rendszerek egyre nagyobb térnyerésével a hordozó jármű pozíciójának minél pontosabb meghatározása is előtérbe került. Kezdetben a pozícionálást pl. odométerrel és GPS-szel oldották meg, de ezek az eszközök már nem elég pontosak a modern rendszerekhez, amelyek lézerszkennelvel vagy esetleg nagyfelbontású kamera rendszerekkel is fel vannak szerelve. Lézerszkennelvel nyert adatok esetén a mért pozíciók pontosságának deciméter alattinak kell lennie, valamint a szkennel térbeli helyzetét is ismerni kell a pontfelhő kiértékeléséhez. Ehhez a feladathoz már nem elég egy egyszerű GPS vevő, pontosabb eszközökre van szükség, melyek segítségével pl. a szkennel térbeli helyzetét meg lehet határozni. A piacon kapható, felső kategóriás inerciális eszközök alkalmasak erre a feladatra, a segítségükkel a pozíciók pontosságát és sűrűségét is növelni lehet. A különböző szenzorok együttes használata Kálmán-szűrő segítségével valósítható meg.

A belépő szintű műszerek árának csökkenésével és az olcsó, moduláris MEMS (Micro-Electro Mechanical System) típusú szenzorok megjelenésével az inerciális technológia egyre szélesebb körben alkalmazható. Sok esetben a pontosabb műszerek használata nem lehetséges (pl. méretük miatt), azonban a minél nagyobb elérhető pontosság ezekben az esetekben is fontos lehet.

A Kálmán-szűrővel elérhető pontosság javítható különböző módokon, amelyek a belépő-szintű műszerek alkalmazási lehetőségeit is javítják. Ezek lehetnek például:

1. az IMU mérési adatainak wavelet-alapú zajszűrése (a Kálmán-szűrővel meghatározott a pozíció és a térbeli elhelyezkedést leíró adatok pontossága növelhető),
2. a szenzorhibák jobb modellezése (Allan-variancia és/vagy spektrális teljesítmény-sűrűség analízissel),
3. több szenzor együttes használata esetén az EKF-től különböző, nem lineáris szűrők alkalmazása, pl. UKF (Unscented Kalman Filter) vagy EPF (EKF + PF, Extended Kalman Filter + Particle Filter).

Habár a felsorolt módszerek alkalmazásával növelhető a helyzet- és a helymeghatározás pontossága, a belépő-szintű műszereket továbbra is csak kisebb pontosságot igénylő feladatoknál alkalmazzák (Yi 2007).

**Köszönetnyilvánítás** A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

### **Hivatkozások**

#### ***References***

- Grewal MS, Andrews AP** (2008): Kalman Filtering. Theory and Practice Using Matlab. Wiley, Hoboken New Jersey. 575.
- Fodor, Gy.** (2006): Jelek és rendszerek, Műegyetemi Kiadó, Budapest. 470.
- Lantos, B.** (2005): Irányítási rendszerek elmélete és tervezése I-II., Akadémiai Kiadó, Budapest. 491.,486.
- Yi, Y.** (2007): On Improving The Accuracy and Reliability of GPS/INS-based Direct Sensor Georeferencing, Doktori disszertáció, Ohio-i Állami Egyetem. 237.

# GNSS ÉS GSM ALAPÚ HELYMEGHATÁROZÁS INTELLIGENS KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREKBE

Lovas Tamás\*, Takács Bence\*\*, Berényi Attila\*, Kertész Imre\*, Barsi Árpád\*



*GNSS and GSM based positioning in intelligent transport systems – The Department of Photogrammetry and Geoinformatics (BME) is participating in the FP7 project SafeTRIP (Satellite Applications For Emergency handling, Traffic alerts, Road safety and Incident Prevention) with total research effort of €11.5M, involving 20 partners. Its primary goal is efficiently applying S-band satellite based communication to support intelligent transportation systems. Besides the communication issues, the project also focuses on the positioning solution. The applicable GNSS technology (e.g. GPS + GLONASS) has to be investigated according to the particular transportation applications, while technologies focusing on accuracy improvements (e.g. EGNOS or using RTK receivers) are also to be considered. Certain applications require location data even in areas where no GNSS is available (urban canyons, tunnels, etc.); in these cases the potential of GSM-based positioning is to be analyzed. In application-oriented approach, the optimal solution has to be researched, considering issues such as costs, coverage, accuracy, integrity.*

**Keywords:** GNSS, GSM, positioning, ITS

*A BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszéke az EU 7-es keretprogramján belül a SafeTRIP (Satellite Applications For Emergency handling, Traffic alerts, Road safety and Incident Prevention) projekt egyik résztvevője. A 20 résztvevős, 11,5 millió Euro költségvetésű projekt fő célja a kétirányú S-band műholdas kommunikációs megoldás kifejlesztése intelligens közlekedési rendszerek (ITS) számára. A kommunikáción kívül a projekt hangsúlyt helyez a helymeghatározó alrendszerre. Vizsgálandó, hogy az adott közlekedési alkalmazásokhoz milyen GNSS megoldás javasolt (pl. GPS + GLONASS), igény esetén hogyan növelhető a pontosság (pl. EGNOS), de olyan új fejlesztések is szóba kerülnek, mint a műholdas RTK. Alkalmazástól függően szükség lehet kiegészítő, nem GNSS alapú helymeghatározásra, mely területen a GSM-alapú helymeghatározást vizsgáljuk (városi kanyonok, alagutak, stb.). Az alkalmazás orientált megközelítésben az optimális megoldást kell megtalálni olyan peremfeltételek mellett, mint a költségek, területi lefedettség, pontosság, integrálhatóság.*

**Kulcsszavak:** GNSS, GSM, helymeghatározás, ITS

## 1 Bevezetés

A BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszéke részt vesz a 2009 októberében indult SafeTRIP (Satellite Applications For Emergency handling, Traffic alerts, Road safety and Incident Prevention) nevű FP7-es projektben (<http://www.safetrip.eu>, 2011-01-24). A projektben 6 ország 20 résztvevője dolgozik az intelligens közlekedési rendszereket támogató kommunikációs és helymeghatározási megoldásokon. A projekt fő célja az Eutelsat (a projekt technikai koordinátora) W2A műholdja S-sávjának használata kétirányú adatközlésre, mely a jármű-jármű és a jármű-infrastruktúra közötti kommunikációt segítené.

A kommunikáción kívül a projekt vizsgálja az ITS alkalmazásokhoz legjobban illeszkedő helymeghatározási eljárásokat különböző szempontok szerint. A helymeghatározás területén a Tanszék a következő munkafolyamatokban vállalt és vállal feladatot:

- felhasználói-, funkcionális- és rendszer-követelmények kidolgozása,
- helymeghatározási rendszer architektúra kidolgozása,
- értékelés, tesztelés.

\*BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

\*\*BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

E-mail: [tlovas@mail.bme.hu](mailto:tlovas@mail.bme.hu)

**Köszönetnyilvánítás** A munka szakmai tartalma kapcsolódik a "Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

A szerzők köszönettel tartoznak a mérésben részt vevő hallgatóknak: Perge Évának, Zemkó Szonjának, Kovács Ádámnak, Lakatos Miklósnak és Vajda Lászlónak.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Bar-Gera H** (2007): Evaluation of a cellular phone-based system for measurements of traffic speeds and travel times: A case study from Israel, Transportation Research Part C, Vol.15, Issue 6, 380-391.
- Deblauwe N** (2008): GSM-based Positioning: Techniques and Applications, PhD disszertáció, Vubpress, Brüsszel, 191.
- Ferencz V** (2007): A műholdas helymeghatározó rendszerek alkalmazásának lehetőségei a vasúti szolgáltatások fejlesztése területén. Diplomaterv, BME, 91.
- Husti Gy, Ádám J, Bányai L, Borza T, Busics Gy, Krauter A** (2000): Globális helymeghatározó rendszer (bevezetés). NYME Sopron, 146.
- Orosz L** (2004): Járműnavigációs GPS-mérések térképhez illesztése. Diplomaterv, BME, 59.

# BERENDEZÉS KÜLÖNBÖZŐ IDŐFÜGGVÉNYŰ, KIS ELMOZDULÁSOK ELŐÁLLÍTÁSÁRA, GYORSULÁSMÉRŐK KALIBRÁLÁSÁRA

Mentes Gyula\*



*Apparatus for producing small displacements with different time functions and for calibration of accelerometers – During development of landslides small cracks always arise causing abrupt small displacements of the soil which cannot be detected by geodetic measurements since their resolution is low and they are generally carried out when the sliding process is already known. These abrupt small displacements can be detected by continuously recording accelerometers installed on landslide-prone area. However the problem is the recognition and separation of these small movements from the micro-seismic noise being always present. For this reason an apparatus was developed by means of which small displacements with different shapes in function of time can be produced in laboratory. These movements, recorded by an accelerometer, can be used for testing mathematical methods for detecting small abrupt movements from the micro-seismic noise also being present in the laboratory. In this paper the construction and testing of the apparatus are described and it is shown how this apparatus can be used for calibration of accelerometers.*

**Keywords:** landslide, micro-displacement, magnetostrictive displacement transducer, accelerometer, calibration



Földcsuszamlások kialakulása során mindig keletkeznek kis repedések, amelyek a talaj hirtelen kis elmozdulását okozzák. Ezek geodéziai mérésekkel nem mutathatók ki, mivel egyrészt ezek felbontóképessége nem elegendő, másrészt a méréseket csak akkor végzik, ha a csúszási folyamatról már tudomásuk van. Ezek a hirtelen kis elmozdulások a csúszásgyanús területeken elhelyezett folyamatos regisztrálású gyorsulásmérőkkel detektálhatók. A probléma azonban az, hogy hogyan lehet ezeket a kis elmozdulásokat kiválasztani a mindig jelenlevő mikro szeizmikus zajból. Ebből a célból egy olyan berendezést fejlesztettünk ki, amellyel különböző időfüggvényű kis elmozdulások állíthatók elő laboratóriumban. Ezeket a kis elmozdulásokat gyorsulásmérővel regisztrálva a kapott adatok használhatóak azoknak a matematikai módszereknek a vizsgálatára, amelyekkel a hirtelen bekövetkező kis elmozdulások a laboratóriumban is jelen levő mikro szeizmikus zajból detektálhatók. Ebben a cikkben ennek a berendezésnek a felépítését és vizsgálatát ismertetjük, és megmutatjuk, hogy a berendezés egyúttal gyorsulásmérők kalibrálására is alkalmas.

**Kulcsszavak:** földcsuszamlás, mikroelmozdulás, magnetostrikciós elmozdulásadó, gyorsulásmérő, kalibrálás

## 1 Bevezetés

A nagyobb földcsuszamlásokat általában a talaj lassú folyamatos, vagy igen kismértékű, ugrásszerű mozgásai előzik meg. Ezek a mozgások évekig is tarthatnak (Mentes 2002, 2003; Újvári et al. 2009). A nagy csuszamlás előtt a kis ugrásszerű mozgások szaporodnak, ami a talajrészecskék elválásával, kisebb blokkok igen kismértékű megmozdulásával, esetleg elváló talajrészecskéket összetartó gyökerek elszakadásával hozható kapcsolatba. A geodéziai műszerek felbontóképessége egyrészt nem elegendő ahhoz, hogy ezeket a kis elmozdulásokat érzékeljük, másrészt geodéziai mozgásvizsgálatokat általában csak azután végeznek, ha a talajban nagyobb elmozdulásra utaló repedések keletkeznek, vagy a szakemberek (geológusok, talajmechanikusok, hidrológusok, stb.) úgy ítélik meg, hogy a terület földcsuszamlásra hajlamos lehet. A kismértékű hirtelen tömegmozgások is „nagy” gyorsulásértékeket produkálhatnak, amelyek érzékeny gyorsulásmérőkkel detektálhatók. Ezek a gyorsulásértékek, azonban nem mindig emelkednek ki a mindenütt jelenlevő mikro szeizmikus hát-



**Köszönetnyilvánítás.** Ez a tanulmány a K 81295 számú OTKA projekt keretében készült. A szerző köszönetet mond Bánfi Frigyesnek és Molnár Tibornak a berendezés elkészítésében és tesztelésében végzett munkájukért.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Calkins F T, Smith R C, Flatau AB** (1997): An Energy-Based Hysteresis Model for Magnetostrictive Transducers. IEEE Transactions on Magnetics, 10, 1-19.
- Mentes Gy** (2002): Földcsuszamlás monitorozása fúróluk dőlésmérőkkel. Geomatikai közlemények V, 91-97.
- Mentes Gy** (2003): Local effects disturbing the monitoring of tectonic movements of the Mecsekalja fault by shallow deep borehole tiltmeters in Hungary. Acta Geod. Geoph. Hung., Vol. 38(3), 327-335.
- Újvári G, Mentés G, Bányai L, Kraft J, Gyimóthy A, Kovács J** (2009): Evolution of a bank failure along the River Danube at Dunaszekcső, Hungary. Geomorphology 109, 197-209.

# UTÓMOZGÁSOK A DUNASZEKCSŐI MAGASPARTON

Újvári Gábor\*, Bányai László\*, Mentés Gyula\*, Papp Gábor\*, Gribovszki Katalin\*,  
Bódis Virág Bereniké\*, Bokor Zsolt\*\*



*Post-event movements on the high bank at Dunaszekcső – After rapid, enormous movements (February, 2008), resulted in significant subsidence (8-10 m) and lateral displacements (4-5 m) on the high bank at Dunaszekcső and the emergence of a peninsula consisting of clastic material in the Danube's bed, the deformation rates significantly dropped. This observation was explained by the secondary metastable equilibrium of the moving blocks at that time. However, our subsequent geodetic data clearly show that slow post-event movements (mainly subsidence, 0.5-1.0 cm/month) on both the northern and southern sliding blocks have been occurring for the last two years. At the same time, measurements on our geodetic network, which has been extended to the south in 2009, refer to a possible southward propagation of sliding (southern part of the Vár hill) in the near future.*

**Keywords:** bank failure, landslide, GPS, tilt measurements

A 2008 februárjában bekövetkezett jelentős mértékű tömegáthelyeződéseket követően, melynek során 8-10 méteres süllyedések és 4-5 méteres laterális elmozdulások következtek be a dunaszekcsői magasparton, és nagytömegű klasztikus üledékből álló félsziget jött létre a Duna medrében, a geodéziai eszközökkel detektálható mozgások minimális mértékűre csökkentek. Ezt akkoriban a fő mozgásfázist követő másodlagos- és valószínűleg átmeneti egyensúlyi helyzettel magyaráztuk. Későbbi eredményeink azt mutatják, hogy az északi és déli blokkok kis mértékű (kb 0,5-1,0 cm/hónap nagyságrendű) továbbcsúszása folyamatosnak tekinthető az elmúlt két évben. Ezzel együtt a déli irányban kiterjesztett hálózaton végzett mérések arra utalnak, hogy a Vár-hegy déli része is instabil állapotba juthat a közeljövőben.

**Kulcsszavak:** partfalmozgás, földcsuszamlás, GPS, dőlésmérés

## 1 Bevezetés

A Duna jobb oldali magaspartját jelentős földcsuszamlások alakították az elmúlt évszázadokban (Lóczy et al. 1989, Juhász 1999), és alakítják ma is. A 2008 februárjában kialakult dunaszekcsői csuszamlás, és a legutóbbi kulcsi események kiváló példái ennek a természeti folyamatnak, amelynek sem pontos térbeli, sem pedig időbeli kifejlődését előrejelezni nem tudjuk. Ezzel együtt azonban a geodéziai deformáció mérések adatai a jelentősebb eseményeket már hónapokkal, hetekkel megelőzve utalhatnak a csuszamlások jövőbeni kialakulására.

A 2008-as dunaszekcsői partfalmozgást követően, mely jelentős anyagátrendeződésekkel járt mind a magasparton, mind pedig annak előterében és a Duna medrében (Újvári et al. 2009a,b), a geodéziai eszközökkel mérhető deformációk jelentősen lelassultak, viszont kisebb-nagyobb sebességbeli fluktuációkkal továbbfolytatódtak. Mivel félt volt, hogy a csuszamlás déli irányban is továbbterjed, a hálózat déli irányban történő kiterjesztésére is sor került 2009 folyamán. A jelen cikk ezen a kiegészített és kiterjesztett mérőhálózaton az utóbbi két évben (2009-2010) végzett GPS-, szintezés-, mérőállomás és dőlésmérések eredményeit mutatja be.

## 2 Módszerek

A partszakasz lecsúszását követő mérés technikai problémák megoldására, a hálózat bővítésére és új adatfeldolgozási stratégiára, valamint új feldolgozó program kifejlesztésére volt szükségünk. A 2005, 4007 és 4008 jelzésű új pontokat a leszakadt part külső peremén helyeztük el úgy, hogy azok

\*MTA GGKI, 9400 Sopron, Csatka u. 6-8.

\*\*NYME Doktori Iskola, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.  
E-mail: ujvari@ggki.hu

**Köszönetnyilvánítás.** A cikkben szereplő mérések az OTKA 78332 szám alatt futó pályázatának anyagi hozzájárulásából készültek.

### **Hivatkozások**

**Bányai L** (2011): Geodéziai mérések integrált 3D kiegyenlítése. *Geomatikai Közlemények* 14(1), 45-54.

**Juhász Á** (1999): A klimatikus hatások szerepe a magaspartok fejlődésében. *Földtani Kutatás* XXXVI, 14–20.

**Lóczy D, Balogh J, Ringer Á** (1989): Landslide hazard induced by river undercutting along the Danube. In: Embleton, C., Federici, P.R., Rodolfi, G. (Eds.), *Geomorphological Hazards, Supplements of Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 2, 5–11.

**Újvári G, Bányai L, Gyimóthy A, Mentés Gy** (2009a): A dunaszekcsői földcsuszamlás geodéziai mozgásvizsgálatának eredményei. *Geodézia és Kartográfia* 61, 11-17.

**Újvári, G, Mentés Gy, Bányai L, Kraft J, Gyimóthy A, Kovács J** (2009b): Evolution of a bank failure along the River Danube at Dunaszekcső, Hungary. *Geomorphology* 109, 197-209.

# A FÖLDRENGÉSEK ELOSZLÁSÁNAK STATISZTIKAI VIZSGÁLATA – KÉT ESETTANULMÁNY

Kiszely Márta\*, Pődör Andrea\*\*



*Statistical investigations of the distribution of earthquakes - two case studies – The present study gives a brief overview of the difficulties in the analysis of data sets in the Carpathian Basin and the North Atlantic Ridge earthquakes. The study also highlights the facilities of the usage of different map-construction programs. The correlation between solar activity and  $M > 7$  earthquakes has been presented in several articles. In this work correlation has been found between the seismicity of the Carpathian Basin and the 11-yr cycle of Sun over several periods.*

**Keywords:** Carpathian Basin, North Atlantic Ridge, distribution of earthquakes, sunspot cycle

*A jelen cikk rövid áttekintést ad két terület, a Kárpát-medence és az Észak-Atlanti-hátság földrengéseit tartalmazó adatsor analízisének nehézségeiről, és a különböző térképszerkesztő programok felhasználásának lehetőségeiről. A naptevékenység és  $M > 7$  rengések közötti korrelációt több cikk igazolja. E munkában korrelációt találtunk 11 éves napfoltciklus és a Kárpát-medence földrengései között néhány cikluson keresztül.*

**Kulcsszavak:** Kárpát-medence, Észak-Atlanti-hátság, földrengések eloszlása, napfoltciklus

## 1 Bevezetés

Nagy múltra tekint vissza az a törekvés, hogy a földrengéseket összekössük más természeti jelenségekkel, illetve – ha léteznek – megtaláljuk a földrengéseket közvetlenül megelőző jeleket. Az elmúlt 15-20 év forradalmi változást hozott a földrengések detektálásának minőségében. Az egyre nagyobb számban működő szeizmológiai állomásoknak köszönhetően olyan sok kis méretű rengés is rögzítésre került, melyek elemzése a földrengések időbeli eloszlásának új tulajdonságait tárhatja fel.

Jelen munkában két tektonikailag eltérő terület, az Észak-Atlanti-hátság és a Kárpát-medence földrengés-katalógusait vizsgáltuk. Mindkét katalógusra jellemző, hogy több ezer adatot tartalmaznak, hosszú időszakot ölelnek át, amely során a különböző területek és időszakok aktivitása eltért egymástól. Kétféle hibaforrásra hívtuk fel a figyelmet, amikre a nagy rengésszámú és hosszú időre kiterjedő adatbázisok elemzésekor figyelemmel kell lenni. Ebben segítettek a több 10 000 epicentrum térképi megjelenítését szolgáló térképszerkesztő programok (GMT – General Map Tools, ArcGIS – térinformatikai szoftver), és az epicentrumok megjelenítésének egy új módszere.

A Kárpát-medence rengéseinek éves számában a napfoltciklus 11 éves periódusának megjelenését kerestük, és egy külön fejezetben az  $M > 7$ -es rengések lehetséges kapcsolatát elemeztük a relatív napfoltszámmal. Az Észak-Atlanti-hátság esetében a rengések napi eloszlását elemeztük. Kissé eltérő mértékben, de mindkét vizsgált területen kimutattuk az emberi tevékenységhez köthető „kulturális zaj” hatását.

## 2 Előzmények

Már Arisztotelész (kb. i.e. 300) is felfigyelt arra, hogy a földrengések gyakoribbak és erősebbek éjszaka, mint nappal. Ő a földrengések okának a földet ostorozó szelet tekintette. Kitaibel Pál magyar természettudós, polihisztor, egyetemi tanár a móri M5,4-es földrengést követő utórengések eloszlásában is hasonló megfigyelést tett, vagyis több utórengést regisztráltak éjszaka. Az éjszaka nyugodtabb, csendesebb időszaka kedvezőbb a rengések megfigyelésére (Kitaibel és Tomtsányi 1814). Kitaibel a móri földrengés kiváltó okaként többek között a rendkívüli időjárás körülményekre gondolt.

\* MTA GGKI, 1112 Budapest, Meredek u. 18.

E-mail: marta@seismology.hu

\*\* NymE GEO, 8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.

E-mail: pa@geo.info.hu

**Köszönetnyilvánítás.** Szeretnénk megköszönni Dr Bencze Pál segítségét és útmutatását az Sq-áramok és a napfolttevékenység földi hatásainak legújabb eredményeinek az ismertetésében.

## Hivatkozások

### References

- Duma G** (1999): Geomagnetic secular variation and an interesting relation to earthquake activity, Symposium: Results in Magnetotellurics. Aeronomy and Geomagnetism, October 14-15, 1999, Sopron, Hungary.
- Duma G, Rhuzin Y** (2003): Diurnal changes of earthquake activity and geomagnetic Sq-variations. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, 171-177 oldal.
- Freund T F** (2003): Rocks that Crackle and Sparkle and Glow: Strange Pre-Earthquake Phenomena: *Journal of Scientific Exploration*, Vol. 17, N. 1, 37-71 oldal.
- Gao A, Silver P, Linde A, Sacks S** (2000): Annual modulation of triggered seismicity following the 1992 Landers earthquake in California. *Nature*. V. 406. p. 500-504 oldal.
- Grünthal G, GSHAP Region 3 Working Group** (1999): Seismic hazard assesment for Central, North and Northwest Europe: GSHAP Region 3 *Annali di Geofisica* vol. 42.
- Gui-Quing Zhang** (1998): Relationship between global seismicity and solar activities, *ACTA SEISMOLOGICA SINICA*, Vol. 44, No. 4, 495–500 oldal.
- Kitaibel P, Tomtsányi Á** (1814) *Dissertatio de terrae motu in genere ac in specie Mórensi anno 1810.* – Budae. (1960 facsimile Akadémiai Kiadó, Budapest).
- Khain V E, Khalilov E N** (2008): About possible influence of solar activity upon seismic and volcanic activities: Long-term forecast: *SCIENCES WITHOUT BORDERS. Transaction of the International Academy of Science H & E.* Vol.3. 2007/2008, SWB, Innsbruck, 2008 ISBN 978-9952-451-01-6.
- Kiszely M**: (2009): Discrimination of small earthquakes from quarry blasts in the Vértes Hills Hungary using complex analysis, *Acta Geod. Geoph. Hung.*, Vol. 44 (2009), No.2 (June), 227-244. oldal.
- Lipovics T** (2004): Connection between earthquake and geomagnetic Sq-variations. Abstract, Conference of Young Experts, Sárospatak.
- Martini D, Mursula K, Körmendi A** (2004): Possible planetary excitation of earthquakes. *Acta Geod. Geoph. Hung.*, Vol. 39(4), 439-446 oldal.
- Macmillan S, Droujinina S** (2007): Long-term trend in geomagnetic daily variation. *Earth Planets Space*, 59, 391-395 oldal.
- Odintsov S D, Ivanov-Kholodnyi G S, Georgieva K** (2007): Solar Activity and Global Seismicity of the Earth: *Bulletin of Russian Academy of Sciences: Physics*, Vol 71, No. 4, 593-959 oldal.
- Pödör A, Kiszely M** (2010): Földrengések térképen történő ábrázolásának 200 éves története. *Magyar Geofizika* 50. évf. 4, 172-179 oldal.
- Rindgal F, Bungum H** (1977): Noise level variation at norsar and its effect on detectability. *BSSA*. Vol. 67, no. 2, 479-492 oldal.
- Schuster F** (1897): On Lunar and Solar Periodocoties of Earthquakes. *Proc. Roy. Soc. London* 61. 455-465 oldal.
- Tóth L, Mónus P, Zsíros T** (1996-2000): *Hungarian Earthquake Bulletin 1995-1999*, Georisk, Budapest.
- Tóth L, Mónus P, Zsíros T, Kiszely M** (2001-2006): *Hungarian Earthquake Bulletin 2000-2005*, GeoRisk-MTA GGKI, Budapest.
- Tóth L, Mónus P, Zsíros T, Bus Z, Kiszely M** (2007-2009): *Hungarian Earthquake Bulletin 2006-2008*, GeoRisk-MTA GGKI, Budapest.
- Ulbrich U, Ahorner L, Ebel A** (1987): Statistical investigations on diurnal and annual periodicity and on tidal triggering of local earthquakes in Central Europe. *J. Geophys* 61. 150-157 oldal.
- Schlapp D M, Sellek R, Butcher E C.** (1990): Studies of worldwide secular trends in the solar daily geomagnetic variation, *J. Geophys* 100. 469-475 oldal.
- Zhuravlev V. I, Lukk, A. A, Mirzoev K. M, Sycheva N. A** (2006): Diurnal periodicity of weak earthquakes in Central Asia – *Izvestiya, Physics of the Earth*, Vol 42. No 11, 890-903 oldal.
- Zotov O D** (2007): Weekend Effect in Seismic Activity – *Physics of the solid Earth*, Vol. 43, No. 12, 1105–1011 oldal.
- Zsíros T** (2000): A Kárpát-medence szeizmicitása és földrengés veszélyessége: *Magyar földrengés katalógus (456-1995) /Seismicity and seismic hazard of the Carpathian Basin: Hungarian earthquake catalogue (456-1995)/*. MTA FKK GGKI. Budapest. 495 oldal. ISBN 963 8381 15 9.

### Internetes források:

- GMT – GENERIC MAPPING TOOLS: <http://gmt.soest.hawaii.edu> (Letöltés: 2009. december 02.)
- ArcGIS Desktop Software: <http://www.esri.com/products/>.
- Gooding M** (1998) Studying Seismic Activity Using ArcView GIS and 3D Analyst, <http://www.esri.com/news/arcuser/1098/quake.html>.

# FELSZÍNMOZGÁSOK KIMUTATÁSA ÉS ELEMZÉSE SZINTETIZÁLT APERTÚRÁJÚ RADAR (SAR) ADATOK INTERFEROMETRIKUS FELDOLGOZÁSA ALAPJÁN

Hován Kinga\*



*Interferometric processing and utilization of synthetic aperture radar (SAR) data for surface displacements – This paper summarises the attributes of SAR data and its capability to monitor land surface changes. Remote sensing (InSAR in this case) has a great advantage when it comes to mapping surface changes. The processing steps are demonstrated through an example (earthquake in Bam) and the results are analysed and compared.*

**Keywords:** remote sensing, InSAR, data processing, earthquake

*A cikk röviden összefoglalja a SAR adatok tulajdonságait, és hogy ezek a tulajdonságok miért teszik alkalmassá a technológiát felszínmozgások monitorozására. Az InSAR távérzékelési technológia előnyösen alkalmazható felszínmozgások megfigyelésében. A feldolgozási lépések egy általam feldolgozott példán (földrengés Bam városában) keresztül kerülnek bemutatásra, majd a kapott eredményeimet ismertetem és elemzem.*

**Kulcsszavak:** távérzékelés, InSAR, adatfeldolgozás, földrengés

## 1 Bevezetés

A légi és műholdas képalkotó radarok az általuk kibocsátott és a felszínről visszavert elektromágneses sugárzás segítségével alkotnak visszaverődési képet a térképezendő területről. A mikrohullámú érzékelők közül is kiemelkedik a SAR (Synthetic Aperture Radar – szintetizált apertúrájú radar) a radarképek rendkívül magas térbeli felbontásával és sokrétű információ-tartalmával, mellyel többféle gyakorlati felhasználási lehetősége is kínálkozik. A hagyományos földrajzi és különböző topográfiai felmérési alkalmazásokon kívül már olyan területeken is használják, mint a tengerek térképezése, erdészet, mezőgazdaság, várostervezés, környezettudományok, valamint természeti katasztrófák előrejelzése, értékelése.

A cikkben a SAR rendszer általános áttekintése után egy földrengés példáján keresztül részletesen kifejtem a differenciális interferometrikus feldolgozás lépéseit, valamint az ezen feldolgozással kapott eredményeimet. A teljes feldolgozás SARscape szoftverrel készült.

## 2 A SAR rendszer

A SAR szenzorok az elektromágneses spektrum mikrohullámú tartományában működnek, hullámhosszuk jellemzően 1 cm és pár 10 cm között van. A SAR oldalra néző aktív rendszer, az elektromágneses sugárzást maga állítja elő, alkalmazhatósága nem függ sem az időjárástól, sem a napszaktól. A szenzor a saját kisugárzott hullámainak felszínről visszavert jelét (fázis- és futási idő) méri, amiből később nagy felbontású kép készül. Mikrohullámú tartományban a visszaverődés szempontjából a legfontosabbak a geometriai és dielektromos jellemzők. Ennek megfelelően a radarképek a domborzatot és a megfigyelt terep morfológiai szerkezetét, valamint a talaj érdességét és vezetőképességét (talajnedvesség-változásokat) emelik ki. Mivel a SAR-képeken megjelennek a tárgyak dielektromos jellemzőinek változásai, ezért segítségével a vegetáció állapotáról is kaphatunk információkat (mezőgazdasági, erdészeti alkalmazások). Az oldalra nézés (így a jelek futási idő alapján távolság szerint rendezhetőek) következményei a magassági geometriai torzulások, amik nagy magasságkülönbségek esetén, hegyvidéki területeken jelentkeznek: radarárnyék, áthajlás,

\*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport/FÖMI KGO  
Budapest, Műegyetem rkp. 3., K ép. mf. 16.  
E-mail: hovankinga@gmail.com

**Köszönetnyilvánítás.** Köszönet illeti Dr. Grenerczy Gyulát, a FÖMI KGO vezető tanácsosát, aki témajavaslatával hozzájárult a tanulmány elkészítéséhez.

## **Hivatkozások**

### ***References***

- Grenerczy Gy, Virág G, Frey S, Oberle Z** (2008): Budapest műholdas mozgástérképe: a PSInSAR/ASMI technika hazai bevezetése és ellenőrzése. *Geodézia és Kartográfia* 2008/11 (60), 3–9.
- Hoffmann J** (2007): Mapping damage during the Bam (Iran) earthquake using interferometric coherence. *International Journal of Remote Sensing*, 28 (6), 1199–1216.
- Massonnet D, Feigl K L** (1998): Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface. *Reviews of Geophysics*, 36 (4), 441-500.
- Nadim F, Moghtaderi-Zadeh M, Lindholm C, Andersen A, Remseth S, Bolourchi M J, Mokhtari M, Tvedt E** (2004): The Bam Earthquake of 26 December 2003. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2, 119–153.
- Stramondo S, Moro M, Doumaz F, Cinti F R** (2005): The 26 December 2003, Bam, Iran earthquake: surface displacement from Envisat ASAR interferometry. *International Journal of Remote Sensing*, 26 (5), 1027–1034.
- Wang R, Xia Y, Grosser H, Wetzel H-U, Kaufmann H, Zschau J** (2004): The 2003 Bam (SE Iran) earthquake: precise source parameters from satellite radar interferometry. *Royal Astronomical Society, Geophys. J. Int.*, 159 (3), 917–922.

# CSÚCSKERESÉSI ELJÁRÁSOK TELJES HULLÁMALAKOS LÉZERSZKENNER ADATOK FELDOLGOZÁSÁHOZ

Zaletnyik Piroska\*, Laky Sándor\*\*, Charles K. Tóth\*\*\*



*Peak detection from full-waveform LiDAR data – Most airborne LiDAR systems extract the return pulses and intensity signal during data acquisition in real-time, which information is then logged. As full waveform recording is becoming increasingly affordable and consequently available on today's state-of-the-art LiDAR systems, there is no practical limitation on the complexity of pulse detection methods that can be applied in post-processing mode. Analyzing the entire return signal, the full waveform, can provide additional geometrical and physical information about the reflecting surfaces. Currently, most LiDAR applications are based on utilizing only the geometry of the point cloud, where the precision and, most importantly, the density of these points primarily depend on the used peak detection method. The objective of this paper is to examine and compare different peak detection algorithms to improve the accuracy of the generated point clouds, and thus, to support better interpretation and classification of the backscattering surface.*

**Keywords:** full-waveform, LiDAR, peak detection

*A lézerszkennerek fejlődése során a kezdetben csak egy visszavert impulzust érzékelő rendszerektől, a több impulzust érzékelő rendszereken át napjainkban eljutottunk a teljes visszavert hullámalakot digitalizáló és rögzítő rendszerekig. A hullámalakok utólagos feldolgozása számos többletinformáció kinyerését teszi lehetővé. Egyrészt jobb minőségű, sűrűbb pontfelhő állítható elő, másrészt a hullámalakok elemzése információt szolgáltat a visszaverő felület fizikai és geometriai tulajdonságait illetően. Dolgozatunkban a sűrűbb és pontosabb pontfelhő előállítására céljából különböző csúcskeresési eljárásokat vizsgálunk meg.*

**Kulcsszavak:** teljes hullámalak, LiDAR, lézerszkenner, csúcskeresés

## 1 Bevezetés

Napjainkban a légi lézerszkennelés (airborne LiDAR – Light Detection and Ranging) már széles körben elterjedt, nagyon sok alkalmazási területe van. Használják digitális domborzatmodell (DDM) vagy digitális felületmodell (DFM) előállításra, erdészeti lombkorona ill. növényzet felmérésekre, digitális városmodell készítésre, távvezeték térképezésre, régészeti felmérésekre, közlekedés modellezésére, parti területek felmérésére vagy akár gleccserkutatásra is (Shan és Tóth 2009). A lézerszkennelés már több évtizedes múltra tekint vissza, azonban Magyarországon még viszonylag új technológiának számít, így a magyar nyelvű szakirodalmi kifejezések sem mindig egyértelműek, nem tekinthetők általánosan elfogadottnak. Egy közelmúltban megjelent cikkben Lovas és Berényi (2011) összefoglalta a lézerszkennelésben előforduló szakmai kifejezések, fogalmak magyar megfelelőit.

A lézerszkennelés során a műszer kibocsát egy impulzust (lézersugarat) a földfelszín felé, és rögzíti a visszavert jel beérkezésének időpontját, amiből a fénysebesség alapján távolságot lehet számítani. A repülőgép koordinátáinak, irányának és a lézersugár irányának ismeretében a visszaverő pont térbeli koordinátái is számíthatóak. A kibocsátott lézersugár azonban kis mértékben széttart, így ha ezen a szóródási kúpon belül több objektum is megtalálható, akkor több különböző helyről fog visszaverődni a jel (1. ábra). Fás területen a jel egy része visszaverődhet a lombkorona tetejéről, egy más része az alacsonyabban elhelyezkedő ágakról, bokrokról, végül a talajról is. Épületek szélénél is előfordulhat többszörös visszaverődés, ahol a jel egy része a háztetőről, másik része a ház

\*BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék, 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. Kmf. 16.

E-mail: zaletnyikp@gmail.com

\*\*MTA-BME Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoport, 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. Kmf. 16.

E-mail: laky@sci.fgt.bme.hu

\*\*\*The Center for Mapping, The Ohio State University, Columbus, OH 43210

E-mail: toth@cfm.ohio-state.edu



## Hivatkozások

### References

- Barsi Á, Detrekői Á, Lovas T, Tóvári D** (2003): Adatgyűjtés légi lézernetapogatással. *Geodézia és Kartográfia*, 55(7), 10–17.
- Chauve A, Mallet C, Bretar F, Durrieu S, Pierrot-Deseilligny M, Puech W** (2007): Processing full-waveform lidar data: Modelling raw signals. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVI(3/W52)*, 102–107.
- Jutzi B, Stilla U** (2003): Laser pulse analysis for reconstruction and classification of urban objects, In: Ebner H, Heipke C, Mayer H, Pakzad K (eds) *Photogrammetric Image Analysis PIA'03*. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing.*, 34(3/W8), 151–156.
- Jutzi B, Stilla U** (2005): Measuring and processing the waveform of laser pulses. In: A. Gruen and H. Kahmen (eds), *Optical 3-D Measurement Techniques VII(1)*, 194–203.
- Laky S, Zaletnyik P, Toth C** (2010a): Compressing LiDAR Waveform Data. In: *International LiDAR Mapping Forum 2010*. Denver, Amerikai Egyesült Államok, 2010.03.03-2010.03.05., 1–10.
- Laky S, Zaletnyik P, Toth C** (2010b): Land classification of wavelet-compressed full-waveform LiDAR data. *International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISSN: 1682-1750) XXXVIII(3A)*, 115–119.
- Lovas T, Berényi A** (2011): Fogalmak, kifejezések a lézerszkennelésben, *Geodézia és Kartográfia*, 63(4), 9-12.
- Mallet C, Bretar F** (2009): Full-waveform topographic LiDAR: State-of-the-art. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(1), 1–16.
- Optech Incorporated** (2005): *Airborne Laser Terrain Mapper (ALTM) Waveform Digitizer Manual*, Optech Incorporated, Toronto, Ontario, Canada, Document No. 0028443/Rev A.5, 35.
- Parrish CE** (2007): Exploiting full-waveform lidar data and multiresolution wavelet analysis for vertical object detection and recognition, *Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2007*. IEEE International, DOI: 10.1109/IGARSS.2007.4423351, 2499–2502
- Reitberger J, Krzystek P, Stilla U** (2006): Analysis of Full Waveform Lidar Data for Tree Species Classification. Symposium ISPRS Commission III “Photogrammetric Computer Vision” PCV06, 20 – 22th September, Bonn, Germany, 1–6.
- Shan J, Tóth C** (2009): *Topographic Laser Ranging and Scanning—Principles and Processing*. CRC Press Taylor & Francis, London, 590.
- Székely B, Molnár G, Roncat A** (2007): Domborzat- és felületmodellek teljes jelalakos légi lézerszkenneléssel. *Geodézia és Kartográfia*, 59(12), 8–13.
- Wagner W, Ullrich A, Melzer T, Briese C, Kraus K** (2004): From single pulse to full-waveform airborne laser scanners: Potential and practical challenges. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 35(Part B3)*, 201–206.
- Wagner W, Ullrich A, Ducic V, Melzer T, Studnicka N** (2006): Gaussian decomposition and calibration of a novel small-footprint full-waveform digitising airborne laser scanner. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 60(2)*, 100–112.
- Zaletnyik P, Laky S, Toth C** (2010): LiDAR Waveform Classification Using Self Organizing Map. In: *ASPRS 2010 Annual conference*. San Diego, Amerikai Egyesült Államok, 2010.04.26-2010.04.30., 1–12.

# AUTOMATIZÁLT TÖRZSTÉRKÉPEZÉS FÖLDI LÉZERSZKENNELÉS ADATAINAK OBJEKTUM-ORIENTÁLT FELDOLGOZÁSÁVAL

Brolly Gábor\*, Király Géza\*



**Automatic stem detection from terrestrial laser scanner data by object-oriented approach**  
 – The objective of the present study is to introduce an automatic tree mapping algorithm which utilizes terrestrial laser scanner data from single position or multiple scanning positions, and which is applicable even in the presence of dense undergrowth. The image noise caused by the low vegetation is removed through logical operations between raster layers. The adjacent measurements are organized to discontinuous image objects using operations of mathematical morphology. The filtering of tree stems was achieved by pattern recognition on image objects. The method was validated on a sample area of 9.5 ha, surveyed from 38 scanning positions, where more than two-third of the tree stems were detected automatically. The bias of the diameter estimation was -1.9 cm.

**Keywords:** terrestrial laser scanning, pattern recognition, image objects, algorithm

Dolgozatunkban egy földi lézershelyezési adatokon alapuló törzstérképezési eljárás bemutatása a cél, mely lehetővé teszi egy vagy több álláspontból készített felmérések automatikus feldolgozását, és különösen jól alkalmazható aljnövényzettel fedett állományokban. Az aljnövényzet jelenlétéből adódó, és a törzsek detektálását nehezítő képi zajok csökkentését raszteres rétegek közötti logikai műveletekkel végeztük el. Ezt követően – a képfeldolgozásban használatos matematikai morfológia eszközeivel – az egymáshoz közeli méréseket képi objektumokba rendeztük. A törzsek kimutatása a képi objektumok alakjának vizsgálatával történt. Az eljárást 38 felvételi álláspontból készített, közel 10 hektáros mintaterületen teszteltük, ahol a törzsek több mint kétharmadát sikerült automatizáltan feltérképezni. Az átmérőbecslés szisztematikus hibája -1,9 cm.

**Kulcsszavak:** földi lézeres letapogatás, alakfelismerés, képi objektumok, algoritmus

## 1 Bevezetés

A törzstérképek faegyedek – erdészeti szóhasználattal egyesfák – vetületi rendszerben megadott pozícióját, esetenként további tematikus jellemzőit ábrázolják. A törzsek felmérésének egyik lehetséges távérzékelési megoldása a földi lézeres letapogatás, melynek során pásztázó lézeres távolságmérésekkel nyerünk térbeli koordinátákat a földfelszín és a növényzet felületéről. A lézeres távmérés adatsűrűsége és pontossága a térképezendő faegyedek helyének, méretének és alakjának meghatározását egyaránt lehetővé teszi. Munkánk csak a feldolgozás módszertani kérdéseivel foglalkozik. A teljesség kedvéért megjegyezzük, hogy tudomásunk szerint a földi lézeres letapogatás erdészeti célú felhasználásának gazdasági vonatkozásairól nem készültek még összehasonlító tanulmányok, ezért a hatékonyság nem feltétlenül jelent gazdaságosságot is.

A feldolgozás több lépése magas fokon automatizálható. Az előfeldolgozás során az egyes álláspontokból mért pontthalmazok tájékozása, majd ebből a domborzatmodell előállítására többé-kevésbé kitaposott úton haladva megoldható, ezekre ugyanis kereskedelmi forgalomban hozzáférhető szoftverek is rendelkezésre állnak. Meg kell jegyezni azonban, hogy erdei környezetben a változatos terep és a szabálytalan geometriájú elemek dominanciája speciális megoldásokat igényelnek, ezért napjainkban is folynak még kutatások. A növényzet adatainak feldolgozására, köztük az álló fák helyének és méretének kimutatására, nincsenek általánosan elfogadott megoldások. Ennek oka részben az, hogy a növényzet leírása számos szempont szerint megközelíthető.

Erdőterületen, mesterséges tereptárgyak hiányában, azokat a pontokat, melyek nem a földfelszínről verődtek vissza, *vegetációpontoknak* hívjuk. A domborzatmodell birtokában a vegetációpon-

**Köszönetnyilvánítás.** A lézeres felmérés adatait a Pilisi Parkerdő Zrt. bocsátotta rendelkezésünkre.

## Hivatkozások

### References

- Aschoff T, Spiecker H** (2004): Algorithms for the automatic detection of trees in laser scanner data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVI-8/W2, 71–75.
- Bienert A, Scheller S, Keane E, Mohan F, Nugent C** (2007): Tree detection and diameter estimations by analysis of forest terrestrial laserscanner point clouds. Proceedings of ISPRS Workshop on laser scanning 2007 and SilviLaser, 12-14 September, 2007, Espoo, Finland. 50–55.
- Brolly G, Király G** (2009): Algorithms for stem mapping by means of Terrestrial Laser Scanning. Acta Sylvatica et Lignaria Hungarica, 5, 119–130.
- Brolly G, Király G** (2010): Algorithm for individual stem mapping from terrestrial laser scanning data. In Proceedings of SilviLaser 2010 Conference, Freiburg, 2010.09.14–17. p 16.
- Király G, Brolly G, Márkus I** (2007): Földi lézerszkennung alkalmazása egyesfák vizsgálatára. Geomatikai Közlemények, X, 241–251.
- Király G, Brolly G** (2008): Modelling single trees from terrestrial laser scanning data in a forest reserve. The Photogrammetric Journal of Finland, 21 (1), 37–50.
- Király G, Brolly G** (2010): Volume calculations of single trees based on terrestrial laser scanning. In Proceedings of SilviLaser 2010 Conference, Freiburg, 2010.09.14–17. p 12.
- Kiss Boglárka** (2009): Geodéziai előkészítő munkálatok lézeres felméréshez a Pilisszentlélek 25A Pro Silva Bemutató Területen. Diplomamunka, NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron. 57.
- Simonse M, Aschoff T, Spiecker H, Thies M** (2003): Automatic determination of forest inventory parameters using terrestrial laser scanning. Proceedings of the ScandLaser Scientific Workshop on Airborne Laser Scanning of Forests, 2-4 September 2003, Umea, Sweden. 271–257.
- Thies M, Spiecker H** (2004): Evaluation and future prospects of terrestrial laser scanning for standardized forest inventories. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVI-8/W2, 192–198.
- Weinacker H, Koch B, Weinacker, R** (2004): TreesVis – A Software System for Simultaneous 3D-Real-Time Visualization of DTM, DSM, Laser Row Data, Multispectral Data, Simple Tree and Building Models. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVI-8/W2, 90–96.

# LÉZERSZKENNERES MÉRÉSEK SZÉKESFEHÉRVÁR BELVÁROSÁBAN

Nagy Gábor\*



*Laser scanner survey in historical city centre of Székesfehérvár – This paper presents our laser scanning works in the historical city centre of Székesfehérvár. The survey, the data processing procedure, and our experiences are described in detail. The survey was measured by a Leica ScanStation C10 instrument, the result of the work was processed by Leica Cyclone.*

**Keywords:** laser scanning, 3D, Székesfehérvár

*Ez a cikk a 2010-ben Székesfehérvár belvárosában végzett lézershakenneres méréseinket mutatja be. Részletesen beszámol a mérések és a feldolgozási munkák menetéről és az eközben szerzett tapasztalatokról. A méréseket Leica ScanStation C10 műszerrel végeztük, a munka eredményét Leica Cyclone-nal dolgoztuk fel.*

**Kulcsszavak:** lézershakennerek, 3D, Székesfehérvár

## 1 Bevezetés, előzmények

A földi lézershakenneres mérések a geodéziai adatgyűjtésnek egy korszerű és hatékony módját jelentik. Rendkívül nagy mennyiségű (több tízezer pont másodpercenként) adatot tudunk gyűjteni a műszer környezetéről, melyek korábban elképzelhetetlen részletességű modellek megalkotását teszik lehetővé.

A technológia elterjedésének legfőbb akadálya a műszerek meglehetősen magas ára. Ezért nagy jelentőségű, hogy 2009-ben, a KD\_INFRA\_07 (Baross III.) pályázaton nyert támogatás segítségével a Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karának sikerült beszereznie egy Leica ScanStation C10 lézershakennert, így ezt a korszerű és hatékony technológiát már a Karon folyó oktatási és kutatási munkában is alkalmazni tudjuk.

A 3D Városkalauz projekt 2009 májusában indult, a GeoInfo Alba Nonprofit Kft és a FehérvárÉPÍTÉS Kft közös munkájaként; feladata egy idegenforgalmi célú, 3D alapú információs rendszer kialakítása, ami a tervek szerint kézi számítógépeken tenne elérhetővé Székesfehérvár belvárosával kapcsolatos adatokat. A kutatás keretében megvizsgálható lehetséges adatgyűjtési eljárások között a lézershakenneres technológia is szerepelt.

A munkák során a következő kérdések vizsgálatát tűztük ki célul:

- Mennyire használható fel a rendelkezésünkre álló lézershakenneres technológia városi környezet részletes felmérésére?
- Milyen zavaró, a mérést hátráltató vagy a mérés eredményének minőségét rontó tényezőkkel kell számolnunk a városi környezetben végzett lézershakenneres mérések során?
- Mennyire alkalmazható a különböző álláspontokon mért pontfelhők illesztése az álláspontok közötti geometriai kapcsolat megteremtésére? Milyen az illesztés pontossága? A műszerek pontosságát természetesen laboratóriumban is lehet vizsgálni (Berényi et al. 2010), de mi a gyakorlati körülmények között szerettük volna kipróbálni, hogy mit tudunk elérni.
- Milyen más lézershakenneres technológiákkal egészíthetők ki a mérések?

Földi lézershakennerek városi környezetben történő alkalmazására már korábban is voltak példák külföldön (Böhm 2009) és itthon (Kibédy et al. 2007) egyaránt.

## 2 A mérések tervezése és kivitelezése

A Városkalauz projektben együttműködő partnerek részvételével terepbejárás keretében körbehatároltuk azt a területet, amelyikre a rendszer első változatát el kell készíteni. Ez Székesfehérvár belvá-

## Hivatkozások

### *References*

- Böhm J** (2009): Terrestrial LiDAR in Urban Data Acquisition. Photogrammetric Week 2009, Wichmann Verlag, Heidelberg, 169–178.
- Haala N, Peter M, Cefalu A, Kremer J** (2008): Mobile Lidar Mapping For Urban Data Capture . VSMM 2008, Digital Heritage – Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, pp. 95–100.
- Kibédy Z, Szócs K, Barsi Á** (2007): Közlekedési csomópont beláthatósági vizsgálata földi lézerszkenneléssel. Geomatikai Közlemények, X, 257–264.
- Lovas T, Barsi Á** (2005): Lehetőségek a földi lézeres felmérésben. Geomatikai Közlemények, VIII, 303–308.
- Berényi A, Lovas T, Barsi Á** (2010): Földi lézerszkennő laboratóriumi vizsgálata. Geodézia és Kartográfia, LXII, (4), 11–16.

# AZ „EL-LAHUN SURVEY PROJECT” RÉGÉSZETI GEODÉZIAI MUNKÁI

Gregori Ákos\*



*Archaeological mapping activity of the El-Lahun Survey Project. – El-Lahun is located at the Fayoum oasis of Egypt. The El Lahun Survey Project is an association of different institutes and universities, directed by the Museum of Fine Arts, Budapest. The main tasks of the Project are the field survey and the creation of an archaeo-topographic map. The applied technologies and the results are presented in this article.*

**Keywords:** Egypt, GPS, survey, mapping, archaeology

*El-Lahun a Fajjúm-oázisban található. Az „El-Lahun Survey Project” több intézmény összefogásaként jött létre a Szépművészeti Múzeum irányításával. A projekt célja az El-Lahun mellett található régészeti lelőhely bejárása és archeo-topográfiai térképének elkészítése. A cikk a terepi földmérés módszereit és a kapott eredményeket mutatja be.*

**Kulcsszavak:** Egyiptom, GPS, régészeti célú felmérés, térképezés

## 1 Bevezetés

El-Lahun Egyiptomban, a Fajjúm-oázist a Nílussal összekötő csatorna mellett található. A Szépművészeti Múzeum vezetésével – és többek között a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geodéziai és Térinformatikai Szakcsoportjának részvételével – régészeti projekt indult a település melletti rommező átvizsgálására, és archeo-topográfiai térképének elkészítésére. A Szakcsoport feladata a térképezés irányítása volt. A projekt 2008-ban indult, majd 2009-ben folytatódott. A terepen található körülmények miatt az első évben leletmentésre került sor, a topográfiai térképezést csak a következő alkalommal tudtuk elkezdni.

A 2009-es évben a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke is bekapcsolódott a munkálatokba. Ekkor került sor a helyszín részletes topográfiai felmérésére illetve más szakterületek részére újabb négyzetálmók kitzűzésére.

## 2 A terület története, korábbi vizsgálatok a rommezőn

II. Szeszósztisz fáraó (i.e. 1897-1878 vagy i.e. 1880-1873 Kákósy szerint) az egyiptomi XII. dinasztia negyedik fáraója a középbirodalom idejében. Uralkodására nem a csaták, hanem a gazdasági fejlődés a jellemző. A mezőgazdasági területek locsolása érdekében a Fajjúm-oázisban öntözőrendszert építtetett ki. Az oázis bejáratánál jelölte ki temetkezőhelyét, megépíttette piramisát, amihez közel új fővárost alapított. A város déli részénél állt a fáraó halotti temploma.

A fáraó halála után a város kb. 600 évig működött, majd az elnéptelenedett települést II. Ramszesz fáraó (i.e. 1279-1213) lebontatta, tégláit és köveit a saját építkezéseihez elhordatta. Innentől a terület temetkezőhelyként működött, még a kopt-keresztény időkben is.

A terület ebben a helyzetben pihent egészen az 1889-1890-es évekig, amikor Petrie angol régész elkezdte feltárni (Petrie et al. 1923). Kétszer folytatott itt ásatást, amelyek során jelentős leletek kerültek elő, mint például a fáraó lányának temetkezési helye, vagy a templom egyik főpapjának irattára. A munkát 1899-ben L. Borchardt folytatta, majd ismét Petrie dolgozott a lelőhelyen 1911-1920 közötti időkben. Végül az 1990-es években történtek munkálatok a lelőhelyen, azonban az ásatás kanadai vezetőjének sajnálatos halála miatt ez félbeszakadt.

## Hivatkozások

### *References*

- Gregori Á, Szűcs L** (2005): Geodéziai módszerek Egyiptomban a bir minihí ásataison. Geomatikai Közlemények, 8, 167–174.
- Petrie W M F, Brunton G, Murray A M** (1923): Lahun II. British School of Archaeology in Egypt, University College and Bernard Quaritch, London. 133.
- Tuchband T** (2011): GPS Precise Positioning with Kinematic Data. Pollack Periodica, Pécs (megjelenés alatt)
- Szűcs L** (2011): II. Szeszósztisz fáraó lerombolt templomának vizsgálata. Geomatikai Közlemények, 14(1), 165-172.

## II. SZESZÓSZTRISZ LEROMBOLT TEMPLOMÁNAK VIZSGÁLATA

Szűcs László\*



*Research of the destroyed temple of Senusret II. – The El-Lahun Survey Project is an association of different institutes and universities, directed by the Museum of Fine Arts, Budapest. One of the tasks of the Project is the research of the temple of Senusret II. In this article the method of digital reconstruction of the temple is presented.*

**Keywords:** Egypt, temple, Senusret, reconstruction, survey

*Az El-Lahun Survey Project több intézmény összefogásaként jött létre a Szépművészeti Múzeum irányításával. A projekt feladata az El-Lahun mellett található régészeti lelőhely térképezése, ezen belül a terület építményeinek, így II. Szeszósztisz templomának is a vizsgálata. A cikk a templom digitális rekonstrukciójának folyamatát mutatja be.*

**Kulcsszavak:** Egyiptom, Szeszósztisz, templom, rekonstrukció, felmérés

### 1 Bevezetés

A Fajjúm-oázis bejáratánál II. Szeszósztisz fáraó (i.e. 1897-1878 vagy i.e. 1880-1873) piramist, várost és templomot építtetett. Ezen a területen dolgozik az „El-Lahun Survey Project” elnevezésű társulás, amelynek vezetője a Szépművészeti Múzeum, állandó résztvevői a RIVAA (Research Institute for Visualisation of Architecture and Archaeology), a Petrie Museum of Egyptian Archaeology University College London, a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geodézia és Térinformatikai Szakcsoportja, de a munkálatokban mások is részt vettek, többek között a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke (Gregori 2011).

II. Szeszósztisz (egyiptomiul Szenuszert) városa évszázadokig lakott volt, majd elnéptelenedése után II. Ramszesz fáraó (i.e. 1279-1213) lebontatta, hogy az építőanyagot saját építkezéseihez használja fel. Ekkor tűnt el a várossal együtt a templom is. A területen többet nem laktak, de igen sokáig temetkező helyül szolgált (1. ábra).

### 2 A rekonstrukció alapelvei

Egy valaha állt építmény rekonstrukciója akkor áll közel az egykori valósághoz, ha azt az épület romjai alapján állítjuk elő. A hazai romok esetében megszokhattuk, hogy az egykori falak helyén még mindig megtalálhatók a fal alapjai, így az épület környezetének mikro-domborzata kiadja az épület alakját. Azonban nincs ez mindig így.



1. ábra. A templom romjai a mérések idején

\* SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 1146 Budapest, Thököly út.74.  
E-mail: szucs.laszlo@ybl.szie.hu




## Hivatkozások

### *References*

- Gregori Á** (2011): Az El-Lahun Survey Project régészeti geodéziai munkái. *Geomatikai Közlemények*, 14(1), 157-164.
- Petrie W M F, Brunton G, Murray A M** (1923): Lahun II. British School of Archaeology in Egypt, University College and Bernard Quaritch, London. 133.
- Bietak M, Dorner J** (1998): Der Tempel und die Siedlung des Mittleren Reiches bei 'Ezbet Rusdi. *Ägypten und Levante* VIII. 9–40.
- Arnold D** (1975): Bemerkungen zu den frühen Tempeln von El-Tôd. *MDAIK* 31. 175–186.
- Petrie W M F** (1909): Qurneh. British School of Archaeology in Egypt. XVI. London. 21.

# A KÖZELJÖVŐ WEB-BÁZISÚ MUNKAHELYÉNEK JELLEMZŐI

Kalmár János\*

 **Characteristics of the upcoming Web-based workplaces** – What is the Web 2? How will your team support be realized? What will be the successor to barcodes? Which is the operating system of the future? What is the meaning of cloud computing? Is it worthwhile to change to leased information technology? Smartphone? PDA? Tablet PC? Notebook? Desktop? What do you choose and why? The study of these current problems is trying to find one's way in trends of today.

**Keywords:** Web 2, support of teamwork, RFID, operation systems, cloud computing, leased information technology, smartphone, PDA, tablet, notebook, desktop

*Mi a web 2? Hogyan valósul meg a csoportmunka támogatása? Mi lesz a vonalkód utóda? Melyik a jövő operációs rendszere? Mi a számítási felhők lényege? Érdemes-e áttérni a bérelt informatikára? Okostelefon? PDA? Tábla PC? Notebook? Desktop? Te mit választanál és miért? A tanulmány ezen aktuális problémákat elemezve igyekszik eligazítani napjaink trendjei között.*

**Kulcsszavak:** web 2, csoportmunka támogatás, RFID, operációs rendszerek, számítási felhők, bérelt informatika, okostelefon, PDA, táblagép, notebook, desktop

## 1 Mi a web?

A web a világhálón (információs szupersztrádán) működő dokumentumok olyan rendszere, melyek egymással *hiperlinkekkel* vannak összekapcsolva, és *webböngésző* programok (*Explorer, Firefox, Chrome*, stb.) segítségével érhetők el

A világháló három szabványra épül:

- *URL*, ami leírja, milyen egyedi „címmel” kell rendelkeznie az egyes oldalaknak;
- *HTTP*, ami megadja, milyen szabályok szerint kommunikál egymással a felhasználó (user) és a kiszolgáló (server);
- *HTML*: információkódolási eljárás az oldalak sokféle eszközön történő megjelenítésére. Hiányosságait egyrészt saját verzióváltásai igyekeztek kiküszöbölni, de megjelentek kiegészítései is (XML, GML, Web Map). Legfrissebb (de általánosan még nem alkalmazott) változata a *HTML5*, ami szükségtelenné teszi pluginek (pl. flash lejátszók a videókhoz) telepítését – a böngészők új verziói már támogatják a használatát. A *böngésző* program feladata a weboldal dekódolása, vagyis lényegében egy *HTML interpreter* (értelmező).

### 1.1 Mi a web 2?

A web kezdeti passzív (tartalomfogyasztóként indult) használata után megjelentek az olyan interaktív alkalmazások, amikor az átlag netezők is képessé váltak internetes tartalmak módosítására, létrehozására a böngészőből való kilépés nélkül.

Fontosabb jellemzői:

- A tartalmat maguk a felhasználók töltik fel, hozzák létre, osztják meg vagy véleményezik.
- A szerver gazdája csak a keretrendszert biztosítja.
- A tartalom létrehozását a böngészőn belül, külön programok igénybevétele nélkül végzik.
- Bármilyen információ elérhetővé tétele vagy ajánlása egymás számára a sharing.
- A szakértők hozzáértését felváltja a tömegek bölcsessége.
- A tartalmat létrehozó felhasználók számának nagyságrendi növekedése a világról szerezhető ismeretek minőségi változásához vezet.
- Az amatőrök is publikálási lehetőséghez jutnak.
- A profik is tanulhatnak a kollektív bölcsességből.

**Köszönetnyilvánítás.** A tanulmány a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 projektjének támogatásával készült.

## Hivatkozások

### *References*

- Bedő E** (2010): Készülékrendek 2011. IT Business, 8(48), 15.
- Miski G** (2010): A közösség hálójában. IT Business, 8(48), 16–19.
- Mártonffy A** (2010): A mindent felszippantó felhő. IT Business, 8(36), 18–19.
- Madár Z** (2010): Térinformatikai megoldások továbbfejlesztése ASP technológiára. Geodézia és Kartográfia, 62(11), 21–25.
- Iván Gy** (2009): A TakarNet24 projekt térinformatikai alkalmazásai. Geodézia és Kartográfia, 61(10), 10–14.
- Havas G** (2009): A magyar földtan megjelenése a nemzetközi webes térképszolgáltatásban. Geodézia és Kartográfia, 61(9), 27–30.
- Gede M** (2007): Internetes térképi alkalmazások készítése script nyelvek használatával. Geodézia és Kartográfia, 59(12), 14–17.
- Zentai L, Guszlev A** (2006): Web2 és térképészet. Geodézia és Kartográfia, 58(11), 16–23.
- Wikipédia**, a szabad enciklopédia. ([hu.wikipedia.org](http://hu.wikipedia.org))
- Krausz N, Barsi Á** (2007): RFID technológia: a helymeghatározás új eszköze. Geomatikai Közlemények 10, 99–106.