



Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar  
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

**Kovács Béla**

**A műholdas helymeghatározó rendszer (GPS) és a  
délszláv térség történeti és modern térképeinek  
kapcsolata**

**Doktori értekezés tézisei**

ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola

Iskolavezető: Dr. Gábris Gyula

Térképész Doktori Program

Programvezető: Dr. Klinghammer István

**Témavezető:**

**Dr. Györffy János, egyetemi docens**

**Konzulens:**

**Dr. Timár Gábor, habilitált egyetemi docens**

**Budapest, 2010**

## A kutatás célja

Dolgozatom fő célja: összefoglalni és bemutatni a korszerű navigációs rendszereket és azok fejlődési szakaszait. Disszertációm további kitűzött célja, hogy gyakorlati példákon keresztül bemutassa a Balkán-térség történeti és modern topográfiai térképeinek alkalmazhatóságát GIS (Geographic Information Systems – földrajzi információs rendszerek) és a GPS (Global Positioning System) eszközrendszerében.

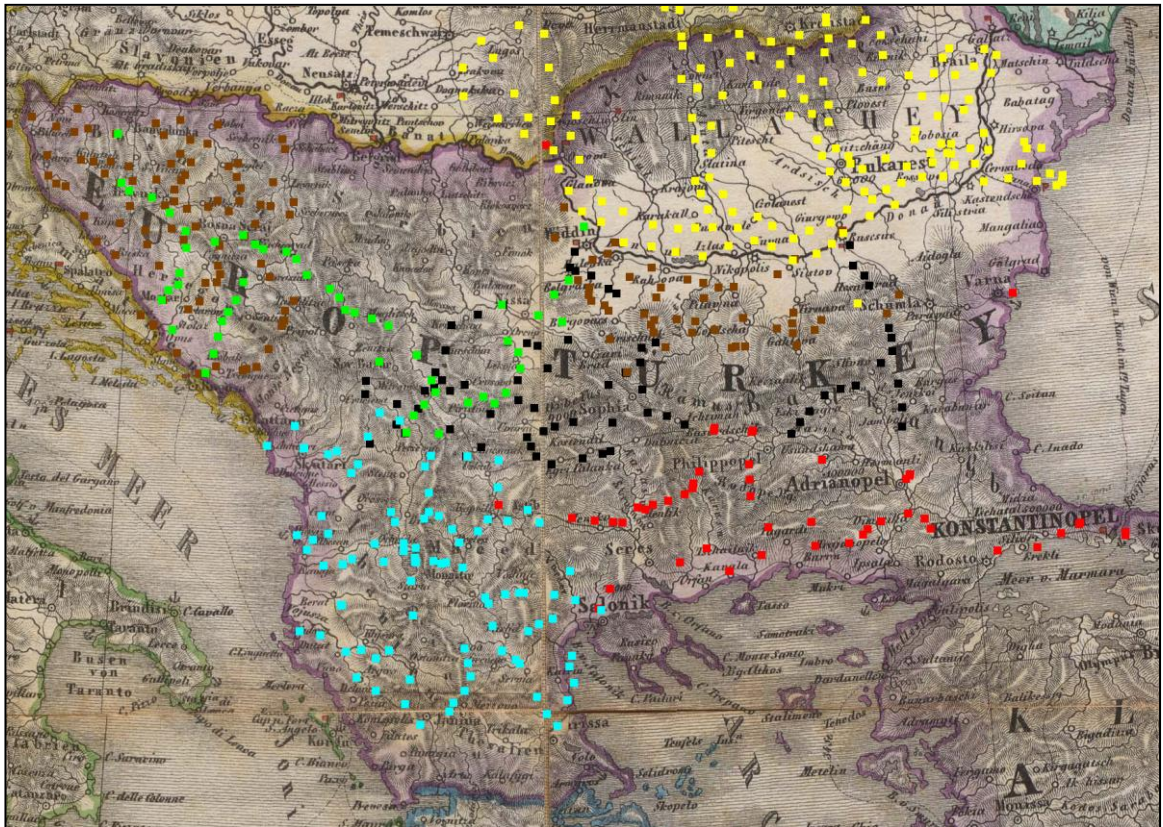
A Balkán-háromszögeléseknek még nem publikált, eredeti észlelési és mérési jegyzőkönyveinek digitalizálásával és a számított koordináták ismertetésével tézis formájában összefoglalom a korabeli térképek, térképrenszeres korszerű GIS-illesztési paramétereit.

A történeti áttekintésben ismertetem a XX. század derekán megjelenő legfontosabb rádió navigációs rendszereket, és részletesen bemutatom napjaink GNSS (Global Navigation Satellite Systems) és az azt kiegészítő alrendszereket. A Balkán-félsziget országában használt, de még a közelmúltban is mostohán kezelt régi (XIX. századi) és újabb (XX. századi) topográfiai térképek példáján keresztül ismertetem az analóg térképek számítógépes GIS-rendszerbe történő illesztését. Összefoglalom a szükséges térképi dátum paramétereit, amelyek ismerete nélkül ez ideig nem, vagy csak nagy hibával volt lehetséges a fenti térképek illesztése. Rendszerezem és ismertetem a balkáni országok topográfiai térképezésének pillanatnyi állapotát, rendelkezésre állását és a lehetséges alapadatok, valamint térképek beszerzési lehetőségeket (vagy korlátait).

Tézis formájában bemutatom a régi topográfiai térképek, a GPS mérési adatok és a korszerű GIS-rendszerek illesztésének lehetőségét. A publikált mintatérképeken szemléletesen látható a jelenleg legjobb, paramétereimmel elért illesztési pontosság a XIX. és a XXI. század rendszerei között. Összevetem a modern térképek adattartalmát és a régi adatokat a Balkán-háromszögelések eddig nem publikált adatainak segítségével.

Téziseim gyakorlati alkalmazhatóságát az Osztrák–Magyar Monarchiában végzett III. katonai felmérés térképeinek és adatainak vizsgálatán keresztül mutatom be. Megállapításaimat az erdélyi és a volt jugoszláv utódállamok területén végzett GPS műszeres mérésekkel igazolom.

Gyakorlati példán keresztül illusztrálom az SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) mérési adatok, a XIX–XX. századi topográfiai térképek és a korszerű GPS-mérések szabatos illesztésének lehetőségét.



A balkán-háromszögelések geodéziai-alappontjainak áttekintő térképe  
A pontok automatikus elhelyezése a korabeli, georeferált térképen GIS szoftver segítségével valósult meg

A Török Birodalom európai területét ábrázoló térképen az Osztrák-Magyar Monarchia által elvégzett térképi alappontok felmérésének ideje az alábbiak szerint történt:

- 1855-1857 között Havasalföld és Észak-Dobrudzsa (sárga színnel jelölve)
- 1871 a Boszniai és déli határövezet (zöld színnel jelölve)
- 1872 Bosznia és Ruméliai-határ területek (barna színnel jelölve)
- 1873 Albán- Makedón területek (világoskék színnel jelölve)
- 1874 Törökországi területeken végzett nem orosz fokmérés (piros színnel jelölve)
- 1875 Ruméliai területek (fekete színnel jelölve)

## Előzmények

A GNSS rendszerek napjainkra minden természettudománnyal foglalkozó szakember terepi alapeszközévé vált, mint régen a földtudósoknak a geológus kalapács, biológusoknak a zsebmikroszkóp. Mára a GPS ott van a mobiltelefonban, autóban és egyéb műszerekben.

A múltban kizárólag csillagászati módszereket alkalmaztak a térképészet számára fontos geodéziai alappontok meghatározása során. Ilyen jellegű mérések esetében a helymeghatározás pontossága elérhette a néhány méteres pontosságot is elegendő hosszúságú észlelési időt feltételezve (néhány óra/nap mérés).

A geodéziai műszerek fejlődésével ez a pontosság egyre nőtt. Napjainkban a helymeghatározás másodpercről másodpercre is képes akár szub-centiméteres pontosságra mindennemű földi pont-összeláthatóság nélkül is.

A kézi GPS műszerekben előzetesen tárolt mintegy 200 geodéziai dátum lefedi a Föld legtöbb országában használt térképrendszerét. A balkáni területek ez ideig kivételt jelentettek, mivel szigorú katonai titokként kezelik, illetve kezelték a közelmúltig a térképek adatait. A régió topográfiai térképeiről semmilyen adatot nem adtak meg, így azok dátum paramétereit csak megfelelő számú rendszerközi illesztőpont ismeretében lehet meghatározni. Amennyiben ismert a szelvényezési rendszer, a helyi koordináta-rendszer kezdőpontja, a feladat az úgynevezett GCP (Ground Control Point) alkalmazásával is megoldható.

A kutatás idején előkerült balkán triangulációs jegyzőkönyvek és alapanyagok nagyban segítettek a régi szerb térképek dátumparaméter meghatározásában.

A kezdeti fázisban több terepi mérést is végeztem. Az első éles teszt a számítások igazolására a II. katonai felmérés erdélyi főalappont-koordinátáinak új rendszerben való kiszámítása, és az alapján a pont újbóli megkeresése és helyszíni kitűzése volt. A módszert később a dél-balkáni régióra is alkalmaztam, és ott is sikerült megfelelő pontosságú illesztéseket és geodéziaidátum-meghatározást végezni.

Az irodai munkát újabb terepi felmérések követték, melynek eredményeit a dolgozat végén és a mellékletben adom meg.

## Megvalósítás

Dolgozatomban egyrészt a globális helymeghatározó rendszerek történetének és alkalmazásának, másrészt a balkáni térség, kiemelten a délszláv területek történeti és modern térképészetének kapcsolatát elemzem, majd a saját munkáimat mutatom be, amelyek a két téma közötti kapcsolatot teremtik meg.

Az első, bevezető jellegű fejezetsorban (2–5. fejezet) a helymeghatározás történetét ismertetem a ma használatos műholdas helymeghatározási technikákig: a GPS, a GLONASS, Galileo és Compass rendszerekig, illetve a pontosításukra fejlesztett kiegészítő rendszerekig (WAAS, EGNOS). Ismertetem a helymeghatározó rendszerekben bevezetett térképi, illetve geodéziai koordináta-rendszereket.

A másik áttekintő jellegű fejezetcsoport (6. és 7. fejezet) a balkáni térség geodéziai és térképészeti múltját és jelenét mutatja be. Elsőként a Habsburg Birodalom területén végrehajtott felméréseket ismertetem, majd bemutatom az önálló szerb (katonai) térképezés történetét. Tétélesen tárgyalom az egyes balkáni államokban ma elérhető térképi adatok minőségét és hozzáférhetőségüket.

A következő, 8. fejezetben ismertetem azon saját munkáimat (illetve egy olyan projektet, amelyben résztvevő voltam), amelyek a GPS-t és koordináta-rendszereit, illetve a történeti és modern balkáni, valamint a délszláv térképek kapcsolatát teremtik meg. Először a Habsburg Birodalom (II. katonai felmérése) erdélyi főalappontjának, a nagyszebeni ideiglenes csillagda helyének GPS-szel végzett terepi megkeresését mutatom be. Ezt követően ismertetem ugyanezen felmérés és a III. katonai felmérés horvátországi részén alkalmazott koordináta-rendszereket. Kidolgoztam és bemutatom az 1:75 000 méretarányú, I. világháború előtti önálló szerb topográfiai térképmű georeferálásához szükséges eljárást. Lezárásként áttekintem az Osztrák–Magyar Monarchia által a Balkánon végrehajtott geodéziai felmérést, bemutatom azok alappontjait, és az általam digitalizált alapponti adatbázist.

## Eredmények

### **1. Összefoglaltam a korszerű, rádiótechnikát alkalmazó navigációs rendszerek kialakulását a 20. század közepétől napjainkig.**

A második világháború idején kifejlesztett, elsősorban katonai navigációs eszközök ismertetésével bemutattam a célravezető, célkijelölő és navigációs földi sugárzású rádióadás rendszereket. Az úrkorszak kezdetétől napjainkig bemutattam a műholdas navigációs eszközök fejlődési vonalát. Ismertettem az első globálisan működő amerikai Transit, illetve a szovjet Parus rendszereket. A napjainkban már működő és a még fejlesztés alatt álló navigációs rendszereket és kiegészítő alrendszereit is részletesen tárgyaltam.

### **2. Elemeztem a jugoszláv katonai topográfiai térképészet történetét, a VGI múltját és a jugoszláv utód-, valamint egyéb balkáni államok jelenlegi térkép és geodéziai alapadatainak helyzetét.**

Az Osztrák–Magyar Monarchia egyes területeiből létrejövő Szerb, majd Szerb-Horvát-Szlovén Királyság létrejöttékor az elsődlegesen létrehozott intézmények egyike volt a katonai földrajzi (térképészeti) intézet. A szerb térképezés egykoron titkos volta miatt a napjainkban rendelkezésre álló csekély információanyagot bővítettem a kutatásaim eredményével.

### **3. GPS segítségével kitzűztem a második katonai felmérés erdélyi főalappontjának terepi helyét a korabeli kartográfiai alapanyagok számszerűsített adatainak felhasználásával,**

A felkutatott eredeti felmérési és észlelési jegyzőkönyvek, vázlatok és térképek adatait digitalizálva, majd az adatokat feldolgozva meghatároztam az eredeti (150 évvel ezelőtti) ideiglenes obszervatórium a pontos helyét.

### **4. Meghatároztam az 1:75 000 méretarányú első szerb térképmű szelvényeinek a mai GIS rendszerekhez való illesztéséhez szükséges paramétereit.**

A térképtári kutatás és adatgyűjtés során fellelt, a múlt század elején készült első nagy szerb térképmű az 1:75 000 sorozat volt. Ezen szelvények GIS-be történő illesztéséhez szükséges paraméterek nem álltak rendelkezésre, ezért korábban csak nagy hibával lehetett geoinformatikai elemzéseket elvégezni.

## **5. Elvégeztem a Horvátország területét érintő második és harmadik katonai felmérés térképeinek a GPS-hez illesztő paraméterek terepi ellenőrző mérését.**

Közös kutatás eredményeként elkészítettük a horvátországi geodéziai dátum- és térképillesztési paramétereket. A project keretében a terepen végzett GPS műszeres mérésekkel ellenőriztem a kiszámított adatok helyességét.

## **6. Az Osztrák–Magyar Monarchia által végzett ún. Balkán-háromszögelések teljes területet érintő pontanyagát digitalizáltam és feldolgoztam.**

A levéltári kutatás alatt fellelt eredeti jegyzőkönyvek alapján elkészítettem a terület alappontjainak adatbázisát. A koordinátákat megadtam a korabeli rendszerekben használt formátumban, ferrói és greenwichi kezdőmeridiánnal is. Ennek jelentősége a területen használt geodéziai dátum meghatározásánál volt elementáris.

## **Következtetések**

A bemutatott korszerű navigációs eszközök terepi használatához (pl. régi térképek alapján történő térképészeti, geológiai, régészeti, biológiai stb. felmérések eredeti helyszínének felkereséséhez) szükséges a felhasznált térképek és a GPS műszer rendszeradatainak összehangolása.

Az új adatok korszerű GIS elemzéséhez és ábrázolásához szükséges a régi térképi rendszerek, az új terepi mérések és egyéb adatok (pl. műholdképek, légi felvételek) egymásra illesztése.

Az elkészült munkám kutatási eredményével ezt a kapcsolatot teremtem meg a közeli – az ismert politikai viszonyok miatt viszont máig mostohán kezelt és nehezen hozzáférhető – Balkán-régiót kutatók számára.

## Publikációk

**Kovács Béla, Timár Gábor (2010):** *The Austro-Hungarian triangulations in the Balkan Peninsula (1855-1875).* In: GARTNER, Georg, ORTAG, Felix (eds.): *Cartography in Central and Eastern Europe. Lecture Notes in Geoinformatics and Cartography*, Springer, Berlin-Heidelberg, 535-544.

**Kovács Béla, Timár Gábor (2009):** *The Austro-Hungarian Triangulations in the Balkan Peninsula (1853–1875).* In: GARTNER, Georg, ORTAG, Felix (eds.): *Proceedings of the First ICA Symposium for Central and Eastern Europe 2009, Vienna University of Technology*, 911-921.

*Irás Krisztina, Kovács Béla (2009):* „GNSS in education” poster presentation, ICA Symposium for Central and Eastern Europe 2009, Vienna xx

**Kovács Béla (2009):** *History of the GNSS - from GPS to GALILEO”* „Descriptio Transylvaniae. International Conference on History of Cartography and Historical Geography. Cholnoky Jenő Geographic Society, Babeş–Bolyai University, Kolozsvár, Románia 177-180.

**Timár Gábor, Kovács Béla, Bartos-Elekes Zsombor, Păunescu Cornel (2008):** *The Dealul Sibiului base point of the Transylvanian surveys.* *Geographia Technica* 3(1): 127-134.

**Timár Gábor, Kovács Béla (2008):** *A Balkán-háromszögelések.* *A Földgömb* 10(3): 91-93.

**Kovács Béla, Timár Gábor (2008):** *The Habsburg triangulations of the Balkan Peninsula (1853-1875) and the Habsburg and Serbian topographic maps based on them.* *Geophysical Research Abstracts* 10: 01183.

**Sümegei András, Kovács Béla (2008):** *Helymeghatározás fotósoknak* *Digitális Fotó Magazin* 2008(2), 70-72.

**Kovács Béla, Bartos-Elekes Zsombor (2007):** *A második katonai felmérés erdélyi főalappontjának felkeresése GPS segítségével.* *Geodézia és Kartográfia* 59(12), 24-25.



*Timár Gábor, Molnár Gábor, Székely Balázs, Biszak Sándor, **Kovács Béla**, Markovinović Danko, Kuhar Miran (2006): A Második Katonai Felmérés horvátországi szelvényeinek georeferálása. Geodézia és Kartográfia 58(12): 30-35.*

*Timár Gábor, Markovinović Danko, **Kovács Béla** (2006): Az ivanicsi (ivanići) rendszer paraméterezése a térinformatikai alkalmazásokban. Geodézia és Kartográfia 58(8): 27-31*

*Elek István, **Kovács Béla**, Verebiné Fehér Katalin (2004): Digitális térképtár az ELTE-n, GEO 2004, Magyar földtudományi szakemberek VII. világtalálkozója, E7, 80*

***Kovács Béla** (2002): ELTE-KöM permanens GPS-állomás. Studia Cartologica 12: 181-186*

***Kovács Béla** (2002): Térképfejlődés – Ariadné vonala. GPS Magazin 1: 2.*

***Kovács Béla** (2000): ICA-CET konferencia. Geomatika 2000/3: 19-21.*

***Kovács Béla** (2000): Trimble GPS szakmai nap. Geomatika 2000/5: 23.*