



Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar  
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

**Mészáros János**

# **Folyószabályozási térképek geodéziai alapja**

**Doktori értekezés tézisei**

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Földtudományi Doktori Iskola

Iskolavezető:

Dr. Nemes-Nagy József, egyetemi tanár

Térképészet Doktori Program

Programvezető:

Dr. Zentai László, egyetemi tanár

**Témavezető:**

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

Budapest, 2015

## A kutatás célja

A hazai térképészet egyik jelentős öröksége folyóink szabályozását és egyéb vízrendezési munkálatait előkészítő, bemutató térképek, melyek jelentős mértékben hozzájárultak a magyar polgári geodézia kialakulásához és fejlődéséhez. Jelentőségük ellenére a mai napig kevesek vizsgálták részletekbe menően ezeket a térképműveket, részletes leírásuk hiányzik. A térképezés alapját jelentő vetületi rendszer szintén mostohán kezelt része a hazai vetületi rendszerek szakirodalmának, ez alól egyedül Homoródi Lajos 1953-as cikke a kivétel.

A fenti okok miatt kutatásom több célkitűzés mentén haladt: minél részletesebb és pontosabb leírását adni a vízügyi vetületi rendszernek; felkutatni és részletesen bemutatni a hozzáférhető, témához kapcsolódó közepes és nagy méretarányú térképeket; megvizsgálni a térképeket az alkalmazott vetület szempontjából, erre épülve elvégezni vetületi transzformációjuk (georeferálásuk) és az így létrejött mozaikok online elérhető formában közzlése.

## Előzmények

Georeferált térképmozaikok publikálása nem újszerű dolog, találunk számos hazai példát, pl. a Magyar Királyság területét bemutató, katonai és kataszteri felmérések szelvényeit kiadó Arcanum Kft termékei: II. és III. katonai felmérés térképeinek georeferált változatai DVD lemezeken.

A Duna Mappáció az egyik legjobban feldolgozott térképmű a dolgozatomban tárgyalt térképek közül, azonban a korábban született tanulmányok, szakcikknek inkább a térképek levéltári feldolgozására koncentrálnak és nem a vetületi, térképészeti vizsgálatra. Az előzőek eredménye a 2006-ban a Pécsi Tudományegyetem Néprajz- és Kulturális Antropológia Tanszéke, az akkori Magyar Országos Levéltár, a MédiaTér Kft. és az InnoTeq Kft. együttműködésével kiadott *A Duna-Mappáció – A Duna folyó magyarországi szakaszának térképei (1819-1833) az osztrák határtól Péterváradig c.-et viselő forráskiadványa* DVD lemezen. A térképszelvények egységes mozaikban történő ábrázolása szempontjából kiváló a kiadvány, azonban több hiányossága is van, melyekre a dolgozatban külön kitérek.

Vetülettani és a hazai geodézia történetének szempontjából a vízügyi rendszer mostohán kezelt része volt a hazai és külföldi szakirodalomnak. Legtöbb információt Homoródi Lajos 1953-as cikke tartalmazza, azonban a cikk megfelelő része inkább a Gellért-hegyi alappont alapfelületi koordinátáinak meghatározását és annak problémáit hangsúlyozza, nem egy szintetizáló jellegű leírást ad a koordinátarendszerekről. Talán ez az oka annak is, hogy a

további tanulmányok, leírások átsiklottak a vízügyi rendszer létezésén, mással ugyanis nehezen magyarázható a tény, hogy a többi hazánkat érintő polgári koordinátarendszer több helyen is megfelelően dokumentált.

## Módszerek

### *Vetületi koordinátarendszer paraméterezése*

A vízügyi vetületi rendszer pontos paraméterezéséhez az alábbi adatokra van szükség:

- alapfelületként alkalmazott ellipszoid paraméterei: fél nagytengely és lapultság értéke
- alapfelület dátumparamétereinek meghatározása a referencia (WGS84) alapfelülethez képest; Molodensky-Badekas módszer esetén 3 eltolási paraméter, Bursa-Wolf módszernél 3-3 eltolási és forgatási paraméter és a skálatényező értéke
- vetületi kezdőpont ellipszoidi koordinátái az adott alapfelületen
- vetület típusa és paraméterei: középmeridián, hossztartó parallelkör, koordinátarendszer tengelyeinek eltolási értékei, mérettényező.

Az első és harmadik csoportba tartozó értékek a témához köthető, létező szakirodalom kutatásával (pl. Homoródi Lajos korábban is említett 1953-as cikke), a negyedik a felsőrendű vízszintes alappontok koordinátáit tartalmazó jegyzőkönyvek alapján felderíthető. Utóbbihoz levéltári kutatásokat végeztem a bécsi Hadilevéltárban. A második csoportba tartozó módszerek közül a pontatlanabb, de a térinformatikai gyakorlatban elegendő háromparaméteres Molodensky-Badekas módszerre esett választásom. A három eltolási paraméter számítással határozható meg: szakirodalomban fellelhető zárt képletekbe behelyettesítve a kezdőpont ellipszoidi koordinátáit, ellipszoidi és tengersizint feletti magasságát kiszámítottam a három szükséges értéket.

### *Térképszelvények vetületi transzformációja*

Első lépésként minden esetben elő kellett állítani a szelvények digitális változatát, mely térképlapok esetén könnyen kivitelezhető egy rollszkennel segítségével. Az így létrejövő digitális állományokat tekintem a további műveletek alapanyagaként, programok esetén input adataként.

A vetületi paraméterek ismeretében a legtöbb gyakorlatban használt geoinformatikai szoftverben definiálható az adott koordinátarendszer és elvégezhető a térképszelvények georeferálása. Ezt a műveletet egyenként is el lehet végezni: meg kell adni a feldolgozandó szelvényen legalább négy illesztőpont képi (digitális kép esetén pixel) és vetületi koordinátáit,

majd a megfelelő síkbeli hasonlósági transzformációval elvégezni a teljes térképlap transzformációját.

A folyamat nehézsége abból adódik, ha ezt ~2000 db szelvényen kell végrehajtani, mint a Duna Mappáció esetén. Erre a problémára egy automatizált megoldást sikerült találnom: létrehoztam egy segédprogramot, mely legenerálja a megfelelően előkészített (térképtükörre levágott) digitális szelvényekhez tartozó .PRJ (vetületi információkat tartalmazó állomány) és .JPW (un. World állomány, mely tárolja az adott szelvény vetületi koordinátáit és egy pixelének valós kiterjedését) formátumú állományokat. Az utóbbiban szereplő koordináta értékeket a szelvényekhez tartozó nomenklatúrából fejtetem vissza, a három paraméter:

- adott szelvény milyen irányban található a Gellért-hegyi kezdőponthoz képest
- melyik szekcióban található
- mi a szekción belüli helyzete (sor, oszlop)

Egy pixel valós kiterjedését számítással határoztam meg, a segédprogram kiolvassa a digitális szelvény pixelben megadott szélességét és magasságát, majd a rajzi terület ismert valós kiterjedése alapján ( $1400 \times 1100$  bécsi öl vagy  $2655,08 \times 2086,12$  m) a két adat hányadosa adja meg a keresett értéket. Az eredeti szkennelt, levágott állományokkal azonos mappába helyezett két segédállomány segítségével a szelvények köztes lépés nélkül megnyithatók bármely fejlettebb geoinformatikai szoftverben.

A többi, néhány tíz lapot tartalmazó térképmű esetén szintén készítettem segédprogramokat, melyek segítik a szelvények gyorsabb manuális georeferálását. Ezeknél az eseteknél a térképtükör keretén kívüli információk hordozták a szelvény négy sarokpontjának vetületi koordinátáit. Ezt felhasználva input adatként, a program egy .GCP (a szelvényen elhelyezett illesztőpontok pixel és vetületi koordinátáit tartalmazó) állományt hozott létre, melyet importáltam a georeferálás során használt Global Mapper térinformatikai program Georeferencer (Georeferáló) ablakába. Ebben az esetben minden szelvényből készült egy georeferált változat is.

### *Georeferált mozaikok online publikálása*

A georeferált állományokból előállítható azok mozaikolt verziója is, ahol a teljes térképművet egyben tudjuk vizsgálni. Ezeket a mozaikokat megosztani másokkal ma már lehetséges a webes térinformatika eszközeinek köszönhetően.

Az egyik ilyen fejlett eszköz az OpenLayers, ami egy Javascript alapú függvénykönyvtár, melynek segítségével sokféle téradatot tudunk megjeleníteni webes

környezetbe ágyazva. Az OpenLayers eszközkészletét felhasználva készítettem egy interaktív weboldalt, ahol egy listában válogatva a látogató megtekintheti a georeferált mozaikokat, illetve lehetősége van az adott réteget átlátszóvá tenni, összehasonlítva így a régi állapotot rögzítő térképek tartalmát a háttérben elhelyezett, jelenkori viszonyokat mutató műholdkép mozaikkal.

## Eredmények (tézisek)

- 1. Részletes térképtörténeti leírását adom számos vízügyi térképműne: Duna Mappáció, Lányi Sámuel Közép-Tisza térképe, Duna és Tisza helyszínrajza, Vályi Béla Tisza és Duna térképe, illetve a VITUKI (Vízügyi Tudományos Kutatóintézet) által kiadott vízügyi atlaszok.** A feldolgozott térképek között van olyan, melyről született korábban részletekbe menő levéltári leírás, azonban egyrészt térképészeti szemszögből az elemzés vagy teljesen elmaradt vagy hiányos; másrészt számos pontatlanságra felhívtam a figyelmet és sikerült pontosítani az ott szereplő adatokat.

Leírásomban részletesen kitértem a térképek keletkezési körülményeire, terepi felmérés időszakára, geodéziai háttérükre, a térképlapok és térképtükör méretére, illetve a jelkulcsi, grafikai elemek leírására. A felmérési adatok és a térképlapok vizsgálata és leírása a későbbi georeferálás szempontjából is hasznos információkat hordozott.

- 2. Pontosítottam és részletes leírását adtam a vízügyi munkálatok vetületi rendszerének.** Az említett felméréseknek önálló alapfelülete, kezdőpontja és koordinátarendszere volt annak ellenére, hogy létezett más korabeli, gyakorlatban használt koordinátarendszer az ország területének felmérésére. Azonban a magyar mérnökök elsődleges célja egy önálló, Buda központú, hazai rendszer bevezetése volt.

Ennek a rendszernek a leírása, összehasonlító vizsgálata más korabeli vagy későbbi koordinátarendszerekkel hiányzott a szakirodalomból. Szintén elmaradt a kapcsolódó térképek vetületi vizsgálata, azaz adott térképmű alapját milyen vetület képezi. A kérdést azonban feltehetjük fordítva is: ha időrendben megvizsgáljuk térképek vetületét, mi az a legkésőbbi időpont, amikor még a fent említett vízügyi vetületet alkalmazták. A dolgozatomban választ adtam ezekre a kérdésekre: a vízügyi vetület nélküli rendszer alapfelületeként a Zach-Oriani kombinált ellipszoidot alkalmazták, a vetület kezdőpontja a Gellért-hegyi csillagvizsgáló alappontja, az alkalmazott vetület szempontjából a Cassini–Soldner vetület közelíti legjobban ezt a vetület nélküli rendszert. A fenti kérdések közül a legutóbbira meglepő a válasz: az 1816-ban megalkotott vetületi rendszer alapján még 1984-ben is készültek térképek folyóinkról (VITUKI által kiadott vízügyi atlaszok).

- 3. Megalkottam a vízügyi felmérések vetületi rendszerének gyakorlatban is használható, paraméterezhető definícióit. Segítségükkel elvégeztem a térképek georeferálását.** A napi geoinformatikai gyakorlatban szükség van a különböző adatrendszerekhez kapcsolódó vetületek paraméterezett formában történő definiálására.

Erre több szabvány is létezik, a dolgozatban megadtam a leggyakrabban előforduló típusok (proj4, PRJ, MapServer Mapfile) szerinti alakban a vízügyi vetületi rendszer leírását. Ezek segítségével integrálhatóak pl. a feldolgozott térképszelvények geoinformatikai szoftverek munkafelületére.

A georeferálás könnyítése érdekében elkészítettem segédprogramokat, melyek lehetővé teszik a szelvényekhez tartozó sarok- vagy vetületi rácspontok koordinátáinak számítását, a szelvény digitális változatán pixel koordinátákkal definiált helyzetének megjelölését. A Duna Mappáció esetén a nagyszámú szelvény miatt egy automatizált megoldást kellett implementálni, mely nagyban meggyorsította a georeferálás folyamatát. Felhasználva a szelvények nomenklatúráját, valós terepi kiterjedését és a szkennelt térképlapok pixelben kifejezett kiterjedését. Hátránya sajnos a módszernek, hogy előkészületként a térképszelvényeket le kell vágni a térképtükör területére.

- 4. Az előző pont szerint létrehozott adathalmazokra épülve elkészítettem egy egyszerű tájékoztató honlapot, melyen megtekinthetjük a térképmozaikokat interaktív felület segítségével.** A ma elérhető webes térinformatikai eszközök (OpenLayers) segítségével létrehoztam egy ideiglenes weboldalt (Folyószabályozási térképek a 19.-20. században; url: <http://mercator.elte.hu/~messer/folyo/>), melyen külön-külön kiválasztható rétegekként egyenként böngészhetünk a térképmozaikok között. Adott térképmű kiválasztása esetén az egységes mozaik betöltése után áttekinthetjük az adott térképen a folyamat és környezetét, valamint részben vagy teljesen átlátszóvá tehetjük az adott réteget, összehasonlíthatóvá téve így a háttérben elhelyezett mai állapotot mutató műholdkép mozaikkal.

## Következtetések

A hazai vízügyi térképezés szakirodalmi feldolgozottsága napjainkban is csekély mértékű, ezen az állapoton próbál munkám javítani, egyfajta hiánypótló szerepet betölteni. A dolgozat első részében bemutatott vetületi rendszer leírása hasznos adalék a hazai, Budapest központú koordinátarendszerek történetéhez. Külön kiemelő a bemutatott térképek vizsgálata függvényében a tény, miszerint a 19. századi mérnökök által lefektetett rendszer még az 1980-as évek felméréseinél is megállta helyét.

A térképek térképtörténeti vizsgálata néhány esetben szintén 'fehér foltokat' szüntet meg, illetve teljesen új leírását adja az adott műveknek. Az így megismert térképeken keresztül feltárulhat az elvégzett vízrendezési munkák nagysága és az időközben a folyókon és

környezetükben beállt változások is nyomon követhetőek. Utóbbi miatt az elkészült és online elérhetővé tett mozaikok igen hasznosak lehetnek más tudományterületek művelői számára, legyen az természet- és társadalomföldrajzi, névrajzi, régészeti vagy néprajzi.

A felhasználás közeli, gyakorlati problémákra megoldást adó későbbi fejezetekben leírt eljárások más térképek esetén is alkalmazhatóak, bizonyos tekintetben általános megoldások. A megalkotott szoftverek alkalmasak az adott típusú szelvények georeferálására, forráskódjuk is szabadon felhasználható amennyiben valaki más programnyelvben vagy platformon szeretné elkészíteni a saját verzióját. A dolgozatban megadott vetületi leírások segítségével bárki könnyen integrálhatja és összevetheti más adatokkal geoinformatikai szoftverekben a térképszelvényeket (amennyiben rendelkezik velük).



## Publikációk

### Folyóiratcikkek

**Mészáros, J., 2010:** A Duna Mappáció szelvényeinek georeferálása. in: Geodézia és Kartográfia, 2010/7, pp. 30-32. Budapest

**Petrovzski, J., - Mészáros, J., 2010:** The Great Hungarian Plain in the sheets of the Habsburg Military surveys and some historical maps – A case study of the Körös/Criş Drainage Basin. in: Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 2010/45, pp. 56-63., Akadémiai Kiadó, Budapest

**Mészáros, J., 2012:** The georeferencing method of the 1:5000 scale Danube maps. in: E-perimetron, 2012/1, pp. 45-49.

### Konferenciaközlemények

**Mészáros, J., 2010:** The georeferencing of Sámuel Lányi's Tisza maps. in: Gartner, G. – Livieratos E. (szerk.): Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage. Wien. pp. 370-374.

**Mészáros, J., - Timár, G., 2010:** The Danube Mappation of Hungary (1823-45) and its reprojection to modern map coordinate systems. in: Gartner, G. – Livieratos E. (szerk.): Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage. Wien. pp. 365-369.

**Mészáros, J., 2011:** The georeferencing method of the 1:5000 scale Danube maps. in: Proceedings of the 6th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage. Den Haag. p. 27.

**Mészáros, J., 2011:** A Vízügyi Igazgatóság térképeinek vetületi rendszere és GIS integrációja. in: Lóki, J.: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Debrecen. pp. 265-270.

**Mészáros, J., 2011:** The Danube map of Béla Vályi and its georeferencing method. in: Ruas, A.: Proceedings of the XXV International Cartographic Conference: Enlightened view on Cartography and GIS. Paris. p. 316.

**Mészáros, J., 2012:** Vályi Béla vízrajzi térképei és geoinformatikai rendszerbe integrálásuk. in: Lóki, J.: Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III. - Térinformatikai konferencia és szakkiállítás. Debrecen. pp. 253-258.

### Előadások és poszterek

**Mészáros, J., 2009:** The Tisza maps of Samuel Lanyi and their geodetic basis. Poszter. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2009. április 19-24.

**Timár, G. – Mészáros, J., 2009:** High-resolution digital elevation model and historical topographic maps of the Tisza River floodplain, the Great Hungarian Plain. Poszter. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2009. április 19-24.

**Mészáros, J., 2009:** Duna Mappáció szelvényeinek georeferálása. Előadás. Fény-Tér-Kép, Dobogókő, 2009. november 12-13.

**Mészáros, J., 2010:** The georeferencing of Sámuel Lányi's Tisza maps. Előadás. 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, Wien, 2010. február 22-24.

**Mészáros, J., - Timár, G., 2010:** The Danube Mappation of Hungary (1823-45) and its reprojection to modern map coordinate systems. Előadás. 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, Wien, 2010. február 22-24.

**Mészáros, J., 2010:** The Danube Mappation of Hungary (1823-45) and its georeferencing method. Előadás. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2010. május 2-7.

**Mészáros, J., 2011:** The Danube Cadastre map system and its georeferencing method. Poszter. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2011. április 3-8.

**Mészáros, J., 2011:** The georeferencing method of the 1:5000 scale Danube maps. Előadás. 6th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, Den Haag, 2011. április 7-8.

**Mészáros, J., 2011:** A Vízügyi Igazgatóság térképeinek vetületi rendszere és GIS integrációja. Előadás. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, 2011. május 19-20.

**Mészáros, J., 2011:** The Danube map of Béla Vályi and its georeferencing method. Előadás. XXV International Cartographic Conference: Enlightened view on Cartography and GIS, Paris, 2011. július 3-8.

**Mészáros, J., 2012:** Vályi Béla vízrajzi térképei és geoinformatikai rendszerbe integrálásuk. Előadás. Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III. - Térinformatikai konferencia és szakkiállítás, Debrecen, 2012. május 24-25.

**Mészáros, J., 2014:** Historical water control maps – key to understand current challenges? Poszter. European Geosciences Union General Assembly, Wien, 2014. április 27-május 2.