



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

Mészáros János

**Folyószabályozási térképek geodéziai
alapja**

Doktori értekezés

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

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. A magyarországi polgári vetületi rendszerek és alapfelületek.....	5
2.1 Vetületnélküli rendszerek	5
2.1.1 Katonai rendszer	5
2.1.2 Kataszteri rendszer.....	6
2.1.3 Vízügyi rendszer	8
2.2 XIX. század közepe utáni polgári vetületek.....	10
2.2.1 Sztereografikus vetületi rendszer	10
2.2.2 Ferdetengelyű hengervetületek.....	11
2.2.3 Egységes Országos Vetület.....	12
3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek	14
3.1 A Duna Mappáció (1819-1845)	14
3.2 Lányi Sámuel Közép-Tisza térképe (1834-1845)	18
3.3 A Duna és Tisza helyszínrajza térképrendszerek.....	21
3.3.1 "A Duna helyszínrajza" 1:5 000 és 1:25 000 méretarányban (1899-1911)	22
3.3.2 "A Tisza helyszínrajza" 1:25 000 méretarányban (1890-1902 és 1929-1935)	26
3.4 Vályi Béla Duna- és Tisza- térképe	30
3.5 A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet térképei (~1960-1985)	33
4. Vetületi transzformáció.....	42
4.1.1 Vetületi rendszer paraméterezése.....	44
4.1.2 Paraméterek integrációja a térinformatikai gyakorlat számára	47
4.1.3 Koordináták és georeferálás	51
5. Internetes (online) publikálás.....	69
6. Összefoglalás	71
7. Summary.....	73
8. Köszönetnyilvánítás.....	74
9. Irodalomjegyzék	75
10. Ábrajegyzék	80
11. Melléklet	82

11.1 Segédprogramok forráskódja	82
11.1.1 Duna Mappáció szelvényeinek georeferálásához	82
11.1.2 Duna helyszínrajza 1: 5000 méretarányú szelvények georeferálásához	84
11.1.3 1:25000 méretarányú helyszínrajz típusú szelvények georeferálásához.....	86
11.1.4 Vályi-féle térképszelvények georeferálásához.....	89
11.2 Folyószabályozási térképeket bemutató honlap forrása.....	92
11.3 CD melléklet tartalma:	95

1. Bevezetés

Hazánk térképészeti öröksége igen sokrétű, ennek egy igen fontos, de még napjainkban is csak kevésbé feldolgozott része a folyószabályozási és lecsapolási munkálatok eredményét vagy a munkálatok előtti állapotokat rögzítő térképek. Bár ezeknek a térképeknek a földrajzi kiterjedése egy topográfiai vagy geológiai térképrendszerrel összehasonlítva korlátozott, azonban a folyók és közvetlen környezetük változásai részletesen nyomon követhetőek, és gyakran e térképművek magyarázattal szolgálhatnak napjaink problémáira is.

Kutatásom célja elsősorban korábbi diplomamunkám továbbgondolása, az akkor megvizsgált Lányi Sámuel-féle Tisza-térkép kortársainak felkutatása, illetve térképtörténeti szempontból történő vizsgálatuk. Az elvégzett kutatás során megvizsgáltam több térképrendszert/térképművet (keletkezésük időrendi sorrendjében): a Duna Mappáció szelvényeit, a Duna és Tisza helyszínrajz című térképrendszer 1:5 000 és 1:25 000 méretarányú térképlapjait, valamint a XIX. századi ármentesítő és lecsapoló munkálatok összegzésének szánt, Vályi Béla által szerkesztett Duna- és Tisza-térképműveket.

A fenti eredmények alapján fény derült az említett munkák felmérési, szerkesztési hátterére is, mely hasznos és szükséges adat a térképszelvények digitális változatainak geoinformatikai integrációjához (georeferálásukhoz), mellyel a történeti adatok összevethetővé válnak más, akár napjaink adatsoraival is (pl. műholdképek, térképszelvények, terepi mérések stb). Ehhez elengedhetetlen továbbá a térképek vetülettani vizsgálata; válaszolnunk kell arra a kérdésre, milyen vetületi rendszerben kell értelmezni a térképszelvényeken megjelölt pontok síkkoordinátáit, mi az alkalmazott alapfelület (melyik korabeli, egzakt módon leírt, paraméterekkel definiálható ellipszoidot alkalmazták). Az ilyen irányú vizsgálatok tapasztalatai alapján felmerült a kérdés fordított változatának megválaszolása is: az alkalmazott vetületi rendszer meddig volt használatban, áttértek-e a vízügyi felmérések során más polgári vetületi rendszerre az évtizedek során.

Dolgozatom a fenti vizsgálatok eredményét közli és a feltett kérdésekre ad választ, első részében olvashatunk a feldolgozott térképművekről, kiemelve keletkezésük körülményeit. A második részben részletesen bemutatom a vízügyi felmérések térképeinél alkalmazott, XIX. század elején létrehozott vetületi rendszert majd a georeferálás módszereit.

2. A magyarországi polgári vetületi rendszerek és alapfelületek

A Magyar Királyság felmérései során több vetületi rendszert is létrehoztak mind a katonai, mind a polgári térképészet szakemberei. Több oka is lehet egy új rendszer bevezetésének, szakmai szempontból indokolhatja új alapfelület használata, a háromszögelési hálózat megújítása (új alappontok létesítése vagy a meglévőkből alkotott hálózat kiegyenlítése), a korábban alkalmazott vetületi rendszer elavultsága vagy politikai döntés, pl. más katonai-védelmi szövetséghez csatlakozás is befolyásolhatja (Varga, 2002).

Az alábbi fejezetben összegzem a XIX.-XX. századi releváns rendszereket, valamint részletesen bemutatom a vízügyi felmérések vetületi rendszerét, főbb paramétereit és különbségét a korabeli, párhuzamosan létező rendszerekkel.

2.1 Vetületnélküli rendszerek

A vízügyi, a II. katonai felmérés és az 1848-49-es szabadságharc utáni kataszteri felmérés vetületi rendszere nagy hasonlóságot mutat, azonban van közöttük (első látásra csekélynek tűnő) különbség, de pontosan ez teszi a vízügyi rendszert egyedivé és önálló vetületi rendszerré. Az alábbiakban mindhárom leírását közlöm, kiemelve a vízügyi rendszer bemutatásánál az előzőekben említett eltéréseket.

2.1.1 Katonai rendszer

A II. katonai felmérés volt az első teljes országot érintő felmérés, mely egységesnek tekinthető háromszögelési hálózaton alapult (Jankó, 2001 és Varga, 2002).

Alapfelületként a szakirodalomban Zach–Oriani vagy Zach–Oriani kombinált ellipszoid néven elterjedt ellipszoidot alkalmazták, melynek fél nagytengelye az Oriani által 1807-ben leírt ellipszoidé, azaz $a=3\,362\,035$ bécsi öl, vagy $6\,376\,130$ m és lapultsága pedig a Zach-féle ellipszoidé: $f=1/310$ (Varga, 2002 és Mugnier, 1999).

A térinformatikai gyakorlatban és a szakirodalom szerint is Cassini–Soldner vetülettel tértek át a síkra, azonban a Cassini-vetület a kezdőpont meridiánján és az arra merőleges geodéziai vonalakon hossztartó, ezzel szemben az alappontok síkkoordinátái számítása során a pontokat sokszögvonalakba foglalták és a mért síkhosszból és azimutokból számították a sokszögoldalak meridián irányába eső és arra merőleges összetevőit (Timár et al., 2006 és Varga, 2002). Ezeknek az összegzett értéke egyenlő az

egyres pontok Meridian (a meridián menti) és Perpendikel (meridiánra merőleges irányú) síkkoordinátaival.

A szigorúan vett Magyarország területére vonatkozó koordináta-rendszer kezdőpontja a bécsi Stephansdom déli tornya volt, melynek ellipszoidi koordinátái az alábbiak (Timár et al., 2006 és Mugnier, 2004):

$$\Phi=48^{\circ} 12' 32,76''$$

$$\Lambda_{\text{Ferro}}=34^{\circ} 2' 21,58''$$

$$(\Lambda_{\text{Greenwich}}=16^{\circ} 22' 35,58'')$$

Mivel a katonai rendszer szelvényei nem tartalmazznak koordináta megírást és az alappont jegyzékek alapján a koordináták nincsenek előjellel megjelölve, önkényesen megválasztható a síkkoordináta-rendszer tájékozása. A számítások egyszerűsítése végett a gyakorlati alkalmazás során a térinformatikai szoftvereknek megfelelően északkeleti tájékozást alkalmaznak, azaz a kezdőponton átmenő meridián észak felé eső ága a +y tengely, erre merőleges az x tengely, pozitív iránya kelet felé néz. A kezdőpont vetületi koordinátái zérusok (Timár et al., 2006)

2.1.2 Kataszteri rendszer

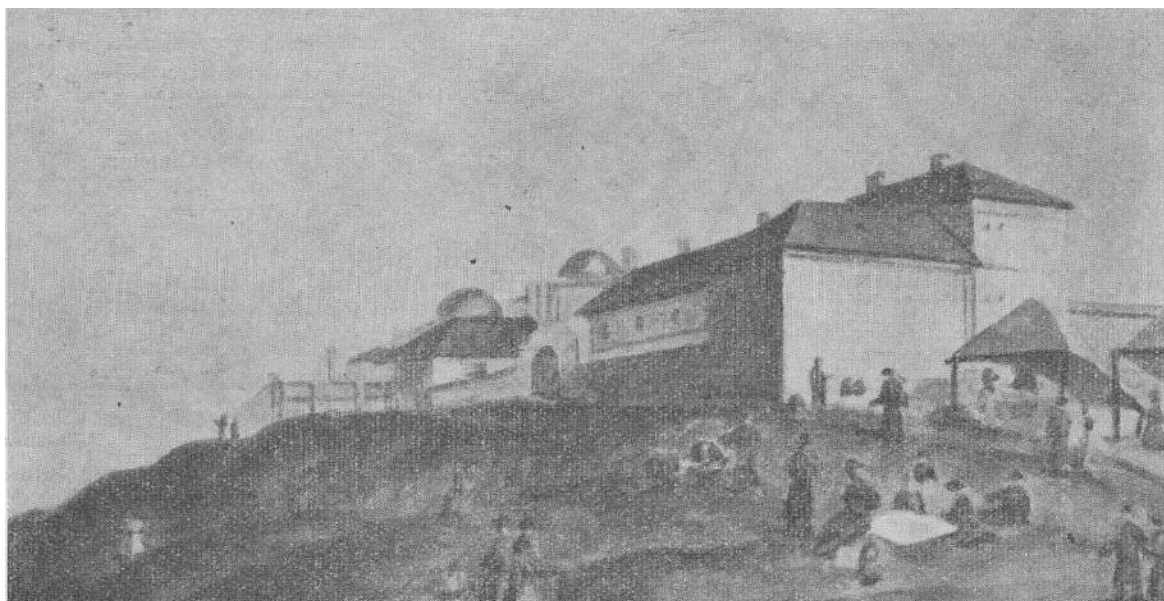
A kataszteri térképezés viszonylag korán, a napóleoni háborúk befejezése után megindult a Habsburg Birodalomban. Az ekkor megkezdett, majd az 1850-től újrainduló kataszteri célú felmérések csak az 1848-49-es szabadságharc után indultak meg a Magyar Királyság területén. Ennek az eredménye a "Földadó-Ideiglen" néven ismert felmérés és eredményeképpen született nagy méretarányú térképek (Timár–Biszak, 2010).

Vetületi szempontból a kataszteri rendszer nagy hasonlóságot mutat a II. katonai felmérés vetületi rendszerével, azonban jelentős különbségeket is találunk. Alapfelületként ugyanazt a Zach–Oriani ellipszoidot alkalmazták, mint a katonai felméréseknél, azonban eltérő kezdőponttal. A szigorúan vett Magyarország területére bevezették a budai rendszert, melynek kezdőpontja a Gellért-hegyen felépített csillagvizsgáló keleti kupolájának (1. és 2. ábra) talppontja, ellipszoidi koordinátái az alábbiak (Varga, 2002 és Timár–Biszak, 2010):

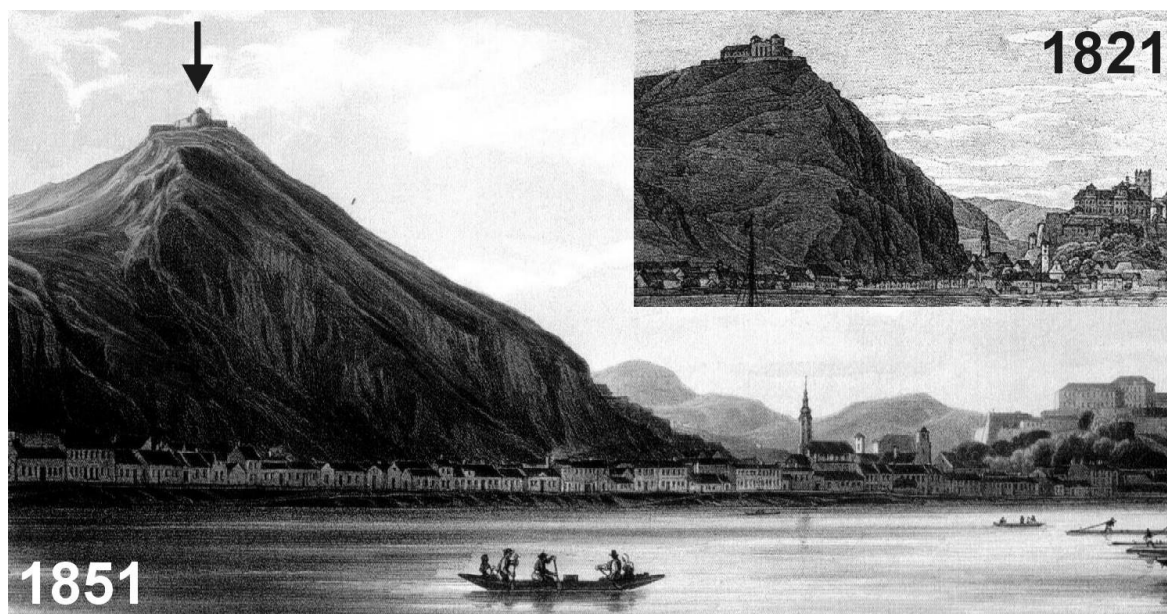
$$\Phi=47^{\circ} 29' 15,97''$$

$$\Lambda_{\text{Ferro}}=36^{\circ} 42' 51,57''$$

$$(\Lambda_{\text{Greenwich}}=19^{\circ} 3' 5,55'')$$



1. ábra: A Gellért-hegyi csillagda 1840 körül (Irmédi-Molnár, 1970)



2. ábra: Jakob Alt két, korabeli metszete a Gellért-hegyről és a csillagdáról (Timár, 2003 és Gönczi - Winkelmayr, 2002)

A síkkoordináta-rendszer alapja a napi térinformatikai gyakorlatban szintén a Cassini–Soldner vetület, azonban a katonai rendszernél leírtakhoz hasonlóan a síkkoordináták meghatározásakor ebben az esetben is korrekció nélkül tértek át az alapfelületi hosszak és azimutok számításánál. A kataszteri rendszer koordináta tengelyei délnyugati tájékozásúak, a kezdőponton átmenő meridián dél felé eső ága a $+x$ tengely, erre merőleges az y tengely, pozitív iránya nyugat felé néz. A kezdőpont vetületi koordinátái zérusok (Varga, 2002).

2.1.3 Vízügyi rendszer

A vízügyi rendszer felsőrendű alappontjai megegyeznek a katonai felméréshez használt háromszögelési hálózat pontjaival, ugyanis több szakirodalomban is találunk utalást a vízügyi és katonai szervek együttműködésére (Homoródi, 1953 és Sugár, 1989), pl. „A folyószabályozással kapcsolatos háromszögelés 1816-tól kb. 1841-ig tartott. 1814-ben fordult a magyar udvari kancellária a haditanácshoz, hogy a Duna háromszögeléséhez közreműködését kérje.” (Homoródi, 1953) vagy a Tisza felmérése során Lányi Sámuel vezetésével szintén végeztek számításokat a Bécsből levezetett síkkoordináták budai, vízügyi rendszerbe történő transzformálására.

Ez utóbbiról Homoródi (1953) cikkében az alábbi olvashatjuk: „*Gellérthegy csillagászati koordinátáira, tehát a szélességre is, biztosnak látszó adatot találunk a Tisza háromszögelés egyik vázlatán [címe: aus den trigonometrischen Coordinaten berechnete Geographische Längen & Breiten der vorzüglichen Oerter der Theiss Region vide Piece N° 53 Anni 1842]. Ez táblázatosan mintegy 90 pont földrajzi koordinátáit is feltünteti, a címfelirat szerint kétségtelen, hogy 1841 után készült – sajnos keltezve nincs –, de megjegyzésként felsorolja a számítás alapját képező adatokat:*”. Az idézett vázlatban található eredeti leírásban az alábbi koordinátákat találjuk a Gellérthegy alappontra vonatkozóan: „... *I^{tens} die geographische Längen und Breite der Ofner Sternwarte auf deren Meridian sich die trigonometrischen Coordinaten beziehen nach den neuesten astronomischen Bestimmungen Länge 36° 42' 45" Breite 47°29' 10,4"...*” Azaz a vízügyi felmérések során feltételezhetjük (igazolva a 4. fejezetben a térképek georeferálása által), hogy az alábbi értékeket tekinthetjük a Gellérthegy pont ellipszoidi koordinátáinak (a Greenwich-től megadott hosszúságot az Albrecht-különbség (Timár, 2007)) alapján számítottam):

$$\Phi=47^{\circ} 29' 10,4''$$

$$\Lambda_{\text{Ferro}}=36^{\circ} 42' 45''$$

$$(\Lambda_{\text{Greenwich}}=19^{\circ} 2' 59,025'')$$

Figyeljük meg a fenti paraméterek kataszteri és katonai rendszernél közölt értékeitől számítható különbségeit.

Felmerül a kérdés, melyik ellipszoidon kell ezeket a földrajzi koordinátákat értelmezni? Feltételezhetjük, a más korabeli felmérések során is használt Zach–Oriani-féle ellipszoid alkalmazását; egyrészt a vízügyi felmérések idején rendelkezésre állt már az ellipszoid, másrészt más alapfelületet használva lényegesen bonyolultabb lett volna a polgári mérnököknek átadott alappontok koordinátáit átszámítani, harmadrészt a 4.

2. A magyarországi polgári vetületi rendszerek és alapfelületek

fejezetben bemutatott georeferálások során a gyakorlatban is bebizonyosodott a Zach–Oriani-ellipszoid létjogosultsága. Felmerülhet a Walbeck-ellipszoid, mint alapfelület, azonban annak paramétereit 1821-ben közölte Walbeck (Homoródi, 1953) és a vízügyi munkálatok terepi része már 1819-ben elkezdődött pl. a Duna mentén, így aligha feltételezhető, hogy a felmérés során alapfelületet váltottak volna.

A síkkoordináták számítása során, hasonlóan a katonai felméréshez, itt is a Cassini–Soldner vetülettel tértek át, azonban a számítások során szintén korrekció nélkül számítva a síkhosszakat és szögeket, illetve az azokból levezetett X, Y (Perpendikel és Meridian) síkkoordinátákat.

Name der Punkte Punkte	Abstände von dem Azmer		Section Numero		Abstände		Comitat
	Perpendikel	Meridian	Länge	Breite	Länge	Breite	
Abád <i>perpendikel</i>	6158,9 ^o ,26	373,26	11	e1	5589,26	373,24	Hoves Vaem
Abara <i>perpendikel</i>	110663,21	63940,47	20	e15	4263,21	2240,47	Komplen
Abony <i>perpendikel</i>	35229,67	17223,29	7	4	3729,67	4033,29	Teat
Abca alsó <i>perpendikel</i>	133210,46	36100,43	34	e9	2410,46	900,43	Marmar
Ada <i>perpendikel</i>	44536,82	98749,74	8	23	5336,82	1949,74	Bacs
Ada <i>perpendikel</i>	44706,02	98949,77	8	23	5306,02	2149,77	Bacs
Adony <i>perpendikel</i>	126925,50	45321,50	23	e11	2725,50	1321,50	Beregh
Adonyan <i>perpendikel</i>	100702,43	23706,41	29	e7	2902,43	2006,41	Latimer
Ayaul <i>perpendikel</i>	113460,75	53455,26	22	e12	360,75	655,26	Komplen

3. ábra: Részlet a Tisza menti háromszögelési pontokat tartalmazó jegyzőkönyvből (levéltári jelzet: 212); az 1. sorban álló Abád Meridian értéke a valóságnak megfelelően pozitív, míg a 3. sorban lévő Abony ugyanezen értéke negatív kellene legyen

A bécsi Hadilevéltárban fennmaradt jegyzőkönyvek egy részében a síkkoordináták előjelét nem jelezték (3. ábra), így csak a pont nevéből vagy a közigazgatási egységből lehet kikövetkeztetni. Ettől eltérően lehet találni olyan jegyzőkönyvet is, mely nem táblázatos formában közli a pontok adatait, hanem a ponthármasokra fejlesztett háromszögekre vonatkozóan egyesével külön-külön. Ez utóbbiakban a pontra vonatkozó adatoknál a megfelelő északi/déli (nördl./südl.) vagy keleti/nyugati (östl./westl.) mezőhöz írták be a megfelelő Meridian és Perpendikel értékeket (4. ábra).

westl. = 87117,529	nordl. = 68558,591
westl. = 87117,656	nordl. = 68558,504
westl. =	nordl. =
westl. =	nordl. =

4. ábra: A Duna menti háromszögelés jegyzőkönyvének részlete, koordináták a megfelelő égtáj szerint bevezetve

E tükrében nem lehet megadni a koordináta-rendszer tájolását, hiszen önkényesen megválasztható mely irányhoz tartozó értékeket tekintjük a pozitív és negatív értéknek. A 4. fejezetben a gyakorlati feladat megoldásánál az egyszerűség kedvéért a tengelyek pozitív irányát önkényesen a geoinformatikai szoftverek gyakorlatának megfelelően északkeleti tájolás szerint jelöltem ki, azaz a Gellérthegy ponton átmenő meridián északi irányba mutató ága a +y míg az erre merőleges és kelet felé néző irány a +x irány. A kezdőpont vetületi koordinátái ebben az esetben is zérusok.

2.2 XIX. század közepe utáni polgári vetületek

A XIX. század közepe előtt elvégzett munkálatok vetületi rendszerét az előzőekben részletesen bemutatam, és tisztáztuk a korban párhuzamosan létező katonai és kataszteri rendszerhez képest mutatott különbségeit is. A következő alfejezetekben röviden összefoglalom a század közepét követően milyen vetületi rendszerek voltak használatban a polgári felmérések terén. Teszem ezt abból az indokból, mert a későbbi georeferálás során ezek mind számításba vehetőek a vízügyi rendszer 'versenyársaként' a feldolgozott térképművek esetén.

2.2.1 Sztereografikus vetületi rendszer

1860-1864 között új háromszögelési hálózat kiegyenlítését végezték el, ami során egyes háromszögoldalakat újramértek. Ekkor már a szabadságharc során elpusztult csillagda

keleti tornya helyén álló pillér volt a kezdőpont (műszerállást létesíteni rajta és ráirányozni egészen 1867-ig lehetett Homoródi (1953) szerint), annak ellipszoidi koordinátáira szükség volt. Azokat újból a bécsi csillagvizsgáló földrajzi koordinátáiból vezették le, ekkor már Walbeck ellipszoidján. Az így megkapott koordinátákat azonban az új koordináta-rendszer bevezetése miatt Bessel-ellipszoidiaknak fogadták el (Varga, 2002 és Stegena, 1988):

$$\Phi=47^{\circ} 29' 14,97''$$

$$\Lambda_{\text{Ferro}}=36^{\circ} 42' 51,69''$$

$$(\Lambda_{\text{Greenwich}}=19^{\circ} 2' 56,9441'')$$

A vetítés során köztes lépésként először a Bessel-ellipszoidról Gauss-gömbre tértek át, majd onnan sztereografikus vetület szerinti síkra. Az ország teljes lefedéséhez két sztereografikus koordináta-rendszerre volt szükség: Gellérthegy alapponttal a Magyar Királyság területére, Marosvásárhely központtal az erdélyi területekre. Mindkét koordináta-rendszer esetén érintő elhelyezésű a vetület és délnyugati tájékozású, azaz hasonlóan a II. katonai felmérés vetületnélküli rendszeréhez a függőleges tengely +x iránya délre, míg a vízszintes tengely +y iránya nyugatra néz. A polgári térképészetben alkalmazott vetületben (budapesti sztereografikus) a kezdőpont vetületi koordinátái zérusok, a katonai topográfiában alkalmazott vetületben (katonai sztereografikus) azonban áthelyezték azt a negatív értékek kiküszöbölésére (Varga, 2002 és Timár et al., 2003).

2.2.2 Ferdetengelyű hengervetületek

1908-ban bevezették a ferde tengelyű hengervetületek rendszerét, elsősorban a polgári kataszteri térképezés vetületi alapjának (Stegena, 1988). A következő fejezetben részletesen bemutatott térképek között többnek is a nagy méretarányú, kataszteri térképek voltak az alapjai, így a hengerrendszerek leírásának és vizsgálatának mindenképp van jogosultsága.

A három (henger-északi, henger-középső és henger-déli) érintő elhelyezésű, ferdetengelyű hengervetület bevezetésekor szintén a Gellért-hegyi kezdőpontból indultak ki, azonban a háromszögelési hálózatot újratájékozták (Fasching Antal 1909-ben), így a hengerrendszerek síkkoordináta-rendszerének észak-dél irányú, x tengelye 6,44''-cel eltér a sztereografikus vetület ugyanezen tengelyétől (Varga, 2002).

Mindhárom hengervetület középpontja a Gellért-hegyi meridián mentén helyezkedik el, melynek Bessel-ellipszoidi földrajzi hosszúsága:

$$\Lambda_{\text{Ferro}}=36^{\circ} 42' 53,57333''$$

$$(\Lambda_{\text{Greenwich}}=19^{\circ} 2' 56,9441'')$$

A három rendszer meridiánra merőleges tengelye az alábbi ellipszoidi szélességeken helyezkedik el:

$$\Phi_{\text{HÉR}}=48^{\circ} 42' 56,31796''$$

$$\Phi_{\text{HKR}}=47^{\circ} 08' 46,72666''$$

$$\Phi_{\text{HDR}}=45^{\circ} 34' 36,5869''$$

A képzett három koordináta-rendszer szögtartó hengervetülete a fenti ellipszoidi koordináták Gauss-gömbre vetített gömbi földrajzi koordinátáinak megfelelő főkörök (segédegyenlítők) mentén érintik a gömböt. A síkkoordináta-rendszerek tájékozása mindhárom esetben délnyugati és a vetületi kezdőpontok síkkoordinátái a saját vetületükben itt is zérusok, hasonlóan a korábbiakhoz (Varga, 2002).

2.2.3 Egységes Országos Vetület

Az 1960-as évek végére, 1970-es évek elejére megszűntetendő a polgári térképészetben jelentkező vetületi sokféleséget igény támadt egy újabb, korszerűbb vetületi rendszer bevezetésére (Varga, 2002).

Az 1970-es évek első felében új alapfelületet vezettek be, az időben párhuzamosan korszerűsített háromszögelési hálózaton végzett kiegyenlítés eredményeit ültették át az 1967-ben elfogadott IUGG1967 ellipszoidra (GRS67 név is használatos). Az ellipszoid relatív tájékozása okán nem geocentrikus elhelyezésű (a geoid magyarországi részéhez jól simul), ezért később HD72 (Hungarian Datum 1972) néven került be a szakirodalomba (MÉM-OFTH, 1975 és Varga, 2002).

A síkra történő áttérés ennél a vetületnél is kettős vetítéssel történt, az ellipszoidról először az újonnan meghatározott Gauss-gömbre, majd onnan a síkra redukált, ferdetengelyű, szögtartó hengervetülettel (ez utóbbi az EOVS - Egységes Országos Vetület) (Varga, 2002).

A vetület kezdőpontja a Gellért-hegyi alapponton átmenő meridián és a segédegyenlítő (Gauss-gömbi földrajzi szélessége: $\varphi_0=47^{\circ} 06' 0,0''$) által kijelölt metszéspontban van, azonban a vetületi koordinátái nem zérusok, mivel a pozitív koordináták alkalmazása, illetve a koordináta értékek összecserélhetőségének

kiküszöbölésére áthelyezték azt: nyugati irányba 650, míg déli irányba 200 km-rel. A síkkoordináta-rendszer tájékozása északkeleti, a meridián északi iránya a $+x$, míg a segédegyenlítő keleti iránya a $+y$ tengely (Varga, 2002).

3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek

Kutatásaim során próbáltam időben minél szélesebb tartományból felkutatni releváns térképeket, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, milyen vetületi rendszert alkalmaz(hat)ak felmérésüknél, követték-e szerkesztésüknél az időközben a polgári térképészetben bekövetkezett változásokat. A fenti kritériumok miatt az alábbi térképműveket vizsgáltam meg (keletkezésük időrendi sorrendjében közölve):

- Duna Mappáció szelvényei (vízügyi vetületi rendszer),
- Lányi Sámuel Közép-Tisza térképe (vízügyi vetületi rendszer),
- Duna és Tisza helyszínrajza térképrendszer (a "vízügyi vagy korabeli vetületi rendszer"-kérdés eldöntésére),
- Vályi Béla Duna- és Tisza-térképe,
- Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet térképei (a vízügyi vetületi rendszer használatának legkésőbbi előfordulásának vizsgálatára).

3.1 A Duna Mappáció (1819-1845)

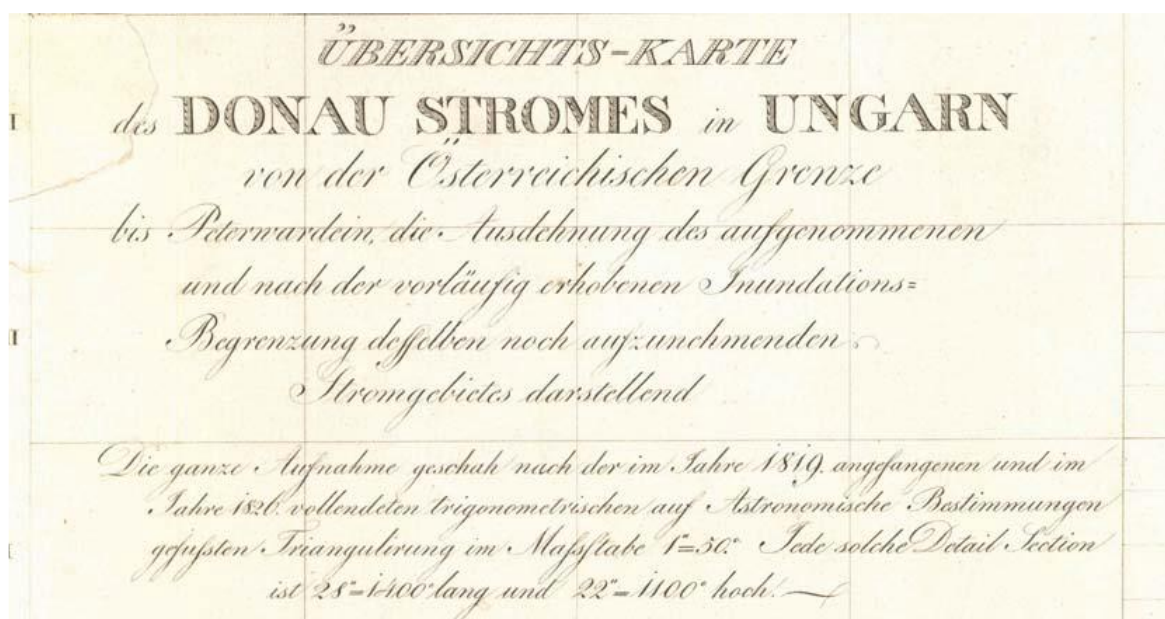
A Duna felmérése hívta alapvetően létre a vízügyi méréseket. Mind a felméréndő terület méretében, mind részletességében a XIX. századi vízügyi térképezés legnagyobb kihívása volt a folyó akkori Magyarországra eső szakaszának felvétele.

Mivel a térképszelvények nagy része fennmaradt, a Duna Mappáció szakirodalmi feldolgozottsága jelentős: Fodor (1952) röviden ír róla Vásárhelyi Pál munkássága kapcsán, ennél jelentősebb Deák (2009) *A Duna magára ismerésének története c.* munkája, melyben bemutatja a „mappációs mérnökök” személyét, munkáját, a felmérés körülményeit és röviden összefoglalja a szelvények jellemzőit is. Ezeknél a műveknél nagyságrendekkel teljesebb a 2006-ban a Pécsi Tudományegyetem Néprajz- és Kulturális Antropológia Tanszéke, a Magyar Országos Levéltár (ma már Magyar Nemzeti Levéltár), a MédiaTér és InnoTeq Kft.-k által közösen kiadott multimédiás DVD forráskiadvány. A lemezen megtalálható szoftver lehetővé teszi a térképszelvények egyenkénti böngészését, a hozzájuk tartozó leíró adatok áttekintését. Mint forráskiadvány mindenképpen jelentős munka, nagyban segítheti néprajzi, geográfiai, régészeti, történelmi kutatások végzését, azonban nem mehetünk el hiányosságai mellett sem. Bár a szelvények mozaikját előállították, sőt az egérkurzor segítségével az egyes pontokhoz tartozó EOY koordináták leolvasását is lehetővé teszi a program, nincs közvetlen, egyszerű lehetőségünk más térinformatikai adatokkal összevetni a létrehozott mozaikot (nincs exportálási

lehetőségünk sem), holott kiadásának idején már léteztek megoldások erre a problémára. Mindenképpen ki kell emelnem, hogy a lemezen megtalálható tanulmányok talán legrészletesebb levéltári, történeti leírását adják a felmérés korának és a szelvények keletkezési körülményeinek, azonban egyes pontokban pontosításra szorulnak (ld. a fejezet későbbi bekezdésében).

Érdekes, online elérhető feldolgozása a Duna folyóhoz köthető térképeknek, fénykép- és videofelvételeknek a Danubius Fluvius projekt, mely a mai napig elérhető a www.danubius-fluvius.eu oldalon. Alapvetően a projekt fő célja a Duna bemutatása volt vándorkiállítás keretében számos, Duna által érintett országban. A Mappáció szempontjából a honlap egyik, a felméréssel foglalkozó alrész a fontos: a korábban megnevezett cégek közreműködésének hála felkerült a szelvényekből előállított mozaik a honlapra nagyítható, mozgatható formában, felhasználva az un. Zoomify technológiát. Hátránya, hogy tíz részre bontották az egyébként egységes mozaikot, így bizonyos esetekben nehézkessé válik a tájékozódás az általunk aktuálisan nézett darabon. Összehasonlítási lehetőségünk mai adatrendszerrel sajnos itt sincs. A későbbi fejezetben bemutatott, általam létrehozott tájékoztató honlap, ha nem is teljesen, de megpróbálja kiküszöbölni a fent említett problémákat és könnyen kezelhető formában megmutatni online a Duna Mappáció és a soron következő térképművek szelvényeit az érdeklődők számára.

A felmérés az első rendű háromszögelési pontok alapján történt ennél a mérésnél is. Tóth (2006) tanulmányában idézett eredeti leírás a terepi háromszögelést 1819-1826 közé teszi, ami egybecseng Homoródi (1953) cikkében foglaltakkal: „A folyószabályozással kapcsolatos háromszögelés 1816-tól kb. 1841-ig [itt az egész országra kiterjedő háromszögelés végső dátuma van megadva, nem a Dunáé] tartott. 1814-ben fordult a magyar udvari kancellária a haditanácshoz, hogy a Duna háromszögeléséhez közreműködését kérje. Ennek eredményeképp[sic!] 1816-ban kezdték meg az országhatár és Buda közötti igen nagy háromszögekből álló 1806 és 1811 között mért láncolat sűrítését, illetőleg Budától délre a láncolat kifejlesztését.” A kisebb háromszögek sűrítésének tényét és időpontját alátámasztja a bécsi Hadilevéltárban végzett kutatásom is, mely során előkerült a Duna menti háromszögelések három alappont jegyzőkönyve is: három szakaszra bontva, Bécs – Buda (1819), Buda – Mohács (1816) és Mohács – Pétervárad (1817) végezték el a háromszögek sűrítését.



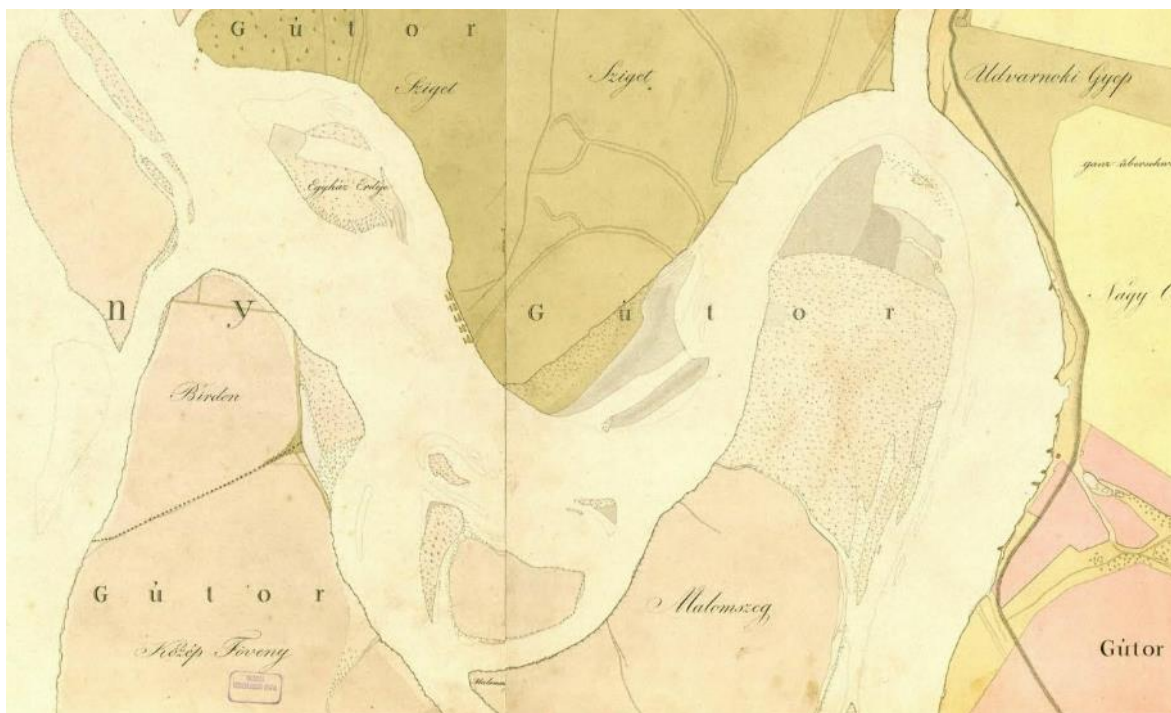
5. ábra: Eredeti leírás a Duna Mappáció áttekintő térképén (Tóth, 2006)

A térképezés méretaránya igen részletes, az eredeti felirat (5. ábra) szerint $1'' = 50''$, azaz 1 bécsi hüvelyk = 50 bécsi öllel, átszámítva 1:3 600 méretarányának felel meg. A szelvényeket $\sim 78 \times 63$ cm-es papírlapokra készítették el, melyből a térképtükör eredetileg 28×22 bécsi hüvelyk méretű területet ($\sim 73,5 \times 58$ cm) foglal el, átszámítva valós méretre ez 1400×1100 bécsi öl ($2655,08 \times 2086,12$ m) nagyságú területet jelent (Mészáros, 2010a és Mészáros–Timár, 2010).

A nagy méretarány miatt a teljes Duna szakaszt (Dévényi-szorostól Péterváradig) igen sok szelvény fedte le, azonban a mai napig bizonytalan pontos számuk. A szakirodalomban jellemzően két szám terjedt el és vált elfogadottá: a Magyar Nemzeti Levéltárban (MNL) megtalálható 1705 szelvény, melyből 53-nak másodpéldánya is van, emellett rendelkeznek még négy darab áttekintő szelvénnel is (Tóth, 2006). A másik érték Dóka (2006) becslésén alapul, miszerint 2444 darab szelvény alkotta a térképezést (bár ez magába foglalja a másodpéldányokat is), azt vette át Deák (2009) is. Sajnos e sorok szerzője sem tud végleges és pontos számot mondani, de mindenképpen meg kell jegyezni, hogy az MNL-ben megtalálható szelvényeken kívül Duna Mappációhoz tartozó szelvények megtalálhatók az Országos Széchényi Könyvtárban és a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltárban is: előbbiben – a másodpéldányok számával csökkentve – 135, utóbbiban 83 szelvény található. Ennek megfelelően a későbbi fejezetben bemutatott weboldalon a Duna Mappációt választva egy 1923 térképlapból álló mozaikot találunk, tehát ennyit biztosan megőriztek az évek folyamán. Sajnos az így kiegészített mozaik is hiányos, kisebb számban a Buda alatti szakaszon találkozunk

hiányokkal, zavaróvá azonban csak a Mohácstól kezdődő szakaszon válik. Zombor és Apatin környéke az utolsó olyan rész, ahol még összefüggő mozaikról lehet beszélni, ettől délebbre már csak szórványosan láthatunk egy-egy szelvényt Újvidék és Pétervárad közelében.

A szelvények által fedett terület nagyobb a Duna hullámterénél és annak környékénél; északi részén teljesen lefedi a Sziget- és Csallóköz területét, északon Pozsonyivánka-Szenc-Galánta települések vonala jelenti a határt, keleten a Nyitra folyó Érsekújvárral, nyugaton az akkori Magyarország és Ausztria közötti államhatár, délen Győr városa. Komáromtól Battáig (ma Százhalombatta) jóval szűkebb területet – nagyjából a folyó nyomvonalát – ábrázolnak a szelvények, azonban onnan délre újból szélesebb terület, a Kiskunság nyugati fele (Ócsa-Kecel-Baja tengelytől nyugatra) is ábrázolásra került.



6. ábra: Részlet a Duna Mappáció mozaikjából Gutor környékéről

Jelkulcsi szempontból jól elkülöníthetőek a Mappáció szelvényein a felszíni fedettség típusai (pl. a települések belterületi részei, magasabb épületek külön kiemelve, erdők, parkok, szőlők, rét, legelő, veteményeskertek, mocsaras – vízjárta területek), vonalas elemek (közigazgatási határok, közlekedés elemei – belterületen az utak, utcák felületként jelennek meg, külterületen vonalként, patakok, csatornák). A részletes rajzi elemeken kívül igen gazdag a szelvények névrajza is, a települések körüli és a folyó menti

határneveket maradéktalanul rögzítették a felmérés során, így a mozaik igen hasznos a terület névrajzi gyűjtése során is (6. és 7. ábra).



7. ábra: A Duna Mappáció eredeti szelvénye Paks településéről

3.2 Lányi Sámuel Közép-Tisza térképe (1834-1845)

A XIX. század első harmadában meghirdetett folyószabályozások és a megelőző felmérések 1834-re elérték a Tisza folyót is, nem kis részben az 1830-ban a folyón levonult nagy árvíznek és az általa végzett pusztításnak köszönhetően. A feladat elvégzésére külön szervet, a Királyi Tisza Térképészetet (1834-1848 között létezett) hoztak létre, vezetőjének azt a Lányi Sámuel tették meg, aki egészen addig a Duna Mappáció szelvényein dolgozott felmérő mérnökként a folyam középső és alsó szakaszain (Deák, 1996 és Sugár, 1989).

Célul a teljes folyam feltérképezését kapták, az így készített lapok alapján történt az átvágások megtervezése, azonban a fejezetcímben megnevezett térkép ennek csak egy része: az érintett vármegyék közül az akkor közigazgatásilag ideiglenesen egyesült Heves és Külső-Szolnok vármegyék közgyűlése 1844 májusában határozatot hozott a vármegye

területére eső Tisza szakasz térképe másolati példányának elkészítéséről és Egerbe történő elküldéséről. Ezt a másolati térképet nevezi a mai szakirodalom Lányi Sámuel Közép-Tisza térképének (Sugár, 1989).

Sugár (1989) a felmérés kapcsán kiemeli Hrenkóra (1987) támaszkodva, hogy az első fontos lépés a háromszögelési alappontok meghatározása volt, melyben Lányiék segítséget kaptak a katonai felmérésekért felelős hivataloktól, megkapva a katonai háromszögelés legújabb adatait: „*Lányi Sámuelék még 1834. március 9-én megkapták az osztrák katonai háromszögelés legújabb adatait. Hrenkó Pál levéltári kutatásai szerint Tokaj és Nagybecskerek felől kiindulva vezették [sic!] a Tisza mentén a háromszögelési láncolatot. Mivel a kézhez kapott osztrák katonai háromszögelési pontok a bécsi koordinátákra voltak meghatározva, azt Lányi és csoportja a budai csillagda meridiánjára számította át; s ezzel a térképezéshez új hazai alapot teremtett. A maga korában legújabb műszerekkel végzett háromszögelésen belül a részletpontokat 'grafikus megoldás'-sal határozták meg.*” A dátumra vonatkozó fenti kijelentések több szempontból sem lehetnek helytállóak:

1. A Helytartótanács 1934. március 4-én kibocsátott rendeletében alapítja meg a Királyi Tisza Térképészetet (Sugár, 1989), így mindössze öt nap alatt sikerült a szervezetnek megoldania az adatok cseréjét az általában szigorú, adataikat titkoló katonai szervekkel.
2. A bécsi Hadilevéltárban fellelhetőek a katonai felmérések háromszögelési jegyzőkönyvei, többek között a Tisza és Maros folyó mentén felmért pontokat tartalmazó is: „*Triangulierung an der Theiss und Maros der königl. ungarischen Landes Ober-Bau-Direction. in den Jahren 1834-1836*” címen (levéltári jegyzet: 212). Azaz a jegyzőkönyv szerint a katonai felmérés is csak 1836-ra ért véget, így aligha kaphatták meg az eredményeiket Lányiék két évvel korábban (a szerző többször is végzett kutatást az említett levéltárban, de eddig nem találta más, Tiszához kötődő jegyzőkönyv nyomát).
3. Az átszámítás tényét megerősíti, dátumát viszont későbbre teszi az előző fejezetben, a Gellért-hegy kezdőpont koordinátaival kapcsolatban vizsgált Homoródi (1953) cikk is: „... *biztosnak látszó adatot találunk a Tisza háromszögelés egyik vázlatán. Ez táblázatosan mintegy 90 pont földrajzi koordinátáit is feltünteti, a címfelirat szerint kétségtelen, hogy 1841 után készült – sajnos keltezve nincs –, de megjegyzésként felsorolja a számítás alapját képező*

adatokat...” Az 1841-es dátum teljesen megfeleltethető a 2. pontban említett, 1836-ban lezárt jegyzőkönyvvel.

Az így kialakított alappont hálózatra illesztett háromszögeket a titeli torkolattól haladva sűrítették be a részletpontok meghatározásához, 1840-ben elérve a folyam forrásvidékét. Egyéb, kiegészítő ellenőrző mérések miatt a terepi munkálatok elhúzódtak egészen 1844-ig, de az év májusában már a térkép elkészültéről értesíthették a megyei közgyűlést (Sugár, 1989).

A térképmű összesen 16 térképszelvényt és egy címlapot foglal magába, utóbbin megtalálható a cím: *„A Tisza folyó és árhatárának térképe Tettes Nemes Heves Vármegyében”*, összeállítási vázlat a szelvények helyzetéről, a méretarány számmal és mértékléccel kifejezve valamint a *„Színek és Jegyek Magyarázatja”*, mely összesen 28 különböző típusú felületi – pl. lakott területek, szántó, kaszáló, legelő, erdő, mocsár, nádas, kákás(!) – és vonalas (pl. folyó, út, töltés, közigazgatási határok és a szintezés nyomvonala) elemet foglal magába (8. ábra). Mivel a vármegye a számára megküldendő másolati térképre utólagosan kérte a tervezett átvágások felrajzolását is, azokat külön, sárga-piros vonallal tüntették fel a szelvényeken, sorszámukkal együtt. Erre a mértékléctől balra található jegyzet szövege hívja fel a figyelmet: *„A sárga vonallal jegyzett átvágások s ezeknek számai az általános Tisza Szabályozási Terv szerint vannak kijelelve.”* Az első szelvény felső felét a felmérés során felhasznált 59 magassági alappont listája foglalja el. A listához tartozó jegyzékben találunk megjegyzést az alappontok típusára: a római számmal jelölt pontok állandósított, épületen elhelyezett pontok, pl. *„LXVI A Szolnoki ugy nevezett Vári templom ajtó küszöbének függője [jobbról]”* (ezek szerepelnek a már említett Tisza Háromszögelés jegyzőkönyvben is), míg az arab számmal jelzettek ideiglenes pontok, legtöbbször fák törzsén ejtett bemetszések, pl. *„5 A Vezseny közelében levő Tisza parton álló fa bemetszésének függője”*.



8. ábra: Lányi Közép-Tisza térképének részlete

A méretarányt tekintve, bár egyértelműen látható a címlapon az $1'' = 400^\circ$, azaz 1 bécsi hüvelyk = 400 bécsi öl méretarány, manapság használatos formában megadott értékére találunk rossz példát is a hazai szakirodalomban, pl. Sugár (1989) bár helyesen említi az eredeti méretarányt, a történelmi mértékegységek közötti átszámításnál már hibázik: tévesen 1:14 000-nek adja meg azt. Ismerve az átváltás számait (1 bécsi öl = 6 láb vagy 72 bécsi hüvelyk) könnyedén kiszámítható a valós, 1:28 800-as méretarány (Mészáros, 2009). A szelvények mérete $\sim 77 \times 61$ cm, de ebből a térképtükör $73,7 \times 58$ cm-t (még pontosabban 28×22 bécsi hüvelyket) tesz ki. Mivel sem a térképtükörön belül, sem a sarokpontokban nincs feltüntetve koordinátaérték ezért a fenti két információ birtokában kell definiálni a szelvények terepi kiterjedését: 11200×8800 bécsi öl, azaz $21240,61 \times 16689,05$ m (Mészáros, 2010b).

3.3 A Duna és Tisza helyszínrajza térképrendszerek

A XIX. század végére újból megnőtt az igény nagyobb folyóink ismételt felmérésére, a század közepe óta eltelt változásokat rögzíteni kellett. Ennek az igénynek megfelelően Darányi Ignác földművelésügyi miniszter elrendelte az új felmérések elvégzését és új, frissített tartalmú térképszelvények, keresztmetszetek elkészítését. A címben említett térképekről igen kevés ismeretünk van, szakirodalomban is csak Fodor (1952) tesz róla említést könyve harmadik kötetében: „Nagyszabású munka a M. Kir. Vízépítési Igazgatóság által kiadott „A Duna helyszínrajza és hossz-szelvénye Dévénytől Orsováig” c. térképe (1: 25 000). I. része 1911-ben jelent meg”. Ezen kívül még Suba (2006) ír róla, mint a trianoni békeszerződés új dunai határainak kijelölésekor felhasznált térképmű. A

térképezés lefolyása, a szelvények méretarányai a Dunán és a Tiszán némileg különbözőek, így különválasztva mutatom be az elkészült térképeket.

3.3.1 "A Duna helyszínrajza" 1:5 000 és 1:25 000 méretarányban (1899-1911)

Az 1898-ban kiadott miniszteri rendelet alapján az Országos Vízépítési Igazgatóság Vízrajzi osztályának el kellett készíteni a Duna akkori magyarországi szakaszának új térképét, elsősorban a folyam hajózhatósága és árvédelmi feladatok tervezése érdekében.

Az utasítás annak ellenére, hogy a teljes szakaszra vonatkozott, a térképhez tartozó előszóban mást olvashatunk: a Duna Dévény és Ómoldova közötti szakaszára korlátozza a felmérés területét (tehát a harmadik, Ómoldova és Orsova közötti szakasz kimarad a térképezésből). Indoklásként az alsó folyamszakasz medrének időközbeni csekély változását említik: „*Az ómoldova – orsovai folyamszakasz sziklamedre jóformán változatlan lévén...*” További okként említik, hogy az adott szakasz (kiemelt területként) felmérése a XIX. század végén külön szervezet által megtörtént, így arról friss térképpel rendelkezik az igazgatóság: „*... ezt a szakaszt a mult század utolsó évtizedében az Aldunai-Vaskapu-szabályozó m. kir. művezetőség fölvette...*” A fennmaradó két szakaszt folyásirány szerint nézve Dévény–Budapest és Budapest–Ómoldova közötti részre osztották fel.

A tényleges felmérés 1899-ben kezdődött el és 1911-ben fejezték be a tisztázott szelvények kiadásával. A helyszínrajzi (térképezési) felmérés mellett rögzítették a folyó hossz- és keresztzelvényeit is. A térképszelvényeket több méretarányban is elkészítették, mindegyiket különböző célokra: az 1:2 880-as volt a felmérési szelvények méretaránya, másrészt ezek képezték a részletes nyilvántartás és tervezés alapját, az 1:5 000 méretarányú szelvények a folyammérnöki hivatalok szolgálati céljaira, míg az 1:25 000-es térképlapok a szélesebb körű, általános tájékoztatásra, a folyam átnézeti képének megjelenítésére szolgáltak (Mészáros, 2011). A térképsorozat kiadási időpontjában bizonytalanság fedezhető fel, ha a 1:25 000-es térképekhez mellékelte két eredeti előszót jobban szemügyre vesszük. A középső, Budapest–Gombos közötti szakasz áttekintő térképéhez mellékelte változatban (keltezése 1909 május hónapban) az alábbi dátumokat olvashatjuk: a nagyobb méretarányú, részletesebb térképszelvényeket 1908-ban, míg a kisebb méretarányú lapokat a fent említett keltezésnek megfelelően 1909-ben adták ki. Az időrendben később kiadott felső, Dévény és Budapest közötti szakasz előszavában (keltezés: 1911 augusztusa) azonban az alábbi időpontot közlik: 1905-ben adták ki az

előzőekben említett gombosi, középső szakasz mindkét méretarány szerinti lapjait. A felső szakasz kapcsán nem kerülünk ellentmondásba; részletesebb térképe 1907-ben, míg a kisebb méretarányú mű a keltezésnek megfelelően 1911-ben készült el.

A térképlapok és mellékletek számában nincs ilyen ellentmondás, mindkét előszóban pontosan szerepel az erre vonatkozó adat: a Budapest–Gombos közötti szakasz 1:5 000-es térképműve 156 térképszelvényt, áttekintő térképet, mely tartalmazza a jelmagyarázatot is és egy füzetet a szakasz geodéziai alappontjai koordinátaival, míg a kisebb méretarányú térkép 27 térképlapot, a hivatkozott előszót, jelmagyarázattal ellátott áttekintő térképet és 14 lapból álló hosszszelvényt foglal magába. A felső, Dévény–Budapest közötti szakaszt ábrázoló mű 1:5 000 méretarányú változata 106 térképlapon és az előzőekben leírt kiegészítő elemekkel, a kisebb méretarányú változat 23 térképszelvényen és 12 lapból álló hosszszelvényen mutatják be az adott folyamszakaszt.

Az előszó szerint csak az 1:5 000 és 1:25 000 méretarányú szelvényeket sokszorosították, a nagyobb méretarányúakat fekete rajzban (9. ábra), míg a kisebb méretarányú, átnézeti térképeket színes változatban adták közre (10. ábra).



9. ábra: "A Duna helyszínrajza" térképmű 1:5 000 méretarányú szelvénye

A fenti ábrán is látható a nagyobb méretarányú szelvények hasonlósága a kataszteri térképekhez, legalábbis rajzi megjelenésükben mindenképp: a térképhez csatolt „*Lapmutató vázlat és jelmagyarázat*” lapon találjuk a szelvények áttekintő térképét és az alkalmazott jeleket. Külön kategóriaként szerepelnek:

- növényzeti felszínborítás elemei: szántó (külön jelölés nélkül), rét, legelő (terület közepére írt R vagy L betű jelöléssel), szőlő, erdő, füzes, kert, nádas, mocsár (utóbbiak mind piktogramszerű jelekkel, ábrákkal kifejezve a terület jellegét)
- a folyami közlekedéshez és a vízügyi műtárgyakhoz kapcsolódó pontszerű és vonalas elemek (teljesség igénye nélkül): árvédelmi töltés, nyári gát, zsilip, vízmérce vagy hajóállomás, gőzkomp, révkomp, hajóhíd, vashíd stb.
- a folyó természetes és mesterséges parttípusai, védművek
- magassági és kataszteri (vízszintes) geodéziai alappontok rendűségük szerint csoportosítva

A szelvények megszerkesztésekor a felmérési 1:2 880 szelvényeket vették alapul, 2×2 db felmérési szelvény rajzát fedi le egy 1:5 000-es szelvény. Az így kapott térképlapok fizikai mérete ~84×66 cm, melyből a térképtükör ~75×60 cm-t fed le, felette a cím és a bal felső sarokban a szelvény száma szerepel.

A kisebb méretarányú szelvények esetén a jelkulcsi elemek nem változnak számottevően az 1:5 000 méretarányú szelvényekkel összehasonlítva, azonban kihasználva a színes nyomtatás lehetőségeit a vízfelületek és a felszínborítás korábban leírt felületi jelei (pl. szántó, szőlő, erdő, mocsár stb.) színesen jelennek meg a szelvényeken.

A szerkesztéskor szintén a felmérési szelvényeket használták fel, így egy 1:25 000-es szelvény álló elhelyezésben 4×7,5 db, míg fekvő elhelyezésben 5×6 db felmérési szelvényt foglal magába (a szelvényen feltüntetett rácsvonalak is megmutatják ezt a beosztást). A szelvények fizikai mérete 35,5×50 cm, melyből a térképtükör ~45,5×30,5 cm-t foglal el, a kereten kívüli megírások között találjuk a címet, a lap sorszámát a bal felső, míg a folyó térképlapon ábrázolt szakaszának folyamkilométerben megadott számait a jobb felső sarokban. Körben a kereten kívül megírták a kataszteri szelvénybeosztás sor és oszlopazonosítóit is, mely később a georeferálás részbeni automatizálásánál volt segítségemre.



10. ábra: "A Duna helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye

3.3.2 "A Tisza helyszínrajza" 1:25 000 méretarányban (1890-1902 és 1929-1935)

A Tisza reformkori felmérését követően 1890-ben támadt újra igény a Tisza újbóli felmérésére, majd a meder gyors változásai miatt szükségessé váltak kiegészítő mérések 1909-ben és a század húszas éveiben ismét. Megszüntető az ilyen ideiglenes, lokális felmérések okozta ellentmondásokat 1929-ben a Vízirajzi Intézet elrendelte, majd elvégezte a Tisza akkor már csonka-magyarországi határok közé eső teljes szakaszának újbóli felmérését, melynek terepi munkálataival 1931-re, a szelvények kiadásával 1935 februárjára végeztek.

Mindkét felmérés geodéziai alapja az intézet által 1890 előtt állandósított alapponthálózat volt, melynek pontjai három fő típusba sorolhatók:

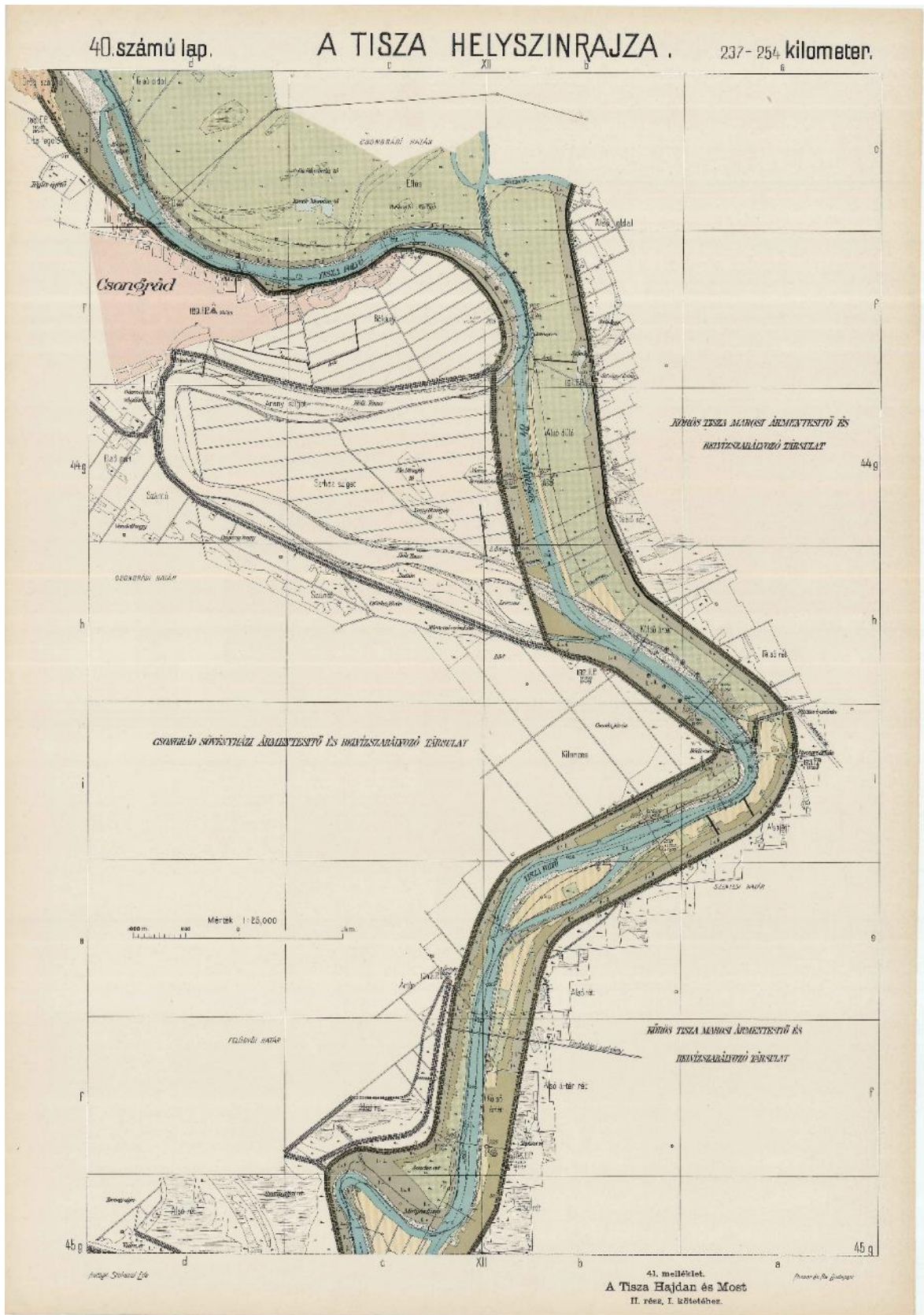
- magassági adatokat rögzítő, általában épületek falában elhelyezett jegyek
- betonba ágyazott bronzgombbal ellátott kövek
- meder keresztshelvényeinek felméréséhez használt shelvénykövek.

Az így elhelyezett pontok magasságát a Vízirajzi Intézet végezte el szintezéssel, a mérés kiindulópontja a szolnoki vasútállomás falában elhelyezett katonai magassági jegy volt. Ezzel szemben ugyanezen pontok vízszintes koordinátáit már a kataszteri hivatal mérte fel és rögzítette 1:2 880 méretarányú kataszteri shelvényeken. A Tisza és hullámtere által érintett területről a kataszteri shelvényeket a vízügyi szakemberek rendelkezésére bocsátották, akik 1:25 000 méretarányúra kicsinyítve, mozaikolva készítették el az 1:25 000 méretarányú, végső kiadványnak szánt "*Tisza hajdan és most*" térképművet 1902-ben. Ennek megfelelően ebben az esetben szó sem volt önálló térképezésről a részletes, kataszteri méretarányban, illetve az 1:5 000 méretarányú sorozat elkészítését sem tervezték, végezték el; ellentétben a Dunánál leírtakkal. A megismételt, 1935-ös kiadású térképszelvények a korábbi térképmű lapjai és nyomólemezei alapján készültek el, emiatt rajzi tartalmuk kissé eltérő, de minden másban megegyeznek a korábbi kiadás shelvényeivel.

Hasonlóan a Duna kiadványhoz a shelvények itt is álló elhelyezésben 4×7,5 db, míg fekvő elhelyezésben 5×6 db felmérési shelvényt foglalnak magukba, fizikai méretük 35,5×50 cm, melyből a térképtükör ~45,5×30,5 cm-t foglal el. A kereten kívüli megírások között találjuk a címet, a lap sorszámát a bal felső, míg a folyó térképlapra eső szakaszának folyamkilométerben megadott hosszát a jobb felső sarokban, körben a kereten kívül megírták a kataszteri shelvénybeosztás sor és oszlopazonosítóit is. A korábbi, 1902-es kiadás végül tartalmazza a Tisza helyszínrajzát 59 térképlapon, melyhez

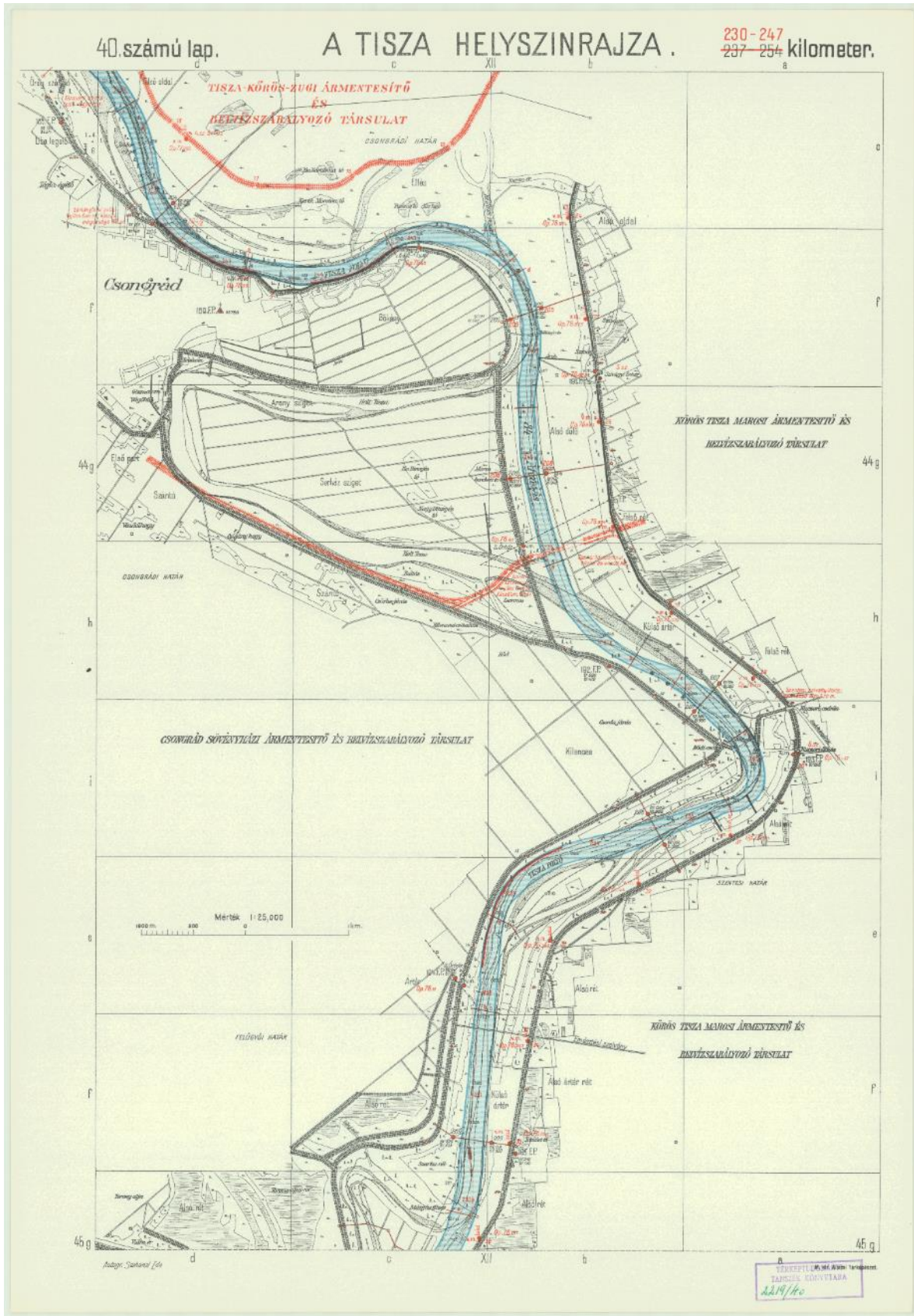
áttekintő térkép és jelmagyarázat is tartozik egy további lapon; a meder keresztmetszeti rajzait 25 lapon, amit egy címlap, áttekintő térkép, és két további lapon diagramok egészítenek ki; a meder hosszszelvényét 39 lapon és annak jelmagyarázatát végül egy kimutatást a hullámtér szélességének változásáról. A későbbi kiadás már csak 46 térképszelvényt és címlapját tartalmazza, a mellékletek tekintetében az előző kiadáshoz hasonlóan megtaláljuk a hossz- és keresztshelvények rajzát, előbbit 10, utóbbit 20 lapon és öt új lapon táblázatos formában a Tisza menti magassági és kataszteri alappontok listáját. Hullámtérre vonatkozó kimutatást ebben a kiadványban nem találunk.

Jelkulcsi szempontból az 1902-es kiadás (11. ábra) megegyezik a Duna helyszínrajz hasonló méretarányú szelvényeivel mind az alkalmazott jelrendszer, mind a színvilág tekintetében, egyedül a folyam ábrázolásánál találunk eltérést, mivel szaggatott fekete színű vonallal megjelölték az 1840-es években felmért partvonalat is (folyamatos vonallal az aktuális felmérés szerinti partot), láttatva ezzel az időközben beállt változásokat. A későbbi kiadás szelvényein (12. ábra) a felhasznált nyomólemezek miatt fekete színben, kontúrvonallal, kitöltés és színezés nélkül láthatjuk az 1902-ben kiadott térképlapok tartalmát, melyre piros színben felülnyomták a rajzi, számszaki vagy névrajzi változásokat, pl. új gátórházak helye, gátak új nyomvonala (ahol változott), folyamkilométer számok új értékei vagy a megváltozott nevű társulatok nevei, illetve kék színnel az 1931-ben végződő felmérés szerinti, megváltozott meder rajzát, könnyebbé téve így a változások nyomon követését.



11. ábra: "A Tisza helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye 1902-es kiadás

3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek



12. ábra: "A Tisza helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye 1935-ös kiadás

3.4 Vályi Béla Duna- és Tisza- térképe

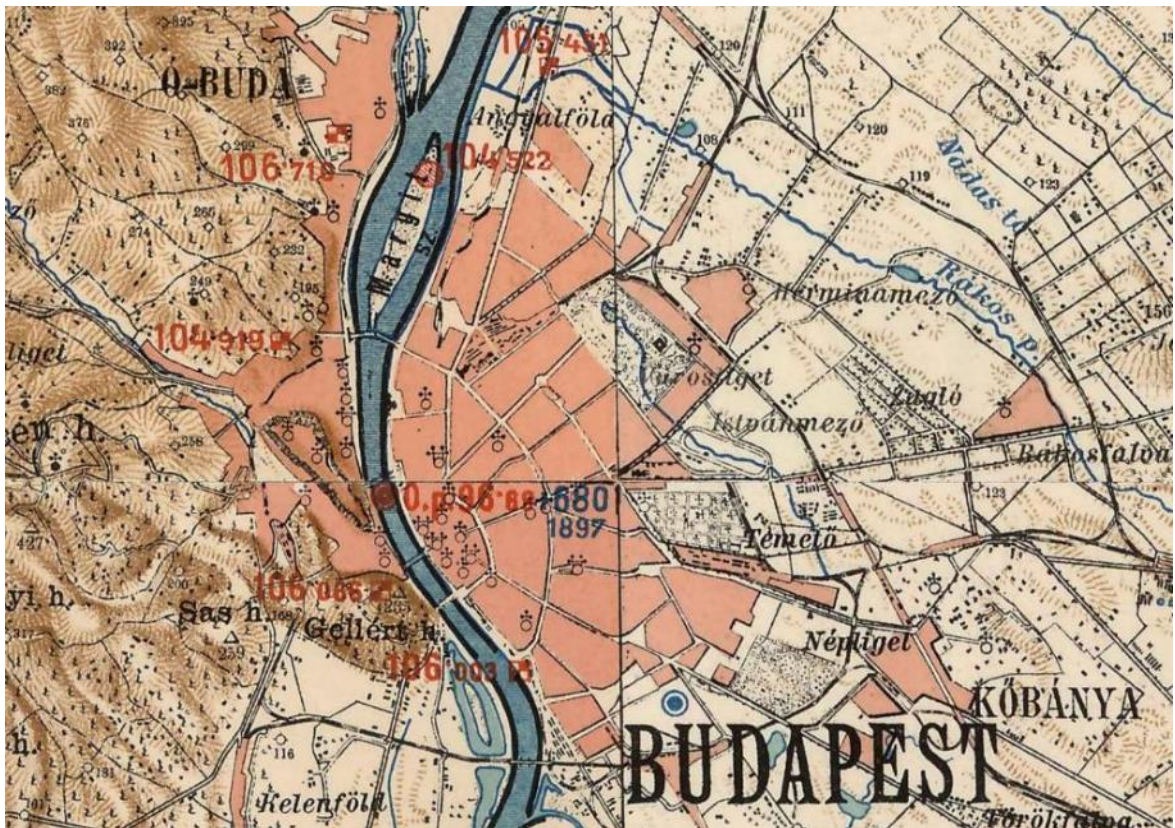
A XIX. századi folyószabályozási munkálatok végeztével szükségessé vált egy olyan térképmű elkészítése, mely összefoglaló jelleggel bemutatta az elért eredményeket, folyóinkon bekövetkezett változásokat. Ebből a célból szerkesztette meg Vályi Béla a megnevezett két térképét: 1896-ban gróf Bethlen András földművelésügyi miniszter rendeletére a Tiszán és vízgyűjtőjén bekövetkezett változásokat bemutató művet, majd 1900-ban az akkor már Darányi Ignác miniszter vezette szerv utasítására a Dunán elvégzett munkálatok eredményét mutató térképművet. A két térképről keveset tudunk, Fodor (1952) rövid leírását adja, ezt egészíti ki Klinghammer (2006) cikke további részletekkel, legújabban Mészáros (2012) vizsgálta vetületi és georeferálásuk szempontjából. A legpontosabb információkat a Duna térképhez mellékelt eredeti leírás adhatja, mely megtalálható a térképlapokat tartalmazó dossziében.

A két térképmű főbb jellemzői és szerkesztésük megegyezik; mindkettő 1:125 000 méretarányban ábrázolja két főfolyónkat, a Duna térkép 24, míg a Tisza térkép 35 lapból (utóbbi esetében 10 szelvényen nincs térképrajz, a jelmagyarázat és statisztikai adatok töltik ki a papírlapot) áll. A szelvények fizikai mérete 60×60 cm, a vizsgált térképnél a könnyebb tárolás miatt minden szelvényt négy részre vágtak és vászonra ragasztva, hajtogatott állapotban egy mappában helyezték el. Így a későbbi digitális feldolgozás során, a szkennelést követően képszerkesztő szoftverrel ki kellett vágni a négy részt és újra összeilleszteni. Az eredeti térképek szerkesztésekor figyelembe vették az összeilleszthetőséget, középen átfedő sáv található a két térképmű között, így akár előállítható a Kárpát-medence nagy részének mozaikja is.

Az eredeti leírás szerint: *„A térkép a közigazgatási, közlekedési adatokon felül a Dunavölgy 1898. évi december hó 31-iki vízműtani állapotát tünteti fel és pedig tartalmazza a Dunán, annak völgyében, valamint a fő- és mellékfolyók mentén az állam-, az ármentesítő- lecsapoló- és belvízlevezető társulatok, esetleg magánosok által a szabályozás megkezdése óta létesített víziműveket, feltünteti azon területeket, melyek az egyes víztársulatok kötelékébe tartoznak; továbbá tartalmazza a magassági-, vízrajzi- és vízjárási viszonyokra vonatkozó adatokat is.”* (13. ábra). Ennek megfelelően az alábbi jelkulcsi kategóriák különíthetők el:

- városok és nagyobb települések alaprajzszerűen, tanyák, majorok pontszerű jellel;
- közigazgatási határokat vonalas jellel;
- közlekedés elemeit: utak és vasutak;

- felszínborítás szerint megkülönböztethetőek az erdős, cserjés, szőlő és réti területek;
- a céltematikaként kezelt vízfolyásokat: folyók, patakok, csatornák, árkok kék színnel emelték ki, a rajtuk átívelő vagy más kapcsolatban létesített vízügyi létesítményeket jellel vagy vonalas rajzzal;
- szintén kék színnel jelölték meg az állami vízmércéket, és a hozzájuk tartozó addigi legmagasabb vízszintet és a mérés évszámát;
- piros színnel tüntetik fel a magassági alappontokat és adriai tengerszint feletti magasságukat, valamint ugyanilyen színű vonallal a folyók mentén fixpontokkal megjelölt mederkeresztmetszet mérésére kijelölt szakaszokat;
- az ármentesítő és lecsapoló/belvízmentesítő társulatok külön társaságként működve külön jelölést kaptak a térképen, előbbiekhöz tartozó árterületeket kék színezéssel, utóbbiak által kezelt területeket ferdén srafozott, zöld vonalsorozattal jelölik.



13. ábra: Vályi Béla Duna térképének részlete

A tényleges szerkesztési folyamatról szintén az eredeti leírásban találunk információkat: „Az egyes szelvénylapok alaprajza (térképváza) oly módon készült, hogy a geographiai intézet által halványkék nyomásban rendelkezésre bocsátott 1 : 75,000 mértékű térképlapokon fekete színnel kihuzattak a dunai átnézeti térképbe felveendő térképi adatok. Ugyane lapokon kék színnel kihuzatott az összes folyó- és vízrendszer. Ezen

rajzokról állították elő a geographiai intézetben photo-lithographiai úton 1:125,000-re eszközölt kisebbitéssel és köre való átvitelével a világos-fekete színű térképi alaprajz- és a vízrendszert feltüntető kék követ, a melyről a térkép további kidolgozása céljaira ismét több halványkék színű lenyomatot kaptunk.

Egy ily halványkék színű lapon készültek az összes felirások, még pedig nem kézírással, hanem a vékony fehér papírra a geographiai intézetben nyomtatott felirások, nevezetek és számok a halványkék színű lapra a megfelelő helyre reáragasztattak. Ezen ragasztott lapról a geographiai intézetben photo-lithographiai úton állították elő a sötét-fekete nyomású nomenclatur és a keret követ. Időközben a geographiai intézet a fekete és a vízrendszer kék alaprajza alapján a barna nyomású orographia rajzát és követ summirozással és sraffozással elkészítette oly módon, hogy a sraff előállítására felhasználtattak közvetlenül Közép-Európa táborkari térképének megfelelő lemezei; ezután az öt kő együttes lenyomatát minden szelvényre átadta. Ezen lenyomatokra történt a megfelelő szinkekkel a különböző színű térképi adatoknak reávezetése; az így mintalapúl átadott teljes szelvényekről készítették a geographiai intézetben a sokszorosításra szolgáló színnyomatú alumínium-lemezeket és az össznyomatoknak kétizbeni korrekturája és átvizsgálása után a teljes lenyomatokat.”

A térkép georeferálása szempontjából a fenti idézet első bekezdése tartalmaz lényeges információkat, miszerint a Vályi térkép lapjai lényegében a III. katonai felmérés szelvényei alapján készültek, síkrajzi tartalmuk azzal közel megegyezik. Erre enged következtetni a szelvények szélső részén megfigyelhető arab és római számozás is, mely megegyezik a katonai felmérés szelvényeinek sor és oszlop beosztásával. Ezek alapján kijelenthető, hogy a Vályi-térkép georeferálásánál eltekinthetünk az előzőekben bemutatott térképeknél alkalmazott vetületi rendszertől és a már korábban publikált, III. katonai felmérés szelvényeinél alkalmazott koordináta-rendszert és módszert (Timár et al., 2003; Biszak et al., 2007 és Timár–Molnár, 2008) kell adaptálnunk a Vályi-térkép sajátosságaihoz (Mészáros, 2012b).

A térképek szerepeltek a párizsi világkiállításon, mindkettő díjat, jutalmat nyert szerkesztése és rajzi kifinomultsága révén. Részben ebből az okból kifolyólag több nyelvi változatban is elkészítették, a Duna térkép esetén az eredeti leírás tartalmazza ezeket az információkat: 750 példányon a cím, jelmagyarázat és a magyarázó, statisztikai adatokat tartalmazó táblázatok magyar nyelven, 100-100 példányon magyar-német és magyar-francia, 50 példányon magyar-angol változatban készültek el.

3.5 A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet térképei (~1960-1985)

A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (továbbiakban VITUKI) 1952-es megalapításának célja a II. világháborúig működő Vízirajzi Intézet feladatainak: a vízügyi munkálatok, vízgazdálkodás tervezésének, felügyeletének átvétele és ehhez kapcsolódó kutatások elvégzése volt. Tevékenységéből fakadóan az ország területére eső nagyobb és kisebb folyók hullám- és árterének térképezése is az intézet feladatai közé tartozott, ennek megfelelően önálló térképműveket is kiadtak az évek folyamán, ezeket a Vízirajzi Atlasz sorozat kötetei tartalmazzák. (VITUKI, 2006)

A felmérések során követték a korábbi helyszínrajzi térképek formai jellemzőit: általában elkészült az adott folyó helyszínrajza (térképe), hossz- és keresztshelvények, folyam mentén elhelyezett vízügyi magassági alappontok jegyzéke és néhány esetben egyéb kimutatások (pl. hídszelvények, geomorfológiai elemzés) is helyet kaptak.

Méretarány tekintetében a korábbi egységesítési törekvések (helyszínrajzi térképek 1:5 000 és 1:25 000 méretarányai) csorbát szenvednek, a VITUKI által kiadott térképszelvények méretarányai változóak; pl. a Rábáról több méretarányban is adtak közre térképeket:

- 1962-ben 1:10 000-es
- 1972-ben 1:5 000-es
- 1973-ban újból 1:10 000 és 1:25 000 méretarányban,

de előfordul 1:2 500-as (Zagyva, 1983) és 1:2 000-es (Marcal, 1984) méretarányú térkép is a kiadványok között, jellemzőiket az 1. táblázat foglalja össze:

3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek

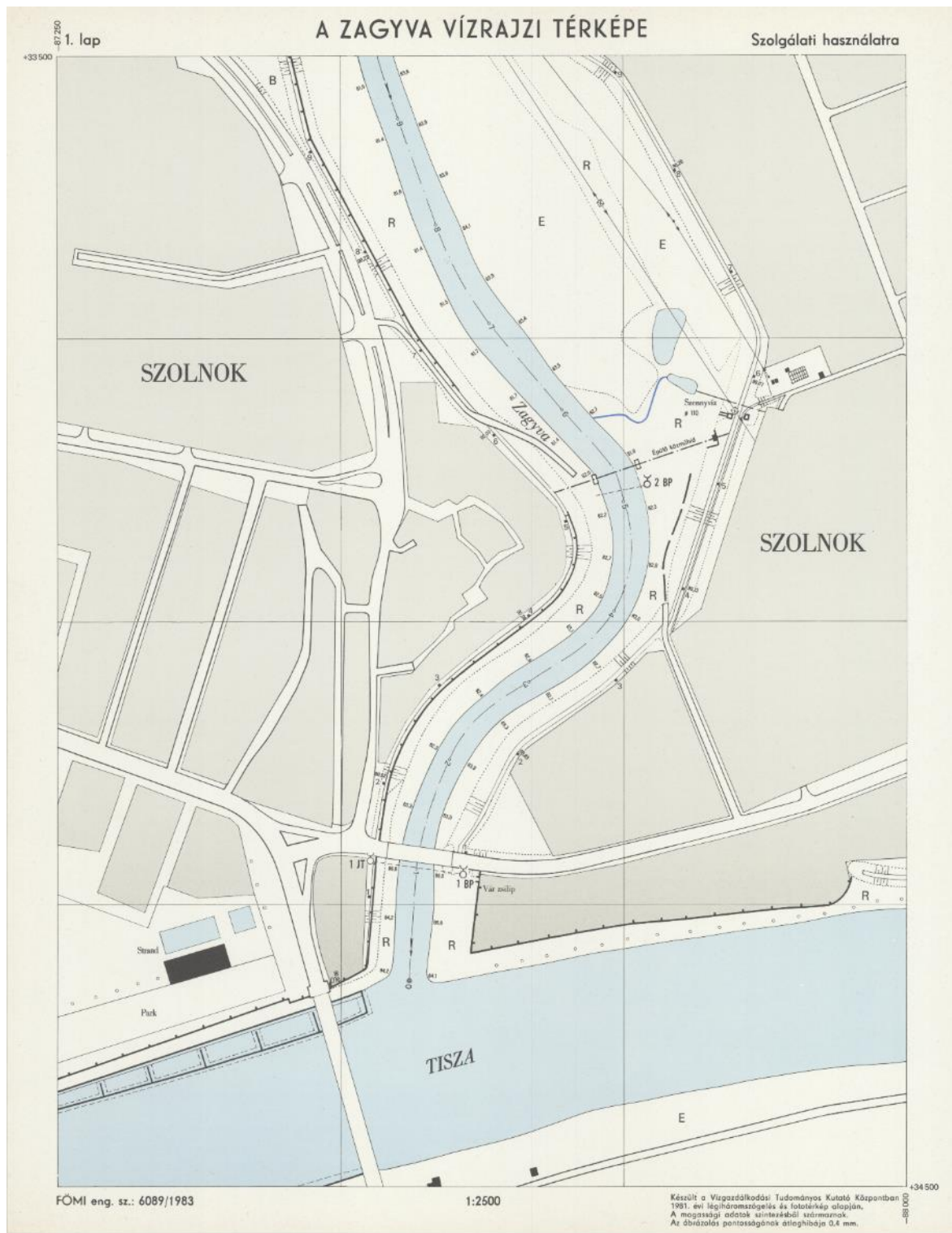
Jellemző	1:2 000	1:2 500	1:5 000
<u>lapméret</u>	~43,5×33,5 cm	~43,5×33,5 cm	~43,5×33,5 cm
<u>térképtükör</u>	40×30 cm	40×30 cm	40×30 cm
<u>rácshálózat beosztása</u>	200 m	250 m	500 m
<u>térképtükör valós mérete</u>	800×600 m	1000×750 m	2000×1500 m

Jellemző	1:10 000 1970-ig	1:10 000 1970-től	1:25 000
<u>lapméret</u>	~43,5×33,5 cm	40×30 cm	40×30 cm
<u>térképtükör</u>	40×30 cm	35×25 cm	35×25 cm
<u>méterrács beosztása</u>	1000 m	500 m	1000 m
<u>térképtükör valós mérete</u>	4000×3000 m	3500×2500 m	9000×6000 m

1. táblázat: A VITUKI által kiadott térképszelvények főbb jellemzői méretarány szerint

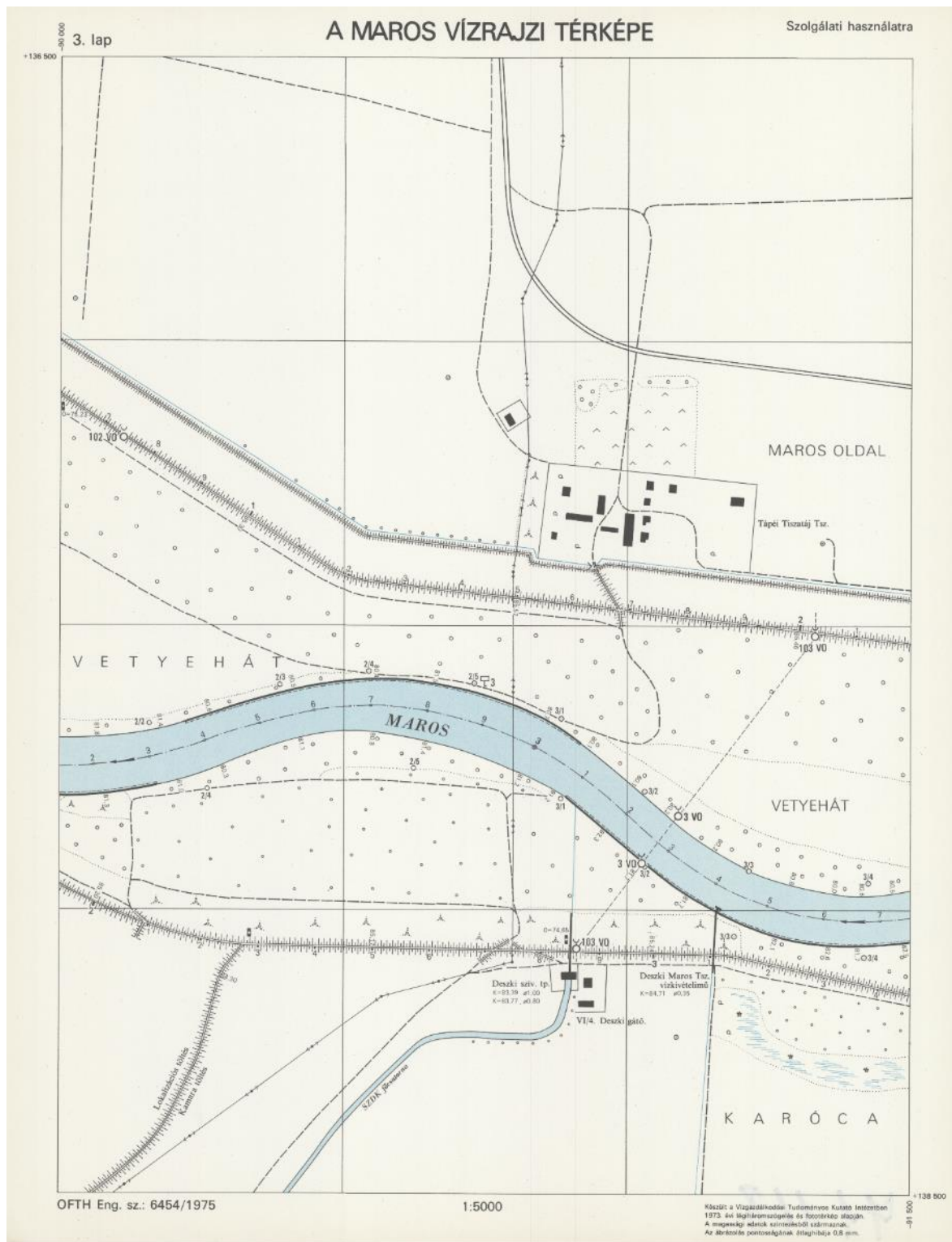


14. ábra: 1:2 000 méretarányú szelvény (a Marcal Mórchidánál)

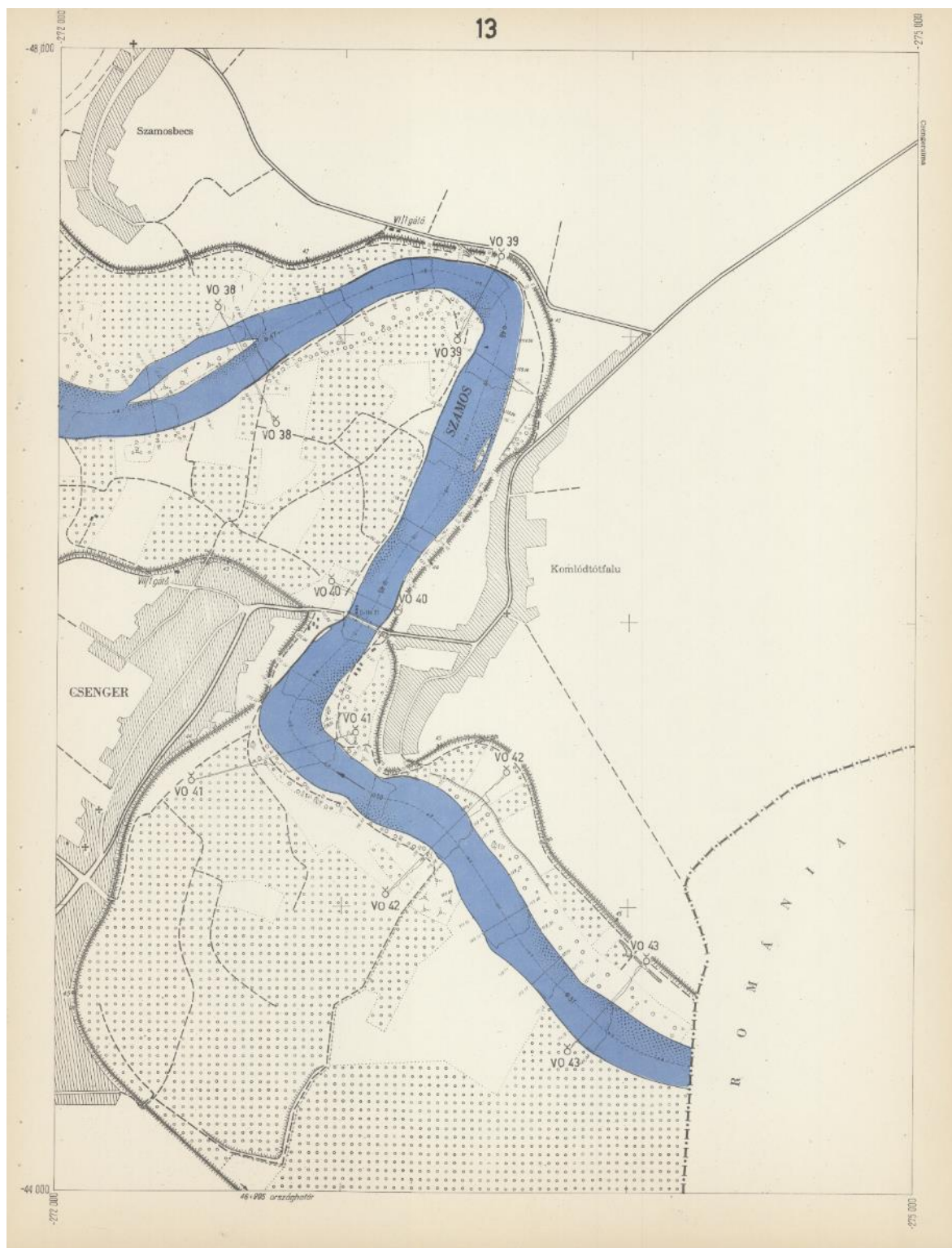


15. ábra: 1:2 500 méretarányú szelvény (a Zagyva torkolata Szolnoknál)

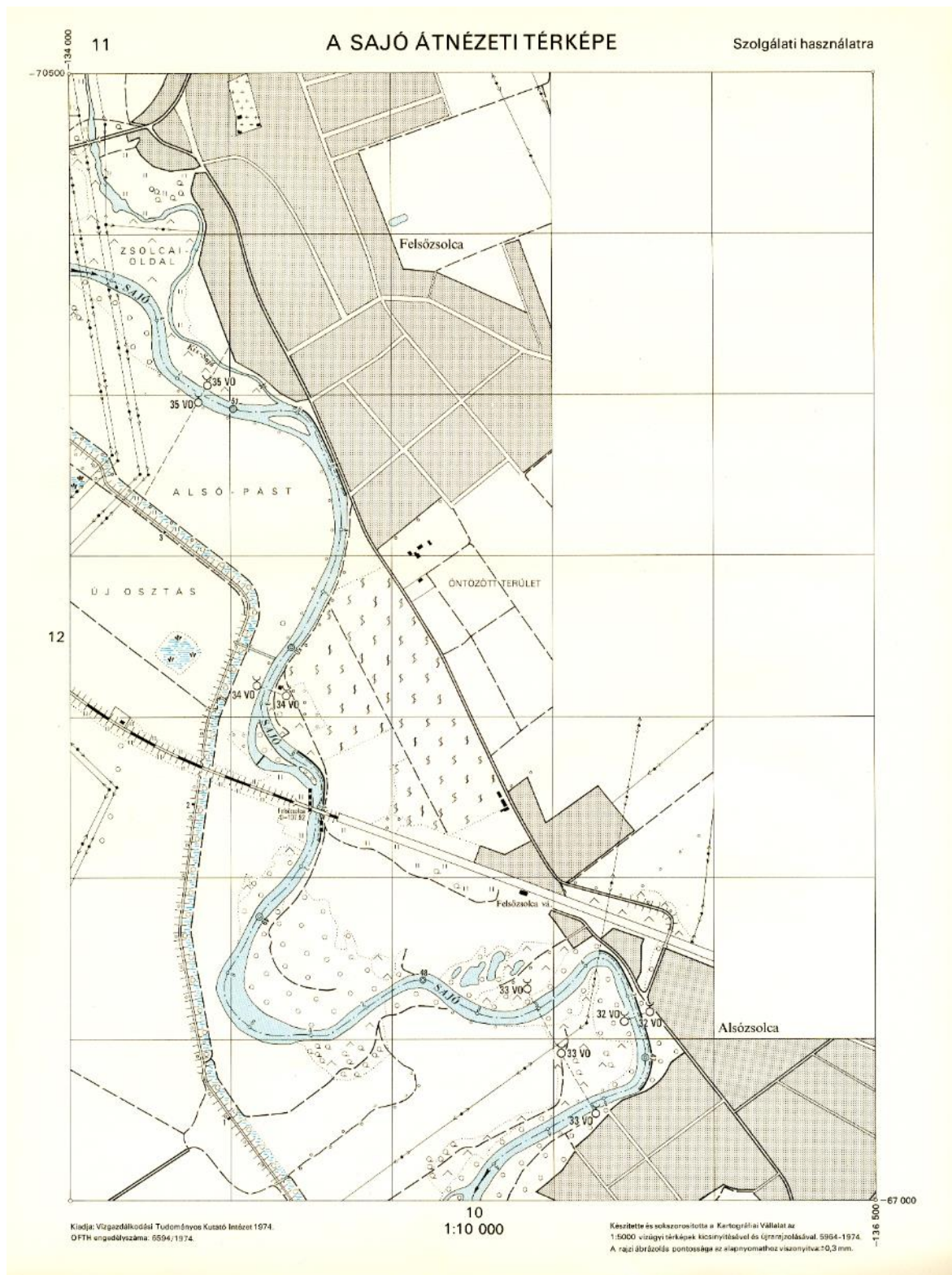
3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek



16. ábra: 1:5 000 méretarányú szelvény (a Maros Szegedtől keletre)

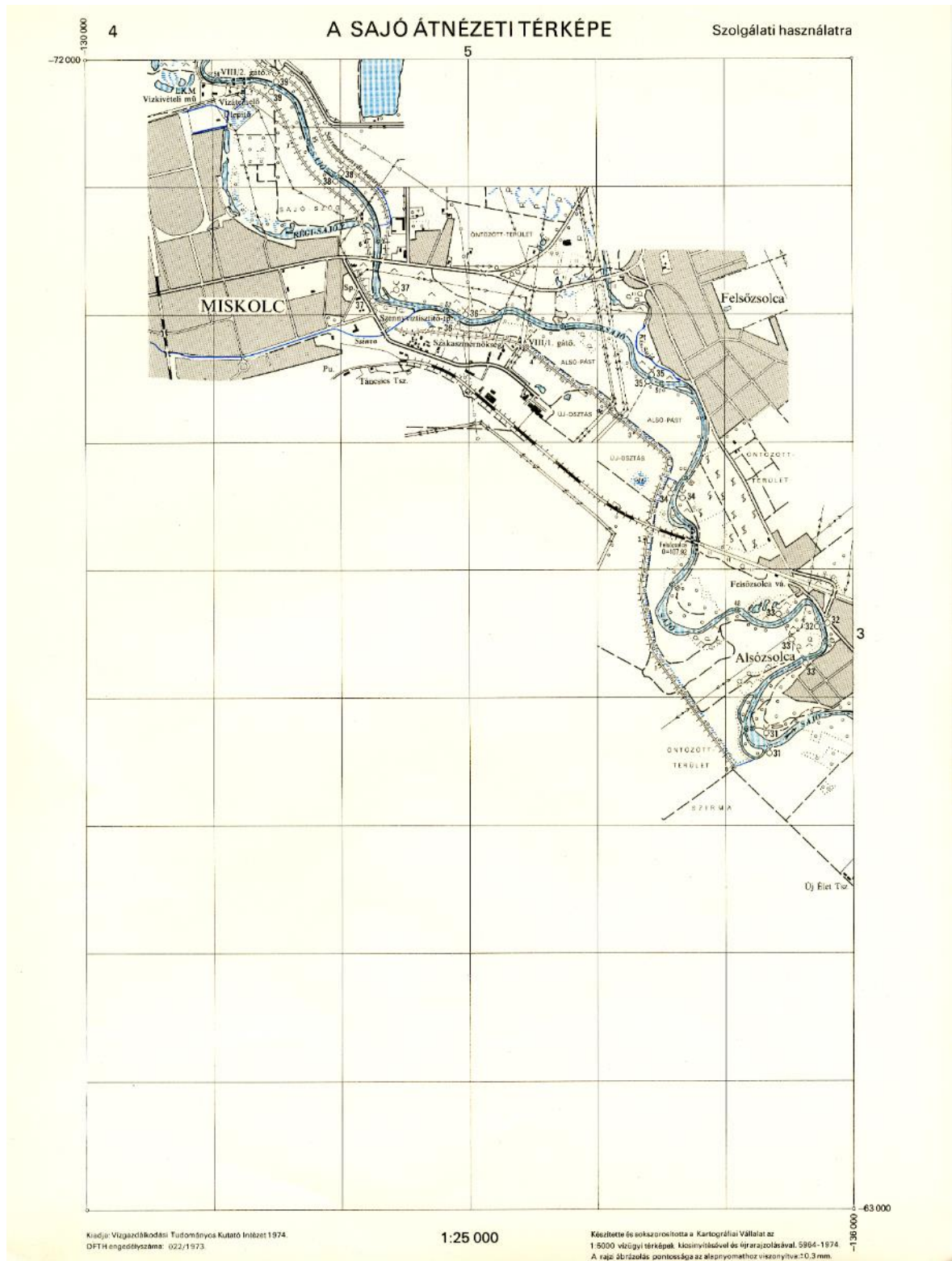


17. ábra: Korai 1:10 000 méretarányú szelvény (a Szamos Csengernél)



18. ábra: Késői 1:10 000 méretarányú szelvény (a Sajó Felsőzsolcánál)

3. A feldolgozott és vizsgált folyószabályozási térképek



19. ábra: 1:25 000 méretarányú szelvény (a Sajó Felsőzsolcánál)

Rajzi szempontból az összes térképen ugyanazokat a színeket és jelkulcsi elemeket használták. Színezés szempontjából csak a felületi és vonalas vízrajzi elemek jelennek meg kék színtöltéssel és fekete kontúrral, vonalas elemek esetén kék folytonos vonallal. Néhány térképnél (pl. az 1973-as Hernádöt ábrázoló esetén) van kivétel, ott

narancsszínű folyamatos vonallal feltüntették az 1956-57. évi, illetve ugyanolyan színű, de szaggatott vonallal az 1937. évi partvonalat, így összevethető a folyó medrének változása. A szelvényeken megjelenő egyéb elemek: ponszerű műtárgyak (pl. gyaloghíd, átereszt, zsilip stb.), közlekedés vonalas elemei (pl. vasútvonal, közút, talajút stb.), természetes (bokros terület, gyümölcsös, mocsár, erdő stb.) és mesterséges (lakott és ipari terület) fedettség stílusa, jelei megfelelnek a korabeli katonai topográfiai térképek ábrázolásmódjának (14-19. ábrák).

A kereten kívüli megírások közül a cím, az aktuális térképlap száma és a „*Szolgálati használatra*” felirat a felső részen; a méretarány számmal kifejezve, az engedélyezési szám és a készítő szervezet ezzel szemben az alsó részen található. A megvizsgált szelvények alapján a nagy méretarányú szelvényeket a VITUKI, a közepes méretarányúakat – jellemzően az 1:10 000 és 1:25 000-es szelvényeket – a Kartográfiai Vállalat állította elő az 1:5 000-es szelvények kicsinyítésével. A korábbi térképművekkel ellentétben a VITUKI-szelvények bal felső (északnyugati) és jobb alsó (délkeleti) sarkában feltüntetik a vetületi koordinátákat.

Az intézet által kiadott térképműveket ma a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár őrzi.

4. Vetületi transzformáció

Az előző fejezetben bemutatott térképek tartalmát akkor tudjuk a legoptimálisabban összevetni más adatrendszerekkel, ha végrehajtjuk a szelvények vetületi transzformációját (továbbiakban: georeferálását). Ezt napjainkban legegyszerűbben a szelvények digitális változatán tudjuk végrehajtani, melyeket szkenneléssel állíthatunk elő. Az így létrejövő állományok raszteres formátumban tárolják az adatokat (pl. papírszelvény rajzának színe).

A georeferálás során a feldolgozandó térképszelvénynek előállítjuk azt a változatát, melyben a szkenneléssel előállított digitális kép minden képeleméhez (pixeléhez) hozzá van rendelve egy vetületi X, Y koordinátapár, ezeket a koordinátákat pedig a megfelelő vetületi rendszer szerint értelmeztetjük egy arra alkalmas szoftverrel. Természetesen a tényleges folyamat során nem minden pixelt kell kezelnünk és manuálisan ellátnunk a hozzá tartozó koordinátapárral, hanem valamilyen síkbeli hasonlósági transzformáció segítségével áttérünk a digitális kép pixelkoordináta-rendszeréről a vetületi koordináta-rendszerre. (Timár–Molnár, 2013)

Ehhez az alkalmazott transzformációs módszer függvényében kettő vagy több illesztőpont szükséges minimálisan. Az illesztőpontok olyan pontok a térképszelvényen, melyeknek rendelkezünk mindkét (pixel és vetületi) koordináta-rendszerben érvényes koordinátaival és ezeket, mint ismert értékeket felhasználva számítjuk a transzformációs eljárás paramétereit, majd a már ismert függvények tudatában végrehajtjuk a raszteres kép összes pixelének transzformációját. Az illesztőpontokat két csoportba sorolhatjuk típusuk szerint:

- valódi terepi illesztőpont (GCP – Ground Control Point) – térképen könnyen felismerhető, annak méretarányában lehetőleg pontszerűen megjelenő, jól azonosítható objektum, melynek pozíciója sem mesterséges, sem természetes úton nem változott a történeti térkép elkészülte óta; pl. templomtornyok és egyéb geodéziai alappontok, kőhidak, település történelmi központjának pozíciója, nagy méretarányú térképek esetén úthálózata a legjobb példák (megj. a légifényképek feldolgozása esetén kizárólag ilyen pontokkal dolgoznak, hiszen azokon nincs földrajzi vagy vetületi koordináta-rendszer)
- fiktív vagy pseudo-illesztőpont – a geoinformatikai szoftverekben külön névvel nem megkülönböztetett típus, létjogosultsága egyedül térképszelvények esetén van, hiszen a térképlapra valamilyen módon felszerkesztett földrajzi vagy vetületi

koordináta-rendszer egyenes vagy görbevonalaival, illetve azok metsződéseit értjük alatta.

Az alkalmazott transzformációs eljárások közül a legtöbb geoinformatikai szoftver (pl. a szelvények georeferálása során alkalmazott Global Mapper) az alábbiakat támogatja (Global Mapper, 2015):

- lineáris transzformáció: 'legegyszerűbb' módszer, mindösszesen két illesztőpontot igényel (amennyiben a megfelelő vetületet rendeljük a térképhez már ez is megfelelő eredményt ad), hátránya, hogy a képen jelentkező torzulásokat (pl. gyűrődések) nem képes kiküszöbölni;
- Helmert-transzformáció: egyik legelterjedtebb hasonlósági transzformáció, létezik térbeli változata is, annak egyszerűsítése a síkbeli feladatoknál alkalmazott verzió, előnyei közé tartozik, hogy megőrzi a térképszelvény eredeti alakját és szintén elég két illesztőpontot definiálnunk;
- affín transzformáció: ezt alkalmazva lehetséges a térképen előforduló rajzi torzulások korrekciója (a transzformált állományban a szögek is különbözhetnek az eredetihez képest), minimálisan három illesztőpontot igényel, melyek pixel- és vetületi koordinátái között lineáris függvényekkel térünk át;
- polinomiális transzformáció: az előzőhöz hasonló, azonban lineáris függvények helyett polinomokkal tér át a két koordináta-rendszer között, az illesztőpontok száma az alkalmazott polinomok fokszáma szerint növekszik, pl. elsőfokú polinomok esetén minimálisan háromra, míg másodfokú esetén már minimálisan hatra van szükségünk;
- triangulation (háromszögelés): legalább öt illesztőpontot igényel, melyre Delaunay-háromszöghálót épít fel, a háromszögek oldala mentén és belsejébe eső pixelekre lineáris interpolációval határozza meg a célkoordináta-rendszer szerinti értékeket.

A fenti módszerek közül mind jó eredményt ad, amennyiben az adott térképlapot a felmérésekor alkalmazott alapfelületi, vetületi beállítások mellett georeferáljuk. Ennek jó indikátora lehet, ha a georeferált térkép megőrzi eredeti alakját, szabályos négyszög alakja nem szenved torzulást, egyenesen futó oldalak, vetületi rácsvonalak nem válnak görbe vonallá stb. (Timár–Molnár, 2013)

4.1.1 Vetületi rendszer paraméterezése

A második fejezetben leírt vetületek közül a modern, jelenleg használatban lévő EOVS és alapfelülete natívan elérhető a legtöbb geoinformatikai szoftverben (az előbbi Hungarian National Grid (EOVS), alapfelülete pedig Hungarian Datum 1972 neven (Global Mapper, 2015)), a többi, történeti vetület integrációja pedig a rendelkezésre álló szakirodalomban megtalálható paraméterek segítségével lehetséges. További feltétel, hogy ismerjük az általunk preferált szoftverben ezeknek a paramétereknek a 'megtanítására' elérhető eszközöket. Foglaljuk össze a vízügyi vetületnélküli rendszer főbb paramétereit a második fejezet alapján paraméteres formában.

Az alapfelületek (geodéziai dátumok) paraméterei

A háromszögelés alapfelületeként alkalmazott ellipszoidról megtudtuk, hogy a Zach–Oriani kombinált ellipszoid volt, melynek paraméterei:

$$a=6\,376\,130\text{ m}$$

$$f=1/310$$

ahol a a fél nagytengely mérete, f pedig a lapultság értéke.

Azonban a fentiek még nem elegendők, mivel a vízügyi rendszer alapfelületének elhelyezése is fontos, mivel az ellipszoid geometriai középpontja nem feltétlenül esik egybe más térképrendszer alapfelületével. Az eltérő elhelyezést és annak mértékét egy rögzített helyzetű, geocentrikus ellipszoidhoz, illetve ténylegesen a Föld tömegközéppontjához képest definiáljuk, ami jelenleg a WGS84 ellipszoid (DMA, 2003). Alapvetően két módszerrel adhatjuk meg az eltérés mértékét: a pontatlanabb, a két ellipszoid középpontja közötti különbségeket a térbeli derékszögű koordináta-rendszer tengelyei mentén számítható, ugyanazon földfelszíni ponthoz tartozó geocentrikus koordináták különbségeként definiáló áthidaló Molodensky módszer (Molodensky et al., 1960, Timár et al., 2002). Létezik az ennél nagyobb pontossági igényeket is kielégítő hétparaméteres Bursa–Wolf módszer (Burša, 1962 és Wolf, 1963, Timár–Molnár, 2013), melyben megjelennek az elhelyezés paraméterei mellett az alapfelület tájékozására és skálázására vonatkozó adatok is. A gyakorlatban a három eltolás értéken kívül a három tengely körüli forgatási érték (Euler-szögek) és a skálátényező is elérhető, így e módszer hét paramétert igényel. A legtöbb feldolgozott térkép méretaránya a közepes méretarányba esik, ahol elegendő a kisebb pontosságú háromparaméteres megoldás is. Ehhez mindkét alapfelületen meg kell adni a Gellérthegy alappont geocentrikus koordinátáit az alábbi egyenletek segítségével (Györffy, 2015 és Timár, 2003):

$$X = (N + h)\cos\Phi\cos\Lambda$$

$$Y = (N + h)\cos\Phi\sin\Lambda$$

$$Z = (N(1 - e^2) + h)\sin\Phi$$

ahol $N(\Phi) = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \Phi}}$ a harántgörbületi sugár, a az ellipszoid fél nagytengelye, e az excentricitása, Φ , Λ a pont ellipszoidi koordinátái, h az ellipszoidi magassága, X, Y, Z a geocentrikus koordinátái. Ezek alapján számítjuk Gellérthegy alappont geocentrikus koordinátáit a fent megadott ellipszoidi koordináták és ellipszoidi paraméterek alapján (feltételezve, hogy a meghatározandó új dátumon az említett pontban a geoidunduláció értéke zérus) majd vesszük ugyanazon pont WGS84 szerinti geocentrikus koordinátáit ($X=4\ 081\ 708$, $Y=1\ 409\ 227$, $Z=4\ 678\ 717$) (Timár, 2003) és képezzük különbségüket (létrehozva a Vízügy1816 dátumot):

$$dX_{\text{Vízügy1816}} = X_{\text{WGS84, Gellérthegy}} - X_{\text{Vízügy1816, Gellérthegy}} \approx +1599 \text{ m}$$

$$dY_{\text{Vízügy1816}} = Y_{\text{WGS84, Gellérthegy}} - Y_{\text{Vízügy1816, Gellérthegy}} \approx +370 \text{ m}$$

$$dZ_{\text{Vízügy1816}} = Z_{\text{WGS84, Gellérthegy}} - Z_{\text{Vízügy1816, Gellérthegy}} \approx +684 \text{ m}$$

A dátumparaméterek meghatározására nem elhanyagolható mértékű hatással lehet a katonai és a kataszteri felmérésnél illetve a vízügyi felmérésnél használt, Gellérthegy pontra vonatkozó földrajzi koordináták különbsége. Hasonlítsuk össze a fent megadott dátumparaméterek értékeit a katonai rendszerhez (Vienna-1806 dátum) elérhető értékekkel (Timár et al., 2006):

$$dX_{\text{Buda1821}} \approx +1752 \text{ m}$$

$$dY_{\text{Buda1821}} \approx +243 \text{ m}$$

$$dZ_{\text{Buda1821}} \approx +580 \text{ m,}$$

és a kataszteri rendszer ugyanezen paramétereivel – Buda-1821 dátum (Timár–Biszak, 2010):

$$dX_{\text{Buda1821}} \approx +1768 \text{ m}$$

$$dY_{\text{Buda1821}} \approx +282 \text{ m}$$

$$dZ_{\text{Buda1821}} \approx +568 \text{ m}$$

Azt tapasztaljuk, hogy lényeges (~100-150 m) különbség adódik az értékek között, ami a kezdőponttól távolodva fokozatosan növekvő abszolút hibát okozna a térképszelvények georeferálása során.

Vetületi kezdőpont és a vetület paraméterei

A vetület megválasztásánál a síkkoordináták meghatározása módja miatt a Cassini–Soldner vetülettel közelíthető legjobban a leképzés. Ez a vetület eredetileg érintő elhelyezésű transzverzális hengervetület (Snyder, 1987 és Varga, 2002), azonban a térinformatikai szoftverekben ferde elhelyezésben is paraméterezhető. A vízügyi vetületnélküli rendszer térinformatikai paraméterezéséhez az alábbi vetületi beállításokat kell tennünk:

$$\Phi_0 = 47,4862222222$$

$$\Lambda_0 = 19,0497291667$$

$$X_0 = 0 \text{ m}$$

$$Y_0 = 0 \text{ m}$$

ahol Φ_0, Λ_0 a vetületi kezdőpont ellipszoidi koordinátái az előzőleg definiált Vízügy1816 dátumon, X_0, Y_0 pedig a síkkoordináta-rendszer középpontja eltolásának mértéke az x, y tengely mentén.

Mértékegység

Talán banálisnak tűnhet a mértékegység kérdése, hiszen napjainkban természetesnek vesszük az SI-mértékegységek használatát, azonban az első vízügyi felmérések idején az érvényben lévő hossz-mértékegység a bécsi öl volt, majd a méter bevezetésével a katonai és egyéb polgári felméréseket követve a vízügyi mérnökök is áttértek az új mértékegység használatára. A hivatalos váltás ellenére több későbbi térkép vizsgálata kapcsán kiderült, hogy a térképlapok terepi mérete, szelvényezése viszont még mindig az ölrendszerben kialakítottokhoz illeszkedik (20. ábra).

Fixpont, magassági jegy, templom-torony s egyéb háromszögelési pont jele, száma és megnevezése	Szelvény-kő jele és száma	Összrendezők	
		Rendező	Metszék
		öl	öl
Bp.Fp.143. Fegyverneki r.k. templom		58.915*13	12.549*02
Fegyverneki temetőben torony		58.773*28	13.395*20
Bp.Fp.144. Kő		54.879*8	13.636*2

20. ábra: Részlet az 1932-es Tisza helyszínrajza alappont-jegyzékéből, jól látható az Összrendezők értéke bécsi ölben van megadva (további érdekesség a korábbi Meridian és Perpendikel szavak magyarítása Metszék és Rendező néven)

A bécsi öl méterre történő átváltásához több, egymástól eltérő értéket lehet találni szakirodalomban, oktatási segédanyagokban illetve a témába vágó honlapokon (legtöbbször a különbség oka a tizedesjegyek eltérő élességgel történő kiírása). A bécsi ölben rögzített koordináta értékek átváltásához az 1 bécsi öl = 1,8964838 m váltószámot alkalmaztam (Vöröss, 1943).

4.1.2 Paraméterek integrációja a térinformatikai gyakorlat számára

Többféle szabvány és formátum is létezik a geoinformatikában vetületi paraméterek tárolására, az adott vetületi rendszer szoftverek számára is értelmezhető formába való öntésére. Az alábbiakban két szélesebb körben elterjedt formátum szerint részletesen leírom a vízügyi rendszer definícióját.

PRJ formátum

A fent nevezett formátum a legáltalánosabban elterjedt a térinformatikában, nem köthető egyik céghez vagy szoftverhez sem. Felépítése alapján egyszerűen olvasható, csak ASCII karaktereket tartalmazó szöveges állomány, melyben a paraméterek meghatározott sorrendben követik egymást értékadást követően. Ezeknek az előnyös tulajdonságainak köszönhetően majd mindegyik ma használatos szoftver meg tudja nyitni és könnyen előállítható akár egyszerű szövegszerkesztő alkalmazással is (pl. Notepad++). Amennyiben egy vektoros vagy raszteres állomány mellett a beolvasás során megtalálja a szoftverünk az ugyanolyan nevű PRJ állományt, a szoftver az abban foglaltak szerint értelmezi a raszteres vagy vektoros állományban tárolt x,y koordinátákat és kirajzolja a betöltött réteget. A PRJ formátum az alábbi struktúra szerint épül fel:

```
VETÜLETI RENDSZER PARAMÉTEREI[...],
    ALAPFELÜLETI PARAMÉTEREK[...],
        GEODÉZIAI DÁTUM[...],
            ELLIPSOID DEFINIÁLÁSA[...]],
        ALAPFELÜLETI KEZDŐMERIDIÁN[...],
        ALAPFELÜLETI HOSSZMÉRTÉKEGYSÉG[...]],
    SÍKKOORDINÁTA-RENDSZER VETÜLETE[...],
    ALKALMAZOTT VETÜLET 1. PARAMÉTERE[],
    ALKALMAZOTT VETÜLET 2. PARAMÉTERE[],
    ...
```

SÍKKOORDINÁTA-RENDSZER HOSSZMÉRTÉKEGYSÉGE[...].

A fentiek alapján a vízügyi vetületnélküli rendszer PRJ formátumú definíciója paraméterek szerint tagolva:

```
PROJCS["Cassini_Soldner",
    GEOGCS["Geographic Coordinate System",
        DATUM["VIZUGY1816",
            SPHEROID["Zach_Oriani",6376130,310.000000000000]],
        PRIMEM["Greenwich",0],
        UNIT["degree",0.0174532925199433]],
    PROJECTION["Cassini_Soldner"],
    PARAMETER["central_meridian",19.0497291666667],
    PARAMETER["latitude_of_center",47.4862222222222],
    PARAMETER["false_easting",0],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["Meter",1]].
```

Raszteres réteg esetén ki kell egészíteni (formátum függvényében) egy ún. World file-lal, mely szintén egyszerű szöveges állomány. Szerepe a raszteres állomány helyzetének megadása a PRJ állományban definiált síkkoordináta-rendszerben. Bizonyos raszteres formátumok (pl. GeoTIFF) nem igénylik ezeket a kiegészítő állományokat, mások (pl. JPG vagy PNG) viszont nélkülük egyáltalán nem alkalmasak térinformatikai környezetben történő felhasználásra. A World-file-nak nincs speciális kiterjesztése, általában a hozzá tartozó raszteres állomány formátumát örökli, azt egészítik ki egy 'w' karakterrel, pl. JPG - JGW, PNG – PNGW stb. Szerkezete egyszerű (21. ábra), az alábbi értékeket tartalmazza sorrendben (Kralidis, 2015 és World file, 2015):

- egy pixelt jobbra lépve mennyi az X vagy Easting koordináta növekménye
- egy pixelt lefelé lépve mennyi az X vagy Easting koordináta növekménye
- egy pixelt jobbra lépve mennyi az Y vagy Northing koordináta növekménye
- egy pixelt lefelé lépve mennyi az Y vagy Northing koordináta növekménye
- a raszteres állomány bal felső sarkának X vagy Easting koordinátája
- a raszteres állomány bal felső sarkának Y vagy Northing koordinátája


```
s80_no126__0002.jgw
1 1.2964248046875
2 0.00000000000000
3 0.00000000000000
4 -1.3661637197119
5 -138064.056
6 85531.412
7
```

21. ábra: Egy mappációs szelvényhez tartozó World file

PROJ.4 formátum

A geoinformatika egyik legvirágzóbb része napjainkban a nyílt forrású alkalmazások megjelenése, fejlesztése (pl. Crăciunescu et al., 2011). Bár a folyamat az elmúlt öt évben csúcsosodott ki, van példa régebb óta használatban levő ilyen szoftverre is, pl. a GRASS GIS már 30 éves múltra tekint vissza. Természetesen ezeknek a programoknak is fontos funkcionálisága a vetületek kezelése. Erre a feladatra alkották meg a PROJ.4 függvénykönyvtárat (OSGeo, 2015b), mely szintén egy egyszerű, paraméterezett, ASCII-alapú megoldás. Nagyban támaszkodik az EPSG adatbázisára, az abban tárolt alapfelületeket, vetületeket a PROJ.4 eszközei is el tudják érni és kezelik. Nagy előnye, hogy a paraméterek definiálásának nincs kötött sorrendje (néhány kezdő és záró paramétert leszámítva), és szintén könnyen előállítható szövegszerkesztővel. A definiálandó paramétereknek nincs megszabott rendje sem, pl. ha valamelyik paraméter értéke zérus, nyugodtan elhagyható, de akár definiálható is, feltöltve zérusértékkel azt. A paraméterek folyamatosan, szóközzel elválasztva követik egymást, a lenti példákban a jobb áttekinthetőség miatt sorokba tördelve közlöm őket. Általános felépítése az alábbiak szerint alakul (OSGeo, 2015b):

- +NYITÓ PARAMÉTER AZ ALKALMAZOTT VETÜLET NEVÉVEL =...
- +VETÜLETI KEZDŐPONT PARAMÉTEREI =...
- + KOORDINÁTA-RENDSZER ÁTHELYEZÉSÉNEK PARAMÉTEREI =...
- + ALAPFELÜLETI PARAMÉTEREK =...
- + HOSSZMÉRTÉKEGYSÉG A SÍKKOORDINÁTA-RENDSZERBEN =...
- + EGYÉB PARAMÉTEREK =...

+ ZÁRÓ PARAMÉTER

A vízügyi vetületi rendszer PROJ.4 definíciója a fentiek alapján:

```
+proj=cass
+lat_0=47.4862222222222
+lon_0=19.0497291666667
+x_0=0.0
+y_0=0.0
+a=6376130
+rf=310
+towgs84=1599.0,370.0,684.0,0,0,0,0
+units=m
+no_defs
```

Nézzük meg részletesen: az első tag definiálja az alkalmazott vetületet egy azonosítókódon keresztül (a hivatalos dokumentációban (Evenden, 1990) vagy a projekt honlapján (OSGeo, 2015b) elérhető a definiálható vetületek listája és a hozzájuk tartozó azonosító is). Ezt követik a vetületre jellemző paraméterek (2-5. sorok), jelen esetben a Cassini–Soldner vetület kezdőpontjának alapfelületi koordinátái decimális alakú fokban megadva és a síkkoordináta-rendszer kezdőpontja áthelyezésének értékei (a fenti példában mindkét érték zérus, így akár el is hagyhatók). A következő részben kell definiálni az alapfelületet és térbeli elhelyezésének dátumparamétereit, ez megtehető a vetülethez hasonlóan egy azonosító segítségével, pl. `+ellps=GRS67` az EOVS-nál alkalmazott IUGG67 ellipszoid leírásához. Amennyiben nincs implementálva az adatbázisban az általunk kívánt ellipszoid, úgy definiálhatjuk azt két paramétere segítségével is: ebben az esetben kötelezően meg kell adnunk az ellipszoid fél nagytengelyének méretét ($+a$) méterben egész szám élesen és egy második, az ellipszoidot jellemző paramétert. Ez utóbbiak közé tartozik a fél kistengely mérete ($+b$), a lapultság normál ($+f$) vagy inverz ($+rf$) értéke, az excentricitás ($+e$) vagy annak négyzetes ($+es$) értéke. Az alapfelületet követő (8.) sorban találjuk a geodéziai dátum paramétereit, sorrendben dX , dY , dZ eltolás értékei, az X , Y , Z tengelyek körüli forgatás értékei és a skálatényező értéke. Példámon látható, hogy ha a háromparaméteres megoldás értékeivel dolgozunk, akkor az utolsó négy paramétert zérusnak kell tekintenünk, de semmiképp ne hagyjuk el, ne töröljük őket! Az ezt követő sorokban további egyéb paraméterek kapnak helyett, mint a vetületi síkkoordináta-rendszer hosszúságkegyessége, az alapfelületi kezdőmeridián ($+pm$) helye kóddal azonosítva, pl.

+pm=ferro a volt ferrói kezdőmeridián használatához. A záró paraméternek felfogható +no_defs paraméter azért felel, hogy az első sorban megadott vetülethez a szoftver ne az adatbázisban tárolt kezdő (default) paramétereket olvassa be, hanem az azt követő lépésekben definiált értékeket (Evenden, 1990).

A PROJ.4 sokrétű felhasználását és beágyazottságát bizonyítja, hogy az ott alkalmazott eljárásokra és struktúrára épül több más asztali vagy webes geoinformatikai megoldás vetületekért felelős eszköztára is. Az egyik ilyen alkalmazás a MapServer, mely az egyik legnépszerűbb nyílt forráskódú geoinformatikai programcsomag, ami egyben lehetővé teszi térinformatikai adatok online publikálását. A MapServer lelke a Mapfile (kiterjesztése MAP), melyben különböző objektumokat definiálhatunk. Az egyik ilyen objektum a vetület (PROJECTION) (OSGeo, 2015a). Az alábbi példában a vízügyi rendszer MapServer számára emészthető realizációját közlöm (figyeljük meg a paraméterek PROJ.4 és itteni alakja közötti hasonlóságot):

PROJECTION

```
"proj=cass"
"lat_0=47.48622222222222"
"lon_0=19.04972916666667"
"a=6376130"
"rf=310"
"towgs84=1599.0,370.0,684.0,0,0,0,0"
"units=m"
"no_defs"
```

END

4.1.3 Koordináták és georeferálás

Az eddigi fejezetekben tárgyaltuk a vetületi rendszer tulajdonságait, definiáltuk a térinformatikai rendszerek számára, azonban nem esett szó az adott szelvényekhez tartozó koordinátákról. Modern topográfiai térképszelvényeken mindenképpen feltüntetetik az alapfelület vagy a síkkoordináta-rendszer szerinti koordinátákat, esetleg mindkettőt (pl. Gauss–Krüger szelvények). Ez sajnos a közepes méretarányú vízügyi szelvények közül a II. világháború előtt készültre nem teljesül, a szelvényeken nincs koordinátaérték megírva sem a térképtükörön belül, sem a kereten pl. a sarokpontok közelében. Ennek következtében más forrást kell segítségül hívni a georeferálás során

szükséges sarokponti koordináták meghatározásához: ez lehet a szelvények elhelyezkedésének rendszere (szelvényezés) vagy az arra épülő szelvény azonosító (nomenklátúra) és a szelvény által a valóságban elfoglalt, terepi kiterjedés mértéke (Timár–Molnár, 2013). Az alábbiakban áttekintem a feldolgozott térképműveket a fenti szempontok alapján, valamint kitérek végül georeferálásuk módszerére is.

Lányi Sámuel Közép-Tisza térképe

Lányi térképének georeferálásához a szelvények által ábrázolt terület valós kiterjedése és a bécsi Hadilevéltárban rendelkezésre álló alappont jegyzőkönyvek adatai nyújthatnak segítséget. A térképen ábrázolt alappontok X, Y síkkoordinátái és a szelvény kiterjedése alapján számítással meghatározható a sarokpontok vetületi koordinátái, így azokat illesztőpontként használva könnyedén elvégezhető a térképlapok manuális georeferálása (Mészáros, 2009).

Duna Mappáció

A mappációs szelvények esetén egyrészt meg kell vizsgálnunk melyik vetületi rendszer volt a geodéziai alapjuk, másrészt meg kell határoznunk a szelvények sarokponti síkkoordinátáit.

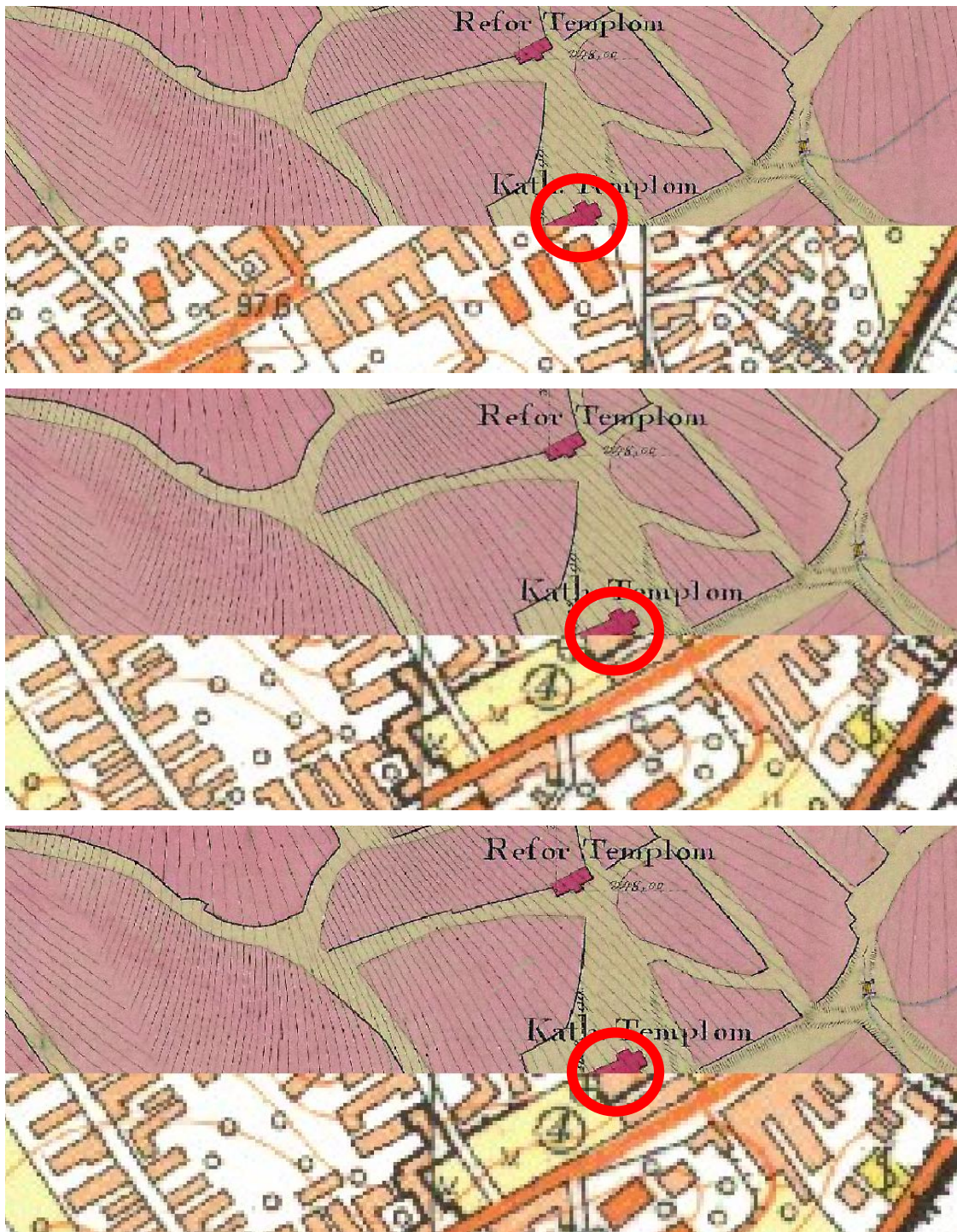
A vetületet legkönnyebben kísérleti úton tudjuk eldönteni: egy kiválasztott szelvényt mindhárom lehetséges vetületi rendszerben georeferálunk, és amelyekben az illeszkedés abszolút hibája minimális és megfelel az általunk támasztott pontossági kritériumoknak, azt fogadjuk el az adott térkép alapját képező vetületi rendszernek. A szóba jöhető rendszerek az alábbiak:

- a II. katonai felmérés geodéziai dátumán értelmezett, Gellérthegy alappont központú síkkoordináta-rendszer;
- kataszteri vetületnélküli rendszer;
- vízügyi vetületnélküli rendszer.

A vizsgált térképszelvény célszerű, ha nem a vetületi kezdőpont közelében lévő területet ábrázol (választásom egy Paks környéki szelvényre esett a példában, ami ~100 km-es távolságot jelent). Minél messzebb távolodunk a kezdőponttól, annál markánsabban fog jelentkezni a rossz vetületi rendszer miatt fellépő abszolút hiba a georeferált állományban.

Az említett Paks közeli szelvényt a vízügyi vetületnélküli rendszerben és a hazai szakirodalomban elérhető paraméterek alapján definiált kataszteri (Timár–Biszak, 2010),

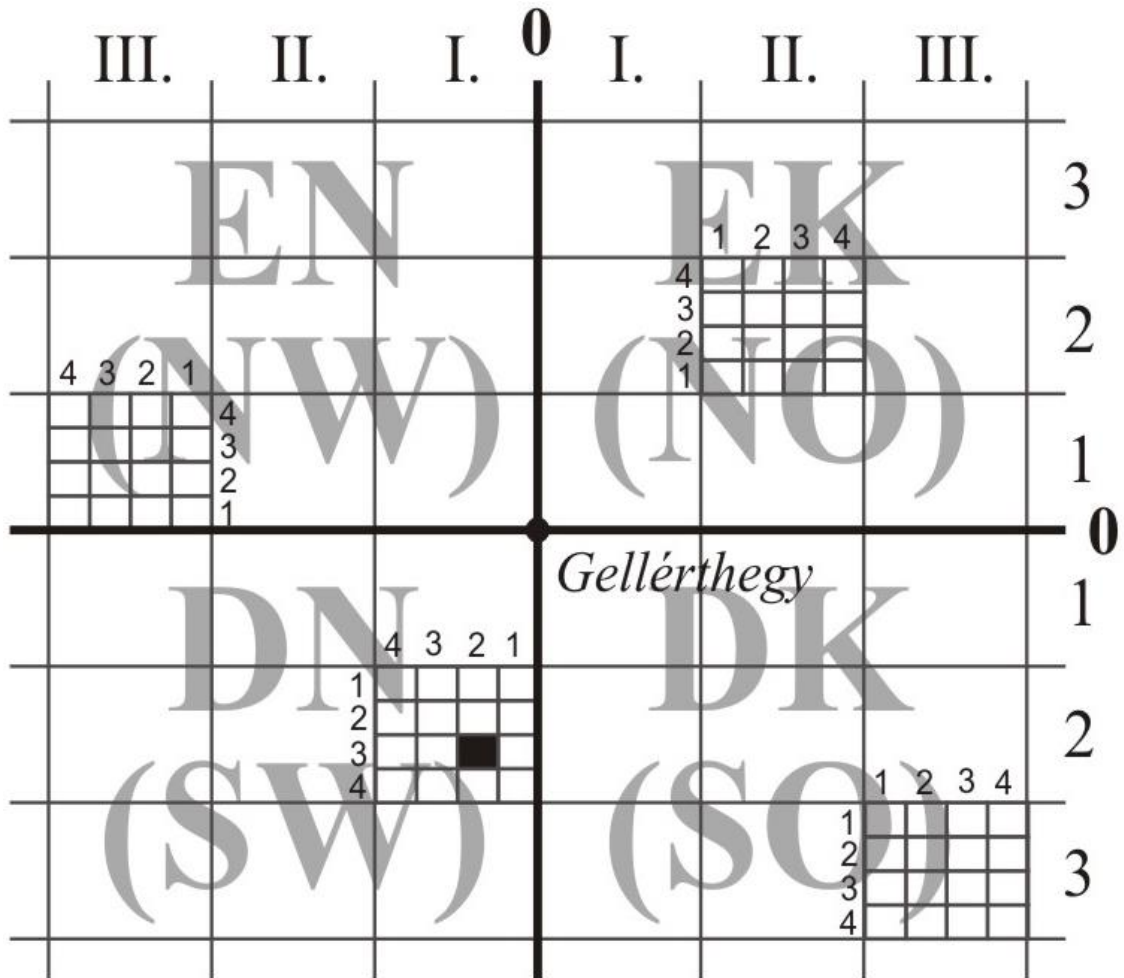
illetve katonai dátumparaméterű rendszerben (Timár et al., 2006) is georeferáltam, az alábbi 22. ábra mutatja pontossági összehasonlításuk (az ellenőrzés alapja a területet ábrázoló 1:10 000 méretarányú EOTR-szelvény):



22. ábra: Ugyanazon paksi szelvény három különböző vetületi rendszerben georeferált változata; Gellérthegy központú Vienna-1806 dátumon (felül), kataszteri rendszer (középen); vízügyi rendszer (alul)

Jól láthatóan a szelvények legrosszabb illeszkedése a Gellérthegy kezdőpontú, Vienna-1806 dátumparaméterekkel definiált keverék vetületi rendszerénél mérhető, így azt kizárhatjuk a lehetséges vetületi rendszerek sorai közül. A másik két rendszer alkalmazása esetén a georeferálás abszolút hibája minimális, közel egyforma. Jobban belegondolva nem lepődünk meg az eredményen, hiszen a két vetületi rendszer között mindössze a kezdőpont alapfelületi koordinátaiban van különbség, ráadásul mind a szélesség, mind a hosszúság tekintetében $\sim 6''$ -nyi. Ekkora különbséget a megfelelően számított dátumparaméterek kompenzálhatnak. Mivel a kataszteri felmérések 1856-ban indultak meg a Magyar Királyság területén, így kevésbé valószínűsíthető a kataszteri rendszer alkalmazása egy nála közel 40 évvel korábban kezdődött felmérés során (ráadásul a mappációs szelvények mindegyike elkészült 1845-re). Ennek ellenére, ha a Duna Mappáció szelvényeit a kataszteri rendszerben georeferálják nem követnek el égbekiáltó hibát, az illeszkedés megfelelő lesz a geoinformatikai (<10 m-es) pontosság eléréséhez.

A koordinátákat illetően láttuk, hogy a mappációs térképezés középpontja a Gellérthegy alappont volt. Az innen kiinduló síkkoordináta-rendszer tengelyei négy síknegyedre (égtájak szerint északnyugati - NW, északkeleti - NO, délkeleti - SO és délnyugati - SW) osztják az országot. Az így létrejövő síknegyedeket tovább osztották 4×4 szelvényt tartalmazó szekciókra, melyeket kelet-nyugati irányban a kezdőmeridiántól távolodva római számokkal, míg észak-déli irányban a meridián vonalára merőleges tengelytől számított sorokat arab számokkal jelölték. A szekción belül arab számokkal jelölték a szekcióoszlopokat és szekcióoszlopokat is, a számozás mind a négy síknegyed esetén a vetületi kezdőpont irányától indul. Maga a középpont a körülötte levő szelvények megfelelő sarokpontjában helyezkedik el. A leírt szelvénybeosztást szemlélteti a 23. ábra. A szelvények nomenklatúrájánál az alábbi struktúrát követték: irány-oszlop-sor-szekcióoszlop-szekcióoszlop, az ábrán feketével jelölt szelvény esetén DN (SW – ha német nyelvű a szelvény)–I–2–2–3 az azonosító. Mivel a szelvény rajzának terepi mérete ismert, 1400×1100 bécsi öl ($2655,08 \times 2086,12$ m), könnyen algoritmizálható az egyes szelvények sarokpontjaihoz tartozó koordináták számítása. A későbbi teljes feldolgozás során egy teljesen automatizálható megoldást választottam, melynek lényege, hogy nem kell elvégezni a térképszelvények manuális georeferálását.



23. ábra: A Duna Mappáció szelvényhálózata (Mészáros, 2010)

A teljes térképlapok szkennelt állományaiból előállítottam a csak térképtükröt tartalmazó változatokat és ezekhez egy segédprogram segítségével generáltam a megfelelő paraméterekkel ellátott PRJ és JGW állományokat. Előbbi állományok létrehozása volt a könnyebbik feladat, hiszen azoknak teljesen megegyező a tartalma (a vízügyi vetületnélküli rendszer paraméterei). Ezzel szemben a World file tartalma szelvényről szelvényre változik, és tartalmaznia kell a 4.1.2 alfejezetben bemutatott értékeket: bal felső (északnyugati) sarok vetületi koordinátáit és egy pixel észak-déli és kelet-nyugati irányú terepi kiterjedését. Előbbi értékeket a szelvények ismertetett nomenklatúrája alapján számítottam Microsoft Excel program segítségével az alábbi képleteknek megfelelően:

$$X_{\text{nyugat}} = [(A-1) \times 4 + (C-1)] \times 2655,08 - \text{kezdőmeridiántól keletre eső szelvényen}$$

$$X_{\text{nyugat}} = -[(A-1) \times 4 + C] \times 2655,08 - \text{kezdőmeridiántól nyugatra eső szelvényen}$$

$$Y_{\text{észak}} = [(B-1) \times 4 + (D-1)] \times 2086,12 - \text{Gellérthegy ponttól délre eső szelvényen}$$

$$Y_{\text{észak}} = [(B-1) \times 4 + D] \times 2086,12 - \text{Gellérthegy ponttól északra eső szelvényen}$$

ahol X_{nyugat} , $Y_{észak}$ a megnevezett sarok vetületi koordinátái, A a szekció oszlopának, B a szekció sorának száma, C az adott szelvény szekción belüli oszlop, D pedig a szekción belüli sor száma. A fenti képletek segítségével minden térképszelvényhez kiszámítottam a vetületi koordinátákat és egy szöveges állományban eltároltam. A segédprogram ezt bemeneti adatként használta a feldolgozás során.

A bal felső sarok pixelének terepi kiterjedését a segédprogram futás közben számítja ki, minden szelvényhez egyedileg. Ennek a szkennelés vagy a vágás során létrejövő apró méretkülönbségek (azaz a szelvények pixelben kifejezett szélessége és magassága változik) adják az okát. A digitális állományok nevét szintén tároltam egy szöveges állományban, melyet a segédprogram beolvassa egy almappából egyenként megnyitja a térképszelvényeket, majd kiolvassa azok pixelben kifejezett magasságát és szélességét. Az adott értékkel elosztva a teljes szelvény terepi kiterjedését megkapható az adott térképlaphoz tartozó észak-déli és kelet-nyugati irányú pixelenkénti kiterjedés. A módszer hátránya, hogy amennyiben a szelvény valamely oldalán hiányos, pl. keskenyebb a kelletténél, rossz értéket kapunk a pixelenkénti kiterjedésre. Ez a rossz oldallal érintkező, szomszédos szelvényel összehasonlítva tűnik szembe, a rossz szelvény rajza eltolódva jelenik meg a csatlakozó szelvény rajzához képest. Szerencsére a rendelkezésre álló szelvények közül csekély, csak néhány tíz darabot érint a probléma, illetve az így létrejövő relatív hiba az eredeti papír szelvények zsugorodása, torzulása által okozott hibához képest elhanyagolható mértékű. A számított értékek függvényében a segédprogram végül elkészíti az adott térképszelvényhez tartozó World file állományt.

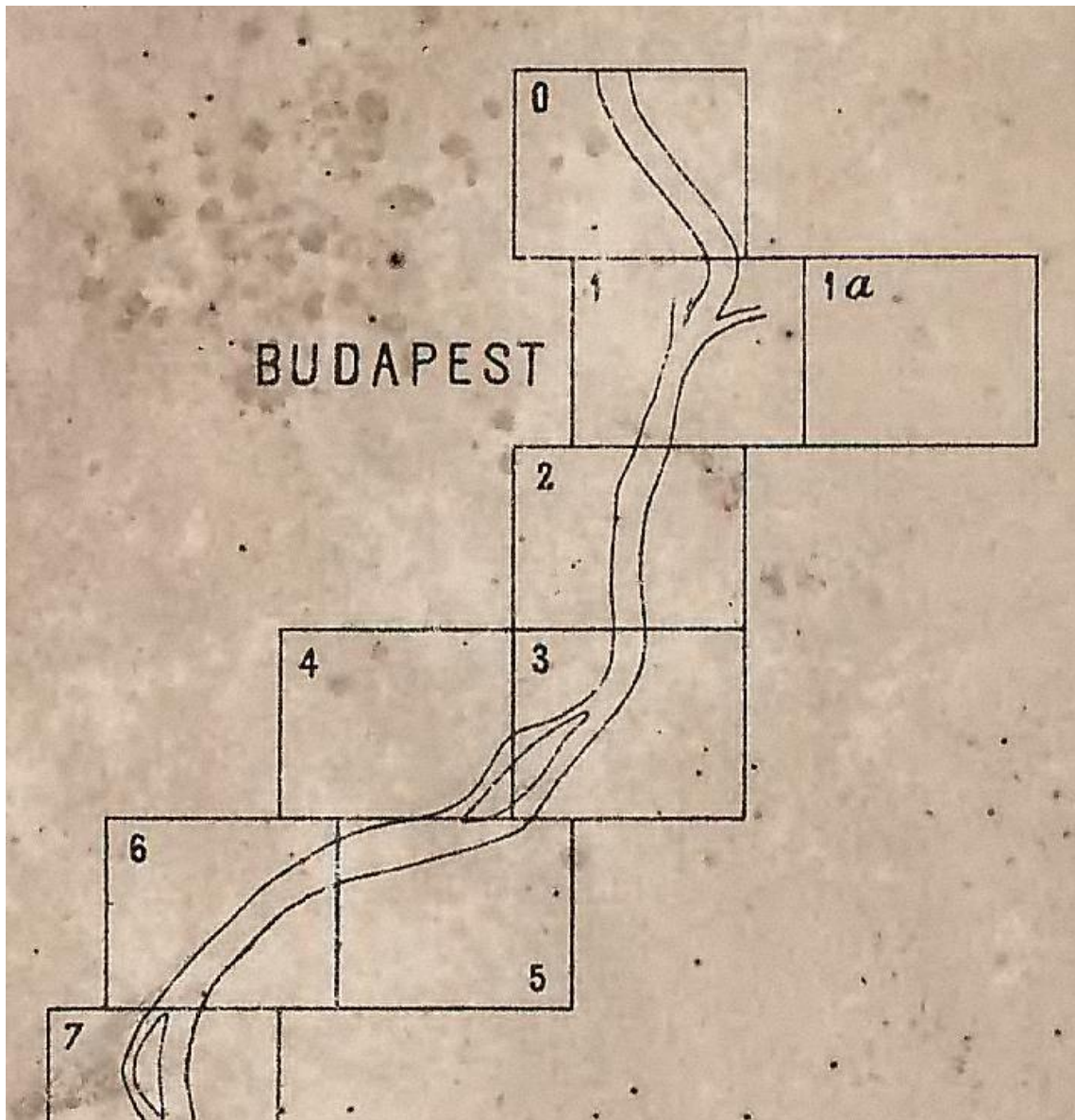
Amennyiben a program által generált állományokat a raszteres állományok mellé másoljuk, majd geoinformatikai programban megnyitjuk a szelvényeket, a terület georeferált mozaikja előállítható és további vizsgálatra alkalmas.

A Duna és Tisza helyszínrajza

A helyszínrajzi szelvények georeferálását manuálisan végeztem el, azonban a folyamat gyorsítására ebben az esetben is készítettem kisebb segédprogramokat. A koordináták megírása szempontjából ezek a térképlapok sem tűntetnek fel földrajzi, vagy síkkoordinátákat, így más forrást kell találnunk. Az 1:5 000 és 1:25 000 méretarányú szelvények között ebből a szempontból is különbség van, így külön tárgyalom őket.

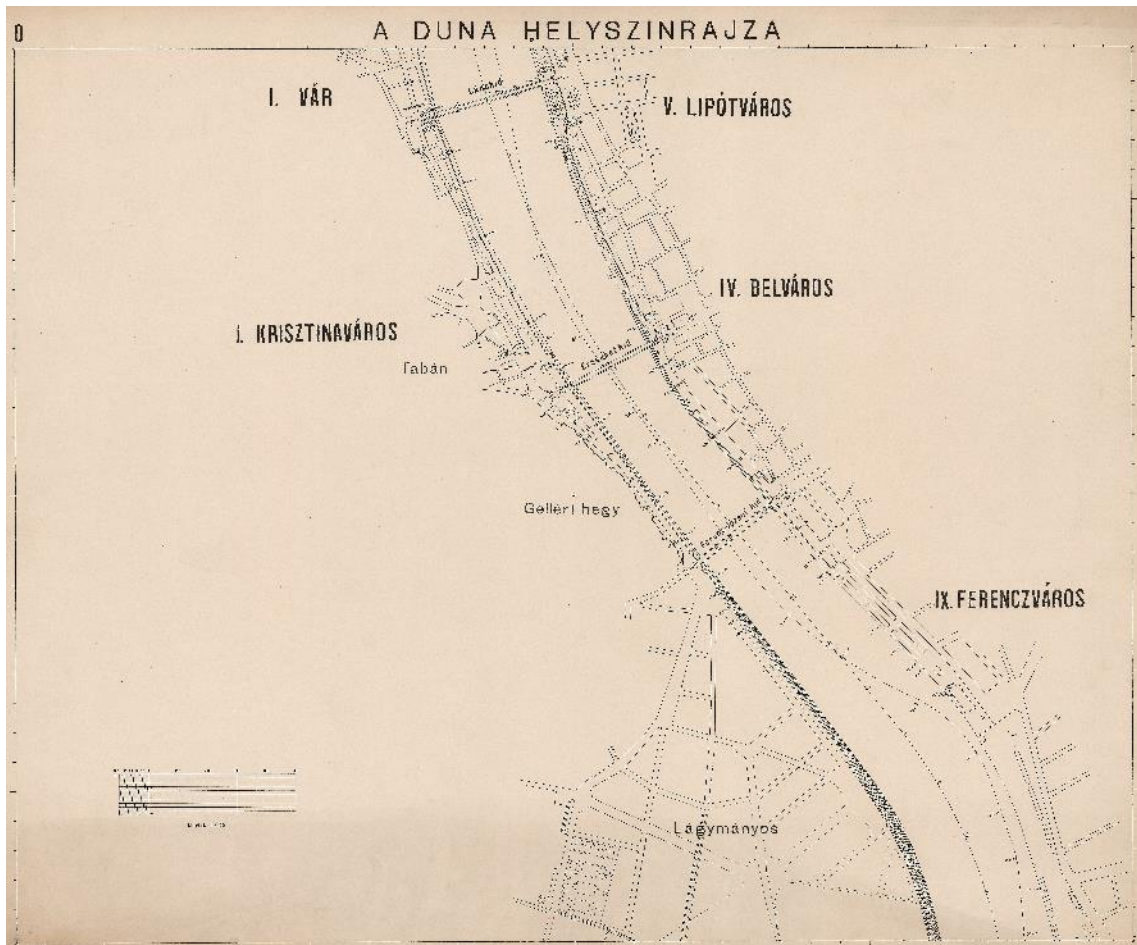
A nagyobb méretarányú szelvényeken nincsenek feltüntetve koordináták, sem szelvényezés. Utóbbi a helyszínrajzi térképeknél nem is lehet értelmezni, mivel a

szelvényeket az ábrázolt folyó futása alapján készítették el, nem illeszthetők be olyan soroszlop rendszerbe, mint amit a Duna Mappáció szelvényeinél láthattunk (24. ábra).



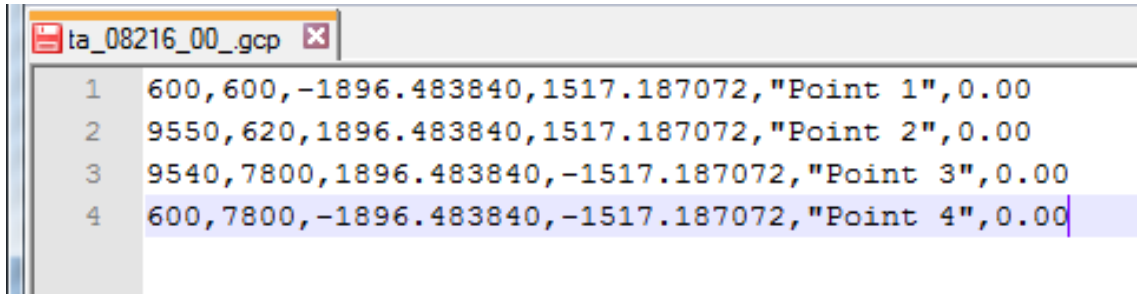
24. ábra: Részlet az 1:5 000 méretarányú Duna helyszínrajza áttekintő térképéből

Segítségünkre itt szintén a szelvények terepi kiterjedése (2000×1600 bécsi öl vagy 3792,967×3034,374 m) volt (Mészáros, 2012a), illetve a címlapon szereplő áttekintő térkép, melyről leolvasható, hogy adott sorszámú szelvény és a vetületi kezdőpont között hány darab szelvény található észak-déli és kelet-nyugati irányban. Ellentétben a mappációs szelvényekkel, a 1:5 000-es helyszínrajzi térkép nulladik lapján (25. ábra) a Gellérthegy alappont a papírlap közepén helyezkedik el, ezt a különbségeket számításánál figyelembe kellett venni.



25. ábra: Az 1:5 000 méretarányú nulladik szelvény a Gellért-hegyi alapponttal

A szelvények feldolgozása során a folyamat gyorsítása érdekében elkészítettem egy segédprogramot, mely bemenő adatként bekéri a feldolgozandó szelvények nevét és a korábban említett sor és oszlop különbségeket (a szelvény valós terepi magassága és szélessége függvényében). Az adatok alapján kiszámítja a szelvény négy sarokpontjához tartozó X, Y vetületi koordinátákat és kiírja ugyanazon pontok becsült pixelkoordinátáival együtt egy GCP (Ground Control Point) kiterjesztésű állományba. Ez a formátum alapvetően a georeferálás során rögzített illesztőpontok koordinátáinak tárolására alkalmazható, azonban segítségével megoldható az inverz feladat is, azaz a georeferálás során ilyen állományból betölthetőek az adott térképhez tartozó illesztőpontok. A 26. ábra egy ilyen generált GCP állomány tartalmát szemlélteti.



```

1 600,600,-1896.483840,1517.187072,"Point 1",0.00
2 9550,620,1896.483840,1517.187072,"Point 2",0.00
3 9540,7800,1896.483840,-1517.187072,"Point 3",0.00
4 600,7800,-1896.483840,-1517.187072,"Point 4",0.00

```

26. ábra: A nulladik szelvényhez tartozó GCP állomány tartalma

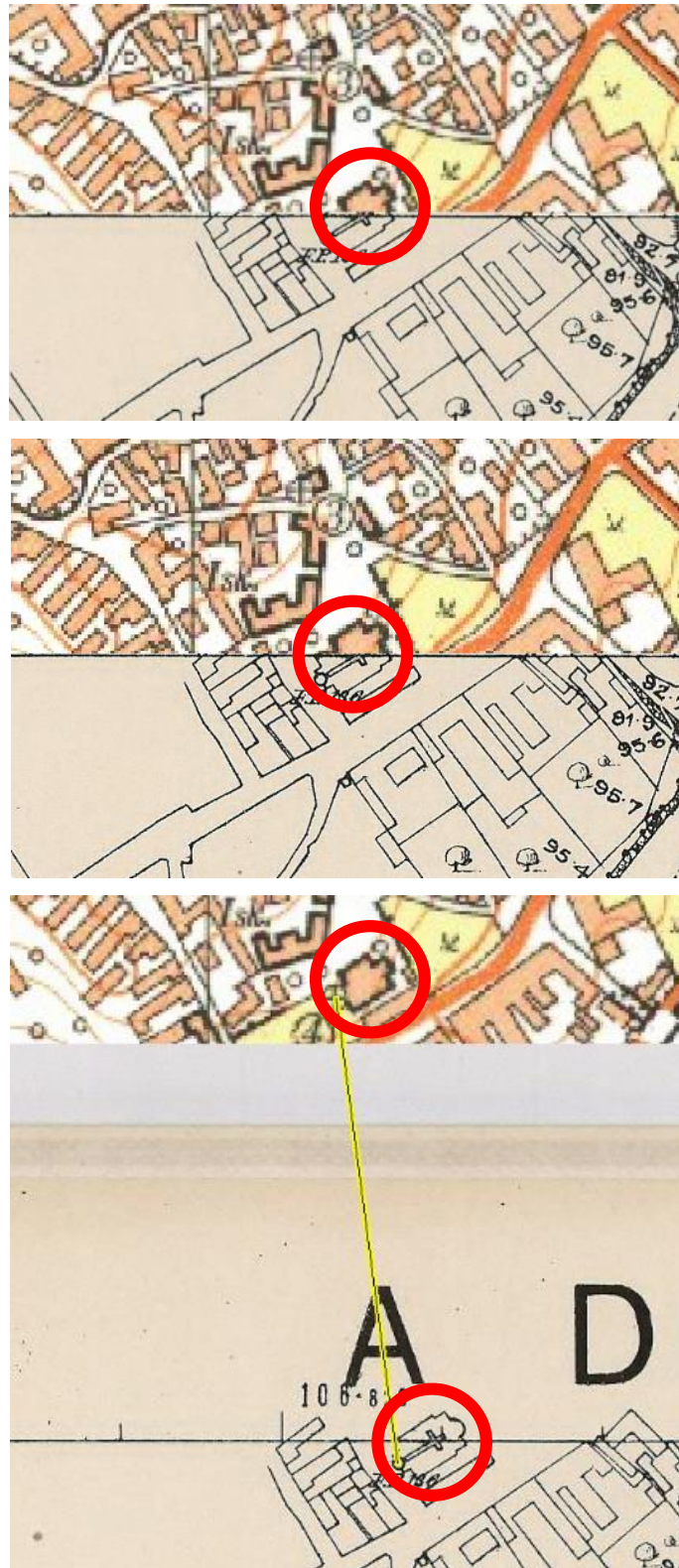
Mivel az állomány nem tartalmaz fejléctet, így a benne szereplő értékek magyarázatra szorulnak. Az első két érték az illesztőpont (jelen esetben a keret sarokpontjai) pixelkoordináta-rendszerben megadott koordinátái, a második koordinátapár a vetület szerinti X, Y koordinátaértékek, ezt követi a pont neve és az alkalmazott lineáris transzformáció függvényében a megoldás során jelentkező maradékhiba (utóbbi értéke a generált állományokban zérus).

A tényleges georeferálás során az alábbi lépésekből álló munkafolyamatot kell követni:

1. általunk preferált szoftverben megnyitjuk a feldolgozandó térképszelvényt;
2. betöltjük a szelvényhez tartozó GCP állományt;
3. manuálisan finomítjuk az illesztőpont térképi helyzetét, amennyiben nem pontosan a sarokpontban helyezkedik el;
4. definiáljuk a szoftverben a vetületi rendszert, amibe át szeretnénk transzformálni a térképet;
5. végrehajtjuk a transzformációt és az így keletkező átmintavett, georeferált térképet elmentjük egy új, a georeferenciát megőrző formátumba.

Felmerülhet a kérdés, melyik vetületi rendszert kell alkalmazni a 4. lépésnél a második fejezetben bemutatottak közül, hiszen a térképszelvények kiadása idején már létezett a sztereografikus rendszer is. A választ legkönnyebben a Duna Mappációnál is bemutatott kísérleti úton tudjuk eldönteni.

A kiválasztott Paks közeli szelvényt a vízügyi vetületnélküli, a kataszteri vetületnélküli és a sztereografikus rendszerben is georeferáltam, az alábbi 27. ábra mutatja pontossági összehasonlításuk (az ellenőrzés alapja a területet ábrázoló 1:10 000 méretarányú EOTR-szelvény):



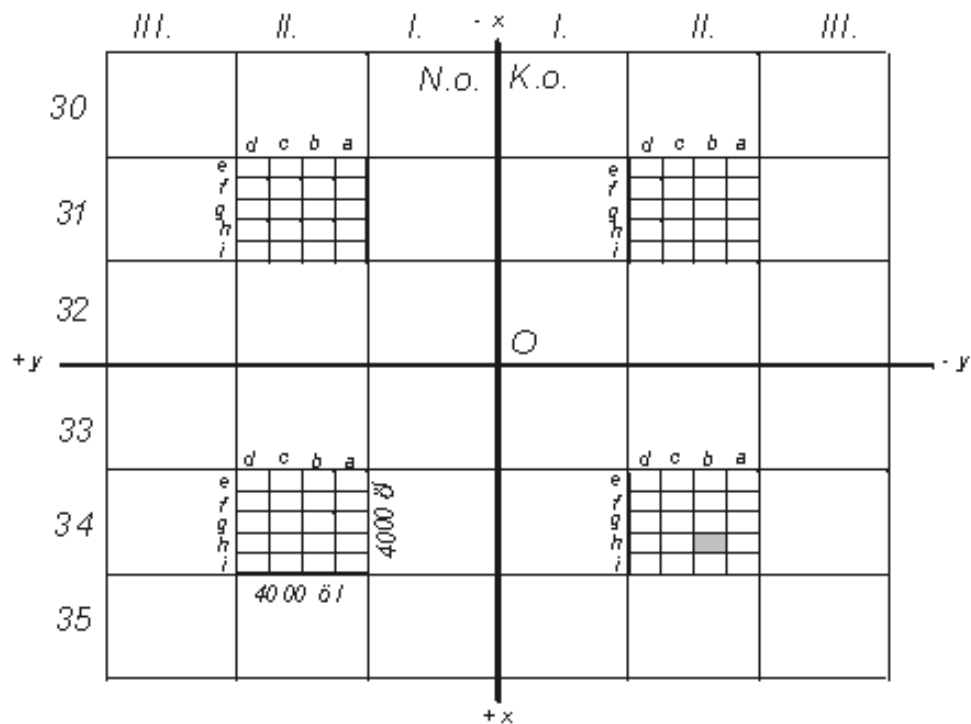
27. ábra: Ugyanazon szelvény vízügyi (felső), kataszteri (középső) és sztereografikus (alsó) rendszer szerint georeferált változata (Mészáros, 2012a)

A fenti ábrán látható eltérést (több szelvény vizsgálata alapján) tapasztalva kijelenthető, hogy az 1:5 000 méretarányú helyszínrajzi szelvények geodéziai alapja az 1800-as évek

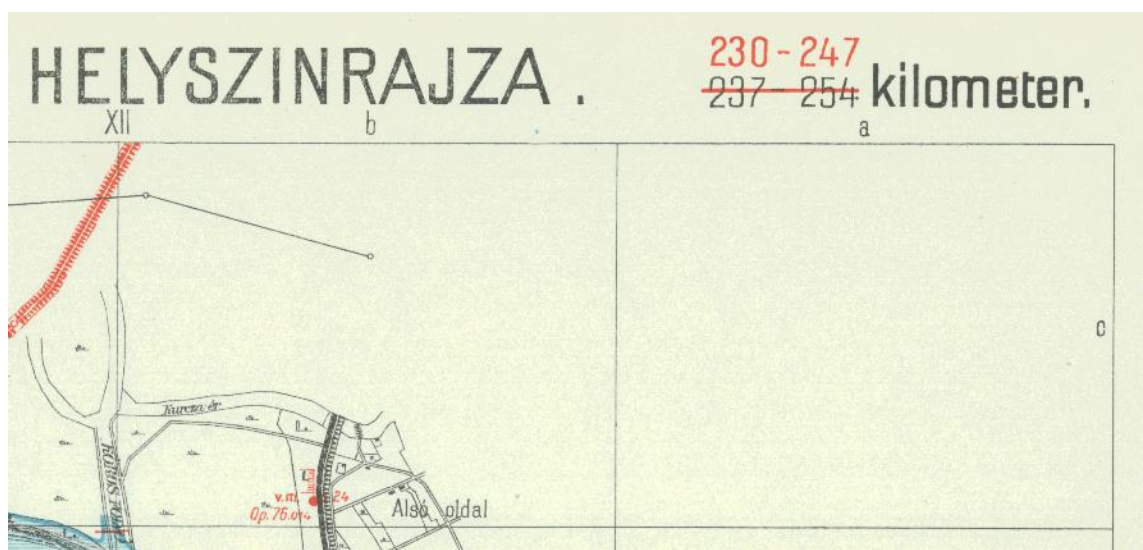
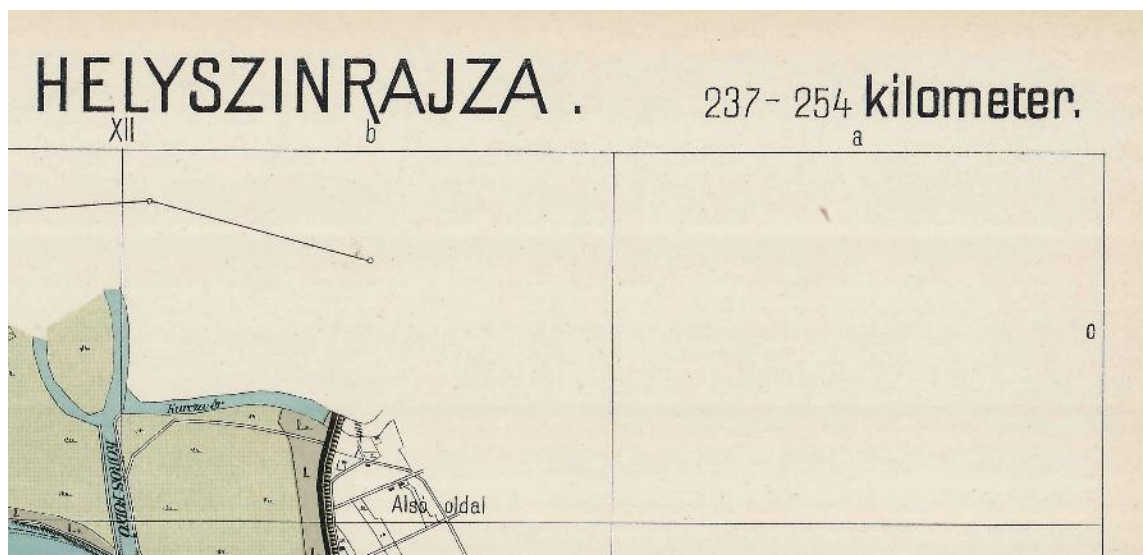
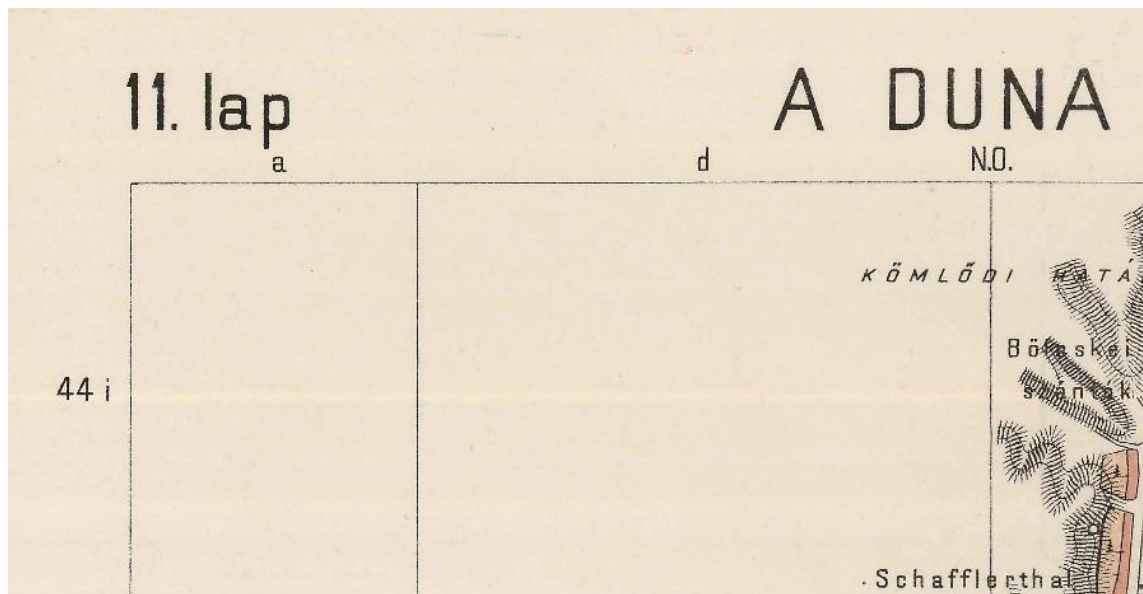
elején megalkotott vízügyi vetületnélküli rendszer vagy az 1856-tól induló kataszteri felmérés során alkalmazott budai kataszteri vetületnélküli rendszer lehet, szemben a térképmű kiadásának idején érvényben lévő modernebb sztereografikus vetületi rendszerrel. A harmadik fejezetben a helyszínrajzi térképek leírásánál megemlítem, miszerint az 1:5 000 méretarányú Duna térképek az önállóan, vízügyi mérnökök által elvégzett felmérés 1:2 880 méretarányú szelvényei alapján készültek, ennek alapján a vízügyi vetületnélküli rendszert kell geodéziai alapjuknak elfogadni. Ennek ellenére a szelvények kataszteri rendszerben történő georeferálásával sem követünk el óriási hibát, a szelvények illeszkedése megfelelő lesz a legtöbb térinformatikai alkalmazás számára.

Az összes térképlap vízügyi rendszerben történő georeferálása után előálló mozaik teljes területén vizsgálva az illeszkedés hibáját azt tapasztaljuk, hogy az nem haladja meg a 10 métert, átlagosan 5-10 méter (köszönhetően a nagy méretarány adta ábrázolási pontosságnak is).

A 1:25 000-es szelvények esetén koordinátákat szintén nem tüntettek fel a térképlapokon, viszont tudjuk, hogy a Duna-szelvények esetén önálló felmérésből származó 1:2 880 méretarányú szelvényeket használtak fel, míg a Tisza helyszínrajza esetén az ugyanolyan méretarányú kataszteri szelvények szolgáltak alapjukul. Ezeknek a kataszteri szelvényeknek a szelvényhálózata ismert (28. ábra), a szakirodalomban több helyen is publikált (Timár–Biszak, 2010; Varga, 2005 és Vöröss, 1943).



28. ábra: A budai kataszteri és a sztereografikus rendszer szelvényhálózata (Varga, 2005)



29. ábra: Részletek Duna és Tisza helyszínrajza 1:25 000 szelvényekről – Duna 1911. (fent), Tisza 1902. (középen), Tisza 1935. (alul) kiadások

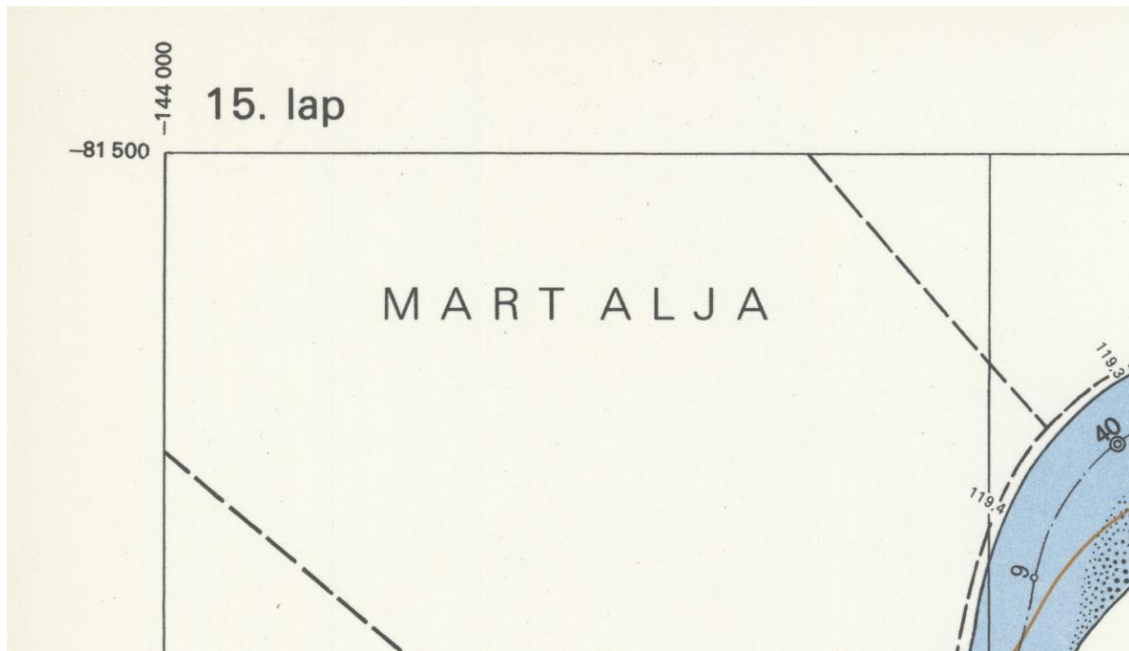
Ha jobban szemügyre vesszük a különböző kiadású helyszínrajzi szelvényeket, akkor azt tapasztaljuk, hogy a fenti jelölésnek megfelelő szelvénybeosztás megtalálható a kereten kívül mindegyiken (29. ábra). Ez alapján az alkalmazott vetületi rendszert leszűkíthetjük a vízügyi és kataszteri vetületnélküli rendszerekre, illetve a sztereografikus rendszerre.

Mivel a Dunáról készült térképlapok esetén az önálló felmérésből származó nagy méretarányú szelvények szolgálták a szerkesztés alapjául, ezért a georeferálás során a vízügyi vetületnélküli rendszer alkalmazása eredményezi a legkisebb abszolút hibát. Mindenképpen meg kell azonban jegyezni, hogy a különbség minimális a kataszteri rendszerben georeferált változathoz képest, így ennél a térképnél sem követünk el hibát, ha a későbbi, kataszteri rendszerbe transzformáljuk a szelvényeket.

Ezzel szemben a Tisza helyszínrajza térképmű mindkét kiadása esetén kijelenthető (a történeti kutatás és a "kísérletező" módszer alapján), hogy a legmegfelelőbb vetületi rendszer georeferálásukra a kataszteri vetületnélküli rendszer (a teljes mozaik területén 10-40 m közötti a hiba). Ettől minimálisan nagyobb (az előző érték ± 5 m) az illeszkedés hibája a vízügyi rendszer alkalmazása esetén, azonban még az is megfelel az ilyen közepes méretarányú szelvények feldolgozása során.

VITUKI-térképek

Az intézet által kiadott térképsorozatok időbeli eloszlása igen széles, pl. a Szamos helyszínrajza 1964-ben, míg a Marcal vízügyi atlasza húsz évvel később, 1984-ben készült el. Utóbbi esetén feltételezhetnénk tisztán az évszám alapján, hogy már az időközben bevezetett EOV és az új alapfelület a későbbi kiadású térképek alapja. Amennyiben megvizsgáljuk a térképeket, könnyen kizárhatjuk ez utóbbi vetületet, mivel a szelvények sarkaiban feltüntetett koordináták értékük alapján (mind az X, mind az Y koordináták 0-150 000 közötti értéket vesznek fel) nem felelnek meg az EOV-nál leírtaknak. További árulkodó jel lehet az értékek előjele, pl. a Hernádot bemutató térképlapokon (30. ábra) az X és Y koordináták is negatív előjelűek.



30. ábra: A Hernádot bemutató egyik térképlap részlete; mindkét koordináta negatív előjelű

Szerencsénkre néhány térképmű esetén fennmaradtak az alappontjegyzékek is, melyek a folyó mentén állandósított magasabb rendű alappontok és a keresztmetsvényeket jelölő alacsonyabb rendű kövek koordinátáit tartalmazzák. A jegyzőkönyvek fejlécében konkrét utalást találunk az alkalmazott vetületi rendszerre (31. ábra):

A kő megneve- zése	Folyó- kilo- méter	K o o r d i n á t á k Bp. St. rendszerben /m/	
		Y	X
100 BVO	0,000	-88 234,59	+136 897,40
0 BVO		-88 318,89	+136 693,77
0 JVO		-88 359,39	+136 600,12
100 JVO		-88 408,26	+136 487,64

31. ábra: Részlet a Maros térképhez csatolt jegyzőkönyvből

Ezek szerint a VITUKI által közreadott vízügyi atlasz sorozat térképei a budapesti központú, sztereografikus vetületi rendszerben készültek. A szelvények georeferálása során azonban a konkrétan feltüntetett adat ellenére ellentmondásba ütköztem: a sztereografikus rendszerben georeferált szelvény nem illeszkedett más

adatrendszerekhez, jelentős mértékű (~500 m-es) az eltolódás mértéke (32. ábra jobb panel). Látva ezt a hibát, elvégeztem ugyanazon szelvény vízügyi vetületnélküli rendszerben történő georeferálását is és némileg meglepő módon a szelvény illeszkedése közel tökéletes (32. ábra bal panel).

Jobban belegondolva nem meglepő az eredmény, a vízügyi és sztereografikus rendszer koordinátái között egyrészt nem nagy a különbség, másrészt a vízügyi rendszerben szigorúan nem definiált a síkkoordináták előjele, így rosszul értelmezhetők korábbi alappont jegyzékek értékeit, automatikusan sztereografikus értékeknek feltételezve azokat. Ilyennel az ivanič-i rendszerrel is találkozunk, ahol a katonai vetületnélküli koordinátákat korrekció nélkül sztereografikus koordinátáknak tekintették az új rendszerek bevezetésekor, de éppen az átszámítás elmaradása miatt szigorúan véve nem létezett ivanič-i sztereografikus rendszer. További logikus indok a régi vetületi rendszer megtartására, hogy a meglévő alappont jegyzékek átszámítása hosszas, nehézkes feladat lehet; az alappont hálózat és a vetületi rendszer kialakítására és karbantartására fordított munka kárba veszne.



32. ábra: Az 1:2 500 méretarányú Zagyva térkép részlete; vízügyi vetületnélküli rendszerben (bal) és sztereografikus rendszerben (jobb) georeferálva

Több szelvényen is elvégezve a fenti "kísérletet" kijelenthetem, hogy a VITUKI által a II. világháborút követő időszakban kiadott térképszelvények geodéziai hátterét

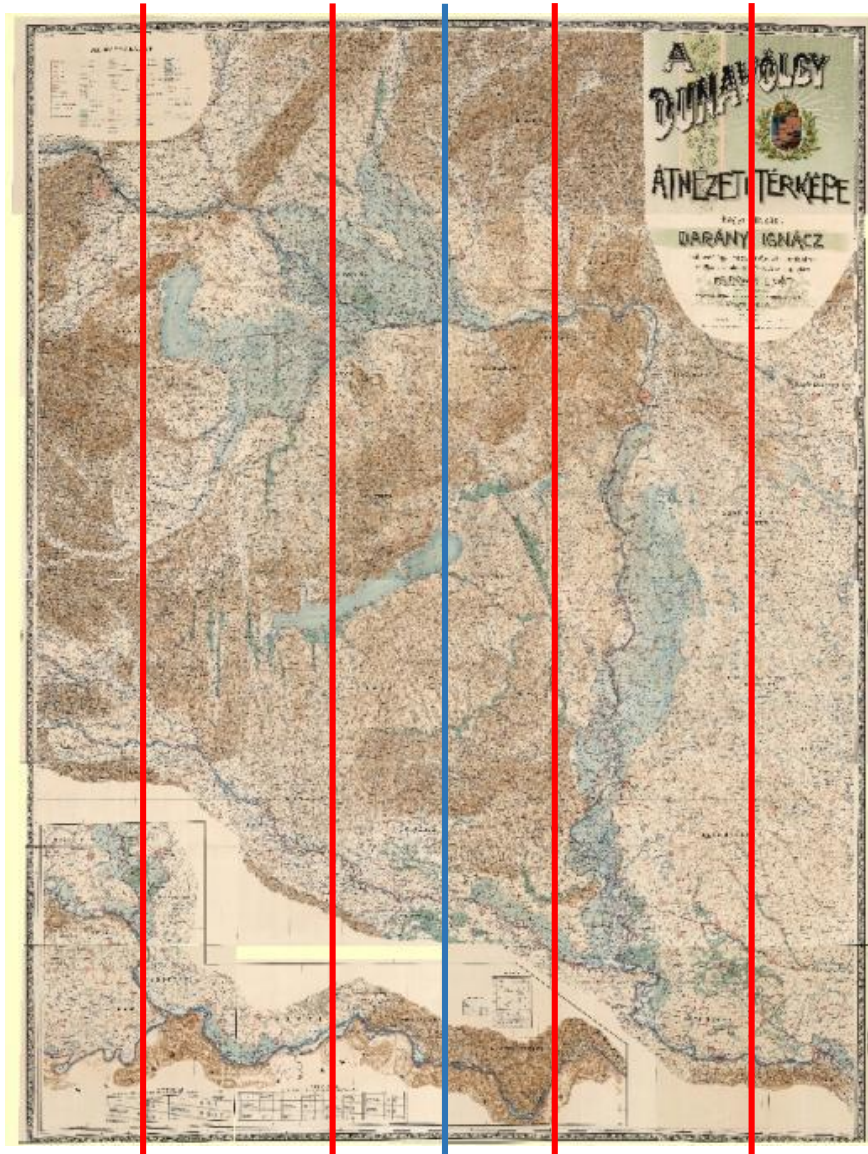
még mindig az akkor már 150 évnél is idősebb, XIX. századi vízügyi mérnökeink által lefektetett vetületi rendszer alkotja.

Vályi Béla Duna- és Tisza-térképe

Georeferencia szempontjából a két Vályi-térkép kakukktojás a korábban bemutatottakhoz képest, mivel minden vetületet érintő kérdést tisztáz a Duna kiadvány eredeti előszavában található megjegyzés, miszerint a síkra a III. katonai felmérés szelvényeiről származik. Ennek megfelelően a katonai szelvények georeferálásánál alkalmazott módszerek (Timár–Molnár, 2008) átültethetőek a Vályi-térképek transzformációja során.

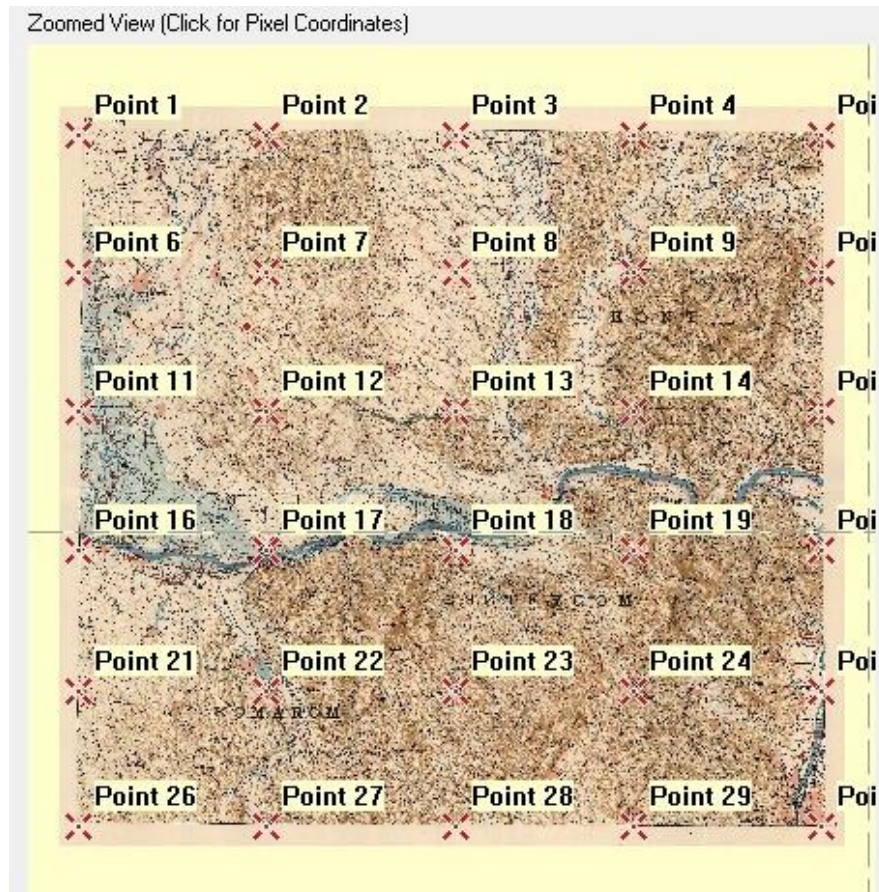
Az alapfelületi paraméterek (Bessel-ellipszoid Hermannskogel, Ausztria központtal) és a dátumparaméterek változatlan formában felhasználhatóak Timár és Molnár (2008) cikkéből. A katonai felmérés eredeti vetülete a poliédervetület, amiben a szelvények határa egybeesik a földrajzi fókhalózat vonalaival (Jankó, 2007 és Timár–Molnár, 2008). Emiatt a síkon csak az azonos oszlopban vagy sorban elhelyezkedő szelvények illeszthetőek össze, egységes mozaik létrehozása illeszkedési hibák nélkül nem oldható meg. A Vályi-féle szelvények határai is illeszkednek a fókhalózathoz, minden szelvény 1° széles és $0,625^\circ$ magas területet ábrázol. A szelvényekről leolvasható hosszúság értékeknél figyelembe kell venni, hogy eredetileg azokat a ferrói kezdőmeridiántól számították, így mai alkalmazásokban át kell térni a Greenwich-től mért hosszúság értékekre. A számítás során az Albrecht-különbséget vettem alapul (Timár, 2007).

A vetületi jellemzők esetén egy megfelelően paraméterezett helyettesítő vetületet kell alkalmazni: minden Vályi szelvényoszlophoz definiálni lehet egy szinuszoszoidális vetületet, oly módon, hogy a vetületi középmeridián a szelvényoszlop közepén futó meridiánnal essen egybe. Az oszloponként georeferált szelvényeket a folyamat végén egy egységes vetületbe kell transzformálni, ami jelen esetben egy, a teljes mozaik középmeridiánjára helyezett szinuszoszoidális vetület (33. ábra).



33. ábra: A szelvényoszlopok középmeridiánjai (piros vonal) és az egységes mozaik középmeridiánja (kék vonal) a Duna-térkép mozaikján

A georeferálást könnyítendő egy segédprogram segítségével az adott szelvény bal felső (északnyugati) sarkának földrajzi koordinátái ismeretében először kiszámítottam a szelvény területére eső összes lehetséges fokhálózati metszésponthoz tartozó koordinátapárt (erre a vetületből fakadó hibák minimalizálása miatt volt szükség), majd eltároltam az így kapott értékeket egy GCP kiterjesztésű állományban. Ezt betöltve a tényleges georeferálás során (34. ábra), elvégezhető az adott szelvény transzformációja.



34. ábra: Segédprogram által generált illesztőpontok elhelyezkedése egy szelvényen

A vetületi jellemzők és a kis méretarány (1:125 000) miatt a szelvények abszolút hibája magasabb az eddigi szelvényekhez viszonyítva, a mozaik középvonalától távolodva fokozatosan nő, a széleken elérheti a 400 m-t is.

5. Internetes (online) publikálás

Napjaink egyik legnépszerűbb és leggyorsabban fejlődő területe az online geoinformatikai megoldások alkalmazása, fejlesztése. Bizonyos esetekben megelégszünk csak az adatok megjelenítésével, más esetekben már komolyabb elemzési, ritkábban adatszerkesztő funkcionalitást is megkövetelünk a felülettől. A jelenleg rendelkezésre álló eszközökkel a megjelenítés maximálisan megoldható, ennek megfelelően számos példával találkozhatunk. Ezek közül az egyik leglátványosabb és legtöbb érdeklődésre számot tartó hazai projekt a Habsburg Birodalom térképeit bemutató Mapire projekt, mely a www.mapire.eu oldalon keresztül érhető el.

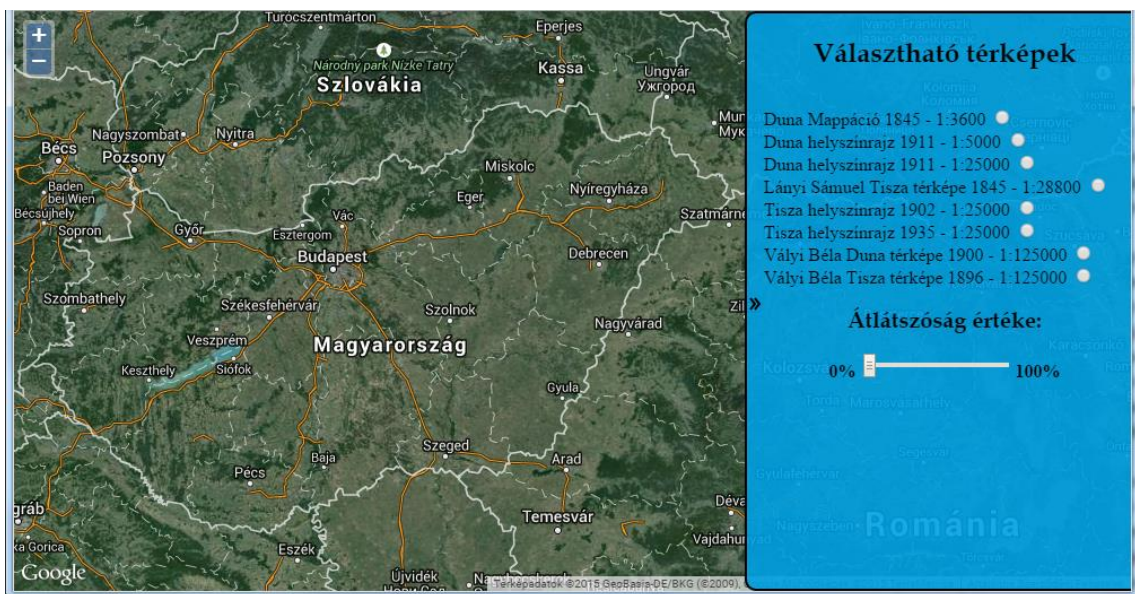
Célkitűzésem egy egyszerű weboldal kialakítása volt, melyen a kutatásom során feldolgozott georeferált térképeket meg lehet jeleníteni és tartalmukat összehasonlítani valamilyen mai adatrendszerrel, láttatva így az időközben bekövetkező változásokat.

Meglévő geoinformatikai adataink megjelenítésére hatékony és egyszerű eszköz az OpenLayers JavaScript függvénykönyvtár és az általa felkínált megoldások. Az OpenLayers egyik nagy előnye, hogy kliens oldali, azaz a meghívott JavaScript függvényeit a böngészőnk interpretálja, nincs szükség különböző keretalkalmazások telepítésére a honlapunkat tároló szerveren (Gede, 2015a és OpenLayers, 2015). Mivel az OpenLayers csak az adatok megjelenítését végzi, így mindenképpen szükség van valamilyen adatra, jelen esetben a georeferált térképmozaikokra. Nagyméretű mozaikok tárolására alkalmas megoldás az ún. Tile map ('csempe térkép'), melynek az alapja előre legenerált térkép vagy műholdkép darabok (innen a csempe név). A darabok 256×256 pixeles képek, a nagyítási érték (zoom) függvényében változik a terepi felbontásuk, pl. $z=0$ esetén a teljes világ egy csempén kerül ábrázolásra, további nagyítási szint esetén már $2^z \times 2^z$ darabból áll össze a térkép (Gede, 2015b).

Az általunk megjelenítendő térképeket 'fel kell vágni' a kívánt nagyítási szint szerinti csempékre, ezt megtehetjük a szerző által is használt Global Mapper nevű szoftverrel, melynek Export funkciói között kiválaszthatjuk mely szolgáltató (Google, Bing, OpenStreetMap stb.) rendszere szerint és melyik nagyítási szintig generáljuk le a darabokat. Mivel a vízügyi térképek átlagosan kis területet fednek le, ezért a legalacsonyabb nagyítási szintnek a 7-es szintet jelöltem ki. Ezen a szinten a Kárpát-medence kivágata már elfér egy átlagos asztali gép vagy egy notebook monitorán és még okostelefonok, tabletek képernyőjén is kényelmesen kezelhető. A legrészletesebb nagyítási szintnek a 16-os szintet (egy pixel terepi felbontása ezen a szinten 2,4 m)

választottam. Ezen a szinten rajzolódik ki a vízügyi térképek rajza a legrészletesebben, ennél nagyobb szint nem jelentene információ-többletet.

Az így létrejövő csempéket térképenként külön mappában helyeztem el, mindegyik mappa egy rétegnek felel meg a honlapon. A weboldal felépítésekor az OpenLayers ezekből a mappákból olvassa be a csempéket. Az optimális felhasználhatóság szempontjából a különböző térképek külön-külön kiválaszthatók, a betöltött térkép az egérrel vagy gombok segítségével nagyítható, mozgatható. Az éppen szemlélt térképmozaik átlátszósága egy csúszkával állítható, így könnyen összevethető az adott térkép tartalma a háttérben elhelyezett, jelen állapotokat mutató műholdkép réteggel. A honlap index.html állományának forrása elérhető a Mellékletben.



35. ábra: A weboldal kezdőképernyője

A honlap kezdőképernyője a 35. ábrán látható, az alábbi, egyelőre ideiglenes URL címen publikusan elérhető: <http://mercator.elte.hu/~messer/folyo/>. Középtávú terveim között szerepel a feldolgozott és megjeleníthető térképek bővítése, a dolgozatban bemutatott VITUKI-térképekkel mindenképpen bővülni fog a lista.

6. Összefoglalás

A folyószabályozási térképek fontos részei a magyar kartográfiai örökségnek. Ennek ellenére nem léteznek részletes leírások a térképekről vagy a geodéziai háttérükről. Kutatásom fő célja a használt vetületi rendszer és az alapján felmért térképek bemutatása, a koordináta rendszer paramétereinek meghatározása térinformatikai alkalmazások számára és végül a georeferált térképszelvények megjelenítése.

Egyik kiemelkedő eredményemnek tekintem a második fejezetben közölt vízügyi vetületnélküli rendszer történeti és vetülettani leírását, mely a hazai szakirodalomban ilyen összefüggő formában először jelenik meg. Említett vetületi rendszer főbb jellemzői: Zach–Oriani keverék ellipszoid alapfelületen, a Gellért-hegyi csillagvizsgáló tornyára illesztett kezdőponttal, melynek a vízügyi felmérésekhez levezetett ellipszoidi koordinátái eltérnek mind a korabeli, mind a későbbi vetületi rendszereknél alkalmazott értékekkel. Az alapfelületről a síkra történő áttéréskor alkalmazott eljárás nem definiálható egzakt módon, helyettesítő eljárásaként Cassini–Soldner vetülettel írható le.

Kutatásom során elkészítettem számos vízügyi térkép (Duna Mappáció, Duna és Tisza helyszínrajza, Lányi Sámuel-féle Közép-Tisza térkép, Vályi Béla Duna- és Tisza-térképe, VITUKI által kiadott térképek) történeti-levéltári kutatáson alapuló leírását, melyek újabb adalékokkal (keletkezésük háttere, a szelvényeken elérhető grafikus és névrajzi adatok, szelvényhálózat) szolgálnak a hazai térképtörténet megismeréséhez. Ezen felül pontosítottam a Duna Mappáció kapcsán a fennmaradt térképlapok számát és a Vályi-féle térkép szerkesztése során felhasznált alapadatok forrását (III. katonai felmérés szelvényei).

A vetületi rendszer leírása alapján előállítottam több formátum (PRJ, PROJ.4 és MapServer Projection) szerint a paraméterezett alakját, mely szabadon felhasználható a geoinformatikai gyakorlat során. A második fejezetben bemutatott polgári vetületi rendszerek közül megvizsgáltam, melyik alkotta a geodéziai, vetületi alapját az egyes térképeknek. A vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a Duna Mappáció, a Duna és a Tisza helyszínrajzi térképei és az 1960-as évektől kiadott vízügyi térképek mind ugyanazon, a XIX. század elején létrehozott vetületi rendszer alapján készültek (azaz sokkal tovább volt használatban, mint azt korábban feltételezték). A Vályi-féle térképek esetén igazoltam a korábbi feltételezést, miszerint a III. katonai felmérés szelvényei alapján készültek. Felhasználva ezeknek a vizsgálatoknak az eredményét, végrehajtottam az egyes térképek vetületi transzformációját, melyhez olyan segédprogramokat

készítettem, melyek előállítják a georeferálás során szükséges állományokat, csökkentve az elvégzéséhez szükséges időt. Az elkészült programok forráskódja megtalálható az értekezés mellékletében, a csatolt elektronikus adathordozó pedig tartalmazza a teljes forrást és a futtatható verziót is.

A georeferált állományokra és az elérhető webes geoinformatikai eszközökre támaszkodva elkészítettem egy interaktív weboldalt, melyen megtekinthető a térképek mozaikja. A weboldal alkalmas a történeti és a jelenlegi állapotok összevetésére a háttérbe helyezett műholdkép mozaik segítségével. A honlap, ideiglenes címe ellenére, elérhető más szakterület kutatói számára, így forrásként szolgálhat névrajzi, geográfiai, hidrológiai és történeti kutatásokhoz.

7. Summary

River regulation maps are important parts of the Hungarian cartographic heritage. Despite that fact, detailed descriptions do not exist about them or their geodetic basis. My research was to present the used projection system and the maps which were surveyed on this basis, define this coordinate system for GIS applications and finally to visualize the georeferenced maps.

The first part of the essay describes the projection system established and used by civilian engineers during geodetic surveys of rivers in 19th-20th centuries and comparisons to other existing coordinate systems. It presents the main parameters of the system: ellipsoidal coordinates of the central point, which was originally located in the observatory atop of Gellért Hill; used ellipsoid and the geodetic datum parameters, calculated using the equations of Molodensky–Badekas method and the type of used projection. The given description is the first precise definition in the related literature.

In the next part essay gives the detailed description of maps examined during my research from the point-of-view of their history. I clarified some missing or misunderstood parts of existing articles regarding the used projection system during surveys of various river regulation maps (listed below) and the number of map sheets of Danube Mappation (1819-1845). I also present entirely new and complete descriptions about several map system: Tisza map of Sámuel Lányi (1834-1845), Plan of Danube (1911), Plan of Tisza (1902, second edition in 1935), Tisza and Danube maps of Béla Vályi (1896 and 1900) and finally maps of VITUKI (Water Management Research Institute) from the second half of 20th century.

In the next chapter I present the parameterized definitions (PRJ, PROJ4 formats) of the discussed projection system. Using these definitions, the digitized map sheets can be imported into GIS software to examine their content. I also give a short description about the georeferencing methods of the discussed maps because they required different methods based on their nomenclature. I developed several software to make this process easier or automatic (both software and source code are open-source).

Final part of essay contains a description about an interactive website which based on OpenLayers function library visualizes the georeferenced map sheets. User can compare their historical content to satellite images presenting current state of the rivers and their riverside.

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet mindazoknak, akik az elmúlt években segítettek, támogatták munkámat. Elsősorban témavezetőmnek, Timár Gábornak, amiért hat évvel ezelőtt érdeklődésemet a vízügyi térképek és történeti vetületi rendszerek irányába terelte és az eltelt évek során adott tanácsaiért, segítségéért.

Köszönettel tartozom Szekerka Józsefnek, aki az elmúlt évek során mindig segítségemre volt a térképszelvények szkennelésékor; Verebiné Fehér Katalinnak, amiért felhívta figyelmem a tanszéki térképtárban fellelhető vízügyi térképekre és Kiss Tündének a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár kezelésében lévő szelvényekkel kapcsolatos segítségéért.

Hálával tartozom Gede Mátyás kollégámnak a weboldal létrehozásában nyújtott segítségéért, tanácsai nélkül nehezebben jutottam volna túl a fejlesztés során jelentkező problémákon.

Köszönöm Biszak Sándornak, hogy rendelkezésemre bocsátotta az Arcanum Kft. által szkennelt térképszelvényeket és kapcsolódó anyagokat.

Legutolsó sorban hatalmas köszönettel tartozom nejemnek, Mészáros Evelinnek, amiért odaadásával, szeretetével és néha szigorúságával tartotta bennem a lelket az elmúlt évek során.

9. Irodalomjegyzék

- Biszak, S., Timár G., Molnár G., Jankó, A., 2007:** Digitized maps of Habsburg Empire – The third military survey, Österreichisch-Ungarische Monarchie, 1869-1887, 1:75000. DVD-kiadvány, Budapest, Arcanum Adatbázis Kiadó
- Burša, M., 1962:** The theory for the determination of the non-parallelism of the minor axis of the reference ellipsoid and the inertial polar axis of the Earth, and the planes of the initial astronomic and geodetic meridians from the observation of artificial Earth satellites. in: *Studia Geophysica et Geodetica* 6, pp. 209-204.
- Crăciunescu, V., Constantinescu S., Ovejanu, I., Rus, I., 2011:** eHarta: A collaborative initiative to digitally preserve and freely share old cartographic documents in Romania. in: *e-Perimetron* 6 (4), pp. 261-269.
- Deák, A. A., 1996:** A háromszögeléstől a Tisza-szabályozásig. in: *Tanulmányok és válogatott dokumentumok a Tiszavölgyi Társulat megalakulásának és Vásárhelyi Pál halálának 150. évfordulójára*, Budapest, Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény
- Deák, A. A., 2009:** A Duna magára ismerésének története. Esztergom, Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény
- DMA, Defense Mapping Agency, 2003:** Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships With Local Geodetic Systems. St. Louis, USA, Technical Report 8350.2
- Dóka, K., 2006:** A Duna-Mappáció (1823-1845) történeti áttekintés. in: *A Duna-Mappáció*, Pécs, DVD-kiadvány
- Evenden, G. I., 1990:** Cartographic Projection Procedures for the UNIX Environment – A User's Manual. United States Geological Survey, Open-File Report 90-284
- Fodor, F., 1952:** A magyar térképírás. Budapest, Honvéd Térképészeti Intézet, pp. 191-204. és pp. 419-421.
- Gede, M., 2015a:** Az OpenLayers API alapjai. Budapest, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, elektronikus jegyzet
<http://mercator.elte.hu/~saman/hu/okt/ol/> (utolsó elérés: 2015. július 1.)
- Gede, M., 2015b:** A Google Maps Javascript API használata. Budapest, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, elektronikus jegyzet
<http://mercator.elte.hu/~saman/hu/okt/gmaps3/> (utolsó elérés: 2015. július 5.)
- Global Mapper, 2015:** Global Mapper User's Manual. elektronikus kézikönyv,
http://www.globalmapper.com/helpv14/Help_Main.html (utolsó elérés: 2015. július 1.)

- Gönczi, A. – Winkelmayer, Z., 2002:** Ferencváros metszeteiken. Budapest, Ferencvárosi önkormányzat, p. 52
- Györffy, J., 2015:** Jegyzet a földi és térképi koordinátarendszerek oktatásához a Földtudományi alapszakon. Budapest, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, elektronikus jegyzet
<http://mercator.elte.hu/~gyorffy/jegyzete/jegyzBSc.html> (utolsó elérés: 2015. július 3.)
- Hrenkó, P., 1987:** Lányi Sámuel földmérnök. in: A Nógrád megyei múzeumok évkönyve, Salgótarján
- Irmédi-Molnár, L., 1970:** Térképalkotás. Budapest, Tankönyvkiadó, p. 104.
- Jankó, A., 2001:** A második katonai felmérés. in: Hadtörténeti Közlemények 114, pp. 103-129.
- Jankó, A., 2007:** Magyarország katonai felmérései, 1763-1950. Budapest, Argumentum, p. 196.
- Klinghammer, I., 2006:** Az Alföld nagy vízi munkálatai – a vízi térképezés kezdetei. in: Kiss, A., Mezősi G., Sümeghy Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom: ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére. Szeged, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék – SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, pp. 383-391.
- Kralidis, T., 2015:** ESRI World File Format, *<http://www.kralidis.ca/gis/worldfile.htm>* (utolsó elérés: 2015. július 4.)
- MÉM-OFTH, Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium, Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, 1975:** Vetületi Szabályzat az Egységes Országos Vetületi Rendszer alkalmazására. Budapest, szabályzat
- Mészáros, J., 2009:** Lányi Sámuel Tisza-térképének georeferálása. Budapest, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, diplomamunka, pp. 15-29.
- Mészáros, J., 2010a:** A Duna Mappáció szelvényeinek georeferálása. in: Geodézia és Kartográfia 62 (7), Budapest, pp. 30-32.
- Mészáros, J., 2010b:** 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:** 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., 2012a:** The georeferencing method of the 1:5000 scale Danube maps. in: E-perimetron 7 (1), pp. 45-49.
- Mészáros, J., 2012b:** 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.
- Molodensky, M. S., Eremeev, V. F., Yurkina, M. I., 1960:** Metody izucheniya vnesnego gravitatsionnogo polya i figuri Zemli. Moszkva, Trudy CNIIGAiK, p. 131.
- Mugnier, C. J., 1999:** Grids & Datums – Republic of Hungary. in: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 65, pp. 423-425
- Mugnier, C. J., 2004:** Grids & Datums – Republic of Austria. in: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 70, pp. 265-266
- OpenLayers, 2015:** OpenLayers JavaScript Mapping Library API documentation, elektronikus dokumentáció
<http://dev.openlayers.org/releases/OpenLayers-2.13.1/doc/apidocs/files/OpenLayers-js.html> (utolsó hozzáférés: 2015. június 25.)
- OSGeo, Open Source Geospatial Foundation, 2015a:** MapServer documentation – Mapfile projection. elektronikus dokumentáció,
<http://mapserver.org/mapfile/projection.html> (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)
- OSGeo, Open Source Geospatial Foundation, 2015b:** PROJ.4 – General Parameters. elektronikus dokumentáció, <https://trac.osgeo.org/proj/wiki/GenParms> (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)
- Snyder, J. P., 1987:** Map Projections – A Working Manual. Washington, USGS Professional Paper, 1395
- Stegena, L., 1988:** Vetülettan. Budapest, Tankönyvkiadó, pp. 158-167.
- Suba, J., 2006:** Duna határszakasz határtérképei. in: Térképtudományi Tanulmányok – Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi Tanszékének évi beszámolója 13, Budapest, pp. 397-403.
- Sugár, I., 1989:** A Közép-Tiszavidék két kéziratós térképe. Eger, Dobó István Vármúzeum, pp. 73-87.

- Timár, G., 2003:** Geológiai folyamatok hatása a Tisza alföldi szakaszának medermorfológiájára. Budapest, ELTE Geofizikai Tanszék, doktori értekezés, pp. 122-125
- Timár, G., 2007:** A ferrói kezdőmeridián. in: Geodézia és Kartográfia 59 (12), Budapest, pp. 3-7.
- Timár, G. – Biszak, S., 2010:** Digitizing and georeferencing of the historical cadastral maps (1856-60) of Hungary. in: Gartner, G. – Livieratos E. (szerk.): Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, Wien, pp. 559-564.
- Timár, G. - Molnár, G., 2003:** A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. in: Geodézia és Kartográfia 55 (5), Budapest, pp. 27-31.
- Timár, G. - Molnár, G., 2008:** A harmadik katonai felmérés térképeinek georeferálása. in: Geodézia és Kartográfia 60 (1-2), Budapest, pp. 23-27.
- Timár, G. - Molnár, G., 2013:** Térképi vetületek és alapfelületek. Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem, elektronikus jegyzet
<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/TerkepiVetuletekAlapfeluletek/index.html> (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)
- Timár, G., Molnár, G., Márta, G., 2003:** A budapesti sztereografikus, ill. a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára. in: Geodézia és Kartográfia 55 (3), Budapest, pp. 16-21.
- Timár, G., Molnár, G., Pásztor, Sz., 2002:** A WGS84 és HD72 alapfelületek közötti transzformáció Molodensky-Badekas-féle (3 paraméteres) meghatározása a gyakorlat számára. in: Geodézia és Kartográfia 54 (1), Budapest, pp. 11-16.
- Timár, G., Molnár, G., Székely, B., Biszak, S., Varga, J., Jankó, A., 2006:** The map sheets of the Second Military Survey of the Habsburg Empire, and their georeferenced version. Arcanum, Budapest, pp. 44-50.
- Tóth, G. P., 2006:** Szerkesztői előszó a Duna-Mappáció digitális forráskiadványhoz. in: A Duna-Mappáció, Pécs, DVD-kiadvány
- Varga, J., 2002:** A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, elektronikus jegyzet
http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)

Varga, J., 2005: Kataszteri térképrendszerek, Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, elektronikus jegyzet

<http://www.agt.bme.hu/varga/katrend/katrend.html> (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)

VITUKI, Vízügyi Tudományos Kutató Intézet, 2006: Cégtörténet. Budapest, elektronikus dokumentáció, *<http://www.vituki.hu/>* (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)

Vöröss, J., 1943: Tereptan, terepábrázolás, térképhasználat, terepfelmérés a M. Kir. Honvéd Hadapródiskolák számára. Budapest, M. Kir. Honvéd Térképészeti Intézet, p. 281. és pp. 330-331.

Wolf, H., 1963: Geometric connections and re-orientation of three-dimensional triangulation nets. in: Bulletin Géodésique 68, pp. 165-169.

World file Wikipedia, 2015: World file, *https://en.wikipedia.org/wiki/World_file* (utolsó hozzáférés: 2015. július 1.)

10. Ábrajegyzék

1. ábra: A Gellért-hegyi csillagda 1840 körül (Irmédi-Molnár, 1970)	7
2. ábra: Jakob Alt két, korabeli metszete a Gellért-hegyről és a csillagdáról (Timár, 2003 és Gönczi - Winkelmayr, 2002)	7
3. ábra: Részlet a Tisza menti háromszögelési pontokat tartalmazó jegyzőkönyvből (levéltári jelzet: 212); az 1. sorban álló Abád Meridian értéke a valóságnak megfelelően pozitív, míg a 3. sorban lévő Abony ugyanezen értéke negatív kellene legyen	9
4. ábra: A Duna menti háromszögelés jegyzőkönyvének részlete, koordináták a megfelelő égtáj szerint bevezetve	10
5. ábra: Eredeti leírás a Duna Mappáció áttekintő térképén (Tóth, 2006)	16
6. ábra: Részlet a Duna Mappáció mozaikjából Gutor környékéről	17
7. ábra: A Duna Mappáció eredeti szelvénye Paks településéről	18
8. ábra: Lányi Közép-Tisza térképének részlete	21
9. ábra: "A Duna helyszínrajza" térképmű 1:5 000 méretarányú szelvénye	23
10. ábra: "A Duna helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye	25
11. ábra: "A Tisza helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye 1902-es kiadás	28
12. ábra: "A Tisza helyszínrajza" térképmű 1:25 000 méretarányú szelvénye 1935-ös kiadás	29
13. ábra: Vályi Béla Duna térképének részlete	31
14. ábra: 1:2 000 méretarányú szelvény (a Marcal Mórighidánál)	35
15. ábra: 1:2 500 méretarányú szelvény (a Zagyva torkolata Szolnoknál)	36
16. ábra: 1:5 000 méretarányú szelvény (a Maros Szegedtől keletre)	37
17. ábra: Korai 1:10 000 méretarányú szelvény (a Szamos Csengernél)	38
18. ábra: Késői 1:10 000 méretarányú szelvény (a Sajó Felsőzsolcánál)	39
19. ábra: 1:25 000 méretarányú szelvény (a Sajó Felsőzsolcánál)	40
20. ábra: Részlet az 1932-es Tisza helyszínrajza alappont-jegyzékéből, jól látható az Összrendezők értéke bécsi ölben van megadva (további érdekesség a korábbi Meridian és Perpendikel szavak magyarítása Metszék és Rendező néven)	46
21. ábra: Egy mappációs szelvényhez tartozó World file	49
22. ábra: Ugyanazon paksi szelvény három különböző vetületi rendszerben georeferált változata; Gellérthegy központú Vienna-1806 dátumon (felül), kataszteri rendszer (középen); vízügyi rendszer (alul)	53

23. ábra: A Duna Mappáció szelvényhálózata (Mészáros, 2010).....	55
24. ábra: Részlet az 1:5 000 méretarányú Duna helyszínrajza áttekintő térképéből	57
25. ábra: Az 1:5 000 méretarányú nulladik szelvény a Gellért-hegyi alapponttal.....	58
26. ábra: A nulladik szelvényhez tartozó GCP állomány tartalma	59
27. ábra: Ugyanazon szelvény vízügyi (felső), kataszteri (középső) és sztereografikus (alsó) rendszer szerint georeferált változata (Mészáros, 2012a).....	60
28. ábra: A budai kataszteri és a sztereografikus rendszer szelvényhálózata (Varga, 2005)	61
29. ábra: Részletek Duna és Tisza helyszínrajza 1:25 000 szelvényekről – Duna 1911. (fent), Tisza 1902. (középen), Tisza 1935. (alul) kiadások	62
30. ábra: A Hernádot bemutató egyik térképlap részlete; mindkét koordináta negatív előjelű.....	64
31. ábra: Részlet a Maros térképhez csatolt jegyzőkönyvből.....	64
32. ábra: Az 1:2 500 méretarányú Zagyva térkép részlete; vízügyi vetületnélküli rendszerben (bal) és sztereografikus rendszerben (jobb) georeferálva.....	65
33. ábra: A szelvényoszlopok középmeridiánjai (piros vonal) és az egységes mozaik középmeridiánja (kék vonal) a Duna-térkép mozaikján	67
34. ábra: Segédprogram által generált illesztőpontok elhelyezkedése egy szelvényen ..	68
35. ábra: A weboldal kezdőképernyője.....	70

11. Melléklet

11.1 Segédprogramok forráskódja

A kutatás során több kisebb-nagyobb segédprogramot készítettem a georeferálás könnyítése vagy egyszerűsítése érdekében. Ezek a programok a 'Lazarus' nevű, nyílt forrású, szabadon hozzáférhető szoftver segítségével készültek, ami a Pascal programnyelv egyik fejlesztőkörnyezete. Ebben a keretprogramban lehetséges grafikus felülettel ellátni a Pascalban írt programjainkat, ennek ellenére csak a program forrását tartalmazó PAS állományok tartalmát bocsátom itt rendelkezésre szövegesen. A teljes forrás megtalálható a dolgozat CD mellékletén.

11.1.1 Duna Mappáció szelvényeinek georeferálásához

```

unit Unit1;

{$mode objfpc}{$H+}

interface

uses
  Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs,
  StdCtrls,
  ExtDlgs, ExtCtrls, ComCtrls;

type

  { TForm1 }

  TForm1 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Edit1: TEdit;
    Image1: TImage;
    ProgressBar1: TProgressBar;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { private declarations }
  public
    { public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.lfm}

{ TForm1 }

const gwidth=2655.078;
const gheight=2086.132;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var prj_output:text;

```

```

world_output:text;
nomen:text;
koord:text;
iwidth,iheight,i,j:integer;
eastres,northres:real;
sznomen: array[1..2000] of string;
eastnorth: array[1..2000,1..2] of real;

begin
j:=strtoint(Edit1.Text);

ProgressBar1.Position:=0;
ProgressBar1.Max:=j;

//megadott input állományok megnyitása
assignfile(nomen, 'input/nomen.txt');
reset(nomen);

assignfile(koord, 'input/koord.txt');
reset(koord);

//input állományok tartalmának beolvasása két tömbbe
for i:=1 to j do
  readln(nomen,sznomen[i]);
for i:=1 to j do
  readln(koord,eastnorth[i,1],eastnorth[i,2]);

//lezárjuk az input állományokat
closefile(nomen);
closefile(koord);

//ciklus a .prj állományok generálására, tartalom ugyanaz
for i:=1 to j do
  begin
  assignfile(prj_output, 'output/'+sznomen[i]+'.prj');
  rewrite(prj_output);
  writeln(prj_output, 'PROJCS["Cassini_Soldner",GEOGCS["Geographic
Coordinate
System",DATUM["VIZUGY1816",SPHEROID["Zach_Oriani",6376130,310.0000000
00046]],PRIMEM["Greenwich",0],UNIT["degree",0.0174532925199433]],PROJE
CTION["Cassini_Soldner"],PARAMETER["central_meridian",19.0497291666667
],PARAMETER["latitude_of_center",47.4862222222222],PARAMETER["false_ea
string",0],PARAMETER["false_northing",0],UNIT["Meter",1]].');
  closefile(prj_output);
  end;

//ciklus a .jgw állományok legenerálására
for i:=1 to j do
  begin
  assignfile(world_output, 'output/'+sznomen[i]+'.jgw');
  rewrite(world_output);

  Image1.Picture.LoadFromFile('input/mapsheets/'+sznomen[i]+'.jpg');

  iwidth:=Image1.Picture.Width;
  iheight:=Image1.Picture.Height;

  eastres:=gwidth/iwidth;
  northres:=gheight/iheight;

  writeln(world_output, eastres:3:13);

```

```

writeln(world_output, '0.000000000000000');
writeln(world_output, '0.000000000000000');
writeln(world_output, -1*northres:3:13);
writeln(world_output, eastnorth[i,2]:10:3);
writeln(world_output, eastnorth[i,1]:10:3);

ProgressBar1.Position:=(ProgressBar1.Position+1);

closefile(world_output);
end;

Image1.Picture.LoadFromFile('kesz.jpg');
end;

end.

```

11.1.2 Duna helyszínrajza 1: 5000 méretarányú szelvények georeferálásához

```

unit Unit1;

{$mode objfpc}{$H+}

interface

uses
  Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs,
  StdCtrls,
  ComCtrls;

type
  { TForm1 }

  TForm1 = class(TForm)
    ProgressBar1: TProgressBar;
    Start: TButton;
    procedure StartClick(Sender: TObject);
  private
    { private declarations }
  public
    { public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.lfm}

{ TForm1 }

const gwidth=3792.96768;
const gheight=3034.374144;

const gwidth_half=1896.48384;
const gheight_half=1517.187072;

```

```

procedure TForm1.StartClick(Sender: TObject);

var nomen:text;
    rowcol:text;
    gcp_output:text;
    nwse_output:text;
    i,j:integer;
    sznomen: array[1..261] of string;
    szrowcol: array[1..261,1..2] of real;
    north,west,south,east: real;

begin
    j:=strtoint(Edit1.Text);
    ProgressBar1.Position:=0;
    ProgressBar1.Max:=j;

    //megadott input állományok megnyitása
    assignfile(nomen, 'input/nomen.txt');
    reset(nomen);

    assignfile(rowcol, 'input/rowcol.txt');
    reset(rowcol);

    //input állományok tartalmának beolvasása két tömbbe
    for i:=1 to j do
        begin
            readln(nomen,sznomen[i]);
            readln(rowcol,szrowcol[i,1],szrowcol[i,2]);
        end;

    //lezárjuk az input állományokat
    closefile(nomen);
    closefile(rowcol);

    //kinyitjuk az output állományokat
    assignfile(nwse_output, 'output/'+sznomen[i]+'.txt');
    rewrite(nwse_output);

    //ciklus koordináták számítására és .txt, .gcp állományok
    generálására
    for i:=1 to j do
        begin
            north:=gheight_half+(szrowcol[i,1]*gheight);
            west:=(-1*gwidth_half)+(szrowcol[i,2]*gwidth);
            south:=north-gheight;
            east:=west+gwidth;

            //sarokponti koordinátákat tartalmazó .txt állományok generálása
            writeln(nwse_output, sznomen[i], ' north: ', north:4:6, ' ',
'west: ', west:4:6, ' ', 'south: ', south:4:6, ' ', 'east: ',
east:4:6);
            writeln(nwse_output, ' ');

            //gcp állományok generálása
            assignfile(gcp_output, 'output/'+sznomen[i]+'_.gcp');
            rewrite(gcp_output);

            writeln(gcp_output, '600,600,', west:4:6, ', ', north:4:6, ', "Point
1",0.00');

```

```

writeln(gcp_output, '9550,620,', east:4:6, ',', north:4:6, ', "Point
2",0.00');
writeln(gcp_output, '9540,7800,', east:4:6, ',', south:4:6, ', "Point
3",0.00');
writeln(gcp_output, '600,7800,', west:4:6, ',', south:4:6, ', "Point
4",0.00');

ProgressBar1.Position:=(ProgressBar1.Position+1);

closefile(gcp_output);
end;
closefile(nwse_output);
end;

end.

```

11.1.3 1:25000 méretarányú helyszínrajz típusú szelvények georeferálásához

```

unit Unit1;

{$mode objfpc}{$H+}

interface

uses
  Classes, SysUtils, FileUtil, Forms, Controls, Graphics, Dialogs,
  StdCtrls
  , Math;

type
  { TForm1 }

TForm1 = class(TForm)
  Edit1: TEdit;
  Edit2: TEdit;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  RadioButton10: TRadioButton;
  RadioButton11: TRadioButton;
  Edit3: TEdit;
  Edit4: TEdit;
  Edit5: TEdit;
  Edit6: TEdit;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label8: TLabel;
  Button1: TButton;
  CheckBox1: TCheckBox;
  CheckBox2: TCheckBox;
  CheckBox3: TCheckBox;
  CheckBox4: TCheckBox;
  CheckBox5: TCheckBox;
  CheckBox6: TCheckBox;
  CheckBox7: TCheckBox;
  CheckBox8: TCheckBox;
  CheckBox9: TCheckBox;
  CheckBox10: TCheckBox;

```

```

    CheckBox11: TCheckBox;
    CheckBox12: TCheckBox;
    CheckBox13: TCheckBox;
    Edit7: TEdit;
    Edit8: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
private
    { private declarations }
public
    { public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;

implementation

{$R *.lfm}

const ol=1.89648384;
const fel_ns=758.593536;
const fel_we=948.24192;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var sor,oszlop,meret_sor,meret_oszlop:real;
north,west,east,south:real;
s,o:real;
ki: text;

begin

    sor:=strtofloat(Edit1.Text);
    oszlop:=strtofloat(Edit2.Text);
    meret_sor:=strtofloat(Edit7.Text);
    meret_oszlop:=strtofloat(Edit8.Text);

    assignfile(ki, 'koord.txt');
    rewrite(ki);

    //nyugati oszlop
    if radiobutton10.Checked=true then
    begin
        if CheckBox1.Checked=true then
            o:=1;
        if CheckBox2.Checked=true then
            o:=2;
        if CheckBox3.Checked=true then
            o:=3;
        if CheckBox4.Checked=true then
            o:=4;
        west:=-1*((oszlop-1)*4)+o)*1000*ol;
        if CheckBox12.Checked=true then
            west:=-1*((oszlop-1)*4)+o)*1000*ol+fel_we;
        if CheckBox13.Checked=true then
            west:=-1*((oszlop-1)*4)+o)*1000*ol;
        end;

    //keleti oszlop
    if radiobutton11.Checked=true then

```

```

begin
if CheckBox1.Checked=true then
  o:=4;
if CheckBox2.Checked=true then
  o:=3;
if CheckBox3.Checked=true then
  o:=2;
if CheckBox4.Checked=true then
  o:=1;
west:=((oszlop-1)*4)+(o-1)*1000*ol;
if CheckBox12.Checked=true then
  west:=(((oszlop-1)*4)+(o-1))*1000*ol+fel_we;
if CheckBox13.Checked=true then
  west:=(((oszlop-1)*4)+(o-1))*1000*ol;
end;

//32. vagy annál kisebb számú sorok
if sor<=32 then
begin
sor:=33-sor;
if CheckBox5.Checked=true then
  s:=5;
if CheckBox6.Checked=true then
  s:=4;
if CheckBox7.Checked=true then
  s:=3;
if CheckBox8.Checked=true then
  s:=2;
if CheckBox9.Checked=true then
  s:=1;
north:=(((sor-1)*5)+s)*800*ol;
if CheckBox10.Checked=true then
  north:=(((sor-1)*5)+s)*800*ol;
if CheckBox11.Checked=true then
  north:=(((sor-1)*5)+s)*800*ol-fel_ns;
end;

//33. vagy annál nagyobb számú sorok
if sor>=33 then
begin
sor:=abs(32-sor);
if CheckBox5.Checked=true then
  s:=1;
if CheckBox6.Checked=true then
  s:=2;
if CheckBox7.Checked=true then
  s:=3;
if CheckBox8.Checked=true then
  s:=4;
if CheckBox9.Checked=true then
  s:=5;
north:=-1*(((sor-1)*5)+(s-1))*800*ol;
if CheckBox10.Checked=true then
  north:=-1*(((sor-1)*5)+(s-1))*800*ol;
if CheckBox11.Checked=true then
  north:=-1*(((sor-1)*5)+(s-1))*800*ol-fel_ns;
end;

east:=west+(meret_oszlop*1000*ol);
south:=north-(meret_sor*800*ol);

```



```

writeln(ki, '400,400,', west:4:10, ',', north:4:10, ', "Point
1",0.00');
writeln(ki, '7560,422,', east:4:10, ',', north:4:10, ', "Point
2",0.00');
writeln(ki, '7546,5188,', east:4:10, ',', south:4:10, ', "Point
3",0.00');
writeln(ki, '387,5150,', west:4:10, ',', south:4:10, ', "Point
4",0.00');

closefile(ki);

edit3.Text:=FloatToStr(north);
edit4.Text:=floattostr(west);
edit5.text:=floattostr(east);
edit6.Text:=floattostr(south);

end;

end.

```

11.1.4 Vályi-féle térképszelvények georeferálásához

```

unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
  Forms,
  Dialogs, StdCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Edit3: TEdit;
    Button1: TButton;
    Label3: TLabel;
    Edit4: TEdit;
    Edit5: TEdit;
    Edit6: TEdit;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Edit7: TEdit;
    Label9: TLabel;
    Edit8: TEdit;
    Edit9: TEdit;
    Edit10: TEdit;
    Edit11: TEdit;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }

```



```

writeln(ki, '7250,2100,', long[3]:4:10, ',', lat[1]:4:10, ', "Point
9",0.00');
writeln(ki, '9600,2100,', long[4]:4:10, ',', lat[1]:4:10, ', "Point
10",0.00');

writeln(ki, '250,3850,', long[0]:4:10, ',', lat[2]:4:10, ', "Point
11",0.00');
writeln(ki, '2600,3850,', long[1]:4:10, ',', lat[2]:4:10, ', "Point
12",0.00');
writeln(ki, '5000,3850,', long[2]:4:10, ',', lat[2]:4:10, ', "Point
13",0.00');
writeln(ki, '7250,3850,', long[3]:4:10, ',', lat[2]:4:10, ', "Point
14",0.00');
writeln(ki, '9600,3850,', long[4]:4:10, ',', lat[2]:4:10, ', "Point
15",0.00');

writeln(ki, '250,5600,', long[0]:4:10, ',', lat[3]:4:10, ', "Point
16",0.00');
writeln(ki, '2600,5600,', long[1]:4:10, ',', lat[3]:4:10, ', "Point
17",0.00');
writeln(ki, '5000,5600,', long[2]:4:10, ',', lat[3]:4:10, ', "Point
18",0.00');
writeln(ki, '7250,5600,', long[3]:4:10, ',', lat[3]:4:10, ', "Point
19",0.00');
writeln(ki, '9600,5600,', long[4]:4:10, ',', lat[3]:4:10, ', "Point
20",0.00');

writeln(ki, '250,7400,', long[0]:4:10, ',', lat[4]:4:10, ', "Point
21",0.00');
writeln(ki, '2600,7400,', long[1]:4:10, ',', lat[4]:4:10, ', "Point
22",0.00');
writeln(ki, '5000,7400,', long[2]:4:10, ',', lat[4]:4:10, ', "Point
23",0.00');
writeln(ki, '7250,7400,', long[3]:4:10, ',', lat[4]:4:10, ', "Point
24",0.00');
writeln(ki, '9600,7400,', long[4]:4:10, ',', lat[4]:4:10, ', "Point
25",0.00');

writeln(ki, '250,9100,', long[0]:4:10, ',', lat[5]:4:10, ', "Point
26",0.00');
writeln(ki, '2600,9100,', long[1]:4:10, ',', lat[5]:4:10, ', "Point
27",0.00');
writeln(ki, '5000,9100,', long[2]:4:10, ',', lat[5]:4:10, ', "Point
28",0.00');
writeln(ki, '7250,9100,', long[3]:4:10, ',', lat[5]:4:10, ', "Point
29",0.00');
writeln(ki, '9600,9100,', long[4]:4:10, ',', lat[5]:4:10, ', "Point
30",0.00');
closefile(ki);

//Az adott oszlop középmeridiánjának kiíratása Editboxba
cent_mer:=(long[0]+long[4])/2;
edit7.Text:=floattostr(cent_mer);
//A szélsőértékek kiíratása EditBoxokba, GlobalMapper exporthoz.
edit8.Text:=floattostr(lat[0]);
edit9.Text:=floattostr(long[4]);
edit10.Text:=floattostr(lat[5]);
edit11.Text:=floattostr(long[0]);

end;
end.

```

11.2 Folyószabályozási térképeket bemutató honlap forrása

```

<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8"
  />
  <title>Folyószabályozási térképek XIX.-XX. század</title>
  //szövegstílusok beállítása css segítségével
  <style type="text/css">
    html, body, #basicMap {
      width: 100%;
      height: 100%;
      margin: 0;
      padding: 0;
      position: relative;
    }
    h1 {
      font-family: Book Antiqua;
      font-size: 150%;
      text-align: center;
    }

    h2 {
      font-family: Book Antiqua;
      font-size: 125%;
      text-align: center;
    }

    h3 {
      font-size: 100%;
      text-align: center;
    }

    .olImageLoadError {
      display: none
    }
    .mnaPanelContent {
    }
  </style>
  //a Google Maps és az Openlayers API meghívása
  <script
src="http://maps.google.com/maps/api/js?v=3.2&sensor=false"></script>
  <script src="http://openlayers.org/api/OpenLayers.js"></script>
  </head>

  <body>
  <script src="js/panel.js"></script>
  //két div egymásba ágyazva, az első a térképnek, második az oldalsó
panelnek
  <div id="basicMap"><div id="panel"></div></div>
  <script>
  var o;
  var layers=[];
  var layers_ext=[];
  var opt={
    w: "340px",
    side: "r",
  };

  var panel=new mna.Panel("panel",opt);
  //új OpenLayers térképkeret definiálása és paraméterezése

```

```

map = new OpenLayers.Map("basicMap",
{
  numZoomLevels: 17,
  projection: "EPSG:3857"
});

for (i=0; i<=8; i++)
{
  var name;
  var url;
  if (i==0) {name=0; url='terkep/dunamapp'; layers_ext[0]=new
OpenLayers.Bounds(1775791,5650363,2411378,6149538)};
  if (i==1) {name=1; url='terkep/duna_helyrajz5k'; layers_ext[1]=new
OpenLayers.Bounds(1884133,5701572,2131550,6136731)};
  if (i==2) {name=2; url='terkep/duna_helyrajz25k';
layers_ext[2]=new OpenLayers.Bounds(1881811,5701836,2128461,6136294)};
  if (i==3) {name=3; url='terkep/lanyi'; layers_ext[3]=new
OpenLayers.Bounds(2220968,5898537,2338820,6070364)};
  if (i==4) {name=4; url='terkep/tisza_helyrajz1902';
layers_ext[4]=new OpenLayers.Bounds(2220014,5643835,2549985,6189931)};
  if (i==5) {name=5; url='terkep/tisza_helyrajz1935';
layers_ext[5]=new OpenLayers.Bounds(2220014,5793835,2549985,6179931)};
  if (i==6) {name=6; url='terkep/valyi_duna'; layers_ext[6]=new
OpenLayers.Bounds(1775212,5528847,2520395,6240385)};
  if (i==7) {name=7; url='terkep/valyi_tisza'; layers_ext[7]=new
OpenLayers.Bounds(2157671,5563530,2713885,6277485)};

//OSM réteg hozzáadása és paraméterezése
layers[i]=new OpenLayers.Layer.OSM(name,
url+"/${z}/${x}/${y}.png",
{
  numZoomLevels: 17,
  transparent: true,
  isBaseLayer: false,
  visibility: false,
  displayInLayerSwitcher: false
});
}
map.addLayers(layers);
//háttérben lévő Google műholdkép réteg beágyazása
map.addLayer(new OpenLayers.Layer.Google("Google Hybrid",
{type: google.maps.MapTypeId.HYBRID,
numZoomLevels: 17,
isBaseLayer: true,
animationEnabled: false
}));

//a térkép adott pontjának középre helyezése
map.setCenter(new OpenLayers.LonLat(19.5,47.5) // Center of the map
.transform(
  new OpenLayers.Projection("EPSG:4326"), // transform from WGS
1984
  new OpenLayers.Projection("EPSG:900913") // to Spherical
Mercator Projection
), 7 // Zoom level
);
//az oldalsó panel feltöltése a rétegek nevével és kapcsolóival
panel.contentDiv.innerHTML='<h1>Választható térképek</h1><br>\
<label>Duna Mappáció 1845 - 1:3600</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Duna_mappacio" value="0"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\

```

```

<label>Duna helyszínrajz 1911 - 1:5000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Duna_helyrajz5k" value="1"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Duna helyszínrajz 1911 - 1:25000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Duna_helyrajz25k" value="2"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Lányi Sámuel Tisza térképe 1845 - 1:28800</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Lanyi Tisza" value="3"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Tisza helyszínrajz 1902 - 1:25000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Tisza_helyrajz_1902" value="4"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Tisza helyszínrajz 1935 - 1:25000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Tisza_helyrajz_1935" value="5"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Vályi Béla Duna térképe 1900 - 1:125000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Valyi_duna" value="6"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<label>Vályi Béla Tisza térképe 1896 - 1:125000</label>\
<input type="radio" name="terkep" id="Valyi_tisza" value="7"
onclick="l_switcher(this.value)"><br>\
<p></p>\
<h2><label>Átlátszóság értéke: </label></h2>\
<h3>0% <input type="range" id="csuszka" value="0"
oninput="readOp(this.value)" onchange="readOp(this.value)"/>
100%</h3>'

```

//függvény a kiválasztott térkép átlátszóságának állítására a panelen lévő csúszka segítségével

```

function readOp(o) {
    var lista=document.getElementsByName("terkep");
    var k,l;
    for (k in lista)
    {
        if (lista[k].checked==true)
        {
            l=k;
        }
    }
    layers[l].setOpacity((100-o)/100);
}

```

//függvény a rétegek kapcsolására

```

function l_switcher(i) {
    for (j in layers)
    {
        if (j==i)
        {
            layers[j].setVisibility(true);
            layers[j].setOpacity(1.0);
            map.zoomToExtent(layers_ext[j], true);
            document.getElementById('csuszka').value=0
        }
        else layers[j].setVisibility(false);
    }
}

```

```

</script>
</body>
</html>

```

11.3 CD melléklet tartalma:

- ertekezes.pdf néven a dolgozat teljes szövege
- tezisfuzet_hu.pdf néven a magyar nyelvű téziszfüzet
- tezisfuzet_en.pdf néven az angol nyelvű téziszfüzet
- summary.pdf néven az egy oldalas angol nyelvű összefoglaló
- oneletraiz.pdf állomány a szerző szakmai önéletrajzával
- mtmt_publist.pdf állomány a szerző teljes publikációs listájával
- terkepek mappában egy-egy mintaszelvény a vizsgált térképekből
 - Duna Mappáció
 - Lányi-féle Közép-Tisza térkép
 - Duna és Tisza helyszínrajza
 - VITUKI térképei
 - Vályi Béla-féle Duna és Tisza-térkép
- programok mappában az elkészült segédprogramok futtatható verziója és a teljes forráskódjuk
- parameter mappában szöveges állományok a vízügyi vetületnélküli rendszer GIS integrációjához
 - PRJ állomány
 - PROJ.4 definíciót tartalmazó szöveges állomány
 - Global Mapper szoftver állományai, mellyel a szoftver számára 'megtanítható' a vízügyi rendszer