

# **RÉGI CSILLAGTÉRKÉPEK PONTOSSÁGI ANALÍZISE**

**SZAKDOLGOZAT**

**FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK**

**TÉRKÉPÉSZ-GEOINFORMATIKUS SZAKIRÁNY**

**Készítette: Restás-Göndör Adrienn**

**Témavezető: Gede Mátyás**

**Eötvös Loránd Tudományegyetem**

**Földrajz- és Földtudomány Intézet**

**Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék**

**Budapest, 2010**

## **Tartalomjegyzék**

I. Bevezetés .....	3
II. Csillagászati alapfogalmak .....	5
III. Adatfeldolgozás és megjelenítés.....	8
III. 1. Csillagkatalógus adatainak konvertálása .....	8
III. 2. Feldolgozás és megjelenítés MapInfóban.....	10
IV. Eredmények .....	22
V. Összegzés.....	33
VI. Melléklet.....	34
VII. Köszönetnyilvánítás .....	35
VIII. Felhasznált irodalom.....	36

## I. Bevezetés

Szakdolgozatom témáját a cím jól mutatja: csillagtérképek pontossági elemzésével foglalkozom. A téma elég jól elkülöníthető a térképészet tudományán belül. Földön kívüli területek térképezéséről van szó, tehát a kartográfián kívül más tudományokból is merít, mint például a csillagászat és az űrkutatás. A csillagtérképek, csillagatlaszok, éggömbök nem csak a kartográfia széles palettáját bővítik, hanem fontos információkat tartalmaznak az előbb említett tudományok számára.

Jelen esetben egy térkép analízisével, a Blaeu-éggömb Virtuális Glóbuszok Múzeumában meglévő részletével foglalkozom, de eme térképre kidolgozott módszer – remélhetőleg – más térképek elemzésénél is hasznos lehet majd a továbbiakban. Azért választottam ezt a térképet alapanyagul, mert elég régi ahhoz, hogy legyen értelme a pontossági analízis elvégzésének, illetve a mű jó állapotban maradt fenn, így a nevek és az ábrák (máig) jól olvashatóak és láthatóak. Itt szeretném ismertetni néhány szóban az említett csillagtérkép készítőjének, Willem Janszoon Blaeunak (1571-1638) munkásságát (1.1. ábra).



*1.1. ábra: Blaeu arcképe*

A holland térképész, atlaszkészítő és -kiadó nagy érdeklődést mutatott a matematika és a csillagászat iránt. 1594-1596 között Tycho Brahe tanítványaként megfelelő képzést szerzett, mint földgömbkészítő. Készített számos térképet, köztük egy világtaszt, illetve éggömböt, csillagtérképeket. Munkáiban használt éggömbnyomat 1600 környékén készült, a Liechtensteini szelvények (1.2. ábra) néven vált ismertté. Ez alapján készült el a 34 cm-es gömb.



*1.2. ábra: A Liechtensteini szelvények*

A dolgozatom tartalmazza a téma megértéséhez szükséges csillagászati alapfogalmakat, részletes leírást ad a munka menetéről: a felhasznált eszközökről, alkalmazott módszerekről, tartalmazza az elemzéshez szükséges számolások menetét. Mindezek ismertetése után az adatbázist létrehozva, beszámolok az eredményekről.

Remélem, hogy munkám egyaránt felkelti a szakmabeliek és szakmán kívüliek érdeklődését is.

## II. Csillagászati alapfogalmak

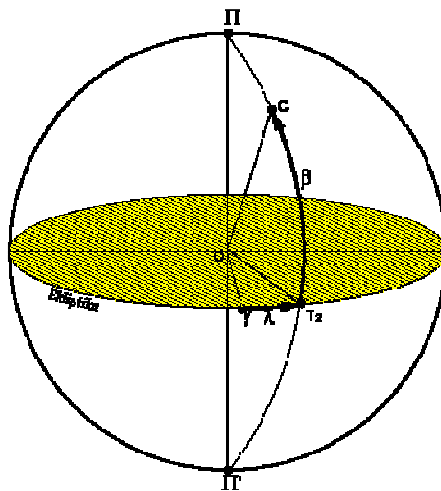
Fontosnak tartom tisztázni a témámhoz kapcsolódó definíciókat, fogalmakat ahhoz, hogy a csillagásztól távol álló érdeklődők számára is érthetővé váljanak a munkám során használt kifejezések.

Csillagtérképekről és pontosságukról írok, így elsőként a csillagtérkép fogalmáról szólok néhány szót. Bár elég egyértelmű a kifejezés, jellemzőivel válik teljessé a kép. Olyan térképek, melyek az égbolton látható csillagokat és egyéb objektumokat, mint például a csillaghalmazok, galaxisok, ködök, a Tejút, stb. ábrázolják. De mindez csak látszólagos, az égbolt térképe nem egy valós területet vetít le. Csillagok milliárdjai, tőlünk és egymástól különböző távolságra helyezkednek el a világűrben. A különféle objektumokat az adott határfényességig ábrázolják, meghatározott koordinátarendszerben és vetületben készülnek, a csillagokat, objektumokat azonosítóval látják el (katalógusszám, név), egyes térképeken a csillagképeket ábrázolják valamilyen módon, másokon nem. Forrásai a különféle csillagkatalógusok, amik lehetnek: *Durchmusterung*ok (átvizsgáló katalógusok; BD – *Bonner Durchmusterung*), pozíciós katalógusok (*Astronomische Gesellschaft Zonenkatalog*), fundamentális katalógusok (Berlini Csillagászati Évkönyv /ötödik átdolgozása: *FK5/ N 30 – Catalogue of 5268 Standard Stars*), fényességkatalógusok (*IPS – Nemzetközi Polarsequenz*), színeképkatalógusok (*NGC – New General Catalogue*).

Következőként a csillagtérkép pontosságát meghatározó tényezők fogalmait vezetem be. 1718-ban Edmond Halley jött rá elsőként arra, hogy egyes csillagképek csillagatlászbeli pozíciói eltérnek az ókori és a mai csillagkatalógusokban. Ennek oka a csillagok sajátmozgása, ami azt jelenti, hogy a csillagok ekliptikához viszonyított helyzete változik az idők során. Ez persze csak több évszázados vagy évezredes időskálán érzékelhető. A csillag tehát mozog a térben, ennek a mozgásnak a látóirányra merőleges komponenseit nevezzük sajátmozgásnak. Ezt általában  $\mu$  (mű)-vel jelölik, mértékegysége ívmásodperc/év vagy értelemszerűen ennek tört részei. Itt meg kell említenem másik két fogalmat, a rektaszcenziót és a deklinációt, azaz a csillagászatban használt koordinátákat. A sajátmozgás ezen koordinátáknak az éves változása. A rektaszcenzió (latin: *ascensio recta*, egyenes emelkedés) a csillagászati célokra használt második ekvatoriális koordinátarendszer egyik koordinátája (hosszúság). Az égi egyenlítő mentén mérik a Tavaszponttól az adott égitesten áthaladó meridiánig, az északi égi pólusról nézve az óramutató járásával ellentétes irányban ( $0^\circ$ -tól  $360^\circ$ -ig), de nem fokban, hanem órákban, percekben és másodpercekben kifejezve ( $360^\circ =$

24h). A második ekvatoriális csillagászati koordináta-rendszer másik koordinátája a deklináció (szélesség), amely az égi egyenlítő és egy adott pont iránya által bezárt szöget jelenti. Az égi egyenlítőtől északra pozitív, délre negatív előjellel adják meg,  $0^\circ$ -tól  $90^\circ$ -ig.

Mivel az égbolt objektumainak térképezéséről esik szó, égi koordináta-rendszerről is kell beszélni. Ezek polárkoordináta-rendszerek, amiket a szférikus csillagászatban használnak, s a csillagtérképek is ezek alapján készülnek. Több fajtájuk van, de egy dologban megegyeznek: „olyan gömbi (szférikus) koordináta-rendszerek, melyeknél a két szögkoordinátán túl a harmadik, a távolság egy”. (Vaskúti, 2006) Ilyen rendszer a már említett második egyenlítői és az ekliptikai koordináta-rendszer (2.1. ábra) is, amelyeket a dolgozatomban használok. A két koordináta-rendszer abban egyezik, hogy az alapirány a Tavaszpont, de míg a második egyenlítői koordináta-rendszerénél az alapsík az égi egyenlítő, és a koordinátái a rektaszcenzió és deklináció, addig az ekliptikai rendszer alapsíkja az ekliptika, a két koordináta pedig a  $\beta$  ekliptikai szélesség és a  $\lambda$  ekliptikai hosszúság. A hosszúságot az előbb említettnél órában ( $0$ - $24$ h) mérik, az utóbbinál az ekliptikai pólus felől nézve pozitív forgásiránnyal ( $0^\circ$ - $360^\circ$ -ig). (ELTE, Csillagászati Tanszék, 2000)



2.1. ábra: ekliptikai koordináta-rendszer

A csillagászati aberráció az állócsillagoknak a Föld pálya menti mozgása miatt létrejövő látszólagos helyváltozása. Ennek magyarázata az, hogy a Föld pályasebessége a Nap körül  $29,6$  km másodpercenként, a fény terjedési sebessége viszont  $300000$  km másodpercenként. Ebből következik, hogy ha egy távcsövet egy adott csillagra állítunk, akkor képét egy adott pontban várjuk. Amíg viszont a fénysugár megteszi az utat az első lencsétől

az adott pontig, addig a távcső a Földdel együtt elmozdul és emiatt az elmozdulás miatt a csillagot a két elmozdulás eredőjében fogjuk keresni.

Egy tengelynek külső forgatónyomaték hatására bekövetkező elmozdulását általánosságban precesszióknak nevezik. A szó a latin *praecedere*, azaz előre haladni kifejezésből ered. Erre szuperponálódik, vagyis rakódik rá a nutáció. Ez a földtengely kis billégését jelenti, vagyis a föld forgástengelyének a Nap, a Hold és a csillagok együttes hatására történő kisméretű ingadozása is. (Vaskúti, 2006)

A magnitúdó az égitestek fényességének mértékegysége. Egy csillagnak, bolygónak vagy más égitestnek a látszólagos fényességét (azt, hogy mennyi fény jut hozzánk az égitestről) a látszólagos magnitúdóval jellemezzük, a nagyobb magnitúdójú égitest halványabb. Ettől megkülönböztetjük az abszolút magnitúdót. Csillagok és galaxisok esetén azt mutatja meg, hogy 10 *parsec* távolságból milyen fényesnek látnánk, bolygók és más naprendszerbeli égitestek esetén pedig azt, hogy milyen fényesnek látnánk, ha a Földtől és a Naptól is 1 csillagászati egység távolságra lenne. (Klepešta, 1975)





Bytes	Format	Units	Label	Explanations
1- 4	I4	—	HR	[1/9110]+ Harvard Revised Number = Bright Star Number
5- 14	A10	—	Name	Name, generally Bayer and/or Flamsteed name
15- 25	A11	—	DM	Durchmusterung Identification (zone in bytes 17-19)
26- 31	I6	—	HD	[1/225300]? Henry Draper Catalog Number
32- 37	I6	—	SAO	[1/258997]? SAO Catalog Number
38- 41	I4	—	FK5	? FK5 star Number
42	A1	—	IRflag	[I] I if infrared source
43	A1	—	r_IRflag	*[ ':] Coded reference for infrared source
44	A1	—	Multiple	*[AWDIRS] Double or multiple-star code
45- 49	A5	—	ADS	Aitken's Double Star Catalog (ADS) designation
50- 51	A2	—	ADScomp	ADS number components
52- 60	A9	—	VarID	Variable star identification
61- 62	I2	h	RAh1900	?Hours RA, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
63- 64	I2	min	RAm1900	?Minutes RA, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
65- 68	F4.1	s	RA s1900	?Seconds RA, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
69	A1	—	DE-1900	?Sign Dec, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
70- 71	I2	deg	DEd1900	?Degrees Dec, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
72- 73	I2	arcmin	DEm1900	?Minutes Dec, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
74- 75	I2	arcsec	DEs1900	?Seconds Dec, equinox B1900, epoch 1900.0 (1)
76- 77	I2	h	RAh	?Hours RA, equinox J2000, epoch 2000.0 (1)
78- 79	I2	min	RAm	?Minutes RA, equinox J2000, epoch 2000.0 (1)
80- 83	F4.1	s	RA s	?Seconds RA, equinox J2000, epoch 2000.0 (1)
84	A1	—	DE-	?Sign Dec, equinox J2000, epoch 2000.0 (1)
85- 86	I2	deg	DEd	?Degrees Dec, equinox J2000, epoch 2000.0 (1)

3.1.2. ábra: a szöveges magyarázat

Első lépésben az adatokat elmentettem szöveges formátumba, és beimportáltam a táblázatkezelőbe, esetemben ez a Microsoft Office Excel programja. Kiválogattam az analízishez szükséges adatokat (a csillag neve, a sajátmozgás adatai rektaszcenzió és deklináció értéke, a magnitúdó, kétféle azonosító, a 2000. évi koordináták), majd ezt a számolások sorozata követi, amit ebben a fejezetben részletesen bemutatok.

Adott a 2000. évi rektaszcenzió óra/perc/másodpercben, a deklináció fok/perc/másodpercben, valamint ezek évenkénti változása s/évben illetve ″/év-ben. A rektaszcenziót átváltom órába, közben korrigálom az adatomat a sajátmozgással úgy, hogy hozzáadom a megfelelő értéket és megszorozom négyszázzal.

Erre azért van szükség, hogy megtudjam, mennyi volt a sajátmozgásból fakadó változás az 1600-as évektől 2000-ig. Ezt az értéket megszorozom tizenöttel, így megkapom fokban, és így már könnyedén átszámolom a további számolásokhoz szükséges mértékegységbe, radiánba:  $RA_{rad} = RA_{óra} * 15 * \pi / 180$ .

Ugyanígy a deklináció esetében is elvégzem a műveleteket. Annyi különbséggel, hogy – mivel a deklináció fokban volt megadva – egyszerűen hozzáadom a megfelelő sajátmozgás-

értéket, megszorozom négyszázzal, és elosztom háromezer-hatszázal. Ezek után már csak átváltom radiánba:  $DE_{rad} = DE_{fok} * \pi / 180$ .

A következő lépésben átszámoljuk az adatokat a második egyenlítői koordinátarendszerről ekliptikai koordinátarendszerbe, ahol az ekliptikát tekintjük az egyenlítőnek. Erre azért van szükség, mert a Blaeu-térkép is ilyen rendszerben van ábrázolva és ebben egyszerű számolni a precessziós mozgással: csak hozzáadunk egy megfelelő értéket. Az átszámoláshoz a következő képleteket használom:

$$\varphi^* = \arcsin(\sin \varphi \sin \varphi_0 + \cos \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda_0 - \lambda)),$$

$$\lambda^* = \arccos\left(\frac{\sin \varphi - \sin \varphi^* \sin \varphi_0}{\cos \varphi^* \cos \varphi_0}\right),$$

ahol  $(\varphi_0; \lambda_0)$  az ekliptikai koordináta-rendszer pólusának koordinátái az egyenlítői koordinátarendszerben,  $(\varphi; \lambda)$  a csillag egyenlítői,  $(\varphi^*; \lambda^*)$  pedig az ekliptikai koordináták.

A  $\varphi$  szélességet és  $\lambda$  hosszúságot egyaránt átváltom radiánból fokba, az ismert módon: elosztom  $\pi$ -vel, megszorozom száznyolcvannal.

Mindezek után már csak a precessziós mozgással való korrigálás maradt hátra. Mivel a precesszió periódusideje 25920 év, ami alatt az ekliptikai rendszerben a hosszúságok 360 fokot fordulnak, a 400 év alatti precessziós elmozdulás értéke:

$$360^\circ \cdot \frac{400}{25920}.$$

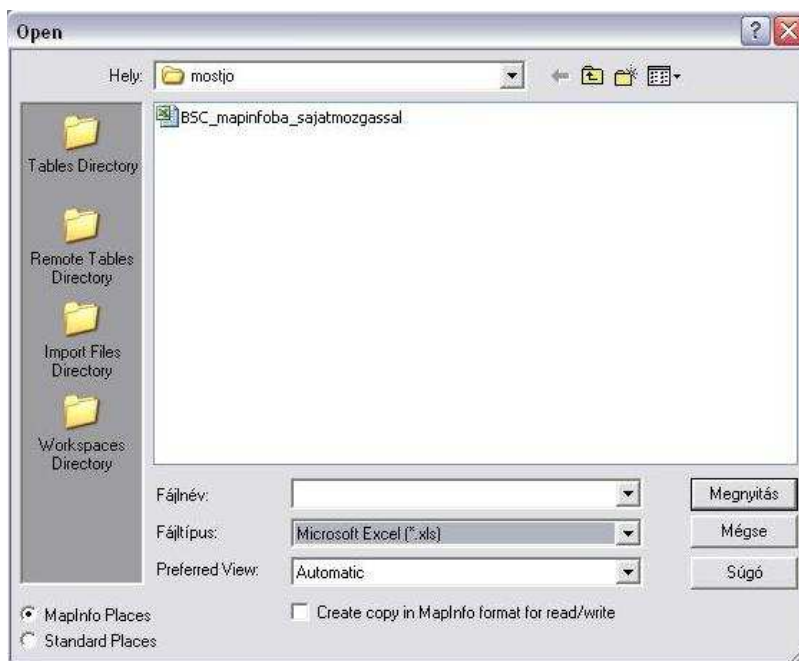
Ezzel az értékkel kell korrigálni az imént megkapott  $\lambda^*$  koordinátákat.

### III. 2. Feldolgozás és megjelenítés MapInfóban

Az adatfeldolgozás alapja egy digitális állomány, a Blaeu-éggömb georeferált, és négyzetes hengervetületbe transzformált nyomata. A feldolgozáshoz és szemléltetéshez a MapInfo Professional nevű programot használom. Előnye, hogy ha kijelölök egy pontot, elmenti a hozzá tartozó koordinátaértékeket. Erre szükségem lesz majd az adatelemzésnél. Ehhez olyan adatbázist hoztam létre, ami tartalmazza a fényesebb csillagok Blaeu-térképbeli helyeiket, illetve egy korunkbeli csillagkatalógusban meghatározott helyeiket. A már említett *Bright Star Catalogue* adatait használom fel.

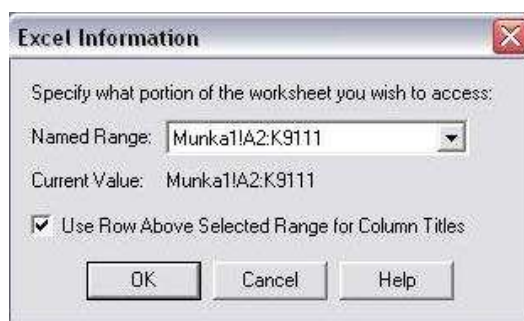
Először betöltöm a georeferált képeimet, majd egy *Workspace*-t hozok létre belőlük, hogy legközelebb már ezt megnyitva, egyszerre jelenjen meg a több képből álló

térképészletem. A *Bright Star Catalogue*-beli adatokat Excel-táblázatban tárolom. A több mint kilencezer csillag közül csak a legfényesebbeket használom fel a könnyebb elemzés érdekében. A sort - saját meg gondolásom alapján - a négyes magnitúdóval rendelkező csillagok zárják, ami ez esetben körülbelül 500 objektumot jelent. Ennyi elegendő ahhoz, hogy értelmes eredményeket kapjak az adatfeldolgozás után. Első lépésben az Excel-táblázatomban szereplő csillagokat és adataikat a *File / Open* menüpontból hívom elő (3.2.1. ábra).

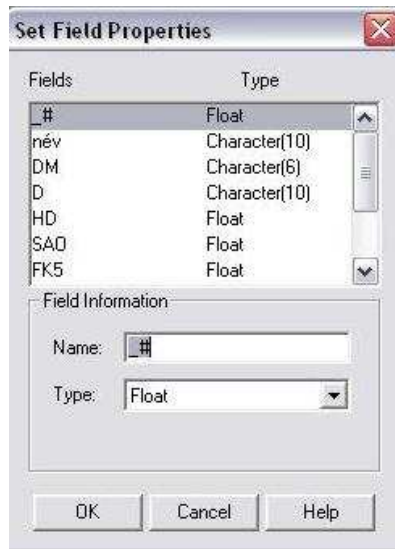


3.2.1. ábra: a file megnyitása

Az ekkor felugró ablakban bejelölöm, hogy használja az Excelben már meglévő fejléct (3.2.2. ábra), így a mezők megkapják a táblázatban szereplő neveket (3.2.3. ábra).

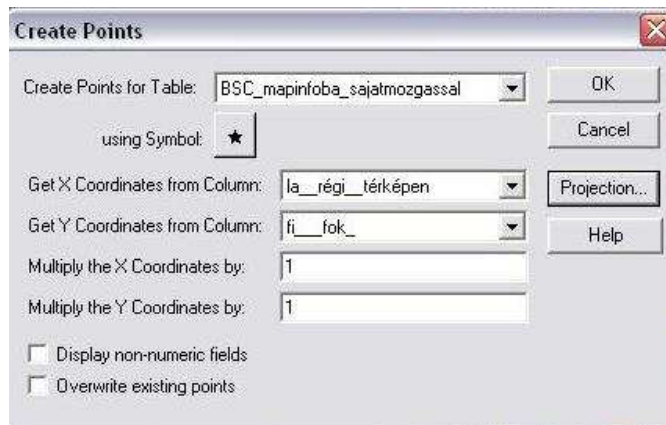


3.2.2. ábra: a meglévő fejléc használata

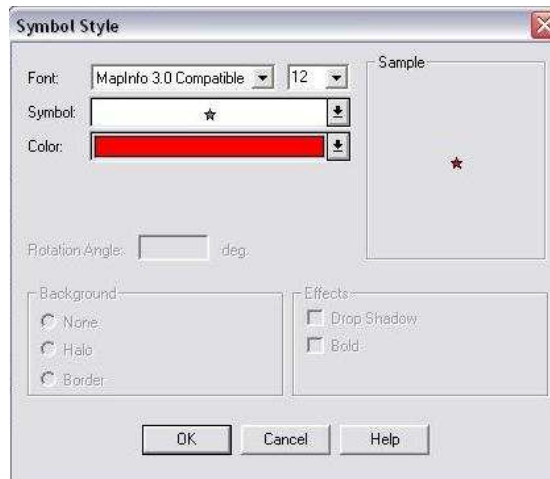


3.2.3. ábra: a mezők tulajdonságai

A *Table / Create Points* menüpontot kiválasztom, és az adataimból pontokat csinállok, azaz megjelenítem térképen a csillagaimat. Kiválasztom, hogy melyik táblából akarok pontokat kreálni (itt csak egy táblát használok), majd megmondom, milyen szimbólumot (3.2.4. ábra) szeretnék hozzájuk rendelni: piros csillagokat (3.2.5. ábra) választok. Megadom az X és Y koordinátákat is, szintén az Excel-táblázatból behívott adatok alapján. A legördülő menüben kiválasztom, hogy melyik mező adatai a megfelelőek: 'la\_\_régi\_\_térképen' lesz az X, és fi\_\_fok\_ az Y koordináta.



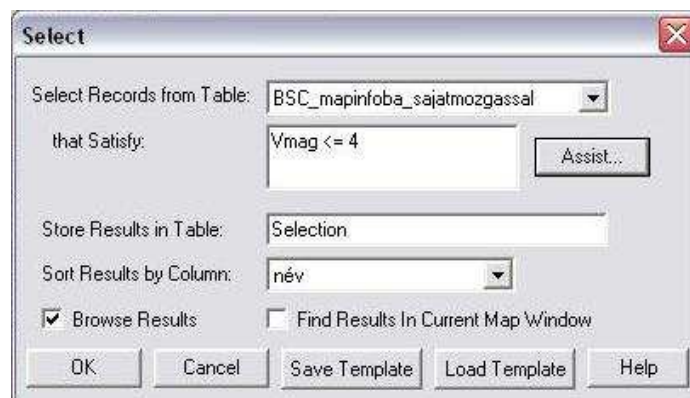
3.2.4. ábra: pontok készítése



3.2.5. ábra: a szimbólum stílusa

A következő lépésben megnyitom az ún. *Browser Window*-t, amit a *Window* menü alatt találok. Ez egy tetszőlegesen alakítható táblázat, amiben megadhatom az oszlopok nevét és az adatok típusát, jelenleg az Excel-táblában alkalmazott fejlécnevek a mezőneveim. Az egyszerűség, átláthatóság kedvéért, néhány számomra fölösleges mezőt kitörlök.

Ahogy azt említettem, csak a legfényesebb (legkisebb magnitúdójú) csillagokat használom fel, ezért szelektálnom kell. A *Query / Select* menüponttal előhívott ablakban (3.2.6. ábra) megadom, hogy melyik táblából szeretnék válogatni, illetve azt, hogy mi alapján.



3.2.6. ábra: válogatás

Ezt a táblázatot elmentem 'BSC\_mapinfoba\_4\_ig' néven, majd az előzőt bezárom, és csak ezt nyitom rá a térképrezletemre.

Ezután megnyitok egy újabb *Browser Window*-t (3.2.7. ábra).



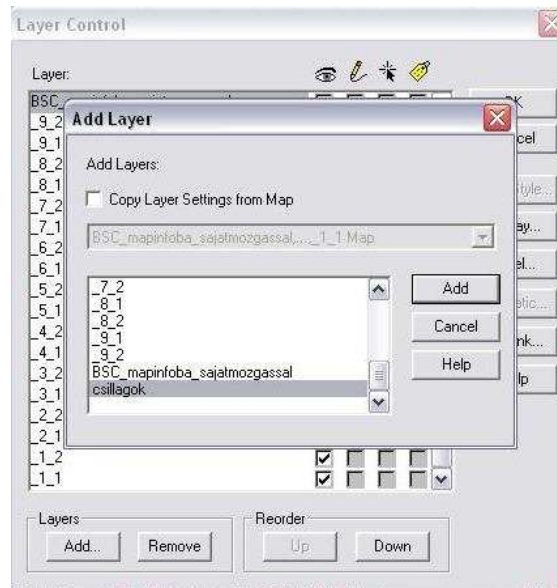
3.2.7. ábra: új Browser megnyitása

Szükségem lesz egy azonosítóra, jelen esetben a csillagnévre, ez áll majd az első oszlopban, karaktertípust adok meg neki, illetve beírom a két választott csillagkatalógusbeli azonosítójukat is (3.2.8. ábra). A katalógusaim a már említett *Bright Star Catalogue* és a *Fifth Fundamental Catalogue*, rövidebb nevén: *FK5*.

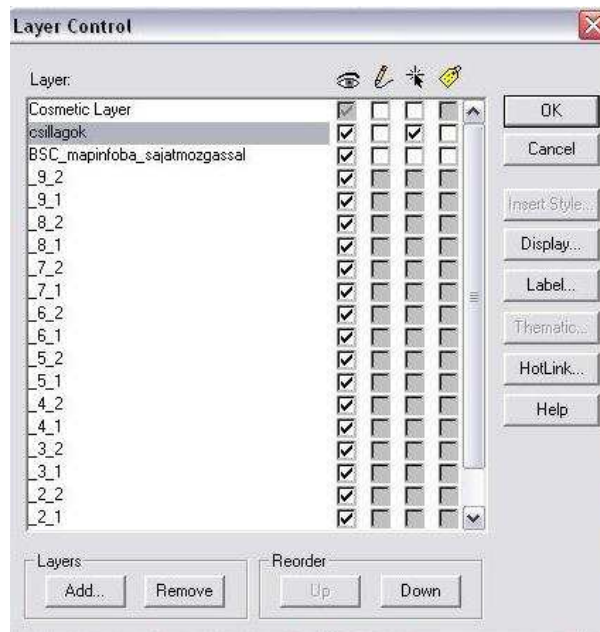


3.2.8. ábra: új táblaszerkezet létrehozása

Az új táblát elmentem, és hozzáadom (3.2.9. ábra) a *Workspace*-hez, így kapok egy új réteget, amit szerkeszthetővé teszek (3.2.10. ábra). A pontok leszúrásakor mindig megjelenik egy új sor, amit kitöltök a fent említett módon.

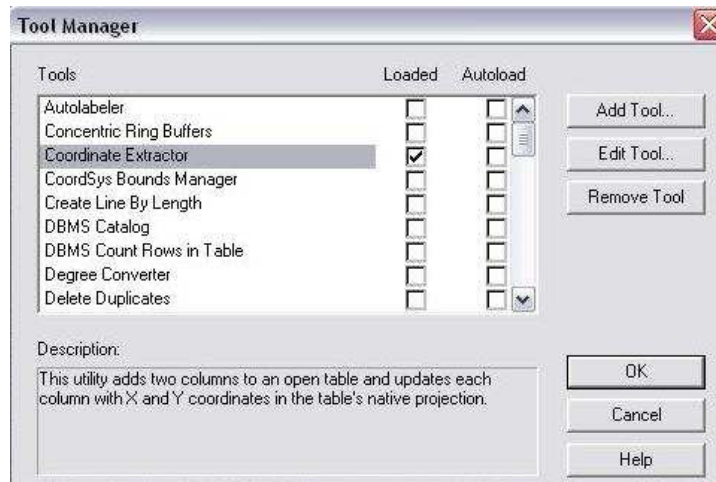


3.2.9. ábra: a réteg hozzáadása



3.2.10. ábra: a réteg láthatóvá és szerkeszthetővé tétele

A továbbiakban ezen a rétegen dolgozom. A látható csillagok helyére teszek egy-egy jelet (sárga csillagot), és a hozzájuk legközelebb lévő piros csillaggal jelölt objektum „infó gombbal” előhívott adatai közül beírom a nevet és az azonosítókat. Ha készen vagyok, hozzájuk rendelem a koordinátaikat. A *Tool Manager*ből előhívom az úgynevezett *Coordinate Extractor*t (3.2.11. ábra), majd a *Tools* menüben most már megjelenő menüpontra kattintva (3.2.12. ábra), elvégeztetem a programmal a koordinátáknak az általam bejelölt csillagokhoz való hozzárendelését (3.2.13. ábra).



3.2.11. ábra: Tool Manager



3.2.12. ábra: Coordinate Extractor



3.2.13. ábra: művelet a Coordinate Extractorral

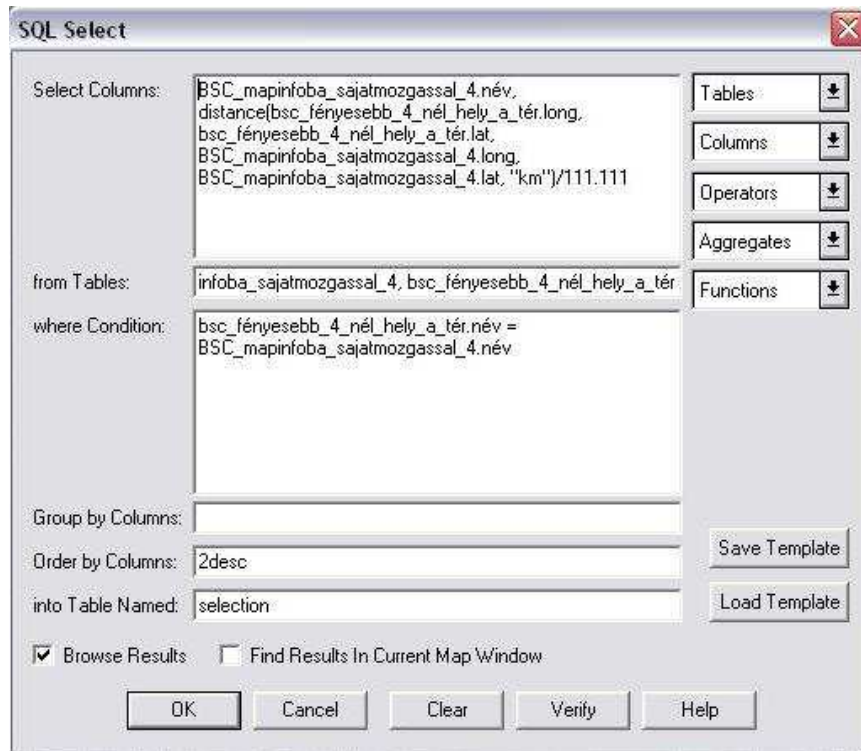
Az így módosított Browser Window így fog kinézni (3.2.14. ábra):



	Név	bsc_ben	fk5_ben	long	lat
<input type="checkbox"/>	5Alp Cep		803	6,72701	69,0782
<input type="checkbox"/>	21Zet Cep		836	8,26307	61,2032
<input type="checkbox"/>	35Gam Cep		893	54,2583	64,6864
<input type="checkbox"/>	1Alp UMi		907	82,8809	66,0494
<input type="checkbox"/>	11Bet Cas		2	29,465	51,4893
<input type="checkbox"/>	27Gam Cas		32	38,4866	48,9148
<input type="checkbox"/>	18Alp Cas		21	32,2883	46,6648
<input type="checkbox"/>	37Del Cas		48	42,3484	46,4701
<input type="checkbox"/>	45Eps Cas		63	49,1417	47,6924
<input type="checkbox"/>	88Gam Peg		7	3,60622	12,4821
<input type="checkbox"/>	57Gam1And		73	38,6516	27,8075
<input type="checkbox"/>	43Bet And		42	24,7703	26,0876
<input type="checkbox"/>	31Del And		20	16,2462	24,346
<input type="checkbox"/>	21Alp And		1	7,66812	25,7414
<input type="checkbox"/>	6Bet Ari		66	28,5239	8,57434
<input type="checkbox"/>	13Alp Ari		74	32,1044	9,93732
<input type="checkbox"/>	86Gam Cet		0	33,7595	-11,9894
<input type="checkbox"/>	92Alp Cet		107	38,7408	-12,6709
<input type="checkbox"/>	31Eta Cet		40	6,1564	-16,9139
<input type="checkbox"/>	34Gam Eri		149	48,2885	-33,3315
<input type="checkbox"/>	The1Eri		106	26,47	-53,5166
<input type="checkbox"/>	5Mu Lep		1 144	69,8474	-39,0214
<input type="checkbox"/>	2Eps Lep		186	66,2993	-44,9493
<input type="checkbox"/>	11Alp Lep		207	75,8401	-41,0767
<input type="checkbox"/>	9Bet Lep		204	74,0445	-43,8892
<input type="checkbox"/>	13Alp Aur		193	76,143	23,0267
<input type="checkbox"/>	34Bet Aur		227	84,5589	21,7719
<input type="checkbox"/>	7Eps Aur		183	73,1142	20,9714
<input type="checkbox"/>	10Eta Aur		185	73,9093	18,2022
<input type="checkbox"/>	37The Aur		0	83,9585	13,7184
<input type="checkbox"/>	3lot Aur		181	71,0575	10,3799
<input type="checkbox"/>	112Bet Tau		202	76,8759	5,3255

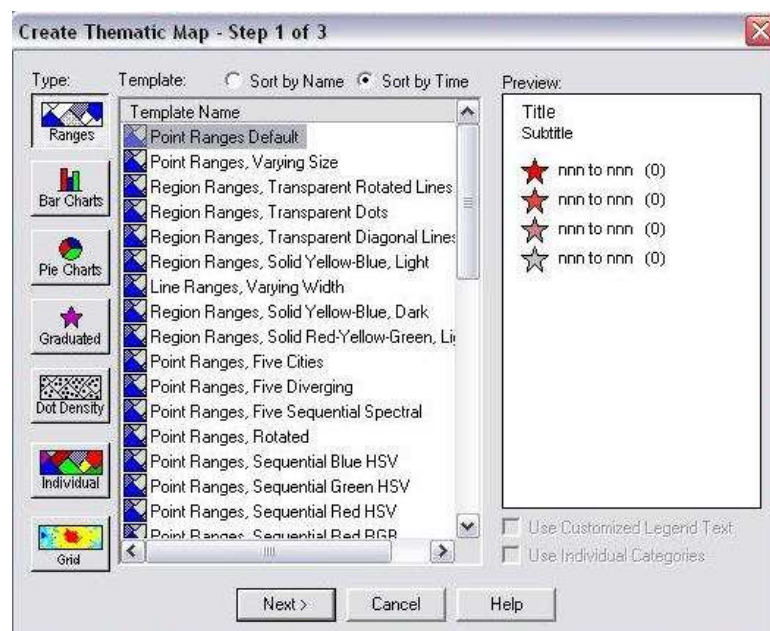
3.2.14. ábra: a módosított Browser Window (részlet)

Most készítek egy lekérdezést. *Query* menüben az *SQL Select* menüpontra kattintva felugró ablakban kiválasztom a táblát, amiből dolgozok, a függvényt, amivel kiszámolom a két rétegen lévő csillagok távolságát (km/111,111) (3.2.15. ábra).



3.2.15. ábra: SQL Select

A kapott értékekből készítek egy tematikus térképet aszerint, hogy mekkora a csillag térképi, és az imént kiszámolt helye közti távolság. Ezt a *Map / Create Thematic map* menüpont alatt tudom kivitelezni. Kiválasztom a térképem típusát *Type / Ranges*. Itt a *Point Ranges Default*ot választom (3.2.16. ábra).



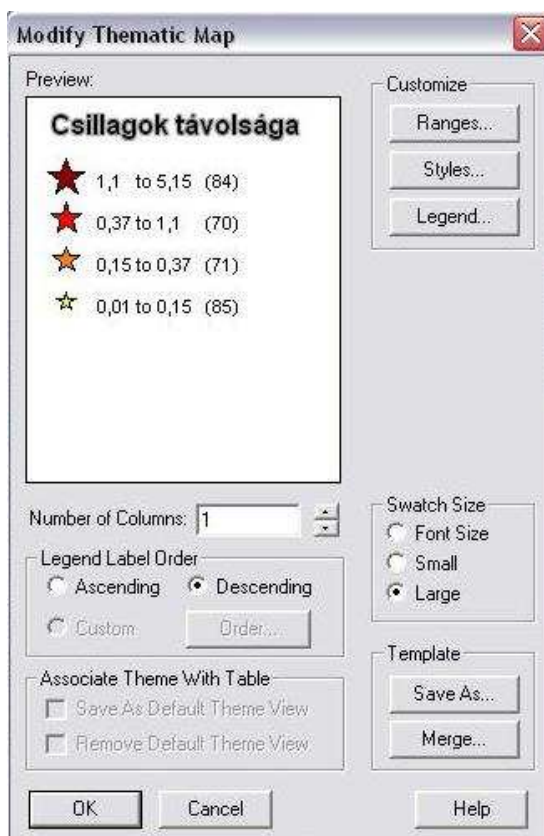
3.2.16. ábra: a térképtípus kiválasztása

Második lépésben megadom, hogy milyen adatok alapján készítem el a tematikus térképemet. Jelen esetben az előbbi lekérdezés során létrehozott 'Distance(long, lat, Long, Lat)' nevű mező adatait használom fel. (3.2.17. ábra)



3.2.17. ábra: a mező kiválasztása

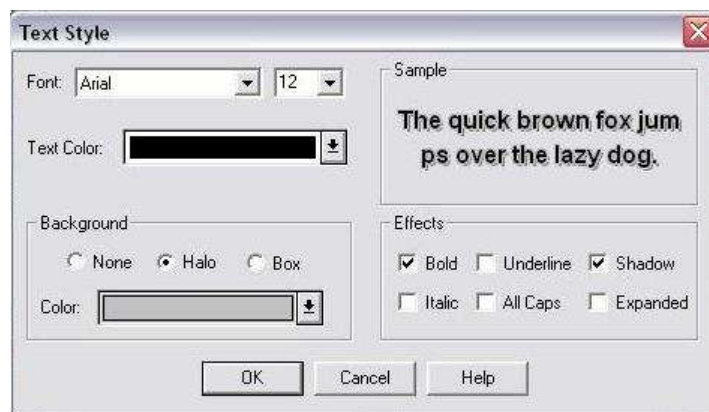
Az utolsó lépésben megadom a pontok színét, méreteit, a jelmagyarázat feliratait, a címét és a pontokhoz tartozó magyarázatot. A bordó csillag jelöli a legnagyobb távolságot: 1,1° - 5,15°, a piros csillaggal jelölt eltérés 0,37° - 1,1°-ot jelent, a narancsszínű 0,15° - 0,37°, a sárga pedig a 0,15°-tól kisebb hibát mutatja. (3.2.18-20. ábra)



3.2.18. ábra: a tematikus térkép beállításai

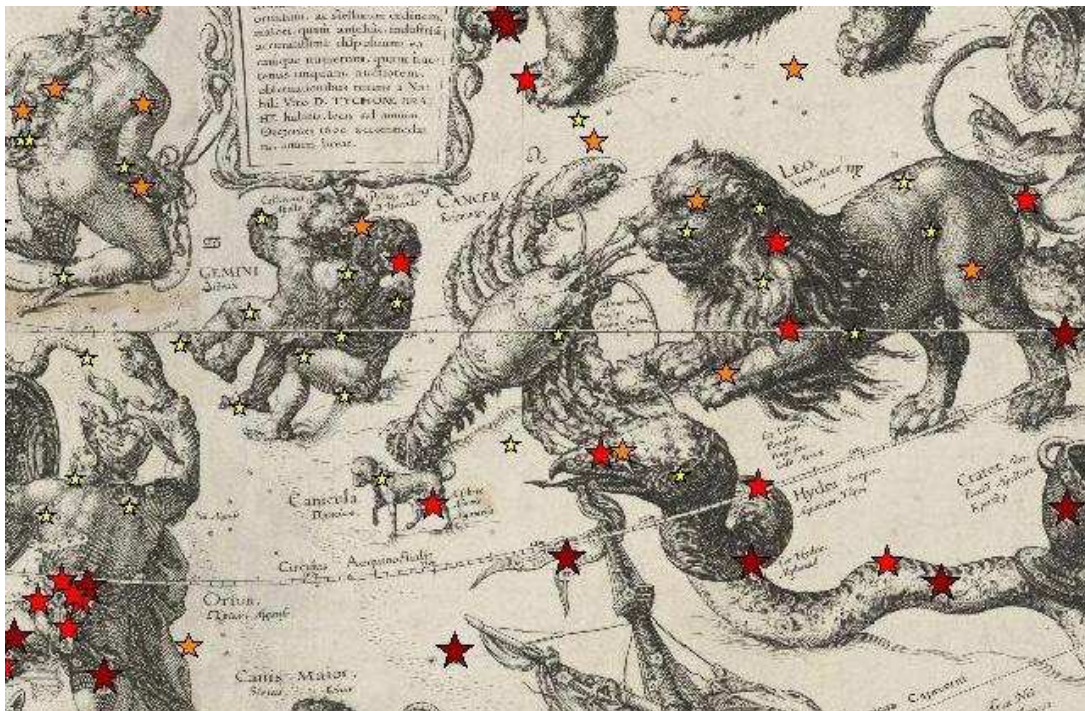


3.2.19. ábra: a szimbólum formázása



3.2.20. ábra: a szöveg formázása

Végül megjelenik az elkészült tematikus térkép a jelmagyarázattal együtt (3.2.21-22. ábra).



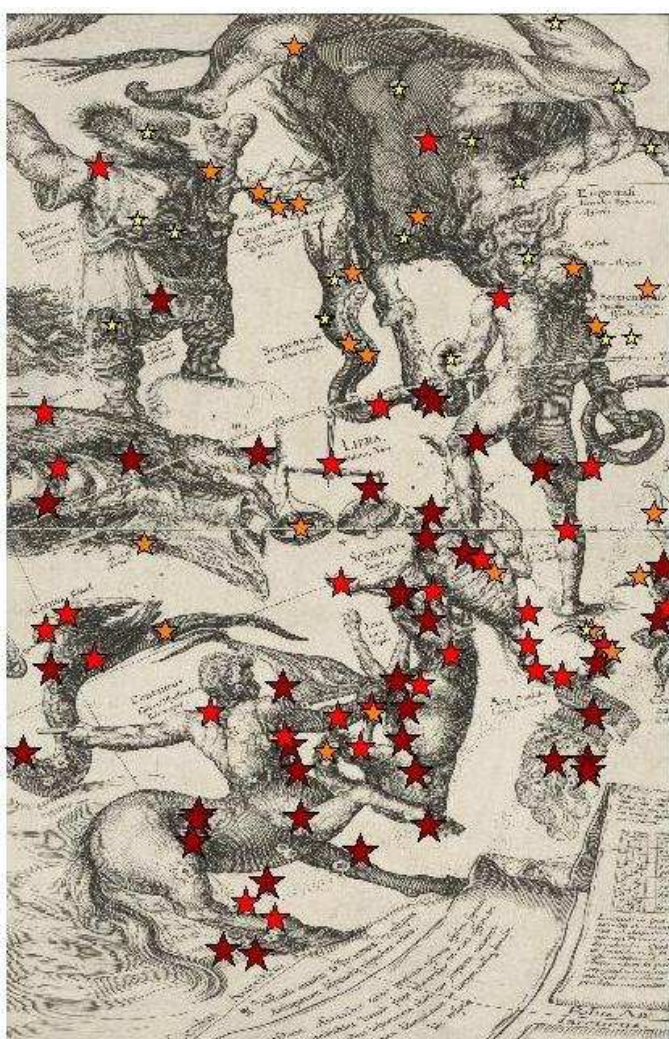
3.2.21. ábra: részlet a tematikus térképből



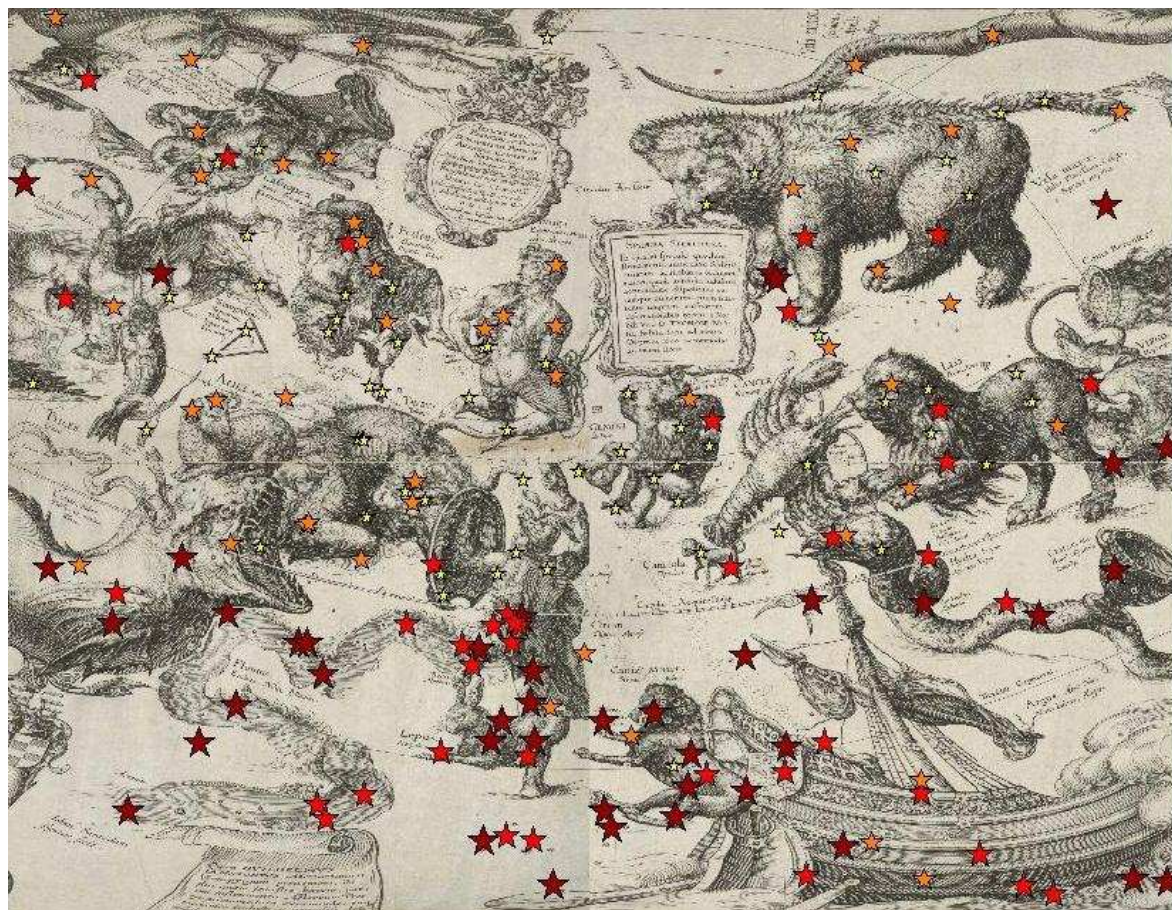
3.2.22. ábra: a jelmagyarázat

## IV. Eredmények

Dolgozatom végéhez közeledve rátérek az eddig feldolgozott adatok elemzésére. Az alábbi ábrákon láthatjuk, hogy háromszáztíz csillag került feldolgozásra. Ezek közül nyolcvanöt csillagpár (azaz egy csillagnak a térképi, és a katalógusadatokból számított helye) között igen kicsi, maximum  $0,15^\circ$  a távolság, hetvenegy csillagpár között  $0,15^\circ - 0,37^\circ$ , hetven pár között  $0,37^\circ - 1,1^\circ$  és nyolcvannégy között  $1,1^\circ - 5,15^\circ$  a távolság. A készített tematikus térképet vizsgálva kiderül, hogy általában az északi féltekén kisebb a távolság, azaz a gömbrészletnek azon a felén pontosabb a térkép, mint a déli félgömbön. (4.1-2. ábra)



4.1. ábra: áttekintő térkép (első részlet)



4.2. ábra: áttekintő térkép (második részlet)

Megfigyelhetjük azt is, hogy az egyes csillagképekben vagy igen nagy ( $1,1^\circ - 5,15^\circ$ ) az eltérés a csillagpárok között, vagy egész kicsi ( $0,15^\circ$ ). Az alábbi kép jó példa az első variációra. A *Corvus* (Holló), *Centaurus* (Kentaur), *Libra* (Mérleg), *Scorpius* (Skorpió), *Ara* (Oltár), *Lupus* (Farkas) csillagképek csillagai nem voltak egész pontosan a helyükre rajzolva. (4.3. ábra)

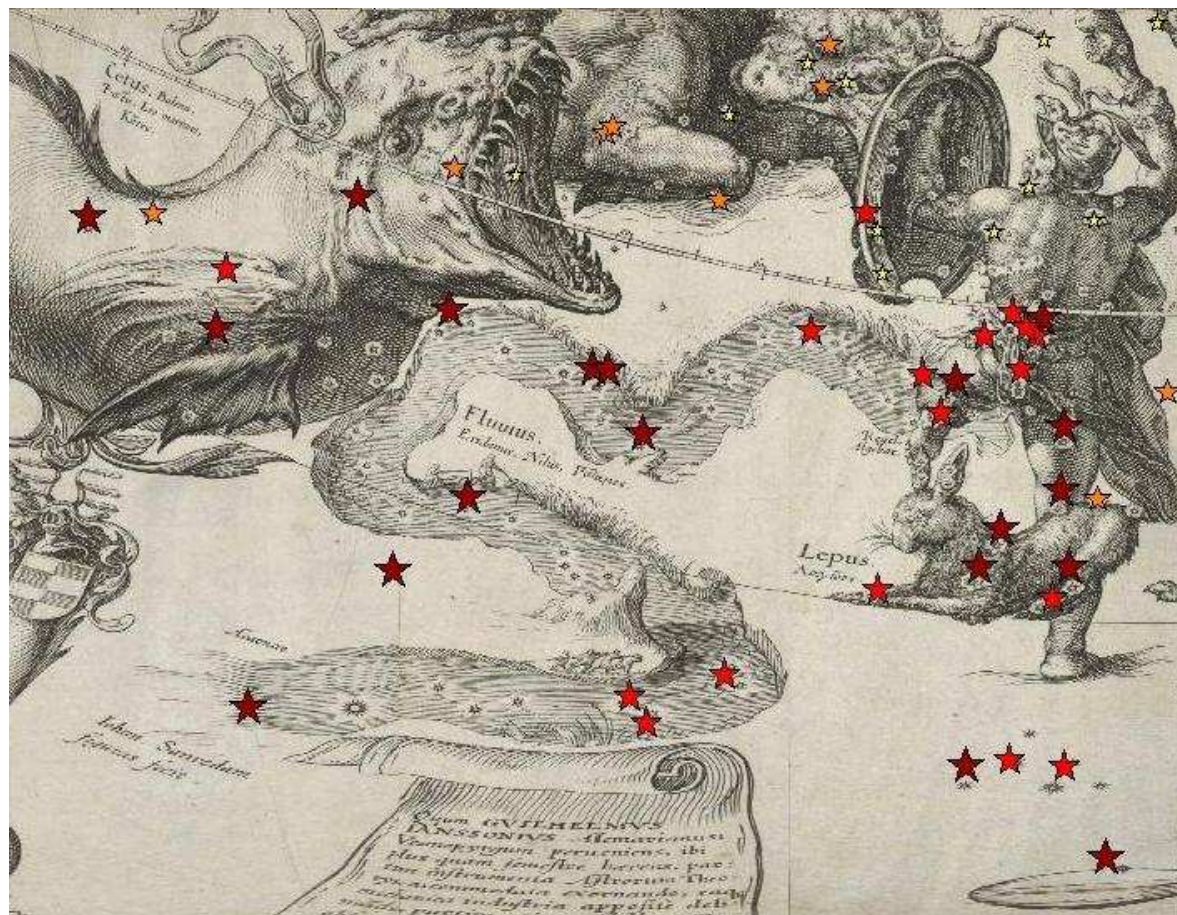






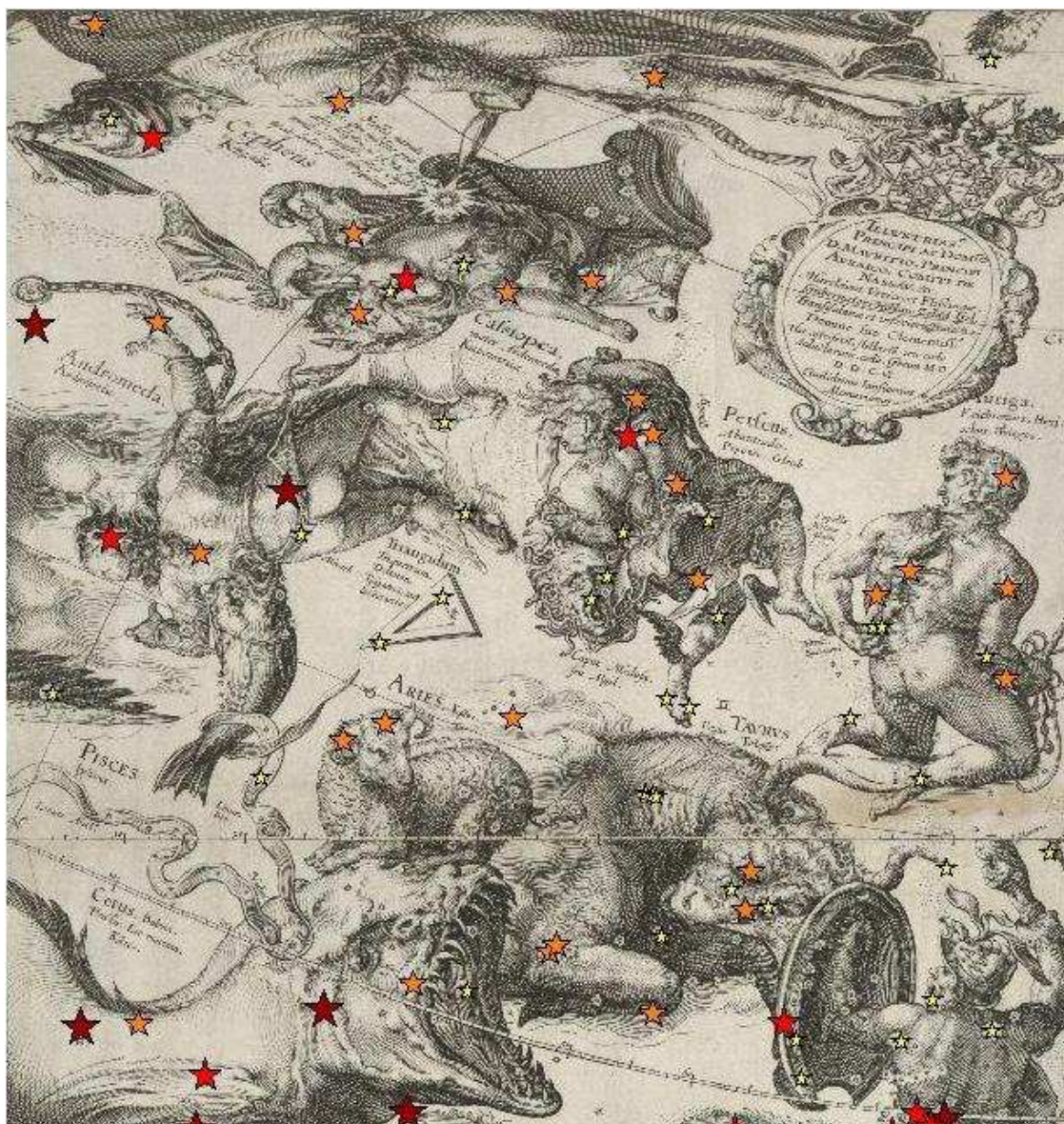
4.4. ábra: a tematikus térkép részlete

A következő képen többek között látható a *Cetus* (Cet), *Eridanus* (Eridánusz), *Lepus* (Nyúl), *Orion* (Orion) csillagkép. Az ezeket alkotó csillagok „régí” és mai adatokból számolt koordinátáik közti eltérés igen nagy. Csak az *Orion* és a *Cetus* képekben találhatunk néhány csillagot, ahol minimális a különbség, amelyek pedig, mint már azt említettem, az egyenlítőtől északra találhatók. (4.5. ábra)



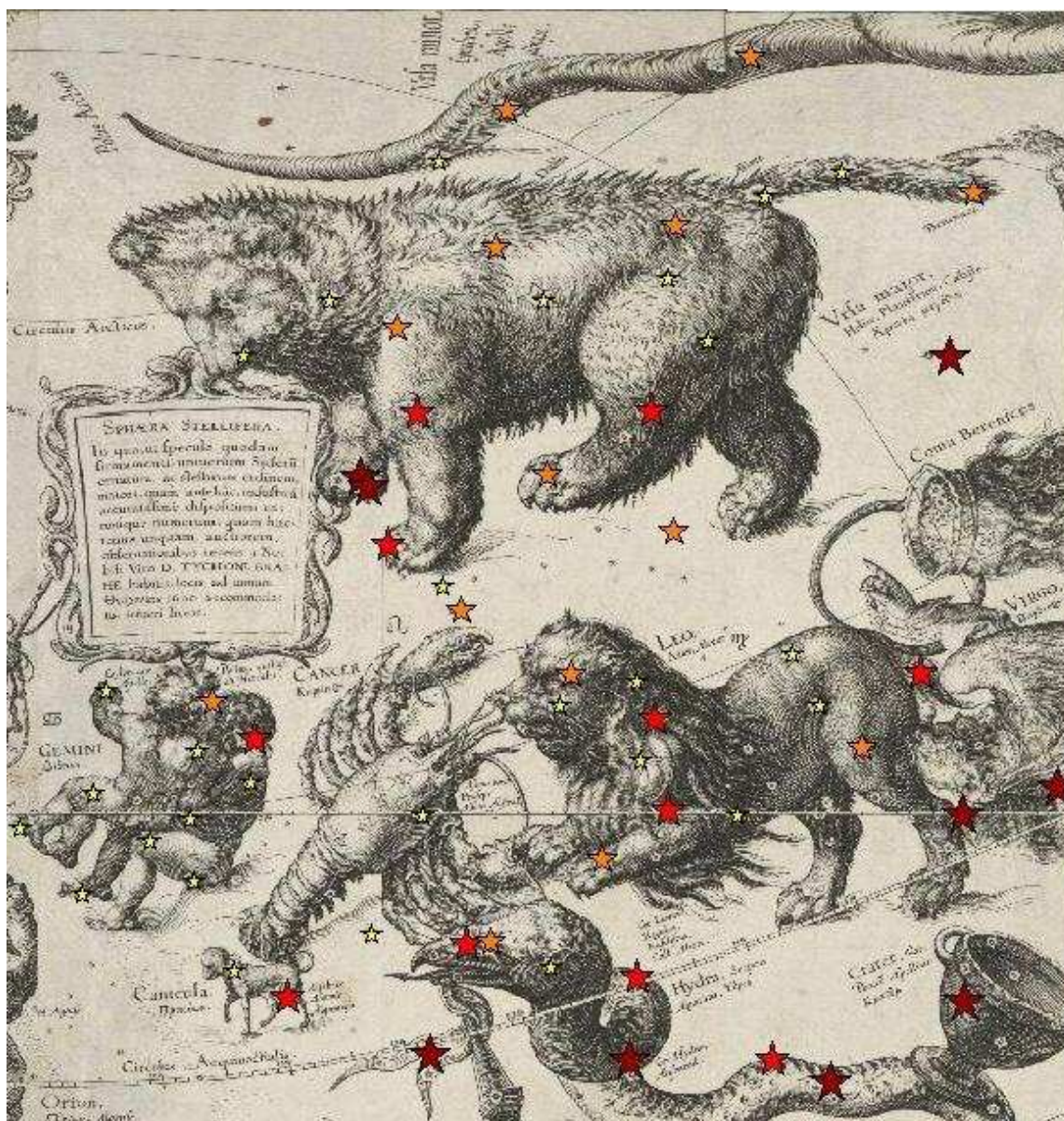
4.5. ábra: a tematikus térkép részlete

Az alábbi térképrészleten található a *Cepheus* (Kefeusz) egy része, egyes csillagokat pontosan szerkesztett meg Blaeu, másokat pedig kevésbé. Alatta a *Cassiopeia* (Kassziopéia) nevű képnél ugyanezt a tapasztalom. A legnagyobb pontatlanság a *24Eta Cas* névvel jelölt objektumnál van,  $0,79^\circ$ . Fele-fele arányban jelentkeznek a hiba az *Andromédánál* (Androméda), a szinte teljesen jól meghatározott koordinátájú csillagokból álló képek közé pedig a *Perseus* (Perzeusz), *Auriga* (Szekeres), *Aries* (Kos), *Taurus* (Bika) csillagképek tartoznak. (4.6. ábra)



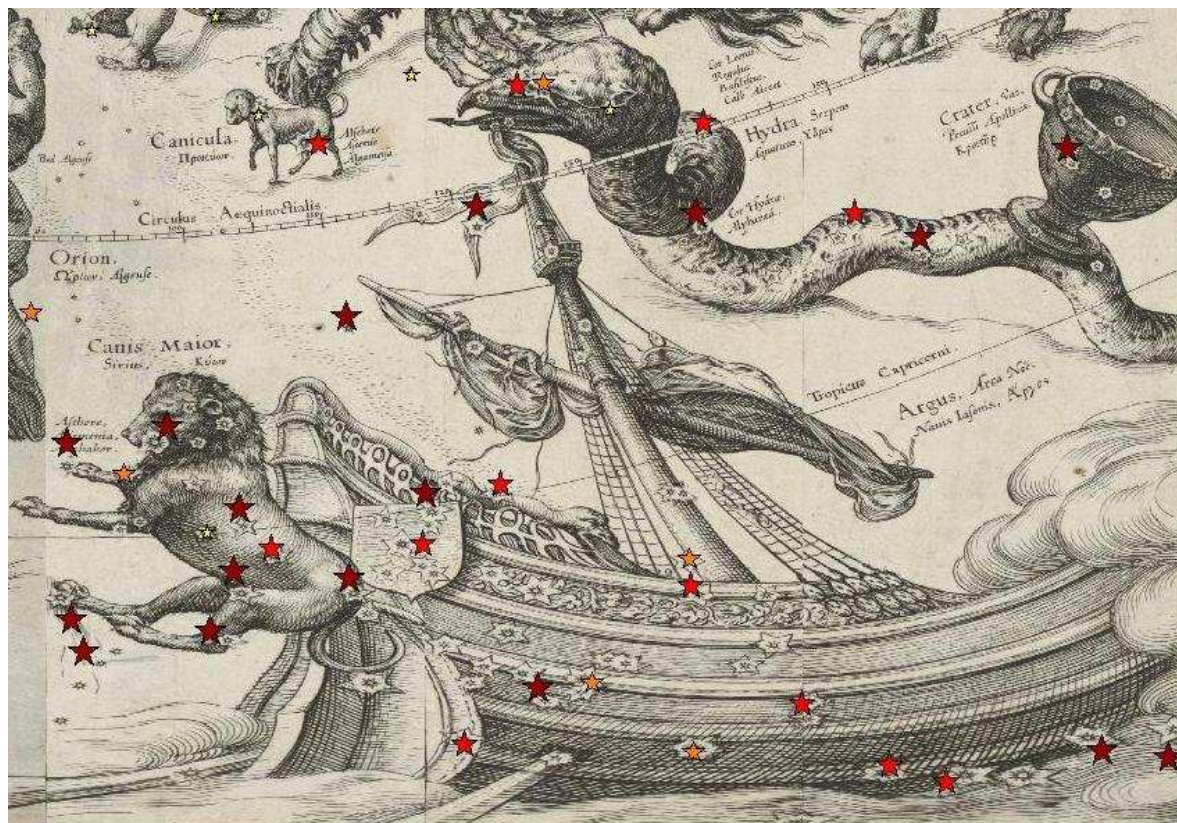
4.6. ábra: a tematikus térkép részlete

Az alábbi ábrán található az *Ursa Minor* (Kis Medve) egy helyesen ábrázolt része, és az *Ursa Maior* (Nagy Medve), aminek körülbelül a felét jól, másik felét viszont nagyobb hibákkal ábrázolták. Nem úgy, mint a *Gemini* (Ikrek) csillagképet, ahol - számításaim szerint - az egyetlen nagyobb pontatlanság a *78Bet Gem* nevű csillagnál található, itt  $0,87^\circ$ -os a hiba, a többi objektumnál ennél kevesebb. A *Cancer* (Rák), *Leo* (Oroszlán), a *Virgo* (Szűz) és *Capricornus* (Bak) csillagképet figyelve már vegyesebb képet látunk. Ezeknél sokkal nehezebb megállapítani az eltérések okát. (4.7. ábra)



4.7. ábra: a tematikus térkép részlete

Alább a *Hydra* (Északi Vízikígyó), a *Crater* (Serleg), a *Canis Maior* (Nagy Kutya) képeknél látjuk, hogy ezeknél a déli féltekén található csillagképeknél nagy hibával dolgozott Blaeu az 1600-as években. Nagyobb eltérések egy - a déli pólusnál található - hajó alakú csillagképnél figyelhetők meg. (A csillagkép három részből tevődik össze: *Carina* /Hajógerinc/, *Puppis* /Hajófara/, *Vela* /Vitorla/). A legnagyobb eltérés ezek közül  $2,07^\circ$ . (4.8. ábra) (MCSE, 2009)

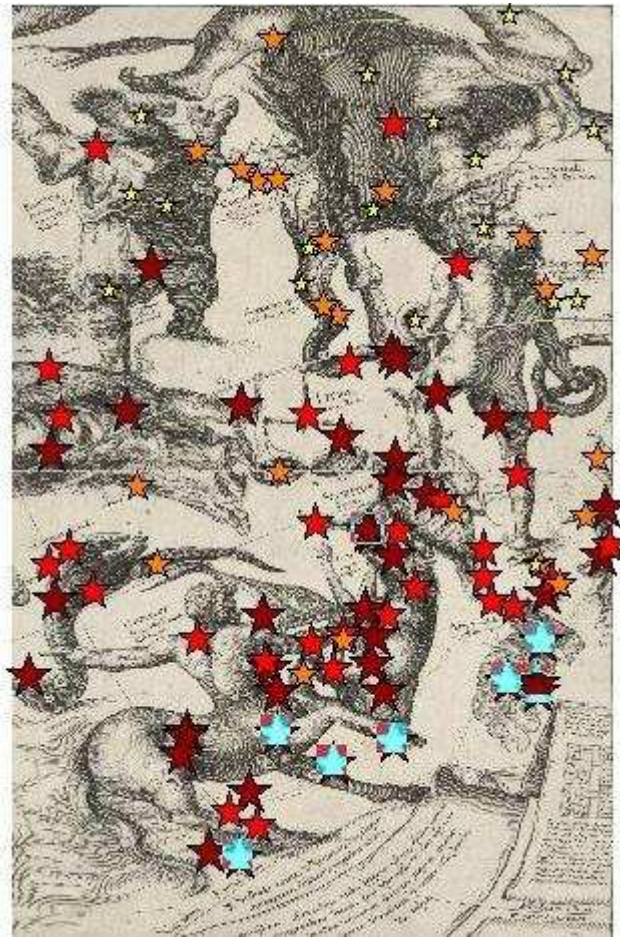


4.8. ábra: a tematikus térkép részlete

A következő képeken a legpontosatlanabban ábrázolt csillagok vannak kijelölve, illetve táblázatban is láthatjuk őket úgy, hogy az első helyen a legnagyobb hibával, utolsó helyen pedig (ezek közül) a legkisebbel ábrázolt csillag foglal helyet. (4.9-11. ábra)



4.9. ábra: a tematikus térkép részlete



4.10. ábra: a tematikus térkép részlete

név	Distance(long, lat, Long, L:
68Omi Cet	5,14072
The1Eri	4,93205
Alp For	4,3479
Zet Ara	3,69478
40Tau Lib	3,24426
Bet Ara	3,04044
Gam Ara	2,75651
Bet Cen	2,6799
Lam Mus	2,61533
1Omi And	2,51648
Alp1Cen	2,51248
Alp Ara	2,4577
52Tau Cet	2,40854
39Ups Lib	2,22733
3803	2,07943
Eps Cen	2,04699

4.11. ábra: a legnagyobb hibák

---

Az eddig bemutatott eltérések okait nehéz megállapítani. Elképzelhető, hogy a térkép megrendelőjének volt olyan igénye, ami miatt egyes csillagképeket el kellett tolni, forgatni, vagy a kép egyes csillagait máshová kellett rajzolni. Lehetett esztétikai oka is, jobban nézett ki úgy, mintha az eredeti helyére rakta volna a csillagot a készítő. Valószínű, hogy a legtöbb hiba annak köszönhető, hogy Blaeunak nem voltak pontos adatai a koordinátákat illetően. Emellett szerepet játszik még az is, hogy a csillagok bejelölésekor én sem teljesen pontosan jelöltem őket, aminek pedig az az oka, hogy nagyításkor pixelesedik a kép, és a pontok nehezen kivehetővé válnak. Általánosságban viszont elmondható, hogy a legkevesebb hibával az északi féltekén ábrázolta Blaeu a csillagokat, míg a déli félgömbre esik az eltérések nagy százaléka.



## V. Összegzés

Munkám során egy olyan módszert próbáltam kidolgozni és a dolgozatomban bemutatni, aminek a segítségével könnyen vizsgálhatjuk a régi csillagtérképek pontosságát, egyszerűbbé válhat pontossági elemzésük a mai, valószínűleg helyesebb adatok felhasználásával. A módszert egy közel 400 éves éggömb csillagtérképének elemzésével szemléltettem. A mai hiteles adatokból való 400 évvel ezelőtti koordináták kiszámítása volt az első probléma, amit megoldottam munkám során. Ezt követően a MapInfo segítségével dolgoztam fel és jelenítettem meg az adatokat.

Igyekeztem különböző tendenciákat megfigyelni az egész térképen, illetve csillagképekre lebontva egyaránt a hibák elterjedését és nagyságát illetően. Számos oka lehet, miért ábrázolták olykor olyan pontatlanul ezeket a fényes objektumokat, de ennyi év távlatában csak találgatunk, mi a valódi ok.

Bár a dolgozatban csak egy konkrét térképet vizsgáltam, a módszer természetesen alkalmas más csillagtérképek elemzésére is.

## **VI. Melléklet**

A dolgozatomhoz tartozik egy CD melléklet, ami a MapInfoban készített térképeket tartalmazza.

## **VII. Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Gede Mátyásnak, hogy vállalta szakdolgozatom témavezetését, és munkájával sokban hozzájárult elkészítéséhez. Köszönöm türelmét és értékes tanácsait.

## VIII. Felhasznált irodalom

### Könyvek:

**Gábris Gyula, Marik Miklós, Szabó József, 1998:** Csillagászati földrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998

**Herrmann, J., 1992:** Csillagászat SH Atlasz. Springer Hungarica, Budapest, 1992

**Klepešta, J., 1975:** Csillagképek atlasza. Gondolat, Budapest, 1975

**Klinghammer István, 1998:** A föld- és éggömbök története. Eötvös Kiadó, Budapest, 1998

**Klinghammer István, Papp-Váry Ádám, 1983:** Földünk tükre a térkép. Gondolat, Budapest, 1983

**Čeman, R., Pittich, E., 2007:** A Világegyetem 2. Csillagok – Galaxisok. Slovart – Print, Pozsony, 2007

### Internetes hivatkozások:

**ELTE, Csillagászati Tanszék, 2000:**

[http://astro.elte.hu/icsip/tajekozodas\\_az\\_egen/](http://astro.elte.hu/icsip/tajekozodas_az_egen/)

<http://astro.elte.hu/astro/hun/oktatas/jegyzetek/CsillelemeiJegyzet/node76.html#SECTION00821500000000000000>

**Kaler, J. B., 2008:** The Constellation:

<http://stars.astro.illinois.edu/sow/const.html>

**Kaler, J. B., 2010:** Stars:

<http://stars.astro.illinois.edu/sow/sowlist.html>

**Linda Hall Library, 2010:** Johann Bayer, Uranometria, 1603:

<http://www.lindahall.org/services/digital/ebooks/bayer/>

**Lodriguss, J., 2010:** Constellation Images:

<http://www.astropix.com/HTML/WIDE/CONSTOC.HTM>

**MCSE, 2009:** Jelenségnaptár:

*<http://evkonyv.mcse.hu/jelenseg/csillagkep.html>*

**BSC, 2007:** The Bright Star Catalogue:

*<ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/cats/V/50>*

**Fallenbüchl Zoltán, 1978:** A Blaeu-térképpofficina atlaszkiadásai és magyar vonatkozásai. Az Országos Széchényi Könyvtár Évkönyve.

*<http://epa.oszk.hu/01400/01464/00015/pdf/343-405.pdf>*

**Vaskúti György, 2006:** Égi koordináták részleteiről

*<http://porrima.bacska.eu/cikkek/honlap/koord.htm>*

*Az internetes hivatkozások utolsó ellenőrzése: 2010. május 10.*

# NYILATKOZAT

**Név:** Restás-Göndör Adrienn

**ELTE Természettudományi Kar, szak:** Földtudományi BSc

**ETR azonosító:** REAPAAAT.ELTE

**Szakedolgozat címe:**

Régi csillagtérképek pontossági analízise

A **szakedolgozat** szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket a megfelelő idézés nélkül nem használtam fel.

Budapest, 2010. május 11.

---

*a hallgató aláírása*