

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

Spontán folyamat-e a csillagkeletkezés?

Készítette: Kiss Zoltán Tamás

ELTE TTK Fizika Doktori Iskola
Doktori iskola vezetője: dr. Horváth Zsolt

Részecskefizika és csillagászat doktori program
Programvezető: dr. Csikor Ferenc

Témavezető:

dr. Tóth L. Viktor PhD, egyetemi adjunktus
ELTE TTK Csillagászati Tanszék

ELTE TTK Csillagászati Tanszék

2008

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	5
2	A klasszikus T Taurik nagy léptékű eloszlása	17
2.1.	Kiinduló adatok és adatfeldolgozás	18
2.1.1.	Klasszikus T Tauri jelöltek	18
2.1.2.	Halmazok	22
2.1.3.	Porhéjak	26
2.2.	Eredmények	28
2.2.1.	A klasszikus T Taurik mintája	28
2.2.2.	Halmazdefiníciók összevetése	28
2.2.3.	A halmazminta	30
2.2.4.	Klasszikus T Taurik és porhéjak	32
2.3.	Következtetések	46
3	Sötét felhők vizsgálata a Cepheusban	49
3.1.	Kiinduló adatok és adatfeldolgozás	51
3.1.1.	Extinkciótérképezés	51
3.1.2.	Felhődefiníció	57
3.1.3.	A felhők morfológiai elemzése	58
3.1.4.	Távoli infravörös adatok	60
3.1.5.	A felhők távolsága, tömegbecslés	62

3.1.6.	Fiatal csillagok mintája	63
3.2.	Eredmények	66
3.2.1.	Az A_V^{USNO} és az A_V^{2MASS} összehasonlítása	66
3.2.2.	A terület átfogó leírása, felhőkomplexumok	68
3.2.3.	A felhőminta átfogó jellemzése	70
3.2.4.	Morfológiai osztályozás	74
3.2.5.	Távoli infravörös tulajdonságok	75
3.2.6.	Tömegmeghatározás	86
3.2.7.	Csillagkeletkezési hatékonyság	87
3.3.	Következtetések	88
3.3.1.	Morfológia	88
3.3.2.	Távoli infravörös színek	89
3.3.3.	Tömegfüggvény	91
3.3.4.	Felhő-komplexum tömegarány	93
3.3.5.	Csillagkeletkezés	94
4	Összegzés és perspektívák	97
4.1.	Összegzés	97
4.2.	Perspektívák	100
A	CTT-k eloszlása	111
B	Sötét felhők	115

1. fejezet

Bevezetés

A csillagok a jelenlegi Univerzum alapvető jelentőségű építőkövei. A galaxisok tömegének nagy része csillagokban összpontosul. A csillagközi gáz csillagokká alakításával a csillagkeletkezés meghatározója a galaxisok szerkezetének és fejlődésének. Az univerzum korai fejlődése során kialakult kémiai összetételét a csillagok belsejében zajló folyamatok alakítják. A csillagok keletkezésével szorosan összefügg a bolygórendszerek keletkezése, mely a csillagkeletkezés folyamatának utolsó szakaszában mehet végbe. Ha a körülmények lehetővé teszik stabil bolygórendszer létrejöttét, az a csillag fősorozatra kelüléséig lezajlik.

A csillagfejlődési elméletek szerint a nagy tömegű csillagok élettartama viszonylag rövid, $10 M_{\odot}$ esetén $\tau \approx 3 \times 10^6$ év. Az ilyen csillagok létezése azt mutatja, hogy a Galaxis csillagai nem alakulhattak ki egy időben, hanem folyamatosan keletkeznek. Számos megfigyelést végeztek a csillagközi anyag olyan csomósodásairól, melyek spektrális jellemzőik alapján összehúzódás állapotában vannak, belsejükben gyakran kompakt objektumok figyelhetők meg, melyek sugárzása csak a látható fényénél hosszabb, infravörös és rádióhullámhosszakon észlelhető, környezetükből bipoláris kifújások formájában anyag távozik. További megfigyelések szerint

csillagközi felhőkben illetve azok közvetlen környezetében vannak olyan kompakt, csillagszerű objektumok, amelyek ugyancsak bipoláris anyagkidobódást mutatnak, sugárzásukban pedig a fősorozati csillagokhoz képest többlet infravörös sugárzás mérhető, ami a csillag közvetlen környezetében elhelyezkedő ún. cirkumsztelláris anyag jelenlétére utal. Ennek behullása a csillag felszínére gyakran megfigyelhető röntgen emissziót produkál. Mindezek arra utalnak, hogy a csillagok a csillagközi anyag összesűrűsödése során keletkeznek, és keletkezésük különböző fázisainak megnyilvánulásaként értelmezhetőek a fenti megfigyelések.

Mivel a szakirodalombeli szóhasználat nem egységes, fontos szólni arról, hogy a csillagközi anyag különböző léptékű egységeire használt kifejezések a szerkezeti hierarchia mely szintjeit jelölik. A $10^5 M_\odot$ nagyságrendbe eső tömegű és 100 cm^{-3} átlagsűrűségű képződményekre óriás molekulafelhőként (GMC) hivatkoznak. A felhő elnevezés a GMC-k belsejében vagy néhány esetben rajtuk kívül elhelyezkedő $100 M_\odot$ nagyságrendű 1000 cm^{-3} közepes sűrűségű 1 pc méretskálájú képződményekre használatos. A felhőmag kifejezést felhők belsejében levő $10 M_\odot$ körüli méretig terjedő tömeg, néhány tized pc méret, valamint 10^4 cm^{-3} fölötti sűrűség esetében használják. Az ilyen tulajdonságokkal rendelkező de felhőkön kívül, különállóan elhelyezkedő objektumokat globulákként említik a szakirodalomban.

A Tejútrendszerben a csillagok nagy tömeghányada óriás molekulafelhőkben (GMC) keletkezik. Ezekben a keletkező csillagok tömegének egy része nagy tömegű csillagokat alkot, emellett jelentős számban kis tömegű csillagok is keletkeznek. Az óriás molekulafelhőkön kívül elhelyezkedő felhőkben is jelentős csillagtömeg keletkezik. Ezekben azonban nagy tömegű csillagok keletkezése nem jellemző. A keletkező csillagok nagy skálán csoportokban, asszociációkban helyezkednek el. Eloszlásuk kisebb skálákon is mutat csoportosulást nyíthalmazok, hierarchikus többes rendszerek formájában, ugyanakkor általában az egyes csillagok, csillagpárok keletkezése a körülötte

levőktől elkülönülten is megfigyelhető.

A közeli molekulafelhők a Tejútrendszerbeli fényes háttérrel elfedve sötétnek mutatkoznak. Ennek oka a gáz sűrűségével arányos sűrűségű por, ami a közegen áthaladó fény erős intenzitáscsökkenését eredményezi. Ezt két jelenség, az elnyelés és a szórás együttes hatása okozza, melyek összefoglaló neve extinkció. Az extinkció mértékéül a közegen áthaladó fény intenzitásváltozásának nagytudóban mért értéke használatos. Az extinkció mértéke változik a hullámhosszal, a változás a színtöbblettel (excesszus) írható le:

$$E(\lambda - V) = (m_\lambda - V)_m - (m_\lambda - V)_s = A_\lambda - A_V, \quad (1.1)$$

ahol $(m_\lambda - V)_m$ a csillag megfigyelt, $(m_\lambda - V)_s$ pedig valódi, saját λ hullámhosszú és V sávbeli fényességéből képzett színindexe, A_λ és A_V pedig a λ hullámhosszon és V sávban fellépő extinkció. A színtöbblet egy háttérben levő csillag mért és tényleges saját színindexének különbsége, ami a definícióból adódóan egyenlő a két színben okozott extinkció különbségével. Az extinkció hullámhosszfüggésének menete az infravöröstől az ibolyán túli tartományig jól jellemezhető egy paraméterrel, az R szelektív extinkciós együtthatóval, ez a B és V sávokra felírva:

$$R = A_V/E(B - V). \quad (1.2)$$

Az R szelektív extinkciós együttható jellemző értéke a Tejútrendszerben 3,1; ettől azonban helyenként jelentős eltérések mutatkozhatnak, molekulafelhők sűrűbb tartományaiban értéke magasabb, akár az 5-öt is meghaladhatja (Román-Zúñiga és mtsai., 2007). Ennek oka a por fizikai jellemzőinek megváltozása pl. szemcsék összetapadása.

A csillagközi por a tulajdonságait legjobban leíró modell szerint (ld. pl. Siebenmorgen & Kruegel, 1992) három fő komponensből áll: a nagy szemcsék, az apró szemcsék, illetve az óriásmolekulák, mint a policiklikus

aromás szénhidrogének (PAH). Az extinkció jelentős részéért a nagy szemcsék felelősek, folytonos sugárzásuk hőmérsékletüknek megfelelően $\approx 60 \mu\text{m}$ -nél hosszabb hullámhosszakon dominál. Az apró szemcsékkel magyarázható a közép-infravörös sugárzás jelentős része. A PAH komponens produkál számos közép- és közeli infravörös sávot, valamint az ibolyán túli extinkciót.

Az elnyelt sugárzást a nagyobb porszemcsék hőmérsékleti sugárzás formájában bocsátják ki újra, melynek spektrális maximuma az infravörös tartományba esik. Ezt az infravörös sugárzást színhőmérséklettel jellemzik, ami csillagok esetében annak a fekete testnek a hőmérséklete, melynek hőmérsékleti sugárzási intenzitása az adott két hullámhosszon a mért sugárzási intenzitásokéval megegyező arányt mutatja. A csillagközi por megfigyelt sugárzásának spektrális eloszlása ettől kicsit eltérően az ún. módosított Planck-függvénnyel írható le:

$$I(\lambda, T) = \frac{2hc^2\lambda^{\beta-5}}{(e^{-\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \quad (1.3)$$

ahol λ a hullámhossz, T a hőmérséklet. Távoli infravörös hullámhosszak ($\lambda \geq 100 \mu\text{m}$) esetében a por emisszivitásának hatása $\beta = 2$ értékkel vehető figyelembe.

A porszemcsék által okozott extinkció a sűrűség és az oszlopsűrűség nyomjelzőjeként használható feltételezve, hogy az adott hullámhosszon mért extinkció arányos a gáz oszlopsűrűségével. Ez a csillagközi anyag szerkezetének klasszikus kutatási módszere. A felhők térképezésével a felhők alakján túl a különböző fizikai állapotban levő, pl. különböző sűrűségű anyag mennyiségét meg lehet határozni. Cambrésy (1999a) extinkciótérképezés segítségével hatványfüggvénnyel leírható összefüggést talált az extinkció értéke és az extinkciókontúrok között megfigyelhető tömeg között. Bár a vizsgálata csak 1 mag és 5 mag közötti extinkciótartományra korlátozódik, mégis jól mutatja, hogy a tömeg nagy részét a kis sűrűségű anyag teszi ki. További közeli infravörös (Alves, Lada & Lada, 1999) és szubmilliméteres (Johns-

tone, Di Francesco & Kirk, 2004) tartománybeli mérések ugyancsak azt jelzik, hogy a nagy sűrűségű, $A_V > 10$ mag-nak megfelelő részeken a tömegnek csupán kis, területenként eltérő, általában 10% alatti, helyenként 1%, de minden esetben 30% alatti hányada található. Ridge és mtsai. (2006) extinkcióstatisztikával kimutatták, hogy a térképezett extinkcióértékek gyakoriságának eloszlása az extinkció függvényében log-normális eloszlást mutat. Ez megfelel a felhőképződés turbulens modelljei (Vázquez-Semadeni, 1994; Ostriker, Stone & Gammie, 2001) segítségével előrejelzett eloszlásnak. Mindezekkel összhangban a molekulafelhők és a belőlük keletkező csillagok tömegének összehasonlítása azt mutatja, hogy a felhő anyagának csak kis részéből ($\sim 1\% - 2\%$) keletkeznek csillagok (Leisawitz, Bash & Thaddeus, 1989).

A molekulafelhő-csoportok méretben és alakban is nagy változatosságot mutatnak. Általában szálas szerkezetűek, körvonalaik igen szabálytalanok. A szálak hossza néhány esetben megközelíti a csoport teljes méretét. Néhány ilyen szálas szerkezetet már Barnard (1907) is megfigyelt. A csoportok jellemzően két-három hosszú szálát tartalmaznak, melyek közel párhuzamosan futnak egy nagyobb felhőbe, mely gyakran csillaghalmazok keletkezésének színhelye (Tachihara és mtsai., 2002; Burkert & Hartmann, 2004). A sebességmező a szálak mentén koherens, ami a nagy méretekkel párosulva arra utal, hogy a szálas szerkezet nem késői fejlődési folyamatok, eredményeképpen, pl. csillagkeletkezés hatására jött létre, hanem a felhőcsoport keletkezésekor kialakuló saját szerkezete, és a keletkező csillagok eloszlása ezt a szerkezetet követi.

A molekulafelhők a csillagközi anyag térfogatának kis részét foglalják el, térfogati kitöltési tényezőjük $\sim 10\%$ (Elmegreen, 2002), ugyanakkor jelentős tömeget képviselnek, a Galaxis fősíkjának közelében a csillagközi anyag tömegének túlnyomó része molekuláris (Robertson & Kravtsov, 2008). Az óriás molekulafelhők többnyire gravitációsan kötöttek, míg a molekulafelhő-

csoportokat a köztük levő teret kitöltő meleg komponens külső nyomása tartja egyensúlyban. A molekulafelhők hierarchikus szerkezetűek a teljes felhőcsoport vagy GMC méretétől a csillagképző magok méretskálájáig.

A csillagközi anyag belső hierarchikus szerkezetének leírására alkalmazott módszer a kisebb elemek, felhők keresése és jellemzőik eloszlásának vizsgálata. A felhők tömegének eloszlása általában leírható $dN/dM \sim M^{-\alpha}$ alakú függvény segítségével, ahol α mind a molekulafelhő-csoportok, mind az óriás molekulafelhők esetében 1,4 és 1,8 közötti tartományba esik (Blitz, 1993; Yonekura és mtsai., 1997; Kramer és mtsai., 1998b). A csillagok kezdeti tömegfüggvénye (IMF) a molekulafelhőknel talált eloszlásnál valamivel meredekebb $\alpha=2,35$ (Salpeter, 1955).

A másik elterjedt módszer az önhasonlóság feltételezésével a fraktálgeometria alkalmazása. Ebben a megközelítésben a felhők jellemzésére használt paraméter a fraktáldimenzió (Mandelbrot, 1983). Egy felhő sík vetületének körvonalára alkalmazva a fraktáldimenzió D_p a terület (A) és a körvonala hossza (P) felhasználásával becsülhető: $P \sim A^{D_p/2}$ (Lovejoy, 1982). A szabályos kör vagy ellipszis alak esetében várható érték $D_p = 1$. Tagoltabb körvonal esetében görbe a sík nagyobb részét tölti ki, így a fraktáldimenzió értéke nagyobb, 1 és 2 közötti érték. Molekulafelhőkre alkalmazva optikai (Beech, 1987), CO (Falgarone, Phillips & Walker, 1991), és infravörös (Scalo, 1990) térképek alapján hasonló, 1,3 és 1,4 közötti értékek adódtak. Ugyancsak hasonló értékeket mutatnak a cirrusz diffúz felhői (Bazell & Désert, 1988), sőt a földi légkör felhői is (Lovejoy, 1982). A felhők vetületére kapott fraktáldimenzióhoz 1-et hozzáadva alsó határ kapható a valódi, térfogati fraktáldimenzióra, ami a fentiek alapján $D=2,4$ körüli érték.

A két megközelítésből kapott eredmény jól összefér, hiszen a hatványfüggvénnyel leírható tömegfüggvény ugyancsak önhasonlóságra utal a fraktálszerkezettel összhangban (Elmegreen & Falgarone, 1996).

A kis sűrűségű gázban kis méretskálán sem figyelték meg az önhasoltság megszűnését. Falgarone és mtsai. (1998) még 0,02 pc skálán is felbontatlan turbulens struktúrát találtak. Szubmilliméteres tartományban végzett mérések szerint a felhőszerkezet kis méretskálákon megváltozik, a tömegfüggvény meredekebbé válik: α értéke 2,0 és 2,5 között van (Motte, André & Neri, 1998). Ennek hasonlósága a csillagok kezdeti tömegfüggvényéhez (IMF) azt sugallja, hogy a csillagok tömege ugyanazon folyamat által alakul ki, ami a molekuláris gázt kis skálájú szétदारabolódásáért (fragmentáció) is felelős.

A nagy tömegű csillagok keletkezését erős, hirtelen külső gerjesztő hatások, mint lökeshullámok (Elmegreen & Lada, 1977) vagy felhők ütközése (Loren, 1976) következtében létrejött szuperkritikus, a mágneses kritikus tömeget $-M_{\Phi} = c_{\Phi} \frac{\Phi}{G^{3/2}}$, ahol c_{Φ} értéke a sűrűség és a mágneses tér eloszlásától függ – meghaladó felhők gyors összeesésével magyarázzák, melynek során a felhő fragmentációjával halmaz jön létre. A kis tömegű csillagkeletkezést szubkritikus felhőkben lassú, külső behatás nélküli, spontán folyamat során történő szuperkritikussá váló felhőmag összeesésével magyarázzák (Shu, Adams & Lizano, 1987). A fokozatos szuperkritikussá válásért felelős folyamatban az ambipoláris diffúzió mellett a turbulencia disszipációja mutatkozik jelentősnek, vagy akár meghatározónak (Nakano, 1998). Utóbbi viszonylag elszigetelten elhelyezkedő megnövekedett sűrűségű anyagcsomók egy centrumba történő összeesését említi az irodalom a csillagkeletkezés izolált módjaként, amikor kis tömegű csillag, vagy kisebb méretskálán zajló folyamatokon keresztül, azok kisebb csoportja keletkezik.

A óriás molekulafelhőkben és a molekulafelhő-csoportokban megfigyelt csillagkeletkezés különbözősége azt mutatja, hogy a keletkező csillagok tulajdonságaira nézve meghatározó jelentőségűek kialakulásuk környezetének jellemzői. Bár a gravitációs összeesés általánosan megmagyarázza a csillagok keletkezését, a folyamat részleteit döntően befolyásolják a csillagkeletkezési

terület fizikai paraméterei. Ezek a körülmények határozzák meg a keletkező csillag tömegét és az akkréciós korongban összegyűlt anyag mennyiségét, mely lényeges a bolygórendszerek keletkezése (pl. Pendleton, 1997) szempontjából is. A csillagkeletkezés fizikai körülményei határozzák meg azt is, hogy néhány lazán kötött csillagból álló csoport vagy szoros halmaz keletkezik, bár a csoportos és elszigetelt csillagkeletkezés közti átmenet kevésbé ismert.

Újabb megfigyelések azonban arra utalnak, hogy a kis tömegű csillagok keletkezésének folyamatában is jelentős szerep jut a felhőt érő külső hatásoknak. Snider és mtsai (2006) az NGC 2467 jelű HII zóna környezetét vizsgálva megállapították, hogy a megfigyelt 45 közép-infravörös többlettel rendelkező forrás 75%-a ionizációs frontok mentén helyezkedik el. Lee & Chen (2007) Orion-beli OB asszociációk közelében elhelyezkedő felhőben megfigyelt T Taurik korát meghatározva megállapították, hogy azok a fényes O csillagoktól távolodva csökkenő kor szerint sorakoznak fel. A Perseus-beli NGC 1333-ben, mely kis- és közepes tömegű csillagok keletkezésének színhelye, Rengel, Hodapp & Eislöffel (2007) olyan beágyazott forrást figyeltek meg melynek létrejötte a környezetében elhelyezkedő fiatal objektumokból eredő kifújások által létrehozott héj gerjesztő hatásának tulajdonítható.

Bővebb összefoglalást ad a molekulafelhők fizikai jellemzőiről és folyamatiról Evans (1999), a csillagkeletkezés elméleti hátteréről McKee & Ostriker (2007), a turbulencia szerepéről a csillagközi anyagban és a csillagkeletkezésben Elmegreen & Scalo (2004), valamint a molekulafelhőkbe ágyazott halmazok keletkezéséről és fejlődéséről Lada & Lada (2003).

A kis tömegű csillagok keletkezésének vizsgálatában kulcsszerepet tölt be a fiatal objektumok, T Taurik eloszlásának tanulmányozása, illetve kapcsolata a csillagközi anyag eloszlásával. Jelen munka az ELTE Csillagászati Tanszékén 20 éve folyó kutatási program része. A program keretében

Tóth L. Viktor vezetésével végzett munka a nagy skálákon megfigyelhető jelenségek átfogó vizsgálatától (pl. Kiss, Moór & Tóth, 2004), egyedi objektumok részletes vizsgálatán keresztül (pl. Tóth & Walmsley, 1996), a fiatal csillagok és a csillagközi anyag eloszlása közti összefüggést, a csillagkeletkezést gerjesztő és befolyásoló tényezők tanulmányozásáig (pl. Kiss és mtsai., 2006) széles skálát átfog. A program elindításának közvetlen előzménye a Konkoly Observatóriumban több évtizede zajló, a hazai megfigyelési adottságokat és a nemzetközi együttműködésben elérhető legfejlettebb mérőeszközök nyújtotta lehetőségeket kihasználó hasonló témában végzett eredményes munka. Ennek eredményei többek között fiatal csillagok felfedezése (Kun, 1982), valamint az ilyen csillagok fizikájának leírása: spektrális jellegzetességeinek nem izotrop kiáramlással történő magyarázata (Jankovics, Appenzeller & Krautter, 1983).

A korábbi, csillagkeletkezési területek, molekulafelhők szerkezetének, a bennük uralkodó viszonyoknak, a csillagkeletkezés folyamatainak, illetve gerjesztett vagy spontán voltának megismerésére irányuló vizsgálatokat azonban általában lokálisan, egy-egy kiválasztott felhő, illetve komplexum környezetén céloztattak végezték. Ebből adódóan, bár ezen vizsgálatokból nem lokális érvényű következtetésekre is jutottak, a vizsgálati módszerek és azok kombinációi az egyes területeken eltérőek. Nagy skálákon homogén módon nyert és feldolgozott megfigyeléseken alapuló eredményekből ezidáig kevés született. Egy nagyobb, változatosabb területet átfogó, különböző környezeti sajátosságok közt megfigyelhető, elszigetelt illetve felhőcsoportok belsejében levő felhőket is tartalmazó mintán végzett homogén vizsgálat információt adhat a kapott eredmények érvényességének általános vagy helyi voltáról.

Munkám első részében megvizsgáltam a klasszikus T Taurik (CTT) felületi sűrűsége és az extinkció közti általános összefüggést, valamint a kiválogatott CTT mintában statisztikailag szignifikáns csoportosulásokat kerestem. A Two Micron All Sky Survey (2MASS) teljes égboltról készült

közeli infravörös (NIR) pontforrás-katalógusának (Cutri és mtsai., 2003) felhasználásával azonosítottam a klasszikus T Tauri jelölteket. Összevettem a CTT-k elhelyezkedését a korábban (Kiss, Moór & Tóth, 2004) és (Könyves és mtsai., 2007) által az Infrared Astronomical Satellite-IRAS Sky Survey Atlas (IRAS-ISSA) adatbázisát felhasználva katalógusba foglalt galaktikus infravörös hurkok helyzetével. A T Taurik eloszlása a csillagok csoportosulásának vizsgálata szempontjából ugyancsak fontos. Ha a legtöbb csillag halmazban keletkezik (pl. Carpenter, 2000; Lada & Lada, 2003), akkor a legfiatalabb T Tauri csillagoknak is valamilyen csoportosulást kell mutatniuk, még akkor is, ha a csoportok viszonylag kicsik és lazák. Például a Naprendszer néhányszor 100 pc-es környezetében lévő T Taurik röntgentérképe több skálán is csoportosulást mutat (Guillout és mtsai., 1998), ami azt sugallja, hogy a csillagok hierarchikus szerkezetű csillagközi anyagban keletkeznek, és eloszlásuk a szupersonikus turbulencia szerkezetét követi. Ennek további tanulmányozására meghatároztam a halmazokban levő klasszikus T Taurik számának eloszlásfüggvényét.

A dolgozat második részében a csillagközi anyag szerkezetéről és a Cepheus Flare területen megfigyelhető csillagkeletkezésről közlöm saját eredményeimet az új extinkció- és $170\ \mu\text{m}$ -es ISOSS adatok alapján. Felhőket, felhőcsoportokat és üregeket lokalizáltam a hagyományos vizuális adatokon alapuló extinkciótérképem alapján. Szintén tárgyalom az újabb, csillagok 2MASS felmérésben meghatározott közeli infravörös színein alapuló módszerrel kapott extinkciótérkép használatával adódó eltéréseket. A felhők alakját és infravörös jellemzőit számszerűsítve leíró mennyiségeket definiáltam. Ahol lehetőség volt rá, megvizsgáltam az átfogó tendenciákat, nagy léptékű változásokat, és kiküszöböltem a felhők jellemzését torzító hatásait. Az egyes felhőknél nagyobb léptékekben is megvizsgáltam a csillagközi anyagot. Definiáltam és jellemeztem az egymástól elkülönülőnek látszó molekulafelhő-csoportokat. Céljaim között szerepelt az is, hogy olyan

paramétereket, vagy paraméterkombinációkat találjak, beleértve a látható és távoli infravörös jellemzőket valamint a morfológiát, amelyek alapján megkülönböztethetők azok a felhők, amelyekben csillagkeletkezés zajlik. Értekezésemben figyelmet szentelek bizonyos különleges morfológiai jegyeket mutató, „globuláris” illetve „üstököszerű” felhőkre, melyek fontosak lehetnek a gerjesztett csillagkeletkezés szempontjából. Megvizsgáltam a csillagközi por színhőmérsékletének eloszlását, annak kapcsolatát az extinkció eloszlásával. Összehasonlítottam az egyes felhők jellemző hőmérséklet- és extinkcióértékeit, valamint a felhők tömegét. A fiatal csillagszerű források elhelyezkedésével összevetve, jellemeztem mindezek hatását a csillagkeletkezés hatékonyságára.

2. fejezet

A klasszikus T Taurik nagy léptékű eloszlása

Szupernóvák, csillagszelek, ionizációs nyomás vagy más nagy léptékű folyamat által héjakba, héjdarabokba söpört csillagközi anyag gyakran mutat gerjesztett csillagkeletkezést. Óvatosan kell kezelni minden a héjakat csupán a vetületi fényességeloszlás alapján vizsgáló tanulmányt, ugyanis például Wendker és mtsai. (1993) megfigyelték, hogy a W75 rádióforrás, ami héjnak tűnik, valójában különálló, eltérő távolságú felhőkből áll. Az összetartozás ami több látszó héj illetve T Tauri csillag esetében mutatkozik azt sugallja, hogy legalábbis ezek egy része valódi héj. Kiss, Moór & Tóth (2004) a második galaktikus negyedbeli, Könyves és mtsai. (2007) pedig a teljes égbolt távoli infravörösben megfigyelhető héjait katalógusba foglalták, és sok esetben a héjat létrehozó objektumot is azonosították. A héjakhoz kapcsolódó fiatal csillagokról és csillaghalmazokról lásd például Lada és mtsai. (1978); Brinks & Bajaja (1986); Yamaguchi és mtsai. (2001); Kiss, Moór & Tóth (2004) munkáit, illetve Tenorio-Tagle & Bodenheimer (1988) áttekintését. Az ilyen nagy léptékű gerjesztés gyakoriságát még nem ismerjük, nem tudjuk, hogy a legtöbb csillag spontán vagy gerjesztett módon keletkezik.

Munkám során meghatároztam a második és harmadik galaktikus negyedben a klasszikus T Tauri (CTT) jelöltek közt azok arányát, melyek óriás porhéjakkal esnek egybe. A gerjesztett csillagkeletkezés gyakoriságának becslésére a héjakon megfigyelhető CTT-többség mértékét használtam.

2.1. Kiinduló adatok és adatfeldolgozás

2.1.1. Klasszikus T Tauri jelöltek

A klasszikus T Tauri jelöltek mintáját a 2MASS pontforrás-katalógus (2MASS PSC, Cutri és mtsai., 2003) második és harmadik galaktikus negyedbeli $|b| < 30^\circ$ galaktikus szélességtartományba eső objektumaiból állítottam össze. Az objektumok katalógusban megadott közeli infravörös J , H és K_S sávbeli fényességadataiból képzett $J - H$ és $H - K_S$ színindexek felhasználásával készített kétszín-diagram alapján végeztem a források válogatását. A kiválasztási kritériumok felállításához a kétszín-diagramon Meyer, Calvet & Hillenbrand (1997) által talált T Tauri vonalból, a fősorozati csillagok elméleti helyéből (Koornneef, 1983), és a csillagközi vörösödési vektorból (Cohen és mtsai., 1981) indultam ki.

Még ha egy forrás színében egyszerre K_S többség és csillagközi vörösödés is látható, ez még nem egyértelmű jele CTT voltának. Az adatok körültekintő kezelésével azonban ezek megbízható alapjául szolgálhatnak a klasszikus T Taurik kiválogatásának. A CTT-k száma jelentős K_S többségnél a $J - H$, $H - K_S$ diagramon, különösen erős csillagközi vörösödéskor, meghaladja a megfigyelt szín statisztikai bizonytalanságából adódóan ugyanott található fősorozati csillagok számát. Ezzel ellentétben kis K_S többségnél a T Tauri csillagok gyakorlatilag megkülönböztethetetlenek csupán a két színindex alapján. Sőt, mivel a fősorozati csillagok száma nagyságrendekkel meghaladja a T Taurik számát, gyakoriságuk összemérhető vagy nagyobb a

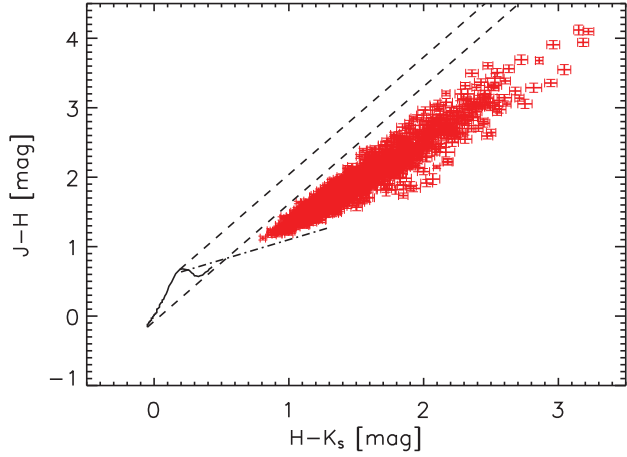
kétszín-diagram ezen tartományában, mint a T Tauri csillagoké. Ezekből adódóan a színindex-módszer nem érzékeny a gyenge vonalú T Taurikra (WTT) csupán a jelentős K_S többletet mutató klasszikus T Taurikra. Ez nem teljes mintát eredményez, ám a kiválogatott objektumok nagy biztonsággal tekinthetők CTT-nek, mivel más galaktikus eredetű forrás az adott színindex-tartományban elhanyagolható valószínűséggel fordul elő. A minta tényleges teljessége nehezen becsülhető, mivel függ a klasszikus T Taurik bizonytalan részarányától az összes T Taurik között (N_{CTT}/N_{TT}). Ezt az arányt Walter és mtsai. (1988), illetve Neuhaeuser és mtsai. (1995) a Taurus-Auriga komplexumban $\approx 55\%$ -nak, Lawson, Feigelson & Huenemoerder (1996) Chamaeleon I-ben legfeljebb 30% -nak, Dahm & Simon (2003) az NGC 2264-ben $\approx 50\%$ -nak találta. Sőt, Martin és mtsai. (1998) megmutatták, hogy ez az arány akár egy régió belül is erősen változhat a közvetlen környezettől függően.

Egy megbízható CTT-minta kiválogatása érdekében csupán azokat a forrásokat vizsgáltam melyek adatainak jó fotometriai minőségét a katalógusbeli "A,,, "B,, vagy "C,, jelzés is mutatja, vagyis jel/zaj viszony legalább 5, és a fotometria bizonytalansága legfeljebb 0,1 mag mindhárom közeli infravörös sávban.

A válogatás a következő kritériumok szerint történt:

1. A forrás színindexének teljes 1σ hibaellipszise a fősorozat intersztelláris vörösödés elméleti értékei alapján számított helyének vörös szélétől jobbra helyezkedik el, és
2. a teljes 1σ hibaellipszis a T Tauri vonal fölött van a $J - H, H - K_S$ diagramon.

Tehát a kapott minta objektumai a megfigyelt színindexeik fotometriából adódó bizonytalanságát figyelembe véve jelentős K_S többletet mutatnak a fősorozathoz képest, ugyanakkor a T Tauri vonalhoz képest jelentős csilgközi vörösödést 1σ megbízhatósággal (2.1 ábra).



2.1. ábra. A CTT-k kiválasztási kritériumainak szemléltetése a 2MASS források $J - H$, $H - K_s$ kétszín-diagramján. A folytonos görbe a Koornneef (1983) által modellezett főszorozatot mutatja, a pontozott vonal a T Tauri vonalat, a szaggatott vonalak pedig a csillagközi vörösödés irányát mutatják, közrefogva a vörösödött főszorozatot. A vörös pontok a kiválasztott CTT-minta objektumait jelölik, feltüntetve a színindexek hibáját is.

A klasszikus T Taurikéhoz hasonló színindexeket mutathat néhány extragalaktikus forrás is. Ezek a források azonban többnyire azonosíthatók összevetve a minta objektumainak pozícióit egy extragalaktikus forrásokat tartalmazó katalógus objektumainak pozícióival. A minta azon objektumai, melyeknek pozíciója hibán belül egyezik a katalógus valamely objektumának pozíciójával, extragalaktikus szennyezésnek tekinthetők. Erre a célra a HYPERLEDA (Patrel és mtsai., 2003) katalógust használtam. A mintából az így talált extragalaktikusnak tekinthető objektumokat eltávolítottam.

Hangsúlyozni kell, hogy bár a minta számos új klasszikus T Taurit tartalmaz, a munka célja nem egy teljes CTT-minta összeállítása volt, mivel ez összetettebb kritériumrendszert igényelne több megfigyelhető tulajdonság figyelembe vételével. A cél egy olyan homogén minta létrehozása, melynek objektumai nagy biztonsággal tekinthetők CTT-knek, és amely még mindig elég nagy elemszámú ahhoz, hogy alkalmas legyen a CTT-k nagy léptékű eloszlásának, illetve a CTT-eloszlás és a csillagközi anyag szerkezete közötti korrelációnak a vizsgálatára. Ezért sok lehetséges CTT, mely a kétszín-diagram sűrű részein fősorozati csillagok sokasága közt helyezkedik el, és azoktól az alkalmazott egyszerű módszerrel nem különíthető el, a mintából kimaradt. Ezek többsége további megfigyelési adatok, mint pl. $H\alpha$ fotometria, látható, illetve közeli infravörös spektroszkópia felhasználásával azonosítható lenne. Azonban ilyen, a vizsgált terület méretének megfelelő léptékű homogén felmérésekből származó adatok jelenleg nem állnak rendelkezésre. Ez azt jelenti, hogy a létező adatbázisok segítségével összeállítható minta messze nem lenne homogén, emiatt erősen torzítaná a CTT-eloszlás és a csillagközi anyag szerkezetének korrelációjára vonatkozó vizsgálatok, illetve a halmazkeresés eredményét, tehát nem lenne alkalmas azok tanulmányozására. A minta bővítése ilyen nagy léptékű felmérések elvégzésével a rendelkezésre állónál jóval nagyobb technikai erőforrásokat igényelne.

2.1.2. Halmazok

A klasszikus T Taurik halmazait a nagy felületi sűrűség alapján azonosítottam. Az átlagos CTT-sűrűség galaktikus hosszúságtól és szélességtől való függését koordinátatranszformációval korrigáltam úgy, hogy a transzformált koordináták szerinti eloszlás nagy léptékben egyenletes legyen. A CTT-k megfigyelt hosszúság és szélesség szerinti eloszlására a következő függvényeket illesztettem:

$$D(l) = 1,281(\exp(6,411 \times 10^{-3}|l - 180|) - 1) \quad (2.1)$$

és

$$D(b) = 0,6807\arctan(3,263|b|). \quad (2.2)$$

Ezeket az egyenletes eloszlás eléréséhez transzformációs függvényként használtam. Ezután a transzformált koordinátereget 768×256 egyenlő méretű cellára osztottam fel. A cellák számának megválasztásánál két fő szempontot kellett figyelembe vennem. A cellaméretnek elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy az adott eloszlás mellett jelentős számú olyan cella legyen, melybe elég CTT esik ahhoz, hogy lehetséges legyen a csoportosulás felismerése. Ugyanakkor túl nagy cellaméretnél a kis méretű csoportok felismerése bizonytalanává válik. A vizsgált terület kiterjedése a galaktikus hosszúság mentén háromszorosa, mint a szélesség mentén, ezért sűrűbb a felosztás ebben az irányban. Az egyes cellákban lévő CTT-k számát összehasonlítottam a véletlenszerű esetben várható Poisson-eloszlás alapján számítottal.

A klasszikus T Taurik csoportosulásainak keresését Balázs és mtsai. (2004) módszere alapján végeztem, melynek eredménye az egyes cellákban lévő csillagok várható számának felső korlátja véletlenszerű esetben (x). Az első lépés a CTT-k átlagos cellánkénti számának (λ), valamint az olyan cellák $M(x)$ számának meghatározása, melyekben a CTT-k száma nagyobb, mint

x . A Poisson-eloszlás alapján annak a valószínűségét, hogy egy cellában a CTT-k száma k , a

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (2.3)$$

formula adja meg. Jelölje $p(x)$ a $P(k)$ -k összegét minden $k > x$ -re. Ha N_{sq} az összes cellák száma, akkor annak a valószínűsége, hogy a cellák közt $M(x)$ olyan legyen, melyben a CTT-k száma nagyobb, mint x

$$P_{N_{sq}}(M(x)) = \binom{N_{sq}}{M(x)} p(x)^{M(x)} (1 - p(x))^{N_{sq} - M(x)}. \quad (2.4)$$

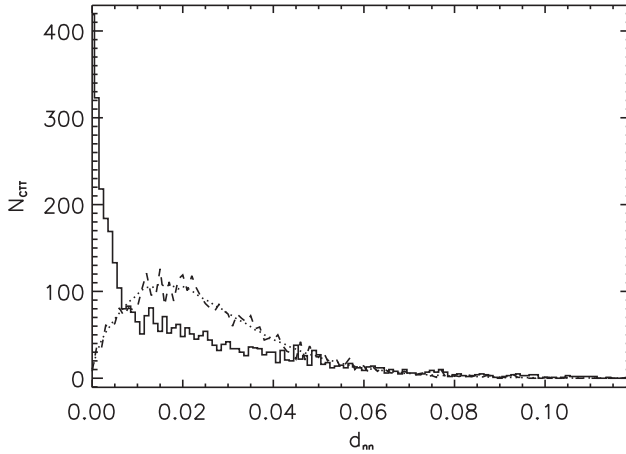
$P_{N_{sq}}$ -t valamely kicsi P_h határértéknél alacsonyabb értéke megad egy olyan x CTT-számot, amely korlátnak tekinthető a halmazok keresésekor, mert meghaladja a Poisson-eloszlásból várható. Alacsony P_h választása viszonylag kevés halmazt eredményez, ám azok CTT-sűrűsége jóval meghaladja a Poisson-eloszlásból véletlenszerűen várható sűrűséget az összes CTT-k és cellák adott száma mellett. Meg kell jegyezni, hogy $P_{N_{sq}} < P_h$ akkor is teljesülhet, ha jóval kevesebb az adott számú CTT-t tartalmazó cellák száma, mint az véletlenszerű esetben várható. Ilyen azonban esetünkben csak akkor fordulna elő, ha a talált cellák száma jóval kisebb lenne a ténylegesen itt kapottaknál, sőt x ésszerű értékeinél gyakorlatilag elhanyagolható ennek valószínűsége. P_h értékét egy nagyságrenddel alacsonyabbnak választottam, mint a véletlenszerű mintákban előforduló legkisebb $P_{N_{sq}}$. Az x határérték kiszámításához $P_h = 10^{-4}$ értéket használtam.

A sűrűség véletlen ingadozásának köszönhetően még mindig lehet néhány olyan cella, mely az előbbi kritériumnak megfelel, hiszen a $P_{N_{sq}} < P_h$ csupán azt jelenti, hogy az x -nél több CTT-t tartalmazó cellákból több van a véletlenszerűen várhatónál, ám azt nem, hogy egyik sem véletlen esemény. Az ilyen esetleges véletlen események kiszűrése érdekében, vagy másképpen fogalmazva annak biztosítására, hogy a kapott eredményben ezek járuléka elhanyagolható legyen, egy másik kritériumot is alkalmaztam: $p(x)$ -nek N_{sq}^{-1} -nél kisebbnek kell lennie, azaz a véletlenszerű mintában az x számú CTT-t

tartalmazó cellák számának várható értéke egynél kisebb kell hogy legyen. Ezen kritériumok az egyes cellákban levő CTT-k számának felső határát $x = 3$ -ban korlátozzák, azaz a halmazokban a CTT-k minimális száma 4.

Minden cellát, amelyben a CTT-k száma a fenti korlátot meghaladja, úgy tekintettem, mint egy halmaznak, vagy valamely halmaz részének a helye. Ahol több ilyen cella helyezkedik el egymás közvetlen szomszédságában, a bennük levő CTT-eket egyesítve egy halmaznak tekintettem.

A talált halmazok szignifikáns voltának ellenőrzésére egy másik halmazkereső módszert is alkalmaztam. Ez a módszer a CTT-k egymástól mért vetületi távolságán alapul. Kiszámítottam minden CTT távolságát a legközelebbi szomszédjától a fent leírt transzformált koordinátákban (2.1 és 2.2 egyenletek). A halmazok keresésére a legközelebbi szomszédos csillagok távolságának sűrűségfüggvényét használtam fel. A valódi CTT-minta transzformált l és b koordinátáinak véletlenszerű összepárosításával mesterséges mintákat hoztam létre, melyekre ugyancsak meghatároztam a legközelebbi szomszédos csillagtól mért transzformált távolság eloszlását. A 2.2 ábrán jól látható, hogy a két függvény 0,05 fölött együtt halad, 0,006 és 0,05 között a véletlen minta sűrűségfüggvényének értékei a nagyobbak, 0,006 alatt pedig a valódi minta eloszlásfüggvényének értékei. A valódi mintában 0,006 alatt látható többlet megegyezik a véletlen mintában 0,006 és 0,05 között megfigyelhetővel, mivel a minták elemszáma azonos. A 0,006 transzformált távolságot fogadtam el mint határt, ami alatt a valódi mintában megfigyelhető csoportosulás statisztikailag jelentőssé válik. A halmaztagság feltételül a legközelebbi szomszédtól mért legfeljebb 0,006 transzformált távolságot állítottam. Halmazoknak tehát azokat a csoportokat tekintettem, amelyekben legalább négy (az első módszerben meghatározott határ) olyan klasszikus T Tauri van, melynek legközelebbi szomszédjától mért transzformált távolsága ennél kisebb.



2.2. ábra. A CTT-k legközelebbi szomszédjától a transzformált koordinátákban mért távolságának histogramja. Szaggatottal jelölve a véletlenszerűen összepárosított koordinátákból az előbbivel azonos módon kapott görbe látható. A pontozott vonal 200 ilyen véletlen minta átlagát mutatja.

2.1.3. Porhajak

A második és harmadik galaktikus negyed IRAS porhájainak adatait, melyeket a vizsgálataim során felhasználtam Kiss, Moór & Tóth (2004), illetve Könyves és mtsai. (2007) katalógusaiból vettem. Munkájukban a hajakat az IRAS-ISSA adatbázis $100\ \mu\text{m}$ -es térképei alapján szemrevételezéssel találták. A talált hajak jelölteknek megfelelő szerkezetet összehasonlították a $60\ \mu\text{m}$ -es IRAS térképeken és a Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) portérképein láthatóakkal. Utóbbi a Cosmic Microwave Background Explorer Diffuse Infrared Background Experiment (COBE DIRBE Hauser és mtsai., 1997) színhőmérsékletek felhasználásával oszlopsűrűsége átváltott IRAS $100\ \mu\text{m}$ -es intenzitásokról készült. Hájként csak azokat a jelölteket fogadták el, melyekben legalább 216° -os (a kerület 60%-a) ív figyelhető meg. Továbbá a hajak átlagos fényessége meg kellett hogy haladja a háttér fényességét a szórás kétszeresével. A csillagközi anyag oszlopsűrűsége a hajakon $\approx 10\%$ -kal nagyobb, mint a környező anyagé (Kiss, Moór & Tóth, 2004).

A klasszikus T Taurik és a hajak pozícióbeli korrelációjának tanulmányozása érdekében a CTT-k előfordulási gyakoriságát külön vizsgáltam a hajakon, a bennük levő üregekben, illetve az egyéb hajakon kívüli régiókban. A galaktikus fősíkhoz közeli átfedő anyagrétegek zavaró hatásának elkerülése érdekében, az alább leírt mennyiségeket $|b| = 3^\circ$ és $|b| = 30^\circ$ galaktikus szélességek között vizsgáltam.

Meghatároztam a CTT-k átlagos előfordulási gyakoriságát, valamint a gyakoriság és az extinkció arányát a vizsgált terület hajakra eső részeire, továbbá a hajakon belüli üregekre, illetve a hajakon kívüli területekre. Ez alapján azonban csak kvalitatív következtetés vonható le, mivel a számszerű eredmény csupán a CTT-gyakoriság és az extinkció közti egyenes arányosság feltételezésével fogadható el.

A CTT-k és a hajak egybeesését különböző extinkciótartományokban is vizsgáltam. Mivel a lefedett égeterület és a CTT-k száma az extinkció növe-

kedésével gyorsan csökken, a teljes térképezett extinkciótartományt úgy osztottam fel, hogy annak logaritmusában a tartományok egyenlő méretűek legyenek. Ez a módszer garantálja, hogy minden egyes tartomány kellően nagy égtérületet fedjen le, és a lefedett terület elegendő számú CTT-t tartalmazzon. Az extinkció értékét a Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) térképein megadott $E(B - V)$ színexcesszus értékekből $R = 3,1$ szelektív extinkciós együttható feltételezésével számoltam. A használt $\log A_V^{\text{SFD}}$ extinkcióintervallumok mérete 0,1. A lefedett terület méretét és a területen található CTT-k számát minden egyes extinkciótartományban meghatároztam. Szintén meghatároztam és megvizsgáltam az adott területeken a CTT-k sűrűségét, vagyis a területegységenkénti CTT-számot. Ezzel egyrészt meghatározható a CTT-gyakoriság és az extinkció közti tényleges összefüggés, másrészt az egyes kis extinkciótartományokban ettől az összefüggéstől függetlenül vizsgálható a jelenség. A héjakon és azokon kívül kapott CTT-sűrűségek hányadosát átlagoltam a héjakra jellemző extinkciótartományokra, az így kapott mennyiséggel mértem a héjak CTT-többletét.

A fent leírt számításokat Monte Carlo szimulációval előállított véletlen mintákon is elvégeztem a valódi mintából kapott eredmények szignifikanciájának ellenőrzése érdekében. Ehhez 200 véletlen mintát alkalmaztam. A mintákat egy harmadfokú függvény segítségével az extinkciótérkép értékeiből kapott eloszlásfüggvény felhasználásával hoztam létre, így a kapott CTT-sűrűség a térkép minden pontjában csak a helyi extinkcióértéktől függ. A harmadfokú függvényt a valódi CTT-minta extinkció szerinti eloszlására történő illesztéssel kaptam. A fenti számítások véletlen mintán történő elvégzésekor kapott eredményeket, illetve azok átlagát hasonlítottam össze a valódi minta eredményeivel. A kapott értékek bizonytalanságát a véletlen mintákra kapott értékek szórásával becsültem. Ezek az értékek nagyobbak, mint az egyes extinkcióintervallumokba eső területek méretére és a

bennük levő klasszikus T Taurik számára Poisson-eloszlást feltételezve kapott értékek.

2.2. Eredmények

2.2.1. A klasszikus T Taurik mintája

A vizsgált ~ 10300 négyzetfokos területen a 35 extragalaktikusként azonosított objektum eltávolítása után 3872 CTT-szerű 2MASS pontforrást találtam. A források kiválogatására használt színindexen alapuló módszer a klasszikus T Taurikra érzékeny, melyek részaránya a teljes T Tauri populációban az eddig vizsgált területeken eltérőnek mutatkozott, ezért a minta teljességének becslése is bizonytalan. Az objektumtípusok helyi gyakoriságát a Wainscoat és mtsai. (1992) szerint figyelembe véve, illetve a mért fényességadatok bizonytalansága és az eddig megfigyelt $N_{\text{CTT}}/N_{\text{TT}}$ értékek alapján a minta teljessége 10-20%. Ugyanezen adatok alapján a nem CTT objektumok szennyezésének mértéke a mintában legfeljebb a 3%-ot éri el.

A CTT-minta objektumainak pozícióit összevettem a SIMBAD adatbázis T Tauri csillagainak pozícióival. Utóbbiból 544 található a vizsgált területen. Egybeesést az objektumok 5%-ánál találtam, ami azon kívül, hogy a minta messze nem teljes azt is jelzi, hogy jelentős számú eddig ismeretlen CTT-jelöltet tartalmaz.

2.2.2. Halmazdefiníciók összevetése

Az első halmazkereső módszerrel, ahol a vizsgált területet a transzformált koordinátákban azonos méretű cellákra osztottam, összesen 64 halmazt találtam a vizsgált területen. A 64 halmaz a teljes CTT-minta 3872 objektuma közül 614-et tartalmaz. A második módszer alkalmazásával, amely az objektumok egymáshoz viszonyított távolságán alapult, 81 halmazt találtam

bennük összesen 638 csillaggal. Az első módszerrel találtak többsége, 53 halmaz, vagyis a minta 83%-a, egyértelműen megfeleltethető valamely, a második módszerrel talált halmaznak: 21-et pontosan megegyező tagok alkotnak, 32 pedig egybeesik egy vagy több a második módszerrel talált halmazzal. Utóbbiak közül két esetben a második módszerrel talált több halmaz pontosan ugyanazon csillagokat foglalja magában, mint az első definícióval kapott megfelelő halmaz. Három esetben a megfelelő halmazok tagjainak számában csak kis eltérés mutatkozik, mivel a halmazhoz tartozás eltérő kritériumai miatt néhány, a halmaz szélére eső csillag csak az egyik mintában szerepel halmaztagként. Ezért ezekben az esetekben a halmaz két különböző definícióval megállapított középpontja is eltolódik egymáshoz képest, de az eltolódás mértéke kisebb, mint a halmaz méretének nagyságrendje. Az első módszerrel kapott halmazok közül 11-nek nincs megfelelője a második módszerrel kapott halmazok között, de ezek mind a halmazdefiníció határához közeli, igen kevés tagból álló halmazok, összesen 47 csillagot tartalmaznak. A második módszer 17 olyan halmazt eredményezett amelyeknek nincs megfelelőjük az első módszerrel kapottak között, ezek mindegyike szintén a halmazdefiníció határához közeli kis elemszámú halmaz (összesen 81 csillag). Mindezek együttesen azt sugallják, hogy a halmazkereső módszerek következetesek, és a velük talált csoportosulások valódinak tekinthetők.

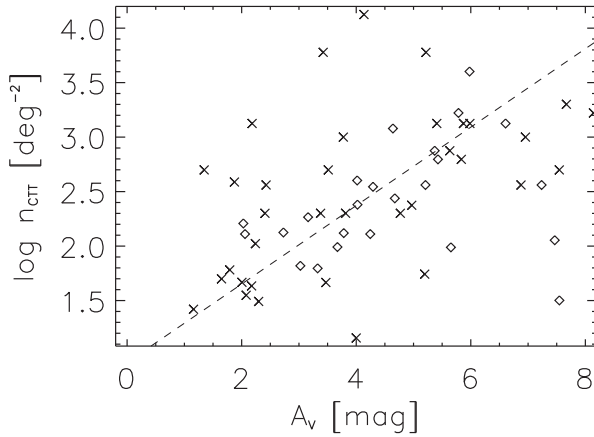
Mivel a 2.1.2 alfejezet alapján definiált halmazok szignifikánsnak tekinthetők, következő lépésként meghatároztam a halmazok alapvető tulajdonságait (ld. 2.2.3 alfejezet). Utolsó lépésként ellenőriztem azt a feltevést, hogy a halmazok eltávolításával megmaradó források Poisson-eloszlást követnek. A matematikai statisztikából tudjuk, hogy Poisson-eloszlású mintában a cellánkénti CTT-k számának átlaga meg kell hogy egyezzen azok varianciájával. Az eredeti mintában a variancia és az átlag aránya 2,75, míg a halmazok eltávolítása után maradó mintában ez az arány 1,34. Ez utóbbi érték szerint a megmaradó források bár nem szigorúan Poisson-eloszlásúak,

lényegesen közelebb állnak hozzá. A megmaradt eltérést okozhatja egyrészt az, hogy a halmazkereső algoritmus túl szigorú, és néhány mérsékeltén sűrű halmazt véletlenszerűnek értékel és kihagy a halmazmintából. Másrészt a források eloszlása közepes léptékű szerkezetet is mutathat, ami nagyobb a halmazok méretskálájánál, de kisebb, mint a sűrűség galaktikus koordináták szerint történő változásának skálája. Ez a közepes skálájú szerkezet legalábbis részben a porhéjakkal magyarázható (ld. 2.2.4 fejezet).

2.2.3. A halmazminta

Az első halmazkereső algoritmussal a klasszikus T Taurik 64 csoportját mutattam ki, melyek sűrűbbek a Poisson-eloszlásból várhatónál. Ezek 83%-a a második halmazkereső eljárással is kimutatható volt. A felhasznált minta halmazai, melyek közül a legtöbb a Cepheus, Cassiopeia, Perseus, Taurus és Orion területeken helyezkedik el, összesen 614 (16%) objektumot tartalmaznak a 3872 elemű CTT-mintából. Minden halmazra meghatároztam a halmaztagok számát (k), a halmaz területét (σ_h) az effektív sugár (r_h – azaz a halmaztagok átlagos távolsága a halmaz geometriai középpontjától) felhasználásával, valamint a halmaz területén az átlagos extinkciót $\overline{A_V^{\text{SFD}}}$. A halmazok effektív sugara $1'$ és $105'$ között van, átlagos értéke $\bar{r}_h = 8'$. A halmaztagok száma (N) 4 (a halmazdefiníció alsó határa) és 138 között változik, az átlagérték $\bar{N} = 10$. Az egyes halmazok területén megfigyelt átlagos extinkció minden esetben nagyobb, mint 1 mag, az egész mintára számított átlagérték 4,8 mag. A 2.3 ábra a halmazok CTT-gyakorisága ($n_{\text{CTT}} = N_{\text{CTT}}/\sigma_h$) és az extinkció $\overline{A_V^{\text{SFD}}}$ közötti korrelációt mutatja: $\log n_{\text{CTT}} = 0,41\overline{A_V^{\text{SFD}}} - 0,38$. A halmazok adatait az A.1 táblázatban foglaltam össze. A talált halmazok közül 29 valamely porhéjra helyezkedik el.

Szintén meghatároztam a halmazonkénti CTT-k számának eloszlásfüggvényét (2.4 ábra). Az ordináta tengelyen szereplő mennyiség



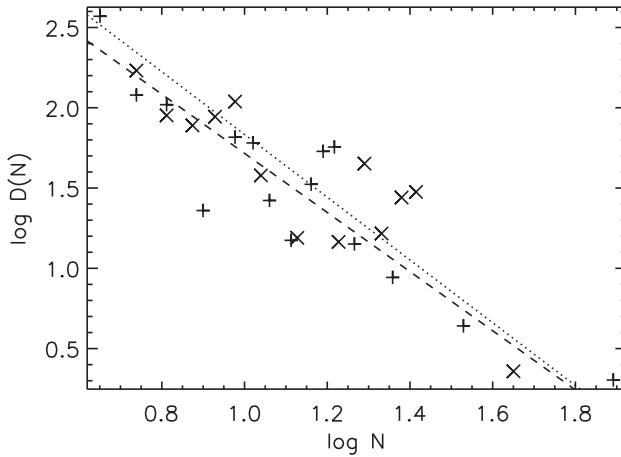
2.3. ábra. Empirikus összefüggés az extinkció és a halmazbeli CTT-gyakoriság között a második (\diamond) és harmadik (\times) galaktikus negyedben. A szaggatottal jelölt egyenes, melynek meredeksége 0,36, a teljes adathalmazra történő illesztésből adódott.

a halmaztag-szám logaritmusának két értéke közé eső halmazok számának és a halmaztag-szám két értéke közti különbségnek a hányadosa. Az abszcissa tengelyen a két halmaztag-szám átlaga látható. Így az ábra a halmazok számsűrűségének ($D(N)$) logaritmusát mutatja a tagszám (N) logaritmusának egységnyi tartományában. Ezt a módszert azért alkalmaztam, mert a halmaztagok számának mintavételezése az abszcissa tengelyen ritka. Az eredmény lényegében egyenértékű a halmazok számának hisztogramjával az N logaritmusának függvényében (Maíz-Apellániz & Übeda, 2005). Az eloszlás ugyan szór, de világos korrelációt mutat. A két módszerrel kapott halmazminták adataira illesztett az ábrán látható egyenesek meredeksége $-1,84 \pm 0,15$ (szaggatott vonal) és $-1,95 \pm 0,20$ (pontozott vonal).

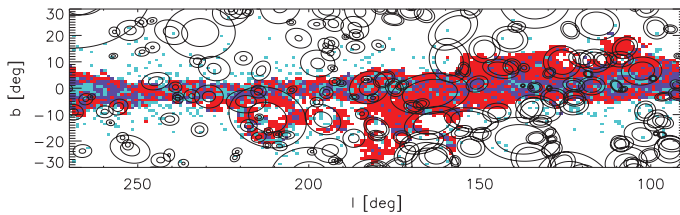
2.2.4. Klasszikus T Taurik és porhéjak

A következőkben a CTT-k és a porhéjak elhelyezkedésének kapcsolatával foglalkozom, ugyanis a CTT-minta objektumainak nagy része porhéjak irányában látszik. A 2.5 ábrán a CTT-k felületi sűrűségét, az extinkciót és a héjak térképét rajzoltam fel 1° -os rácsra vetítve. Az ábrán héjakat kettős koncentrikus ellipszisek jelzik. Az extinkciót a rács minden egyes cellájában a Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) portérképei alapján kapott értékek négyzetfokenkénti átlagolásával kaptam. Kiszámítottam az egyes cellákban a CTT-k számának és az adott cella területén mért extinkciónak N/A_V hányadosát. A kapott eredményt a jobb láthatóság kedvéért a 2.5 ábrán 3 színnel kódoltam. Azon cellák, melyekben egy klasszikus T Tauri sem található, és a vizuális extinkció $A_V > 0,5$ mag, vörös színűek. A sötétkék cellák 0 és $2,17 \text{ mag}^{-1}$ (azaz az N/A_V teljes területre vonatkozó átlagértékek plusz 1σ) közötti hányadosnak felelnek meg. A világoskékkel jelölt cellákban ez a hányados nagyobb mint $2,17 \text{ mag}^{-1}$.

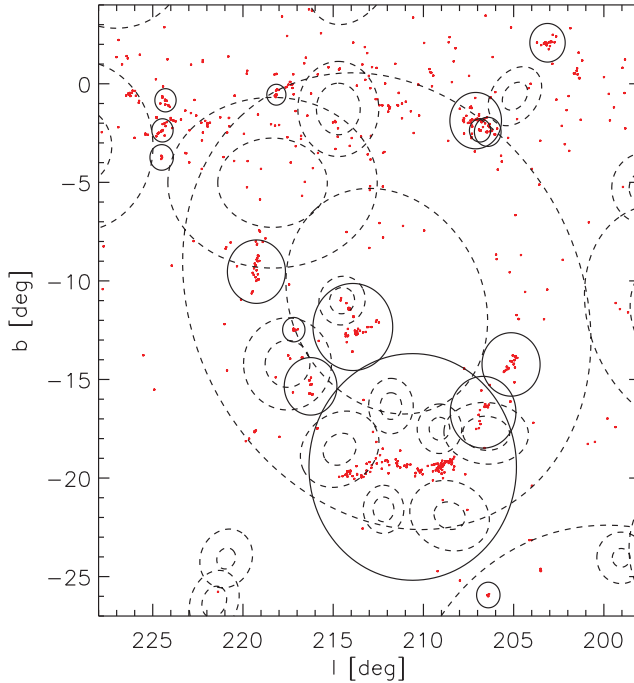
A 2.5 ábrán számos nagy oszlopsűrűségű héj figyelhető meg, mint kék és



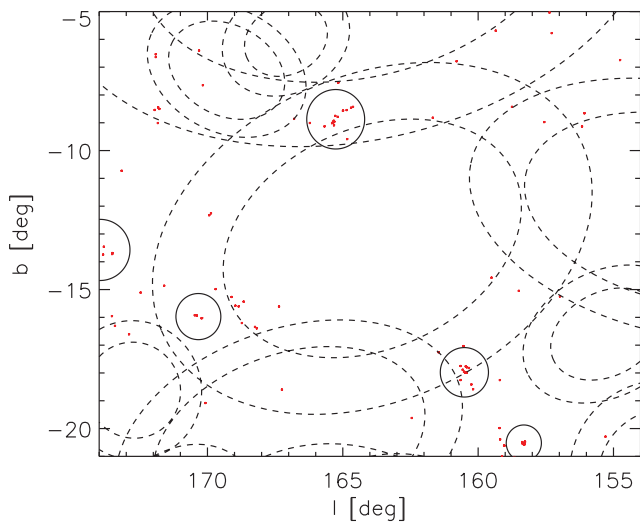
2.4. ábra. A halmaztagok számának eloszlásfüggvénye. Az első és második módszerrel talált halmazok rendre +, illetve × jellel, a rájuk illesztett egyenesek, melyek meredeksége $-1,84 \pm 0,15$ és $-1,95 \pm 0,20$, szaggatott illetve pontozott vonallal láthatók.



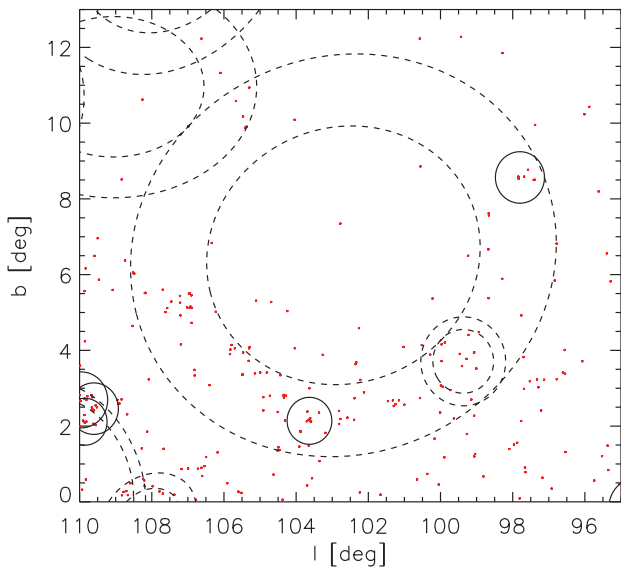
2.5. ábra. A CTT-gyakoriság és a Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) által megadott extinkció összehasonlító térképe. Az négyzetfokenkénti átlagos értékben jelentős extinkciót mutató CTT nélküli területek vörös színnel látszanak. A világos- és sötétkék szín az extinkcióhoz viszonyított alacsony illetve magas CTT-gyakoriságot jelöl. A folytonos dupla ellipszisek a porhéjakat mutatják (Kiss, Moór & Tóth, 2004; Könyves és mtsai., 2007).



2.6. ábra. Héjak (szaggatott ellipszisek) a Orion régióban a CTT-jelöltekkel (vörös pontok) és azok halmazaival (folytonos körök). Körültekintő statisztikai elemzéssel egyértelműen alátámasztható a CTT-k gyakoribb előfordulása a héjakon, mint azokon kívül (ld. a szövegben).



2.7. ábra. A 2.6 ábra Perseus régiót ábrázoló megfelelője.



2.8. ábra. A 2.6 ábra *Cepheus* régiót ábrázoló megfelelője.

2.1. táblázat. A héjak és CTT-k eloszlása között megfigyelt összefüggések a $3^\circ < |b| < 30^\circ$ galaktikus szélességtartományban.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Régió	S	A_V^{SFD}	N_{CTT}	n_{CTT}	n_{CTT}/A_V^{SFD}
	[$^\circ$]	[mag]		[($^\circ$) $^{-1}$]	[($^\circ$) $^{-1}$ mag $^{-1}$]
Héjon	3559,6	0,96	797	0,22	0,23
Üregben	2289,3	0,90	349	0,15	0,17
Kívül	4010,9	0,93	585	0,15	0,16

Oszlopok: (1) a régió elhelyezkedése, (2) a teljes területe négyzetfokban, (3) átlagos extinkciója SFD (Schlegel, Finkbeiner & Davis, 1998) szerint, (4) a CTT-jelöltek száma, (5) a CTT-jelöltek gyakorisága négyzetfokként, (6) a CTT-k gyakoriságának és az átlagos extinkciónak az aránya.

vörös cellákból álló ellipszisek. A legnagyobb méretű héjak egyike az Orion területén 210° galaktikus hosszúságnál (2.6 ábra), egy másik a Taurusban 160° -nál található (2.7 ábra). A Cepheus héj a galaktikus sík északi oldalán 110° hosszúságnál látszik (2.8 ábra).

A héjakra, a héjakon belüli üregekbe, valamint a héjakon kívülre eső összes területek méreteit, átlagos extinkcióértékeit, a CTT-k számának és gyakoriságnak értékeit, továbbá a CTT-gyakoriság és az extinkció hányadosait a 2.1 táblázat tartalmazza. Ezeket az értékeket az 2.1 fejezetben leírtaknak megfelelően $|b| = 3^\circ$ és $|b| = 30^\circ$ galaktikus szélességek között határoztam meg. A táblázat alapján kiszámítható, hogy míg a héjak területe a teljes vizsgált területnek csupán 36%-a, addig az ott található CTT-k száma a vizsgált terület összes CTT-inek 46%-a. Ebből adódóan a CTT-k átlagos gyakorisága a héjakon a teljes vizsgált terület átlagához képest 42%-kal nagyobb. Ugyanakkor az átlagos extinkció a héjak elliptikus gyűrűinek területein a teljes vizsgált terület átlagánál csak 3%-kal nagyobb. Így a héjakon megfigyelhető hányadosa a CTT-gyakoriságnak és az extinkciónak 41%-kal

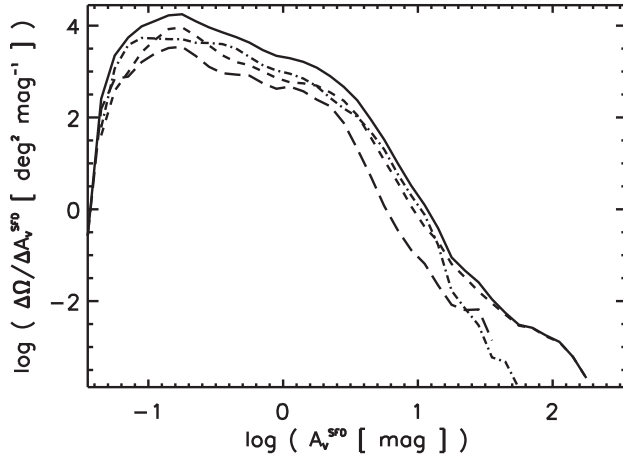
nagyobbnak adódik a vizsgált területre kapott átlagos értéknél.

Bár a héjakon belüli üregek, illetve a héjakon kívüli területek nagysága erősen eltér, a vizsgált területnek rendre 23%-át, illetve 41%-át adják, a bennük megfigyelt CTT-k számának eltérése hasonló mértékű, a vizsgált területen található összes CTT-k számának 20%-a, valamint 33%-a. Ebből adódik, hogy a CTT-k gyakoriságában csupán 5% köztük az eltérés, míg a vizsgált területen megfigyelhető átlagos gyakorisághoz képest rendre 12%-kal, illetve 16%-kal kisebb ezeken a területeken. Átlagos extinkciójuk eltérése egymástól 3%, így a CTT-gyakoriság és az extinkció hányadosa 8% eltérést mutat, rendre 10%-kal, illetve 16%-kal van a vizsgált terület átlaga alatt.

A héjak csupán 13%-ának ismert a távolsága, és sok esetben túl távoli a klasszikus T Taurik észleléséhez az adott határmagnitúdóval. Csak a 3 kpc-nél közelebbi, vagyis a 2MASS határmagnitúdójával a CTT-k detektálhatóságának távolsághatárán belüli, ismert távolságú héjakat tekintve véve a CTT-k sűrűsége a héjakon $0,38(\square^\circ)^{-1}$. Ugyanezen közeli héjak belsejében megfigyelt CTT-sűrűség $0,22(\square^\circ)^{-1}$. A kettő aránya 1,73, ami jóval nagyobb, mint az összes héj figyelembe vételével kapott 1,47 (ld. 2.1 táblázat). Az átlagos extinkció a közeli héjakon 1,74 mag, míg azok belsejében 1,32 mag, amely szintén nagyobb mint az összes héjra vonatkozó megfelelő értékek. Ezért a CTT-k sűrűsége extinkcióegységenként $0,22(\square^\circ)^{-1} \text{ mag}^{-1}$ és $0,17(\square^\circ)^{-1} \text{ mag}^{-1}$, amely hasonló a héjak teljes mintája esetében kapotthoz.

A lefedett terület, valamint a CTT-k száma és sűrűsége az extinkció függvényében a 2.1.3 alfejezetben leírtak szerint a 2.9, 2.10 és 2.11 ábrákon látható. A lefedett terület görbéje (2.9 ábra) alapvetően két különböző részre tagolódik 2,5 mag-nál ($\log A_V^{\text{FD}} \approx 0,4$ mag). Alatta az illesztett egyenes meredeksége $-1,24(\pm 0,03)$, míg fölötte $-4,7(\pm 0,1)$.

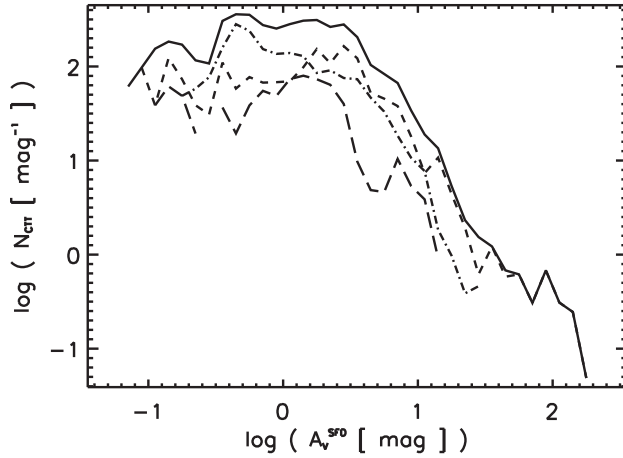
A CTT-k számának görbéjében (2.10 ábra) is törés figyelhető meg hasonlóan 2,5 mag-nál, ahol a meredekség alatta $0,6(\pm 0,1)$, fölötte $-2,2(\pm 0,1)$.



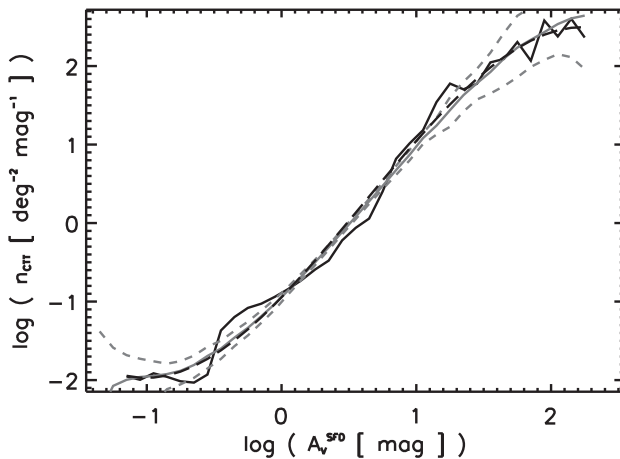
2.9. ábra. A lefedett égterület mérete az extinkció függvényében. A folytonos görbe a teljes vizsgált régióra, a hosszú szaggatott, a rövid szaggatott és a pontozott vonalas görbék rendre az üregbeli, a héjon látszó, illetve az egyéb, héjakon kívüli területekre vonatkoznak.

A területnek, illetve a CTT-k számának 0,25 mag ($\log A_V^{\text{SFD}} \approx 0,6$) és 2,5 mag ($\log A_V^{\text{SFD}} \approx 0,4$) közé eső hányada $0,61(\pm 0,02)$, illetve $0,40(\pm 0,06)$, míg 2,5 mag és 25 mag ($\log A_V^{\text{SFD}} \approx 1,4$) között $0,08(\pm 0,02)$ és $0,54(\pm 0,06)$. A feltüntetett hibákat az extinkcióértékek hibájából számítottam. A területet és a CTT-k számát szintén meghatároztam úgy, hogy az extinkciótartományok határait módosítottam az extinkcióértékek Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) által megadott hibájának megfelelően. A 2.9 és 2.10 ábrán megfigyelhető, hogy a 2,5 mag és 25 mag közötti tartományban a héjakon látszó CTT-k száma meghaladja az azokon kívül láthatók számát, habár a megfelelő terület kisebb.

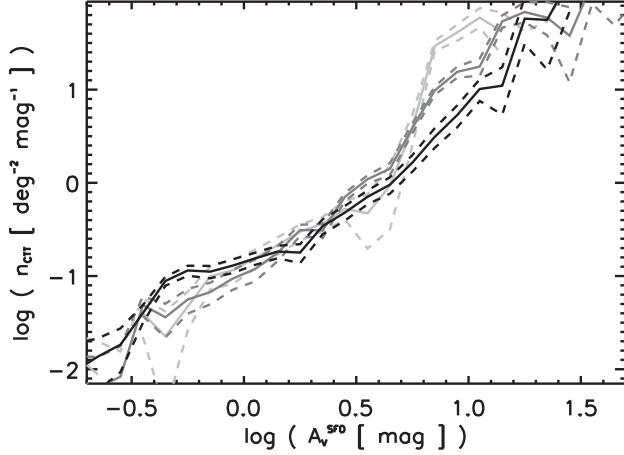
Hasonlóan az előzőekhez a CTT-sűrűség görbéje (2.11 ábra) is törést mutat, de az előbbiektől eltérően két helyen, 0,25 mag-nál, illetve 25 mag-nál. A terület 25 mag feletti hányada $0,0001(\pm 0,00001)$, míg a CTT-k számáé $0,04(\pm 0,004)$. Ezen mennyiségek 0,25 mag alatti hányada $0,30(\pm 0,05)$ és $0,02(\pm 0,003)$. A CTT-sűrűség görbéjére való illesztésnél a függvény alakjának harmadfokú függvényt illesztettem: $y = -0,95(\pm 0,05) + 1,77(\pm 0,05)x + 0,48(\pm 0,07)x^2 - 0,26(\pm 0,03)x^3$. Az illesztett függvényt valószínűségi sűrűségként használva véletlenszerű CTT-mintákat hoztam létre. A véletlen mintákból a CTT-szám és CTT-gyakoriság függvényeket a valódi mintánál is alkalmazott módszerrel számítottam ki. Amint az a 2.11 ábrán is látható, az illesztett és a modellezett görbe jól közelíti a valódi mintából számítottat. A területhez és a CTT-számhoz hasonlóan a valódi minta CTT-sűrűség függvényét is kiszámítottam a héjak területére, a bennük levő üregekre, és az egyéb rajtuk kívül eső helyekre külön-külön. Az így kapott függvényeket a 2.12 ábra mutatja. Ugyanezzel a módszerrel kiszámítottam a véletlen CTT-mintákból is ezeket függvényeket. Az így modellezett függvényeket a 2.13 ábra mutatja. Jól látható, hogy a különböző területekre kapott modellezett görbék, ahogy az várható volt, nem különböznek lényegesen egymástól, míg a valódi mintára kapott megfelelő görbék között a



2.10. ábra. A CTT-k száma az extinkció függvényében. A folytonos görbe a teljes területre kapott függvényt, a hosszú szaggatott, a rövid szaggatott és a pontozott vonalas görbék rendre az üregekben, a héjakon, illetve a héjakon kívül elhelyezkedő területekre kapott függvényeket mutatják.



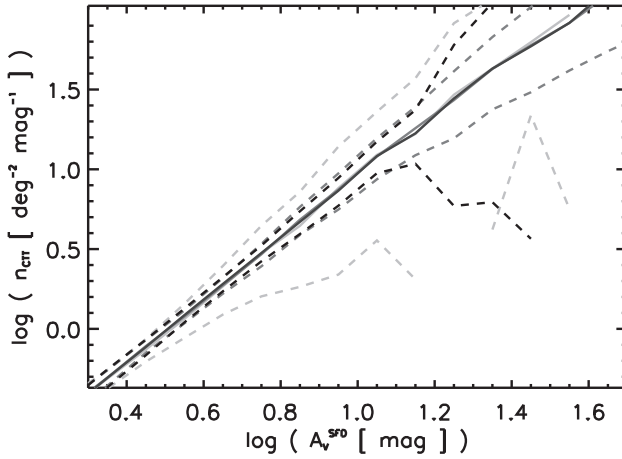
2.11. ábra. Az teljes területre kapott négyzetfokkonkénti CTT-gyakoriság az extinkció függvényében. A folytonos fekete görbe a megfigyelt mintából számított függvényt, a hosszú szaggatott görbe a megfigyelt minta adataira illesztett harmadfokú függvényt, a folytonos szürke görbe a harmadfokú függvény felhasználásával létrehozott 200 véletlen mintából kapott átlagolt függvényt mutatja. A rövid szaggatott görbe a véletlen mintákból kapott szórást jelzi.



2.12. ábra. A valódi CTT-k négyzetfokkonkénti gyakorisága az extinkció függvényében. A szaggatott görbék a függvényértékek 1σ hibahatárait jelölik. A világos, sötét és fekete vonalak rendre az üregbeli, a héjakon, illetve a héjakon kívül elhelyezkedő területekre kapott függvényeket mutatják.

számított hibáknál nagyobb eltérés mutatkozik. Számottevő extinkcióknál, azaz 2,5 mag és 25 mag között, a CTT-sűrűség a héjakon rendre meghaladja az azokon kívül megfigyelhetőt. Más szavakkal adott extinkcióértékeknél a héjakon nagyobb a CTT-k gyakorisága, mint azonos extinkciójú, de héjakon kívüli területeken. 25 mag fölött a kis terület és a kis CTT-szám miatt a statisztikus szórás annyira megnő, hogy az itt kapott eredmény már nem értelmezhető.

A héjakon és azokon kívül megfigyelt CTT-sűrűség arányát 0,25 mag



2.13. ábra. A 2.12 ábra megfelelője a véletlenszerű CTT-mintára.

és 25 mag közötti extinkciótartományon átlagolva a valódi minta esetében kapott érték szignifikánsan nagyobb, mint a véletlen minták esetében. A véletlen minták alapján modellezett adatok szórását figyelembe véve a CTT-többség a héjakon 5σ megbízhatósággal mérhető.

2.3. Következtetések

Halmazok. A halmazok tagszámának eloszlásfüggvénye hasonló, ám valamivel nagyobb meredekségű, mint a hagyományos értelemben vett halmazoké, ahol a meredekség kb. -1 a $\log M$ tartományok függvényében megrajzolt hisztogramon (pl. Zhang & Fall, 1999; Elmegreen, 2006). Minden valószínűség szerint a halmazokhoz halványabb csillagok is tartoznak, így a teljes halmaztömeg nagyobb mint a megfigyelt CTT-k összömege. Mindenestre a 2.4 ábra azt sugallja, hogy a csillagok keletkezéskori csoportosulása egész kis skálákon is végbemegy. Ennek a sornak a folytatásai lehetnek a 3-4 csillagból álló hierarchikusan kötött rendszerek (Brandeker, Jayawardhana & Najita, 2003).

CTT-k és héjak kapcsolata. A héjakat, az üregeket és az ezeken kívül eső területeket külön-külön vizsgálva, de a területeken belüli extinkcióbeli különbözőségeket figyelmen kívül hagyva, jelentős többlet mutatkozik a héjakon, mind a CTT-k számát, mind a gyakoriságukat tekintve, sőt a többletet a CTT-gyakoriság és az extinkció aránya is megerősíti. Ez arra utal, hogy a megfigyelt CTT-többlet valódi összefüggésben lehet a héjak keletkezésével, mivel a rajtuk megfigyelhető megnövekedett csillagkeletkezés mértéke meghaladja azt, ami csupán a héjakon megnövekedett anyagsűrűség alapján várható. Ez alátámasztja valamilyen gerjesztő mechanizmus működésének létét.

A 2.1 táblázatban szereplő értékek nyilvánvalóan szennyezettek a távoli,

CTT-t nem mutató, de esetleg észlelési határnál halványabb CTT-ket tartalmazó héjak járulékáival. Ezért várhatóan a héjak távolságának ismeretében kapható eredmények sem gyengítenék a következtetést. A 13%-nyi ismert távolságú héjat vizsgálva hasonló eredmények adódtak, mint a távolság figyelmen kívül hagyásával.

A héjakon megfigyelhető CTT-többlet extinkciótartományonkénti párhuzamos vizsgálata hasonló következtetésre vezetett. Az egyes extinkciótartományokban külön-külön megfigyelhető a CTT-k számának, gyakoriságának, sőt a CTT-gyakoriság és az extinkció arányának megnövekedése is függetlenül a köztük lévő összefüggés alakulásától. Mindezek alátámasztják, hogy a héjak CTT-számban és gáztömeg-egységenkénti CTT-sűrűségben is többletet mutatnak. A klasszikus T Taurik eloszlásában megfigyelhető többlet arra utal, hogy a héjakon a csillagkeletkezés hatékonysága magasabb mint az egyéb területeken. A megnövekedett hatékonyság okozója lehet a héjat létrehozó folyamat (pl. szupernóvarobbanás).

3. fejezet

Sötét felhők vizsgálata a Cepheusban

A por extinkciójának és a gáz oszlopsűrűségének arányát állandónak feltételezve az extinkció felhasználható a felhőbeli tömegeloszlás feltérképezésére. Az utóbbi évtizedek kutatásai alapján bebizonyosodott, hogy a szén-monoxid (CO) vonalak a felhőmorfológia hatékony jelzői. A megfigyelések alapján 13-as tömegszámú szénatomot tartalmazó szén-monoxid molekula 1-0 forgási átmenete (szokásos jelöléssel $^{13}\text{CO}(1-0)$) során keletkező vonal intenzitása és a vizuális extinkció (A_V) között lineáris összefüggést találtak az $1,5 \text{ mag} < A_V < 5 \text{ mag}$ extinkciótartományban. A $^{13}\text{CO}(1-0)$ felmérések eredményeként számos területen meghatározták a csillagközi felhők tömegspektrumát (pl. Yonekura és mtsai., 1997). A felhők megfigyelt tömegspektrumából levonható következtetésekről például Evans (1999) cikkében olvashatunk. A felhők alakját többek között Jones & Basu (2002) tárgyalták. Tóth & Horváth (1996) megfigyelések és hidrodinamikai modelljük segítségével tanulmányozták a lehetséges felhőátformálódás és gerjesztődés jelenségét, munkájuk során Yonekura és mtsai. (1997) által a Cepheus égi területen azonosított felhők közül a legnagyobbakat használták.

Érdemes megvizsgálni, hogy egy nagy terület homogén extinkciófelmérése ugyanazokat az eredményeket adja-e.

A közeli csillagközi felhők keresése hagyományosan csillagszámláláson (Dickman, 1978) alapuló extinkciótérképezéssel történik, mely módszert adaptív rács alkalmazásával Cambrésy (1999a) fejlesztette tovább. A Cepheus terület egyes részleteinek extinkcióját többen is feltérképezték, többek között Harjunpää, Liljeström & Mattila (1991) az LDN 1155/1157-re, Balázs és mtsai. (2004) az LDN 1251-re, valamint Cambrésy (1999b) a teljes galaktikus fősík 20°-os környezetére. Az LDN 1251 struktúráját morfológiai szempontból is vizsgálták.

A felhőmorfológia, a távoli infravörös tulajdonságok, illetve az infravörös és H α források összetett, átfogó tanulmányozása felfedheti a kapcsolatot a felhőmorfológia, valamint a további strukturálódás és a kis tömegű csillagok keletkezése között. Egy erre a vizsgálatra alkalmas területnek az OB asszociációk közvetlen környezetén kívül kell lennie, de a statisztikai megközelítéshez elegendő számú felhőt kell tartalmaznia. Emellett szükséges a terület 100 μm -en túli hullámhosszon végzett felmérése is, ugyanis ez a tartomány alkalmas a hideg ($T < 18\text{ K}$) felhők fizikai paramétereinek elegendő nagy felbontással történő meghatározására, vagyis a várt felhőméretnél kisebb féltértszélességgel történő megbízható tanulmányozására. Ehhez a vizsgálathoz az egyik legalkalmasabb terület a Cepheus Flare. A terület kis és közepes tömegű csillagok ismert keletkezési helye, az Infrared Astronomical Satellite (IRAS, Wheelock és mtsai., 1991) adatai szerint sűrű és hideg felhőkkel (ld. pl. Kun, 1998). Yonekura és mtsai. (1997) egy alulmintavételezett (8' rács, 2,7 felbontás) felmérés keretében feltérképezték a ^{13}CO eloszlását Cepheus és Cassiopeia területén egy $30^\circ \times 30^\circ$ négyzetfokos mezőben, és a térképezés során 188 felhőt találtak $10^5 M_\odot$ össztömeggel. A felső-Cepheus területet az Infrared Space Observatory (ISO) mérte 170 μm hullámhosszon az ISOPHOT C200 (Lemke és mtsai., 1998) kamerával seren-

dipity módban (ISO Serendipity Survey – ISOSS, Bogun és mtsai., 1996), amely azt jelenti, hogy a mérés az egyes célobjektumok közti mozgatás közben történik. Az adott hullámhosszon így kapott igen nagy lefedettség egyedivé teszi ezt a területet. Az infravörös mérések alapján 105 nagyon hideg felhőmagot detektáltak (VCC) a Cepheus Flare területen (Tóth és mtsai., 1999).

A felhőrétegek részletes tanulmányozásából Kun (1998) arra következtetett, hogy a Cepheus Flare óriás-molekulafelhő (Lebrun, 1986) távolsága 300 ± 30 pc, és további csillagközi anyagbeli rétegek vannak 450 pc és 200 pc távolságban. A galaktikus infravörös hurkok katalógusában, melyet Kiss, Moór & Tóth (2004) készítettek, a vizsgált területen hét nagy, $100 \mu\text{m}$ -en megfigyelt szerkezet található. Közülük néhány, mint például a GIRL G109+11 a semleges hidrogén (HI) 21 cm-es (Burton & Hartmann, 1994) vonalán is megfigyelhető.

Kutatásaim során a csillagközi anyag szerkezetét és a csillagkeletkezés aktivitását tanulmányoztam a csillagközi por extinkciójának és infravörös sugárzásának eloszlása alapján. A munka célja azon fizikai folyamatok megértése, melyek akár az átmeneti, akár a csillagkeletkezés helyszínéül szolgáló felhők képződésében szerepet játszanak vagy játszhatnak. Mivel a legtöbb felhőt a külső nyomás tartja egyensúlyban, alakjukat külső hatások formálják, így a felhők morfológiájának tanulmányozása közvetett információt ad ezekről a külső hatásokról.

3.1. Kiinduló adatok és adatfeldolgozás

3.1.1. Extinkciótérképezés

A sötét felhők anyagának eloszlása hatékonyan feltérképezhető az általa okozott extinkció eloszlásának meghatározásával. Az extinkció hatására

a felhők anyagán keresztülhaladó fény gyengül, így a felhők irányában a háttércsillagok látszó fényessége kisebb, mint a felhő jelenléte nélkül lenne. Ennek következtében kisebb lesz egy adott térszögben adott magnitúdóhatárnál fényesebb csillagok számának várható értéke. Ezt kihasználva meghatározható az extinkció a csillagok számának csökkenéséből. Mivel az extinkció nagysága hullámhosszfüggő, kisebb hullámhosszak felé nő, a háttércsillagoknak nem csak a látszó fényességük csökken, hanem a színük is megváltozik, vörösödik. A színindexek alapján meghatározott vörösödés megfigyelése szintén alkalmas az extinkció nagyságának mérésére. A jelenségek természetéből adódóan mindkét módszernél fontos, hogy az extinkció meghatározása valóban a háttércsillagok alapján történjen, ezért az esetleges előtércsillagok okozta hatást vizsgálni és korrigálni kell.

A Cepheus Flare extinkció térképezését mindkét említett módszerrel, vizuális csillagszámláláson alapuló, és a csillagok közeli infravörös színindexeiben megfigyelhető vörösödés mérésén alapuló módszerrel elvégeztem. Kiindulásként elkészítettem a $RA = 21^h40^m$, $Dec = 73^\circ$ középpontú, $18^\circ \times 18^\circ$ -os, Cepheus-beli terület térképét. Mind a vizuális, mind a közeli infravörös adatok alapján készült extinkciótérkép mintavételezési sűrűsége 1/5.

Vizuális csillagszámlálás extinkciótérkép. Az első extinkciótérképét a klasszikus vizuális fotometriai adatokon alapuló csillagszámlálási módszer továbbfejlesztett változatával készítettem. A módszert az United States Naval Observatory (USNO) A2.0 katalógus adataira alkalmaztam. Az USNO A2.0 katalógus általam vizsgált területre eső adatait a Palomar Optical Sky Survey (POSS-I) digitalizált fotolemezei alapján végzett csillagfotometria eredményeiből állították össze (Monet és mtsai., 1998). A katalógus a B sávban 19 mag-ig a pontszerű források teljes mintáját tartalmazza. A hullámhossztartomány és a határmagnitúdó által meghatározott viszonylag

alacsony csillagszám-sűrűség miatt az extinkció csak korlátozott értékekig követhető nyomon megbízhatóan. Egyszerű szabályos rácsú csillagszámlálás (Dickman, 1978) alkalmazásával a legnagyobb extinkciójú helyeken, ahol a cellánkénti csillagszám egy körüli értékre esik, csak alsó becslés adható az extinkcióra. A változó rácsméretet alkalmazó módszer (pl. Cambrésy, 1999a) ezt a hátrányt kikerüli, ugyanis a cellaméret helyett a cellákba eső csillagok számát rögzíti. Így a térkép felbontása csökkenni fog a csillagszám-sűrűség csökkenésével. Ennek következtében a nagy extinkciójú helyeken kapott értékek nagyobb terület átlagértékei, mint a kisebb oszlopsűrűségű helyeken, vagyis még mindig alulbecsültek. Mindazonáltal a vizuális csillagszámlálás előnye, hogy a vizuális extinkció értékeit látható tartománybeli adatok alapján adja meg, így az ekvivalens A_V érték kiszámítása kevésbé érzékeny a szelektív extinkciós tényező értékére tett feltételezésre.

A térképezést adaptív rácson a Cambrésy (1999a) által leírt módon végeztem. Az extinkció értékét egy adott pontban a következő összefüggés adja:

$$A_B^{\text{USNO}} = \frac{1}{b_B} \log \left(\frac{\overline{d_{cl}}}{\overline{d_{cp}}} \right)^2, \quad (3.1)$$

ahol $\overline{d_{cl}}$ az adott pozícióhoz legközelebbi 10 valódi csillag átlagos szögtávolsága, $\overline{d_{cp}}$ az adott pozícióhoz legközelebbi 10 csillag átlagos szögtávolságának értéke extinkciómentes esetben, b_B értékei pedig a különböző határmagnitúdókkal modellezett $\overline{d_{cp}}$ értékekre történő illesztésből adódnak a következő összefüggésnek megfelelően:

$$\log(\overline{d_{cp}})^{-2} = a_B + b_B \cdot m_B, \quad (3.2)$$

ahol m_B a határmagnitúdó, a_B és b_B pedig a határmagnitúdó és a csillagok számsűrűségének logaritmusai közötti lineárisan jól közelíthető összefüggés illesztett együtthatói. A $\overline{d_{cp}}$ értékeit Wainscoat és mtsai. (1992) galaxismodellje alapján számítottam. A modell különböző galaktikus objektumtípusokat 81 csoportba sorolva, az egyes csoportokra jellemző térbeli

eloszlások szuperponálásával írja le a Tejútrendszer szerkezetét. A modellben használt objektumtípusok csoportjai a fősorozat előtti, fősorozati és elfejlődött csillagok, planetáris ködök, valamint HII zónák. Balázs és mtsai. (2004) e modellt alkalmazó FORTRAN programja segítségével kaptam meg $\overline{d_{cp}}$ értékeit a térképezett irányoknak megfelelő galaktikus koordinátákra.

Az USNO adatok néhány, a Palomar fotolemezeken túlexponált csillag körül hiányosak. Ezeket a pozíciókat a térképezésből kizártam. Az ekvivalens vizuális extinkciót a szelektív extinkciós együtthatóra a Tejútrendszerben tipikus $R_V = 3,1$ értéket feltételezve a

$$A_V^{\text{USNO}} = 0,76A_B^{\text{USNO}} \quad (3.3)$$

képlet szerint számítottam (Dickman, 1978). A módszernek köszönhetően a névleges hiba nem függ a helyi csillagszám-sűrűségtől, csak a b_B értékétől. Mivel b_B jó közelítéssel csak a galaktikus szélesség függvénye, a hiba 0,6 mag-tól 1,0 mag-ig nő a $3^\circ < b < 27^\circ$ tartományban, átlagos értéke 0,8 mag. A térkép felbontása $2'$ és $8'$ között változik a helyi csillagszám-sűrűségtől függően, átlagos értéke $3'$. Hagyományosan a felhők definiálásához és morfológiai elemzéséhez a csillagszámláláson alapuló extinkciótérképet használtam. A térkép az 3.2 ábrán látható.

Közei infravörös színindexen alapuló extinkciótérkép. A vizuális csillagszámlálás mellett egy másik módszert is felhasználtam az extinkciótérképek elkészítésére. A második módszer egy adott égi pozíció körüli kis környezetben látszó háttércsillagok közei infravörös szintöbbletének mérésén alapul. Ez mélyebb extinkciótérkép készítését teszi lehetővé hasonló vagy nagyobb felbontással, de az így kapott térkép nem közvetlenül az optikai extinkció eloszlását jelzi. Mivel az utóbbi 100 évben a sötét felhők definiálására a vizuális extinkciót használták, ezért a 2MASS pontforrásokatalógusból nyert közei infravörös szintöbblét adatokból optikai extinkció

egyenértéket számoltam az alábbi összefüggés segítségével:

$$A_V^{2\text{MASS}} = b_{JH}E(J - H) + b_{HK}E(H - K), \quad (3.4)$$

ahol $E(J - H)$ és $E(H - K)$ a megfelelő sávokban mért színtöbbség, továbbá b_{JH} és b_{HK} együtthatók tartalmazzák az átváltási tényezőket az ekvivalens vizuális extinkcióra, valamint súlyozó tényezőket az eredmény hibájának minimalizálására (Lombardi & Alves, 2001). Mivel ez a módszer az ekvivalens vizuális extinkciót közeli infravörös adatok alapján jellemzi, érzékenyebb az állandónak feltételezett szelektív extinkciós tényező valódi értékének változásaira. Ezen eljárás segítségével csak azokat a pozíciókat tekintve, ahol a kapott érték legalább három csillag adataiból származik, megbízhatóan leírható az extinkció eloszlása 8 mag mélységig $3'$ felbontással. Az térkép egyes pozícióiban az extinkcióértékeket az $1,5$ sugáron belüli csillagok adataiból kapott értékek súlyozott átlagát és Gauss-függvénnyel történő simítást használva kaptam meg. A színindexeik alapján feltételezhetően beágyazott csillagokat a térképezésből kizártam. A kapott értékek átlagos hibája $0,6$ mag, a galaktikus fősíktól távolodva $0,3$ mag-ról $0,8$ -re nő a csillagok lokális számsűrűségének csökkenése miatt. Az ezzel a módszerrel kapott értékeket az extinkció csúcserkékeinek jellemzésére használtam.

Előtérscillagok. Törekedtem az előtérscillagok jelenlétéből származó hiba kiküszöbölésére is, de az egyes csillagok távolságának ismerete nélkül ez csak statisztikai úton lehetséges. Először az előtérscillagok előfordulási gyakoriságának közelítő becslését végeztem el Wainscoat és mtsai. (1992) galaxismodellje alapján. Eredményül 1% -ot kaptam. Ebből a becslésből Cambrésy és mtsai. (2002) módszere alapján kiszámítottam, hogy ez a gyakoriság a felbontásnak megfelelően az egyes térképezett pontokban mekkora hibát eredményez. Az előtérscillagok fenti gyakorisága a térképezett pontok többségénél nem okoz mérhető hibát az extinkcióban. Még az általuk be-

folyásolt helyeken is csak az extinkció névleges hibájánál kisebb eltérést okoznak. Hatásuk 2,5 mag extinkciónál válik összemérhetővé a névleges hibával, az ennél magasabb extinkcióértékek valószínűleg alulbecsültek.

Az előtércsillagok által valószínűleg befolyásolt helyeken az extinkció értékének korrekcióját is elvégeztem. Azokra a pozíciókra, ahol az A_V^{USNO} értéke meghaladja a 2,5 mag-t, az extinkciót újraszámoltam a feltehetően előtércsillagok kiszűrésével. Ha a korábbi extinkciószámítások valamely felhasználó csillag $B - R$ színindexe kékebb volt, mint $\overline{B - R} - 3\sigma_{B-R}$, ahol $\overline{B - R}$ és σ_{B-R} a felhasználó csillagok $B - R$ színindexeinek átlaga illetve szórása (vagyis a csillag lényegesen kékebb az átlagnál), akkor az extinkciót az adott csillag helyett a legközelebbi, az átlagosnál nem jelentősen kékebb csillag adatainak felhasználásával újraszámoltam. Mind a 6005 ilyen, $A_V^{\text{USNO}} > 2,5$ mag extinkciójú térképezett pozíciót megvizsgáltam, közülük 319 esetben találtam előtérgyanús csillagot. Ez egybevág a galaxismodell alapján kapott várható gyakorisággal. A korrekcióból adódó legnagyobb eltérés 0,7 mag, az átlag azonban 0,1 mag alatt van. A korrekció miatt az érintett helyeken a térkép felbontása csökkent.

A közeli infravörös színindexeken alapuló extinkcióterképet súlyozott átlagolással mind σ -vágással, mind anélkül kiszámítottam. A σ -vágás módszere iterációk alkalmazásával válogatja ki azokat az egyedi csillagokra kapott extinkcióértékeket, amelyek a súlyozott átlagtól 3σ -án belül vannak (Lombardi & Alves, 2001). A σ -vágással kapott térképet az egyszerű átlagolással kapottal összehasonlítva az értékek szórása 0,08 mag a rájuk illesztett egyenes körül, míg az egyenes meredeksége 1,0. A σ -vágással készült térkép átlagosan inkább kissé alacsonyabb extinkcióértékeket mutat, ami arra utal, hogy több viszonylag vörös színű csillag lett a mintából levágva, mint ahány kék. Ez magyarázható azzal, hogy azokon a helyeken ahol a csillagok számsűrűsége kicsi, a fel nem bontott nagyon sűrű csomók, vagy a nagyon vörös színű csillagok hatása összemérhető, vagy

nagyobb mint az átlagosnál kékebb, feltehetően előtérscillagoknak tulajdonítható hatás. Ezért az ezzel a módszerrel meghatározott extinkcióértékek csak 8 mag alatt megbízhatóak. A legnagyobb σ -vágás okozta eltérések az egyszerű átlagolással kapott értékektől +4,4 mag, illetve -4,6 mag. Ellenőriztem az abszolút eltérést a helyi átlagextinkciókban a felhők várható méretskáláján is. A kapott legnagyobb eltérés $\pm 0,06$ mag, ami jóval kisebb az egyéb ismert forrásokból származó hibáknál. Ebből arra következtettem, hogy az előtérscillagok nem befolyásolják jelentősen az extinkcióértékekből kapott eredményeket.

3.1.2. Felhődefiníció

A sötét felhőket az A_V^{USNO} extinkciótérkép alapján automatikus eljárással definiáltam, ezzel lehetővé téve, hogy a szemrevételezéses módszerrel szemben, az így kapott felhőminta reprodukálható és torzításmentes legyen, mely alkalmas a morfológiai, optikai és távoli infravörös tulajdonságok statisztikai vizsgálatára. A felhődefiníció a következő lépésekben történt:

- 1) a legmagasabb $A_V^{\text{USNO}} > 2$ mag extinkciócsúcs megkeresése;
- 2) a legközelebbi félérték kontúr megkeresése;
- 3) a felhő körvonala legyen:
 - a) a félérték kontúr, ha az nem foglal magában korábban definiált felhőt;
 - b) az a legalacsonyabb kontúr az új csúcs körül, ami a korábban definiált felhőtől elkülönül.

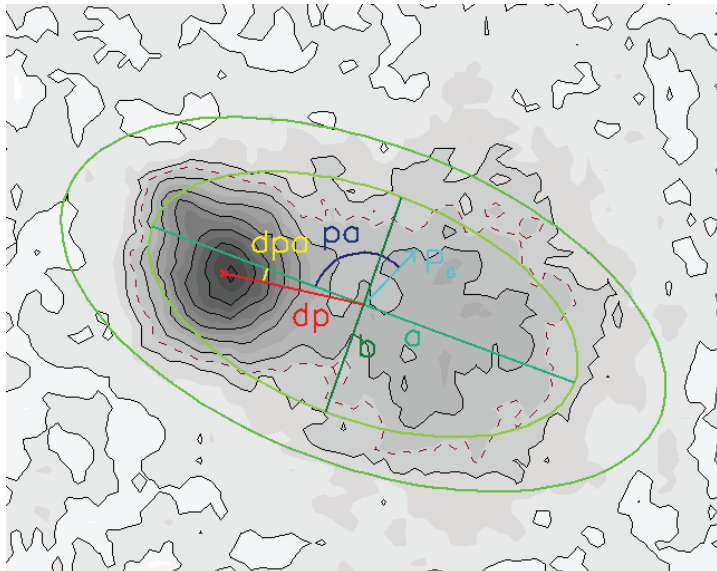
Ezen lépések addig ismétlődnek a térképezett terület előző lépések során kapott felhőkön kívüli részeire, amíg található újabb $A_V^{\text{USNO}} > 2$ mag feletti extinkciócsúcs. Ennek megfelelően a felhők definiálása csökkenő A_V^{USNO} csúcsextingció szerinti sorrendben történik.

A felhőhatárok definiálása rögzített kontúrszint alkalmazásával is lehetséges (v.ö. Dobashi és mtsai., 2005). Ebben az esetben azonban a kis elszigetelt globulák és a nagy felhőkomplexumok tagjai háttérszintjének eltérései torzíthatják a felhők méreteit. Ez olyan mintát eredményezhetne, amelyben együtt lennének jelen nagyon eltérő méretű, a kis elszigetelt globuláktól a nagy összetett szerkezetű felhőkomplexumokig, tehát a szerkezeti hierarchia különböző szintjein álló objektumok. Ennek elkerülése érdekében használtam a fenti definíciót, azonban a kapott mintát a továbbiakban majd összehasonlítom a hierarchiát figyelmen kívül hagyó módszerrel kapott mintával. Meg kell jegyezni, hogy mindkét felhődefiníció önkényes.

3.1.3. A felhők morfológiai elemzése

A felhők morfológiai jellemzésére kvantitatív paramétereket definiáltam. A felhőalakokat a körvonalakra (ld. 3.1.2 alfejezet) illesztett ellipszisekkel közelítettem. Az ellipszis középpontja a felhő geometriai középpontja, azaz a felhő körvonalán belüli pontok koordinátáinak számtani közepe. A tengelyek mérete úgy adódik, hogy az ellipszis területe legyen egyenlő a definiált felhő területével, és benne az extinkció összege maximális legyen. Ugyancsak definiáltam egy eltolódásvektort, ami a felhő geometriai középpontjából az extinkciócsúcs helyére mutat. A morfológiai paramétereket az alábbiak szerint határoztam meg (ld. még 3.1.3 ábra):

- a (nagytenyely) - az illesztett ellipszis nagytenyelyének (szokásos jelöléstől eltérően a teljes) hossza;
- b/a (tengelyarány) - az illesztett ellipszis kis- és nagytenyelyének aránya;
- PA (pozíciószög) - az illesztett ellipszis nagytenyelyének irányszöge az északi galaktikai pólustól mérve pozitív irányban;



3.1. ábra. A felhők morfológiai paramétereinek szemléltetése egy fiktív felhőn.

- dp (eltolódás) - a geometriai középpont és az extinkciócsúcs látszó távolsága;
- dpa (eltolódási irányszög) - az eltolódásvektor irányszöge az illesztett ellipszis nagytengetyétől mérve pozitív irányban;
- irr (irregularitás) - S_k/S_f , vagyis a definiált felhő területének az illesztett ellipszisen kívül eső hányada;
- sym (szimmetria) - a felhőnek az illesztett ellipszis kistengelye által elválasztott két felében összegzett extinkciók aránya ($sym < 1$);
- sep (szeparáltság) - $1 - (\sum_{gy} A_V^{USNO} / \sum_{ell} A_V^{USNO})$, ahol $\sum_{ell} A_V^{USNO}$ az illesztett ellipszisen belüli extinkcióösszeg, $\sum_{gy} A_V^{USNO}$ pedig az extinkcióösszege az illesztett ellipszis (a, b tengelyekkel) és a $\sqrt{2}$ -szörös méretű koncentrikus ellipszis ($\sqrt{2} \cdot a, \sqrt{2} \cdot b$ tengelyekkel) közötti, tehát a felhőével egyenlő területű elliptikus gyűrűben.

Ezek a paraméterek segíthetnek bizonyos várhatóan létező morfológiai jellegzetességek megtalálásában. A globuláris felhők esetében jól megfigyelhető szeparáltság várható a környezettől, illetve 1-hez közeli tengelyarány, míg az üstököszerű felhők esetében inkább elnyúlt, kistengelyre aszimmetrikus alak, és viszonylag nagy eltolódásvektor a nagytengetyhez közeli iránnyal. Mindkettő esetében viszonylag kis irregularitás feltételezhető.

3.1.4. Távoli infravörös adatok

A Cepheus régióban megfigyelhető csillagközi por sugárzásának jellemzésére az ISOPHOT Serendipity Survey (Bogun és mtsai., 1996) $170 \mu\text{m}$ -es, illetve az IRAS (Wheelock és mtsai., 1991) 12, 60 és $100 \mu\text{m}$ -es adatait használtam. Az ISOSS térkép elkészítéséhez az adatok feldolgozását a Stickel és mtsai. (1998) által leírtak szerint végezték, a kalibráció részletes leírása Müller,

Hotzel & Stickel (2002) cikkében található. A feldolgozott ISOSS adatok belső kalibrációjának további optimalizálásával a reprodukálhatóság hibája csökkent. Az optimalizáció részleteit Krause (2003) tárgyalja. Az eredményül kapott $170\ \mu\text{m}$ -es térkép, melyet munkám során felhasználtam, abszolút fotometriai pontossága közelítőleg 20%, a reprodukálhatóság hibája kisebb mint 5% (rms). A DIRBE (Hauser és mtsai., 1997) adatok pontos kalibrálásuknak köszönhetően jól használhatóak az égbolt abszolút felületi fényességének meghatározására infravörös tartományban. Közvetlen felhasználása azonban a kis szögfelbontása ($\approx 0,5^\circ$) miatt a kis léptékű fényességeloszlás vizsgálatát nem teszi lehetővé. Ugyanakkor kiválóan alkalmas más műszerek nagyobb felbontással mért felületifényesség-adatainak kalibrálására. A DIRBE adatainak segítségével elvégeztem mind az IRAS, mind az ISOSS felületifényesség-adatok kalibrálását. Így azon túl, hogy a két műszerrel mért adatokat egységes skálára transzformáltam, az így kapott értékek az abszolút felületi fényességet adják meg. Az ISOPHOT és DIRBE adatok Tóth és mtsai. (2000) által leírt módon történő összevetésével a következő összefüggést találtam:

$$I_{\text{DIRBE}}(170) = 1,10 \times I_{\text{ISO}}(170) - 3,61, \quad (3.5)$$

amit a távoli infravörös adatok egységes abszolút skálára hozására használtam. A fenti formulában az $I_{\text{DIRBE}}(170)$ a DIRBE adatokból $170\ \mu\text{m}$ hullámhosszra számított felületi fényesség, $I_{\text{ISO}}(170)$ pedig az ISO által mért felületi fényesség $170\ \mu\text{m}$ -en. Mivel a DIRBE műszer nem szolgáltatott $170\ \mu\text{m}$ -es adatokat, a felületi fényesség értékeit a

$$I(\lambda, T) = \frac{2hc^2\lambda^{\beta-5}}{\left(e^{-\frac{hc}{\lambda kT}} - 1\right)} \quad (3.6)$$

módosított Planck-függvény felhasználásával $\beta = 2$ emisszivitás feltételezésével a DIRBE 100, 140 és $240\ \mu\text{m}$ -es adatokból interpoláltam.

A terület IRAS felületifényesség-adatait szintén a megfelelő hullámhosszú DIRBE adatokkal kalibráltam. A talált összefüggéseket az alábbiaknak meg-

felelően alkalmaztam:

$$I_{\text{DIRBE}}(12) = 1,04 \times I_{\text{IRAS}}(12) + 0,78, \quad (3.7)$$

$$I_{\text{DIRBE}}(60) = 0,78 \times I_{\text{IRAS}}(60) + 1,30, \textit{ illetve} \quad (3.8)$$

$$I_{\text{DIRBE}}(100) = 0,68 \times I_{\text{IRAS}}(100) + 2,06, \quad (3.9)$$

ahol I_{DIRBE} és I_{IRAS} rendre a DIRBE illetve IRAS által mért felületi fényesség.

A pontszerű források felületi fényességhez való hozzájárulásának elkerülése érdekében az IRAS Point Source Catalog (IRAS PSC Beichman és mtsai., 1988) és az IRAS FSC (IRAS Faint Source Catalog Moshir és mtsai., 1990) objektumainak $2'$ sugarú környezetét kizártam a további vizsgálatokból.

3.1.5. A felhők távolsága, tömegbecslés

A területet, melyen a minta felhői elhelyezkednek korábban Kun (1998) vizsgálta, és Wolf-diagramok alapján négy különböző távolságú fő anyagréteget azonosított. Jelen minta legtöbb felhőjére az annak megfelelő rétegre megadott távolságvértéket használtam. Emellett a területen található két R asszociáció, a Cep R1 és a Cep R2 környezetében lévő felhőkre a Racine (1968) által az asszociációk távolságára megadott értékekkel számoltam. A különböző távolságú rétegekben az anyag megfigyelhető radiális sebessége is eltérő. Néhány felhő pozíciójában Yonekura és mtsai. (1997), Taylor, Dickman & Scoville (1987), valamint Clemens & Barvainis (1988) CO mérésekből származó radiális sebességadatokat közöltek. Azon felhők esetében, melyekre nincs ismert távolságadat, ezeket a sebességadatokat használtam annak eldöntésére, hogy az adott felhő mely távolságréteghez tartozik. Ugyancsak felhasználtam a KOSMA 3m teleszkóppal végzett saját CO méréseimből származó sebességadatokat. A műszer jellemzőit Kramer és mtsai. (1998a) cikke mutatja be részletesen.

A KOSMA méréseket a ^{12}CO (2-1) és (3-2), illetve a ^{13}CO és a C^{18}O (2-1) rotációs átmenetek vonalain, 230,5 GHz, 345,8 GHz, 219,6 GHz és 220,4 GHz frekvenciákon végeztem 2003 februárjában (Kiss Z. és mtsai., 2004) és 2004 októberében. Az objektumok mérésére fordított összes integrációs idő több mint 70 óra volt. A célobjektumok kiválasztásakor a CO molekula vonalaiban korábban még nem észlelt felhőket részesítettem előnyben. A 208 felhőből 56-ra végeztem CO mérést, 46 esetben kaptam legalább 3σ nagyságú jelet.

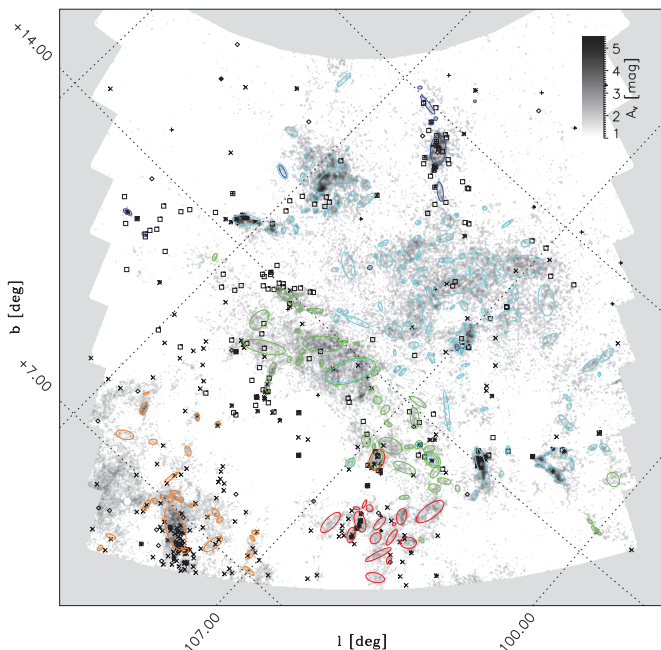
Öt felhő esetében a látóirány mentén két átfedő, különböző sebességű rétegben is jelentős mennyiségű molekuláris anyagot mutattam ki. Egy felhő, a G105, 1 + 13, 1 jelű esetében három különböző sebességű réteget találtam. Azokra a felhőkre, amelyekben egynél több sebességkomponens figyelhető meg, feltételeztem, hogy az optikai extinkciót okozó anyag a közelebbi komponensben van. A távolságvértékeket a referenciákkal az B.1 táblázat tartalmazza. A különböző távolságú rétegekben lévő felhőket az 3.2 ábra mutatja. A távolságvértékeket a felhők tömegének becslésére használtam a Dickman (1978) által megadott képlet felhasználásával:

$$M = (\alpha d)^2 (N_{\text{H}_2}/A_V) \mu \sum_{cd} A_V^{\text{USNO}}, \quad (3.10)$$

ahol α az $1,^m5$ -nek megfelelő rácsméret radiánban, d a felhő távolsága, (N_{H_2}/A_V) az átlagos gáz-extinkció arány $1,25 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2} \text{ mag}^{-1}$ (Jenkins & Savage, 1974), μ pedig az átlagos részecsketömeg $2,3 \times 10^{-24} \text{ g}$ (Allen, 1973).

3.1.6. Fiatal csillagok mintája

A felhők csillagkeletkezési hatékonyságát a fiatal csillagok eloszlása alapján vizsgáltam a 2MASS (Cutri és mtsai., 2003), az IPSC (Beichman és mtsai., 1988) és az IFSC (Moshir és mtsai., 1990) katalógusok, valamint a terület $\text{H}\alpha$ emissziós csillagainak (Kun, 1998) adatait felhasználva.



3.2. ábra. A felhőkre illesztett ellipszisek a terület extinkciótérképén. A távolságrétegek színekódjai: kék: ≈ 200 pc, világoskék: ≈ 300 pc, zöld: ≈ 400 pc, narancs: ≈ 650 pc és vörös: ≈ 900 pc. A YSO-kat a 2MASS (\diamond), IPSC (\times) és IFSC ($+$) katalógusok, illetve Kun (1998) $H\alpha$ (\square) felmérése alapján rajzoltam be. A felhők részletes adatai az B.1 táblázatban vannak felsorolva.

2MASS források. A 2MASS pontforrás-katalógusból a 2.1.1 alfejezetben leírt módon kiválogatott klasszikus T Tauri minta objektumait használtam. A teljes minta a második és harmadik galaktikus negyed területén $|b| < 30^\circ$ szélességtartományban azonosított CTT-ket tartalmazza. Mivel az itt vizsgált Cepheus-beli régió teljes egészében a második negyed területének említett szélességtartományán belül van, minden 2MASS forrása, összesen 61, megtalálható a 2 fejezetben vizsgált CTT mintában.

IRAS pontforrások. Az IPSC és IFSC katalógusok objektumai közül kiválogattam azokat, amelyek infravörös fotometriai adataik alapján fiatal csillagszerű objektumnak mutatkoznak. A kiválasztás kritériumai Beichman és mtsai. (1986) által leírtak alapján a következők voltak: I.) határozott észlelés („2” vagy „3” fluxusminőség, azaz a fluxusra nem csupán felső határ ismert) vagy $25\mu\text{m}$ -en, vagy 60 és $100\mu\text{m}$ -en; illetve II.) ha $12\mu\text{m}$ -en észlelhető, akkor $F_{25} > F_{12}$, ahol F_{12} és F_{25} rendre a $12\mu\text{m}$ -en és $25\mu\text{m}$ -en mért fluxus.

H α emissziós csillagok. A Konkoly Observatórium Schmidt távcsövével objektívprizmával végzett felméréssel Kun (1998) állította össze a terület H α emissziós vonalú objektumainak, mint fősorozat előtti csillag (PMS) jelölteknek a mintáját. A mintában szereplő csillagok 50%-ának fősorozat előtti voltát kifelbontású spektroszkópiával is igazolta (Kun és mtsai., 2008).

Extragalaktikus források eltávolítása. A különböző részmintákban előforduló pozícióbeli egybeesések figyelembe vételével elkészített összesített mintából a lehetséges extragalaktikus források kiszűrését a 2 fejezetbelihez hasonlóan a HYPERLEDA (Paturol és mtsai., 2003) katalógus adatainak felhasználásával végeztem.

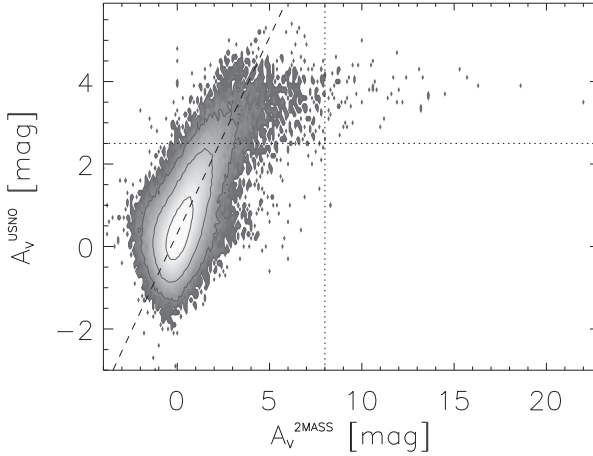
3.2. Eredmények

3.2.1. Az A_V^{USNO} és az $A_V^{2\text{MASS}}$ összehasonlítása

Amint azt a 3.1.1 pontban leírtam az optikai alapú extinkcióértékezés az adott határmagnitúdóval a csillagok alacsony számsűrűsége miatt alulbecsült értékeket eredményez a legnagyobb extinkciósúcsoknál. A 3.3 ábra szerint az $A_V^{\text{USNO}} = 2,5$ mag fölött jól láthatóan levág, míg az $A_V^{2\text{MASS}}$ megbízhatóan jelzi az extinkciót ≈ 8 mag-ig. Ez jelentős eltéréseket okozhat, de csupán a erős csúcsok környezetében, ez magyarázza az $A_{V,cs}^{\text{USNO}}$ és az $A_{V,cs}^{2\text{MASS}}$ értékei közti különbségeket a 3.2 táblázatban.

Megvizsgáltam az két különböző módszerrel kapott extinkcióértékek, az A_V^{USNO} és az $A_V^{2\text{MASS}}$ közti lineáris korrelációt a 0 és 2,5 közötti tartományban, ahol mindkettőt megbízhatónak találtam. A korrelációs együttható 0,59, az illetett egyenes meredeksége pedig $\Delta A_V^{\text{USNO}}/\Delta A_V^{2\text{MASS}} = 0,95$. Az adatpontok szórása az illetett egyenes körül 0,42. A meredekség értékének 1-től való eltérését a következő hatások okozhatják: 1.) a statisztikus előtércsillagkorrekció bizonytalansága alacsony extinkcióértékeknél, ami abból a tényből adódik, hogy az előtércsillagok megkülönböztetése a távolságok ismerete nélkül nem egyértelmű, 2.) a szelektív extinkciós együttható valódi értékének lokális változásai, mely hatás függhet az extinkció nagyságától, valamint ezen változások befolyásolhatják a közeli infravörös színtöbblet és a vizuális extinkció közti összefüggést leíró együtthatók értékeit. A felhasznált adatok az egyes hatások nagyságának kiszámítására nem adnak elegendő információt, ugyanis az eredményre gyakorolt hatásuk együttes nagysága is a hibahatár alatt van.

A felhők definiálása és alakjuk leírása a két extinkcióértékp bármelyike alapján lehetséges, mivel a felhőhatárok várható extinkciósintje mindkét esetben a megbízható értéktartományba esik. Az terület viszonylag kis hányada ($< 1\%$) mutat 2,5 mag-nál nagyobb extinkciót, ezek az adatok



3.3. ábra. Az egyes pozíciókhoz tartozó A_V^{USNO} és A_V^{2MASS} értékpárok sűrűségeloszlása. A világosabb árnyalatok nagyobb sűrűséget jelölnek. A kontúrvonalak 10^3 , 10^4 , és 10^5 mag^{-2} értékeknél vannak megrajzolva. Az értékpárookra elvégzett egyenesillesztés eredményét a szaggatott vonal jelzi. Az ábra $A_V^{\text{USNO}} < 2,5$ értékekre jó lineáris korrelációt mutat. A pontozott vonalak az extinkcióértékek megbízhatóságának határait mutatják.

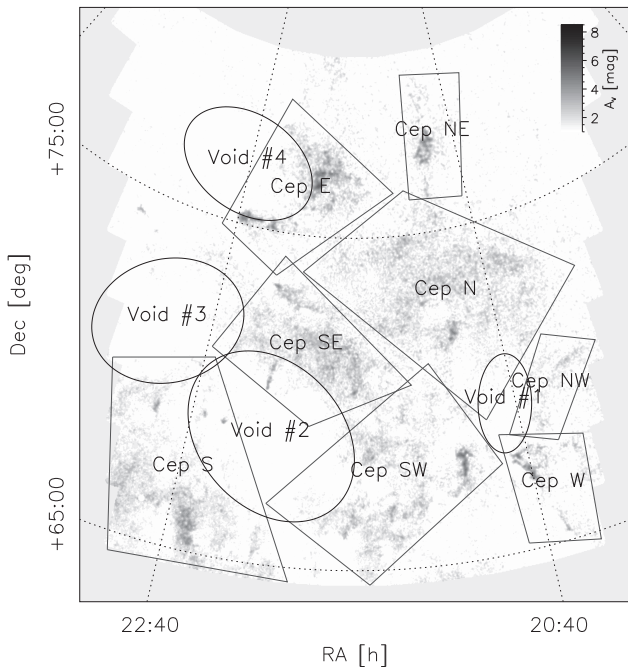
már nem követik a két különböző módszerrel kapott extinkcióértékek fent leírt korrelációját. A korábbi publikációkban alkalmazott gyakorlatnak megfelelően a vizuális hullámhossztartomány adatait használtam a felhők definiálásához.

3.2.2. A terület átfogó leírása, felhőkomplexumok

Az A_V^{USNO} vizuális extinkció eloszlása a 3.4 ábrán látható. Az átlagos extinkció a területen $\overline{A_{V,t}^{\text{USNO}}} = 0,6$ mag, szórása $\sigma_A(s = 3') = 0,67$ mag, ahol szóráson az extinkciótérkép felbontásával azonos, $s = 3'$ méretekálájú területek mintáján számított standard deviációt értem. A legmagasabb extinkcióérték a területen, $A_{V,\text{max}}^{\text{USNO}} = 5,65$ mag az LDN 1241 (G113,64 + 17,1) felhőben található. Láthatóan az extinkció eloszlása 5° méretekálán szerkezetet mutat, ezért a nagy léptékű eloszlásának jellemzőire átlagosan 5° nagytengely-méretű elliptikus mozgóablakokban számított közepes extinkciók segítségével következtettem. A véletlenszerűen elhelyezett ellipszisekben számolt átlagextinkció mintájának középértéke és szórása $\overline{A_{V,\text{ell}}^{\text{USNO}}} = 0,6$ mag illetve $\sigma_A(s = 5^\circ) = 0,3$.

A 3.4 ábrán látható $4,5^\circ$ közepes átmérőjű üregeket a fenti módszerrel azonosítottam. Bennük az átlagextinkció jelentősen a véletlen mintabeli középérték alatt van, jellemző értéke $\overline{A_{V,b}^{\text{USNO}}} = 0,3$ mag.

Ugyancsak azonosítottam 8 nagy felhőkomplexumot, melyekben az extinkció átlagos értéke $\overline{A_{V,k}^{\text{USNO}}} = 0,9$ mag, ami lényegesen magasabb a véletlen minta középértékénél. A felhőkomplexumok alapvető adatait az 3.1 táblázat tartalmazza, ahol a táblázat oszlopai a következők: (1) név, (2,3) középpont galaktikus koordinátái, (4) kiterjedés négyzetfokban, (5) az extinkció középértéke és szórása a komplexumok területén (az üregekbe eső részterületek kizárásával), (6) az extinkció átlagértéke és szórása az $A_V^{\text{USNO}} > 0,6$ mag részterületeken, (7) csúcsextingció $A_{V,\text{cs}}^{2\text{MASS}}$.



3.4. ábra. Az A_V^{USNO} extinkció eloszlása a Cepheus régióban. A szürkeárnyalatok jelentését a skála mutatja. A térkép egyenlítői orientációjú (a mező sarkainak koordinátái: $22^{\text{h}}58^{\text{m}}$, $62^{\circ}44'$; $20^{\text{h}}22^{\text{m}}$, $62^{\circ}44'$; $18^{\text{h}}29^{\text{m}}$, $78^{\circ}4'$; és $0^{\text{h}}51^{\text{m}}$, $78^{\circ}4'$). A négyszögek a felhőkomplexumok határait, az ellipszisek az üregeket jelzik, jellemző adataikat a 3.1, 3.4 és 3.5 táblázatok tartalmazzák.

3.2.3. A felhőminta átfogó jellemzése

Munkám során a fent leírt módon 208 sötét felhőt azonosítottam a területen, melyek közül 86-hoz nem társítható korábban ismert felhő. A felhők a térképezett terület 6.2%-át fedik le. A teljes felhőminta adatait, illetve a hozzájuk társítható korábban katalogizált felhők listáit a B.1 és B.2 táblázatok tartalmazzák. Az extinkció közepes értéke a sötét felhőkben $\overline{A_{V,f}^{\text{USNO}}} = 2,1$ mag. Az extinkció egyes felhőkben kapott csúcserkéinek hisztogramja a 3.5 ábrán látható. A csúcsextingció 11 felhőben, azaz az összes vizsgált felhő kb. 5%-ában meghaladja a 4 mag (ld. 3.2 táblázat).

A felhők morfológiai paramétereinek hisztogramjait a 3.6 ábra mutatja. Néhány paraméter esetében az eloszlásra $f(x)$ lognormális függvény illeszthető:

$$f(x) = \frac{e^{-\left(\ln \frac{x-\theta}{m}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}\sigma(x-\theta)} \quad (3.11)$$

3.1. táblázat. A 8 felhőkomplexum alapvető jellemzői. A jelölések magyarázatát ld. a szövegben.

Cep	l	b	S	$\overline{A_V^{\text{USNO}}}$	$A_{V,0.6}^{\text{USNO}}$	$A_{V,cs}^{2\text{MASS}}$
id.			$[\square^\circ]$	[mag]	[mag]	[mag]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
N	107°;9	17°;4	31	1,1±0,6	1,3±0,5	5,7
NE	111°;7	20°;6	7	0,8±0,8	1,3±0,7	15,7
E	113°;7	16°;4	15	1,1±0,9	1,4±0,8	16,4
SE	110°;2	13°;1	16	1,2±0,7	1,4±0,6	10,0
S	110°;6	7°;7	28	0,9±0,7	1,2±0,6	11,7
SW	105°;5	12°;1	25	0,9±0,7	1,2±0,5	22,0
W	101°;2	15°;4	8	0,7±0,7	1,2±0,6	10,0
NW	103°;3	17°;6	5	0,8±0,5	1,1±0,4	3,3

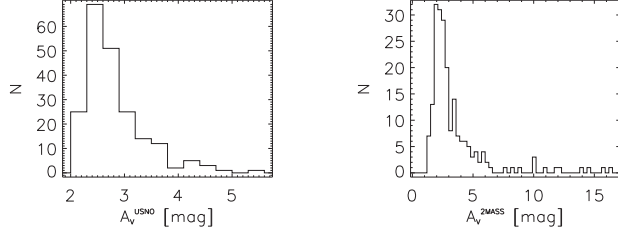
3.2. táblázat. ¹Az $A_V^{\text{USNO}} = 4$ mag-nál nagyobb csücsextinkciójú felhők adatai. A táblázat oszlopai: (1) név, (2,3) középpont galaktikus koordinátái, (4,5) a csücsextinkció értéke vizuális (USNO) és közeli infravörös (2MASS) adatok alapján, (6,7) a nagytengely látszó és valódi mérete ívpercben, illetve pc-ben, (8) tengelyarány, (9) pozíciósög a galaktikus pólus irányától az óramutató járásával ellentétesen, (10) alak szabálytalansága, (11) morfológiai osztály (ld. 3.2.4 fejezet), (12) távolság, (13) felhőtömeg (ld. 3.2.6 fejezet), (14) ismert LDN és Nagoya survey felhők, és (15) YSO-k száma. Részletesebb adatokat a teljes mintáról a B.1 táblázat tartalmaz.

Név	l	b	$A_{V,23}^{\text{USNO}}$	$A_{V,23}^{\text{2MASS}}$	a	a/b	pa	irr	cl	2d	M	³ Ismert felhők	N
(1)	(2)	(3)	[mag]	[mag]	[pc]	(7)	(8)	(9)	(10)	[pc]	[M_{\odot}]	YSO	(15)
G102.0+15.3	102°06	15°30	4.6	8.8	40/7	5.3	0.4	90°	0.31	^c 325	218	LDN 1147, 1148	1
G102.7+15.3	102°73	15°34	4.6	10.0	17/5	2.3	0.7	130°	0.32	<i>ht</i>	^c 325	71 LDN 1155, CO 8	0
G103.9+14.0	103°90	14°01	4.7	22.0	77/5	10.1	0.2	60°	0.42	<i>ht</i>	^c 288	321 LDN 1172, 1174, CO 14	7
G106.9+16.7	106°93	16°72	4.2	5.1	42/2	3.7	0.4	40°	0.14	^a 300	181		0
G108.8+13.5	108°86	13°51	4.3	7.7	87/7	7.7	0.4	150°	1.37	^a 300, ^b 400	690	CO 43	2
G109.4+06.5	109°45	6°56	4.2	11.7	88/8	15.3	0.4	60°	0.20	^b 650	3165	LDN 1213, 1214, CO 48	21
G111.6+20.1	111°64	20°14	4.2	15.7	55/9	3.3	0.5	40°	0.23	^a 200	182	LDN 1228, CO 66	10
G111.9+13.8	111°94	13°84	4.1	10.0	43/0	5.0	0.3	90°	0.49	^b 400	223	CO 69	0
G113.4+17.1	113°46	17°19	5.5	10.1	52/8	4.6	0.5	0°	0.40	^a 300	437	CO 75	0
G113.6+15.0	113°66	15°04	4.4	12.2	21/8	1.9	0.8	0°	0.25	^a 300	100	LDN 1247	1
G114.4+14.6	114°42	14°67	4.5	16.4	46/0	4.0	0.4	130°	0.25	<i>ht</i>	^a 300	246 LDN 1251, CO 79	9

1 A táblázat objektumaival egybeeső ismert felhők részletesebb, számos katalógus alapján összeállított listáját a B.2 táblázat tartalmazza.

2 Távolságreferenciák: a) Kun (1998), b) Racine (1968), and c) Straižys és mtsai. (1992).

3 A CO n-ként jelölt felhők SIMBAD azonosítója [YDM] CO n.

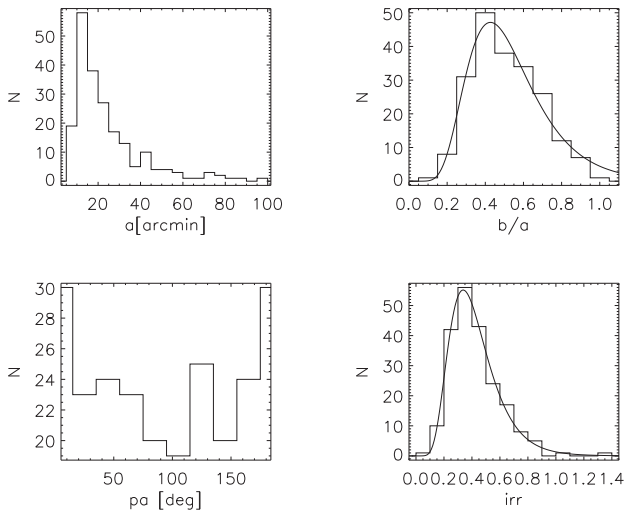


3.5. ábra. A 208 felhő A_V^{USNO} és $A_V^{2\text{MASS}}$ csúcsextingiójának hisztogramjai.

3.3. táblázat. Az illesztett lognormális függvények paramétereit.

	m	θ	σ	$P(\chi^2)$
b/a	0,51	-0,02	0,38	0,819
irr	0,43	-0,03	0,38	0,996

ahol x a b/a és irr morfológiai paramétereket jelentheti. Az A_V^{USNO} extinkció (3.5 ábra) és az a nagytenyegy (3.6 ábra) eloszlásában levágás figyelhető meg az alacsony értékeknél. Ez azzal magyarázható, hogy a felhőminta a levágási érték alatt nem teljes. A tengelyarány gyakoriságának csúcsa 0,4-nél látható, félértékészélessége ugyancsak 0,4. Ennek megfelelően a felhők többsége elnyúlt, de van néhány közel körkörös kontúrokkal rendelkező is. A pozíciószög gyakoriságában a kiugrás 180° körül, illetve a csökkenés 90° és 150° közelében arra utal, hogy a felhők elnyúltságában a galaktikus fősíkra merőleges irány preferált. Ennek lehetséges okait jelen munkában nem vizsgáltam. Az irregularitás viszonylag keskeny 0,2 széles csúcsa 0,35 körül azt mutatja, hogy bár a felhők körvonalai nem szabályosak, mégis a többség hasonló mértékben, csak kevésbé szabálytalan. A felhőalakok a különböző komplexumokban nem térnek el jelentősen. Külön meg kell jegyezni, hogy

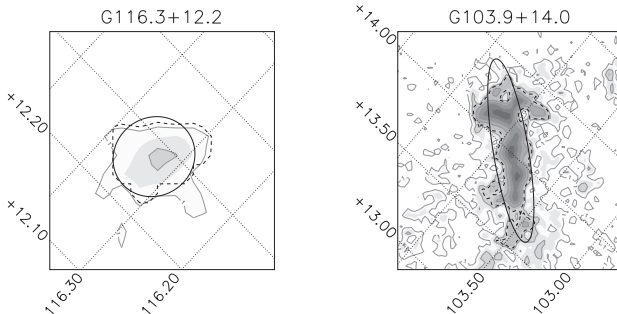


3.6. ábra. A morfológiai paraméterek hisztogramjai: nagytengely (a), tengelyarány (b/a), pozíciósög (PA), alak szabálytalansága (irr). A hisztogramokra rajzolt görbék az illesztett lognormális függvényeket jelölik. A függvények paramétereit a 3.3 táblázat tartalmazza.

még az a és b/a paraméterek komplexumokon belüli jellemző értékei sem különböznek szignifikánsan.

3.2.4. Morfológiai osztályozás

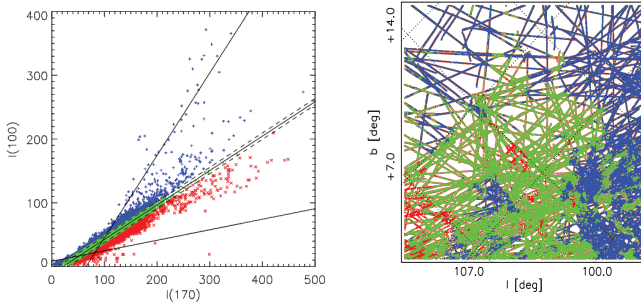
A 3.1.3 alfejezetben leírtak szerint definiált paraméterek segíthetnek a felhők bizonyos morfológiai jegyeinek felismerésében. A minta felhőinek szemrevételezésével 12 globuláris és 12 üstökösszerű felhőt találtam. A kiválasztott felhők morfológiai paramétereit vizsgálva számszerűsíthető eltérést kerestem e két csoport felhői között. Bár a két csoport morfológiai paramétereinek átlagos értéke eltér, az értékek szórása miatt a különbség nem elég jelentős ahhoz, hogy számszerű osztályozás alapjául szolgáljon. Így a globuláris és üstökösszerű csoportokba tartozó felhők kiválogatása „pusztán” szemrevételezésen alapul. A kiválogatott felhők közül egy-egy példa a 3.7 ábrán látható. Az ábra bal oldalán a G116,3 + 12,2 jelű, a környezetüktől jól elkülönülő globuláris felhők egyike látható, amely a felhőcsoportoktól viszonylag távol, a definiált felhőkomplexumok határain kívül található, alacsony extinkciójú területen. A felhő közepes csúcsextingciójú ($A_{V,cs}^{2MASS} = 5,3$ mag), alakja szabályos, közel kör vetületű. Pozíciója alapján az LBN 116,2 + 12,34 jelű HII régióhoz társítható. A másik példafelhő, a G103,9 + 14,0, a Cep W komplexum szélén található, és kapcsolódni látszik a komplexum többi, közepes extinkciójú részéhez, míg más szomszédos komplexumoktól elkülönül. Csúcsextingciója magas ($A_{V,cs}^{2MASS} = 22,0$ mag), alakja üstökösszerű. Az objektum magába foglalja az LDN 1172 és LDN 1174 jelű sötét felhőket, illetve a [YDM97] CO 14 molekulafelhőt (Yonekura és mtsai., 1997). A definiált felhők mintájában a globulárisak közül 5, az üstökösszerűek közül pedig 4 olyan felhő is szerepel, melyeket korábban még nem katalogizáltak.



3.7. ábra. Példák a globuláris és üstökösszerű felhőkre. Az A_V^{USNO} extinkció kontúrvonalai 1 mag és 5 mag között 1 mag lépésközzel vannak megrajzolva. A szaggatott görbe a definiált felhőkontúrokat jelöli. A felhőkre illesztett ellipszisek szintén jelölve vannak.

3.2.5. Távoli infravörös tulajdonságok

Általános jellemzők. A távoli infravörös tulajdonságokat a Tóth és mtsai. (2000) által leírt módszerekkel vizsgáltam. A $100\mu\text{m}$ -es és $170\mu\text{m}$ -es hullámhosszon mért felületifényesség-adatakra egyenest illeszttem, az illesztés eredménye: $I(100) = 0,56I(170) - 16,19$. Az illesztett egyenes meredekségéből a sugárzás spektrális eloszlására módosított Planck-függvényt (ld. 1.3 egyenlet) és $\beta = 2$ emisszivitást feltételezve kiszámítottam a por átlagos színhőmérsékletét a területen: $\overline{T}_{\text{por}} = 16,5\text{K}$. Az illesztett egyenes adatai alapján az átlagos hőmérsékletű helyek behatárolására a következő feltételt használtam: $0,56I(170) - 11,19 < I(100) < 0,56I(170) - 21,19$. Feltételeztem, hogy minden jelentős eltérés az illesztett egyenestől a por eltérő színhőmérsékletével magyarázható. Így az ISOSS adatok által lefedett terület 51%-a átlagos, 46%-a az átlagnál magasabb, míg 3%-a az átlagosnál



3.8. ábra. *Balra:* Az $I(100)$ és $I(170)$ adatok a terület átlaghőmérsékletét jelző illesztett (folytonos) egyenessel ($T_{DC}^{fit} = 16,5 K$). A szaggatott vonal az illesztett egyenes körül az $I(100)$ tengelyen mért $\pm 5 M.Jyr^{-1}$ tartományt mutatja. Az ebbe eső adatok zölddel vannak megrajzolva. A felette és alatta levő adatok rendre valamivel magasabb (kék) illetve alacsonyabb (vörös) hőmérsékletű helyeknek felelnek meg $21,5 K$ és $13,3 K$ átlaghőmérsékletekkel. *Jobbra:* A terület térképe a fenti színek felhasználásával megrajzolva, azaz az átlagos hőmérsékletű helyek zöld, a magasabb illetve alacsonyabb hőmérsékletű helyek rendre kék és vörös színben láthatók. Mivel a területet az ISO $170\mu m$ -es Serendipity Survey mérései nem fedték le teljesen, azok a területek, amelyeken nem áll rendelkezésre ilyen adat, így hőmérséklet sem számítható, fehérén maradtak.

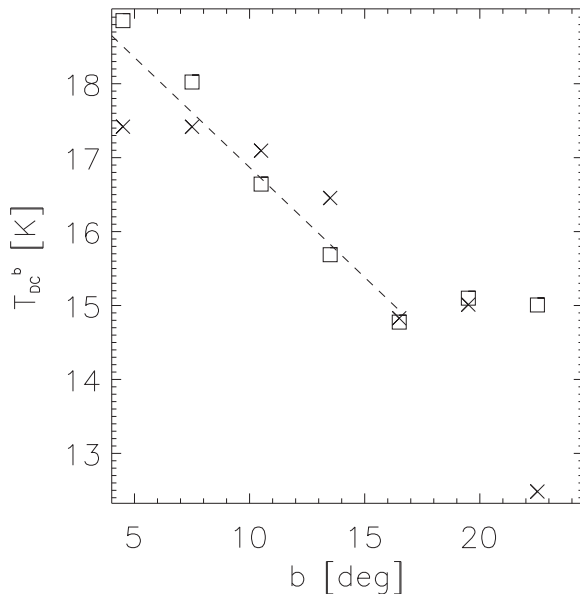
alacsonyabb hőmérsékletűnek adódott (ld. 3.8 ábra).

Az átlagos színhőmérséklettel rendelkező területek jól kirajzolják a nagy felhőkomplexumokat. A komplexumok közti területeken, beleértve az általam azonosított 4 új üreget is, a színhőmérséklet magasabb az átlagosnál (3.8 ábra). Emellett néhány meleg folt megfigyelhető a komplexumok belsejében is. Az átlagosnál alacsonyabb hőmérsékletű területek kisebb, elsősorban a felhőkomplexumok belsejében levő foltokra korlátozódnak.

Színhőmérséklet-gradiens. Az átlagos színhőmérsékletben a galaktikus szélességtől való függés figyelhető meg. Ennek alátámasztására a területet $\Delta b = 3^\circ$ szélességű galaktikus síkkal párhuzamos sávokra osztottam, és az egyes sávokon belül külön kiszámítottam az átlagos hőmérsékletet az $I(100)$ és $I(170)$ adatpontokra illesztett egyenes meredekségéből. A por színhőmérsékletének ($T_{DC}(b)$) változása a galaktikus szélesség függvényében a 3.9 ábrán látható, a hőmérséklet értéke a $3^\circ < b < 18^\circ$ tartományban a galaktikus szélesség növekedésével lineárisan csökken: $T_{DC}(b) = 19,8 - 0,30b$. A fenti tartományban ez a lineáris csökkenés megfigyelhető mind a felhőkön kívüli, mind a felhők belsejébe eső helyeken mért hőmérsékletadatokban.

Felhőkomplexumok színe. Tanulmányoztam a felhőkomplexumok, illetve az üregek alacsony, közepes és magas hőmérsékletű részeit. A felhőkomplexumokra kapott jellemzőket a 3.4 táblázat, az üregekre kapottakat a 3.5 táblázat foglalja össze. A felhőkomplexumok átlagos színindexe főleg a galaktikus szélességüktől függ. Az egyes komplexumokon belüli hőmérsékletkülönbségek a Cep S komplexumban a legnagyobbak, míg a Cep W komplexumban a legkisebbek (v.ö. 3.4 ábra).

Emellett megvizsgáltam az $I(12)/I(100)$ és az $I(12)/I(170)$ színeket is. A $12 \mu\text{m}$ -es felületi fényesség jól korrelál a 100 és a $170 \mu\text{m}$ -essel, de hányadosuk változik a galaktikus szélességgel. A 3.4 ábrán 2-es számmal jelölt üreg



3.9. ábra. Átlagos színhőmérséklet a galaktikus szélesség függvényében $[3^\circ, 6^\circ]$ és $[21^\circ, 24^\circ]$ közötti 3° -os sávokban. A \square és \times rendre a felhőkön kívüli és a felhőkön belüli adatokat jelölik. A szaggatott vonal az összes adatra történt illesztés eredményét mutatja 18° szélesség alatt ($T_{DC}^b = 19,8 [K] - 0,30 [K/^\circ] \cdot b$).

3.4. táblázat. A felhőkomplexumok számított paraméterei. A táblázat oszlopai: (1) név, (2) a felhők átlagos A_V^{MASS} csúcsextingiója a komplexumban, (3) a felhők átlagos A_V^{USNO} csúcsextingiója a komplexumban, (4) az extingió alapján becsült teljes tömeg, (5) a teljes tömeg és a felhők össztömegének aránya a komplexumban, (6) a csillagkeletkezés hatékonysága (ld. 3.3.5 fejezet), és (7) az átlagos színhőmérséklet a komplexum területén.

Cep	$\overline{A_{V,cs}^{\text{MASS}}}$	$\overline{A_{V,mean}^{\text{USNO}}}$	M^1	η_{cf}	η_{sf}	T_{DC}^{pl}
id.	[mag]	[mag]	[M_{\odot}]	[%]	[%]	[K]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
N	2,7(0,9)	2,0(0,4)	14698	26	0,06	14,7(1,1)
NE	5,7(5,1)	2,5(0,8)	1016	24	2,50	14,6(1,1)
E	4,5(3,5)	2,6(0,8)	5753	29	0,30	14,2(1,0)
SE	3,2(2,0)	2,3(0,5)	12531	19	0,06	15,6(1,0)
S	2,6(2,2)	2,3(0,7)	50592	12	0,26	18,2(2,0)
SW	3,5(3,3)	2,0(0,6)	44695	30	0,09	17,0(1,8)
W	5,0(2,7)	2,3(0,8)	5909	21	0,12	14,1(0,6)
NW	2,5(0,7)	1,7(0,3)	1713	14	0,00	14,5(0,8)

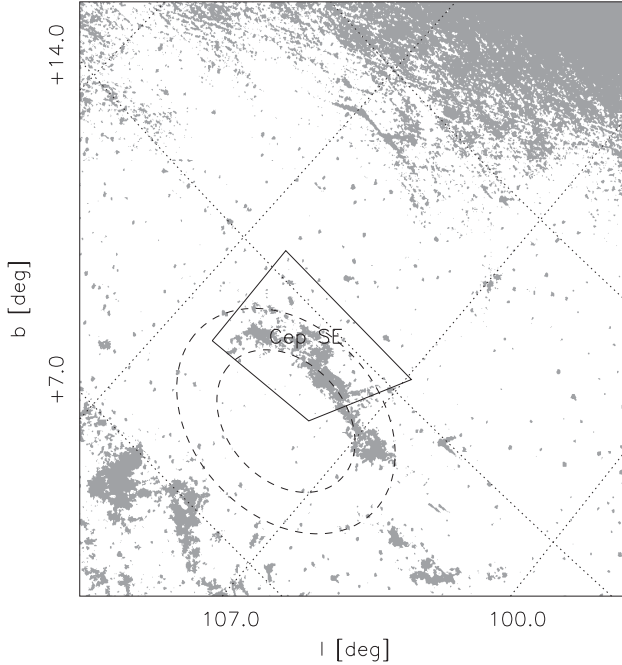
1: Az egyes komplexumok adatainak kiszámításához használt távolságértékek: NE: 200 pc; NW, N, E: 300 pc; SE: 400 pc; W: 450 pc; and S, SW: 650 pc

északi és keleti fala jól látható többletet mutat a $12\mu\text{m}$ -es tartományban (ld. 3.10 ábra).

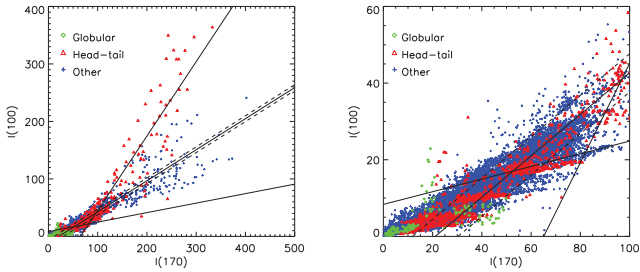
Sötét felhők színhőmérséklete. A felhők pontforrásokon kívül eső pozícióiban felvett $I(100)$ és $I(170)$ grafikon adatpontjaira illesztett egyenes meredeksége alapján átlagos színhőmérsékletük $16,5\text{K}$ (3.11 ábra). Az átlagostól a magasabb hőmérséklet irányában eltérő adatpontoknak megfelelő területek átlaghőmérsékletére $25,1\text{K}$ -t ad az illesztés. Ezen területek leginkább az üstökösszerű felhők „fej” részében fordulnak elő. Az átlagostól hidegebb helyek átlaghőmérsékletére $13,3\text{K}$ adódik. Az átlagos hőmérsékletű helyek közül a legnagyobb távoli infravörös felületi fényességűek az egyik morfológiai osztályba sem sorolt felhőkben figyelhetők meg. A globuláris felhők adatpontjai leginkább a grafikon alacsony fényességű oldalán helyezkednek el. Az $I(100) > 150\text{MJy sr}^{-1}$ értékeknél leginkább üstökösszerű felhők adatpontjai találhatóak. Azonban az egyes felhőkön belül

3.5. táblázat. Az üregek paramétereit. A táblázat oszlopai: (1) sorszám, (2,3) galaktikus koordináták, (4,5) fél nagy- és kistengely, (6) pozíciózög a galaktikus pólus irányától az óramutató járásával ellentétesen, (7) $\overline{A_{V,void}^{\text{USNO}}}$ átlagos extinkció, (8) $\overline{A_{V,(3/4)}^{\text{USNO}}}$ átlagos extinkció az üregek belső területein, 3/4-ére csökkentett tengelyméretű ellipsziseken belül, és (9) átlagos színhőmérséklet.

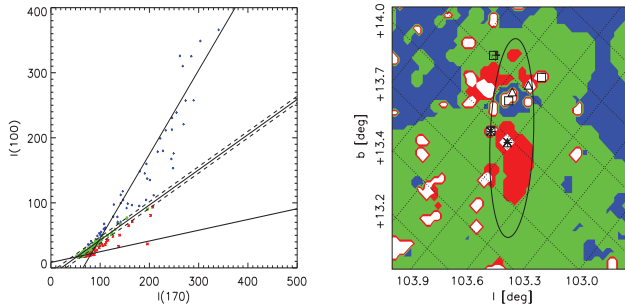
<i>void</i> <i>no.</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>r_{maj}</i>	<i>r_{min}</i>	<i>pa</i>	$\overline{A_{V,void}^{\text{USNO}}}$ [mag]	$\overline{A_{V,(3/4)}^{\text{USNO}}}$ [mag]	$\overline{T_{DC,in}}$ [K]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
#1	104;1	16;2	1;50	0;88	43°	0,4 ± 0,4	0,3 ± 0,4	15,4
#2	109;2	10;4	3;00	2;25	-83°	0,3 ± 0,5	0,1 ± 0,5	16,6
#3	114;1	10;6	1;25	0;94	-37°	0,2 ± 0,4	0,3 ± 0,4	15,2
#4	115;6	15;8	2;25	1;50	-73°	0,3 ± 0,6	0,2 ± 0,5	14,0



3.10. ábra. A területen megfigyelhető $12\ \mu\text{m}$ -es többlet kétértékű térképe. A fehér színnel jelzett helyeken a $12\ \mu\text{m}$ -es felületi fényesség kisebb, a szürkével jelzettek pedig nagyobb mint az egyenesillesztéssel kapott összefüggés alapján a $100\ \mu\text{m}$ -es sugárzásból várható $5,27 \times 10^{-1} + 3,27 \times 10^{-2}I(100)$. Négyzõggel a Cep SE felhõkomplexum, szaggatott kettõs ellipszissel a GIRL G109+11 (Kiss, Moór & Tóth, 2004) héj van feltüntetve.



3.11. ábra. Balra: Az $I(100)$ és az $I(170)$ felületi fényességek összefüggése az összes a felhők valamelyikének belsejébe eső pozícióban. Jobbra: Ugyanennek a $[0 \text{ MJ yr}^{-1}, 100 \text{ MJ yr}^{-1}]$ tartománya kinagyítva. A rárajzolt illesztett egyenesek: a teljes terület átlagos hőmérséklete $T_{DC}^h = 16,5 \text{ K}$ (folytonos) és az ennek megfelelő egyenes körüli $\Delta I(100) = \pm 5 \text{ MJ yr}^{-1}$ tartomány, az ennél alacsonyabb illetve magasabb hőmérsékletet mutató helyek adataira illesztett egyenesek rendre $T_{DC}^h = 13,3 \text{ K}$ (lapos) és $T_{DC}^h = 25,1 \text{ K}$ (meredek) átlagos hőmérsékletekkel. A színek a felhők morfológiai osztályait jelölik: zöld – globuláris, vörös – üstököszerű, kék – egyik osztályba se sorolt.

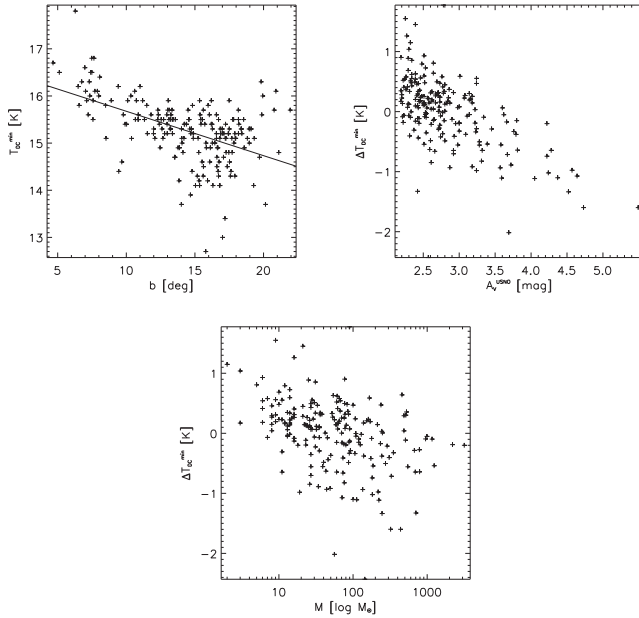


3.12. ábra. *Balra:* A megfigyelt $170\mu\text{m}$ -es és $100\mu\text{m}$ -es felületi fényesség összefüggése a $G103,9 + 14,0$ környezetében. Az összes adatra illesztett egyenes körüli szaggatott vonallal jelölt $\pm 5 \text{ MJysr}^{-1}$ tartományon belüli zöld szimbólumokkal jelölt adatok a közepes hőmérsékletű területekről származnak. A magasabb és alacsonyabb hőmérsékletű területek adatait rendre kék illetve vörös szimbólumok jelölik. Az illesztett egyenesek meredeksége alapján a megfelelő átlagos hőmérsékletek $16,5 \text{ K}$, illetve $25,1 \text{ K}$ és $13,3 \text{ K}$. *Jobbra:* A felhő környezetének térképe a fentiek szerinti színezéssel megrajzolva. A térképen feltüntetett szimbólumok az IPSC (+), az IFSC (x) és a 2MASS (o) fiatal csillagszerű forrásait, Benson & Myers (1989) ammónia magjait (Δ) és a Kun (1998) által $H\alpha$ emisszió alapján talált fiatal csillagokat (\square) jelölik.

is jelentősen eltérő színhőmérsékletek fordulhatnak elő. Példaként a 3.12 ábra a G103,9 + 14,0 jelű objektum távoli infravörös tulajdonságait mutatja. Figyelemre méltó, hogy ezen objektum távoli infravörös hullámhosszakon kis felületi fényességű részei hidegnek mutatkoznak. A „fej” rész (LDN 1174) számos fiatal csillagszerű objektummal (YSO) és ammónia maggal viszonylag magas hőmérsékletű, míg a „csóva” rész egyetlen YSO-val és az L1172A ammónia maggal (Benson & Myers, 1989) alacsony hőmérsékletű.

Meghatároztam a legalacsonyabb színhőmérsékletet T_{DC}^{min} minden egyes felhőben, nyolc kivétellel, melyekhez nem állt rendelkezésre 170 μm -es ISOSS mérés. A kapott értékek 13 K és 18 K közöttiek. A felhőn belüli legkisebb hőmérséklet antikorreálált mind a vizuális, mind a közeli infravörös adatok alapján megállapított csúcsextingióval. Szintén antikorrreláció látható a galaktikus szélességgel (ld. a 3.13 ábrán balra fent). Utóbbival lineáris összefüggést mutat, mely a $T_{DC}^{min}(b) = 16,63 - 0,09b$ egyenlettel írható le, korrelációs együtthatója $-0,69$. Ugyancsak megvizsgáltam a galaktikus szélesség és a vizuális extinkció közti korrelációt. A kapott együttható értéke $-0,03$, vagyis ebben az esetben gyakorlatilag nem figyelhető meg korreláció. A hőmérséklet galaktikus szélességtől való függésének kiküszöbölésével definiáltam egy korrigált relatív hőmérsékletet a következő összefüggés szerint: $\Delta T_{DC}^{min} = T_{DC}^{min} - T_{DC}^{min}(b)$. Az így kapott ΔT_{DC}^{min} értékeket, melyek függetlenek a galaktikus szélességtől, ugyancsak összehasonlítottam az extinkcióértékekkel. A 3.13 ábrán jobbra fent jól látható, hogy az extinkció növekedésével a korrigált hőmérséklet is csökken. A ΔT_{DC}^{min} és a felhőtömeg közti összefüggés a 3.13 ábra alján látható. A kis tömegű felhők viszonylag magas ($\overline{\Delta T_{DC}^{min}} > 0$), míg a nagyobb tömegűek többnyire alacsony ($\overline{\Delta T_{DC}^{min}} < 0$) értékeket mutatnak. Az átmenet $20 M_{\odot}$ és $50 M_{\odot}$ közé tehető.

Felhők távoli infravörös színei. Ugyancsak meghatároztam a háttérre korrigált $\Delta I(100)/\Delta I(60)$ és $\Delta I(170)/\Delta I(100)$ távoli infravörös színeket



3.13. ábra. T_{DC}^{min} változása a galaktikus szélességgel (balra fent), illetve ΔT_{DC}^{min} összefüggése az extinkcióval (jobbra fent) és a felhőtömegeg (lent).

3.6. táblázat. A felhők észlelhetőségének méret és tömeghatárai a különböző távolságú rétegekben.

Távolság [pc]	200	300	400	450	650	900
a_{min} [pc]	0,17	0,26	0,35	0,39	0,57	0,79
M_{min} [M_{\odot}]	0,6	1,3	2,3	2,8	5,9	11,4

(ld. 3.14 ábra). A háttér felületi fényességét az egyes hullámhosszakon a felhő középpontja körül területe négyzetgyökének 1.2 szeresével egyenlő sugárral megrajzolt körön belüli legkisebb értékkel definiáltam. A háttér korrekciója az egyes hullámhosszakon egymástól függetlenül történt. A $\Delta I(100)/\Delta I(60)$ értéke globuláris felhők esetében többnyire 10 alatt marad, míg az üstökösszerű felhőkre a 20-at is meghaladhatja. Utóbbiak háttérre korrigált távoli infravörös színei az előbbiekénel jóval szélesebb tartományban helyezkednek el.

3.2.6. Tömegmeghatározás

A teljes vizsgált mezőben az össztömeg $M_{\text{össz}} = 2,1 \times 10^5 M_{\odot}$ -nek adódott 400 pc átlagos távolságot feltételezve. A felhők észlelhetőségének határai, vagyis egy lehetséges 2σ jelszinten a felbontással megegyező szögmetrű felhő valódi méret- és tömeghatárai, a_{min} és M_{min} , a különböző távolságú rétegekben a 3.6 táblázatban láthatók. A nem észlelt felhők össztömegének felső határa $M_n = 2,9 \times 10^4 M_{\odot}$, szintén 400 pc átlagos távolságot feltételezve. Az egyes felhők tömegét külön-külön is meghatároztam (ld. B.1 függelék). A felhők össztömege $M_f = 3,1 \times 10^4 M_{\odot}$. Az összes felhőkben megjelenő tömegnek 21%-a a 11 legsűrűbb, 4 mag-nál nagyobb A_V^{USNO} csúcsexinkciójú felhőben található. Az egyes felhőkomplexumok össztömegeit a bennük levő felhők jellemző távolságával számolva, illetve az egy komplexumon belüli felhőtömegnek és a komplexum teljes tömegének arányát az 3.4 táblázat tar-

talmazza. A globuláris és üstököszerű felhőkben megfigyelt teljes tömeg $2,8 \times 10^2 M_{\odot}$, illetve $2,51 \times 10^3 M_{\odot}$. Yonekura és mtsai. (1997) ^{13}CO mérések alapján definiált felhőcsoportjai ezeknél valamivel kisebb tömegűnek adódtak, ugyanakkor a két mintában a csoportok határai nem esnek egybe.

3.2.7. Csillagkeletkezési hatékonyság

A 3.1.2 fejezetben definiált sötét felhők össztömege $3,1 \times 10^4 M_{\odot}$. Kun (1998) $\text{H}\alpha$ felmérése, a 2MASS pontforrás-katalógusa (Cutri és mtsai., 2003), az IPSC (Beichman és mtsai., 1988) és az IFSC (Moshir és mtsai., 1990) forrásainak felhasználásával 98 a felhők valamelyikéhez tartozó fiatal csillag-szerű forrást (YSO) találtam a területen. Az egyes YSO-k tömegére $0,5 M_{\odot}$ értéket feltételezve a felhők csillagkeletkezési hatékonyságára $0,16\%$ átlagos értéket kaptam.

A felhők közül csupán 36-ban (17%) találtam YSO-t, a 13 üstököszerű felhőből 4-ben (33%), a 12 globulárisból 3-ban (25%). A megfigyelt csillagkeletkezési hatékonyság a globuláris és üstököszerű felhőkben $0,52\%$ illetve $0,56\%$, ami az összes felhőre vonatkozó átlagos értékhez ($0,16\%$) képest igen nagy.

Összefüggést találtam a felhők csillagkeletkezési hatékonyságának felső határa és a felhőtömeg között: $N_{\text{YSO}} < 0,44 \times M^{0,60}$, illetve hasonló összefüggést a csillagkeletkezési hatékonyság és a felhők csúcsexinkciója között: $\log N_{\text{YSO}} < 0,59 \times A_V^{\text{USNO}} - 1,17$ (ld. 3.16 ábra).

A felhők galaktikus szélességre korrigált ΔT_{\min} relatív hőmérsékletének és a bennük talált YSO-k számának összefüggése a 3.17 ábrán látható. A relatív hőmérséklet átlagos értéke a YSO nélküli felhőkben valamivel magasabb ($\overline{\Delta T_{\min}} > 0$), míg azokban a felhőkben, amelyek kontúrjain belül van YSO valamivel alacsonyabb ($\overline{\Delta T_{\min}} < 0$).

3.3. Következtetések

3.3.1. Morfológia

A korábbi felhőkatalógusok esetében (Barnard, 1927; Lynds, 1962) a felhők definíciója szubjektív módon szemrevételezéssel történt, a morfológiai jellemzők részletes vizsgálata nélkül. Mint azt az 3.1.2 pontban említettem, a felhők körvonalának egységes extinkciószinttel történő definiálása torzítaná a mintát. Az extinkcióhatárt $A_V^{\text{USNO}} = 2,0$ mag-nak választva, ami az extinkció átlagos hibáját tekintve $2,5\sigma$ -nak felel meg, az üstükös-szerűnek besorolt felhők morfológiai paraméterei nem változnak jelentősen. Néhány esetben azonban a számos extinkciócsúcsot tartalmazó nagy felhőkomplexumok szerkezete felbontatlan maradna, ugyanakkor több izolált globuláris felhő, melyek csúcsextingkciója jóval a zajszint felett van, csupán néhány pixel méretűnek adódna. Ilyen felhőminták morfológiai vizsgálatra nem lenne alkalmas. Az eltérő felhődefiníció lényeges változásokat leginkább a nagyon szabálytalan alakú felhők esetében okozhat. Mindezeket figyelembe véve választottam a felhődefiníció 3.1.2 alfejezetben leírt módját. A felhők definíciója automatizált eljárással történt, az így kapott felhőminták kvantitatív morfológiai leírását a 3.1.3 alfejezetben bevezetett definíciók alapján végeztem. A 3.7 táblázatban feltüntetett paraméterek átlagos értékei alapján a csillagkeletkezést mutató felhők csupán méret, csúcsextingkció és tömeg tekintetében különböznek jelentősen a többi felhőtől. A fiatal csillagszerű objektummal rendelkező felhők mérete, extinkciója, és tömege is nagyobbak mutatkozik a többi felhőnél.

Tengelyarányok. Összehasonlítottam a megfigyelt vetületi tengelyarányokat a Jones & Basu (2002) által közölt modell alapján kapott térbeli eloszlásokkal. A megfigyelt felhőmintából kapott vetületi eloszlás közel áll ahhoz, amit $\sigma = 0,1$ szórási Gauss-eloszlással leírt $\xi = 0,3$ és

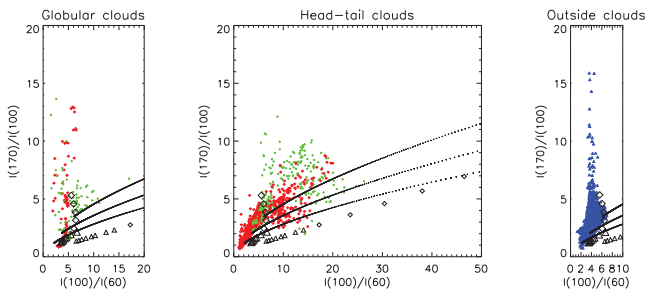
3.7. táblázat. A morfológiai paraméterek teljes felhőmintára vonatkozó átlagértékei. Az értékek a fiatal csillagot tartalmazó és az egyéb felhőkre külön is jelölve vannak.

	Összes	Van YSO	Nincs YSO
a	$23,9 \pm 16,7$	$36,5 \pm 24,5$	$21,3 \pm 13,2$
b/a	$0,51 \pm 0,18$	$0,48 \pm 0,16$	$0,51 \pm 0,18$
dp/a	$0,21 \pm 0,12$	$0,21 \pm 0,14$	$0,21 \pm 0,12$
sep	$0,29 \pm 0,11$	$0,32 \pm 0,12$	$0,28 \pm 0,11$
sym	$0,70 \pm 0,17$	$0,70 \pm 0,16$	$0,70 \pm 0,17$
irr	$0,42 \pm 0,18$	$0,44 \pm 0,23$	$0,41 \pm 0,17$
A_V	$2,8 \pm 0,6$	$3,3 \pm 0,7$	$2,7 \pm 0,5$
$logM$	$1,71 \pm 0,61$	$2,18 \pm 0,61$	$1,61 \pm 0,56$

$\eta = 0,3$ átlagos térbeli tengelyarányokkal modellezett mintából kaptak. Ez egybevág a nagy skálájú külső behatásra történő keletkezésük esetén várttal (pl. Balsara, Ward-Thompson & Crutcher, 2001).

3.3.2. Távoli infravörös színek

A megfigyelt távoli infravörös színeket összehasonlítottam Désert, Boulanger & Puget (1990) által a csillagközi por sugárzására készített modellből kapott értékeivel. Mind a megfigyelt mind a modellbeli adatok láthatók a 3.14 ábrán. A vörös és zöld szimbólumok rendre a pontforrást tartalmazó illetve pontforrás nélküli felhőket jelölik, a fekete + jelek a szürketest-sugárzási modellből -1, -2 és -3 (az ábrán felfelé haladva) emisszivitással kapott értékeket mutatják. Csúcsán álló négyzetekkel a sötét felhők sugárzási modelljéből $A_V = 1,0; 2,0; 3,0; 4,0$ és $5,0$ mag extinkcióértékekre kapott adatok láthatók (növekvő $I(170)/I(100)$ szerint). A háromszögek a cirrusz modelljének adatait mutatják a helyi csillagközi sugárzási tér (LISRF)



3.14. ábra. A globuláris (balra) és üstököszerű (középen) felhők, illetve a felhőkön kívüli (jobbra) területek kétszín-diagramja. Részletes magyarázatot ld. a szövegben.

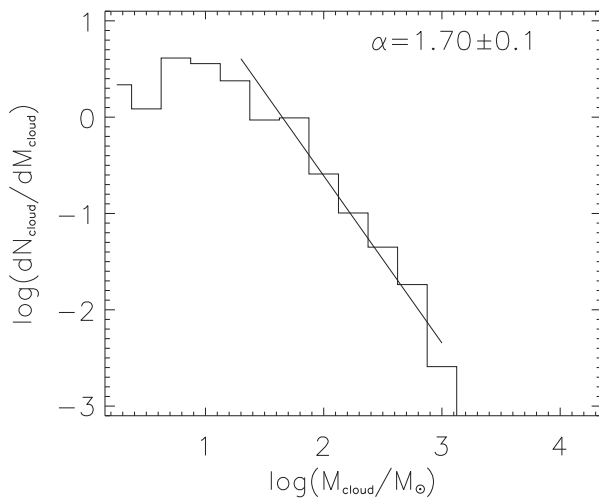
0,3; 0,5; 2,0; 3,0; 5,0; 10; 100 és 1000-szeresénél (csökkenő $I(170)/I(100)$ szerint). Mind a sötét felhők mind a cirrusz modelljének ábrázolásánál a teljes sugárzást nagy méretű, a nagy porszemcsék sugárzását kis méretű szimbólum jelöli. A globuláris felhőkre a megfigyelt adatokat $1,5 \text{ MJy sr}^{-1}$ szórással jól leírja a teljes emisszió modellje. Az üstökösszerű felhők adatpontjai a $\Delta I(100)/\Delta I(60) = 5$ egyenes alatt helyezkednek el, szembetűnően elkülönülve a globuláris felhők adatpontjaitól. A felhőkön kívül eső területek $\Delta I(100)/\Delta I(60)$ értékeire a modell minden $\Delta I(100)/\Delta I(60)$ értékhez jól meghatározott felső határt jelöl ki. Mivel a felhők leginkább jellemző infravörös színindexeit azok belső része mutatja, ezek az értékek nem érzékenyek a felhődefiníció módjára. A különböző módon definiált felhők csupán a háttérfényesség-tartalomban különböznek kissé, ami a grafikonok lényegi részeit nem érinti, mivel a globuláris és üstökösszerű felhők esetében elhanyagolható, ugyanis a háttér színe jól elkülöníthető a felhők színétől 3.14 ábra.

3.3.3. Tömegfüggvény

Az extinkciótérkép alapján definiált felhőminta távolság és extinkcióadatokból becsült tömegértékeit felhasználva meghatároztam a felhők tömegfüggvényét (3.15 ábra). A felhőtömegek logaritmusának egyenesen felosztott tartományaiiba eső felhők számára egyenest illetve kapott függvény:

$$dN_F/dM_F = 6,1 \times 10^2 (M_F/M_\odot)^{-1,70} M_\odot^{-1}. \quad (3.12)$$

A tömegfüggvény hatványindexének értéke ($\alpha = 1,70 \pm 0,10$) közel áll a Yonekura és mtsai. (1997) által CO felhők közeli csoportjára talált értékhez ($\alpha = 1,71 \pm 0,26$). Hasonlóan mint Yonekura és mtsai. (1997), a hatványindex értékét $20 M_\odot$ fölötti felhőtömegekre illesztettem. Mivel a kis tömegű felhők mintája $11,4 M_\odot$ fölött teljes, a hatványindex mentes a függvény kis tömegű végének levágásából adódó torzításoktól, még a legtávolabbi



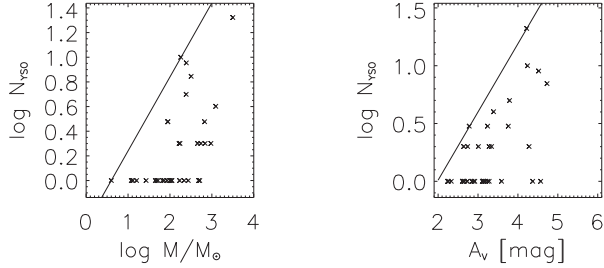
3.15. ábra. A felhők tömegfüggvénye és a rá illesztett hatványfüggvény: $dN_{\text{F}}/dM_{\text{F}} = 6,1 \times 10^2 (M_{\text{F}}/M_{\odot})^{-1,70} M_{\odot}^{-1}$.

felhóréteg esetében is. A felhők tömegfüggvényét távolságcsoportonként elkülönítve is meghatároztam, és az α kapott értéke minden esetben hibán belül egyezett a teljes mintára vonatkozó értékkel. Így a kapott eredmény a különböző távolságrétegek miatti torzítástól is mentesnek tekinthető.

Ellenőriztem továbbá a rögzített extinkcióhatárral történő felhődefiniálás hatását a tömegfüggvény hatványindexére. Az extinkcióhatárt 1,6 mag-tól 2,8 mag-ig 0,2 mag lépésközzel változtatva a kapott α értékek 1,81 körül változtak 0,11 szórással, ami nem ellenkezik a korábbi eredménnyel. Más szerzők különböző felhőmintákkal hasonló eredményeket kaptak. Klessen (2001) nem turbulens illetve turbulens elméleti modellek alapján rendre $\alpha \approx 1,5$ -et illetve $\alpha \lesssim 2,0$ -t kapott. Ezzel összevetve jelen eredmény arra utal, hogy a felhőtömegek kialakulásában szerepet játszik a turbulencia.

3.3.4. Felhő-komplexum tömegarány

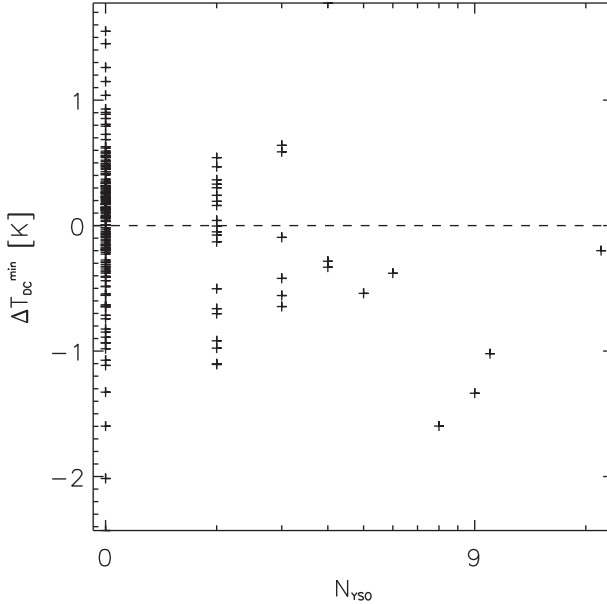
A komplexumokban megfigyelhető felhők össztömegének és a komplexumok teljes tömegének átlagos aránya a teljes vizsgált területen 21%. Az egyes komplexumokra vonatkozó értékeket az 3.4 táblázat tartalmazza. Viszonylag magas arány adódik a Cep SW komplexumra, amely a terület legjelentősebb, a 3.4 ábrán 2-es számmal jelölt üregével áll kapcsolatban. Ezzel ellentétben a Cep SE, mely feltehetőleg ugyancsak kapcsolatban van az említett üreggel, nem mutat ilyen magas arányt. Ezt részben az okozhatja, hogy összemosisódik a Cep N egy darabjával, mely alacsony arányt mutat, és vetülete átfedésben lehet a Cep SE-ével. A Cep NW-re kapott viszonylag kis értéket a komplexumban a nagy extinkciójú helyek kis gyakorisága, valamint a felhők kis száma együttesen okozhatja. A Cep S esetében talált alacsony arány lehetséges oka, hogy a kis galaktikus szélesség miatt valószínűbb az átfedő egyéb anygrétegek előfordulása, ezért az egyes rétegekhez tartozó anyag mennyisége bizonytalan, ami megnéhezíti a tömegbecslést.



3.16. ábra. A fiatal csillagok számának kapcsolata az felhőtömeggel illetve a csúcsextinkcióival.

3.3.5. Csillagkeletkezés

A felhődefiníció megválasztásának hatása a csillagkeletkezési hatékonyságra kapott értékekre nem bizonyult kritikusnak. Ellenőrzésképpen meghatároztam a megfelelő értékeket a felhőhatárokat fix $A_V^{\text{USNO}} = 2,0$ mag-nál megállapítva. Az üstököszerű felhők többségénél a kapott felhőkötürok és felhőtömegek nem különböznek jelentősen a két felhődefiníciónál. A definiált felhőkötürokon belüli YSO-k számában a két eset közt nincs eltérés. Így a morfológiai osztály felhőire kapott csillagkeletkezési hatékonyság sem különbözik jelentősen. A globuláris felhők esetében a felhőtömegek a fix extinkcióértékkel történő definícióval lényegesen kisebbek a jóval kisebb felhőméreteknek következtében. Ugyanakkor a felhőkötürokon belül talált YSO-k száma nem változik. Ebből adódóan a csillagkeletkezési hatékonyságra kapott értéke még magasabb lenne. Az egyik morfológiai osztályba se sorolt felhőknél a fix extinkciószinttel történő felhődefiníció esetében a felhőméretek csökkennek, ám a kötürokon belüli YSO-k száma



3.17. ábra. Az egyes felhőkben megfigyelt galaktikus szélességtől való függésre korrigált legalacsonyabb színhőmérséklet (ΔT_{DC}^{\min}) és a felhőkben talált fiatal csillagok száma közötti összefüggés.

ugyancsak csökken, ami összességében a csillagkeletkezési hatékonyságra kapott értéket 0,13%-ról 0,16%-ra módosítja. Mindezek megerősítik, hogy a felhődefiníció megválasztása a kapott eredményeket lényegileg nem befolyásolja.

Indukált csillagkeletkezés jelei. Az egyes komplexumok felhőire kapott csillagkeletkezési hatékonyságok a 3.4 táblázatban láthatók. A Cep NE és a Cep S az átlagosnál magasabb, míg a Cep N és a Cep SE igen alacsony értéket mutat. A Cep NW-ben egyáltalán nem mutatkozott csillagkeletkezés. A Cep SE, bár egészében nem mutat különösen magas értéket (ld. 3.2 ábra), a déli és keleti szélén a csillagkeletkezés jóval hatékonyabbnak mutatkozik mint a középső részén. A magasabb hatékonyságot mutató részek megfelelnek a 3.10 ábrán látható $12 \mu\text{m}$ -es többletet mutató ívnek. A magasabb $12 \mu\text{m}$ -es felületi fényesség a kis porszemcsék megnövekedett sugárzására utal. Ezt okozhatja relatív gyakoriságuk vagy gerjesztettségük megnövekedése. Buborékhejakban mindkét eset előfordulhat (Kiss, Moór & Tóth, 2004). A $12 \mu\text{m}$ -en megfigyelhető ív a Cep SE keleti szélétől a komplexum mentén egészen a Cep SW keleti feléig terjed. Ez utóbbi szintén jelentős számban tartalmaz YSO-kat. A Cep S ugyancsak mutat mind $12 \mu\text{m}$ -es többletet mind csillagkeletkezést. Mindezen komplexumok kapcsolódni látszanak a terület 2-es számmal jelzett üregéhez, mely egybeesik a GIRL G109 + 11 távoli infravörös héjjal (Kiss, Moór & Tóth, 2004). A körülötte megfigyelt jellegzetességek valószínűleg az extinkciótérképen is megjelenő héjba összenyomott sűrű és viszonylag meleg anyagtól származnak. Ez a héj valószínűleg fontos szerepet játszik a környező területeken észlelt megnövekedett csillagkeletkezési aktivitásban. Ez a feltevés egybevág Lee és mtsai. (2005) eredményeivel, melyek szerint az Orion fényes szélű felhőinek (bright-rimmed nebulae) külső rétegeiben zajlik a csillagkeletkezés, ami gerjesztett csillagkeletkezésre utal.

Jelen dolgozat eredményeivel összhangban Tachihara és mtsai. (2002) a csillaghalmazok keletkezését többnyire üstököszerű felhőkhöz kapcsolódónak találta, jelezve a külső hatások fontosságát. A kis globulák esetében a közeli korai típusú csillagok hatását csillagkeletkezésre Froebrich és mtsai. (2005) is kimutatta.

4. fejezet

Összegzés és perspektívák

4.1. Összegzés

A Two Micron All Sky Survey (2MASS) pontforrás-katalógusból válogatott klasszikus T Tauri (CTT) jelöltek eloszlásán keresztül a második és harmadik galaktikus negyedben a kis tömegű csillagok keletkezését tanulmányoztam. A CTT-k mintáját közeli infravörös színindexek alapján állítottam össze, és az eloszlásuk valamint a csillagközi anyag nagy léptékű szerkezete közötti korrelációt vizsgáltam. A minta elemszáma kisebb mint az összes CTT-k várható száma a vizsgált területen, azonban a más típusú objektumoktól származó szennyezettsége elhanyagolható, és alkalmas statisztikai vizsgálatokra. A CTT jelöltekből összeállított minta a típus számos eddig nem ismert példányát is szolgáltatta, melyek részletesebb vizsgálatok célpontjai lehetnek.

Statisztikai módszerrel 64 halmazt találtam a területen, melyekben a csillagok felületi sűrűsége a Poisson-eloszlásból várhatónál nagyobb. Ezek viszonylag tág, szétszórt és valószínűleg laza halmazok. A halmaztagok számában az egyes halmazok közti eltérés 20-szoros is lehet, a legkisebb, 4 tagú halmazoktól indulva. A halmaztömegek tagszám alapján becslük

eloszlásfüggvénye hasonlóan mutatkozott a hagyományos értelemben vett halmazokéval. A függvény jelen esetben egészen a csupán néhány CTT-t tartalmazó halmazokig terjed. Ez azt jelzi hogy a halmazok képződése a csillagkeletkezés folyamatának szerves része, még az egyes csillagok szintjén is. Ilyen kis halmazokat korábban nem azonosítottak statisztikailag szignifikáns módon.

A CTT-k gyakoriságában többlet figyelhető meg az porhéjak területén a rajtuk kívüli egyéb azonos extinkciót mutató területekhez képest. Összehasonlítottam a valódi mintából kapott eredményeket Monte Carlo szimuláció segítségével kapott véletlenszerű, csak az extinkció értékétől függő eloszlásból várhatóakkal. Az összehasonlítás azt mutatta, hogy a többlet a héjakon erősebb mint az véletlen esetben várható. Valószínűsíthető tehát, hogy a CTT-k egy részének keletkezése a héj létrejöttékor gerjesztődött.

A fenti eredmények további megerősítéséhez a halmazokban esetleges további, halványabb, vagy a főszorozati csillagok színindexétől kevésbé eltérő CTT jelöltek keresése lehetőséget adna a teljes halmaztömegek pontosabb meghatározására, ami a tömegfüggvény összehasonlítását is lehetővé tenné más, sűrűbb, nagyobb tömegű halmazok kiterjedt mintájából kapottal. Ezekhez azonban az egyes csillagok tömegének ismerete is szükséges lenne. A CTT-k kiválasztási kritériumainak több megfigyelhető, nagyobb területen homogén módon felmért paraméterre történő kiterjesztése ugyancsak még szilárdabb eredményekre vezethet. Mindezekhez azonban jelenleg nem állnak rendelkezésre megfelelő méretű homogén adatbázisok, létrehozásukhoz pedig hosszú távú mérési program végrehajtása szükséges.

A Cepheus terület egy ≈ 256 négyzetfokos mezőjének A_V extinkciótérképét két független, egy vizuális és egy közeli infravörös adaton alapuló módszerrel is elkészítettem. Az extinkciótérkép felhasználásával a csillagközi felhők keresésére automatizált eljárást készítettem, melynek segítségével 208 felhőt találtam a vizsgált területen. A felhők 8 elkülönült

5° átlagos méretű felhőkomplexumot alkotnak. A felhőkomplexumok között 4 ugyancsak 5° tipikus méretű üreget azonosítottam, melyek közepes extinkciója jelentősen a terület átlagértéke alatt marad.

Az egyes felhők alakját számszerűen leíró mennyiségeket vezettem be, és bizonyos morfológiai típust mutató, nevezetesen globuláris és üstököszerű felhőket kerestem. A különböző morfológiájú felhők alakját leíró mennyiségek átlagos értékei eltérnek ugyan, de az eltérés a szórás nagyságát nem éri el. Jelentős eltérés csupán a csúcsextingcióban és a méretben, illetve a felhők tömegében mutatkozik. A felhők megfigyelt vetületi tengelyarány-eloszlását jól egyezőnek találtam az elnyúlt ellipszoiddal és véletlenszerű irányultsággal Jones & Basu (2002) által modellezett eloszlással.

Meghatároztam a terület poranyagának színhőmérséklet-eloszlását IRAS és ISOSS adatok alapján. A terület 51%-ára átlagos, 46%-ára az átlagnál magasabb, míg 3%-ára az átlagosnál alacsonyabb hőmérsékletűnek adódott. Összefüggést találtam a por átlagos színhőmérséklete és a galaktikus szélesség között ($T_{DC}(b) = 19,8 - 0,3b$), mely a felhők és a felhők közötti anyag hőmérsékletének alakulását is jól leírja 3° és 18° galaktikus szélesség között, és hasonló összefüggést az egyes felhőkben kapott legalacsonyabb hőmérsékletekre is kimutattam: $T_{DC}^{min}(b) = 16,63 - 0,09b$. Összefüggést találtam az egyes felhőkben megfigyelt legalacsonyabb hőmérséklet és az optikai, illetve közeli infravörös adatokból kapott csúcsextingció között: az átlátszatlanabb felhők hidegebbek. A felhők és a felhőközi anyag távoli infravörös színindexeit eltérőnek találtam, csakúgy mint a különböző morfológiai osztályba sorolt felhőket.

Meghatároztam a felhők tömegét, majd a tömegértékek alapján a felhőminta tömegfüggvényét, melynek hatványindexét $\alpha = 1,70 \pm 0,1$ -nek találtam, ami jól egyezik korábbi CO mérésekből kapott értékekkel, és a turbulencia szerepét jelzi a felhőtömegek kialakításában.

Az egyes felhőkben megfigyelt YSO-k száma szintén emelkedni látszik a

növekvő extinkcióval és a csökkenő hőmérséklettel. A GIRLG109+11 infravörös héj tulajdonságai és a körülötte levő felhőkomplexumok megnövekedett csillagkeletkezése közöttük lévő fizikai kapcsolatra utal, a csillagkeletkezés a héj keletkezésekor gerjesztődhetett.

Kimutattam továbbá, hogy globuláris és üstökösszerű felhőkben a csillagkeletkezés hatékonysága nagyobb, mint az egyéb felhőkben, mértéke leginkább a felhőtömegeg és a csúcsextingcióval van összefüggésben. Számszerű tapasztalati összefüggéssel írtam le a felhők csillagkeletkezési hatékonyságának becsült felső határát a felhőtömeg, illetve a csúcsextingció függvényében.

Mindezek arra utalnak, hogy a külső behatás jeleit jól megfigyelhető módon magukon viselő, globuláris és üstökösszerű felhőkben a kis tömegű csillagok keletkezésének hatékonysága magasabb mint a többi felhő esetében. A csillagkeletkezés hatékonyságának megnövekedése a nagy léptékű gerjesztés hatása is jól megfigyelhető az infravörös héjakon talált fiatal, kis tömegű csillagok nagyobb gyakoriságában.

4.2. Perspektívák

A különleges optikai, morfológiai, infravörös, illetve rádió tulajdonságokkal rendelkező felhők további részletes vizsgálata részben már meglévő saját mérések alapján, részben jövőben végzendő mérések tervezésével jelenleg is folyik az ELTE Csillagászati Tanszékén. Értékes információkkal szolgálhat a Japán Űrügynökség (JAXA) AKARI (korábban ASTRO-F) infravörös úrtávcsövével kapott mérési adatok felhasználása. Az AKARI FIS (Far Infrared Surveyor) műszerén elhelyezett WIDE-L detektorával kivitelezhető mérés szimulációját végeztem el egy Orion-beli $79' \times 91'$ terület IRAS $100 \mu\text{m}$ -es, az ISO $200 \mu\text{m}$ -es, illetve a DIRBE $100 \mu\text{m}$ -es, $140 \mu\text{m}$ -es és $240 \mu\text{m}$ -es adatainak felhasználásával. Az IRAS és ISO adatokat a DIRBE adatokkal kalibráltam,

majd módosított Planck-függvény segítségével $160\ \mu\text{m}$ es hullámhosszra, a detektor centrális hullámhosszára interpoláltam. Az interpolált térképen FIS detektorának geometriáját, az eszköz lehetséges pásztázási sebességeit, a pásztázott sávok lehetséges átfedését, valamint a detektor válaszána hibáját figyelembe véve végrehajtott újramintavételezéssel kaptam meg a szimulált mérési adatsort.

Az extinkciótérképezés eredménye alapján definiált felhőminta különösen nagy extinkciót mutató, illetve üstökösszerű vagy globuláris morfológiájú felhőnek, valamint az DIRBE adatokkal kalibrált IRAS és ISO színhőmérséklet-térképen nagyon hidegnek talált ($T_{DC}^{min} < 15\ \text{K}$) felhők KOSMA rádióteleszkóppal mért adatok alapján történő egyedi tanulmányozásához, és szükség szerinti újabb célzott mérések, térképezések tervezéséhez és végrehajtásához, valamint a tényleges AKARI adatok feldolgozásához kapcsolódó témákban tudományos diákköri és diplomamunkák is készülnek.

Irodalomjegyzék

Allen, C. V. 1973, *Astrophysical Quantities* (Athlone, London)

Alves, J. F., Lada, C. J. & Lada, E. A. 1999, *ApJ*, 515, 265

Baba, D., Sato, S., Nagashima, C. és mtsai. 2006, *AJ*, 132, 1692

Balázs, L. G., Ábrahám, P., Kun, M., Kelemen, J. & Tóth, L. V. 2004, *A&A*, 425, 133

Balsara, D., Ward-Thompson, D. & Crutcher, R. M. 2001, *MNRAS*, 327, 715

Barnard, E. E. 1907, *ApJ*, 25, 218

Barnard, E. E. 1927, *Barnard's Catalogue of 349 Dark Objects in the Sky, A Photographic Atlas of Selected Regions of the Milky Way*, by Barnard E. E., ed. Frost E. B. and Calvert M.R., Carnegie Institution of Washington

Bazell, D. & Désert, F. X. 1988, *ApJ*, 333, 353

Beech, M. 1987, *Ap&SS*, 133, 193

Beichman, C. A., Myers, P. C., Emerson, J. P. és mtsai. 1986, *ApJ*, 307, 337

Beichman, C. A., Neugebauer, G., Habing, H. J., Clegg, P. E. & Chester, T. J. 1988, *IRAS Catalogs and Atlases Explanatory Supplement*, (Washington, DC: GPO), NASA RP-1190, vol 1

- Benson, P. J. & Myers, P. C. 1989, *ApJS*, 71, 89
- Bica, E., Dutra, C. M. & Barbuy, B. 2003, *A&A*, 397, 177
- Bica, E., Dutra, C. M., Soares, J. & Barbuy, B. 2003, *A&A*, 404, 223
- Blitz, L. 1993, *Protostars and Planets III*. eds. Levy, E. H., Lunine, J. I., Tucson: Univ. Ariz. Press, 125
- Block, D. L., Geballe, T. R., Dyson, J. E. 1993, *A&A*, 273, L41
- Bogun, S., Lemke, D., Klaas, U. és mtsai. 1996, *A&A*, 315, L71
- Brandeker, A., Jayawardhana, R. & Najita, J. 2003, *AJ*, 126, 2009
- Brinks, E. & Bajaja, E. 1986, *A&A*, 169, 14
- Burkert, A. & Hartmann, L. 2004, *ApJ*, 616, 288
- Burton, W. B. & Hartmann, D. 1994, *ApJS*, 217, 189
- Cambrésy, L. 1999a, *A&A*, 345, 965
- Cambrésy, L. 1999b, in *Proceedings of Star Formation 1999*, held in Nagoya, Japan Ed. T. Nakamoto, Nobeyama Radio Observatory, p. 90
- Cambrésy, L., Beichman, C. A., Jarrett, T. H. & Cutri, R. M. 2002, *AJ*, 123, 2559
- Carpenter, J.M. 2000, *AJ*, 120, 3139
- Clemens, D. P. & Barvainis, R. 1988, *ApJS*, 68, 257
- Cohen, J. G., Frogel, J. A., Perrson, S. E. & Elias, J. H. 1981, *ApJ*, 249, 481
- Cutri, R. M., Skrutskie, M. F., van Dyk, S. és mtsai. 2003, *VizieR On-line Data Catalog: II/246*

- Dahm, S. E. & Simon, T. 2005, *AJ*, 129, 829
- Désert, F. X., Boulanger, F. & Puget, J. L. 1990, *A&A*, 237, 215
- Dickman, R. L. 1978, *AJ*, 83, 363
- Dobashi, K., Uehara, H., Kandori, R. és mtsai. 2005, *PASJ*, 57S, 1
- Dutra, C. M., Bica, E., Soares, J. & Barbuy, B. 2003, *A&A*, 400, 533
- Elmegreen, B. G. & Falgarone, E. 1996, *ApJ*, 471, 816
- Elmegreen, B. G. & Lada, C. J. 1977, *ApJ*, 214, 725
- Elmegreen, B. G. 2002, *ApJ*, 564, 773
- Elmegreen, B. G. & Scalo, J. 2004, *ARA&A*, 42, 211
- Elmegreen, B. G. 2006, *ApJ*, 648, 572
- Evans, N.J. 1999, *ARA&A*, 37, 311
- Falgarone, E., Phillips, T. G. & Walker, C. K. 1991, *ApJ*, 378, 186
- Falgarone, E., Panis, J. F., Heithausen, A. és mtsai. 1998, *A&A*, 331, 669
- Froebrich, D., Scholz, A., Eislöffel, J. & Murphy, G. C. 2005, *A&A*, 432, 575
- Guillout, P., Sterzik, M. F., Schmitt, J. H. M. M., Motch, C. & Neuhaeuser, R. 1998, *A&A*, 337, 113
- Harjunpää, P., Liljeström, T. & Mattila, K. 1991, *A&A*, 249, 493
- Hauser, M. G., Kelsall, T., Leisawitz, D. & Weiland, J. 1997, COBE Diffuse Infrared Background Experiment (DIRBE) Explanatory Supplement, COBE Ref. Pub. No. 97-A

- Hodge, P. W., Wright, F. W. 1974, *AJ*, 79, 858
- Hubble, E. 1934, *ApJ*, 79, 8
- Jankovics, I., Appenzeller, I. & Krautter, J. 1983, *PASP*, 95, 883
- Jenkins, E. B. & Savage, B. D. 1974, *ApJ*, 187, 243
- Johnstone, D., Di Francesco, J. & Kirk, H. 2004, *ApJ*, 611, L45
- Jones, C. E. & Basu, S. 2002, *ApJ*, 569, 280
- Kiss, Cs., Tóth, L. V., Moór, A. és mtsai. 2000, *A&A*, 363, 755
- Kiss, Cs., Moór, A. & Tóth, L. V. 2004, *A&A*, 418, 131
- Kiss, Z. T., Tóth, L. V., Miller, M. & Yonekura, Y. 2004, *Balt. Astr.*, 13, 430
- Kiss, Z. T., Tóth, L. V., Krause, O. és mtsai. *A&A*, 453, 923
- Klessen, R. S. 2001, *ApJ*, 556, 837
- Koornneef, J. 1983, *A&A*, 128, 84
- Könyves, V., Kiss, Cs., Moór, A., Kiss, Z. T. & Tóth, L. V. 2007, *A&A*, 463, 1227
- Kramer, C., Degiacomi, C. G., Graf, U. U. és mtsai. 1998, *SPIE*, 3357, 711
- Kramer, C., Stutzki, J., Rohrig, R. & Corneliussen, U. 1998, *A&A*, 329, 249
- Krause, O. 2003, PhD Thesis, University of Heidelberg
- Kronberger, M., Teutsch, P., Alessi, B. és mtsai. 2006, *A&A*, 447, 921
- Kun, M 1982, *Afz*, 18, 63

Kun, M. 1998, ApJS, 115, 59

Kun, M. és mtsai. 2008, előkészületben

Lada, C. J., Elmegreen, B. G., Cong, H. I. & Thaddeus, P. 1978, ApJ, 226, L39

Lada, C.J. & Lada, E.A. 2003, ARA&A, 41, 57

Lada, C. J., Muench, A. A., Lada, E. A., Alves, J. F. 2004, AJ, 128, 1254

Lawson, W. A., Feigelson, E. D. & Huenemoerder, D. P. 1996, MNRAS, 280, 1071

Lebrun, F. 1986, ApJ, 306, 16

Lee, H. T., Chen, W. P., Zhang, Z. W. & Hu, J. Y. 2005, ApJ, 624, 808

Lee, H. T. & Chen, W. P. 2007, ApJ, 657, 884

Leisawitz, D., Bash, F. N. & Thaddeus, P. 1989, ApJS. 70, 731

Lemke, D., Klaas, U., Abolins, J. és mtsai. 1996, A&A, 315, 64

Lombardi, M. & Alves, J. 2001, A&A, 377, 1023

Loren, R. B. 1976, ApJ, 209, 466

Lovejoy, S. 1982, Science, 216, 185

Lynds, B. T. 1962, ApJS, 7, 1

Maíz-Apellániz, J. & Übeda, L. 2005, ApJ, 629, 873

Mandelbrot, B. B. 1983, The Fractal Geometry of Nature, New York: Springer

- Martin, E. L., Montmerle, T., Gregorio-Hetem, J. & Casanova, S. 1998, MNRAS, 300, 733
- McKee, C. F. & Ostriker, E. C. 2007, ARA&A, 45, 565
- Meyer, R. M., Calvet, N. & Hillenbrand, L. A. 1997, AJ, 114, 288
- Monet, D., Bird, A., Canzian, B. és mtsai. The USNO A 2.0 Catalogue, Vizier On-line Data Catalog: I/252
- Moshir, M., Copan, G., Conrow, T. és mtsai. 1990, IRAS Faint Source Catalog, $|b| > 10$ Degrees, Version 2.0, Infrared Processing and Analysis Center, IRASF.C
- Motte, F., André, P. & Neri, R. 1998, A&A, 336, 150
- Müller, T.G., Hotzel, S. & Stickel, M. 2002, A&A, 389, 665
- Nakano, T. 1998, ApJ, 494, 587
- Neuhaeuser, R., Sterzik, M. F., Schmitt, J. H. M. M., Wichmann, R. & Krautter, J. 1995, A&A, 297, 391
- Ostriker, E. C., Stone, J. M. & Gammie, C. F. 2001, ApJ, 546, 980
- Paturel G., Petit C., Prugniel P. és mtsai. 2003, A&A, 412, 45
- Pendleton, Y. J. 1997, ASPC, From Stardust to Planetesimals, ed. Pendleton, Y. J., 122
- Phelps, R. L., Lada, E. A. 1997, ApJ477, 176
- Racine, R. 1968, AJ, 73, 233
- Rengel, M., Hodapp, K. & Eislöffel, J. 2007, IAUS, 237, 217

- Ridge, N. A., Di Francesco, J., Kirk, H. és mtsai 2006, *AJ*, 131, 2921
- Robertson, B. E. & Kravtsov, A. V., 2008, arXiv:0710.2102v2
- Román-Zúñiga, C. G., Lada, C. J., Muench, A. & Alves, J. F. 2007, *ApJ*, 664, 357
- Salpeter, E. E. 1955, *ApJ*, 121, 161
- Scalo, J. 1990, In *Physical Processes in Fragmentation and Star Formation*, ed. R Capuzzo-Dolcetta, C Chiosi, A DiFazio, Dordrecht: Kluwerw, 150
- Schlegel, D. J., Finkbeiner, D. P. & Davis, M. 1998, *ApJ*, 500, 525
- Shu, F., Adamas, F. C. & Lizano, S. 1987, *ARA&A*, 25, 23
- Siebenmorgen, R. & Krügel, E. 1992, *A&A*, 259, 614
- Snider, K. D., Hester, J. J., Desch, S. J., Healy, K. R. & Bally, J. 2006, *AAS/AAPT*, 38, 1054
- Stickel, M., Bogun, S., Lemke, D. és mtsai. 1998, *A&A*, 336, 116
- Straizys, V., Černis, K., Kazlauskas, A. & Meištas E. 1992, *Balt. Astr.*, 1, 149
- Tachihara, K., Onishi, T., Mizuno, A. & Fukui, Y. 2002, *A&A*, 385, 909
- Taylor, D. K., Dickman, R. L. & Scoville, N. Z. 1987, *ApJ*, 315, 104
- Tenorio-Tagle, G. & Bodenheimer, P. 1988, *ARAA*, 26, 146
- Tóth, L. V., Lemke, D., Krause, O. és mtsai. 1999, *Proc. of The Universe as Seen by ISO*. Eds. P. Cox & M. F. Kessler. ESA-SP 427, 771
- Tóth, L. V., Hotzel, S., Krause, O. és mtsai. 2000, *A&A*, 364, 769

- Tóth, L. V. & Walmsley, C. M. 1996, *A&A*, 311, 981
- Tóth, L. V. & Horváth, A. 1996, *The Role of Dust in the Formation of Stars*
eds. H. U. Käuff and R. Siebenmorgen, Springer, p. 129
- Vázquez-Semadeni, E. 1994, *ApJ*, 423, 6818
- Wainscoat, R. J., Cohen, M., Wolk, K., Walker, H. J. & Schwartz, D. E.
1992, *ApJS*, 83, 111
- Walter, F. M., Brown, A., Mathieu, R. D., Myers, P. C. & Vrba, F. J. 1988,
AJ, 96, 297
- Ward-Thompson, D. 2002, *Sci*, 295, 76
- Wendker, H. J., Higgs, L. A., Landecker, T. L. & Ward-Thompson, D. 1993,
MNRAS, 263, 543
- Wheelock, S., Gautier III, T. N., Chillemi, J. és mtsai. 1991, *IRAS Sky
Survey Atlas Explanatory Supplement*
- Yamaguchi, R., Mizuno, N., Onishi, T., Mizuno, A. & Fukui, Y. 2001, *ApJ*,
553, 185
- Yonekura, Y., Dobashi, K., Mizuno, A., Ogawa, H. & Fukui, Y. 1997, *ApJS*,
110, 21
- Zhang, Q. & Fall, S. M. 1999, *ApJ*, 527, 81

A. Függelék

CTT-k eloszlása

A.1. táblázat. A halmazok alapvető adatai: (1) katalógusszám, (2-3) a középpont egyenlítői ($J2000$) és (4-5) galaktikus koordinátái, (6) terület négyzetfokban, (7) halmaztagok száma, (8) átlagos extinkció Schlegel, Finkbeiner & Davis (1998) alapján, (9) társult halmazok a SIMBAD* alapján.

	RA	Dec	l	b	S_R	N	\bar{A}_V	Ismert halmazok
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	$J2000$				[$^\circ$]		[mag]	
1	21 09,3	+52 23,1	92,68	+3,08	0,003	4	6,6	DSH J2109,5+5223
2	21 32,7	+51 24,6	94,54	-0,16	0,031	4	2,1	
3	21 04,5	+59 50,6	97,80	+8,57	0,011	4	5,2	
4	22 12,3	+58 54,9	103,63	+2,14	0,005	6	4,6	DSH J2212,5+5851
5	22 53,0	+62 13,6	109,61	+2,46	0,011	4	7,2	
6	22 56,2	+62 01,5	109,86	+2,11	0,005	4	10,5	HW 2, [BDB2003] G109,87+02,11
7	22 54,8	+62 35,4	109,96	+2,69	0,020	7	4,3	
8	23 06,3	+62 29,4	111,12	+2,06	0,008	5	5,4	[BDB2003] G111,07+02,08
9	23 13,6	+61 26,6	111,52	+0,76	0,015	6	4,0	[BDB2003] G111,54+00,78, [BDS2003] 160
10	23 15,9	+61 46,1	111,89	+0,96	0,001	4	6,0	
11	00 02,1	+67 20,9	118,19	+4,93	0,102	10	3,7	
12	00 18,8	+65 52,6	119,60	+3,22	0,025	6	4,0	DSH J0017,9+6550
13	00 31,2	+65 28,5	120,84	+2,69	0,045	6	2,7	
14	02 30,9	+72 39,1	130,28	+11,21	0,062	10	2,0	[BDS2003] 53, RNO 7
15	02 47,1	+69 15,6	132,91	+8,66	0,080	5	3,3	
16	02 54,9	+69 20,9	133,49	+9,05	0,031	4	4,2	
17	02 25,8	+62 03,7	133,74	+1,18	0,062	17	4,7	[BDS2003] 54, [BDB2003] 55 [BDB2003] 56, [BDB2003] G133,71+01,21, [BDB2003] G133,96+01,10, [BDB2003] G133,95+01,06, [BDB2003] G133,98+01,12
18	02 49,2	+60 43,1	136,85	+1,07	0,038	7	3,2	[BDB2003] G136,92+01,09
19	03 29,0	+31 19,0	158,31	-20,52	0,008	9	8,9	[BDB2003] G158,33-20,56, [BDB2003] G158,30-20,46
20	03 44,1	+32 01,2	160,51	-17,98	0,053	6	7,5	[BDB2003] G160,48-18,01, [BDB2003] G160,55-17,92 [BDB2003] G165,34-09,01
21	04 30,4	+35 26,0	165,26	-8,87	0,113	11	5,7	
22	04 21,7	+26 58,8	170,33	-15,97	0,038	5	3,8	
23	05 41,0	+35 49,0	173,63	+2,78	0,020	15	5,4	[BDB2003] G173,63+02,81, [BDS2003] 73, [BDB2003] G173,72+02,69, [BDS2003] 72
24	04 40,1	+25 55,1	173,96	-13,57	0,126	4	7,5	
25	05 38,6	+30 44,5	177,67	-0,33	0,003	5	5,8	[BDS2003] 74
26	04 32,0	+18 09,6	178,97	-19,96	0,091	6	3,0	[BDB2003] G178,75-19,96
27	05 49,4	+26 57,6	182,12	-0,32	0,011	4	2,4	
28	06 18,0	+23 21,8	188,44	+3,56	0,038	4	2,2	[BDB2003] G188,55+03,65
29	06 08,5	+20 39,0	189,77	+0,33	0,001	6	5,2	[BDB2003] G189,76+00,33
30	05 30,7	+12 11,4	192,50	-11,77	0,080	4	1,6	
31	06 12,5	+17 55,4	192,61	-0,17	0,001	6	3,4	
32	06 11,2	+14 00,8	195,89	-2,32	0,113	4	2,1	
33	06 09,8	+12 44,1	196,85	-3,23	0,008	4	1,3	
34	06 40,9	+09 40,6	203,12	+2,08	0,080	16	3,4	[BDB2003] G203,20+02,08, [BDB2003] G203,31+02,05, [BDB2003] G203,33+02,06
35	05 46,7	00 16,4	205,14	-14,24	0,430	26	1,8	[BDB2003] G205,17-14,13, [C2000b] 9, [BDB2003] G205,33-14,31
36	05 07,4	-06 13,4	206,40	-25,93	0,008	5	5,8	
37	06 30,9	+04 39,6	206,44	-2,44	0,020	4	3,8	
38	05 40,9	-02 10,8	206,69	-16,66	0,608	16	1,2	[BDB2003] G206,85-16,53
39	06 31,9	+04 18,9	206,86	-2,37	0,003	6	7,7	[BDB2003] G206,83-02,38

A.1. táblázat. – *Folytatás.*

	<i>RA</i>	<i>Dec</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>S_b</i>	<i>N</i>	\bar{A}_V	Ismert halmazok
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	[\square°]	(7)	[mag]	(9)
40	06 34,1	+04 19,7	207,10	-1,87	0,302	14	3,5	[BGD93] IRS 5, [BGD93] IRS 2, [BDB2003] G207,02-01,83, [PL97] 4, [BGD93] IRS 4, [BGD93] IRS 3, [BDB2003] G207,16-01,78, [BDB2003] G206,98-01,77, [BDB2003] G207,26-01,80, [BDB2003] G206,78-01,94
41	05 37,8	-06 44,7	210,59	-19,44	9,621	138	4,0	[BDB2003] G210,80-19,50, [BDB2003] G210,91-19,33, [BDB2003] G210,43-19,73, [BDS2003] 83, [BDB2003] G210,97-19,33, [BDB2003] G210,12-19,60, [BDB2003] G210,06-19,59, [BDB2003] G210,08-19,83, NGC 1980, [C2000b] 2, [LML2004] TSC c, [LML2004] DESC e, [LML2004] TSC a, [LML2004] DESC a, [BDB2003] G209,01-19,36, [LML2004] TSC d, [LML2004] TSC b, [LML2004] DESC, [BDB2003] G208,99-19,38 c, [BDB2003] G212,23-19,36
42	06 09,1	-06 26,7	213,91	-12,34	1,021	44	2,2	[C2000b] 12, [BDB2003] G213,69-12,60, [BDB2003] G213,88-11,83
43	06 02,2	-09 48,6	216,25	-15,35	0,322	10	2,3	[BDS2003] 87
44	06 14,3	-09 22,4	217,18	-12,47	0,005	5	3,8	
45	06 59,0	-04 53,6	218,15	-0,55	0,001	4	4,1	
46	06 28,6	-09 54,7	219,25	-9,53	0,430	20	2,0	
47	07 09,4	-10 29,0	224,29	-0,84	0,003	5	8,1	
48	07 04,1	-11 19,9	224,46	-2,36	0,003	4	5,4	[BDB2003] G224,44-02,36
49	06 59,2	-11 59,8	224,50	-3,74	0,008	4	3,5	
50	07 24,5	-24 32,7	238,43	-4,19	0,031	12	1,9	[DBS2003] 11
51	07 50,3	-33 38,9	249,15	-3,69	0,020	4	2,4	
52	08 15,9	-35 33,3	253,56	-0,25	0,003	4	2,2	
53	08 35,5	-40 36,8	259,92	-0,02	0,003	4	5,9	[DBS2003] 19
54	08 40,3	-40 39,3	260,51	+0,68	0,181	10	5,2	[DBS2003] 21
55	08 34,6	-43 24,9	262,06	-1,84	0,005	5	7,0	
56	08 53,2	-42 12,9	263,23	+1,57	0,011	4	6,9	[DBS2003] 22
57	08 57,8	-42 39,6	264,12	+1,95	0,005	4	9,9	
58	08 59,4	-43 44,7	265,14	+1,45	0,005	7	12,6	[BDB2003] G265,14+01,45, MSX5C G265,1502+01,4417, MSX5C G265,1583+01,4312
59	08 59,2	-47 33,2	267,99	-1,07	0,038	9	5,0	[BDB2003] G267,92-01,06
60	09 01,3	-47 41,0	268,31	-0,90	0,003	4	6,0	
61	09 03,6	-47 28,9	268,42	-0,47	0,008	4	7,5	
62	09 03,3	-48 27,4	269,12	-1,15	0,020	4	4,8	
63	09 01,9	-48 40,0	269,13	-1,46	0,008	6	5,6	[BDB2003] G269,18-01,46
64	09 14,9	-47 36,3	269,81	+0,85	0,011	6	9,8	

* A SIMBAD katalógusok hivatkozásai: *DSH*: Kronberger és mtsai. (2006), *HW*: Hodge & Wright (1974), [C2000b]: Carpenter (2000), [BGD93]: Block, Geballe & Dyson (1993), [PL97]: Phelps & Lada (1997), [LML2004]: Lada és mtsai. (2004), MSX5C: Baba és mtsai. (2006).

B. Függelék

Sötét felhők

B.1. táblázat. Az extinkciótérkép alapján definiált felhők adatai: (1) sorszám, (2) név, (3,4) galaktikus hosszúság és szélesség, (5,6) vizuális és közeli infravörös alapú csúcsextingció, (7) minimum hőmérséklet, az illesztett ellipszis nagytengelye (8) ívpercben és (9) pc-ben, (10) tengelyarány, (11) pozíciószög a galaktikus pólus irányától az óramutató járásával ellentétesen, (12) az extinkciócsúcs eltolódása a középponttól ívpercben, (13) a nagytengely és az csúcsetolódás iránya által bezárt szög, (14) szimmetria, (15) szeparáltság, (16) alak szabálytalansága, (17) morfológiai osztály (glob – globuláris, h-t – üstököszerű), (18) az egyes rétegek távolságai, (19) tömeg, (20) komplexumhoz tartozás, (21) YSO-k száma. A távolságértékek referenciái: 200 ± 20 pc (Kun, 1998), 288 ± 25 pc (Straizys és mtsai., 1992), 300 ± 30 pc (Kun, 1998), 325 ± 13 pc (Straizys és mtsai., 1992), 400 ± 80 pc (Racine, 1968), 450 ± 100 pc (Kun, 1998), 650 ± 70 pc (Racine, 1968), $800-900$ pc (Kun, 1998).

^L A felhő infravörös héjon látható (Kiss, Moór & Tóth, 2004).

n	Név	l	b	$A_{V,cs}$		T_{min}	$a[']$	$a[pc]$	(b/a)	pa	dp	dpa	sym	sep	irr	m.o.	d	M	kompl.	N
				USMG	2MASS															
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
1	G100.0 + 14.7	100.03	14.79	3.3	3.4	14.4	23.9	3.1	0.3	90	4.0	-24	0.57	0.47	0.20	h-t	450	76	Cep-W	
2	G100.3 + 14.8	100.36	14.88	2.4	2.1	15.1	11.2	1.5	0.5	90	2.9	-6	0.67	0.19	0.47		450	23	Cep-W	
3	G100.6 + 16.2	100.66	16.27	2.2	2.1	15.0	27.7	3.6	0.8	70	12.3	63	0.69	0.29	0.71		450	178	Cep-W	
4	G101.5 + 16.8	101.50	16.82	2.8	4.7	14.1	19.2	2.5	0.6	100	1.3	-78	0.66	0.34	0.51		325	44	Cep-W	
5	G101.7 + 16.6	101.77	16.60	2.5	3.0	14.7	15.8	2.1	0.6	160	2.1	20	0.91	0.44	0.27		325	27	Cep-W	
6	G101.9 + 15.8	101.92	15.83	2.7	2.6	14.9	22.7	3.0	0.3	50	10.3	-5	0.79	0.32	0.35		325	31	Cep-W	
7	G102.0 + 15.3	102.06	15.30	4.5	8.7	14.2	46.7	5.3	0.4	90	9.7	-25	0.90	0.50	0.31		325	218	Cep-W	1
8	G102.3 + 15.9	102.31	15.92	3.1	5.7	14.2	19.0	2.5	0.6	30	4.6	148	0.54	0.42	0.38		325	49	Cep-W	1
9	G102.6 + 15.1	102.62	15.17	3.7	8.3	14.3	17.5	2.3	0.4	130	3.2	-31	0.89	0.38	0.34	h-t	325	34	Cep-W	
10	G102.6 + 15.6	102.66	15.62	2.9	5.0	14.5	10.4	1.4	0.4	150	0.8	77	0.57	0.14	0.36		325	11	Cep-W	
11	G102.6 + 15.8	102.63	15.80	2.9	3.8	15.0	10.5	1.4	0.5	0	1.8	179	0.49	0.31	0.53		325	16	Cep-W	1
12	G102.7 + 15.3	102.73	15.34	4.6	9.9	14.1	17.5	2.3	0.7	130	0.2	96	0.77	0.44	0.32	h-t	325	71	Cep-W	

B.1. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	ΔV_{rzs}	T_{min}	$a[^\circ]$	slpe[$^\circ$]	(b/a)	pa	dp	dpa	sym	sep	irr	m.o.	d	M	kömpl.	N		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	
				USNO	2MASS															YSO	
13	G102.9 + 16.6	102.96	16.63	2.7	2.6	14.9	36.7	3.2	0.5	80	11.2	-3	0.54	0.40	0.55	300		60	Cep NW		
14	G103.1 + 17.0	103.16	17.08	2.3	1.5	14.7	11.3	1.0	0.7	20	2.8	163	0.62	0.26	0.55	300		11	Cep-NW		
15	G103.1 + 18.3	103.12	18.38	2.2	1.9	15.3	8.7	0.8	0.6	40	0.8	-68	0.25	0.42	0.45	300		6	Cep-NW		
16	G103.3 + 14.2	103.32	14.22	2.5	2.9	15.4	12.6	1.6	0.6	30	2.9	-37	0.49	0.41	0.38	288		13	Cep SW		
17	G103.3 + 17.2	103.37	17.23	2.2	2.7	15.4	17.5	1.5	0.4	90	0.4	21	1.60	0.36	0.20	300		16	Cep-NW		
18	G103.3 + 18.9	103.35	18.96	2.4	2.9	15.0	32.8	2.9	0.4	0	3.3	159	0.52	0.26	0.53	300		63	Cep-NW		
19	G103.4 + 13.2	103.49	13.23	2.7	2.5	15.3	20.0	2.6	0.5	20	7.3	179	0.90	0.28	0.35	288		35	Cep-SW		
20	G103.5 + 18.4	103.50	18.42	2.9	3.3	15.2	34.2	3.0	0.4	170	7.5	11	0.70	0.37	0.26	300		78	Cep-NW		
21	G103.6 + 14.8	103.67	14.88	2.7	5.8	15.2	17.8	2.3	0.3	40	2.0	63	0.79	0.43	0.38	288		14	Cep SW		
l_{22}	G103.7 + 11.1	103.79	11.19	2.4	2.1	15.9	12.4	1.6	0.6	80	1.2	24	0.59	0.20	0.45	450		31	Cep-SW		
l_{23}	G103.9 + 14.0	103.90	14.01	4.7	22.0	13.7	77.5	10.1	0.2	60	0.5	4	0.68	0.50	0.42	$h-t$	288		321	Cep-SW	7
l_{24}	G104.0 + 0.4	104.07	0.45	2.4	1.8	14.4	34.3	5.0	0.5	120	8.3	16	0.76	0.30	0.39	900		705	Cep-SW		
l_{25}	G104.0 + 10.8	104.03	10.87	3.3	5.5	15.5	29.2	7.6	0.7	130	9.7	23	0.60	0.23	0.71	900		951	Cep-SW	2	
l_{26}	G104.0 + 13.0	104.02	13.05	2.3	1.9	15.9	13.1	1.7	0.6	60	4.1	184	0.89	0.05	0.64	450		30	Cep-SW		
l_{27}	G104.1 + 10.1	104.11	10.10	2.4	2.6	15.9	14.0	3.7	0.6	30	3.2	-17	0.32	0.37	0.21	900		161	Cep-SW		
l_{28}	G104.1 + 11.9	104.17	11.99	3.0	3.8	15.3	39.8	15.7	0.4	170	25.4	-10	0.77	0.29	0.53	900		2197	Cep-SW		
l_{29}	G104.4 + 10.0	104.46	10.02	2.7	2.2	15.4	51.9	13.6	0.2	160	8.8	-14	0.70	0.43	0.35	900		785	Cep-SW		
l_{30}	G104.4 + 12.9	104.47	12.95	2.3	2.7	15.6	25.8	3.0	0.4	120	2.2	-31	0.93	0.34	0.33	400		65	Cep-SW		
l_{31}	G104.5 + 10.6	104.51	10.66	2.4	2.4	15.5	33.6	8.8	0.3	10	7.4	155	0.61	0.14	0.71	900		509	Cep-SW		
l_{32}	G104.5 + 12.6	104.55	12.60	2.6	3.1	15.3	21.9	2.5	0.7	130	2.5	-96	0.44	0.25	0.50	450		90	Cep-SW		
l_{33}	G104.7 + 11.0	104.72	11.00	2.3	4.5	16.2	7.6	2.0	0.7	160	2.2	-40	0.42	0.21	0.27	900		61	Cep-SW		
l_{34}	G104.7 + 11.3	104.71	11.32	3.6	1.4	15.5	29.6	7.7	0.6	30	11.1	163	0.62	0.34	0.31	900		992	Cep-SW		
l_{35}	G104.8 + 10.3	104.85	10.33	2.4	2.3	16.0	23.1	6.0	0.7	0	3.7	29	0.85	0.25	0.25	900		526	Cep-SW		
l_{36}	G104.8 + 12.9	104.86	12.98	2.4	3.4	15.2	25.9	5.0	0.5	10	7.7	170	0.83	0.27	0.50	400		80	Cep-SW		
l_{37}	G104.9 + 18.2	104.98	18.20	2.6	2.8	15.4	31.8	2.8	0.5	170	11.4	1	0.64	0.31	0.47	300		77	Cep-N		
l_{38}	G105.0 + 10.7	105.06	10.73	2.6	2.4	15.9	29.3	7.7	0.4	0	2.9	87	0.89	0.17	0.60	900		486	Cep-SW		
l_{39}	G105.0 + 11.8	105.04	11.80	2.3	2.6	15.6	18.3	2.1	0.4	140	0.8	61	0.43	0.33	0.31	400		35	Cep-SW		
l_{40}	G105.0 + 13.3	105.05	13.34	2.5	1.9	15.9	15.6	1.4	0.4	150	0.6	25	0.95	0.41	0.17	300		14	Cep-N		
l_{41}	G105.1 + 13.1	105.19	13.19	3.1	3.4	15.3	23.2	2.0	0.5	90	1.7	105	0.60	0.20	0.68	300, 400, 450		45	Cep-SW	1	
l_{42}	G105.4 + 09.9	105.46	9.91	3.2	4.8	15.4	28.0	7.3	0.5	30	3.1	28	0.68	0.41	0.32	$h-t$	900		672	Cep-SW	3
l_{43}	G105.4 + 13.3	105.47	13.36	3.3	2.8	15.2	20.6	2.4	0.6	150	4.5	61	0.57	0.19	0.50	450		71	Cep-SW		
l_{44}	G105.5 + 10.3	105.53	10.38	3.3	6.0	15.1	38.4	10.1	0.5	60	3.7	-9	0.79	0.33	0.46	900		1241	Cep-SW	4	

B.1. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	$A_{V,co}$	$2MASS$	T_{min}	$a[\prime]$	$ap[\prime]$	(b/a)	pa	dp	dpa	sym	sep	irr	m.o.c.	d	M	kompl.	N
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
L ₄₅	G105.5+10.8	105.59	10.87	2.8	3.8	15.6	13.7	3.6	0.9	80	5.2	-15	0.50	0.28	0.51		900	245	Cep SW	
L ₄₆	G105.6+12.4	105.64	12.46	2.5	2.7	14.9	43.0	5.0	0.4	110	8.8	26	0.48	0.25	0.69		400	186	Cep SW	
L ₄₇	G105.7+10.8	105.79	10.86	2.3	2.7	15.5	16.6	4.3	0.3	20	3.4	-24	0.92	0.19	0.45		900	119	Cep SW	
L ₄₈	G105.8+10.6	105.88	10.61	2.3	1.2	16.1	12.0	3.1	0.4	120	2.0	-17	0.62	0.26	0.33		900	83	Cep SW	
49	G105.8+13.2	105.80	13.25	2.8	2.0	15.6	10.7	0.9	0.5	10	1.5	188	0.59	0.42	0.33	glob	300,400	10	Cep SW	
50	G105.8+14.5	105.86	14.57	2.4	2.0	15.5	74.2	6.5	0.1	50	20.7	-13	0.85	0.50	1.02		300	76	Cep SW	
L ₅₁	G105.9+13.0	105.96	13.02	2.7	2.1	15.7	17.5	2.0	0.4	140	0.8	-23	0.88	0.33	0.23		400	36	Cep SW	
L ₅₂	G105.9+19.0	105.90	19.00	2.7	3.8	15.3	56.2	4.9	0.5	50	25.5	-15	0.92	0.18	0.77		300	238	Cep N	
L ₅₃	G106.1+09.7	106.17	9.78	2.5	2.2	15.6	47.8	12.5	0.4	0	23.8	166	0.99	0.26	0.55		900	1163	Cep SW	
54	G106.1+17.4	106.16	17.49	2.5	1.8	15.9	6.4	0.6	0.9	80	0.9	-37	0.57	0.30	0.63		300	6	Cep N	
55	G106.2+15.6	106.27	15.61	2.3	2.1	15.7	14.7	1.3	0.4	160	4.4	4	0.71	0.46	0.36		300	11	Cep N	
56	G106.3+15.9	106.39	15.96	2.2	1.9	15.8	16.4	1.4	0.3	150	1.1	-14	0.67	0.38	0.47		300	10	Cep N	
L ₅₇	G106.4+12.0	106.42	12.08	3.7	6.0	15.1	33.1	3.9	0.6	20	8.6	-88	0.81	0.35	0.19		400,900	244	Cep SW	5
L ₅₈	G106.4+12.6	106.41	12.67	3.0	2.7	15.1	44.2	5.1	0.6	110	18.7	11	0.80	0.20	0.53		400	350	Cep SW	
59	G106.4+13.7	106.44	13.77	2.7	6.5	14.9	39.8	4.6	0.4	50	1.9	33	0.61	0.25	0.53		400	174	Cep SW	
L ₆₀	G106.4+17.9	106.41	17.94	2.6	2.9	15.1	40.9	3.6	0.5	140	14.6	64	0.62	0.16	0.90		300	138	Cep N	2
61	G106.6+14.2	106.69	14.20	2.2	1.9	15.1	33.7	3.9	0.3	100	16.2	16	0.92	0.20	0.63		400	75	Cep SW	
62	G106.7+12.3	106.77	12.33	2.5	1.4	15.6	10.9	1.3	0.6	40	0.7	-37	0.89	0.36	0.25		400	22	Cep SW	
63	G106.7+16.2	106.77	16.24	2.6	2.9	15.4	20.9	1.7	0.2	20	4.2	3	0.49	0.13	0.33		300	16	Cep N	
L ₆₄	G106.7+18.2	106.71	18.26	2.5	2.4	10.9	10.0	0.7	10	0.5	73	0.85	0.23	0.32		300	13	Cep N		
L ₆₅	G106.8+18.5	106.80	18.55	2.3	2.8	15.5	29.2	2.5	0.4	60	12.6	181	0.57	0.05	0.86		300	54	Cep N	
L ₆₆	G106.9+07.1	106.98	7.11	2.5	4.8	15.9	23.1	4.4	0.3	90	2.0	-12	0.25	0.30	0.27		650	109	Cep S	
L ₆₇	G106.9+11.4	106.95	11.49	2.4	2.3	15.8	13.5	1.2	0.6	0	3.8	154	0.41	0.52	0.23		300,400	16	Cep SW	
L ₆₈	G106.9+13.1	106.91	13.11	2.5	1.8	15.5	15.9	1.9	0.5	100	1.1	55	0.97	0.33	0.29		400	32	Cep SW	
69	G106.9+16.1	106.96	16.19	2.7	2.3	15.4	12.9	0.8	0.6	60	1.0	-3	0.96	0.33	0.21		200,300	9	Cep N	
70	G106.9+16.7	106.93	16.72	4.2	5.1	14.5	42.2	3.7	0.4	40	3.8	42	0.85	0.48	0.14		300	181	Cep N	
71	G106.9+17.5	106.96	17.50	2.6	3.0	15.3	29.9	2.6	0.4	80	0.9	-53	0.75	0.24	0.64		300	52	Cep N	1
L ₇₂	G107.0+12.3	107.06	12.30	2.7	2.0	15.7	23.1	2.7	0.7	50	5.4	39	0.87	0.17	0.55		400	107	Cep N	1
73	G107.1+16.2	107.19	16.27	2.5	2.4	15.3	17.8	1.6	0.5	140	1.4	13	0.83	0.18	0.41		300	26	Cep N	
L ₇₄	G107.1+19.3	107.17	19.32	3.1	4.2	15.1	74.7	6.5	0.5	140	24.2	-40	0.88	0.26	0.40		300	515	Cep N	1
L ₇₅	G107.2+13.3	107.27	13.36	2.5	2.2	15.5	20.3	2.4	0.6	0	2.4	-46	0.62	0.24	0.56		400	59		
76	G107.2+16.5	107.22	16.54	2.6	2.3	15.2	12.3	1.1	0.4	0	3.2	-12	0.51	0.23	0.50		300	11	Cep N	

B.1. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	$A_{V,cor}$	T_{mass}	$s[']$	$s[\mu\text{pc}]$	(b/a)	pa	dp	dpa	qym	sep	irr	m.o.	d	M	kompl.	N	YSO
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
				USNO	2MASS															
77	G107.2 + 16.8	107.26	16.84	2.7	2.2	15.3	7.5	0.6	0.7	50	1.3	52	0.43	0.18	0.63	300	8	Cop N		
L78	G107.3 + 07.4	107.30	7.49	3.0	4.0	16.5	18.8	3.6	0.6	10	4.0	154	0.68	0.42	0.32	650	166	Cop S		2
79	G107.3 + 15.4	107.32	15.44	2.7	3.3	15.4	21.9	1.9	0.4	70	8.0	-66	0.54	0.34	0.81	300	29	Cop N		
80	G107.3 + 17.6	107.39	17.69	2.5	1.6	15.1	8.7	0.8	0.6	30	1.4	13	0.61	0.36	0.45	300	8	Cop N		
L81	G107.5 + 07.8	107.57	7.89	2.2	1.9	16.1	13.9	2.6	0.4	80	2.3	-3	0.45	0.34	0.35	650	56	Cop S		
82	G107.5 + 19.8	107.59	19.87	2.3	2.2	15.6	18.5	1.6	0.7	150	2.8	-64	0.61	0.37	0.27	300	31	Cop N		
L83	G107.6 + 08.0	107.63	8.06	2.2	1.9	16.4	12.9	2.4	0.6	120	2.8	39	0.72	0.31	0.30	650	67	Cop S		1
L84	G107.6 + 13.4	107.65	13.41	2.6	2.3	15.5	16.5	1.9	0.8	100	7.0	-42	0.40	0.20	0.49	400	59	Cop SE		
85	G107.6 + 14.6	107.67	14.55	2.5	2.6	15.5	18.5	1.6	0.3	0	7.0	168	0.62	0.24	0.50	300	15	Cop SE		
86	G107.6 + 17.2	107.69	17.26	2.5	4.3	15.1	20.6	1.8	0.6	70	5.8	-13	0.43	0.33	0.51	300	35	Cop N		
87	G107.6 + 18.1	107.63	18.17	2.5	2.6	15.5	16.4	1.4	0.3	60	1.3	-2	0.70	0.31	0.27	300	14	Cop N		
88	G107.8 + 14.5	107.85	14.50	2.8	2.4	15.7	16.1	1.4	0.5	0	4.2	175	0.50	0.38	0.29	300	21	Cop SE		
89	G107.9 + 15.3	107.98	15.37	2.3	1.7	15.6	17.8	1.6	0.7	130	3.4	-52	0.71	0.26	0.40	300	27	Cop N		
90	G107.9 + 16.9	107.91	16.99	2.4	2.0	15.2	11.0	1.0	0.4	0	0.3	205	0.86	0.28	0.42	300	6	Cop N		
L91	G107.9 + 18.9	107.94	18.95	2.4	2.4	15.3	18.3	1.6	0.6	110	6.0	1	0.47	0.20	0.46	300	33	Cop N		
L92	G108.0 + 13.5	108.01	13.57	2.7	1.8	15.5	9.5	1.1	0.4	20	0.5	38	0.53	0.25	0.33	400	12			1
93	G108.0 + 16.0	108.00	16.05	2.3	2.3	15.6	23.9	2.1	0.3	20	7.9	-9	0.98	0.19	0.67	300	27	Cop N		
L94	G108.0 + 18.5	108.04	18.59	3.2	3.9	14.9	67.8	5.9	0.3	90	11.2	-66	0.98	0.13	0.84	300	244	Cop N		
L95	G108.2 + 14.0	108.29	14.02	2.7	2.2	15.3	21.5	2.5	0.5	0	6.6	2	0.82	0.21	0.29	400	70	Cop SE		
96	G108.2 + 14.8	108.26	14.82	2.2	2.5	15.8	12.0	1.0	0.4	50	2.9	-5	0.59	0.44	0.25	300	7	Cop SE		
L97	G108.2 + 17.6	108.23	17.63	3.2	5.7	14.4	97.7	8.5	0.3	150	2.5	40	0.95	0.13	0.60	300	548	Cop N		2
L98	G108.3 + 06.9	108.31	6.98	2.6	1.7	16.6	40.9	7.7	0.4	170	13.6	-172	0.86	0.25	0.52	650	457	Cop S		2
99	G108.3 + 18.1	108.32	18.17	2.4	2.2	15.2	12.7	1.1	0.3	50	1.9	22	0.46	0.24	0.31	300	8	Cop N		
100	G108.4 + 19.9	108.44	19.94	2.2	2.0	16.0	25.1	2.2	0.2	170	5.7	0	0.69	0.41	0.38	300	16	Cop N		
101	G108.5 + 15.7	108.57	15.72	2.6	1.9	15.4	15.6	1.4	0.6	140	3.0	36	0.95	0.33	0.31	300	24	Cop N		
102	G108.5 + 16.0	108.57	16.08	3.2	3.4	14.6	60.8	5.3	0.4	40	35.3	-6	0.81	0.11	0.73	300	274	Cop N		1
103	G108.5 + 16.7	108.53	16.79	3.5	3.3	14.1	47.6	4.2	0.3	70	15.5	-13	0.79	0.28	0.49	300	135	Cop N		
104	G108.6 + 07.6	108.66	7.64	2.1	1.3	16.8	13.3	2.5	0.6	170	4.7	-149	0.79	0.29	0.42	650	77	Cop S		
105	G108.6 + 17.8	108.64	17.82	2.4	2.6	15.5	9.3	0.8	0.6	80	0.9	58	0.73	0.33	0.38	300	9	Cop N		
106	G108.7 + 06.2	108.77	6.28	2.7	3.1	17.8	12.1	2.3	0.7	160	4.4	95	0.55	0.22	0.57	650	89	Cop N		3
107	G108.7 + 15.2	108.75	15.28	3.0	3.4	14.8	31.0	2.7	0.8	120	7.4	-16	0.67	0.22	0.48	300	139	Cop N		
L108	G108.7 + 18.3	108.78	18.30	2.4	2.7	12.0	1.0	0.7	170	4.8	25	0.71	0.24	0.21	300	17	Cop N			

B.1. táblázat. – Folytatás.

<i>n</i>	Név	<i>l</i>	<i>b</i>	$A_{V,GS}$	Z_{MSS}	T_{min}	α [°]	δ [°]	(<i>h/s</i>)	<i>pa</i>	<i>dp</i>	<i>dpa</i>	<i>sym</i>	<i>sep</i>	<i>irr</i>	<i>m.o.</i>	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>Kompl.</i>	<i>N</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
⁺ 109	G108.8 + 13.5	108.86	13.51	4.2	7.5	14.7	87.7	7.7	0.4	150	49.0	-84	0.61	0.11	1.37	300	400	091	Cep SE	2
110	G108.9 + 07.4	108.99	7.48	2.2	2.4	16.8	7.0	1.3	0.7	170	1.3	27	0.66	0.24	0.50	650		25	Cep S	
111	G108.9 + 07.7	108.90	7.71	3.1	1.5	16.1	17.8	3.4	0.6	80	3.6	-46	0.50	0.21	0.32	<i>h - t</i>	650	153	Cep S	
112	G108.9 + 16.5	108.90	16.57	2.6	1.5	15.1	9.9	0.9	0.5	90	0.5	12	0.52	0.25	0.31	300		8	Cep N	
113	G109.0 + 17.9	109.04	17.91	2.5	2.9	14.3	29.3	2.6	0.3	130	6.7	-15	0.59	0.27	0.53	300		43	Cep N	
114	G109.2 + 14.2	109.28	14.25	2.8	2.3	15.4	11.5	1.3	0.5	100	2.9	-14	0.99	0.23	0.64	400		24	Cep SE	
115	G109.2 + 16.8	109.24	16.82	2.9	3.1	15.1	17.8	1.6	0.5	130	1.6	-7	0.83	0.29	0.25	<i>glob</i>	300	28	Cep N	
116	G109.2 + 17.1	109.21	17.10	2.4	2.5		12.7	1.1	0.3	120	1.0	23	0.68	0.25	0.31	300		9	Cep N	
117	G109.3 + 19.8	109.30	19.82	2.2	2.1	16.3	8.7	0.8	0.9	110	2.3	-8	0.46	0.38	0.20	300		9	Cep N	
118	G109.4 + 06.5	109.45	6.56	4.2	11.7	15.8	80.8	15.3	0.4	60	4.0	31	0.99	0.40	0.20	650	3105	Cep S		21
119	G109.4 + 17.2	109.42	17.21	2.4	2.6	15.1	22.1	1.9	0.5	140	2.2	-20	0.63	0.29	0.34	300		25	Cep N	
120	G109.5 + 07.4	109.55	7.40	2.7	1.8	16.5	12.0	2.3	0.5	150	2.5	-57	0.47	0.13	0.39	650		65	Cep S	
121	G109.5 + 15.5	109.57	15.55	2.1	1.8	15.5	18.5	1.6	0.3	60	2.2	-64	0.87	0.31	0.64	300		13	Cep N	
122	G109.5 + 16.5	109.57	16.56	2.3	1.8	15.6	7.0	0.6	0.7	30	0.2	156	0.90	0.25	0.33	<i>glob</i>	300	6	Cep N	
⁺ 123	G109.5 + 18.5	109.56	18.57	2.7	3.5	15.3	31.3	2.7	0.4	130	9.4	0	0.87	0.29	0.36	300		62	Cep N	
⁺ 124	G109.6 + 13.1	109.68	13.12	2.9	2.4	15.7	14.4	1.7	0.5	40	2.0	-75	0.79	0.19	0.24	400		38	Cep SE	
125	G109.6 + 14.0	109.63	14.04	3.0	2.5	15.1	14.2	1.7	0.3	130	4.1	-148	0.62	0.17	0.40	400		23		
⁺ 126	G109.7 + 14.7	109.73	14.70	2.2	2.0	15.3	48.6	4.2	0.2	110	17.5	-92	0.69	0.05	0.85	300		62		
⁺ 127	G109.7 + 17.4	109.77	17.43	2.5	2.0	15.2	13.6	1.2	0.4	10	0.8	35	0.82	0.25	0.30	300		14	Cep N	
128	G109.7 + 17.9	109.71	17.97	2.8	1.9	15.1	11.5	1.0	0.5	140	2.1	11	0.35	0.21	0.28	300		12	Cep N	
129	G109.7 + 19.1	109.79	19.10	2.5	2.5	15.3	8.9	0.8	0.8	60	0.6	-5	0.43	0.38	0.29	<i>glob</i>	300	10	Cep N	
130	G109.8 + 18.8	109.85	18.82	3.1	3.7	15.1	22.5	2.0	0.8	60	4.9	113	0.74	0.19	0.71	300		70	Cep N	
131	G109.9 + 07.3	109.90	7.30	2.8	2.0	16.3	10.1	1.9	0.7	40	2.1	8	0.37	0.24	0.25	650	67	Cep S		
132	G109.9 + 16.7	109.93	16.72	2.4	2.2	15.5	11.0	1.0	0.4	60	0.5	-17	0.45	0.31	0.31	300		8	Cep N	
133	G109.9 + 16.8	109.90	16.87	2.4	2.1	15.2	12.2	1.1	0.5	100	4.0	-14	0.73	0.21	0.44	300		14	Cep N	
⁺ 134	G110.0 + 13.5	110.06	13.55	3.8	3.9	14.7	70.7	8.2	0.4	130	12.2	-136	0.71	0.19	0.46	400		790		
135	G110.0 + 17.4	110.05	17.47	3.2	3.7	14.8	53.7	4.7	0.4	20	13.6	-3	0.87	0.29	0.37	300		234	Cep N	
136	G110.1 + 07.2	110.11	7.22	3.6	2.4	15.6	18.8	3.6	0.3	100	1.9	2	0.62	0.21	0.19	<i>h - t</i>	650	106	Cep S	
137	G110.2 + 07.0	110.25	7.03	3.1	2.1	16.1	23.2	4.4	0.4	110	4.1	-32	0.44	0.13	0.56	650		213	Cep S	
138	G110.2 + 07.3	110.20	7.34	2.7	1.8	16.0	18.5	3.4	0.3	130	6.5	-1	0.93	0.09	0.64	650		90	Cep S	
⁺ 139	G110.2 + 12.7	110.23	12.72	3.0	3.2	15.5	20.5	2.4	0.5	20	-2.6	20	0.75	0.27	0.24	400		78	Cep SE	
⁺ 140	G110.2 + 14.3	110.28	14.39	2.8	3.5	15.4	15.3	1.3	0.6	40	4.0	-1	0.59	0.21	0.58	300		23	Cep SE	

B.1. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	$A_{V,cor}$	T_{mass}	$s[']$	$s[pc]$	(b/a)	pa	dp	dps	sym	sep	irr	no.	d	M	Kompl.	N	
(1)	(2)	(3)	(4)	USNO	2MASS	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
l_{141}	G110.2 + 14.7	110.21	14.70	2.5	2.0	15.2	15.3	1.2	0.5	0	3.7	168	0.50	0.53	0.41	300	13	Cep-SE		
l_{142}	G110.3 + 12.9	110.34	12.97	2.7	2.1	15.4	12.8	1.5	0.7	160	2.5	-8.7	0.62	0.16	0.43	400	42	Cep-SE		
l_{143}	G110.3 + 14.6	110.38	14.63	2.5	1.6	15.3	10.7	0.9	0.7	120	3.0	-4	0.55	0.23	0.40	300	13	Cep-SE		
l_{144}	G110.3 + 17.1	110.30	17.11	2.6	2.1	15.2	9.3	0.8	0.6	10	1.9	158	0.56	0.21	0.38	300	9	Cep-N		
l_{145}	G110.4 + 06.7	110.46	6.75	2.7	1.7	15.3	12.3	2.3	0.7	100	3.3	16	0.90	0.15	0.48	650	87	Cep-S		
l_{146}	G110.4 + 11.5	110.41	11.53	3.7	14.6	15.2	26.6	3.1	0.3	40	1.1	39	0.94	0.46	0.21	$h-t$	400	89		3
l_{147}	G110.4 + 12.5	110.47	12.54	2.4	2.4	15.5	12.3	1.4	0.7	20	1.2	-61	0.74	0.28	0.28	400	27	Cep-SE		
l_{148}	G110.4 + 16.6	110.41	16.67	2.6	2.5	14.9	23.3	2.0	1.0	80	13.6	5	1.00	0.14	0.74	300	88	Cep-N		
l_{149}	G110.5 + 06.4	110.55	6.49	3.1	2.4	16.2	22.4	4.2	0.4	10	4.7	11	0.43	0.32	0.40	650	170	Cep-S	1	
l_{150}	G110.5 + 07.5	110.59	7.58	2.3	1.2	15.9	30.3	5.7	0.2	170	6.7	-1	0.56	0.21	0.39	650	109	Cep-S	1	
l_{151}	G110.5 + 18.1	110.51	18.16	2.4	4.6	15.7	10.0	0.9	0.8	160	1.3	44	0.80	0.42	0.40	300	12	Cep-N		
l_{152}	G110.6 + 04.6	110.67	4.66	2.2	1.6	16.7	12.4	2.3	0.6	0	2.3	-18	0.58	0.34	0.28	650	60	Cep-S	1	
l_{153}	G110.6 + 05.1	110.67	5.12	2.2	1.3	16.5	18.9	3.6	0.4	110	3.6	106	0.42	0.20	0.47	650	85	Cep-S	1	
l_{154}	G110.6 + 09.6	110.68	9.67	3.5	14.0	14.6	11.4	2.2	0.8	30	1.5	40	0.79	0.55	0.16	<i>glob</i>	650	112		1
l_{155}	G110.6 + 11.9	110.63	11.98	3.4	4.2	15.2	25.0	2.9	0.4	30	0.5	-60	0.75	0.36	0.34	$h-t$	400	92		
l_{156}	G110.6 + 16.1	110.63	16.19	2.6	2.3	15.9	9.8	0.6	0.8	160	1.1	-141	0.51	0.36	0.23	<i>glob</i>	200	5		
l_{157}	G110.6 + 19.2	110.68	19.28	2.9	5.1	14.1	35.0	2.0	0.3	50	10.8	5	0.59	0.39	0.51	200	27	Cep-NE	1	
l_{158}	G110.7 + 08.4	110.77	8.49	2.5	2.1	15.8	19.4	3.7	0.5	60	0.6	-81	0.75	0.29	0.35	650	129	Cep-S		
l_{159}	G110.7 + 16.5	110.73	16.56	2.8	1.9	15.2	11.6	1.0	0.6	60	0.9	-13	0.91	0.35	0.40	300	14	Cep-N		
l_{160}	G110.8 + 13.8	110.89	13.33	2.7	2.4	15.7	11.8	1.4	0.7	130	1.2	-63	0.72	0.22	0.36	400	36	Cep-SE		
l_{161}	G110.8 + 16.9	110.85	16.99	2.2	2.0	15.3	20.0	1.7	0.4	160	1.5	46	0.89	0.25	0.33	300	21	Cep-N		
l_{162}	G110.9 + 14.1	110.93	14.13	2.8	2.9	14.8	29.3	3.4	0.3	130	5.3	-6	0.95	0.25	0.36	400	87	Cep-SE		
l_{163}	G111.1 + 15.7	111.15	15.79	2.5	2.8	12.7	56.7	4.4	0.4	60	17.3	-22	0.76	0.17	0.69	300	144	Cep-N		
l_{164}	G111.2 + 09.4	111.27	9.41	3.2	5.9	16.2	14.6	2.8	0.5	50	2.3	-54	0.89	0.47	0.09	<i>glob</i>	650	100		1
l_{165}	G111.2 + 12.8	111.28	12.80	2.6	2.8	15.5	76.5	8.9	0.3	120	22.1	-11	0.60	0.17	0.59	400	486	Cep-SE	1	
l_{166}	G111.3 + 13.8	111.38	13.87	2.9	3.3	14.9	20.2	2.4	0.5	90	4.1	0	0.51	0.27	0.37	400	73	Cep-SE		
l_{167}	G111.3 + 15.4	111.37	15.43	2.3	1.8	15.5	13.3	1.2	0.6	140	2.7	-1	0.53	0.46	0.37	300	14	Cep-N		
l_{168}	G111.6 + 20.1	111.64	20.14	4.2	15.7	13.7	55.9	3.3	0.5	40	17.8	-30	0.79	0.44	0.23	200	182	Cep-NE	10	
l_{169}	G111.7 + 07.9	111.72	7.99	2.2	1.2	16.0	15.6	2.9	0.6	130	1.8	-31	0.94	0.25	0.50	650	81	Cep-S		
l_{170}	G111.7 + 14.0	111.70	14.06	2.7	2.8	15.0	11.8	1.4	0.7	120	3.3	-11	0.89	0.06	0.36	400	35	Cep-SE		
l_{171}	G111.8 + 21.9	111.88	21.94	2.3	1.5	15.7	5.9	0.5	0.9	110	1.0	-68	0.71	0.45	0.37	<i>glob</i>	200	2		
l_{172}	G111.9 + 12.7	111.97	12.79	2.6	2.7	15.2	42.4	4.9	0.6	0	6.1	95	0.78	0.22	0.50	400	288	Cep-SE		

B.1. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	$A_{V,2.2}$	T_{min}	$a[\text{']}$	slpc]	(b/s)	pa	dp	dpa	sym	sep	irr	m.o.	d	M	kompl.	N	YSO	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	
173	G111.9 + 13.8	111.94	13.84	4.0	10.0	14.2	43.0	5.0	0.3	90	15.9	-1	0.66	0.28	0.49	400	223	Csp SE			
174	G112.1 + 17.5	112.17	17.56	2.6	4.5	14.3	39.1	3.4	0.5	170	15.0	-15	0.45	0.26	0.57	300	73	Csp E	1		
\angle 175	G112.3 + 20.5	112.39	20.59	2.8	5.2		9.0	0.5	0.7	160	0.4	63	0.66	0.36	0.43	glob	200	4	Csp NE	1	
\angle 177	G112.3 + 20.7	112.39	20.77	2.3	2.5	15.7	7.6	0.4	0.9	10	0.8	219	0.59	0.52	0.38	glob	200	3	Csp NE		
177	G112.4 + 07.5	112.47	7.57	2.3	1.5	15.5	32.3	6.1	0.5	120	10.0	-2	0.75	0.17	0.64	650	307	Csp S			
178	G112.5 + 17.3	112.58	17.35	2.6	3.4	14.5	21.3	1.9	0.5	20	7.2	7	0.90	0.09	0.72	300	40	Csp E			
179	G112.5 + 17.9	112.53	17.91	3.0	3.5	15.2	19.4	1.7	0.8	70	5.1	-38	0.69	0.47	0.18	300	53	Csp E			
\angle 180	G112.6 + 08.5	112.61	8.52	3.6	5.5	15.1	24.8	4.7	0.5	20	0.4	-36	0.96	0.48	0.20	650	328	Csp S			
181	G112.7 + 16.6	112.71	16.69	3.3	3.9	14.4	17.7	1.5	0.9	140	6.3	-10	0.65	0.41	0.10	300	60	Csp E			
\angle 182	G112.8 + 08.9	112.88	8.90	2.3	1.8	15.9	11.1	2.1	0.3	150	1.2	-17	0.61	0.19	0.44	650	26	Csp S			
183	G112.8 + 16.4	112.80	16.45	2.3	2.1	15.0	10.4	0.9	0.4	40	0.9	-24	0.95	0.18	0.50	300	7	Csp E			
184	G112.8 + 17.0	112.81	17.01	3.6	4.6	13.0	25.8	2.3	0.4	60	5.0	-13	0.63	0.34	0.27	h - t	300	56	Csp E		
\angle 185	G112.8 + 20.9	112.88	20.90	2.3	3.9	16.1	41.8	2.4	0.2	80	16.8	-4	0.79	0.37	0.37	200	21	Csp NE			
186	G112.9 + 17.7	112.91	17.75	3.2	4.3	15.5	17.1	1.5	0.4	160	5.4	-32	0.71	0.04	0.46	300	28	Csp E			
187	G113.0 + 16.3	113.06	16.31	3.2	4.1	14.1	10.9	1.0	0.8	0	1.2	77	0.97	0.31	0.27	300	19	Csp E			
188	G113.0 + 17.4	113.08	17.45	3.0	2.8	15.2	10.4	0.9	0.4	40	0.7	-64	0.41	0.03	0.67	300	11	Csp E			
189	G113.1 + 15.5	113.11	15.52	2.9	4.1	14.6	19.8	1.7	0.4	40	5.4	-14	0.65	0.42	0.53	300	27	Csp E			
190	G113.2 + 16.1	113.29	16.12	2.9	2.2	14.9	16.3	1.4	0.4	160	0.5	-3	0.62	0.34	0.28	300	18	Csp E			
191	G113.3 + 15.2	113.36	15.23	2.5	1.8	15.1	11.8	1.0	0.7	40	3.8	-123	0.79	0.24	0.62	300	16	Csp E			
192	G113.3 + 16.6	113.36	16.60	3.5	3.2	14.5	14.4	1.3	0.7	100	3.0	-12	0.69	0.29	0.16	h - t	300	39	Csp E		
193	G113.4 + 15.6	113.43	15.60	2.6	2.1	14.3	14.0	1.2	0.8	170	2.3	41	0.69	0.36	0.25	300	26	Csp E			
194	G113.4 + 17.1	113.46	17.19	5.4	10.0	13.4	52.8	4.6	0.5	0	16.0	191	0.66	0.29	0.40	300	437	Csp E			
195	G113.4 + 17.8	113.40	17.84	3.6	3.1	15.0	14.5	1.3	0.6	0	4.5	202	0.39	0.20	0.29	300	32	Csp E			
196	G113.4 + 21.1	113.44	21.11	2.1	1.5	14.8	8.3	0.5	0.7	130	1.5	-208	0.67	0.47	0.31	glob	200	3	Csp NE		
197	G113.6 + 15.0	113.66	15.04	4.3	12.2	14.1	21.8	1.9	0.8	0	2.6	226	0.85	0.43	0.25	300	100	Csp E	1		
198	G113.7 + 17.7	113.79	17.71	3.8	4.4	14.8	30.8	2.7	0.5	60	12.8	2	0.69	0.29	0.28	300	119	Csp E			
199	G113.7 + 18.2	113.71	18.29	2.4	2.8	10.7	0.9	0.4	10	0.5	55	0.74	0.39	0.23	300	8	Csp E				
200	G114.0 + 16.7	114.01	16.76	2.4	2.3	14.6	24.9	2.2	0.5	60	3.4	17	0.94	0.32	0.35	300	46	Csp E			
\angle 201	G114.2 + 13.2	114.29	13.23	2.2	2.5	15.5	14.6	1.7	0.5	20	0.6	36	0.82	0.49	0.16	400	24				
202	G114.3 + 17.2	114.35	17.27	3.2	3.5	14.8	40.9	3.6	0.4	30	7.9	-45	0.40	0.29	0.38	300	125	Csp E			
\angle 203	G114.4 + 14.6	114.42	14.67	4.5	16.3	13.9	46.0	4.0	0.4	130	10.9	0	0.68	0.52	0.25	h - t	300	246	Csp E		9
204	G114.6 + 16.4	114.66	16.48	2.2	2.3	25.9	1.5	0.3	70	4.6	6	0.48	0.39	0.32	200,300	12	Csp E				
205	G115.3 + 17.5	115.33	17.52	2.7	4.2	14.6	25.9	2.3	0.5	100	0.6	-47	0.81	0.40	0.30	300	50	Csp E			
\angle 206	G115.3 + 19.7	115.32	19.70	2.2	1.8	14.7	34.9	3.0	0.2	0	12.4	1	0.61	0.34	0.47	300	30				
\angle 207	G116.3 + 12.2	116.33	12.28	2.3	5.3	6.9	0.4	0.9	160	0.3	-167	0.82	0.45	0.15	glob	200	3				
\angle 208	G117.1 + 12.4	117.13	12.40	3.1	11.0	15.4	17.6	1.0	0.5	100	1.9	-63	0.72	0.44	0.38	200	13			1	

B.2. táblázat. Az extinkciótérkép alapján definiáltakkal egybeeső korábban ismert felhők listája a SIMBAD alapján.

n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	G100,0 + 14,7	100,03	+14,79	LDN 1122, [YDM97] CO 1, TGU 597
2	G100,3 + 14,8	100,36	+14,88	TGU 597
3	G100,6 + 16,2	100,66	+16,27	[YDM97] CO 3, TGU 606
4	G101,5 + 16,8	101,50	+16,82	[YDM97] CO 4, TGU 615
5	G101,7 + 16,6	101,77	+16,60	TGU 617
6	G101,9 + 15,8	101,92	+15,83	[YDM97] CO 6, TGU 619
7	G102,0 + 15,3	102,06	+15,30	LDN 1147, LDN 1148, [TDS87] 379, TGU 619, JWT Core 36, JWT Core 37, [LM99] 340, [BM89] 1- 99, [LM99] 344
8	G102,3 + 15,9	102,31	+15,92	[TDS87] 382, TGU 619, [BM89] 1- 97, [LM99] 332, [BM89] 1- 98, [B77] 38
9	G102,6 + 15,1	102,62	+15,17	LDN 1155, LDN 1158, LBN 102,67+15,42, [YDM97] CO 8, TGU 619, [LM99] 346, [BM89] 1-102, [BM89] 1-103, [LM99] 348, [BM89] 1-104
10	G102,6 + 15,6	102,66	+15,62	LBN 102,67+15,42, [YDM97] CO 8, TGU 619
11	G102,6 + 15,8	102,63	+15,80	LDN 1157, [YDM97] CO 8, TGU 619, [DE95] LDN 1157 C1, [DE95] LDN 1157 D1, [DE95] LDN 1157 B1, [DE95] LDN 1157 A1
12	G102,7 + 15,3	102,73	+15,34	LDN 1158, LBN 102,67+15,42, [YDM97] CO 8, [TDS87] 388, TGU 619, [BM89] 1-100, LDN 1155C 2, [LM99] 345, LDN 1155C 1, [BM89] 1-101
13	G102,9 + 16,6	102,90	+16,63	[YDM97] CO 9, TGU 623
14	G103,1 + 17,0	103,16	+17,08	TGU 625
15	G103,1 + 18,3	103,12	+18,38	TGU 626
16	G103,3 + 14,2	103,32	+14,22	LDN 1168, LBN 103,04+14,12
17	G103,3 + 17,2	103,37	+17,23	TGU 625
18	G103,3 + 18,9	103,35	+18,96	
19	G103,4 + 13,2	103,49	+13,23	
20	G103,5 + 18,4	103,50	+18,42	TGU 626
21	G103,6 + 14,8	103,67	+14,88	LDN 1171, [CB88] 229
22	G103,7 + 11,1	103,79	+11,19	

B.2. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23	G103,9 + 14,0	103,90	+14,01	LDN 1172, LDN 1174, LBN 103,04+14,12, LBN 104,08+14,21, [YDM97] CO 14, [TDS87] 392, TGU 629, [LM99] 359, [B77] 39, [BM89] 1-113, [LM99] 360, [BM89] 1-114, [BM89] 3B- 9, [BM89] 1-111, PP 100
24	G104,0 + 09,4	104,07	+9,45	[PGH98b] Cloud 13
25	G104,0 + 10,8	104,03	+10,87	
26	G104,0 + 13,0	104,02	+13,05	
27	G104,1 + 10,1	104,11	+10,10	TGU 632
28	G104,1 + 11,9	104,17	+11,99	[YDM97] CO 15, [YDM97] CO 16, TGU 630, JWT Core 38, JWT Core 39, JWT Core 42
29	G104,4 + 10,0	104,46	+10,02	TGU 632
30	G104,4 + 12,9	104,47	+12,95	
31	G104,5 + 10,6	104,51	+10,66	TGU 634
32	G104,5 + 12,6	104,55	+12,60	TGU 633
33	G104,7 + 11,0	104,72	+11,00	LDN 1176, TGU 634
34	G104,7 + 11,3	104,71	+11,32	LDN 1176, [YDM97] CO 17, TGU 630, TGU 634, JWT Core 44
35	G104,8 + 10,3	104,85	+10,33	
36	G104,8 + 12,9	104,86	+12,98	TGU 641
37	G104,9 + 18,2	104,98	+18,20	
38	G105,0 + 10,7	105,06	+10,73	TGU 639, TGU 645
39	G105,0 + 11,8	105,04	+11,80	TGU 634, TGU 637
40	G105,0 + 15,3	105,05	+15,34	
41	G105,1 + 13,1	105,19	+13,19	LDN 1177, [CB88] 230, TGU 641, SH 2-136
42	G105,4 + 09,9	105,46	+9,91	LDN 1181, LDN 1183, LBN 105,30+09,90, [YDM97] CO 18, TGU 645, GM 1-57, [B77] 40, [FMS2001] NGC 7129, [MPR2003] HI Ring, [MPR2003] HI Knot, BFS 11, JWT Core 46, [GR99] Knot 1, [GR99] Knot 2, [GR99] Knot 3, [GR99] Knot 4, [GR99] Knot 5
43	G105,4 + 13,3	105,47	+13,36	TGU 641
44	G105,5 + 10,3	105,53	+10,38	[TDS87] 395, TGU 645
45	G105,5 + 10,8	105,59	+10,87	[YDM97] CO 19, TGU 642, TGU 645

B.2. táblázat. – *Folytatás.*

n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
46	G105,6 + 12,4	105,64	+12,46	TGU 648
47	G105,7 + 10,8	105,79	+10,86	[YDM97] CO 19, TGU 642, TGU 645
48	G105,8 + 10,6	105,88	+10,61	TGU 645
49	G105,8 + 13,2	105,80	+13,25	TGU 650
50	G105,8 + 14,5	105,86	+14,57	
51	G105,9 + 13,0	105,96	+13,02	TGU 650
52	G105,9 + 19,0	105,90	+19,00	TGU 647, TGU 651
53	G106,1 + 09,7	106,17	+9,78	
54	G106,1 + 17,4	106,16	+17,49	TGU 654
55	G106,2 + 15,6	106,27	+15,61	
56	G106,3 + 15,9	106,39	+15,96	
57	G106,4 + 12,0	106,42	+12,08	LDN 1199, [TDS87] 398, TGU 653
58	G106,4 + 12,6	106,41	+12,67	TGU 653
59	G106,4 + 13,7	106,44	+13,77	TGU 656
60	G106,4 + 17,9	106,41	+17,94	TGU 654
61	G106,6 + 14,2	106,69	+14,20	
62	G106,7 + 12,3	106,77	+12,33	LDN 1199, TGU 653
63	G106,7 + 16,2	106,77	+16,24	[YDM97] CO 25
64	G106,7 + 18,2	106,71	+18,26	
65	G106,8 + 18,5	106,80	+18,55	
66	G106,9 + 07,1	106,98	+7,11	TGU 659
67	G106,9 + 11,4	106,95	+11,49	
68	G106,9 + 13,1	106,91	+13,11	
69	G106,9 + 16,1	106,96	+16,19	[YDM97] CO 25
70	G106,9 + 16,7	106,93	+16,72	[TDS87] 400, TGU 660
71	G106,9 + 17,5	106,96	+17,50	
72	G107,0 + 12,3	107,06	+12,30	
73	G107,1 + 16,2	107,19	+16,27	
74	G107,1 + 19,3	107,17	+19,32	TGU 667
75	G107,2 + 13,3	107,27	+13,36	
76	G107,2 + 16,5	107,22	+16,54	TGU 660
77	G107,2 + 16,8	107,26	+16,84	TGU 660
78	G107,3 + 07,4	107,30	+7,49	TGU 666
79	G107,3 + 15,4	107,32	+15,44	
80	G107,3 + 17,6	107,39	+17,69	

B.2. táblázat. – Folytatás.

n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
81	G107,5 + 07,8	107,57	+7,89	TGU 669
82	G107,5 + 19,8	107,59	+19,87	TGU 667, TGU 668
83	G107,6 + 08,0	107,63	+8,06	TGU 669
84	G107,6 + 13,4	107,65	+13,41	
85	G107,6 + 14,5	107,67	+14,55	
86	G107,6 + 17,2	107,69	+17,26	
87	G107,6 + 18,1	107,63	+18,17	
88	G107,8 + 14,5	107,85	+14,50	
89	G107,9 + 15,3	107,98	+15,37	
90	G107,9 + 16,9	107,91	+16,99	
91	G107,9 + 18,9	107,94	+18,95	TGU 667
92	G108,0 + 13,5	108,01	+13,57	[YDM97] CO 33
93	G108,0 + 16,0	108,00	+16,05	
94	G108,0 + 18,5	108,04	+18,59	TGU 667
95	G108,2 + 14,0	108,29	+14,02	
96	G108,2 + 14,8	108,26	+14,82	
97	G108,2 + 17,6	108,23	+17,63	
98	G108,3 + 06,9	108,31	+6,98	
99	G108,3 + 18,1	108,32	+18,17	
100	G108,4 + 19,9	108,44	+19,94	
101	G108,5 + 15,7	108,57	+15,72	
102	G108,5 + 16,0	108,57	+16,08	
103	G108,5 + 16,7	108,53	+16,79	
104	G108,6 + 07,6	108,66	+7,64	
105	G108,6 + 17,8	108,64	+17,82	
106	G108,7 + 06,2	108,77	+6,28	TGU 686
107	G108,7 + 15,2	108,75	+15,28	TGU 683
108	G108,7 + 18,3	108,78	+18,30	
109	G108,8 + 13,5	108,86	+13,51	[YDM97] CO 43
110	G108,9 + 07,4	108,99	+7,48	
111	G108,9 + 07,7	108,90	+7,71	
112	G108,9 + 16,5	108,90	+16,57	[YDM97] CO 42
113	G109,0 + 17,9	109,04	+17,91	
114	G109,2 + 14,2	109,28	+14,25	
115	G109,2 + 16,8	109,24	+16,82	

B.2. táblázat. – *Folytatás.*

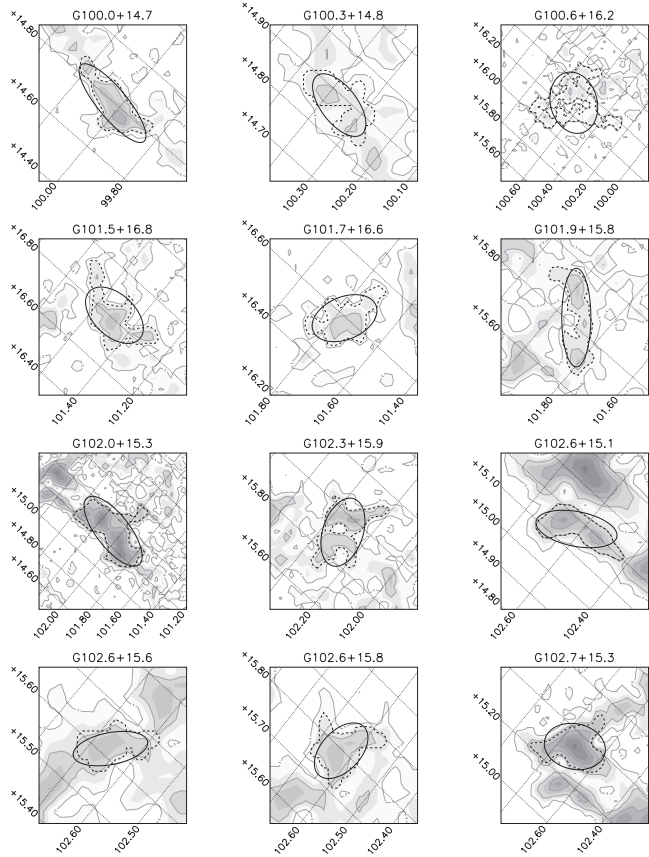
n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
116	G109,2 + 17,1	109,21	+17,10	
117	G109,3 + 19,8	109,30	+19,82	
118	G109,4 + 06,5	109,45	+6,56	LDN 1213, LDN 1214, LBN 109,07+06,41, [YDM97] CO 48, [TDS87] 407, TGU 686
119	G109,4 + 17,2	109,42	+17,21	
120	G109,5 + 07,4	109,55	+7,40	
121	G109,5 + 15,5	109,57	+15,55	
122	G109,5 + 16,5	109,57	+16,56	
123	G109,5 + 18,3	109,56	+18,37	TGU 688
124	G109,6 + 13,1	109,68	+13,12	TGU 693
125	G109,6 + 14,0	109,63	+14,04	[YDM97] CO 50, TGU 693
126	G109,7 + 14,7	109,75	+14,75	
127	G109,7 + 17,4	109,77	+17,43	TGU 695
128	G109,7 + 17,9	109,71	+17,97	
129	G109,7 + 19,1	109,79	+19,10	TGU 691
130	G109,8 + 18,8	109,85	+18,82	TGU 691, TGU 694
131	G109,9 + 07,3	109,90	+7,30	LBN 109,91+07,43
132	G109,9 + 16,7	109,93	+16,72	
133	G109,9 + 16,8	109,90	+16,87	
134	G110,0 + 13,5	110,06	+13,55	[YDM97] CO 52, TGU 693
135	G110,0 + 17,4	110,05	+17,47	[YDM97] CO 54, TGU 695
136	G110,1 + 07,2	110,11	+7,22	
137	G110,2 + 07,0	110,25	+7,03	
138	G110,2 + 07,3	110,20	+7,34	
139	G110,2 + 12,7	110,23	+12,72	
140	G110,2 + 14,3	110,28	+14,39	
141	G110,2 + 14,7	110,21	+14,70	
142	G110,3 + 12,9	110,34	+12,97	TGU 693
143	G110,3 + 14,6	110,38	+14,63	
144	G110,3 + 17,1	110,30	+17,11	
145	G110,4 + 06,7	110,46	+6,75	
146	G110,4 + 11,5	110,41	+11,53	[YDM97] CO 57, TGU 696
147	G110,4 + 12,5	110,47	+12,54	TGU 698
148	G110,4 + 16,6	110,41	+16,67	
149	G110,5 + 06,4	110,55	+6,49	

B.2. táblázat. – Folytatás.

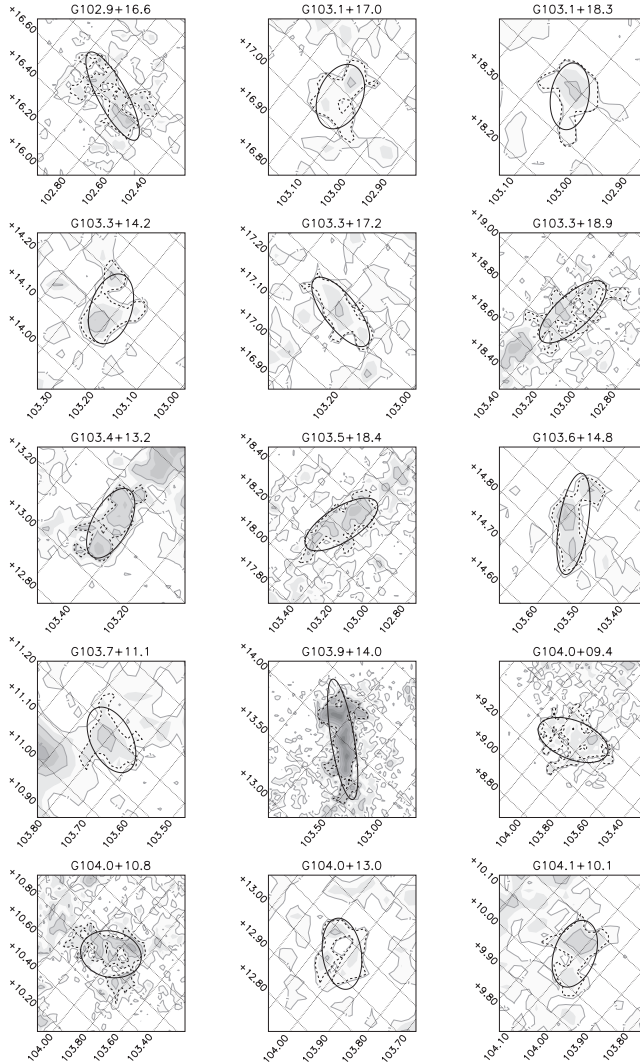
n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
150	G110,5+07,5	110,59	+7,58	
151	G110,5+18,1	110,51	+18,16	
152	G110,6+04,6	110,67	+4,66	
153	G110,6+05,1	110,67	+5,12	
154	G110,6+09,6	110,68	+9,67	LDN 1221, LBN 110,71+09,67, [YDM97] CO 61, [TDS87] 416, TGU 702, [LM99] 392
155	G110,6+11,9	110,63	+11,98	LDN 1217, LDN 1219, [TDS87] 414
156	G110,6+16,1	110,63	+16,19	
157	G110,6+19,2	110,68	+19,28	[YDM97] CO 60, TGU 697
158	G110,7+08,4	110,77	+8,49	TGU 704
159	G110,7+16,5	110,73	+16,56	
160	G110,8+13,3	110,89	+13,33	TGU 708
161	G110,8+16,9	110,85	+16,99	
162	G110,9+14,1	110,93	+14,13	LBN 111,07+14,08, TGU 709
163	G111,1+15,7	111,15	+15,79	
164	G111,2+09,4	111,27	+9,41	LBN 111,26+09,35, [YDM97] CO 65, [TDS87] 417, TGU 711, [B77] 46
165	G111,2+12,3	111,28	+12,30	TGU 713
166	G111,3+13,8	111,38	+13,87	LBN 111,07+14,08
167	G111,3+15,4	111,37	+15,43	
168	G111,6+20,1	111,64	+20,14	LDN 1228, [YDM97] CO 66, MBM 162, TGU 718, [BM89] 1-109
169	G111,7+07,9	111,72	+7,99	
170	G111,7+14,0	111,70	+14,06	LBN 111,07+14,08, [YDM97] CO 69
171	G111,8+21,9	111,88	+21,94	
172	G111,9+12,7	111,97	+12,79	TGU 722
173	G111,9+13,8	111,94	+13,84	[YDM97] CO 69, TGU 725
174	G112,1+17,5	112,17	+17,58	TGU 724
175	G112,3+20,5	112,39	+20,59	LBN 112,23+20,50, TGU 730, [B77] 48, [BM89] 1-112
176	G112,3+20,7	112,39	+20,77	LBN 112,23+20,50, TGU 730
177	G112,4+07,5	112,47	+7,57	
178	G112,5+17,3	112,58	+17,35	LDN 1241, [YDM97] CO 75, TGU 739
179	G112,5+17,9	112,53	+17,91	[YDM97] CO 72, TGU 728
180	G112,6+08,5	112,61	+8,52	LDN 1236, [YDM97] CO 73, TGU 729

B.2. táblázat. – *Folytatás.*

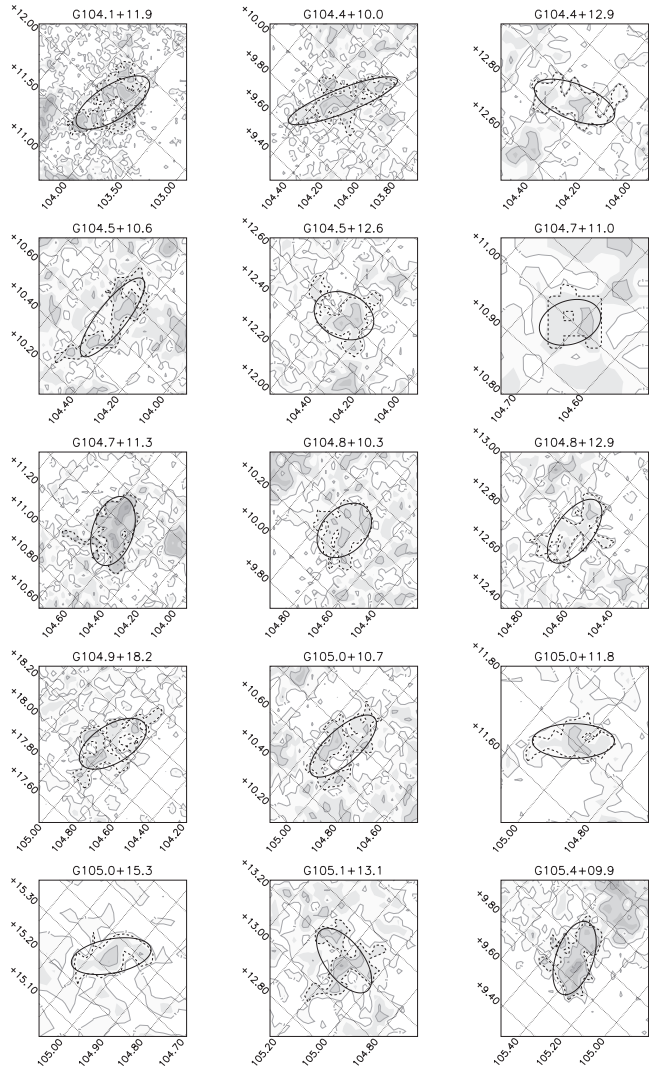
n	Név	l	b	Ismert felhők
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
181	G112,7 + 16,6	112,71	+16,69	[YDM97] CO 75, TGU 739
182	G112,8 + 08,9	112,88	+8,90	TGU 729
183	G112,8 + 16,4	112,80	+16,45	[YDM97] CO 75, TGU 739
184	G112,8 + 17,0	112,81	+17,01	LDN 1241, [YDM97] CO 75, TGU 739
185	G112,8 + 20,9	112,88	+20,90	LBN 113,08+21,10, TGU 730
186	G112,9 + 17,7	112,91	+17,75	LDN 1241, [YDM97] CO 75
187	G113,0 + 16,3	113,06	+16,31	[YDM97] CO 75, TGU 737, TGU 739
188	G113,0 + 17,4	113,08	+17,45	LDN 1241, [YDM97] CO 75, TGU 739
189	G113,1 + 15,5	113,11	+15,52	LDN 1243, [YDM97] CO 74, TGU 733
190	G113,2 + 16,1	113,29	+16,12	[YDM97] CO 75, TGU 737, TGU 739
191	G113,3 + 15,2	113,36	+15,23	LBN 113,65+15,16, TGU 742
192	G113,3 + 16,6	113,36	+16,60	[YDM97] CO 75, TGU 739
193	G113,4 + 15,6	113,43	+15,60	[TDS87] 428, TGU 741
194	G113,4 + 17,1	113,46	+17,19	LDN 1241, [YDM97] CO 75, TGU 739
195	G113,4 + 17,8	113,40	+17,84	LDN 1241, [YDM97] CO 75, TGU 739
196	G113,4 + 21,1	113,44	+21,11	LBN 113,08+21,10
197	G113,6 + 15,0	113,66	+15,04	LDN 1247, LBN 113,65+15,16, [TDS87] 430, TGU 742
198	G113,7 + 17,7	113,79	+17,71	[YDM97] CO 75, TGU 739
199	G113,7 + 18,2	113,71	+18,29	
200	G114,0 + 16,7	114,01	+16,76	[YDM97] CO 75, TGU 739
201	G114,2 + 13,2	114,29	+13,23	
202	G114,3 + 17,2	114,35	+17,27	[YDM97] CO 75, JWT Core 55
203	G114,4 + 14,6	114,42	+14,67	LDN 1251, [YDM97] CO 79, TGU 750, [LM99] 395, [TW96] T1, [BM89] 3A- 5, [SMN94] B, HCL 1A, [SMN94] C, [SMN94] D, [LM99] 397, [NJH2003] 5
204	G114,6 + 16,4	114,66	+16,48	
205	G115,3 + 17,5	115,33	+17,52	LBN 115,35+17,57, [YDM97] CO 83
206	G115,3 + 19,7	115,32	+19,70	
207	G116,3 + 12,2	116,33	+12,28	LBN 116,20+12,34, [TDS87] 446
208	G117,1 + 12,4	117,13	+12,40	LDN 1261, LDN 1262, [YDM97] CO 101, [TDS87] 447, [TDS87] 448, [CB88] 244, TGU 772, [BM89] 3B-10, [BM89] 1-119, [LM99] 401



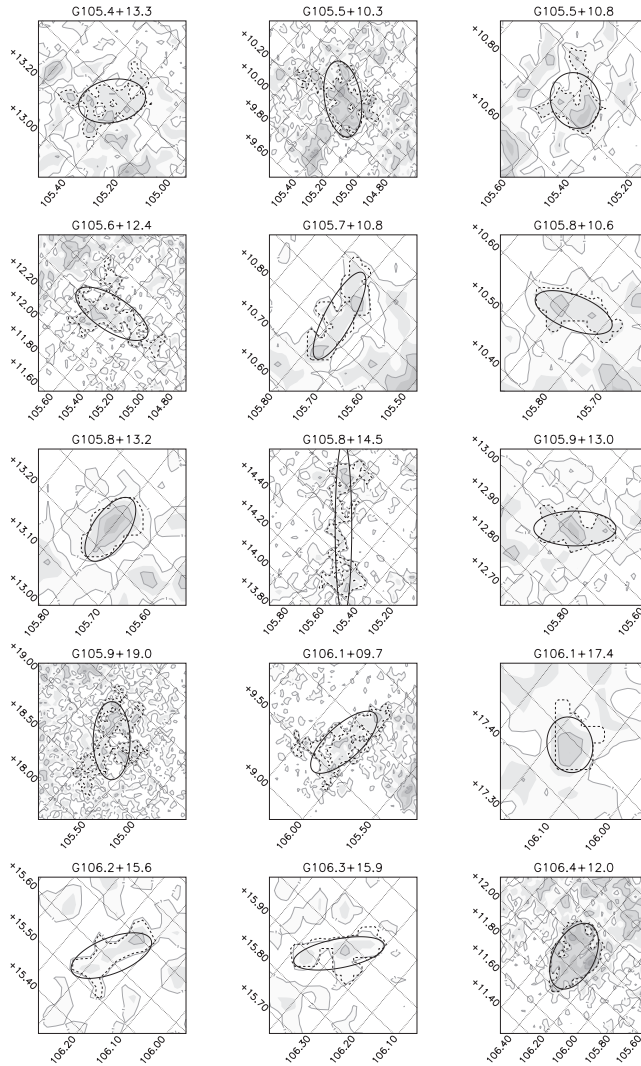
B.1. ábra. Az egyes definiált felhők extinkciótérképei. Az extinkció nagyságát 1,0 mag és 5,0 mag között 0,5 mag lépésekben a sötétedő szürkeárnyalatok jelzik. A szaggatott görbe a definiált felhőkcontúrt mutatja, az illesztett ellipszis folytonos vonallal látható. A pontozott egyenesek a galaktikus koordinátarácsot jelölik.



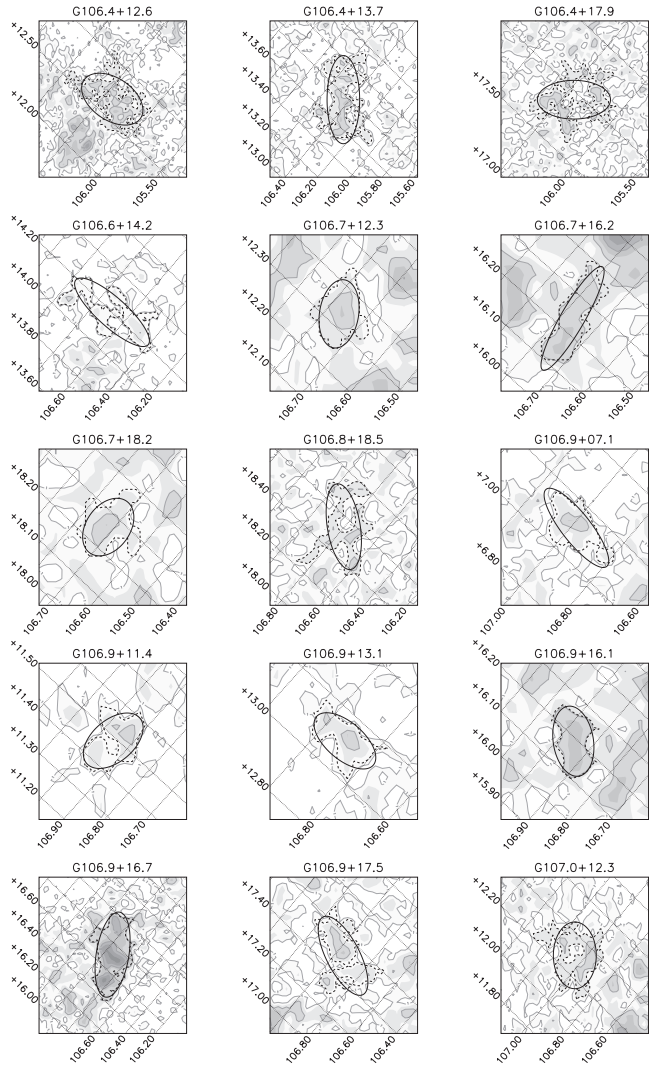
B.1. ábra. – Folytatás.



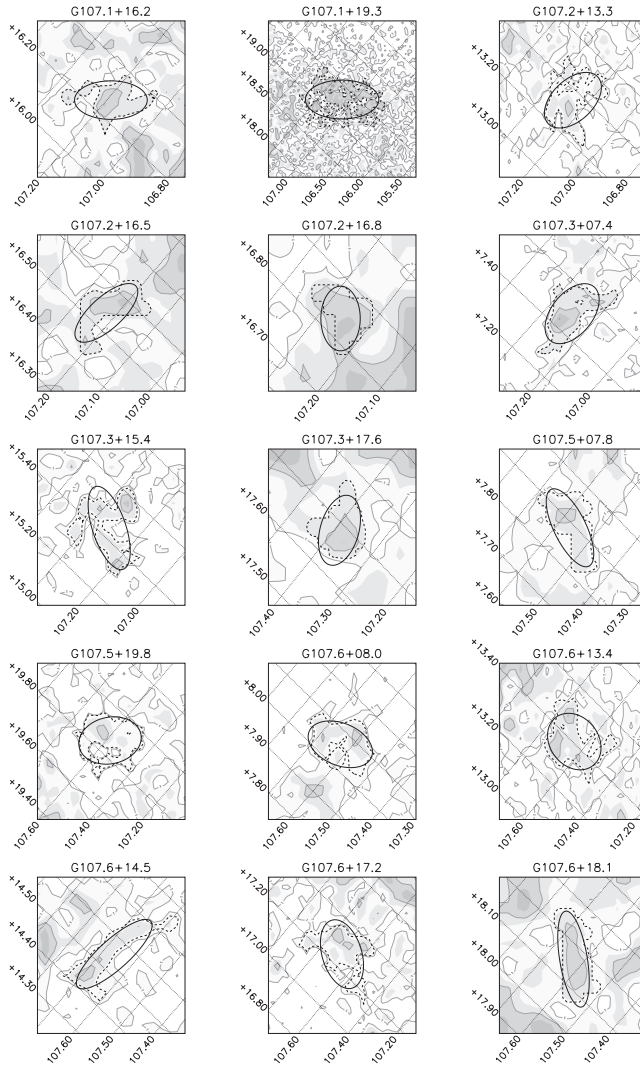
B.1. ábra. – Folytatás.



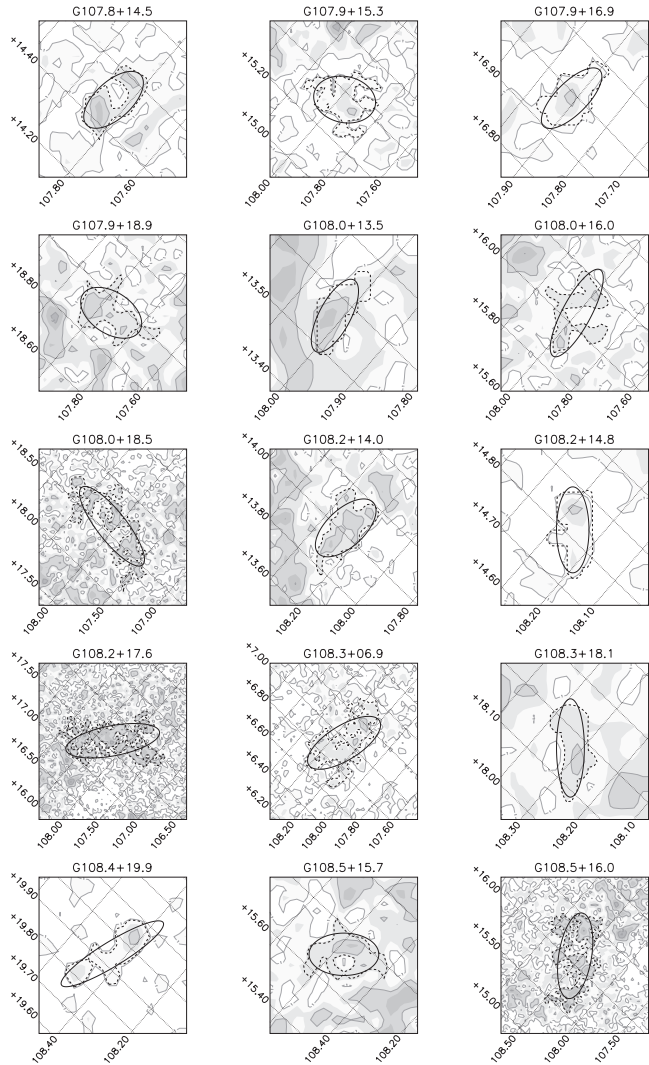
B.1. ábra. – Folytatás.



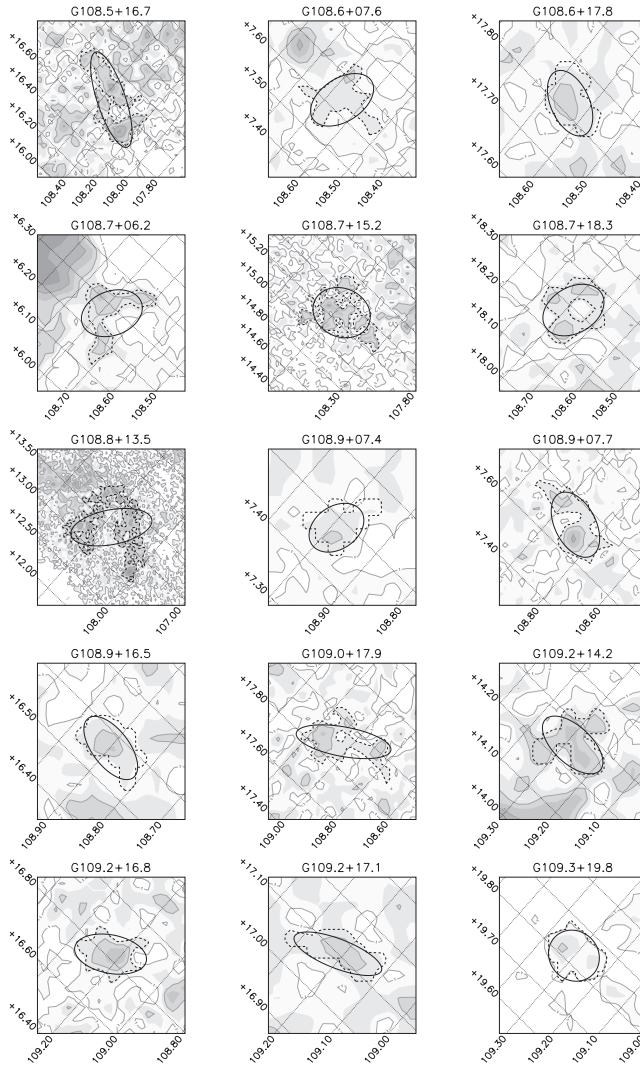
B.1. ábra. – Folytatás.



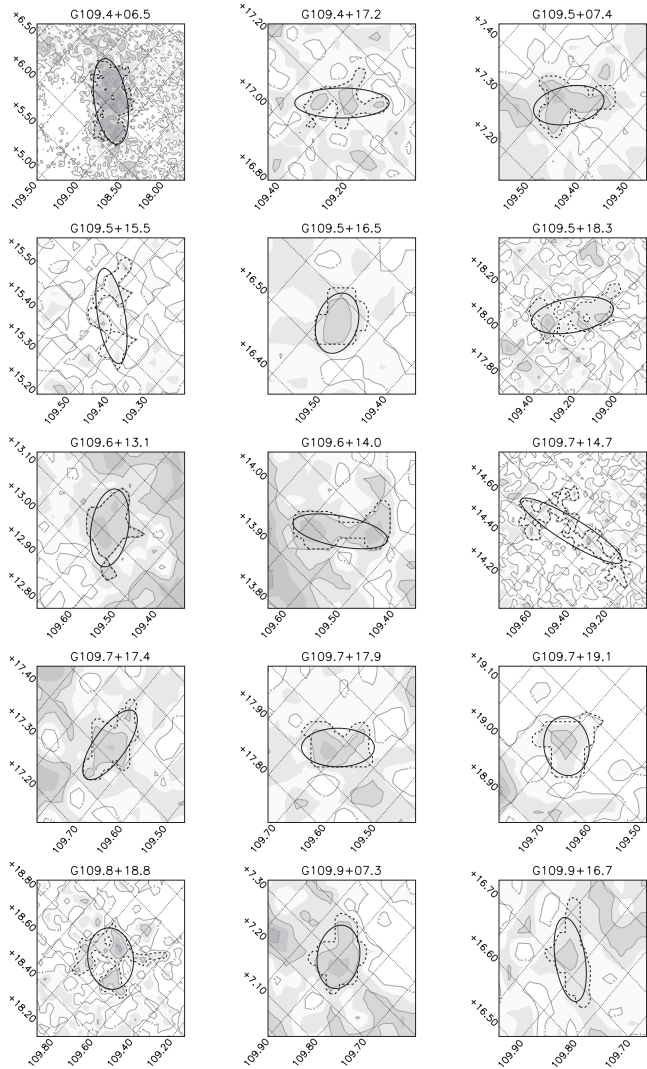
B.1. ábra. – Folytatás.



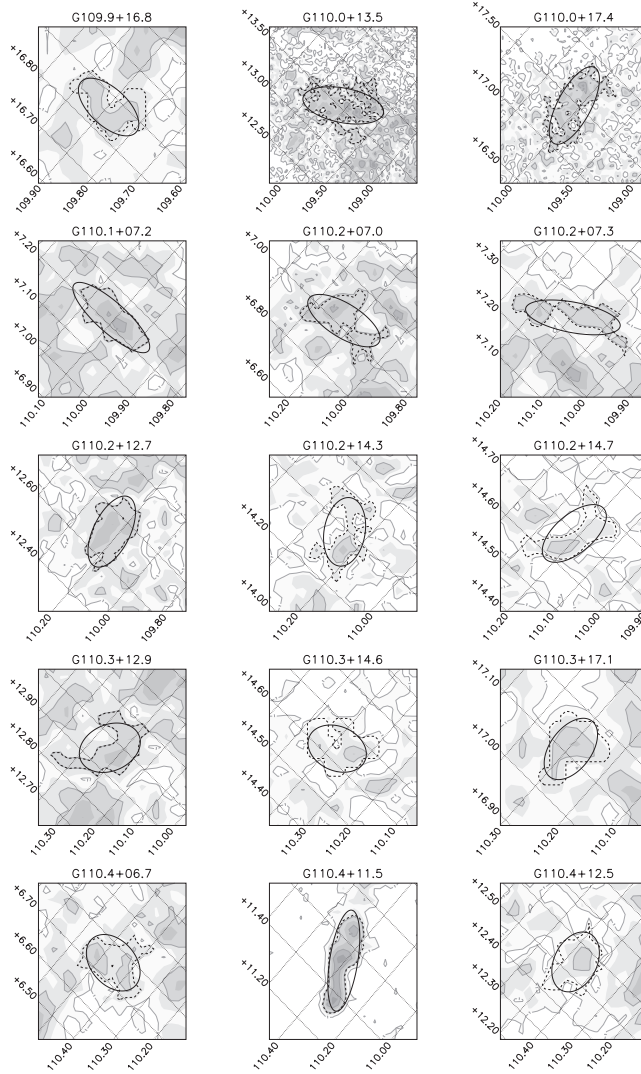
B.1. ábra. – Folytatás.



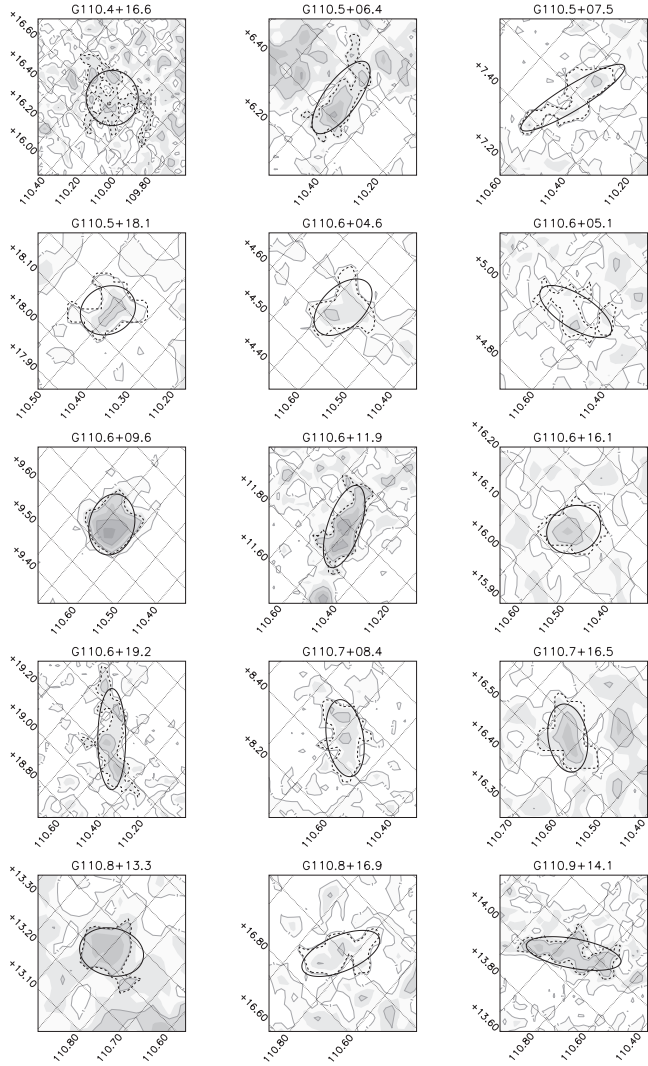
B.1. ábra. – Folytatás.



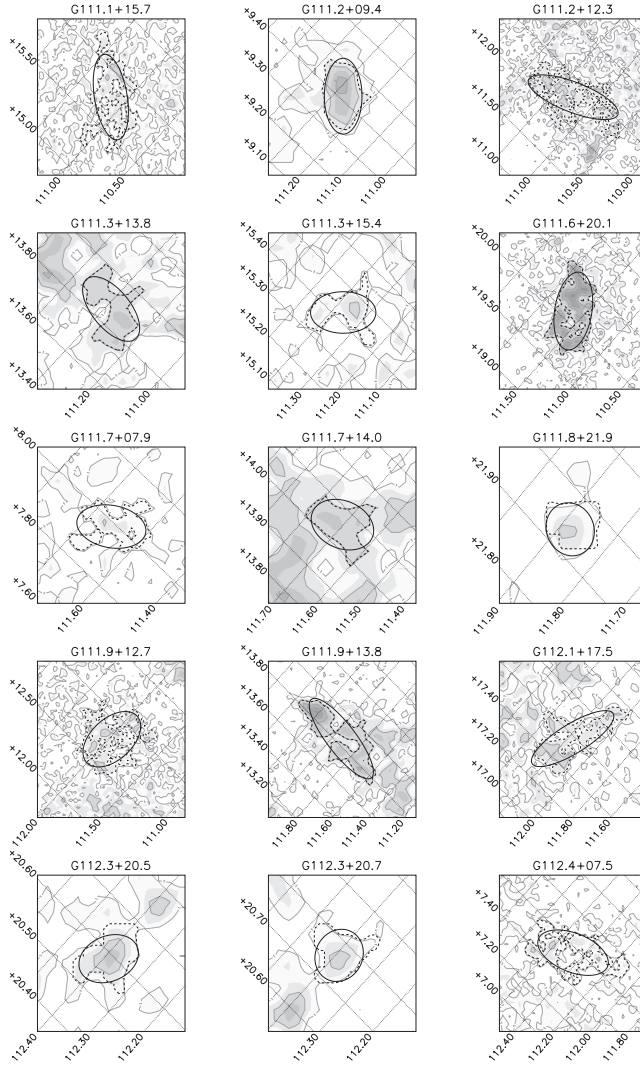
B.1. ábra. – Folytatás.



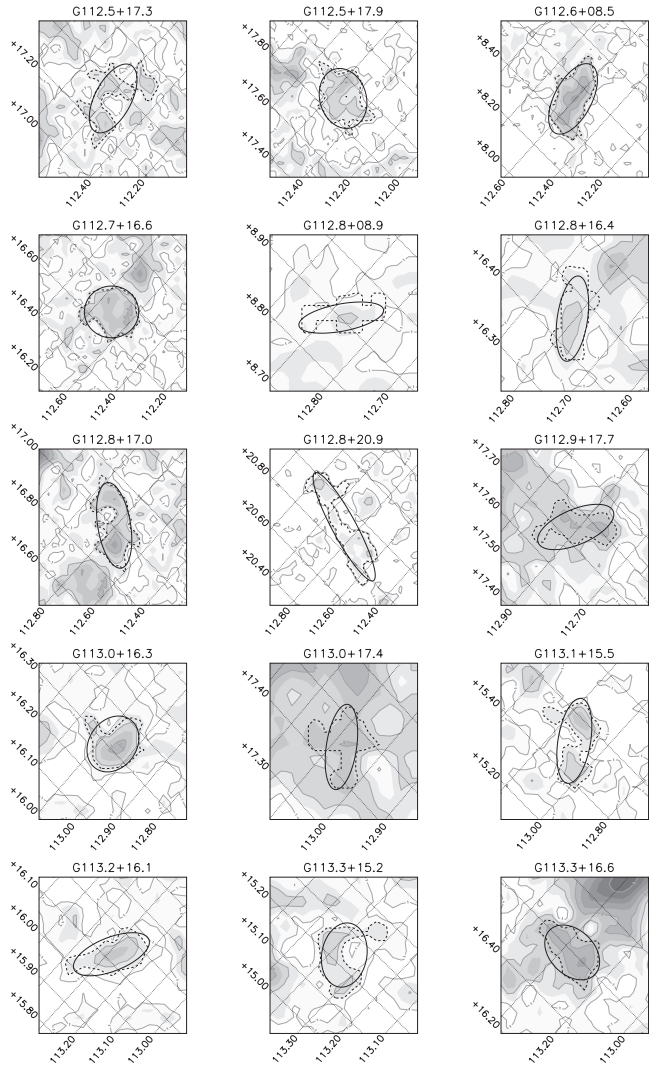
B.1. ábra. – Folytatás.



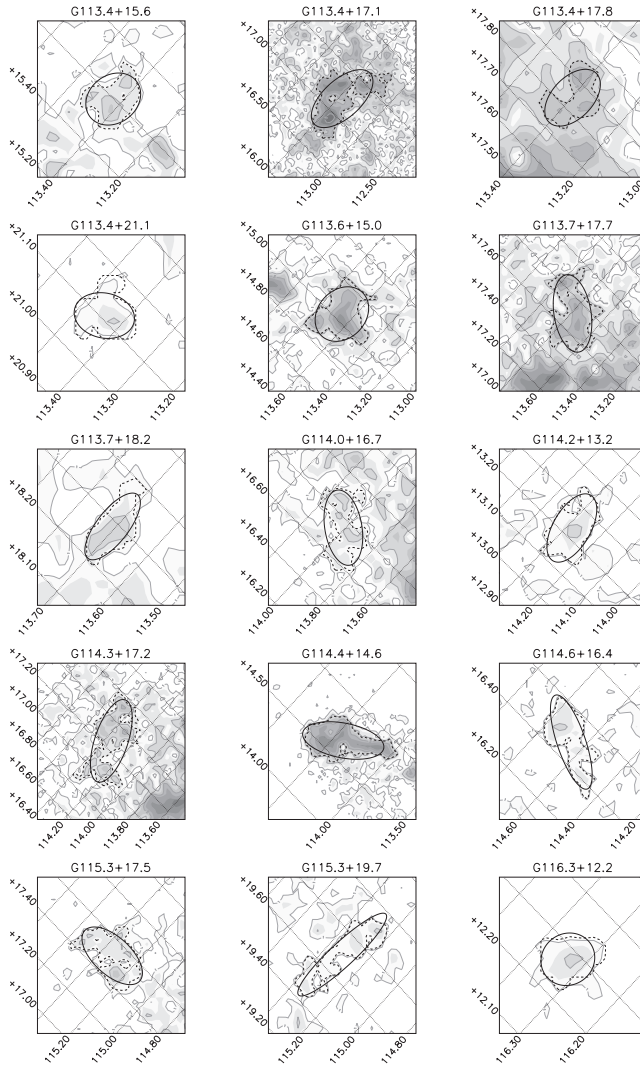
B.1. ábra. – Folytatás.



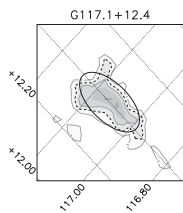
B.1. ábra. – Folytatás.



B.1. ábra. – Folytatás.



B.1. ábra. – Folytatás.

B.1. ábra. – *Folytatás.*

Köszönetnyilvánítás

Az értekezés anyagának kidolgozása és a dolgozat elkészítése közben nyújtott értékes szakmai segítségért ezúton mondok köszönetet témavezetőmnek dr. Tóth L. Viktornak, valamint dr. Kun Máriának, aki konzultációval és hasznos tanácsokkal számos alkalommal segítette munkámat, illetve dr. Balázs Lajosnak, dr. Ábrahám Péternek és dr. Szabados Lászlónak, akik szintén segítségemre voltak tanácsaikkal. Szintén köszönettel tartozom dr. Kiss Csabának és dr. Moór Attilának, hogy szakmai és számítástechnikai kérdéseimmel is fordulhattam hozzájuk. Külön köszönet illeti Forgácsné dr. Dajka Emesét felbecsülhetetlen számítástechnikai segítségéért, valamint a dolgozat formai és nyelvi korrekciójához nyújtott segítségért. Szeretném továbbá köszönetemet kifejezni a dolgozat elkészítését elősegítő körülmények biztosításáért dr. Érdi Bálintnak és dr. Hegedüs Tibornak, valamint az ELTE Csillagászati Tanszéke és a BKMÖ Csillagvizsgáló Intézete dolgozóinak. Munkámhoz támogatást nyújtottak az OTKA T-043773, T-034584 és T-049082 pályázatai.