

# Stochastiniai efektai žvaigždžių spiečiuose

## Stochastic Effects in Star Clusters

Karolis Daugevičius<sup>1,2</sup>, Rima Stonkutė<sup>1,2</sup>, Vladas Vansevicius<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257, Vilnius

<sup>2</sup>Vilniaus universiteto Astronomijos observatorija, Saulėtekio al. 3, LT-10257, Vilnius

[karolis.daugevicius@ftmc.lt](mailto:karolis.daugevicius@ftmc.lt)

Kadangi žvaigždės gimsta daugiausia žvaigždžių spiečiuose, jų pagrindinių fizinių ir struktūrinių parametrų tyrimai įgalina geriau suprasti ir galaktikų evoliuciją. Tačiau šiam tikslui būtina įskaityti ryškių žvaigždžių erdvinio pasiskirstymo stochastikos įtaką nustatomiems spiečių parametrams.

Mes susikačiavome platų 3D spiečių modelių tinklą, padengiantį realių Andromedos galaktikos (M31) spiečių parametrų ribas. Žvaigždžių masės modeliuojamos pagal Kroupa pradinių masių funkciją (IMF) [1], erdvinis pasiskirstymas – pagal Elson-Fall-Freeman profilį [2], kur spiečiaus erdvinis tankis yra 3 parametrų funkcija:

$$\rho(R) = \rho_0(1 + R^2/a^2)^{-(\gamma+1)/2}, \quad (1)$$

čia  $\rho_0$  – centrinis spiečiaus tankis,  $R$  – 3D atstumas nuo spiečiaus centro,  $a$  – skalės ilgis, susijęs su spiečiaus branduolio spinduliu  $r_c$ :  $r_c \approx a(2^{2/\gamma} - 1)^{1/2}$ .

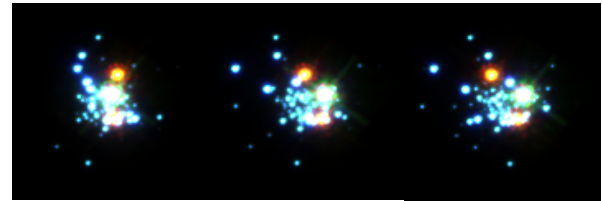
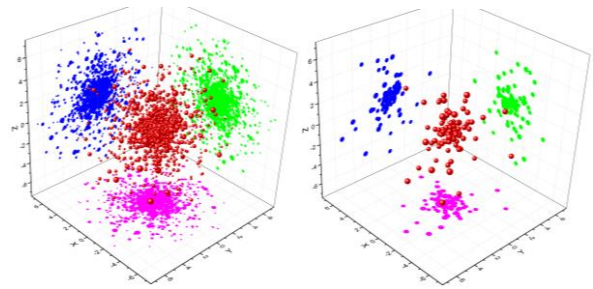
Modelinių Saulės metalingumo spiečių parametrai: masės nuo  $10^2$  iki  $10^4 M_\odot$ ; amžius nuo 4 mln. m. iki 12,5 mlrd. m.;  $r_c$  nuo 0,1 iki 0,8 arcsec;  $\gamma$  nuo 2,5 iki 10. Kiekviename tinklo mazge sugeneravome po  $10^3$  spiečių, ir juos „stebėjome“ iš  $10^2$  skirtingų krypčių (1 pav.).

Stebėjimai buvo modeliuojami, kad atitiktų realius M31 spiečius PHAT apžvalgoje (*angl.* Panchromatic Hubble Andromeda Treasury) [3], kuri 6 fotometrinėmis juostomis padengia spektro ruožą nuo 0,25 iki 1,7  $\mu\text{m}$ . Kiekvienam modeliniam spiečiui buvo atlikta apertūrinė fotometrija ir visose 6 juostose nustatyti pusės šviesio spinduliai,  $r_h$ .

2 pav. parodyti  $r_h$  skirstiniai, kurie nustatyti  $F475W$  juostoje „stebint“ spiečius iš  $10^2$  skirtingų krypčių. Spiečių modeliai 2 pav. išdėstyti eilutėmis pagal amžių ir stulpeliais pagal masę (šių parametrų logaritminės vertės nurodytos diagramos kairėje ir viršuje). Matome, kad jauni mažos masės spiečiai pasižymi labai plačia sklaida dėl skirtingai besiprojektuojančių ryškių žvaigždžių sukeliamų stochastinių efektų.

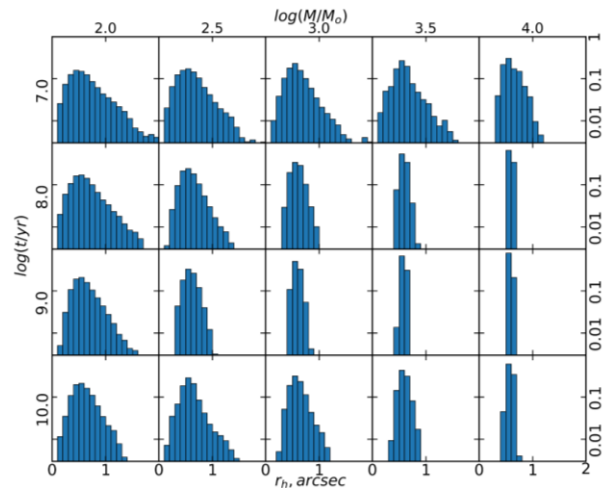
Taip pat buvo nustatyti labai dideli  $r_h$  skirtumai matuojant tuos pačius spiečius skirtingose fotometrinėse juostose. Šie skirtumai atsiranda daugiausia dėl spiečiaus raudoniausių ir mėlyniausių žvaigždžių atsitiktinės projekcijos centro atžvilgiu efektų „stebint“ spiečius iš skirtingų regėjimo krypčių.

Modeliavimo rezultatai rodo, kad dėl stochastinių efektų mažos masės ( $<10^3 M_\odot$ ) bet kokio amžiaus spiečiams nustatyti geometriniai parametrai bus netikslūs. Todėl tokių spiečių dydžio evoliuciją bei jų irimo požymius pagal apertūrinės fotometrijos rezultatus reikia interpretuoti atsargiai. Jauniausiems ( $<30$  mln. m.) net ir masyviems ( $\sim 10^4 M_\odot$ ) spiečiams nustatyti jų dydžius taip pat galima tik labai apytikriai.



1 pav. Spiečiaus amžius 30 mln. m. Viršutinė eilė: kairėje – 3D spiečiaus diagrama, simbolio dydis atitinka žvaigždės masę:  $\log(m/M_\odot) + 5(\log(m/M_\odot) + 2)$ ; dešinėje parodytos tik ryškios žvaigždės ( $F475W < 28$ ).

Apačioje – šio spiečiaus  $F336W/F475W/F814W$  nuotraukos stebint jį trimis skirtingomis kryptomis.



2 pav.  $r_h$  histogramos  $F475W$  juostoje, parodytos priklausomai nuo spiečių masės ir amžiaus. Spiečių parametrai:  $r_c = 0,4$  arcsec ir  $\gamma = 5$ .

*Reikšminiai žodžiai: žvaigždžių spiečiai, Andromedos galaktika.*

### Literatūra

[1] Kroupa P. 2001, MNRAS, 322, 231

[2] Elson R. A. W., Fall S. M., Freeman K. C. 1987, ApJ, 323, 54

[3] Dalcanton J. J., Williams B. F., Lang D. et al. 2012, ApJS, 200, 18