

# Žvaigždžių spiečių tyrimo galimybės artimoje Visatoje

## The Limits of Star Cluster Studies in the Local Universe

Karolis Daugevičius, Eimantas Kriščiūnas, Erikas Cicėnas, Rima Stonkutė, Vladas Vansevicius  
Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius  
[karolis.daugevicius@ftmc.lt](mailto:karolis.daugevicius@ftmc.lt)

Didžioji dalis žvaigždžių susiformuoja spiečiuose ir asociacijose. Todėl duomenys apie šių objektų fizinius ir struktūrinius parametrus yra efektyvus įrankis nagrinėti galaktikų žvaigždėdaros istoriją ir suprasti žvaigždžių bei galaktikų formavimąsi lemiančius procesus.

Žvaigždžių spiečių tyrimui plačiai taikomas apertūrinės fotometrijos metodas derinant rezultatus su stochastiniais teoriniais spiečių modeliais [1]. Šis metodas pranašesnis už kitus, nes jį galima taikyti platesniame spiečių amžių diapazone ir tolimesnėse galaktikose. Tačiau mažos masės ( $< 1000 M_{\odot}$ ) spiečių atveju metodas yra jautrus pradinės masių funkcijos (IMF) stochastiniams efektams [2]. Todėl ypatingai svarbu nustatyti šių efektų dydį ir metodo taikymo ribas.

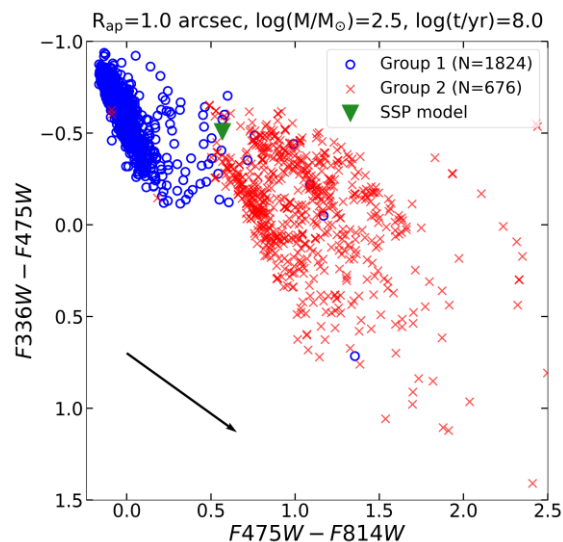
Mes parengėme platų spiečių modelių tinklą 6 fotometriniuose juostose, apimančių visą realių spiečių parametru erdvę. Kiekviename iš 500 tinklo mazgų sugeneravome po 100 skirtingų modelių ir į kiekvieną iš jų „pažiūrėjome“ šimtu skirtingų kampų. Spiečių 2D vaizdai atitinka realius Andromedos galaktikos (M31) spiečius stebėtus PHAT apžvalgoje [3]. Spiečių vaizdai (iš viso 30 mln.) buvo išmatuoti apertūrinės fotometrijos metodu.

Fotometrijos rezultatai (1 pav.) rodo, kad jauni mažos masės spiečiai be (*Group 1*) ir su (*Group 2*) žvaigždėmis po pagrindinės sekos yra iš esmės skirtingi. *Group 1* objektai užima daug mažesnį dvispalvės diagramos plotą, lyginant su *Group 2* spiečiais, kurie yra daug raudonesni ir pasižymi didesne spalvos rodiklių sklaida. Palyginimui parodyta paprastųjų žvaigždžių populiacijų (SSP) modelių vieta, kuri neatspindi modeliinių ir realių spiečių įvairovės.

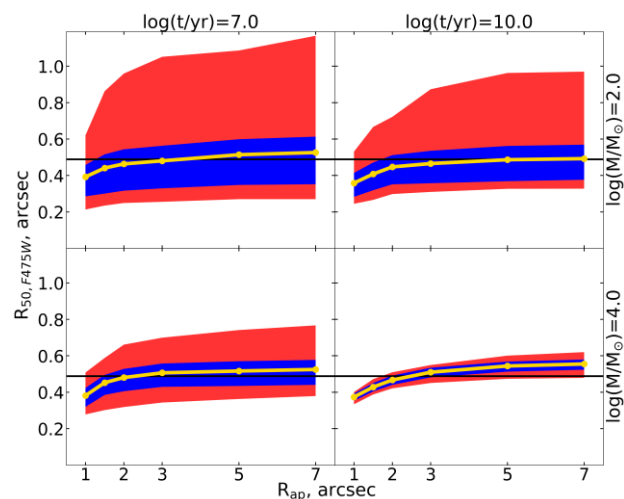
Nustatėme, jog siekiant užtikrinti patikimus M31 spiečių fotometrijos rezultatus, apertūros spindulys turi būti gana didelis,  $>3$  arcsec ( $>10$  pc). Taip pat nustatėme, kad tipinių spiečių modelių atveju nėra reikšmingų radialinių spalvos rodiklių gradientų, o tai pagrindžia mūsų pasiūlyto adaptyvios apertūrinės fotometrijos metodo [4, 5] prielaidas.

Parodėme, kad dėl stochastinės IMF ir projekcijos efektų nustatyti mažos masės spiečių struktūriniai parametrai, pvz. pusės šviesos spindulys –  $R_{50}$ , gali būti labai netikslūs (2 pav.). Todėl tiriant spiečių irimą bei jų dydžio evoliuciją pagal fotometriškai nustatytus struktūrinius parametrus būtina naudoti papildomus kriterijus.

Pranešime bus plačiau aptartos apertūrinės fotometrijos metodo taikymo ribos žvaigždžių spiečių tyrimui artimoje Visatoje, naudojant veikiančių ir ateities kosminių teleskopų duomenis.



1 pav. Spiečių modelių fotometrinė diagrama: apertūra, masė, amžius nurodyti virš diagramos. Ekstinkcijos vektorius (rodyklė),  $A_V = 1$ .



2 pav.  $R_{50}$  sklaida (16-84 pct sritys) dėl stochastinės IMF (raudona) ir stebėjimo krypties (mėlyna). Geltona linija –  $R_{50}$  mediana, juoda tiesė – teorinė  $R_{50}$  vertė.

*Reikšminiai žodžiai: žvaigždžių spiečiai, galaktikos.*

### Literatūra

- [1] P. de Meulenaer ir kt., *Astron. Astrophys.*, **550**, A20 (2013).
- [2] M. Fouesneau, A. Lançon, *Astron. Astrophys.*, **521**, A22 (2010).
- [3] J. J. Dalcanton ir kt., *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **200**, 18 (2012).
- [4] R. Naujalis ir kt., *Astron. Astrophys.*, **654**, A6 (2021).
- [5] E. Kriščiūnas ir kt., *Astron. Astrophys.*, **677**, A100 (2023).