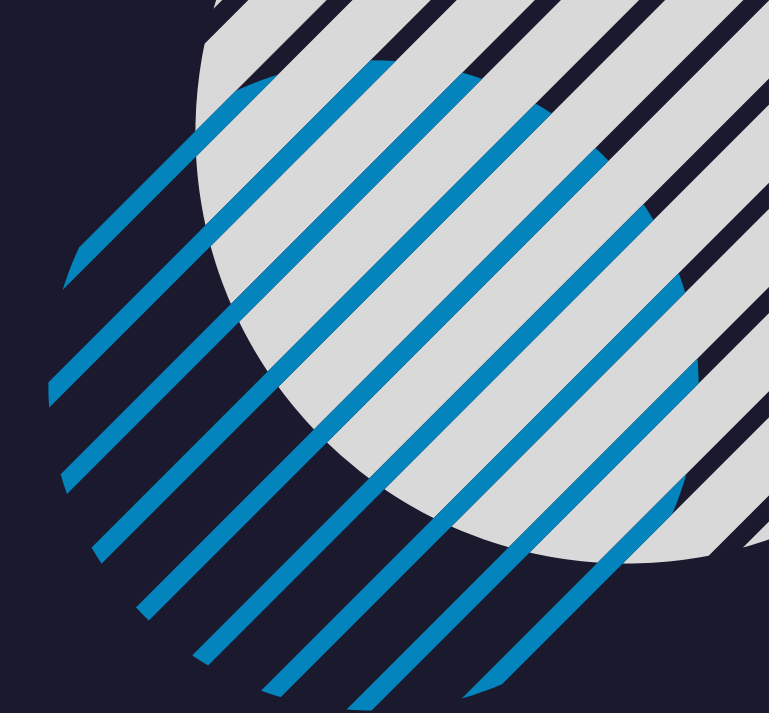
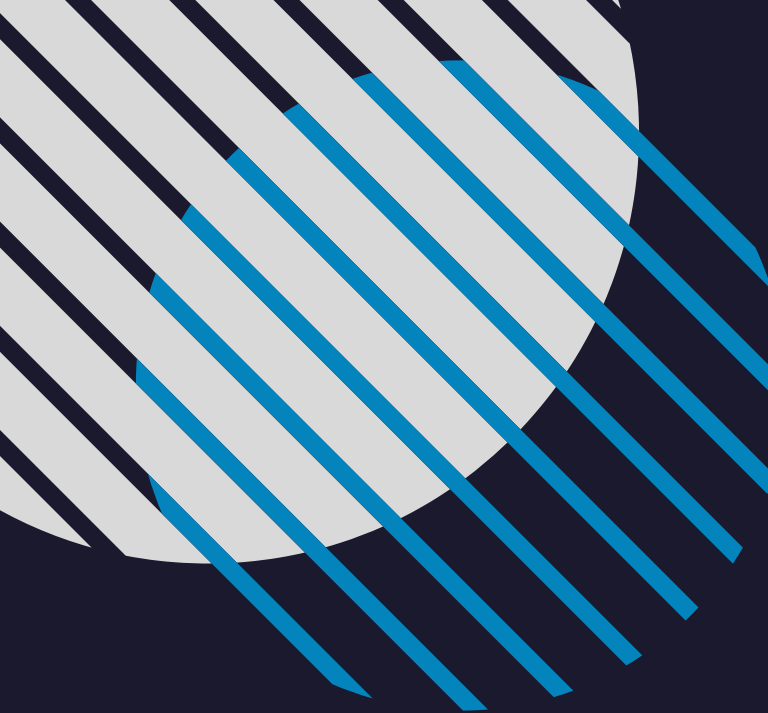




CO MAJÍ SPOLEČNÉHO HVĚZDY A PSI?

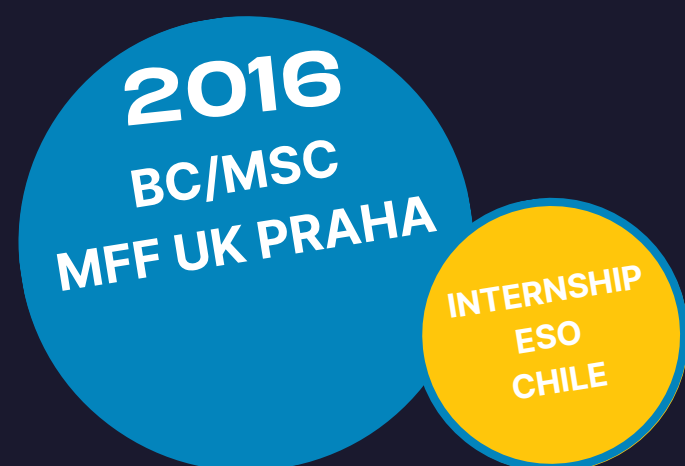
Vznik a vývoj hvězd optikou
dalekohledů dalekohledů ESO

—● Dr. rer. nat. Tereza Jeřábková ●—
vedoucí skupiny hvězdných populací
Odborná asistenta, Masarykova Univerzita



2016
BC/MSC
MFF UK PRAHA







2016
BC/MSC
MFF UK PRAHA

INTERNSHIP
ESO
CHILE





2016
BC/MSC
MFF UK PRAHA

INTERNSHIP
ESO
CHILE



2016
BC/MSC
MFF UK PRAHA

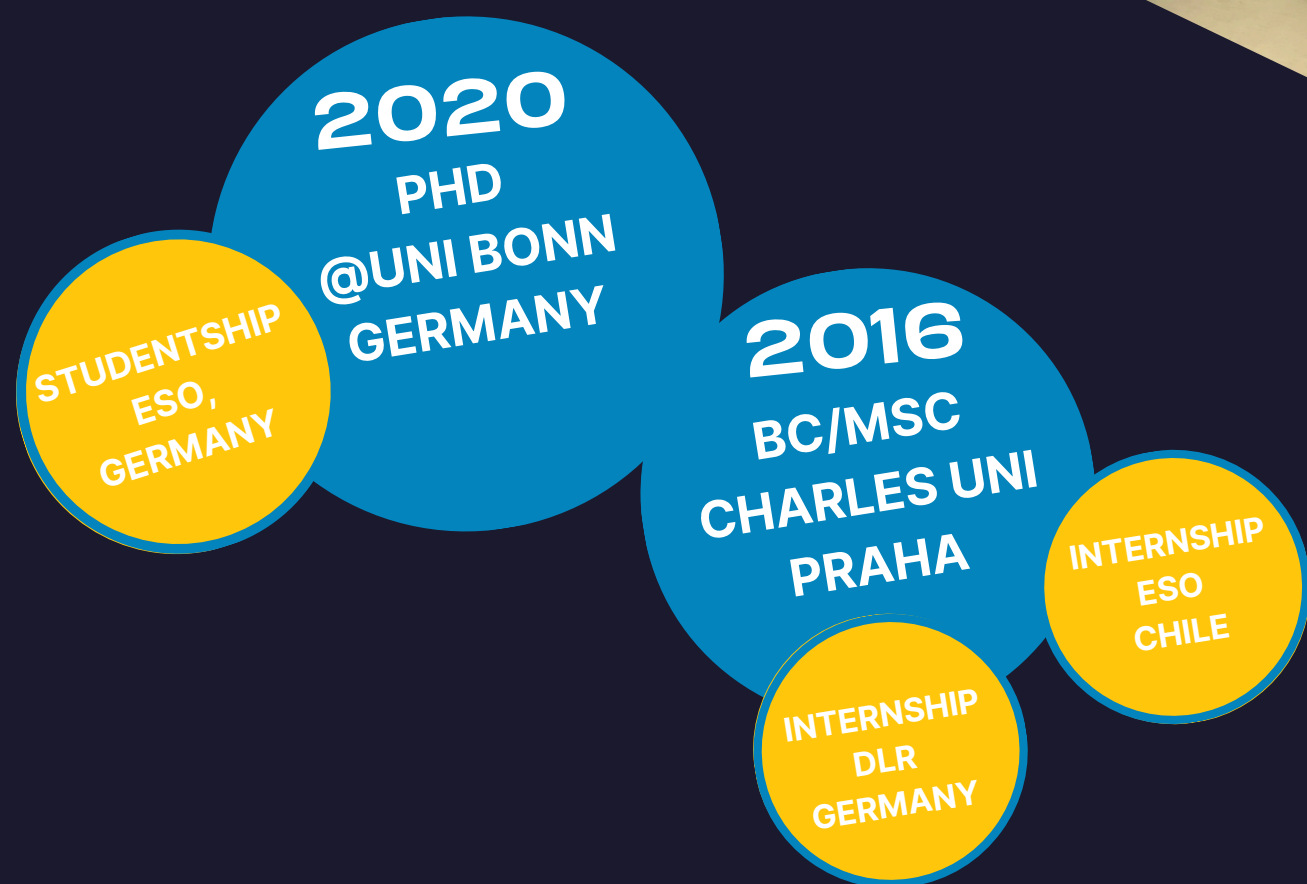
INTERNSHIP
DLR
GERMANY

INTERNSHIP
ESO
CHILE

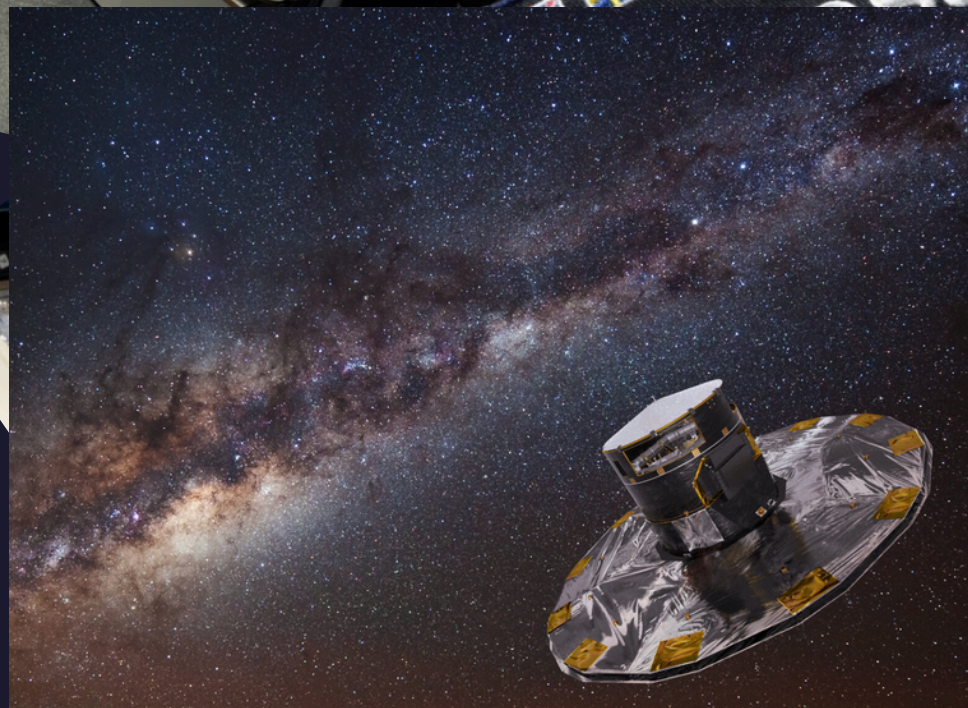
 **DLR** Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center











FELLOWSHIP
@ESA/ESTEC
THE NETHERLANDS
2021

2020
PHD
@UNI BONN
GERMANY

STUDENTSHIP
ESO,
GERMANY

STUDENTSHIP
GRANTECAN,
SPAIN

2016
BC/MSc
CHARLES UNI
PRAHA

INTERNSHIP
DLR
GERMANY

INTERNSHIP
ESO
CHILE





ESO (Evropská jižní observatoř)



ESO ředitelství, Munich/Germany

INAM22 talk



ESO (Evropská jižní observatoř)



La Silla Paranal Observatoř, Chile

ESO ředitelství, Munich/Germany



ESO (Evropská jižní observatoř)

ELT, Chile (právě se staví, 2027)

La Silla Paranal Observatoř, Chile

ESO ředitelství, Munich/Germany





ESO (Evropská jižní observatoř)

ELT, Chile (právě se staví, 2027)

ALMA (ESO, AUI/NRAO,NAOJ)

La Silla Paranal Observatoř, Chile

ESO Headquarters, Munich/Germany

Žádání o pozorovací čas

The proposal process at ESO

“Open sky policy”



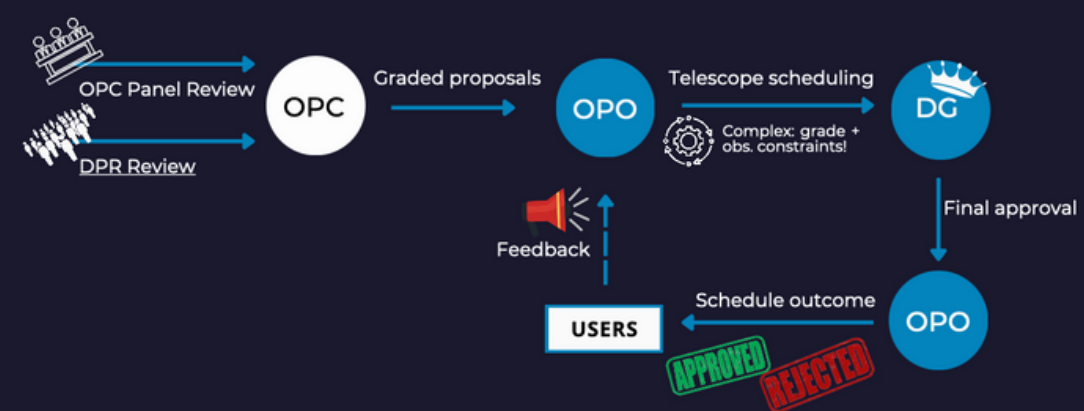
Žádání o pozorovací čas

The proposal process at ESO

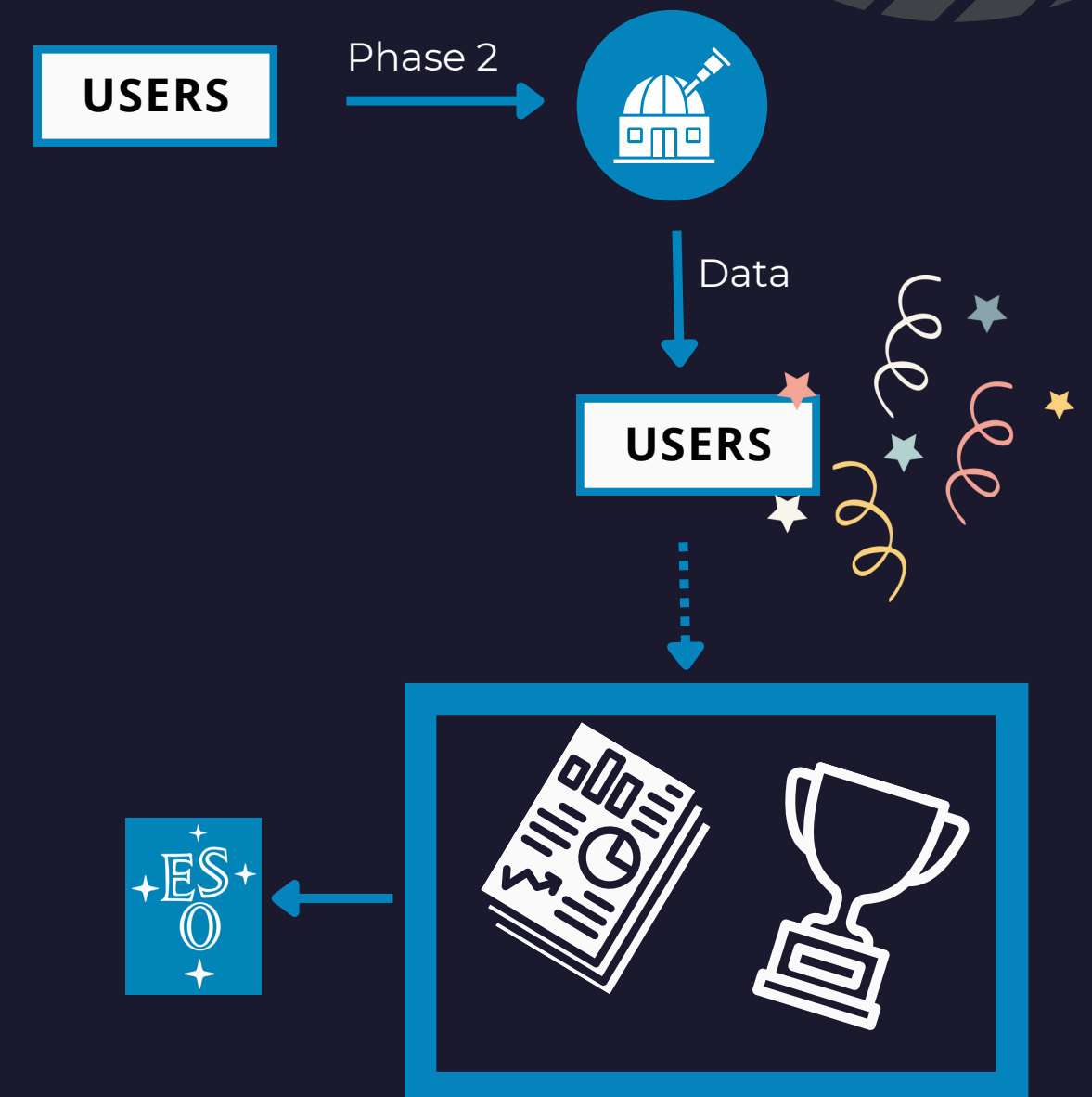
CALL FOR PROPOSALS + PHASE 1



REVIEW PROCESS



PHASE 2 + DATA COLLECTION



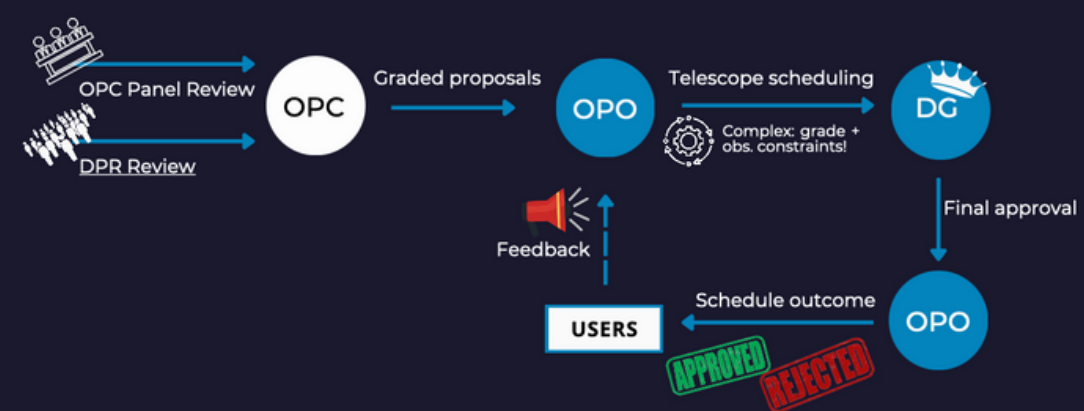
Žádání o pozorovací čas

The proposal process at ESO

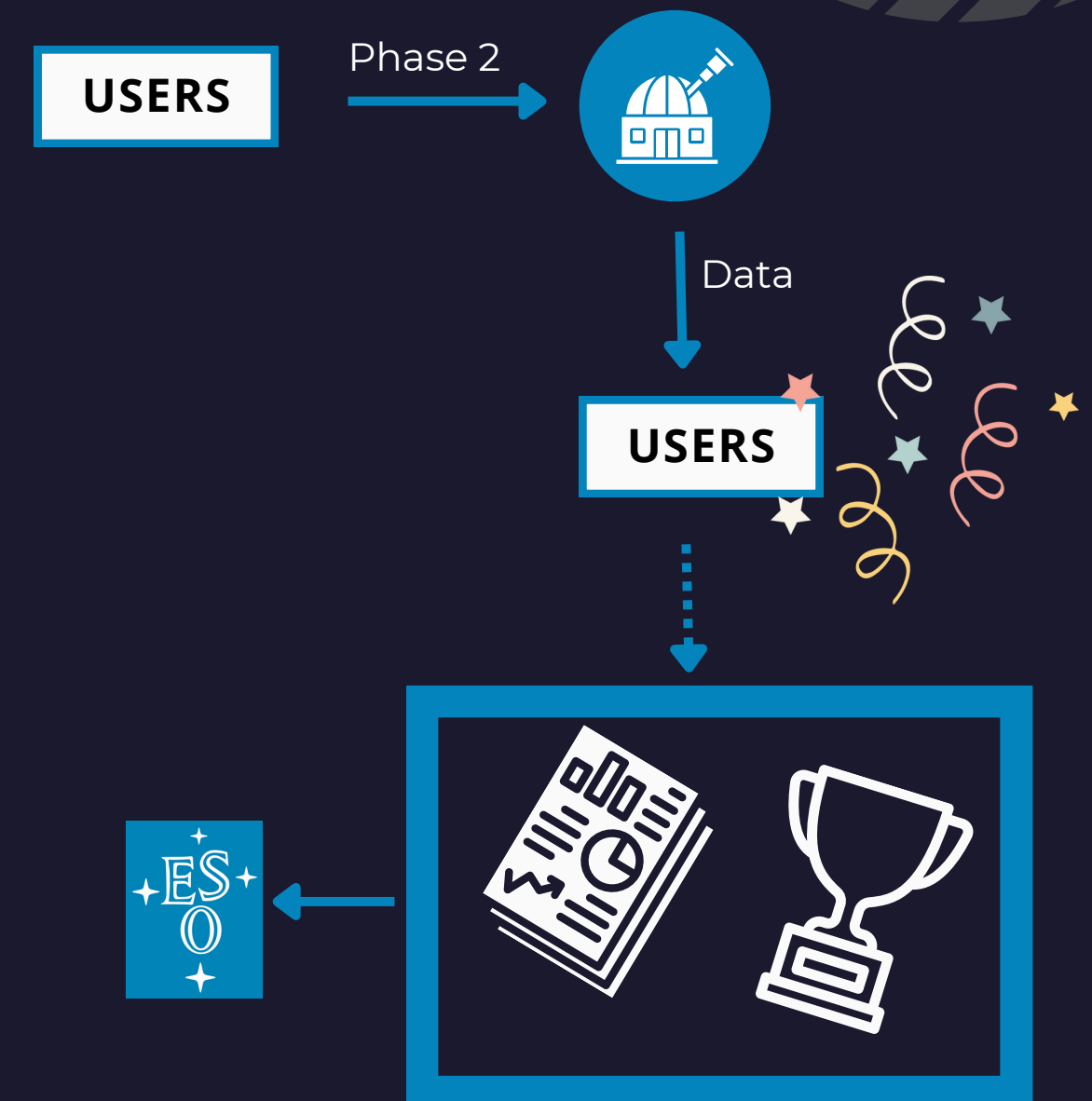
CALL FOR PROPOSALS + PHASE 1



REVIEW PROCESS



PHASE 2 + DATA COLLECTION



ESO Supernova -
planetárium v Garchingu

PRVNÍ
ASTRONOMKA
NA TÉTO
POZICI V ESO

ASTRONOMER
@ESO
GERMANY
2022

FELLOWSHIP
@ESA/ESTEC
THE NETHERLANDS
2021

MASH grant získala astrofyzika Tereza Jeřábková

Máme novou držitelku grantu [MUNI Award in Science and Humanities \(MASH\)](#), který uděluje Grantová agentura MU. Stala se jí vědkyně [Tereza Jeřábková](#), která v posledních letech působila v zahraničí. Je zároveň první ženou, která MASH grant vyhrála. Na svém výzkumu, v němž se soustředí na pochopení toho, jak vznikají hvězdy v různých prostředích, bude pracovat na přírodovědecké fakultě.

17. 5. 2024 | [Odbor komunikace – Rektorát](#) | Barbora Kameníková

Hlavním cílem MUNI Award in Science and Humanities (dále jen MASH) je přivést na Masarykovu univerzitu vynikající a úspěšné externí vědce a nabídnout jim takové podmínky, aby měli motivaci zůstat, pracovat pro Masarykovu univerzitu a dlouhodobě vytvářet mimořádně kvalitní vědecké výsledky.

Držitelka MASH: Výzkumu hvězd jsem propadla až na bakaláři

Od února působí na přírodovědecké fakultě Tereza Jeřábková, která loni získala grant MUNI Award in Science and Humanities. Rozhodnutí vrátit se do Česka bylo pro ni strategické a motivované tím, že chce přispět k rozvoji zdejšího vědeckého prostředí.

Věda a výzkum | 14. března 2025 | redakce

Tereza Jeřábková přichází na přírodovědeckou fakultu s bohatými mezinárodními zkušenostmi. Bývala členkou týmu v [Evropské jižní observatoři](#) a pracovala s teleskopem na observatoři La Silla v Chile.



Tereza Jeřábková na observatoři La Silla v Chile. Foto: archiv T. Jeřábkové



Astronomka Tereza Jeřábková.

Astronomka se snaží propojit fyzikální procesy formování hvězd a jejich vývoje s širším kontextem galaxií, kde se hvězdy rodí.



Jak nám dalekohledy slouží ke studiu hvězd?



Jak nám dalekohledy slouží ke studiu hvězd?

Astronomie je unikátní věda, protože nemáme žádné vesmíry v laboratoři.



Jak nám dalekohledy slouží ke studiu hvězd?

Astronomie je unikátní věda, protože nemáme žádné vesmíry v laboratoři.

Všechny vesmírné objekty se nacházejí ve fyzikálních podmínkách velmi odlišných od těch pozemských.



Jak nám dalekohledy slouží ke studiu hvězd?

Astronomie je unikátní věda, protože nemáme žádné vesmíry v laboratoři.

Všechny vesmírné objekty se nacházejí ve fyzikálních podmínkách velmi odlišných od těch pozemských.

Teploty, které jsou ve hvězdách jsou 1000x vyšší než je teplota tavení železa!

Nejlepší vakuum, které jsou na Zemi zvládli vytvořit je na “vesmírné” podmínky tak hustý materiál, že jsou to hustoty ve kterých se začínají tvořit hvězdy!



Jak nám dalekohledy slouží ke studiu hvězd?

Astronomie je unikátní věda, protože nemáme žádné vesmíry v laboratoři.

Všechny vesmírné objekty se nacházejí ve fyzikálních podmínkách velmi odlišných od těch pozemských.

Teploty, které jsou ve hvězdách jsou 1000x vyšší než je teplota tavení železa!

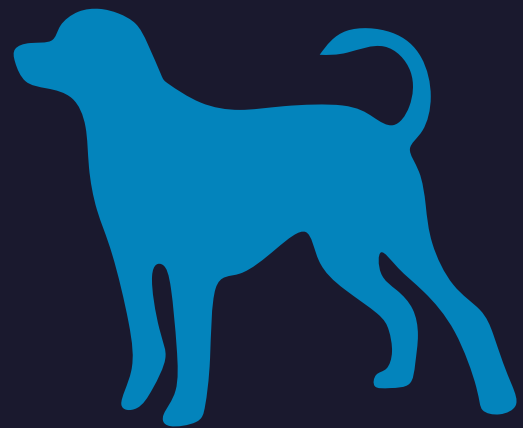
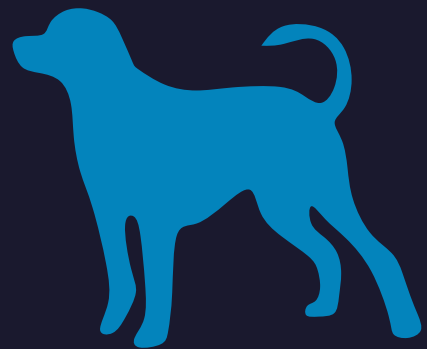
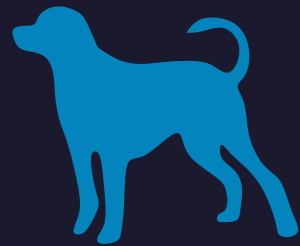
Nejlepší vakuum, které jsou na Zemi zvládli vytvořit je na “vesmírné” podmínky tak hustý materiál, že jsou to hustoty ve kterých se začínají tvořit hvězdy!

Pozorování vesmíru na hvězdné obloze je proto naše hlavní metoda výzkumu.



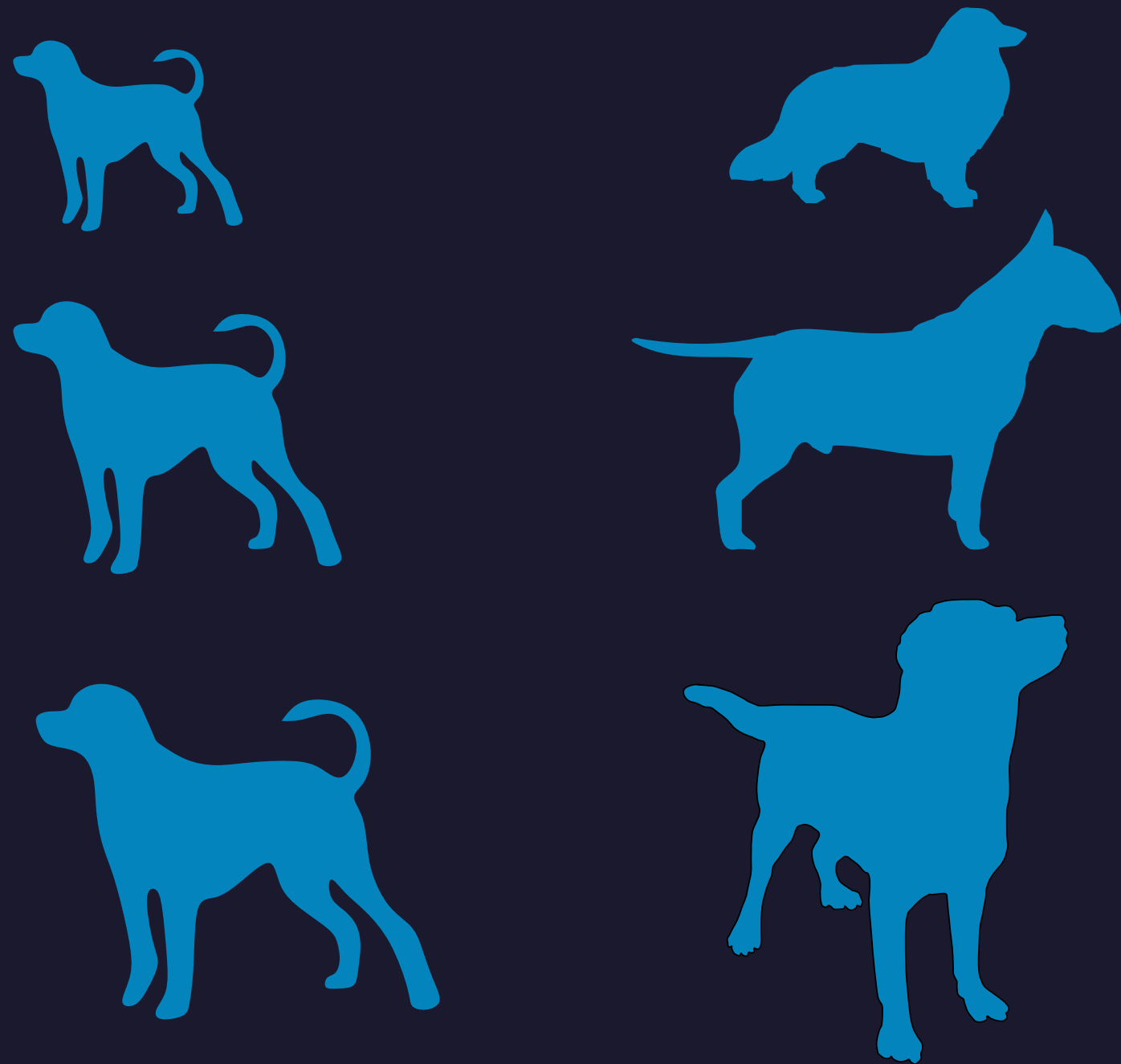
**Pojďme se podívat na psy, stejně
jako se díváme na hvězdy**

Pojďme se podívat na psy, stejně
jako se díváme na hvězdy



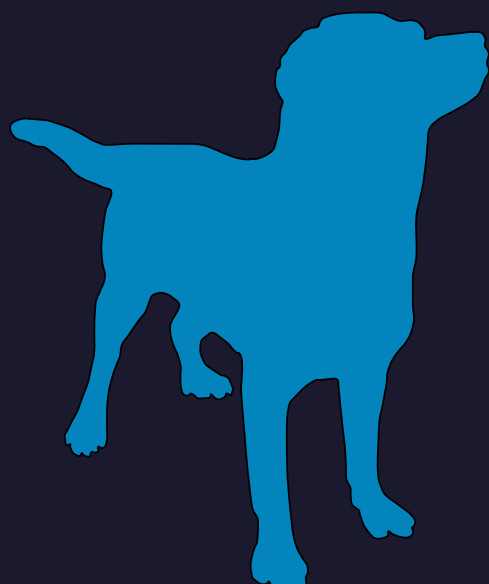
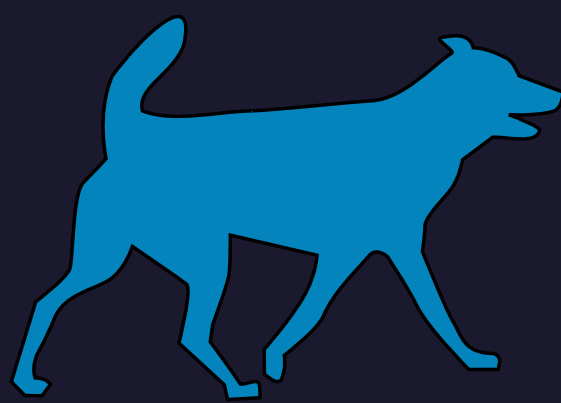
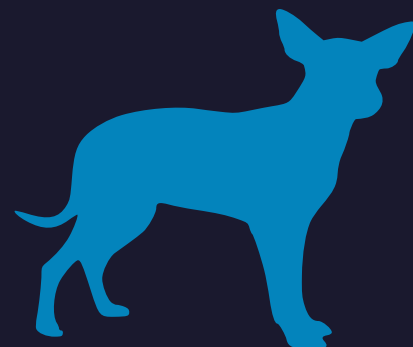
vzdálenost

Pojďme se podívat na psy, stejně jako se díváme na hvězdy



vzdálenost **rasa (chemické složení)**

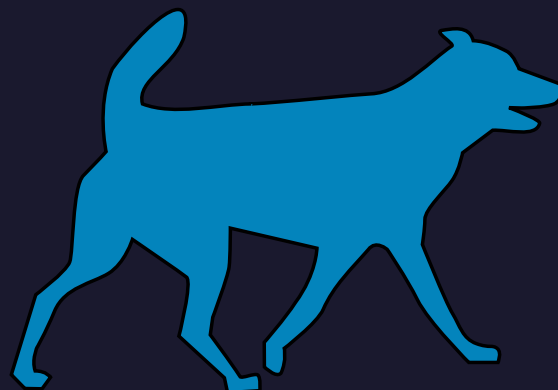
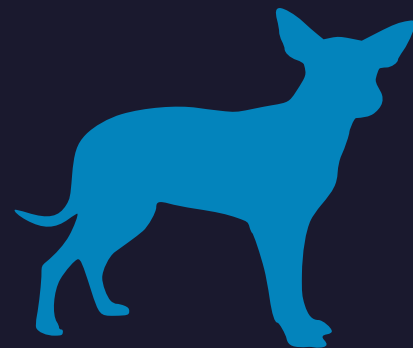
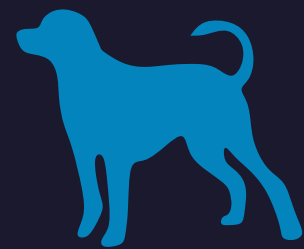
Pojďme se podívat na psy, stejně jako se díváme na hvězdy



věk

vzdálenost rasa (chemické složení)

Pojďme se podívat na psy, stejně jako se díváme na hvězdy

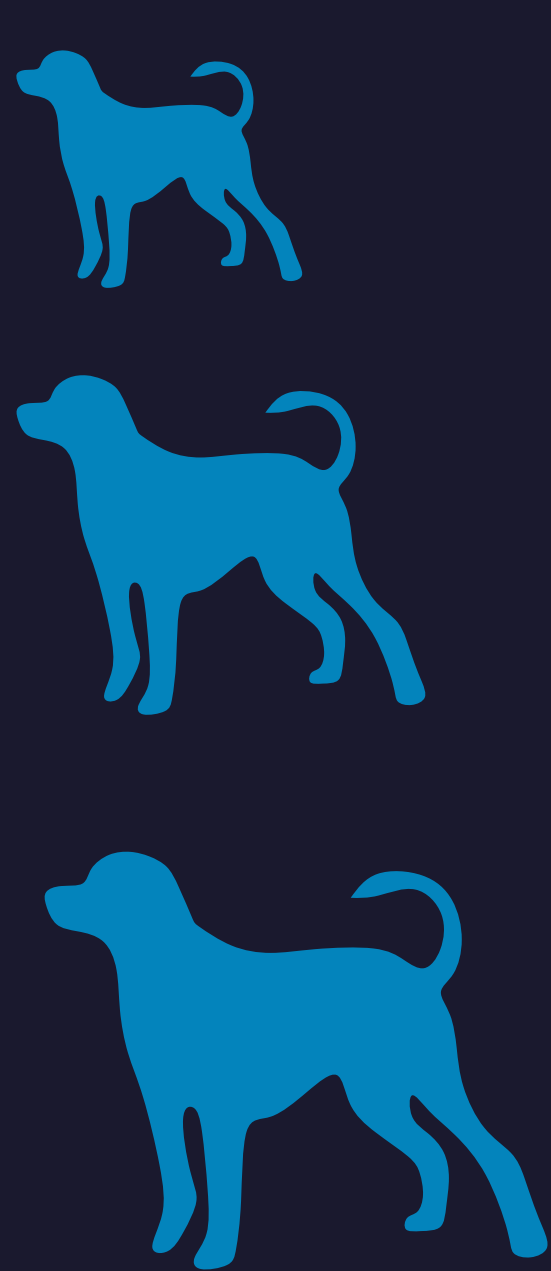


věk

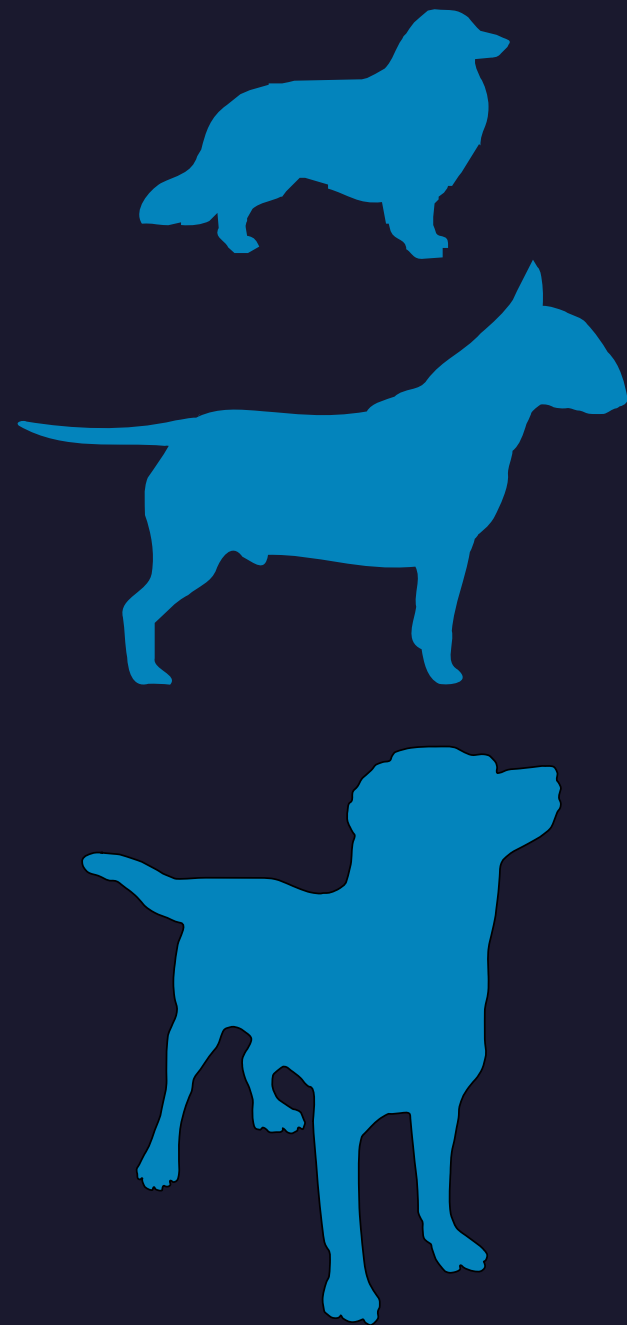
dynamika,
množství

vzdálenost rasa (chemické složení)

Pojďme se podívat na psy, stejně jako se díváme na hvězdy



vzdálenost



rasa (chemické složení)



věk



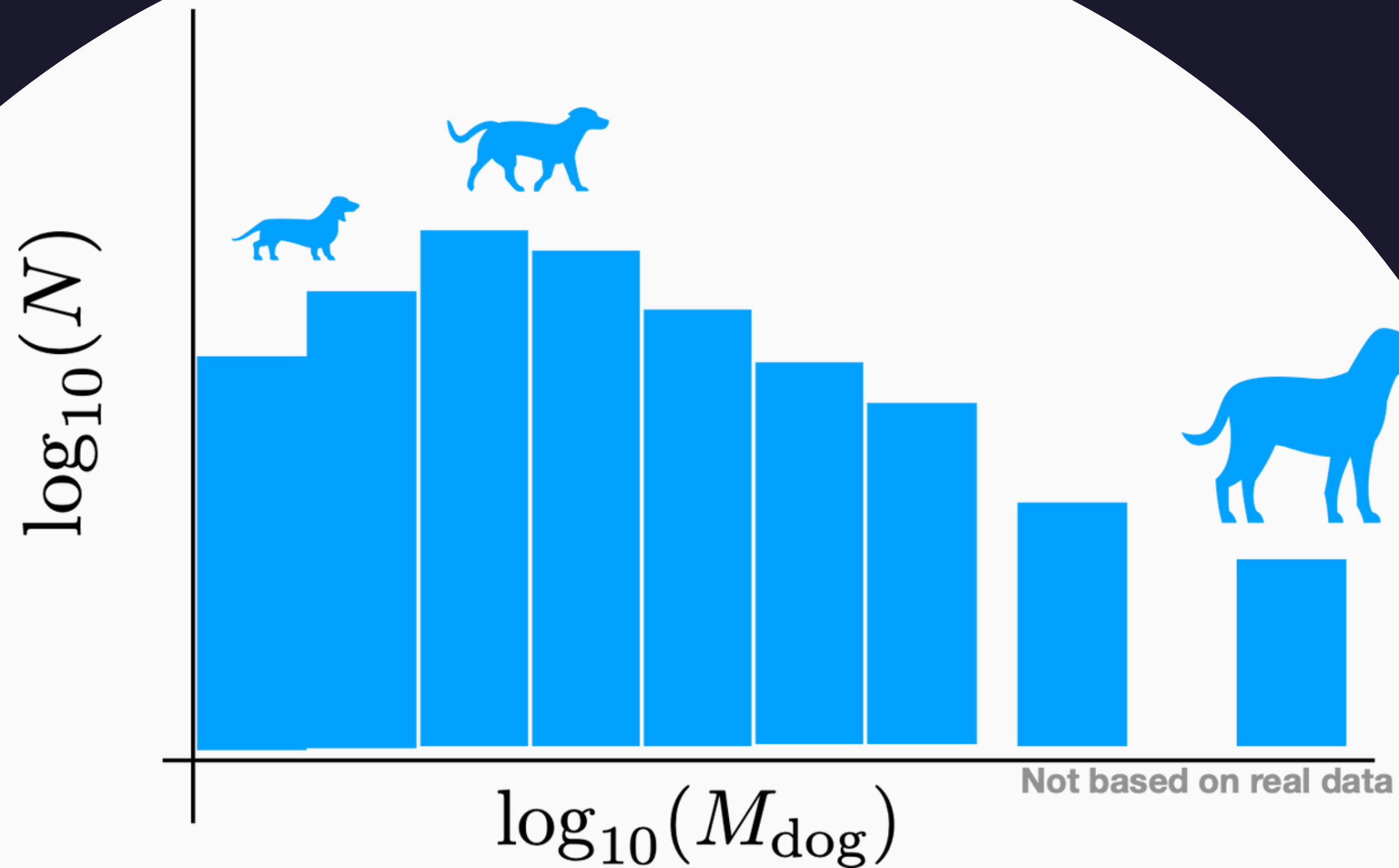
**dynamika,
množství**



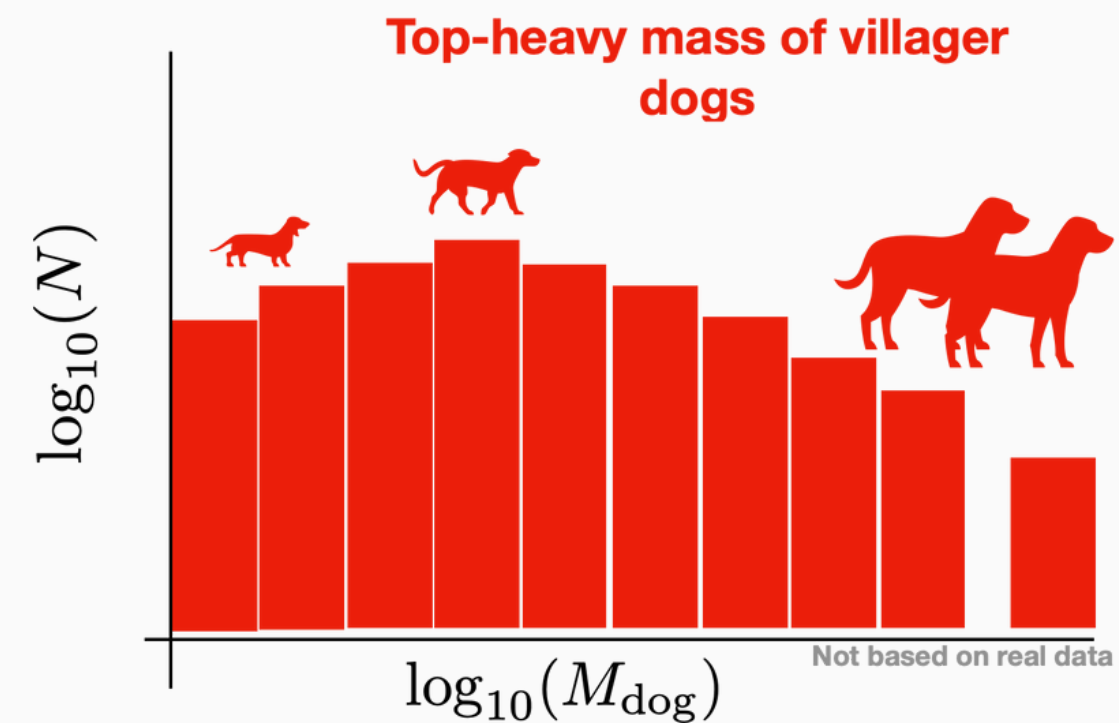
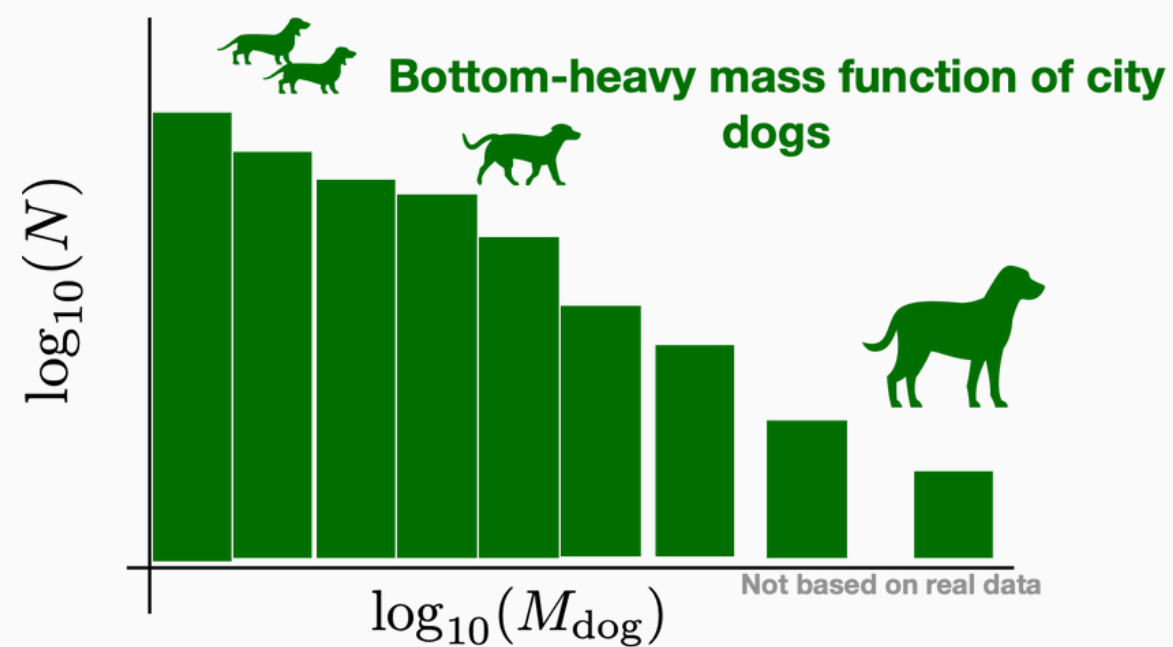
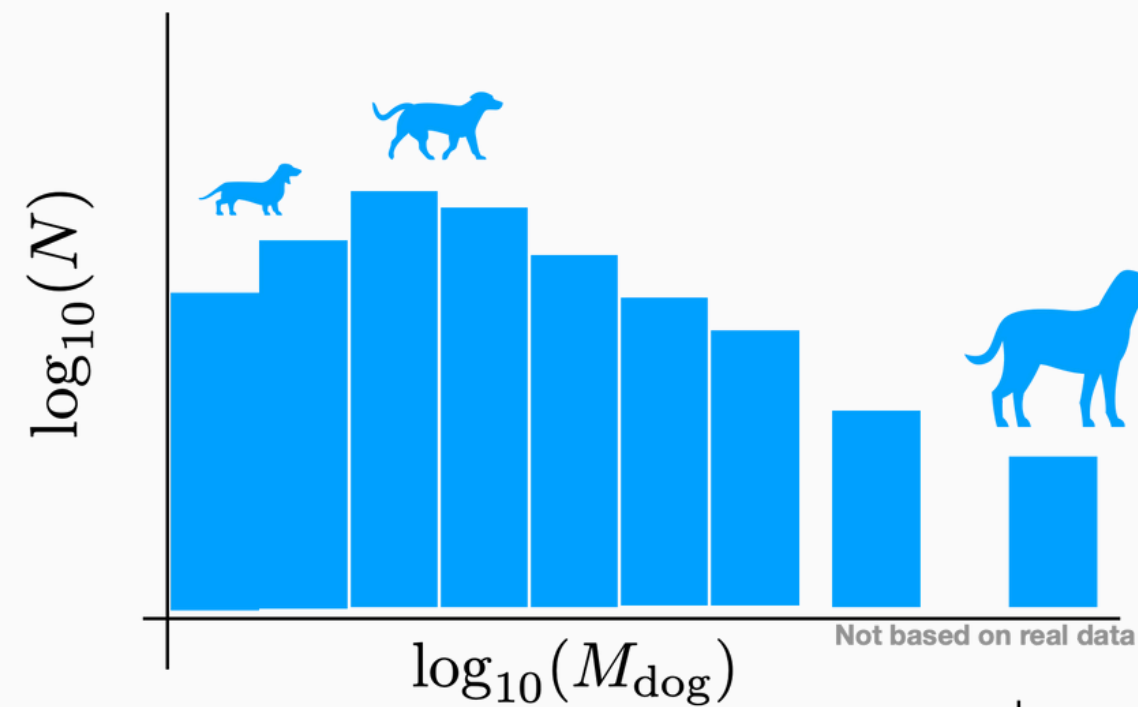
**kočka (planety,
hnědí trpaslíci)**

Psí hmotová funkce

Jen psi podobného věku, pozor na psí rasy a na fotografie, kde je více psů



Psí hmotová funkce v různých prostředích



THE LUMINOSITY FUNCTION AND STELLAR EVOLUTION

EDWIN E. SALPETER*

Australian National University, Canberra, and Cornell University

Received July 29, 1954

We defined the “original mass function,” $\xi(\mathcal{M})$, by

★ IMF Mass bin

$$dN = \xi(\mathcal{M}) d(\log_{10} \mathcal{M}) \frac{dt}{T_0},$$

Stars form over T_0

THE LUMINOSITY FUNCTION AND STELLAR EVOLUTION

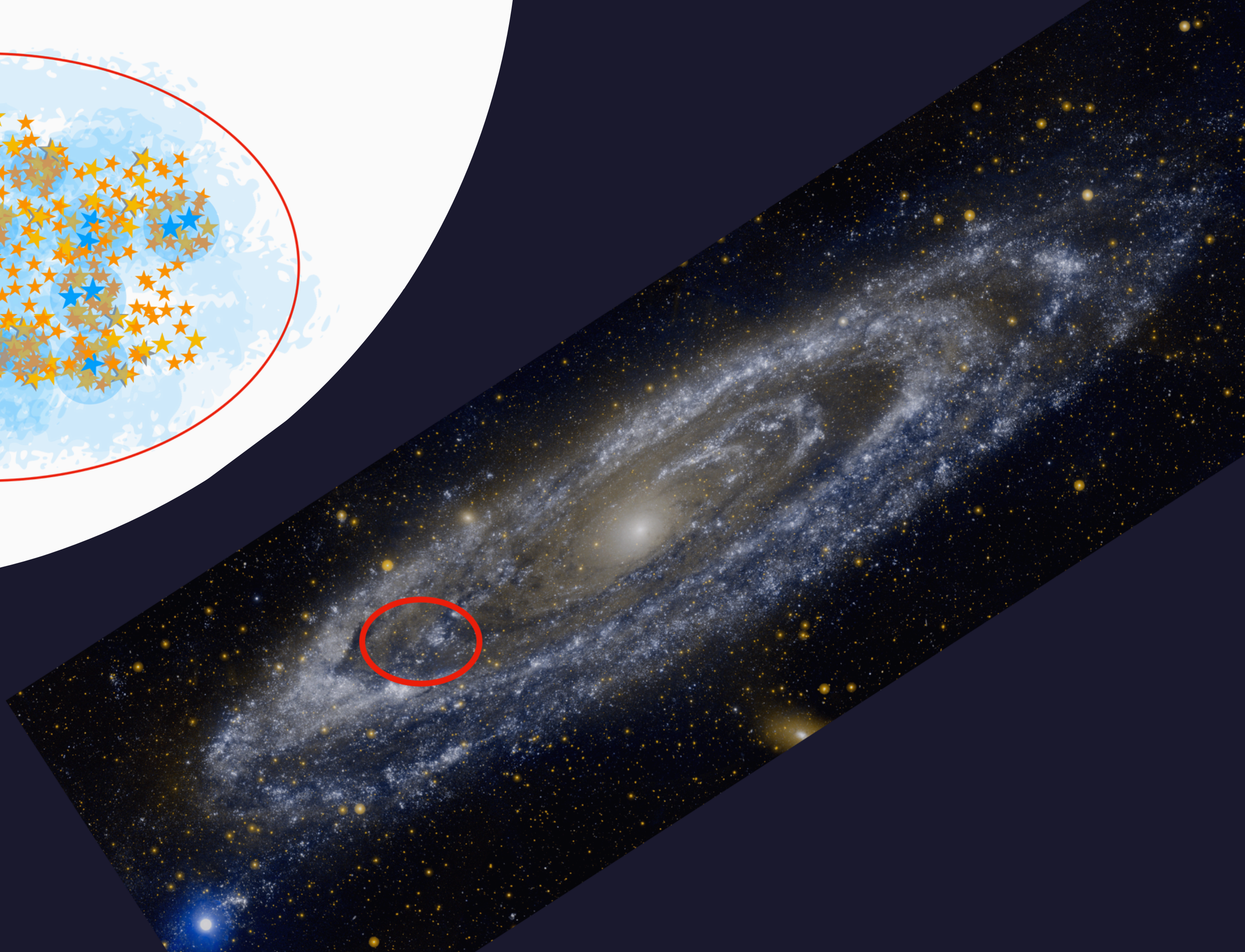
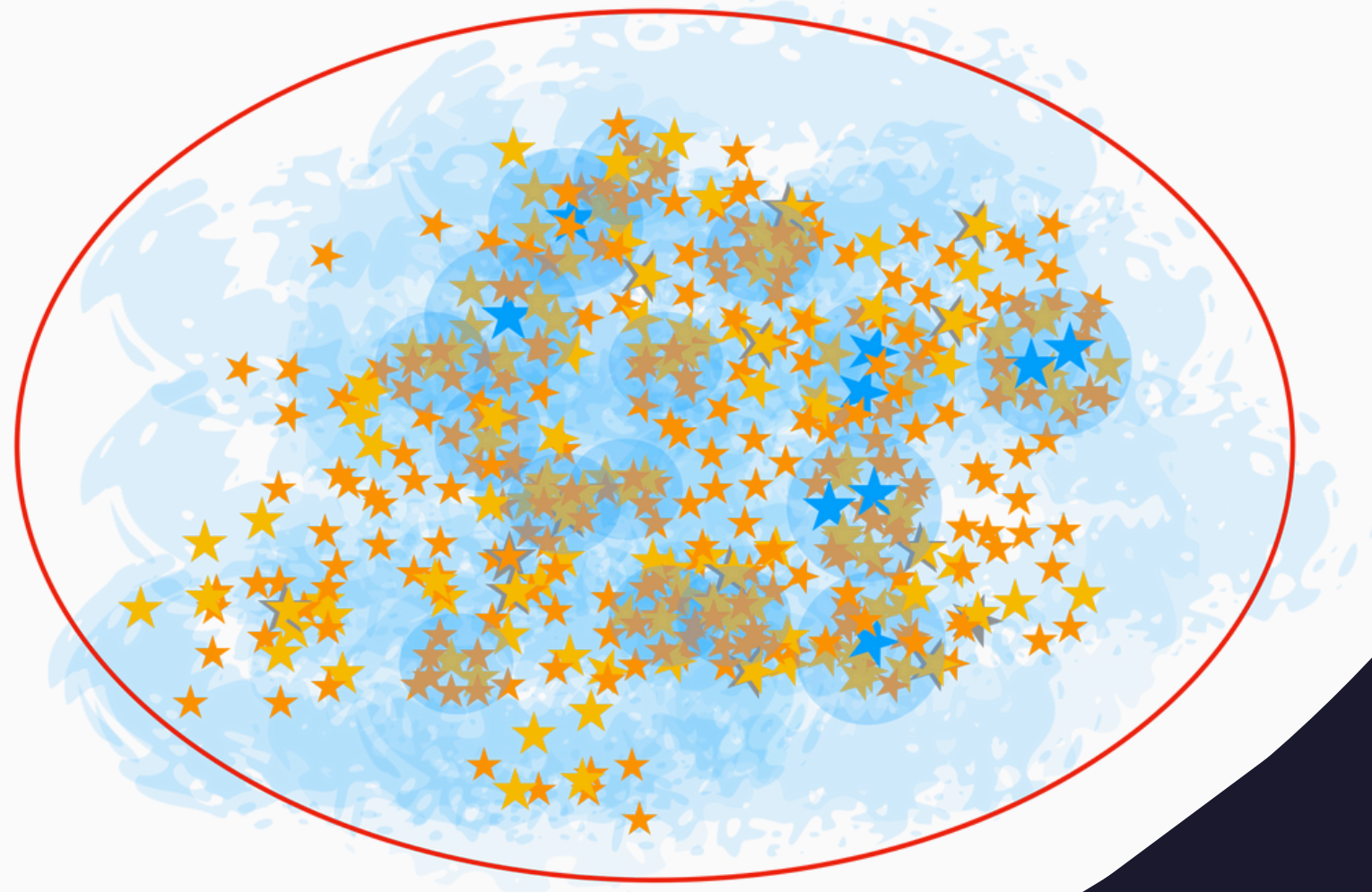
EDWIN E. SALPETER*

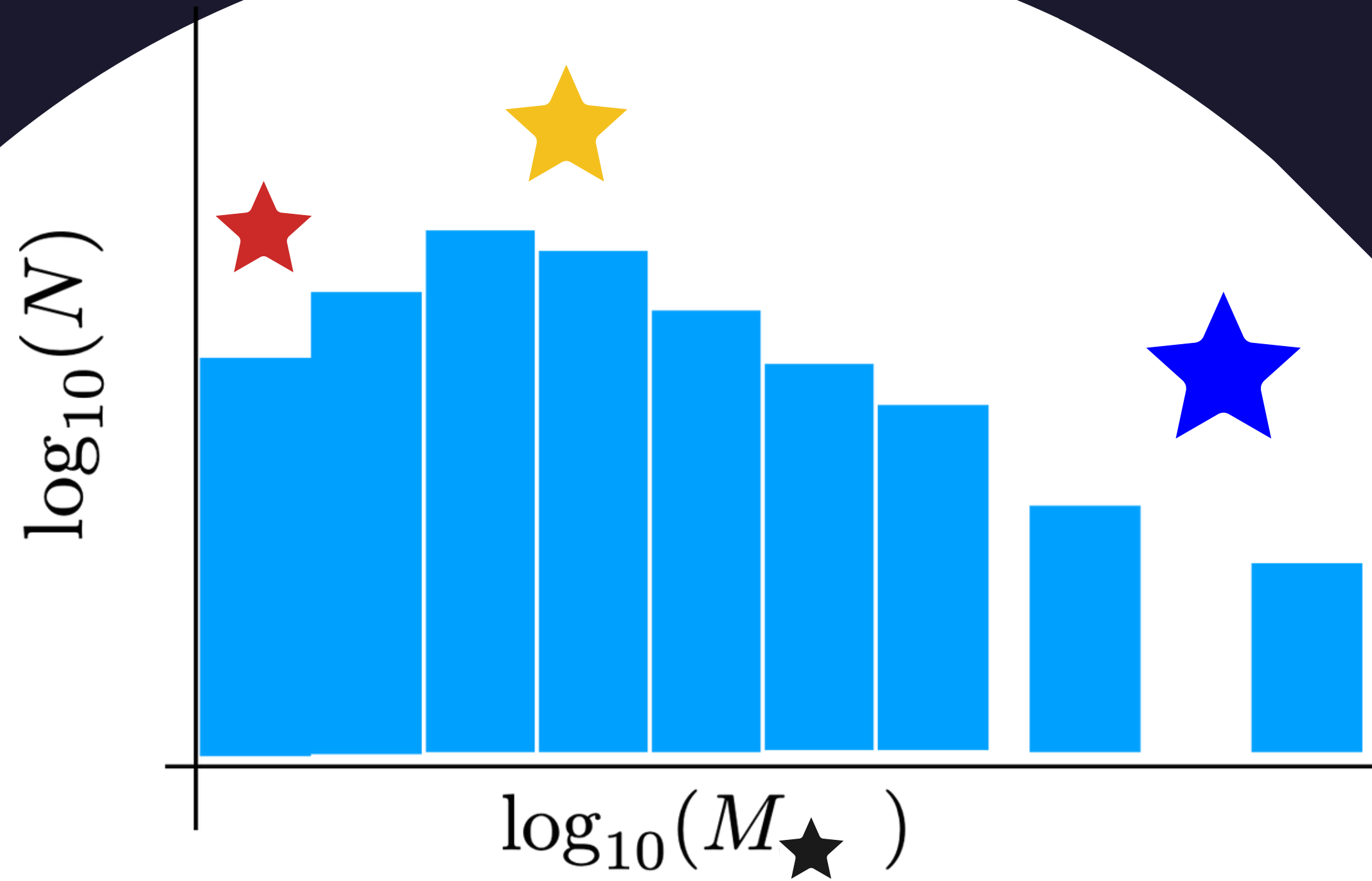
Australian National University, Canberra, and Cornell University

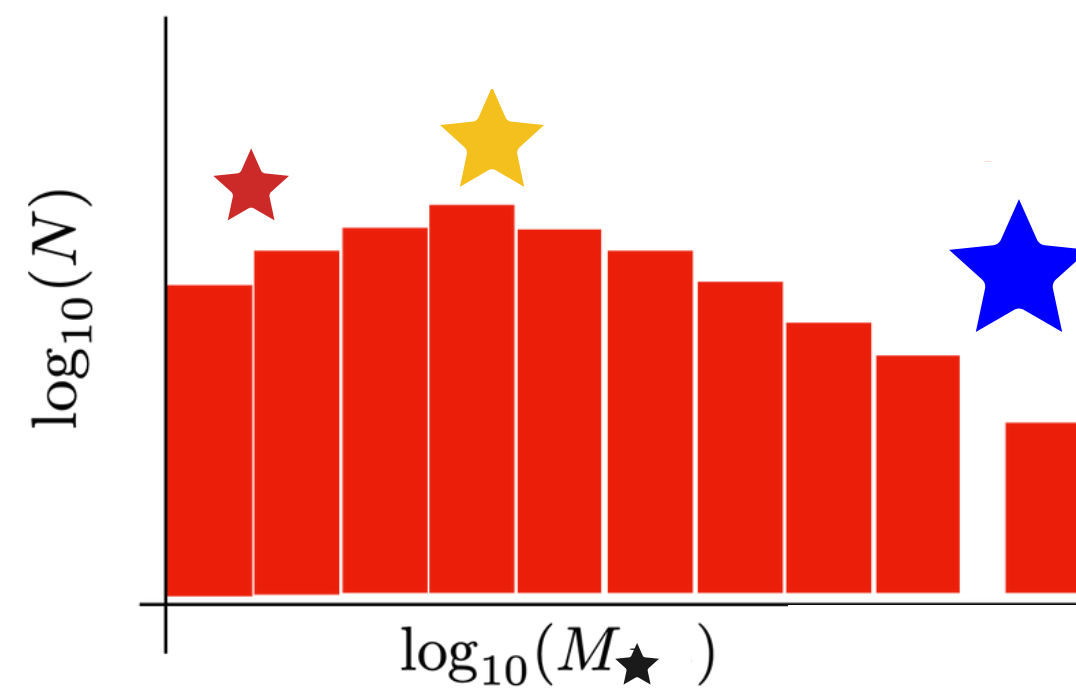
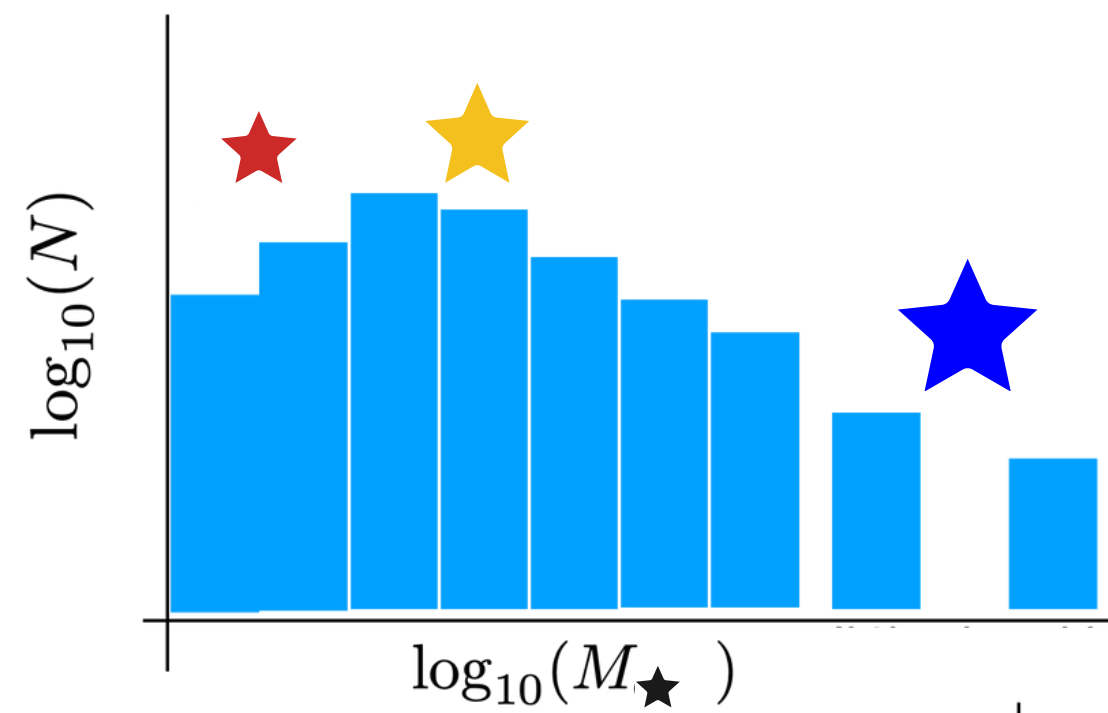
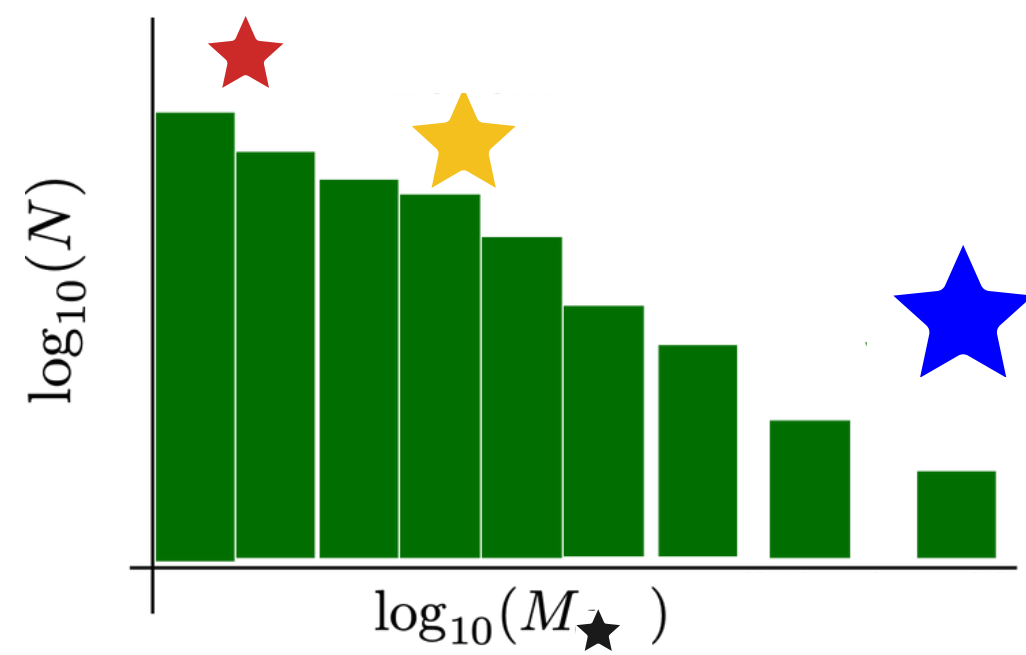
*Received July 29, 1954*We defined the “original mass function,” $\xi(\mathcal{M})$, by

$$\# \star \quad \text{IMF} \quad \text{Mass bin} \\ dN = \xi(\mathcal{M}) d(\log_{10} \mathcal{M}) \frac{dt}{T_0}, \quad \text{Stars form over } T_0$$

Salpeter propojil tehdy novou teorií kvantové mechaniky a kosmologie. To umožnilo prvnímu porozumění kosmického cycklu hmoty a chemické evoluce.







Počítáním hvězd na obloze umožnilo počátek moderní astrofyziky tak jak ji známe dnes.

Salpeter propojil tehdy novou teorií kvantové mechaniky a kosmologie. To umožnilo prvnímu porozumění kosmického cycklu hmoty a chemické evoluce.

Vývoj hvězd a jednotlivá evoluční stadia, vážení galaxií ...

Jedny z nejvíce citovaných prací patří astronomovy s Českými kořeny: Pavel Kroupa

A nezapomeňme na analogii se psy.

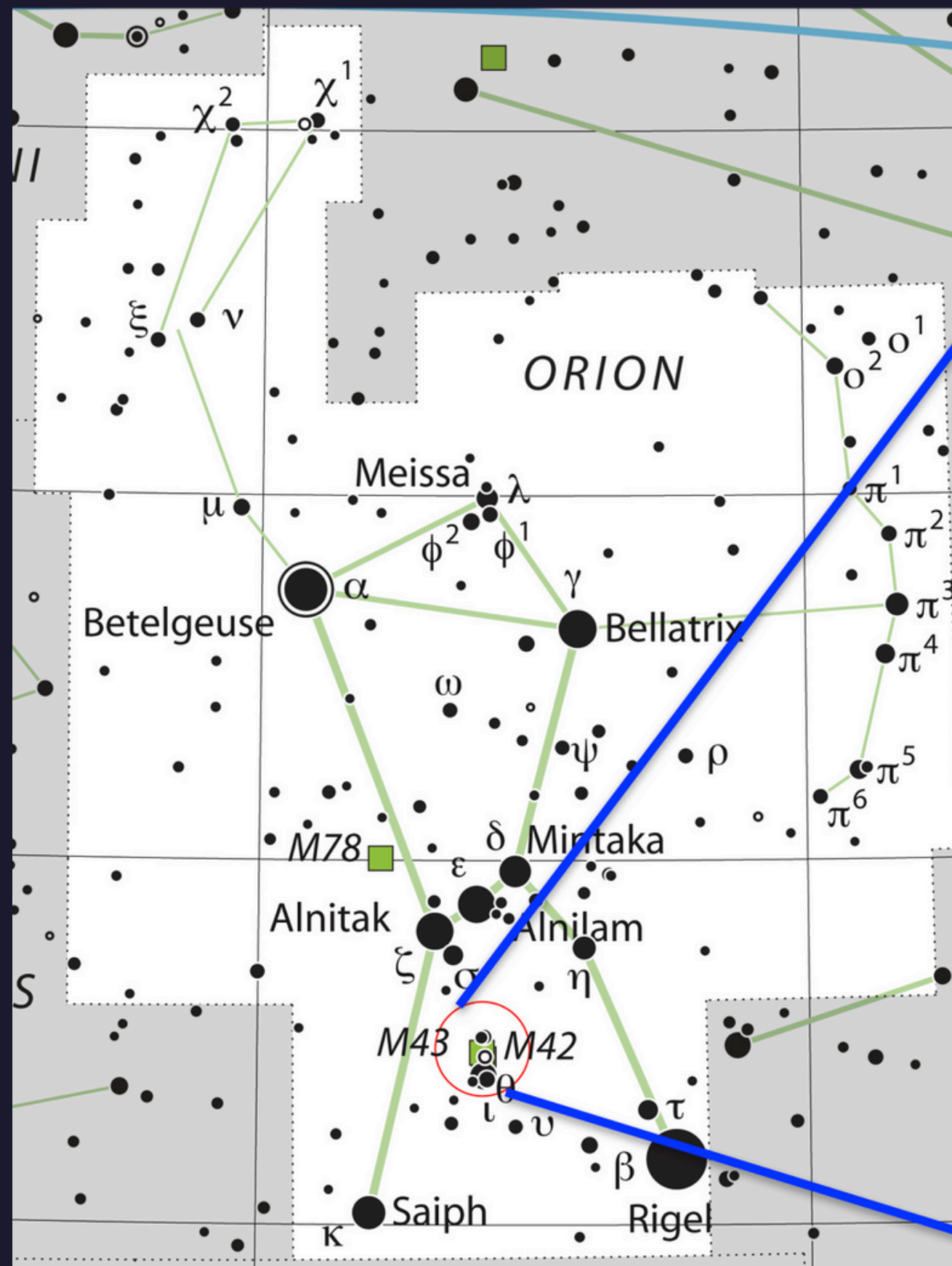
Pleiades, 100 Myr

Hyades, 600 Myr

ONC in Orion, 1 Myr

Anton Seleznev
— PHOTOGRAPHY —

1752 vědeckých publikací mezi 1998 a 2018
ONC je totiž nejbližší oblast, kde se formují hmotné
hvězdy



Očekávali byste, že se zde dá pořád objevit něco nového?

Formování hvzd a hvězdokup

1. Hvězdy vznikají v oblastech mezihvězdné hmoty, které mají dostatečnou hustotu (asi jako nejlepší vakuum na Zemi :))

Formování hvzd a hvězdokup

1. Hvězdy vznikají v oblastech mezihvězdné hmoty, které mají dostatečnou hustotu (asi jako nejlepší vakuum na Zemi :))
2. Ty nejhmotnější hvězdy vznikají v oblastech, kde se protínají “prsty” molekulárních oblaků

Formování hvzd a hvězdokup

1. Hvězdy vznikají v oblastech mezihvězdné hmoty, které mají dostatečnou hustotu (asi jako nejlepší vakuum na Zemi :))
2. Ty nejhmotnější hvězdy vznikají v oblastech, kde se protínají “prsty” molekulárních oblaků
3. Hvězdy vznikají ve skupinách a tvoří tak menší, či větší hvězdokupy.

Formování hvzd a hvězdokup

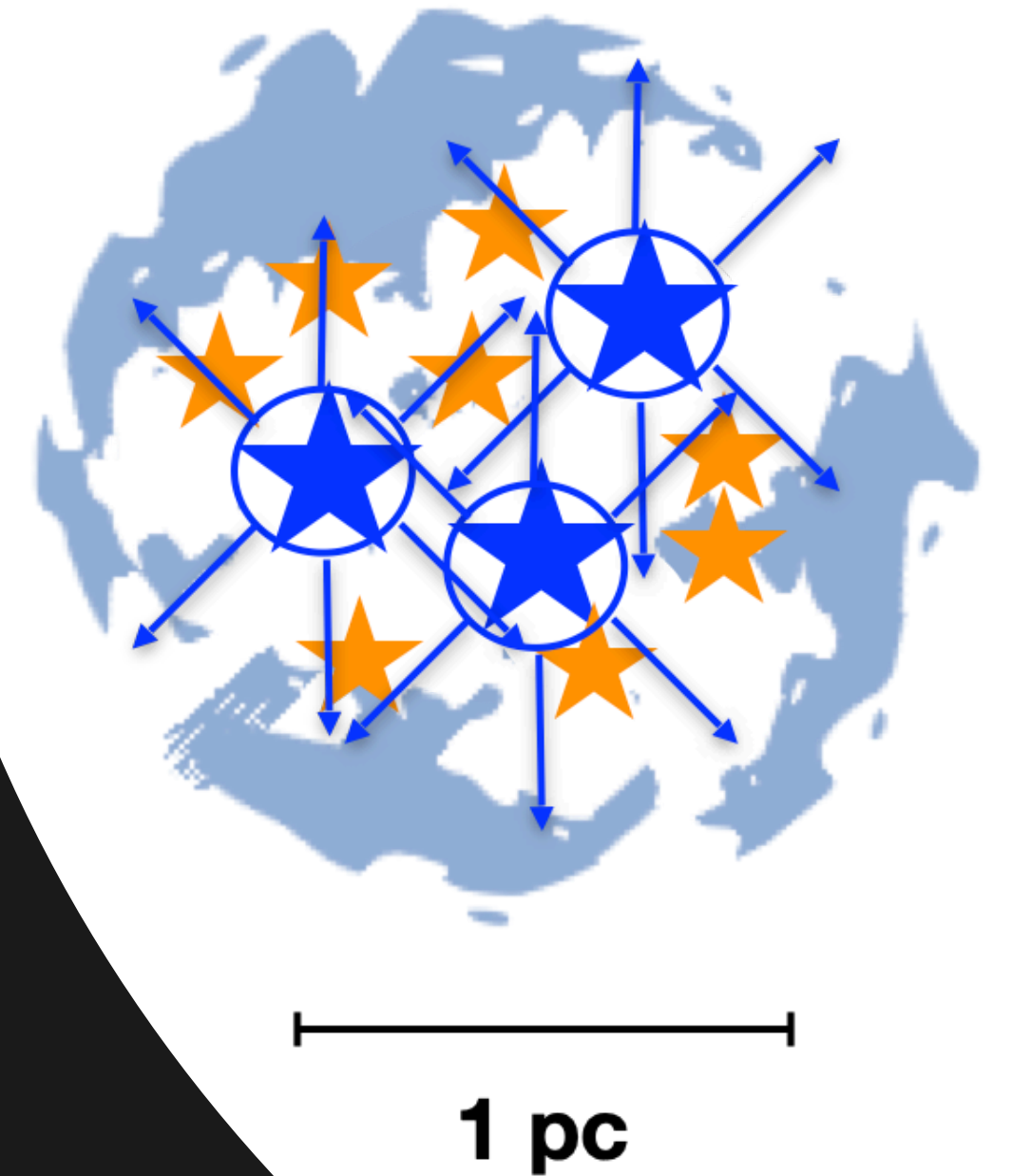
1. Hvězdy vznikají v oblastech mezihvězdné hmoty, které mají dostatečnou hustotu (asi jako nejlepší vakuum na Zemi :))
2. Ty nejhmotnější hvězdy vznikají v oblastech, kde se protínají “prsty” molekulárních oblaků
3. Hvězdy vznikají ve skupinách a tvoří tak menší, či větší hvězdokupy.
4. Menší hvězdokupy nezůstanou pohromadě dlouho, ale “rozptýlí” se a tvoří tak hvězdnou populaci galaxií

1. hvězdokupy se tvoří ve vícemeněně jedné
spojité události



1 pc

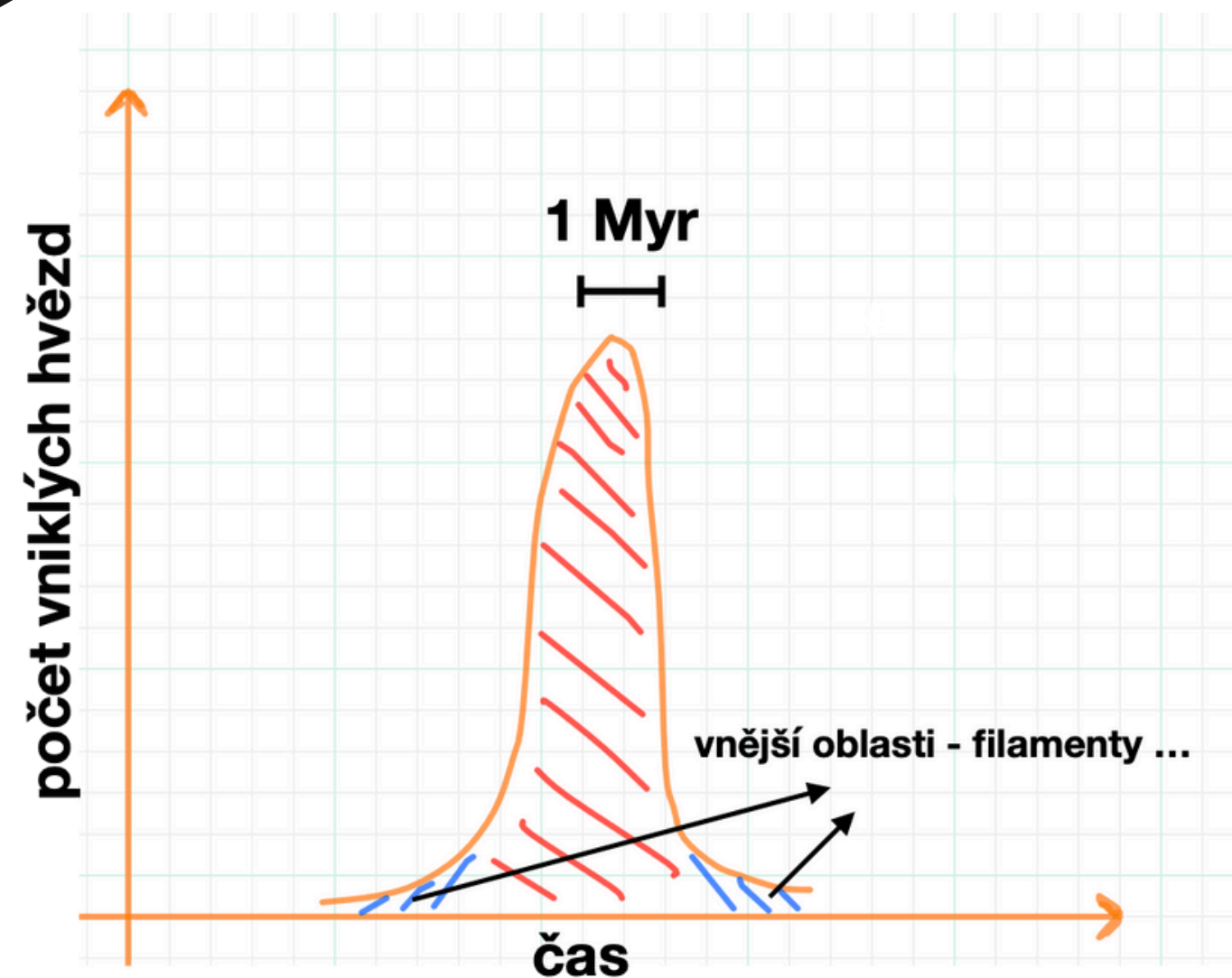
1. hvězdokupy se tvoří ve vícemeně jedné spojitě události
2. formování hvězdokupy je přerušeno "zářením" nehmotnějších hvězd, které "odvanou" a "zničí" molekulární oblak



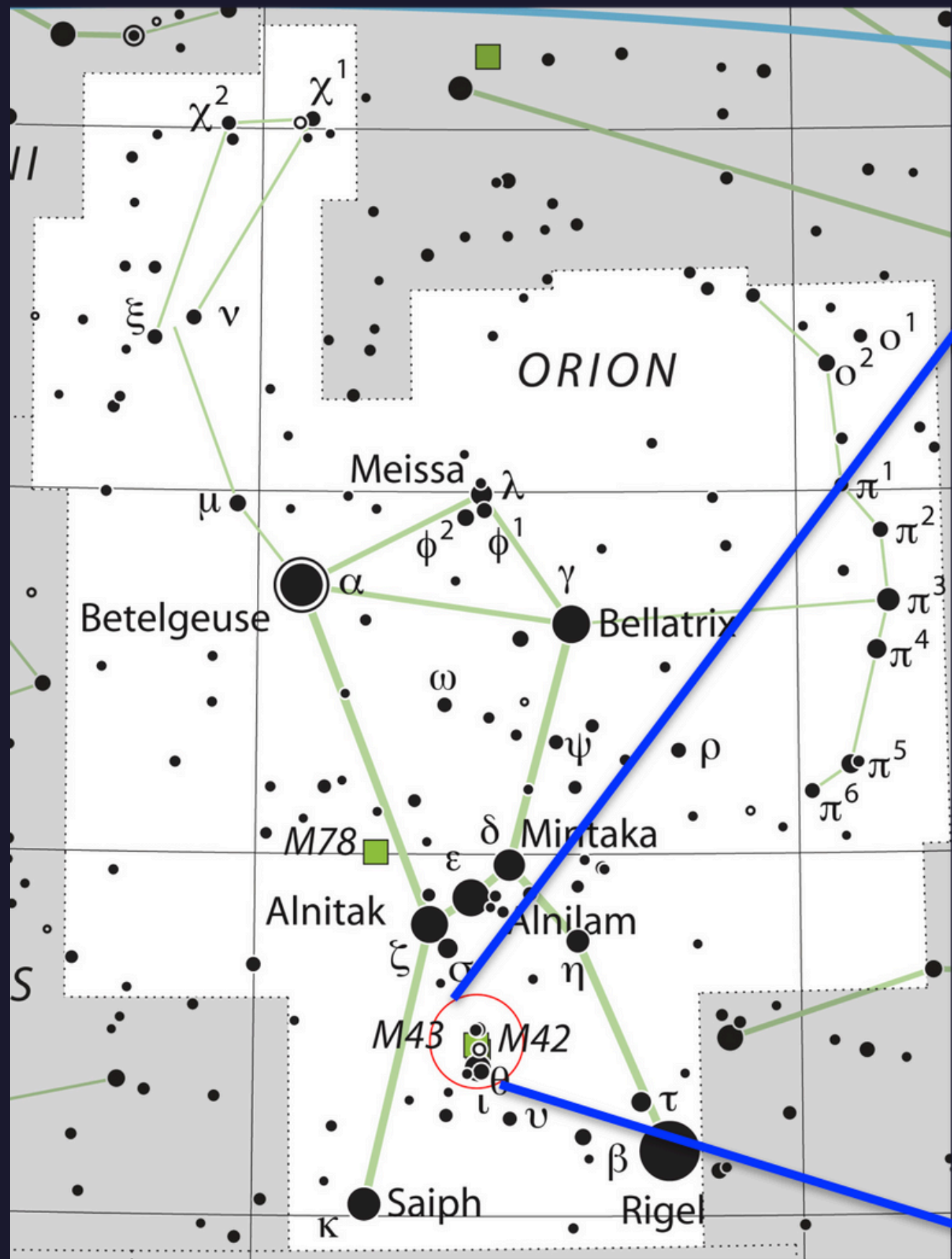
1. hvězdokupy se tvoří ve vícemeněné jedné spojitě události
2. formování hvězdokupy je přerušeno "zářením" nehmotnějších hvězd, které "odvanou" a "zničí" molekulární oblak



1 pc



1752 vědeckých publikací mezi 1998 a 2018
ONC je totiž nejbližší oblast, kde se formují hmotné
hvězdy



Očekávali byste, že se zde dá pořád objevit něco nového?



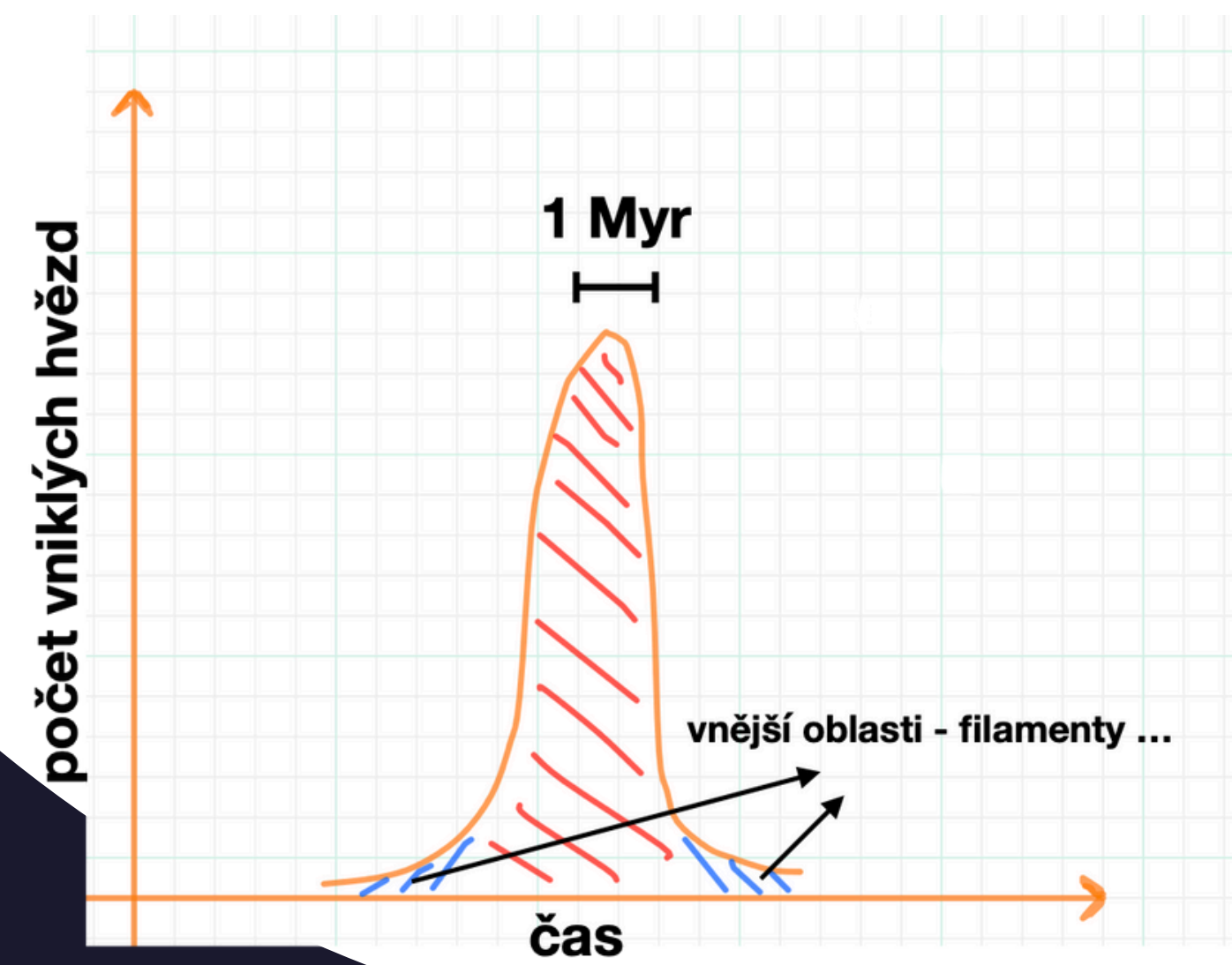
A Tale of Three Cities:

OmegaCAM discovers multiple sequences in the color-magnitude diagram of the Orion
Nebula Cluster

G. Beccari, M.G. Petr-Gotzens, H.M.J. Boffin, M. Romaniello, D. Fedele, G. Carraro, G. De Marchi, W.-J. de Wit, J.E. Drew, V.M.
Kalari, C.F. Manara, E.L. Martin, S. Mieske, N. Panagia, L. Testi, J.S. Vink, J.R. Walsh, N.J. Wright

A&A, Letter to the Editor, 2017 & ESO press-release

The “smaller” 2.6-m VLT Survey Telescope
captures bigger picture of the ONC region and reveals
unexpected results!



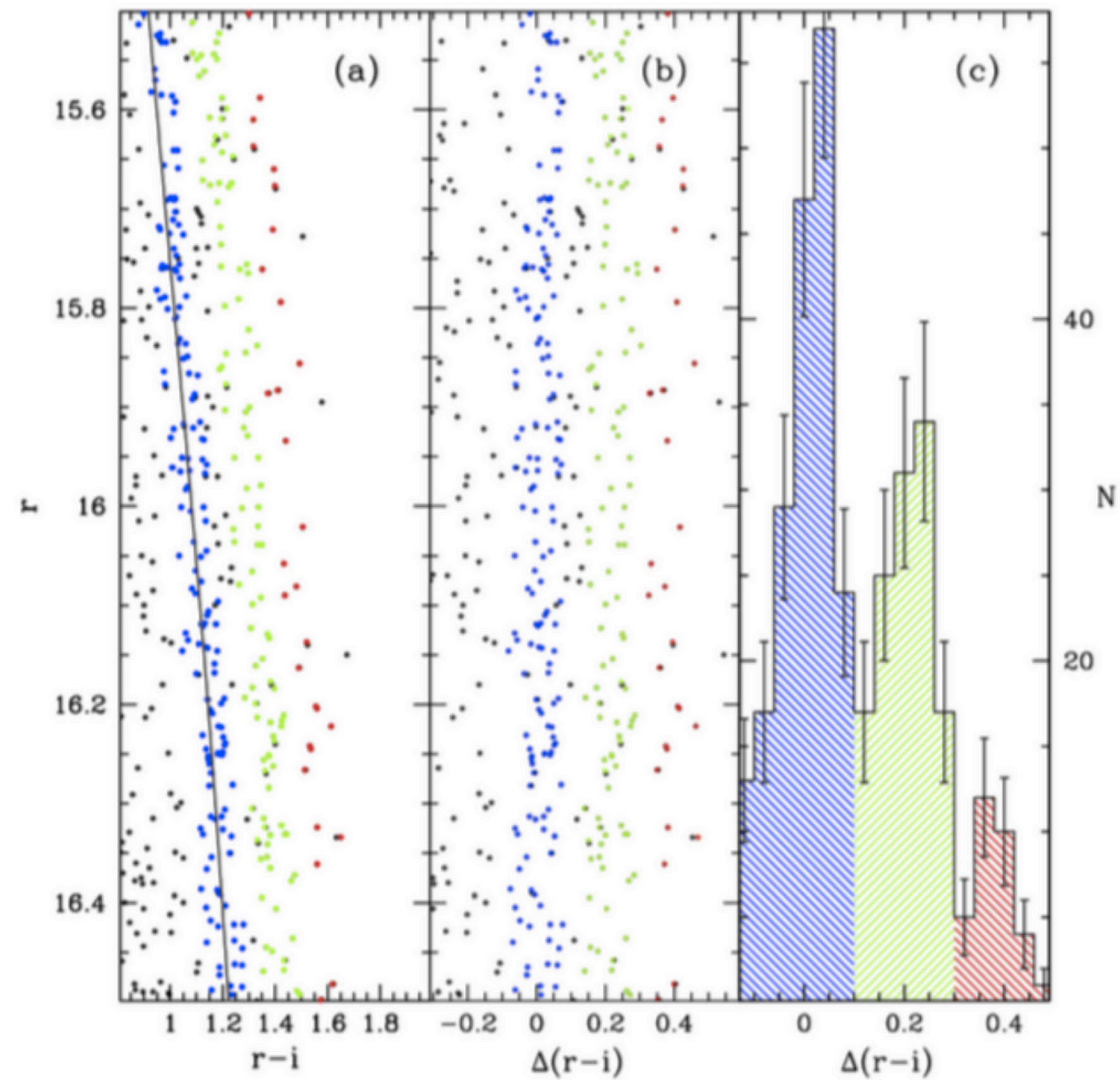
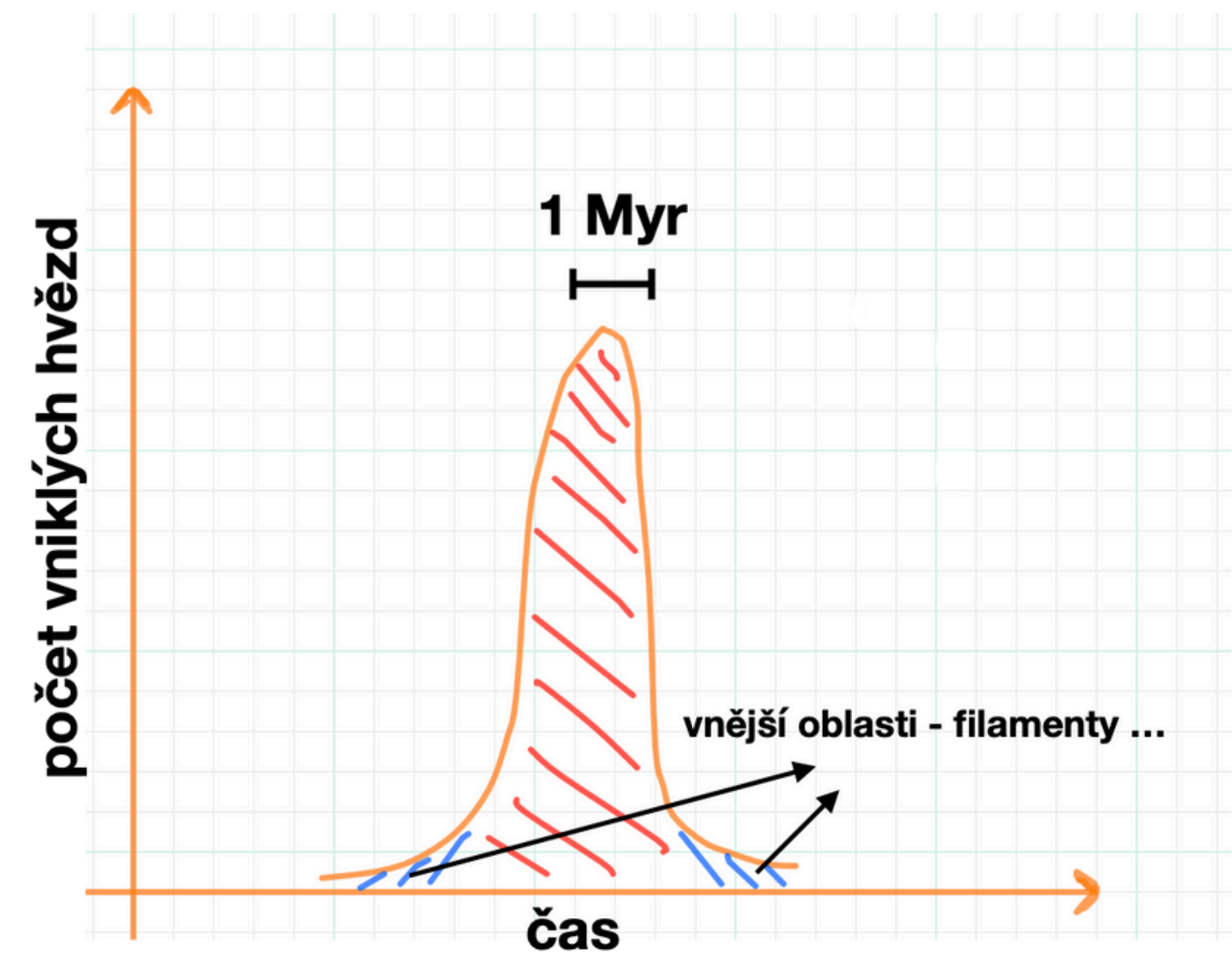


Fig. 2. **a)** Portion of the CMD zoomed on the PMS. The black line shows the mean ridge line of the blue population; **b)** rectification of the CMD shown in panel **a)**; **c)** histogram of the distance in $(r - i)$ color of the PMS stars from the mean ridge line of the bluest population.



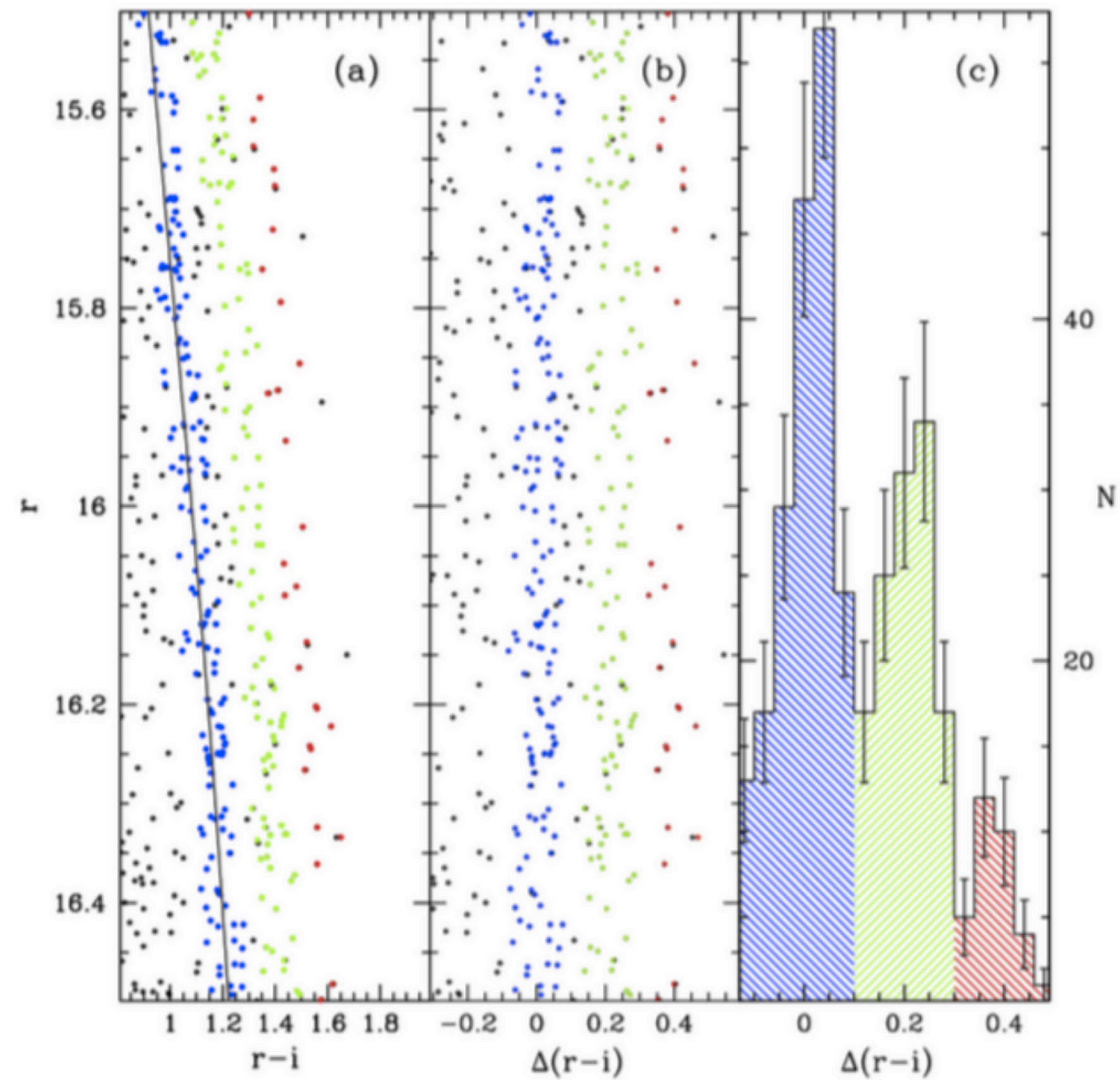
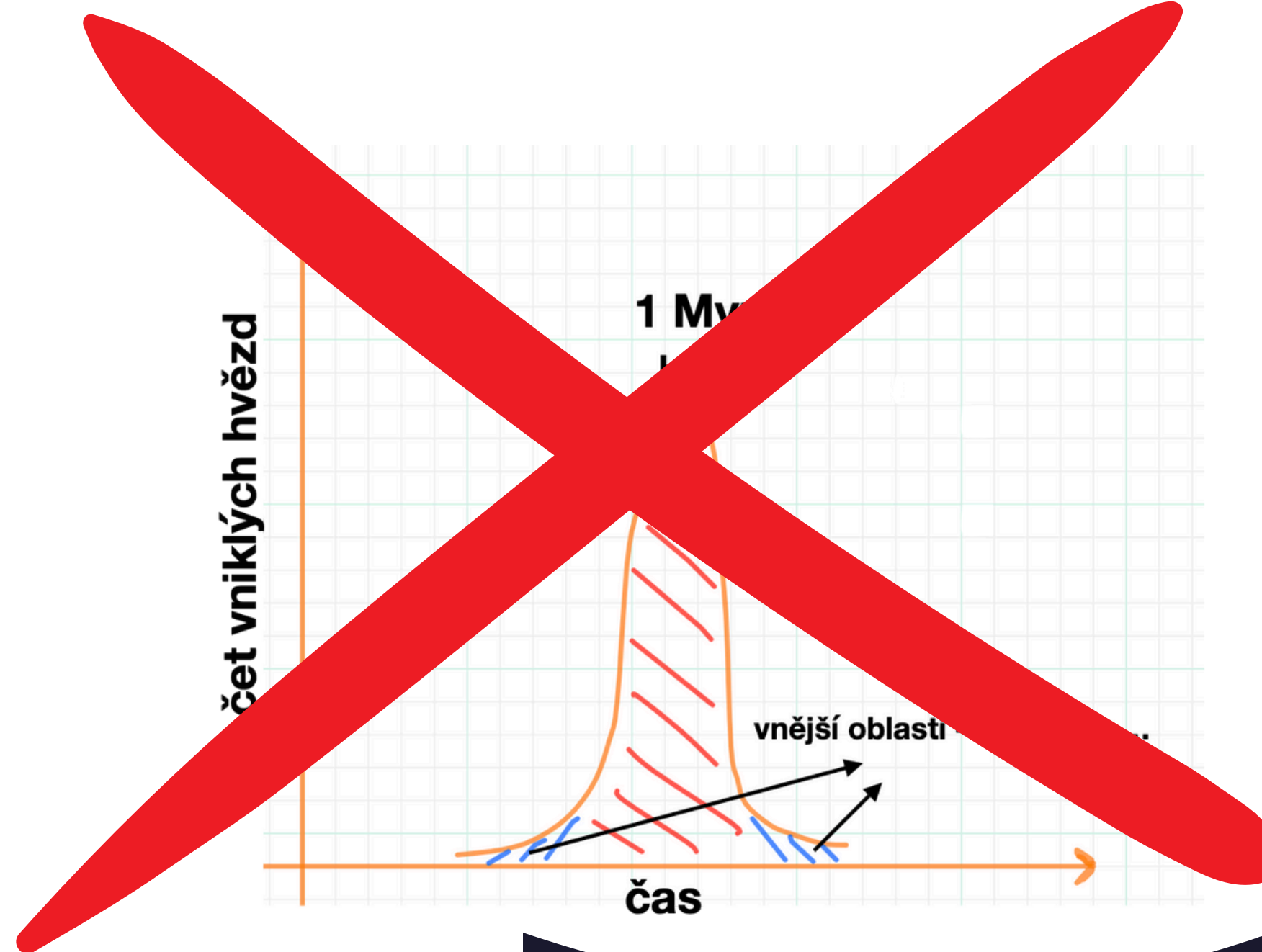
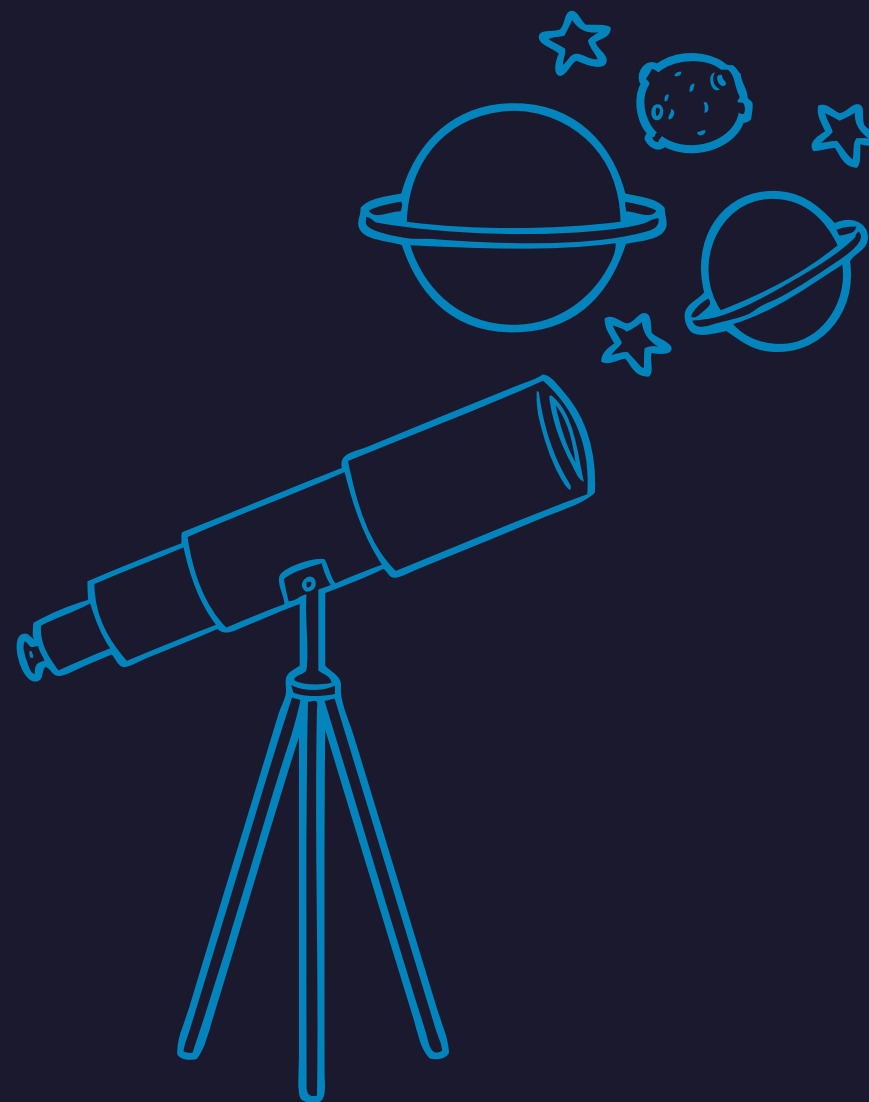
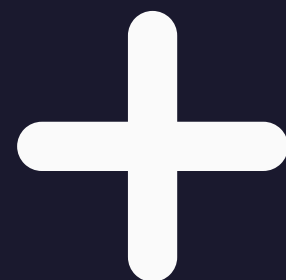


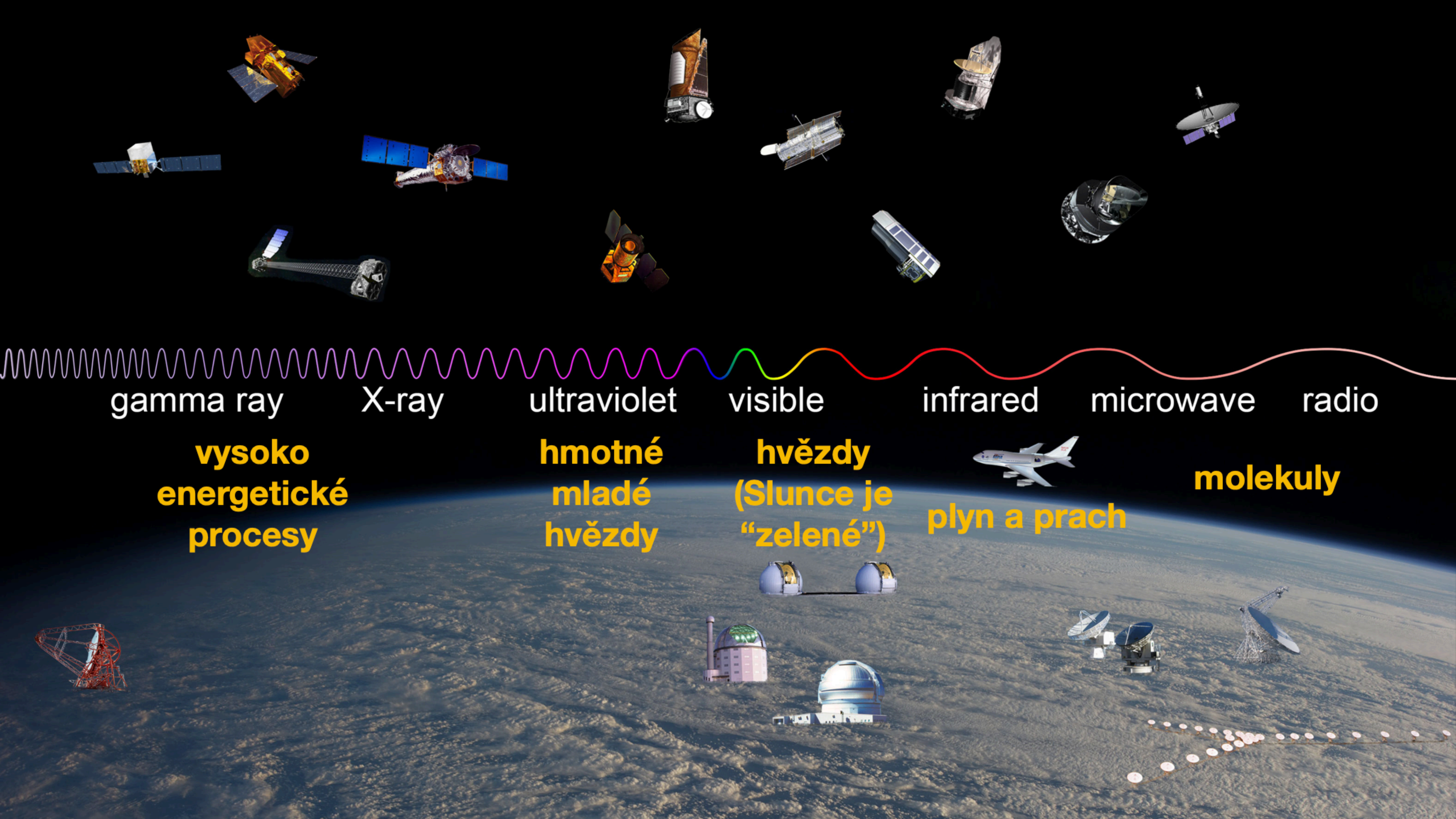
Fig. 2. **a)** Portion of the CMD zoomed on the PMS. The black line shows the mean ridge line of the blue population; **b)** rectification of the CMD shown in panel **a)**; **c)** histogram of the distance in $(r - i)$ color of the PMS stars from the mean ridge line of the bluest population.





**dynamika,
množství**





gamma ray

X-ray

ultraviolet

visible

infrared

microwave

radio

**vysoko
energetické
procesy**

**hmotné
mladé
hvězdy**

**hvězdy
(Slunce je
"zelené")**

plyn a prach

molekuly

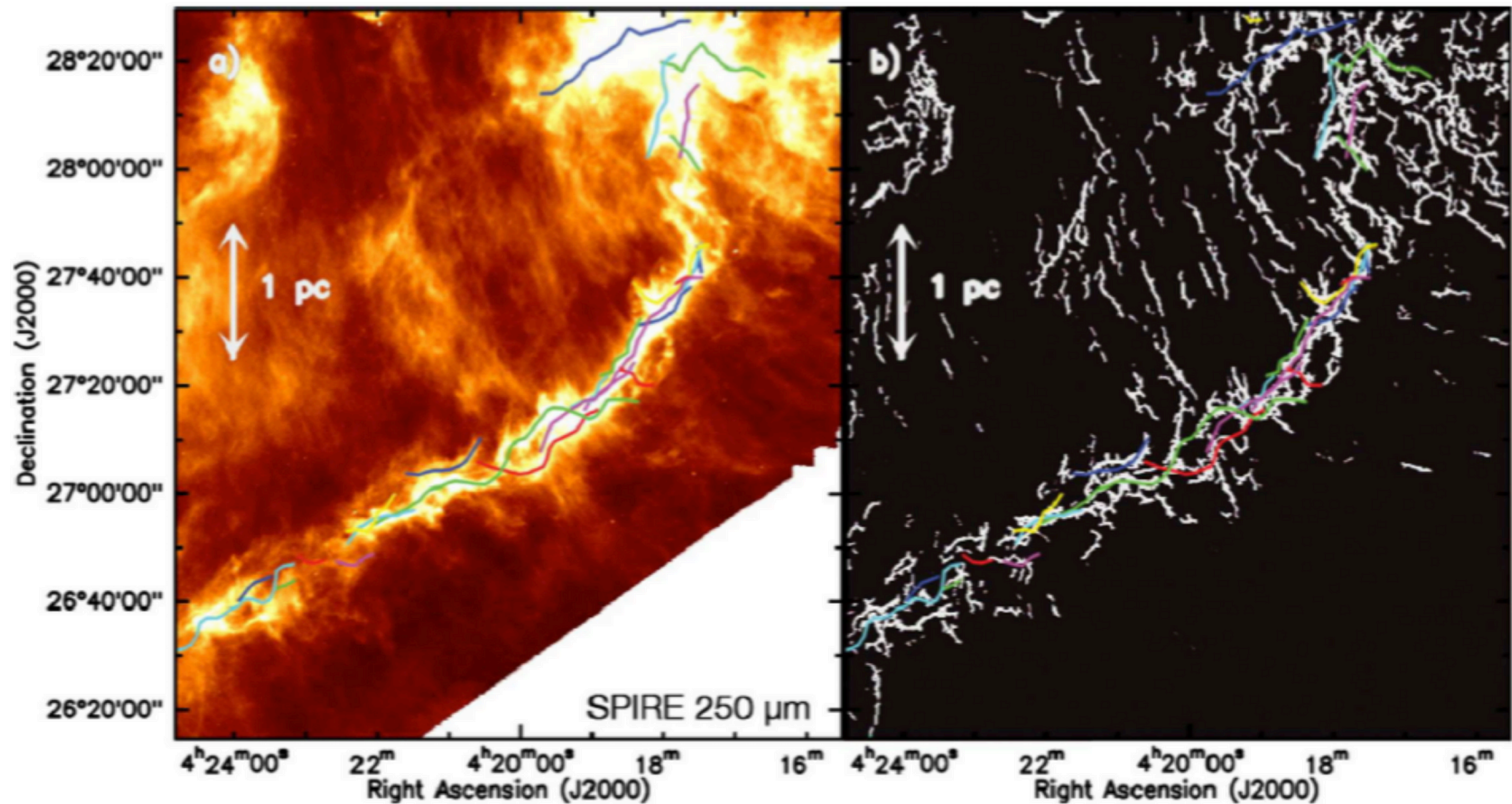
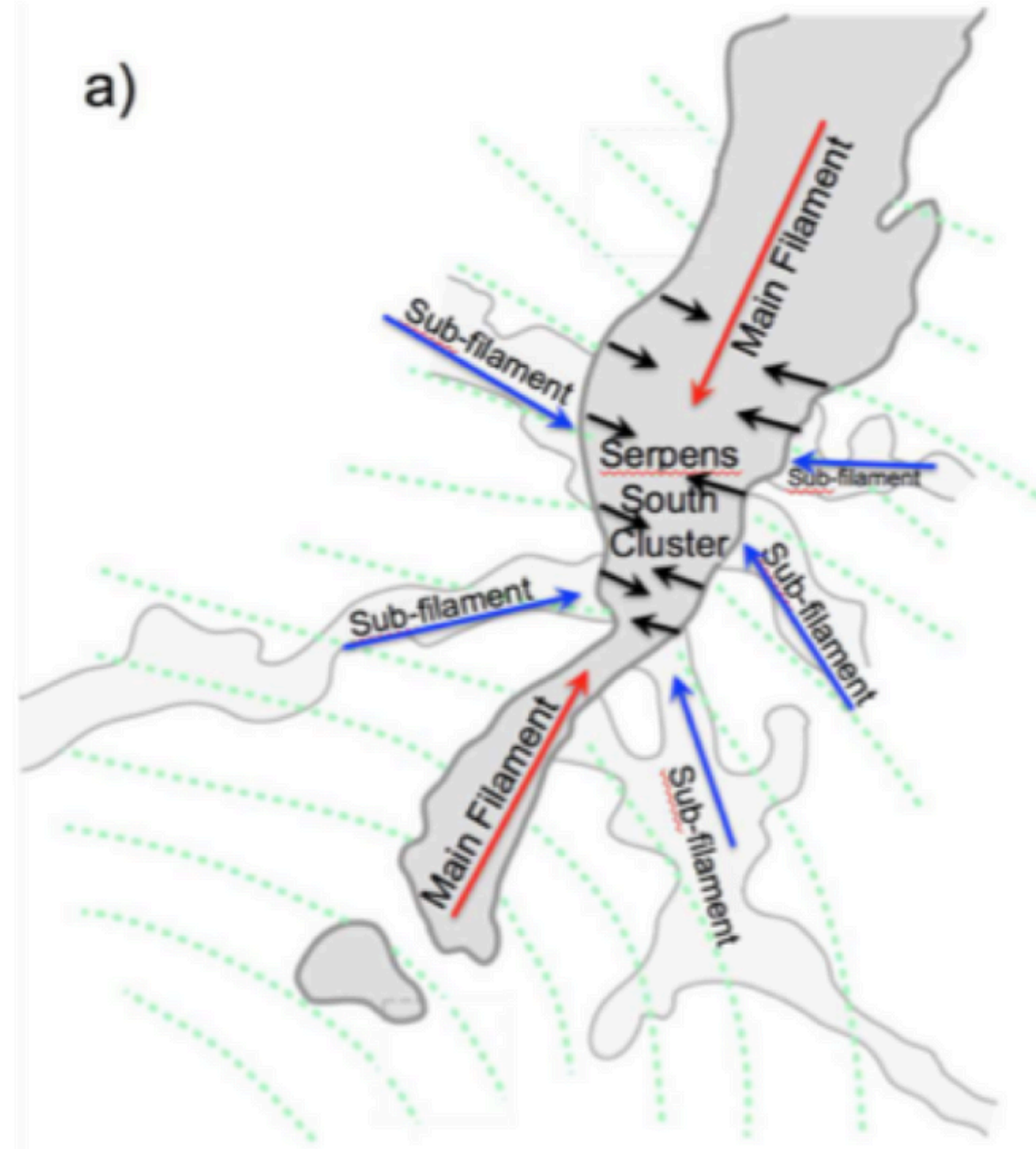


Fig. 2.— (a) *Herschel*/SPIRE 250 μm dust continuum image of the B211/B213/L1495 region in Taurus (*Palmeirim et al.*, 2013). The colored curves display the velocity-coherent “fibers” identified within the B213/B211 filament by *Hacar et al.* (2013) using $\text{C}^{18}\text{O}(1-0)$ observations. (b) Fine structure of the *Herschel*/SPIRE 250 μm dust continuum emission from the B211/B213 filament obtained by applying the multi-scale algorithm *getfilaments* (*Men’shchikov*, 2013) to the 250 μm image shown in panel (a). Note the faint striations perpendicular to the main filament and the excellent correspondence between the small-scale structure of the dust continuum filament and the bundle of velocity-coherent fibers traced by *Hacar et al.* (2013) in C^{18}O (same colored curves as in (a)).



Andre et al. 2014, Protostars and Planets VI

Also Alvaro Hacar's ALMA observations

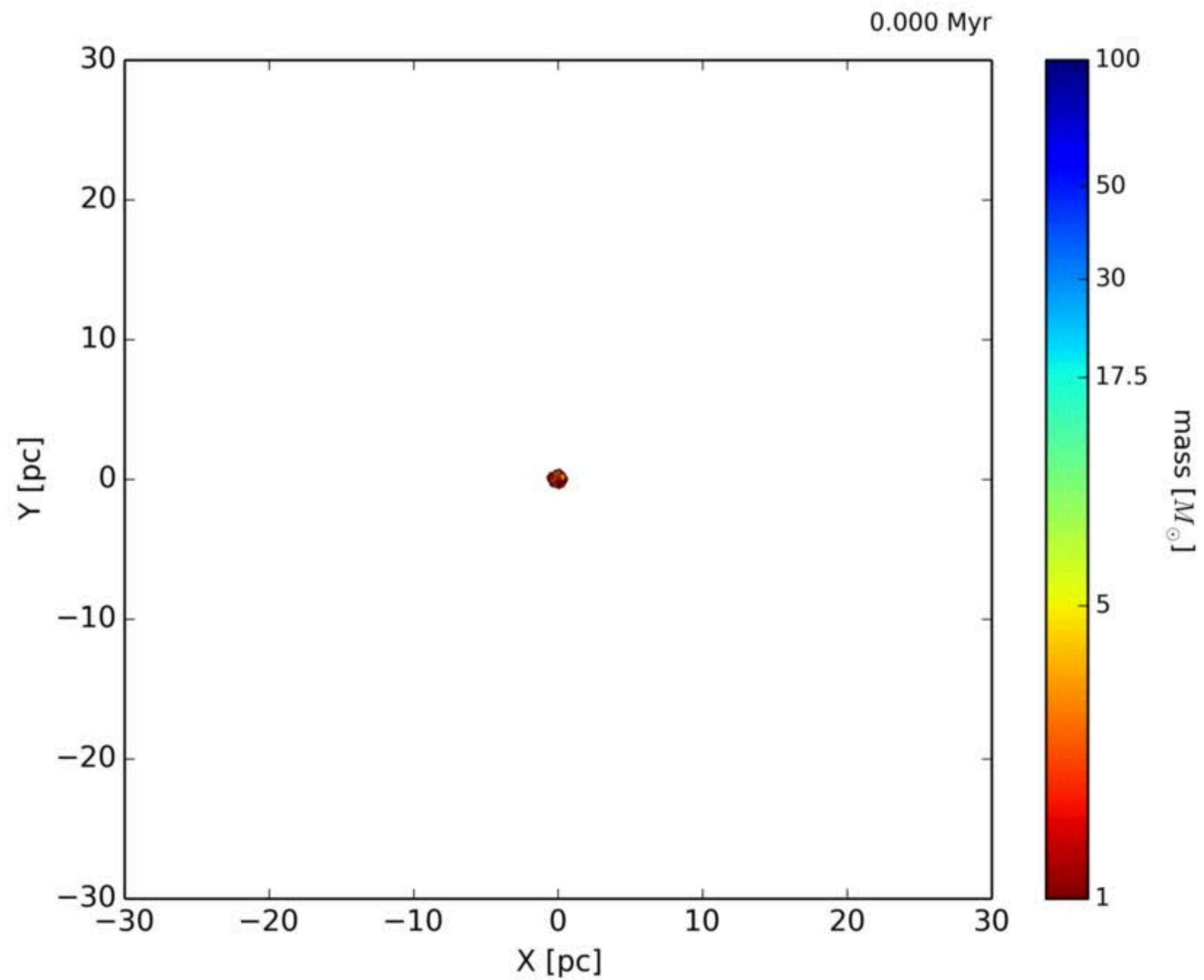
Hacar+ 2017,2018

Adele Plunkett from ESO, Santiago

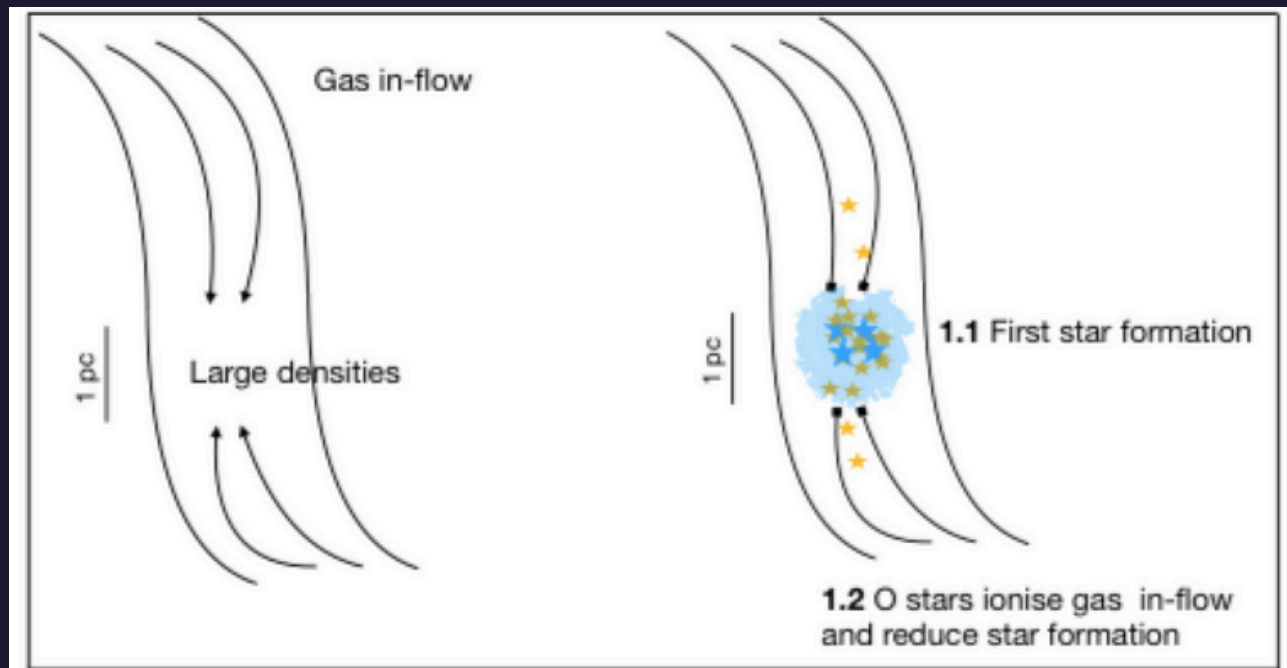
ALMA observations of primordial mass segregation

Plunkett+,2018,A&A

Fig. 9.— (a) Sketch of the typical velocity field inferred from line observations (e.g., *H. Kirk et al.*, 2013) within and around a supercritical filament (here Serpens-South in the Aquila complex – adapted from *Sugitani et al.*, 2011): Red arrows mark longitudinal infall along the main filament; black arrows indicate radial contraction motions; and blue arrows mark accretion of background cloud material through striations or subfilaments, along magnetic field lines (green dotted lines from *Sugitani et al.*).



**dynamika,
množství**



Kroupa, Jerabkova et al. (2018, A&A), Jerabkova et al (2019)

Vznik první hvězdné populace : <1 Myr

ideální množství plynu

(1000-6000 M_{sun}/yr)

formuje 300-2000 M_{sun}

$\Rightarrow$ 2-několik hmotných hvězd

Kroupa, Jerabkova et al. (2018, A&A), Jerabkova et al (2019)

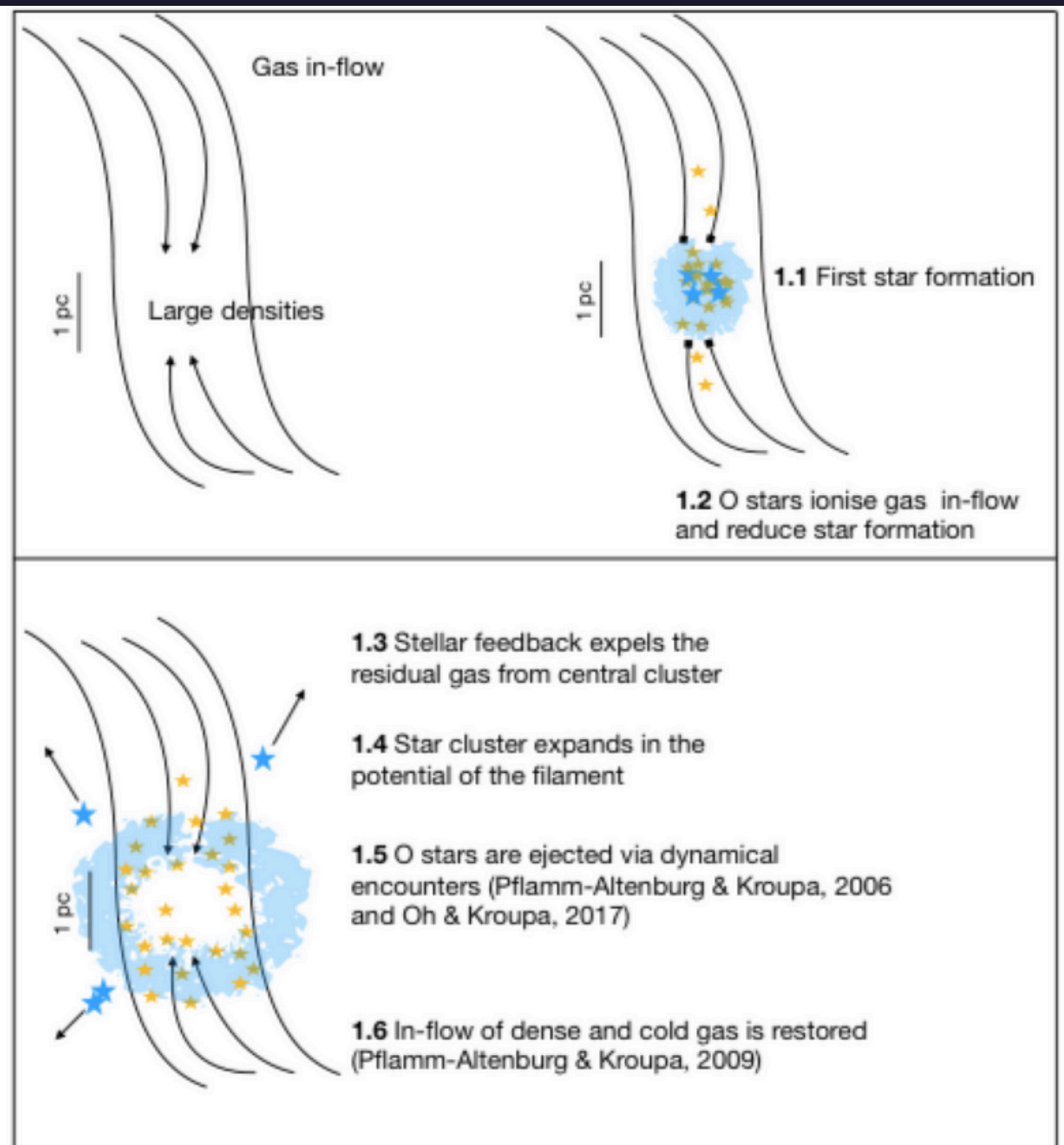
Vznik první hvězdné populace : <1 Myr

ideální množství plynu

(1000-6000 M_{sun}/yr)

formuje 300-2000 M_{sun}

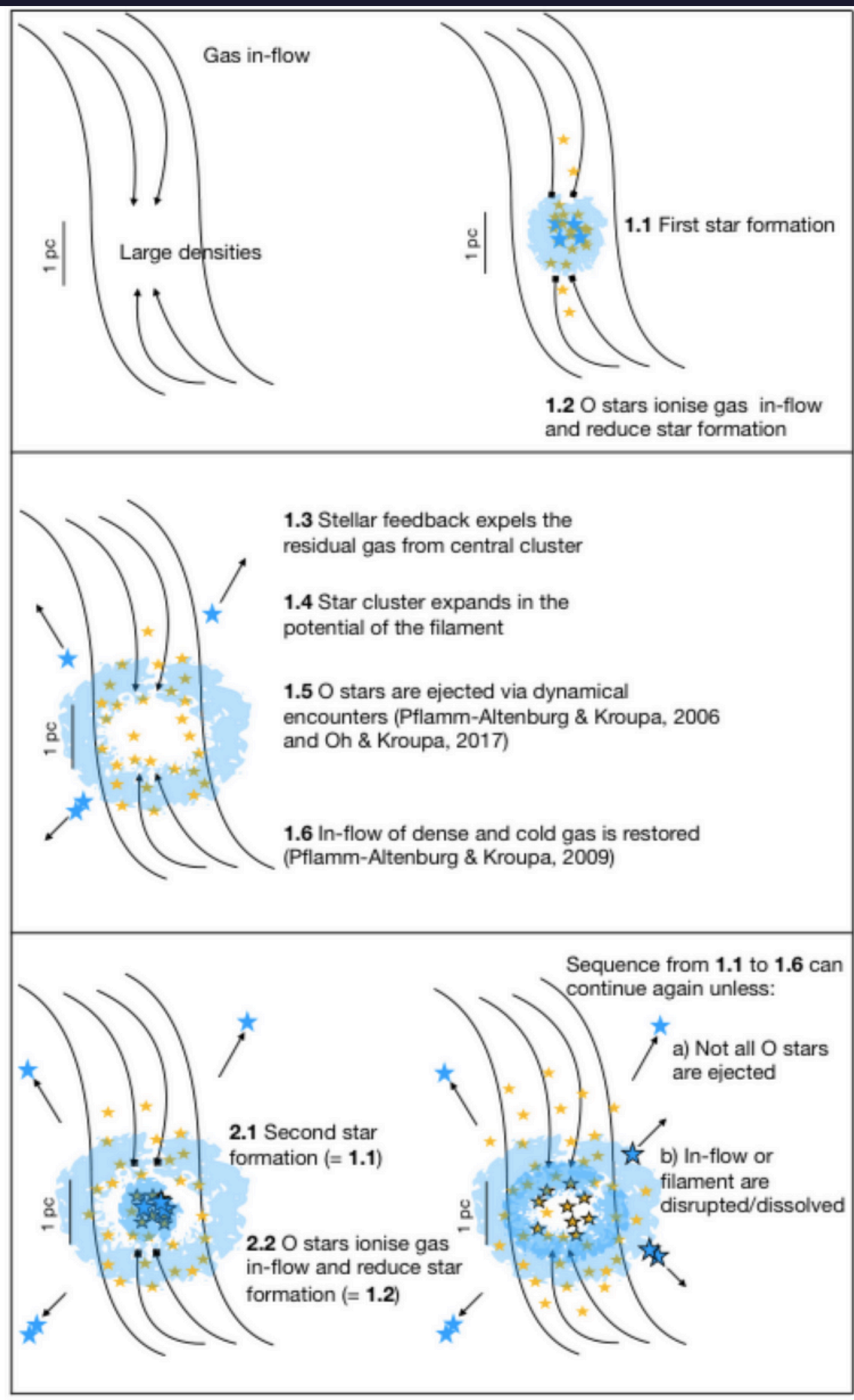
$\Rightarrow$ 2-několik hmotných hvězd



Hmotné vězdy přeruší formování dalších hvězd,
ale navzájem se “vystřelí” ven během 1 Myr.

Kroupa, Jerabkova et al. (2018, A&A), Jerabkova et al (2019)

Vznik první hvězdné populace : <1 Myr
ideální množství plynu
(1000-6000 M_{sun}/yr)
formuje 300-2000 M_{sun}
 $\Rightarrow$ 2-několik hmotných hvězd



Hmotné vězdy přeruší formování dalších hvězd, ale navzájem se “vystřelí” ven během 1 Myr.

Plyn rekombinuje (molekulární oblaka mají životnost 10Myr) a další hvězdná generace může vzniknout.

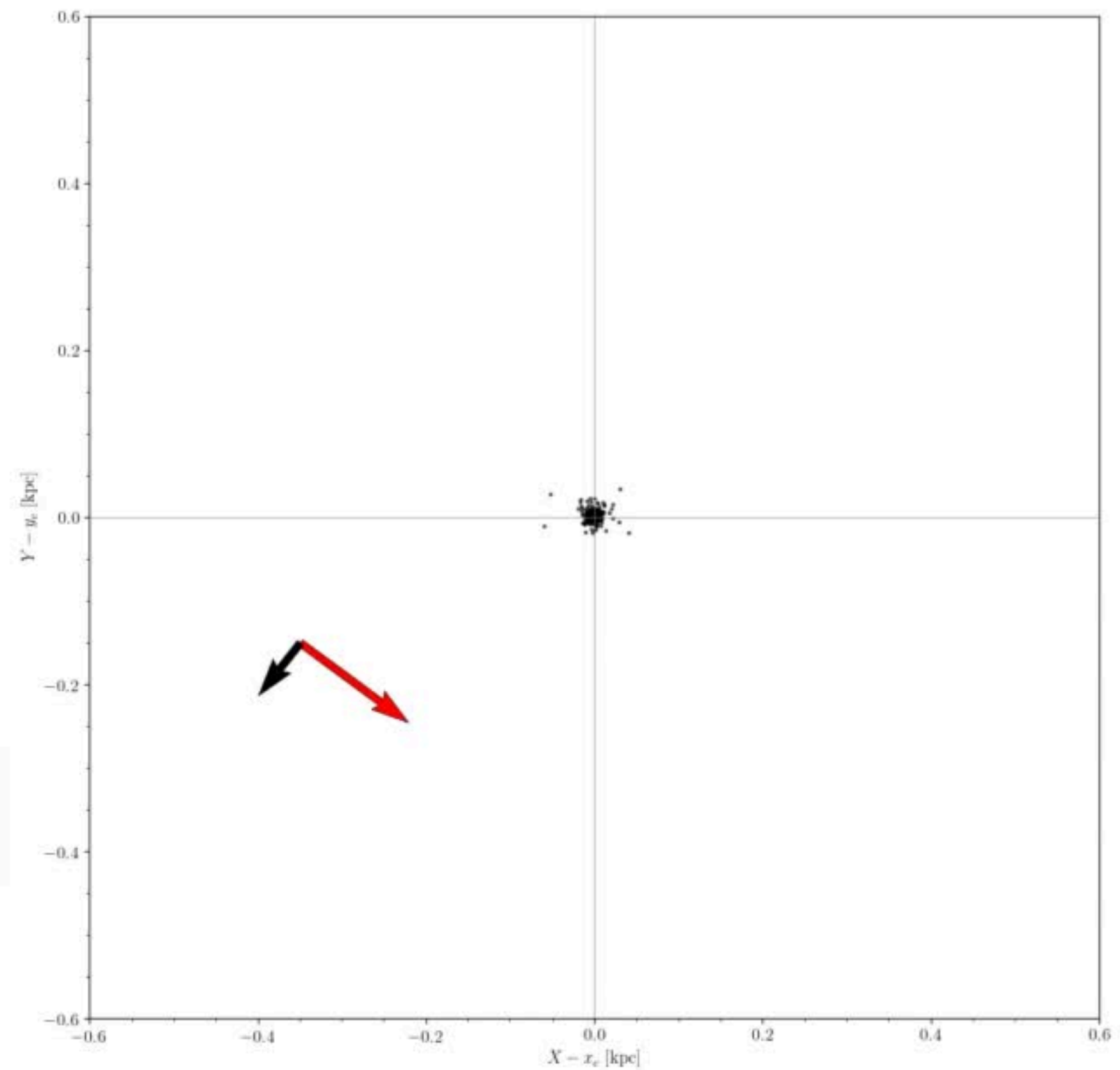
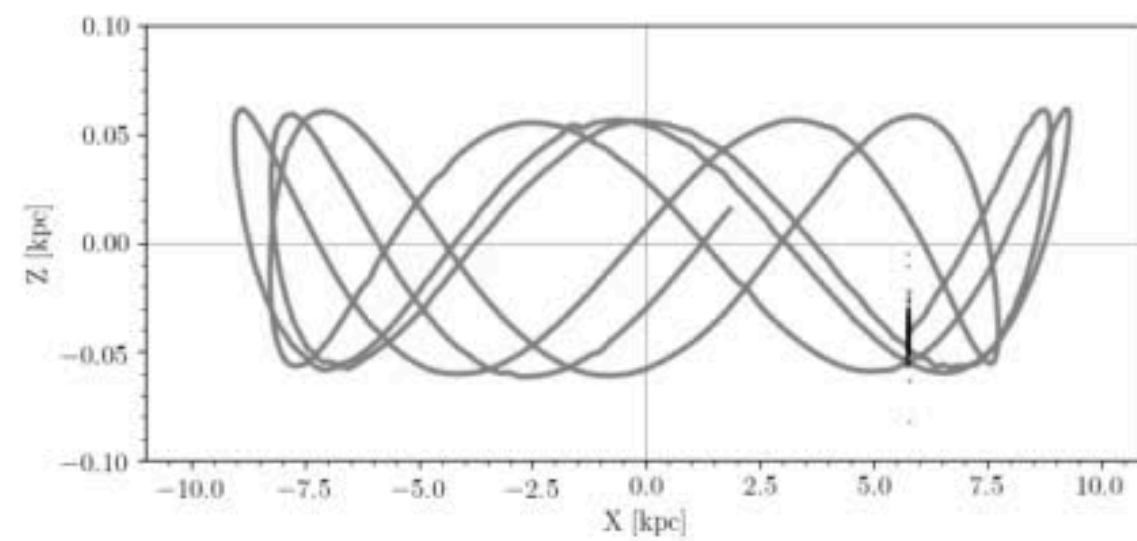
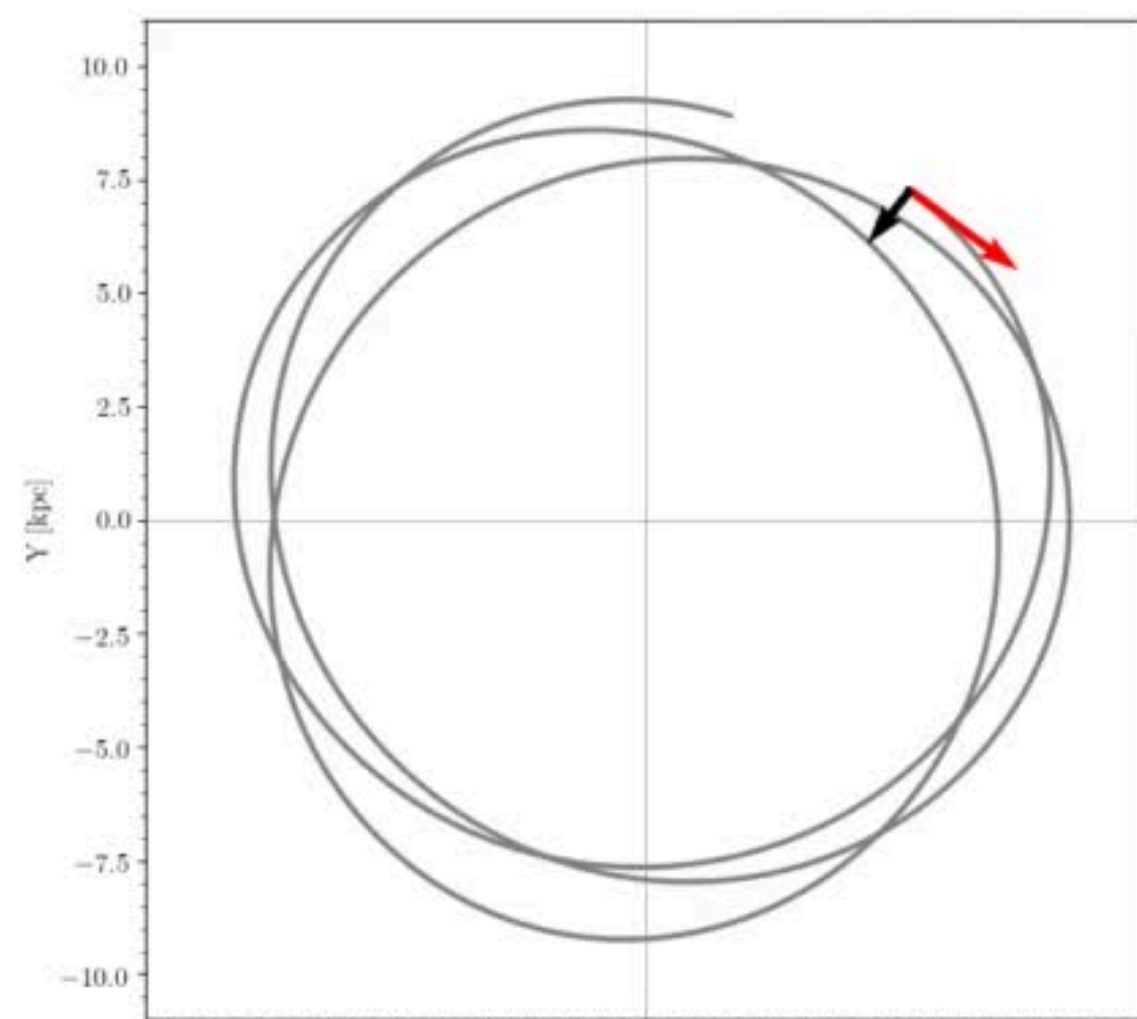
Pleiades, 100 Myr

Hyades, 600 Myr

ONC in Orion, 1 Myr

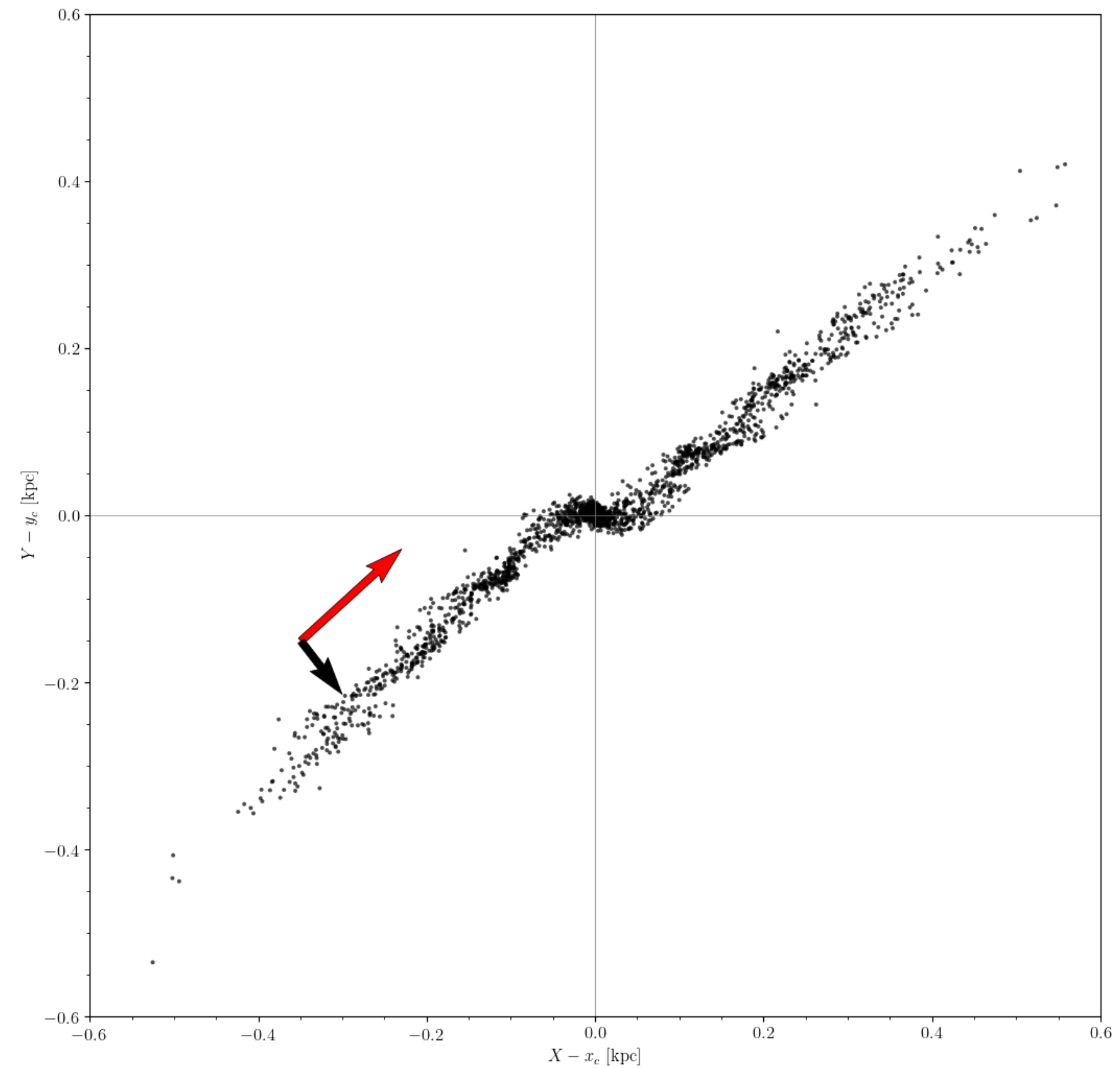
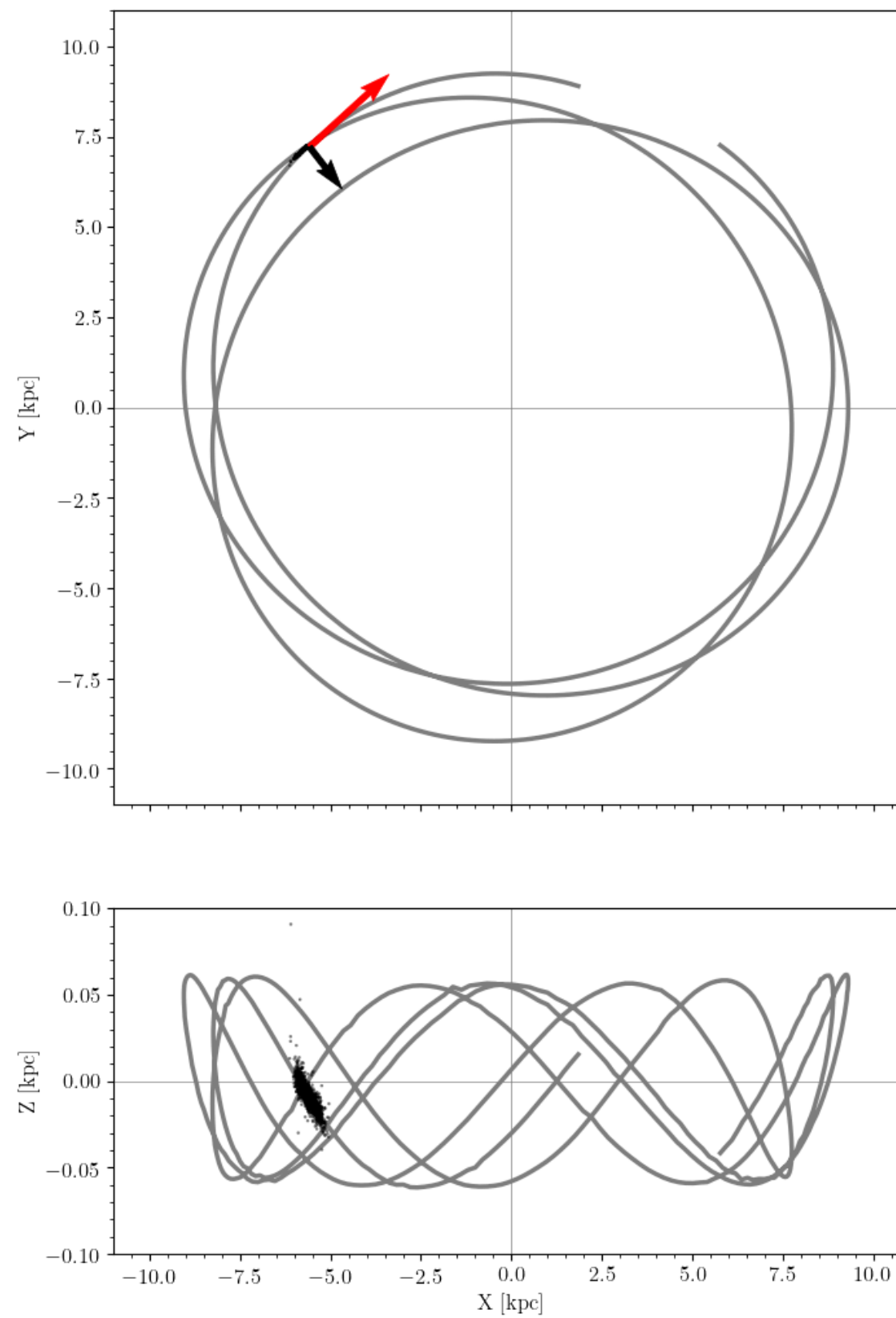
Anton Seleznev
— PHOTOGRAPHY —

Evolution of Hyades tidal tail on realistic orbit, time= 1 Myr



Všechny hvězdokupy se
postupně rozpadají a tvoří
hvězdnou populaci Galaxie

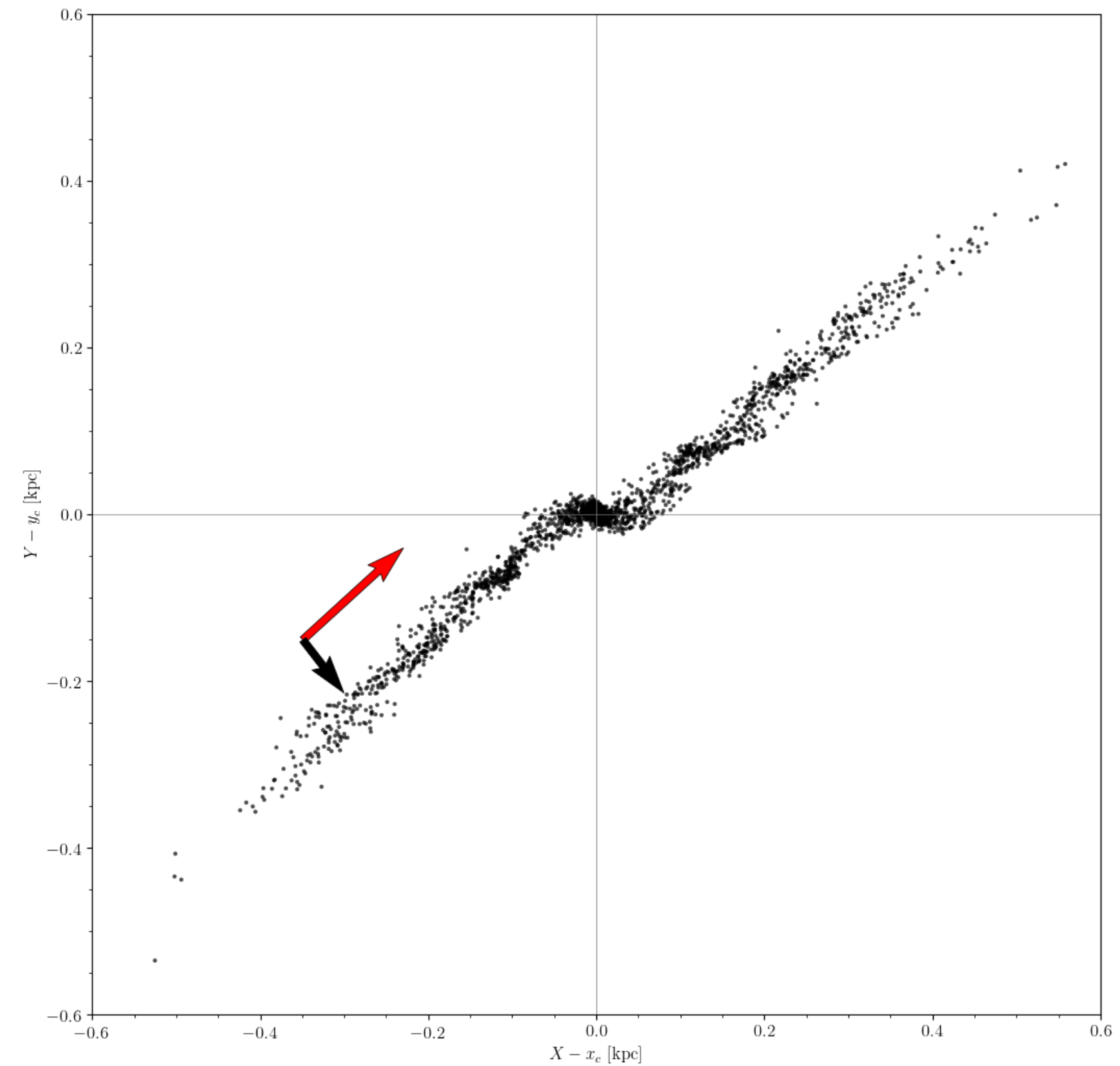
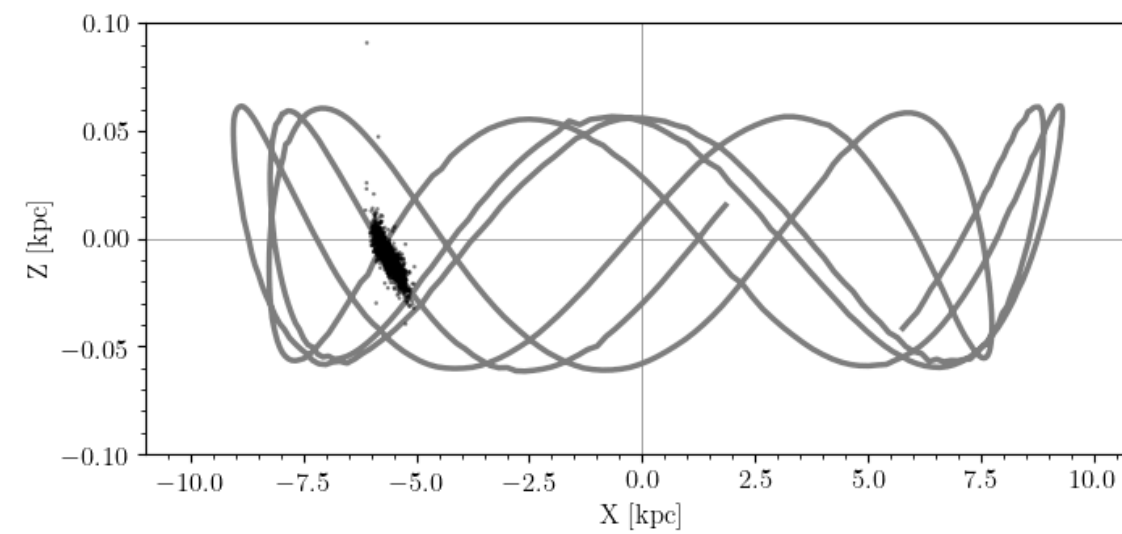
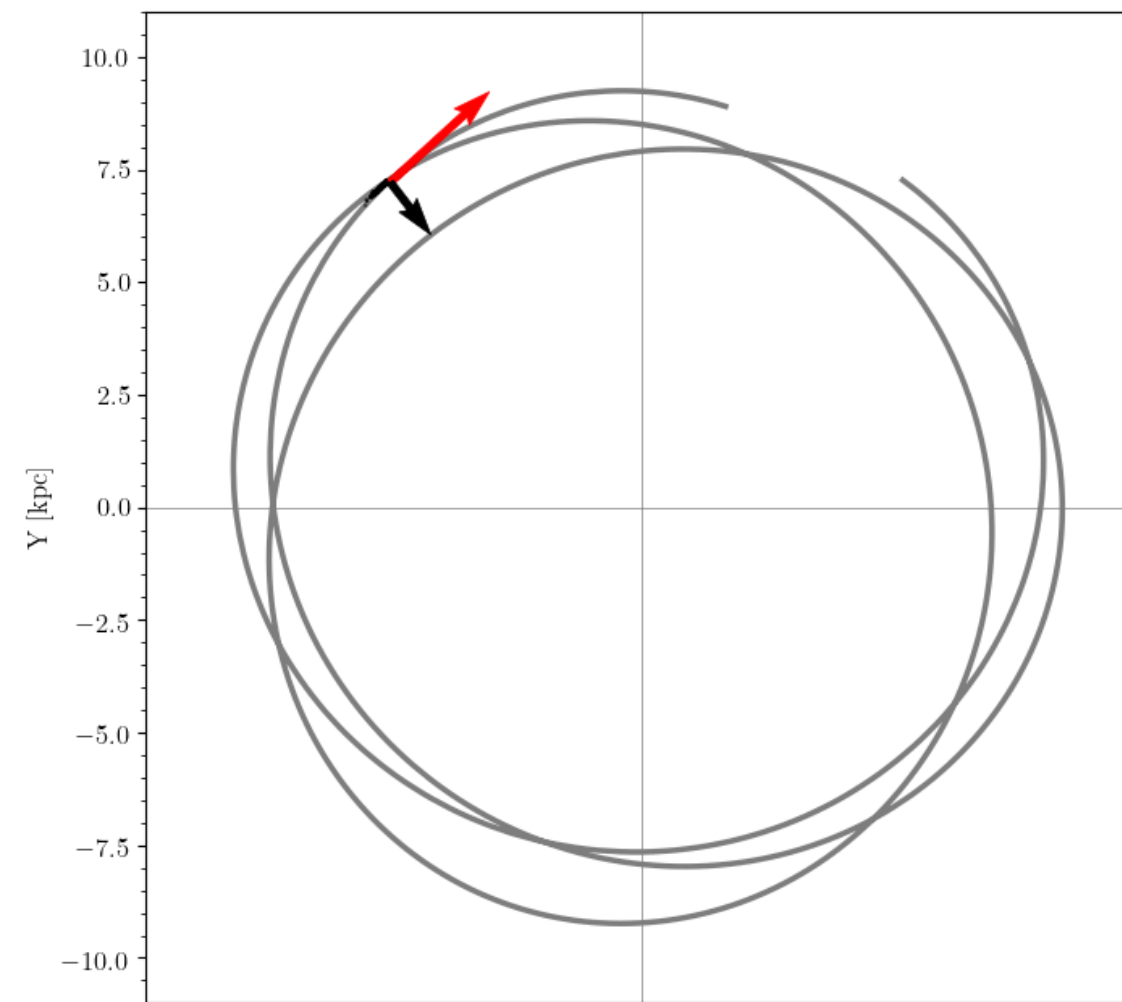
Evolution of Hyades tidal tail on realistic orbit, time= 661 Myr



Evolution of Hyades tidal tail on realistic orbit, time= 661 Myr

Všechny hvězdokupy se postupně rozpadají a tvoří hvězdnou populaci Galaxie

Galaktické slapové síly tvarují hvězdy, které opouštějí hvězdokupu, do slapových ohonů

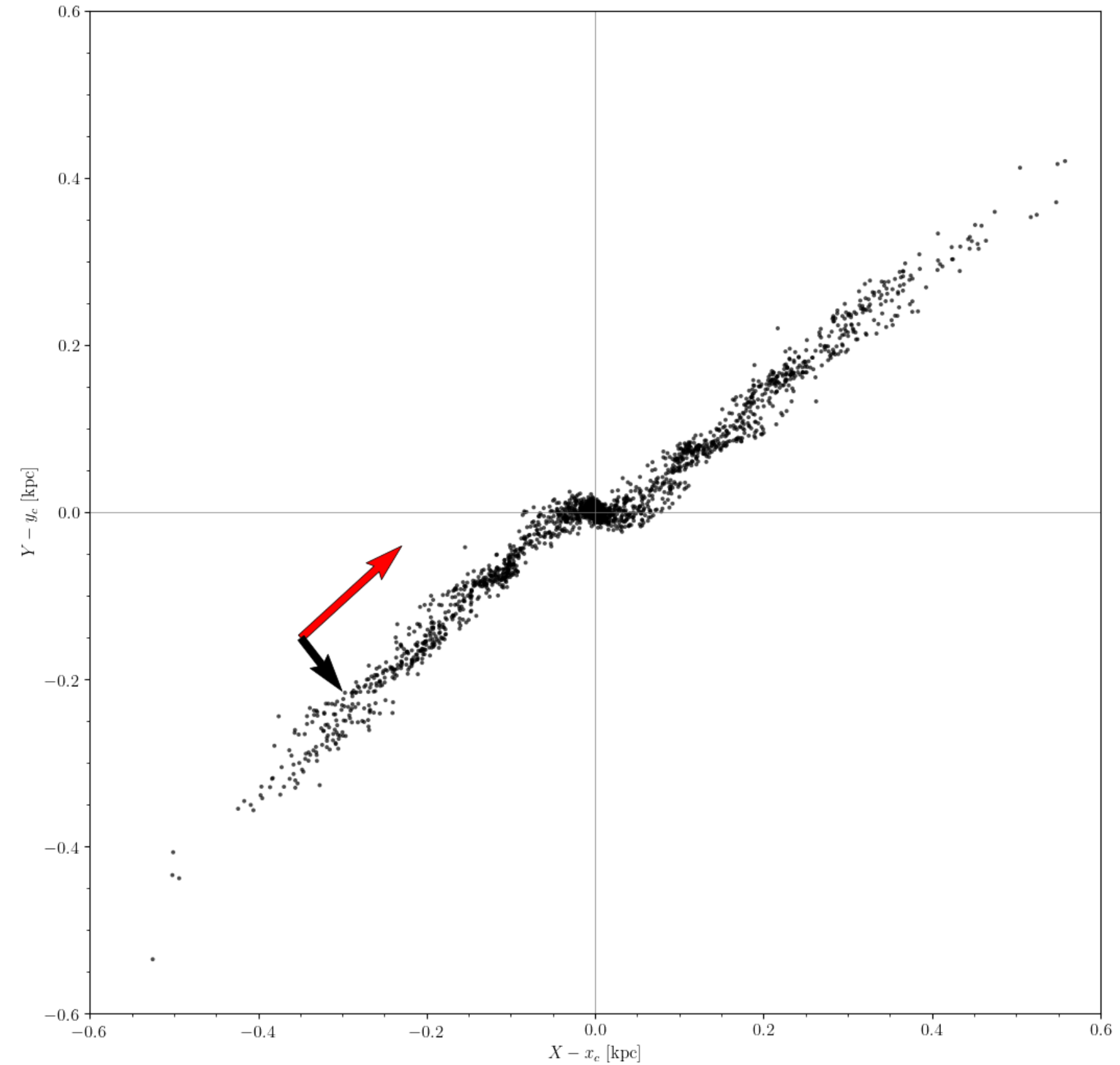
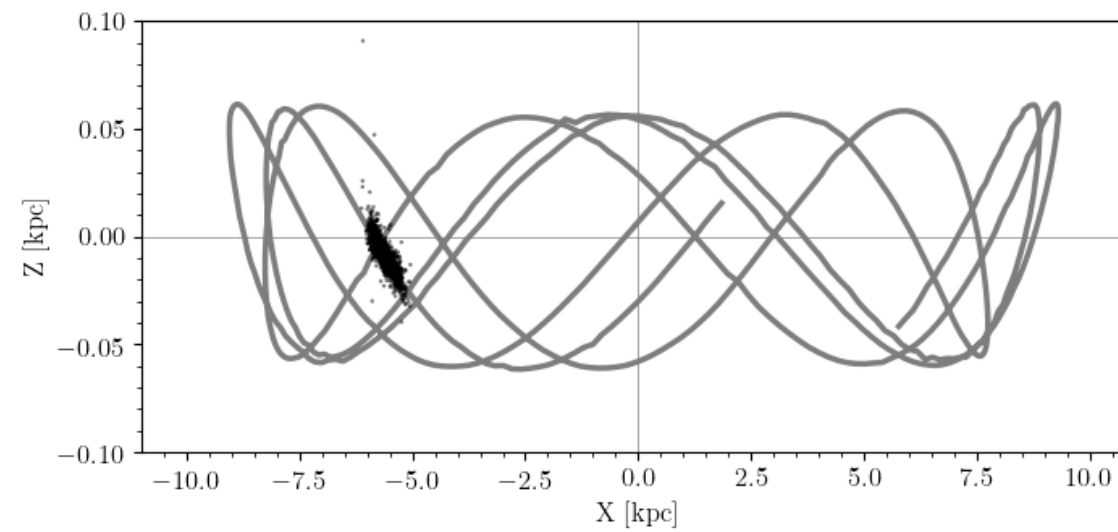
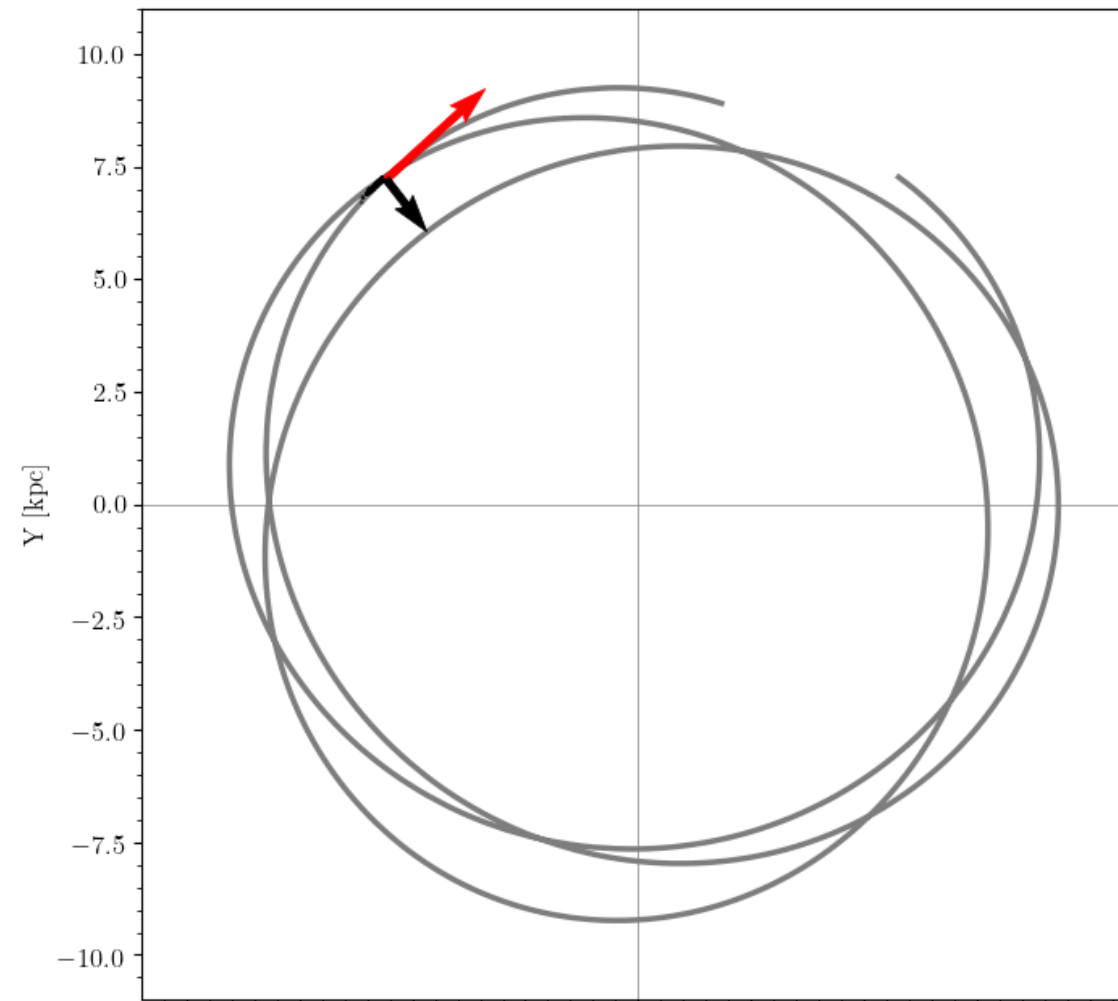


Evolution of Hyades tidal tail on realistic orbit, time= 661 Myr

Všechny hvězdokupy se postupně rozpadají a tvoří hvězdnou populaci Galaxie

Galaktické slapové síly tvarují hvězdy, které opouštějí hvězdokupu, do slapových ohonů

Slapové ohony propojují hvězdy, hvězdokupy a Galaxii jako takovou



Vidíme hvězdokupy a
hvězdy, ale kde jsou
slapové ohony?

Pleiades, 100 Myr

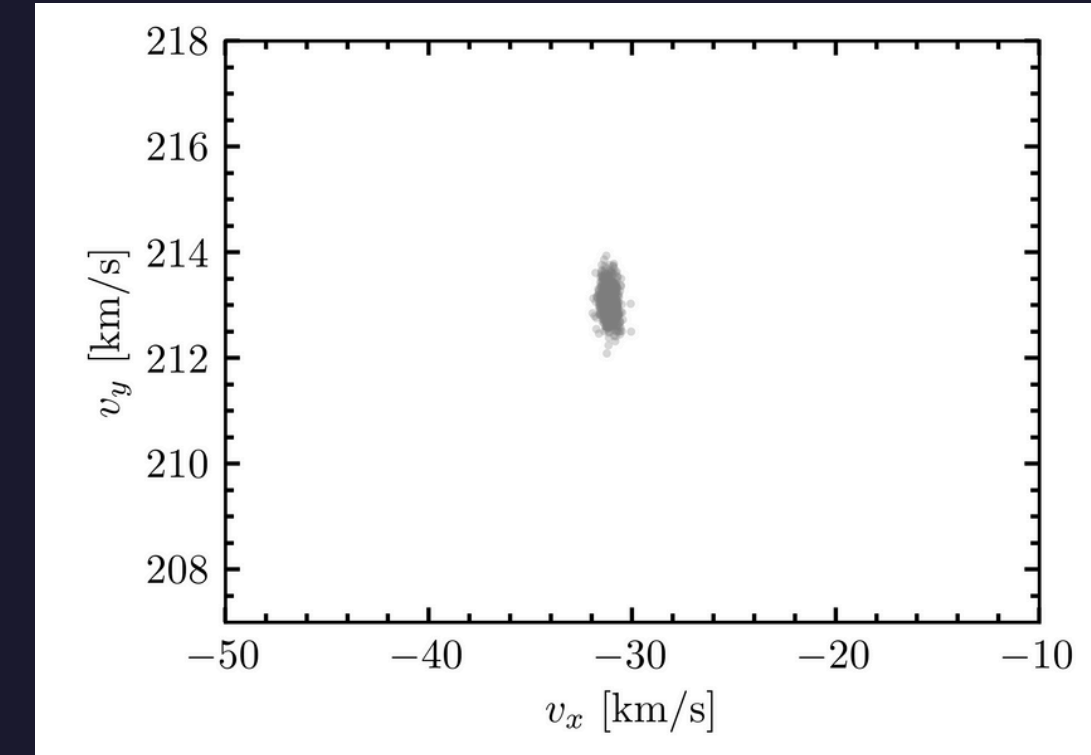
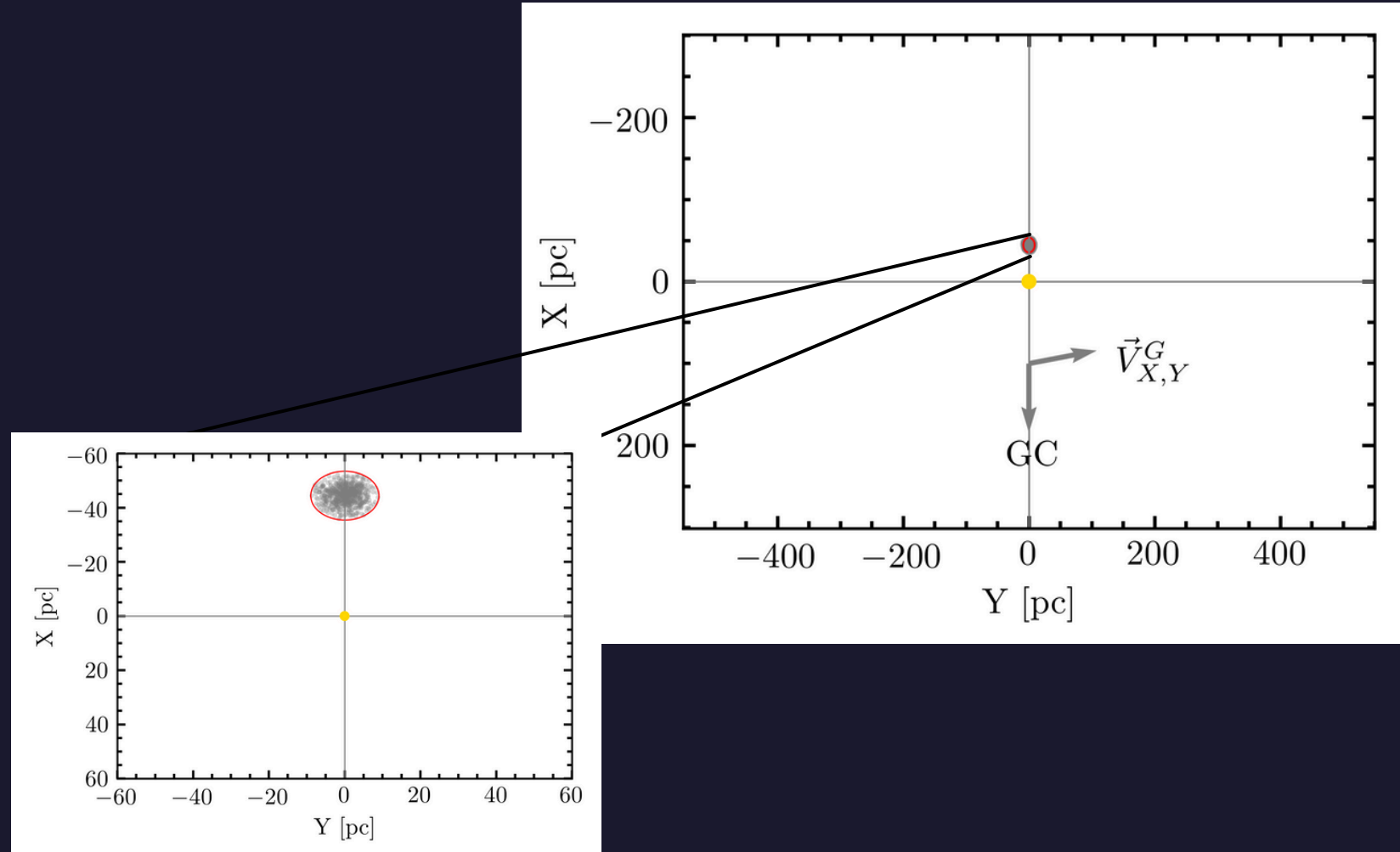
Hyades, 600 Myr

ONC in Orion, 1 Myr

Anton Seleznev
— PHOTOGRAPHY —

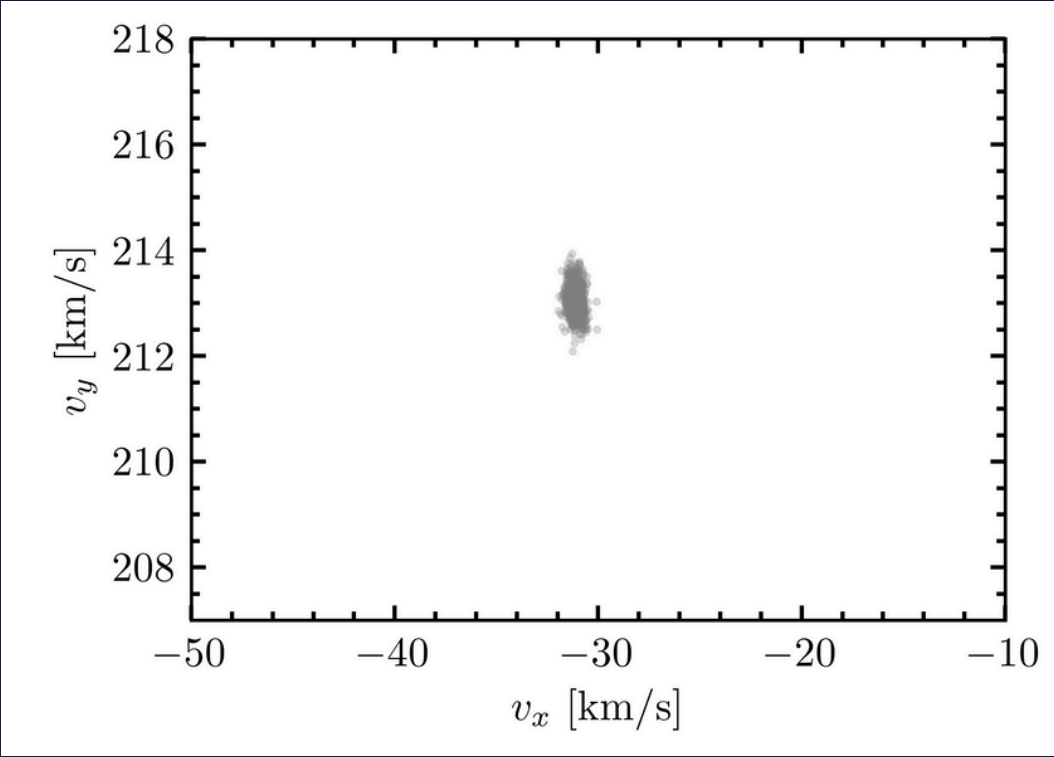
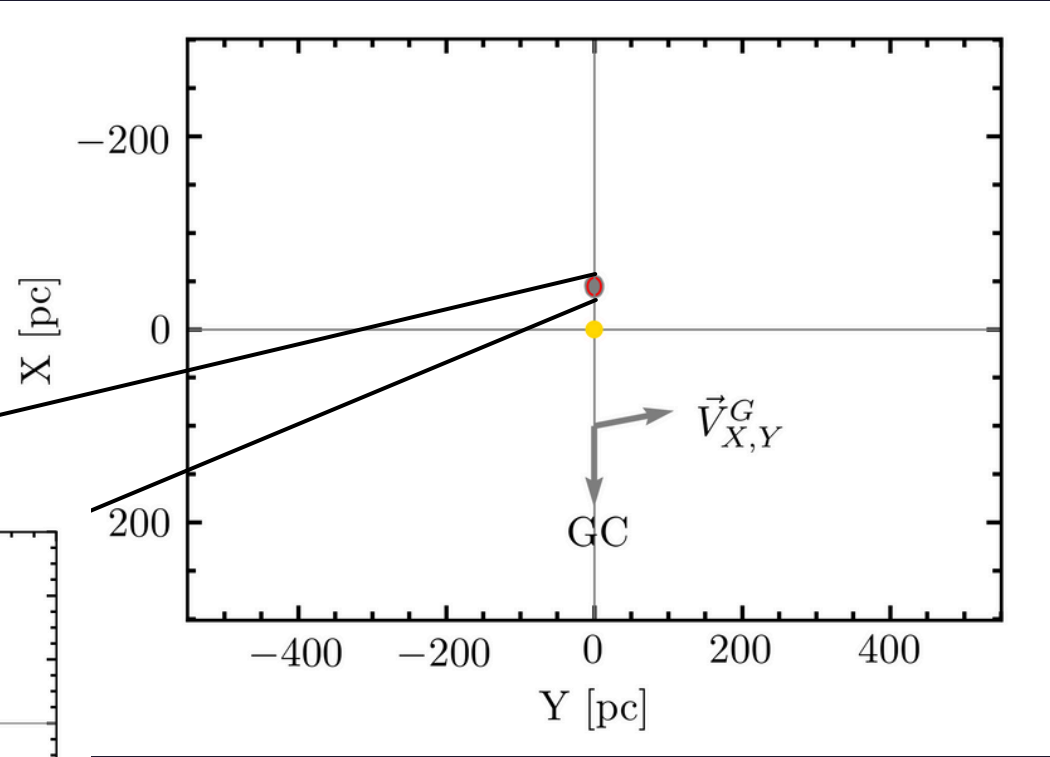
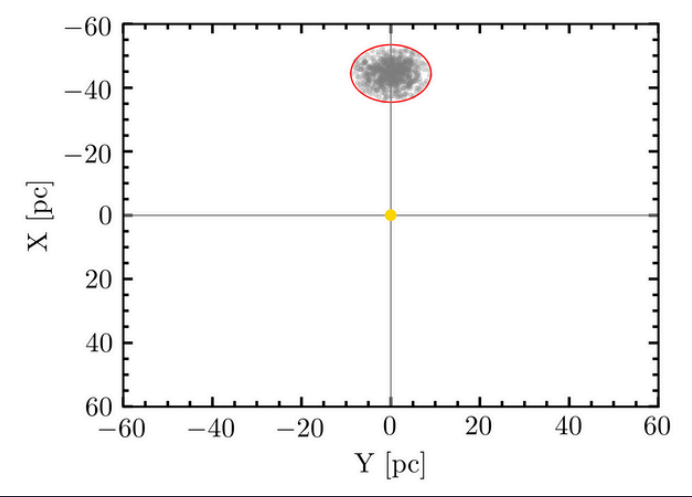
Jak hledáme hvězdokupy?

Počítačová simulace

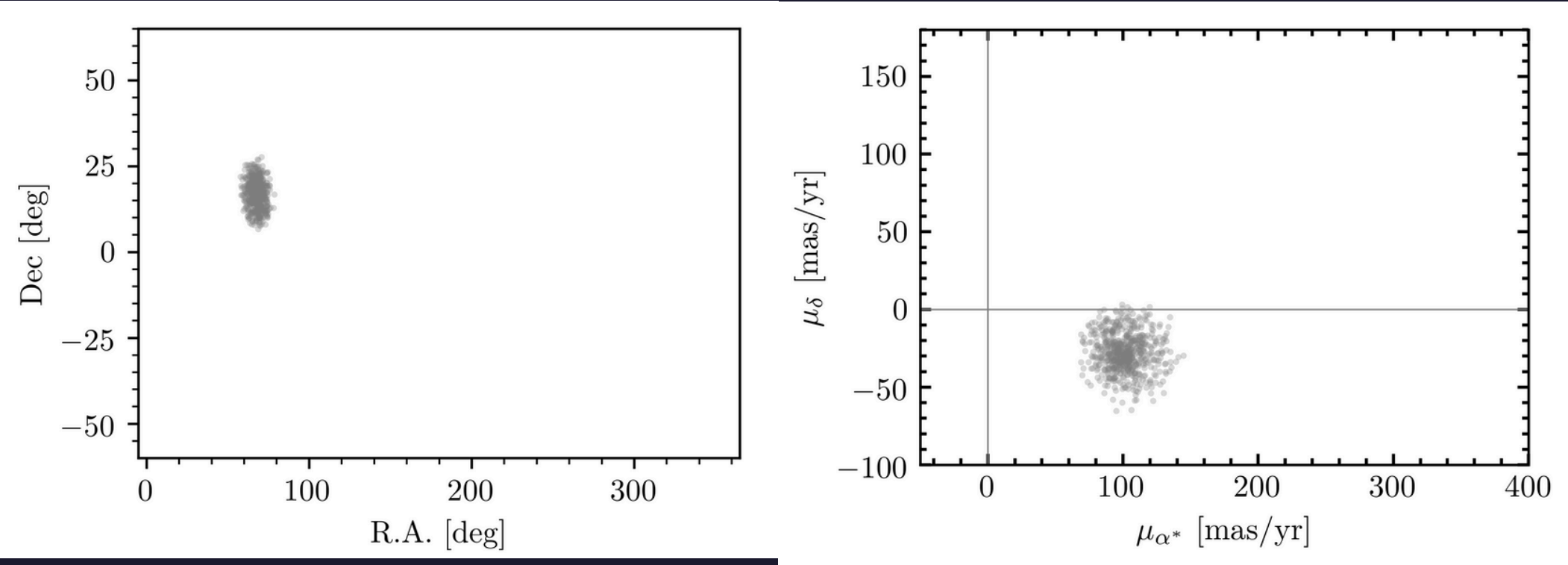


Jak hledáme hvězdokupy?

Počítačová simulace

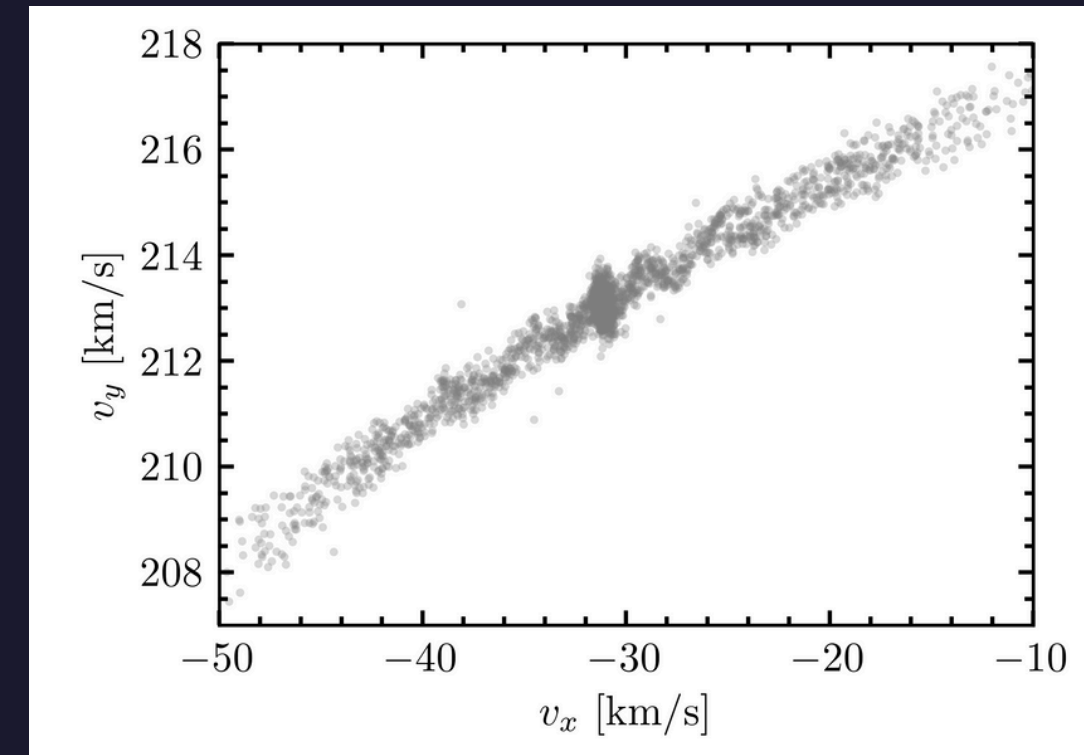
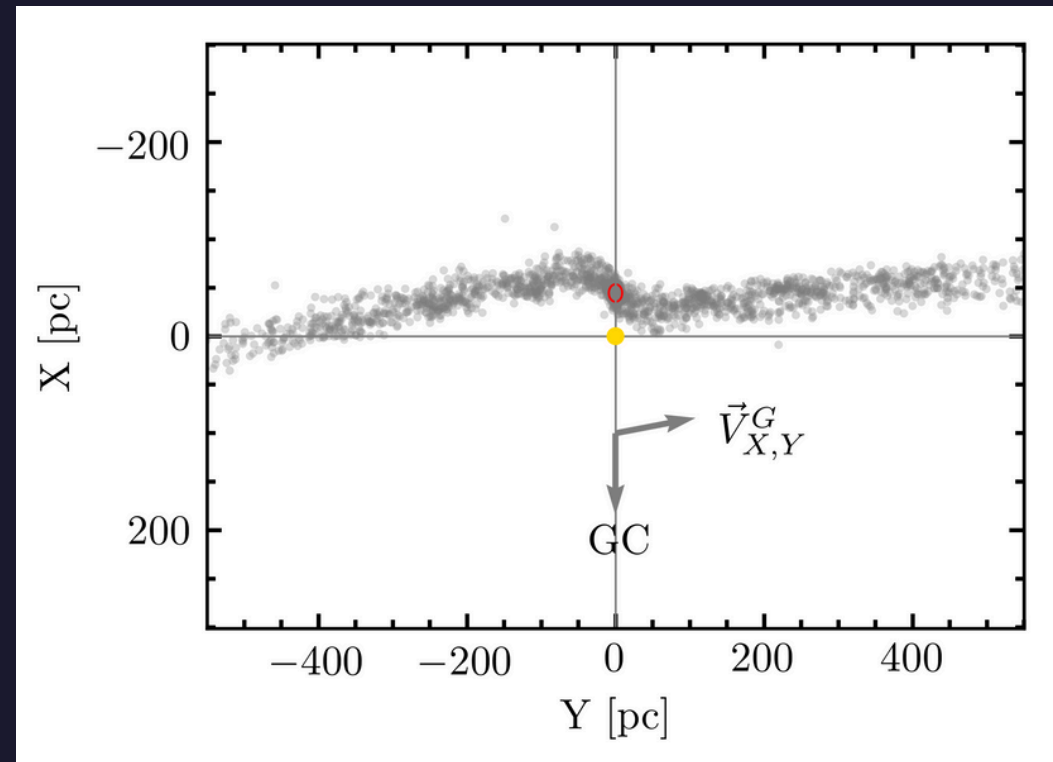


Projekce na oblohu



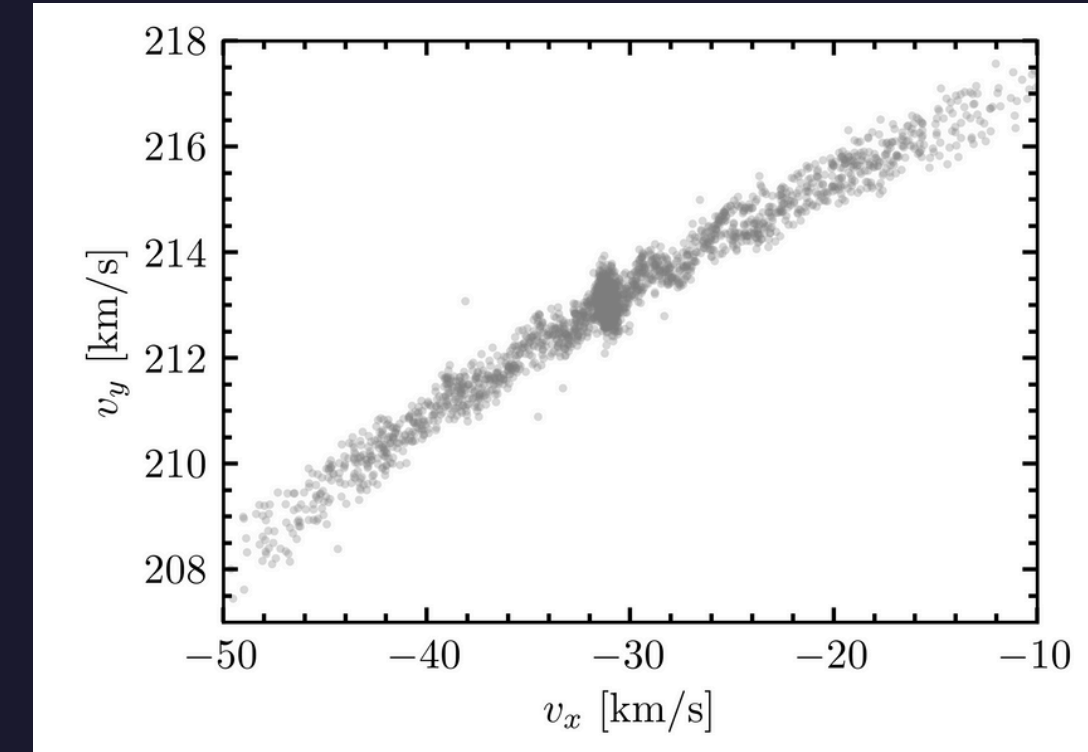
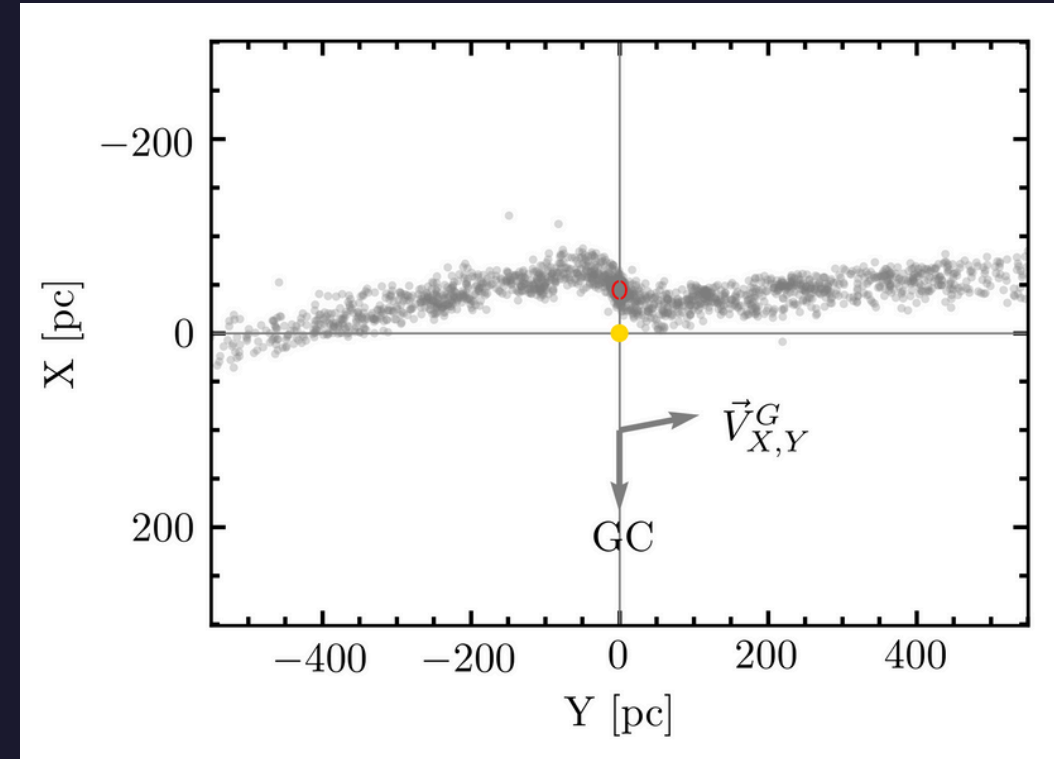
Jak vypadají slapové ohony?

Počítačová simulace

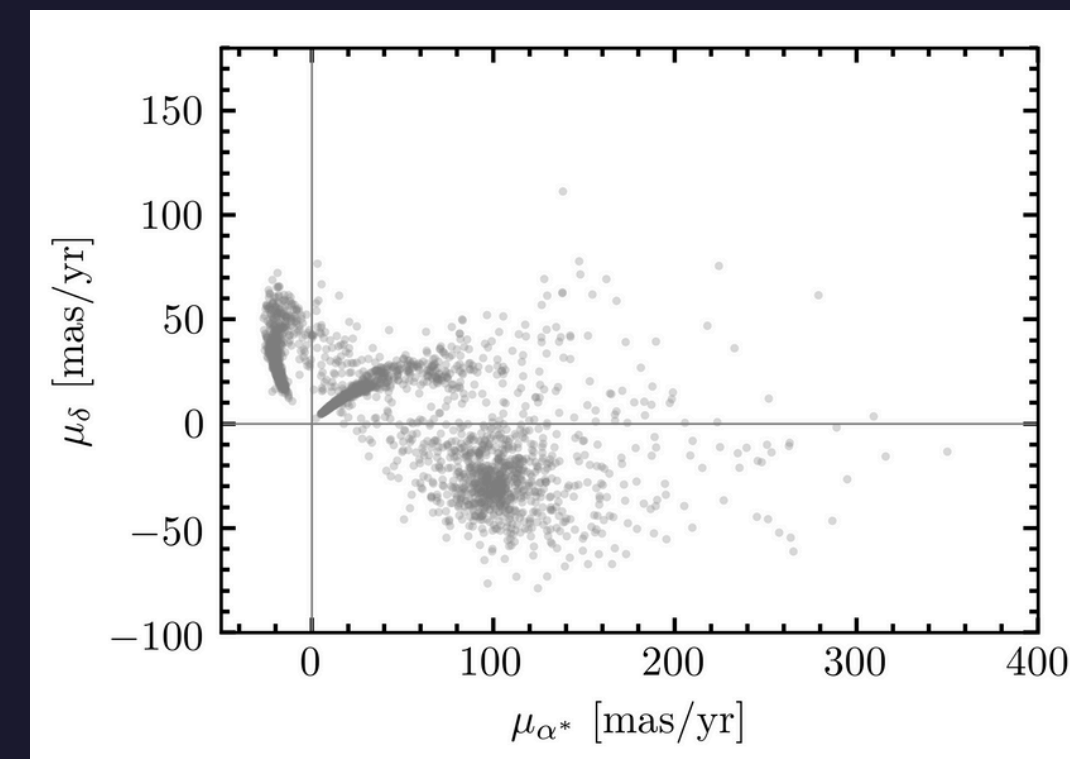
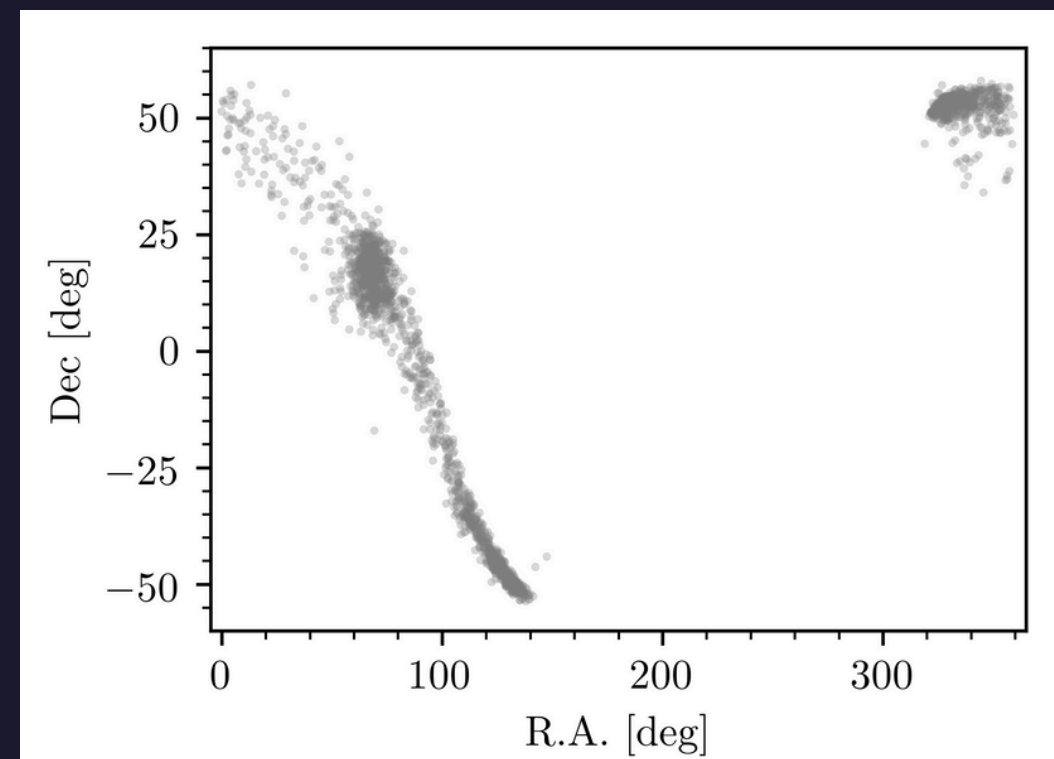


Jak vypadají slapové ohony?

Počítačová simulace

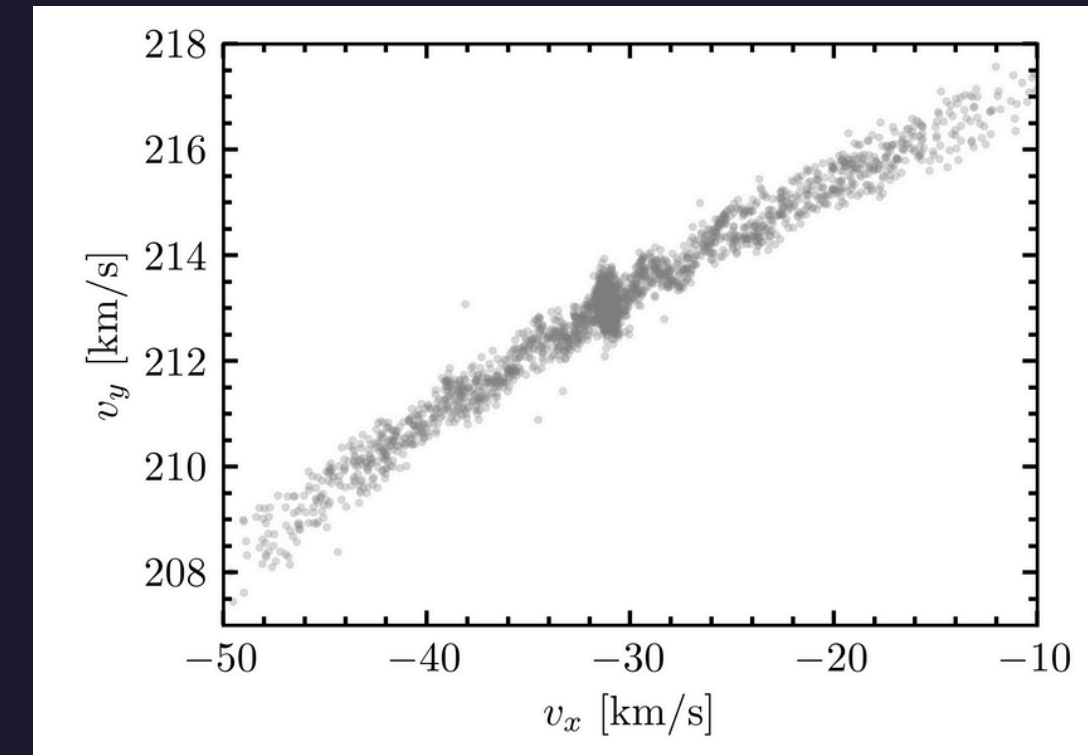
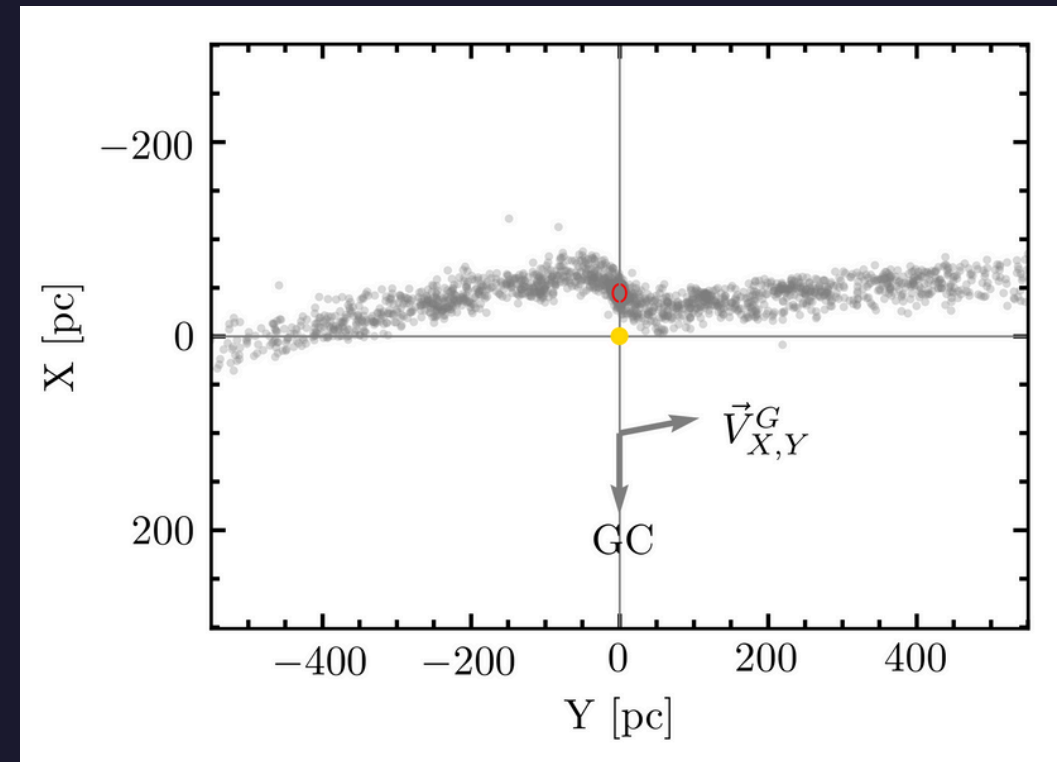


Projekce na oblohu



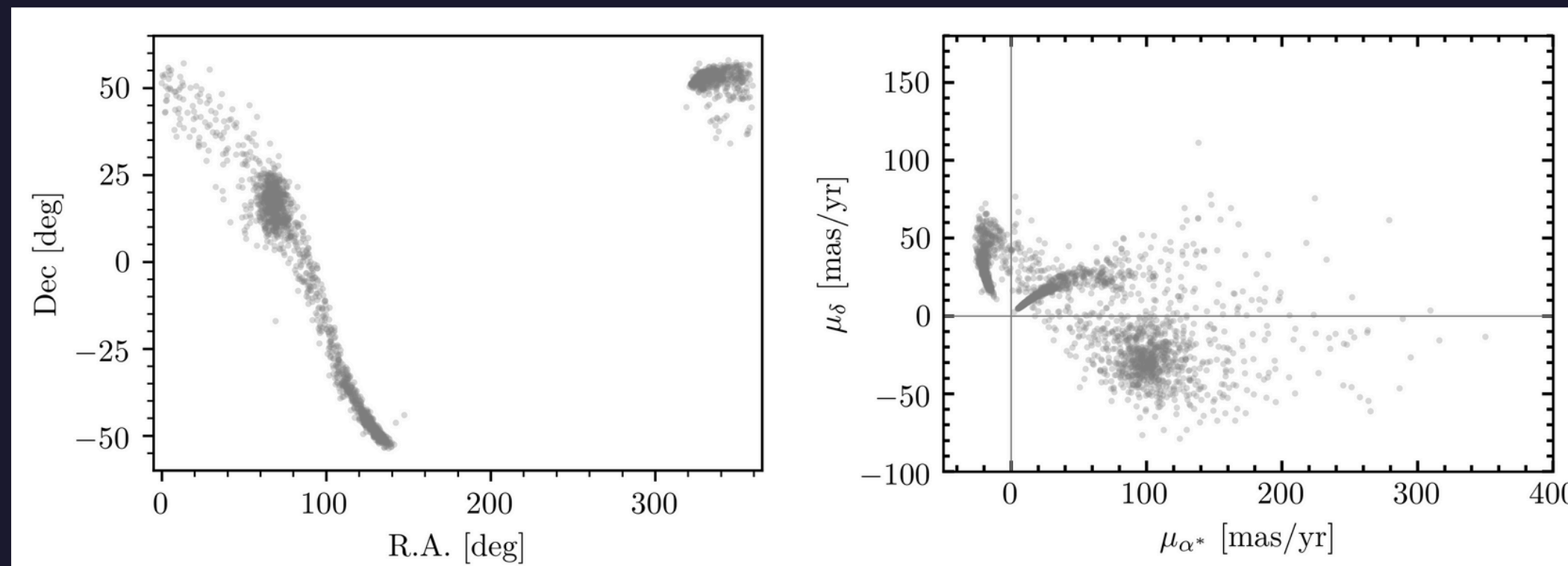
Jak vypadají slapové ohony?

Počítačová simulace



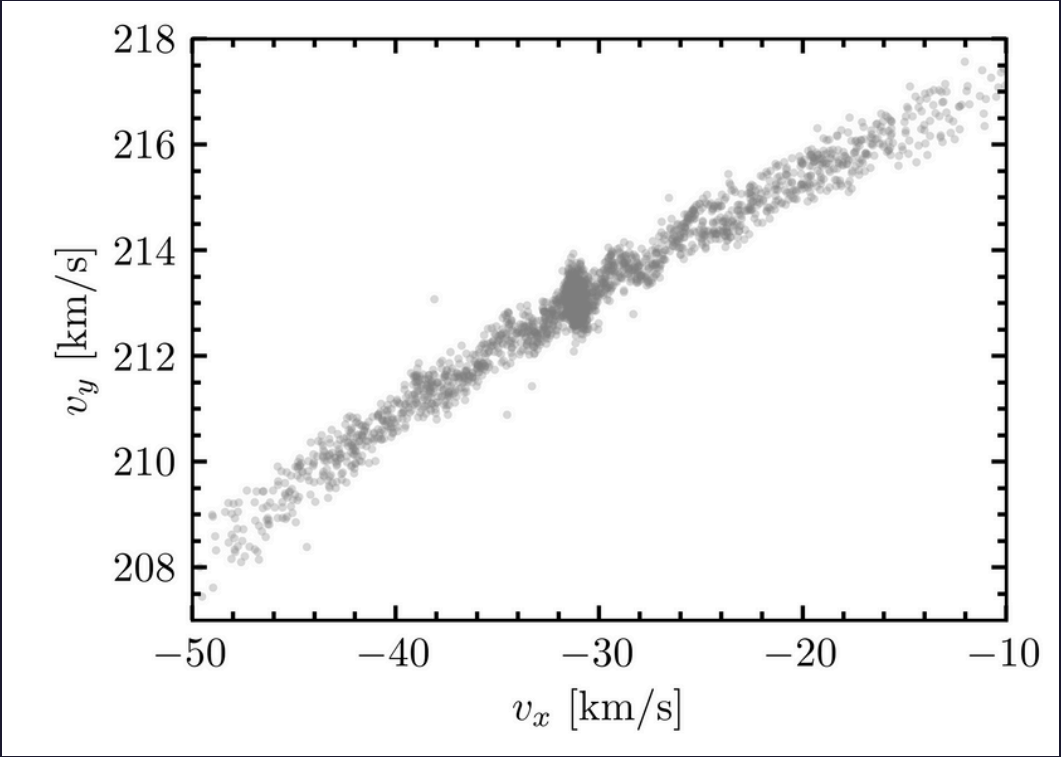
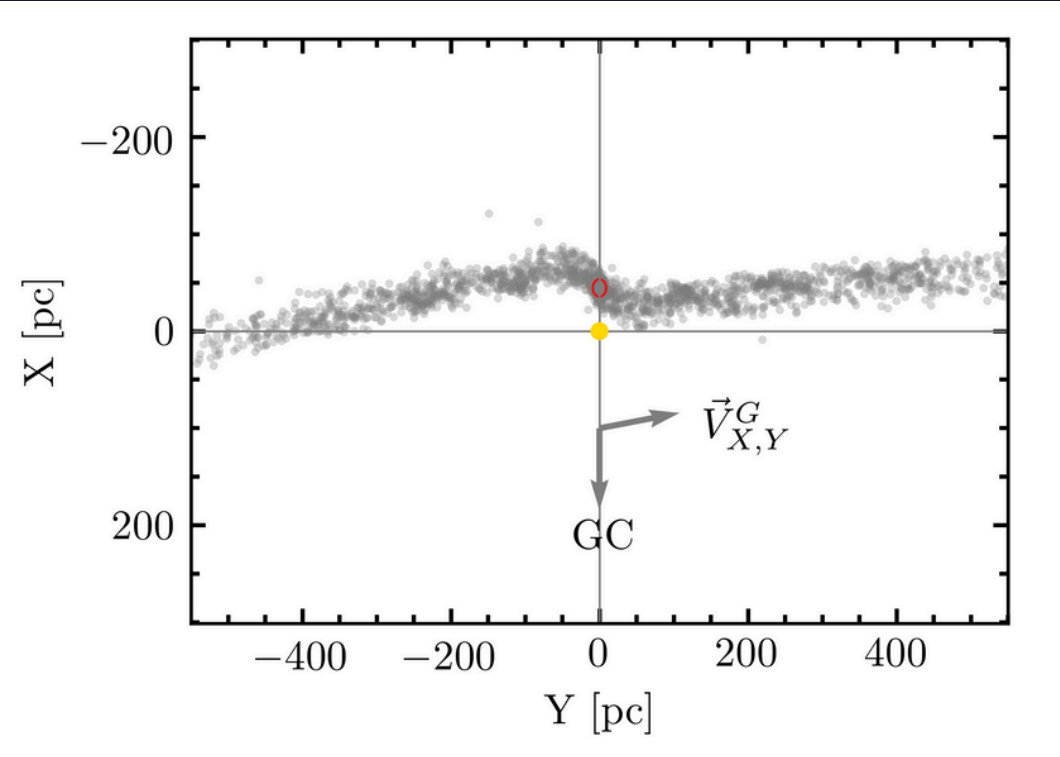
Projekce na oblohu

Slapové ohony se promítají přes celou oblohu



Jak vypadají slapové ohony?

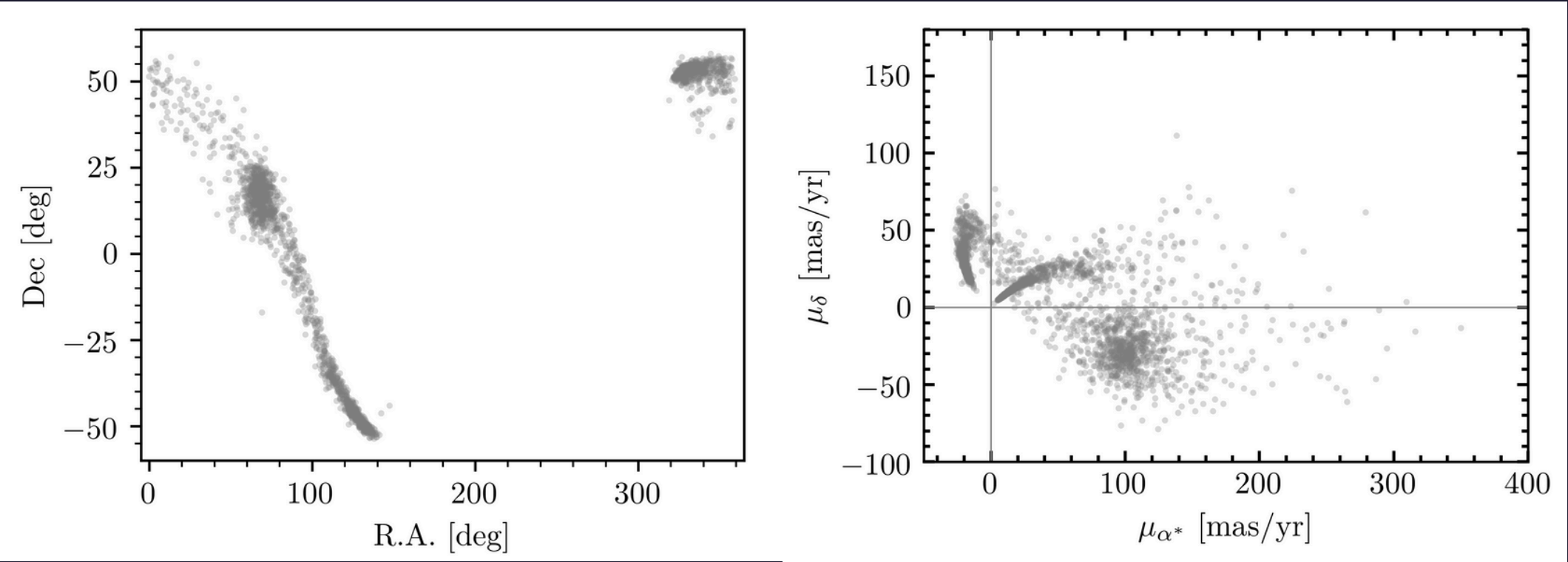
Počítačová simulace



Projekce na oblohu

Slapové ohony se promítají přes celou oblohu

Komplexní rychlostní profil



Vydíme hvězdokupy a
hvězdy, ale kde jsou
slapové ohony?
A jak je můžeme najít?

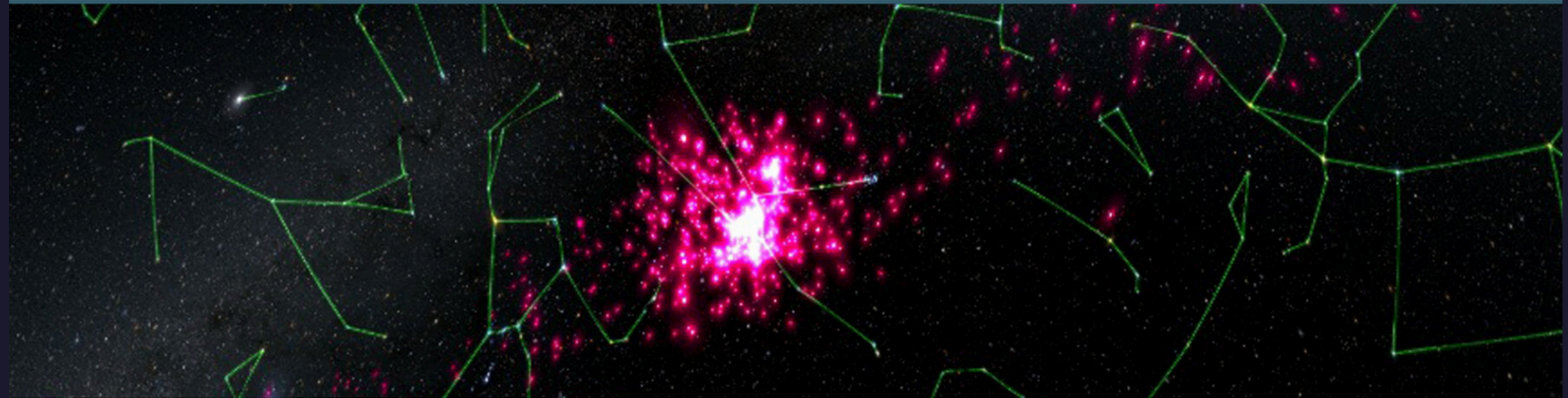
Pleiades, 100 Myr

Hyades, 600 Myr

ONC in Orion, 1 Myr

Anton Seleznev
— PHOTOGRAPHY —

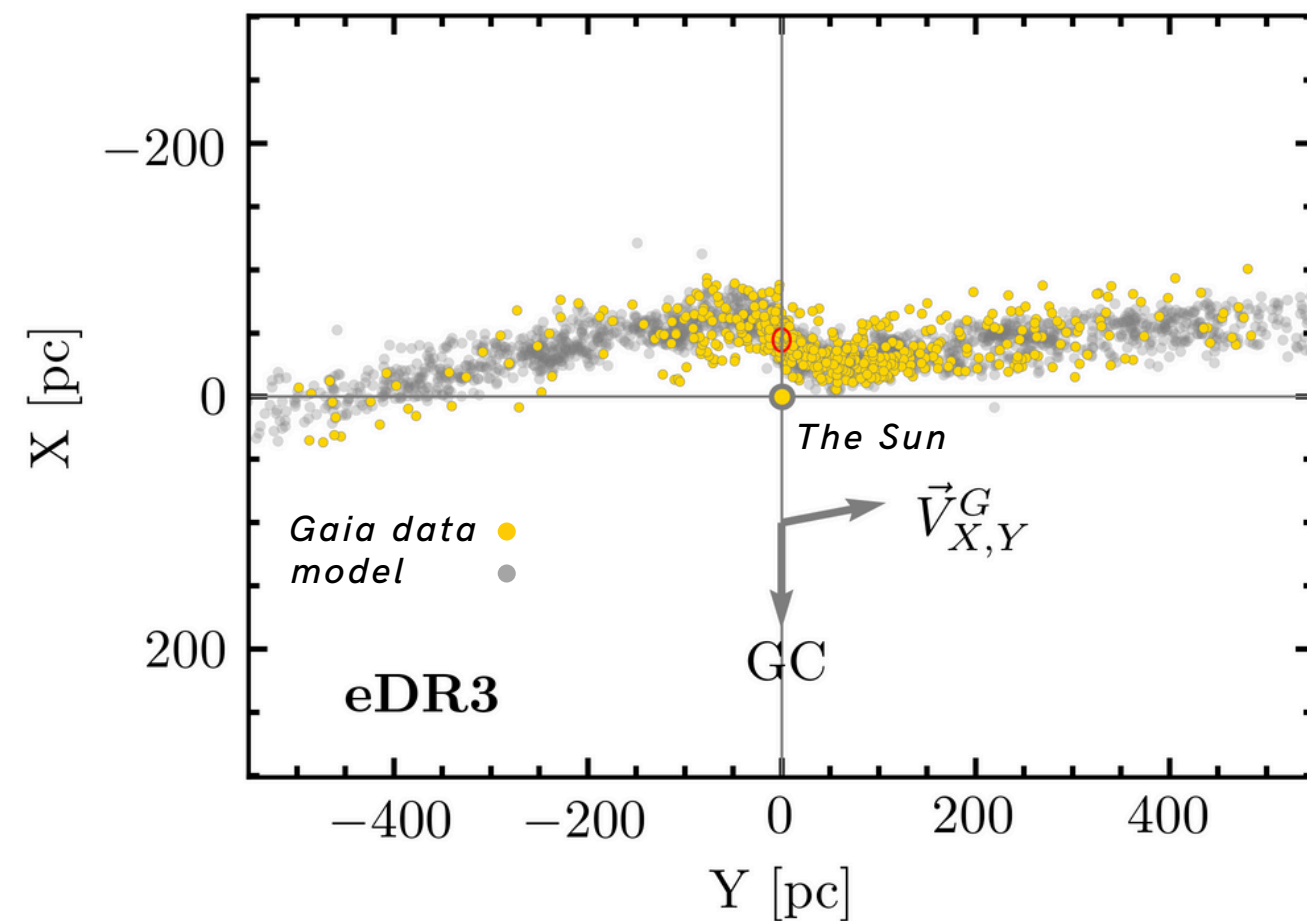




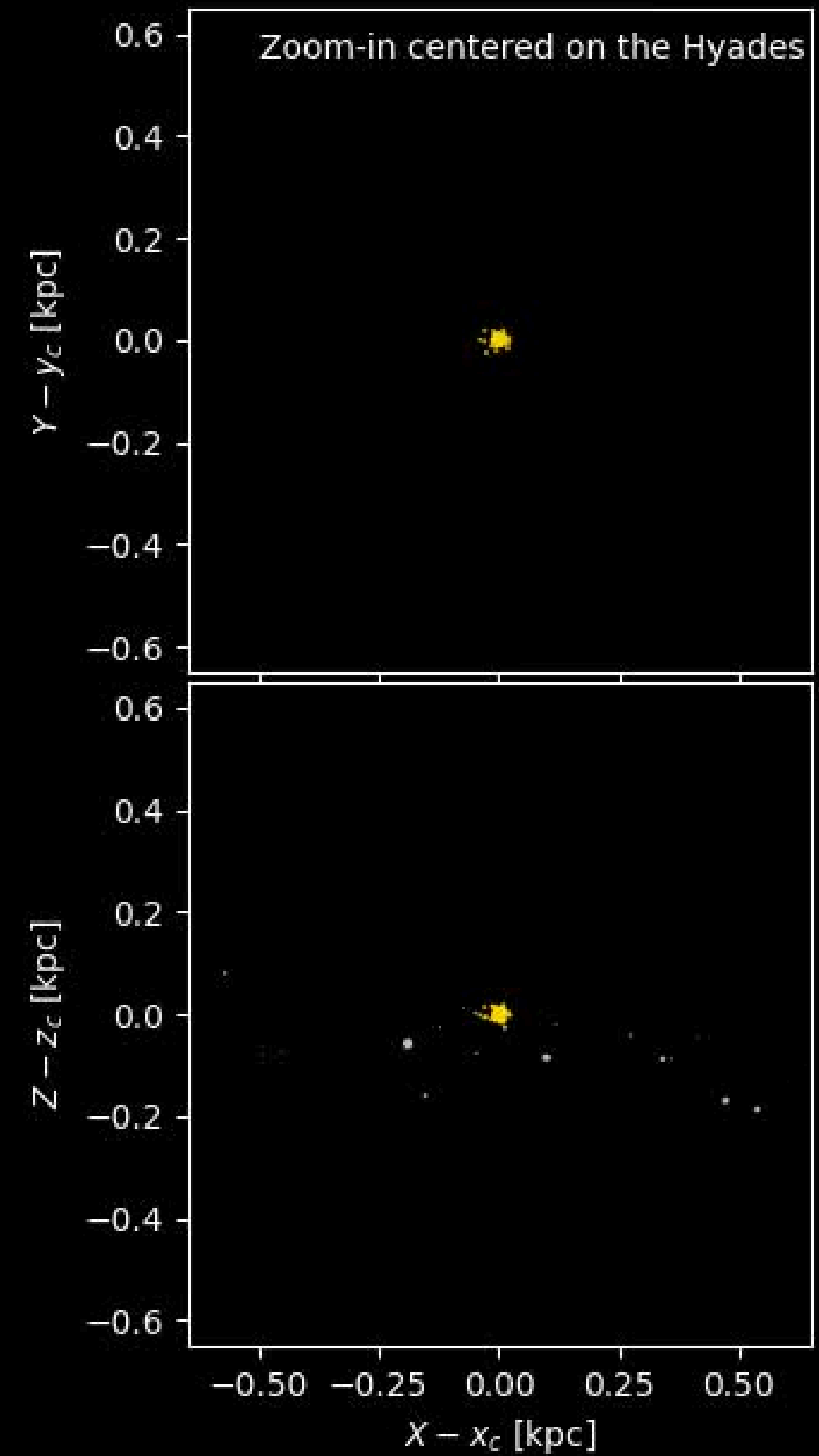
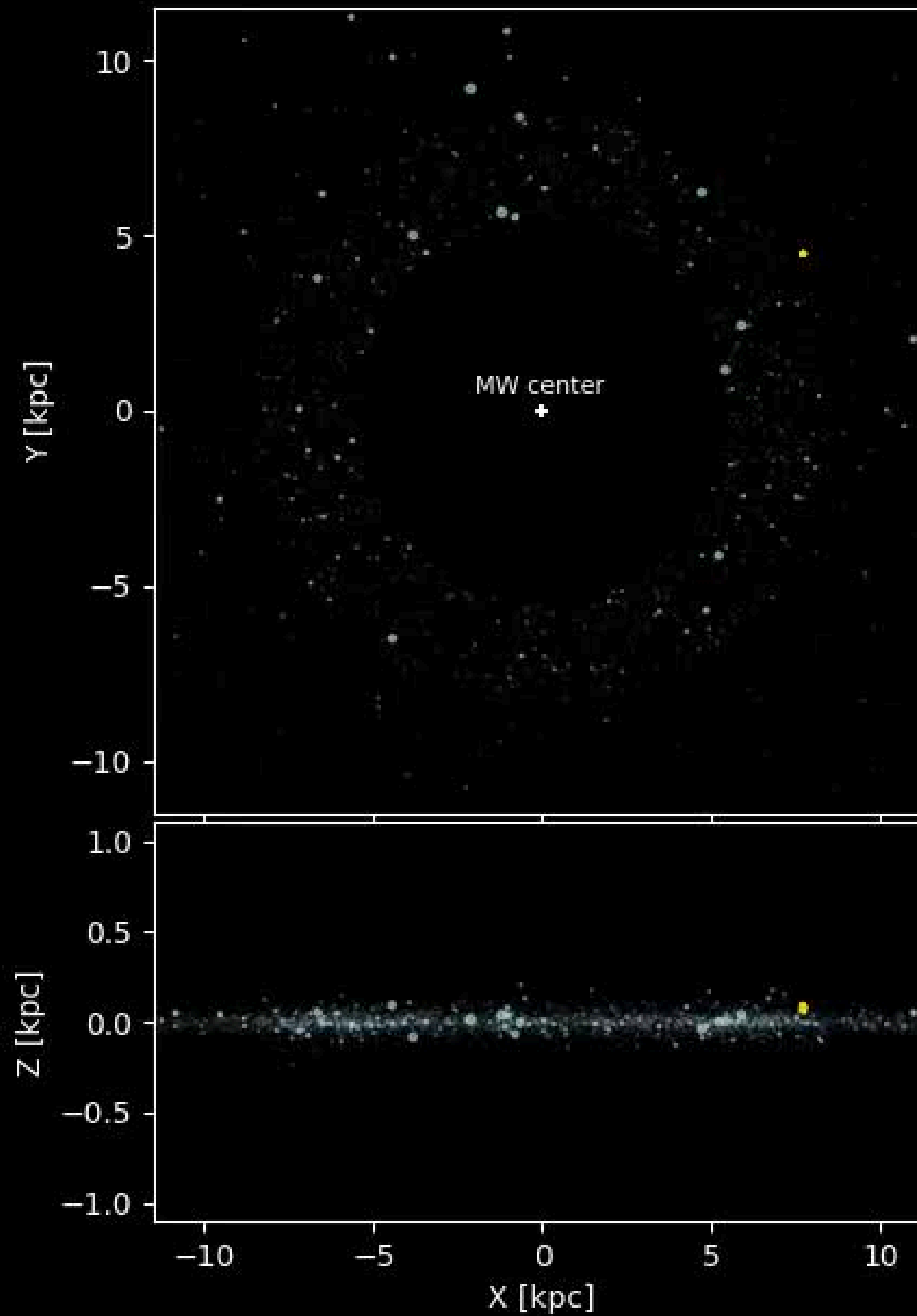
SCIENCE & EXPLORATION

Is the nearest star cluster to the Sun being destroyed?

Jerabkova et al (2021, A&A)



Evolution of Hyades tidal tail on realistic orbit in lumpy MW, time= 0.0 Myr





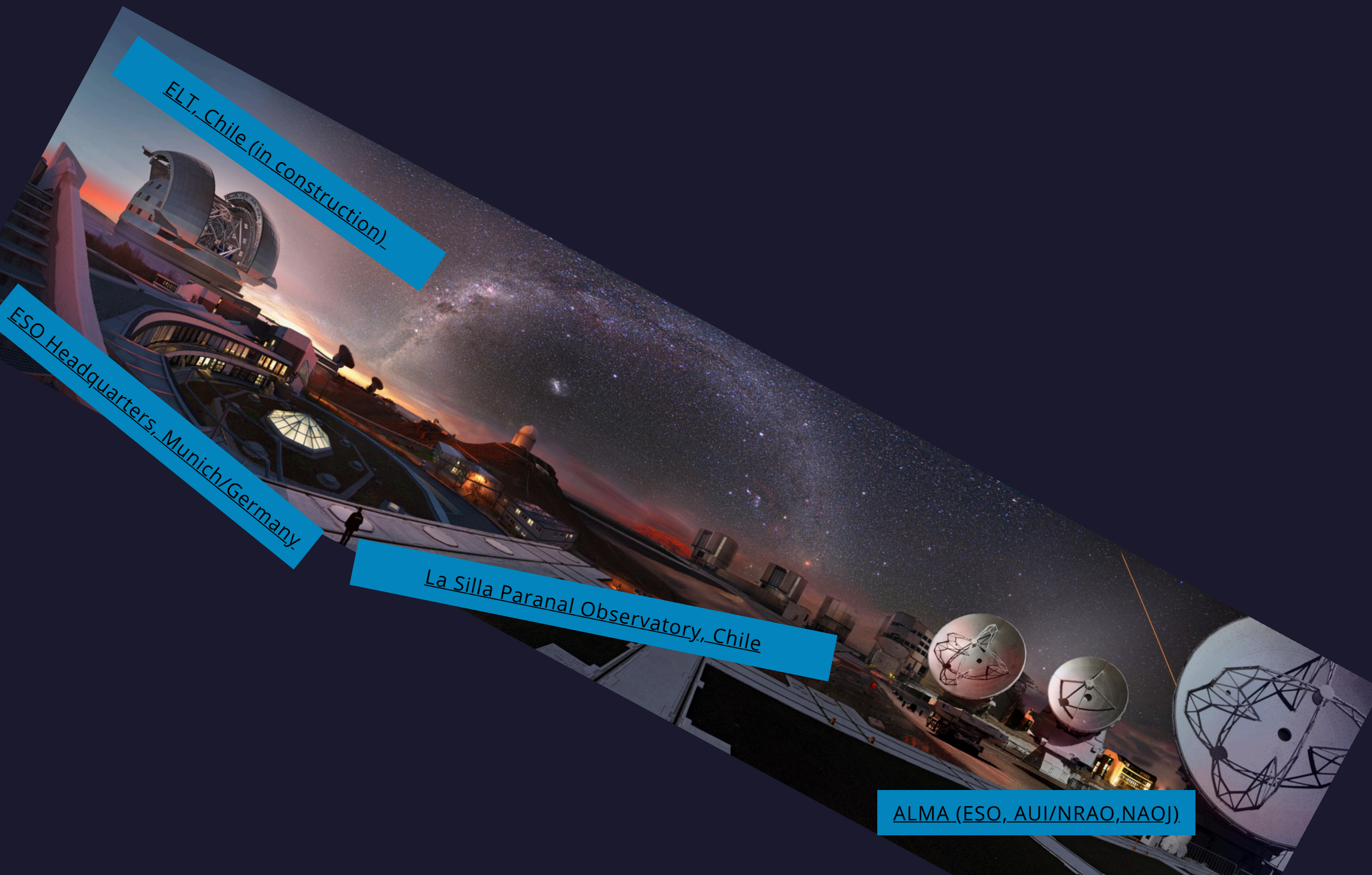
ELT, Chile (in construction)

ESO Headquarters, Munich/Germany

La Silla Paranal Observatory, Chile

ALMA (ESO, AUI/NRAO, NAOJ)

Zkoumání vesmíru je z velké části ovlivněno našimi možnostmi a přístroji pro pozorování noční oblohy



ELT, Chile (in construction)

ESO Headquarters, Munich/Germany

La Silla Paranal Observatory, Chile

ALMA (ESO, AUI/NRAO, NAOJ)

Zkoumání vesmíru je z velké části ovlivněno našimi možnostmi a přístroji pro pozorování noční oblohy

Díky observatořím a ústavům jako je ESO a ESA se proto o nové objevy nemusíme bát



ELT, Chile (in construction)

ESO Headquarters, Munich/Germany

La Silla Paranal Observatory, Chile

ALMA (ESO, AUI/NRAO, NAOJ)

**Zkoumání vesmíru je z velké části ovlivněno našimi
možnostmi a přístroji pro pozorování noční oblohy**

**Díky observatořím a ústavům jako je ESO a ESA se proto o
nové objevy nemusíme bát**

**A to i na místech, která si myslíme, že máme
dobře prozkoumaná**

**A doufám, že už víte co mají společného
hvězdy a psi**



ELT, Chile (in construction)

ESO Headquarters, Munich/Germany

La Silla Paranal Observatory, Chile

ALMA (ESO, AUI/NRAO, NAOJ)