A graphic representing the DART impact. It features a central yellow rectangular box with the text 'DART IMPACT' inside. The box is surrounded by several thin, parallel diagonal lines that radiate outwards, suggesting an impact or a shockwave.

DART IMPACT

Asteroidy

Petr Scheirich, Astronomický ústav AVČR



Kometa / asteroid

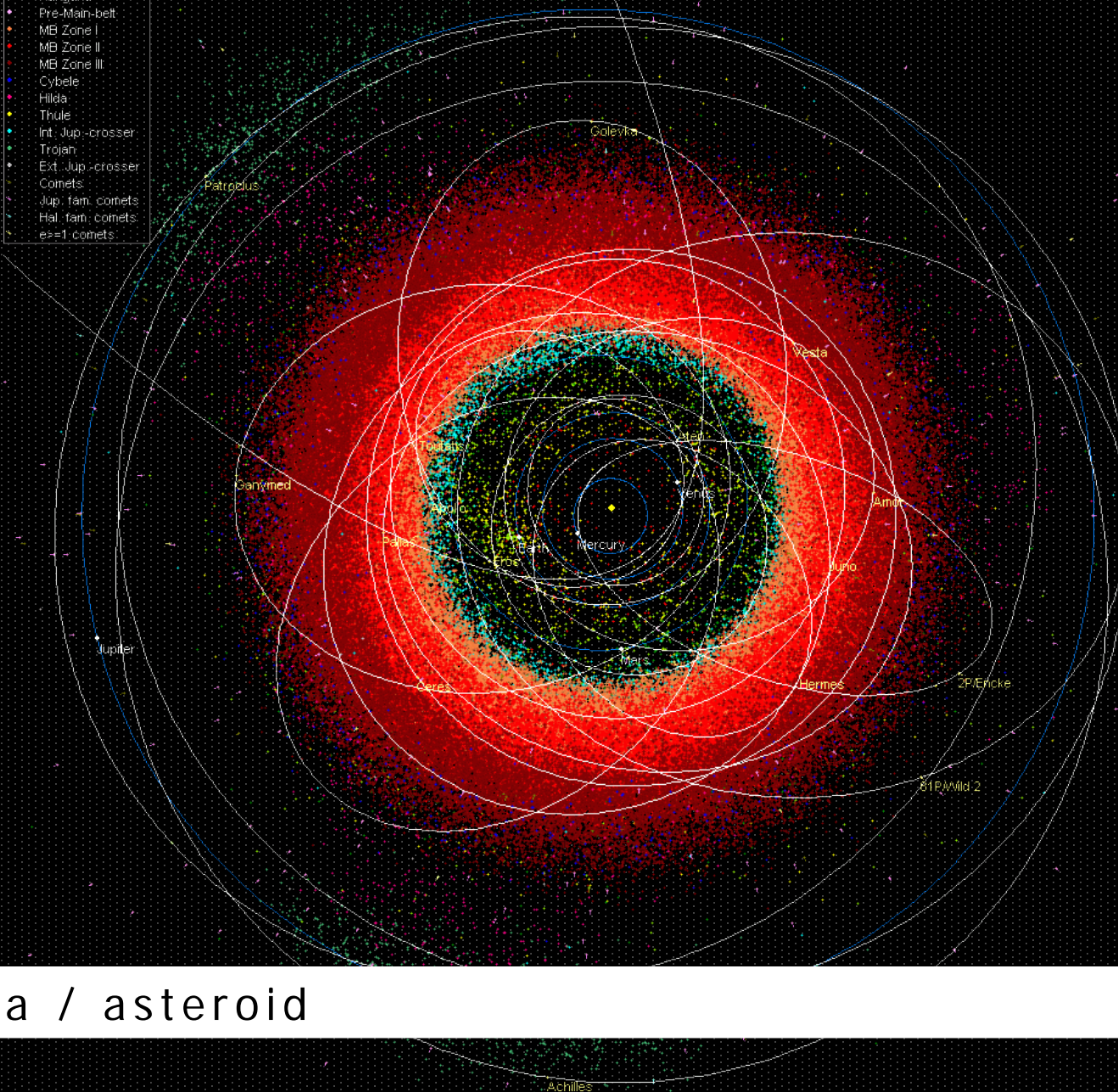
aktivita / dráha / složení / původ



Kometa / asteroid

aktivita / dráha / složení / původ

- IEA
- Pre-Main-belt
- MB Zone I
- MB Zone II
- MB Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets
- es=1 comets



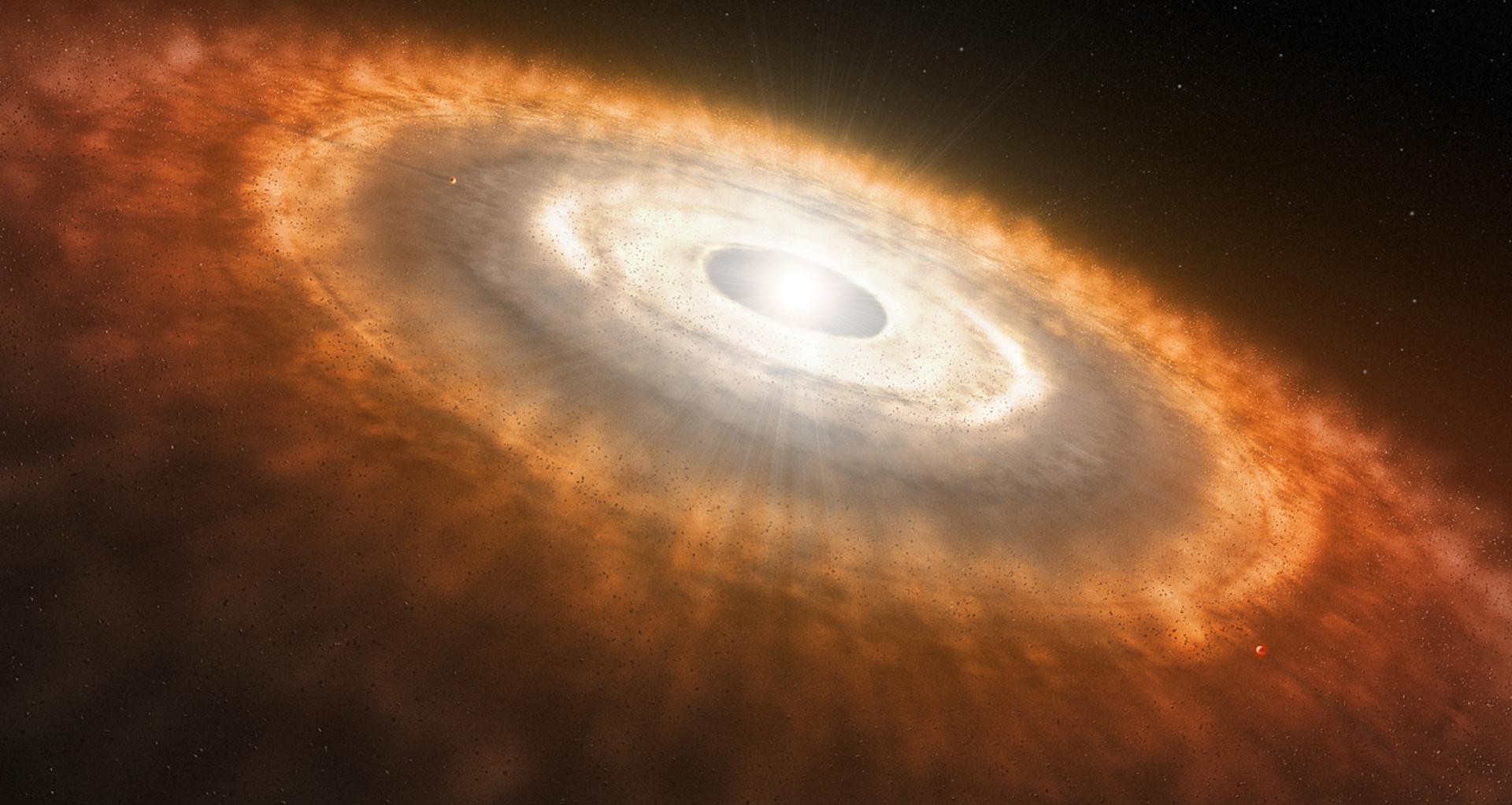
Kometa / asteroid

aktivita / dráha / **složení** / původ

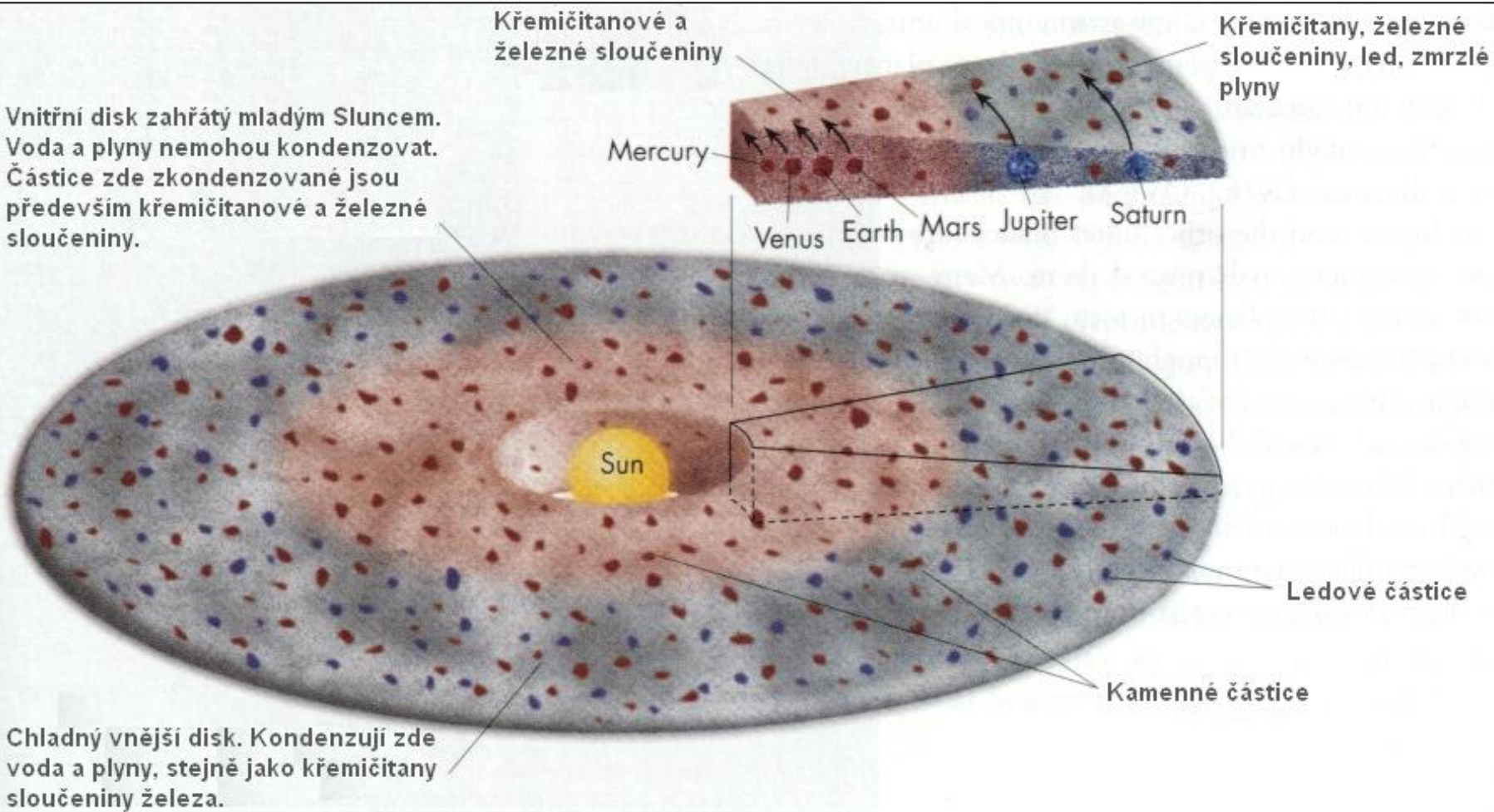
Kometa / asteroid



aktivita / dráha / složení / **původ**

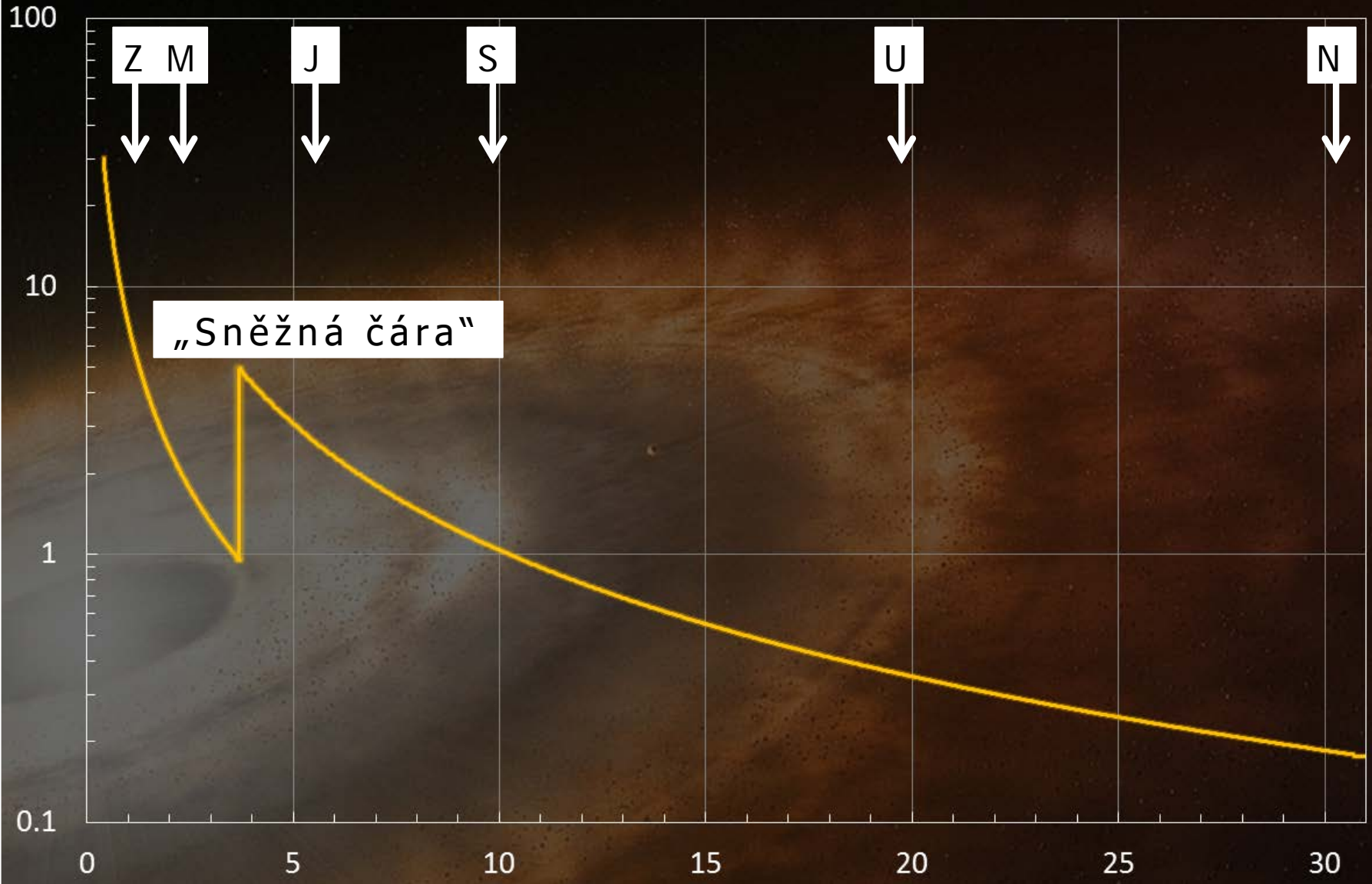


Kometa / asteroid



Vznik Sluneční soustavy

Množství pevných zrněk v disku (g/cm^2)



Vzdálenost od Slunce (AU)

Z M

J

S

U

N

Kilometrové planetesimály: 10 000 let

První pevná zrnka



Krystalizace jádra

Diferenciace

Akrece na 10 až 100 km objekty

4570

4560

4550

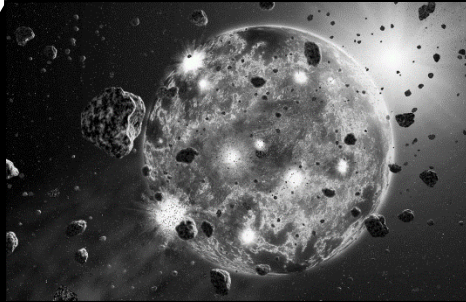
4540

Stáří (miliony let)

Vznik a vývoj prvních větších těles

Kilometrové planetesimály: 10 000 let

První pevná zrnka



Diferenciace

Akrece na 10

4570

4560

Stáří (mil.)

Relations Between Important Planetary Materials

Solar Composition



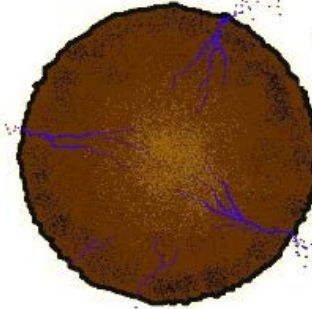
Solids Condense
Lose Hydrogen, Helium

Carbonaceous Chondrite



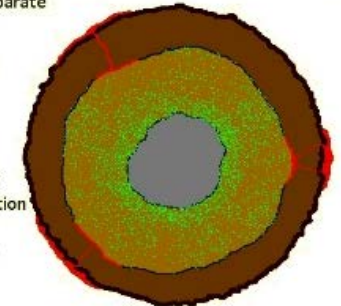
Ordinary Chondrite

Low Heat
Lose Carbon, Water



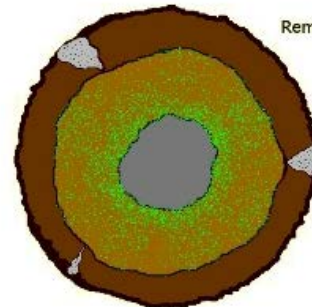
Achondrites, Stony-Irons, Irons

High Heat
Materials Melt, Separate



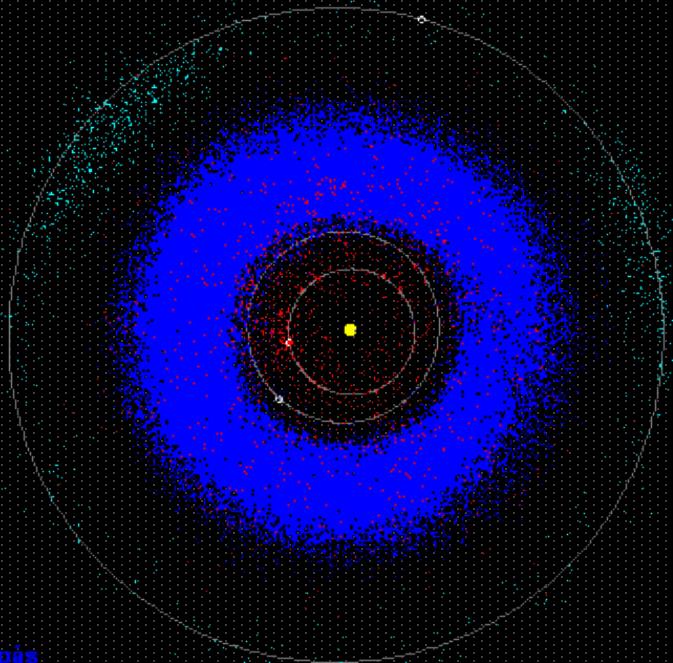
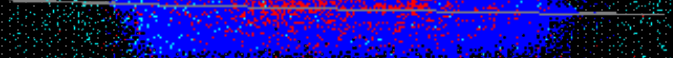
Granites Form

Continued Heat
Remelting or Segregation



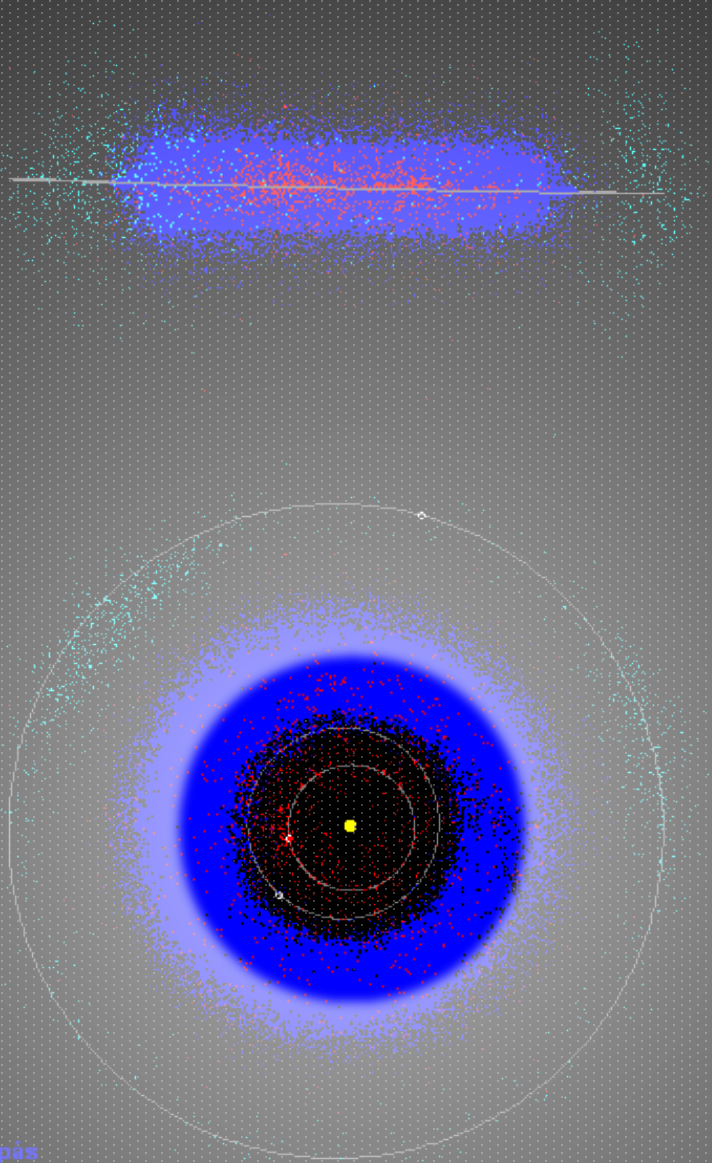
Basalt Iron
Pyroxene & Olivine Granite

Vznik a vývoj prvních větších těles



Hlavní pás
Blízkozemní planetky
Trojané

Asteroidy dnes

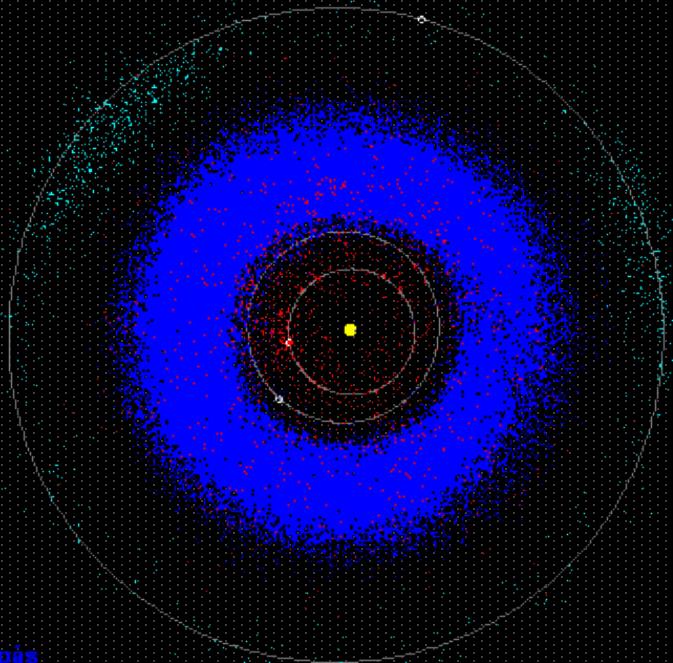
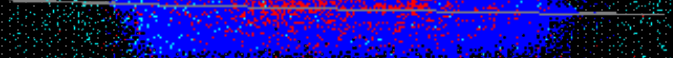


Hlavní pás

Blízkozemní planetky

Trojané

Asteroidy dnes



Hlavní pás
 Blízkozemní planetky
 Trojané

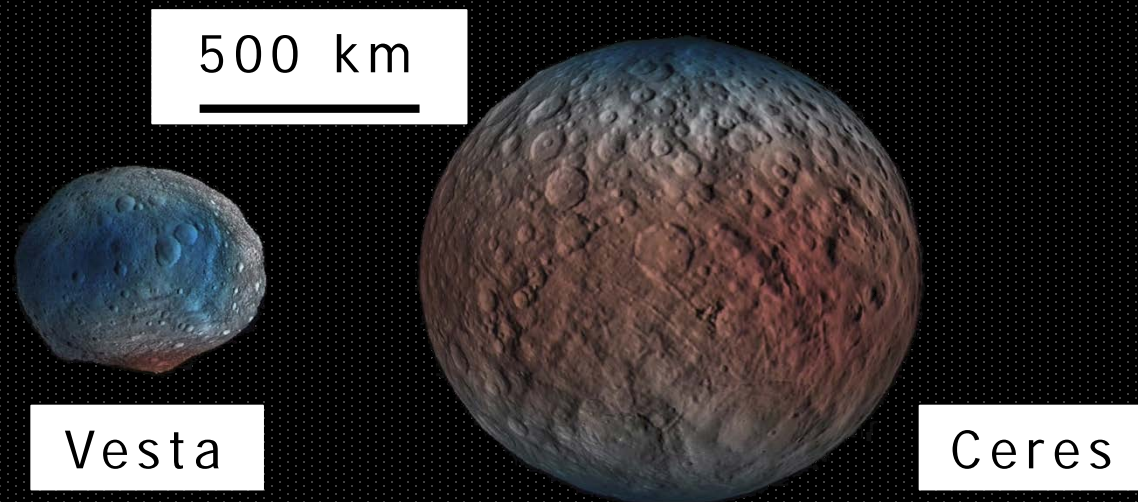
	Hlavní pás	Blízko zemní
> 100 km	200	0
> 10 km	10 000	10
> 1 km	10^6	~ 900
> 100 m	50×10^6	100 000

Asteroidy dnes

Jakmile vznikly planety (především Jupiter), zvýšily se potkávací rychlosti malých těles – akrece se mění na fragmentaci.

Všechny planetky menší než cca 400 km jsou produkty srážek původně větších těles!

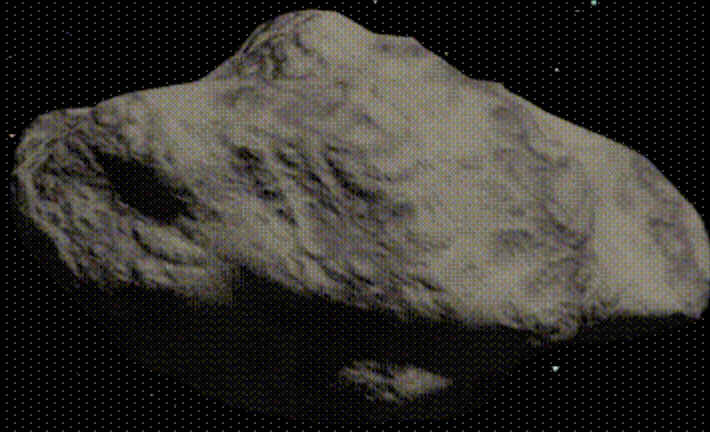
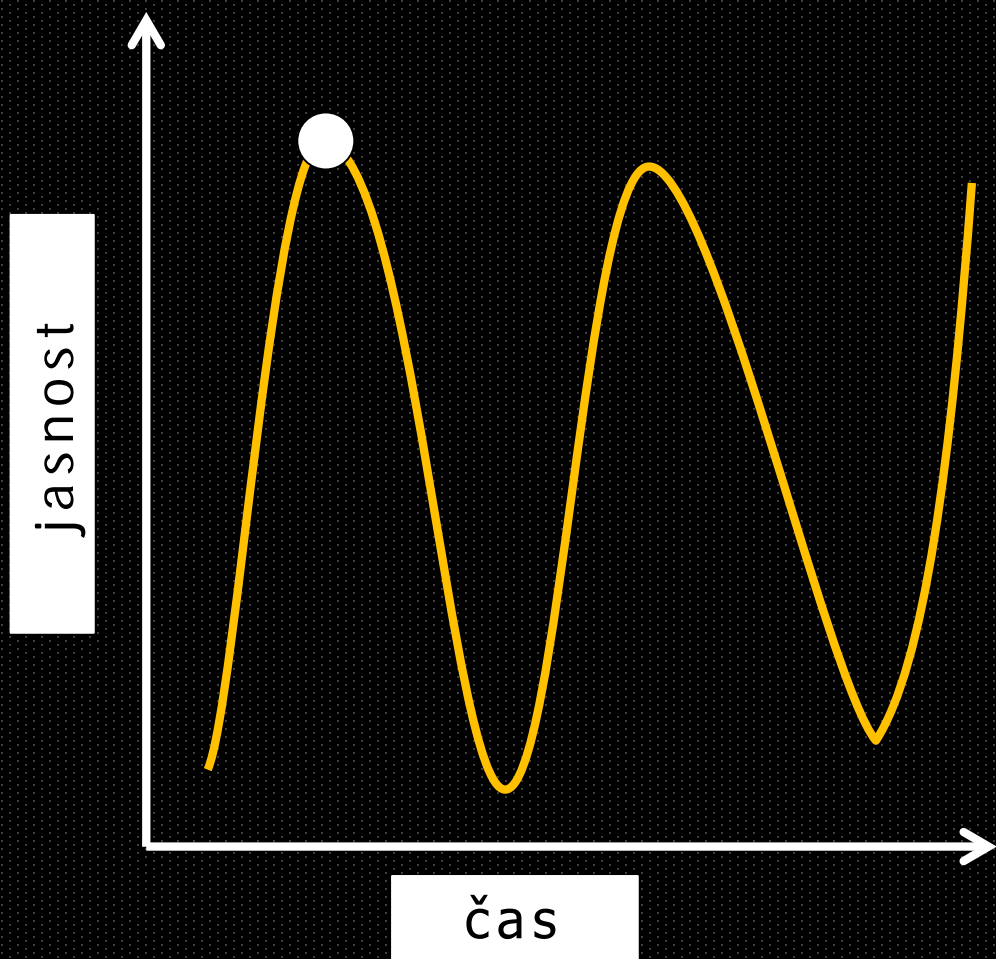
Jen několik málo planetek (Ceres, Vesta, ...) jsou (téměř) neporušené planetesimály, které přežily až do současnosti.



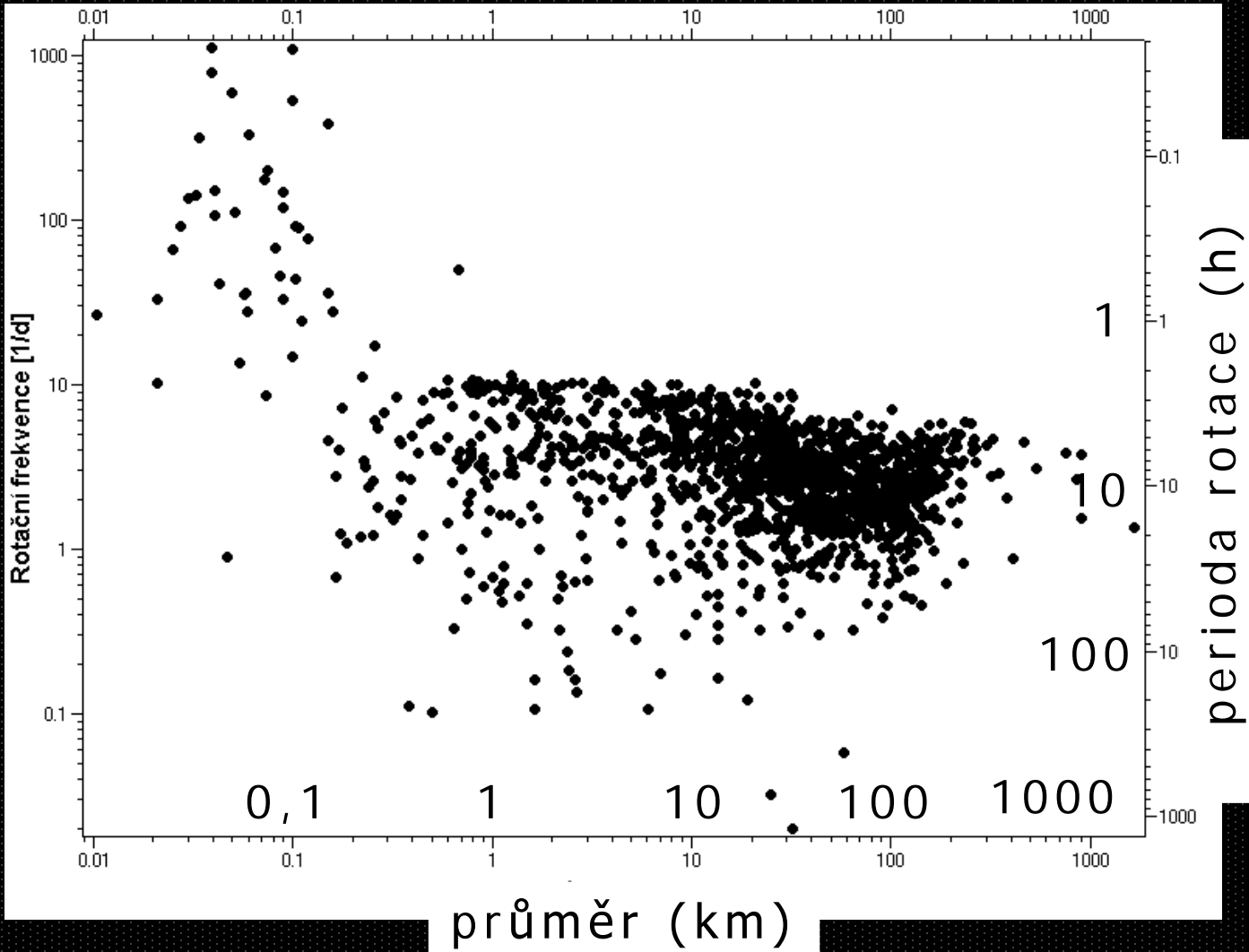
Kam se poděly tisíce 100km objektů?



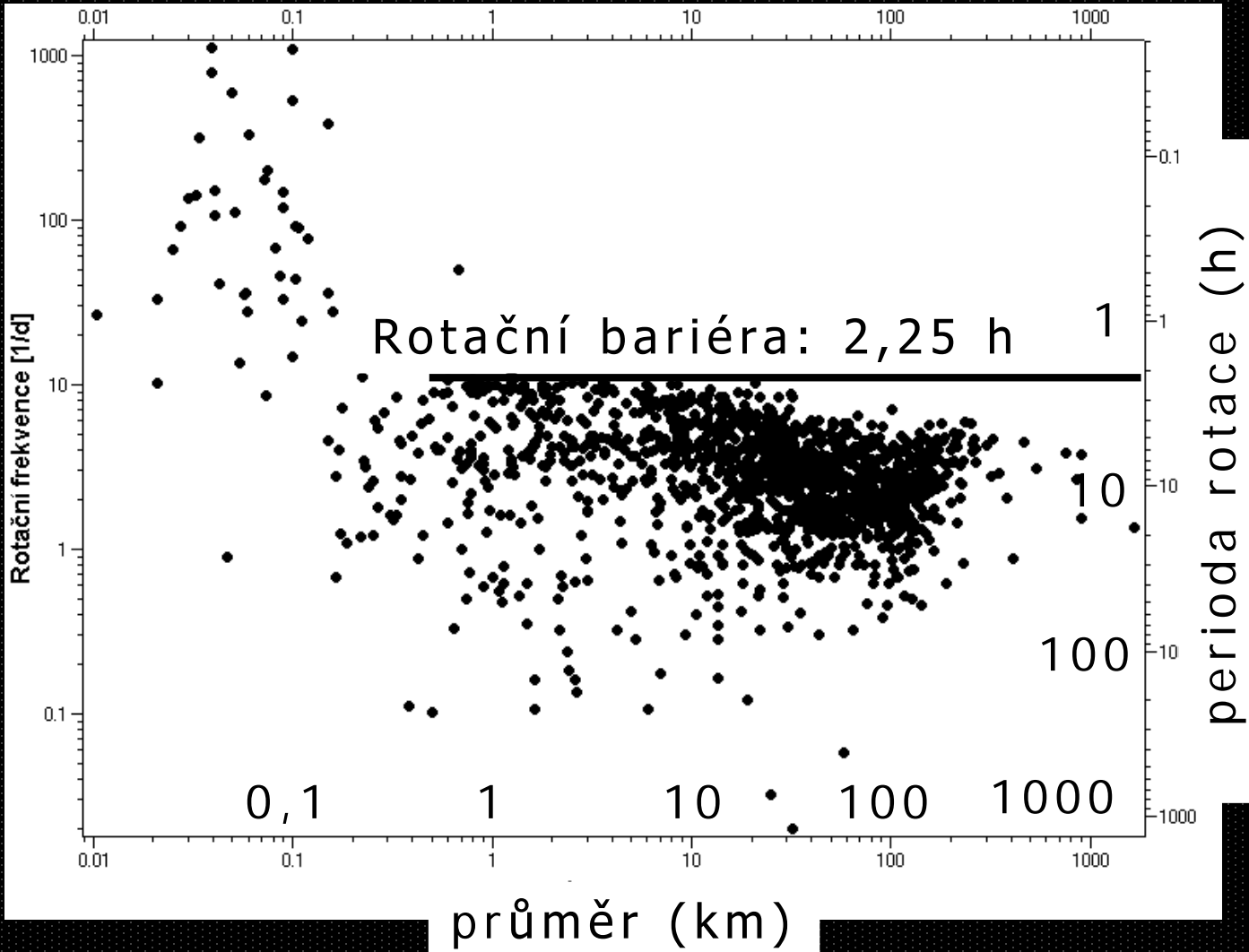
Fotometrie planetek – světelné křivky



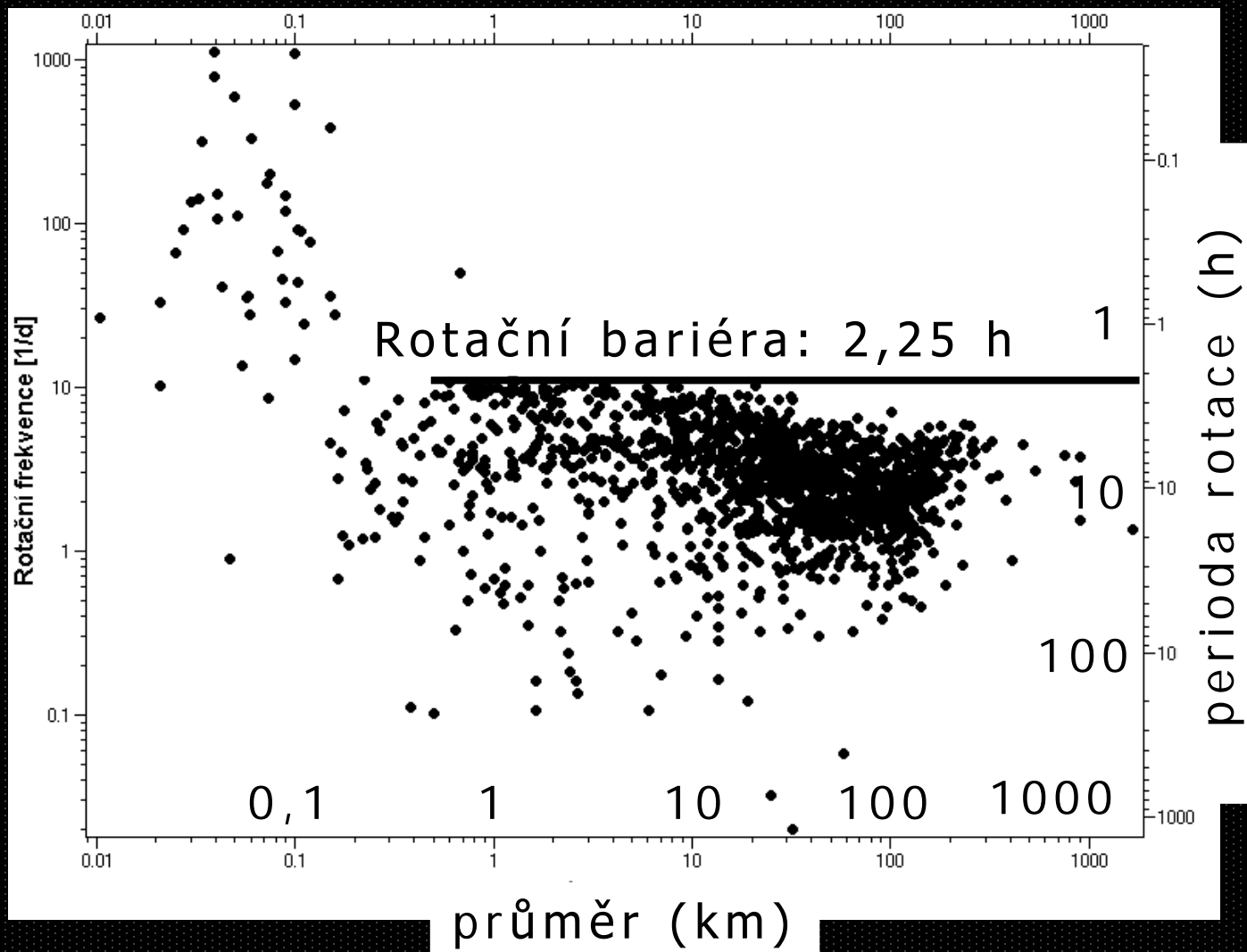
Fotometrie planetek – světelné křivky



Periody rotace



Periody rotace

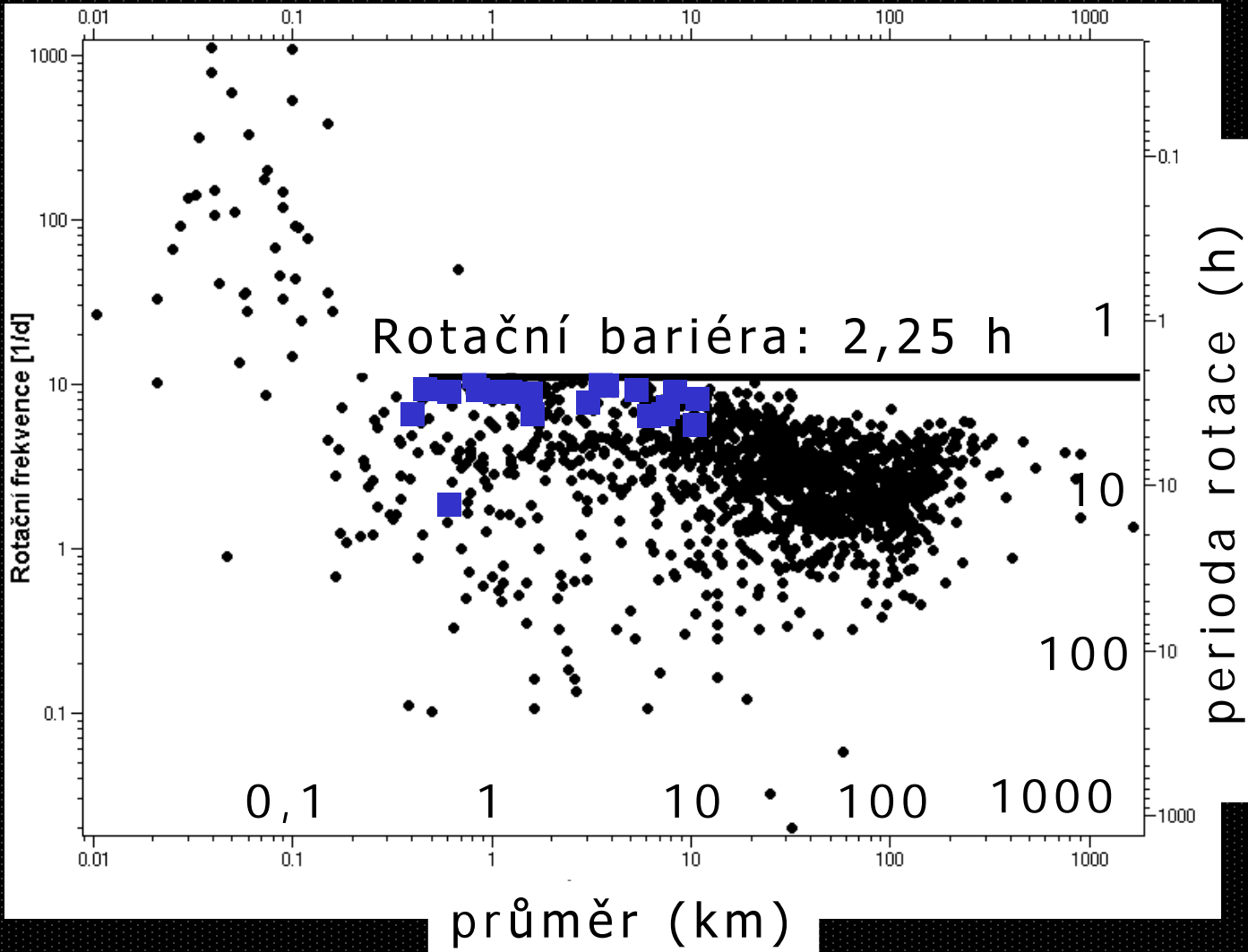


monolithy

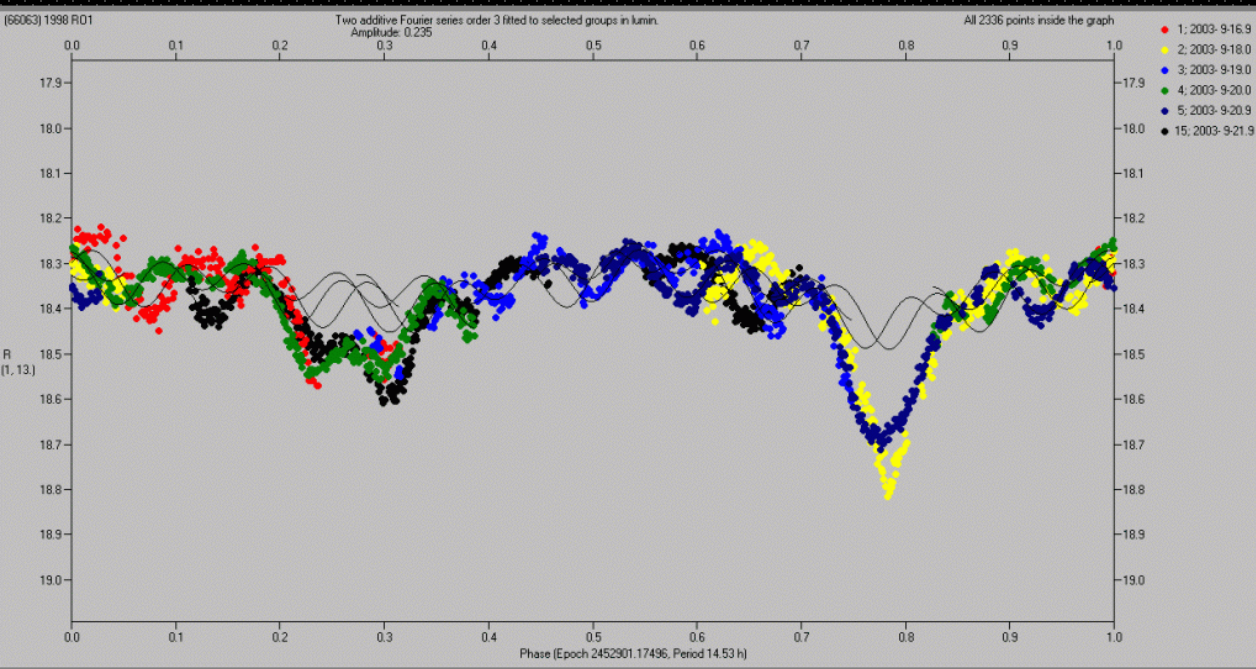
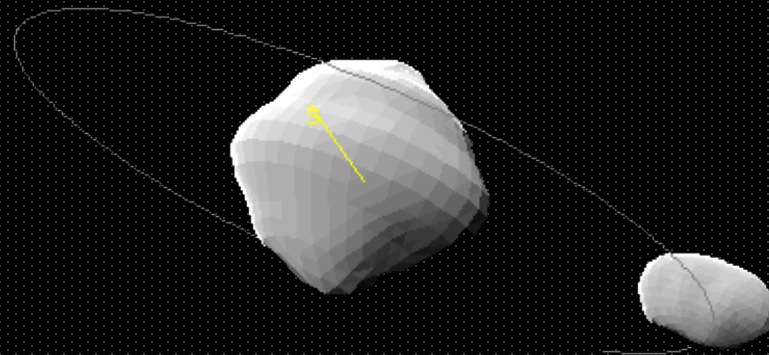


„rubble-pile“

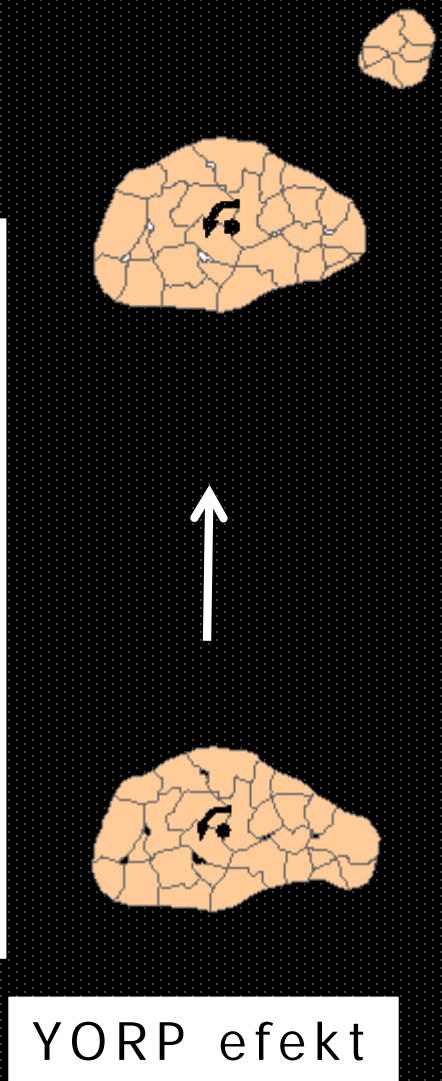
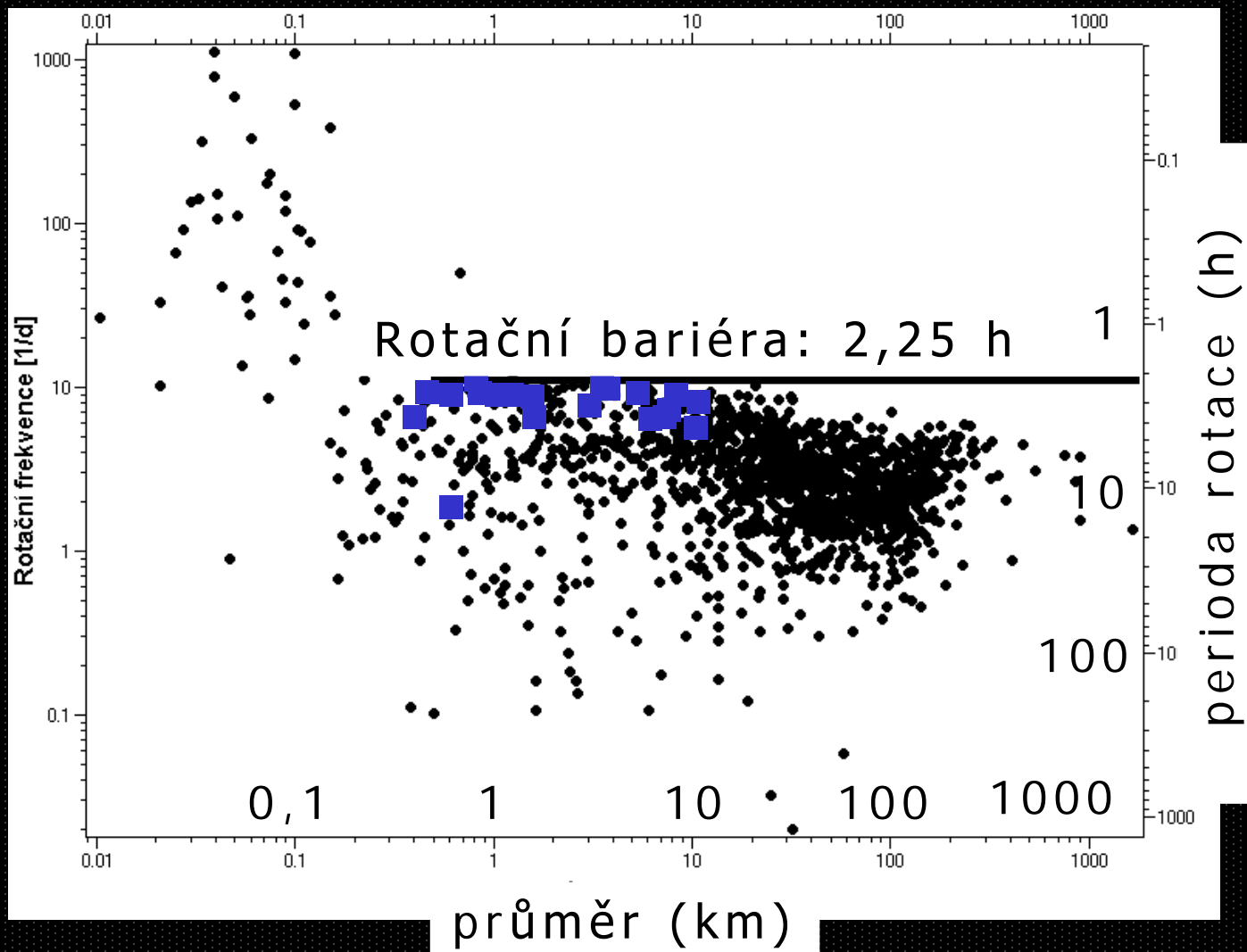
Periody rotace



Binární (podvojně) planetky



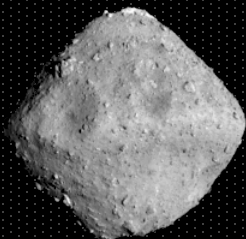
Binární (podvojně) planetky



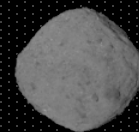
Proč jsou bináry u rotační bariéry?

1 km

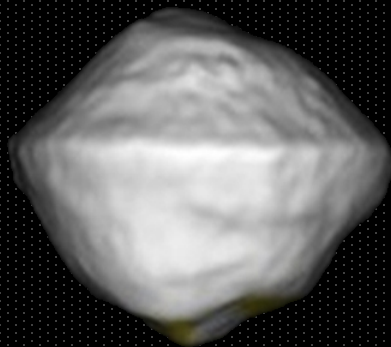
Ryugu
(snímek ze sondy Hayabusa 2)



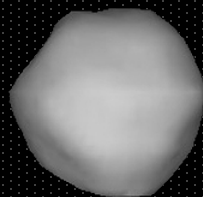
Bennu
(snímek ze sondy OSIRIS-REx)



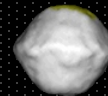
1999 KW4
větší složka bináru
(model z radaru)



Didymos
větší složka bináru;
cíl sondy DART
(model z radaru)



2008 EV5
(model z radaru)



Top-shaped tvary rychle rotujících asteroidů

1 km

Ryugu
(snímek ze sondy Hayabusa 2)



Šteins
(snímek ze sondy Rosetta)



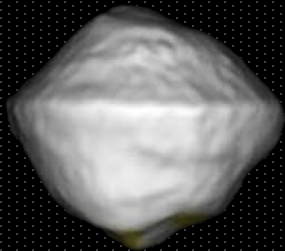
Bennu
(snímek ze sondy OSIRIS-REx)



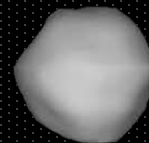
2008 EV5
(model z radaru)



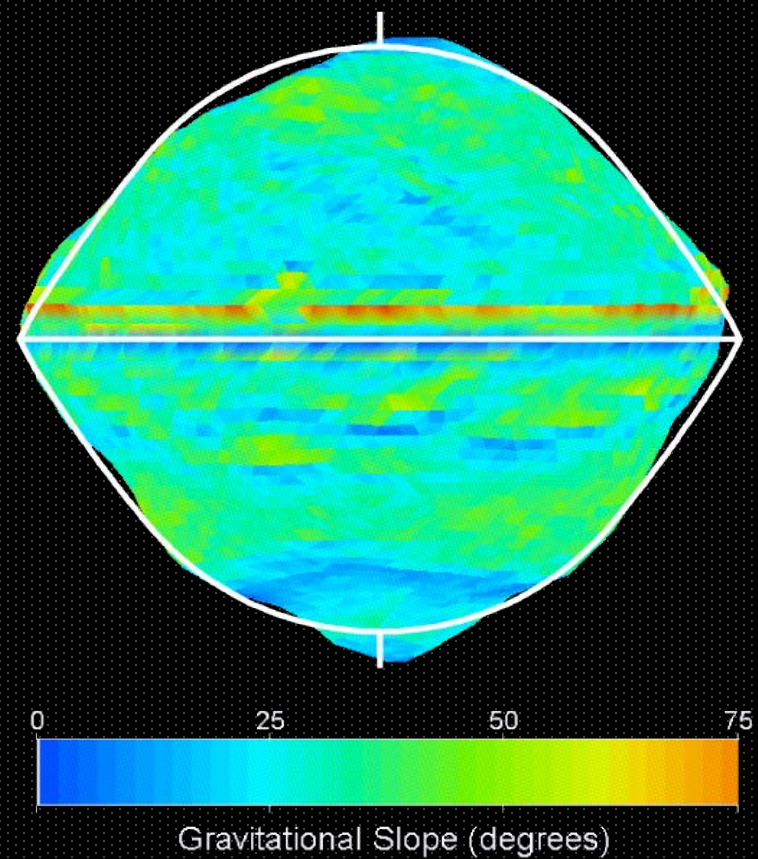
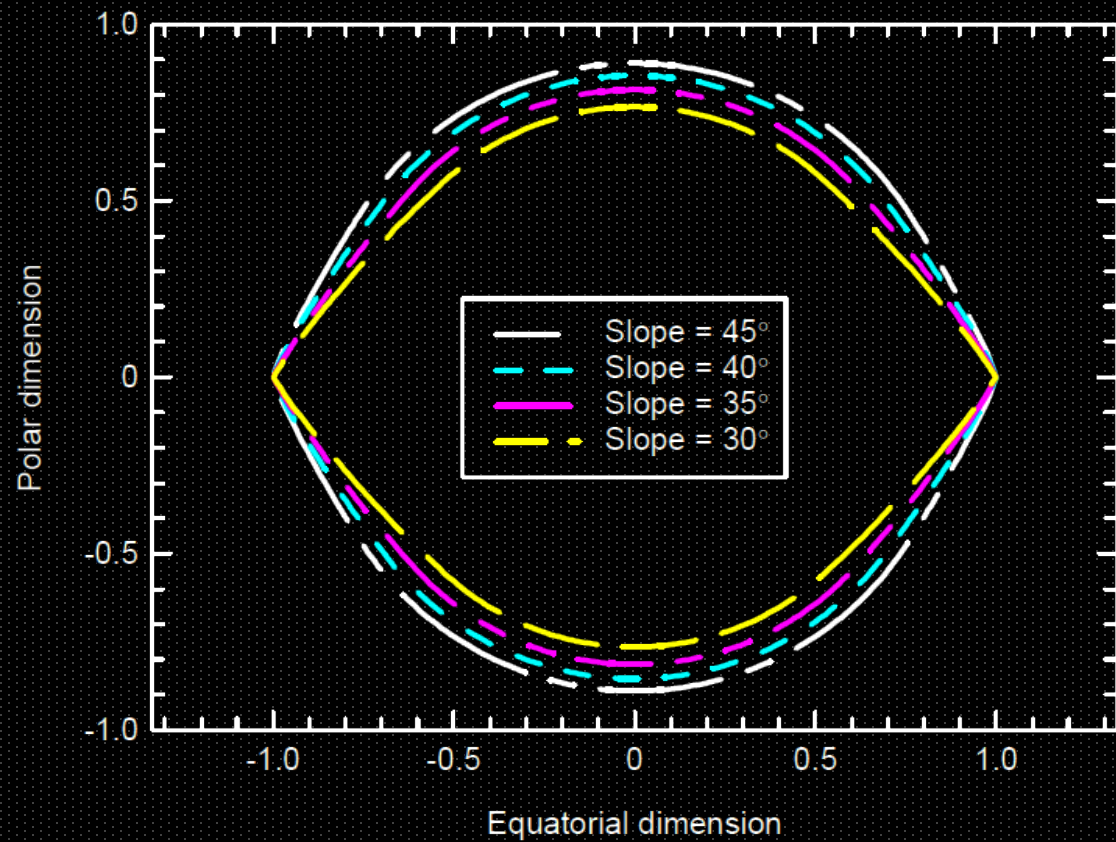
1999 KW4
větší složka bináru
(model z radaru)



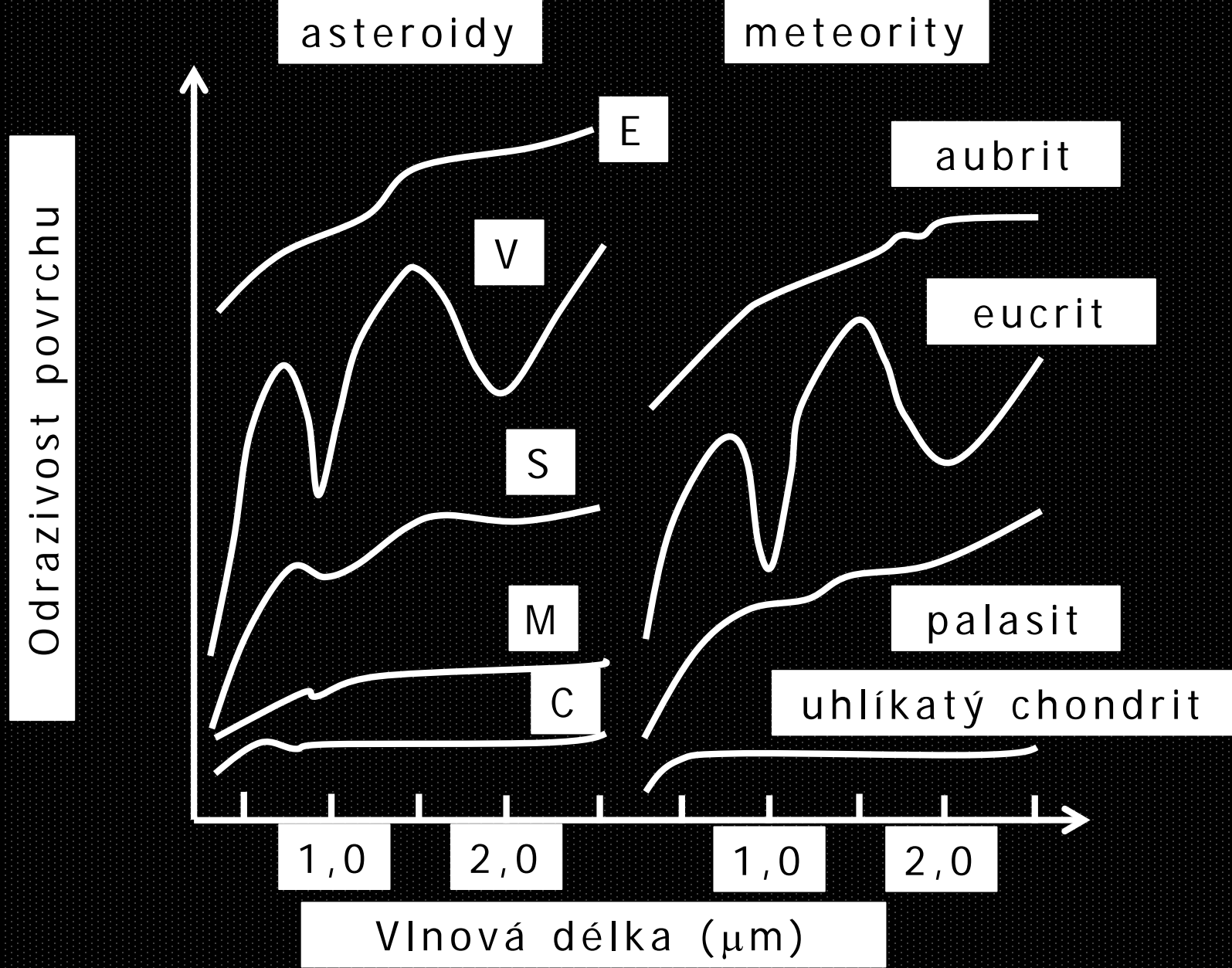
Didymos
větší složka bináru;
cíl sondy DART
(model z radaru)



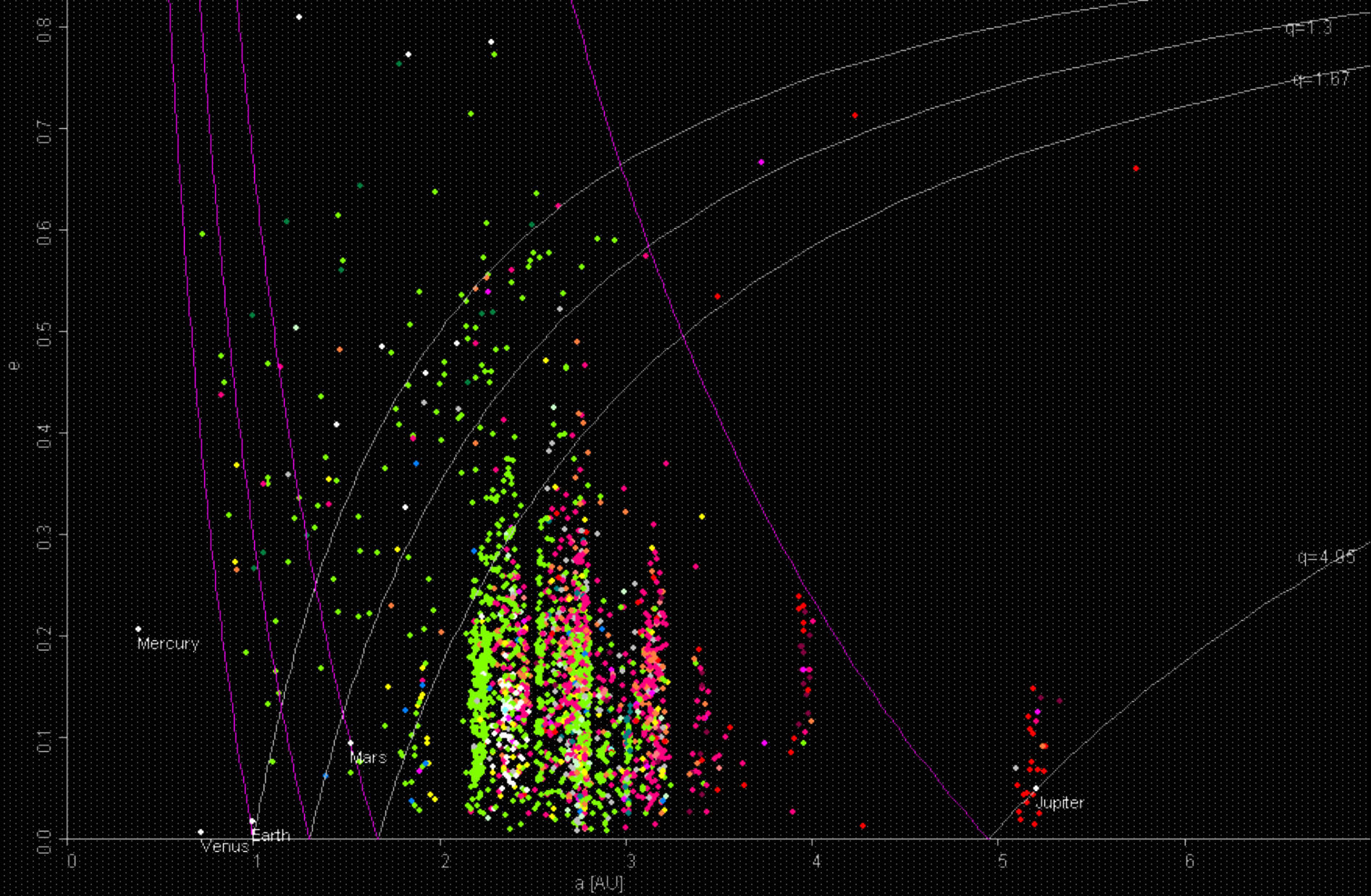
Top-shaped tvary rychle rotujících asteroidů



Top-shaped tvary rychle rotujících asteroidů



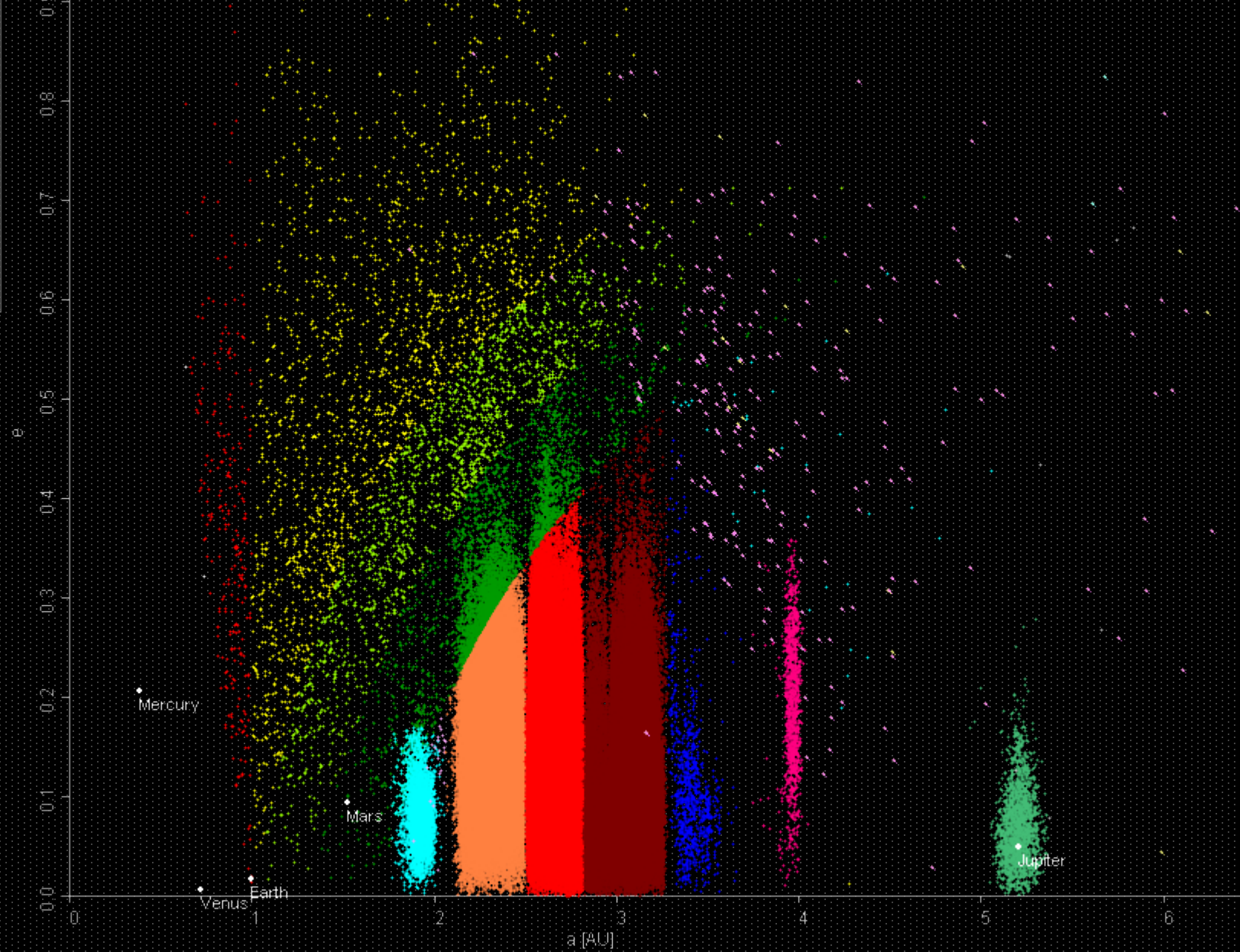
Složení asteroidů



Petr Scheirich, 2005

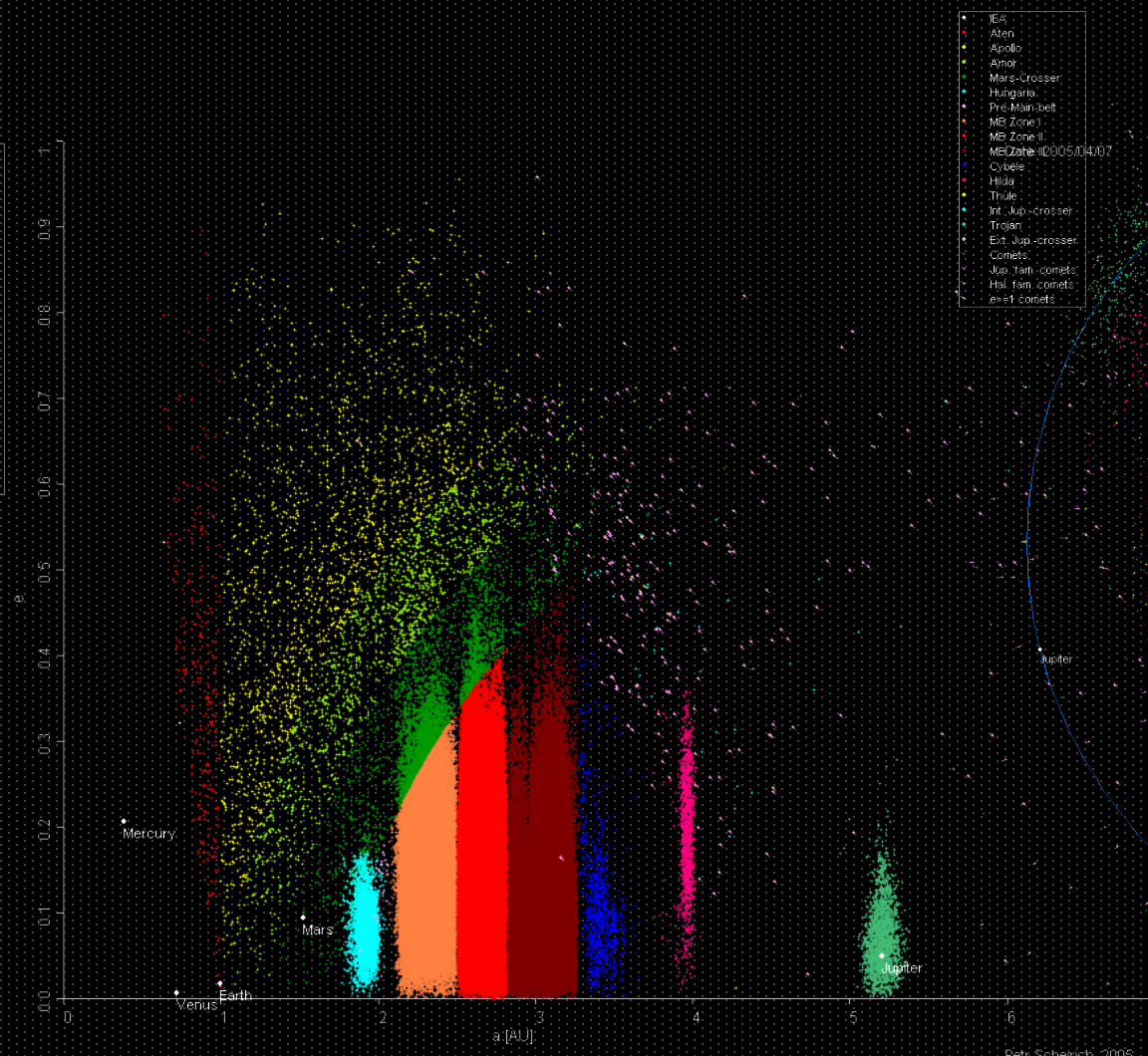
Složení asteroidů

- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB_Zone I
- MB_Zone II
- MB_Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets

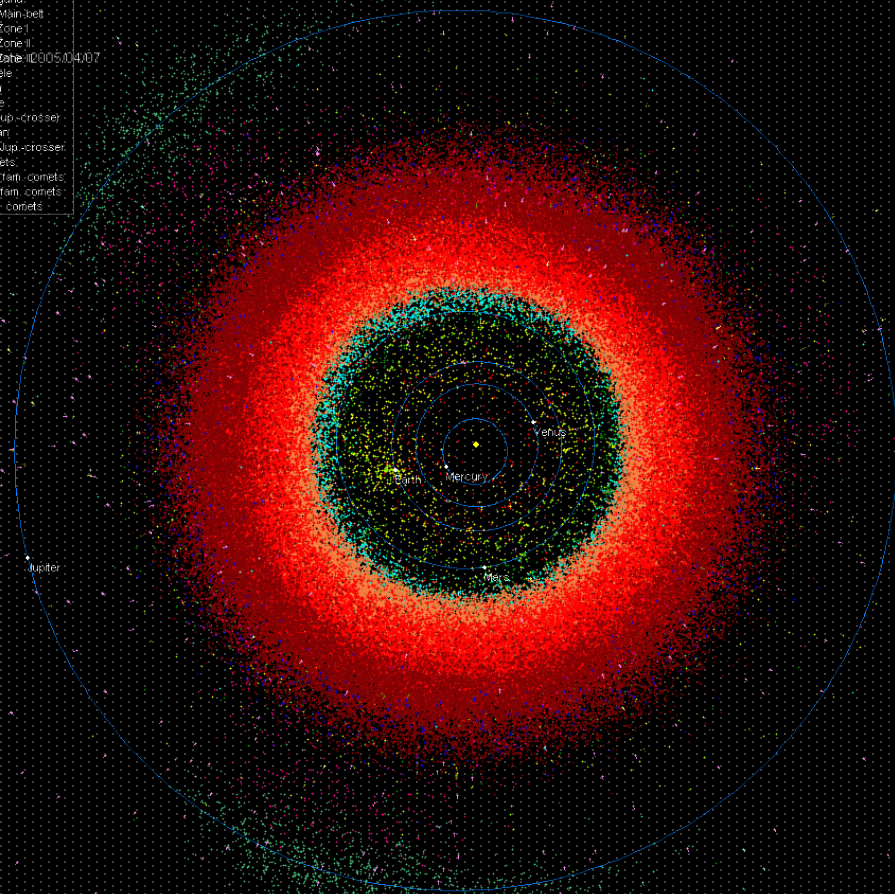


Petr Scheir

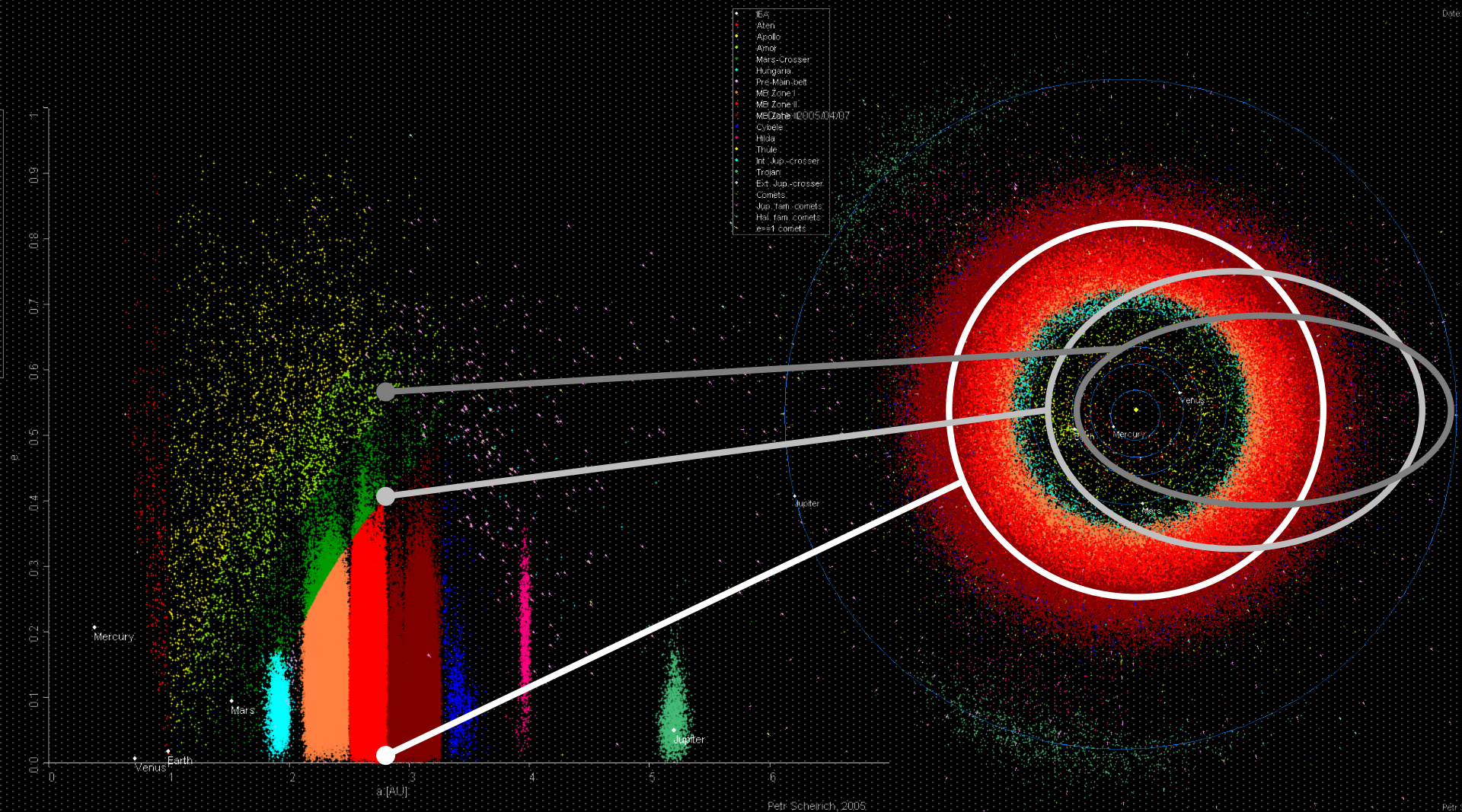
Dráhy asteroidů



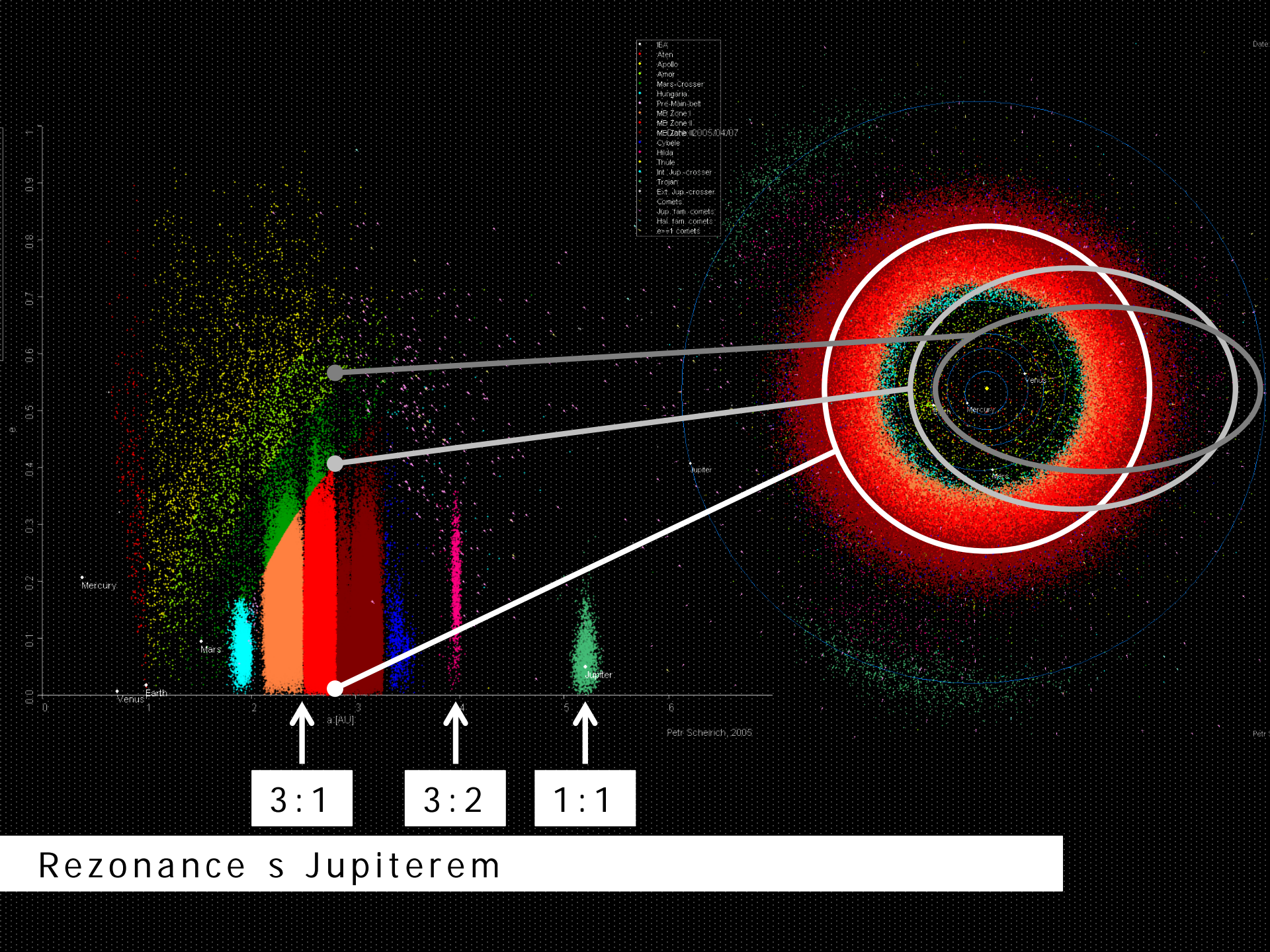
Petr Scheirich, 2005

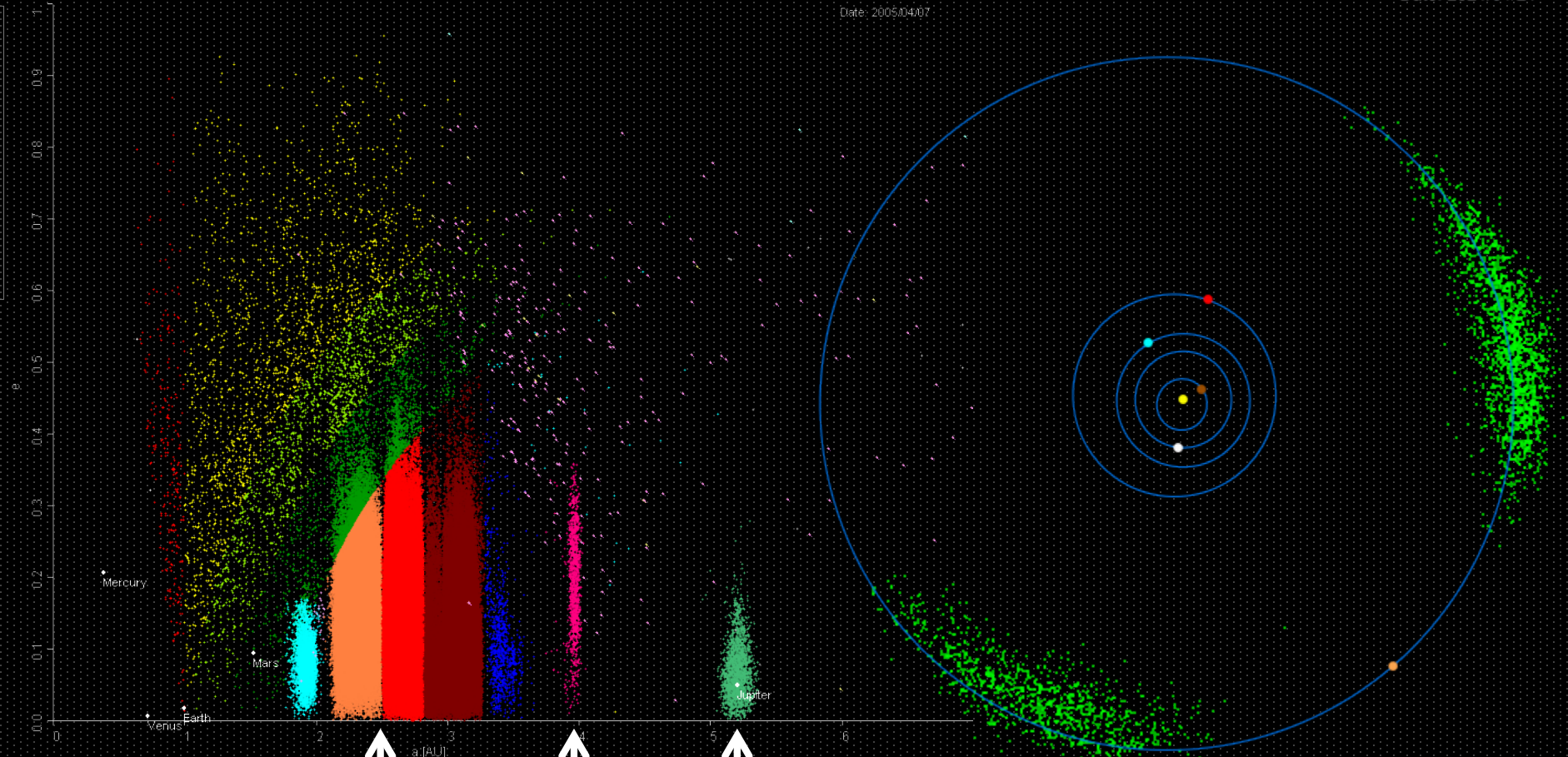


Dráhy asteroidů



Dráhy asteroidů



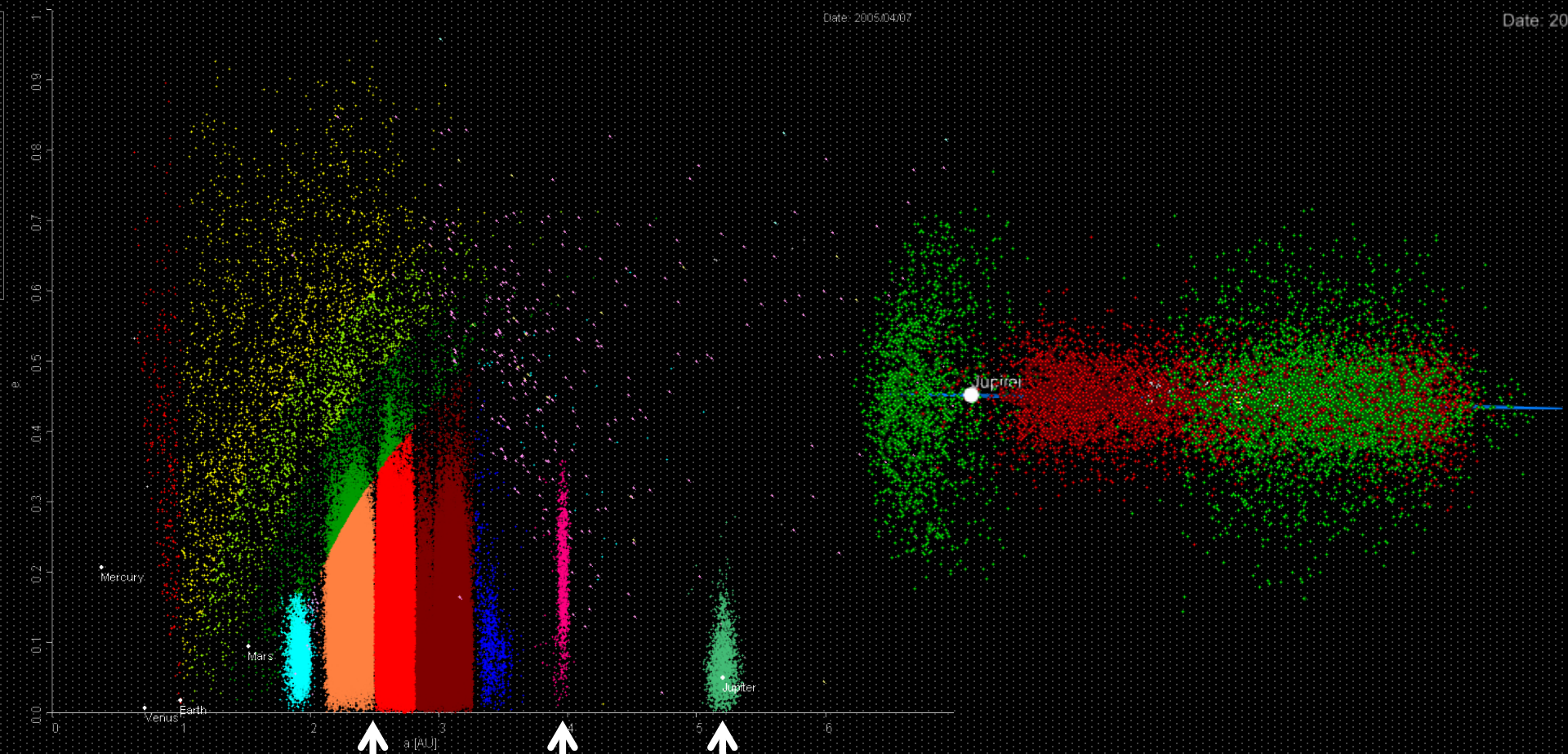


↑
3:1

↑
3:2

↑
1:1

Trojané Jupiteru

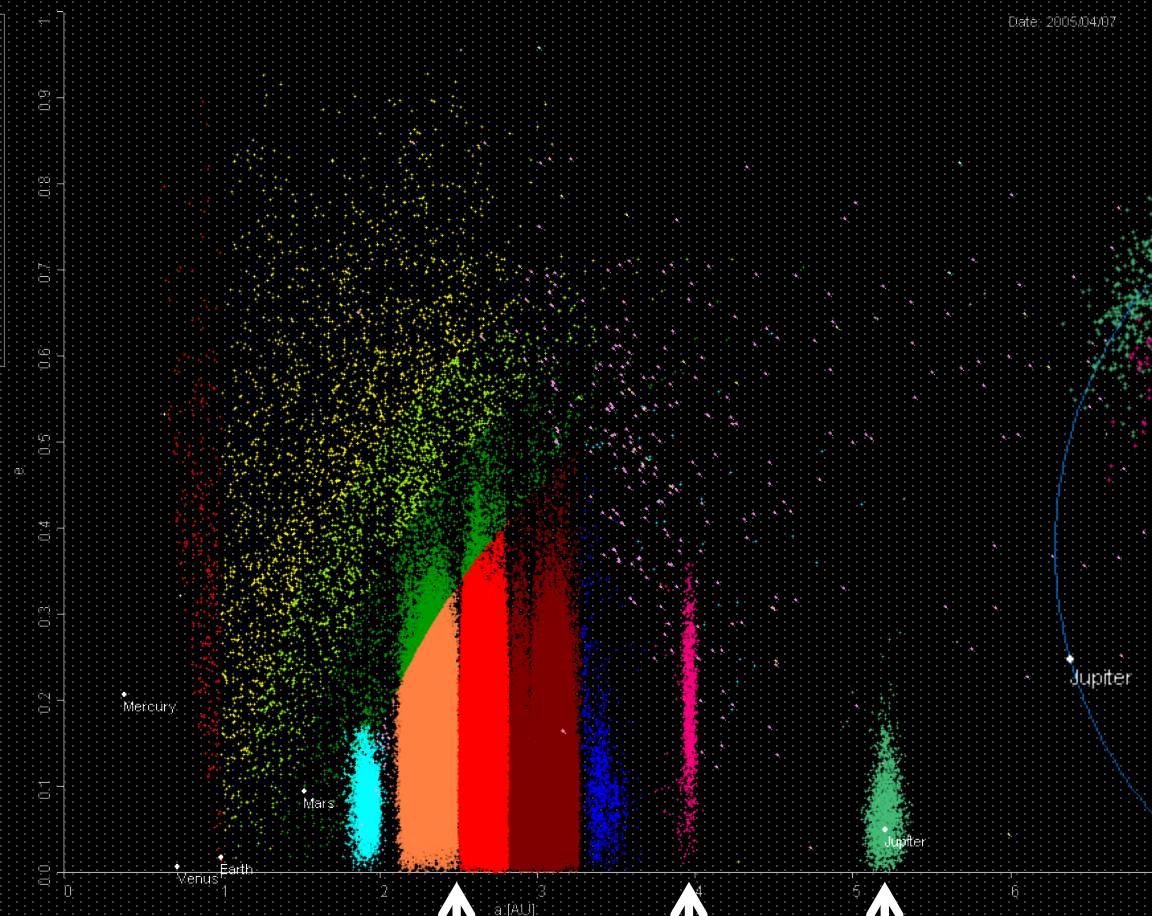


↑
3:1

↑
3:2

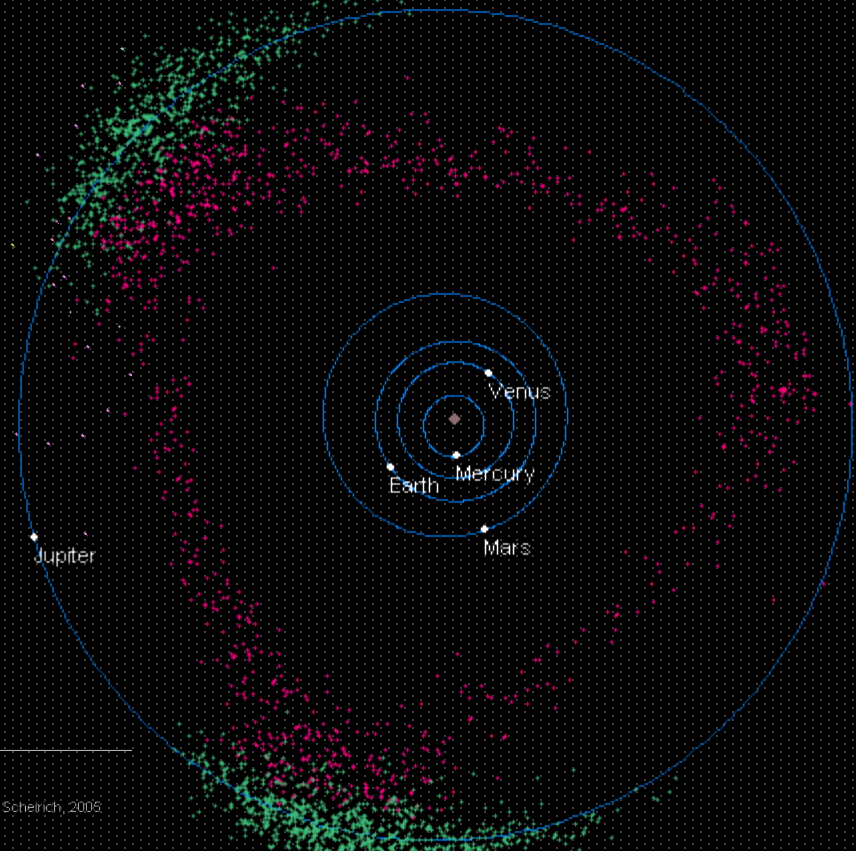
↑
1:1

Trojané Jupiteru



Date: 2005/04/07

Date: 2005/04/27



Petr Scheirich, 2005

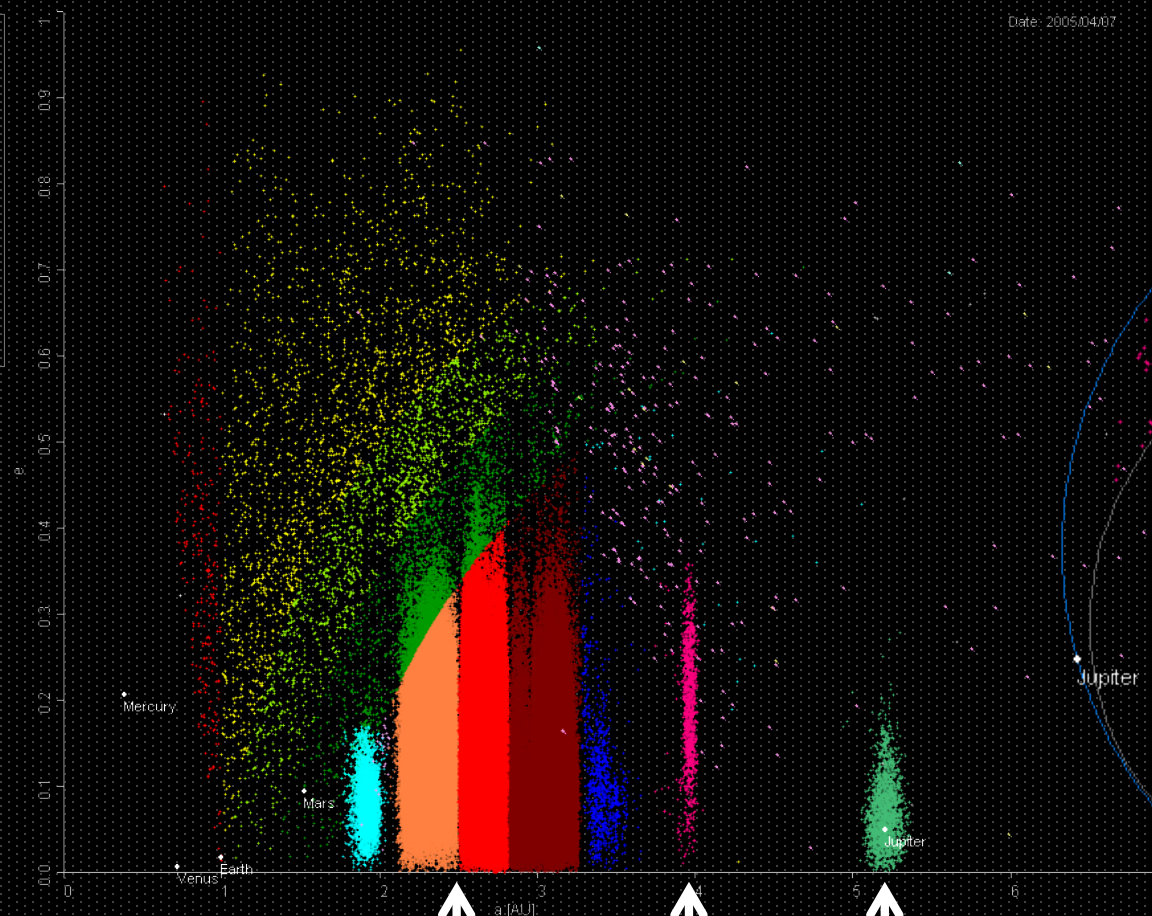
Petr Scheirich, 20

3:1

3:2

1:1

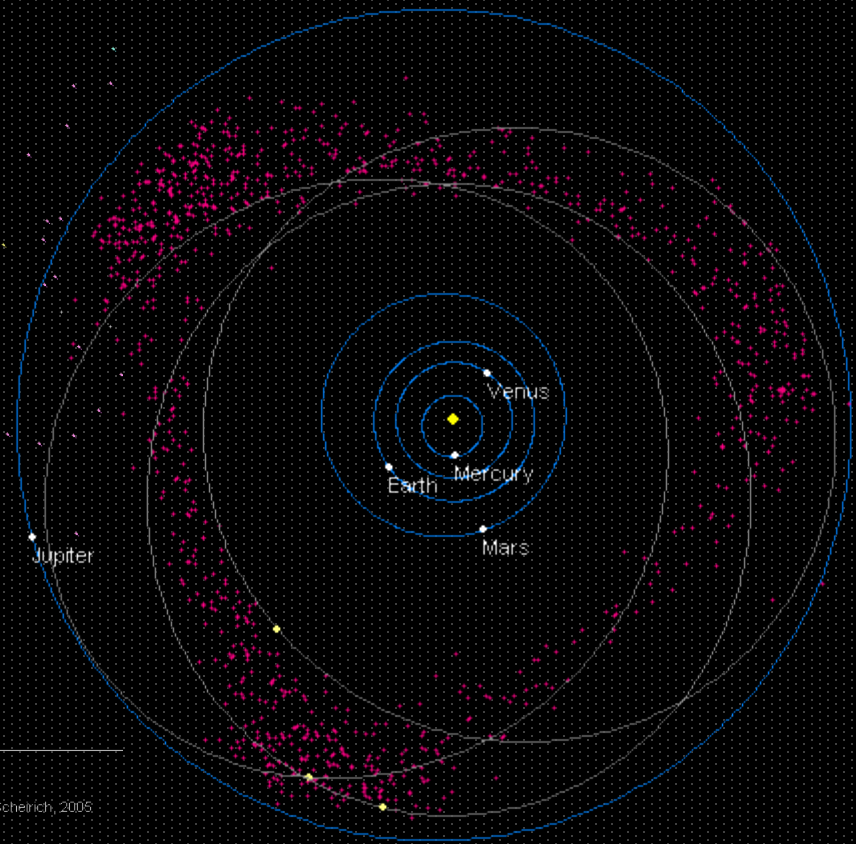
Skupina Hilda



↑
3:1

↑
3:2

↑
1:1

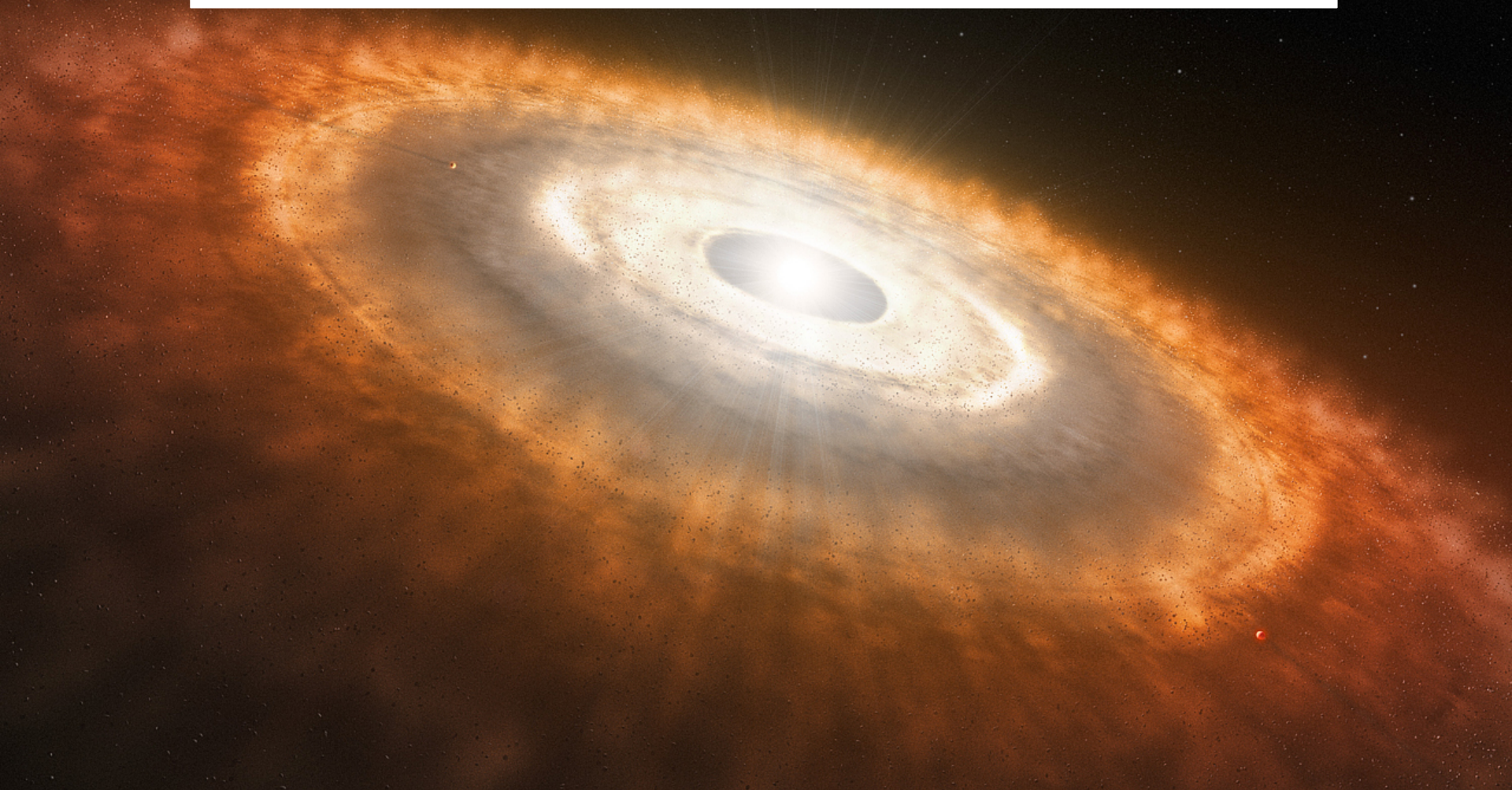


Petr Scheirich, 2005

Petr Scheirich, 20

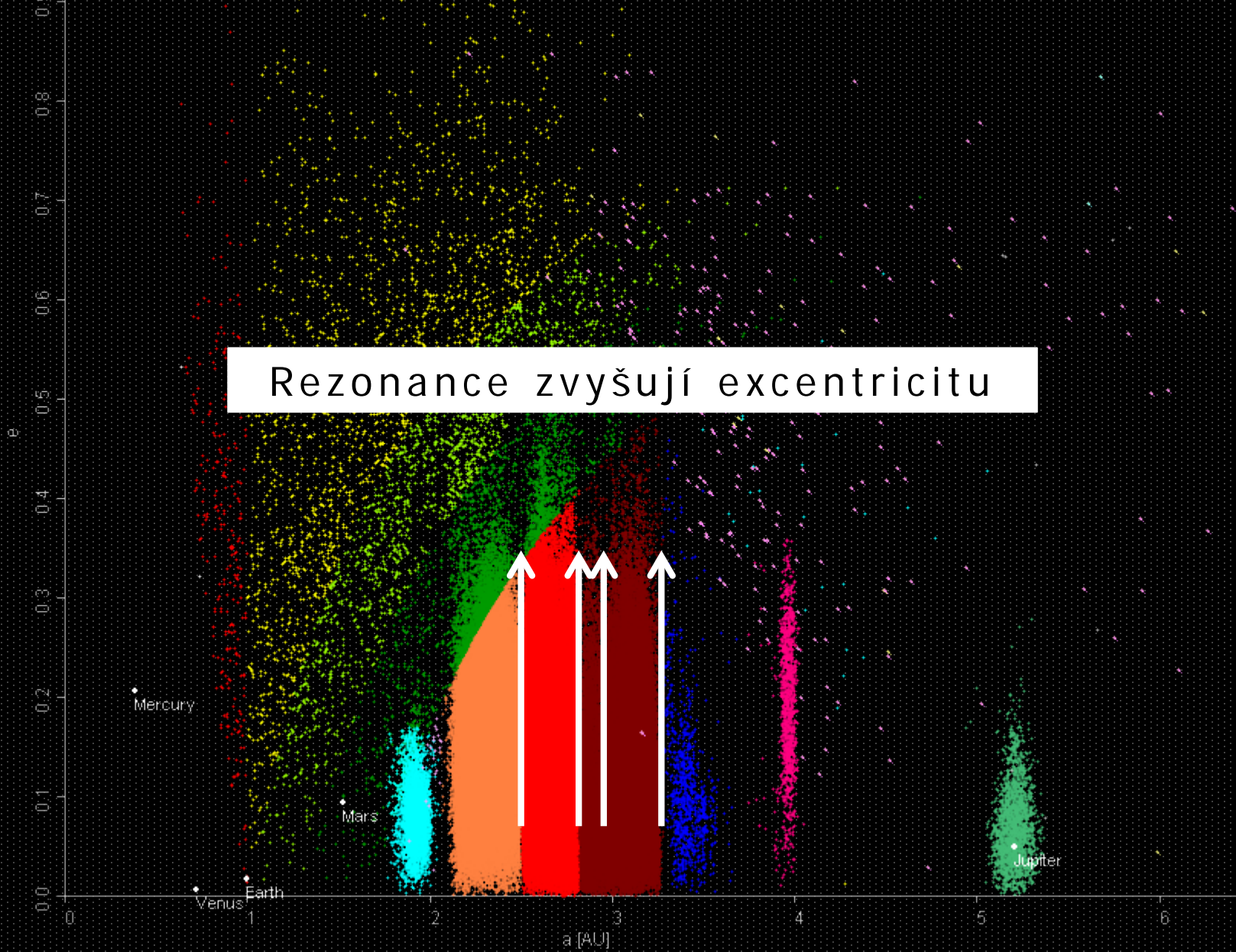
Skupina Hilda

Excentricity planetesimál protoplanetárního disku musely být téměř nulové.



Migrace planet

- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB Zone I
- MB Zone II
- MB Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets



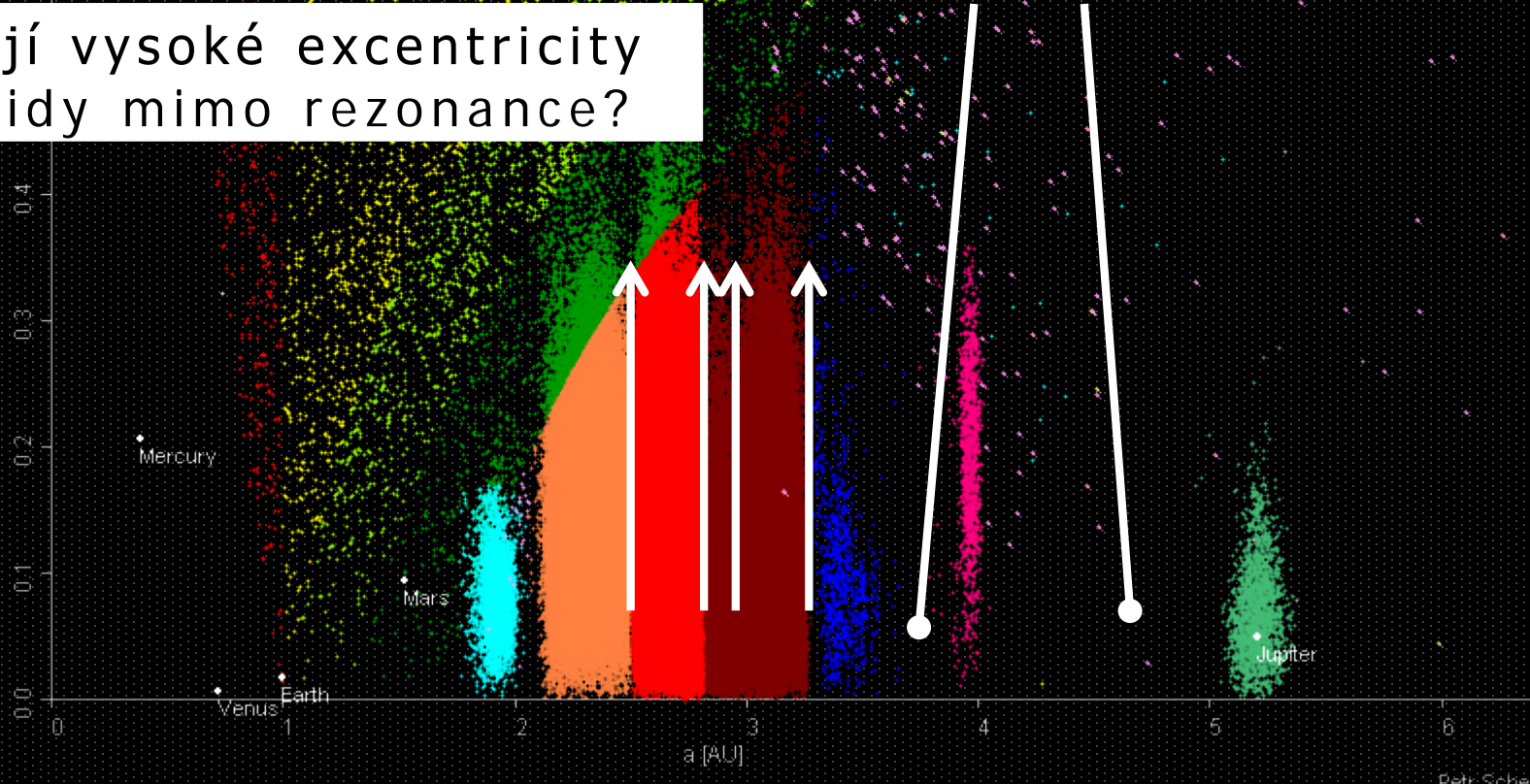
Rezonance zvyšují excentricitu

Migrace planet

- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB_Zone I
- MB_Zone II
- MB_Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets

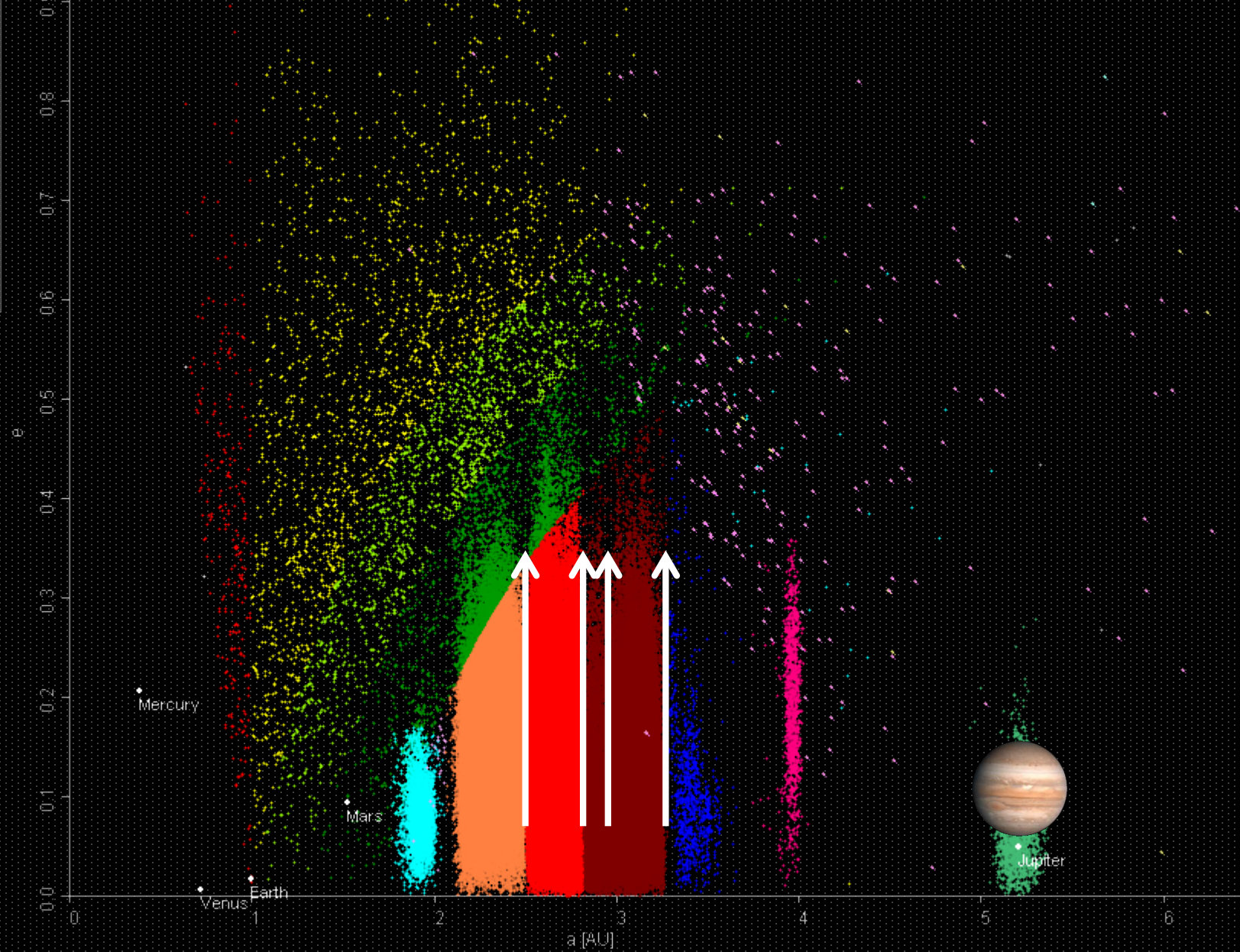


Proč mají vysoké excentricity i asteroidy mimo rezonance?

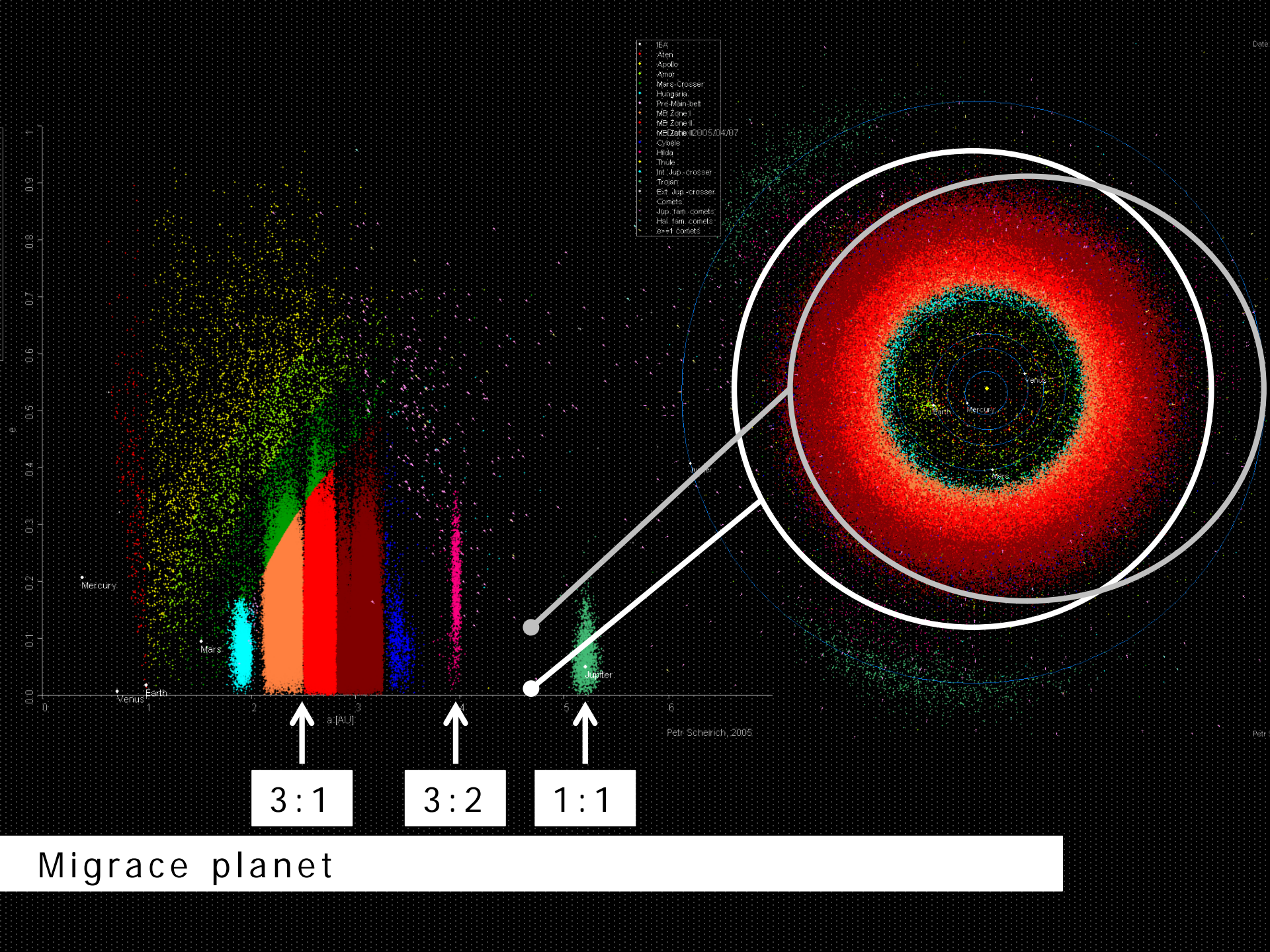


Migrace planet

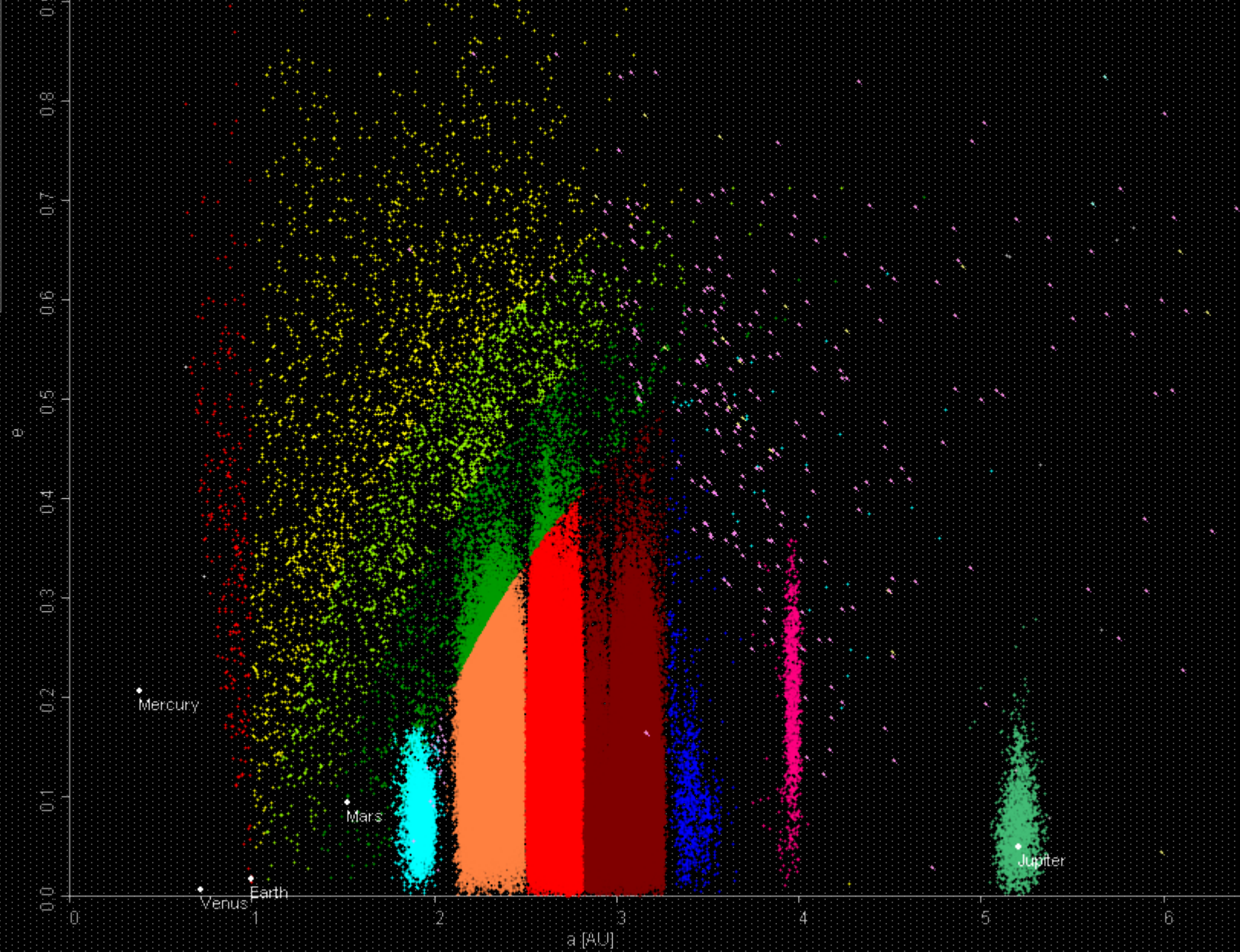
- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB_Zone I
- MB_Zone II
- MB_Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets



Migrace planet

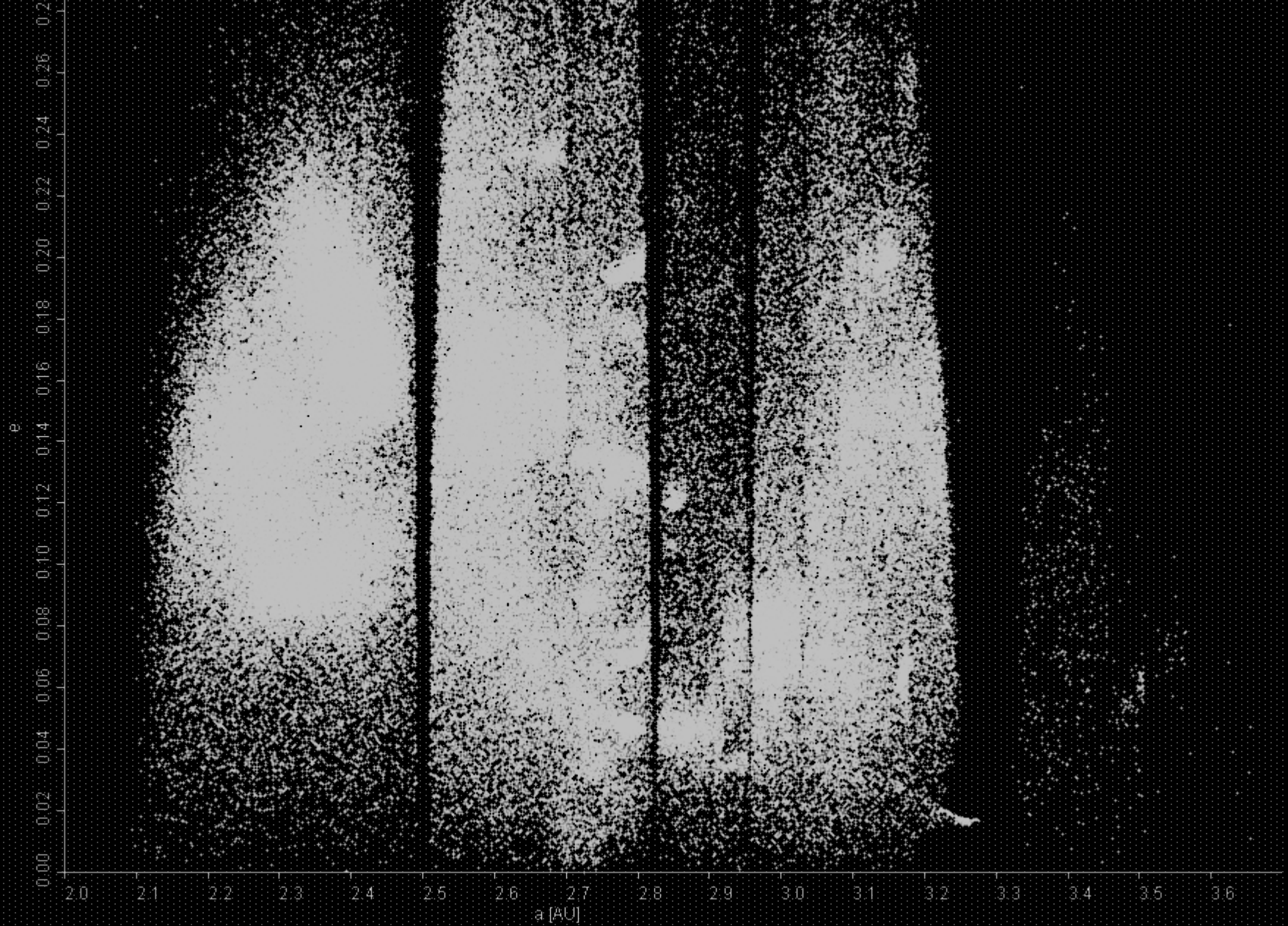


- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB Zone I
- MB Zone II
- MB Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets



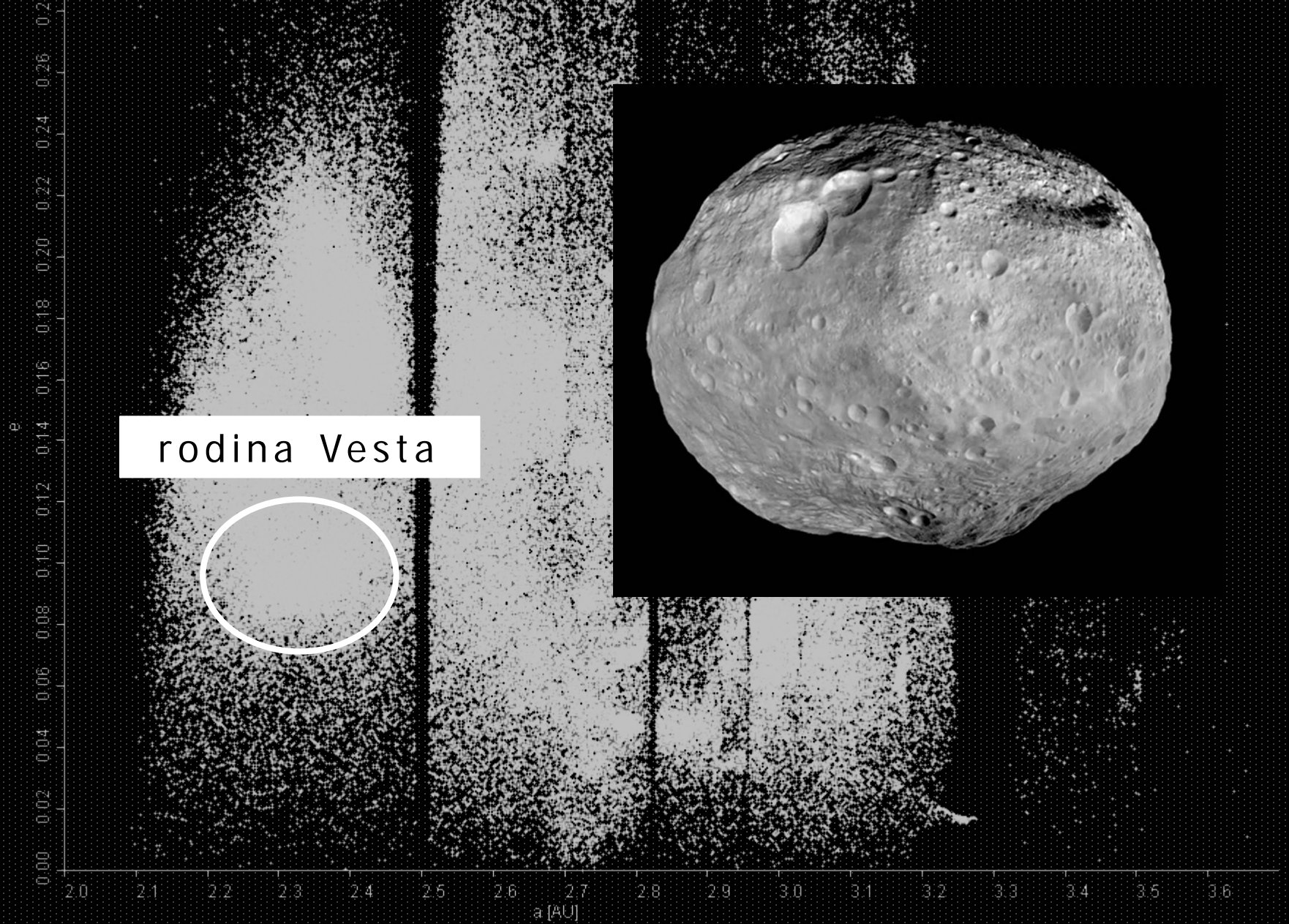
Petr Scheir

Oskulační a vlastní elementy, rodiny asteroidů



Oskulační a vlastní elementy, rodiny asteroidů

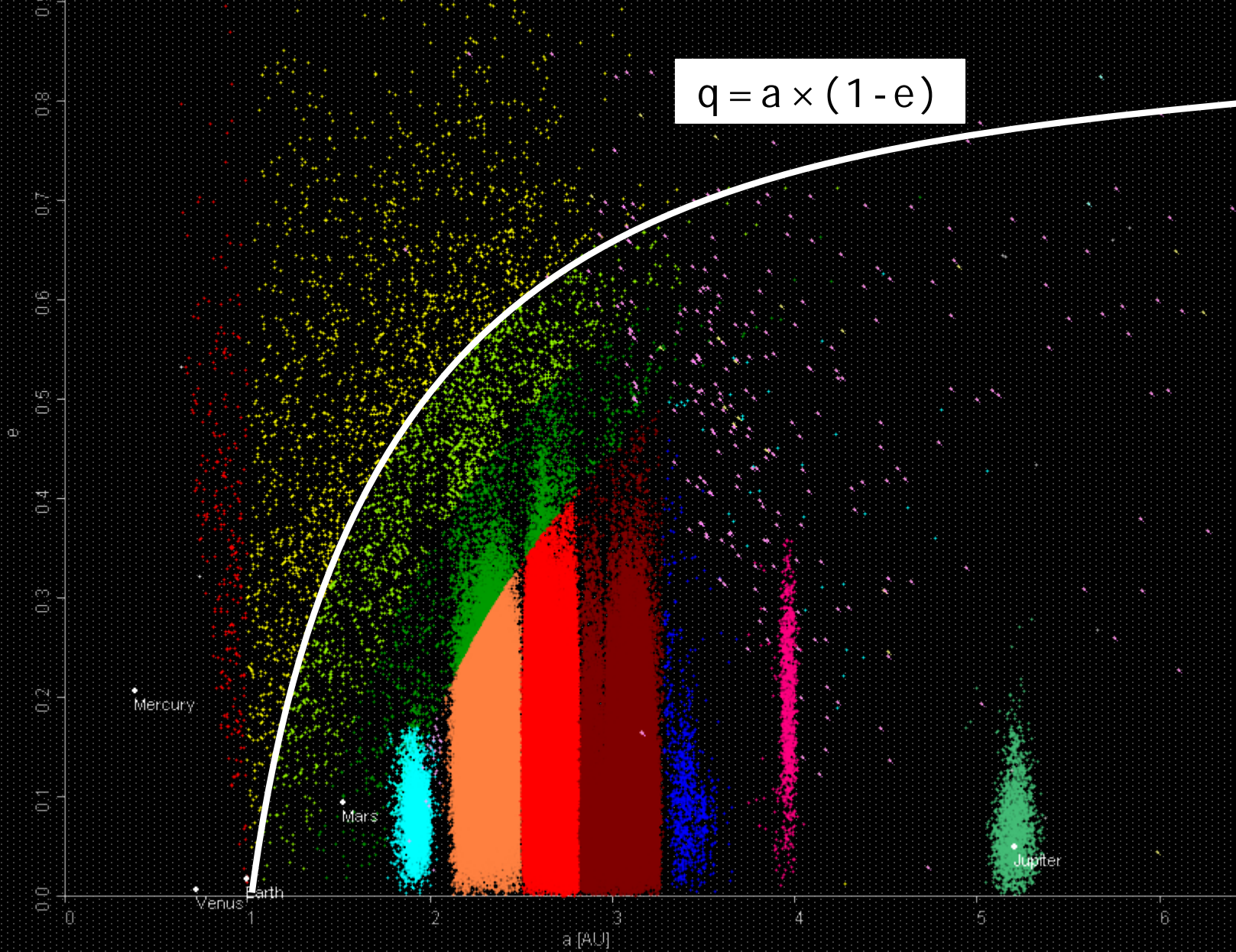
Petr Scheirich, 2005



Oskulační a vlastní elementy, rodiny asteroidů

Petr Scheirich, 2005

- Mars-crosser
- Hungaria
- Pre-Main-belt
- MB Zone I
- MB Zone II
- MB Zone III
- Cybele
- Hilda
- Thule
- Int. Jup.-crosser
- Trojan
- Ext. Jup.-crosser
- Comets
- Jup. fam. comets
- Hal. fam. comets



Blízkozemní planetky

15.4.2018:

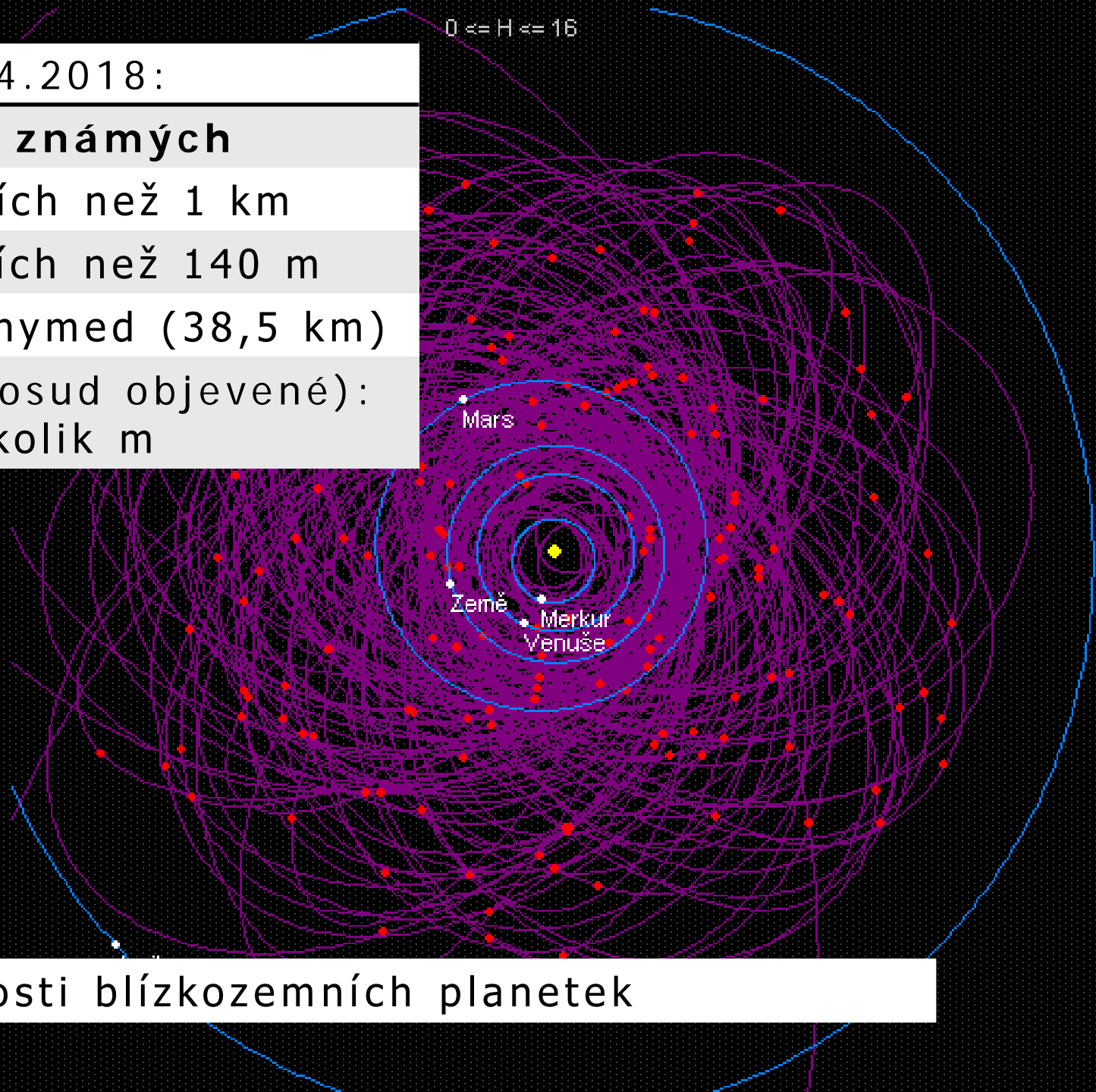
18034 známých

888 větších než 1 km

8126 větších než 140 m

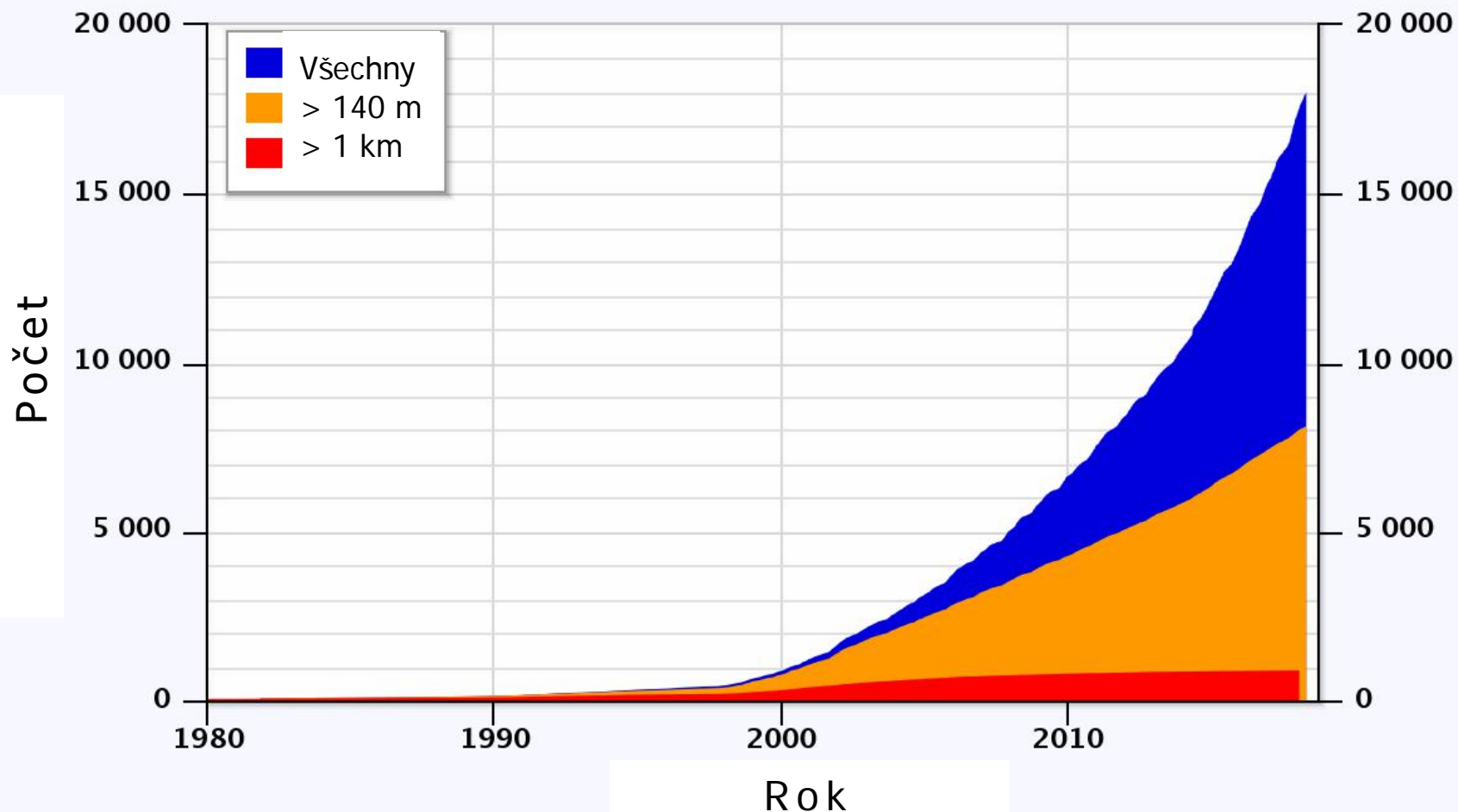
Největší: Ganymed (38,5 km)

Nejmenší (dosud objevené):
několik m



Počty a velikosti blízkozemních planetek

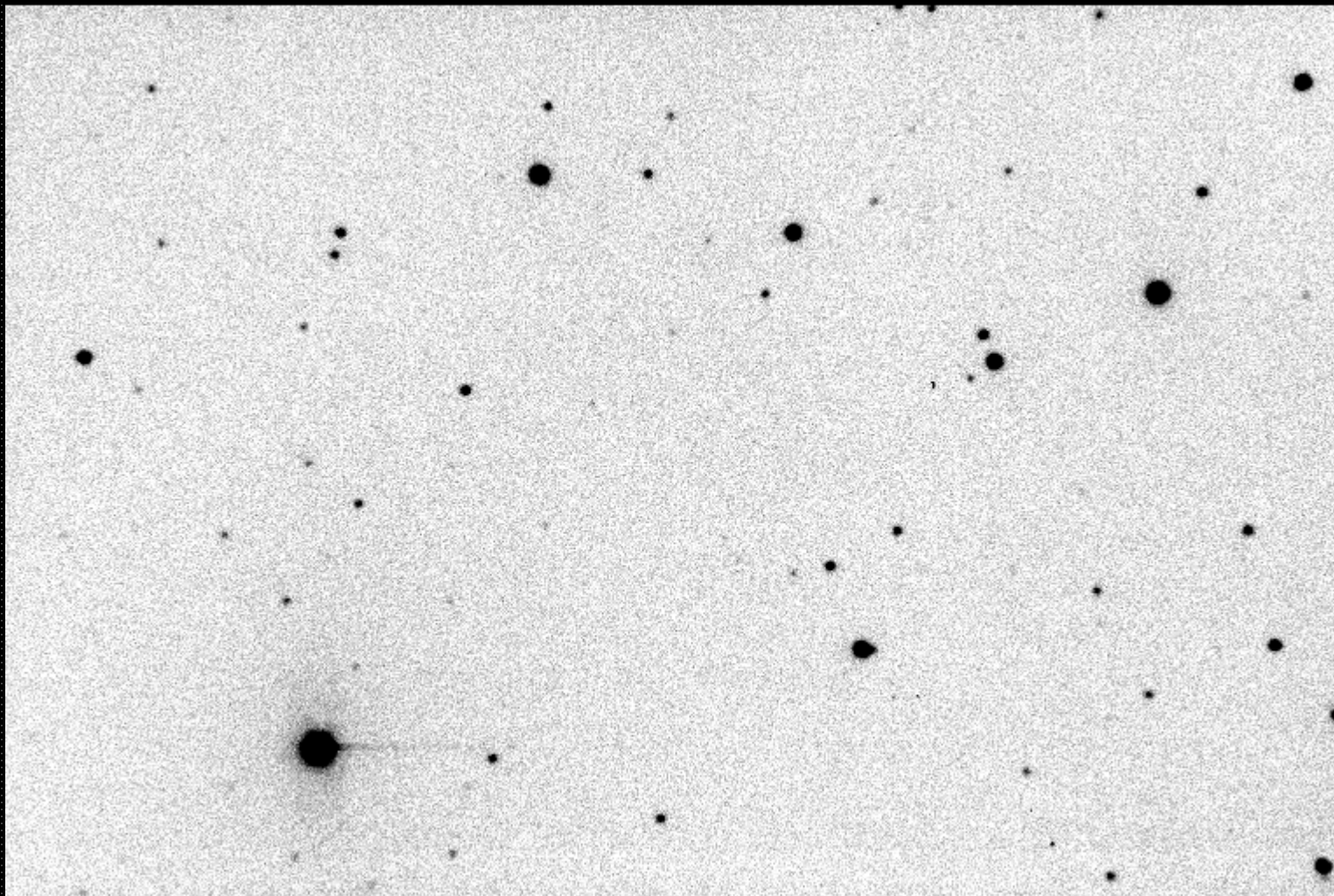
Známé blízkozemní planetky



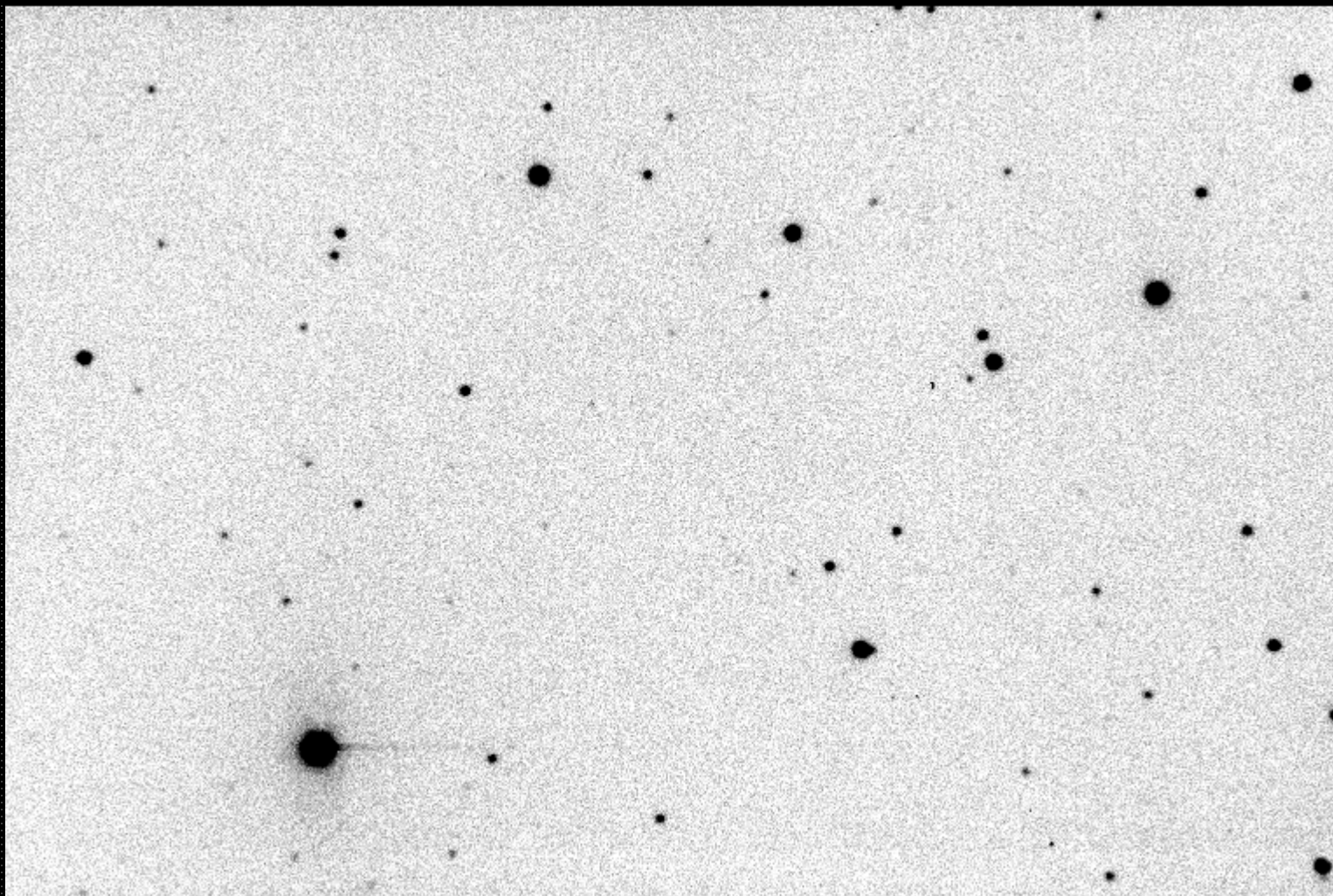
<https://cneos.jpl.nasa.gov/stats/>

Alan Chamberlin (JPL/Caltech)

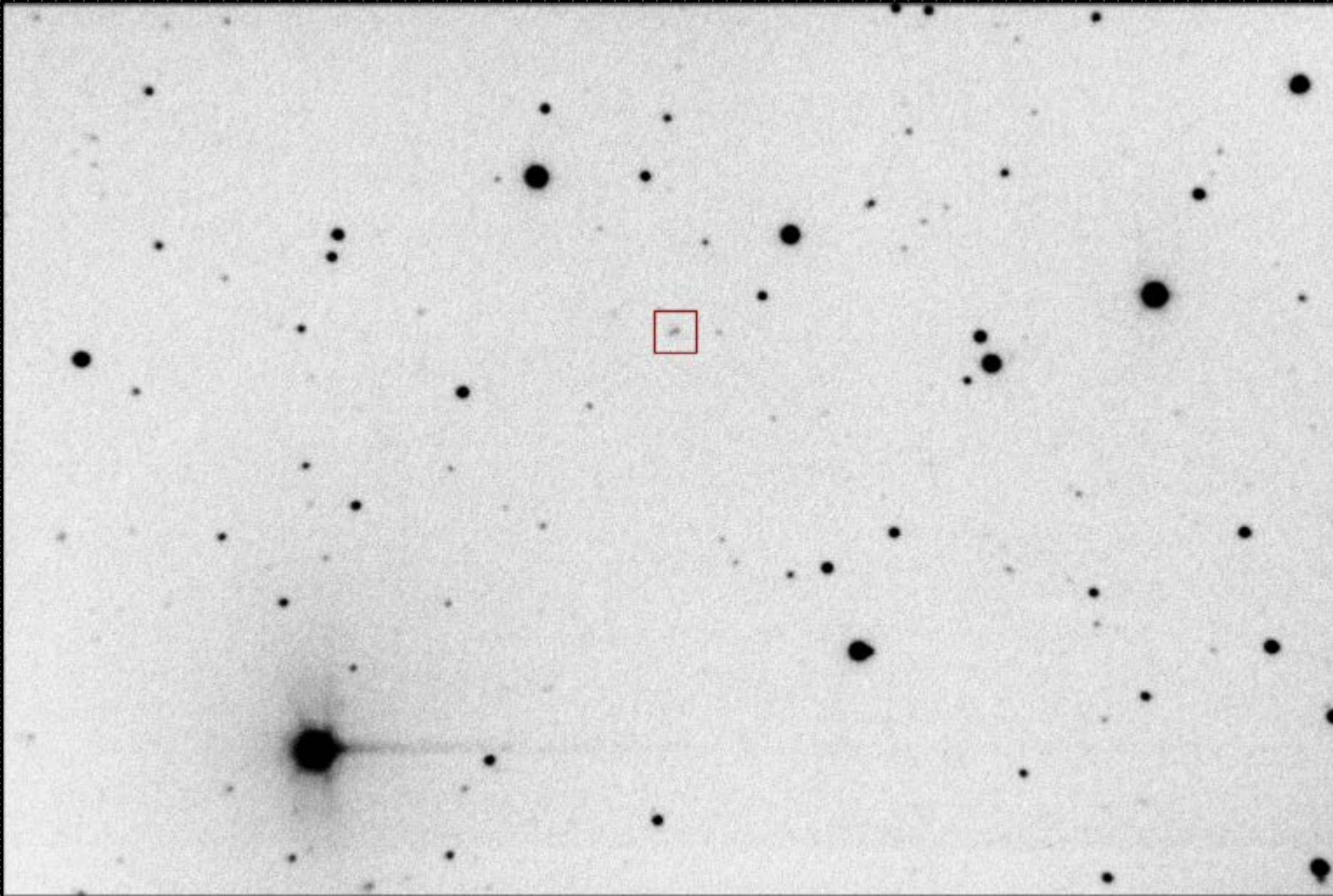
Počty a velikosti blízkozemních planetek



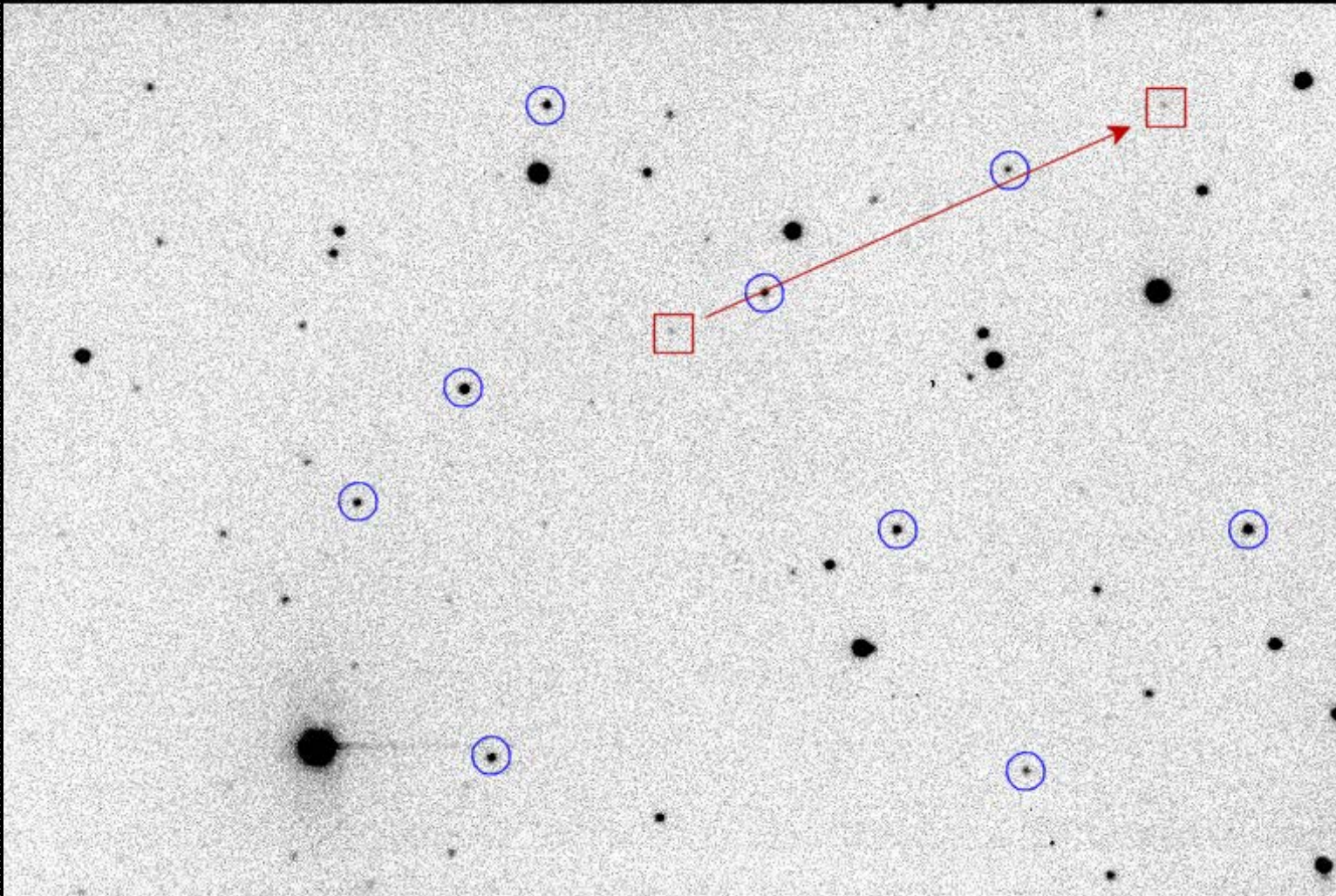
Objevování a sledování planetek



Objevování a sledování planetek

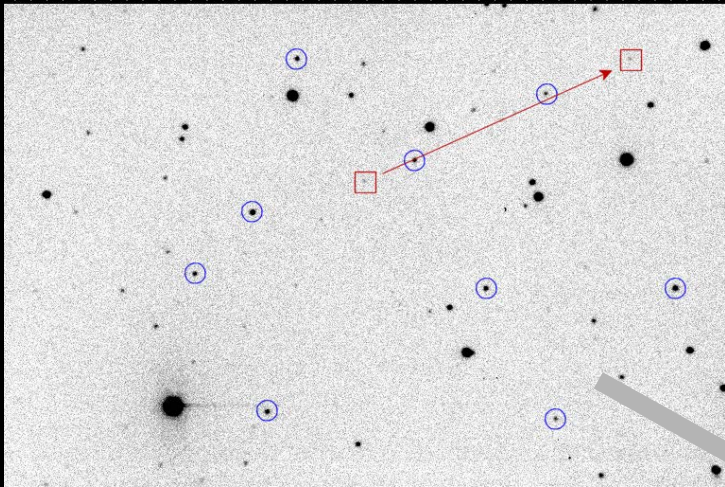


Objevování a sledování planetek



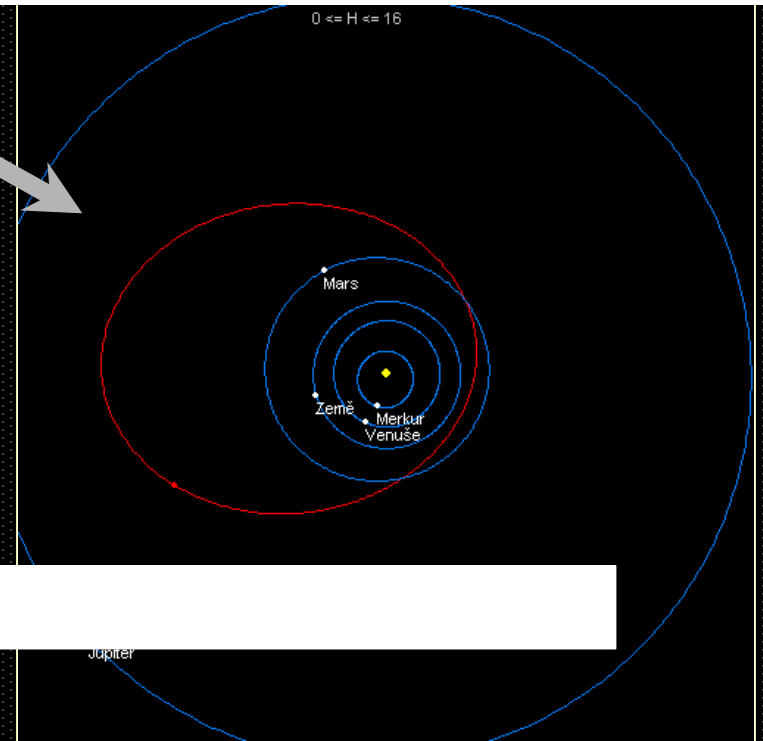
Objevování a sledování planetek

Astrometrie

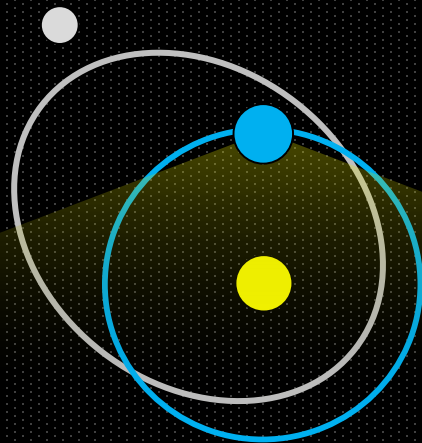


Dráha ve Sluneční soustavě

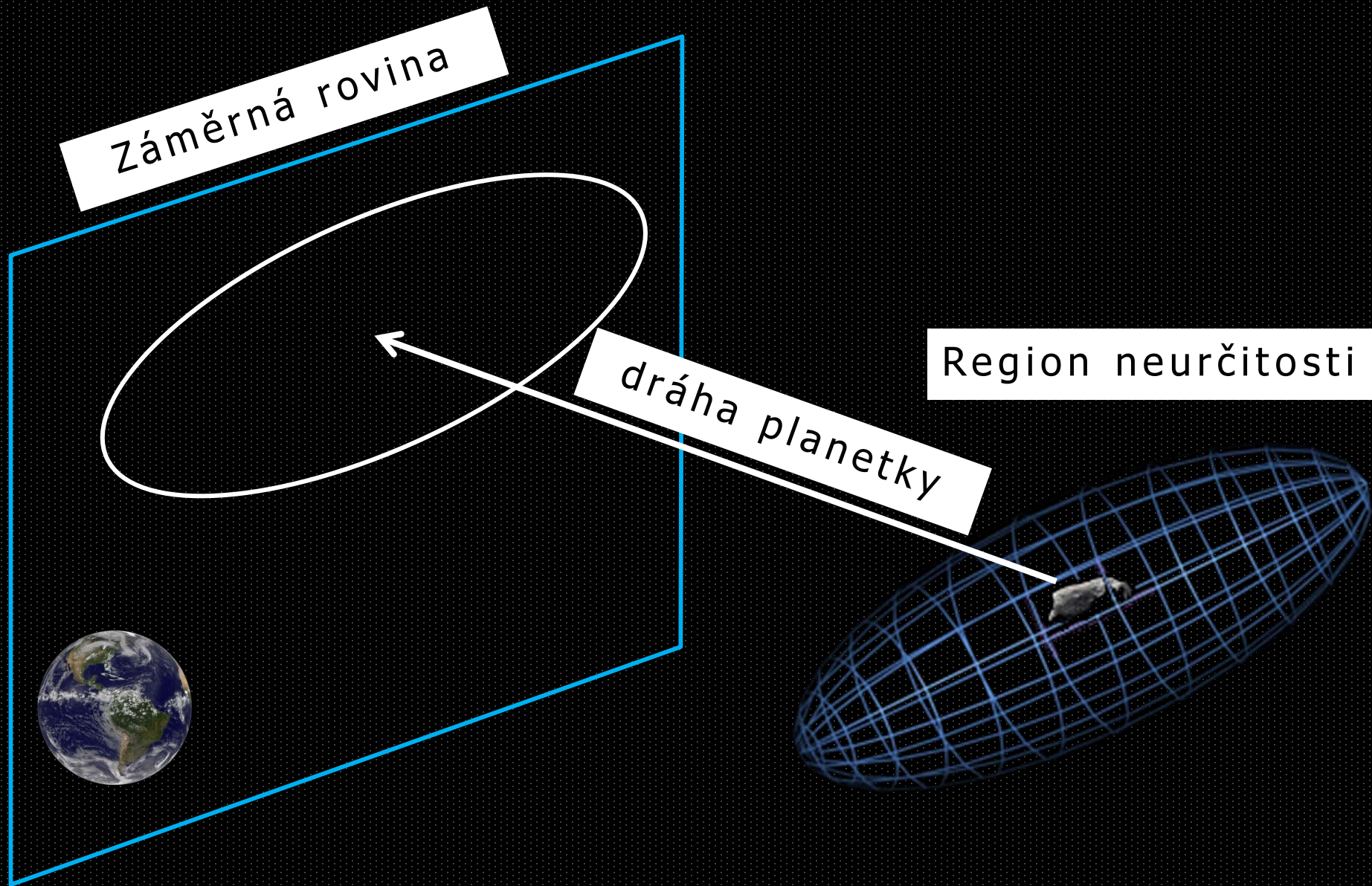
~~magie~~
matematika



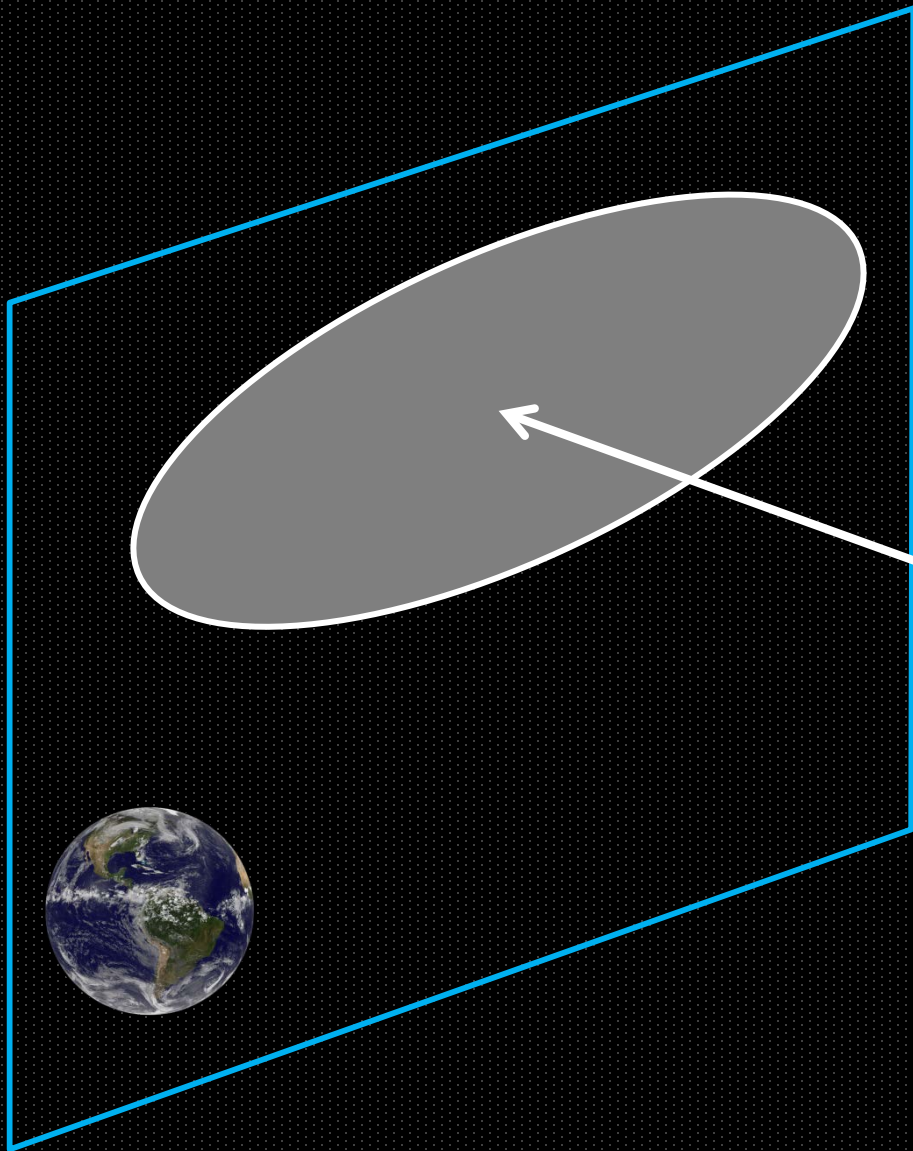
Objevování a sledování planetek



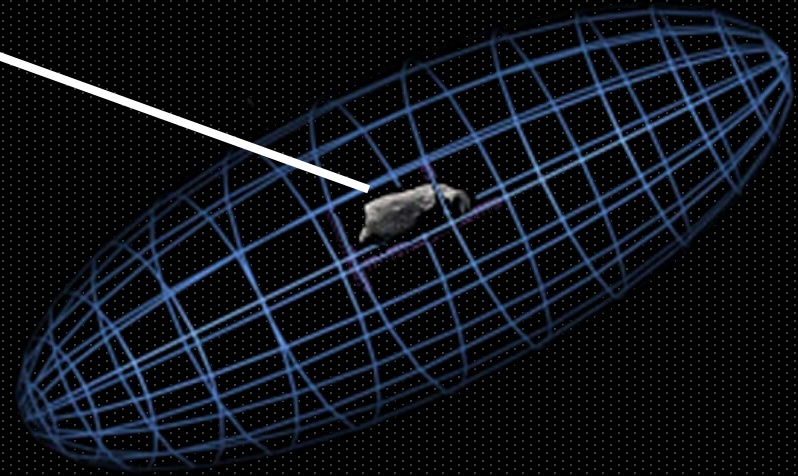
Pozorovatelnost blízkozemní planety



Pravděpodobnost impaktu

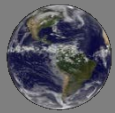


Pokud plocha neurčitosti
míjí průřez Země, impakt
je vyloučen.



Pravděpodobnost impaktu

Neurčitost v dráze je během prvních dnů pozorování obrovská...



Pravděpodobnost impaktu je vždy dána poměrem
plocha průřezu planety / plocha regionu neurčitosti

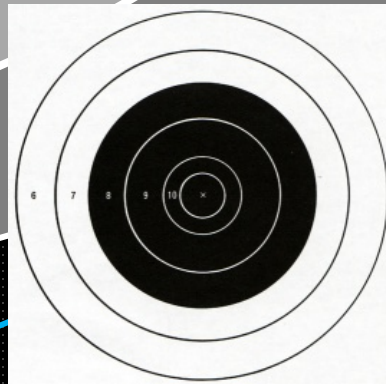
Pravděpodobnost impaktu

Impakt je vyloučen až tehdy,
kdy se pocha neurčitosti
zmenší do oblasti, která mǐjí
Zemi (což je obvyklý vývoj).



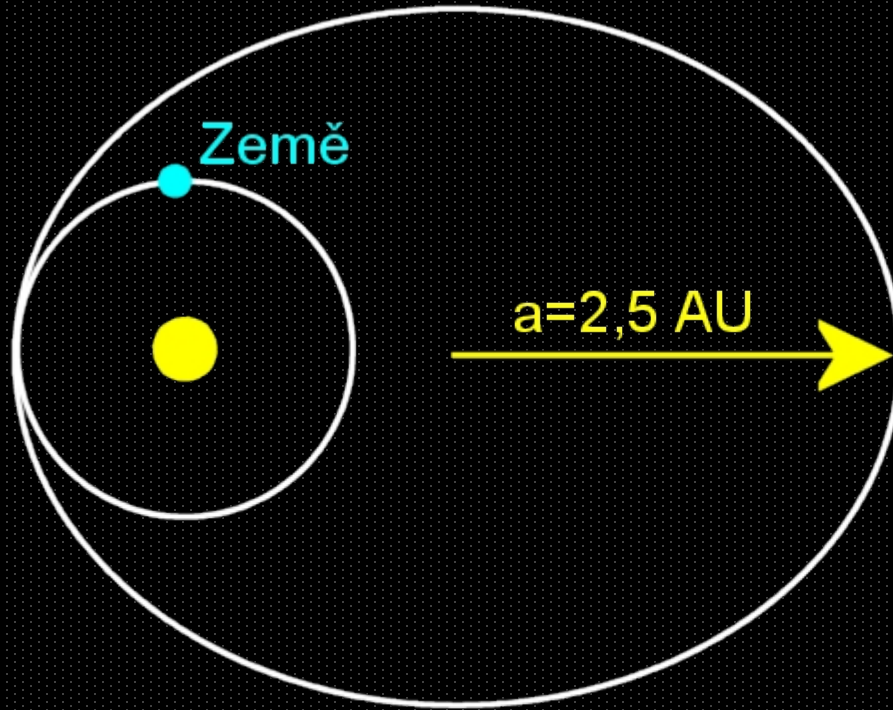
Pravděpodobnost impaktu

Impakt je vyloučen až tehdy, kdy se pocha neurčitosti zmenší do oblasti, která mívá Zemi (což je obvyklý vývoj).



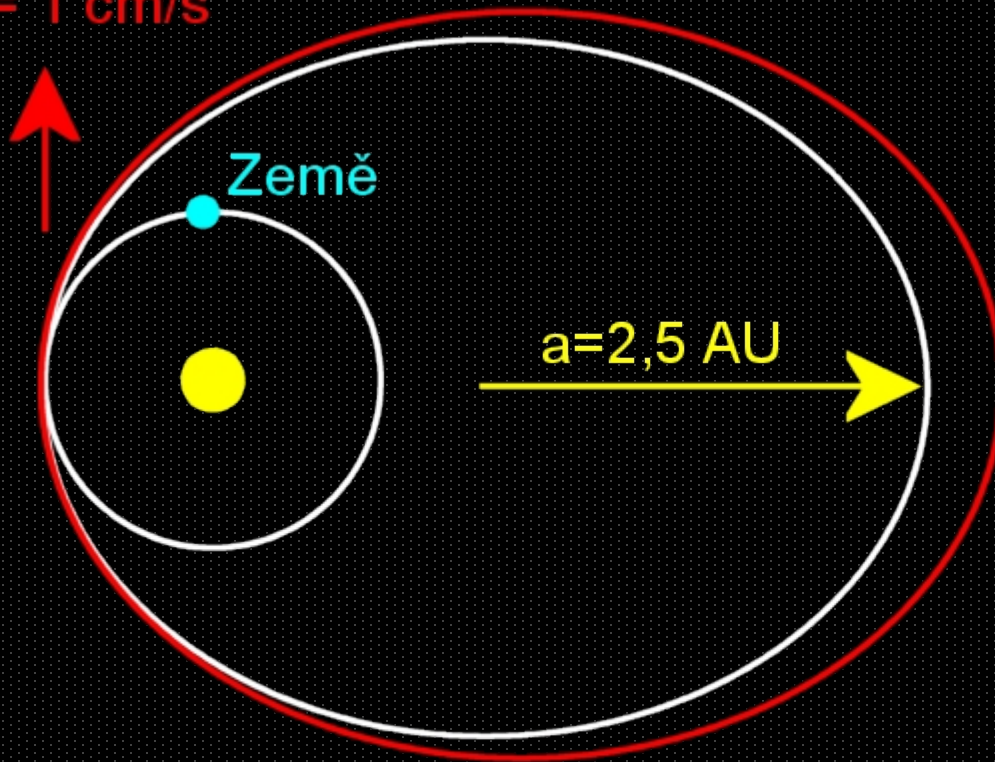
Pravděpodobnost impaktu





Kinetický impaktor pro odklon asteroidu

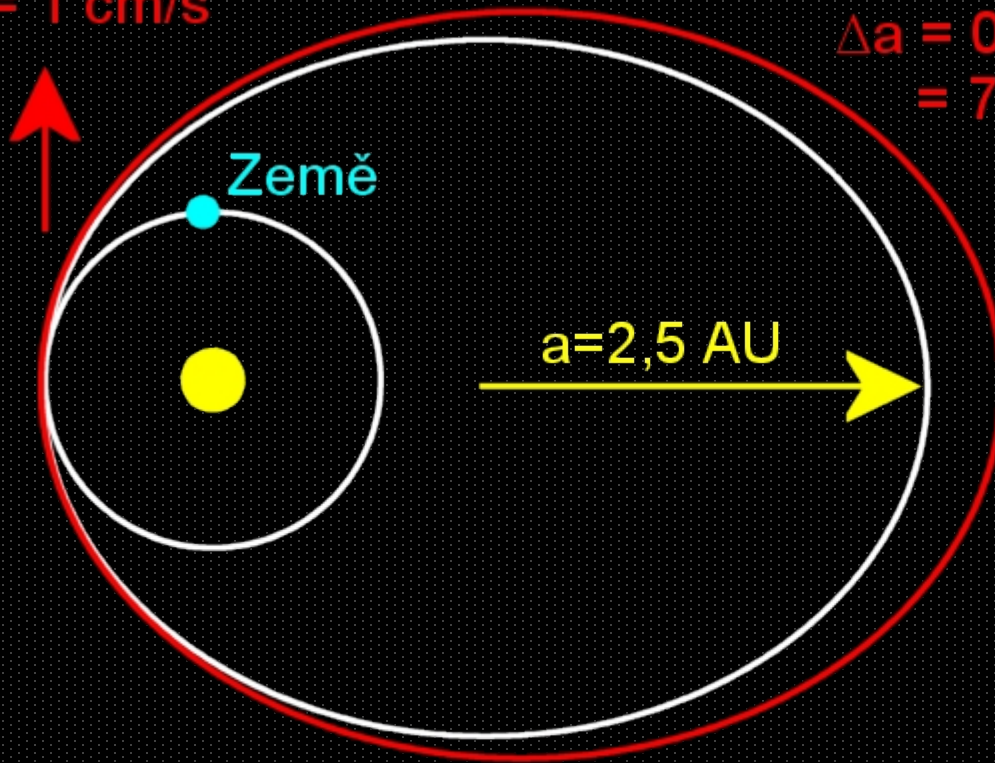
$\Delta v = 1 \text{ cm/s}$



Kinetický impaktor pro odklon asteroidu

$\Delta v = 1 \text{ cm/s}$

$\Delta a = 0,000005294 \text{ AU}$
 $= 794 \text{ km}$



Kinetický impaktor pro odklon asteroidu

$\Delta v = 1 \text{ cm/s}$



Země



$a = 2,5 \text{ AU}$



$\Delta a = 0,000005294 \text{ AU}$
 $= 794 \text{ km}$

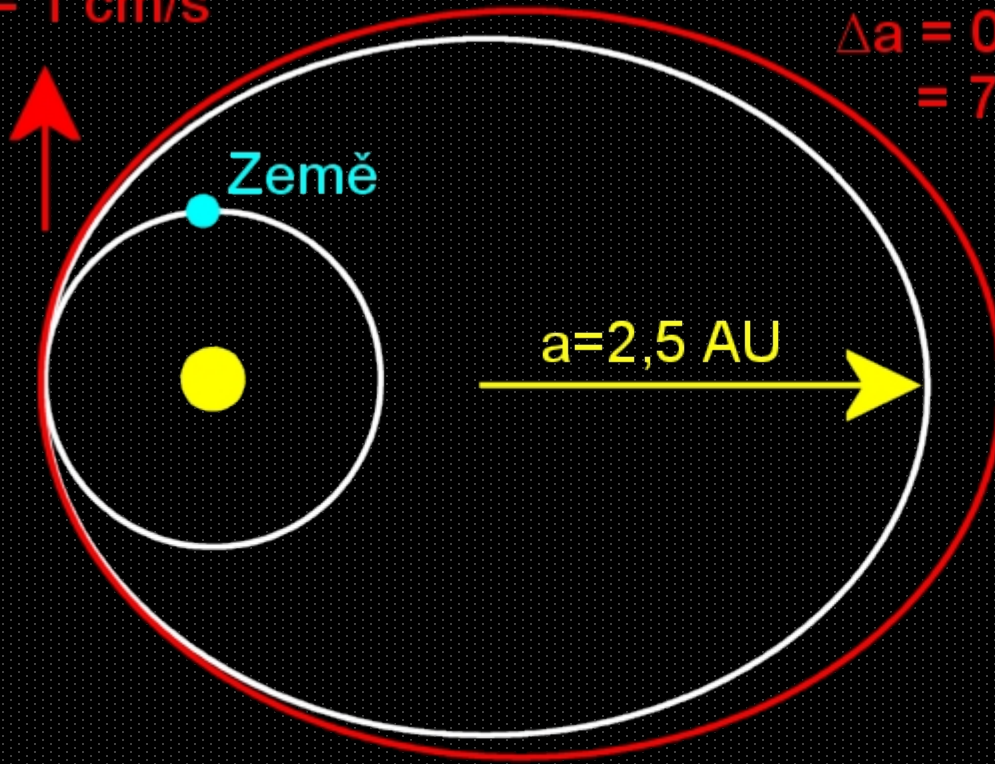
$\Delta T = 6,6 \text{ min}$

Kinetický impaktor pro odklon asteroidu

$\Delta v = 1 \text{ cm/s}$

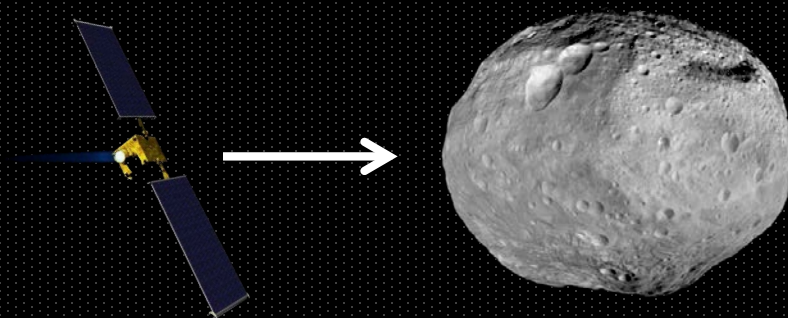
$\Delta a = 0,000005294 \text{ AU}$
 $= 794 \text{ km}$

$\Delta T = 6,6 \text{ min}$

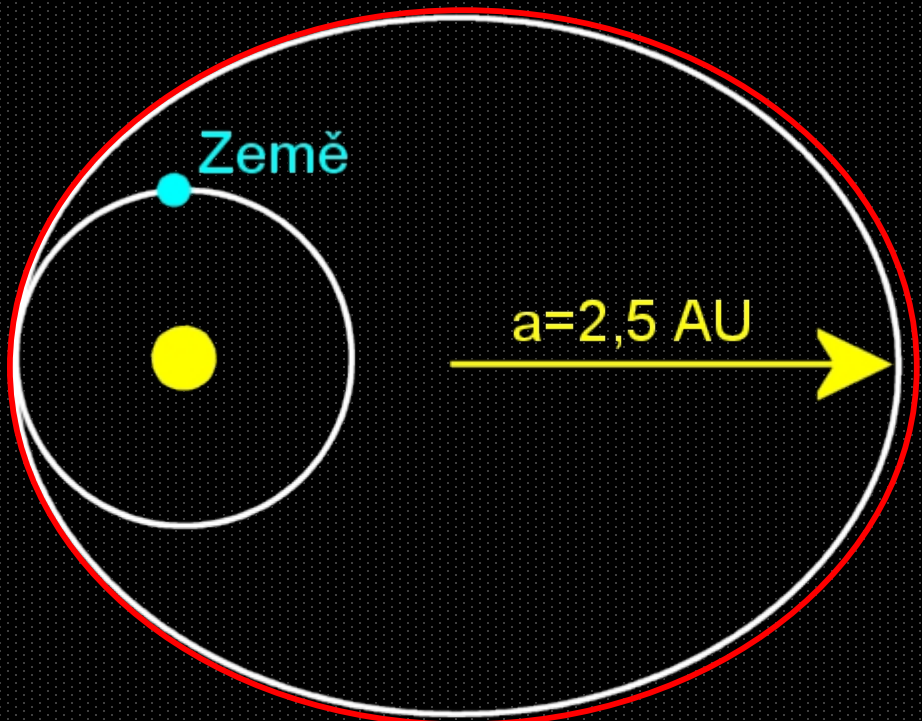


$$30 \text{ km/s} \times 6,6 \text{ min} = 12\,000 \text{ km}$$

Kinetický impaktor pro odklon asteroidu

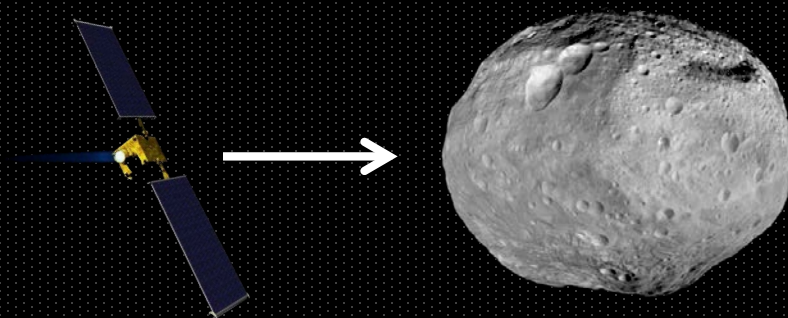


150 m asteroid
500 kg impaktor
 $V_{\text{impakt}} \sim 6 \text{ km/s}$
 $\Delta v \sim 0,5 \text{ mm/s}$



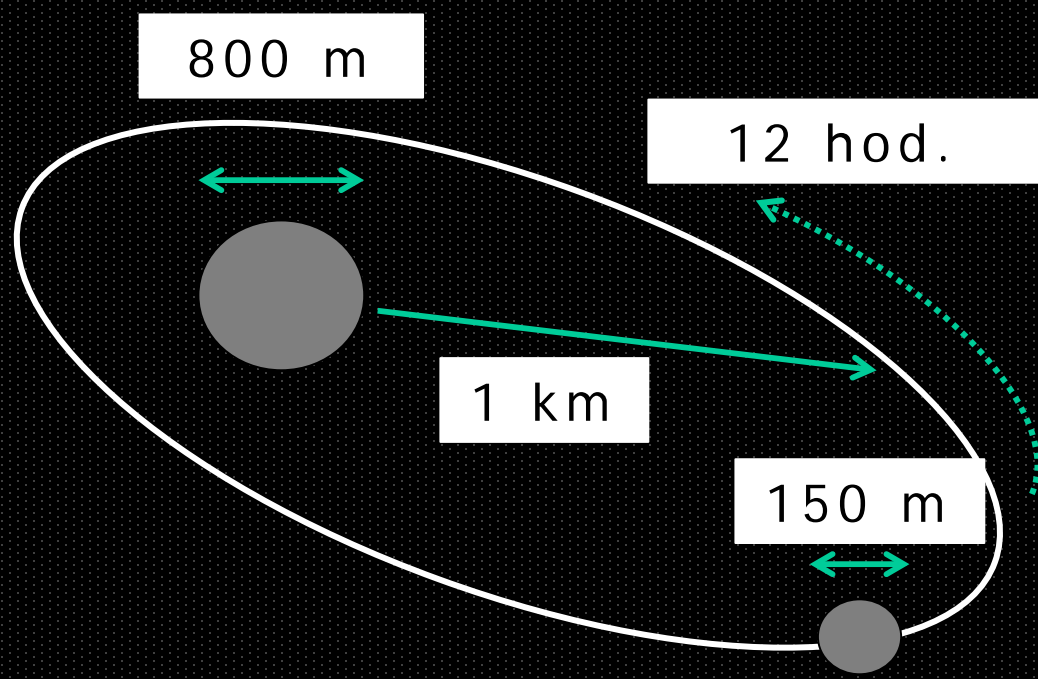
Na výsledek
bychom čekali
desítky let!

Kinetický impaktor pro odklon asteroidu



150 m měsíc
500 kg impaktor
 $V_{\text{impakt}} \sim 6 \text{ km/s}$
 $\Delta v \sim 0,5 \text{ mm/s}$

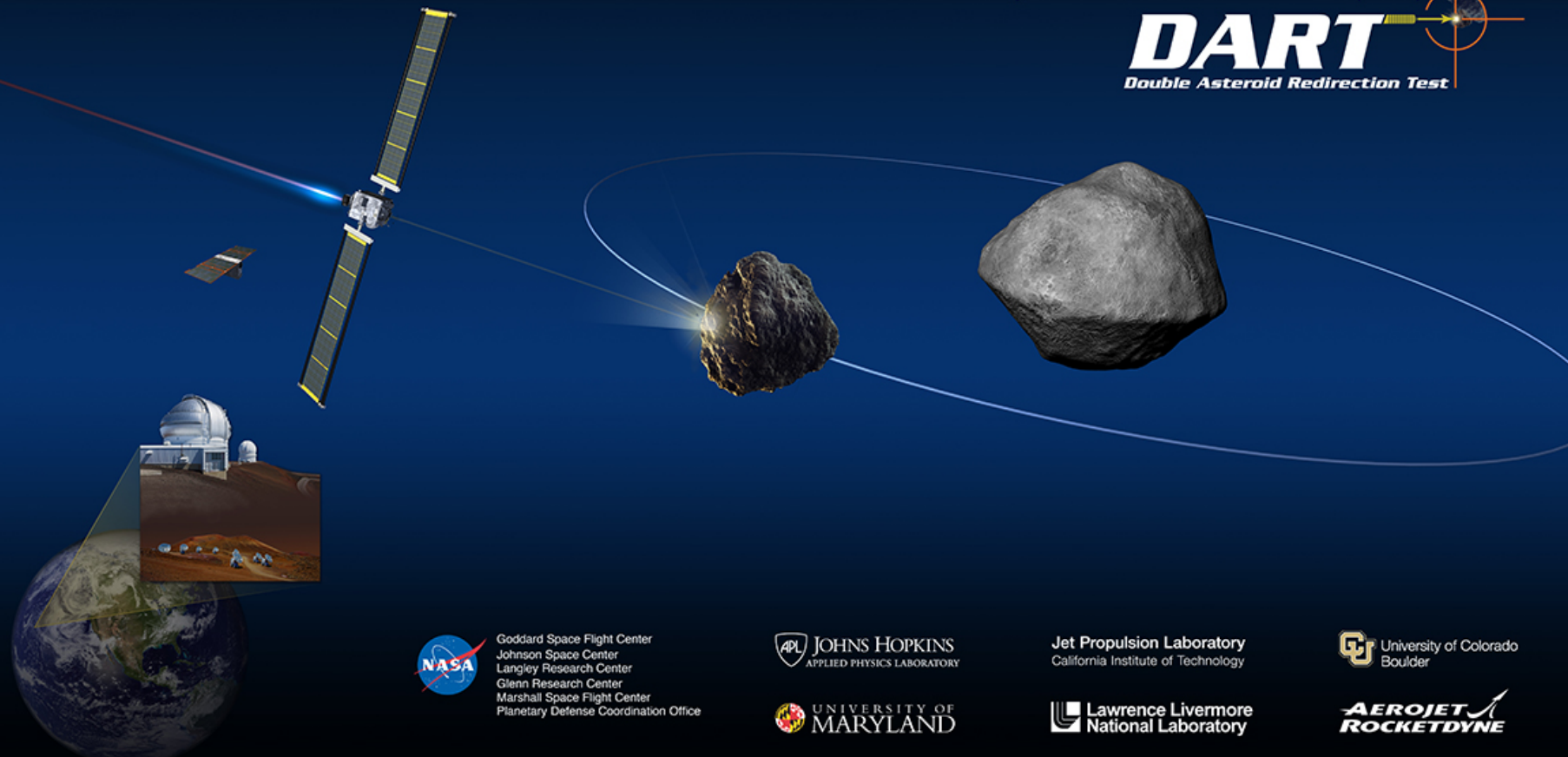
$\Delta P_{\text{orb}} \sim 10 \text{ min.}$
Výsledek
uvidíme po
několika dnech!




Kinetický impaktor na měsíc binárního asteroidu

Asteroid Impact & Deflection Assessment (AIDA)


DART
Double Asteroid Redirection Test




 Goddard Space Flight Center
Johnson Space Center
Langley Research Center
Glenn Research Center
Marshall Space Flight Center
Planetary Defense Coordination Office

 **JOHNS HOPKINS**
APPLIED PHYSICS LABORATORY

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

 University of Colorado
Boulder

 **UNIVERSITY OF**
MARYLAND

 **Lawrence Livermore**
National Laboratory

 **AEROJET**
ROCKETDYNE

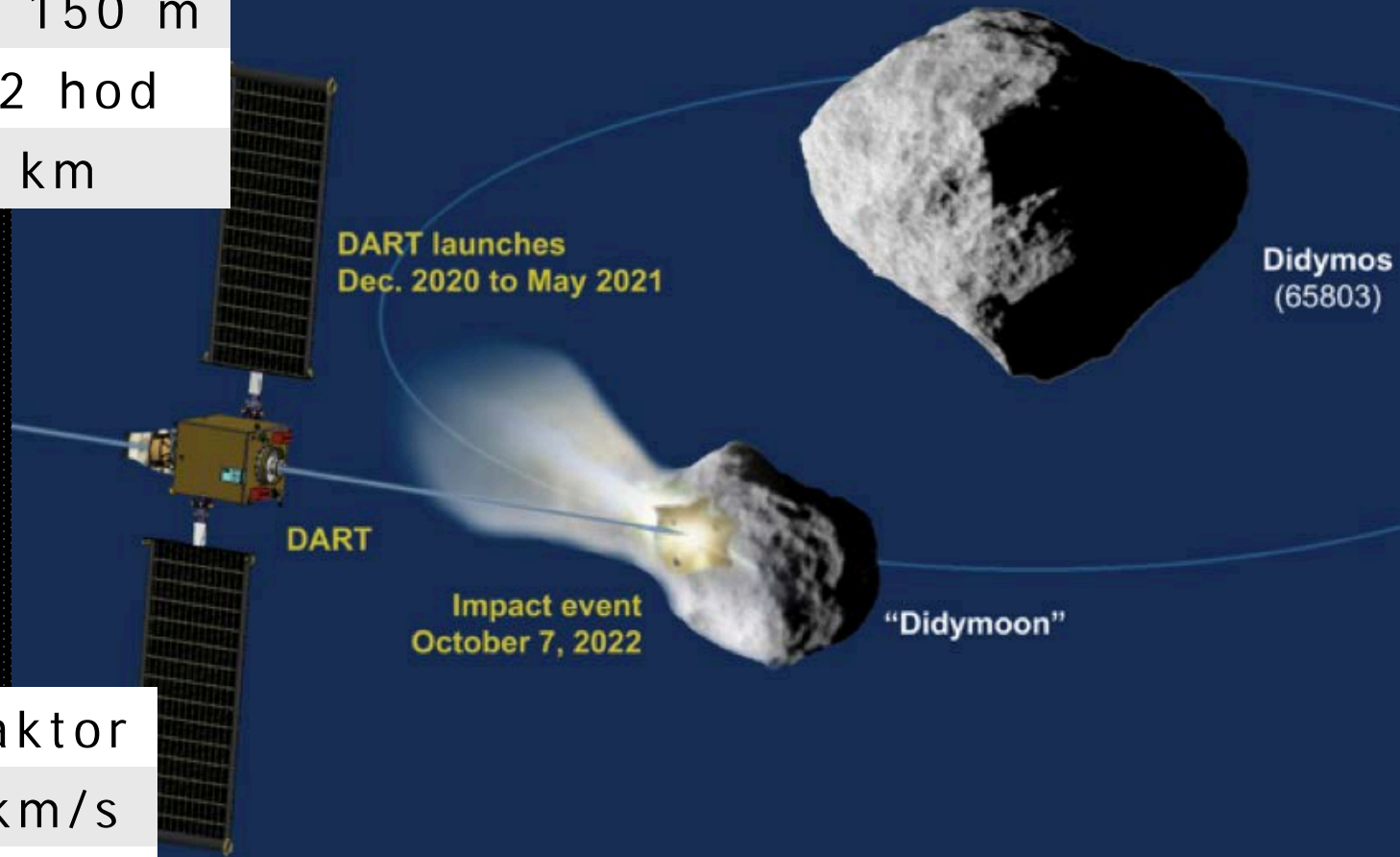
DART (Double Asteroid Redirection Test)

Primár: ~ 800 m

Sekundár: ~ 150 m

$P_{orb} = 11,92$ hod

$a = 1,18$ km



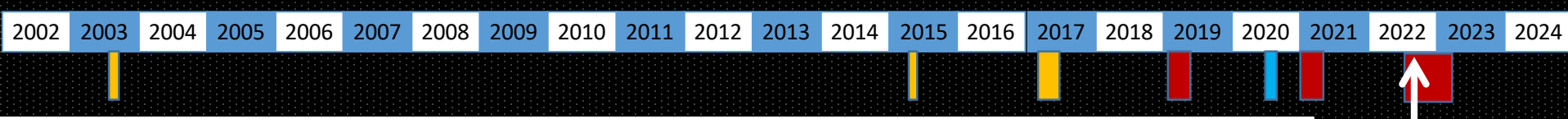
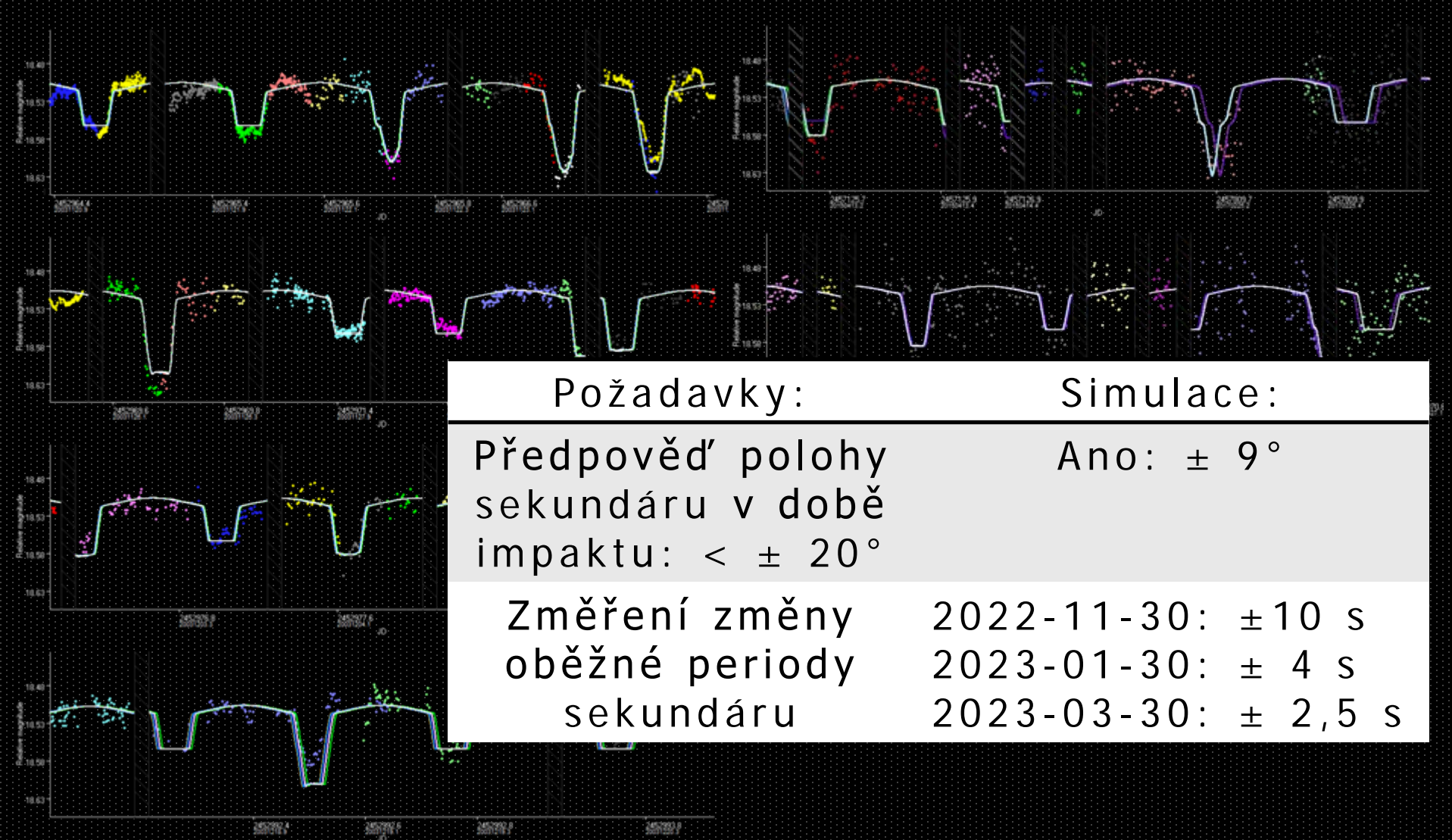
500 kg impaktor

$V_{impakt} \sim 6$ km/s

$\Delta v \sim 0,5$ mm/s

$\Delta P_{orb} \sim 10$ min.

DART (Double Asteroid Redirection Test)



Didymos – minulé a budoucí pozorování