

Gostje na nebu

Andreja Gomboc
FMF UL, CO Vesolje-si



Sprehod skozi vesolje, 6. 12. 2012, FMF

pogled v nebo - 28. 11.2012



6.12.2012



6.1.2013



Stellarium

6.6.2013



nebo je večno...

- planeti, Sonce, Luna potujejo med zvezdami
 - utrinki, kometi
 - zvezde in ozvezdja so nespremenljiva
-
- gibanje planetov v ekliptiki
 - zvezde veliko dalj
 - lastno gibanje zvezd je (skoraj) neopazljivo
 - življenjski časi zvezd so doooooooooolgi

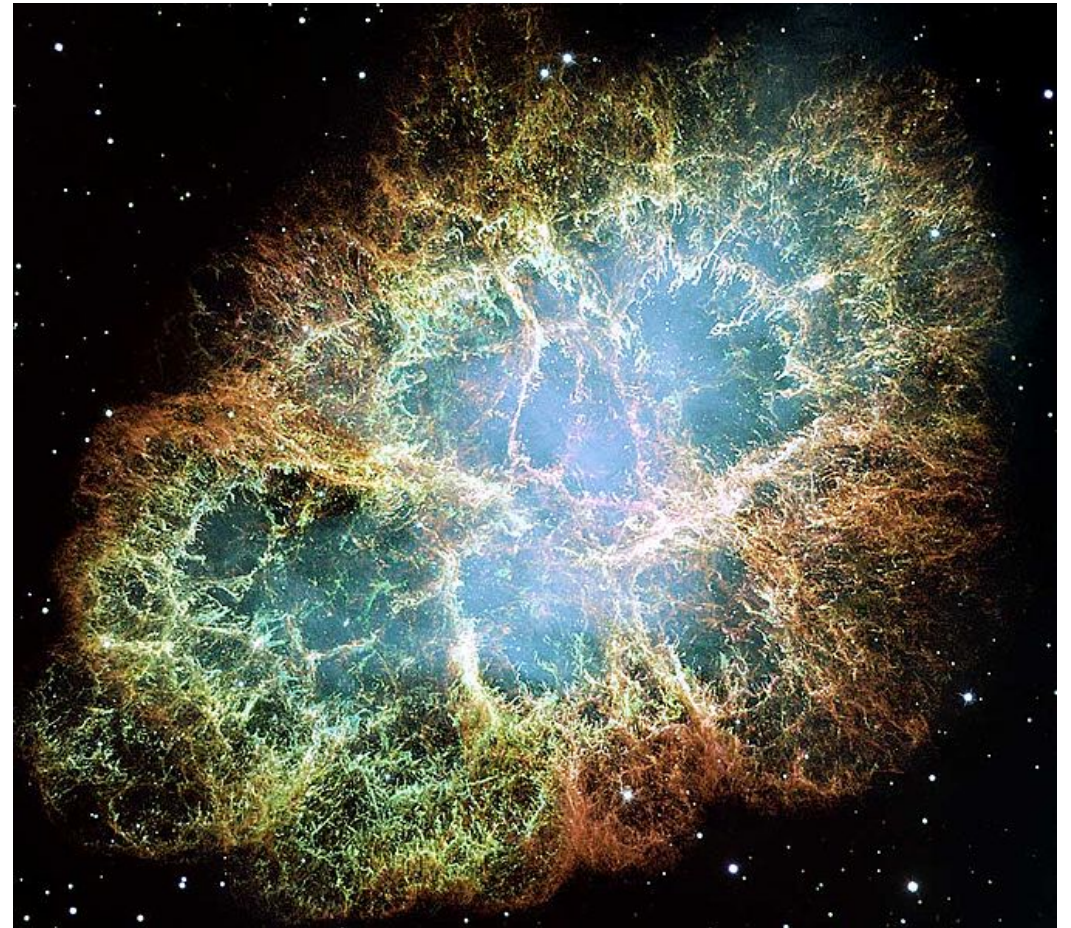
ali so zvezde res večne?

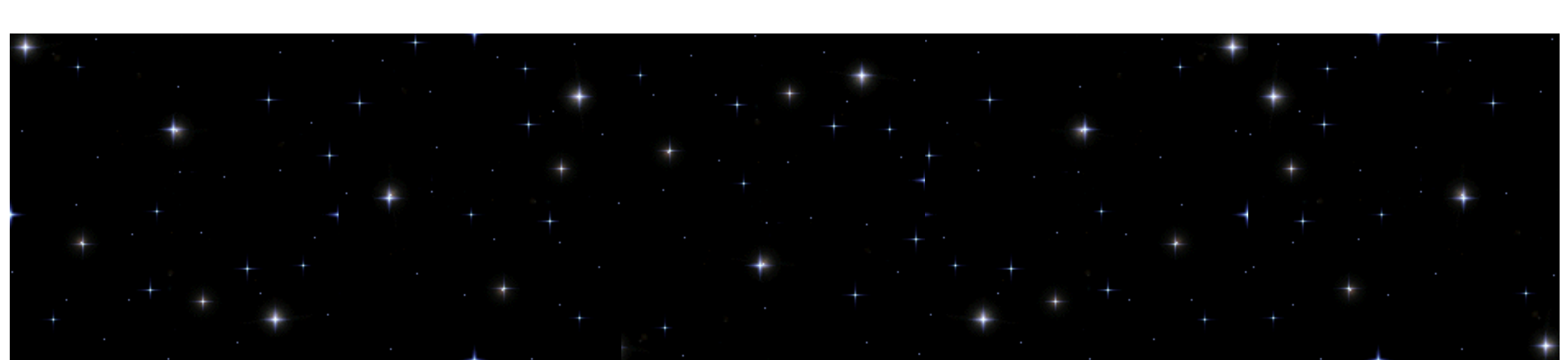
- stari Kitajski astronomi opazili "gostujoče zvezde" (*ke xing* 客星) – dinastija Han
- nove, supernove, kometi
- 75 nov in supernov med leti 532 pr. n. št. in 1064



gostujoča zvezda I. 1054

- 4. julija 1054
- v ozvezdju Bik
- svetlejša od Venere
- 23 dni vidna podnevi
- eksplozija supernove
- meglica Rakovica
- pulzar



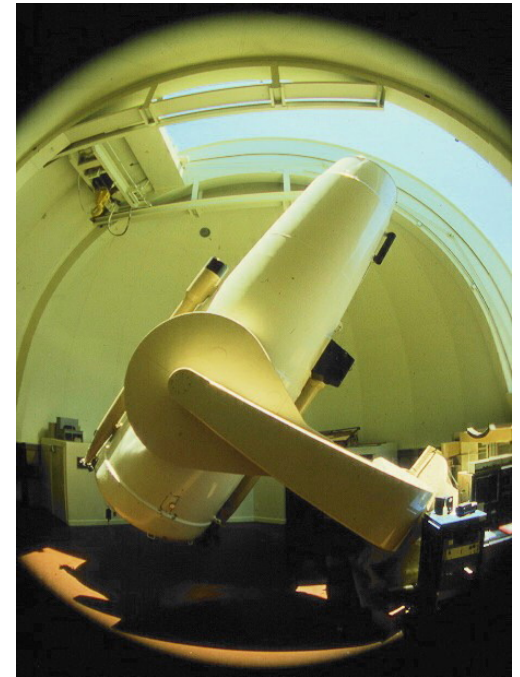


Kaj vemo danes?

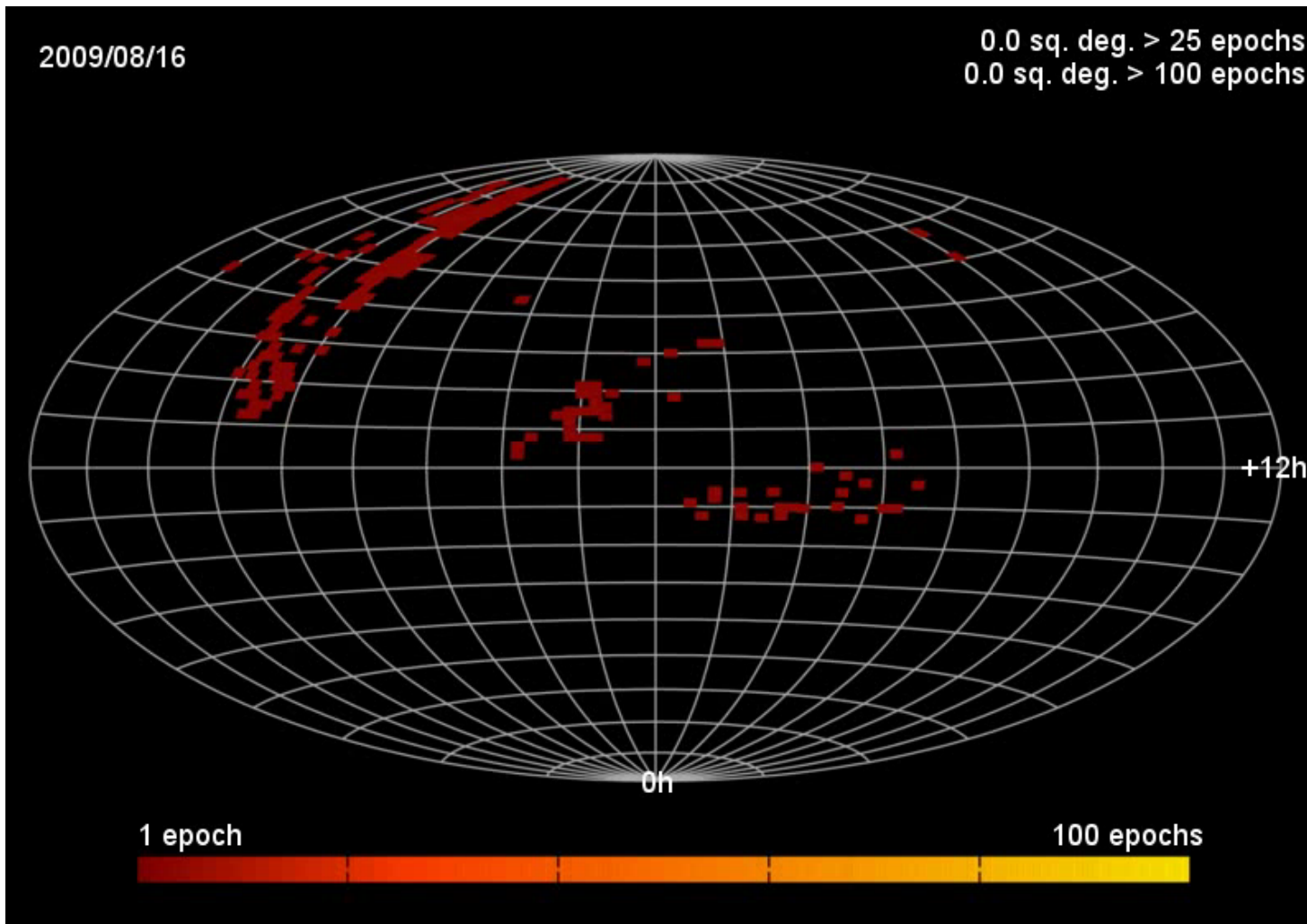
- nebo ni nespremenljivo
- spremembe v kratkem času
- različne vrste "transient" izvorov
- zanimivi in poučni
- aktualni! – širokokotni pregledi neba

Palomar Transient Factory

- zorno polje: $7,9 \text{ stopinj}^2$
- Palomar Observatory, ZDA
- 1,2-m teleskop Samuel Oschin (>60 let)
- avtomatiziran
- R, g (H α) filtri
- 21 (18) mag v 60 s
- "follow-up"



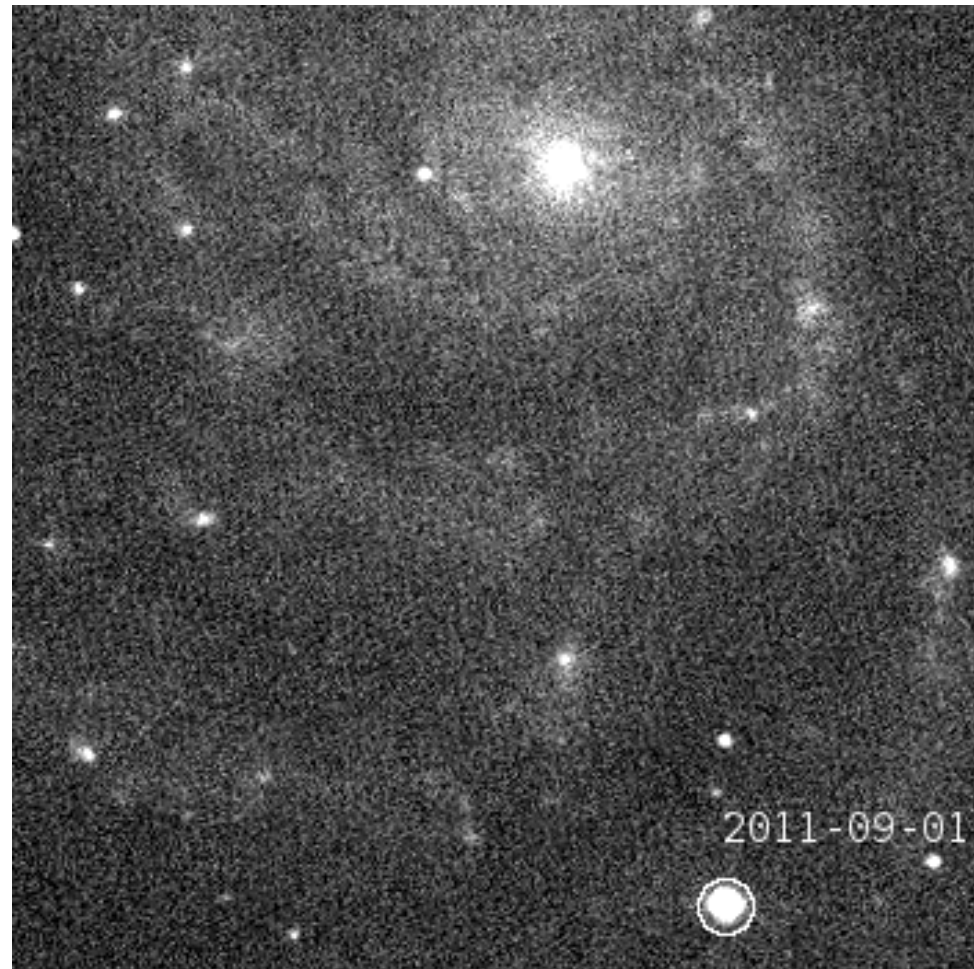
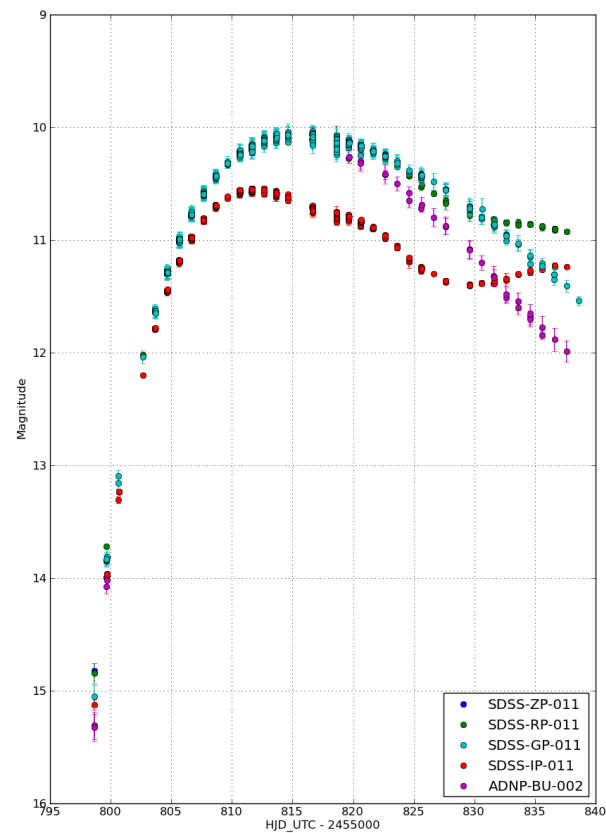
pokritost neba



Rezultati doslej

- **supernove**

PTF11kly (SN2011fe)



- klasične nove
- rdeče nove
- AM CVn sistemi
- dvojne zvezde
- tranzit eksoplanetov pred T-Tauri zvezdo
- rotacijske dobe zvezd
- rotacijske dobe asteroidov
- ...

Catalina Sky Survey

- Catalina Real-Time Transient Survey
- 3 teleskopi (v Arizoni, ZDA in Avstraliji), 8 stopinj²
- podatki javni ([VOEventNet](#) in [SkyAlert](#), [Google Sky](#))
- priprava za LSST

The Mt. Lemmon
Survey 1.5m Cass



Catalina Sky Survey
0.7m Schmidt

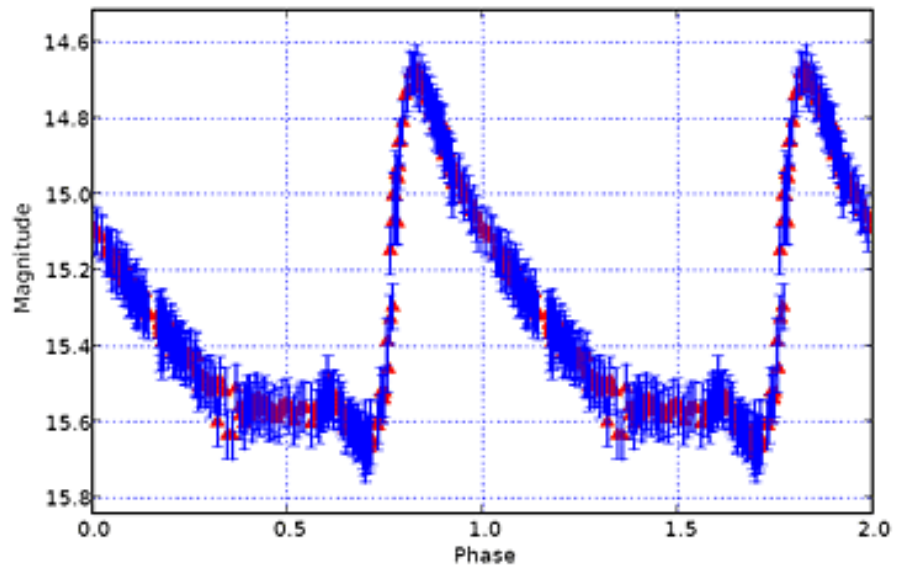


Siding Springs Survey
0.5m Schmidt



opazuje

- blizuzemeljske objekte – "Near Earth Objects"
- nove "transient" objekte
- + 20 milijard meritev 198 milijonov zvezd in drugih objektov, povprečno 100 meritev na objekt
- 12,5 do 20 mag
- več kot pol neba
- 1000 supernov,
- 3000 "flare" zvezd
- pritlikave nove, aktivna galaktična jedra, ...
- na 10.000 novih spremenljivk

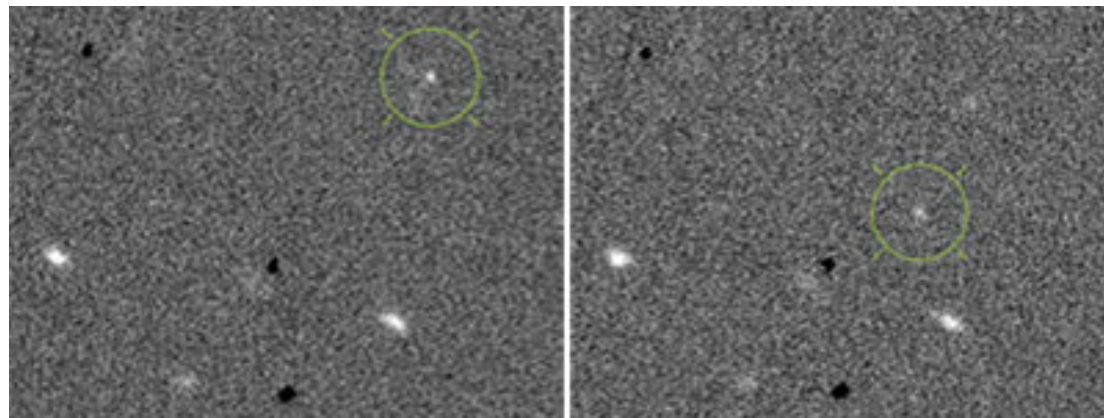


Pan-STARRS

- Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Hawaii, ZDA)
- zorno polje 7 stopinj^2 , $\frac{3}{4}$ neba, 1,4 Gpx
- 4x1,8-m teleskop
- 24 mag



opazuje



- blizuzemeljski objekti - "Near Earth Objects"
(29.1.2011 odkrili 19!)
- eksoplaneti
- spremenljive zvezde
- supernove
- izbruhi sevanja gama
- aktivna galaktična jedra
- gravitacijsko lečenje
- jate galaksij

Vrste spremenljivih izvorov

- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

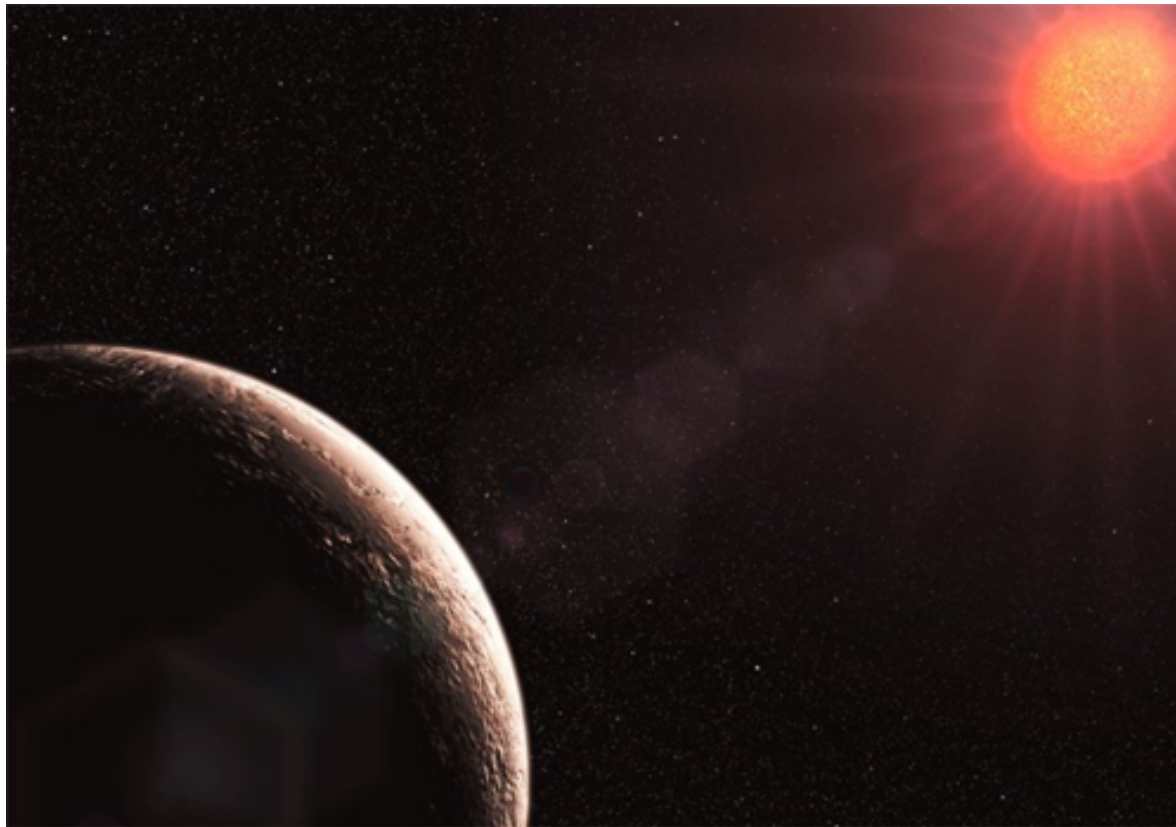
Katere od teh vidimo kot
goste na nebu?

Vrste spremenljivih izvorov

- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

Eksoplaneti

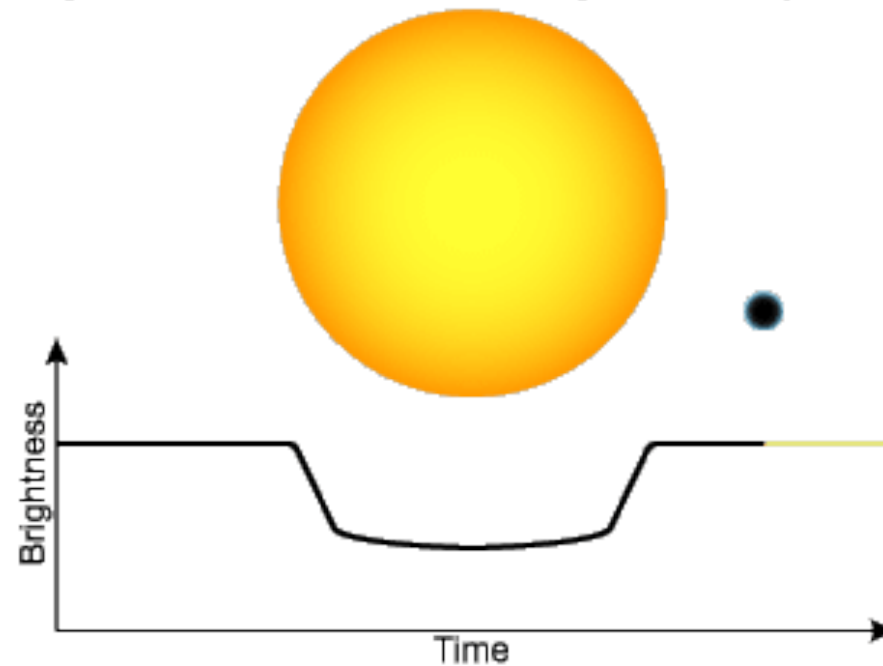
- "extrasolar planets"



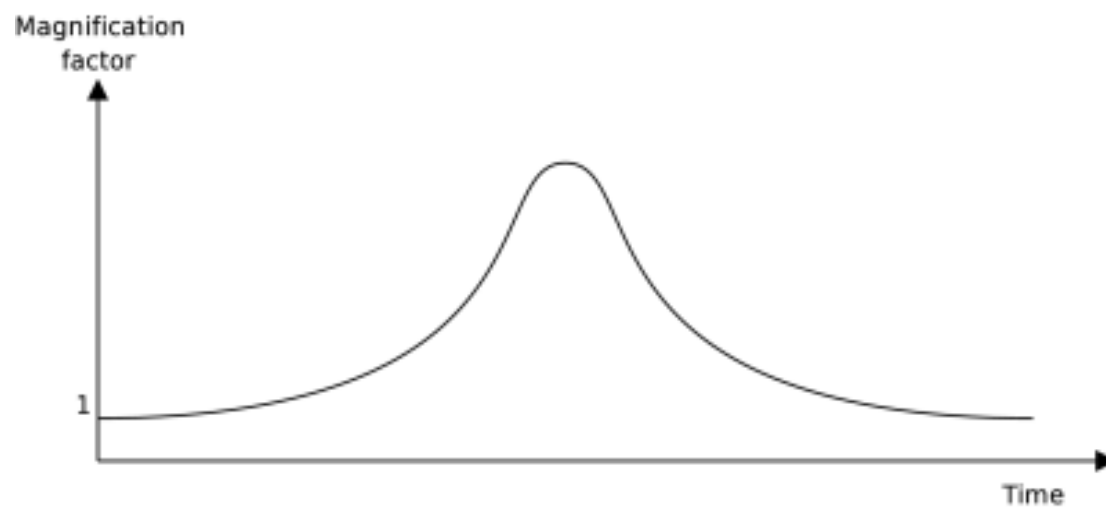
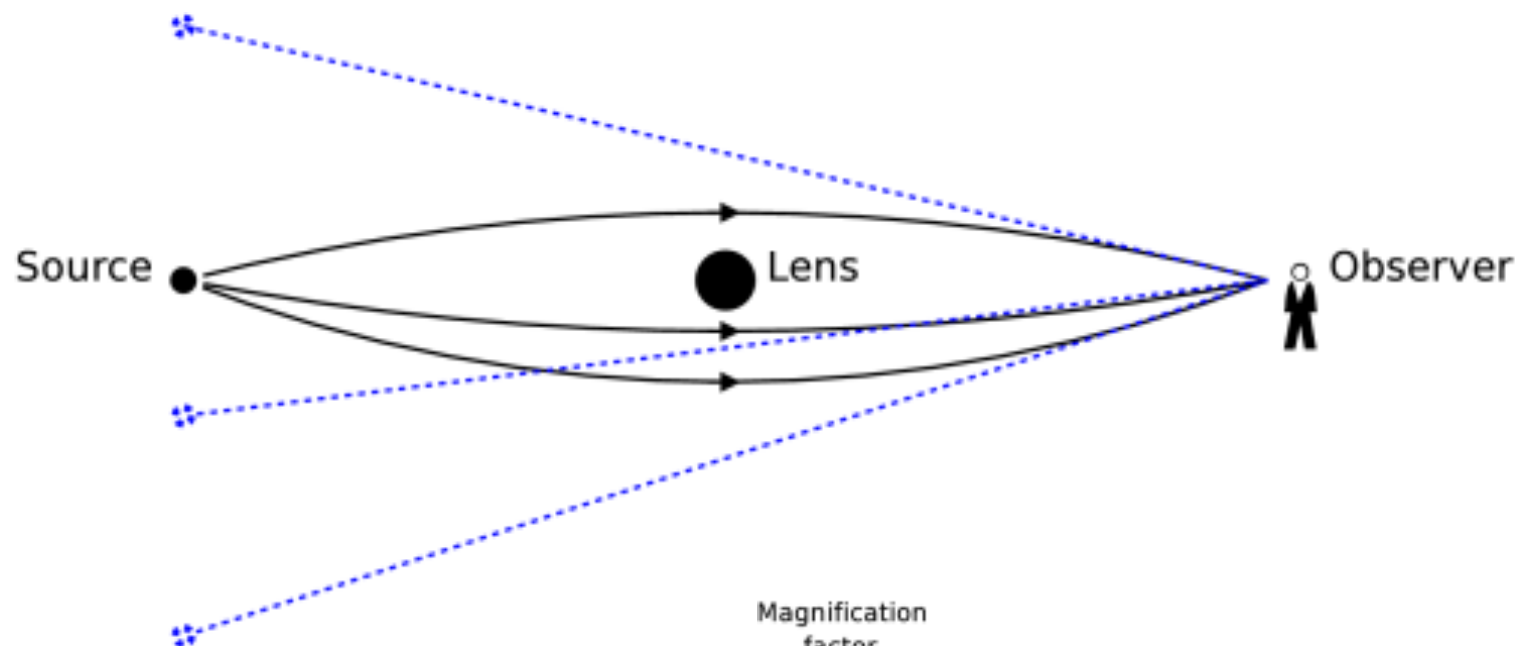
tranzitna metoda

planet prekrije zvezdo - mrk

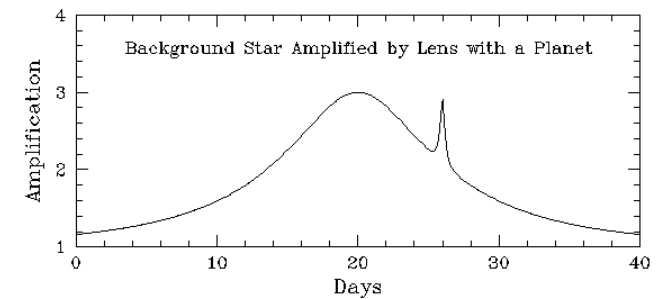
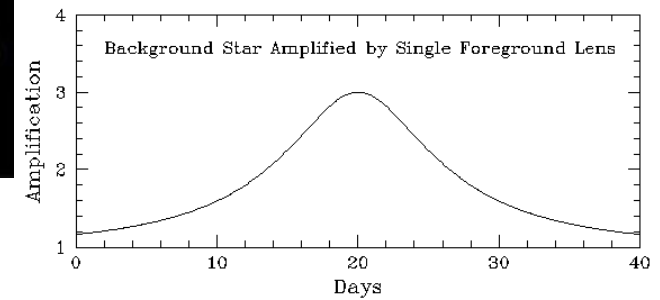
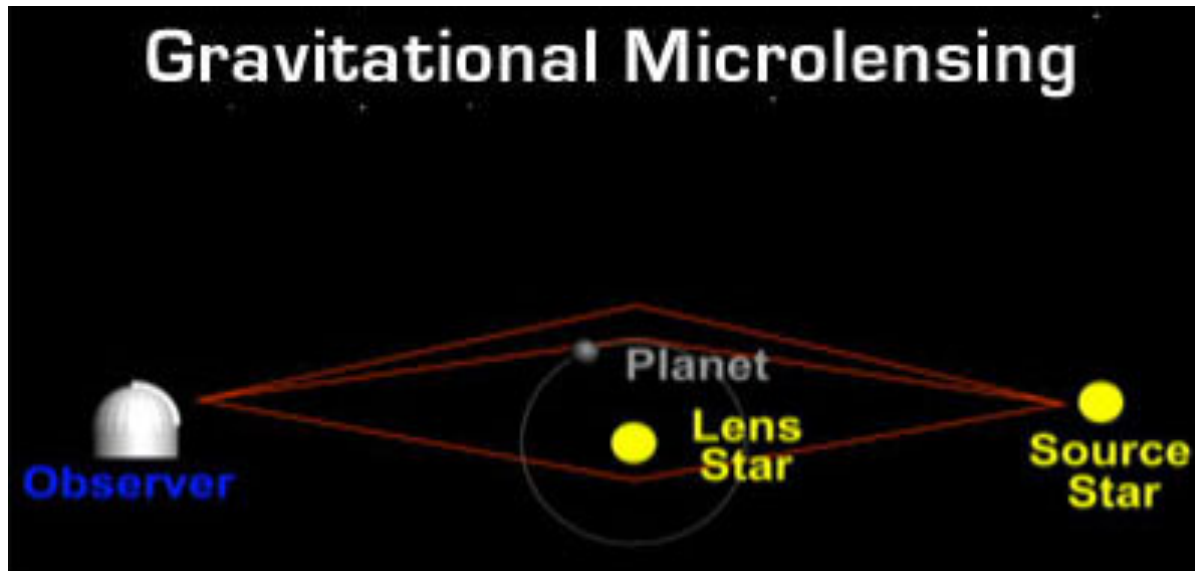
Light Curve of a Star During Planetary Transit



gravitacijsko lečenje



gravitacijsko mikrolečenje

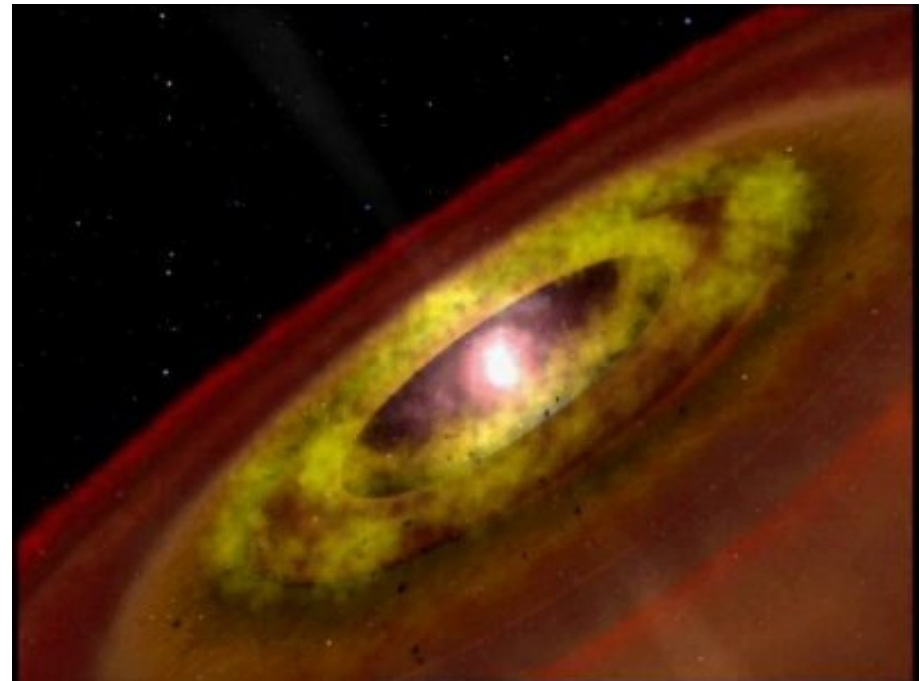


Vrste spremenljivih izvorov

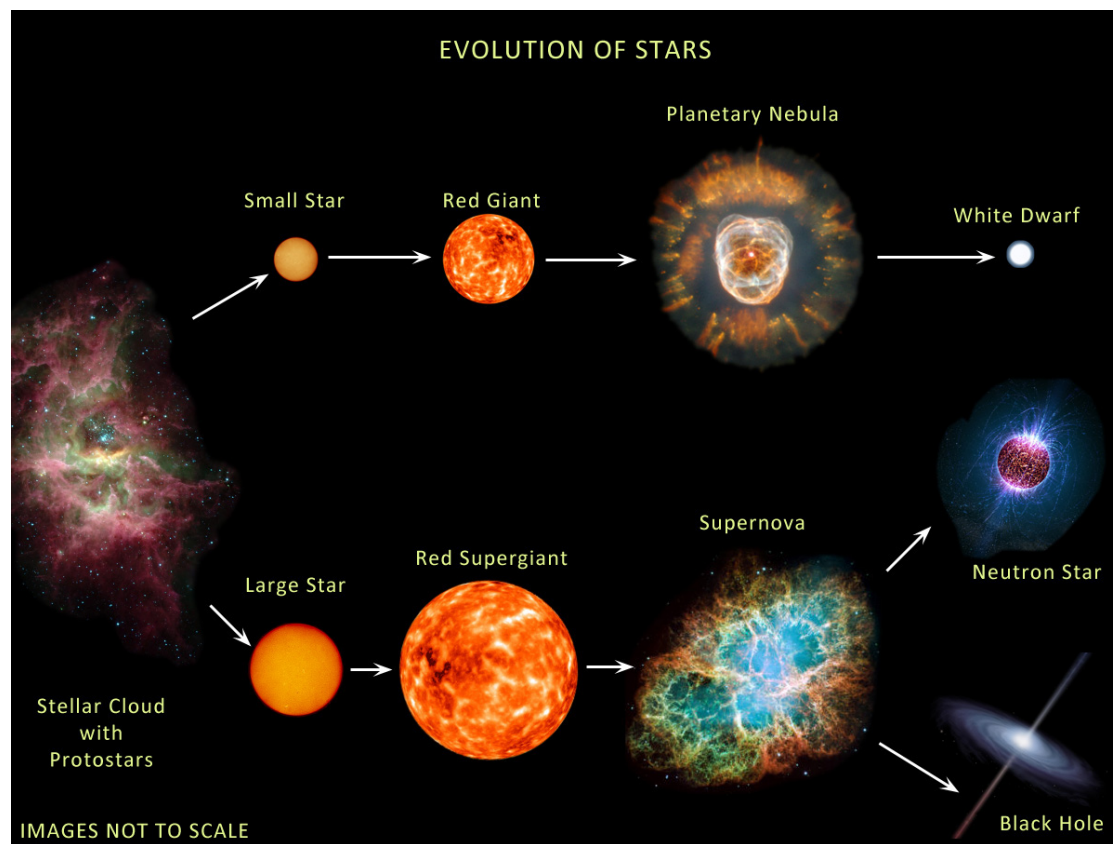
- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

Razvoj zvezd

- nastanek: iz medzvezdnega oblaka plina in prahu
- mlade zvezde: spremenljive (vrtenje, intrinzične spremembe, oblaki prahu, akrecija, erupcije, magn.polje) – T Tauri zvezde



- v zreli dobi: spremenljive (kefeide, RR Lire, idr.)
- stare zvezde:
 - podobna Soncu: bela pritlikavka
 - bolj masivna: eksplozija supernove: nevtronska zvezda, črna luknja

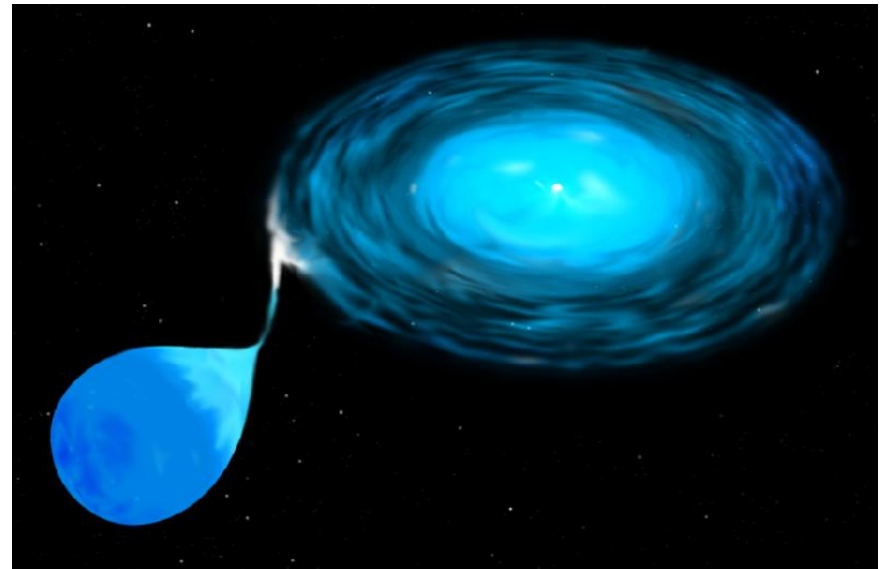


spremenljive zvezde...

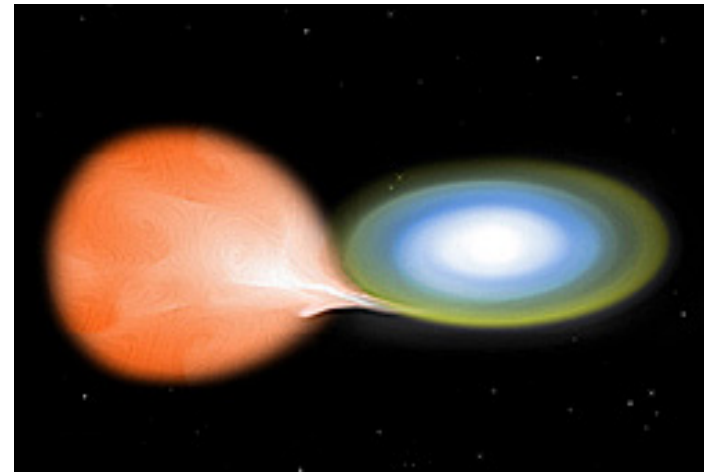
- "običajne" spremenljivke nas danes ne bodo zanimale
- kefeide, RR Lire, ...
- svetle modre spremenljivke... (redke)
- dvojne zvezde - film

katakližmične spremenljivke

- družina spremenljivih dvojnih zvezd
- snov z zvezde-donorke ($\leq M_S$) na belo pritlikavko ($\approx M_S$) – akrecijski disk
- variabilnost na ms do 100 let
- različni fizikalni procesi



- **klasične nove** – vžig vodika
 - od $\approx L_S$ do 100.000 L_S
 - okrog 40 na leto v Galaksiji



- **ponavljajoče nove** – RS Kačenosca (1898, 1933, 1958, 1967, 1985, 2006)
- **pritlikave nove** – kvazi-periodični izbruhi (8 mag, nekaj tednov) – spremembe viskoznosti diska

- **sistemi AM CVn** - AM Lovski psi
 - dve majhni zvezdi (dve beli pritlikavki)
 - blizu skupaj
 - redki

svetla rdeča nova – znani 4

- morda zlitje dveh zvezd

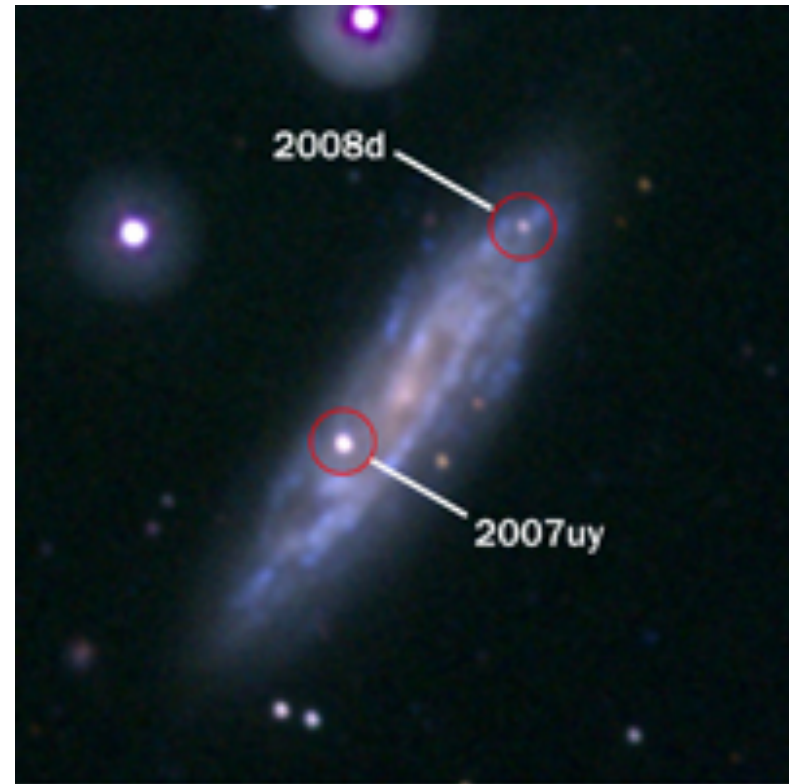
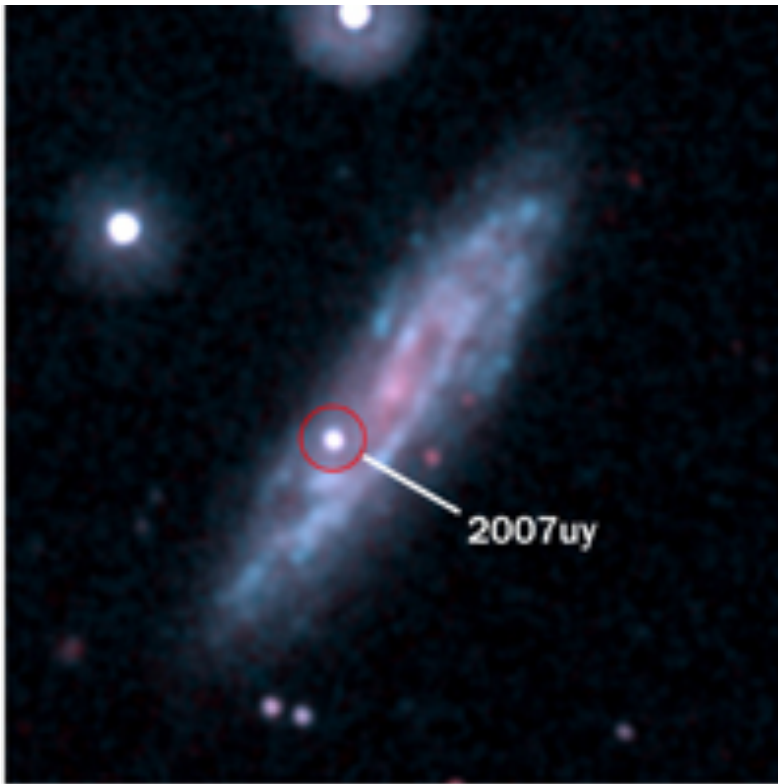


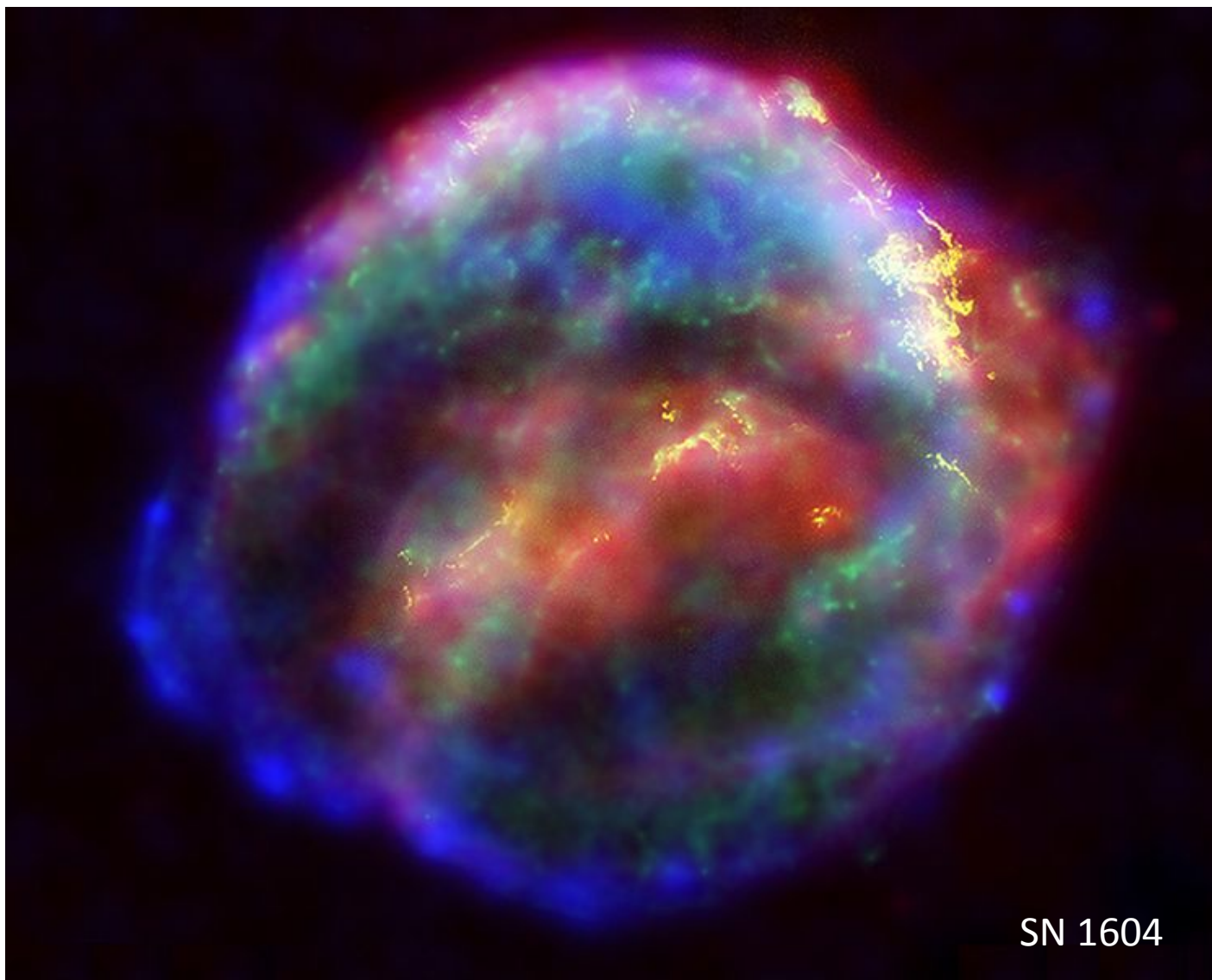
Vrste spremenljivih izvorov

- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

Supernove (SN)

- eksplozije zvezd



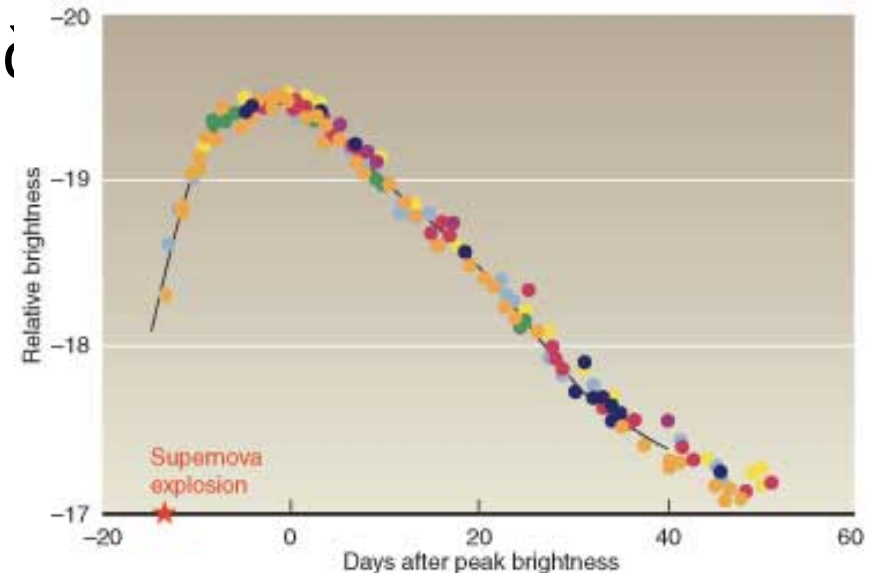
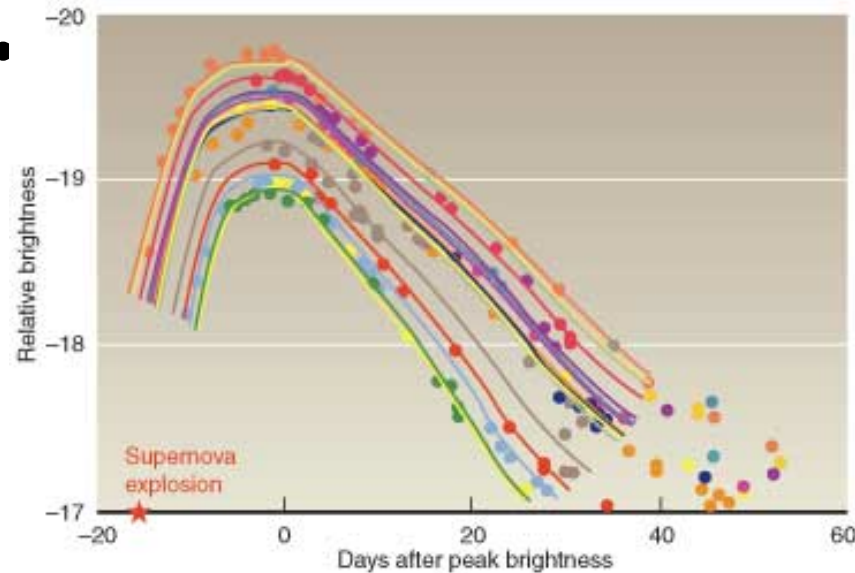


SN 1604

vrste supernov

SN Ia

- bela pritlikavka doseže Chandrasekharjevo maso ($1,4 M_{\odot}$)
- standardni svetilniki



"core-collapse" supernove

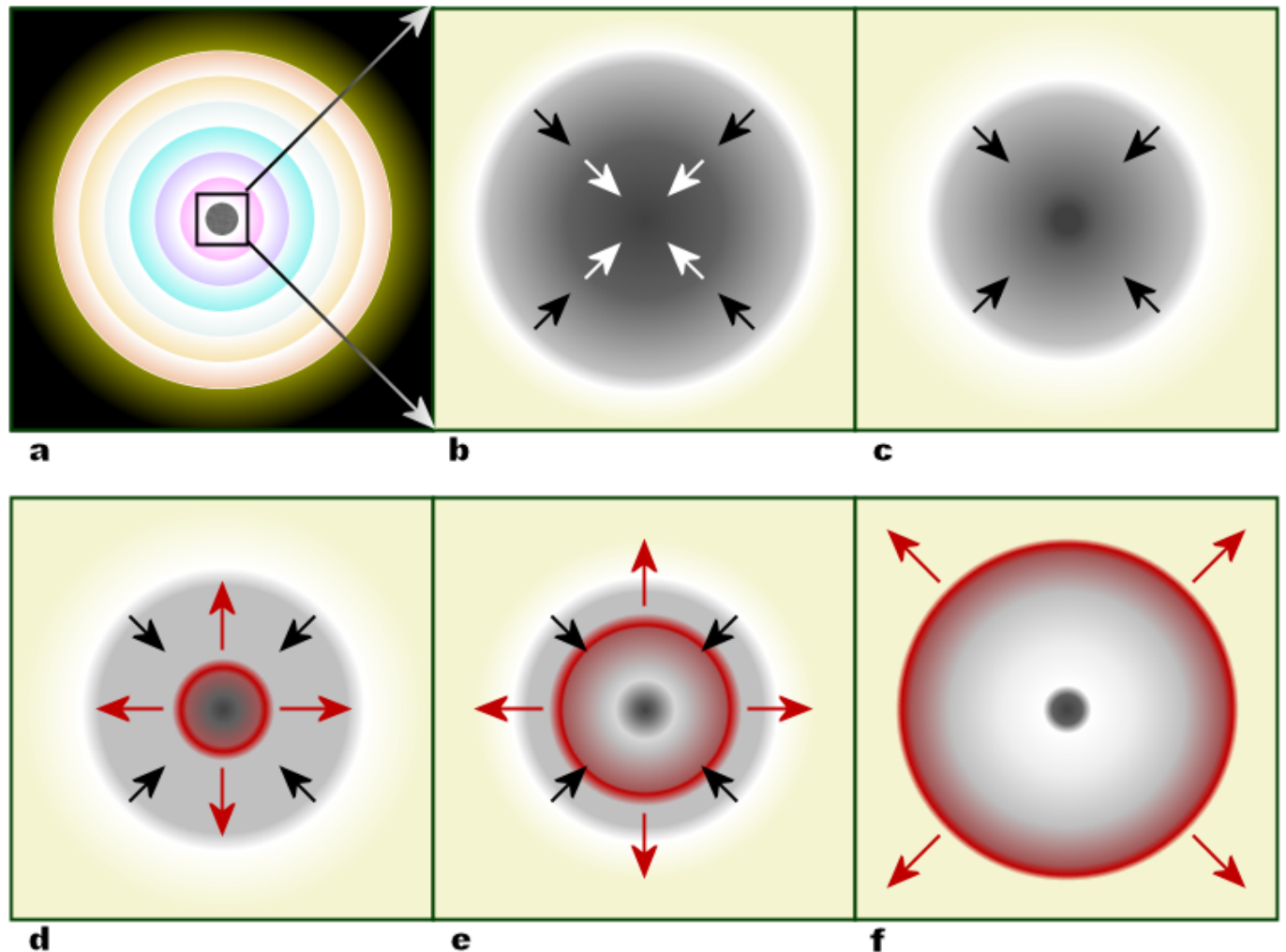
- goriva zmanjka, sredica se skrči na nekaj 10 km → ogromna gravitacijska energija

- eksplozija

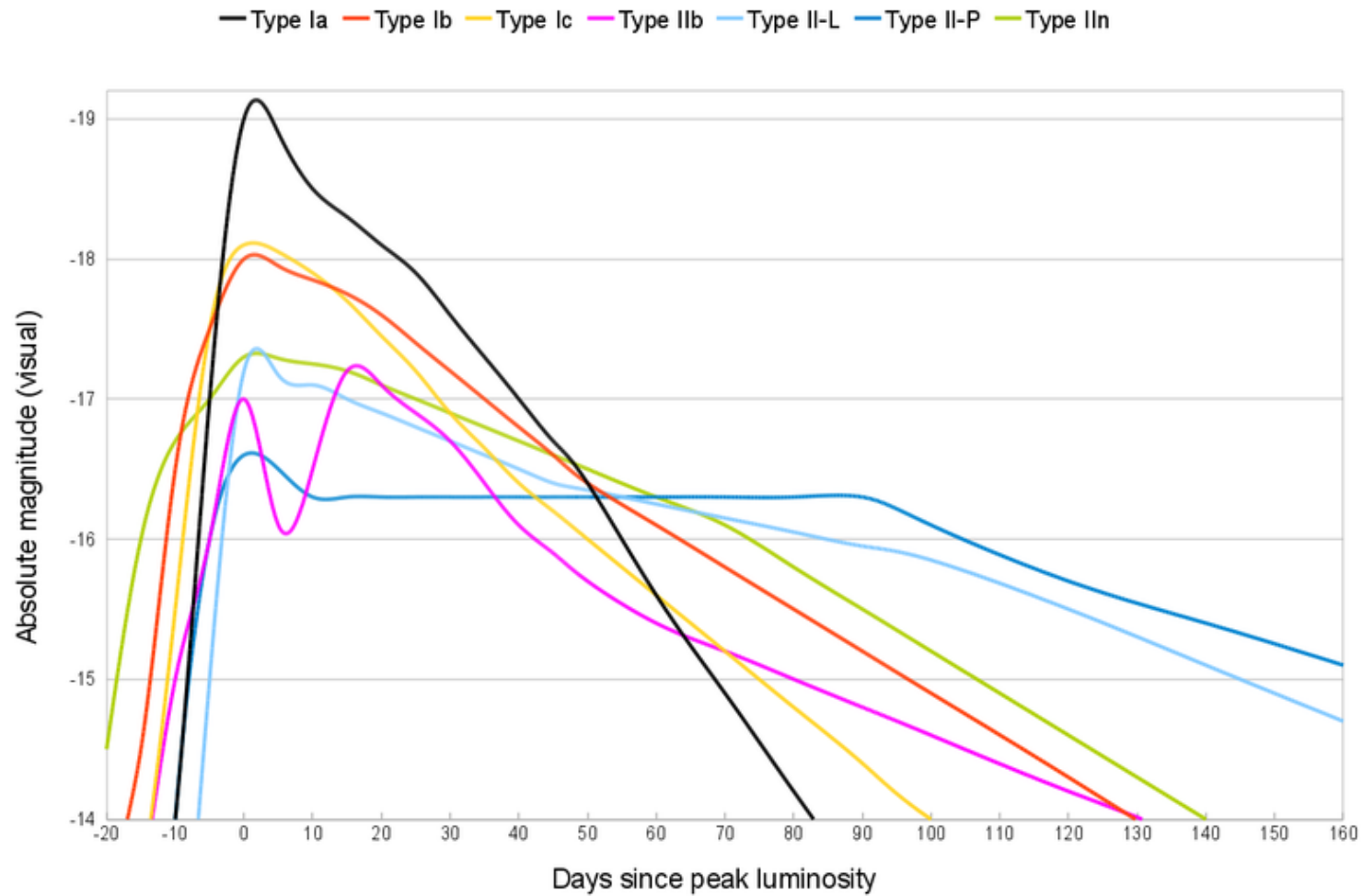
supernove:

Tip II, Tip Ib, Ic

- sredica –
nevrtonska
zvezda ali
črna luknja –
končni stanji
masivnih zvezd

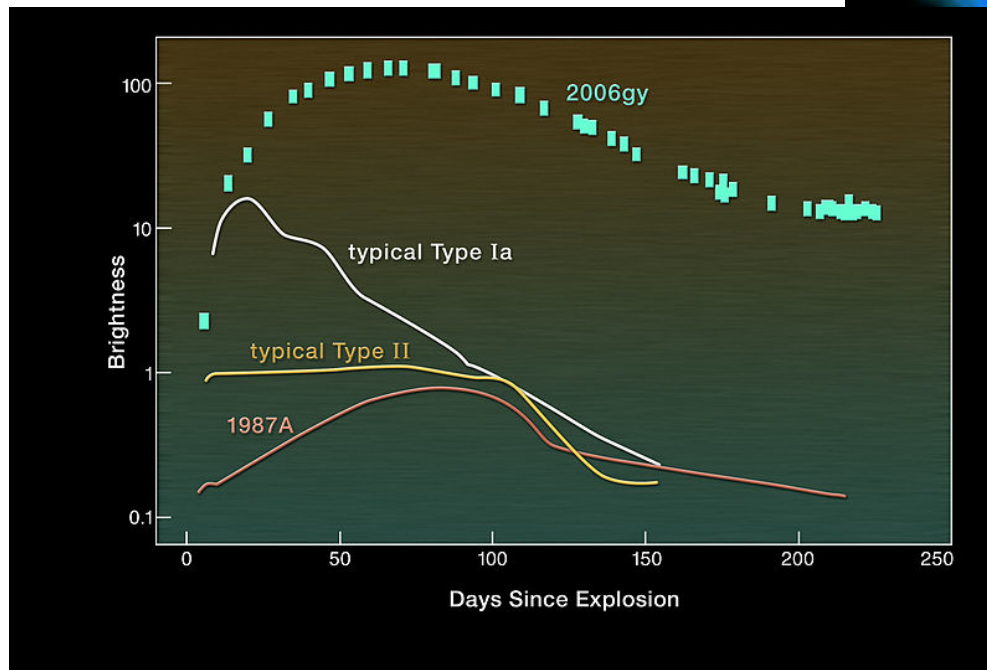
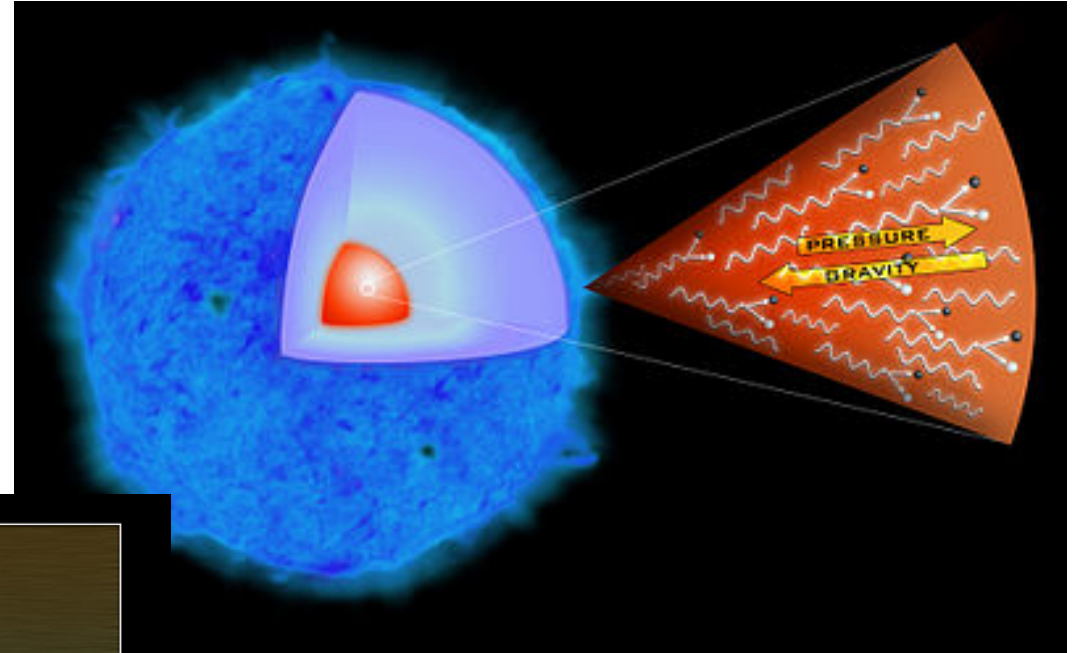


primerjava svetlobnih krivulj supernov



"pair-instability" supernove

- tvorba parov elektron-pozitron
- 130-250 M_{\odot}
- nizka kovinskost
- 4 domnevni primeri

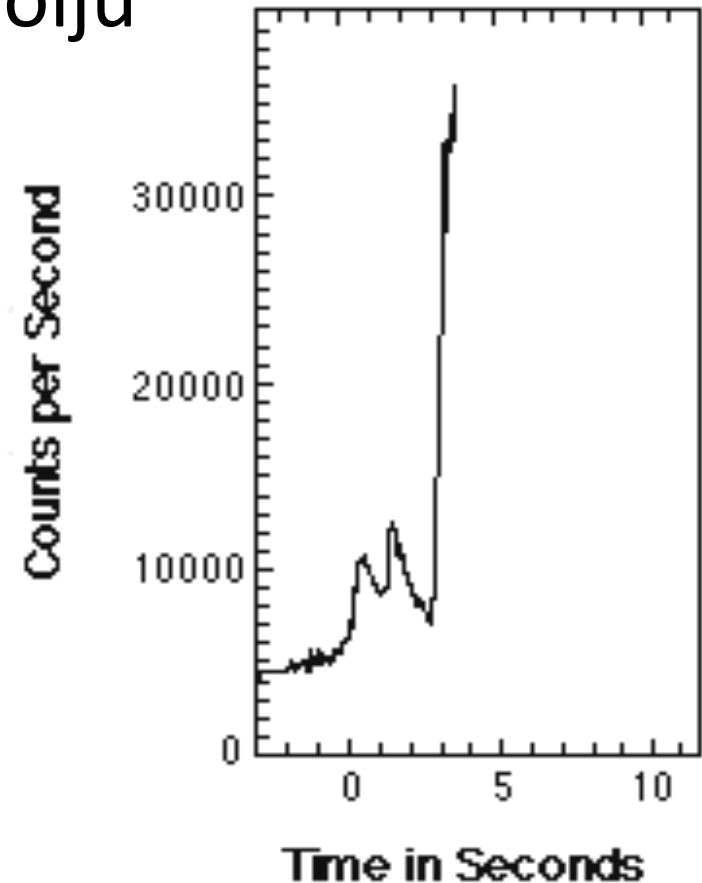


Vrste spremenljivih izvorov

- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

izbruhi sevanja gama

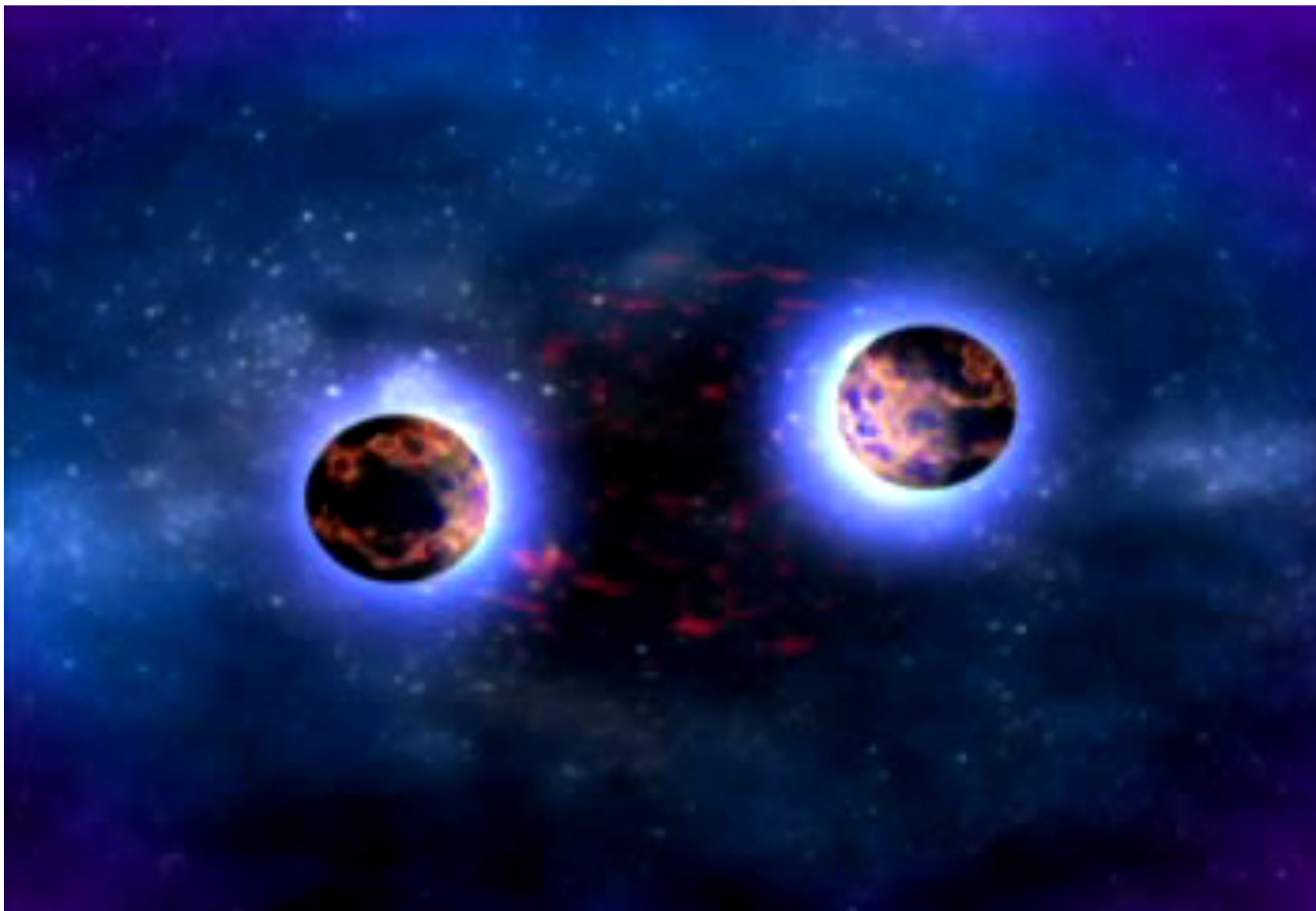
- Gamma Ray Burst – GRB
- najmočnejše eksplozije v vesolju
- v oddaljenih galaksijah
- dveh vrst



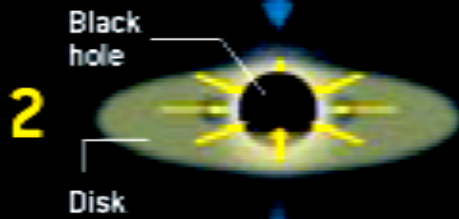
"super"-supernove



zlitje dveh gostih objektov



COMPACT OBJECT MERGER SCENARIO



CENTRAL ENGINE



HYPERNOVA/COLLAPSAR SCENARIO

THE FORMATION of a gamma-ray burst begins either with the merger of two neutron stars or with the collapse of a massive star. Both these events create a black hole with a disk of material around it. The hole-disk, in turn, pumps out a fireball at close to the speed of light. Shock waves within this material give off radiation.

EMISSION OF GAMMA RAYS

AFTERGLOW

PRE-BURST

INTERNAL SHOCKS

EXTERNAL SHOCKS

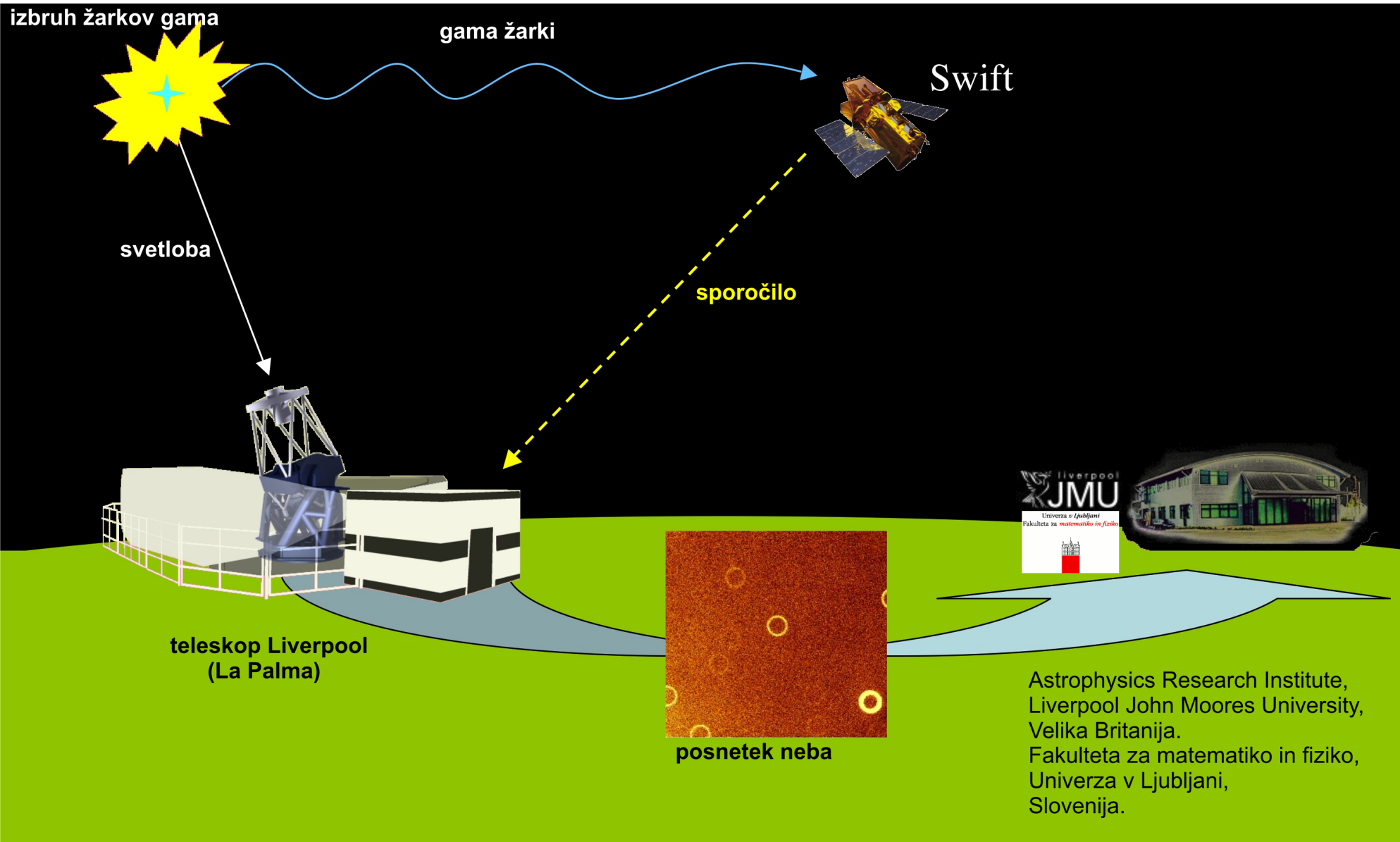
Faster blob

Slower blob

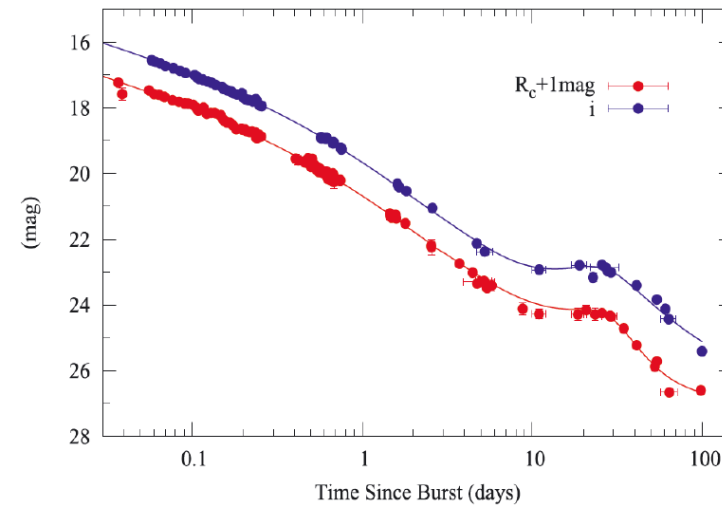
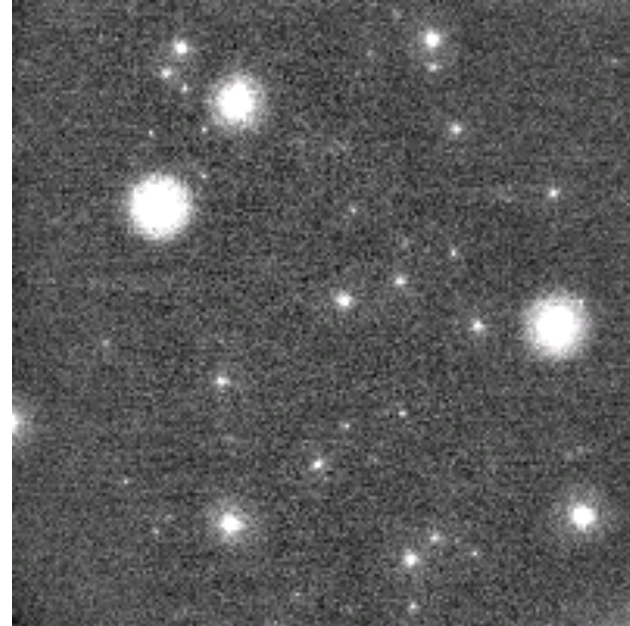
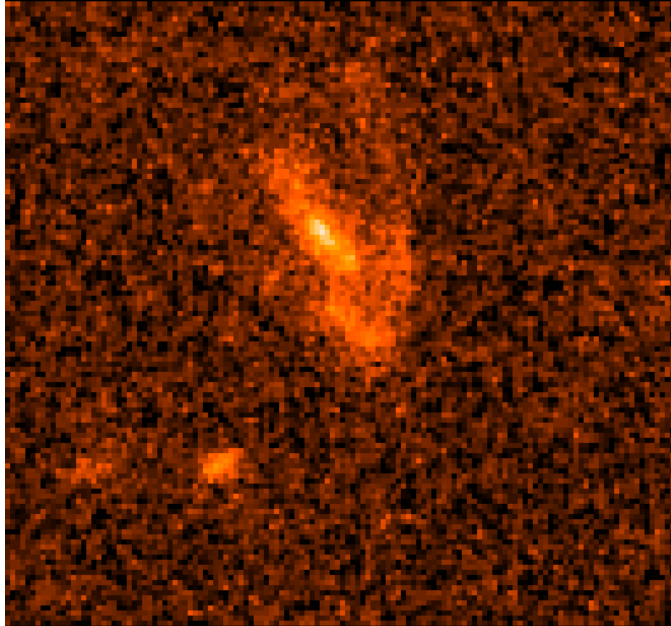
Blobs collide

Highly beamed gamma rays

Local medium rich in iron

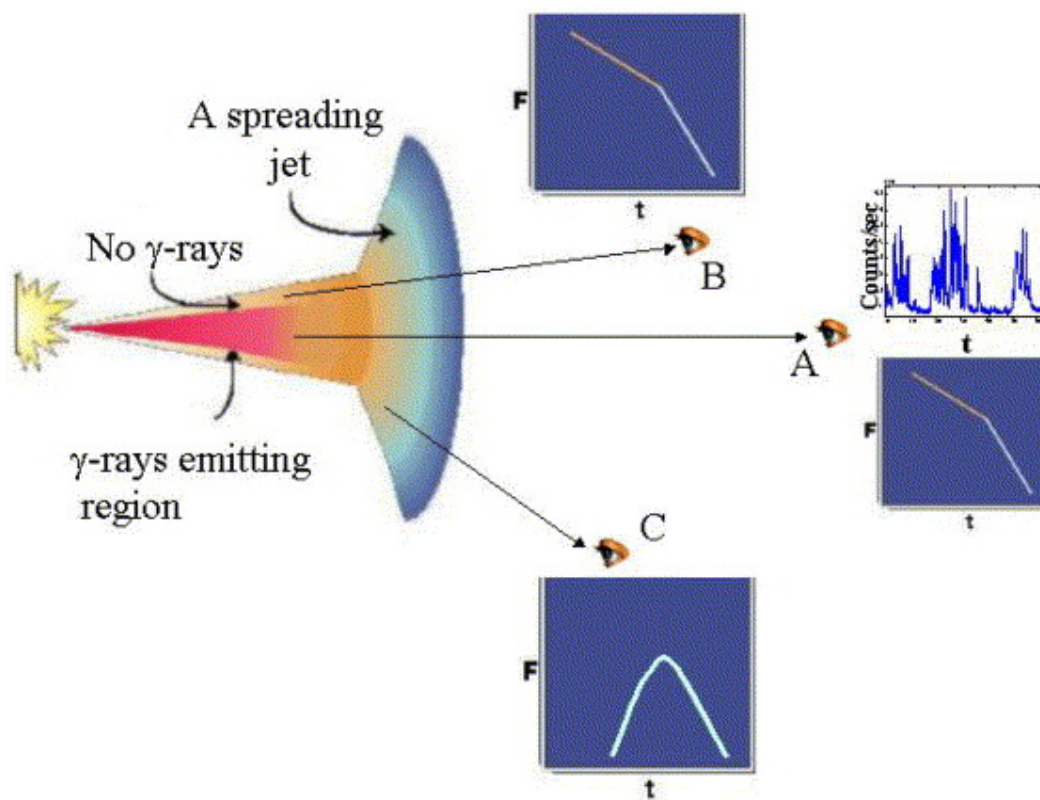


optični zasij

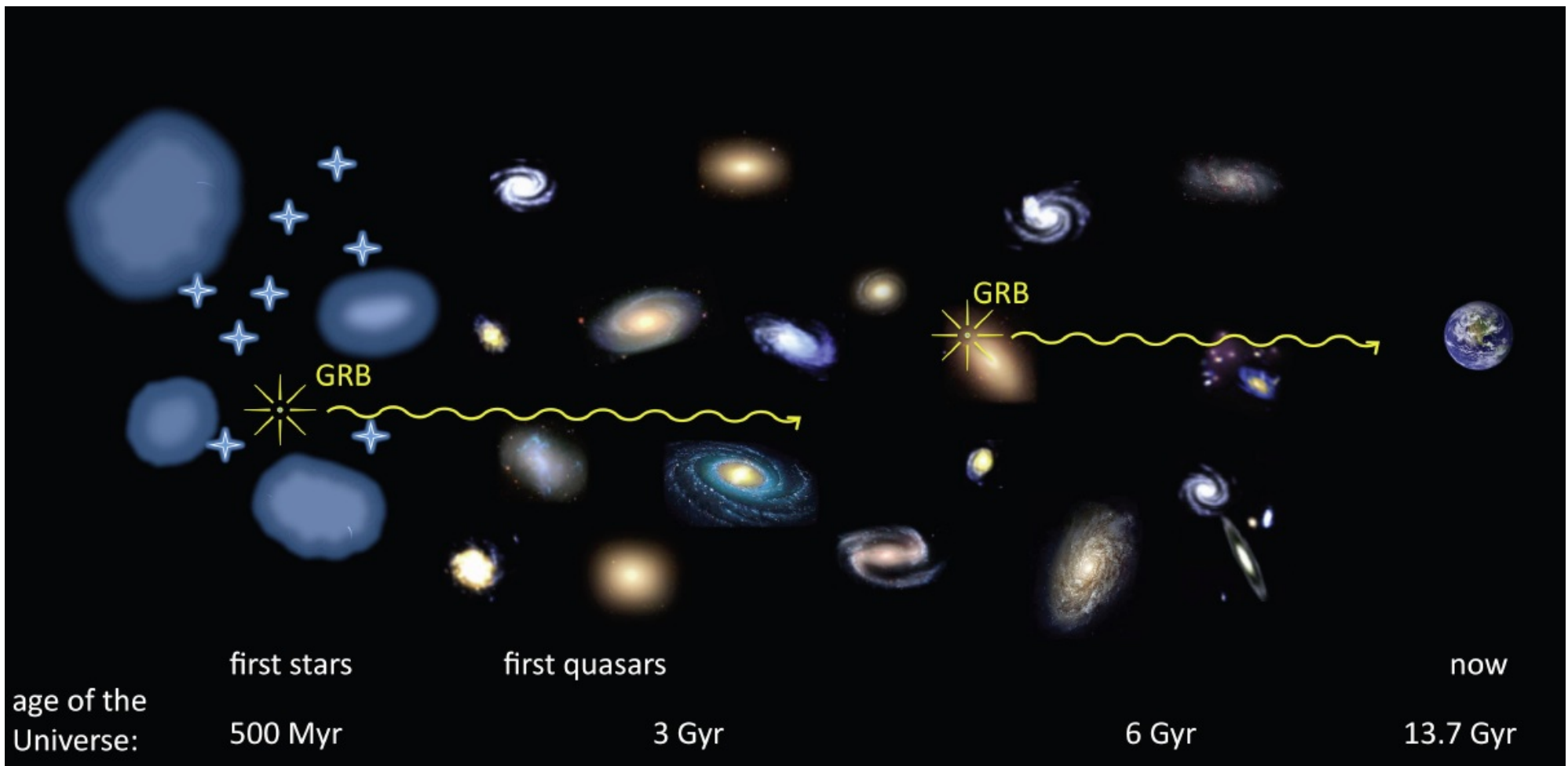


zasiji sirote (orphan afterglows)

- curek usmerjen mimo nas
- naj bi videli zasij
- še neodkrito



- silovite eksplozije, vidne vsaj do $z=9$
- omogočajo študij razmer do prvih zvezd

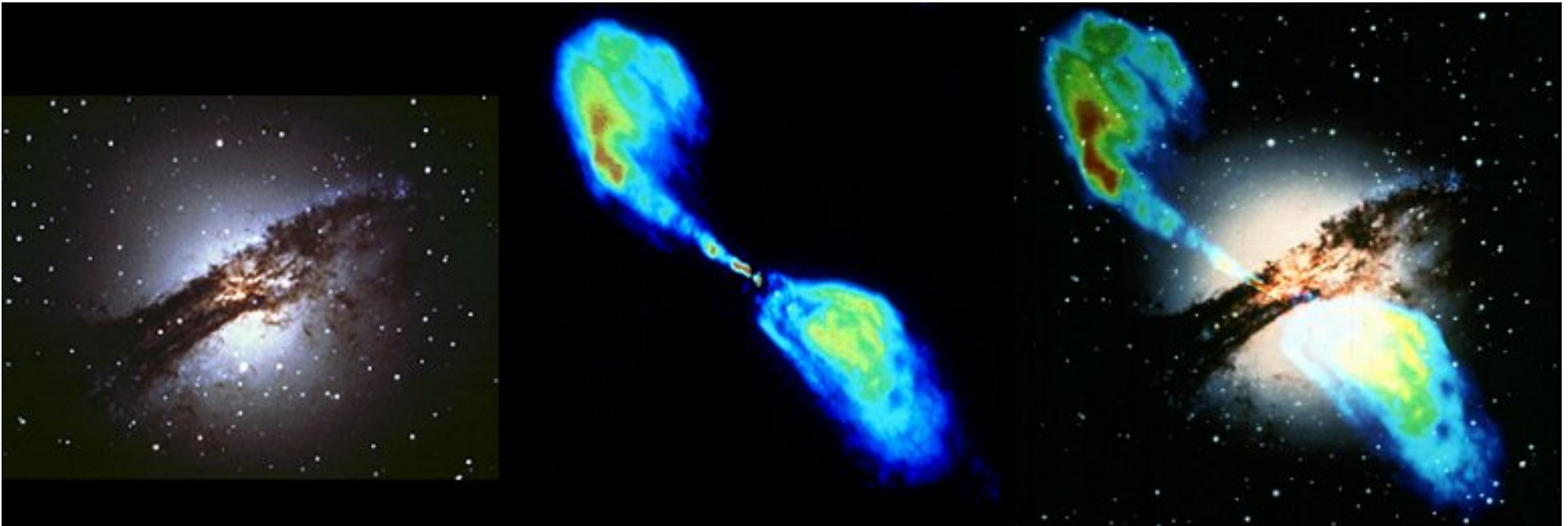


Vrste spremenljivih izvorov

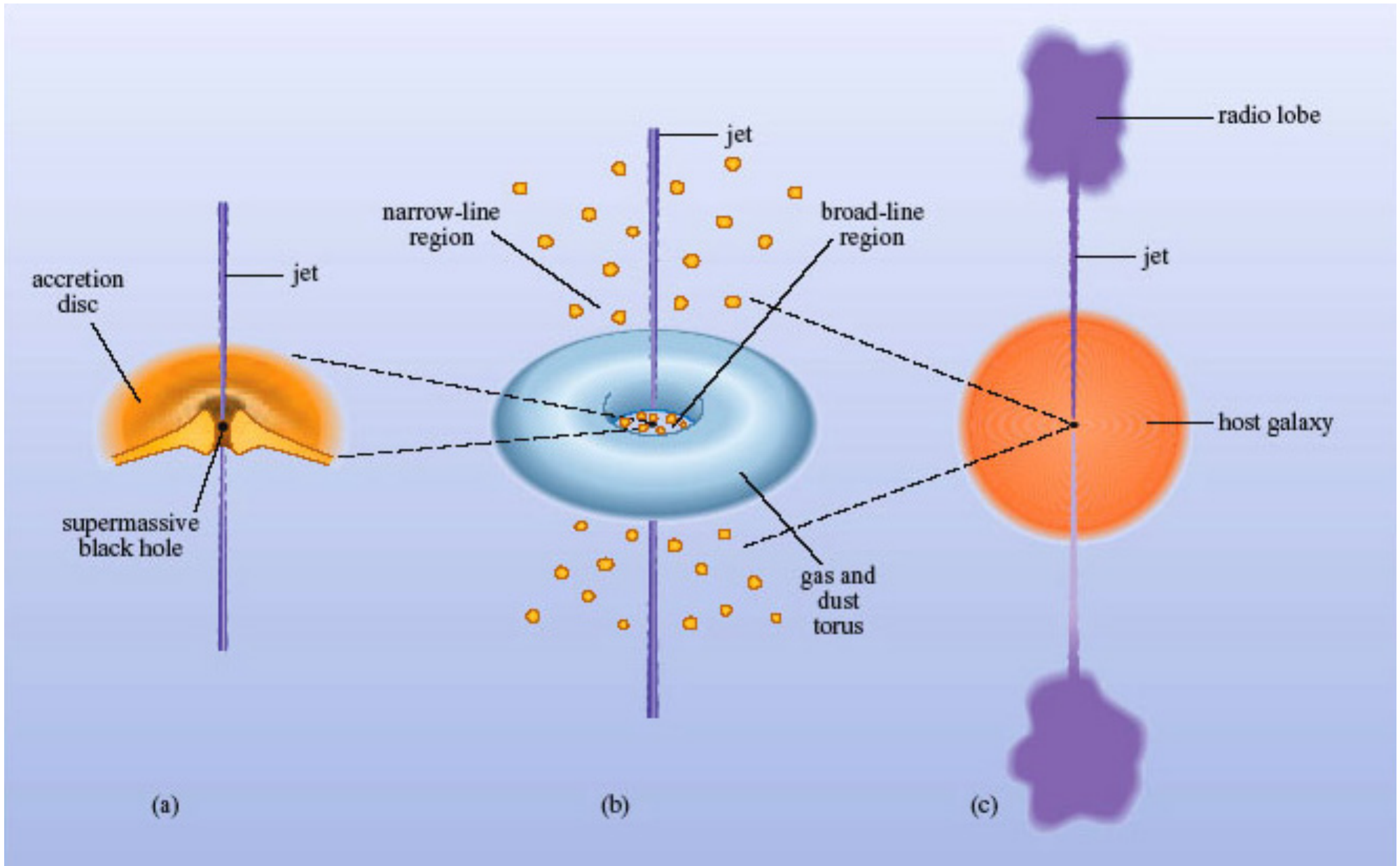
- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - **aktivna galaktična jedra**
 - plimski blišči

aktivna galaktična jedra

- v središčih galaksij masivne črne luknje
- sesajo snov iz akrecijskega diska
- bruhaajo dva curka
- spremenljivost \approx ur do \approx mesecev



model AGJ

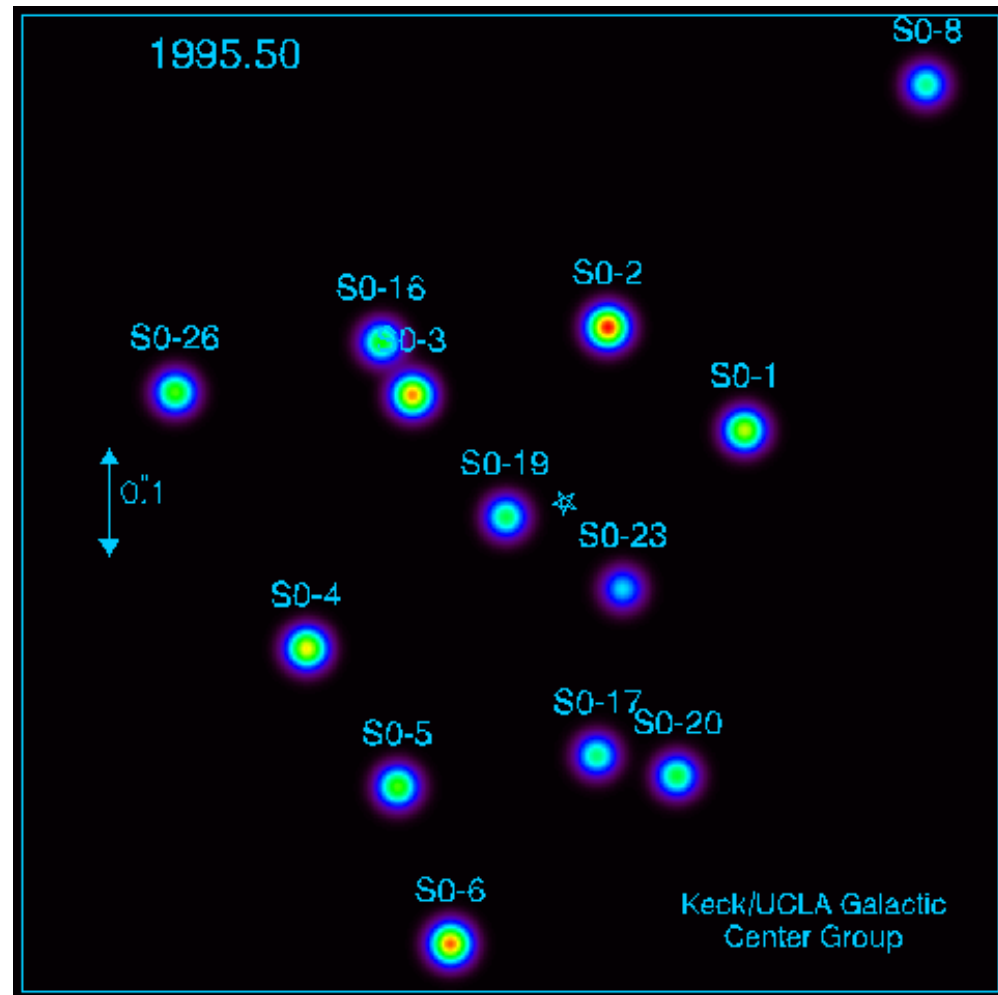


Vrste spremenljivih izvorov

- spremenljive zvezde:
 - RR Lira, kefeide...
 - dvojne zvezde
 - kataklizmične spremenljivke (pritlikave nove, klasične nove, AM CVn)
 - svetle rdeče nove...
 - spremembe sija zaradi eksoplanetov
 - gravitacijsko lečenje
 - ...
- visoko-energijski izvori
 - supernove
 - izbruhi sevanja gama
 - aktivna galaktična jedra
 - plimski blišči

plimski blišči

središče Galaksije

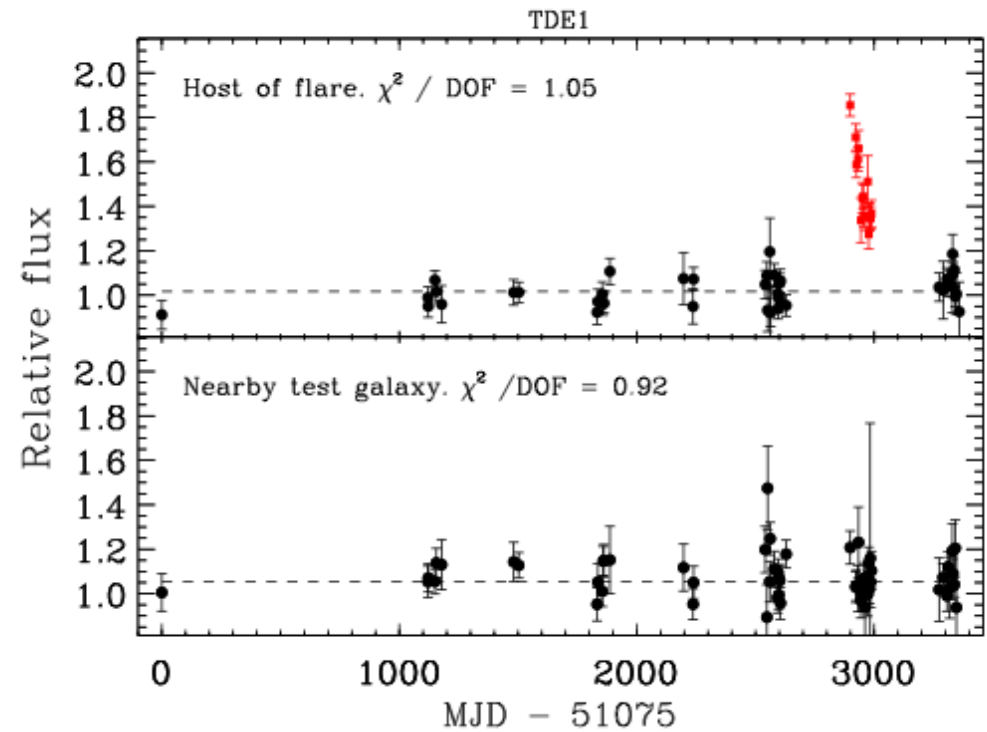
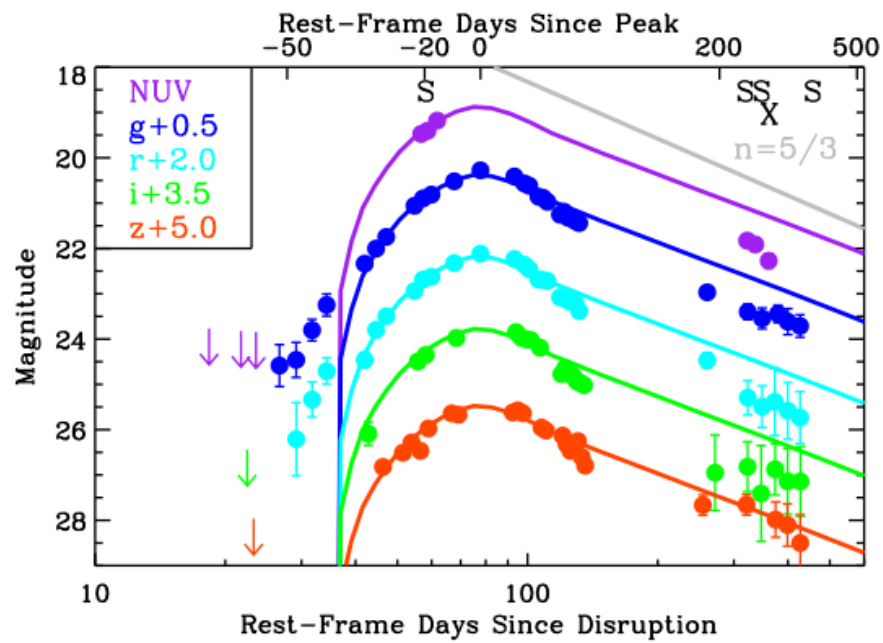




plimsko raztrganje

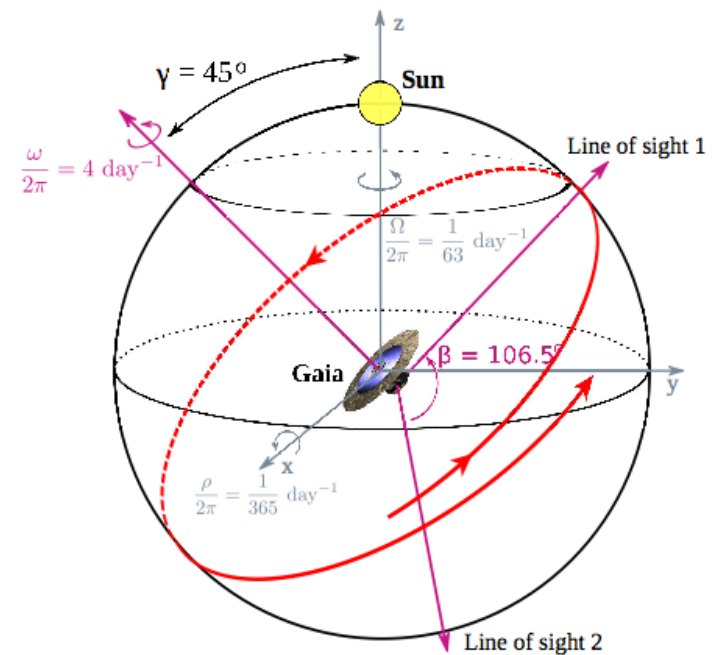
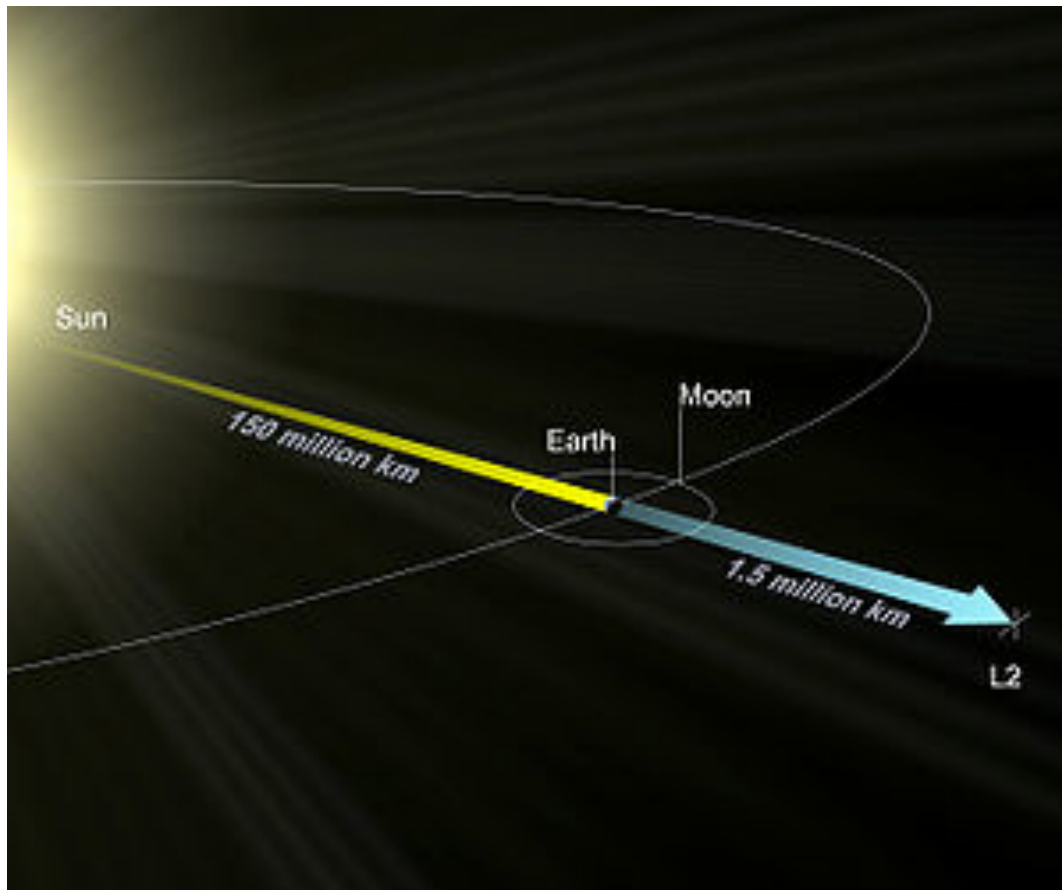


- nekaj kandidatov plimskih bliščev
- PTF, Pan STARRS,...



ESA satelit Gaia – leta 2013

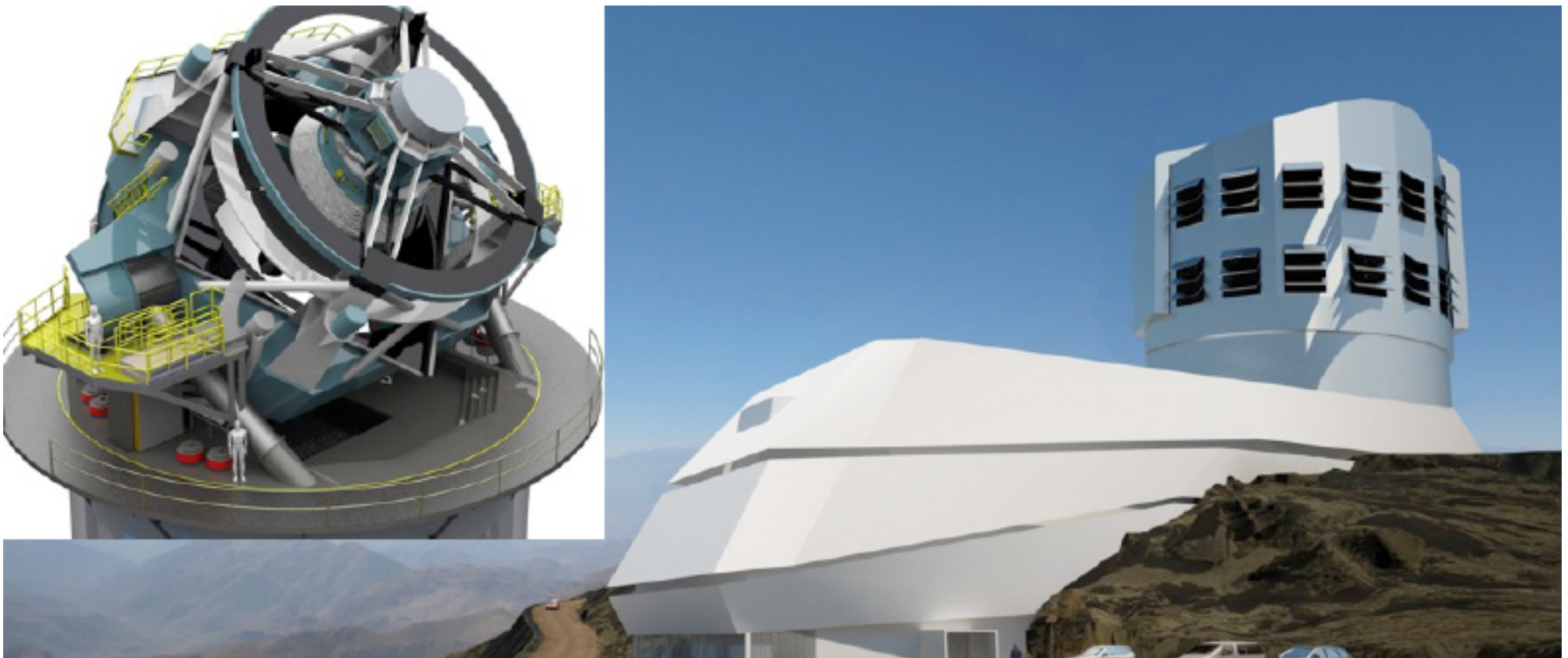
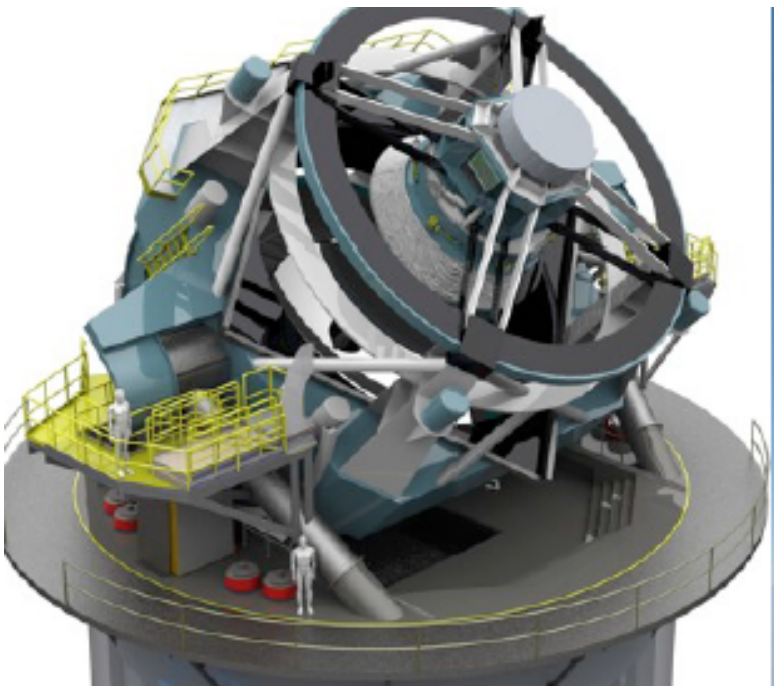




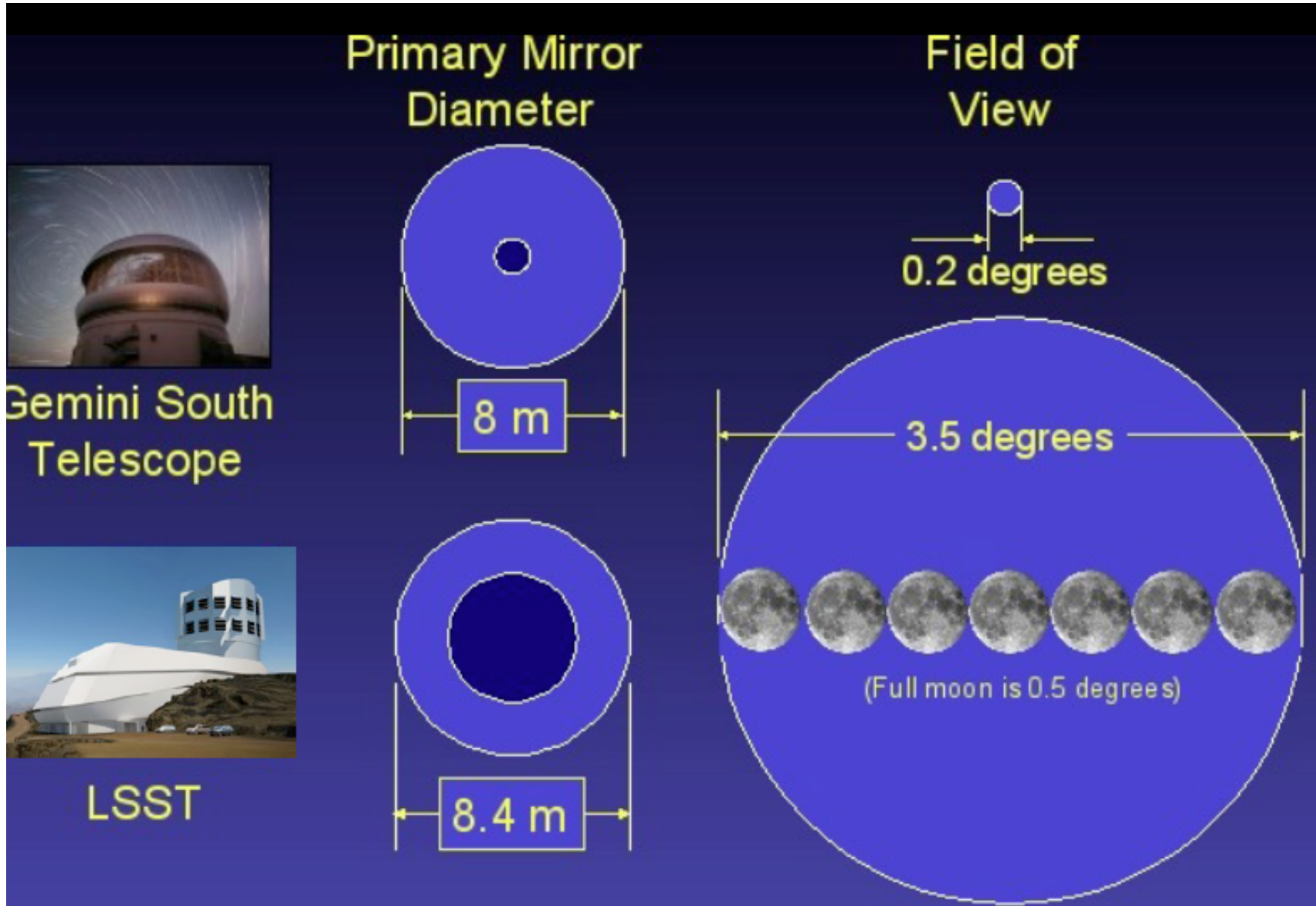
novi "transient" objekti bodo stranski produkt

Large Synoptic Survey Telescope

- LSST, ZDA, 2019?, v Čilu
- 8,4-m, zorno polje 9,6 stopinj², do 27,5 mag
- 3 Gpx kamera, ugrizy filtri



primerjava Gemini - LSST



- 20 TB podatkov na noč
- 1000 meritev 20 milijard objektov v 10 letih
- nove metode in orodja
- 5-10 milijonov vrstic rač. kod



Hvala za pozornost!



www.portalvvesolje.si