


# Extragalaktikus tranziensek a gravitációs hullámok boszorkánykonyhái

The background image is a composite of two astronomical phenomena. On the left, a black hole is depicted with a bright, multi-colored accretion disk showing concentric rings of light in shades of yellow, orange, and red. A vertical beam of light extends from the center of the black hole towards the top of the frame. On the right, a large, intricate blue nebula or galaxy structure is visible, with complex filamentary patterns and bright spots of light.

Vinkó József

*MTA CSFK Csillagászati Intézet*

*SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék*

# Gravitációs hullámokat keltő tranziens objektumok



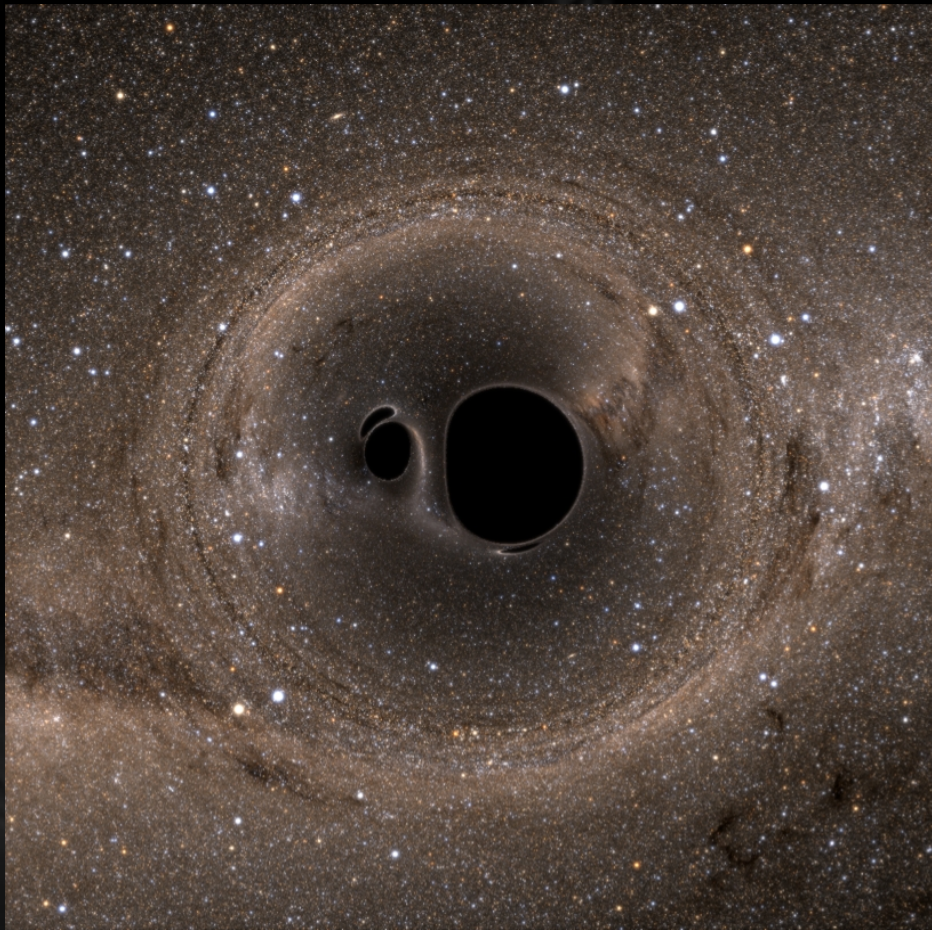
kollapszár  
szupernóvák



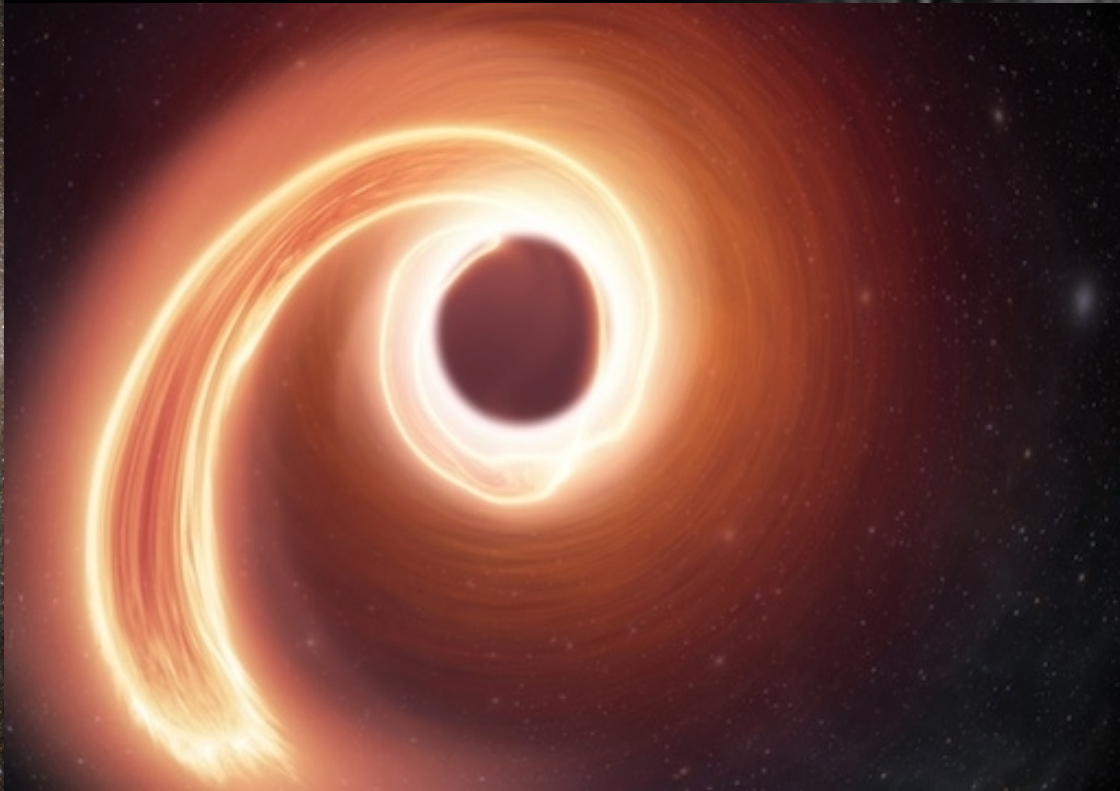
összeolvadó  
neutroncsillagok



# Gravitációs hullámokat keltő tranziens objektumok



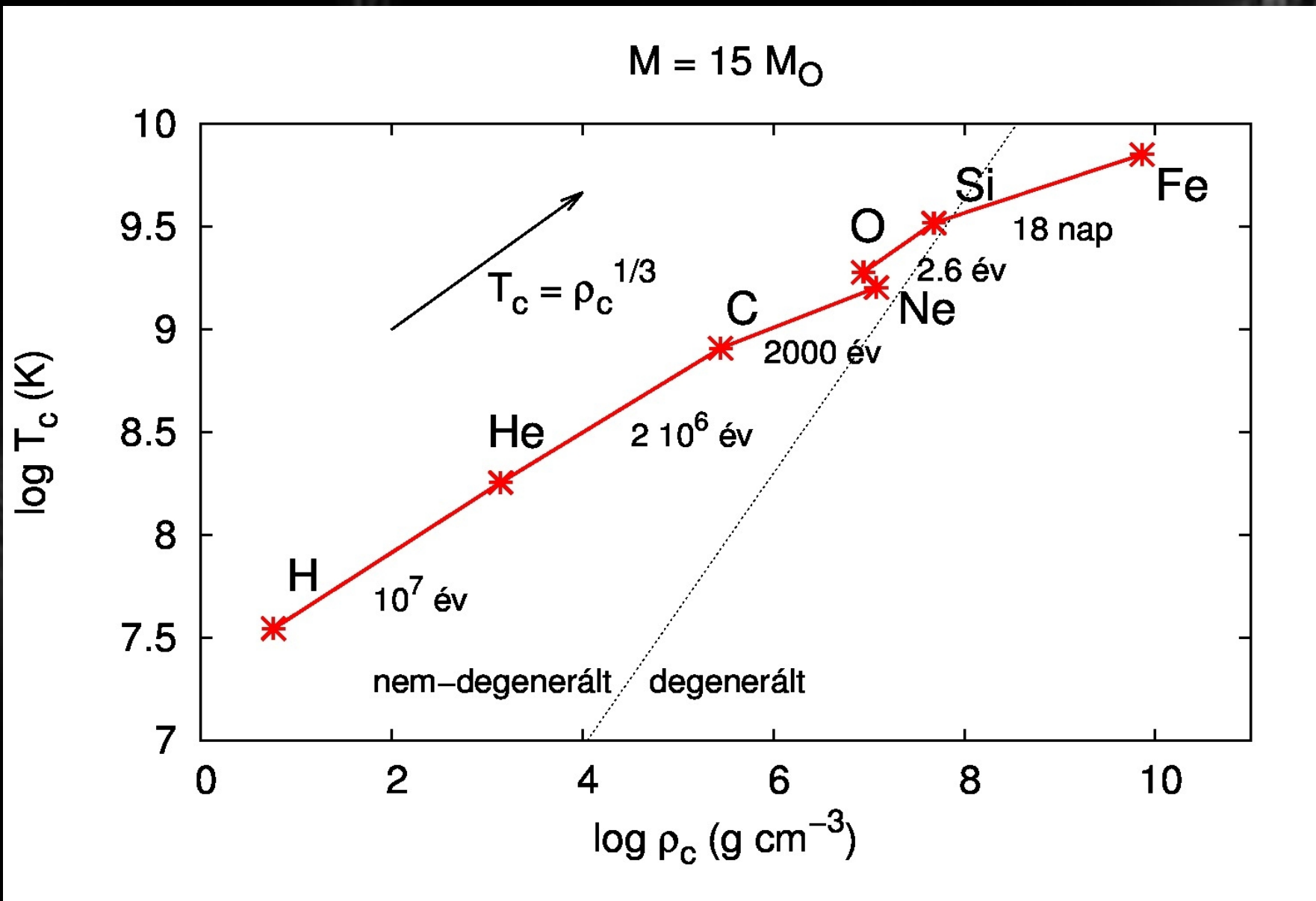
kettős fekete lyukak



árapály-katasztrófák

# Kollapszár szupernóvák

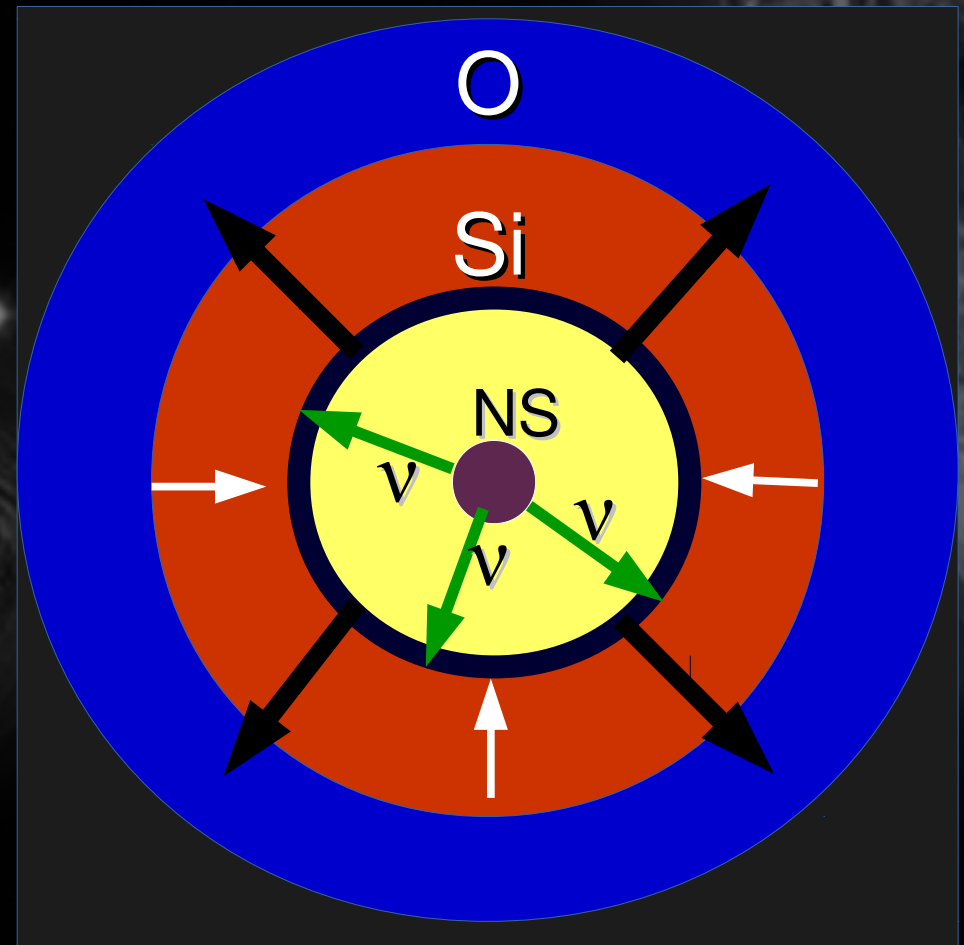
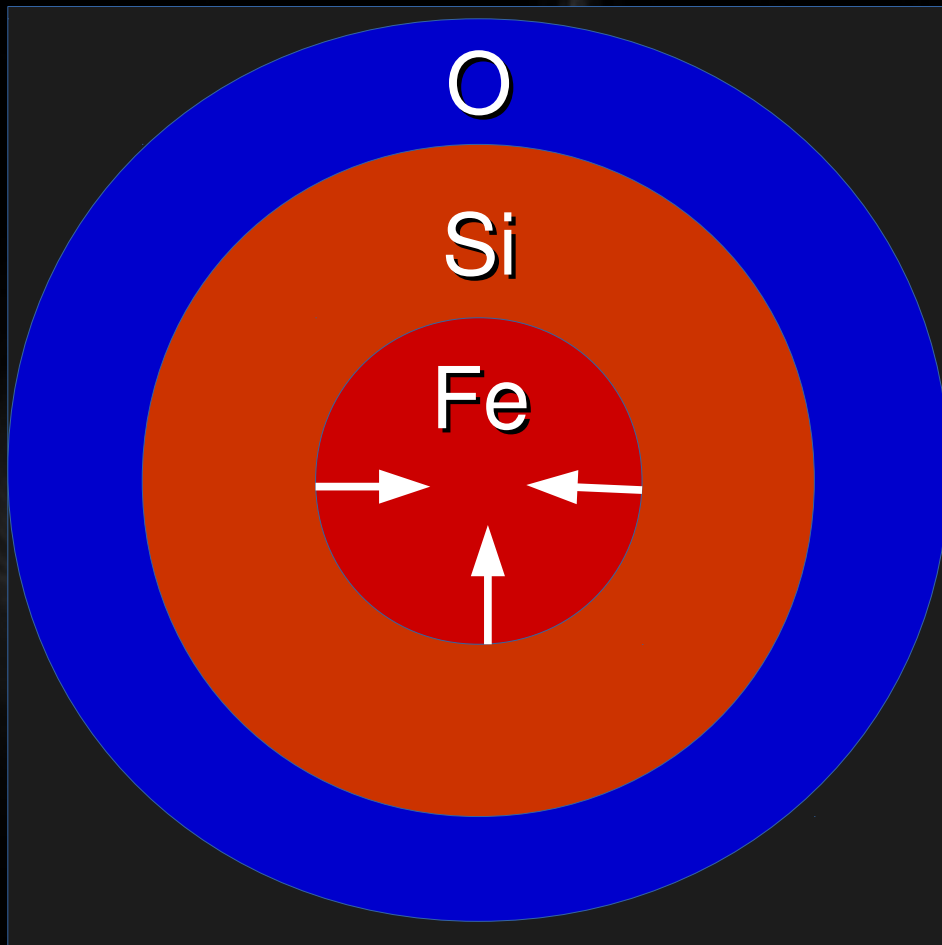
Egy 15  $M_{\odot}$  csillag magjának fejlődése



# Kollapszár szupernóvák

A vasmag összeomlása ( $M > 8 M_{\odot}$ )

$$\rho \sim 10^{10} \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \tau \sim (G\rho)^{-1/2} \sim 0.2 \text{ s}$$



# Kollapszár szupernóvák

## Neutrínók detektálása az SN 1987A-ból

IMB (Brookhaven)

8 detektálás

Bionta et al. Phys Rev Lett 58,  
1494 (1987)

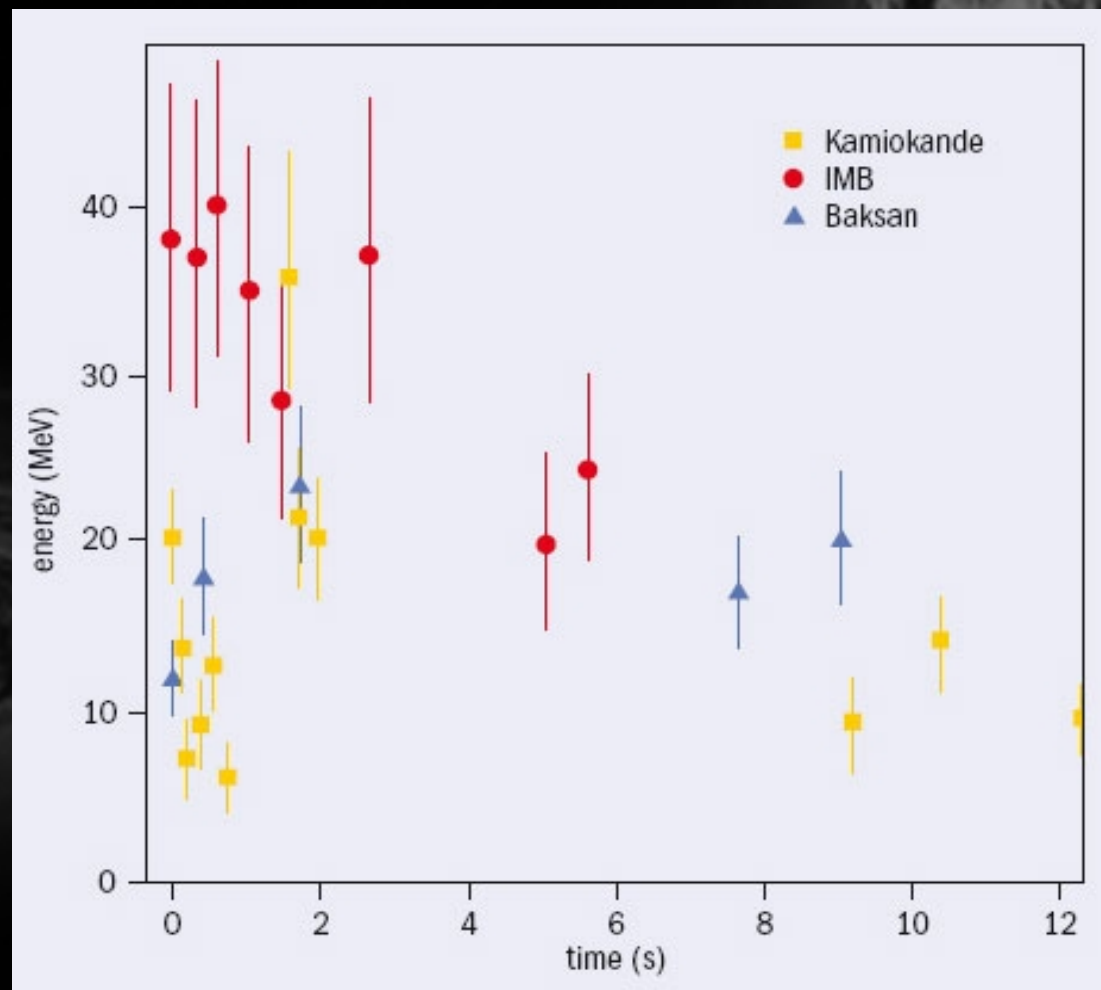
KAMIOKANDE (Japán)

11 detektálás

Hirata et al. Phys Rev Lett 58,  
1490 (1987)

Baksan (Oroszo.)

5 detektálás



forrás: CERN Courier 2007 Jan 30

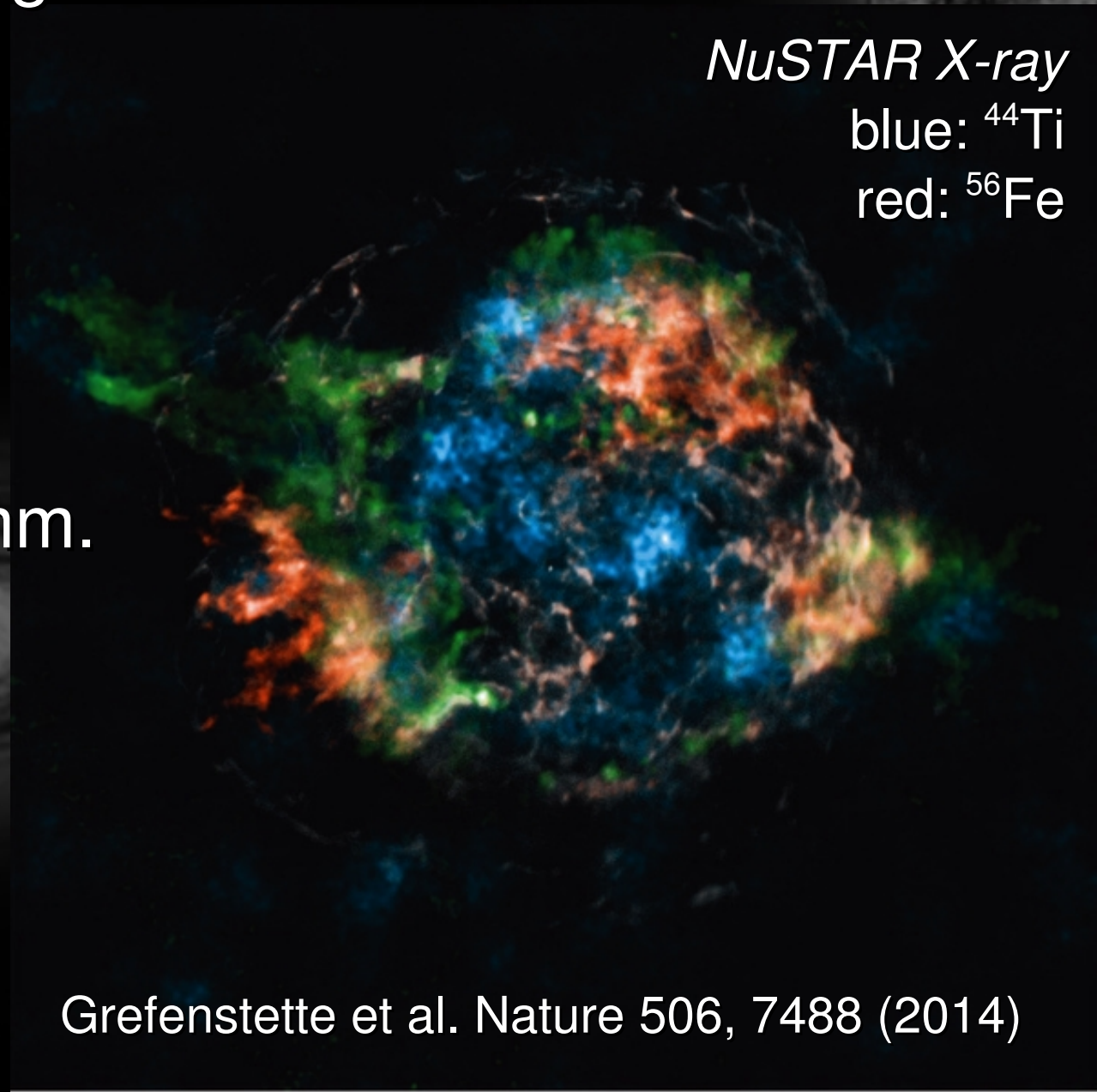


# Kollapszár szupernóvák

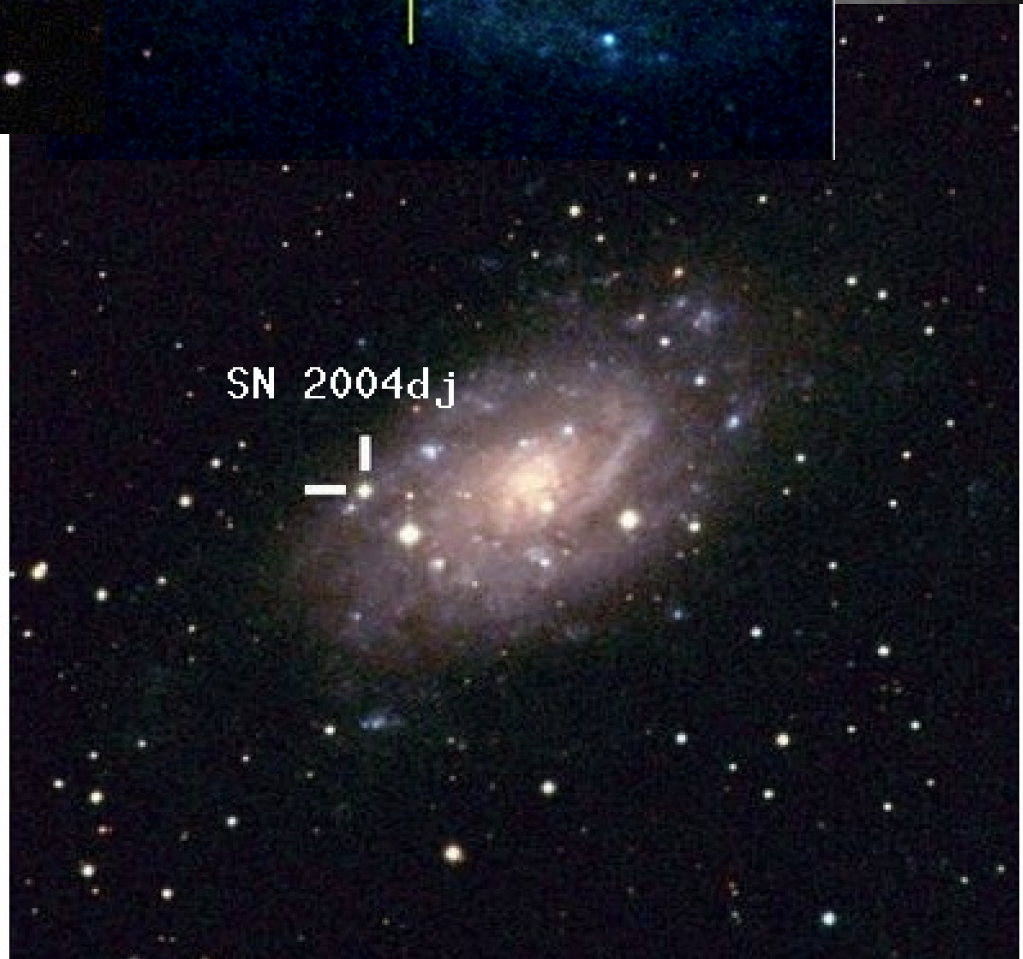
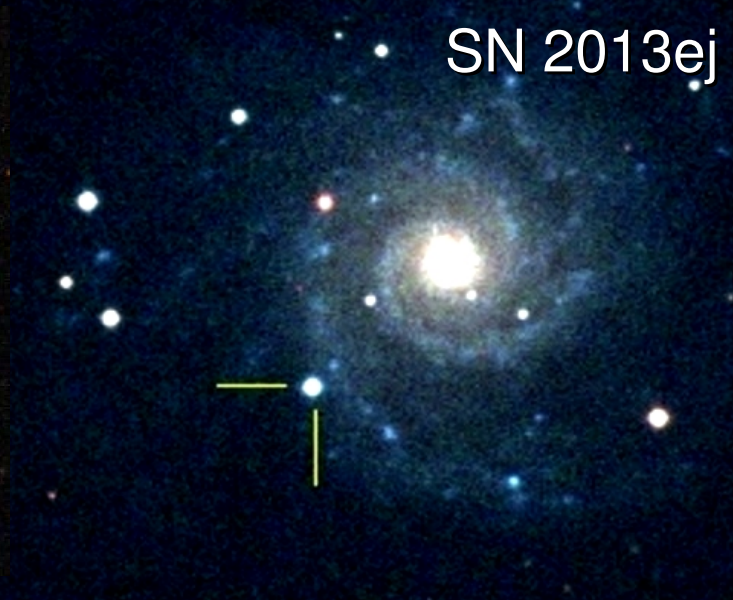
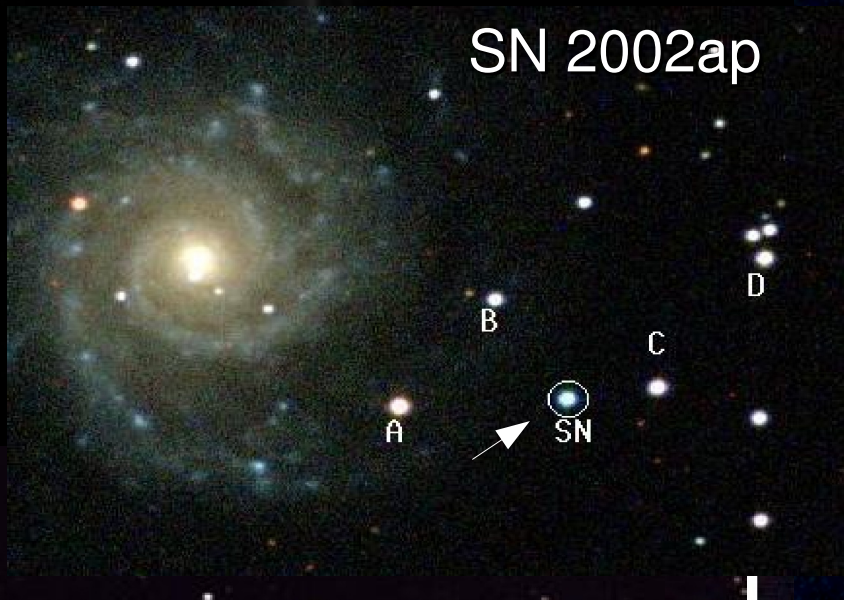
Aszimmetrikus mag-összeomlás: Cas A

A radioaktív  $^{44}\text{Ti}$   
térbeli eloszlása  
aszimmetrikus  
==> a kollapszus  
nem volt gömbszim.  
(pl. SASI)

Kérdés:  
GW keletkezhet-e  
ilyen folyamatban?



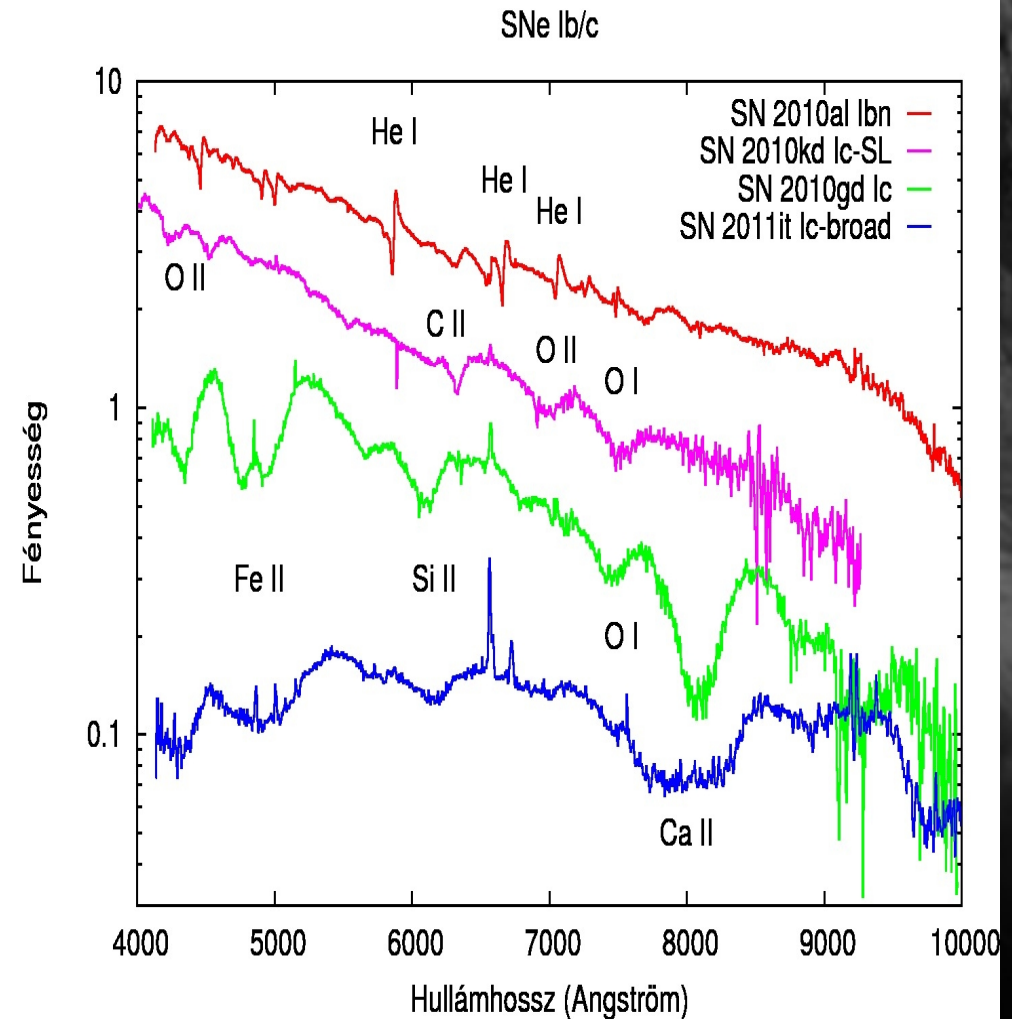
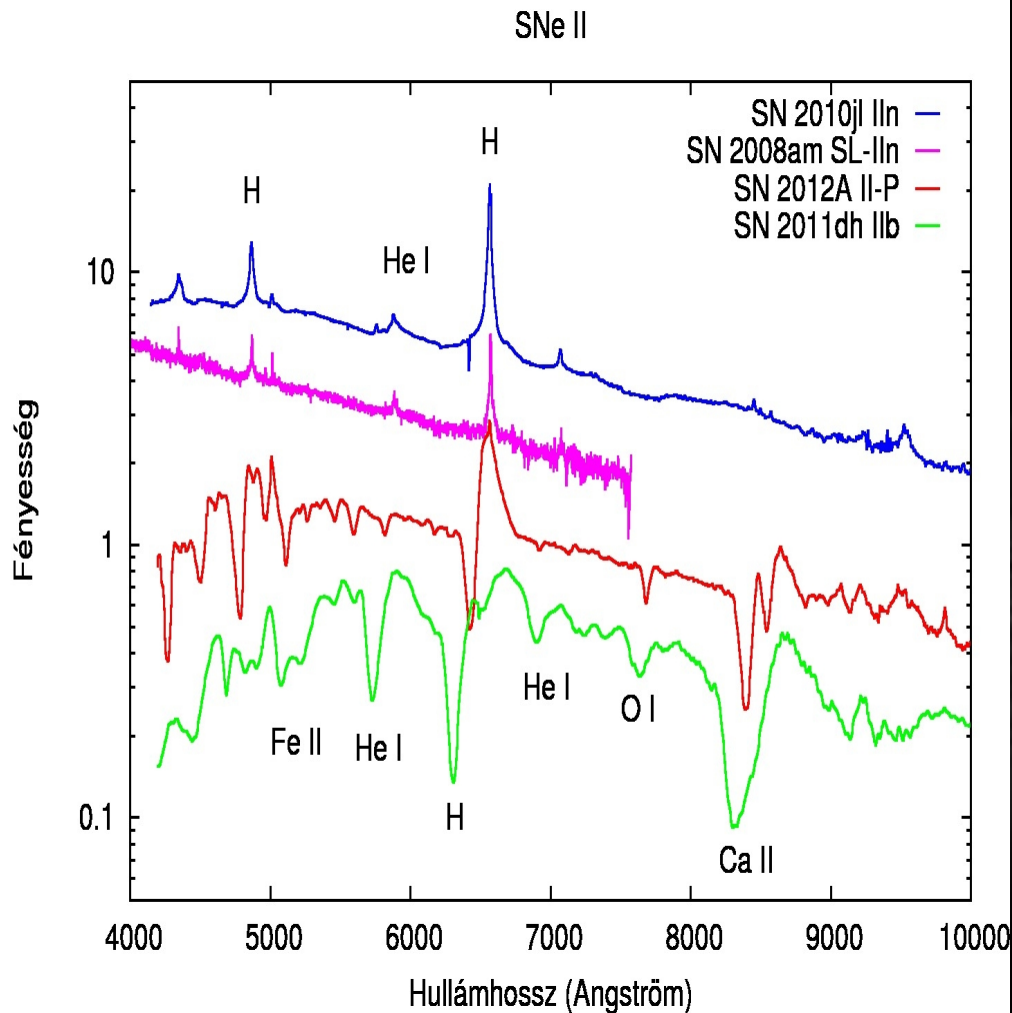
# Kollapszár szupernóvák Pizskéstetőről...





# Kollapszár szupernóvák

## spektrálklasszifikáció



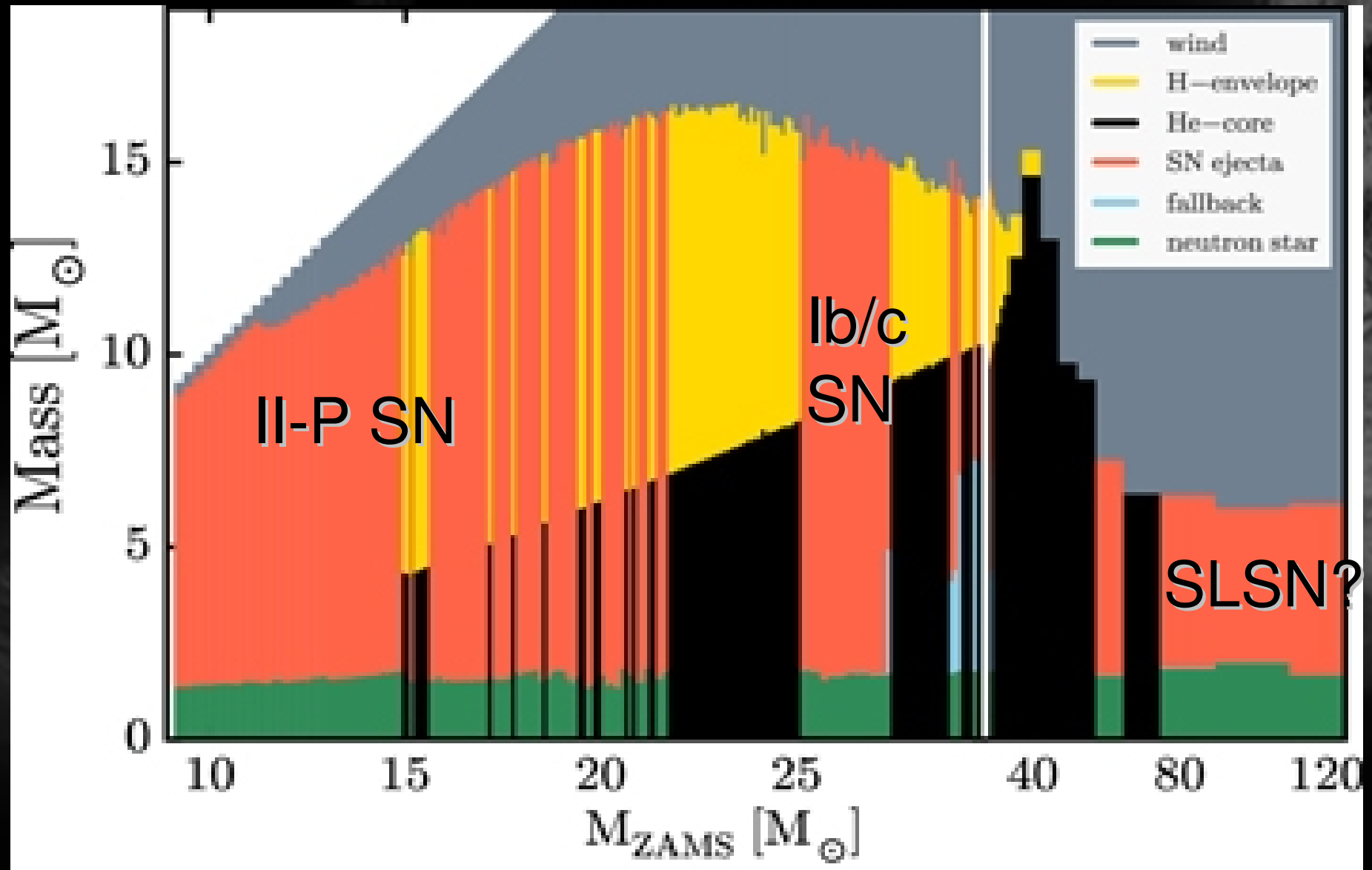
# Fekete lyukak keletkezése

"Tankönyvi" elképzelés: kollapszár SN  $M > 20 M_{\odot}$

Csakhogy:

- ★  $20 M_{\odot}$  fölött nagyon erős tömegvesztés  $\implies$  a kollapszus idején a tömeg max.  $\sim 16 M_{\odot}$  lesz
- ★ Ib/c típusú SN-k progenitora ilyen lecsupaszított csillagmag (kettős rendszer hatása?)
- ★ szuperfényes szupernóvák  $\implies$  nagyon nagy ledobott tömeg; magnetár maradvány (?)

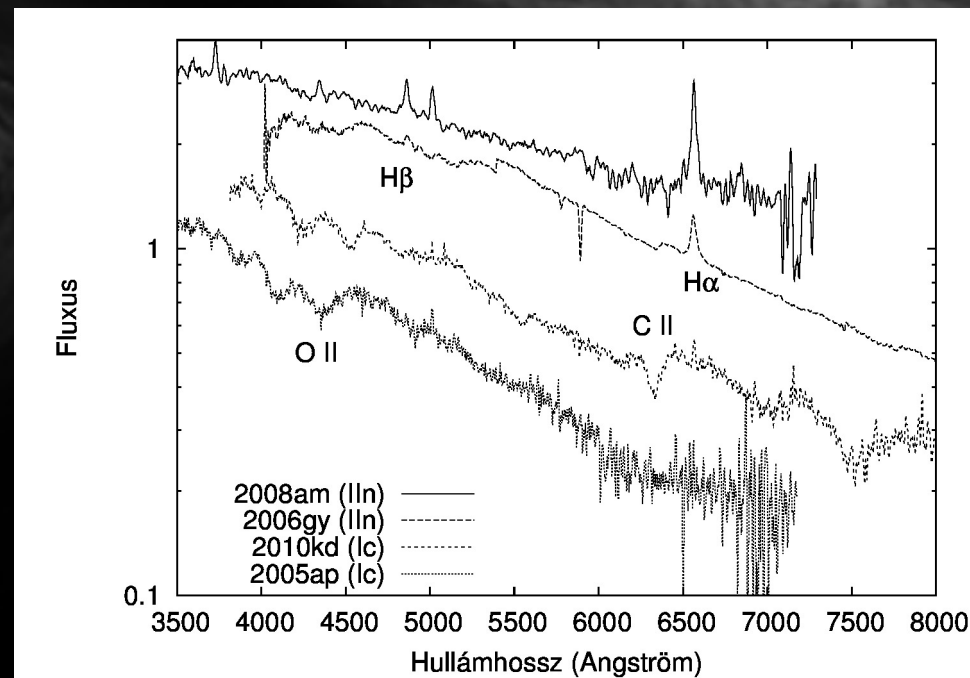
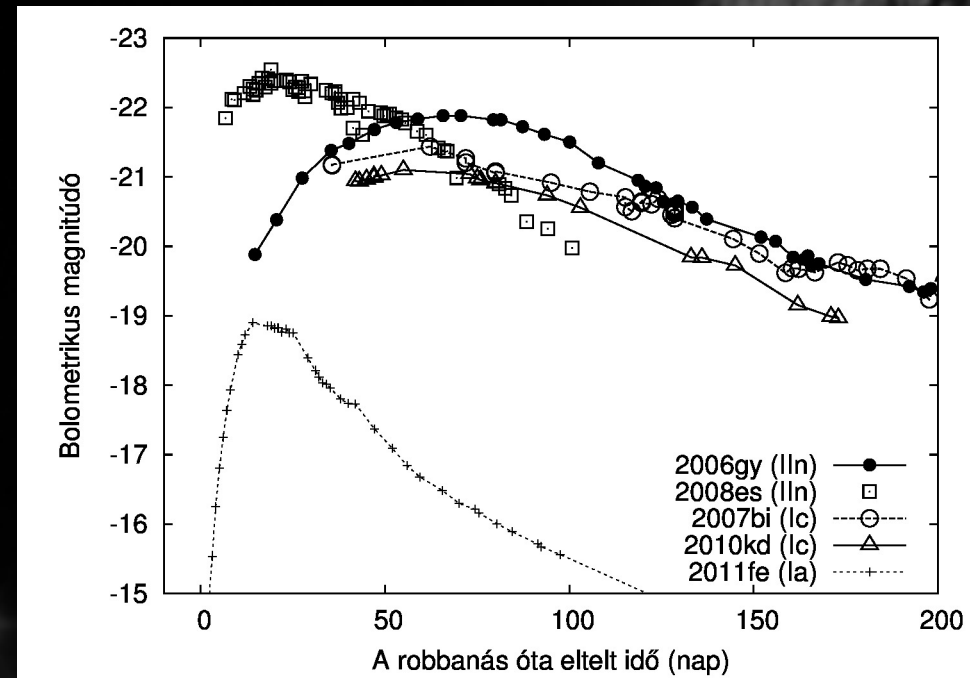
# Fekete lyukak keletkezése



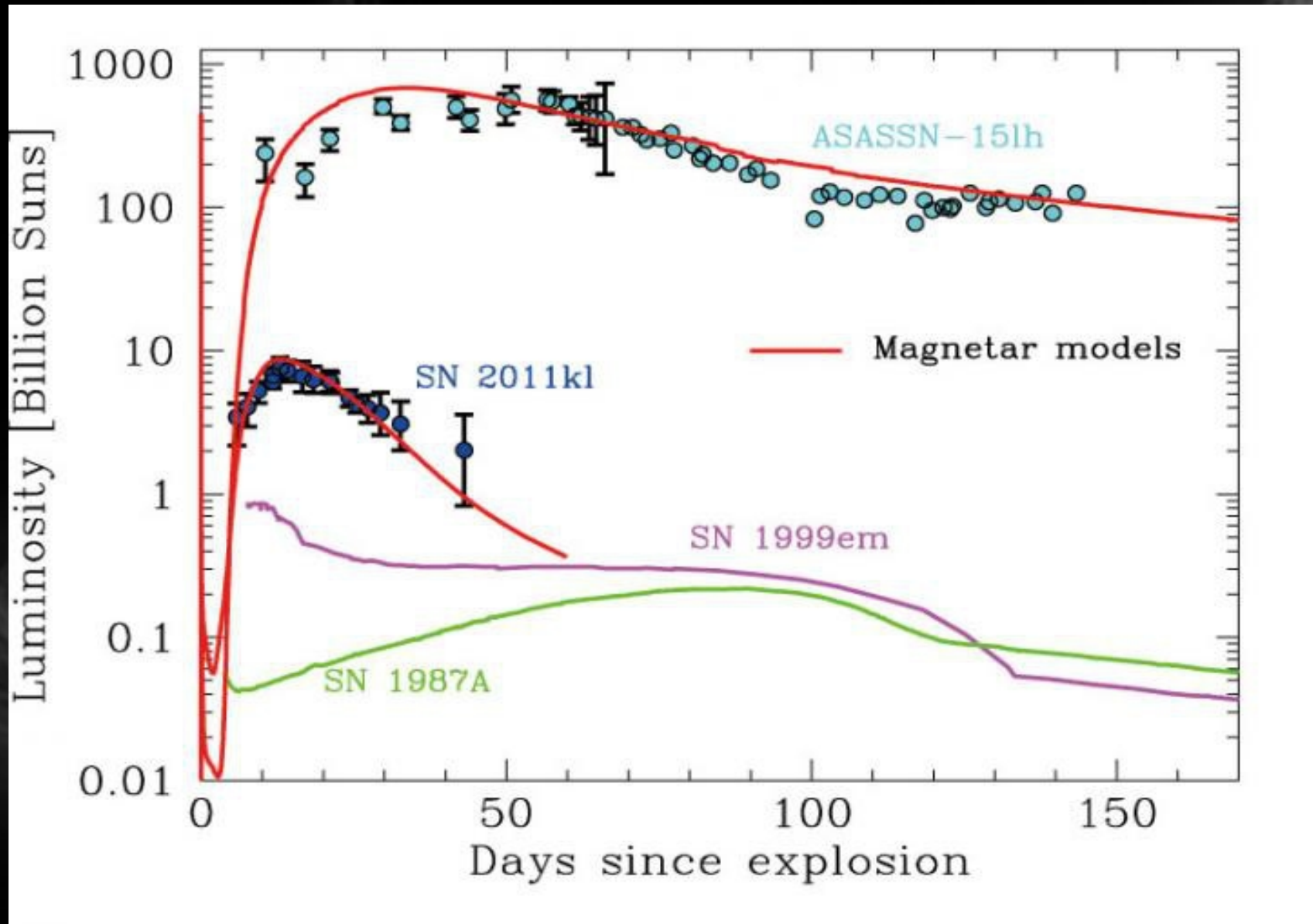


# Szuperfényes szupernóvák (SLSN)

- ★ -21mag -nál ( $\sim 10^{44}$  erg/s) nagyobb csúcsfényesség
- ★ nagy ledobott tömeg
- ★ SN-szerű spektrumok
- ★ robbanási mechanizmus?
- ★ luminozitás forrása:
  - magnetár fékeződés?
  - CSM kölcsönhatás?



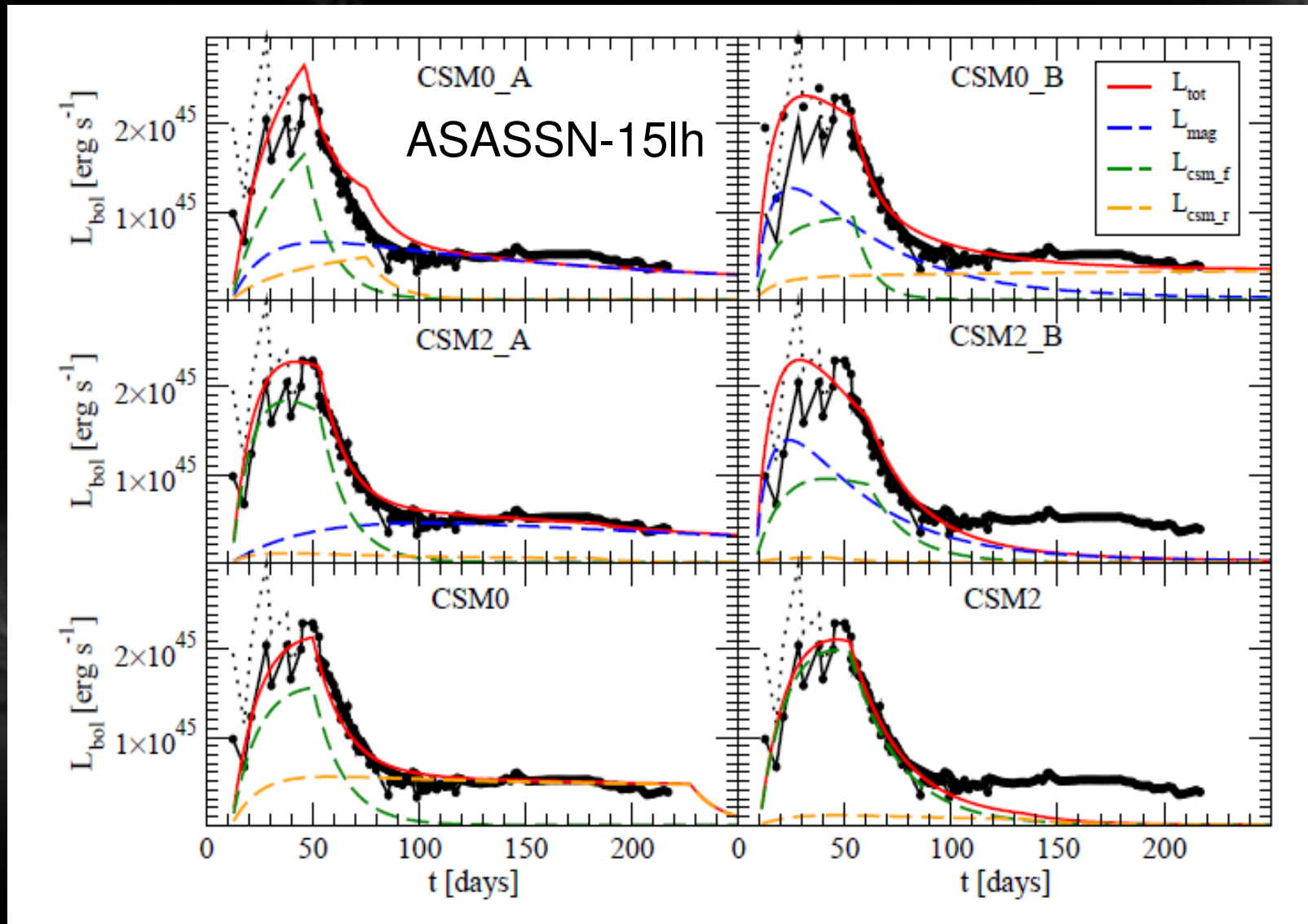
# Szuperfényes szupernóvák (SLSN)



Magnetár fénygörbe modellek

Bersten et al. ApJ 817, 8 (2016)

# Szuperfényes szupernóvák (SLSN)

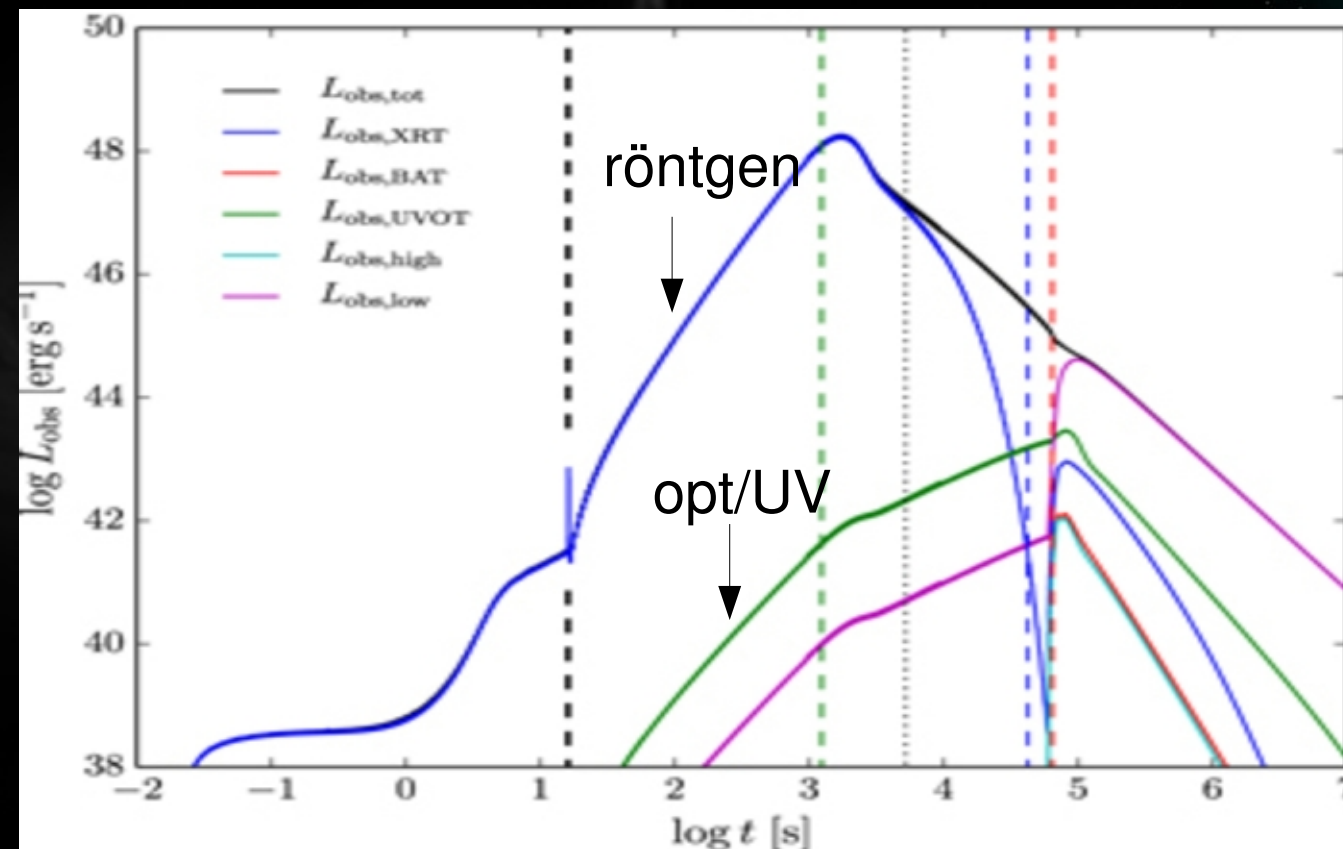
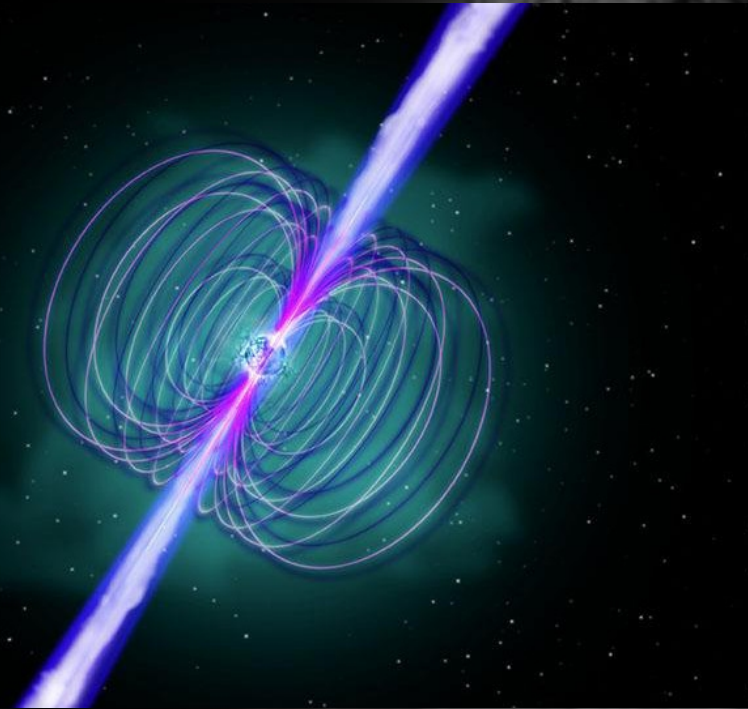




# Összeolvadó neutroncsillagok

Rövid gamma-kitörések (?)

Rövid időskálájú (1-10 nap)  
optikai tranziensek?



# Árapály katasztrófa

szupermasszív fekete lyukak körül valószínű

Fekete lyuk  
formálódó akkréciós korong

szétesett csillag  
visszahulló anyaga

akkréciós  
ráta:  $\dot{M}$

árapály sugár:  $R_T = R_S \left( \frac{M_{BH}}{M_S} \right)^{1/3}$

pericentrum táv.:  $R_p$

Ütközési paraméter:  $\beta = \frac{R_T}{R_p}$

# Árapály katasztrófa

erős függés az ütközési paramétertől és a donorcsillag tömegeloszlásától  
==> heterogén megfigyelhető jellemzők

Modellek jóslatai:

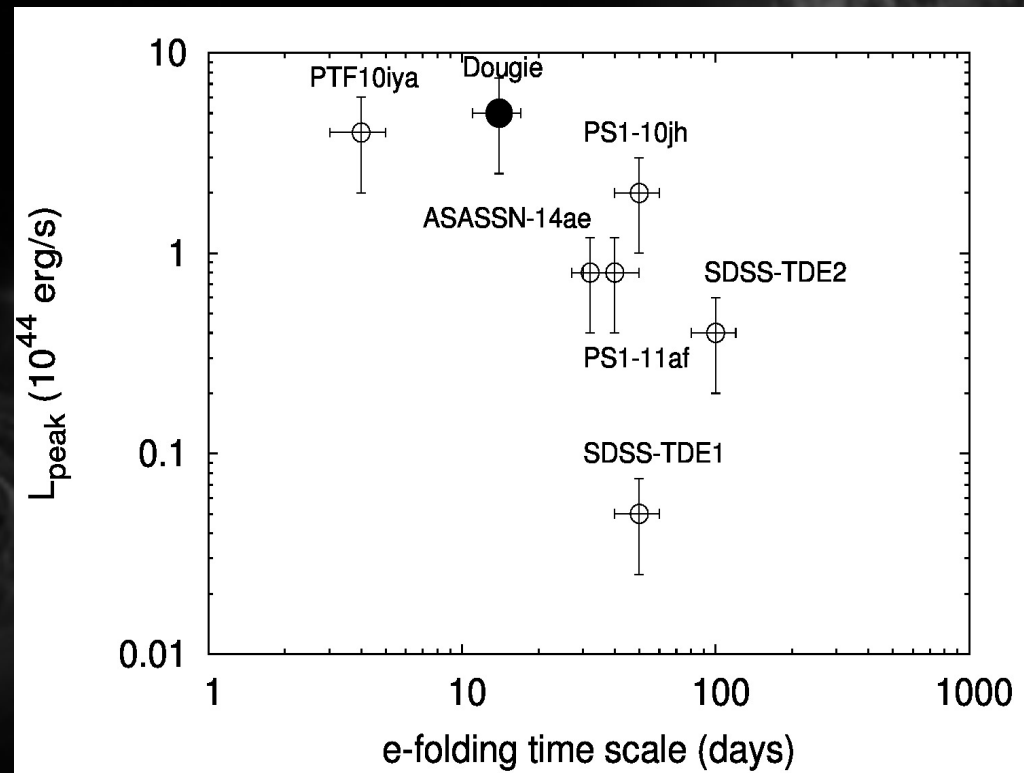
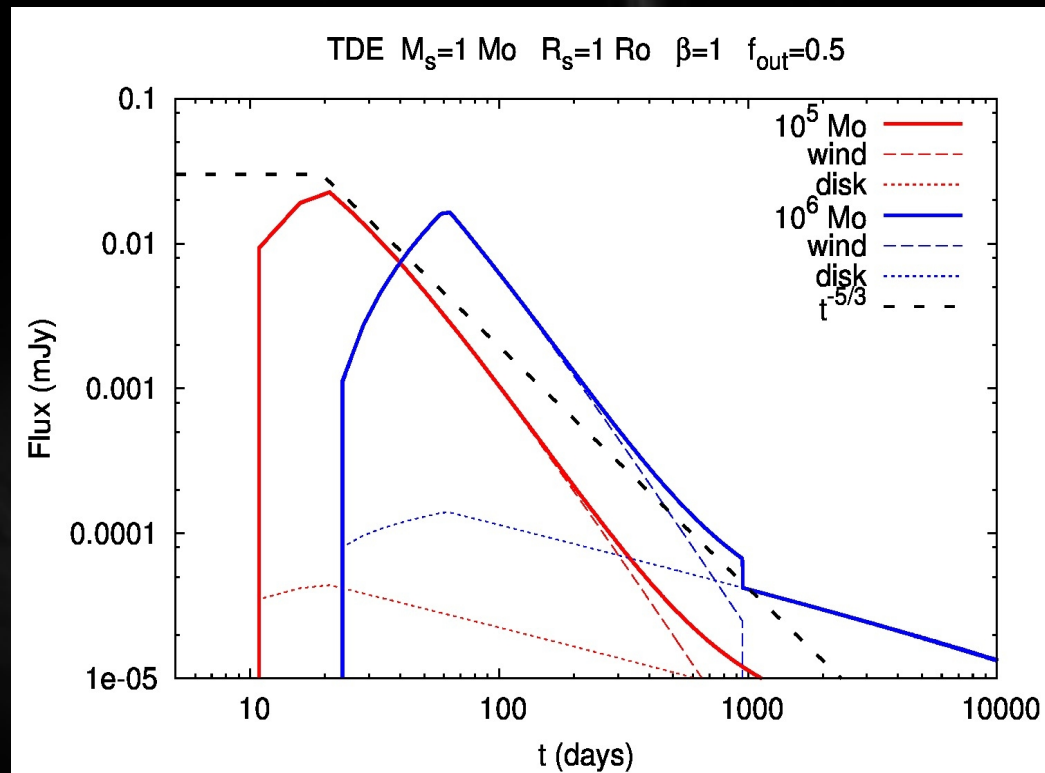
- ★ korai UV-optikai tranziens: szuper-Eddington akkréció; időskála: hetek
- ★ későbbi röntgen-UV fénylés az akkréciós korongból; időskála: évek



# Árapály katasztrófa

## Modell fénygörbék

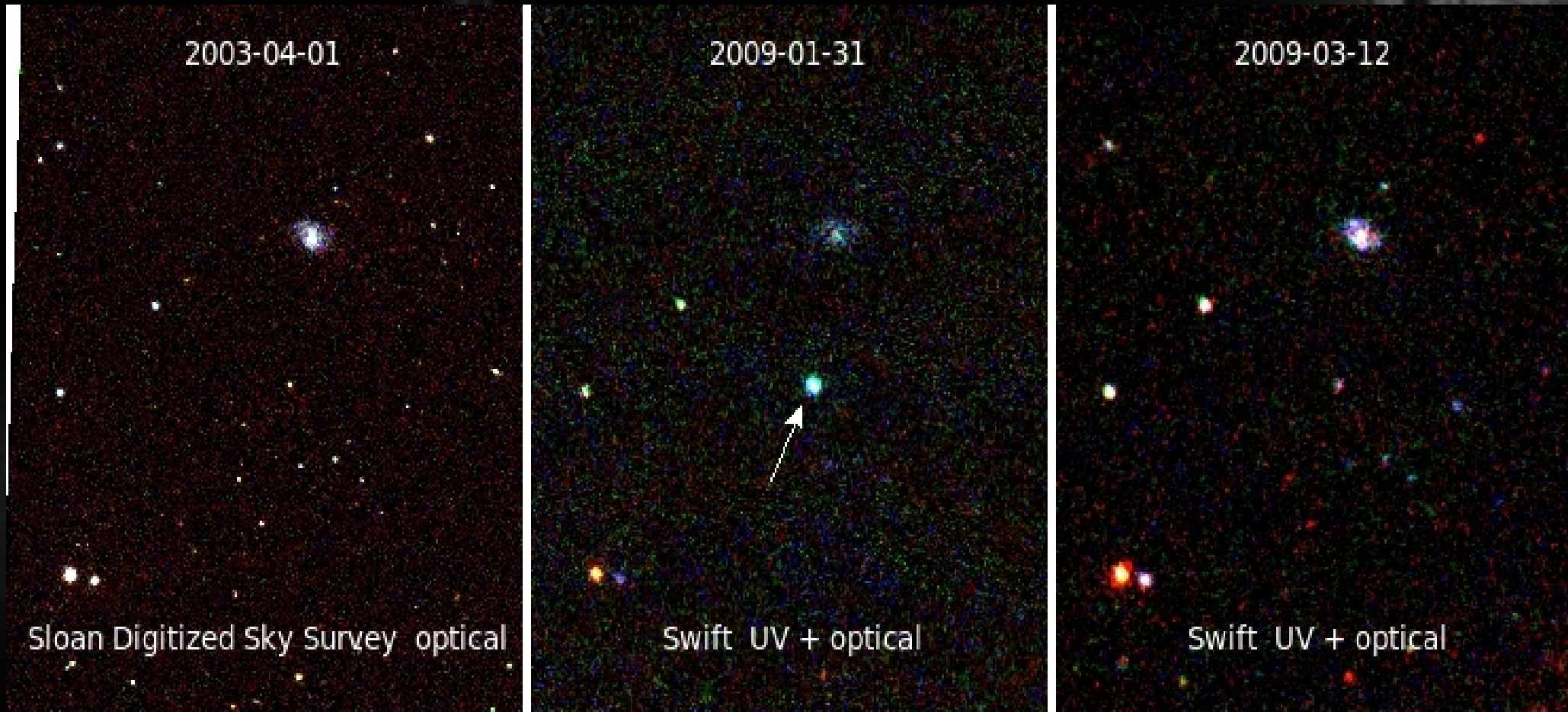
## "TDE-jelölt" objektumok



Lodato & Rossi (2011)  
modelljei alapján

# Árapály katasztrófa

"Dougie" felfedezése a ROTSE programban

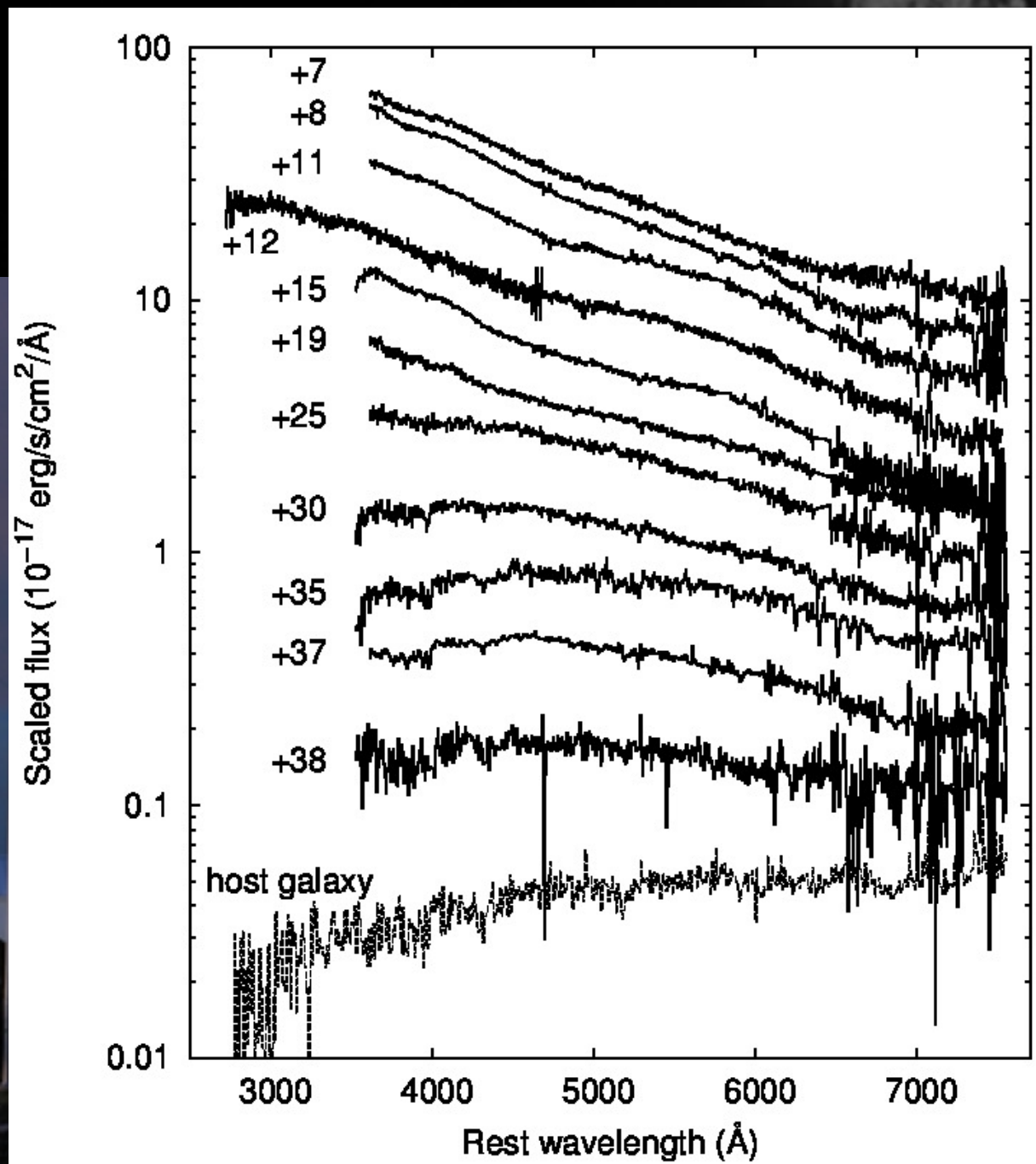


Vinkó et al. ApJ 798, 12 (2015)

# Árapály katasztrófa

Spektrális evolúció

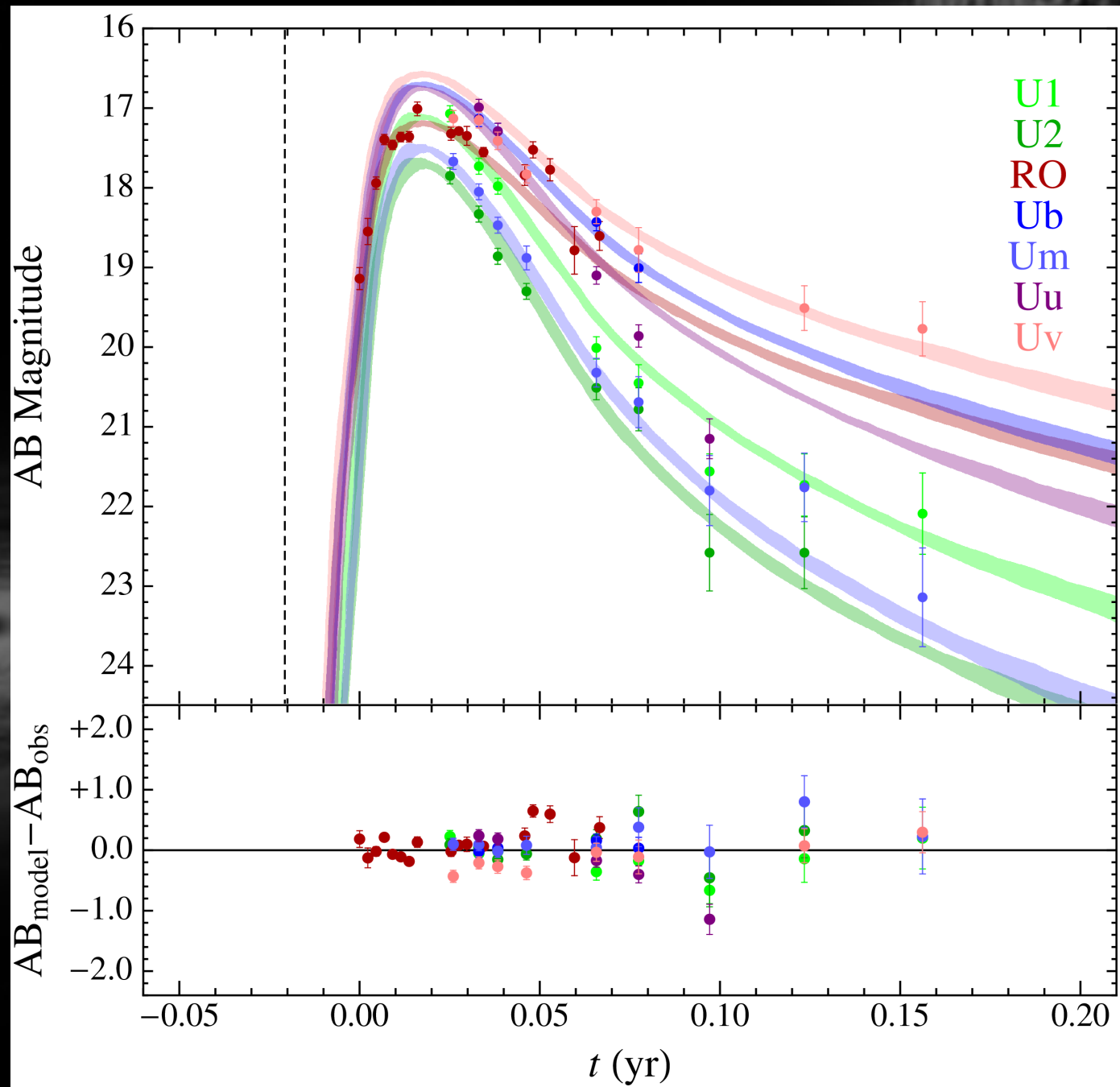
Hobby-Eberly Telescope



# Árapály katasztrófa

A mért  
fénygörbék  
alapján a  
legvalószínűbb  
magyarázat  
a TDE

J. Guillochon  
TDEfit  
modelljei





# Köszönöm a figyelmet!

