

Kozmologija

od mitova do današnje fizike

Dario Hrupec
Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Institut za filozofiju, Zagreb
15. ožujka 2013.

Preludij

Katie Melua, Nine Million Bicycles

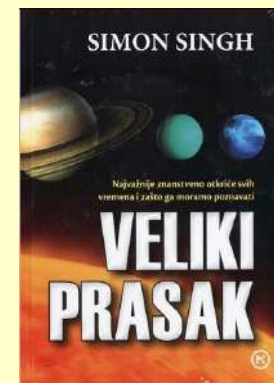
“We are 12 billion light-years from the edge. That's a guess – no-one can ever say it's true, but I know that I will always be with you.”



Simon Singh, Guardian, 30. 9. 2005.

Melua & Singh, BBC Radio 4, 15. 10. 2005.

“We are 13.7 billion light-years from the edge of the observable universe, That's a good estimate with well-defined error bars, And with the available information, I predict that I will always be with you.”

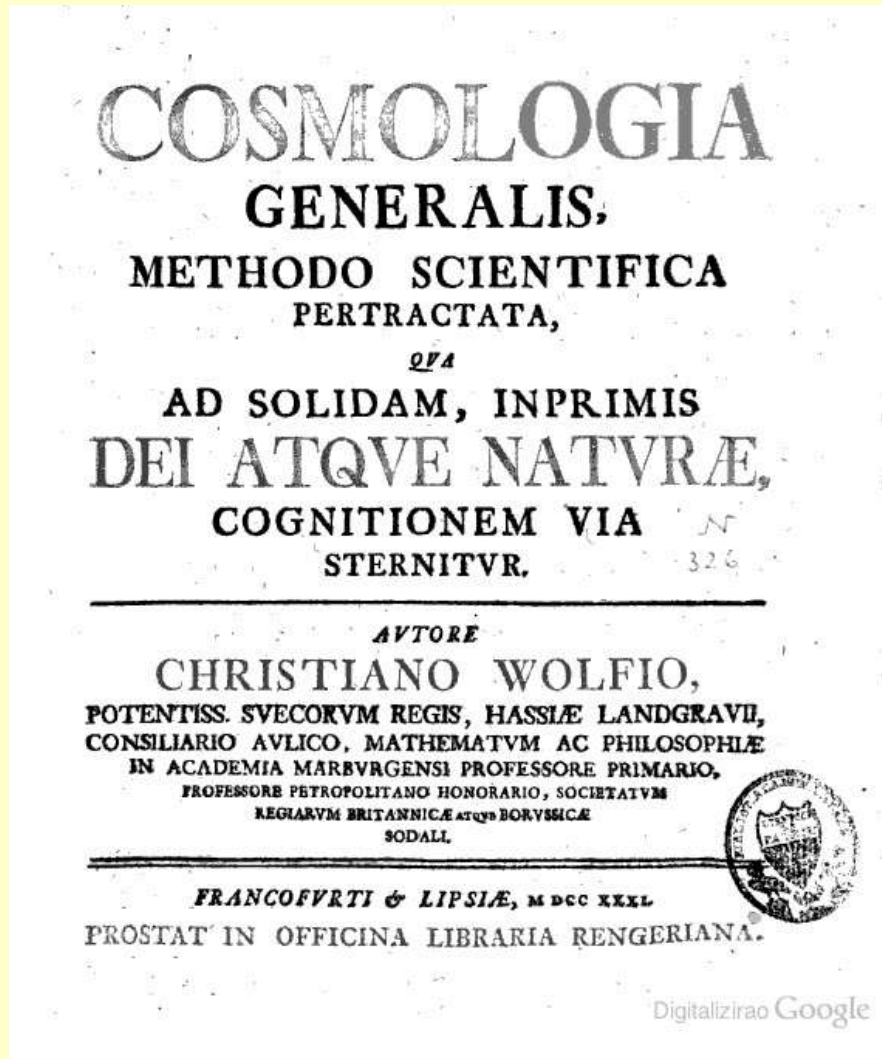


Što je kozmologija?

- (1) tumačenje postanka i razvoja svijeta
mitologijska (ili religijska) kozmologija
> 5000 godina
- (2) znanost o podrijetlu, razvoju, strukturi i dinamici svemira
fizička kozmologija
< 50 godina



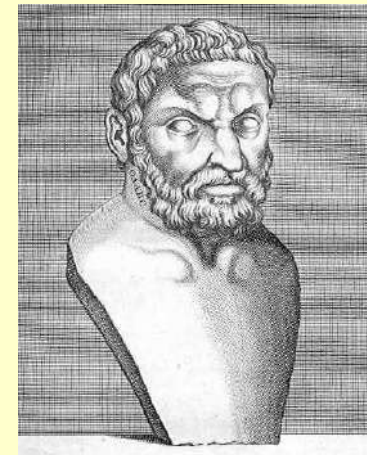
Naziv kozmologija



Christian Wolff
njemački filozof
Cosmologia generalis (1731)

svjetoslovlje

“filozofijsko učenje o cjelini
materijalnog svijeta”
postojalo je još od antike



Kozmologija vs kozmogonija



postanak svijeta

svjetorođe



grčki: **kósmos** (svijet, svemir) + **gonía** (rađanje, postanak)

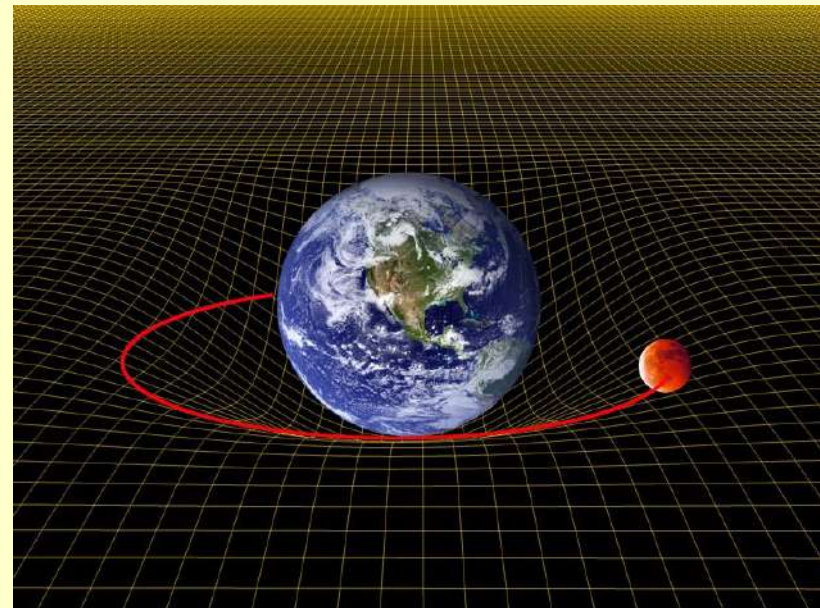
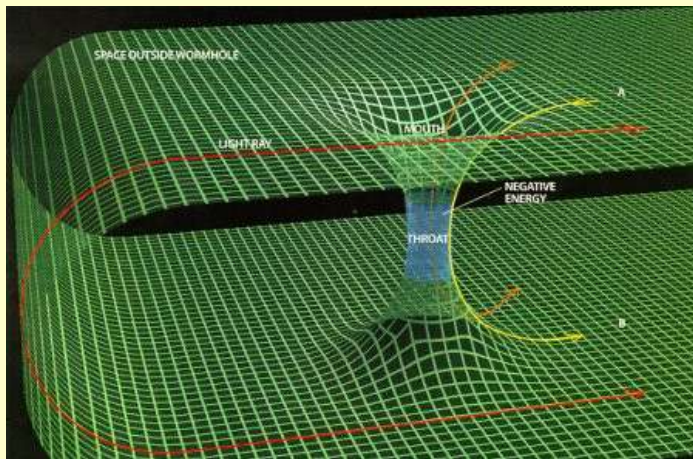
Matematičko polazište za kozmološke teorije

opća teorija relativnosti

Einstein, 1915.

masaenergija zakrivljuje prostorvrijeme

širenje svemira, gravitacijski valovi, crne rupe, crvotočine



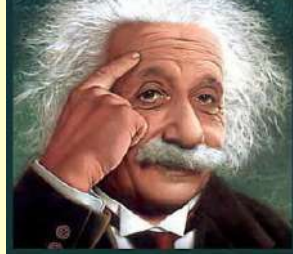
Pretpostavke za model velikog praska

- (1) univerzalnost fizičkih zakona (isti su svugdje i uvijek)
- (2) kozmološko načelo (svemir je približno homogen i izotropan u prostoru, ali ne i u vremenu)
- (3) kopernikansko načelo (ne opažamo svemir iz nekog povlaštenog položaja)



Predviđanja modela velikog praska

“the biggest blunder of my career”



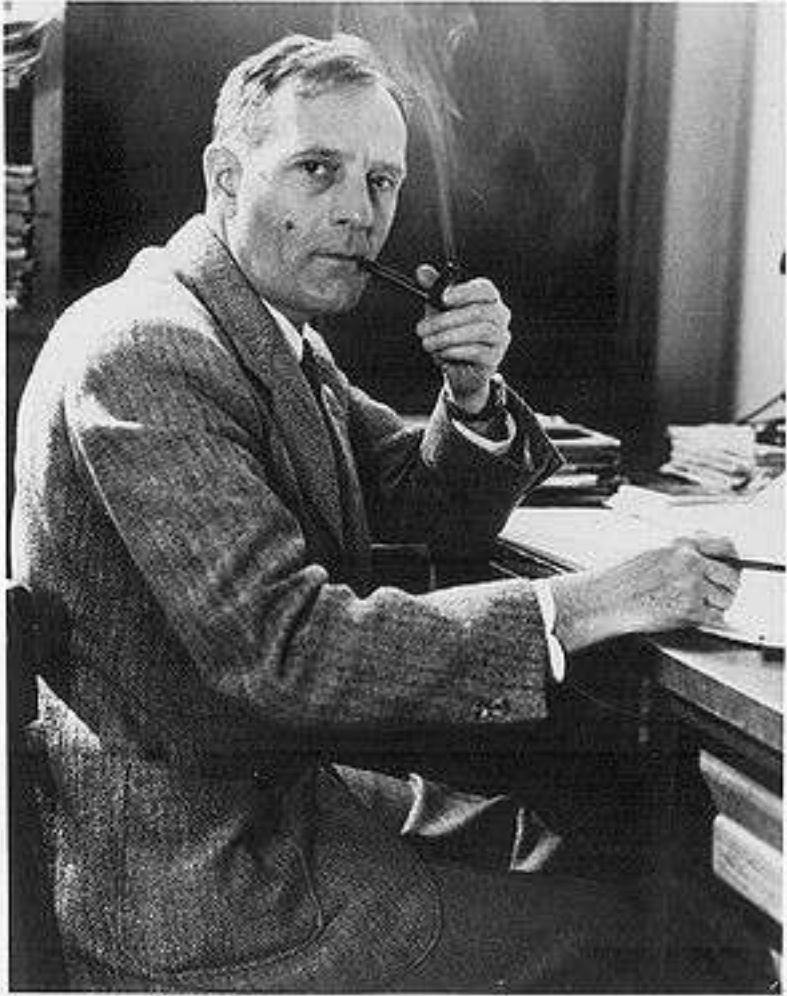
(1) širenje svemira

(2) vruće, gusto stanje **u početku**

(3) nastanak lakih elemenata u ranoj fazi razvoja svemira
(nukleosinteza)

(4) postojanje kozmičkog mikrovalnog pozadinskog
zračenja

Edwin Hubble



1924. godine
“maglice” su druge galaksije

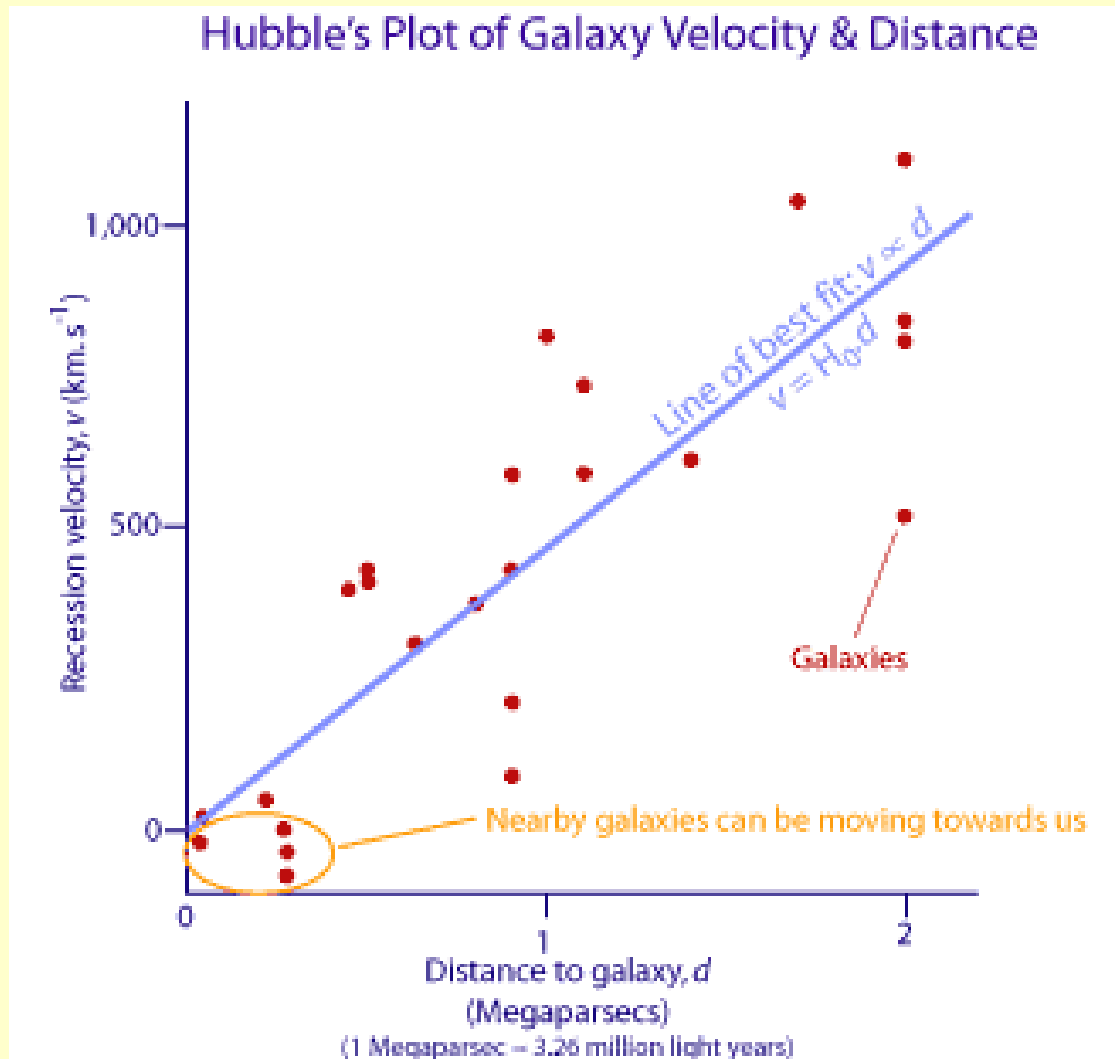
1929. godine
pomak prema crvenome
raste s udaljenošću

Arno Penzias i Robert Wilson

1964. godine
opažanje kozmičkog
mikrovalnog pozadinskog
zračenja



Potvrde modela velikog praska: (1) udaljavanje galaksija

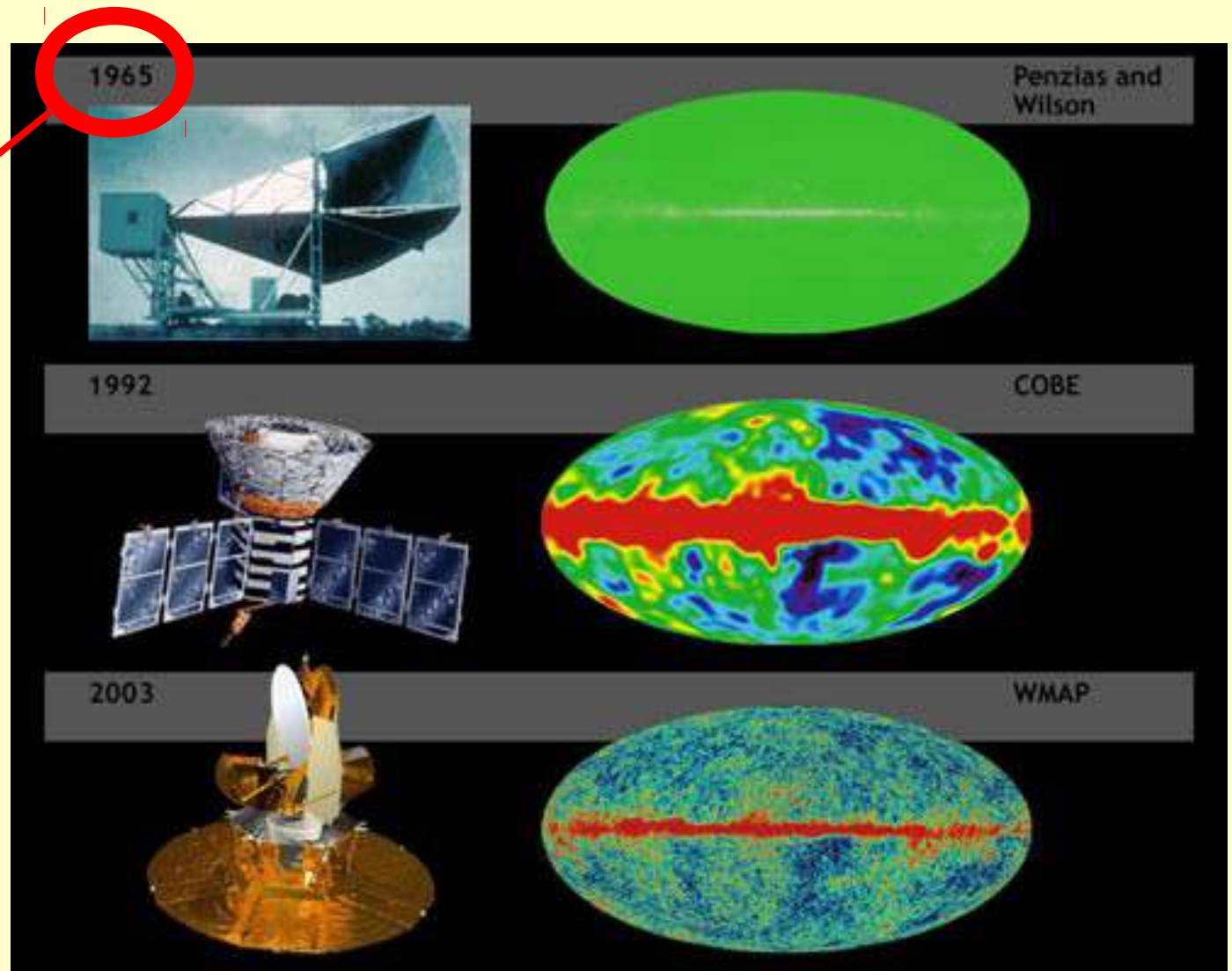


$$v = H_0 d$$

$$H_0 = 71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$$

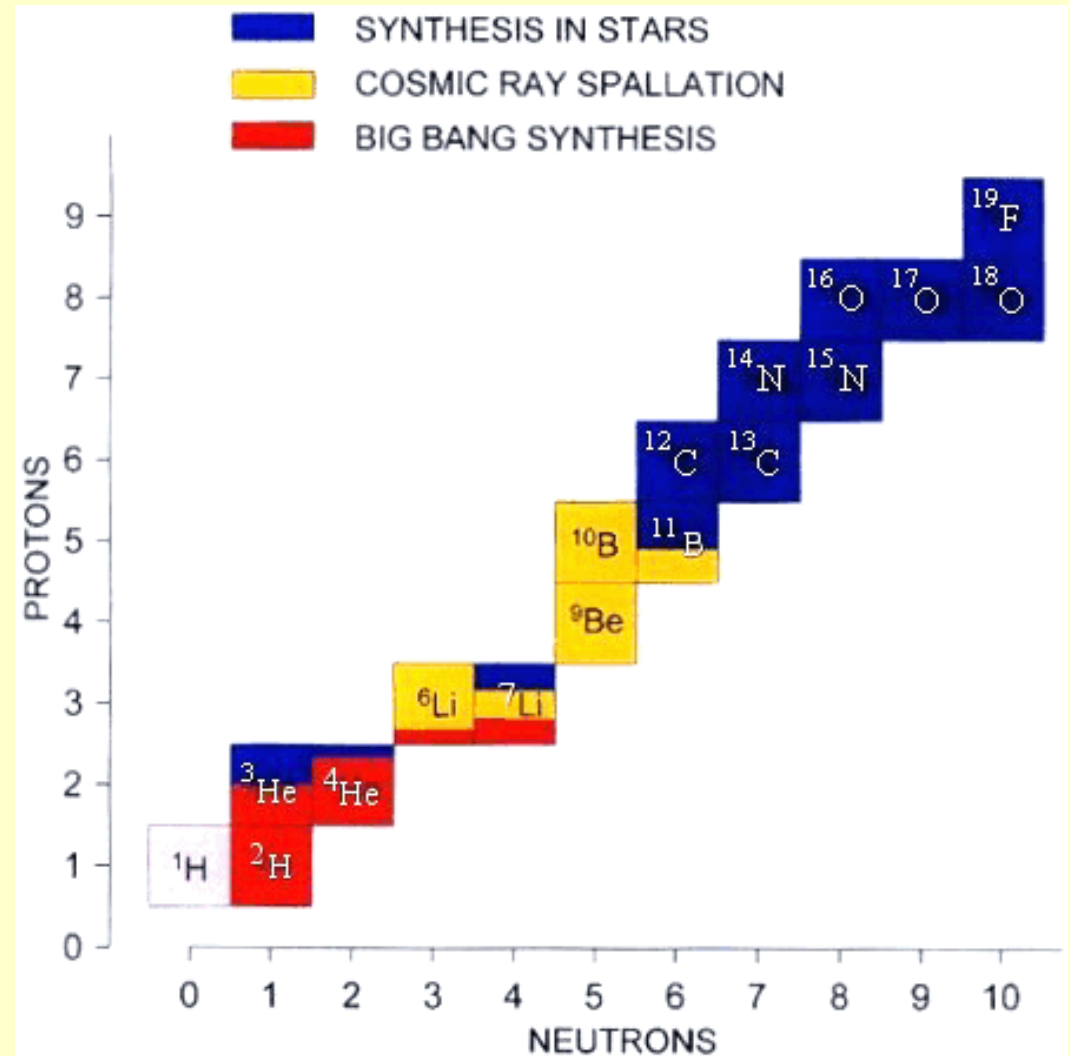
Potvrde modela velikog praska: (2) kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje

kozmiologija
postaje znanost



Potvrde modela velikog praska: (3) udjeli primordijalnih elemenata

astronomska opažanja
H, D, He3, He4, Li7
u dalekim oblacima
primordijalnog plina
potvrdila su proračune
modela velikog praska

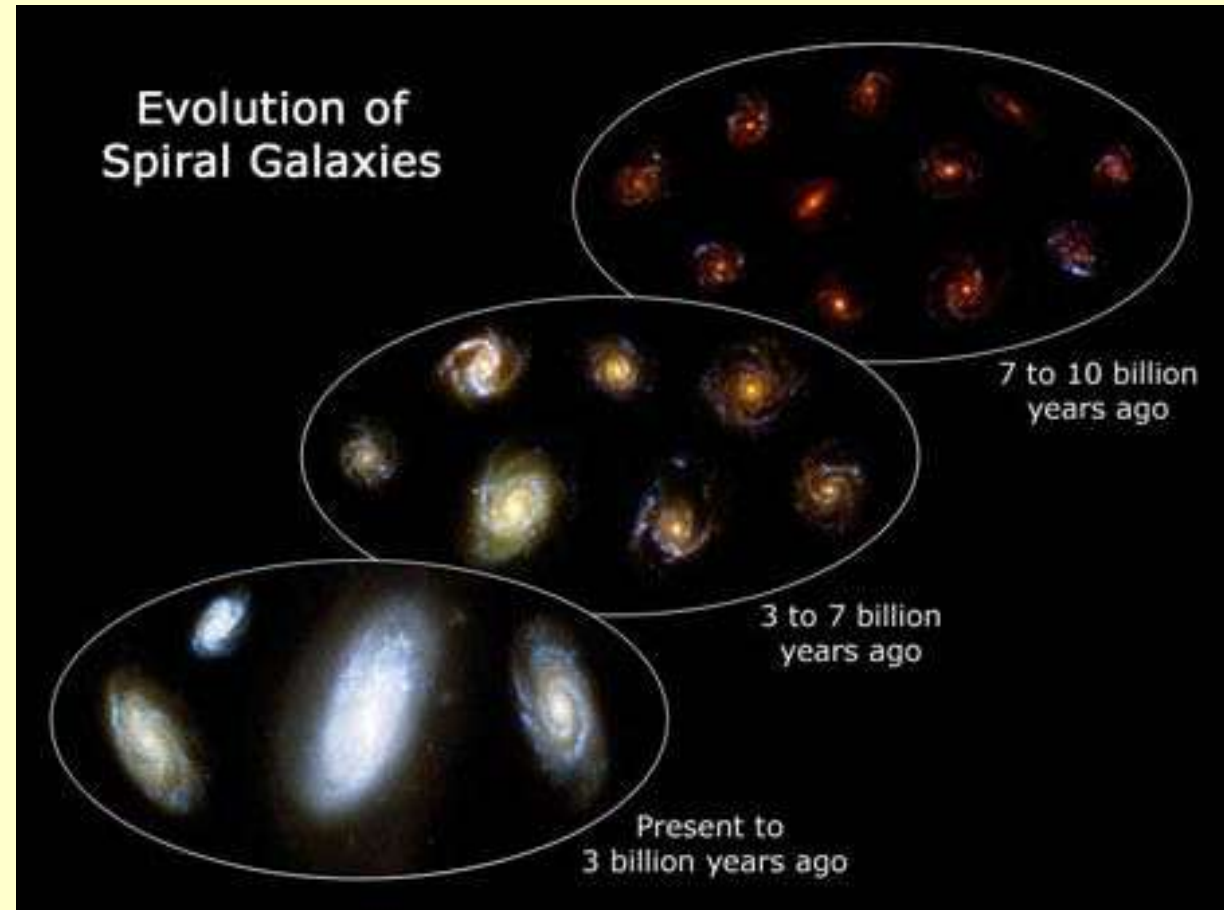


Potvrde modela velikog praska: (4) razvoj izvangalaktičkih objekata

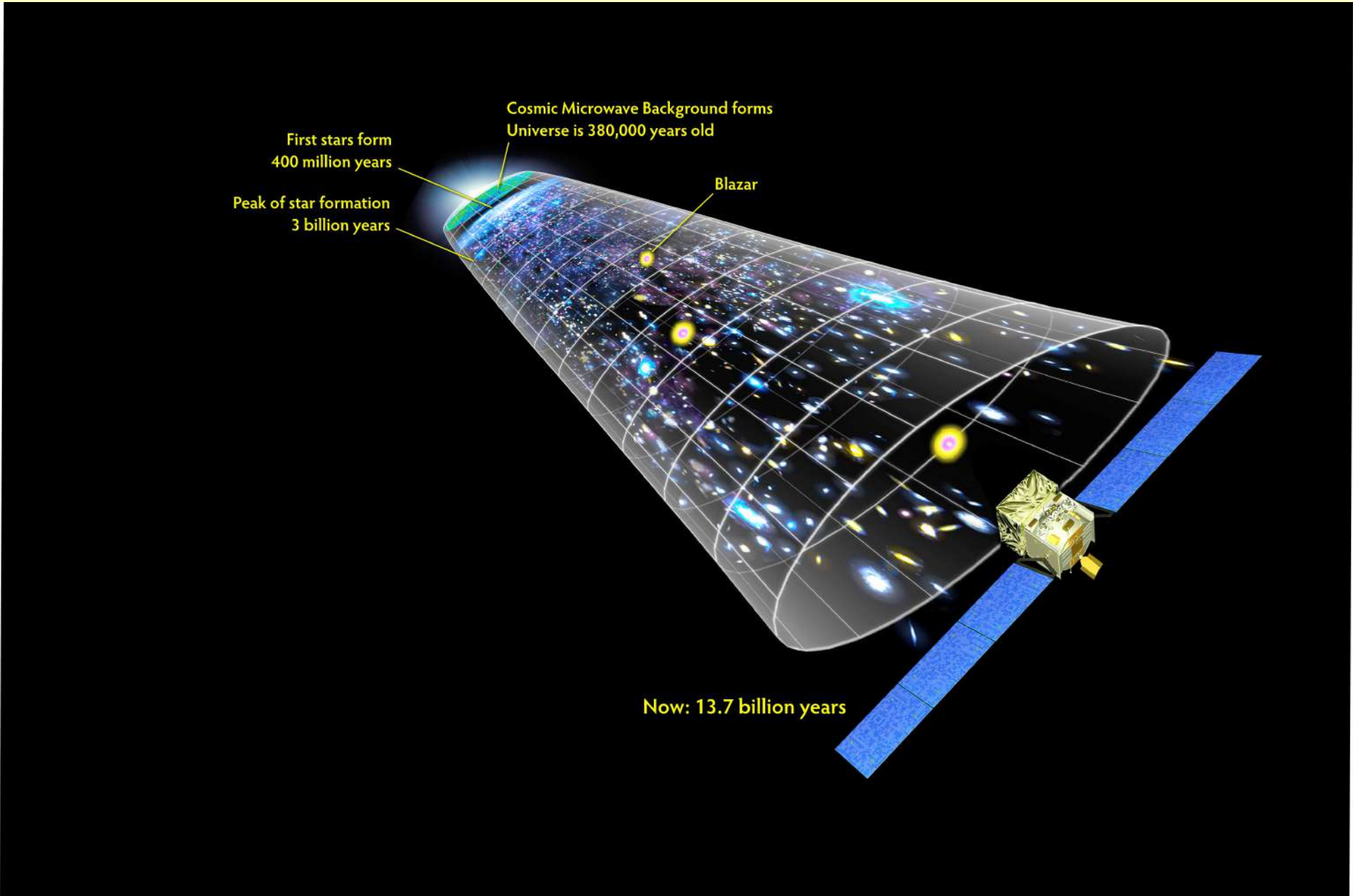
$C = \text{konst}$



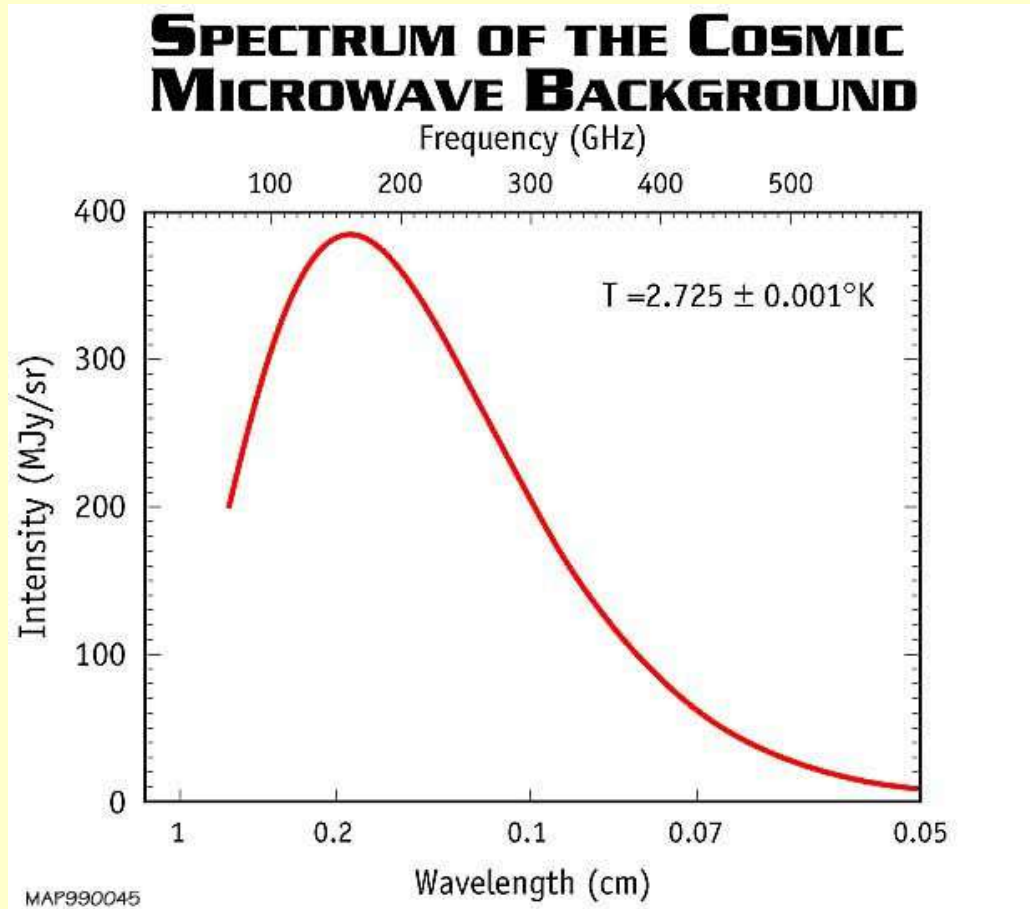
“dalje” == “ranije”



Odabrani rezultati: 13.7 milijardi godina



Odabrani rezultati: COBE

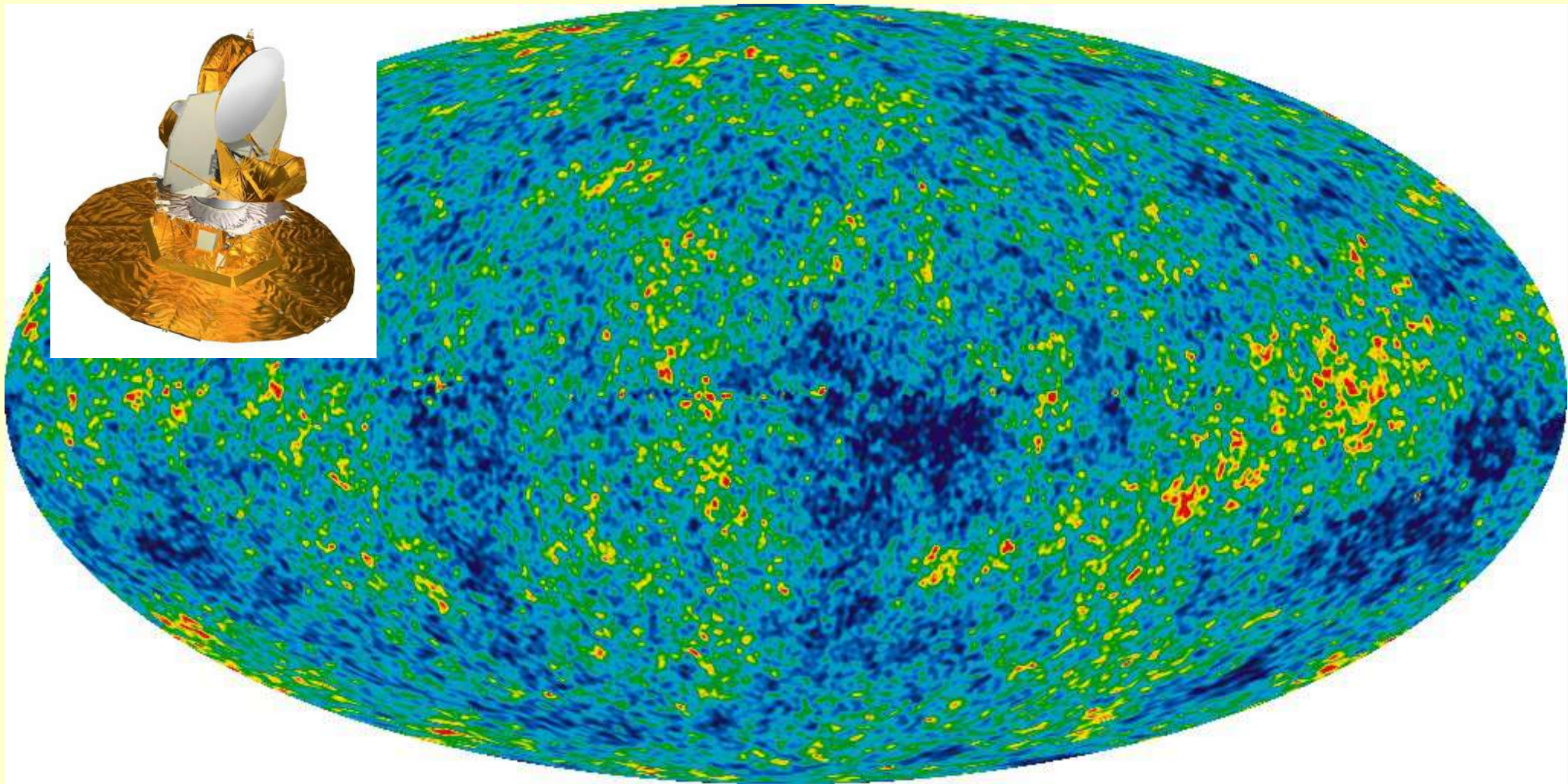


COsmic Background Explorer

George Smoot i John Mather, Nobelova 2006.

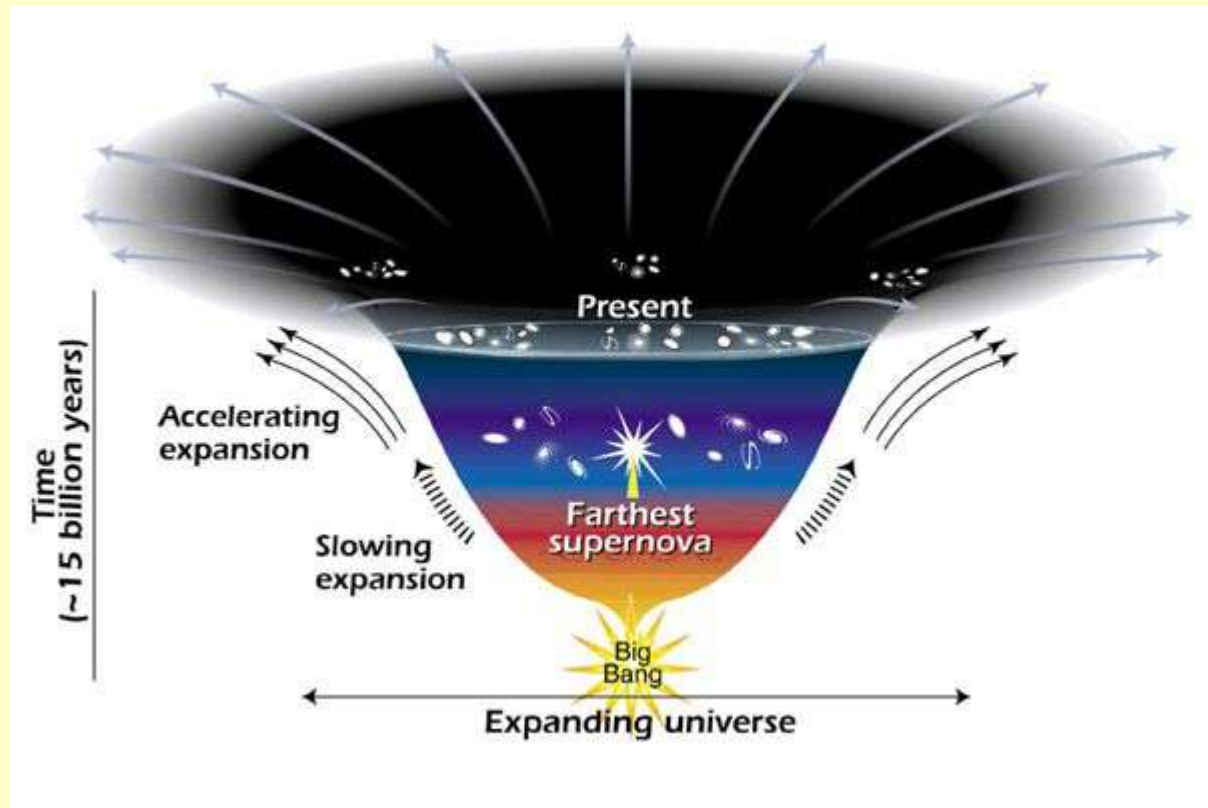
"the COBE-project can also be regarded as the starting point for cosmology as a precision science"

Odabrani rezultati: WMAP



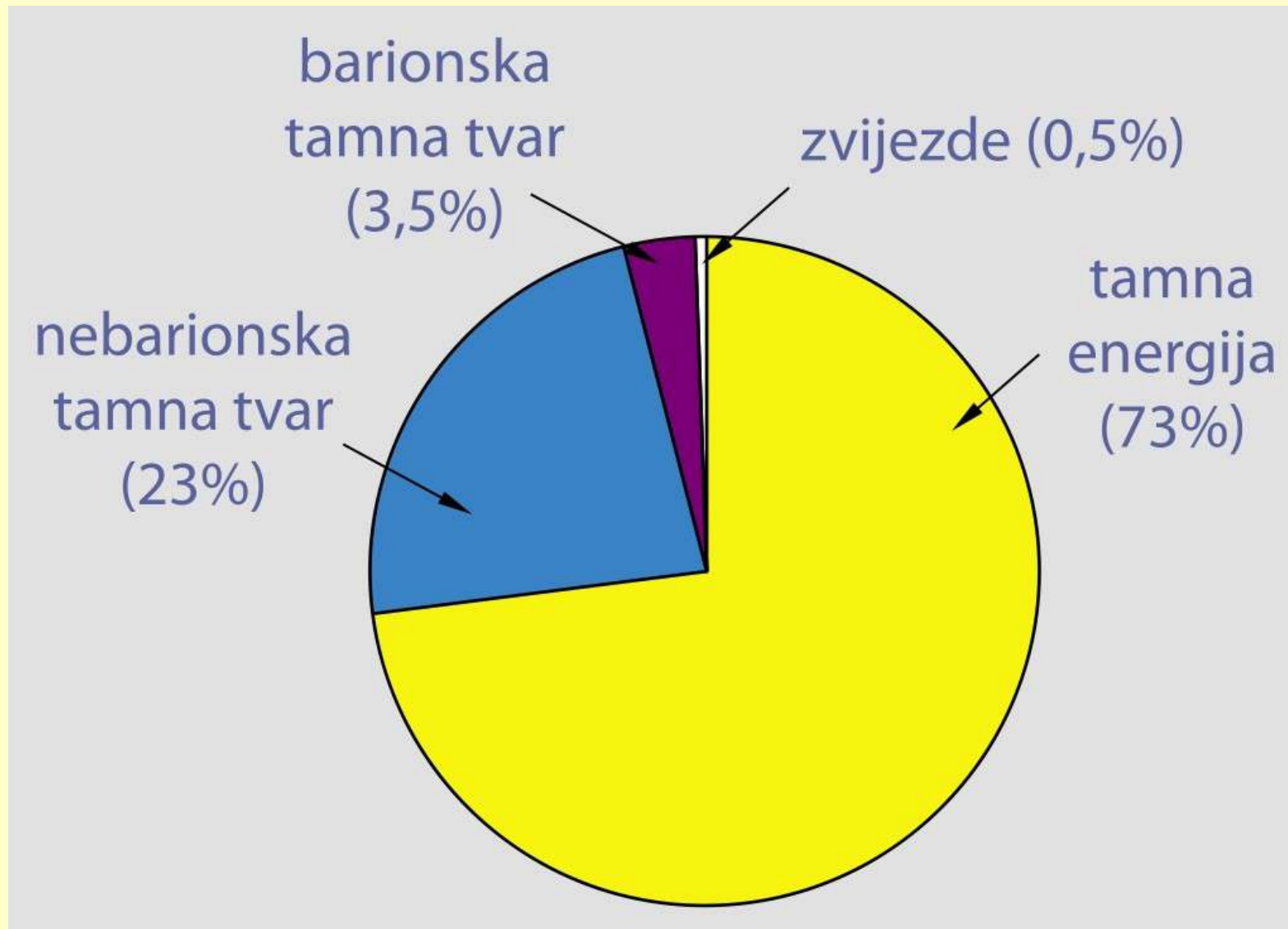
**Wilkinson Microwave Anisotropy Probe
devet godina opažanja
fluktuacije koje odgovaraju začetku formiranja galaksija**

Odabrani rezultati: ubrzano širenje



Saul Perlmutter, Brian Schmidt i Adam Riess, Nobelova 2011.

Odabrani rezultati: “4% svemira”



Kozmologija ide dalje...

COSMOLOGY MARCHES ON

