
Antropička senka

posmatrački selekcionni efekti i analiza
rizika

Milan M. Ćirković

Astronomska opservatorija u Beogradu

Volgina 7, 11160 Beograd

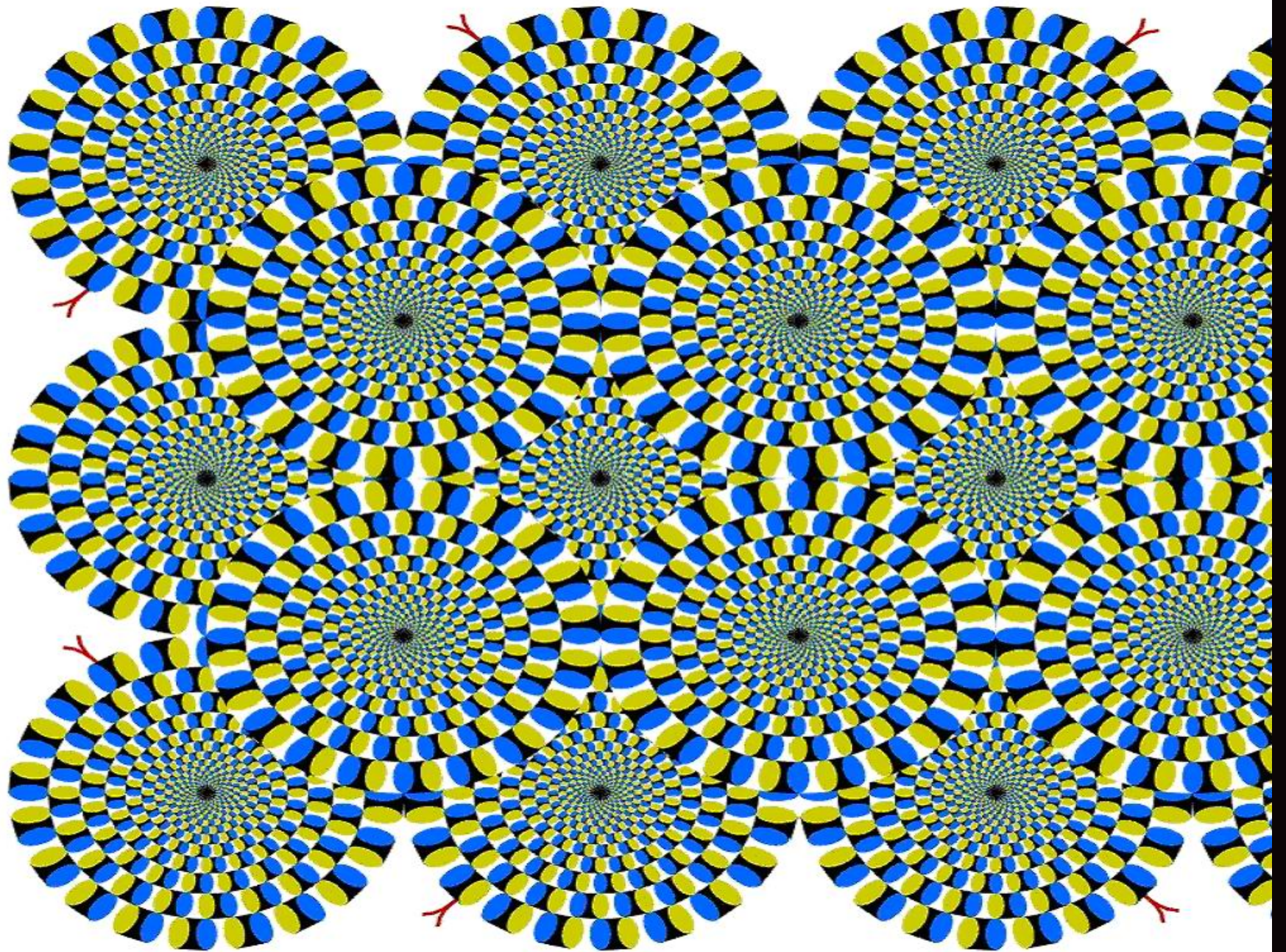
&

Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu

Trg Dositeja Obradovića 4, 21000 Novi Sad

e-mail: mcirkovic@aob.rs

20. IV 2010.





Šta pokušavamo da objasnimo u kosmologiji?

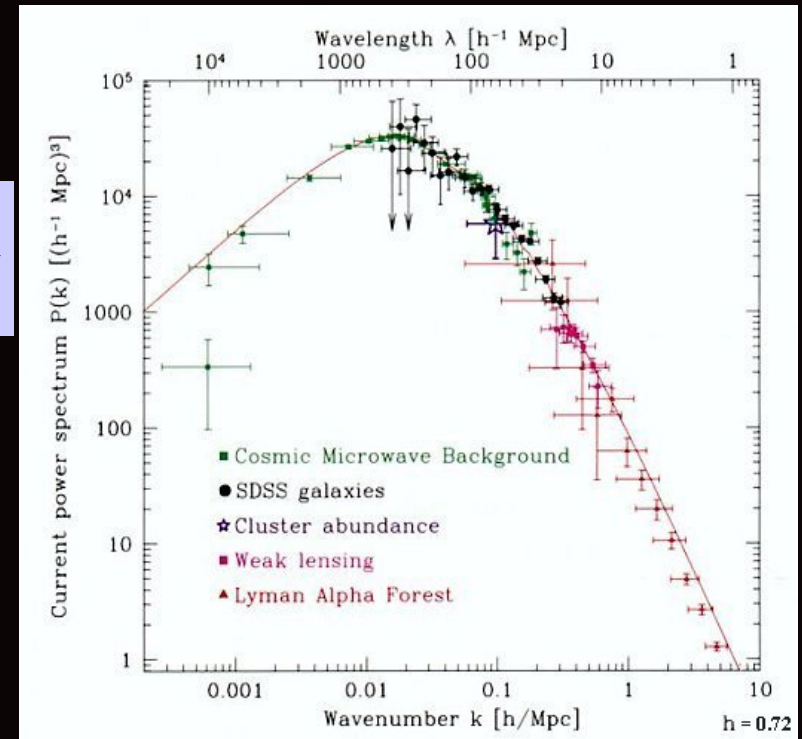
- Formiranje strukture opisane spektrom primordijalnih fluktuacija $P(k)$

$$\xi(r) = \frac{1}{2\pi^2} \int k^2 P(k) \frac{\sin(kr)}{kr} dk$$

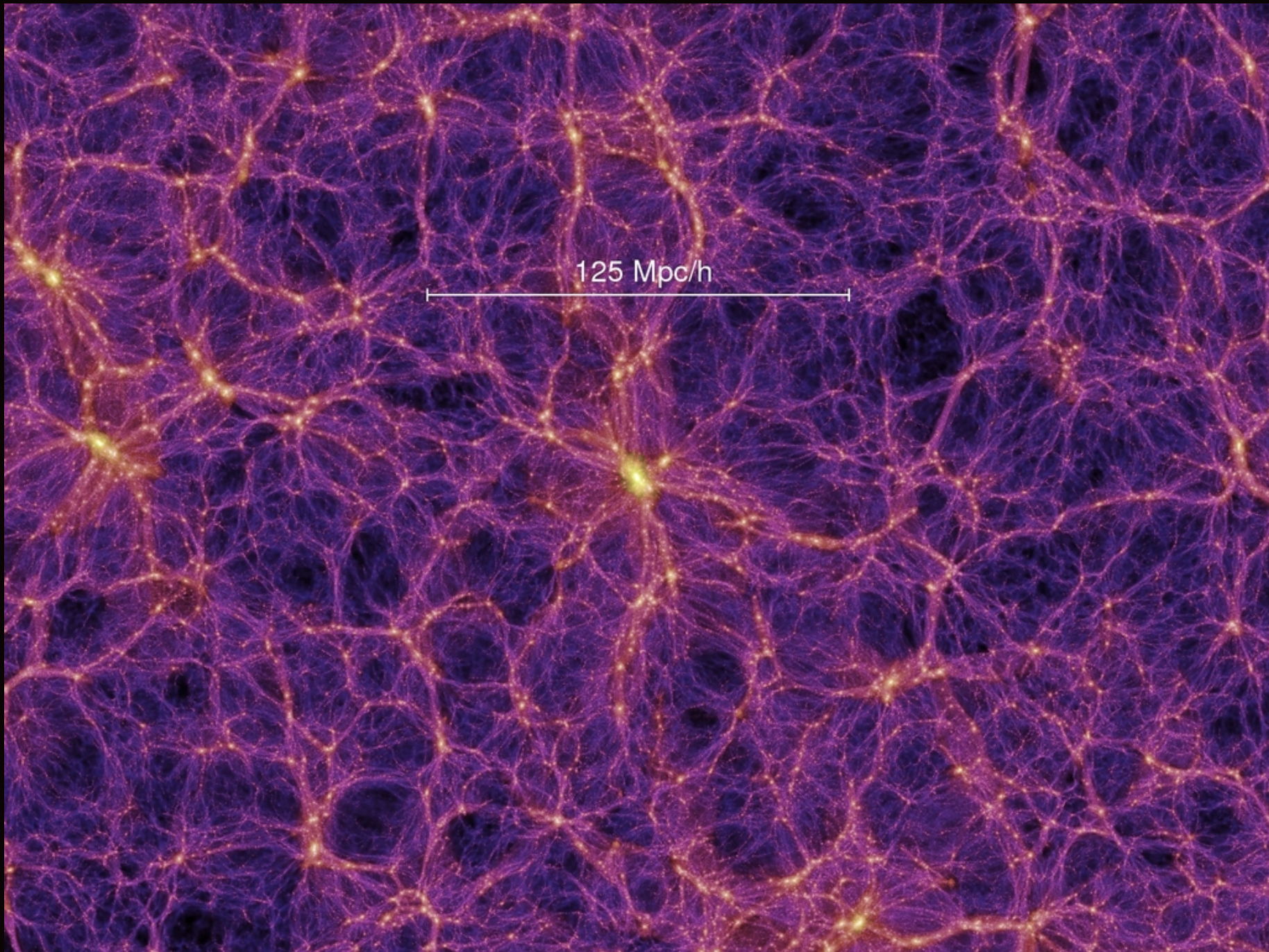
gde je

$$dP = [1 + \xi(\vec{r}, t)] \rho dV$$

- Dva **različita** pitanja:
 - Iz kojih dinamičkih zakona proističe posmatrani PS?
 - Zašto PS izgleda baš tako?



$$P(k) \propto k^n$$



“Klasični” argumenti iz finog podešavanja

- Hoyle (oko 1953): 3α reakcija
- Dicke (1961): posmatračka selekcija
- Carter (1974): antropički principi
- Weinberg (1987): fino podešavanje Λ
- Leslie, Bostrom, Hogan (cca. 2000): antropički principi su **posmatrački selekcionni efekti**

Antropički princip(i)



- Slabi antropički princip (WAP; Karter 1974): izmerene vrednosti fizičkih i kosmoloških veličina **nisu podjednako verovatne**, već su ograničene zahtevom da postoje mesta gde život baziran na ugljeniku može evoluirati, i zahtevom da univerzum bude dovoljne starosti da se to **već dogodilo**.
 - Fizičke, hemijske, geološke, itd. preduslove za nastanak života i inteligencije nam daje astrobiologija.
 - WAP je **informativna** tautologija!
 - Veoma brojna “fina podešavanja” su empirijske činjenice
-

“Isto to, samo malo drugačije”

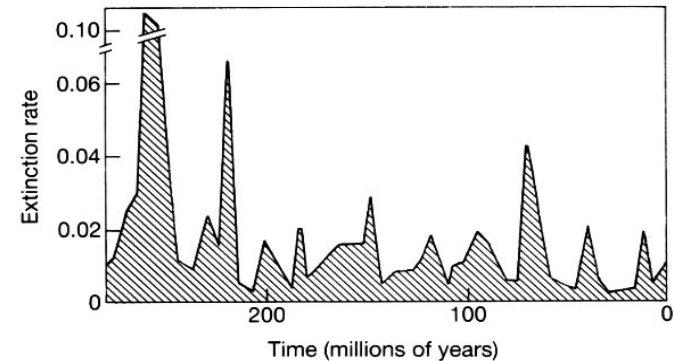
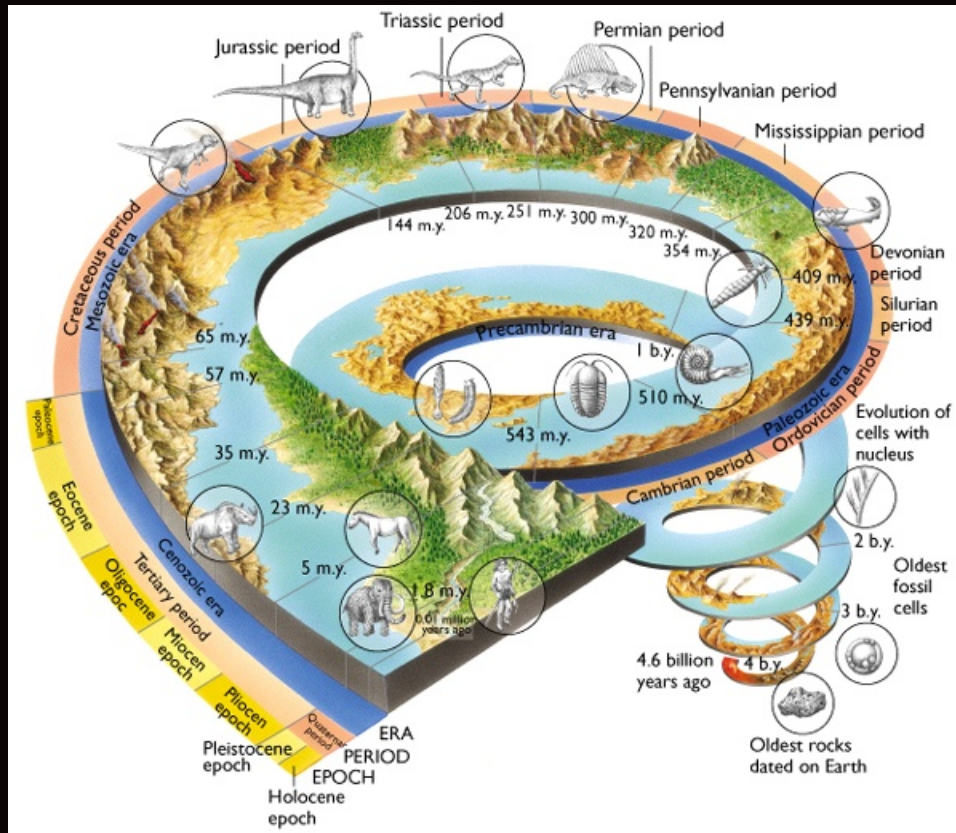


Figure 14. Rate of extinction of families over the last 250 million years, after Raup and Sepkoski (permission D. M. Raup). The arrows represent a 26-million-year cycle. There is no indication of an 'interpulse' between the large peaks but the data may not be at a level where they can be detected. There have not been enough 10-km bolides over the period in question to produce these extinctions, and if due to external forcing, a more continuous interaction between Earth and sky is implied: both the prolonged climatic and prompt impact effects of cometary debris, with galactic modulation, appear to be adequate.

- Dva različita pitanja:
 - Koji su fizički uzroci masovnih izumiranja?
 - Zašto evolucija biosfere izgleda baš ovako?

Egzistencijalni rizici

- oni kod kojih bi negativan ishod ili uništio inteligentni život na Zemlji ili zauvek ograničio njegov kreativni potencijal.
- Nešto šira kategorija su **globalni katastrofički rizici**

The diagram is a 3x2 matrix with 'Scope' on the vertical axis and 'Intensity' on the horizontal axis. The vertical axis has three levels: 'global', 'local', and 'personal'. The horizontal axis has two levels: 'endurable' and 'terminal'. The cells contain the following text:

| Scope | endurable | terminal |
|----------|-----------------------------|----------|
| global | Thinning of the ozone layer | X |
| local | Recession in a country | Genocide |
| personal | Your car is stolen | Death |

Uzroci vs. posledice

■ **Prirodni:**

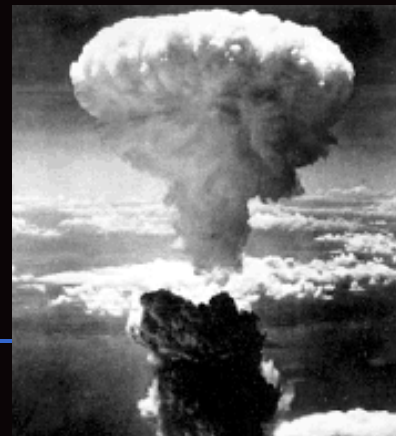
- Kosmički sudari
- Supervulkanizam
- Pandemije
- Supernove & γ -bleskovi

■ **Antropogeni:**

- Nuklearni rat
- Bioakcidenti/bioterorizam
- Nanotehnološki rizici

■ **Intermedijarni:**

- Klimatske promene

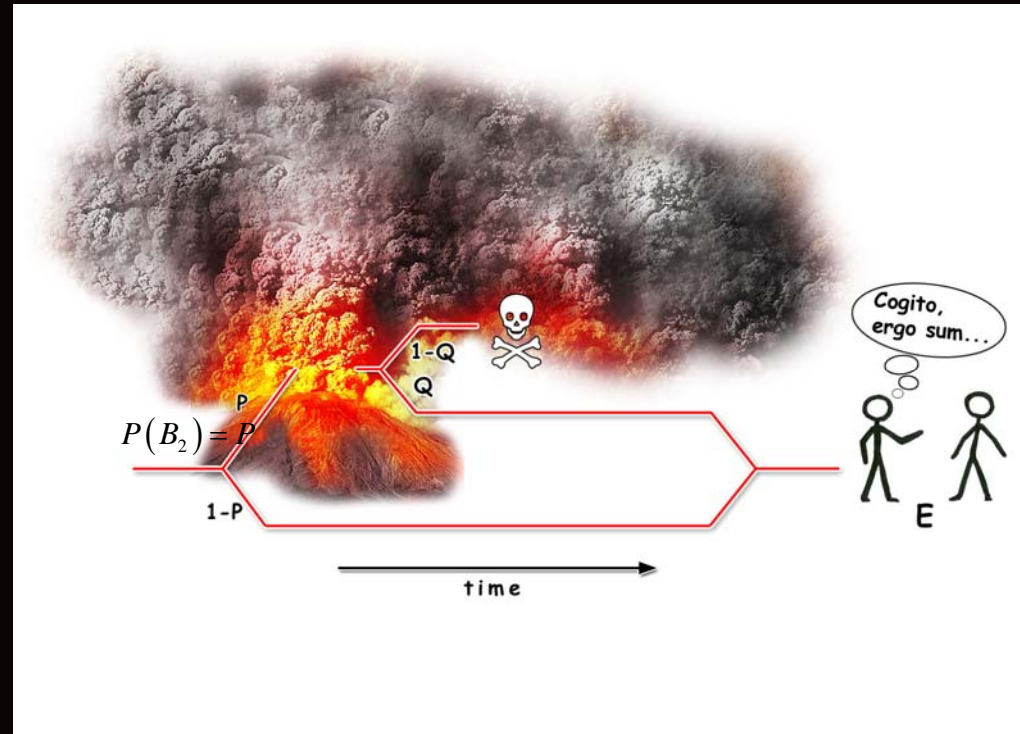


Varljiva prošlost...

- Uslovna verovatnoća:

$$P(B_i | E) = \frac{P(B_i)P(E|B_i)}{\sum_{j=1}^n P(B_j)P(E|B_j)}$$

- B_1 : katastrofa se (u prošlosti) nije odigrala ($1-P$)
- B_2 : katastrofa se odigrala (P)
- Q : verovatnoća preživljavanja / nastavka evolutivnog lanca
- E : naše današnje postojanje



$$P(B_2 | E) = \frac{P(B_2)P(E|B_2)}{P(B_1)P(E|B_1) + P(B_2)P(E|B_2)}$$

$$P(B_2 | E) = \frac{PQ}{(1-P) \cdot 1 + PQ} = \frac{PQ}{1-P+PQ}$$

VS. $P(B_2) = P$

“Parametar natpoverenja”

- Definišemo parametar koji meri neobjektivnost:

$$\eta \equiv \frac{P(\text{a priori})}{P(\text{a posteriori})},$$

- U najjednostavnijem modelu

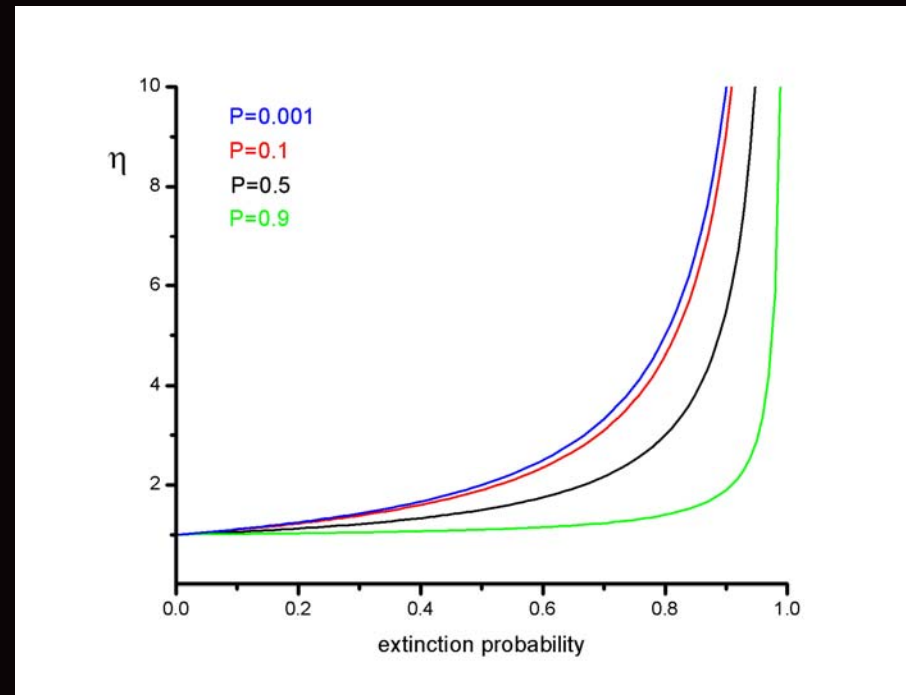
$$\eta = \frac{P}{P(B_2 | E)} = \frac{1 - P + PQ}{Q}.$$

- Što je η veće, naše predviđanje na osnovu prošlosti je nepouzdanije

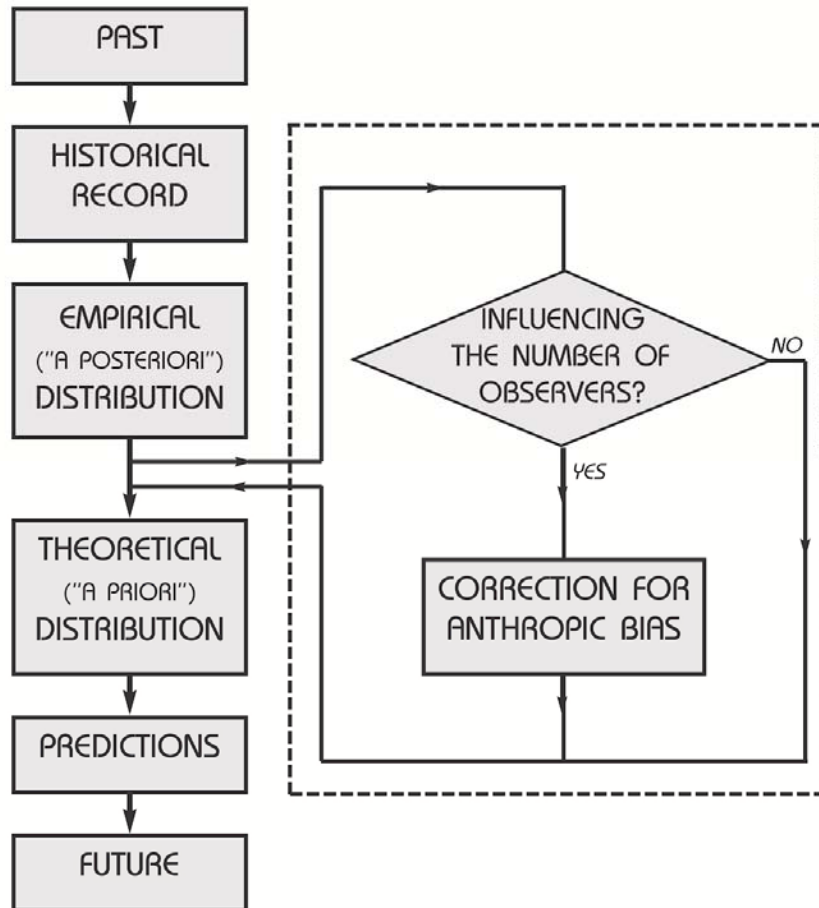
- Zapazimo

$$\lim_{Q \rightarrow 0} \eta = \infty$$

- Veoma destruktivni događaji potpuno uklanjaju predvidljivost!

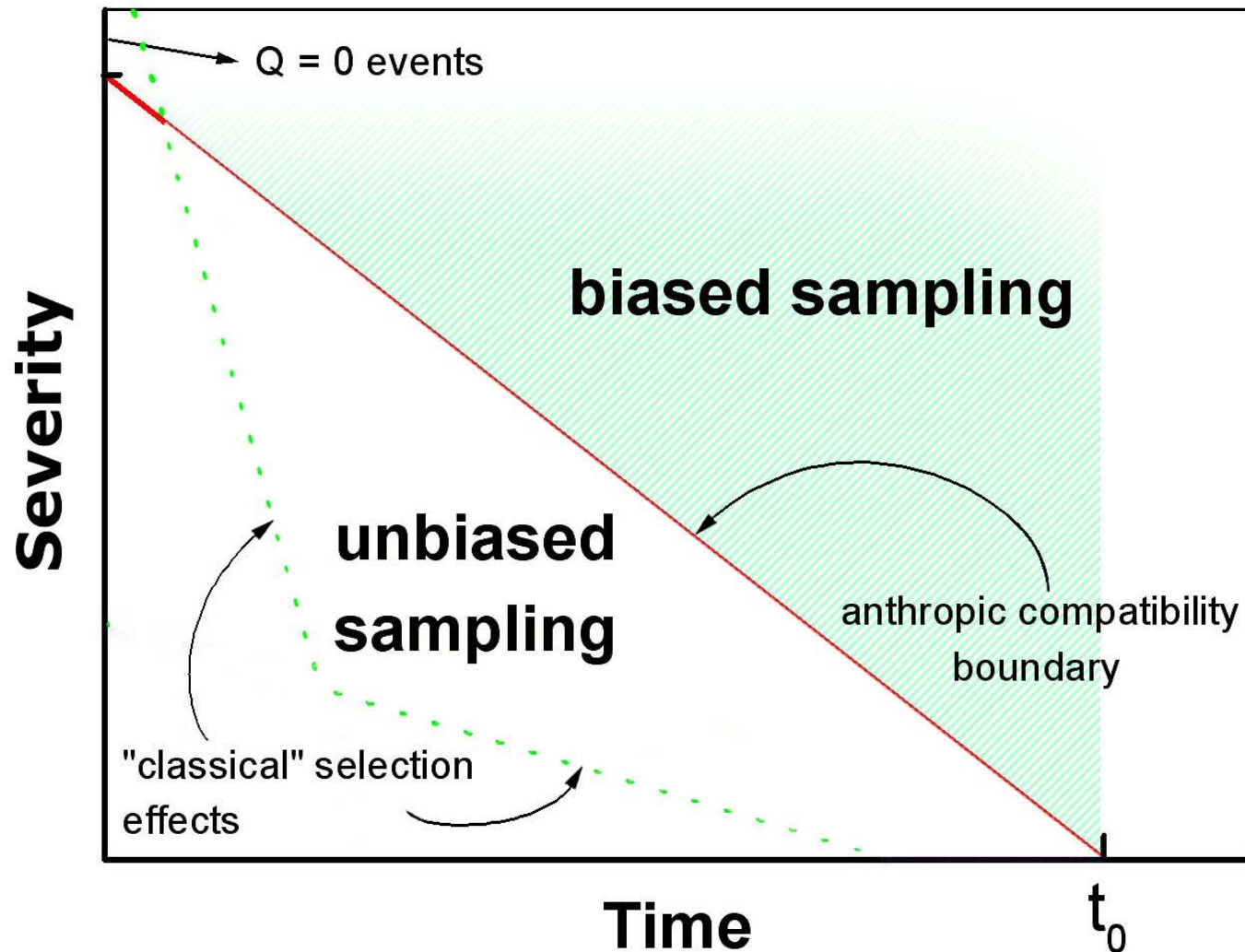


Da li će budućnost ličiti na prošlost?



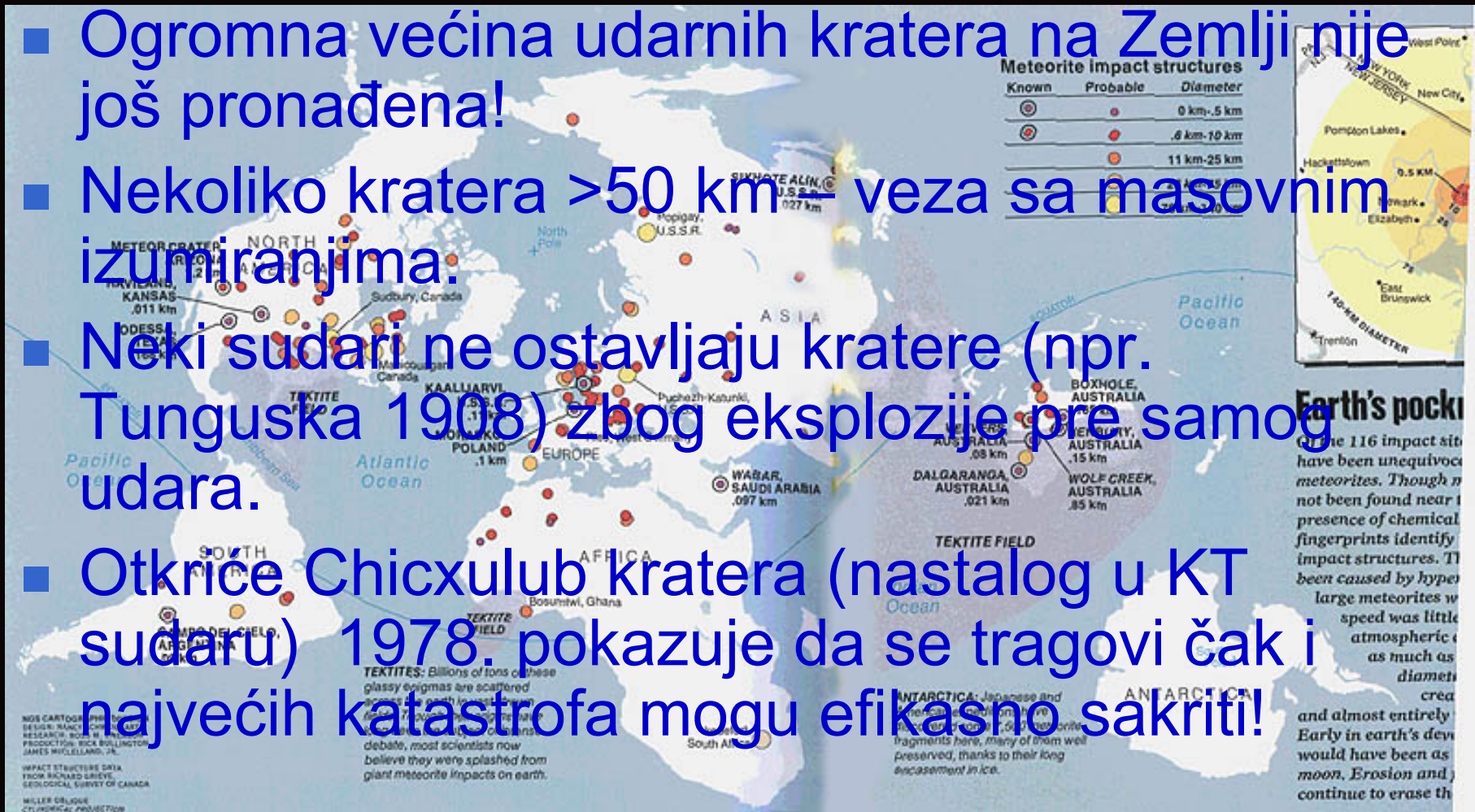
- *A priori* raspodela neophodna za predviđanje budućnosti!
- Postojanje posmatrača **sada** narušava simetriju prošlost-budućnost
- Generalna procedura primenljiva i na benigne događaje...
- ...ali samo u slučaju egzistencijalnih rizika je korekcija značajna

Da li objektivno uzorkujemo prošlost?



Koje vrste katastrofa su “u antropičkoj senci”?

- Ogromna većina udarnih kratera na Zemlji nije još pronađena!
- Nekoliko kratera >50 km – veza sa masovnim izumiranjima.
- Neki sudari ne ostavljaju kratere (npr. Tunguska 1908) zbog eksplozije pre samog udara.
- Otkrice Chicxulub kratera (nastalog u KT sudaru) 1978. pokazuje da se tragovi čak i najvećih katastrofa mogu efikasno sakriti!



Stara ideja...

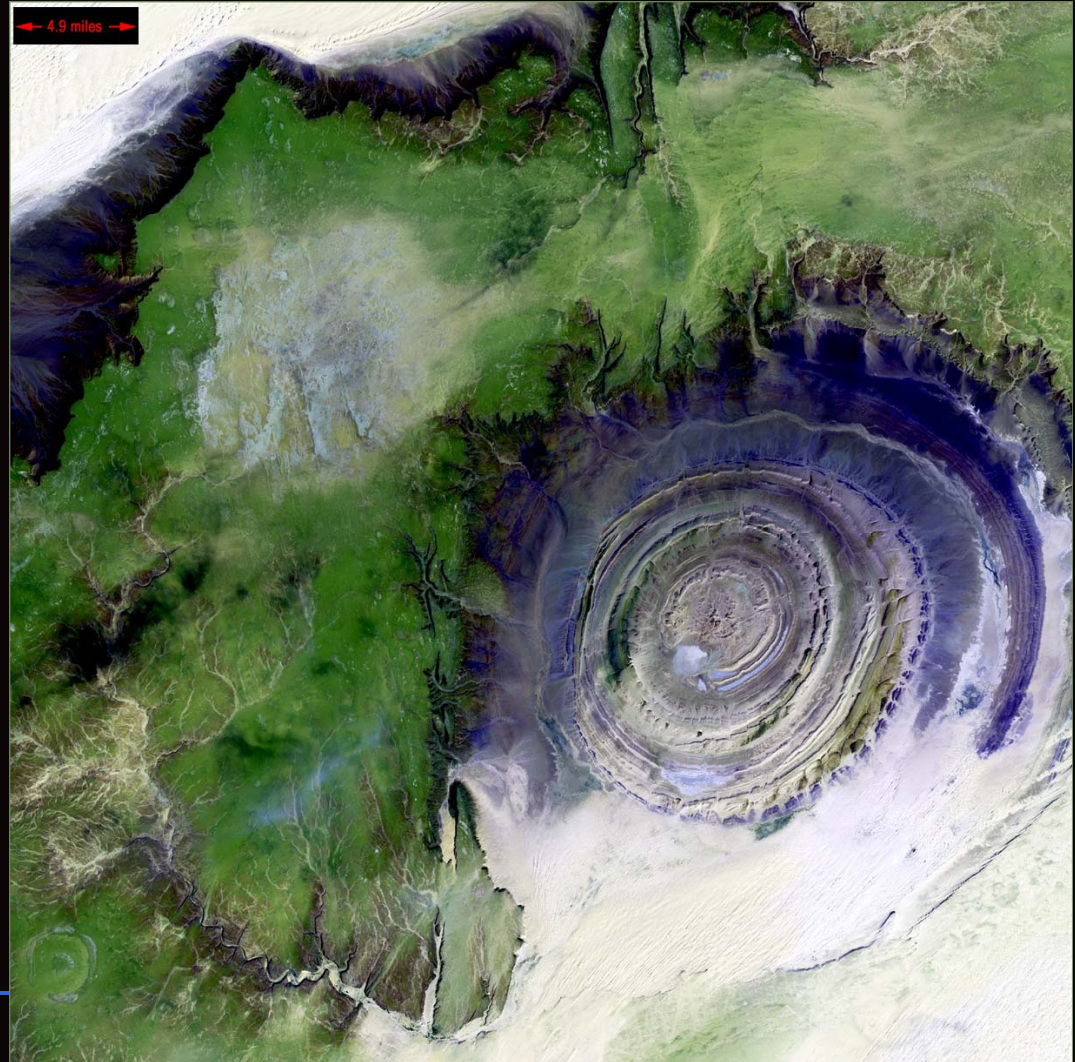
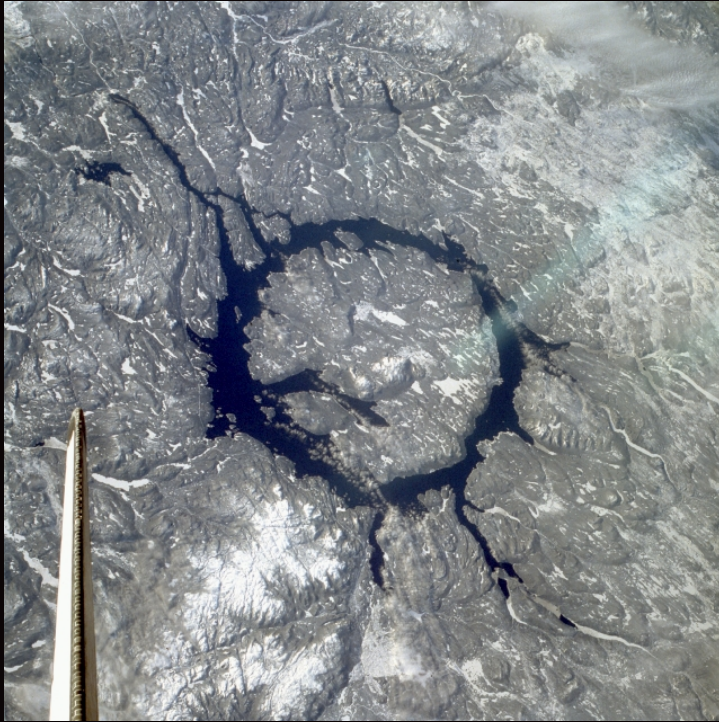
- **Edmund Halej (12. XII 1694):**

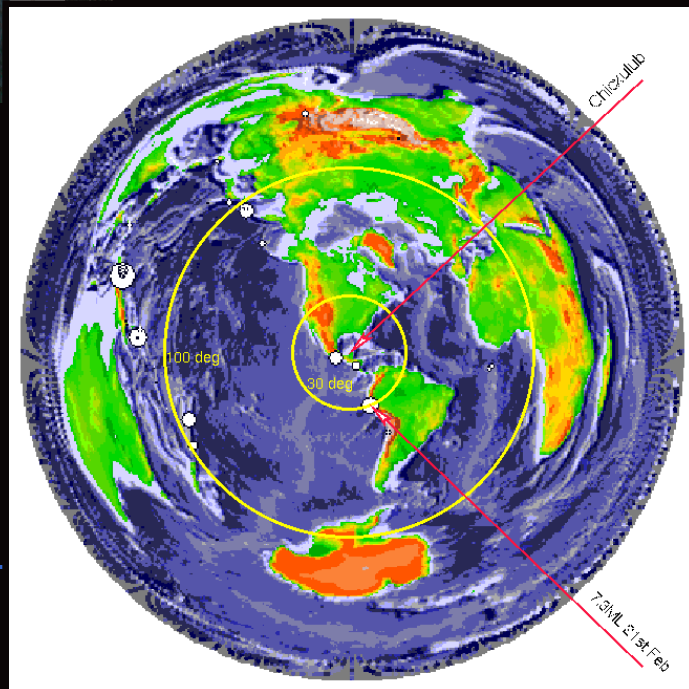
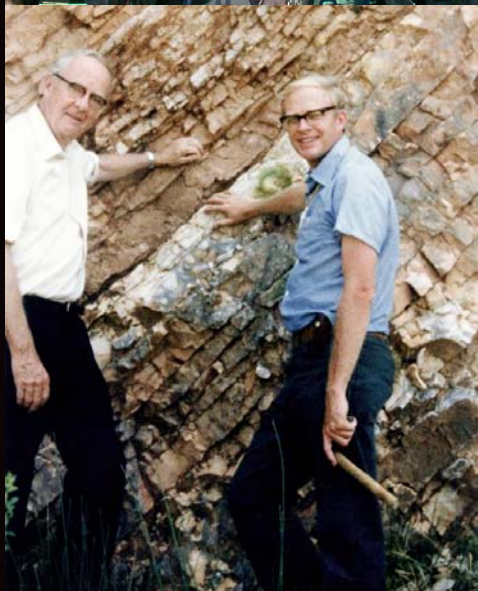
“This is spoken to Astronomers: But, what might be the Consequences of so near an Appulse; or of a Contact; or, lastly, of a Shock of the Coelestial Bodies, (which is by no means impossible to come to pass) I leave to be discuss'd by the Studious of Physical Matters...”



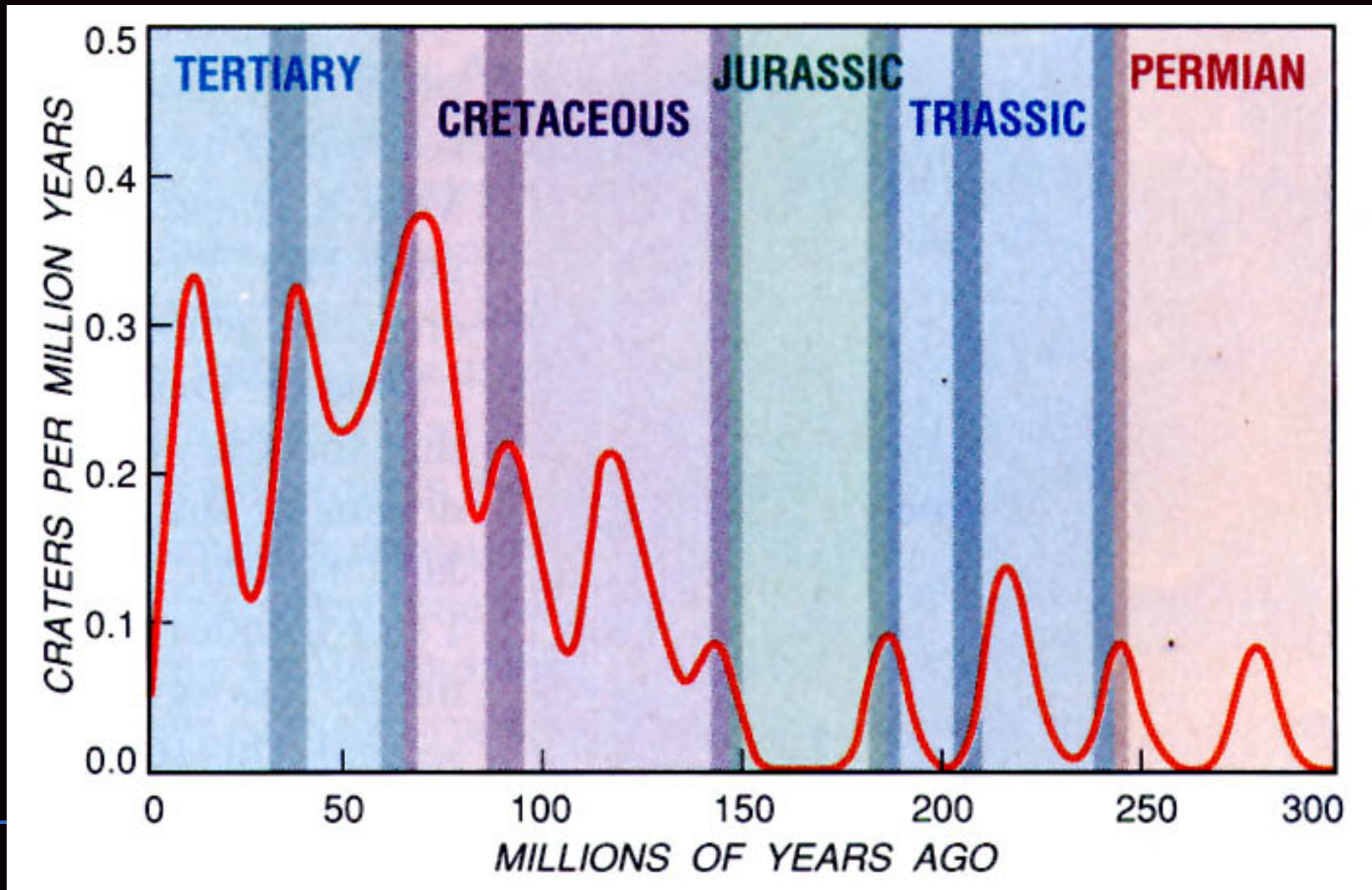
In the mid-1800s a comet was predicted to collide with the Earth on June 13, 1857. This illustration anthropomorphizes the dreaded visitor, giving it a maniacal face and destructive intentions. An accompanying caption read: "The terrifying and disastrous apparition of the comet of June 13, 1857." No comet ever arrived. Photograph courtesy the Department of Library Services, American Museum of Natural History, Negative 282680.

Neke udarne strukture...





Istorija stvaranja kratera...



Aktuelni (ekstremno mali!) deo raspodele...







Uopštenje modela – jedan pristup

$$P(\alpha, \beta | O, k) = P(O, k | \alpha, \beta) \frac{P(\alpha, \beta)}{P(O, k)}$$

- Verovatnoća da posmatrač vidi k katastrofa u prošlosti:

$$P(k, O | \alpha, \beta) = \binom{N}{k} \alpha^k (1-\alpha)^{N-k} (1-\beta)^k$$

- Uniformni prior:

$$P(\alpha, \beta) = 1$$

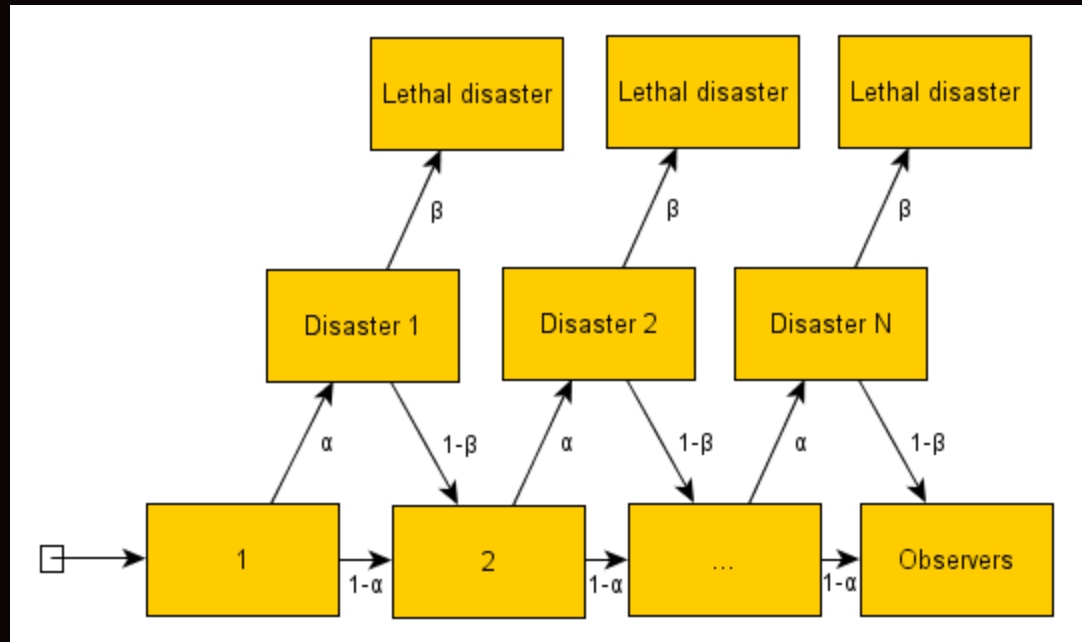
- Normalizacija:

$$P(O, k) = \int_0^1 \int_0^1 P(\alpha, \beta) \binom{N}{k} \alpha^k (1-\alpha)^{N-k} (1-\beta)^k d\alpha d\beta = \frac{1}{(1+k)(1+N)}$$

$$P(\alpha, \beta | O, k) = \frac{1}{(1+k)(1+N)} \binom{N}{k} \alpha^k (1-\alpha)^{N-k} (1-\beta)^k$$

- Očekivana verovatnoća postojanja posmatrača je

$$P(O | \alpha, \beta) = \sum_{k=0}^N P(O, k | \alpha, \beta) = \sum_{k=0}^N \binom{N}{k} \alpha^k (1-\alpha)^{N-k} (1-\beta)^k$$



- Zapazimo i

$$P(k, O | \lambda, \beta) \xrightarrow{N \rightarrow \infty, N\alpha \rightarrow \lambda} \lambda^k (1 - \beta)^k \frac{e^{-\lambda}}{k!}$$

$$P(\lambda, \beta | O, k) = (1 + k) \lambda^k (1 - \beta)^k \frac{e^{-\lambda}}{k!}$$

- Parametar natpoverenja je ovde

- Estimator

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{k}}{N}$$

$$\eta_k = \frac{P(\alpha, \beta | k)}{P(\alpha, \beta | O, k)} = \frac{(1 + k)(1 + N)}{(1 - \beta)^k}$$

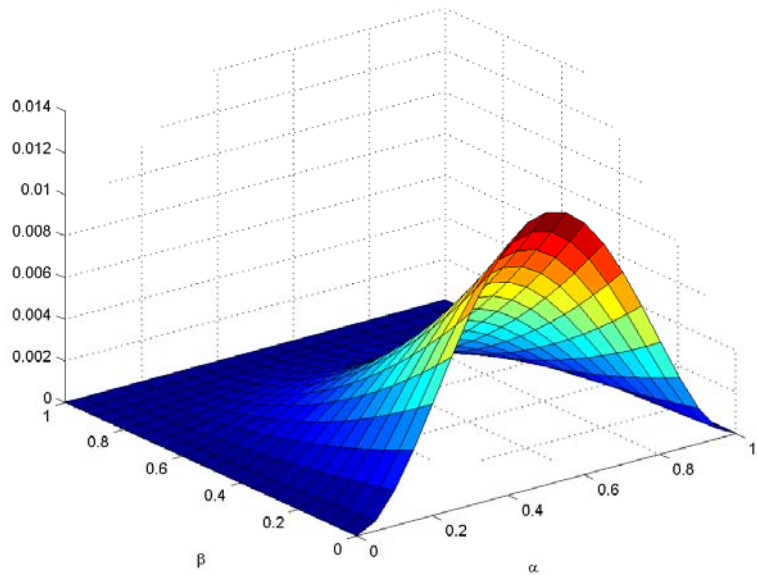
će davati α za neko usrednjavanje. Za pojedinačni svet, bajesijanski posmatrači će morati da se zadovolje sa procenom $P(\alpha)$ kao beta-raspodele sa srednjim k . Ako usrednjimo nad ansamblom svetova, imamo očekivanje

$$E(k | O, \alpha, \beta) = \frac{\sum_{k=0}^N k \binom{N}{k} \alpha^k (1 - \alpha)^{N-k} (1 - \beta)^k}{\sum_{k=0}^N \binom{N}{k} \alpha^k (1 - \alpha)^{N-k} (1 - \beta)^k}$$

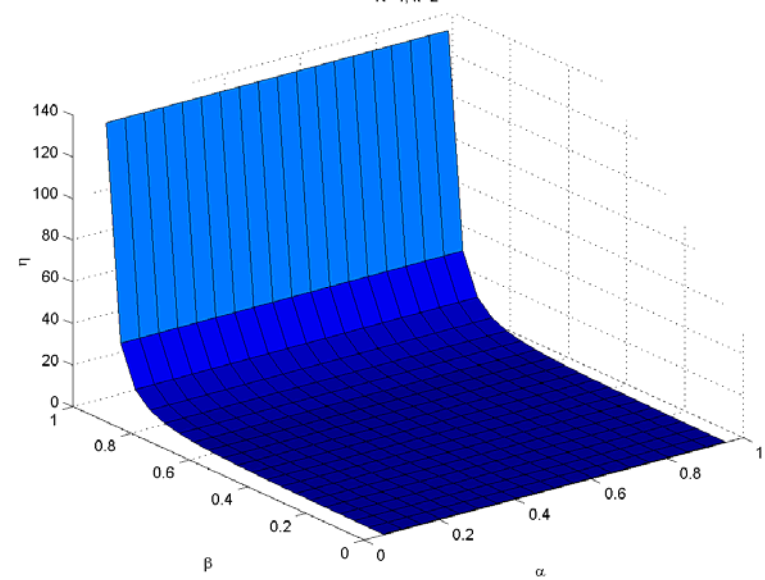
- Očekivano (linearno) natpoverenje za svet sa α, β :

$$\Delta \alpha \equiv \alpha - \hat{\alpha} = \alpha - \frac{E(k | O, \alpha, \beta)}{N}$$

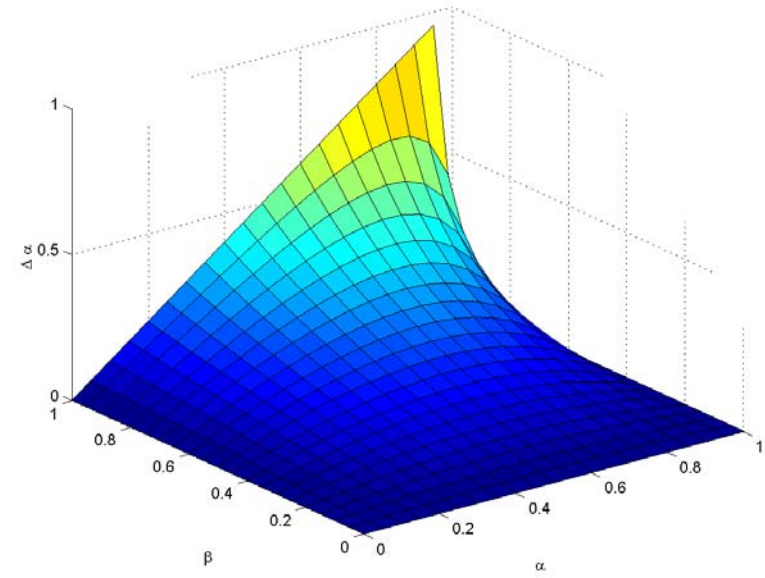
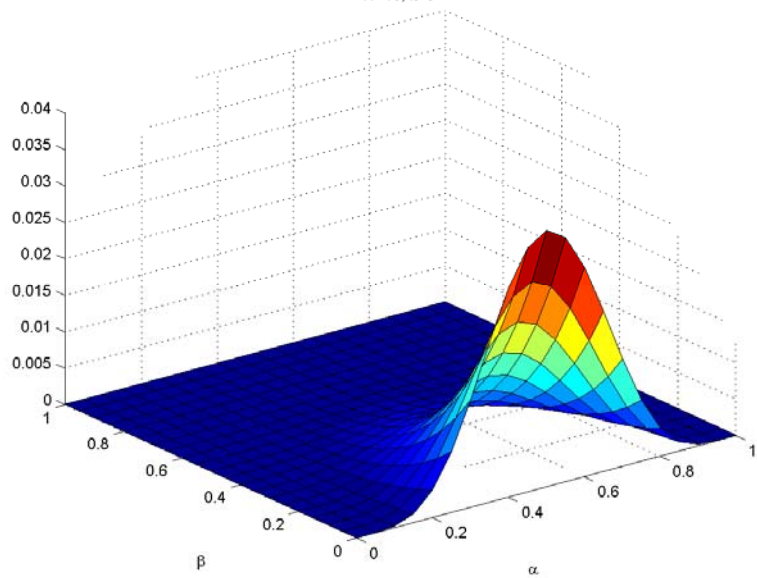
$N=4, k=2$

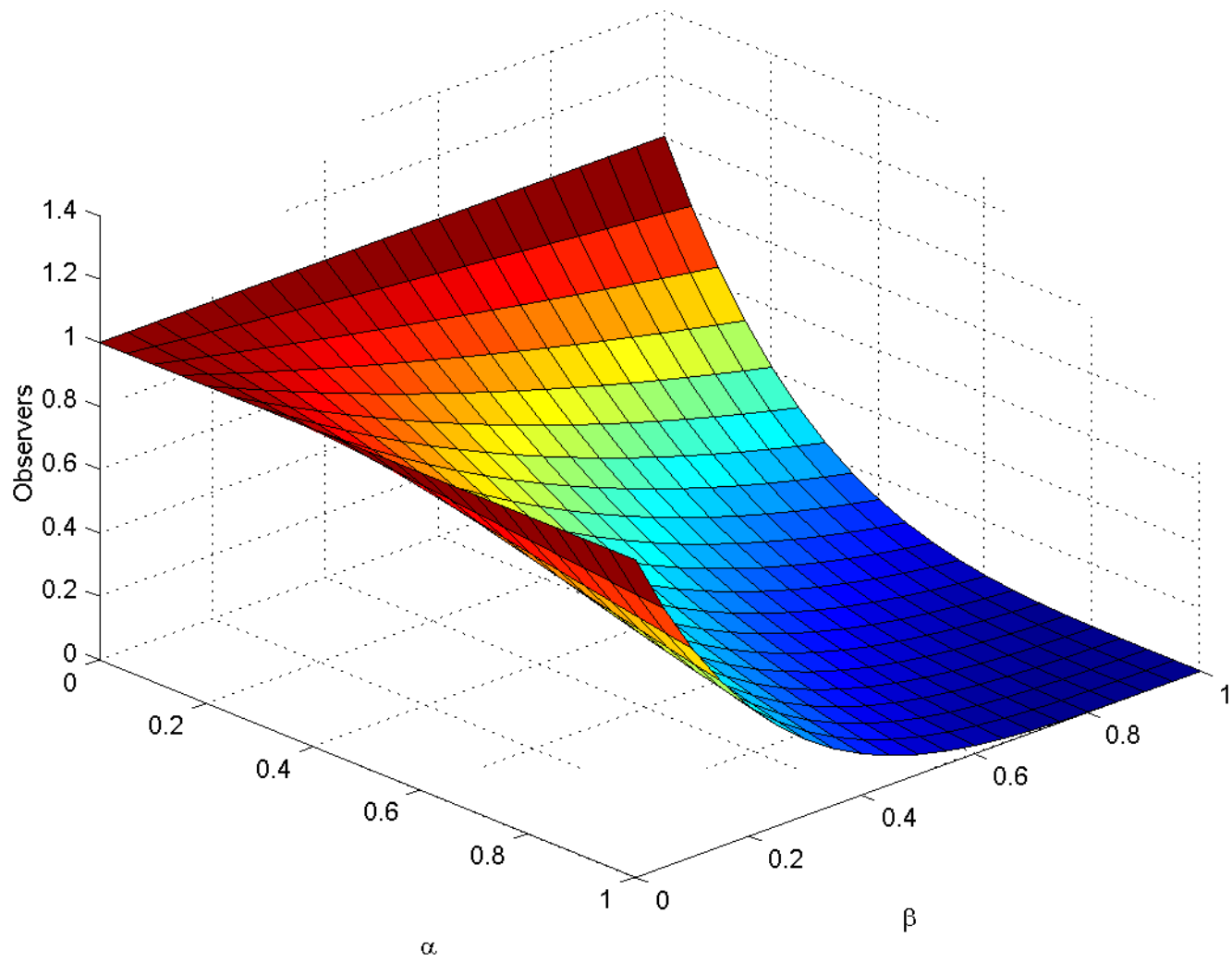


$N=4, k=2$



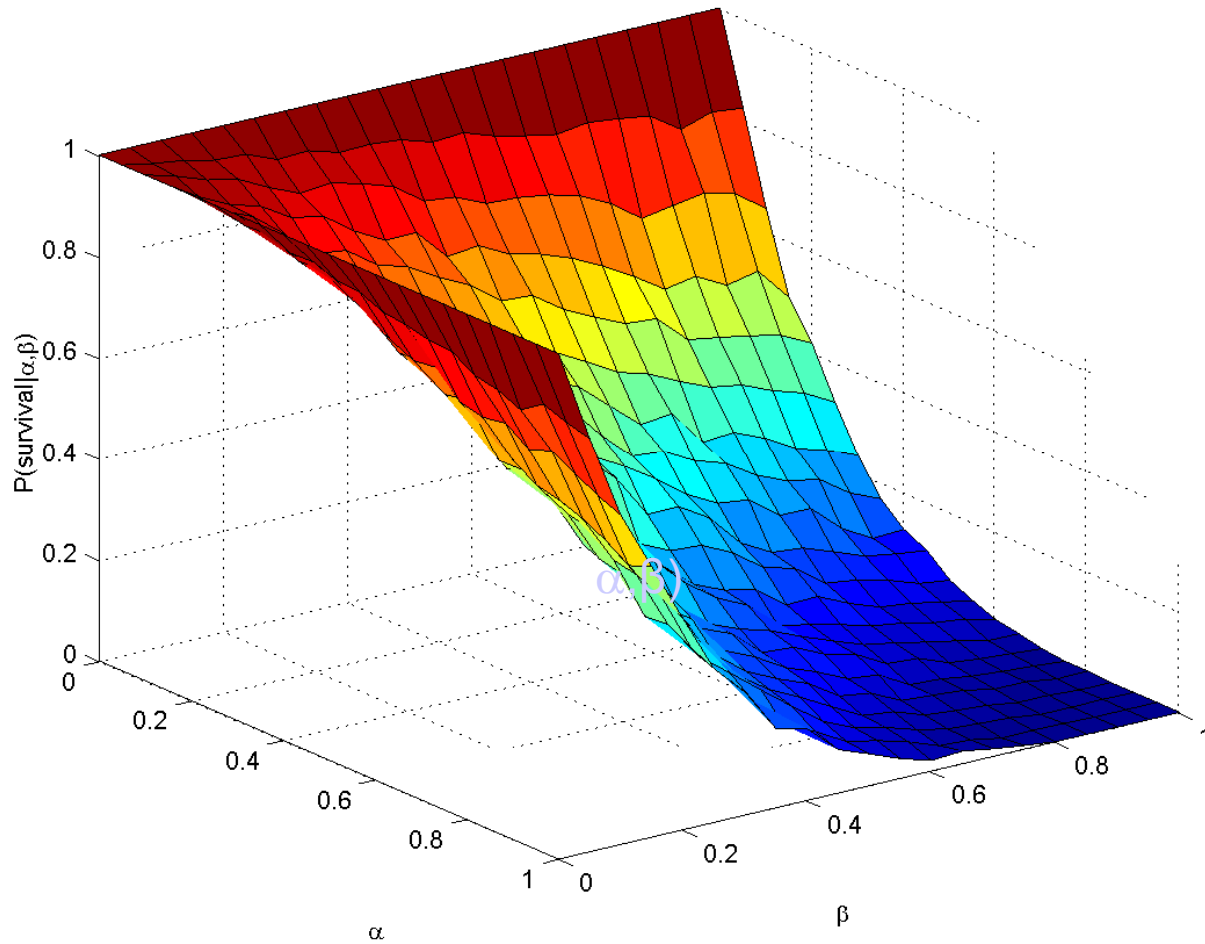
$N=10, k=5$



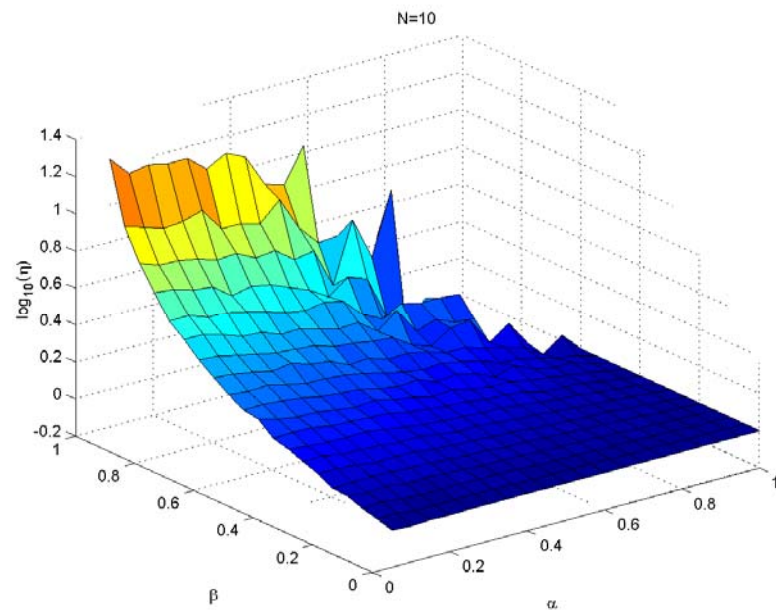
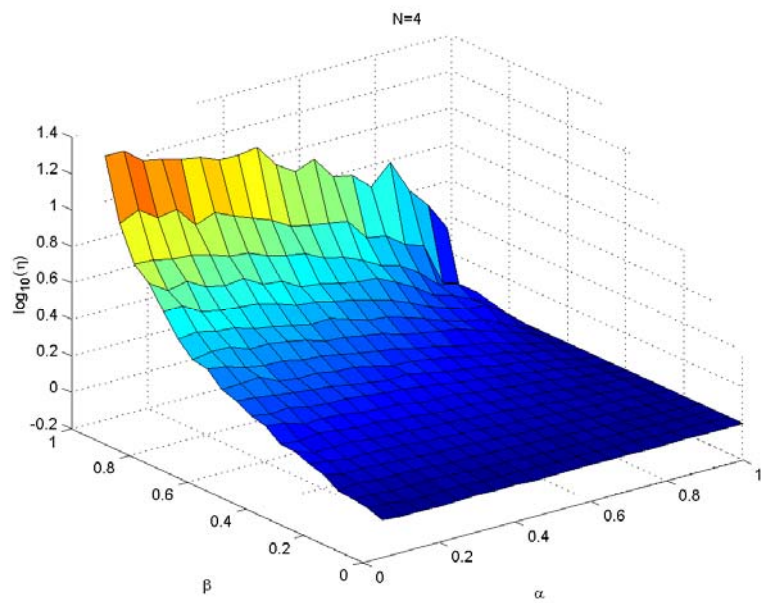
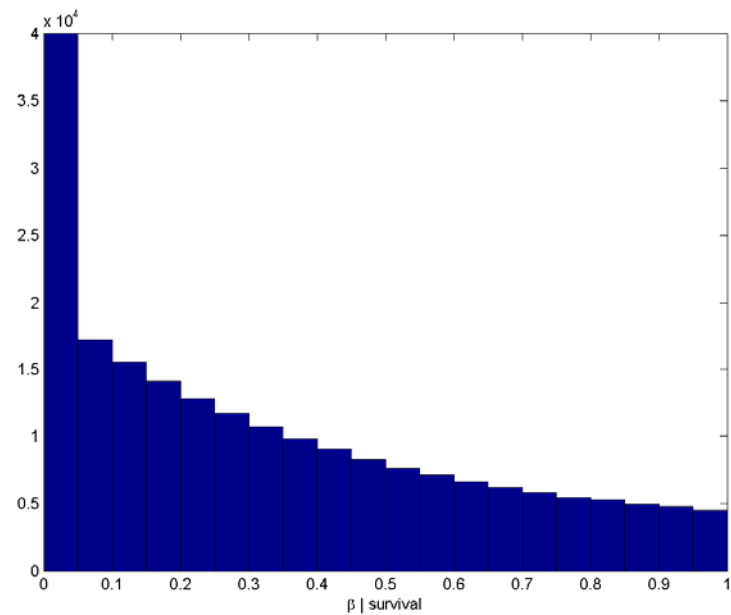
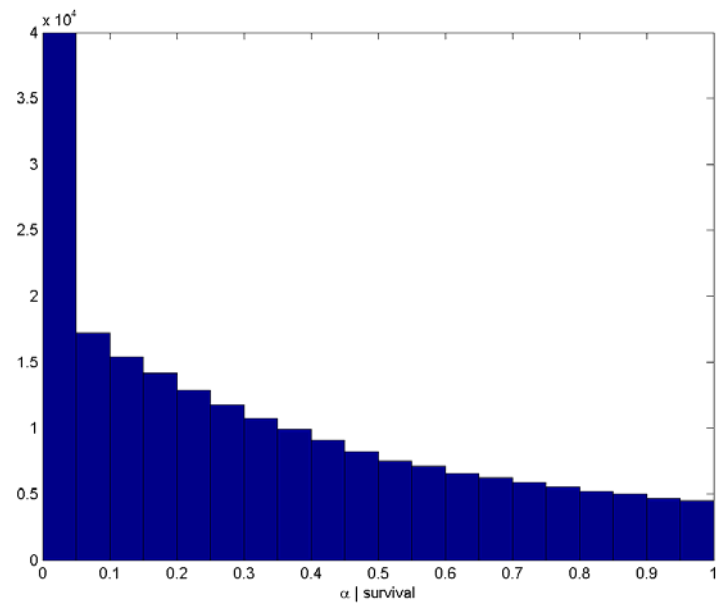


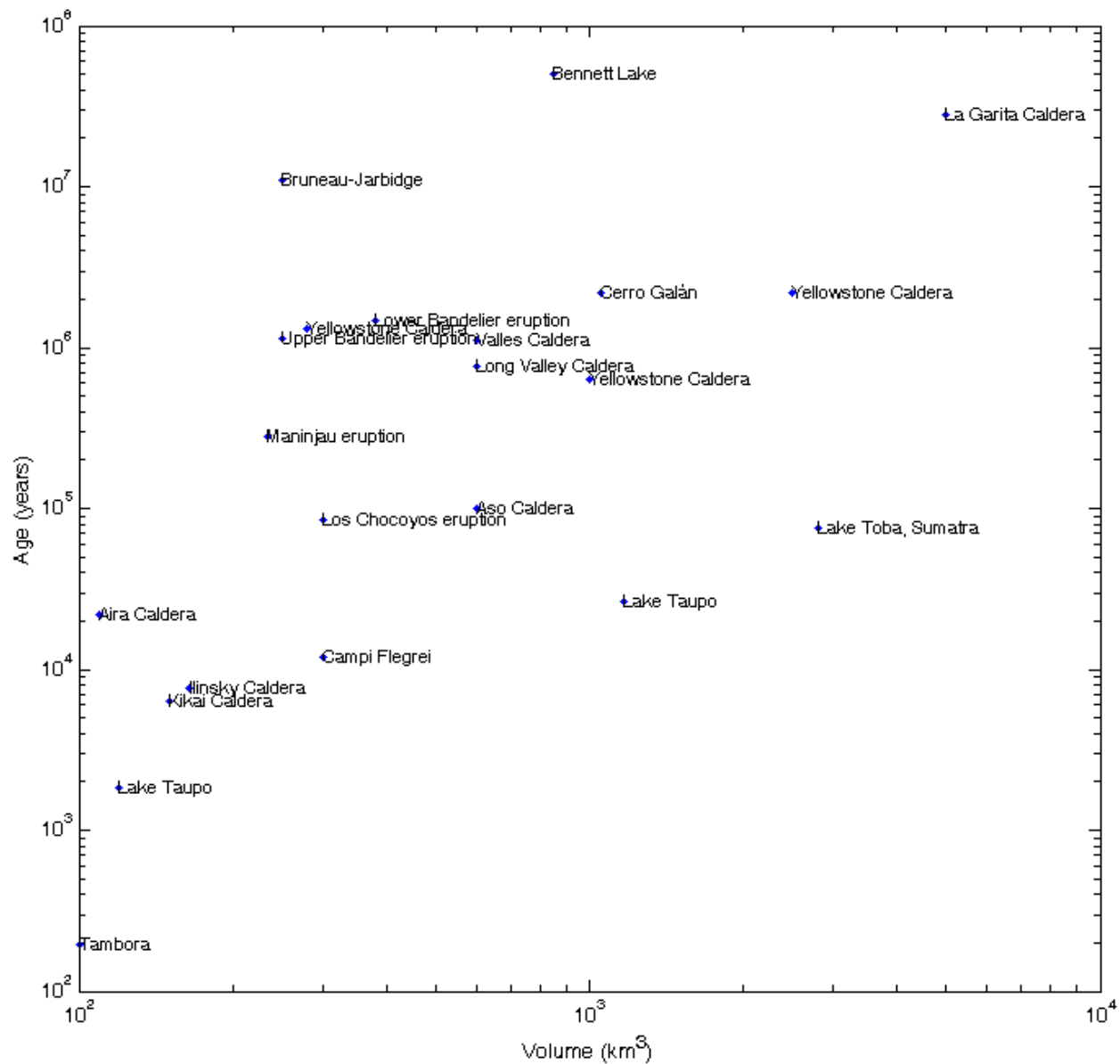
Simulacije...

- Simulacioni model sa 10000 svetova za svaki (α, β) sa N ranova u kojima su mogle da se odigraju katastrofe.
- Za $N = 4$, frakcija od 0,4711 svetova je preživela.
- Posmatrači su česti za malo α ili β , proizvodeći jako neobjektivnu raspodelu parametara među preživelim.



Simulirana verovatnoća posmatrača $P(O|\alpha,\beta)$
za $N = 4$





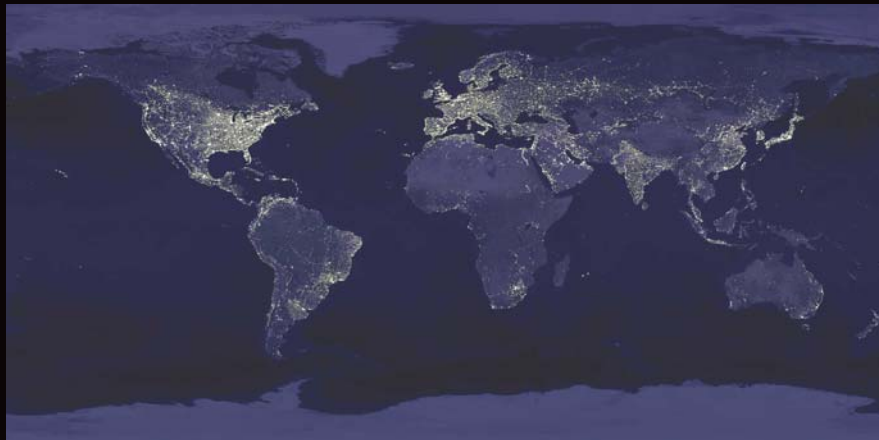
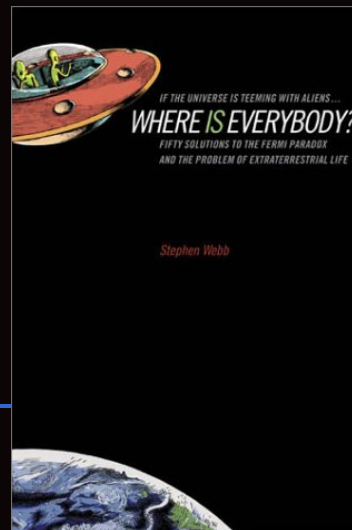
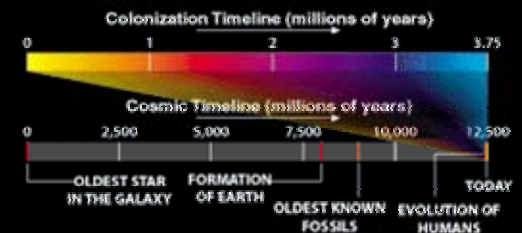
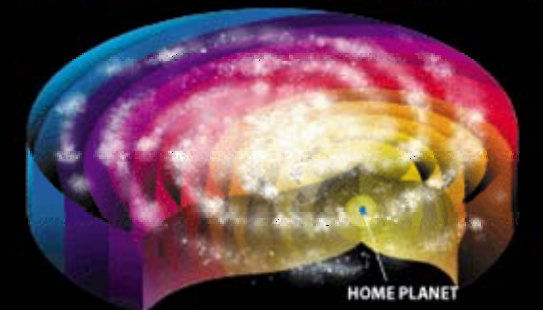
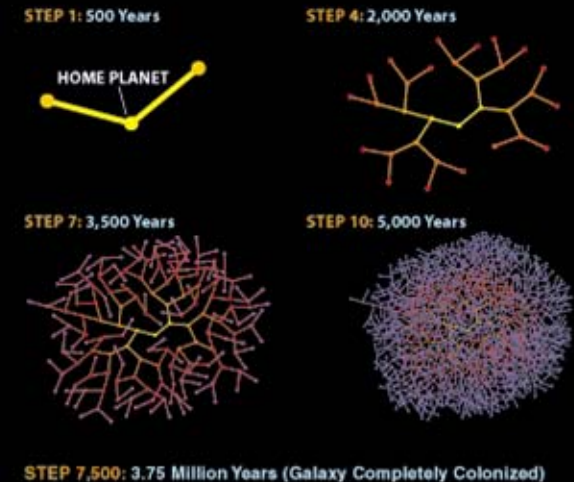
Umesto zaključka...

- Smolin (2005) i drugi autori: antropičko rasuđivanje neinformativno i neprediktivno
- Efekat antropičke senke od (očiglednog) praktičnog značaja
- Istraživanje neobjektivnosti i selekcionih efekata kod globalnih katastrofičkih rizika je tek na početku - jako mnogo preostalo posla (za astronome, astrobiologe, ekologe, primenjene matematičare...)
- Ukoliko senka izaziva bitno potcenjivanje prirodnih hazarda, moguće je u principu objasniti i -

Fermijev paradoks

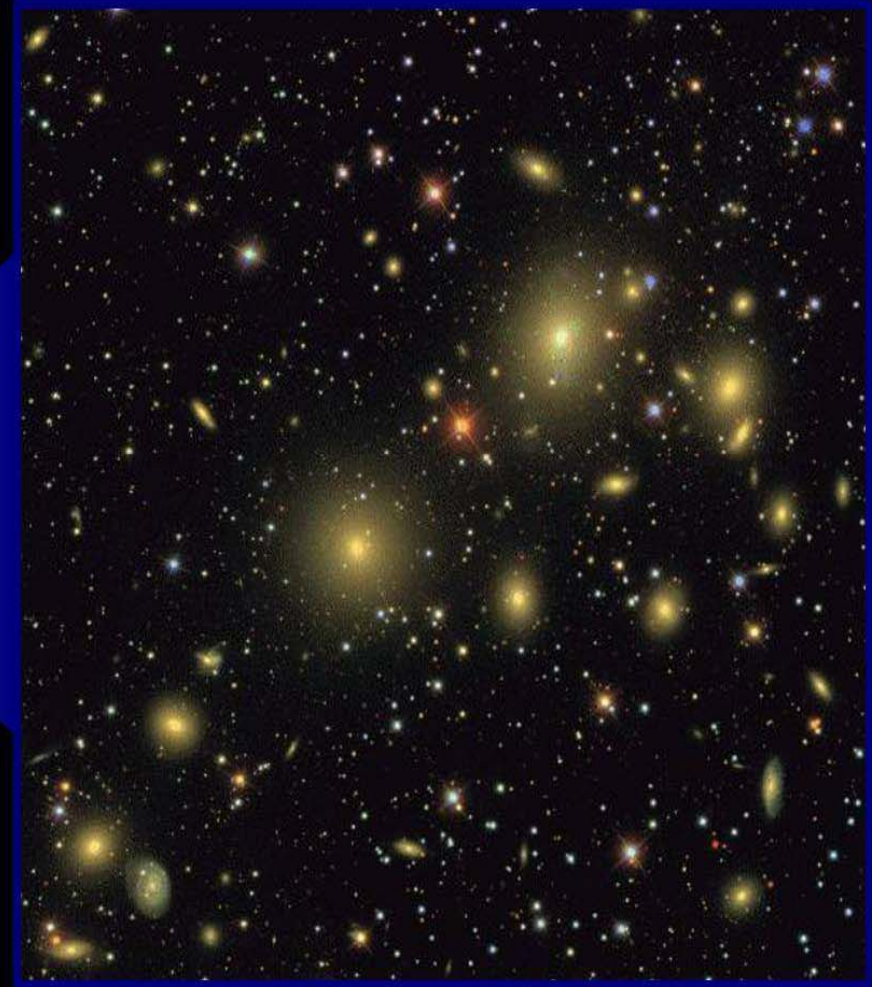


- ☐ Fermijev ručak (1950): “Gde su svi?”
- ☐ Ciolkovski, Viewing, Hart, Tipler,...
- ☐ fon Nojmanove mašine $\sim 10^6$ yr.
- ☐ Webb (2002): “... - 50 rešenja Fermijevog paradoksa”
- ☐ Lineweaver (2001): srednja starost nastanjivih planeta **~ 1.8 Gyr veća** od Zemljine!
- ☐ Da li je problem u **visokoj učestanosti katastrofa**?



Koliko carstava ne znaju za nas!

Blez Paskal (cca. 1650)



HVALA NA PAŽNJI!

Detaljnije u:

- Ćirković, M. M., Sandberg, A. & Bostrom, N. 2010, “Anthropic Shadow,” *Risk Analysis*, u štampi.
- Ćirković, M. M. 2007, “Evolutionary catastrophes and the Goldilocks problem,” *International Journal of Astrobiology* 6, 325
- Ćirković, M. M. & Bostrom, N. (ured.) 2008, *Global Catastrophic Risks* (Oxford University Press, Oxford)

