

# Meteorit-becsapódás és a Clovis kultúra eltűnése

(Egy multidiszciplináris kutatás története)

Belgya Tamás

és

Richard B. Firestone

Az atomoktól a csillagokig előadássorozat

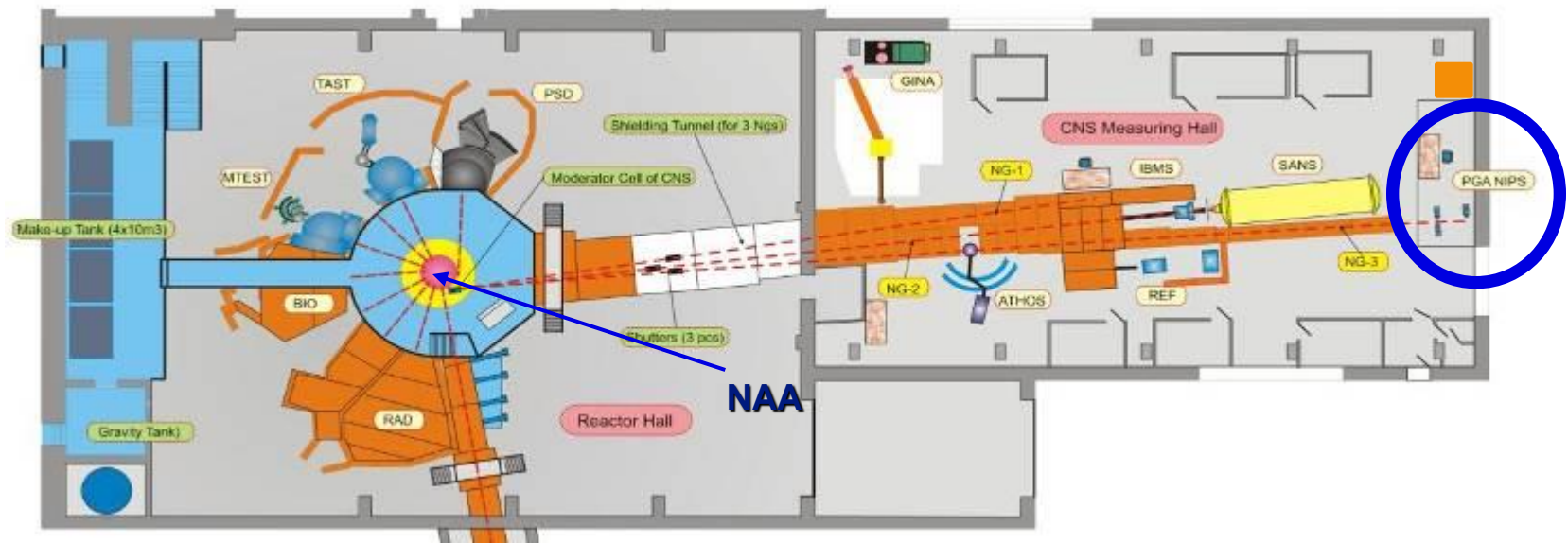
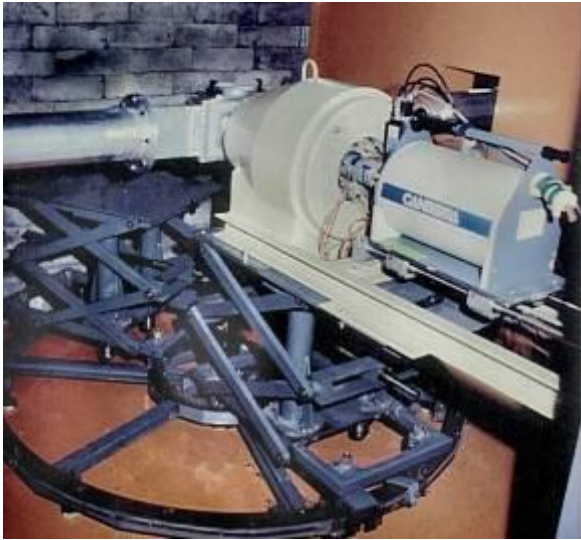
ELTE, 2015 február 12.

# Tartalom

- A bemutatkozás, megismerkedés, hogy jutottunk el a témához
- Kik voltak a Clovisok és milyen volt a környezetük?
- Milyen tények kapcsolhatók a clovis kultúra eltűnéséhez és a környezetük megváltozásához?
- Az eseménnyel kapcsolatos tények valószínű magyarázata

# Előzmények

- 1995-ben Budapesti Kutató Reaktor neutronvezető csarnokában felépül a prompt gamma aktivációs analitikai (PGAA) berendezés (20-éves évforduló)



# Megismerkedésünk



- 1996-ban Budapesten szervezték meg a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség a nukleáris adatokat feldolgozó szakembereinek ülését
- Dr. Molnár Gábor (osztályvezető) együttműködést javasolt az izotóp projektet vezető Richard Firestonnak a prompt gamma aktivációs analízis adatainak összegyűjtésére

Dr. Richard B. Firestone, Lawrence Berkeley National Laboratory, CA, USA  
radiokémikus, magfizikus

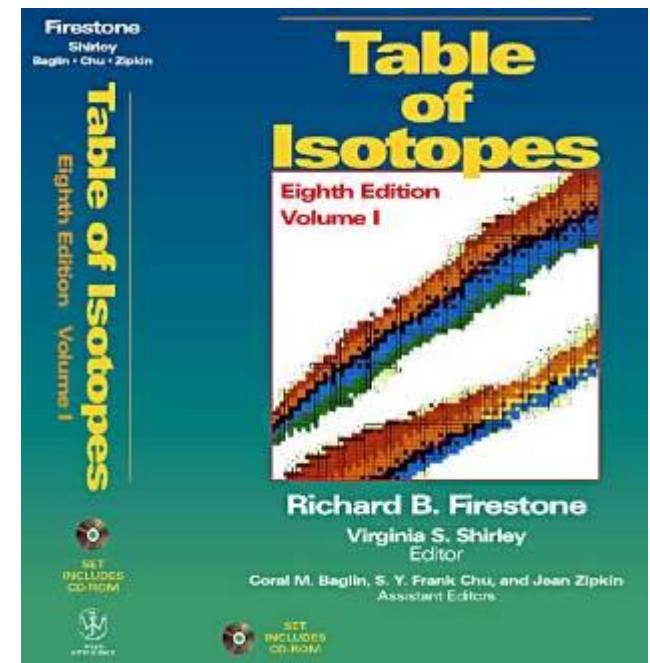
Az irodájában (2005)



CGS15 (2014 aug.)



A magfizikusok bibliája



# A prompt gamma aktivációs analitika (PGAA)

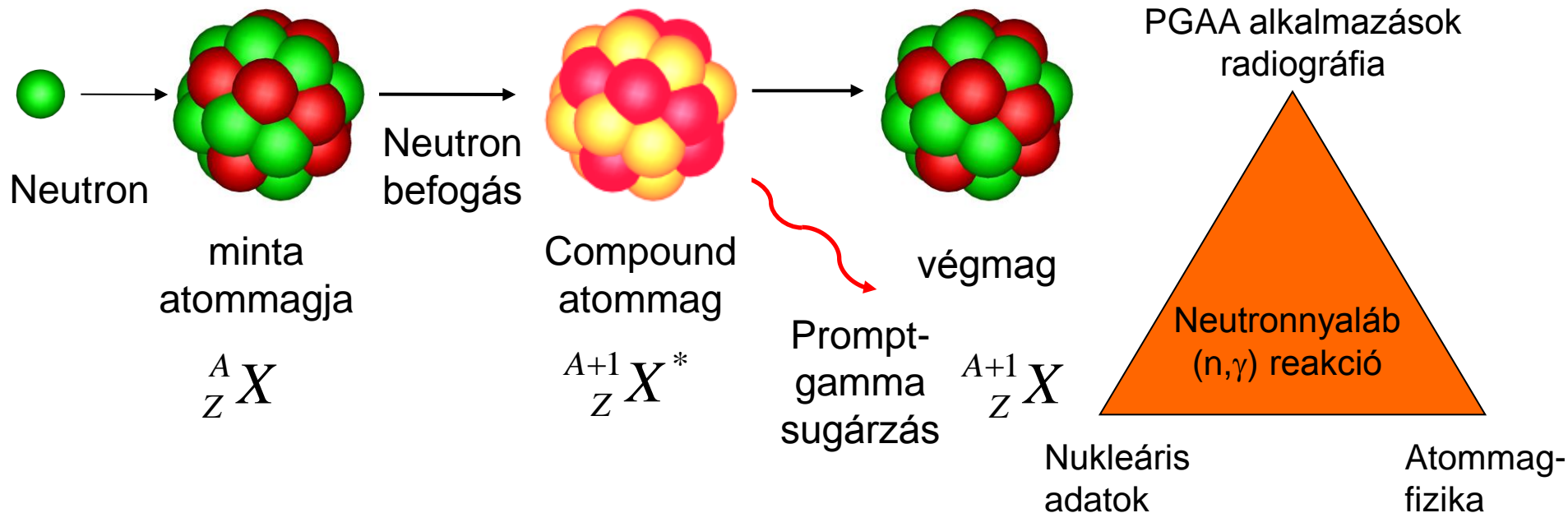
- PGAA egy nukleáris analitikai módszer
- Kiváló minták elem- és izotóp összetételének a meghatározására

Elv:

A PGAA a minta neutron besugárzása során kibocsátott gamma sugárzás detektálásán alapul

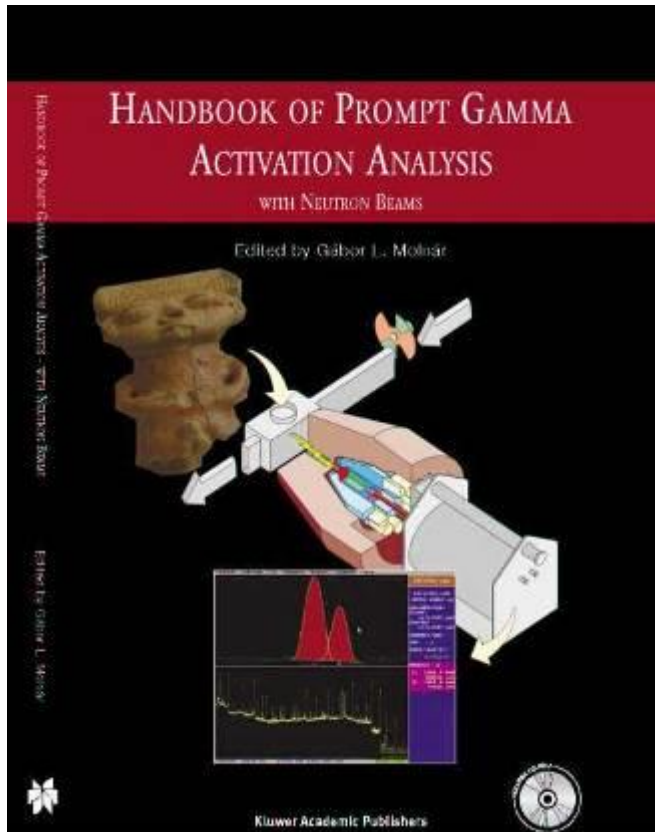
Roncsolásmentes és minimális minta-előkészítést igényel

A kémiai állapottól független, tömbi átlagot szolgáltat

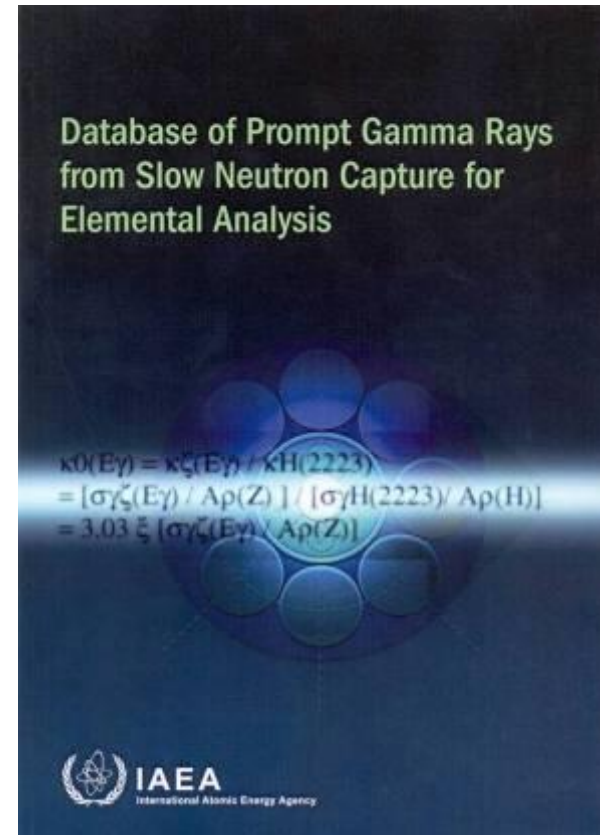




# Az együttműködés eredménye



2004



2007

Rick gyakran meglátogatott bennünket egyik alkalommal (2003) egy új projekttel állt elő, szemináriumán szupernóvákról, a naprendszerünket körülvevő buborékról, a földön megnövekedett sugárzásról, a Clovis kultúra eltűnéséről, a mamutok kihalásáról, mamutagyarban talált vasmeteoritokról beszélt. Kérte, hogy vizsgáljunk meg olyan mintákat, amelyet ásatásokon gyűjtött.

# A hír

Évekkel később 2007-ben, amikor elég információ összegyűlt, bejelentették az Amerikai Geofizikai Egyesület sajtótájékoztatóján az új elméletet a meteorit becsapódásról, amely a feltételezés szerint hozzájárult a Clovis kultúra eltűnéséhez és a mamutok kihalásához vezetett, valamint elősegítette a Fiatal Driász lehűlést.

R. B. Firestone et al., *PNAS*, 104 (2007) 16016-21; [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0706977104](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0706977104)



A hír számos média reakciót generált. A résztvevőkkel több filmet forgatott a Nat. Geo. csatorna és a Spektrum csatorna

2007

**Mail**Online

[https://www.youtube.com/watch?list=PL741568C2D58A9793&feature=player\\_detailpage&v=f1GCgOI3B1o](https://www.youtube.com/watch?list=PL741568C2D58A9793&feature=player_detailpage&v=f1GCgOI3B1o)



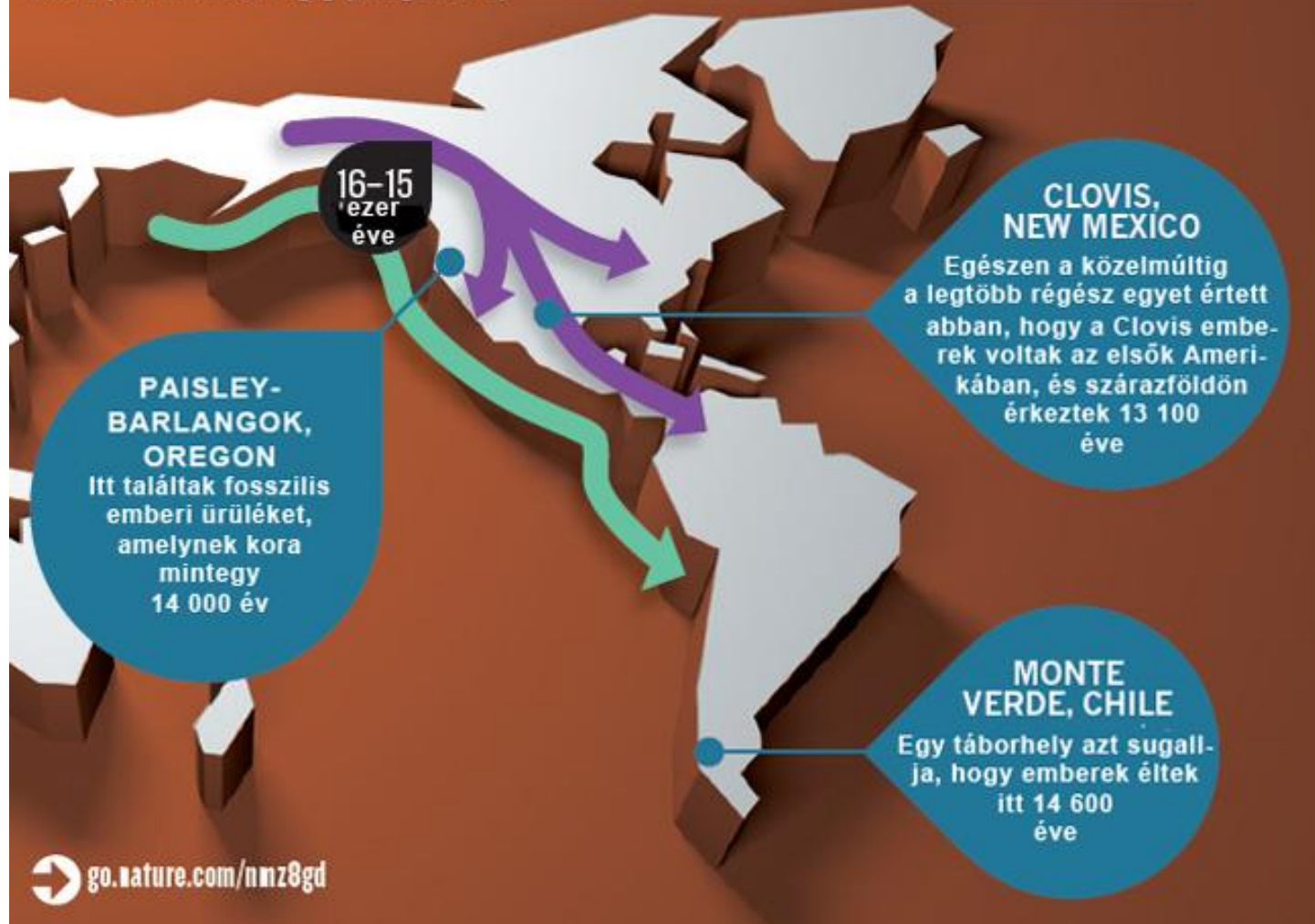
 NATIONAL GEOGRAPHIC

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7130014.stm>

# Amerika benépesülése

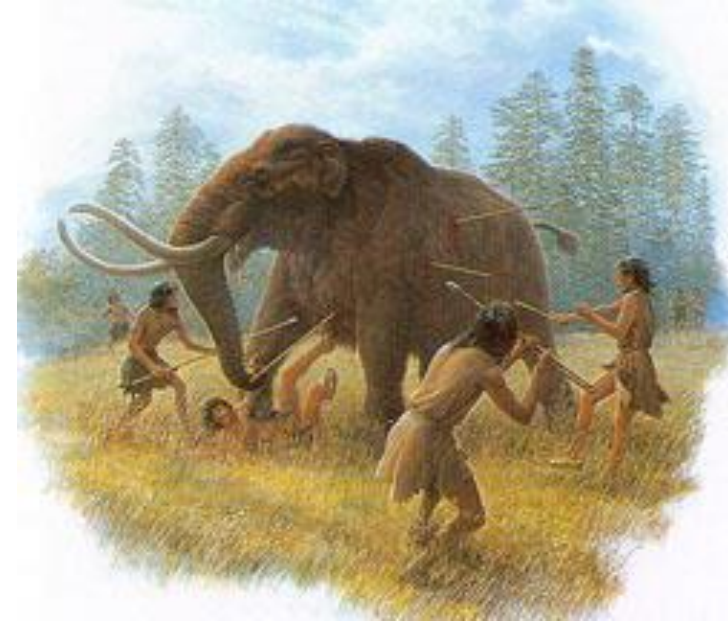
## UTAK AZ ÚJVILÁGBA

Régészeti és genetikai bizonyítékok felhasználásával a kutatók megpróbálják rekonstruálni, hogyan és mikor érkezhetett a modern ember Amerikába. A vita most arra összpontosul, hogy vajon az emberek gyalog vágtek át Közép-Kanadán (lila), vagy tengeren hajóztak a part mentén végig (világoszöld)





# Clovis vadászok és dárdahegyek



- A clovis dárdahegyek jellegzetes finom kiképzésű pattintott kovakő eszközök, amellyel mamutra is vadásztak.
- Az Új-Mexikói Clovis közelében lévő Blackwater Draw-ban fedezték fel nyomaikat először (1932). Legjobb leírásuk a  $^{14}\text{C}$  szerinti 13200-12900 közötti időszakkal jellemezhető.
- Csak egy clovis csontvázat találtak, egy fiatal fiú gyerekéét



# Megafauna

Plio-Pleisztocén (5.3 Mév – 11,700 Bp)



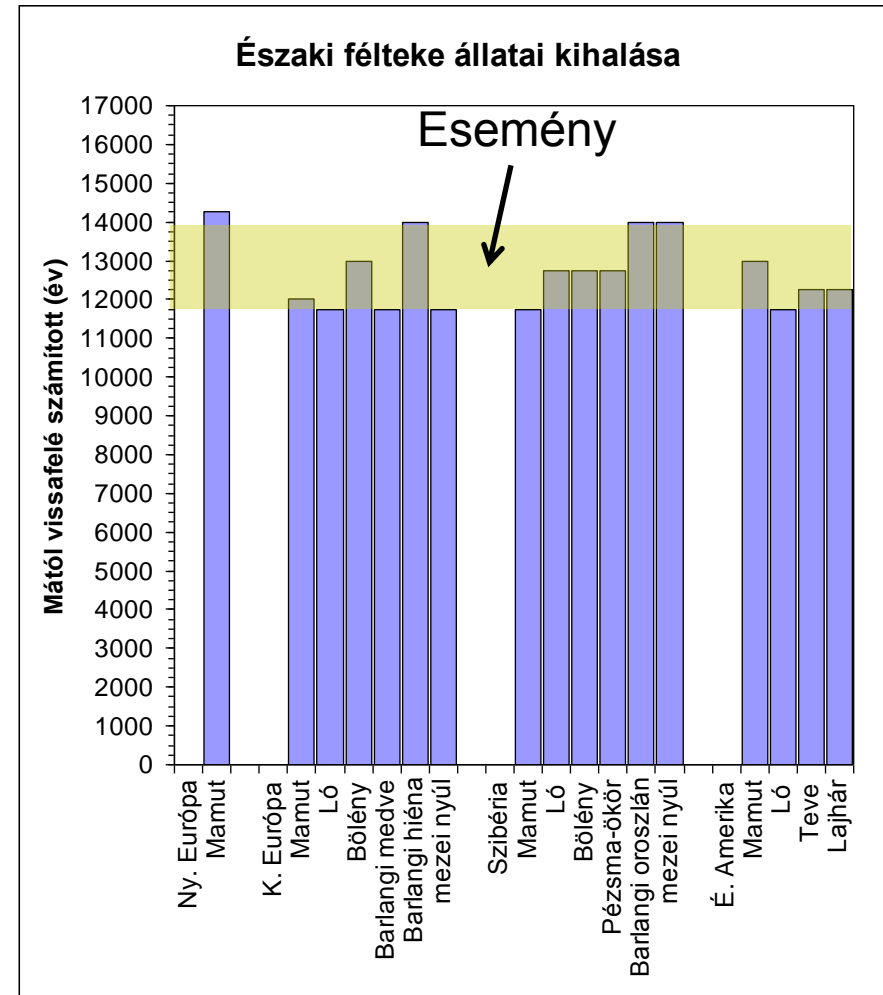
American Museum of National History

Masztodon (*Mammuth americanus*), bölény, kardfogú tigris, óriásfarkas, óriáshód, ló, lajhár, egyptűpű teve ...

# 12900 évvel ezelőtt egy esemény következett be, amely megváltoztatta a világukat

## Következmények

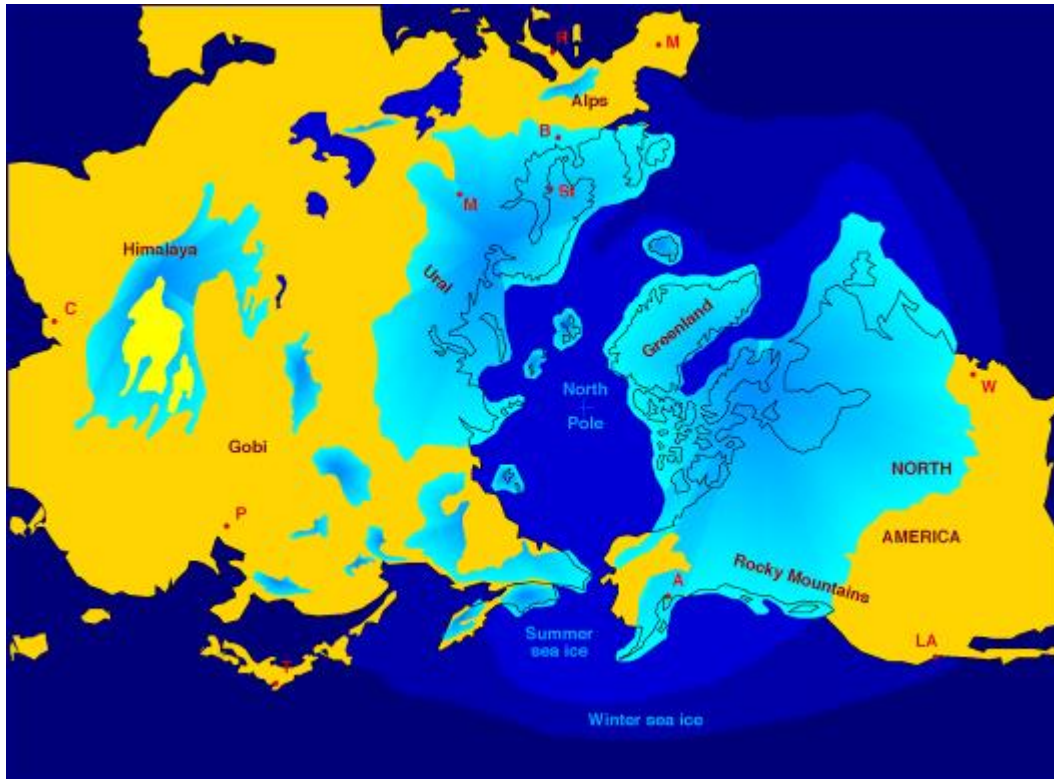
- A clovis kultúra letűnése
- Új kultúra 2000 csak évvel később jelenik meg újra Észak Amerikában
- A megafaunából a 40 kg-nál nehezebb állatok eltűnnek (mamut, kardfogú tigris, bölény, óriáshód, ló, óriásfarkas, egypúpú teve...)
- A jégkorszak eltűnése megáll és elkezdődik az ún. Fiatal Driász (YD) lehűlés, amely kb. 1300 évig tartott
- Az esemény az egész északi féltekét érinti



R. Firestone, A. West & S. Warwick-Smith, How a Stone-Age Comet Changed the Course of World Culture



# A Laurentide jégtakaró, Amerika



Jégtakaró az utolsó glaciális maximum során (26-19 kém), 4000 m vastag





# Az eseménnyel kapcsolatos tények

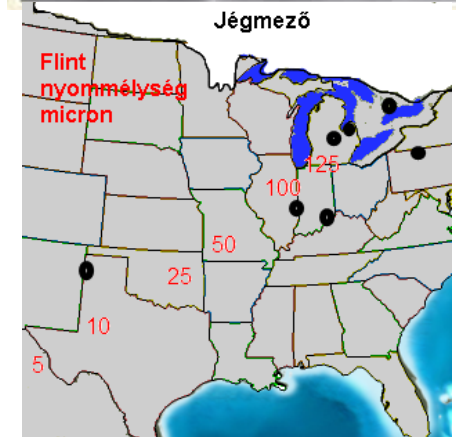
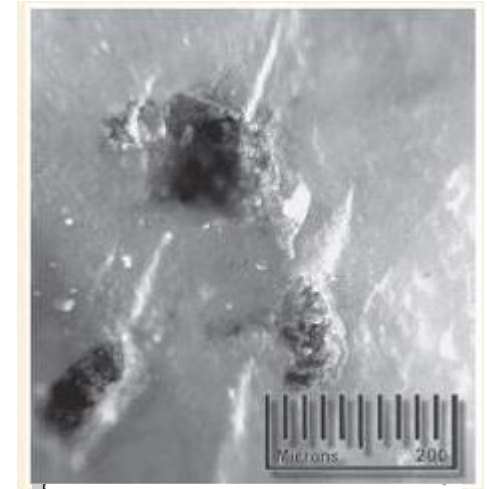
## Az eseménnyel kapcsolatos kutatás Dr. Bill Topping archeológus munkájával kezdődik

- A dárdakegyek anyagául szolgáló flintet vizsgálva mikrometeorit nyomokat talál
- A nyomok szöge függőleges a Nagytavak környéken, attól távolabb csökken
- A tárgyak radioaktivitása nagyobb a környező rétegeknél
- Ekkor kapcsolódik be Rick a munkákba

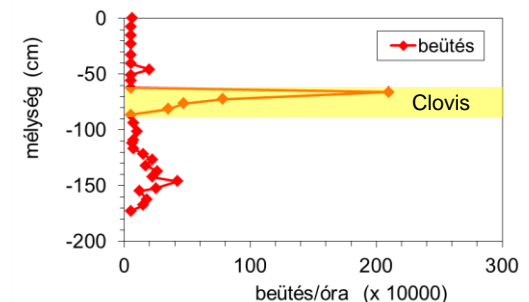
## Mérések a fellelt mintákon (kovakő, talajminták)

- ( $^{235}\text{U}$  17-77%-kal kevesebb,  $^{239}\text{Pu}$  jelenléte)
- A  $^{40}\text{K}$  mennyisége nagyobb a
- A  $^{14}\text{C}$  datálás ellentmond a rétegszerkezetnek, a mélyebb rétegek fiatalabbnak adódnak a clovis rétegben ( $10^{15}$  n/cm<sup>2</sup> neutron fluenst határoznak meg)
- A sugárzás korábban is keletkezhetett a dárdakegyek anyagául szolgáló kőzetekben

<http://ie.lbl.gov/paleo/paleo.html>



Woods (közel Gainey-hez, MI) radioaktivitás



# Az eseménnyel kapcsolatos tények folytatás

## Fekete réteg (Black Mat=FR)

- Amerika szerte megtalálható, ez alatt vannak clovis nyomok és mamut csontok, felette nincsenek
- A FR-be belógó mamut fog radiotív és mágneses részecskéket tartalmaz
- A FR-ben elszenesedett darabokat találtak minden helyen, még Belgiumban is
- Emelkedett Ir-ot mértek a zölddel jelölt helyeken

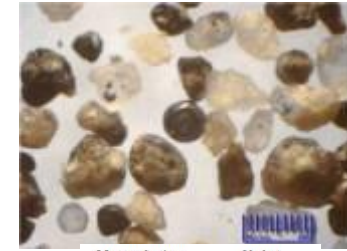


<http://www.pnas.org/content/suppl/2007/09/20/0706977104.DC1>

# Az eseménnyel kapcsolatos tények folytatás

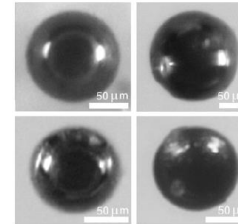
## A FR alatt közvetlenül (PGAA is vizsgált)

- Mágneses rögöcskék (Nd mágnessel elválasztva)
- Ti-ban gazdag gömböcskék
- Szén gömböcskék, fullerén és  $^3\text{He}$  tartalommal
- Üvegszerű sokkolt széndarabok (nagy nyomáson és hőmérsékleten áteset anyag, gyors hűtés után), nanogyémánt (elektron diffrakcióval meghatározva)
- Faszén darab (alacsony oxigénszint)



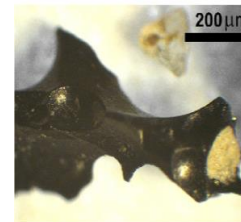
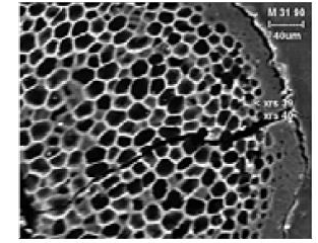
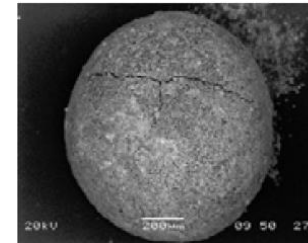
Murray Springs

Chobot



Gainey

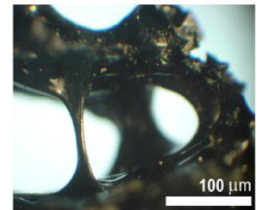
Topper



Gainey, MI



Murray Springs, AZ



Topper, SC

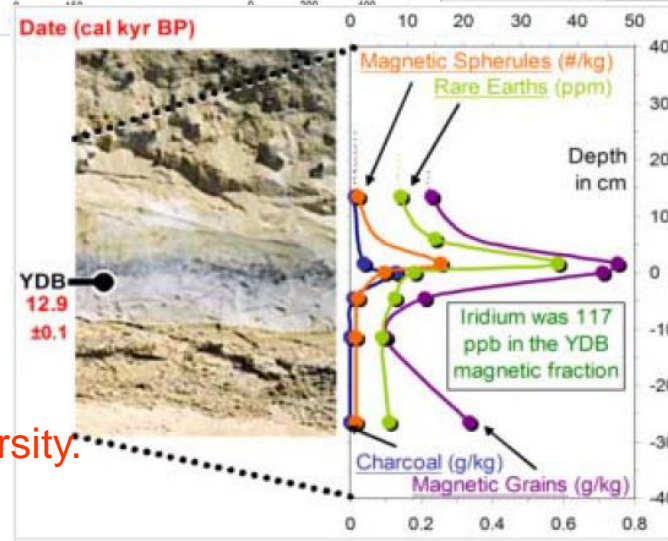
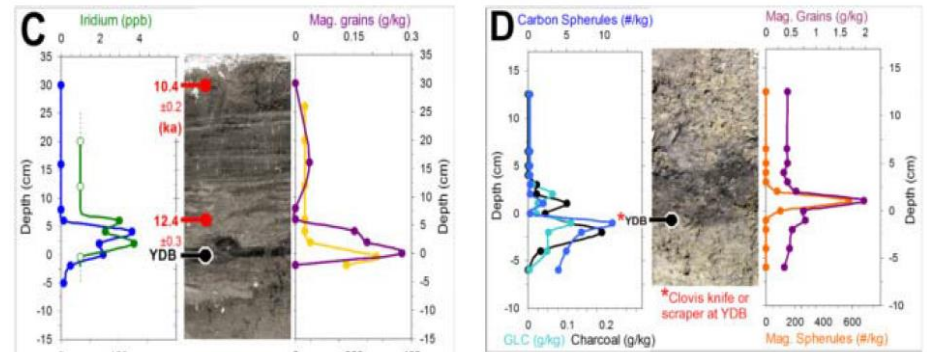
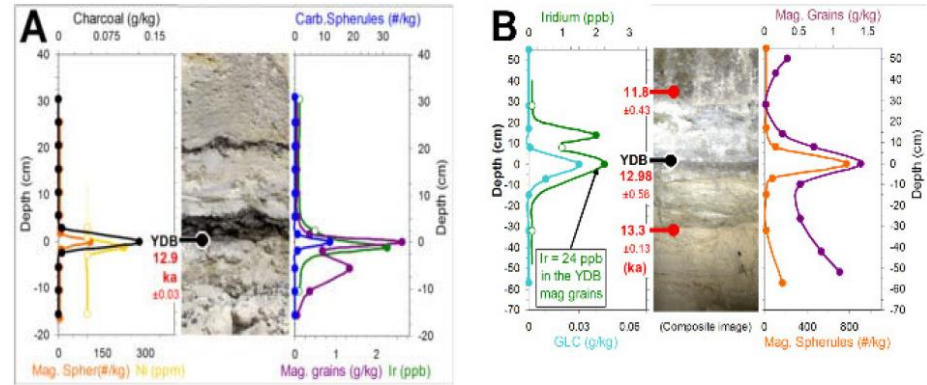




# Az eseménnyel kapcsolatos tények folytatás

## Mérési eredmények (néhány vizsgált helyszínen)

- Mágneses rögöcskék, faszén és Irídium eloszlása a rétegszerkezetben
- Az eloszlások a FR aljánál megnövekednek
- Az FR vastagsága változó
- Kormeghatározás  $^{14}\text{C}$  datálással és lunineszcenciával
- Több jellegzetes mennyiség eloszlása **Lommel, Belgium**
- Az Ir 117 (ppb) a csúcsban, normális előfordulási aránya a kéregben 1 (ppb)



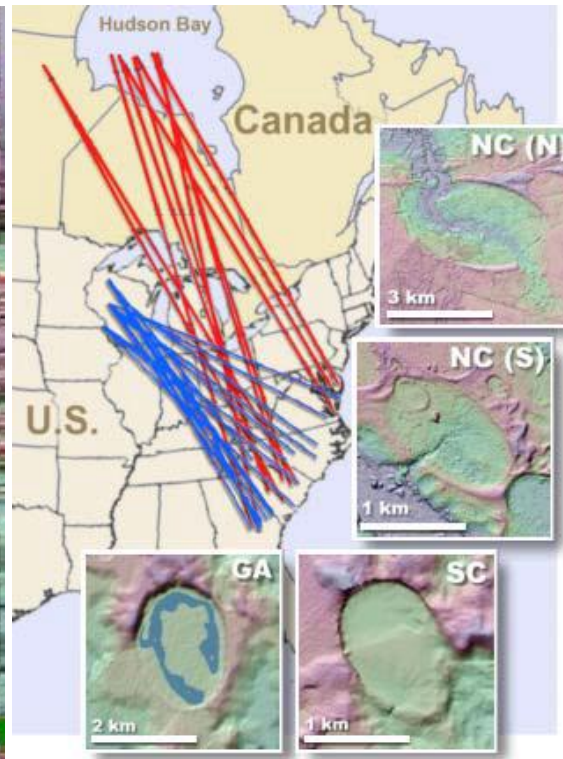


# Az eseménnyel kapcsolatos tények folytatás

## További érdekességek

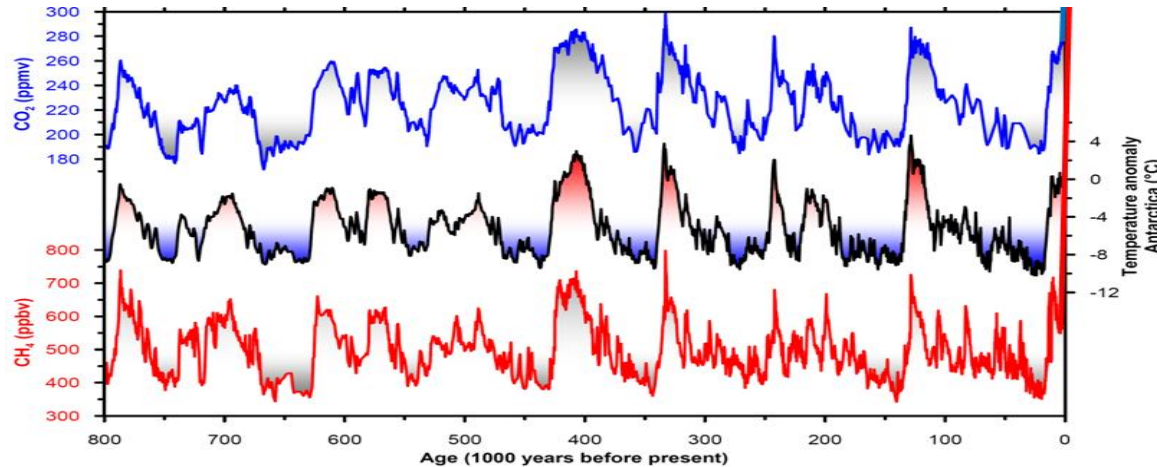
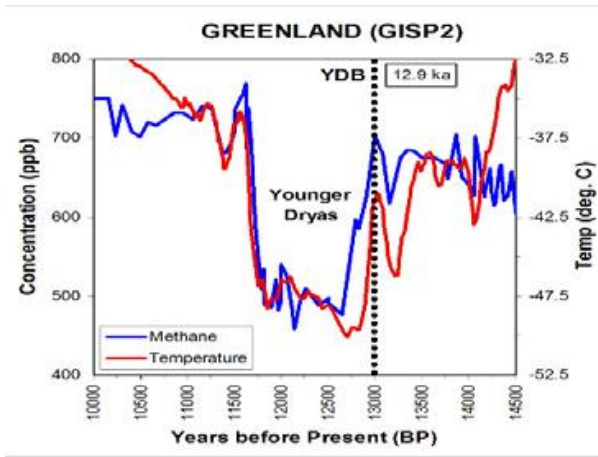
- Elliptikus sekély tavak Észak Karolina partján
- A tavak dél-keleti megemelkedett peremében mágnesees részecskéket, faszenet, sokkolt szénolvadékot, nano-gyémántot stb. találtak

Marsi elliptikus kráterek



# Az eseménnyel kapcsolatos tények folytatás

- Az utolsó jégkorszakból kivezető felmelegedés visszafordulása és a Fiatal Driász lehűlés elkezdődése



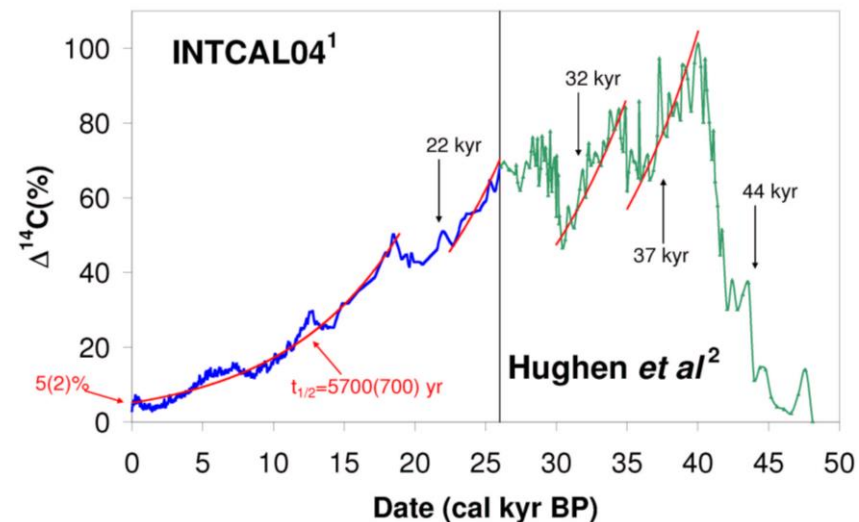
## A <sup>14</sup>C datálási problémák

- Ahhoz, hogy a rétegrend helyrejöjjön és egyezés legyen más módszerekkel a ábrán lévő értékeket kell használni
- F a korrekciókat jelenti (háttér, frakcináció, begyűjtési és mérési idő)

$$\Delta^{14}\text{C} = [F(\delta^{14}\text{C}) - 1] \times 100\%$$

$$\delta^{14}\text{C} = \left[ \frac{^{14}\text{C}/^{12}\text{C}}{\text{minta}} / \frac{^{14}\text{C}/^{12}\text{C}}{1950} \right]$$

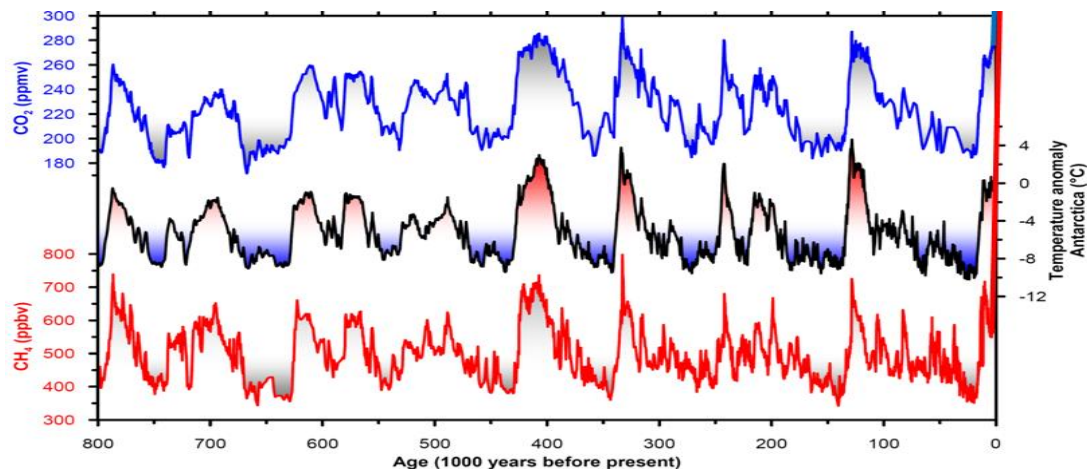
## Radiocarbon Calibration Record



# A clovis kultúra és a megafauna eltűnése

## Számos magyarázat létezik

- A leggyakoribbak az un. **ill-kill-chill** elméletek
- Az **ill** elmélet szerint betegség végzett a clovis emberekkel és/vagy a nagyobb állatokkal, amelyekre vadásztak (a különös benne, hogy több fajta állat mind egyszerre pusztult ki)
- A **kill** elmélet szerint a túlvadászás végzett velük (ez is hihetetlen hiszen milliós nagyságú populációt kellett volna levadászni a kezdetleges eszközökkel)
- A **chill** elmélet szerint a hideg végzett velük (ez is valószínűtlen, hiszen az utóbbi 400000 évben 100000 évente váltakozik a glaciális és az interglaciális, az állatok pedig túléltek, kivéve az utolsót)

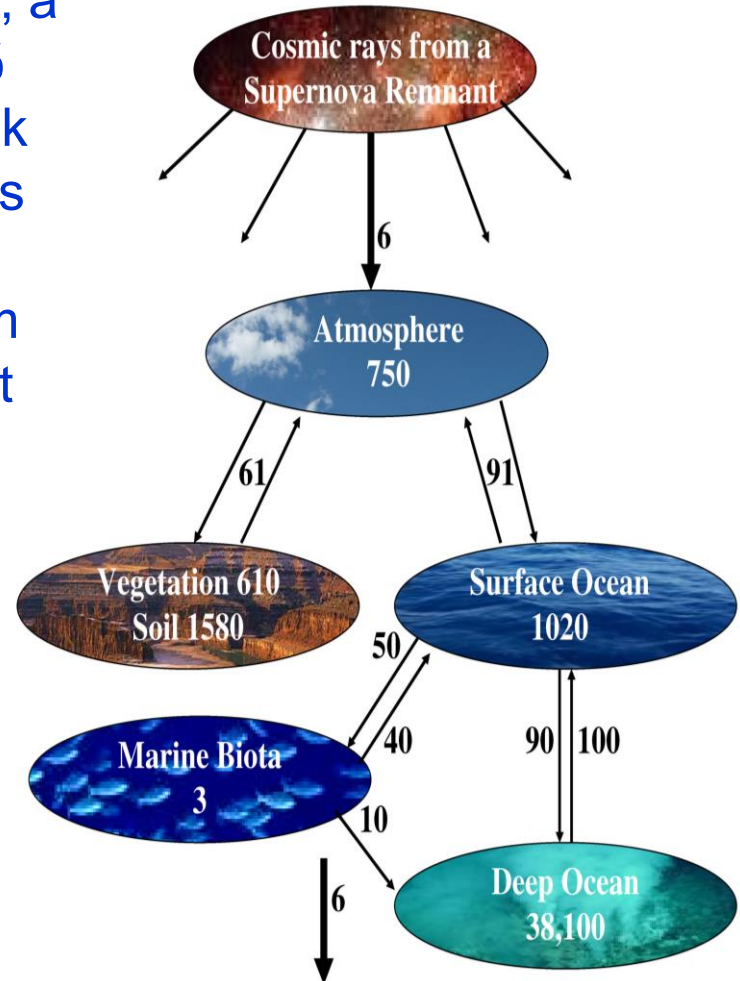
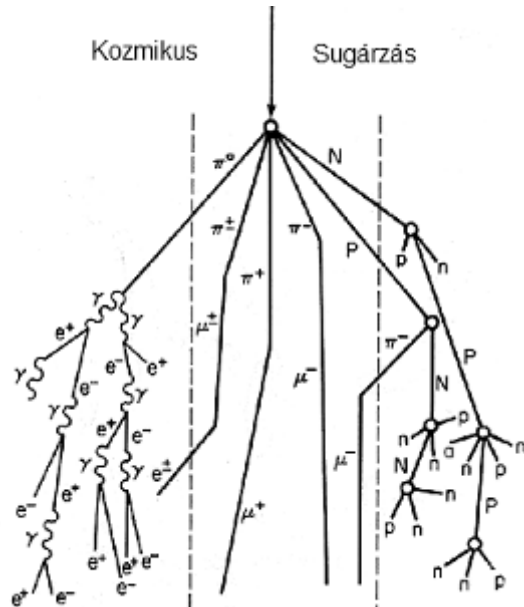




# Az esemény valószínű magyarázata

## A $^{14}\text{C}$ keletkezése (a kiugrások vsz. oka)

- A  $^{14}\text{C}$  radioaktív szén izotóp ( $T_{1/2}=5703$  év), a légkörben keletkezik. A kozmoszból érkező részecskék hatására neutronok keletkeznek
- Becslések szerint  $10^{-7}$  J energiájú kozmikus foton nyaláb **1000 neutront kelt**, melyek 65%-a termalizálódik (25 meV) és csaknem teljes egésze  $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$  reakcióban  $^{14}\text{C}$ -et hoz létre
- Forrásuk: galaktikus háttér, szupernóvák



A  $^{14}\text{C}$  ciklus. Az adatok tonnában vannak



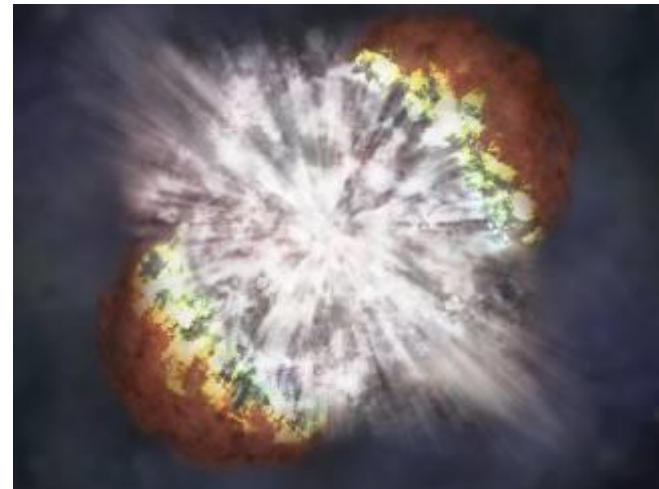
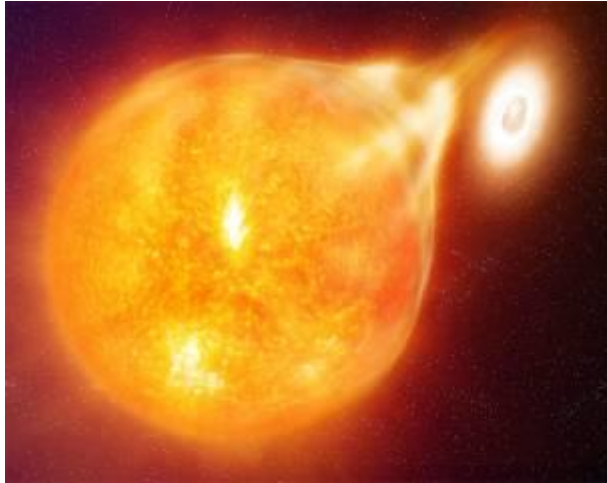
# Az esemény valószínű magyarázata

A szupernóva robbanások két fő típusát különböztetjük meg:

I-es típus

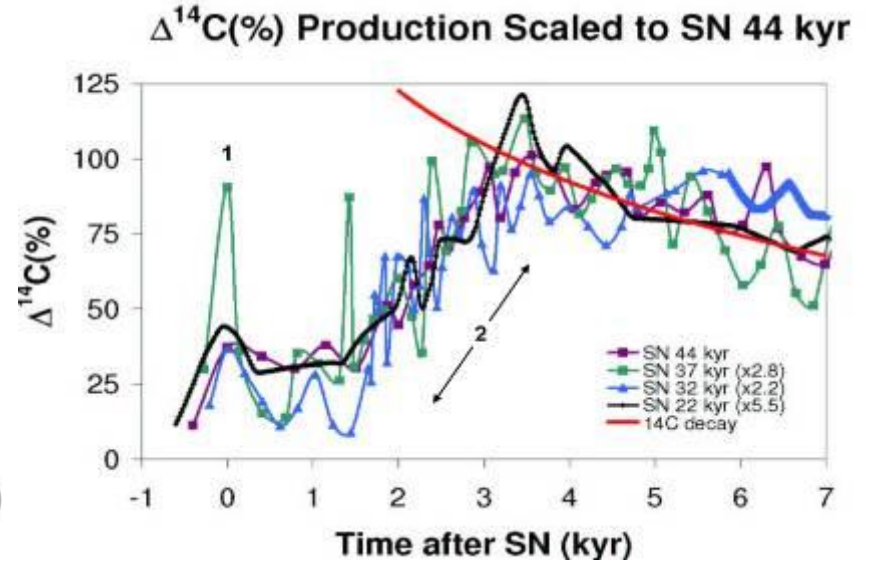
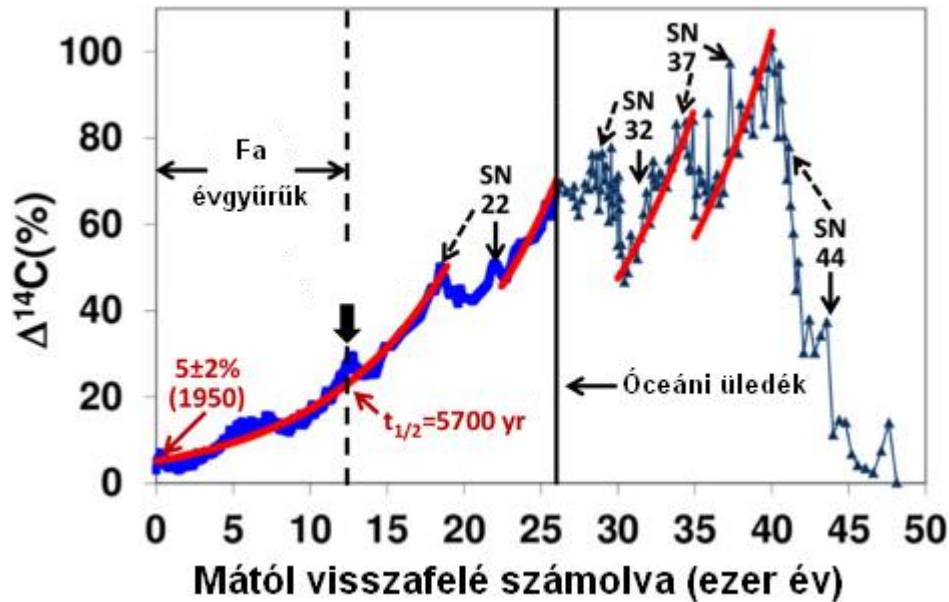
Chandrasekhar  $1.39 M_{\odot}$

II-es típus



Rák köd SN1054

# Egy valószínűbb magyarázat az eseményre



Történelem előtti szupernóva események					
Date kyr BP	Distance <sup>a)</sup> pc	$\Delta^{14}\text{C}_\gamma$ <sup>b)</sup> %	$\Delta^{14}\text{C}_{\text{max}}$ <sup>c)</sup> %	$\Delta\text{NO}_3^-$ ppb	$^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ $\times 10^{-6}$
44	≈110	26	100	21	1.2
37	≈180	19	36	14	3.4
32	≈160	7	45	6	2.4
22 (Vela)	250±30	6	18	9	2.2

# Egy valószínűbb magyarázat az eseményre

## Hipotézis

- A 12900 évvel ezelőtti esemény nem hasonlít a szupernóva eseményekre, ezért valószínűleg egy vagy több laza szerkezetű, néhány km átmérőjű, üstökös ütközött 15 fok alatti szögben a földnek
- Az üstökös a nagy tavak környékén robbant fel, ahol a kb. 3 km vastag jégtakaróval ütközött egy nagyobb darabja felszakítva és részlegesen megolvasztva nagy mennyiségű hideg vizet indított el az Atlanti Óceán felé, amely leállította a Golf áramlatot és ismét lehűlést okozott, amelyet Fiatal Driász néven ismerünk
- Az üstökös által előidézett tüzek, a robbanás lökéshulláma jelentősen lecsökkentette a nagyobb testű állatok számát és a fogyasztható élelmet
- A bekövetkezett újabb gyors lehűlés hozzá járult a számuk kritikus alá csökkenéséhez
- A clovis vadászó, nomád kultúra is eltűnt, helyet adva az úrt betöltő életben maradt népcsoportoknak

# Fantázia kép az eseményről





# Köszönet kollégáimnak:

Révay Zsoltnak

Kasztovszky Zsoltnak

Szentmiklósi Lászlónak

Kis Zoltánnak

**Köszönöm a figyelmet!**