



Dr. Molnár Mihály
MTA Atommagkutató Intézete

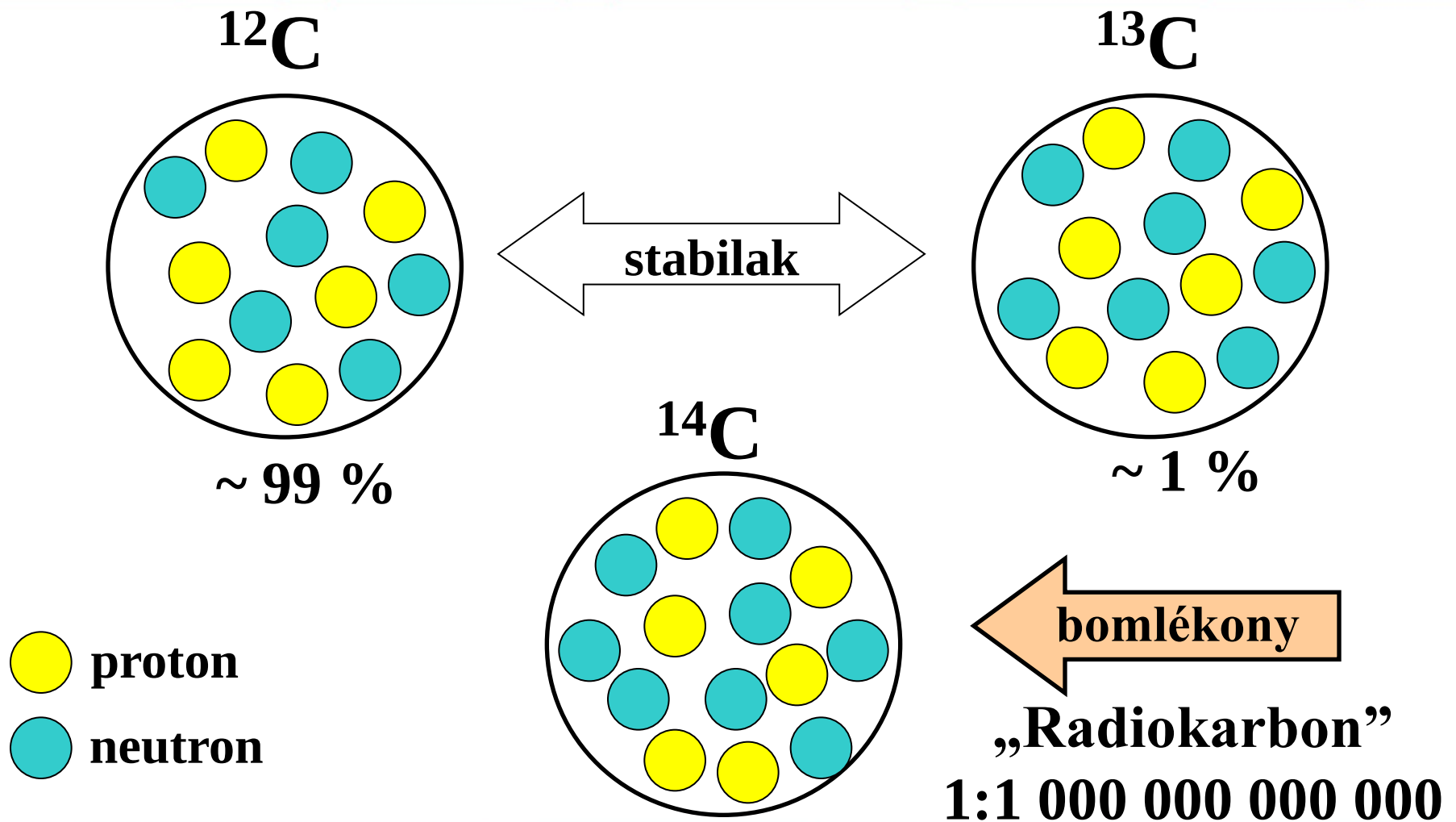
Radiokarbon: a kőbaltától az atomfegyver kísérletekig

Puskás Tivadar Távközlési Technikum
Budapest, 2011. október 18.

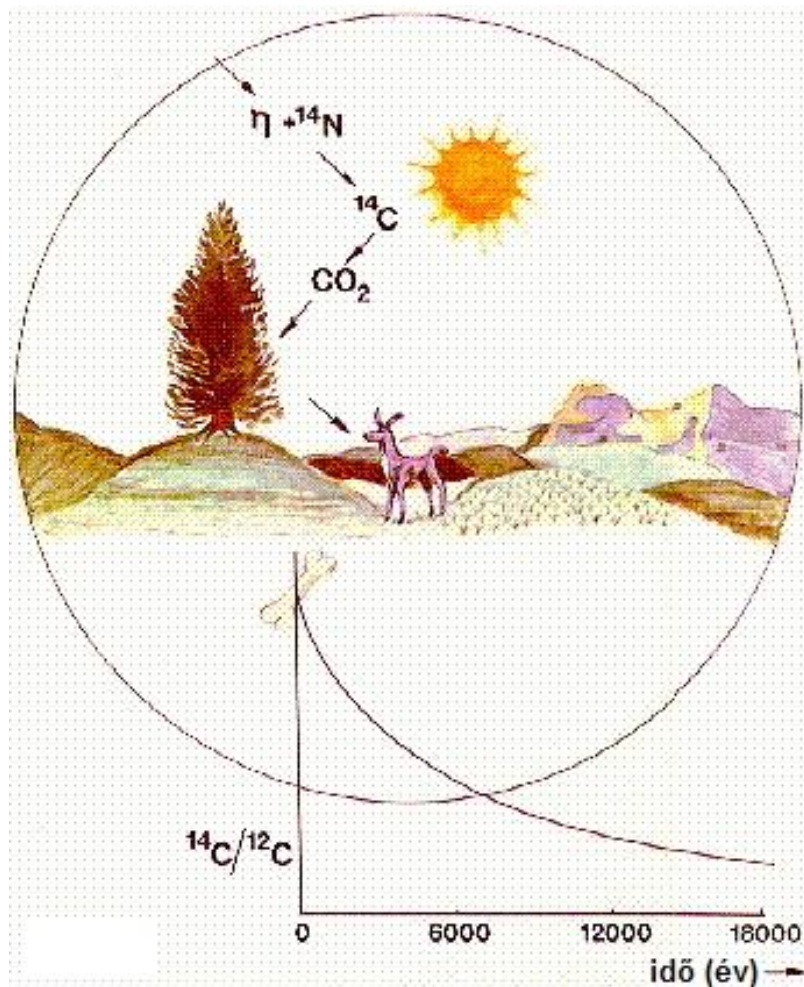
www.meetthescientist.hu



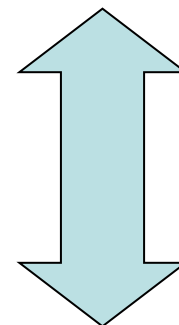
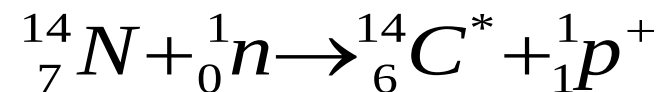
Természetes szénizotópok a Földön



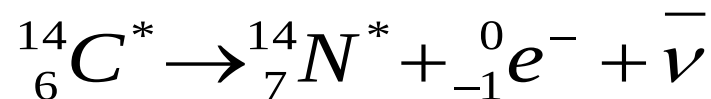
A ^{14}C radiokatív bomlási egyensúlyban a Földön



Kozmogén eredetű

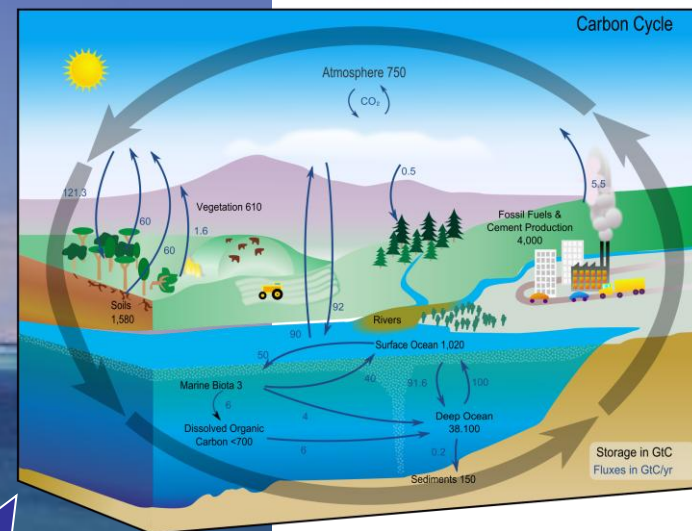
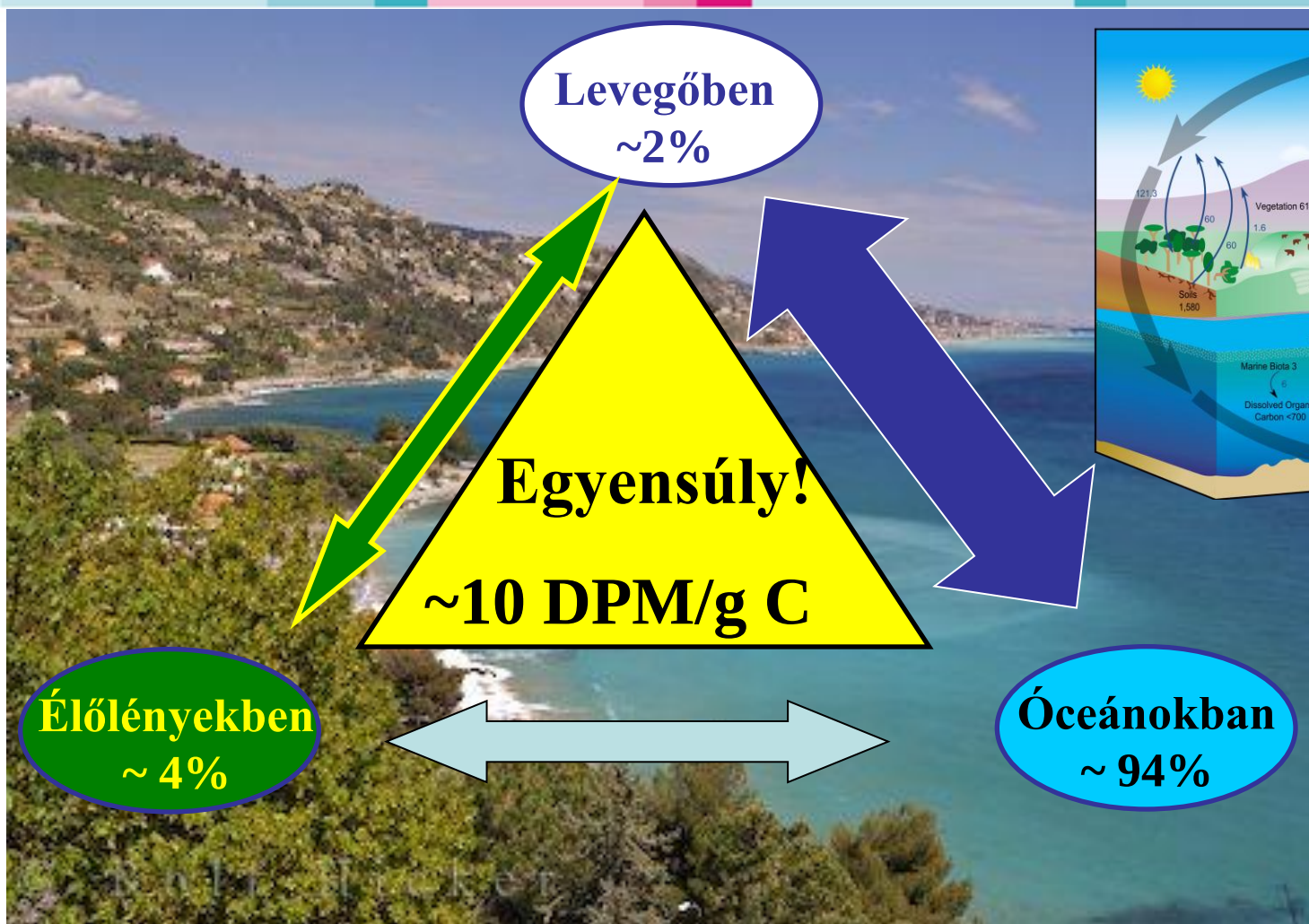


Béta-bomló



$T_{1/2} = 5730$ év

A Föld szén-ciklusa elosztja a ^{14}C -et az egyes szférák között



A radiokarbon a légköri szén természetes nyomjelzője!



W. F. Libby

Physics and
Chemistry



Front



Back

A ^{14}C kormeghatározás alapja:

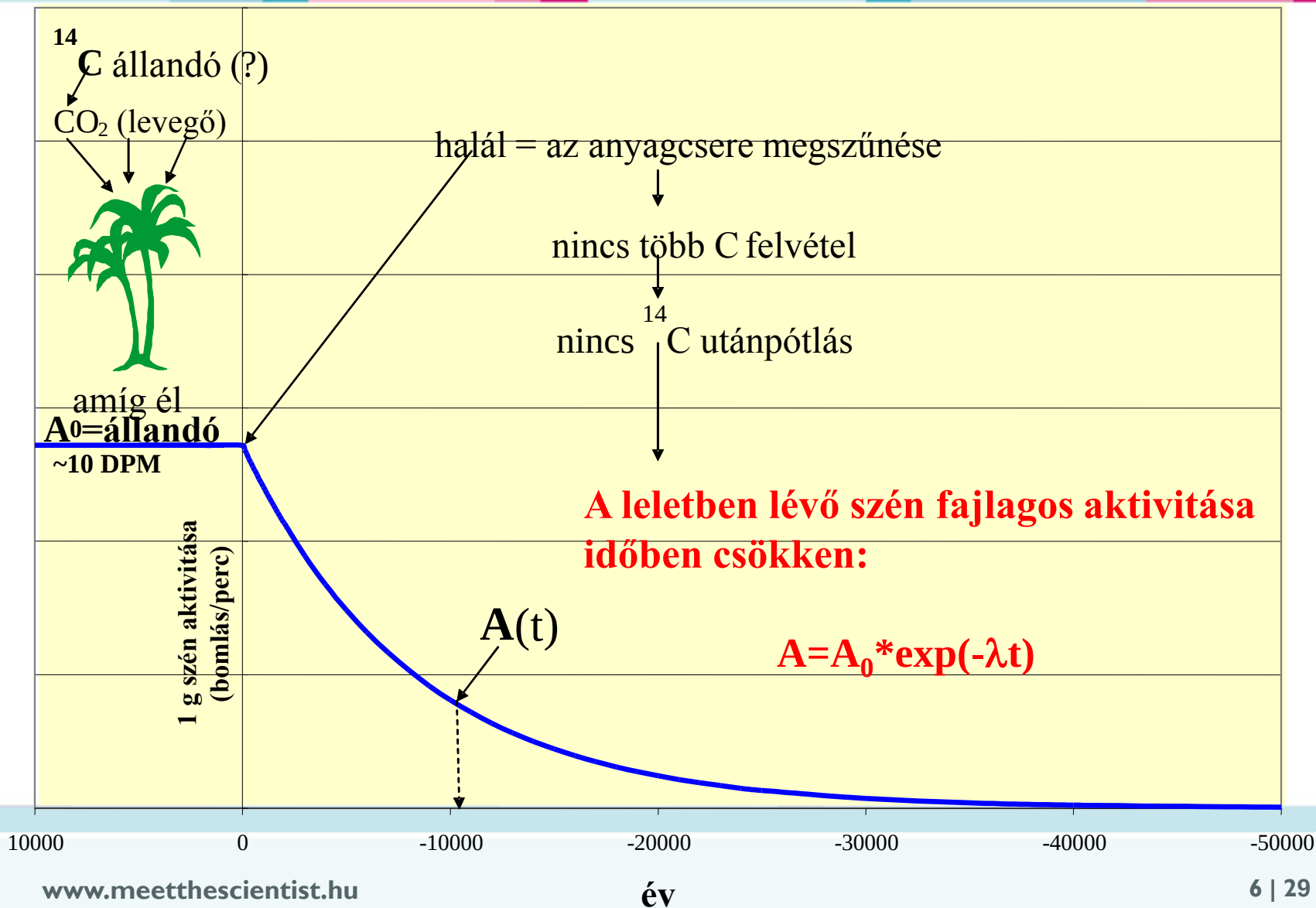
- az élőlények ^{14}C tartalma állandó
- a radioaktív anyagok jól használhatóak „óra”ként a bomlástörvény szerint, azaz

$$- \text{eltelt idő (t)} \sim \ln \frac{\text{kezdeti aktivitás}}{\text{későbbi aktivitás}}$$

állandó
mérhető

Mérjük időt ^{14}C aktivitásméréssel!

A ^{14}C mennyiség (aktivitás) mérésén alapuló kormeghatározás



A ^{14}C módszerrel datálható anyagok:

**Minden olyan anyag kora meghatározható, amely
légköri eredetű szénet tartalmaz!**

Így datumozhatók a

fa, faszén maradványok, mag, levél, vászon, tőzeg, humusz, csont, elefántcsont, szövet, szarv, haj, kagyló, csiga, karbonát üledék, cseppkő, talaj, vízben oldott organikus és inorganikus szén, jég.....

Általában **nem datumozható**, mivel nem ad reális kort pl. *a vakolat, habarcs, kerámiában maradt szerves anyag.*

Különleges technikát igényel *festmények, barlangrajzok, vaseszközökben lévő szén datumozása.*

A minta mennyiségét a minta széntartalma, a szerves anyag állapota, a szennyezők mennyisége és a datumozás módszere határozza meg!

A ^{14}C kormeghatározás rendkívül széles körben használható

Régészet

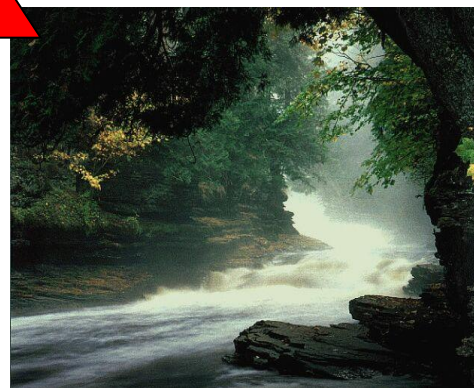


^{14}C

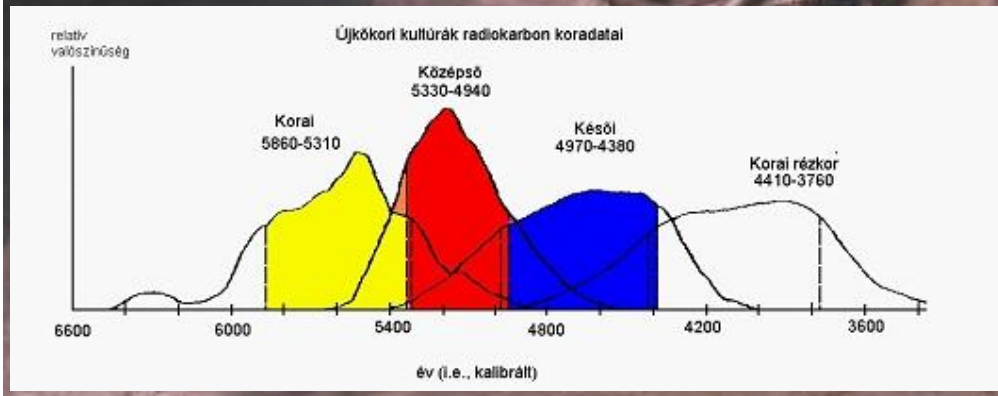
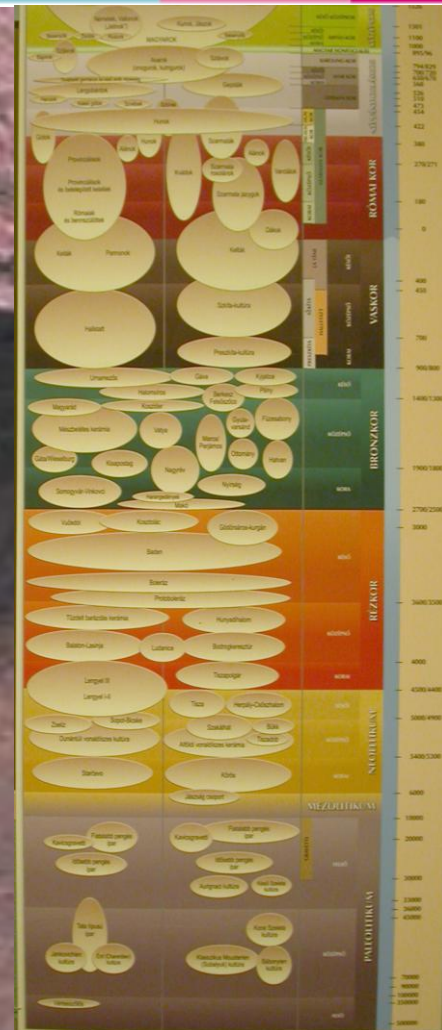
Geológia



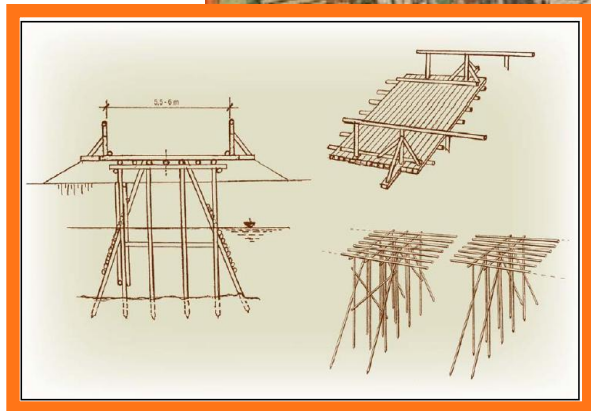
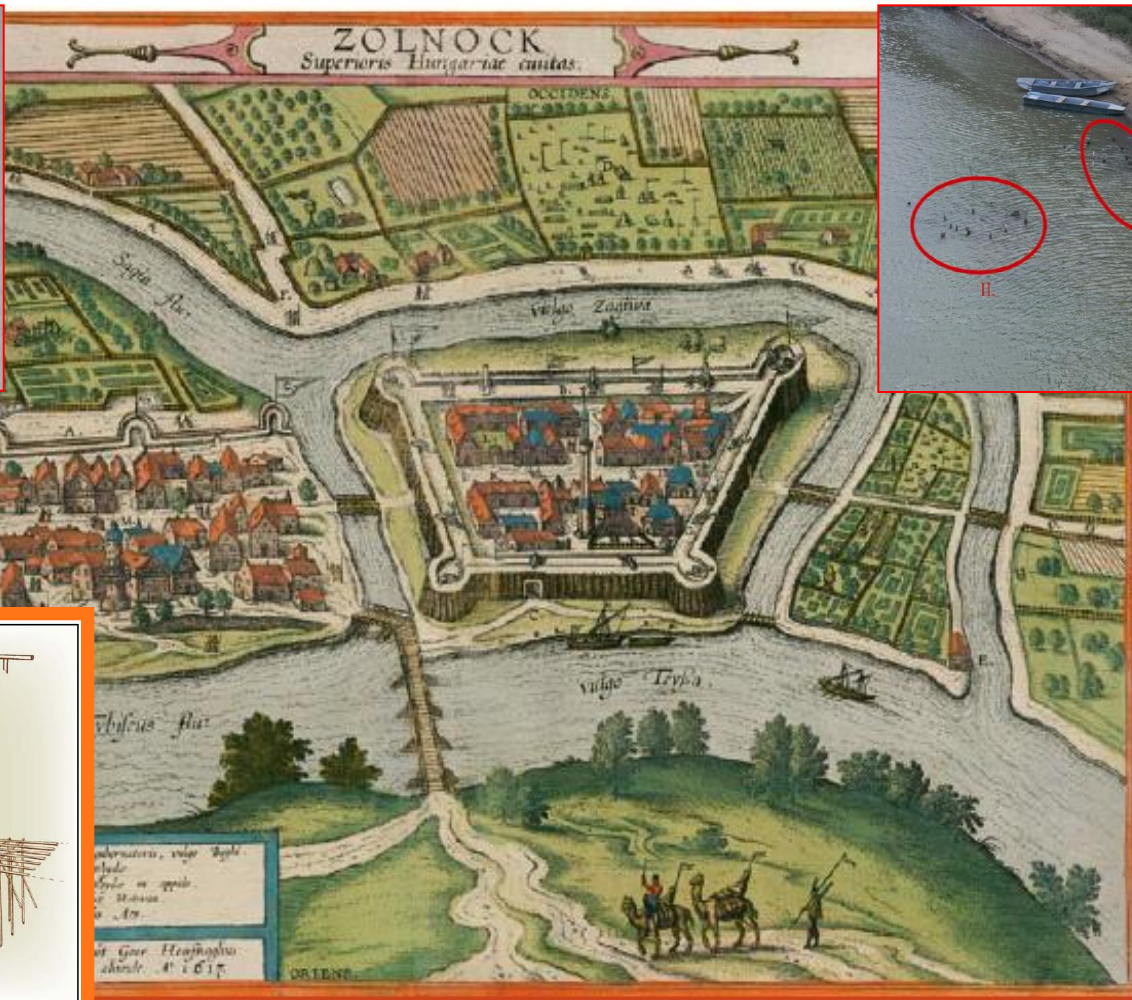
Hidrológia



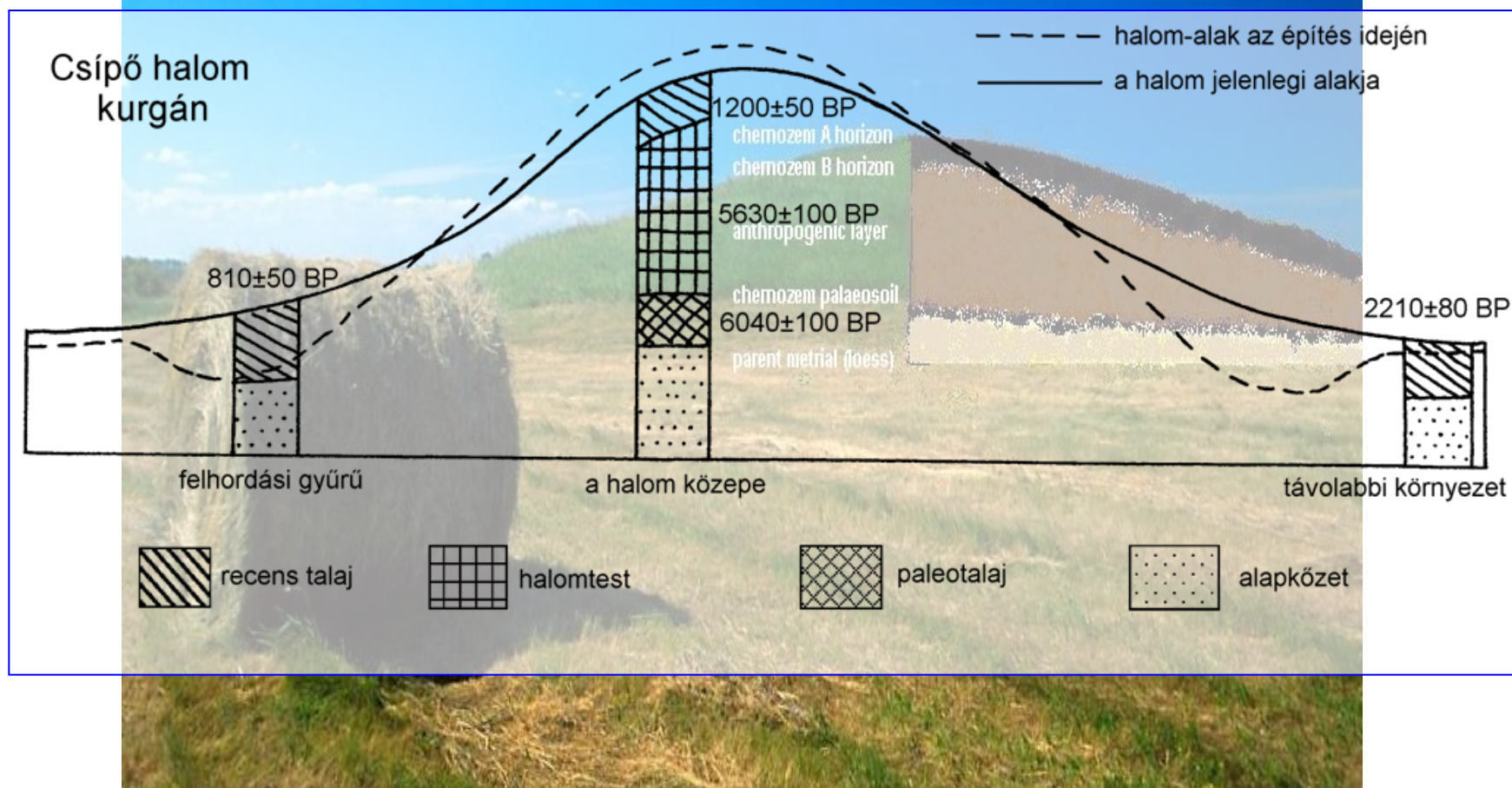
Múltbeli emberi kultúrák vizsgálata radiokarbon módszerrel



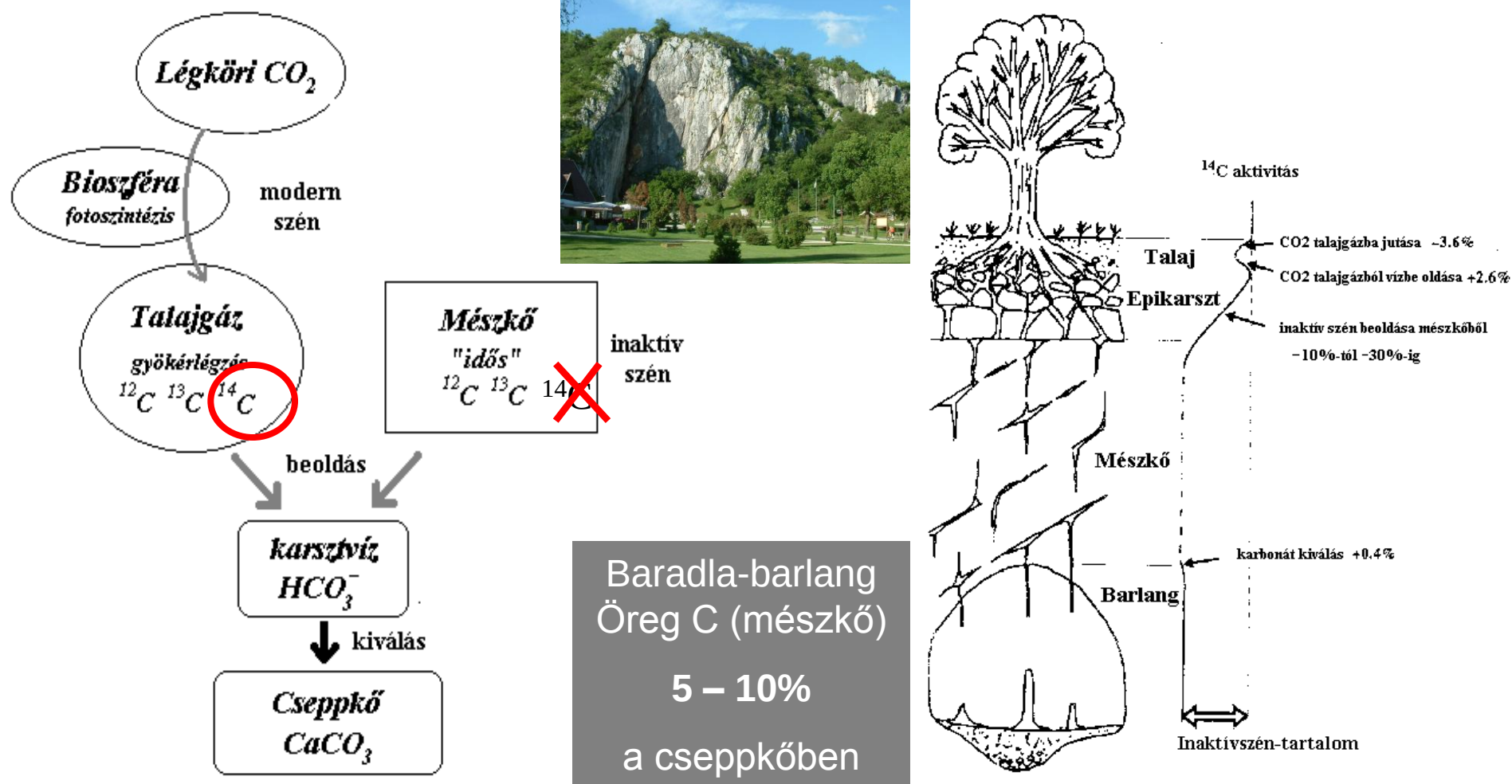
Történelmi helyek, alkotások hitelességének vizsgálata ^{14}C -el



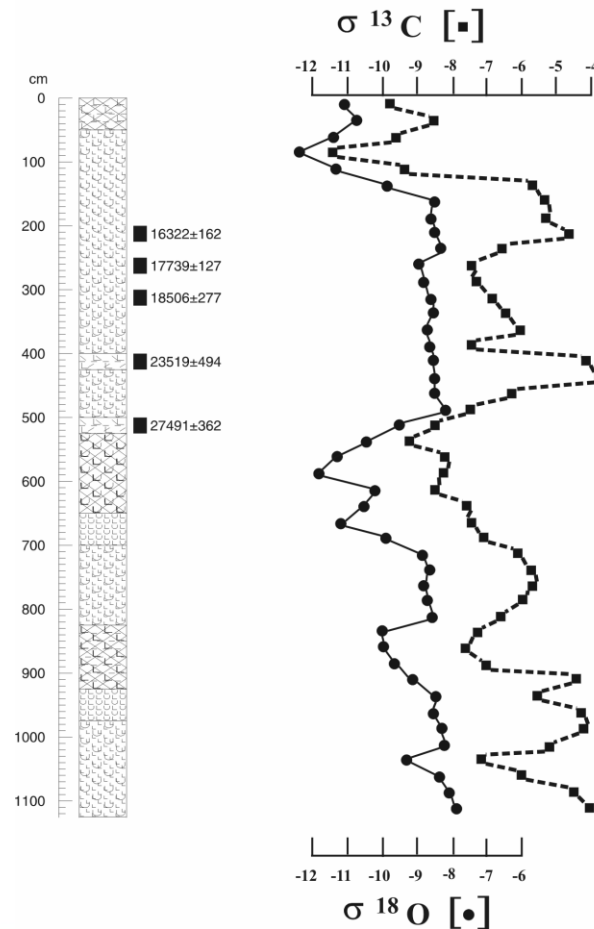
Történelmi helyek, alkotások hitelességének vizsgálata ^{14}C -el



Karbonátos kőzetek (pl. cseppkövek) vizsgálata ^{14}C -el



Klíímaváltozás tanulmányozása (pl. a „csiga-hőmérő kalibrálása”)



Felső-würm löszös réteg,
hidegkedvelő Mollusca dominancia,
ciklikus mezo- és termofil arány-
növekedés,

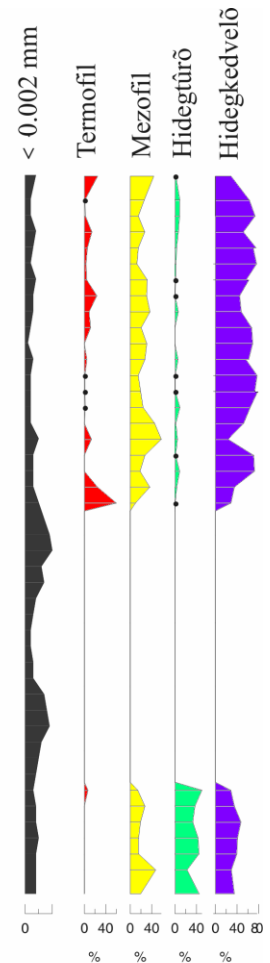
c. 25.000 - 14.000 BP évek között

Würm_{2,3} fosszilis talaj, podzolos
fedő szint, termofil fajok
c. 25.000-32.000 BP év között

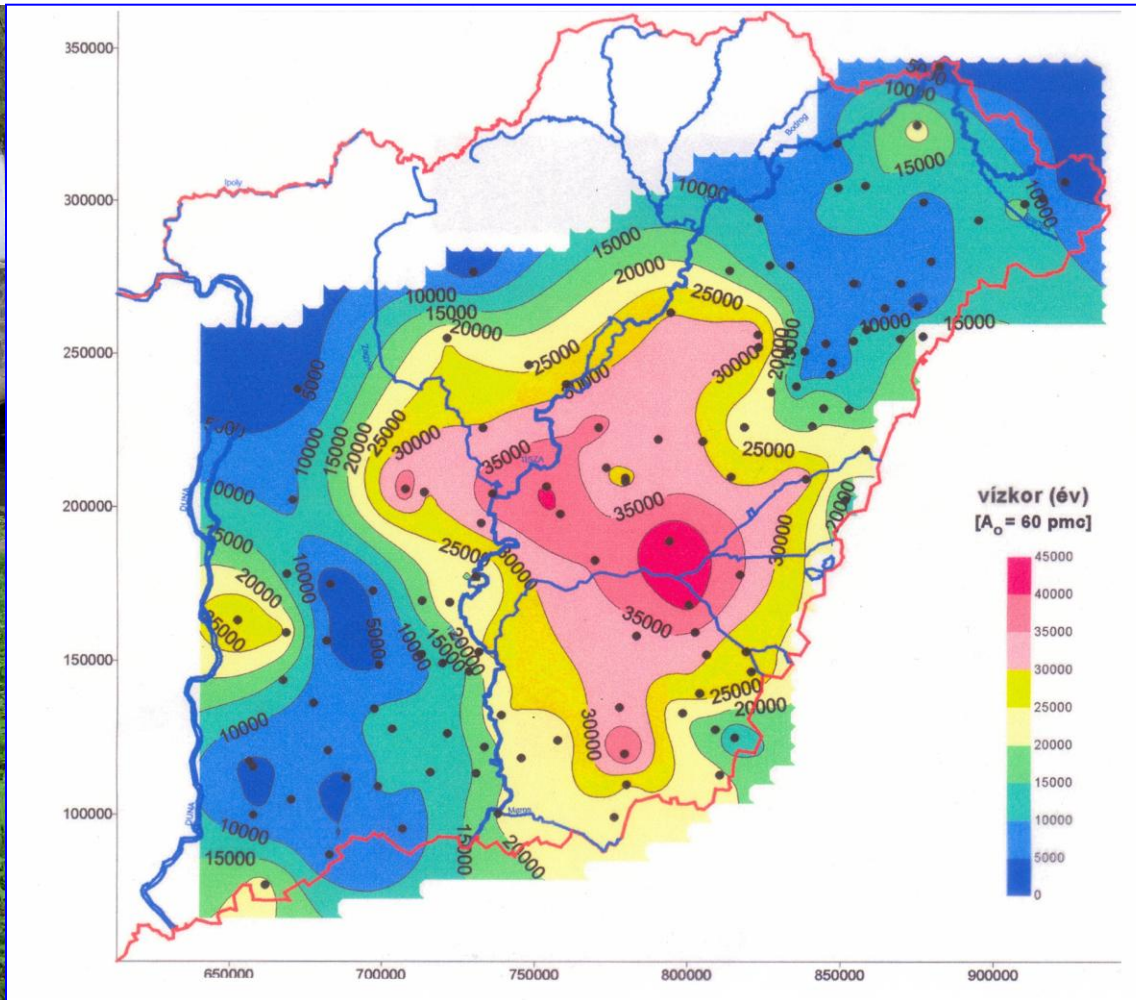
Középső Würm löszös réteg
áthalmazódási nyomok
c. 32.000-50.000 BP év között

Würm_{1,2} fosszilis talaj,
áthalmazódási és oldódási nyomok
c. 50.000-60.000 BP év között

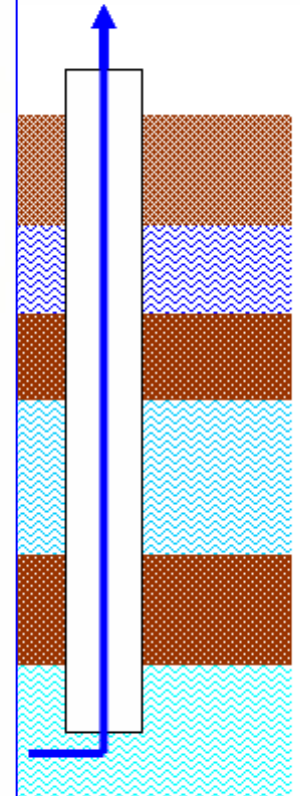
Alsó Würm löszös réteg
hidegkedvelő fauna dominancia
c. 60.000-75.000 BP év között



Vízbázis-védelem (^{14}C „víz-kor”)

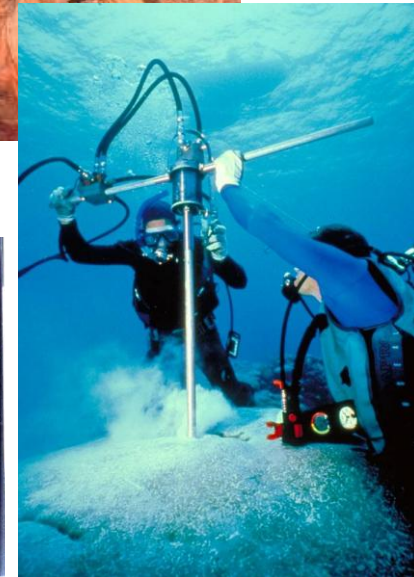
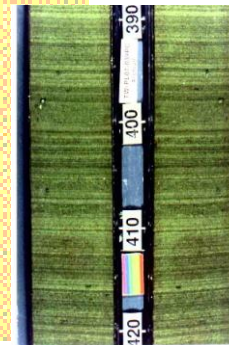
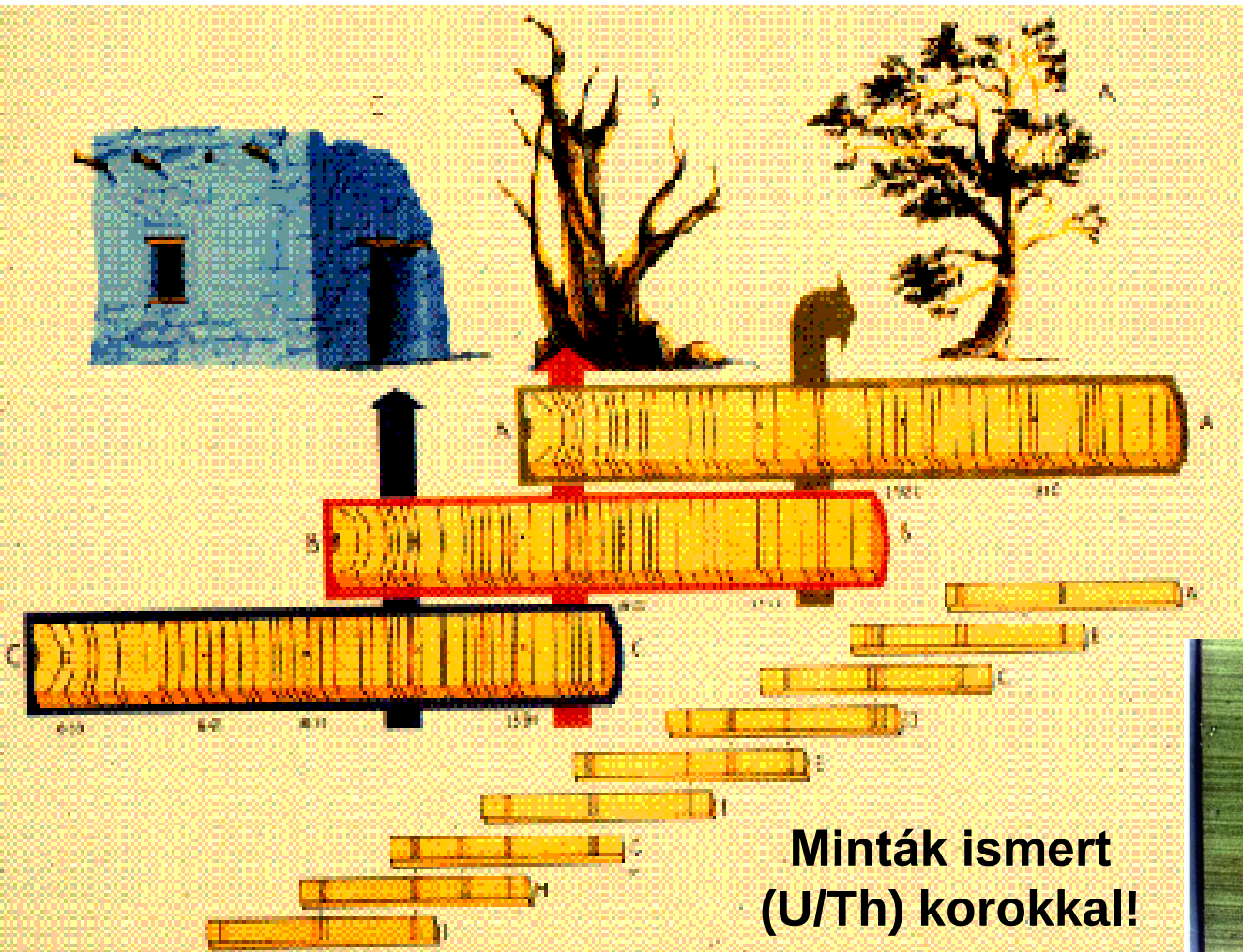


víz

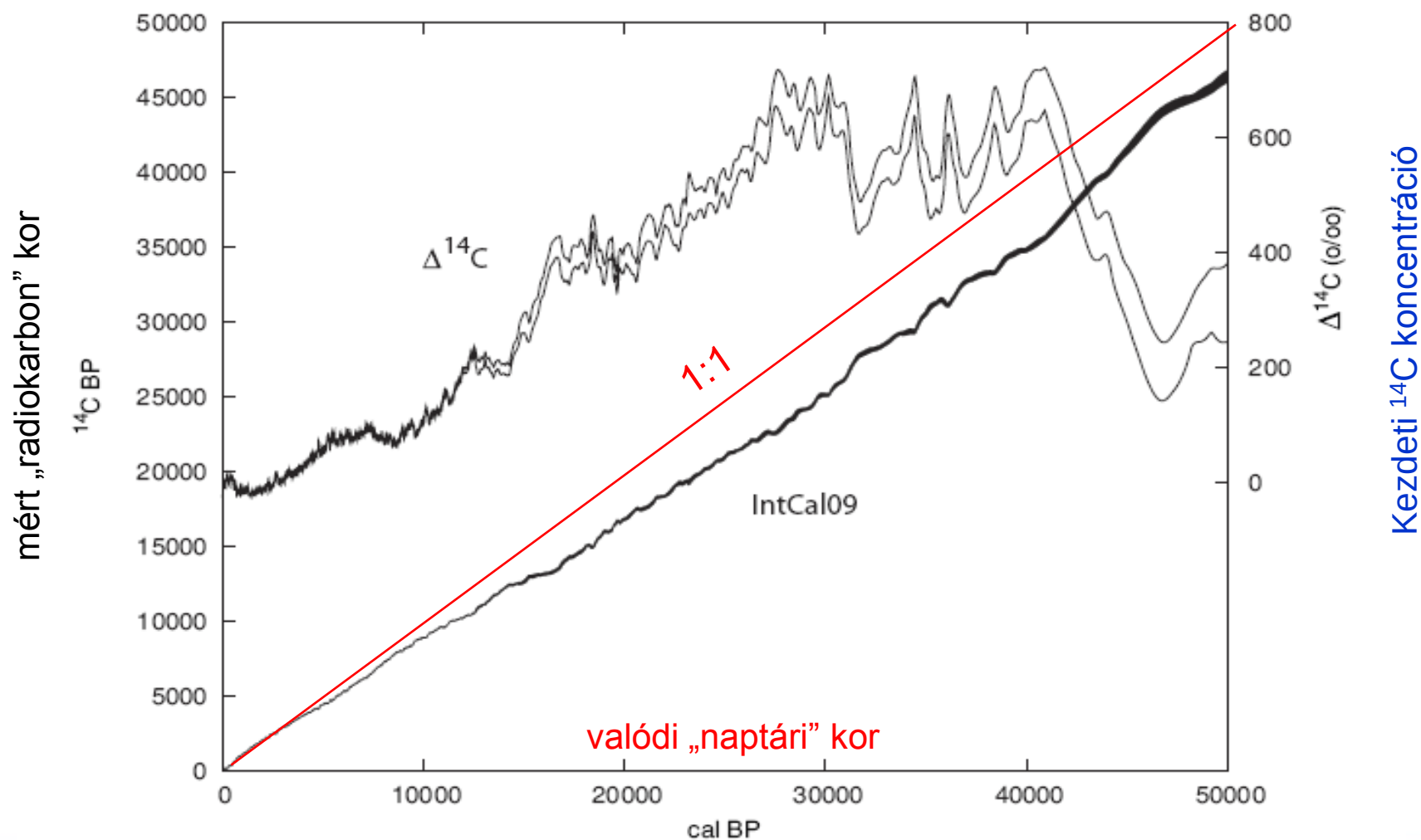


kevés a ^{14}C

A ^{14}C korszála kalibrálása: faévggyűrűk, korallok és üledékek segítségével



Kalibráció ma (2011): az elmúlt 50.000 évre visszamenően



Miért kell a Libby-féle „konvencionális” ^{14}C korokat kalibrálni?



**A természeti jelenségek
általában nem állandók....**

**... aktuális ismereteink
általában korlátozottak.**

**A Földet érő kozmikus
sugárzás intenzitásának
ingadozásai.**

**A szén-dioxid
óceánokban való
oldódásának változásai
(hőmérséklet ↔ klíma).**

**A légkör szén-dioxid
tartalmának változásai.**

**A ^{14}C felezési ideje
ismeretének
bizonytalansága.**

stb...stb...stb...

Emberi hatás: fosszilis szénnel hígítjuk a légkör ^{14}C tartalmát...



kőolaj



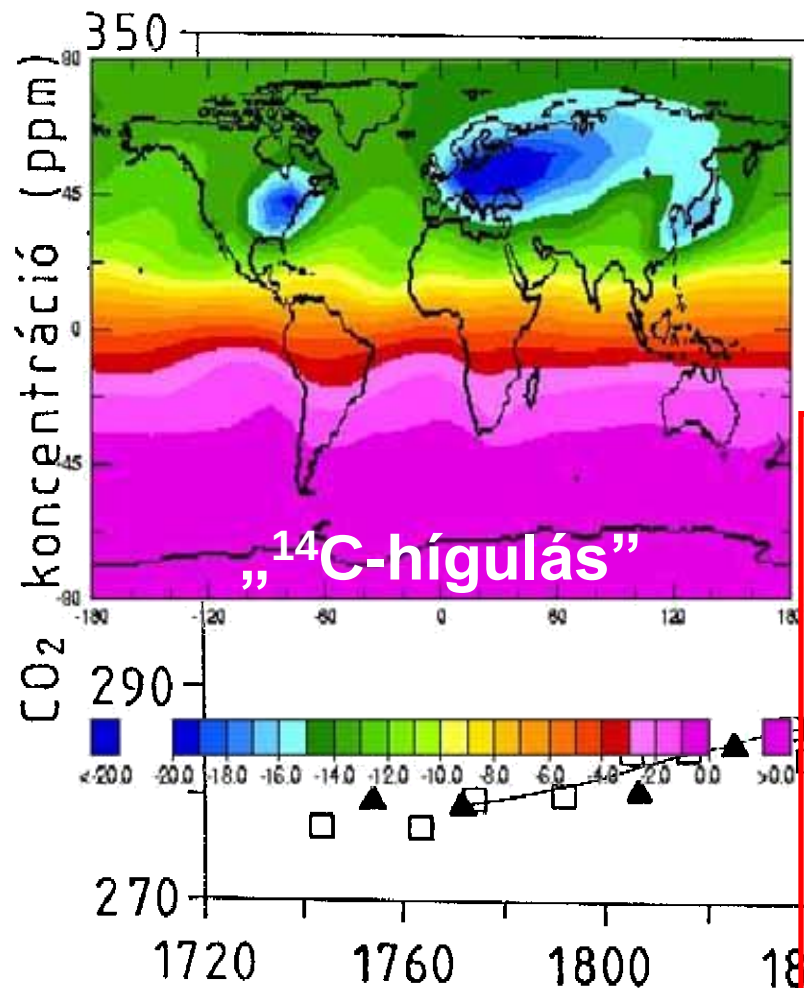
kőszén

Fosszilis szén: „ ^{14}C mentes” szén

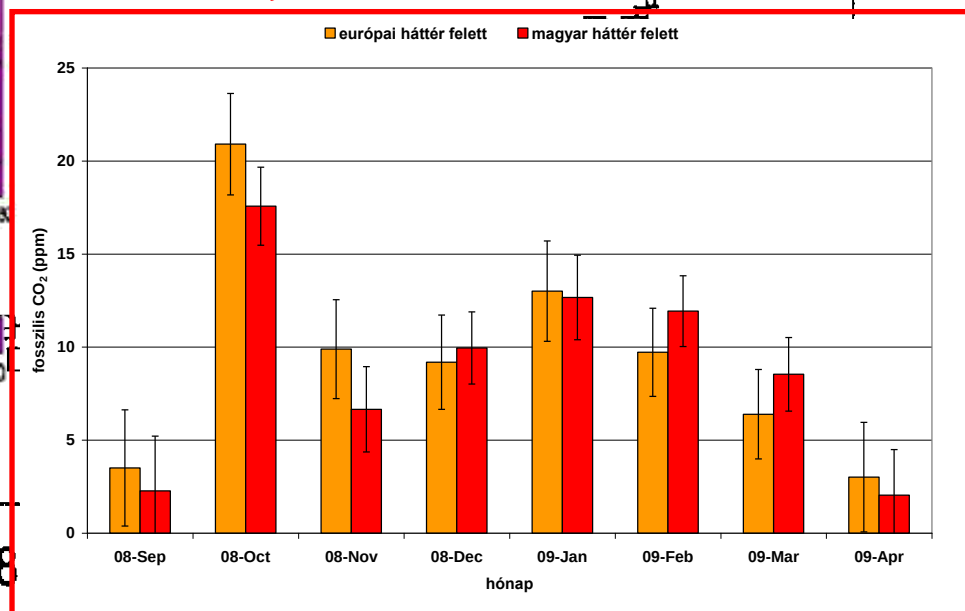
földgáz



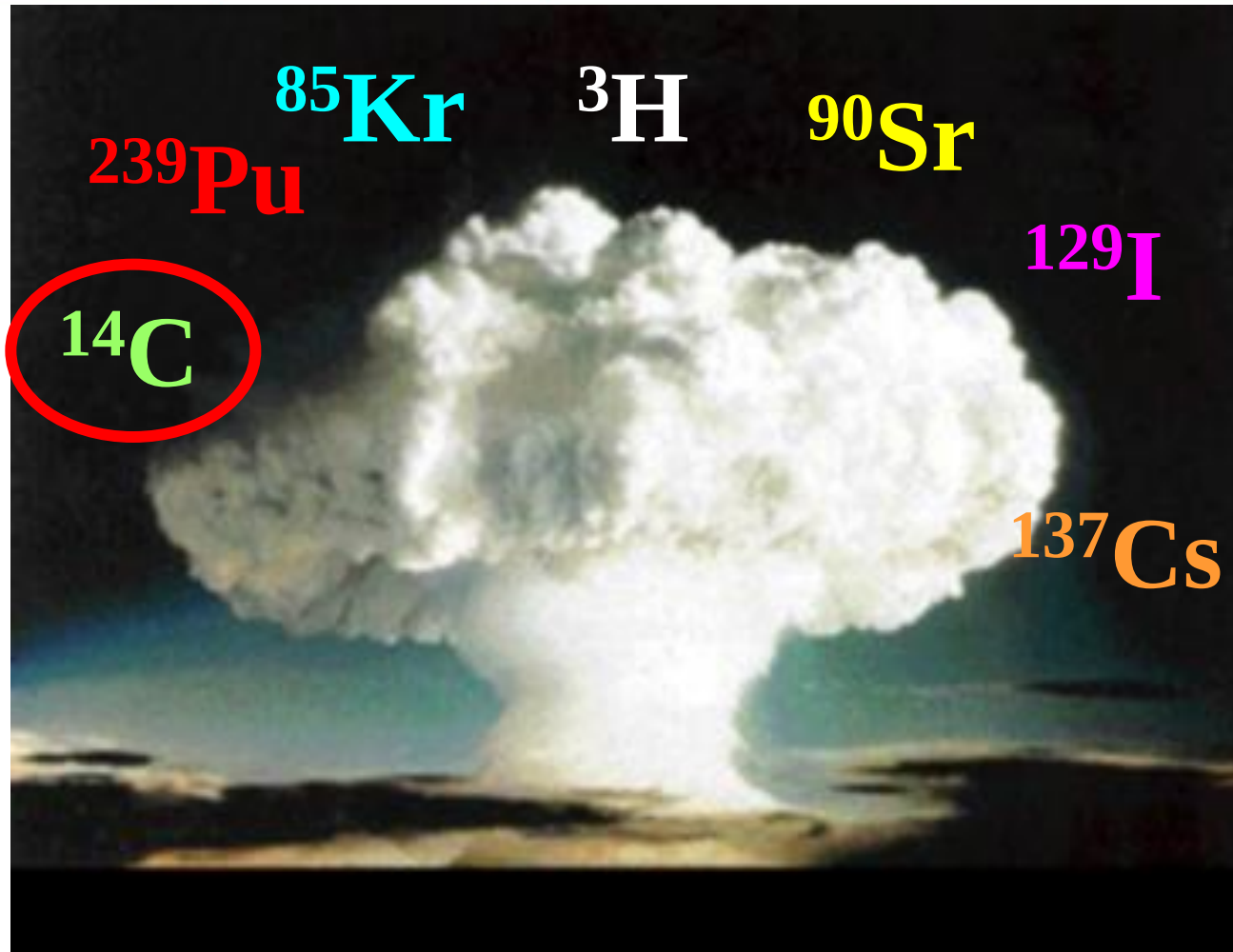
A fosszilis szén mennyisége mérhető a ^{14}C hígulás mérésével



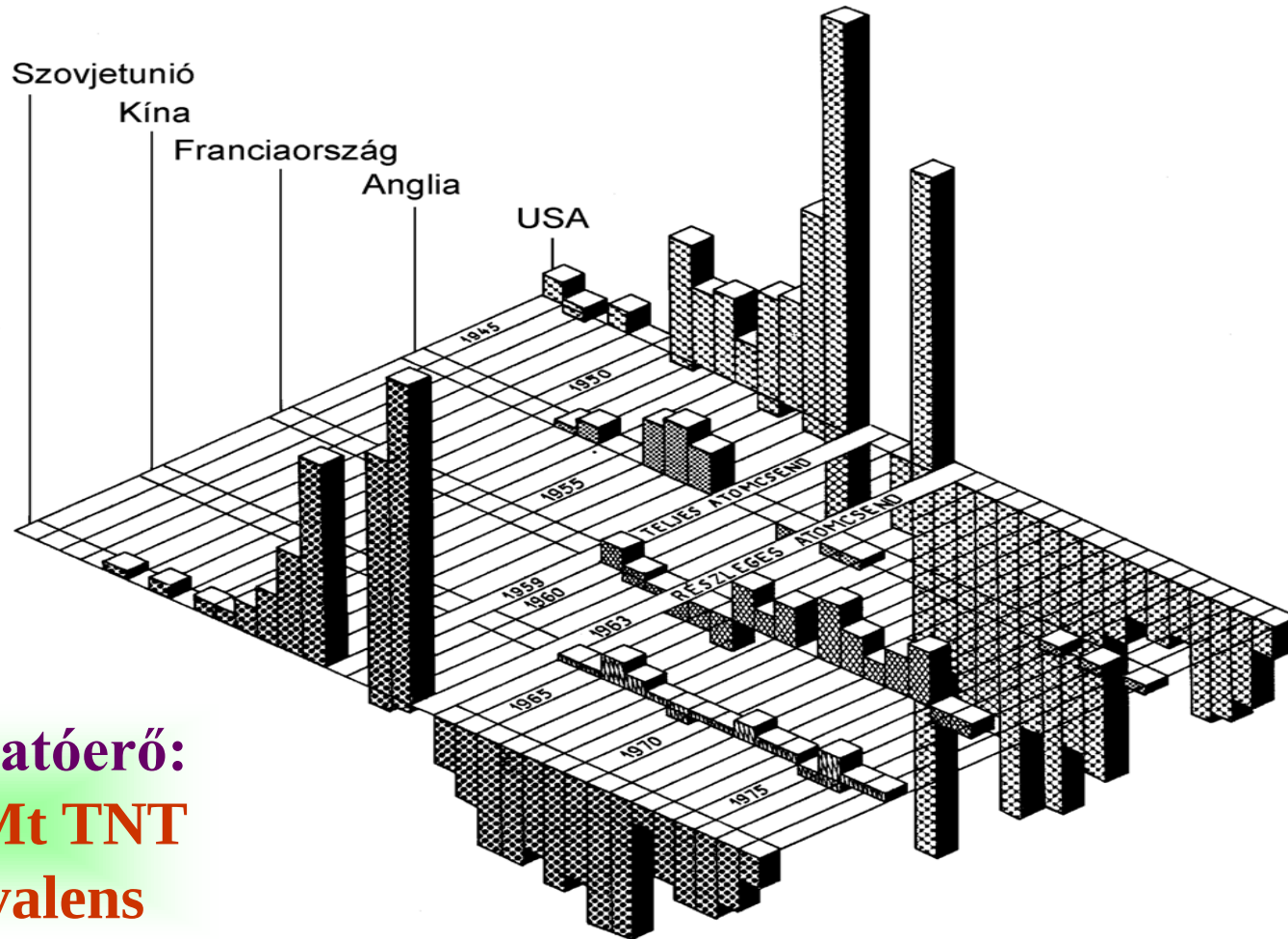
Debrecen, 2008 tél



A hígítással ellentétes emberi hatás: mesterségesen is előállítanak ^{14}C -et

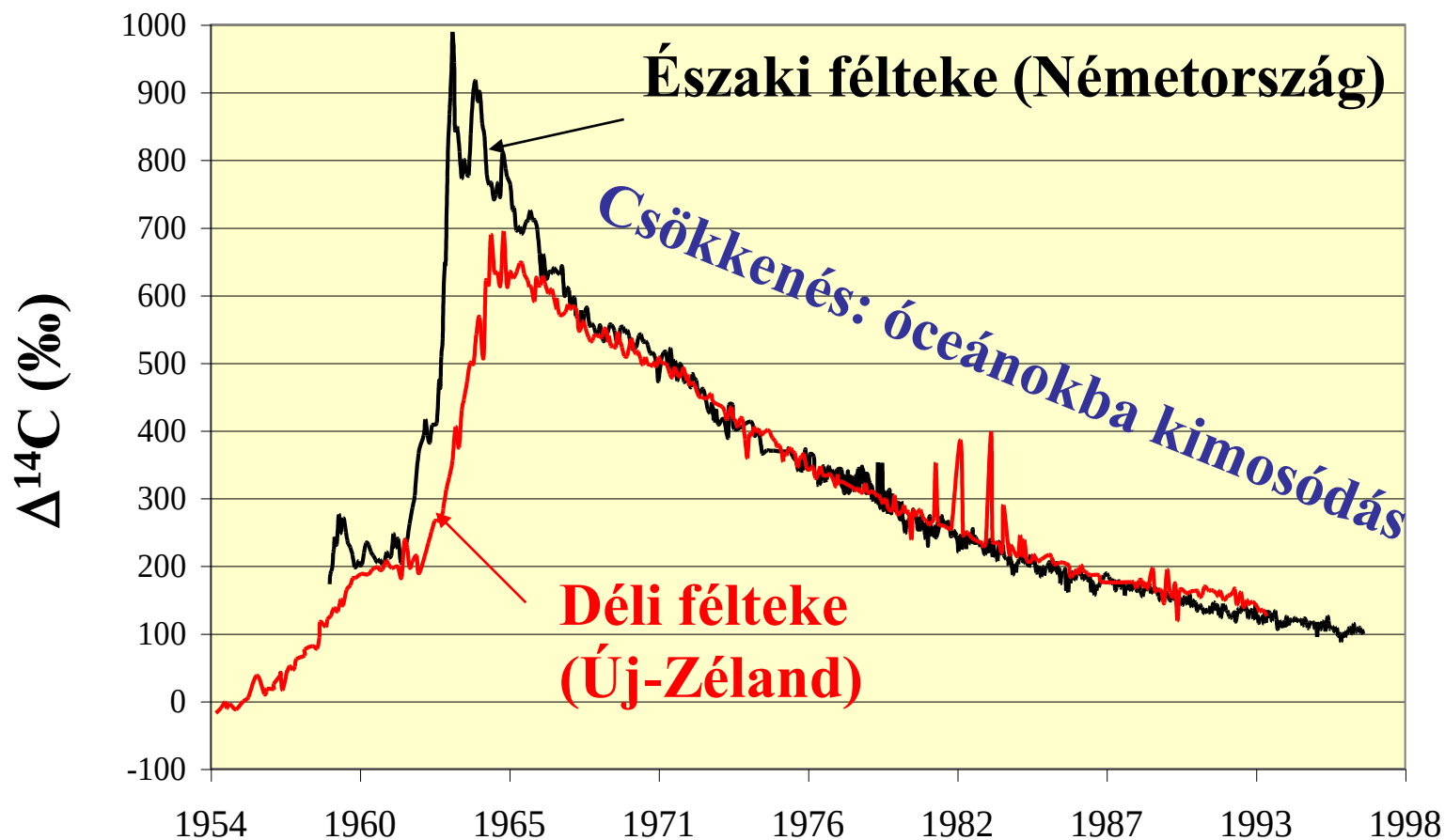


A kísérletek egyezményes betiltásáig (1963): ~ 400 légköri robbantás

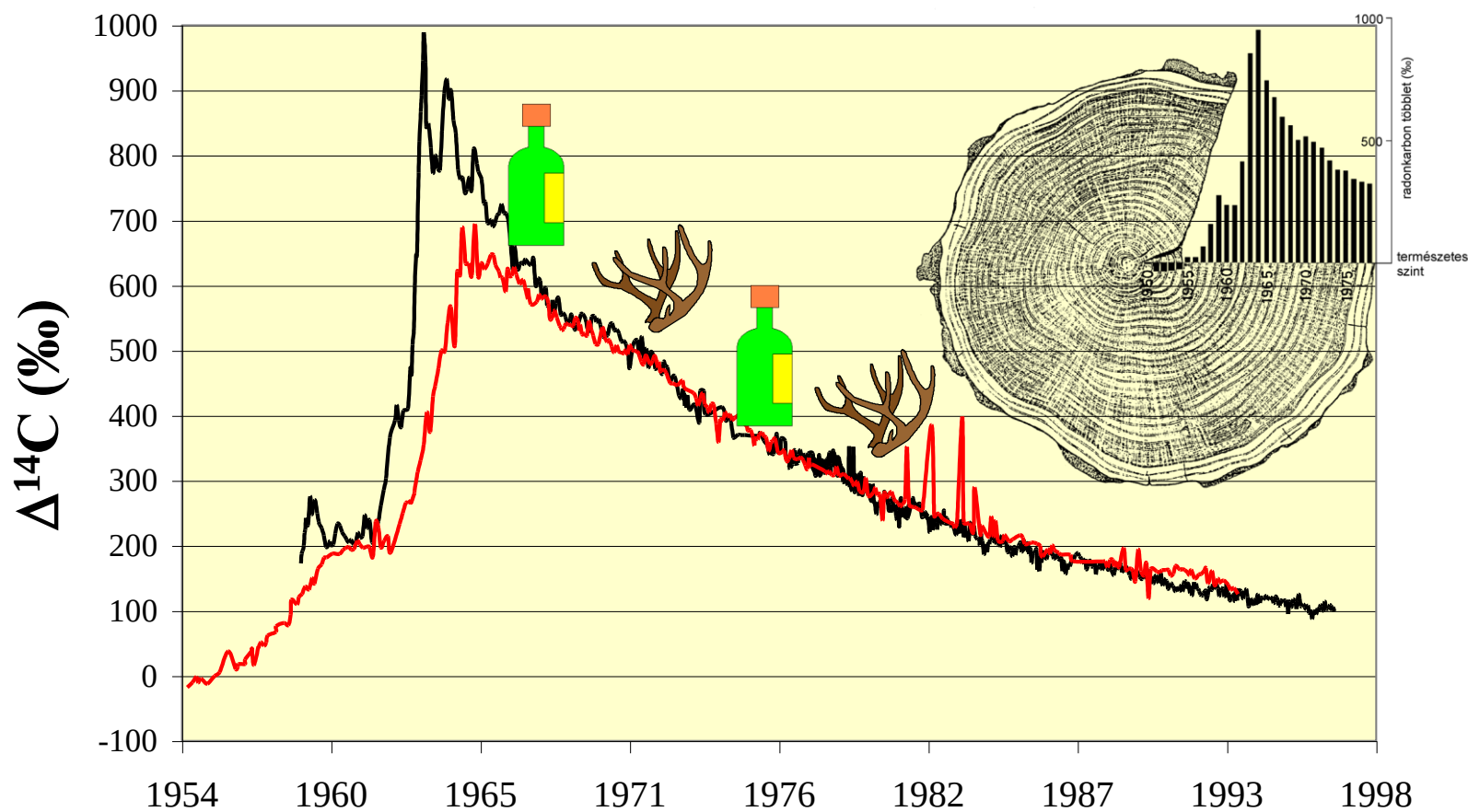


Össz hatóerő:
~500 Mt TNT
ekvivalens

Globális hatás: légköri ^{14}C „atomboma-csúcs”



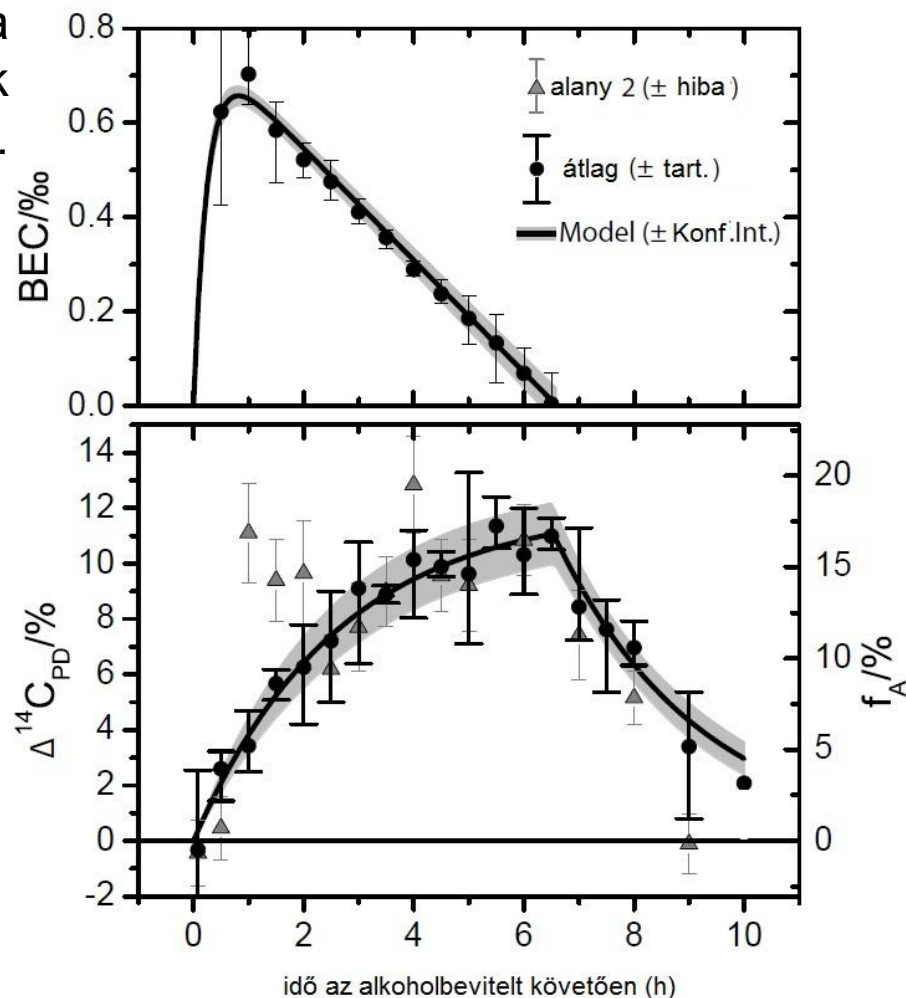
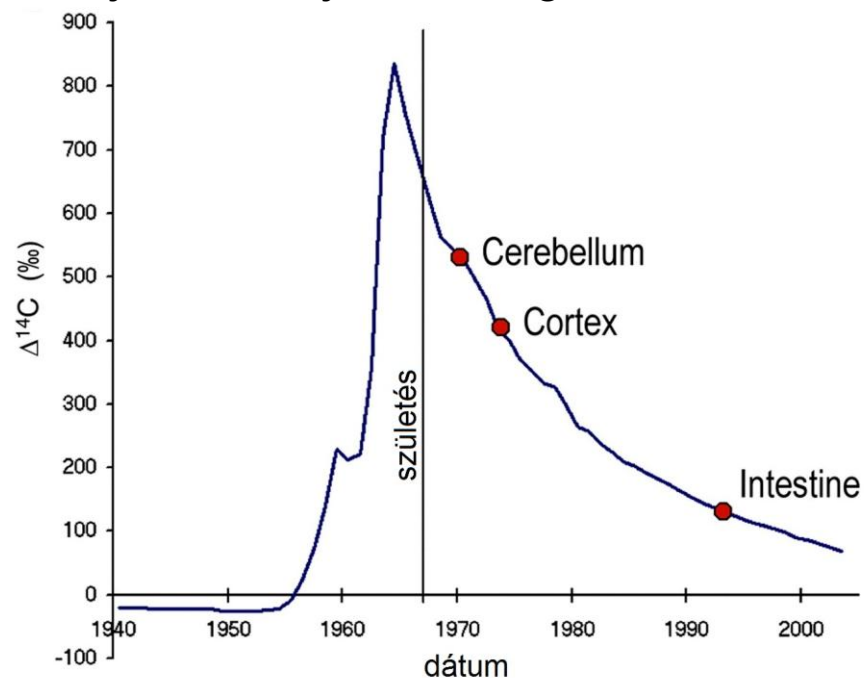
Légköri ^{14}C „atomboma-csúcs”: éves pontosságú azonosíthatóság



A ^{14}C „atombomba csúcs” az orvostudomány szolgálatában...

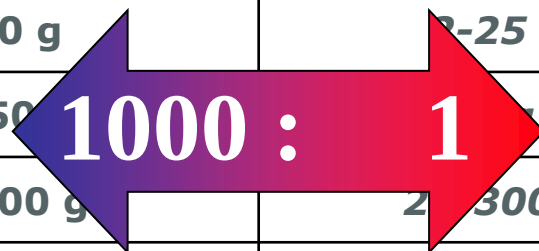
Alkohol metabolizmus tanulmányozása
1,5 dl 1964-es évjáratú konyak
elfogyasztása után.

Az agyi szövetek
fejlődési idejének vizsgálata.



Az új alkalmazásokat sokszor a mérés technika korlátozza

Minta típus	szén tartalom (%)	β - számlálós aktivitásmérés (LSC, GPC)	Izotópszámlálás tömegspektrometria (AMS)
faszén, tőzeg	50-90	3-6 g	1-50 mg
fa	2-10	30-150 g	10-125 mg
szövet, vászon	10-50	6-50 g	2-25 mg
üledék, talaj	0,2-5	50-150 g	1-1 g
csont, fog	1-5	60-300 g	2-300 mg
korall, cseppkő	10	10-30 g	25 mg
talajvíz, rétegvíz	0,01	50-500 liter	50-200 ml
levegő	0,04	2000-3000 liter	2-3 liter



Régészeti kormeghatározáshoz
(hiba <0,3%) szükséges mérésidő

1 hét



1 óra

Kezdetben a minta C tartalmát CO_2 formába hozzuk és megtisztítjuk



A milligrammos mintamennyiségek tiszta kémiai preparálása nagy kihívás

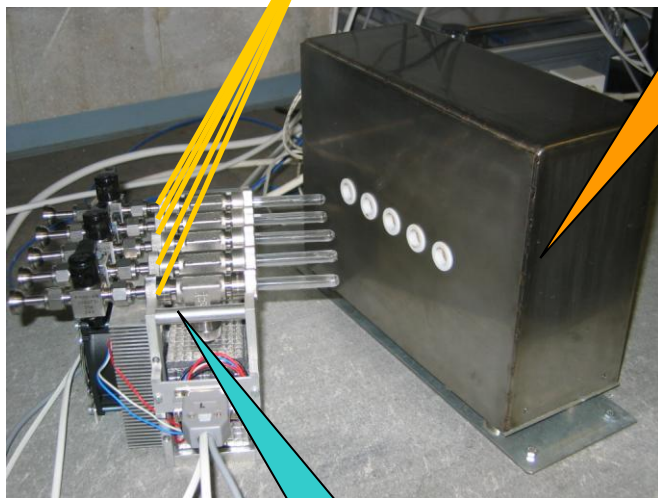


A gyorsító tömegspektrométer (AMS) általában grafit mintát mér

grafitizáló reakciócella

~ 600 C
kemence

vezérlő egység

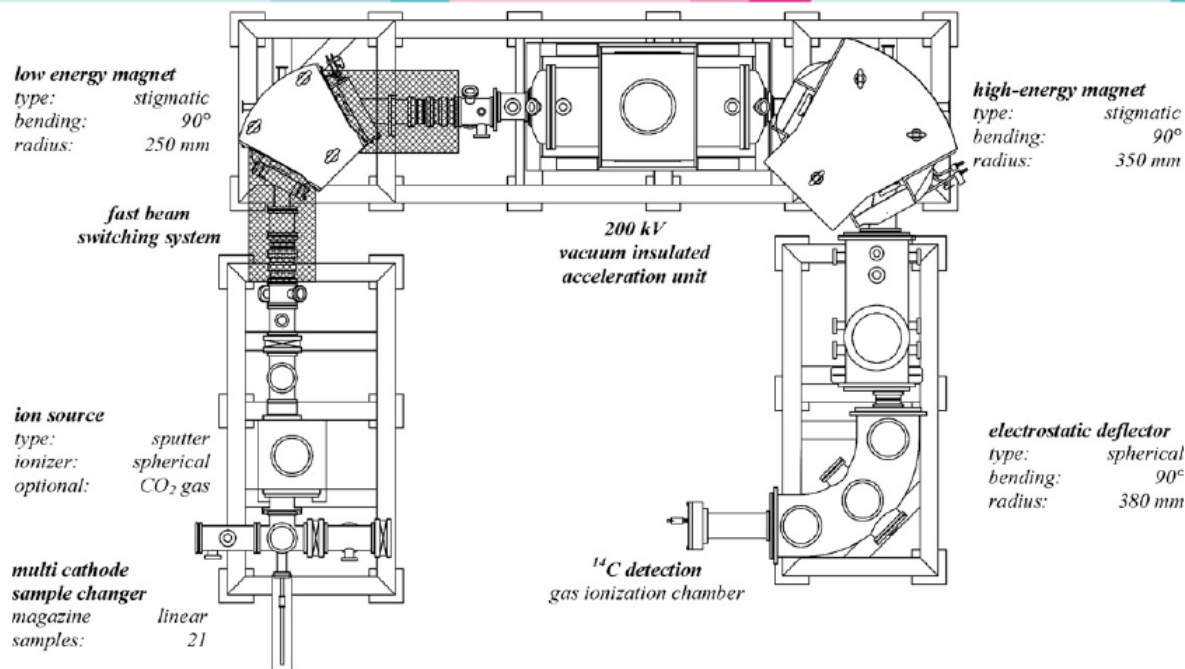


~ 0 C
hűtő



**Debrecenben: 4 db
kemence-hűtő páros**

Debrecenben is elérhető a legmodernebb ^{14}C AMS méréstechnika



**Dedikált ^{14}C AMS
„EnvironMICADAS”**

**Accelerator Mass
Spectrometer (AMS)**

**Alsó méréshatár:
0,3 pMC ~ 50.000 év**

**MTA ATOMKI-ban üzembe helyezve:
2011. június**



**Támogatók:
Új Magyarország Fejlesztési Terv (GOP-2.1.1-09/A-2009-2008)
Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA MB08-A 81515)**





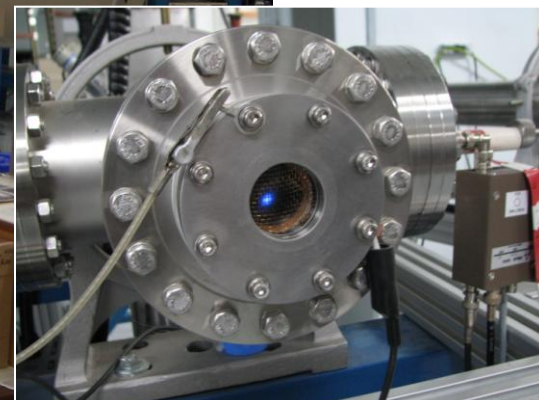
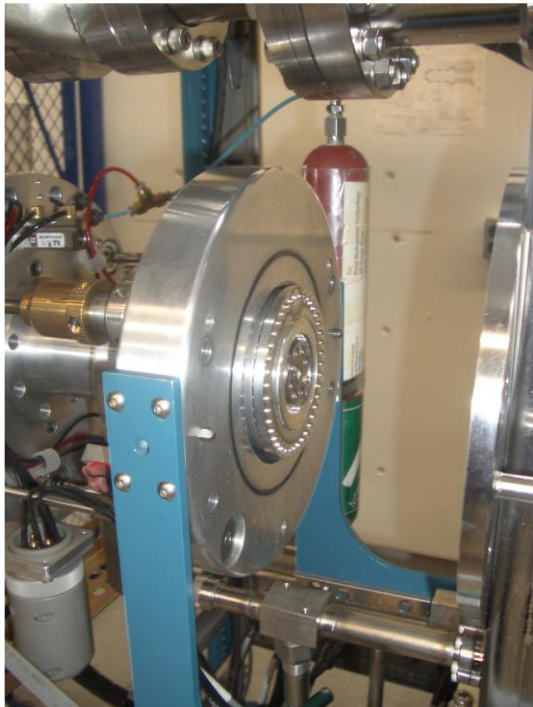
Köszönöm!

mmol@atomki.hu
www.atomki.hu/hekal

www.meetthescientist.hu



Fulbright ösztöndíjasként Arizónában 2008-ban:



Fulbright ösztöndíjasként Arizónában 2008-ban:

kémia



CO₂ gyártás



grafit



US iroda



A nice Lab in UA for AMS ¹⁴C dating

Fulbright ösztöndíjasként Arizónában 2008-ban:

Festivals



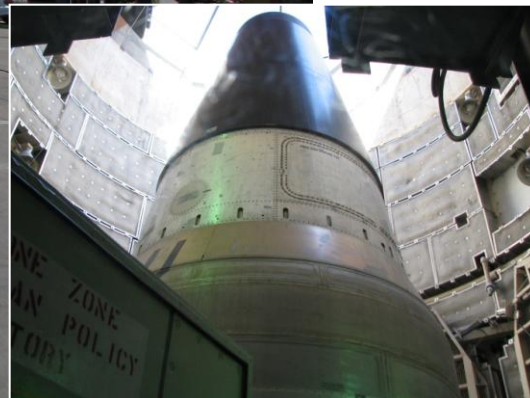
Sivatag



Régi idők



Fegyverek



the beautiful Tucson

Fulbright ösztöndíjasként Arizónában 2008-ban:

kollegák



Theresa

Peter



Emricks

nice friends!