

# A radioaktív hulladékokról



**Molnár Balázs**  
**RHK Kft.**

Szeged, 2014. május 20.



# Keressük a választ egy kérdésre!

Radioaktív izotópok széleskörű felhasználása,  
nukleáris energiatermelés fenntarthatósága



**További felhasználására nem kerülő  
radioaktív anyagok, hulladékok**

**Van-e megoldás a radioaktív hulladékok**

➤ **biztonságos,**

➤ **végleges**

**ártalmatlanítására?**



# Radioaktív hulladékok csoportosítása

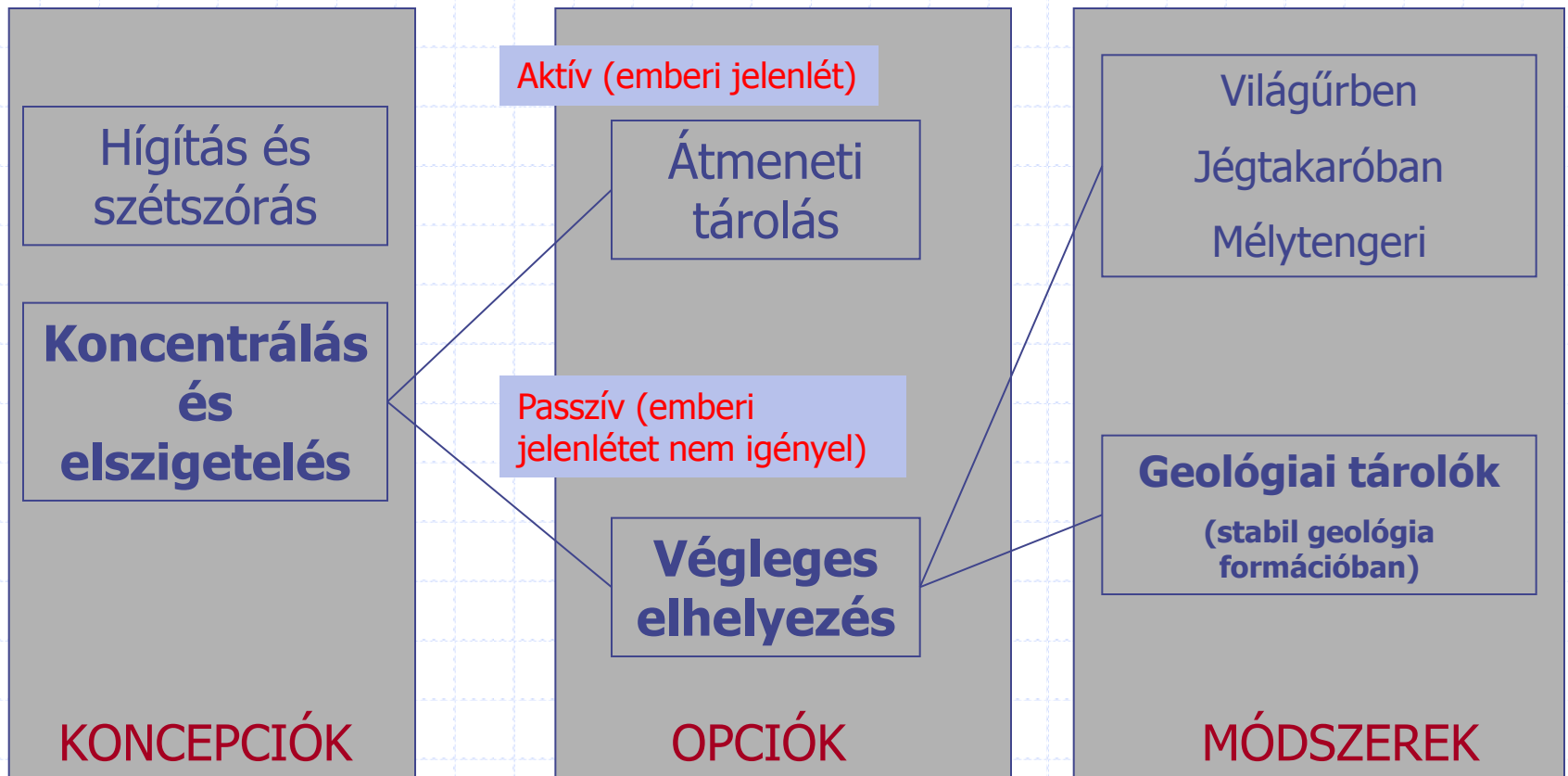
- A radioaktív hulladékok "veszélyességét" leegyszerűsítve a hulladék aktivitásával, illetve a szennyező izotópok felezési idejével jellemezhetjük
- Radioaktív bomlástörvény: az aktivitás időben exponenciálisan csökken

élettartam \ aktivitás	rövid élettartamú	hosszú élettartamú
kis és közepes aktivitású		
nagy aktivitású		Ez a legnehezebb feladat!

Az előadás további részében csak a nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékokkal foglalkozunk (beleértve a kiégett fűtőelemeket is)!



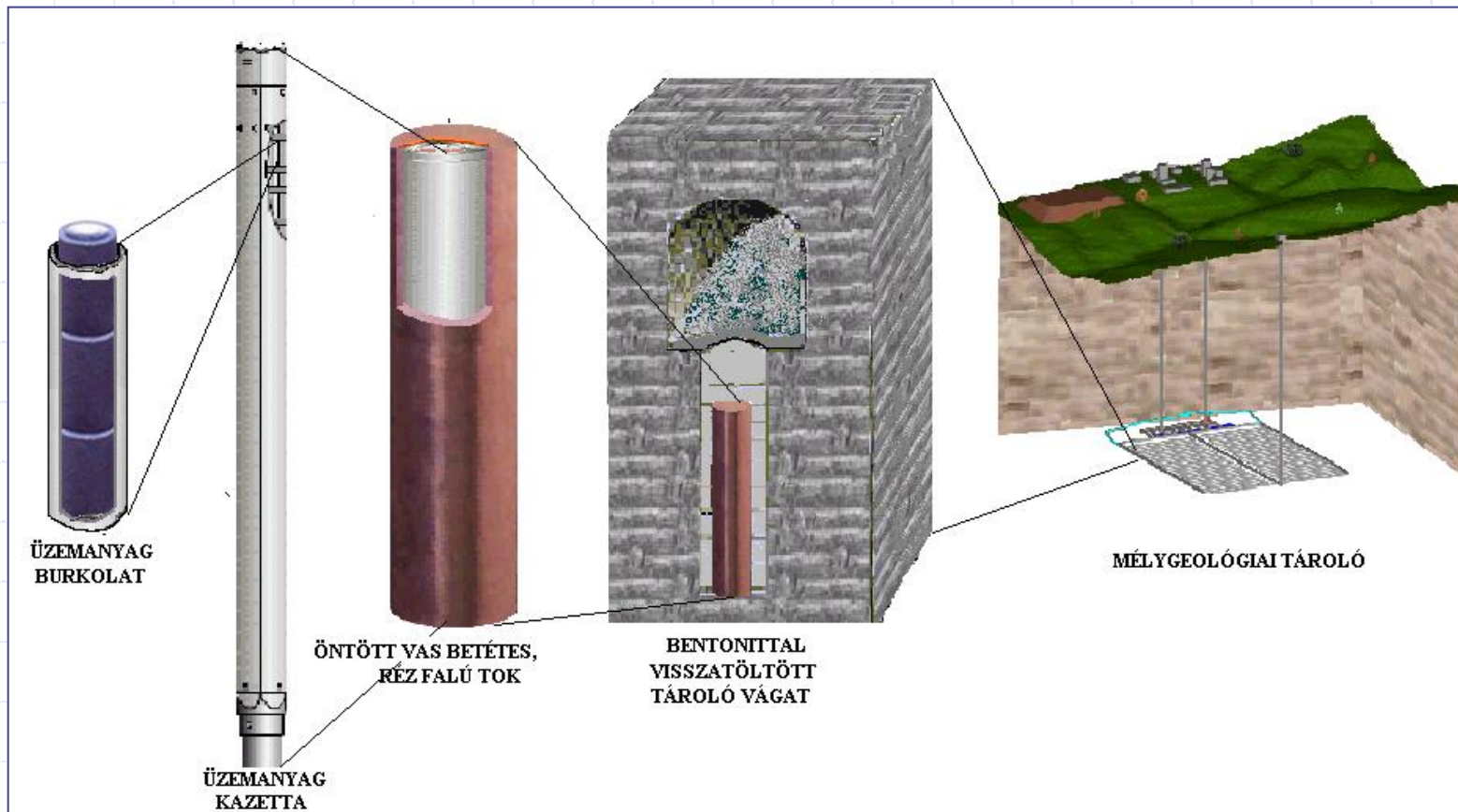
# Végleges ártalmatlanítás módszere





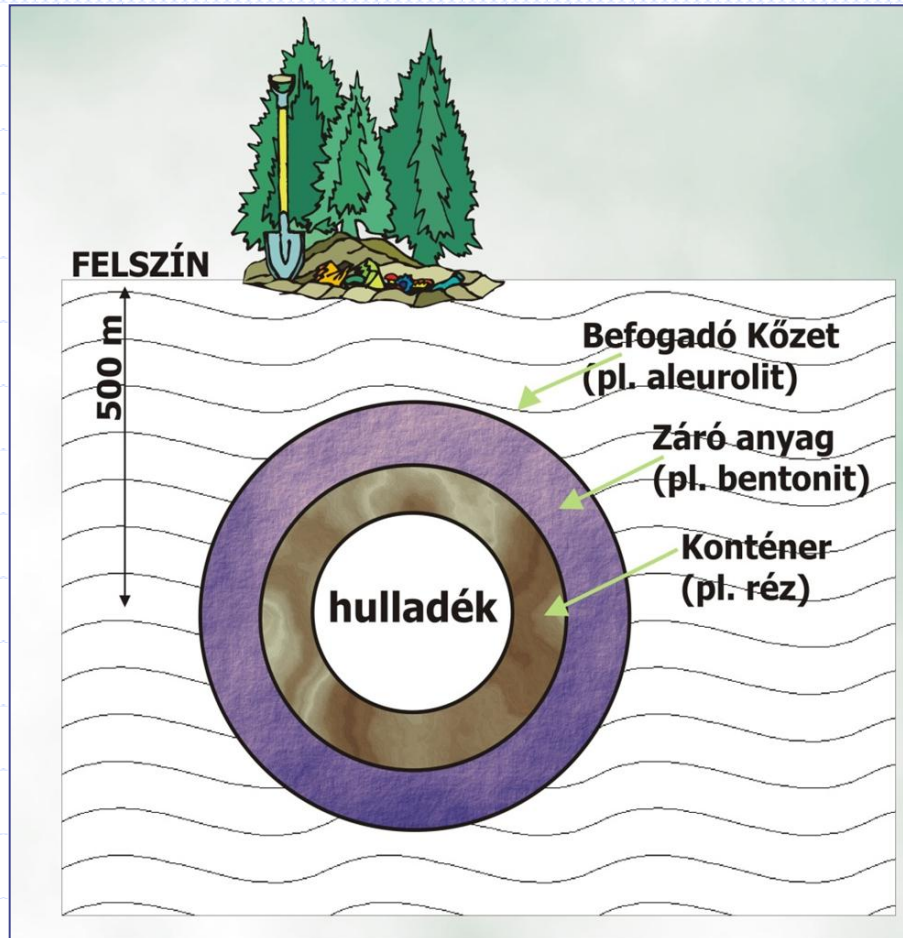
# Az elhelyezési rendszer

- Mérnöki és geológia gátak együttes rendszere





# A biztonság pillérjei

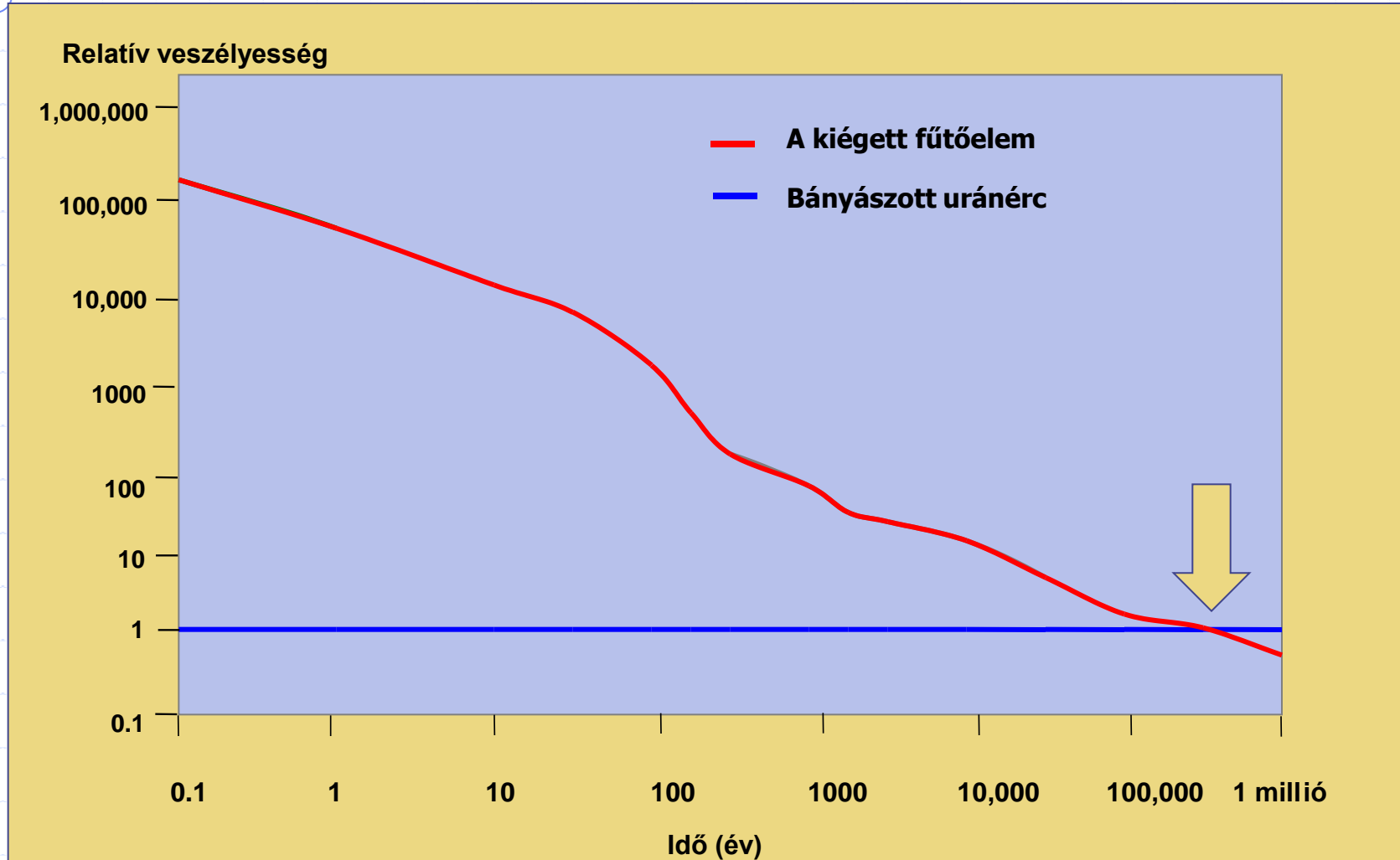


## BIZTONSÁG

- sugárzás árnyékolása
- kimosódás megakadályozása
  - ✓ konténer
  - ✓ záró anyag
  - ✓ befogadó kőzet



# Milyen időtávra kell a biztonságot garantálni?







A nagy aktivitású hulladékok végleges ártalmatlanítására a megoldás a geológiai elhelyezés,

**DE...**

kinek van bátorsága több mint 100 000 éves biztonságról beszélni?

**TERMÉSZETI ANALÓGIÁK**



# Természeti analógia 1 - OKLO

- **ELHELYEZKEDÉS**

- **„AZ ESET”:**

- **NORMÁL U ÉRC**

- 238U --> 99,3%

- 235U --> 0,7%

- **OKLO ÉRCBEN**

- 238U --> 99,6%

- 235U --> 0,4%



- **MAGYARÁZAT:**

- **TERMÉSZETES LÁNCREAKCIÓ**

- **TERMÉSZETI REAKTOROK**



# A láncreakció feltételei

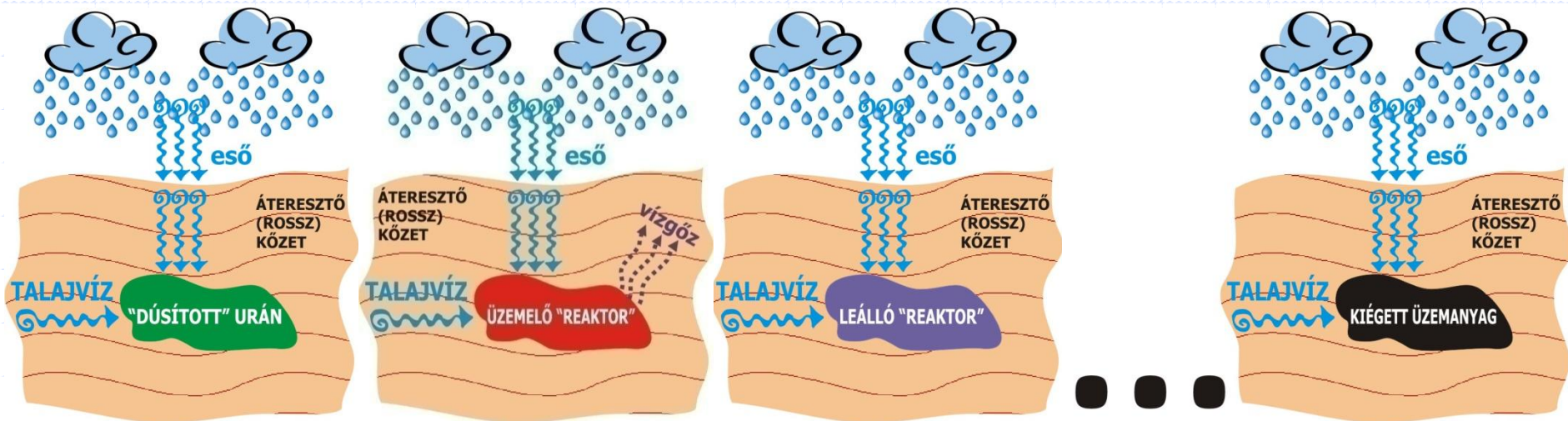
- „DÚSÍTOTT” URÁN ( $U^{235}$  3,5%)
- MODERÁTOR
  - ✓ ESŐVÍZ, TALAJVÍZ BESZIVÁRGÁS





# A természetes reaktor működése

- A reaktor ciklikusan működött
  - ✓ fél óra működés után
  - ✓ a víz elforr (moderátor elfogy, a láncreakció leáll)
  - ✓ a víz visszaszivárog, újraindul a láncreakció
- A természetes reaktor 150 000 évig működött **és termelte a hulladékot**





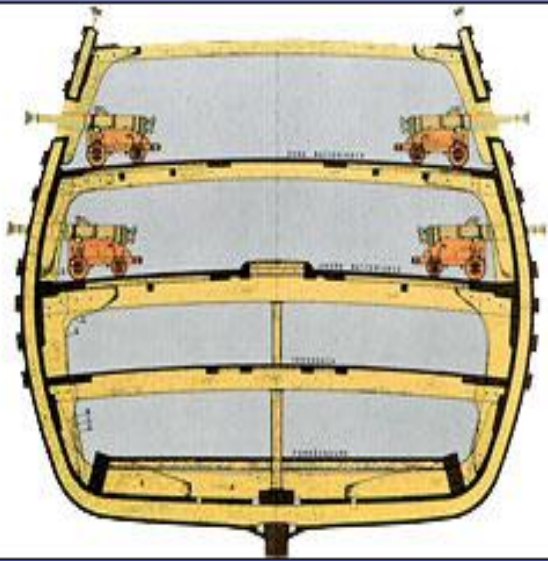
## Tapasztalat 1.

A talajvíz a relatíve rossz környezetben, mérnöki gátak nélkül sem hordta szét "a kiégett fűtőelem" alkotóit az elmúlt **1968 millió év során, ami**

**19 680 x 100 000 év.**



# Természeti analógia 2 - Vasa hadihajó



- **SVÉD – LENGYEL HÁBORÚ**
- **II. GUSTAV ADOLF (VASA-dinasztia) MEGRENDELI A HAJÓT (1625)**
- **ÉPÍTŐK, SZEMÉLYZET A KOR LEGJOBBJAI, DE A KIRÁLY "aktívan" részt vett a hajó tervezésében (miután a hajógerincet már elkészítették, egy második ágyú-fedélzetet is beépített)**





**1628. aug. 10. ELSÜLLYEDÉS**



**1961. ápr. 24. KIEMELÉS**





## Tapasztalat 2.

### ➤ **KORRÓZIÓSEBESSÉG**

- ✓ a különböző régészeti leletek alapján:  
**0,15-2  $\mu\text{m}/\text{év}$**
- ✓ **agresszív közegben ...**

### ➤ **KONTÉNERFAL KORRÓZIÓJA**

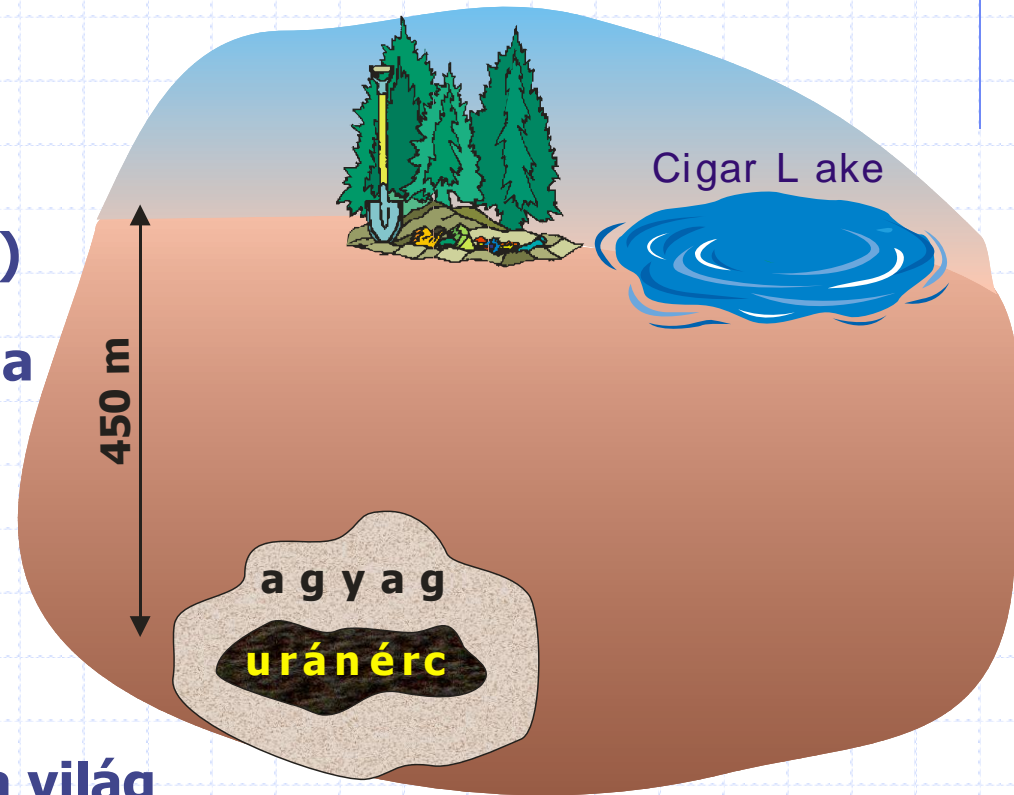
- ✓ **3 cm falvastagságnál: 15-200 000 év**
- ✓ **de nincs agresszív közeg ...**





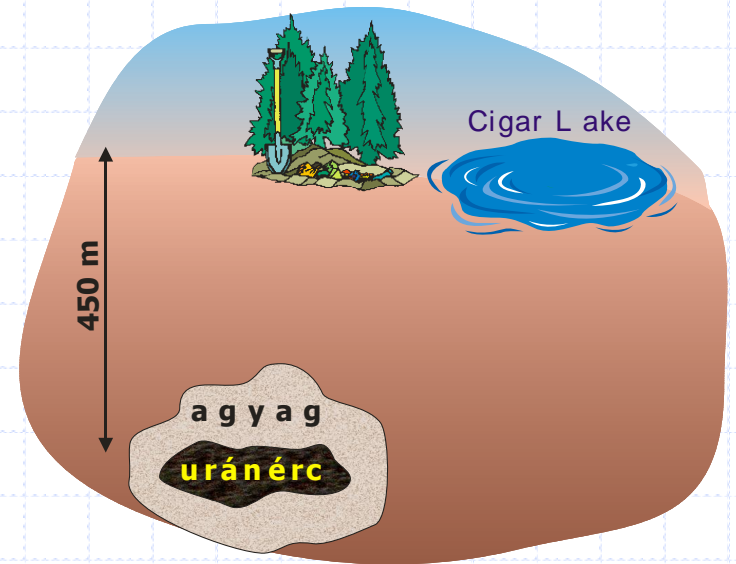
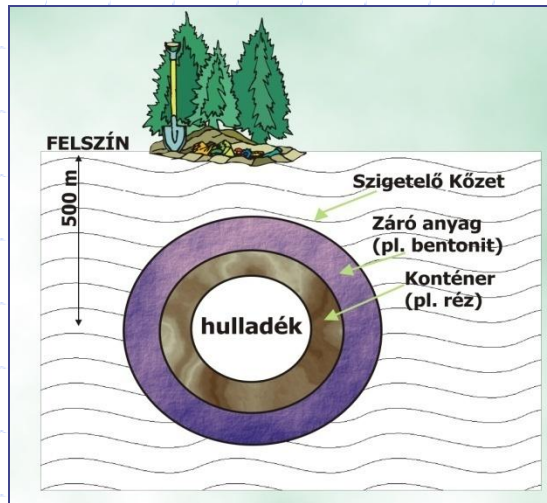
# Természeti analógia 3 - CIGAR LAKE

- **geológiai következtetések utaltak az U jelenlétére (felszíni)**
- **senki nem hitte el, mert a talajvíz mérések nem igazolták**
- **1990-es évek: feltárás, a világ egyik legnagyobb urán lelőhelye**
- **1300 millió éves üledék fedte**





# Az analógia - hasonlóságok, különbségek



**HASONLÓSÁGOK:**

mélység  
urán – kiégett üzemanyag  
záró anyag

**KÜLÖNBSÉGEK:**

kőzet: áteresztő (rossz)  
konténer: nincs



## Tapasztalat 3.

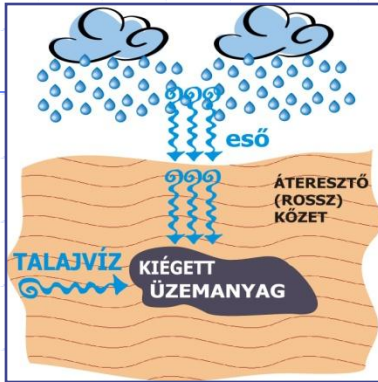
Az agyagköpeny hatékonyan gátolta az **1300 millió éves (= 13 000 x 100 000 év)** uránércben keletkező leányelemek felszíni vizekben történő megjelenését annak ellenére, hogy,

- rossz volt a befogadó kőzet,
- nem voltak mérnöki gátak.



# TERMÉSZETI ANALÓGIÁK ÉS A HULLADÉKTÁROLÓ

**OKLO**



**NINCS SEMMI VÉDELEM, MÉG SINC SZÉTHORDÁS**



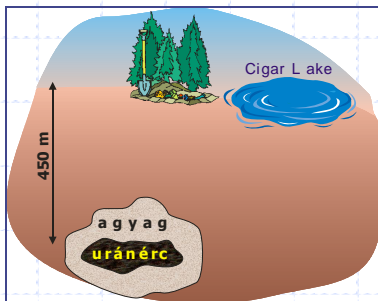
**BÍZHATUNK A MŰKÖDÉSÉBEN**

**VASA HAJÓ**



**A RÉZ ELLENÁLL ÉVEZREDEKIG**

**CIGAR LAKE**



**ROSSZ KŐZET DE JÓ TAKARÓ: NINCS SZÉTHORDÁS**

**Köszönöm a figyelmet!**

