

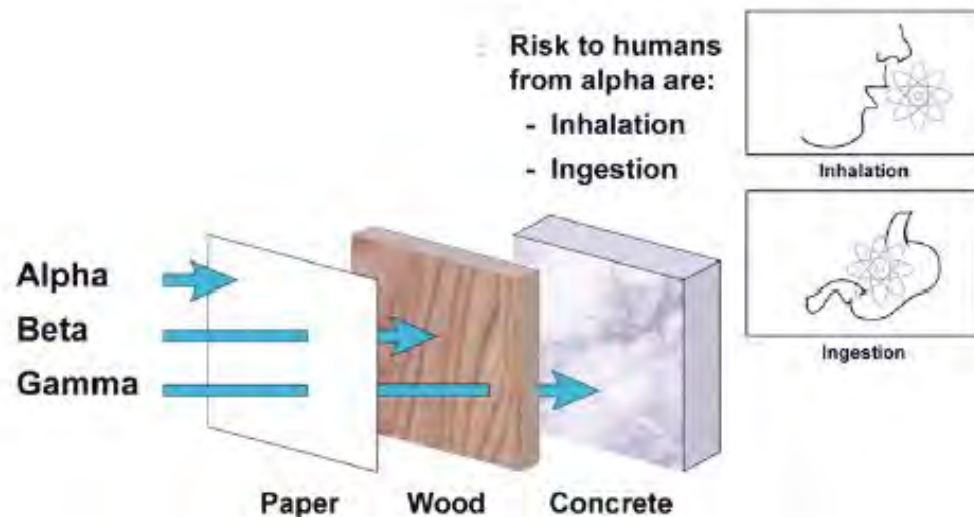


Hámor Tamás

A radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezése

Bocskai István Gimnázium
Hajdúböszörmény, 2014. április 2.

www.meetthescientist.hu



Dózisfogalmak

- ▶ Elnyelt dózis: Az anyag tömegegységében elnyelt összes sugárzási energia.

$$D = \frac{dE}{dm} \approx \frac{\Delta E}{m} \quad [D] = \frac{J}{kg}, Gray, Gy$$

- ▶ Egyenérték dózis: A sugárzás biológiai hatása

$$H = D \times w_r \quad [H] = \frac{J}{kg}, Sievert, Sv$$

w_r értéke a sugárzás típusától függ.

- ▶ Effektív dózis: A sejti, szöveti reakciók figyelembe vétele

- ▶ Effektív dózis:

$$H_E = \sum_T H_T w_T \quad [H_E] = \frac{J}{kg}, Sievert, Sv$$

Ahol H_T a T szövetre eső egyenérték dózis
 w_T a szöveti súlytényező

Dózismennyiségek

Tevékenység	Effektív dózisa
Valakivel aludni	0.05 μSv
Atomerőmű 50 mérföldes körzetében élni <u>egy évig</u>	0.09 μSv
Megenni 1 banánt	0.1 μSv
Széntüzelésű erőmű 50 mérföldes körzetében élni egy évig	0.3 μSv
Kéz-röntgen	1 μSv
<u>Napi</u> átlagos természetes háttérsugárzás	10 μSv
Mellkas-röntgen	20 μSv
Repülőút NY és LA közt	40 μSv
Tégla, beton vagy kőépítésű házban élni <u>egy évig</u>	70 μSv
Mammogram	400 μSv
Koponya CT	2 mSv
Átlagos éves háttérsugárzás	4 mSv
Sugárveszélyes munkakörben kapható átlagos éves dózis	20 mSv
Determinisztikus hatás küszöbdózisa	400 mSv
Félhalálos dózis	4 Sv
Halálos dózis	8 Sv

Radioaktív hulladék:

- „további felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként”

Kiégett nukleáris üzemanyag:

- „atomreaktorban hasznosított nukleáris üzemanyag, amely - az atomreaktoron kívüli - újrahasznosíthatósága miatt nem minősül hulladéknak”

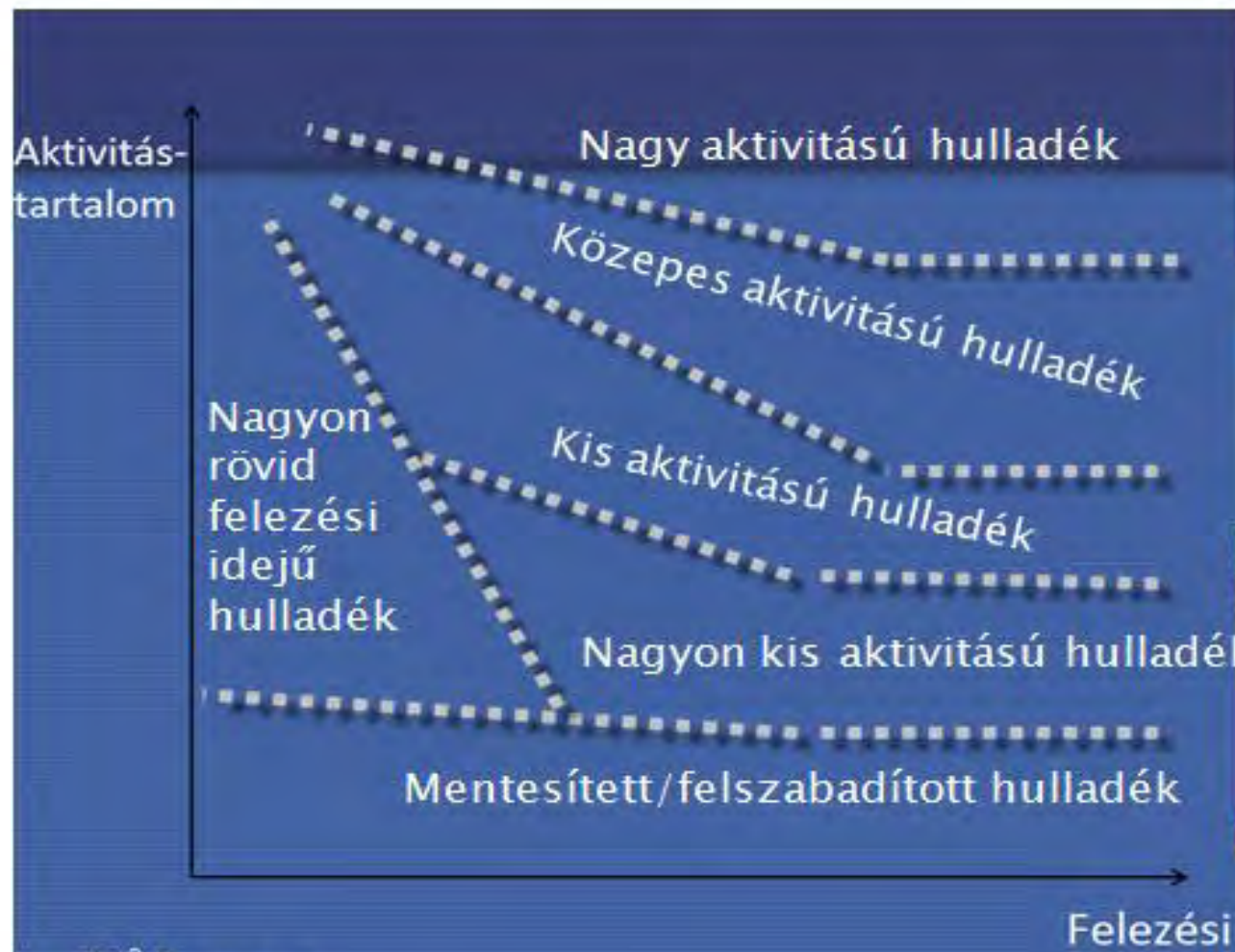
Biztonság:

az üzemeltető személyzet és a lakosság által elszenvedett dózisok a hatóság által rögzített korlátok alatt maradnak.

- Üzemviteli biztonság
- Hosszú távú biztonság

- Kategorizálás:
 - Aktivitás alapján:
 - Kis aktivitású ; hőtermelése $2^{kW}/m^3$ alatti
 - Közepes aktivitású ; hőtermelése $2^{kW}/m^3$ alatti
 - Nagy aktivitású ; hőtermelése $2^{kW}/m^3$ feletti
 - Felezési idő alapján:
 - Rövid élettartamú ; $T_{1/2} < 30$ év
 - Hosszú élettartamú ; $T_{1/2} > 30$ év

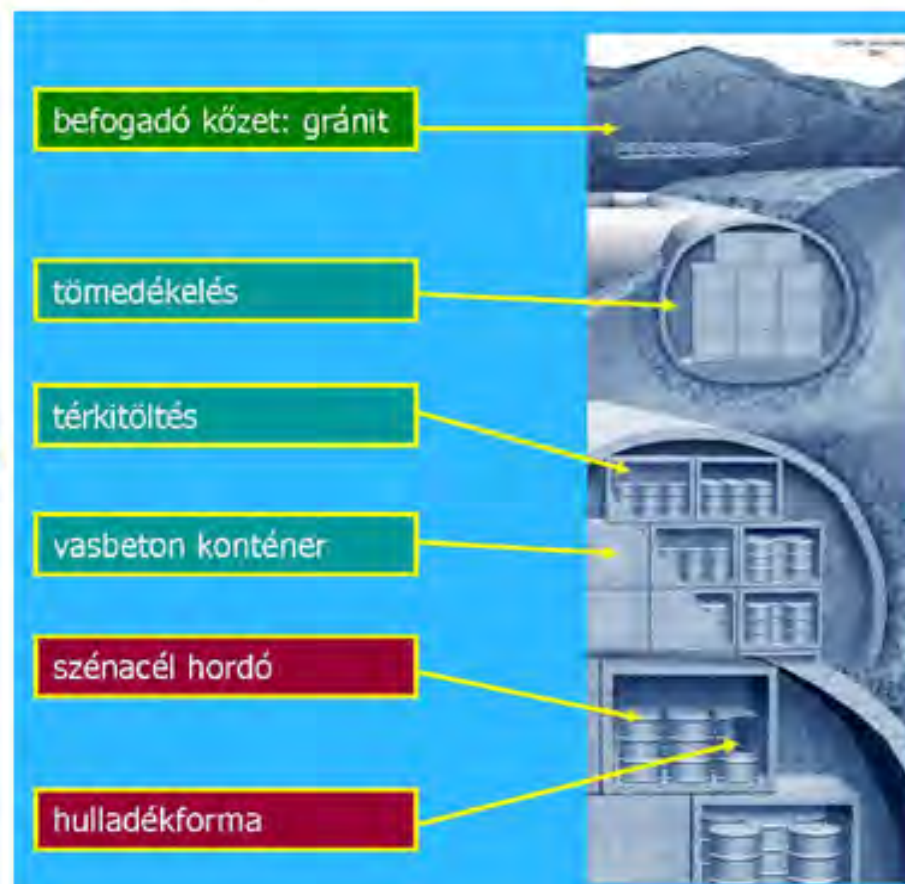
Radioaktív hulladékok



A szennyezés útja a bioszféráig:

- Kioldódás
- Szennyezők terjedése
(–diffúzió, advekció)
(+szorpció, rad. bomlás,
impermeábilis gátak)
- Felszíni vizek (bioszféra)
elérése

Biztonsági értékelések



Eszközök:

Természetes gátak: földtani, hidrogeológiai adottságok

Mérnöki gátak:

fizikai vagy kémiai akadály, amely meggátolja vagy késlelteti a radioizotópok, illetve más anyagok mozgását (migrációját) valamely rendszer komponensei között; általában a gát lehet mesterséges (pl. műszaki) vagy pedig természetes gát, ez utóbbi a tároló környezetének szerves része

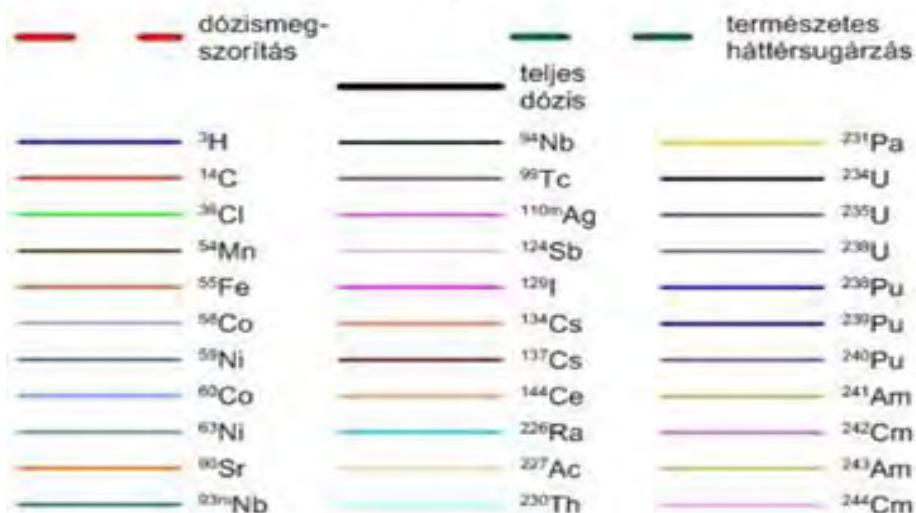
Biztonsági értékelések:

Számítógépes modellezésen alapuló elemzés, mely lehetővé teszi a mérnöki gátak optimalizálását, és a lakosságot érő sugárterhelés meghatározását.



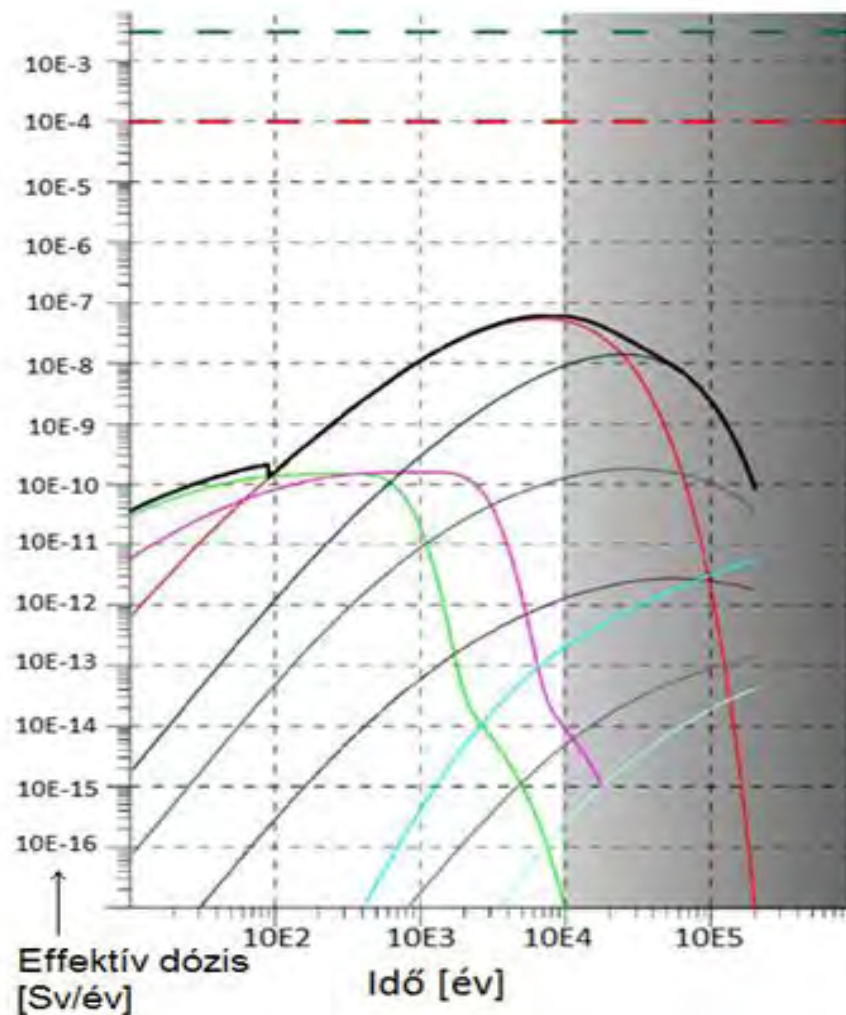
Biztonsági Értékelés

Jelmagyarázat

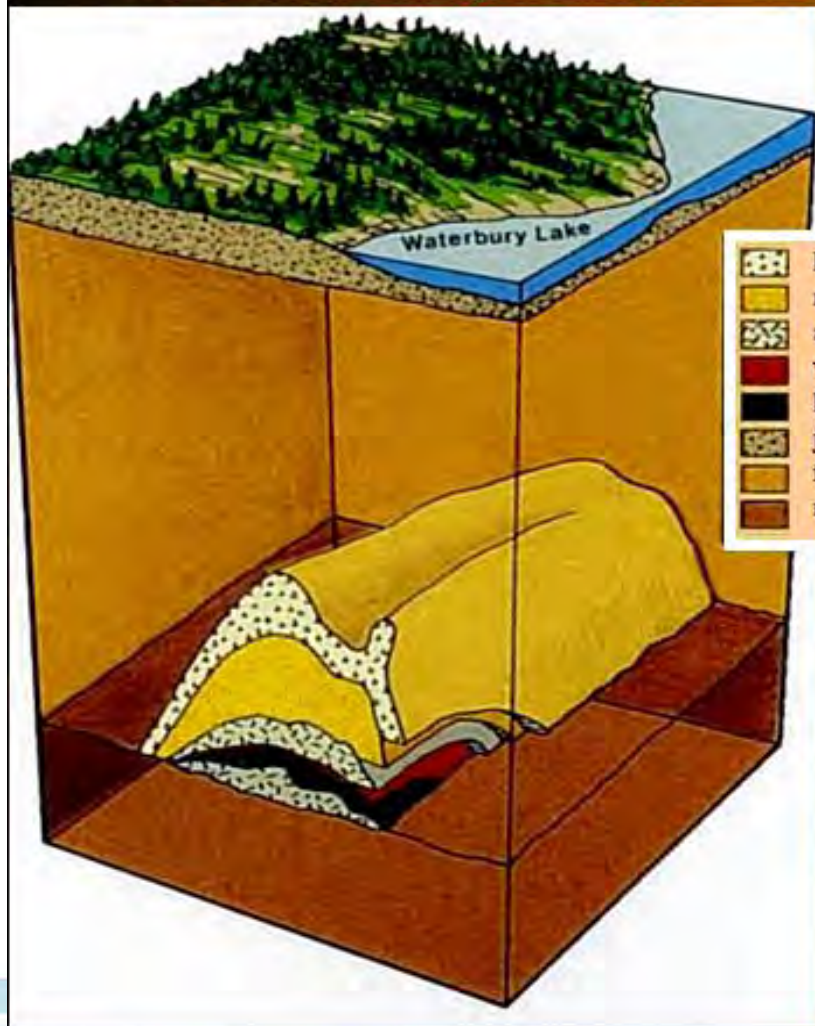


[Bátaapáti lakossági sugárterhelés]

Dózismegszorítás: 10^{-1} mSv/év



A Kanadában található Cigar Lake-i természetes analógia sémája



- kvarc-sapka
- módosult homokkő
- agyagban gazdag burok
- vasoxidos zóna
- koncentrált uránérc
- jégkorszaki fedőüledék
- félmilliárd éves homokkő
- metamorf pala

**Biztosítható-e az
elszigetelés a lebomlás
szükséges időtartamára?**

*A földtörténetben a feldúsult
uránérc-testek közül néhány
természetes nukleáris reaktorként
működött. Az így keletkező
radioizotópokat a földkéreg több
száz millió évig izolálta
környezetétől !*



A kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

Felszíni típusú (betonmedencés) elhelyezés

Példák:

- Franciaország (Centre de la Manche, Centre de l'Aube)
- Spanyolország (El Cabril)
- Nagy-Britannia (Drigg, Dounreay)
- Csehország (Dukovany)
- Magyarország (Püspökszilágy)



Az El Cabril
telephely
légifelvétele



A tárolótér végleges lezárása



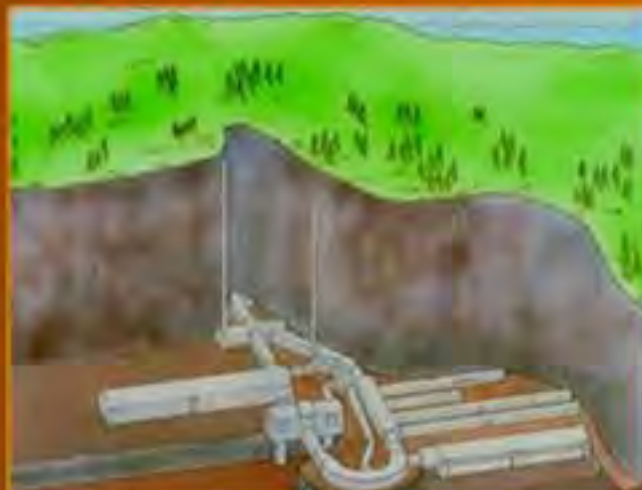
A Dukovany telephely



A kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése
Mélységi (bányászati) típusú elhelyezés
kb. 300 m felszín alatti mélység
(gránit, kőszó, agyagkő, tufa)

Példák:

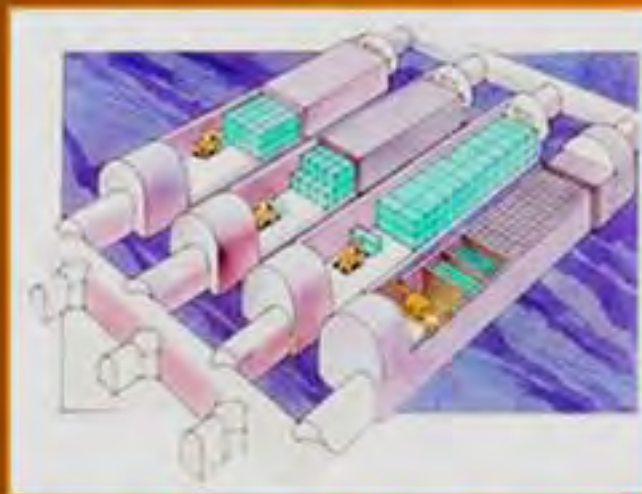
- Németország (Morsleben, Konrad Mine)
- Svédország (Forsmark)
- Finnország (Loviisa, Olkiluoto)
- Csehország (Richard)



A loviisa-i telep
üregrendszerének
sematikus ábrája



Hordókban tárolt hulladék elhelyezése
Morslebenben



A forsmarki telep kamrás illetve silós
elrendezésű tárolóüregei



Radioaktív hulladék elhelyezés az USA-ban – WIPP, Carlsbad, New Mexico



U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

WIPP

Waste Isolation Pilot Plant
Recovery



 Follow @WIPPNEWS

Last Updated: 3/30/14

WIPP Home Page • Contact Us • Search

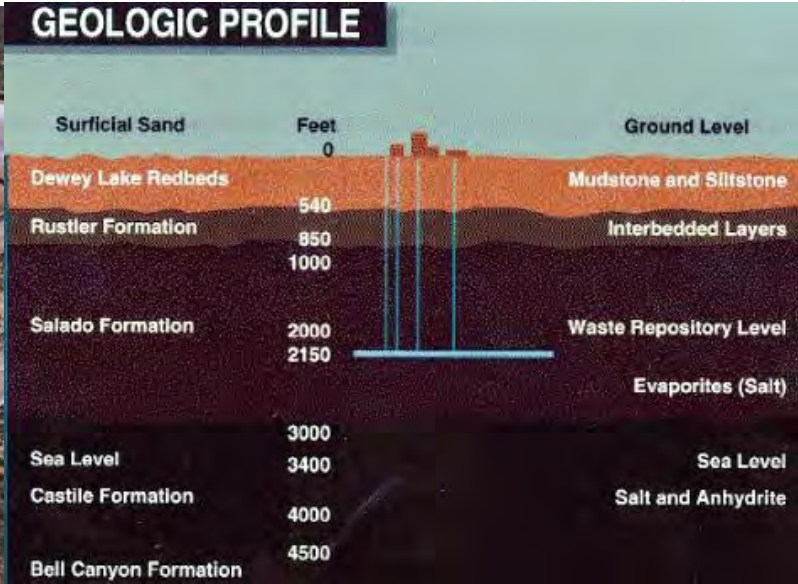
RECOVERY PAGE

Home

EVENT INFORMATION

WIPP

The nation's only deep geologic repository for nuclear waste



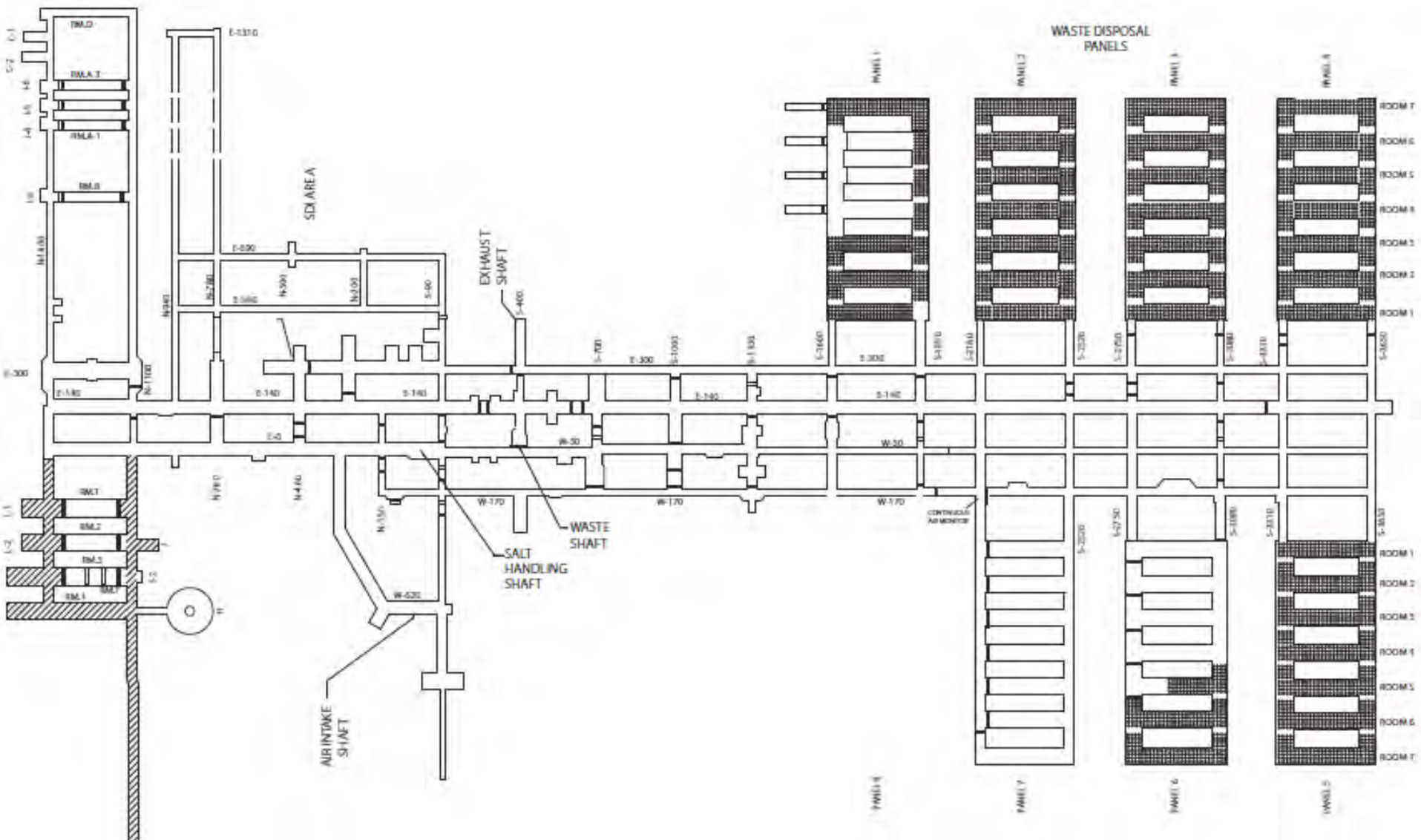
Waste Isolation Pilot Plant



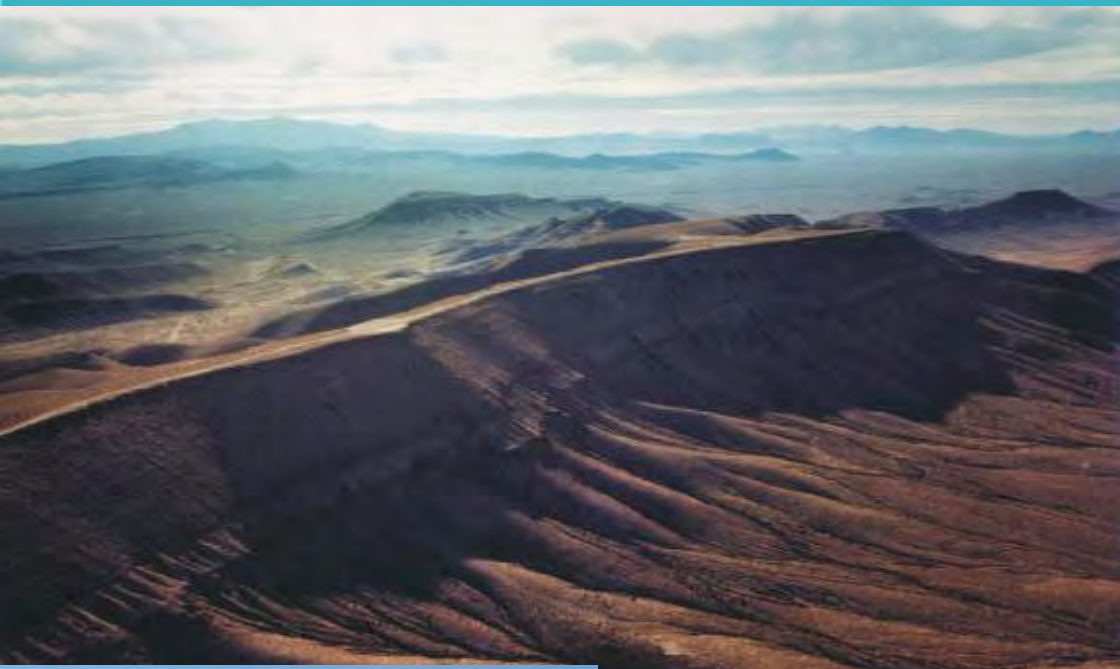
- 1999 óta működik
- katonai TRU hulladék
- 700 m mély
- 250 millió éves kősó formáció



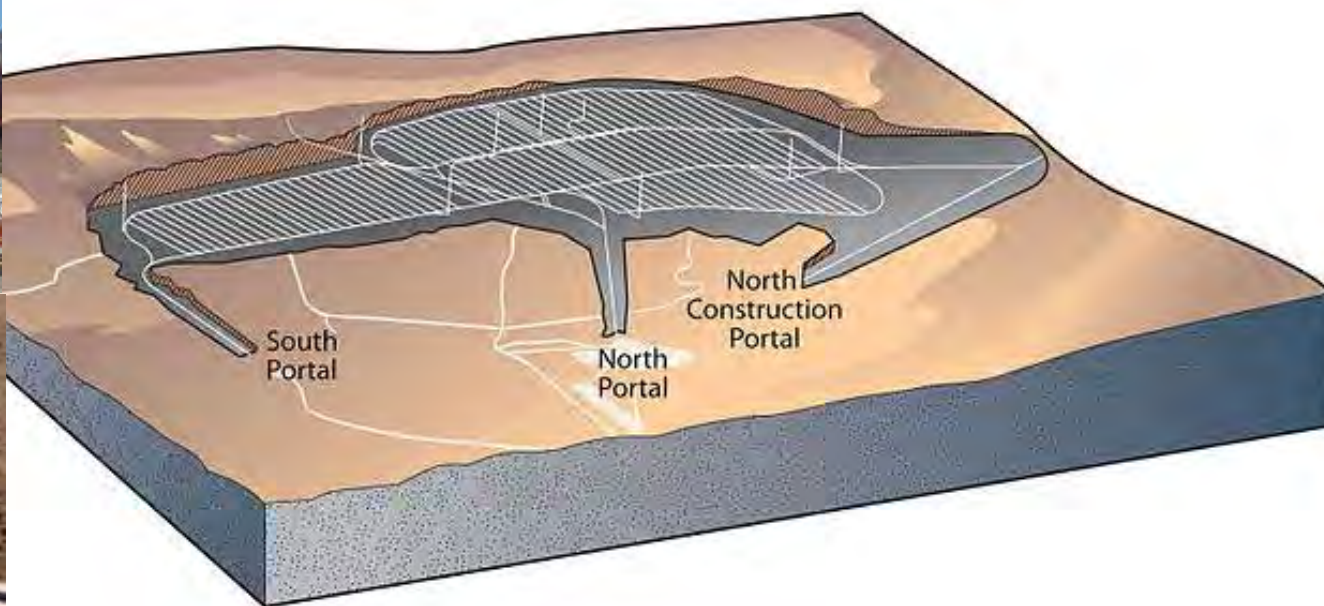
Radioaktív hulladék elhelyezése az USA-ban – WIPP, bányatérkép



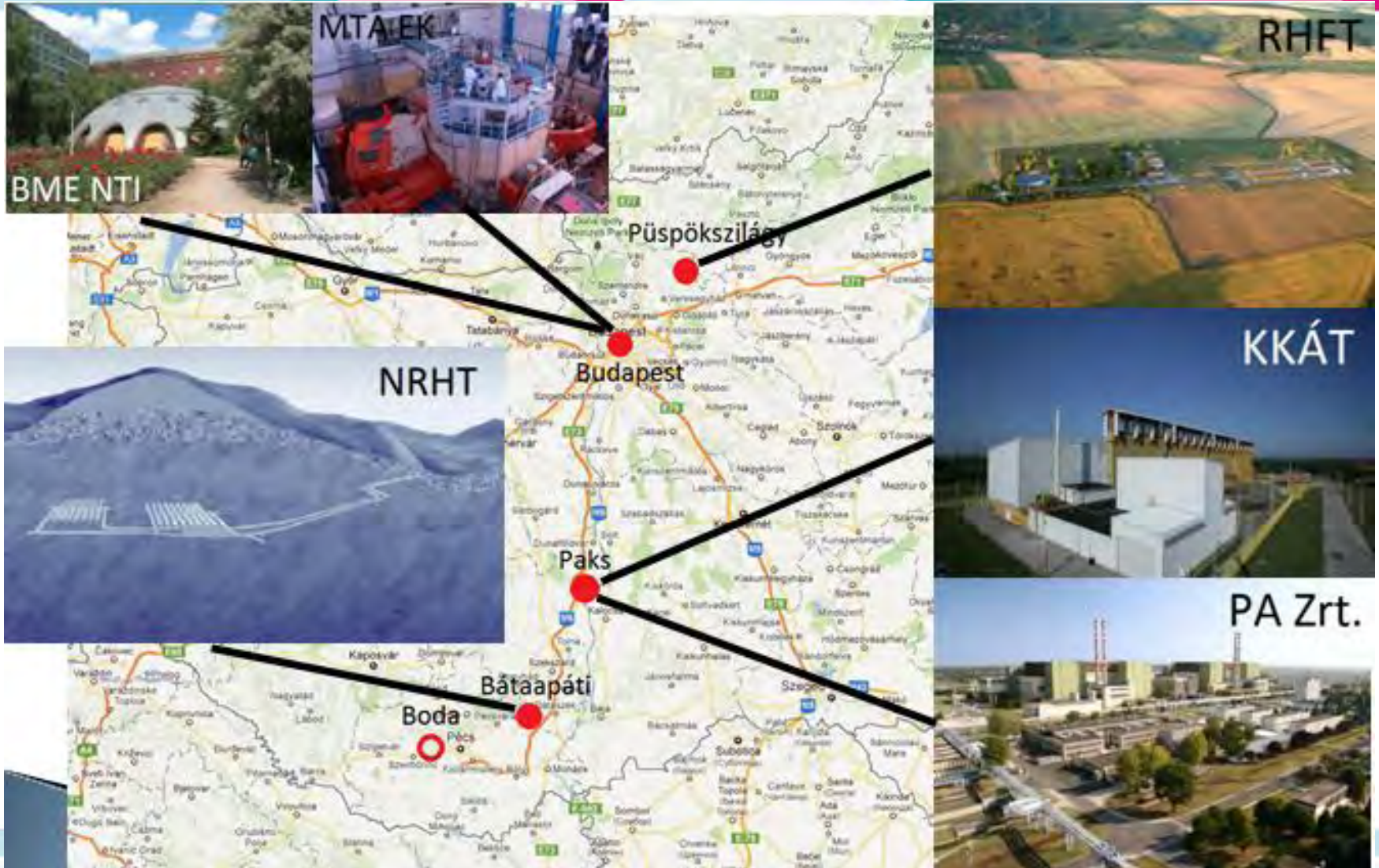
Radioaktív hulladék elhelyezés az USA-ban – Yucca Mountain, Nevada



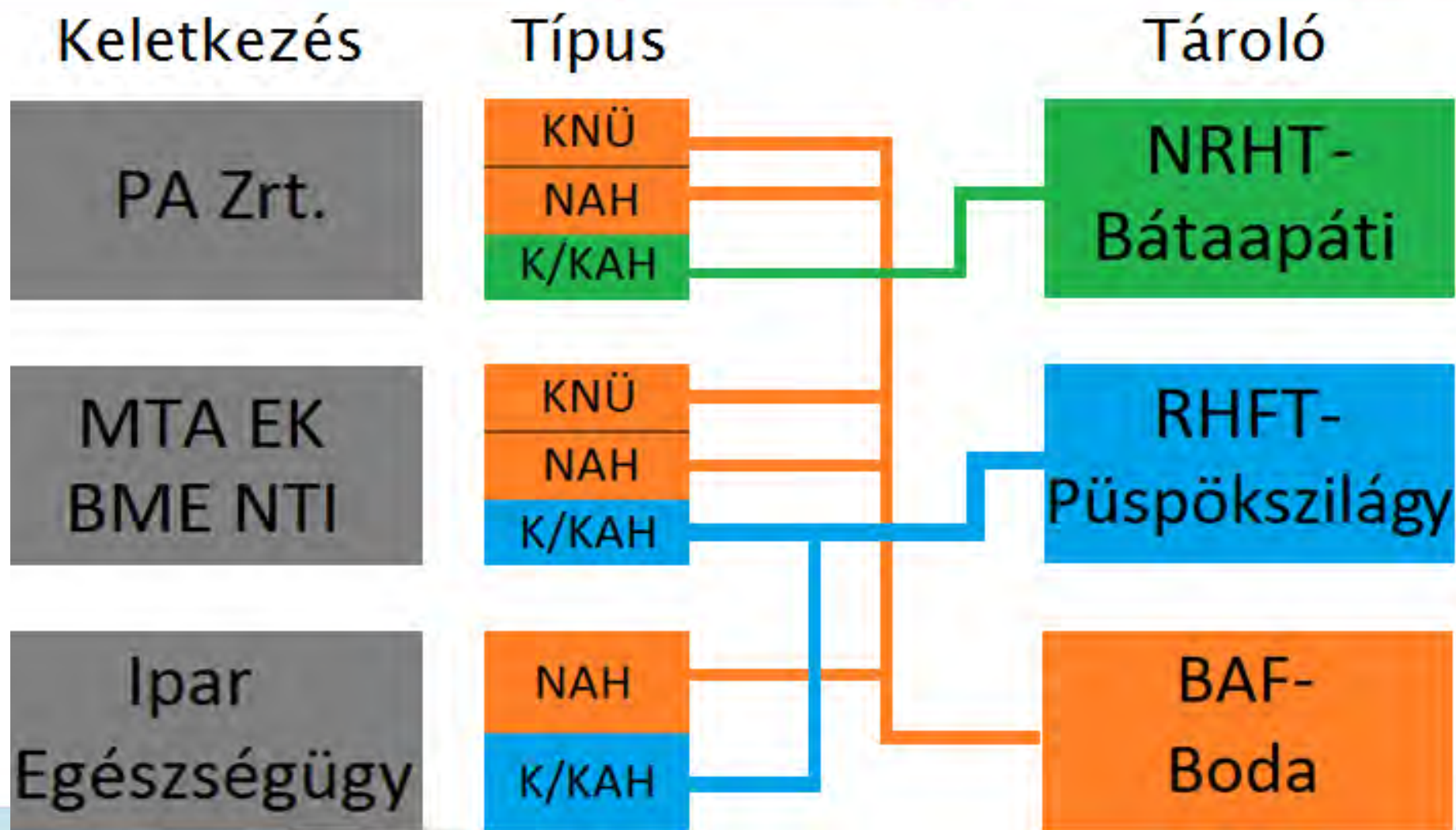
- miocén vulkáni tufa
- sivatagi arid klíma
- mély talajvízszint
- katonai zárt terület
- Las Vegas közelsége
- 2010-ben Obama elnök a felhagyás mellett dönt



Nukleáris létesítmények és radioaktív hulladék tárolók



A radioaktív hulladékok útja



Radioaktív hulladékok keletkezése – Hazánk, erőművi hulladékok

Nukleáris energiatermelés

Radioaktív hulladékok



Kiégett üzemanyag



Kondicionált üzemviteli hulladék : kb. 20000 m³

- Ebből vegyes szilárd hulladék: 2000 m³
- Cementált ioncserélő: 500 m³
- Cementált sűrítmény: 16500 m³
- Cementált egyéb hulladék: 1000 m³

Leszereléskor várhatóan további: kb. 20000 m³

TELEPHELY KIJELÖLÉS

Bátaapáti

Közzvélemény kutatás

A megkérdezett önkormányzatok
10%-a támogatta csak az
esetleges elhelyezést



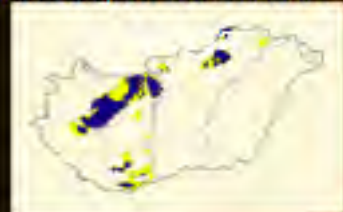
A határmenti 30 km-es
sáv kizárása



Árterületek kizárása



Szeizmikusan
veszélyes területek



A karsztos területek kizárása



Felszíni tárolók
befogadására
alkalmasnak tűnő
területek (128)



Felszínközeli tárolók
befogadására jónak tűnő
területek (193)



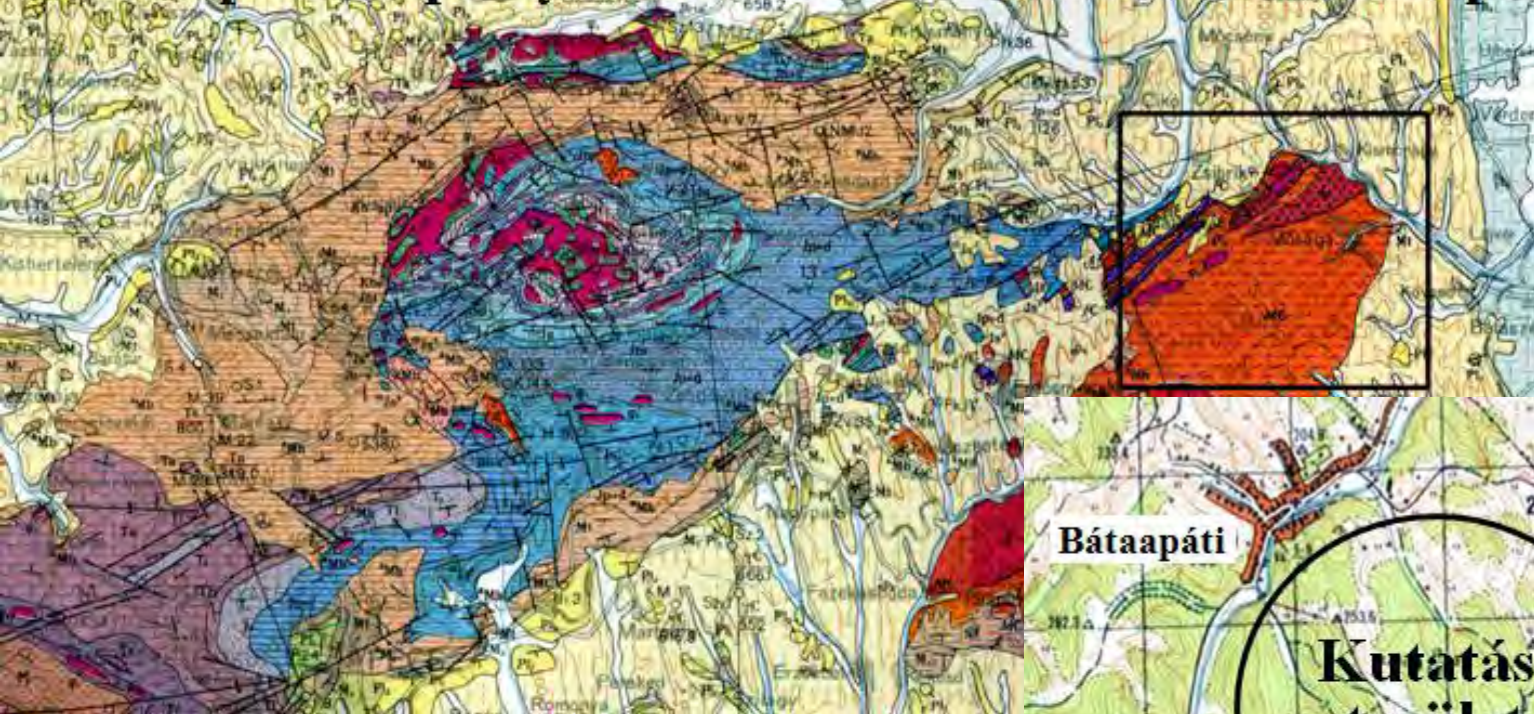
Telephely kutatás 4 térségben



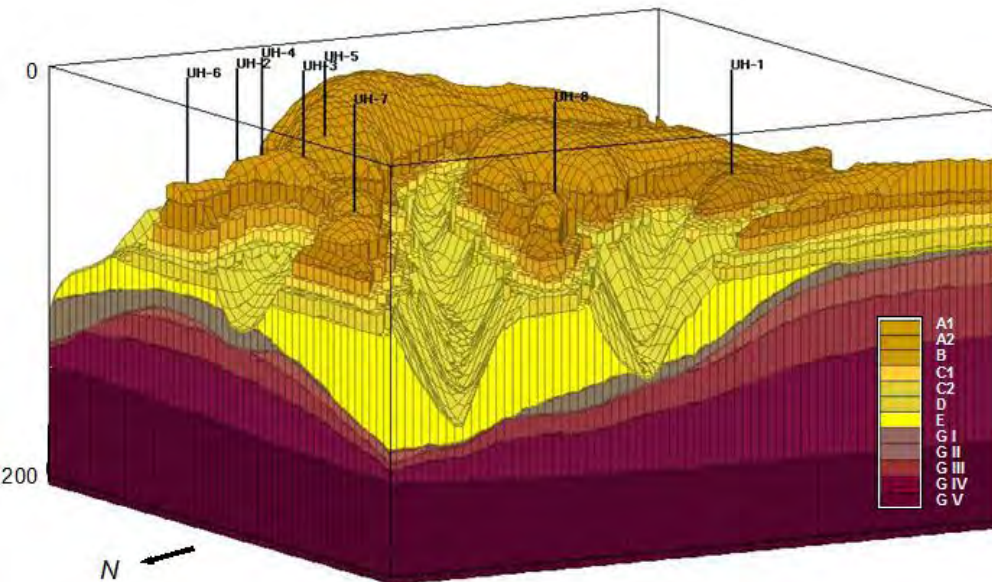
A részletes kutatás
számára egy gránitos
terület lett kiválasztva



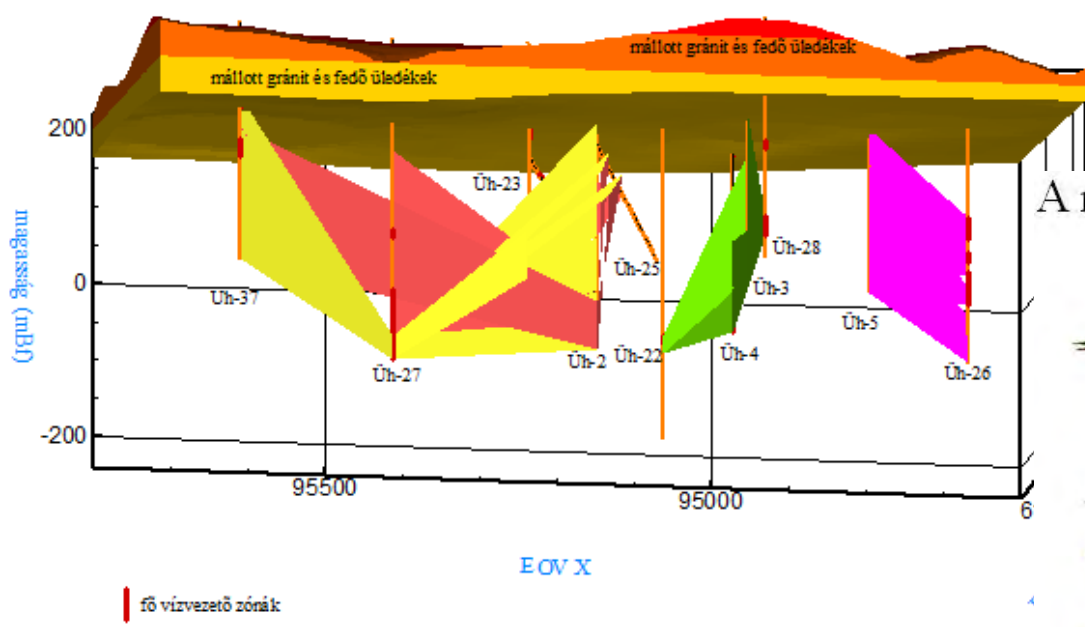
A Bábaapáti telephely kutatási területének földtani térképe



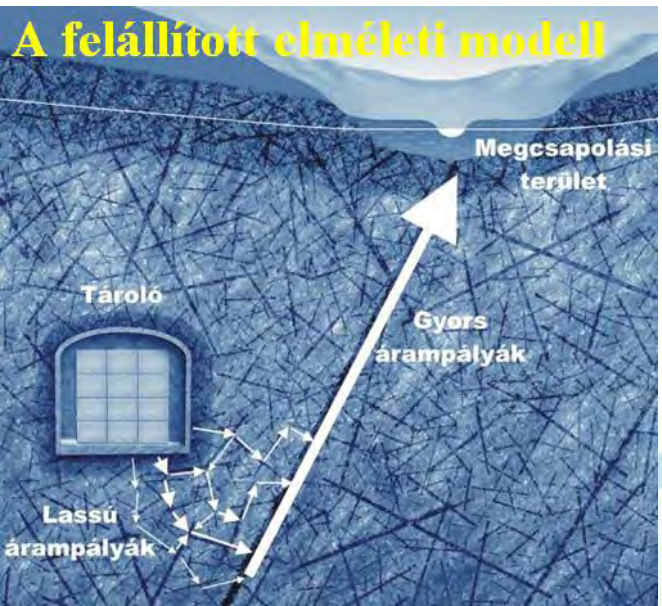
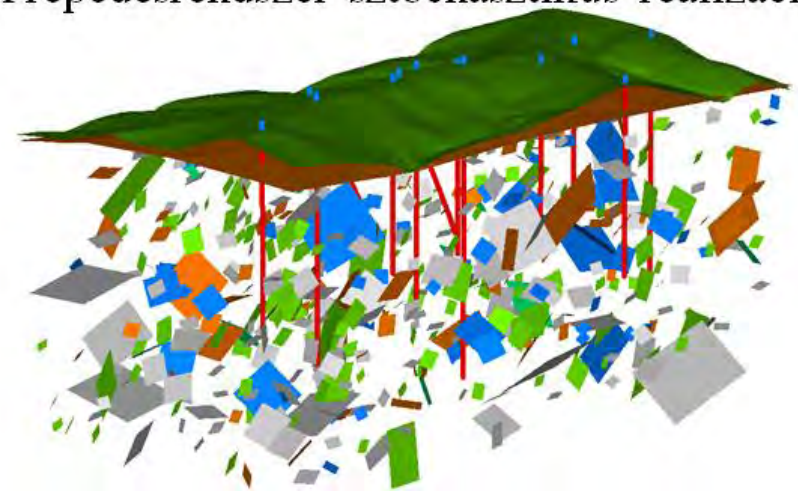
Palás, porfíros monzogranit



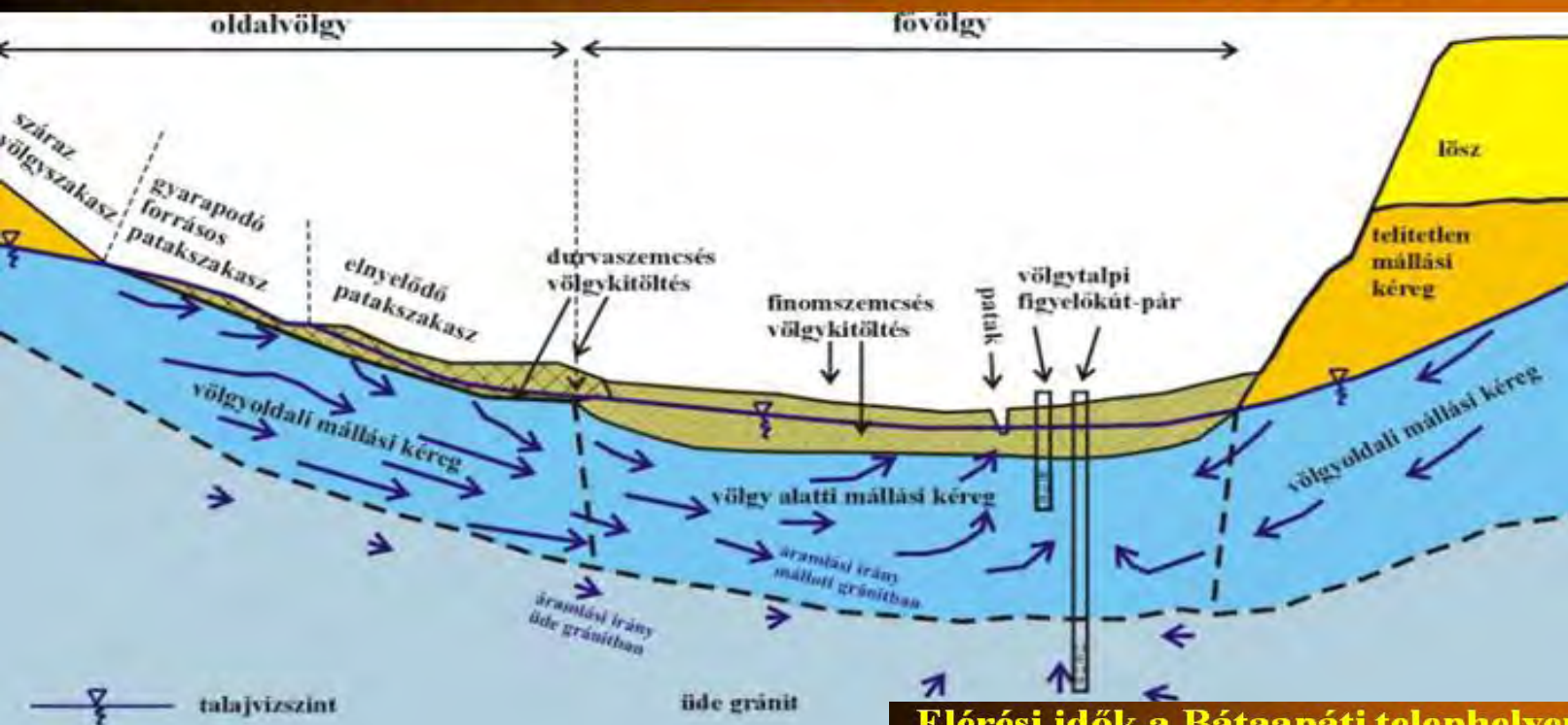
Interferenciamérések kiértékelése



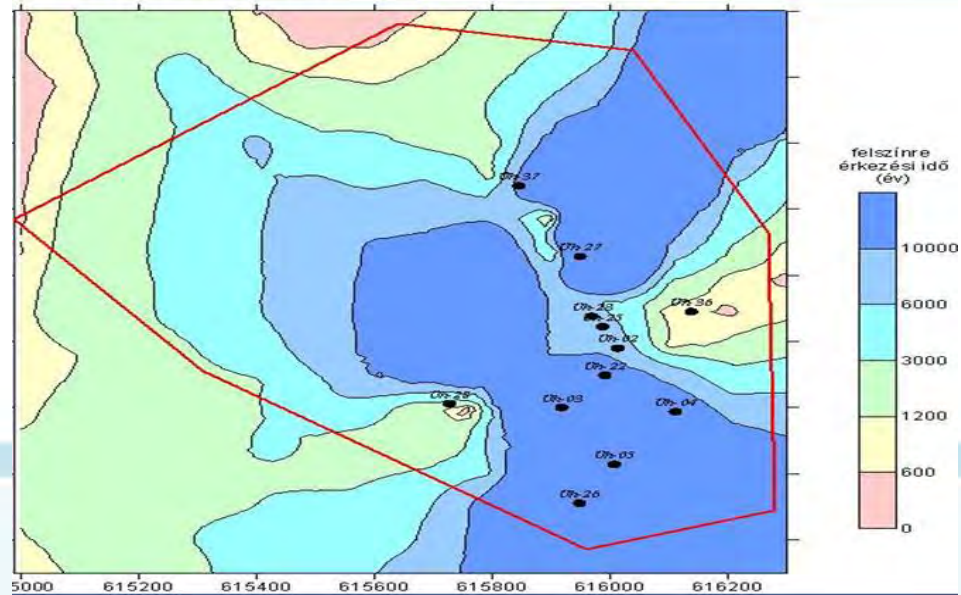
A repedésrendszer sztochasztikus realizációja

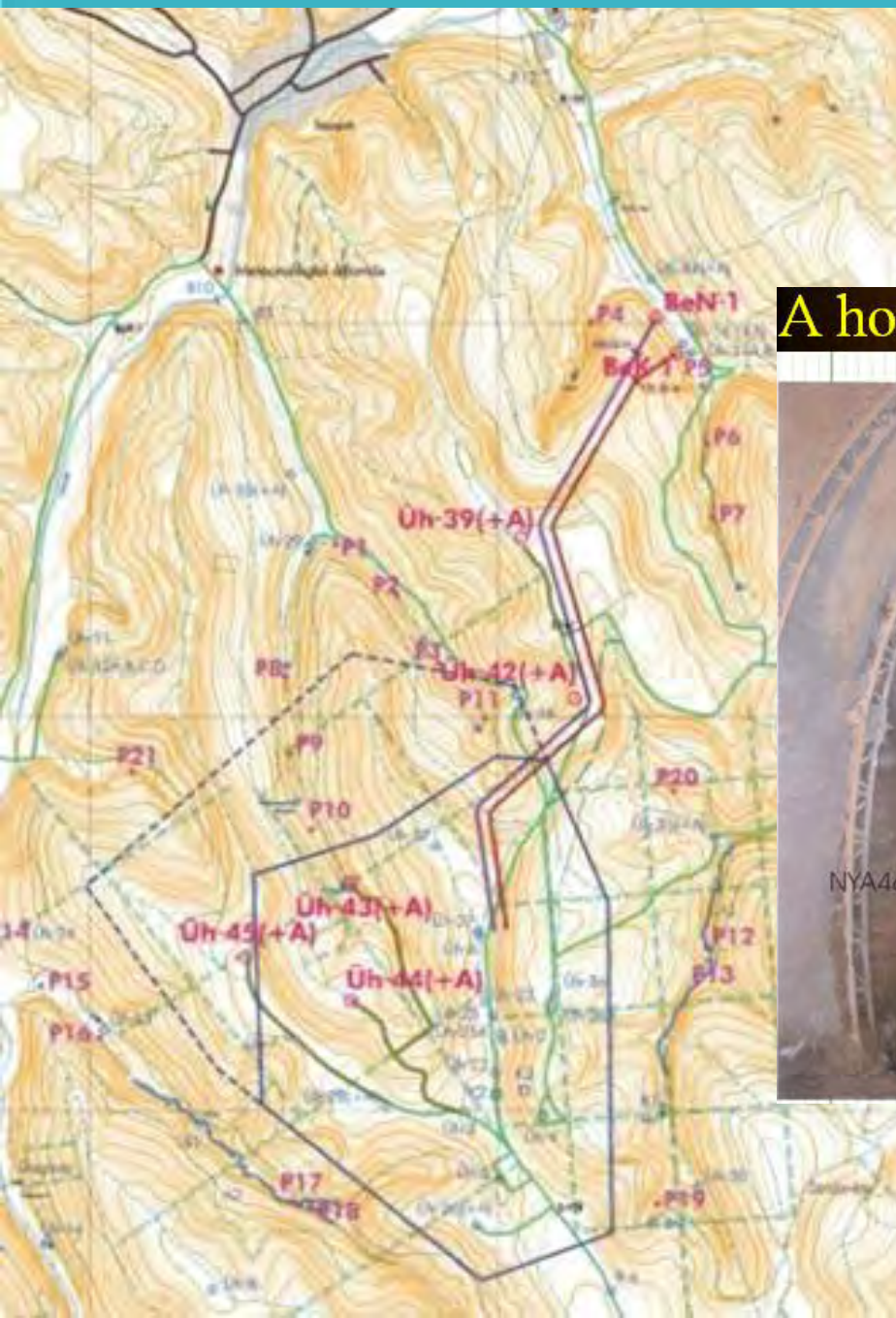


A felszíni és felszín alatti víz kapcsolata völgytalpakon

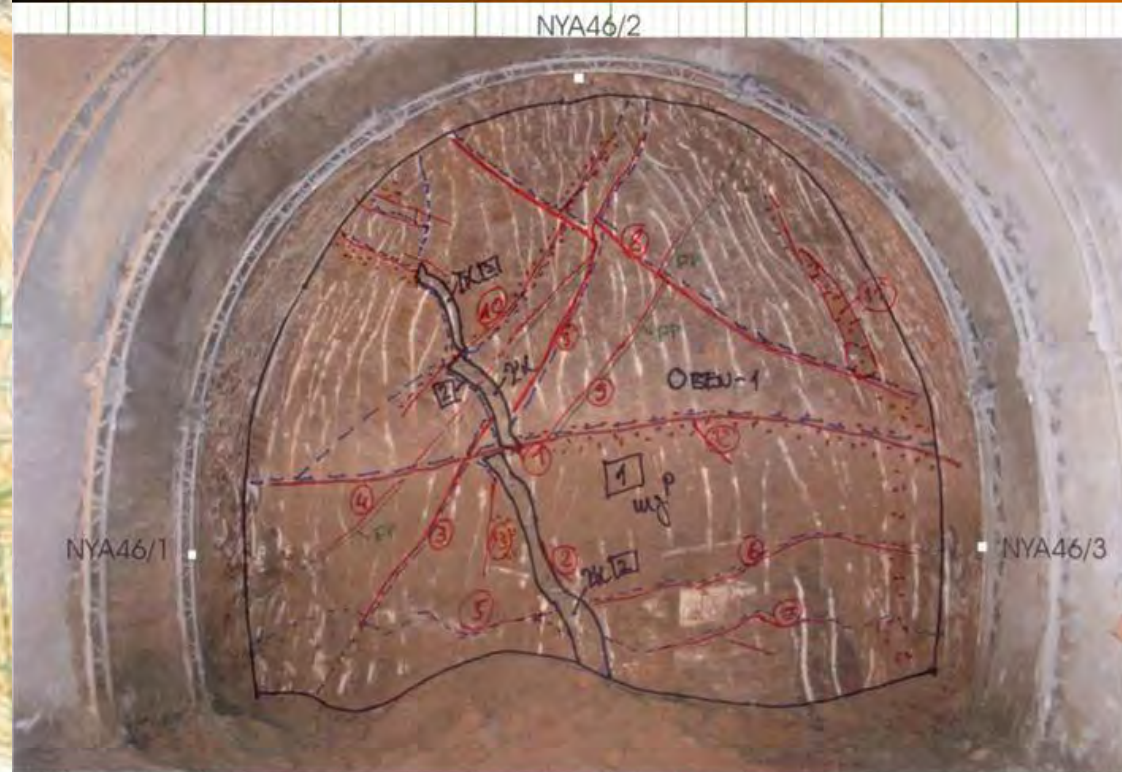


Elérési idők a Bataapáti telephelyen





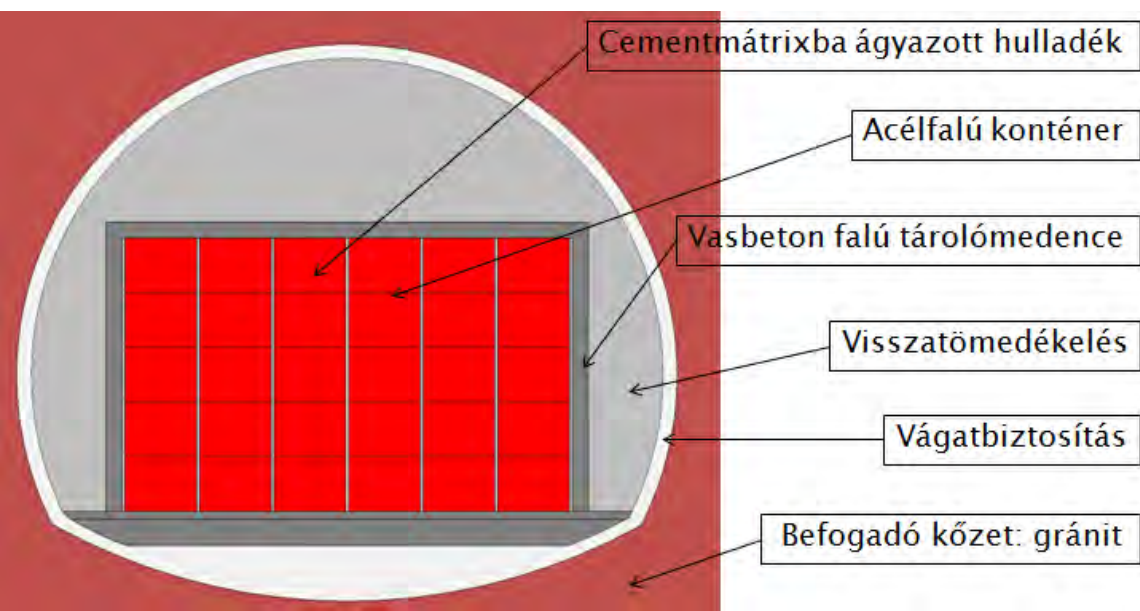
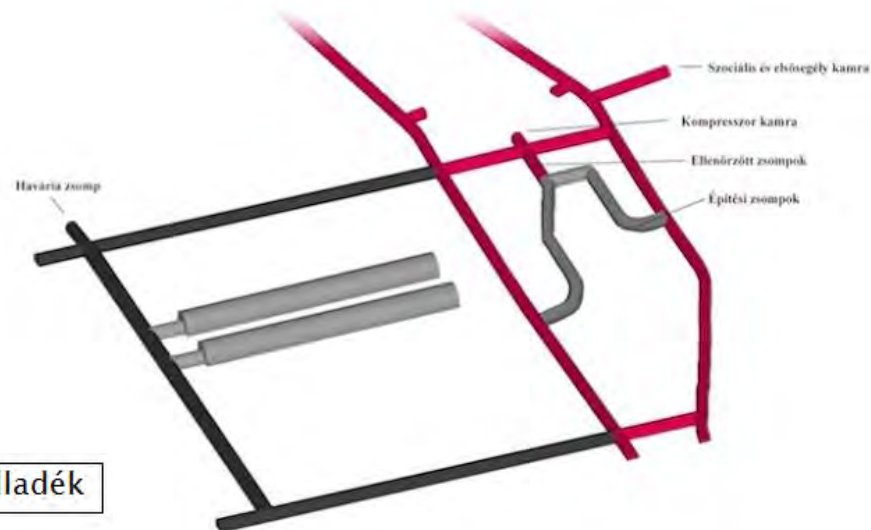
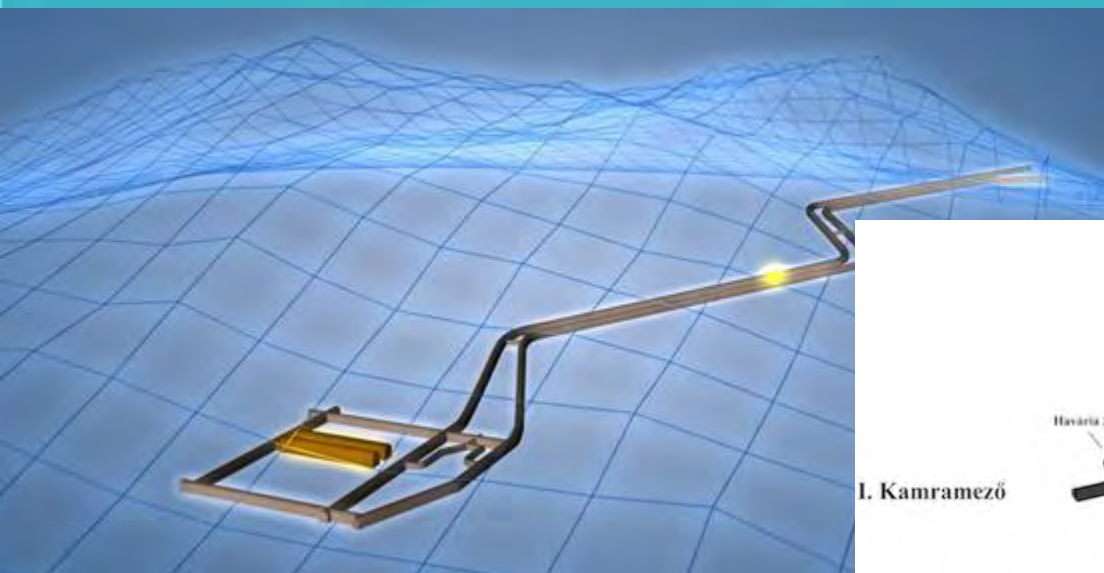
A homlok földtani-tektonikai kiértékelése



Hosszú távú biztonság - Bátaapáti NRHT



Hosszú távú biztonság - Bábaapáti NRHT





Köszönöm a figyelmet!
tamas.hamor@mbfh.hu

Köszönet illeti:

Magyar Innovációs Szövetséget

Fulbright Bizottságot

Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft.-t

Magyar Bányászati és Földtani Hivatalt

Magyar Földtani és Geofizikai Intézetet

www.meetthescientist.hu