

# A radioaktív hulladékokról



Dr. Kereki Ferenc  
ügyvezető igazgató

RHK Kft.

Miskolc, 2013. november 29.



# Radioaktív hulladékok forrásai

- Radioaktív izotópok széleskörű felhasználása (pl.: nukleáris energetika, ipar, mezőgazdaság, kutatás, oktatás, egészségügy)
- A legnagyobb mennyiségű ilyen hulladék a nukleáris üzemanyagciklussal kapcsolatos tevékenységekkel keletkezik.
- Radioaktív hulladék: További felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzői alapján nem kezelhető közönséges hulladékként.
- Kiegett üzemanyag (fűtőelem): Az reaktorokban besugárzott, onnan véglegesen eltávolított üzemanyag, amely újrahasznosíthatósága miatt nem minősül hulladéknak. Amennyiben az újrahasznosításra nem kerül sor (nagy aktivitású) hulladékká válik, amelynek elhelyezéséről gondoskodni kell.



# Radioaktív hulladékok osztályozása

A hatályos magyar szabályozás szerint:



\*MEAK: mentességi aktivitás koncentráció



# Kis és közepes aktivitású hulladékok (1)

- Ebbe a kategóriába sorolhatók például bizonyos, a továbbiakban már nem használható elszennyezett védőruhák, tisztító eszközök, alkatrészek, karbantartó eszközök, valamint a víztisztítás, szellőztetés, mosás stb. következtében keletkezett sugárzó hulladékok.
- Éves hulladékmennyiségek:  
Paksi Atomerőmű:  $\sim 170 \text{ m}^3/\text{év}$  (szilárd),  $\sim 280 \text{ m}^3/\text{év}$  (folyékony)  
Intézmények:  $\sim 10 \text{ m}^3/\text{év}$



Kép: tipikus kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok: védőfóliák (balra), karbantartási hulladékok (középen), víztisztító ioncserélő gyanta (jobbra)



## Kis és közepes aktivitású hulladékok (2)

- Sok területen (ipari anyagvizsgálat, gyógyászat stb.) használják a zárt sugárforrásokat, amelyek ionizáló sugárzást bocsátanak ki, de felépítésük – szabályszerű használat mellett – megakadályozza a radioaktív anyagok kijutását a környezetbe. Az elhasznált zárt sugárforrások egy része hosszú élettartamú hulladékká válik, amelynek végleges elhelyezése a nagy aktivitású radioaktív hulladékokkal azonos körülmények között történik.
- Magyarországon évente kb. 1000-1500 db elhasznált sugárforrás keletkezik



Kép: sugárforrásokat füstérzékelőkben is használunk (balra); elhasznált, zárt sugárforrások (jobbra)

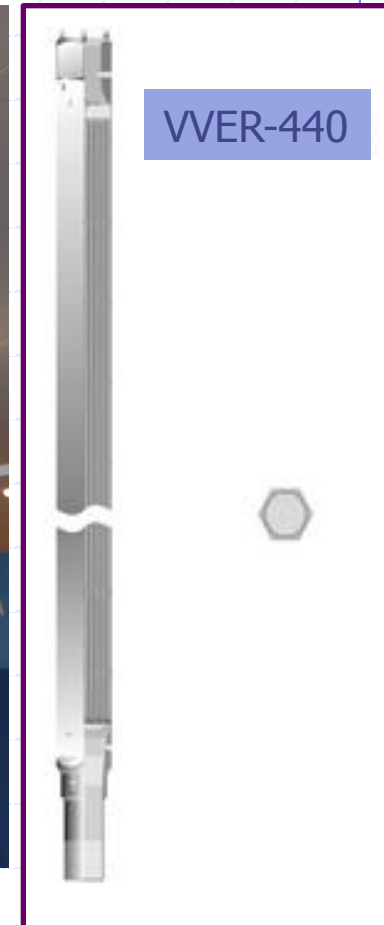


# Nagy aktivitású hulladékok

- Ebbe a kategóriába tartoznak elsősorban a kiégett fűtőelemek, ha ezek további felhasználásra nem kerülnek, vagy a kiégett fűtőelemek jelenleg alkalmazott feldolgozásának (reprocessálásának) eredményeként keletkezett termékek, valamint egyes, az atomerőmű leszerelése során keletkező hulladékok.

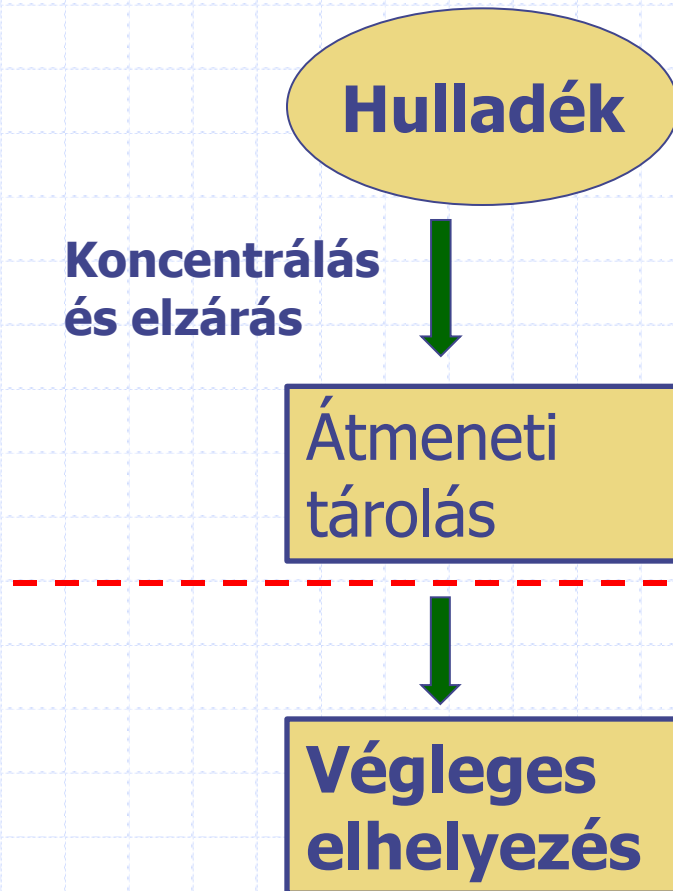
A paksi atomerőmű:  
~ 4x84 kiégett fűtőelem/év  
~ nagy aktivitású hulladék összesen  
(leszereléssel együtt) 720 m<sup>3</sup>

Kép: a paksi atomerőműben használt kiégett fűtőelem sematikus képe (jobbra), a Paksi Atomerőmű Tájékoztató és Látogató Központjában látható makettje (balra)





# Radioaktív hulladékok kezelése

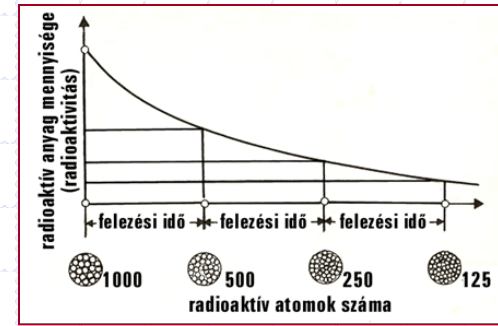


**Aktív** biztonsági rendszerek, főként mérnöki gátak alkalmazásával, az emberi jelenlétet is feltételezve a közeli jövőben

**Passzív** biztonsági rendszerek: Mérnöki és geológiai gátak rendszere, nincs szükség emberi jelenlétre, a radioaktív izotópokat a gátaknak köszönhetően csak akkor



# Radioaktív hulladékok végleges elhelyezése



- Radioaktív bomlás törvénye: az aktivitás (a bomló izotópok száma) időben exponenciálisan csökken
- **Kérdés:** Az adott hulladék típusához milyen elhelyezési rendszert kell választani, hogy elegendő ideig (mire az aktivitás elegendően kicsire csökken) visszatartsa a radioaktív izotópokat?
- **Válasz:** a MŰSZAKI gáton túl megfelelő GEOLÓGIAI formációban (pl.: tektonika, kőzet vízzárósága) kell elhelyezni a hulladékot!

## Elzárás időigénye

## GEOLÓGIAI gát jelentősége

Kis és közepes aktivitású, rövid élettartamú

Kis és közepes aktivitású, hosszú élettartamú

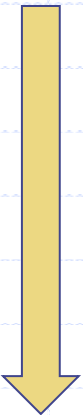
Nagy aktivitású



Felszíni és felszín közeli tárolók

Geológiai tárolók

Mélygeológiai tárolók







# Nemzeti Politika és Nemzeti Program (1)

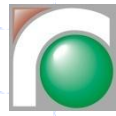
- A hazai radioaktív hulladék és kiégett fűtőelem kezelési programot (beleértve a nukleáris létesítmények leszerelését is) eddig az RHK Kft. által készített közép- és hosszú távú tervek fogalmazták meg.
- Ezek az évente felülvizsgált tervek vizsgálják a program várható költségeit és alapozzák meg szakmailag a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapba (KNPA) történő be- és kifizetéseket.
- **A program végrehajtása során eddig megvalósult eredmények jelentős nemzetközi elismerést váltottak ki:**
  - ✓ a püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló modernizálása és biztonságnövelő programja
  - ✓ a bátaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló létesítése,
  - ✓ a paksi Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának bővítése
- **A radioaktív hulladékok és kiégett fűtőelemek kezelése az Európai Unióban közösségi szinten is kiemelten fontos kérdés. Az elmúlt évtizedet az egyes tagállamok hulladékkezelését érintő, az Európai Bizottság által kezdeményezett harmonizációs törekvések jellemezték.**



# Nemzeti Politika és Nemzeti Program (2)

- **2013 nyarán megtörtént az atomtörvény (és a végrehajtási rendeleteinek) módosítása, az Európai Tanács 2011/70/EURATOM (2011. július 19.) irányelvének hazai jogba történő átültetése**
- **Ki kell dolgozni a irányelv szerinti tartamú Nemzeti Politikát (jóváhagyó: Parlament) és az azt végrehajtó Nemzeti Programot (jóváhagyó: Kormány)**
- **“Minden tagállam biztosítja a kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok kezelésére vonatkozó programjának (nemzeti program) végrehajtását, mely program a tagállam joghatósága alá tartozó összes típusú kiégett fűtőelemre és radioaktív hulladékra, valamint a kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok kezelésének a keletkezéstől a végleges elhelyezésig tartó valamennyi szakaszára kiterjed.”**
- **“Minden tagállam rendszeresen felülvizsgálja és naprakésszé teszi nemzeti programját** adott esetben a műszaki és tudományos fejlődés, valamint a szakértői értékelések során megfogalmazott ajánlások, levont tanulságok és bevált gyakorlatok figyelembevételével.

# Nemzeti Program hulladékáramai



Kiégett fűtőelemek átmeneti tárolása



KKÁT, Paks



Nagy aktivitású üzemviteli és leszerelési hulladékok

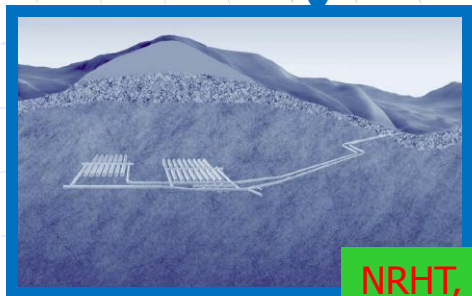
Kiégett fűtőelemek végleges elhelyezése

Kiégett fűtőelemek végleges elhelyezése

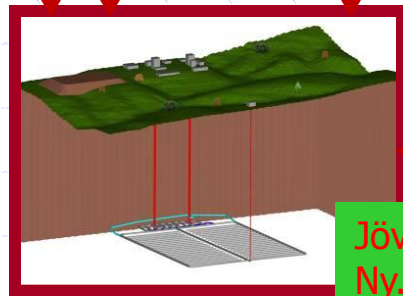
Hosszú élettartamú hulladékok átmeneti tárolás

Intézményi kis és közepes aktivitású hulladékok

Kis és közepes aktivitású üzemviteli és leszerelési hulladékok



NRHT, Bataapati



Jövobeli tároló, Ny.-Mecsek



RHFT, Puspokszilagyi

Hosszú élettartamú hulladékok végleges elhelyezése



# Nemzeti Program hosszú távú időbeli ütemezése

**Atomerőmű:** üzemidő hosszabbítással 2037-ig üzemel; 2043-ra megtörténik a kiégett fűtőelemek kiszállítása a KKÁT-ba; 2044-2064 között egy átmeneti időszakban a primerkör védett megőrzése és az inaktív részek leszerelése; 2065-től 2080-ig megtörténik a teljes leszerelés

**Nagy aktivitású tároló:** 2030-ra megtörténik a földalatti kutatólabor telephelyének kiválasztása; 2037-re megépül a földalatti kutatólabor, ahol a vizsgálatok 2054-ig tartanak; 2055-2064 között megépül a tároló; ezután a tároló üzemel (beszállítások), majd 2084-ben a tároló lezárásra kerül

**KKÁT:** folyamatos bővítése és üzemeltetése (beszállítások) 2043-ig; majd védett megőrzés következik 2064-ig; 2072-re megtörténik a kiégett kazetták tokozása és kiszállítása a nagyaktivitású tárolóba; 2077-re megtörténik a végleges leszerelés

**RHFT:** folyamatos üzemeltetés után 2061-65-ben a tároló lezárásra kerül a hosszú élettartamú hulladékok átszállítása a nagyaktivitású tárolóba

**NRHT:** 2041-ig folyamatos bővítés és az üzemviteli hulladékok elhelyezése; majd 2064-ig üzemszünet; a leszerelés megkezdésével 2065-től újból hulladék elhelyezés; 2084-ben a tároló lezárásra kerül



# Püspökszilágyi RHFT

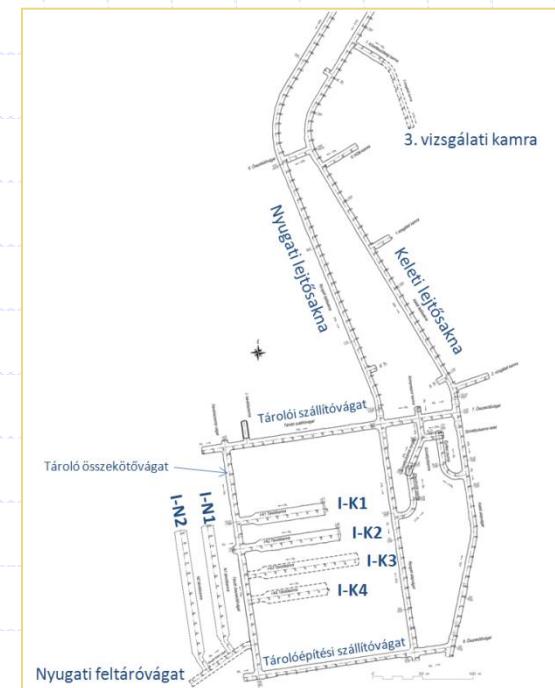
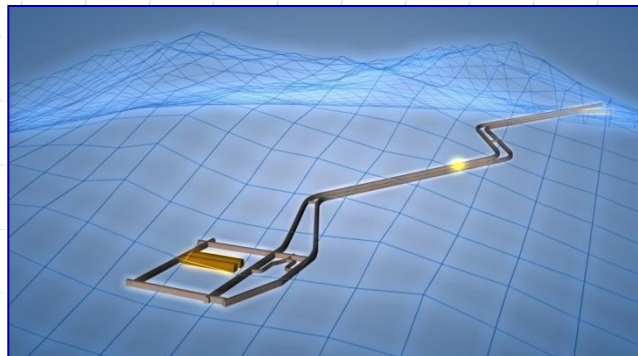
- Magyarország legrégebben, 1976 óta üzemelő hulladéktárolója
- 5040 m<sup>3</sup> végleges tároló kapacitás
- Intézményi hulladékok végleges elhelyezése jelenleg (korábban az atomerőmű is beszállított hulladékot)
- 2000-es évek elején megújult, illetve jelenleg is folyik a fizikai védelemi rendszerek rekonstrukciója
- Hosszú távú biztonságot szolgáló program előkészítse megtörtént (DEMO 2009-ben), cél: a végleges tároló medencénk megnyitása és bizonyos, a múltban elhelyezett hulladékok visszanyerése
- Ezzel párhuzamosan tárolókapacitás felszabadítása, évtizedekre elegendő végleges tárolóhely





# Bátaapáti NRHT 1

- Magyarország legújabb, 2008 óta üzembe vett hulladéktárolója, a Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (NRHT)
- Az atomerőművi kis és közepes aktivitású és rövid élettartamú hulladékok végleges elhelyezésére épült
- Két felszín alatti tároló kamra elkészült, az első 2012 decemberben került üzembe
- Folyamatosan bővül új kamrákkal
- Az atomerőmű üzemidő hosszabbítását is figyelembe véve 21 500 m<sup>3</sup> (üzemvitel+leszerelés) hulladék elhelyezésére kell felkészülni





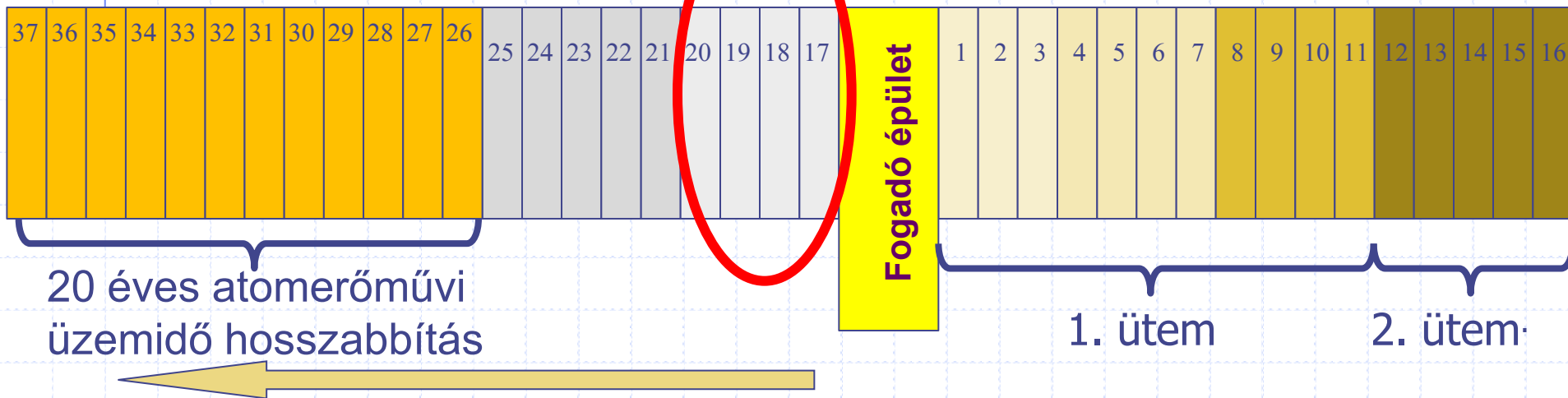
# Bátaapáti NRHT 2





# Paksi KKÁT

- Korábban kiszállítások a SZU-ba
- Jelenleg ~ 8000 kazetta, 1997 óta üzemel, moduláris rendszerű átmeneti száraz tároló (50 év)
- fokozatosan bővül, az atomerőmű igényeinek megfelelően



20 éves atomerőművi  
üzemidő hosszabbítás

Fogadó épület

1. ütem

2. ütem

3. ütem

- 2012: 17-20 kamrák
- 527 db/kamra

- 1997-2007: 1-16. kamrák
- 450 db/kamra





# Nukleáris üzemanyagciklus zárása

- Eddig nem született döntés **az üzemanyagciklus zárásról** (reprocessálás vagy direkt elhelyezés), komplex gazdasági döntés is, amelyhez igazodnia kell a hulladékkezelésnek
- A **"mérlegelve haladj előre"** ("do and see") elvet követjük ellentétben a **"késleltetett döntés"** ("wait and see") helyett
- A gyakorlatban ez egy **referencia forgatókönyv** végrehajtását jelenti (hazai direkt elhelyezés), de a folyamat során (ameddig erre ésszerűen lehetőség van) fenn kell tartani a változtatás lehetőségét, a költségeket a referencia forgatókönyv alapján számítjuk
- Bármi is lesz a döntés **egy mélygeológia tárolóra mindenképpen szükség van**, mert egy esetleges reprocessálás utáni fennmaradó nagy aktivitású hulladéknak, illetve az üzemidő alatt és a leszerelés keletkező hulladéknak is hasonló tároló kell, különbség a részletekben (tároló kapacitások, hulladékforma stb.) van



# Boda környéki kutatások

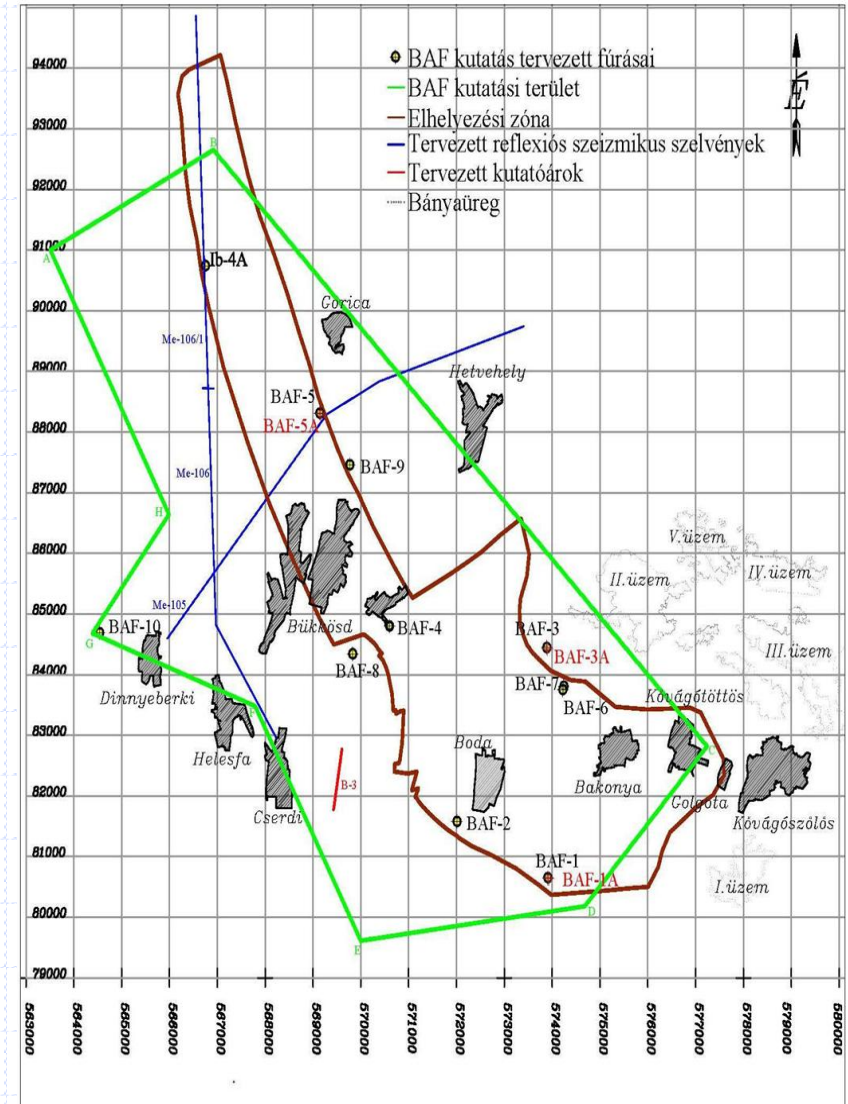
## ➤ "Haladj előre":

- ✓ 90-es években az akkori uránbányából és 2004-2010 között a felszínről végzett kutatások történtek
- ✓ A korábbi kutatások eredményeit felülvizsgáló új kutatási terv 2012-ben elkészült

## ➤ Felszíni kutatásokkal 2017-ig rangsorolni kell három potenciális telephelyet a Bodai Anyagkő Formáció területén

## ➤ "Mérlegelj":

kövesd a nemzetközi téren bekövetkező változásokat, ameddig lehetőség van rá, tartsd a programot flexibilisen!





# Összefoglalás

- Magyarország nemzetközileg is elismerten fejlett nemzeti programmal, megfelelő intézményekkel (KNPA, RHK Kft.) rendelkezik
- Jelentős eredmények ért már el a nemzeti programjának megvalósításában (RHFT, NRHT, KKÁT)
- A hazai közvélemény mind országos, mind helyi szinten támogatja a nemzeti program végrehajtását.
- Jövőbeli kihívások: nagy aktivitású kutatási program végrehajtása

Honlap: [www.rhk.hu](http://www.rhk.hu)

# Köszönöm a figyelmet!

