

A gyorsreaktorok szerepe a nukleáris üzemanyagciklusban

SZIEBERTH MÁTÉ

BME NUKLEÁRIS TECHNIKAI INTÉZET | 2023. SZEPTEMBER 29.



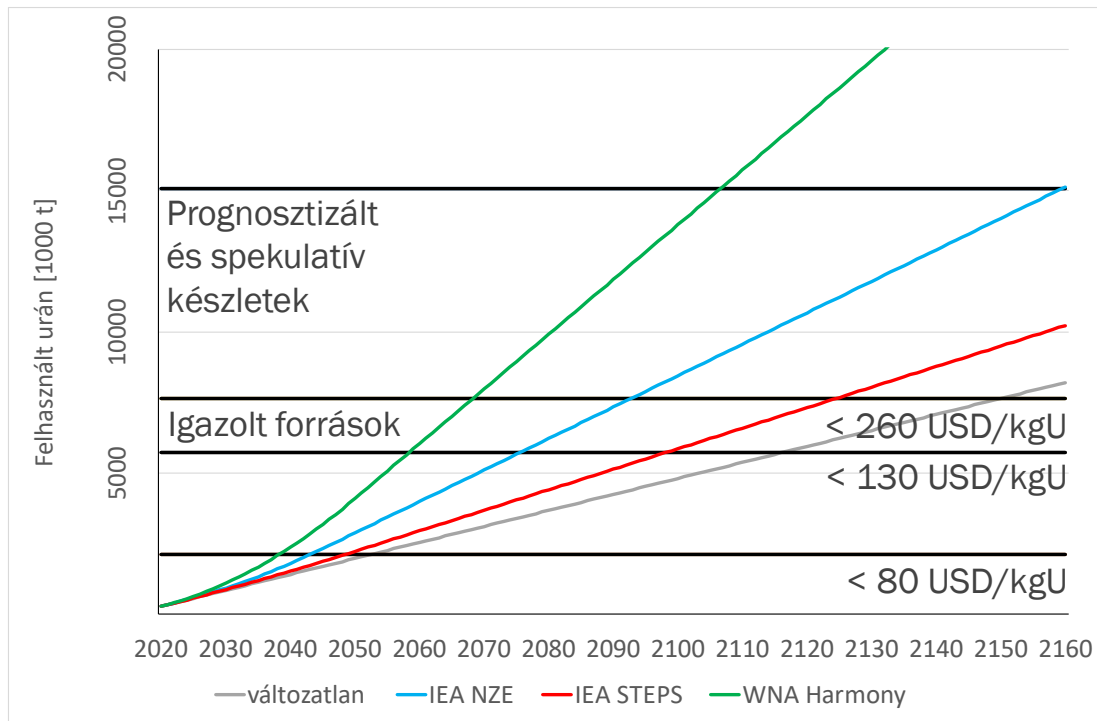
„Eredmények és tapasztalatok az egyetemek fenntarthatóvá válásának folyamatában”

Bevezetés

- A kiégett nukleáris üzemanyag újrahasznosításra alkalmas anyagokat tartalmaz
- A ma jellemző nyitott üzemanyagciklusban csak nagyon csekély mértékben történik meg a visszaforgatása
- Fenntarthatósági szempontok:
 - természeti erőforrások hasznosítása (uránhasznosítási hatások)
 - hátrahagyott hulladékok (hosszú távú kockázatok, radiotoxicitás)
- Ezekben a területek a gyorsneutron-spektrumú reaktorok növelhetik az atomenergetika fenntarthatóságát

Uránkészletek

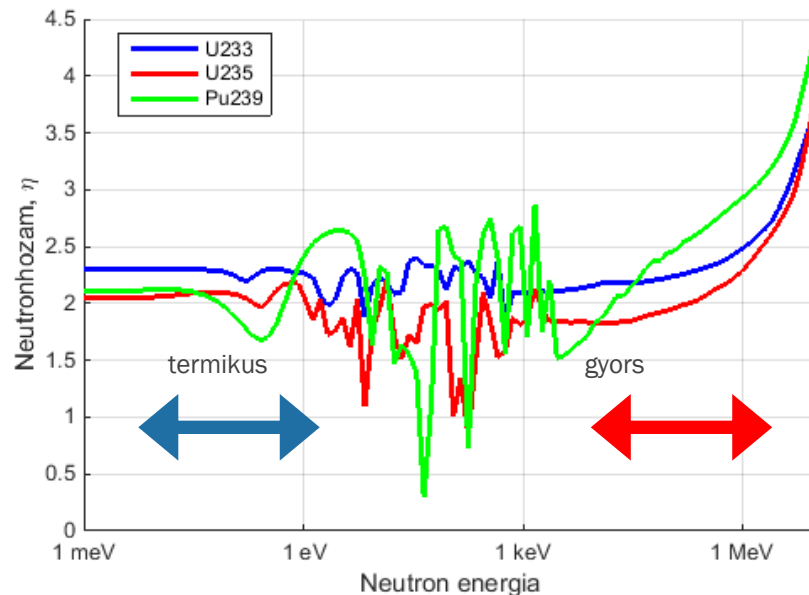
- Változatlan felhasználás esetén kb. 120 évre elegendők az igazolt uránforrások (készletek)
- A klímavédelmi célok növekvő felhasználást igényelnek
- Drágábban kitermelhető források bevonása
- Az urán magasabb hatásfokú hasznosítása gazdaságossá válhat



Üzemanyag tenyésztés

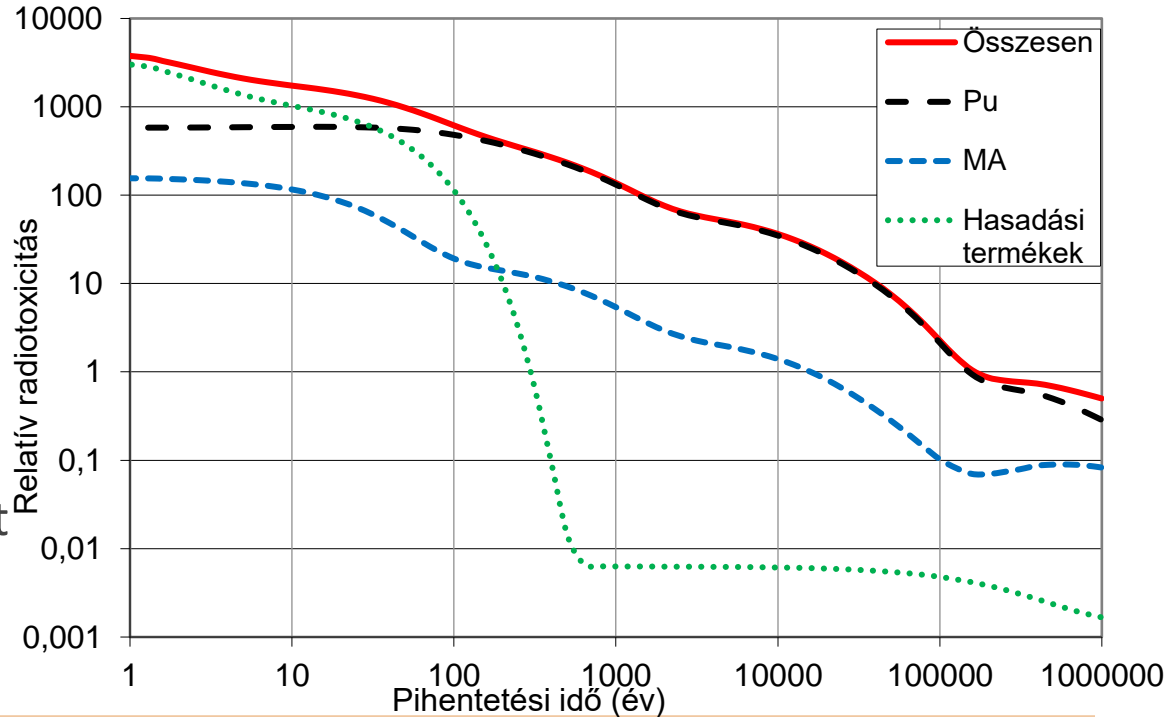
- A tenyésztéshez 2-nél nagyobb neutronhozam kell
 - 1 újabb hasadást kiváltó neutron szükséges a láncreakcióhoz
 - 1 kell befogódjon fertilis anyagban (^{238}U), hogy új hasadómag keletkezzen
- U-Pu ciklusban ($^{238}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Pu}$), gyorsneutron-spektrumban hatékony
- 40-50-szer hatékonyabb

Neutronhozam (η):
egy elnyelt neutron által keltett neutronok átlagos száma



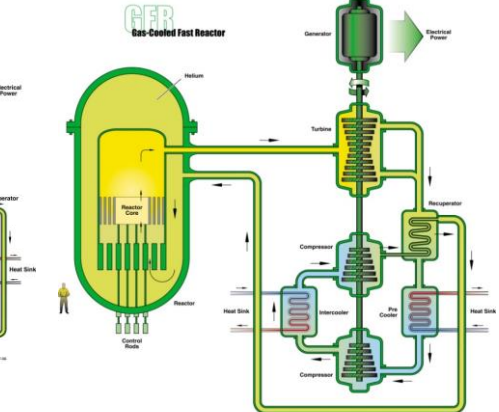
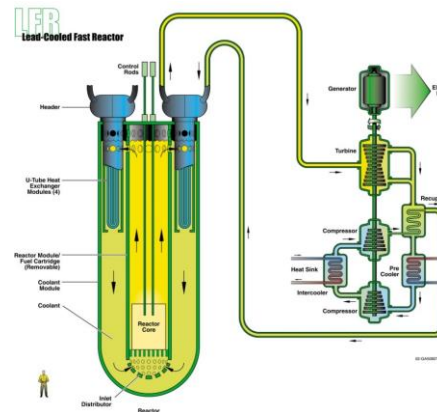
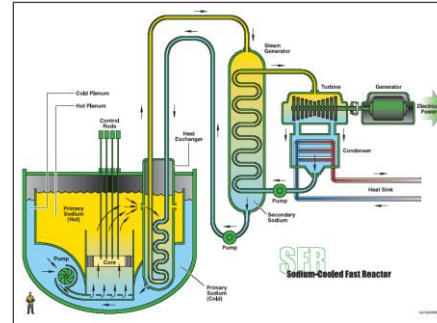
Kiégett nukleáris üzemanyag radiotoxicitása

- A kitermelt uránérc radiotoxicitásához viszonyítva
- Közvetlen hozzáférés esetén releváns
- Pu és a másodlagos aktinidák (MA) a meghatározók kockázatokat
- Gyorsreaktorokban hasznosíthatók

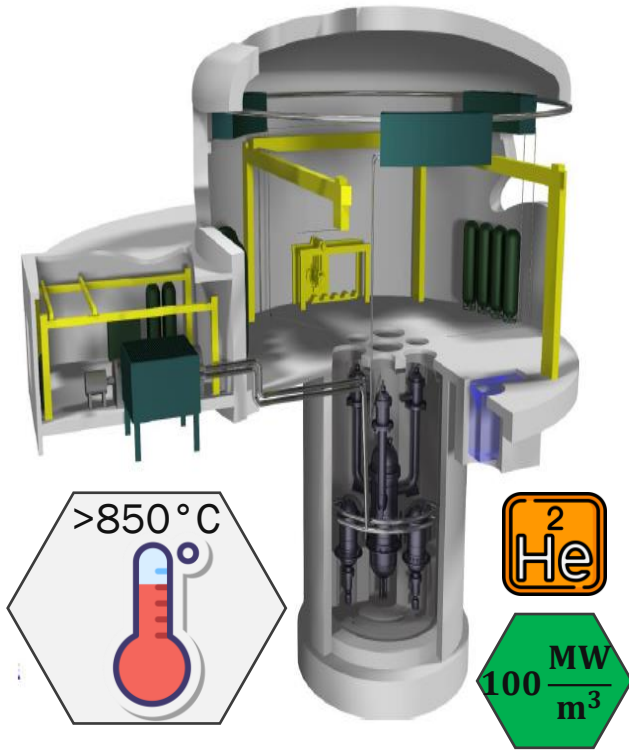


Gyorsreaktor hűtőközegek

- **Követelmények:**
 - minimális moderálás
 - Könnyű elemek (pl. víz!) kizárva
 - jó hőelvonási képesség
 - minimális parazita neutronbefogás
- **Folyékony fémek vagy gázok**
 - nátrium (SFR): működő technológia
 - ólom, ólom-bizmut eutektikum (LFR)
 - hélium (GFR)
 - alacsony sűrűség



ALLEGRO: gázhűtésű kísérleti gyorsreaktor projekt



- Francia (CEA) koncepció alapján a V4 országok nukleáris kutatóintézeteiben zajló fejlesztés
- Jelenleg a SafeG H2020-as projekt keretében zajlik a részletes tervek kidolgozása



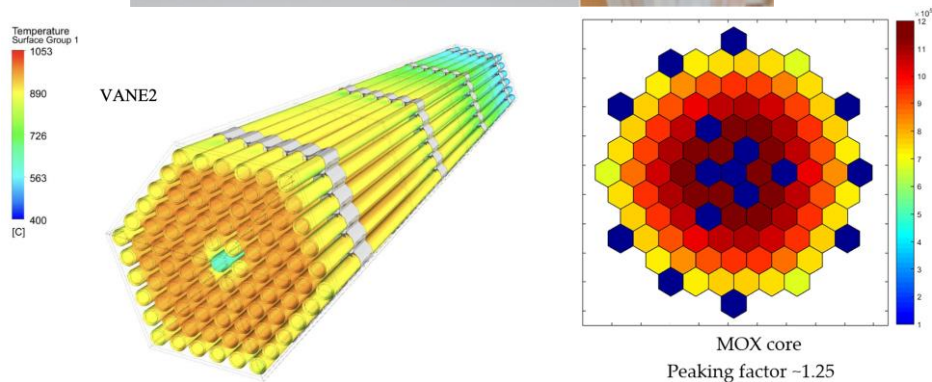
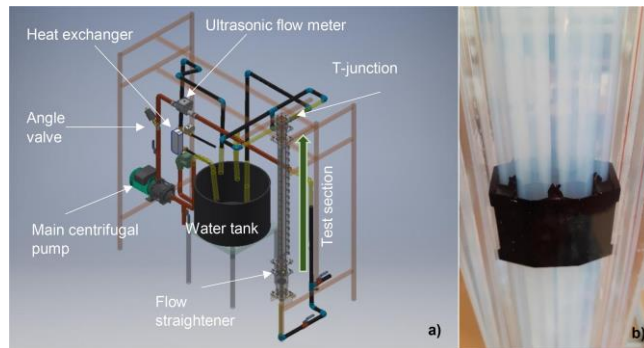
Euratom Horizon 2020

- 2020-2024   
- 4.5 M EUR   
- 15 kutatóintézet 

SafeG

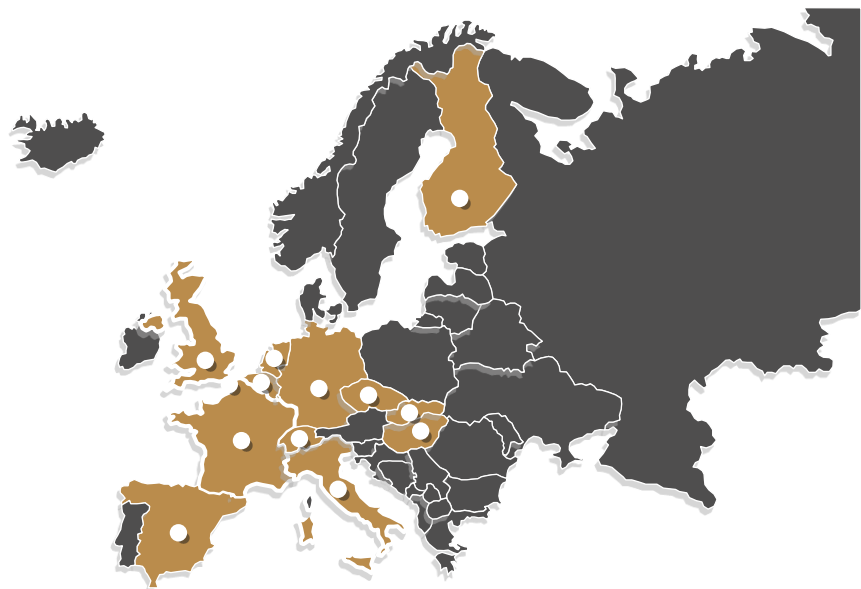
BME NTI hozzájárulás a SafeG projekthez

- Termohidraulika
 - Particle Image Velocimetry (PIV) áramlástanai mérések
 - Numerikus áramlástanai (CFD) szimulációk
 - PIV és CFD eredmények alkalmazása tranziens elemzésekben
- Reaktorfizika
 - Zónaoptimalizálás és szabályozóelemek tervezése



A PuMMA H2020 projekt

Plutonium Management for More Agility



2020. november- 2024. október (48 hónap)

Belgium

- JRC
- SCK CEN

Franciaország

- CEA (koordinátor)
- FRAMATOME
- EDF
- LIG

Hollandia

- NRG

Svájc

- EPFL
- PSI

Csehország

- UJV

Németország

- KIT

Olaszország

- ENEA
- POLIMI

Spanyolország

- CIEMAT

Finnország

- VTT

Magyarország

- BME
- MTA EK

Szlovákia

- VUJE

Egyesült Királyság

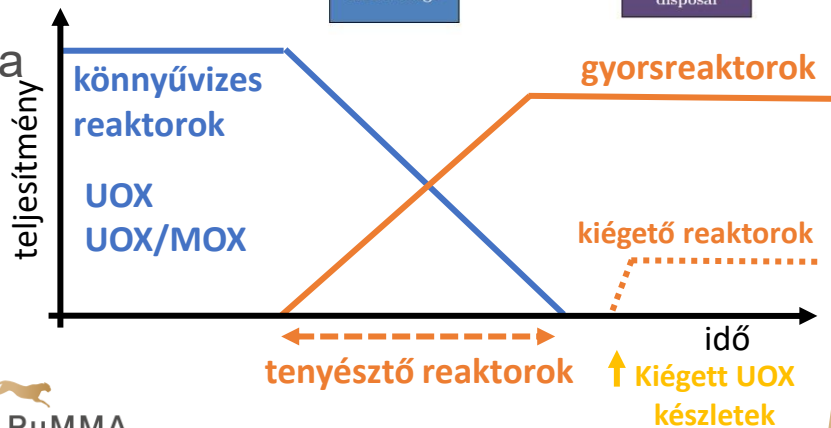
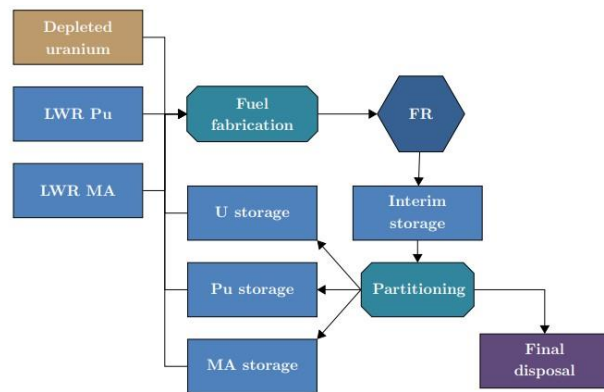
- NNL
- JACOBS

A projektet a 945022 sz. támogatási megállapodás alapján az Euratom 2019-2020. kutatási és képzési program finanszírozza.



BME NTI hozzájárulás: üzemanyagciklus-szimulációk

- Pu-készletek kezelése különböző scenáriók esetén:
 - Tenyésztés: a gyorsreaktor flotta elindításához
 - Öntenyésztés: a Pu-készletek stabilizálása
 - Kiegészítés: többlet hasznosítása
- Lehetséges scenáriók vizsgálata saját fejlesztésű kódrendszerrel



Összefoglalás

- Az atomenergetika fenntarthatósága a nukleáris üzemanyagciklus zárásával jelentősen tovább növelhető
- Gyorsreaktorokban a Pu és a többi transzurán elem visszatáplálása is megvalósítható
- **A kiégett nukleáris üzemanyag a jövő nukleáris üzemanyagciklusában erőforrás, nyersanyag**
- A BME Nukleáris Technikai Intézete is bekapcsolódik a gyorsreaktorok fejlesztésére irányuló nemzetközi erőfeszítésekbe
- **Ez biztosítja a nukleáris üzemanyagciklussal kapcsolatos hazai döntéshozatalhoz szükséges információkat, tudást és kompetenciát is**

KÖSZÖNÖM
A FIGYELMET!