



Látogatás egy reproprocesszáló üzemben

Nagy Péter



Hajdúszoboszló, ELFT Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, 2018.04.17-19.

Előzmények

- European Nuclear Young Generation Forum (ENYGF), Paris, 2015.június 22-24.
- Nukleáris témájú előadások, üzemlátogatás



Areva La Hague-i
nukleáris üzemanyagokat
feldolgozó üzeme



Areva La Hague-i reproprocesszáló üzem

- A legnagyobb munkáltató Normandiában.
(4000 alkalmazott, 1000 alvállalkozó)
- Az üzem a világ újrafeldolgozott kazettáinak több mint 50 %-át adja.

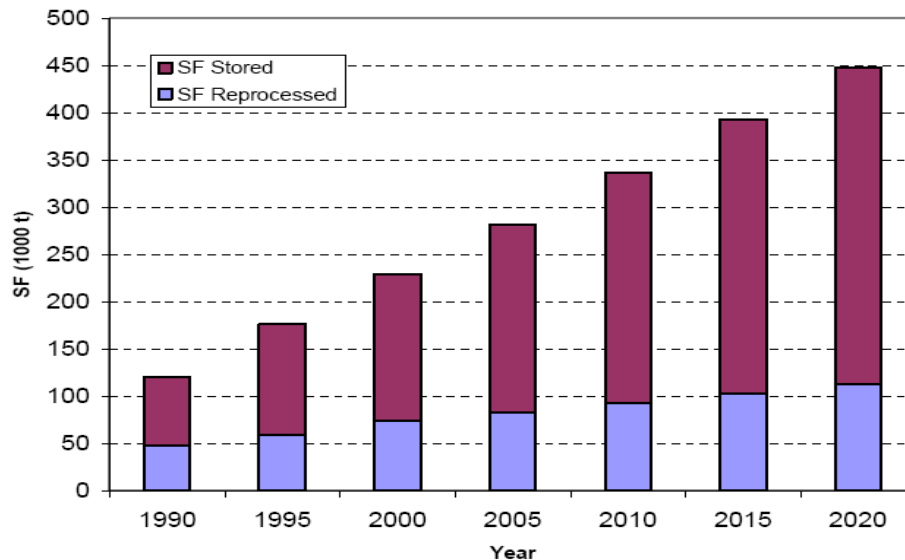


FIG. 1. Global statistics in spent fuel management.



Földrajzi fekvés



A telephely rövid története I.

- Az első termelői egység (UP2-400) 1966-ban elindul
- Katonai célú reprocesszálás (Pu kinyerése)
- Valéry Giscard d'Estaing francia elnök és az 1973-as olajválság kereskedelmi célú feldolgozás
- 1970-es években véget ért a feldolgozás)

(A telephely a 60-as évek közepén)



A telephely rövid története II.

- Megnyitják a UP2-800 és UP3 egységeket 1990 és 1994-ben
- UP2-400 egység jelenleg leszerelés alatt van
- INES 1 esemény 2002 október 05-én
(alvállalkozónál bőr kontamináció)

Adatok/érdekesességek a telephelyről

- A világ legnagyobb reprocesszáló üzeme
- 1700 db. Kazetta/év feldolgozói kapacitás (80 reaktorral egyenértékű kapacitás)
- A feldolgozás folyamatos (24/7)
- Évente kétszer állnak le karbantartásra (Nyáron és télen)
- Kazetták: Franciaország (EDF), Németország, Japán, Svájc, Belgium (Synatom), Hollandia (EPZ), Olaszország (SOGIN), (Ausztrália)

Biztonság és működés

- Atomerőműveknél szigorúbb biztonsági kultúra és (fizikai) védelmi rendszerek
- Távoli automatikus irányítás, folyamatos emberi felügyelet
- Folyamatos fejlesztés és oktatás



(Irányító központ)



Újrafeldolgozás célja

- Hasadóanyag kinyerése (^{235}U , ^{239}Pu)
- Hasadási termékek eltávolítása (reaktorméreg-neutron elnyelés)
- Radioaktív hulladék mennyiségének csökkentése, radioizotópok biztonságos eltemetése/tárolása
- Melléktermékek hasznosítása (izotóp források pl. ^{137}Cs)

Üzemanyag feldolgozó képesség

Kutató reaktorokban használt
kazetták



PWR



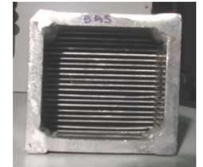
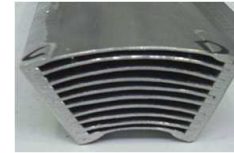
BWR



ANSTO
(Australia)

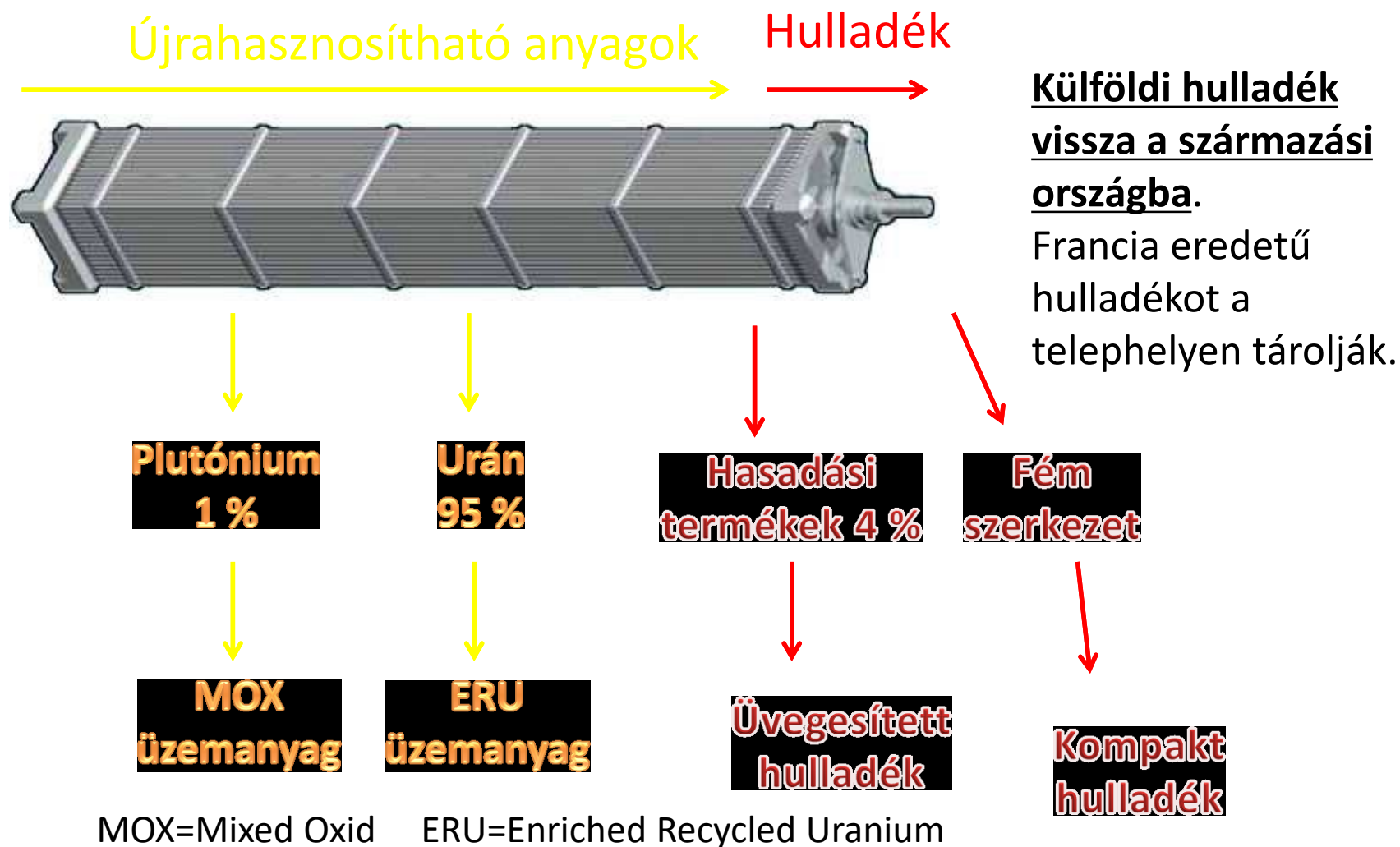


BR2 MOL
(Belgium)



Orphée
(Franciao.)

- A kiégett kazetta **96 %-a** újrahasznosítható
- Átlag 8 db kiégett kazettából 1 db. **ERU** és 1 db. **MOX** üzemanyag készíthető



Radioizotópok a kiégett üzemanyagban/fűtőelemben

1 H 3 Li 4 Be 11 Na 12 Mg 19 K 20 Ca 21 Sc 22 Ti 23 V 24 Cr 25 Mn 26 Fe 27 Co 28 Ni 29 Cu 30 Zn 31 Ga 32 Ge 33 As 34 Se 35 Br 36 Kr 37 Rb 38 Sr 39 Y 40 Zr 41 Nb 42 Mo 43 Tc 44 Ru 45 Rh 46 Pd 47 Ag 48 Cd 49 In 50 Sn 51 Sb 52 Te 53 I 54 Xe 55 Cs 56 Ba 57 Ln 72 Hf 73 Ta 74 W 75 Re 76 Os 77 Ir 78 Pt 79 Au 80 Hg 81 Tl 82 Pb 83 Bi 84 Po 85 At 86 Rn 87 Fr 88 Ra 89 An 104 Rf 105 Db 106 Sg 107 Bh 108 Hs 109 Mt 110 Uun															
2 He 5 B 6 C 7 N 8 O 9 F 10 Ne 13 Al 14 Si 15 P 16 S 17 Cl 18 Ar															
UOX 45 GWd/t (4 years cooled) U Pu Np Am Cm 941 kg/tMLI 11,3 kg/tMLI 611 g/tMLI 605 g/tMLI 90 g/tMLI															

Függ:
eredeti
üzemanyag
fajtájától,
összetételétől,
kiégettségétől,
reaktor típusától,
hőteljesítményétől,
power history-tól,
hűtési időtől...

LANTHANIDES	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ACTINIDES	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

■	MAJOR ACTINIDES	■	ACTIVATION PRODUCTS
■	FISSION PRODUCTS	■	FISSION AND ACTIVATION PRODUCTS
■	MINOR ACTINIDES		

Hasadóanyag (pl. ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu);
Hasadási termék (pl. ^{137}Cs , ^{90}Sr);

Szaporító anyag (pl. ^{238}U , ^{232}Th);
Aktiválási termék (pl. ^3H , ^{14}C , ^{60}Co)

U és Pu elválasztás elve

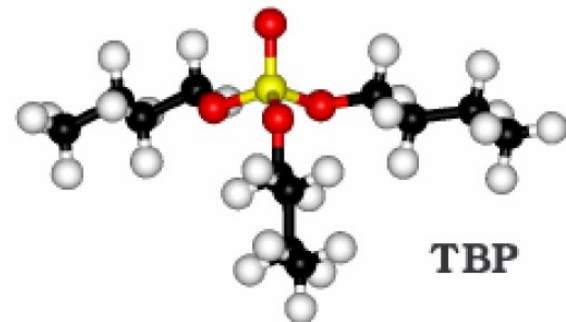
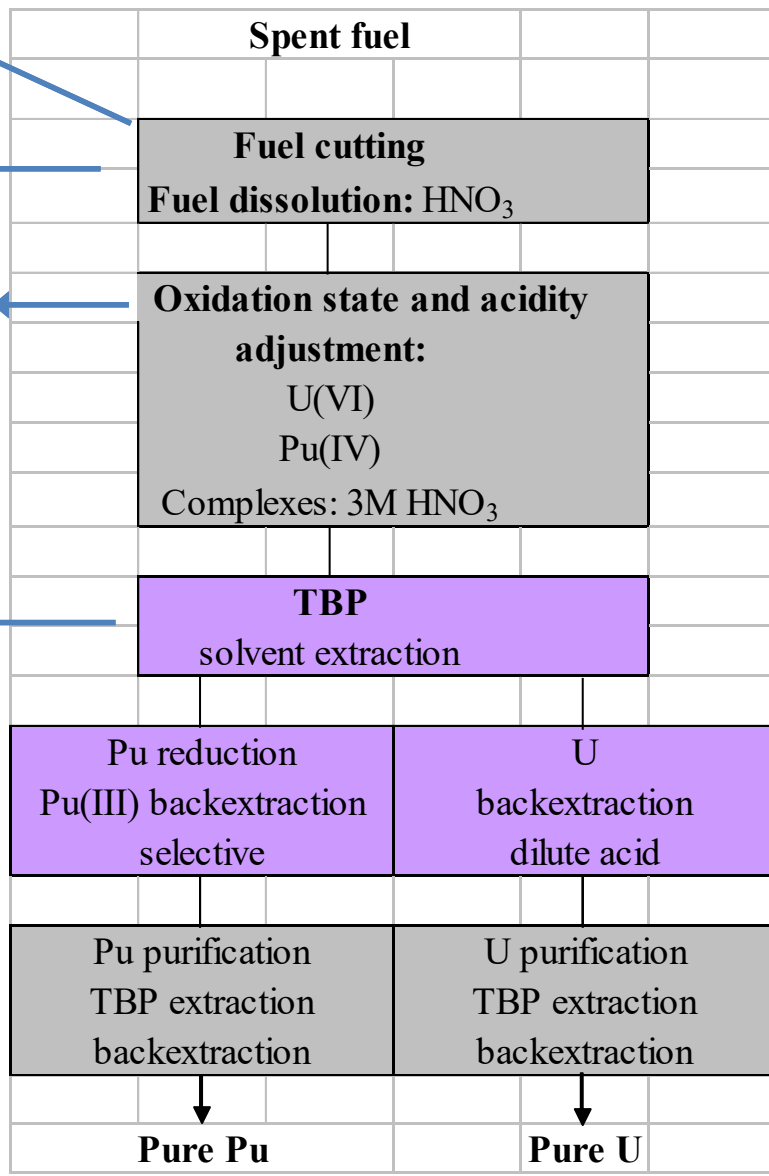
Zr burkolat hulladék

Gázfelszabadulás (Xe, Kr, He)

Üzemanyag oldás: NO_x gázok

Vizes fázis (HLW)
TBP (szerves fázis)

UO_2 és PuO_2



1. Salétromsavas-vizes oldat
extrahálása TBP tartalmú
szerves oldószerrel:

$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 2TBP komplex

$\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$ nTBP komplex

2. Majd visszaextrahálás
2 lépésben:

2.1. Pu-ot redukálva
Pu(III)-má,

2.2. U-t híg,
salétromsavban

szegény vízzel

Videó



Radioaktív hulladék tárolása



Veszélyforrások

- Kritikuság
- Sugárveszély: nagy radioaktivitás
- Korrózió veszély
- Toxikuság (Pu)
- Kémiai robbánásveszély: $\text{HNO}_3 + \text{TBP}$,
nemesgáz+aktívszén+ O_2
 H_2 fejlődés fémek oldásakor ill radiolíziskor
(durranógáz)
salétromsav denitrálása formaldehiddel

Mi a helyzet a világban?

World commercial reprocessing capacity^{1,2}

(tonnes per year)

LWR fuel	France, La Hague	1700
	UK, Sellafield (THORP)	600
	Russia, Ozersk (Mayak)	400
	Japan (Rokkasho)	800*
	Total LWR (approx)	3500
Other nuclear fuels	UK, Sellafield (Magnox)	1500
	India (PHWR, 4 plants)	330
	Japan, Tokai MOX	40
	Total other (approx)	1870
Total civil capacity		5370

** now expected to start operation in 2018*

2015-ig összesen **90 000 t SF-t** (spent fuel) reprocesszáltak a világon.

Összefoglalás

- Üzemanyag ciklus zárásával csökkenthető a nagyaktivitású hulladék mennyisége és a megmaradt hasadóanyagot újra fel lehet használni.
- Számos veszélyforrás ellenére biztonságos technológia.
- Drága technológia, de a radioaktív hulladékoknál elért térfogat csökkenés, olcsóbb tárolási lehetőséget biztosít.

Köszönöm a figyelmet!



Átöltözés után, a
látogatói folyosó előtt



Csoport kép az üzem előtt