



mvm paksi atomerőmű

RADIOAKTÍV HULLADÉKOK MINŐSÍTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN

Bujtás T., Ranga T., Vass P., Végh G.

Hajdúszoboszló, 2012. április 24-26

Bevezetés

Radioaktív hulladékok csoportosítása, minősítése

A minősítő berendezés: csere szükségessége

kiválasztás

működés

üzembe helyezés

kalibrálás

mérési tapasztalatok

Kis- és Közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékok csoportosítás

- Típus szerint**

Típus	Hordók száma 2011-ben [db]	Százalékos eloszlás [%]
Tömörített	604	72,9
Nem tömörített	223	26,9
Víztelenített iszap	2	0,2

- Maximális dózisteljesítmény szerint**

Típus	Max. dózisteljesítmény [μSv/h]	Hordók száma 2011-ben [db]	Százalékos eloszlás [%]
Kis aktivitású	0 – 300	681	82,1
Közepes aktivitású	300 – 10 000	148	17,9
Összesen		829	100

Előírások:

TLÜ502 VU04 eljárásrend szabályozza:

- **Dózisteljesítmény mérés**
- **Izotópösszetétel meghatározás**
- **Felületi szennyezettség mérés**
- **Jegyzőkönyv**

Kis- és Közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékok minősítése

- Izotóp összetétel meghatározás gamma-spektrometriával, szkenneléses módszerrel
- Nehezen mérhető izotópokat a nemzetközi gyakorlatban elfogadott „scaling” módszerrel határozzuk:

$$A_{NM} = m * A_K^b$$

ahol: A_{NM} – a nehezen mérhető izotóp aktivitása
 A_K – a kulcs izotóp aktivitása
 m, b – scaling faktorok



Nehezen mérhető	Kulcs	Az alapegyenlet paraméterei		Kulcs nuklid	Az alapegyenlet paraméterei üzemzavari hulladékok esetén	
		m1	b1		m2	b2
³ H	¹³⁷ Cs	0,6891	1,56E+01	¹³⁷ Cs	0,6891	1,56E+01
¹⁴ C	⁶⁰ Co	0,8168	1,34E+00	⁶⁰ Co	0,8168	1,34E+00
⁵⁵ Fe	⁶⁰ Co	0,9643	1,58E+01	⁶⁰ Co	0,9643	1,58E+01
⁵⁹ Ni	⁶⁰ Co	0,7108	1,02E-01	⁶⁰ Co	0,7108	1,02E-01
⁶³ Ni	⁶⁰ Co	0,7345	6,19E+00	⁶⁰ Co	0,7345	6,19E+00
⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	0,4113	1,35E+00	¹³⁷ Cs	1,6957	1,89E-03
⁹⁹ Tc	⁶⁰ Co	0,4713	4,49E-02	⁶⁰ Co	0,4713	4,49E-02
¹²⁹ I	¹³⁷ Cs	0,8331	2,44E-06	¹³⁷ Cs	0,8331	2,44E-06
²³⁴ U	²³⁸ Pu	0,6064	2,09E-01	¹⁴⁴ Ce	0,5421	6,32E-04
²³⁵ U	²³⁸ Pu	0,5852	4,84E-02	¹⁴⁴ Ce	0,5108	1,13E-03
²³⁸ U	²³⁸ Pu	0,6533	1,33E-01	¹⁴⁴ Ce	0,5979	1,46E-04
²³⁸ Pu	⁶⁰ Co	0,5281	6,56E-04	¹⁴⁴ Ce	0,8378	4,23E-03
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	⁶⁰ Co	0,5458	6,26E-04	¹⁴⁴ Ce	0,8404	3,90E-03
²⁴¹ Am	⁶⁰ Co	0,6233	2,73E-04	¹⁴⁴ Ce	0,8589	5,39E-04
²⁴² Cm	NA	NA	NA	¹⁴⁴ Ce	0,9062	1,34E-02
²⁴⁴ Cm	⁶⁰ Co	0,5079	4,39E-04	¹⁴⁴ Ce	0,9162	1,45E-03

Csere szükségessége

Kiválasztás → közbeszerzés

Műszaki specifikáció:

Hordó mérete (geometria)

Hulladékok max. tömege, sűrűsége

Hulladék típusok, eloszlásuk

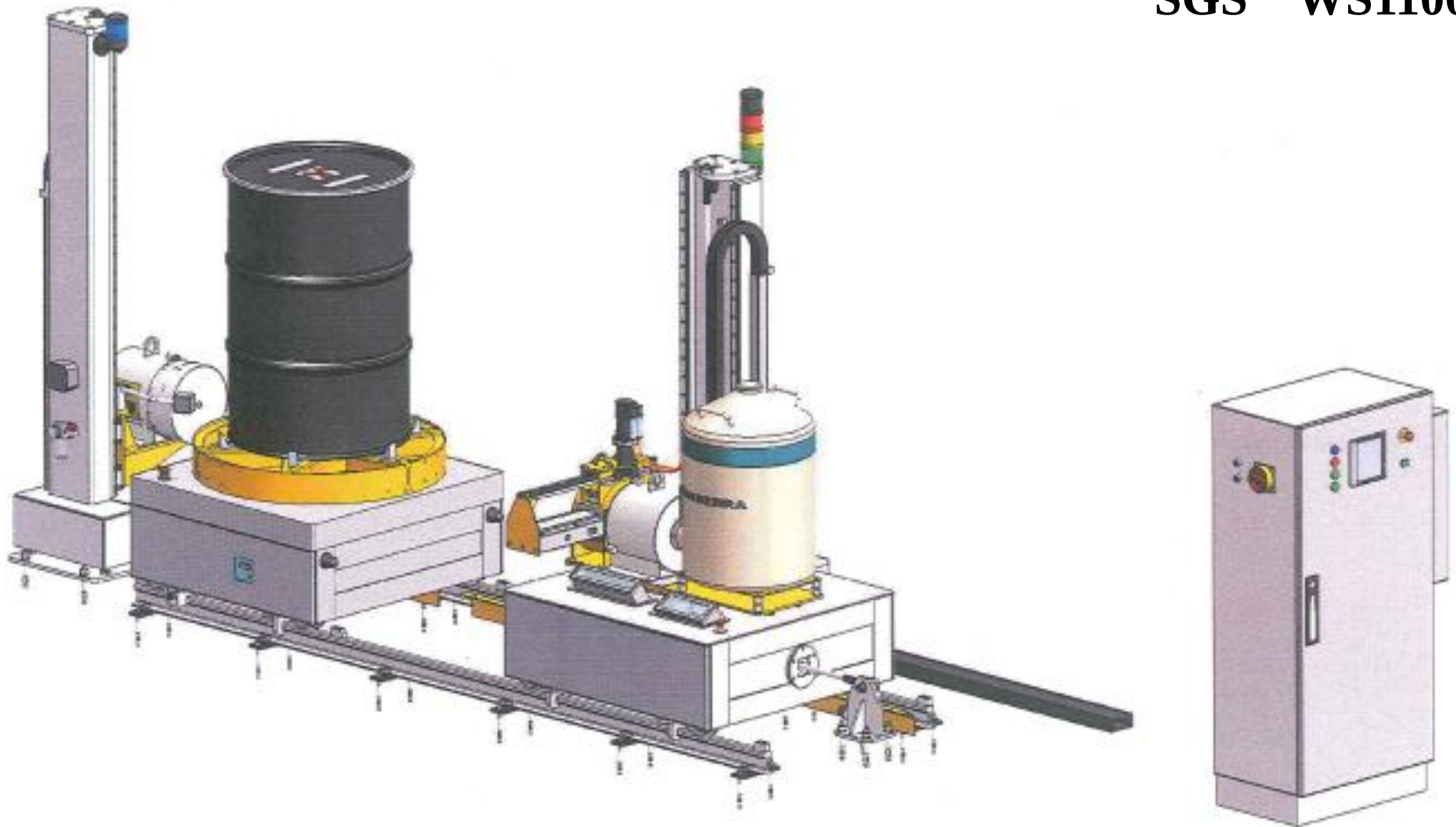
Hulladékok dózisteljesítmény és aktivitás tartománya

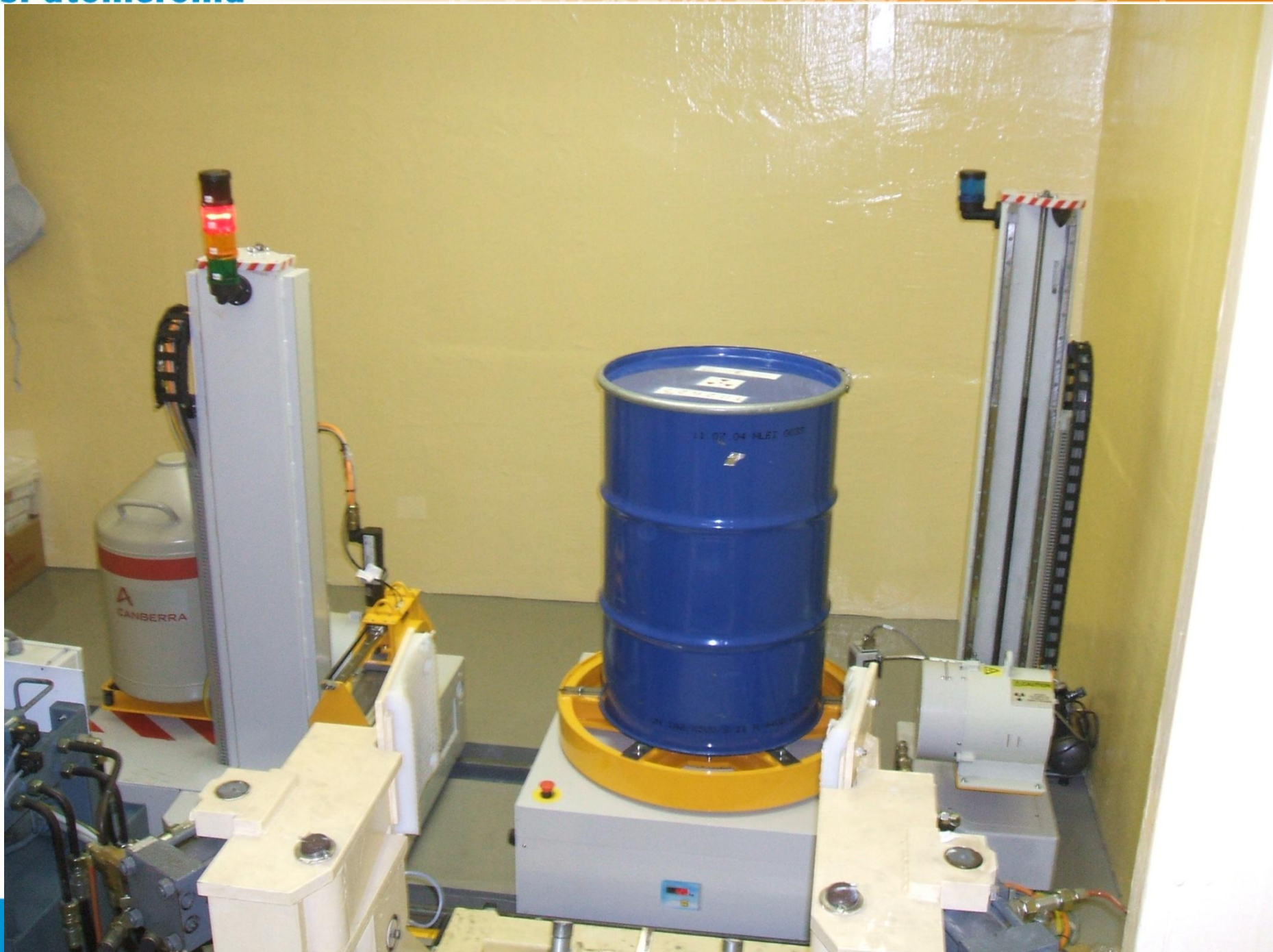
Mérési kapacitás

Elvárások a mérő berendezéssel szemben, műszaki specifikáció

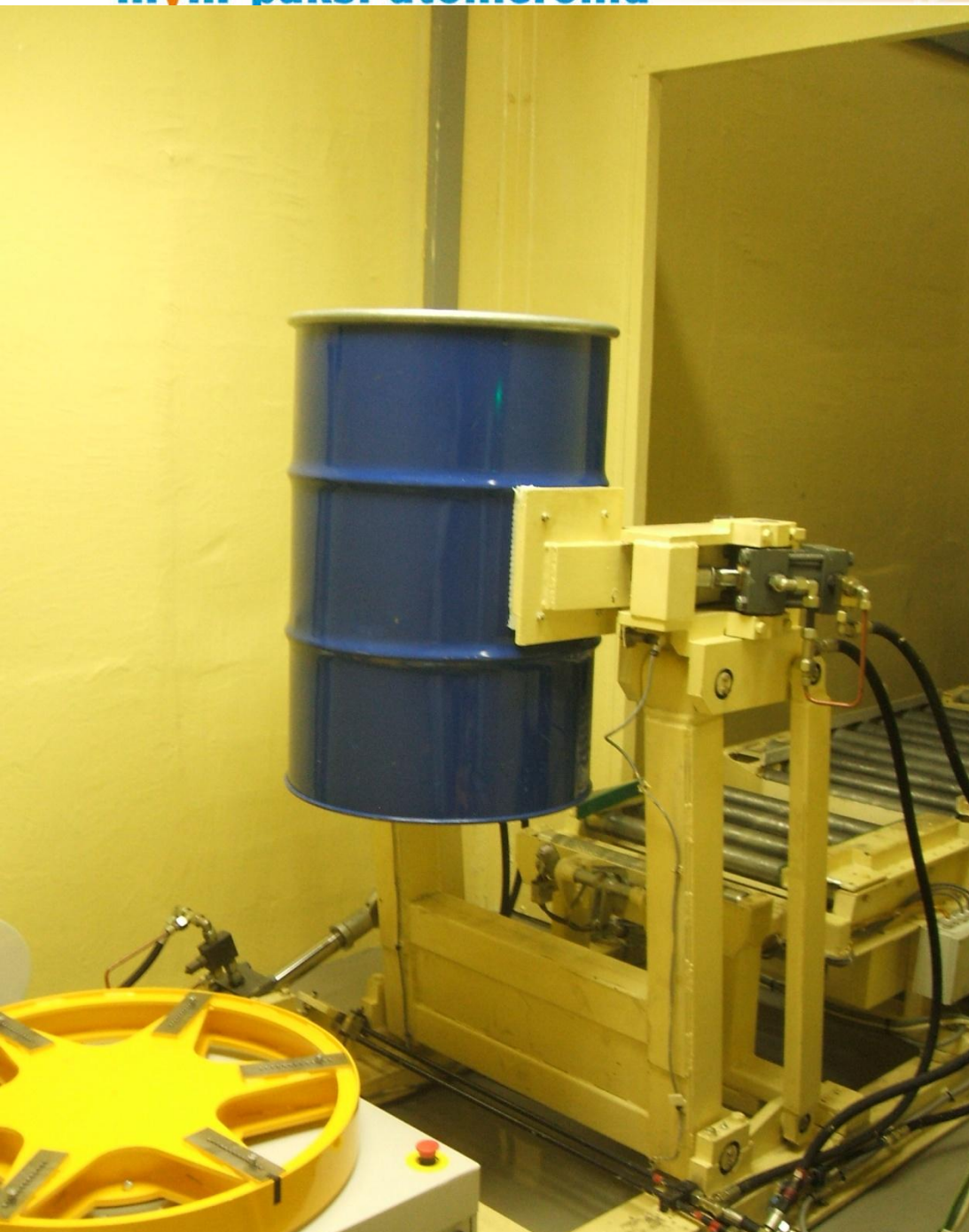
- Hordómozgató görgősor
- Hordóemelő szerkezet
- Transzmissziós sugárforrás Eu-152
- Dózisteljesítmény mérő 10 cm távolságban
- Hordó tömegmérő és forgató egység
- Félvezető (HPGe) detektor és egységei
- 3 geometriájú kollimátor
- DSA 1000 spektrum analizátor és pulzer
- Vezérlőrendszer
- NDA 2000 v4.0 és Gennie 2000 v3.2 szoftver

SGS WS1100+











mvm paksi atomerőmű

Transzmissziós sugárforrás és dózisteljesítmény-mérő













Tömegmérés

Szegmensenként:

dózisteljesítmény mérés 10 cm-re a felülettől

átvilágító forrással spektrumfelvétel

spektrumfelvétel

Kiértékelés:

**szegmensenként a transzmissziós spektrumból kalibrációs
koefficiensek meghatározása**

spektrumok kiértékelése

összeg spektrum kiértékelése

MIX forrás adatai:

Izotóp	$T_{1/2}$ [nap]	A_0 [kBq]
Co-60	1,925E+03	242,28
Ba-133	3,842E+03	2404,80
Cs-137	1,096E+04	241,68
Am-241	1,579E+05	2404,80
Eu-152	4,946E+03	68450,00

Kalibráció:

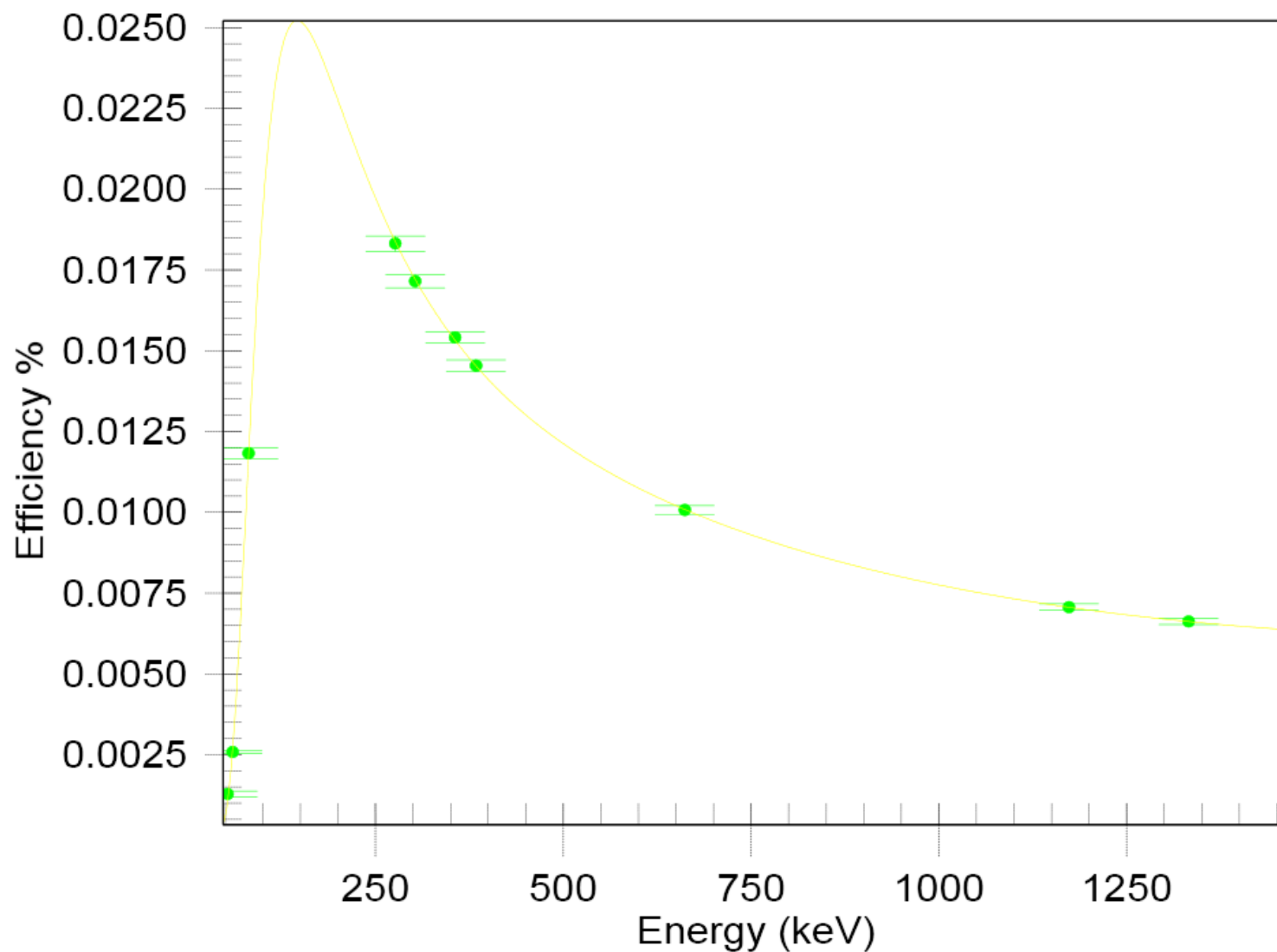
- Geometriánként és szegmensként
- Geometriánként 9 kalibrációs görbe





Eff. Cal. MIX 0 Close 2011.03.04 2011.04.06 11:54:30

0 Close (GEOM0005); 200 l hordó; Sum of all segment spectra;

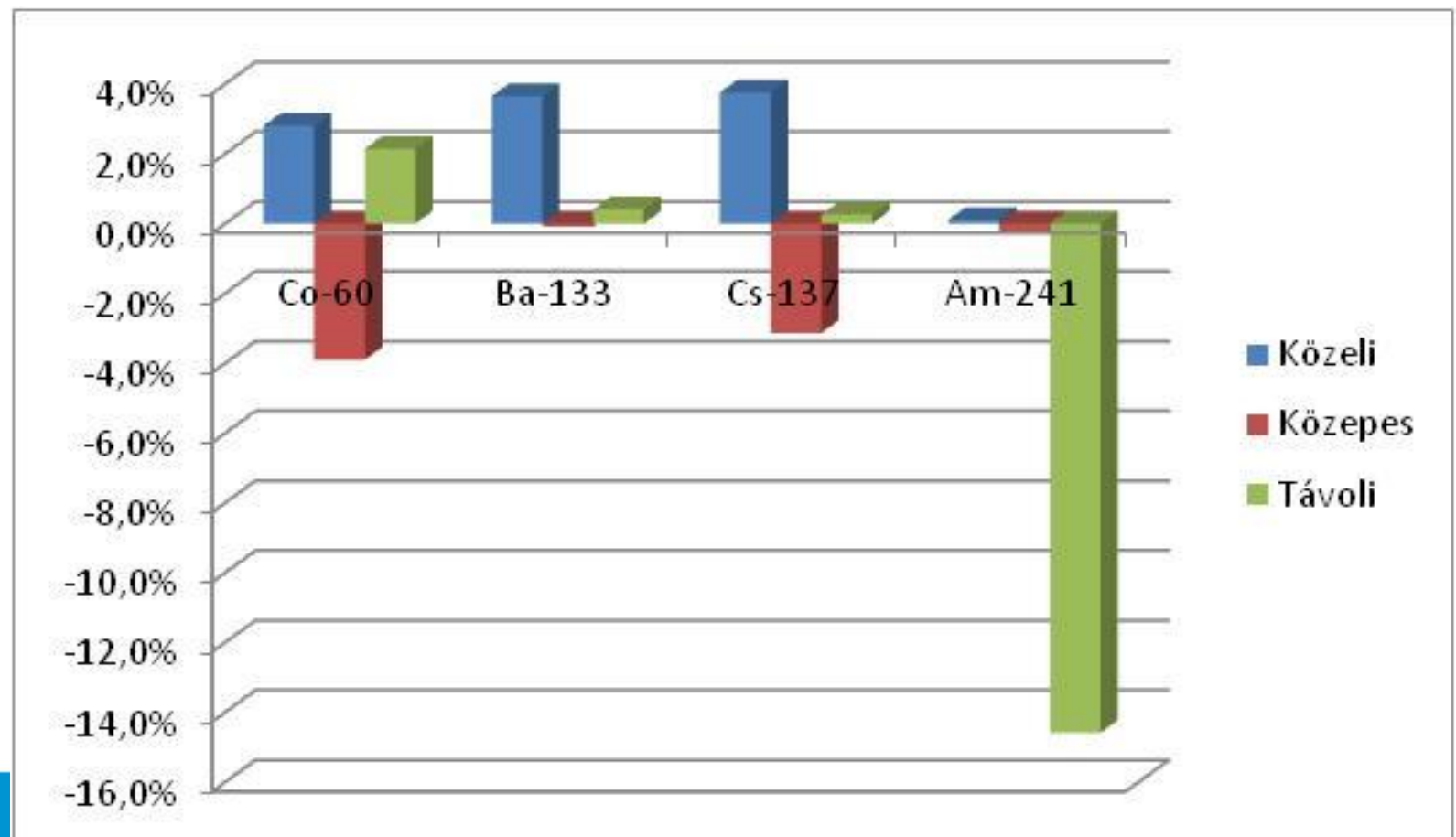


Ellenőrzés kivitele:

1. MIX forrás visszamérése üres hordóban 3 geometriában
2. MIX forrás visszamérése különböző sűrűségű közegben két geometriában
3. Pont forrás különböző sűrűségű mátrixban

Értékelés:

1. Üres hordó

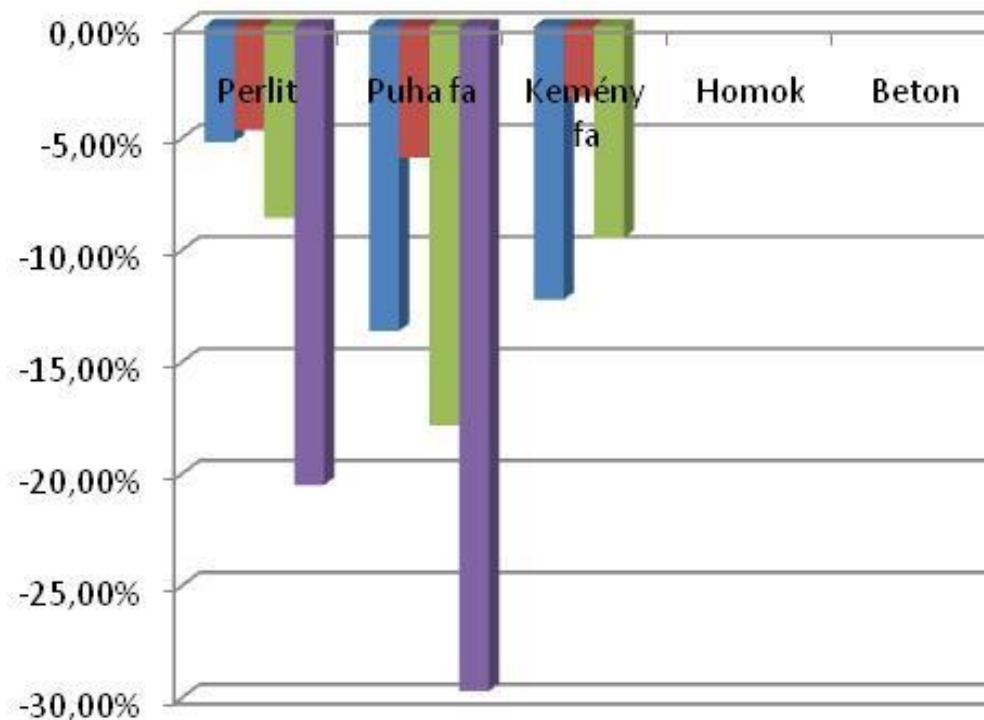
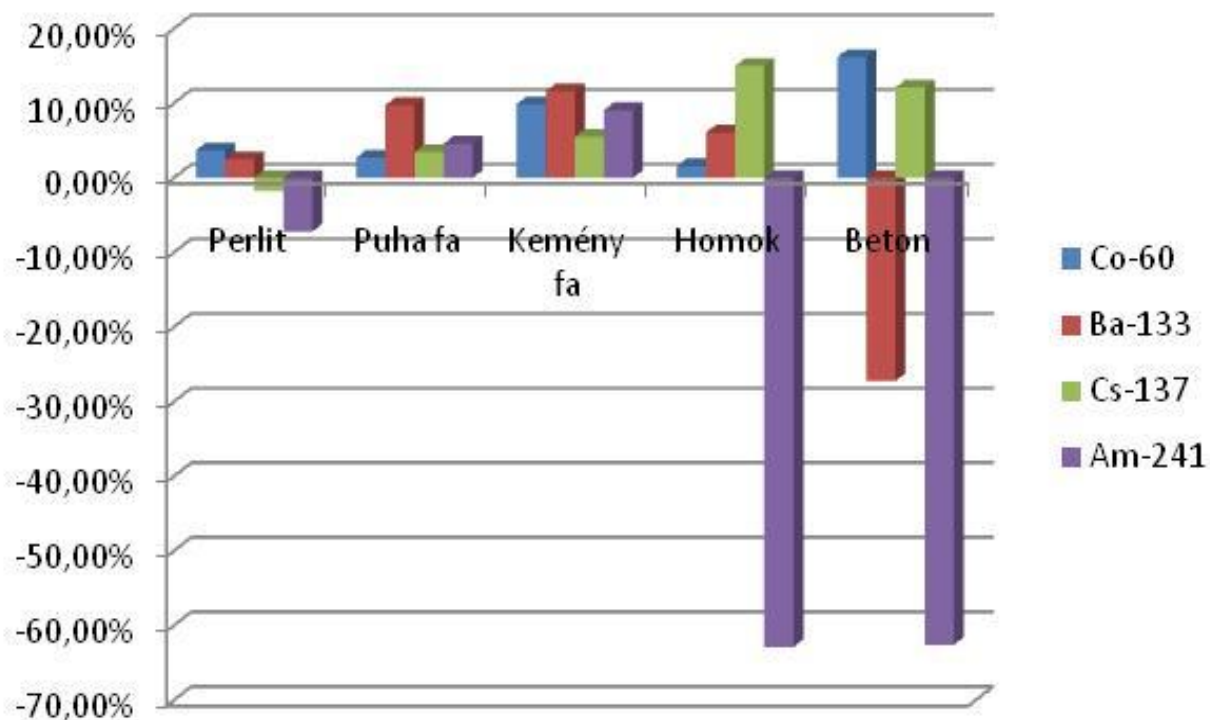


2. Különböző sűrűségek

Anyag	g/cm ³
Perlit	0,04
Puha fa	0,50
Kemény fa	0,74
Homok	1,58
Beton	2,30

Közeli geometria

Közepes geometria



PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt. Üzemviteli hulladékkezelés	HULLADÉKCSOMAG ADATLAP	Megőrzés:
		Nem selejtezzhető
	HS-ST-1.0	Változat: 1.4 Oldal: 2 / 2

Jegyzőkönyv

Hordó azonosító:
Scaling-faktor azonosító:
VSZR minősítési sorszám:

5.

Radiológiai jellemzők (sugárvédelmi szervezet tölti ki):					
Radionuklid	Mért aktivitás-koncentráció (Bq/hordó)	Számított aktivitás-koncentráció (Bq/hordó)	Radionuklid	Mért aktivitás-koncentráció (Bq/hordó)	Számított aktivitás-koncentráció (Bq/hordó)
³ H	-		^{110m} Ag		-
¹⁴ C	-		¹²⁴ Sb		-
³⁶ Cl	-		¹²⁵ Sb		-
⁴¹ Ca	-		¹²⁹ I	-	
⁵¹ Cr		-	¹³¹ I		-
⁵⁴ Mn		-	¹³² Te		-
⁵⁵ Fe	-		¹³⁴ Cs		-
⁵⁸ Co		-	¹³⁷ Cs		-
⁵⁹ Fe		-	¹⁴⁰ Ba		-
⁵⁹ Ni	-		¹⁴¹ Ce		-
⁶⁰ Co		-	¹⁴⁴ Ce		-
⁶³ Ni	-		¹⁵⁴ Eu		-
⁶⁵ Zn		-	²³⁴ U	-	
⁹⁰ Sr	-		²³⁵ U	-	
⁹⁴ Nb		-	²³⁸ U	-	
⁹⁵ Nb		-	²³⁸ Pu	-	
⁹⁵ Zr		-	^{239, 240} Pu	-	
⁹⁹ Mo		-	²⁴¹ Am	-	
⁹⁹ Tc	-		²⁴² Cm	-	
¹⁰³ Ru		-	²⁴³ Am	-	
¹⁰⁶ Ru		-	²⁴⁴ Cm	-	
^{108m} Ag		-			
Hordó felületi dózisteljesítménye (μSv/h):					
Átlagos:			Maximális:		
Felületi szennyezettség (összes béta) (Bq/cm ²):					
Minősítést végző szervezet:		Minősítés ideje:	Minősítést végző neve:		Aláírása:
SKVFO					

8.	Jóváhagyó (SKVFO) (5. pont):	Aláírása:	Dátum:
	Jóváhagyó (RHKO) (1-4, 6-8. pont):	Aláírása:	Dátum:



A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok radionuklidjainak átlagos és maximális aktivitáskoncentráció eloszlása a 2011. évben minősített 805 db hordó alapján

Izotóp	(T) Tömörített (230 db) hordó		(N) Nem tömörített (16 db) hordó		(TT) Történelmi tömörített (559 db)	
	Aktivitáskoncentráció [Bq/hordó]					
	Átlagos	Maximális	Átlagos	Maximális	Átlagos	Maximális
Cr-51	6,46E+05	1,94E+06	-	-	4,09E+05	2,34E+06
Mn-54	5,82E+06	1,89E+08	5,20E+05	3,84E+06	8,46E+05	3,18E+07
Co-58	1,98E+06	5,17E+07	-	-	1,44E+06	5,98E+06
Fe-59	4,42E+05	3,53E+06	7,47E+04	7,47E+04	2,35E+06	6,01E+06
Co-60	2,16E+07	5,87E+08	1,59E+07	2,34E+08	1,85E+07	6,26E+08
Zn-65	8,36E+04	2,02E+05	-	-	1,01E+04	1,15E+04
Nb-94	-	-	-	-	9,26E+05	7,79E+06
Nb-95	1,40E+06	1,25E+07	-	-	2,82E+05	1,13E+06
Zr-95	1,49E+06	1,04E+07	-	-	3,73E+05	3,18E+06
Mo-99	-	-	-	-	-	-
Ru-103	4,09E+03	4,39E+03	-	-	4,50E+04	8,18E+04
Ru-106	3,30E+06	8,89E+06	-	-	4,76E+06	3,68E+07
Ag-108m	-	-	-	-	-	-
Ag-110m	3,92E+06	1,38E+08	8,98E+04	2,38E+05	1,41E+06	5,31E+06
Sb-124	6,21E+05	2,66E+06	5,10E+04	5,10E+04	3,87E+05	3,87E+05
Sb-125	-	-	-	-	2,22E+06	8,46E+06
I-131	8,42E+04	8,42E+04	-	-	-	-
Te-132	3,34E+04	4,79E+04	-	-	1,19E+04	1,19E+04
Cs-134	3,25E+06	8,13E+07	-	-	2,19E+06	4,85E+07
Cs-137	1,15E+06	9,97E+07	5,56E+05	8,48E+06	5,63E+06	5,18E+08
Ba-140	-	-	-	-	-	-
Ce-141	2,23E+04	2,83E+04	-	-	2,61E+05	5,13E+05
Ce-144	4,02E+05	1,03E+06	-	-	1,88E+07	2,37E+08
Eu-154	-	-	-	-	-	-



mvm paksi atomerőmű

Köszönöm figyelmüket!

