

# HASADÓ ANYAGOK SZÁLLÍTÁSA A BUDAPESTI KUTATÓREAKTORNÁL 2008–2013 SUGÁRVÉDELEM ÉS SAFEGUARDS

XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam

**Elter Dénes<sup>1</sup>, Nádasi Iván<sup>2</sup>**

E-mail: <sup>1</sup>elter.denes@energia.mta.hu, <sup>2</sup>nadasi@izinta.hu

Hajdúszoboszló, 2014. május 13–15.



# Előzmények

- ❖ Alap: Pozsonyi egyezmény az USA és az Orosz Föderáció között a szovjet/országi eredetű, kutatóreaktorokban használt fűtőkötegek visszaszállításáról.  
(Az egyezményt aláírták: 2004. május 27.)
  - A visszaszállítás feltétele:
    - a) áttérés HEU fűtőkötegről LEU fűtőkötegre vagy
    - b) véglegesen leállítja a reaktort.
- ❖ Russian Research Reactor Fuel Return Program – RRRFRP
  - Szerződés (U.S DOE/NNSA és KFKI AEKI): 2005. december  
→ Eredmény: lehetőség a reaktor hosszú idejű üzemeltetésére (2023-ig)



# Fő események

- 2008 – Kiegészített HEU fűtőkötegek visszaszállítása
- 2009 – Friss HEU fűtőkötegek visszaszállítása
- 2009 – Friss LEU fűtőkötegek érkezése
- 2009 szeptember – zóna konverzió kezdete
- 2010 – Kiegészített HEU fűtőkötegek visszaszállítása Szerbiából
- 2012 – Hasadóanyagok visszaszállítása
- 2012 vége – LEU zóna
- 2013 – Friss LEU fűtőkötegek érkezése
- 2013 - Kiegészített HEU fűtőkötegek visszaszállítása



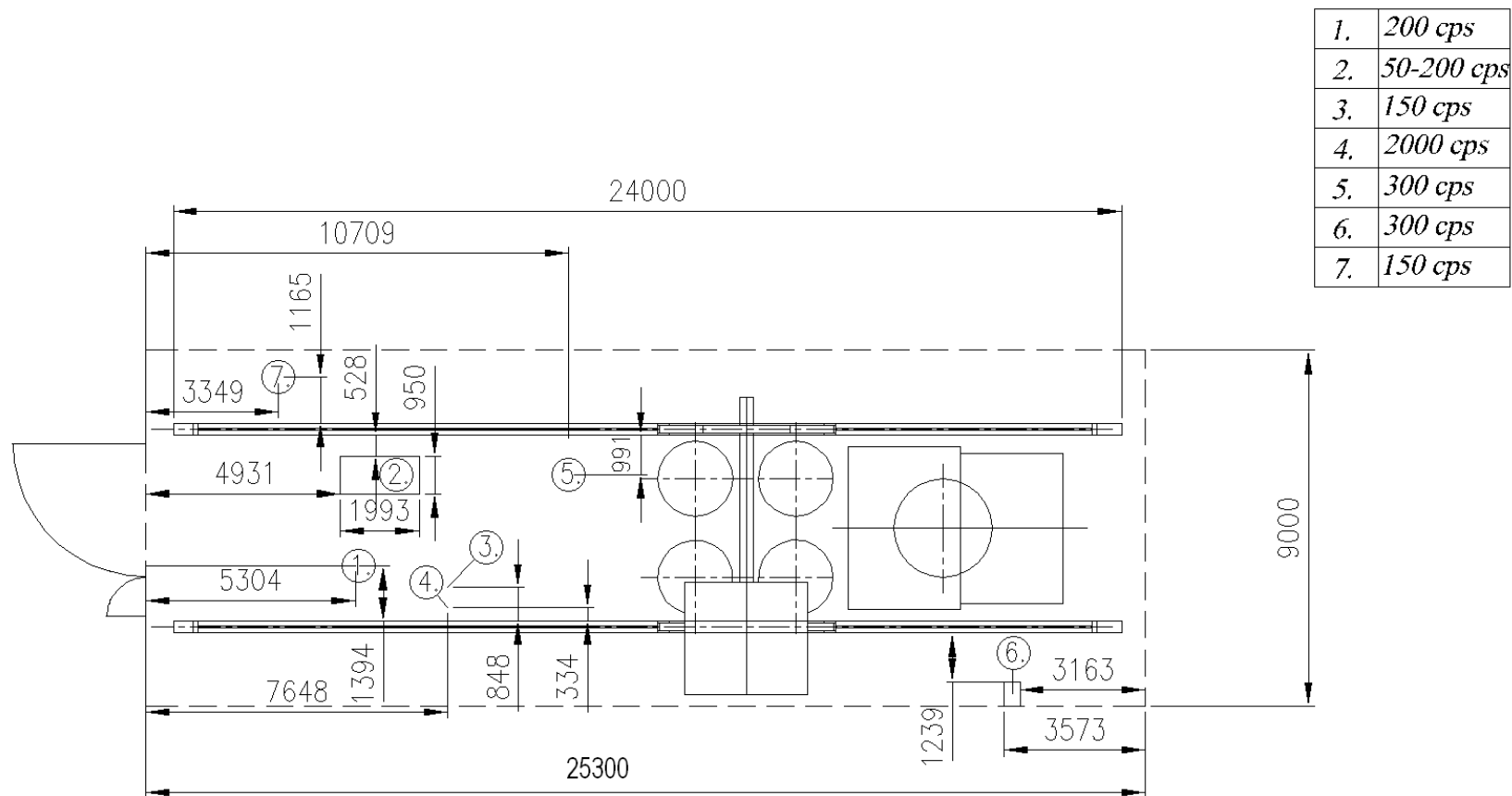
# Kiéggett fk. visszaszállítás fő lépései

- Szervizcsarnok építése
- Daru cseréje (emelő kapacitás 14 t)
- SV. detektorok telepítése
- Szállító konténerek megtöltése
- ISO konténerek megtöltése
- Szállítás

# A tároló korábban



# Ra. szennyezés ellenőrzése

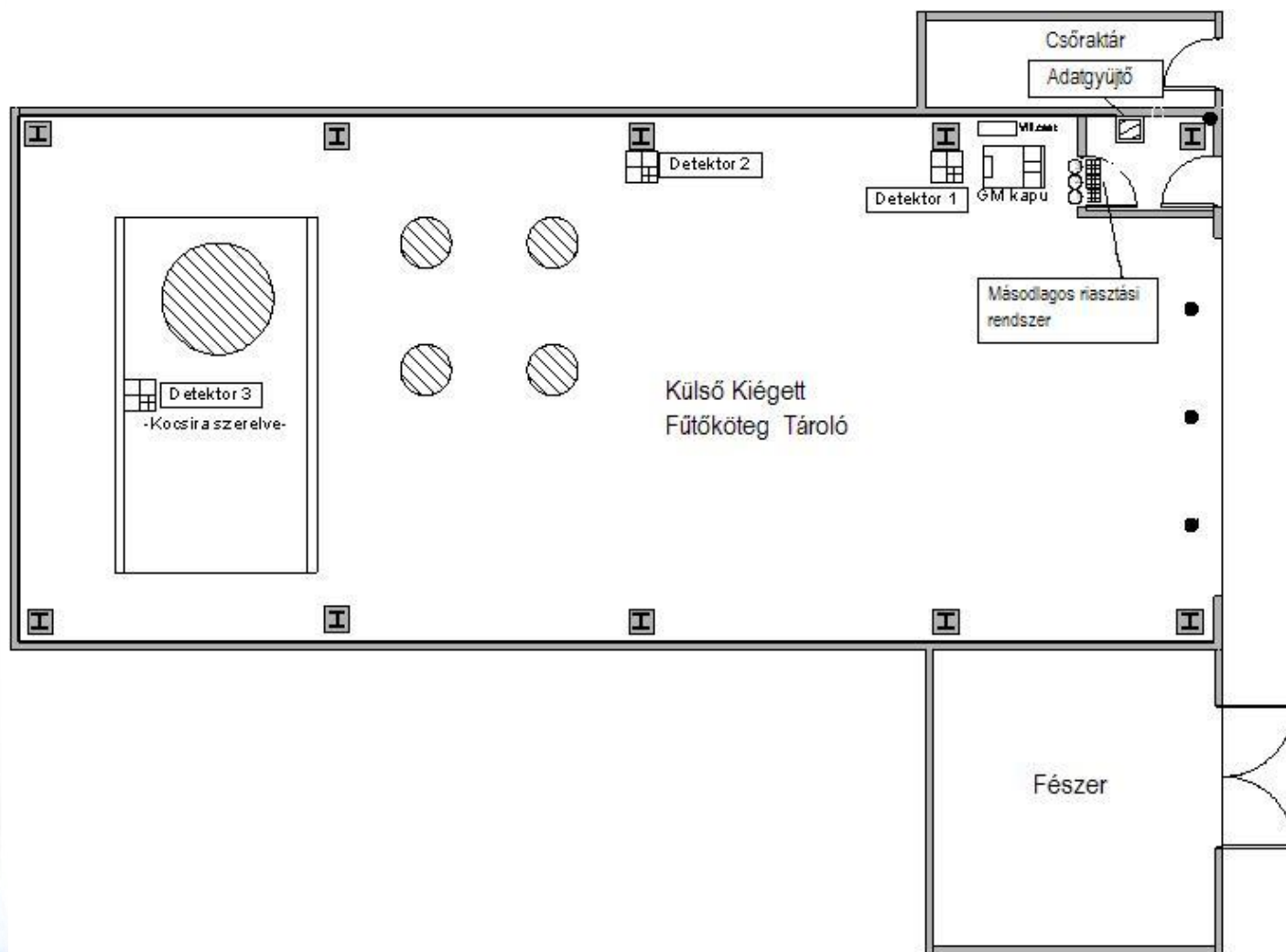




# Az új csarnok



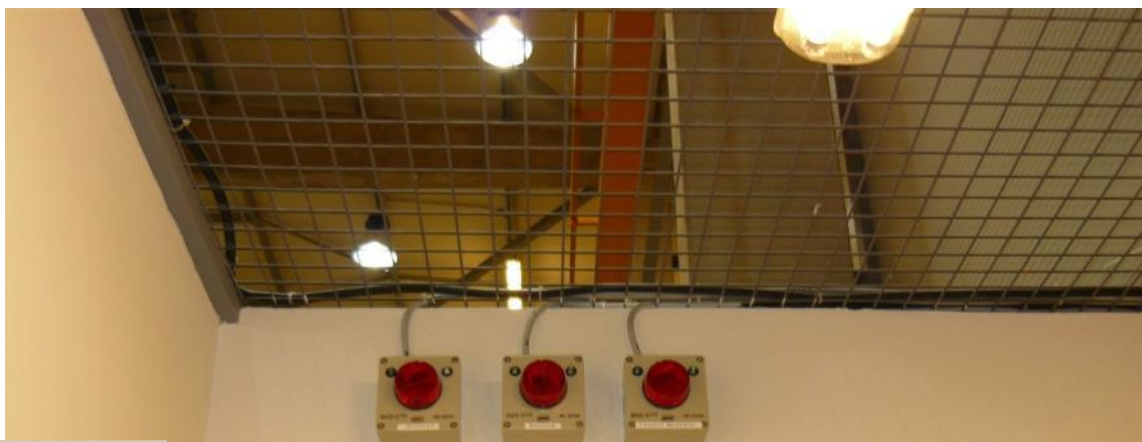
# Sv. műszerek elhelyezése







# BNS-97 detektorok



# BNS-94PH



# Konténerek érkezése





# Szennyezettség ellenőrzése



# Munka közben



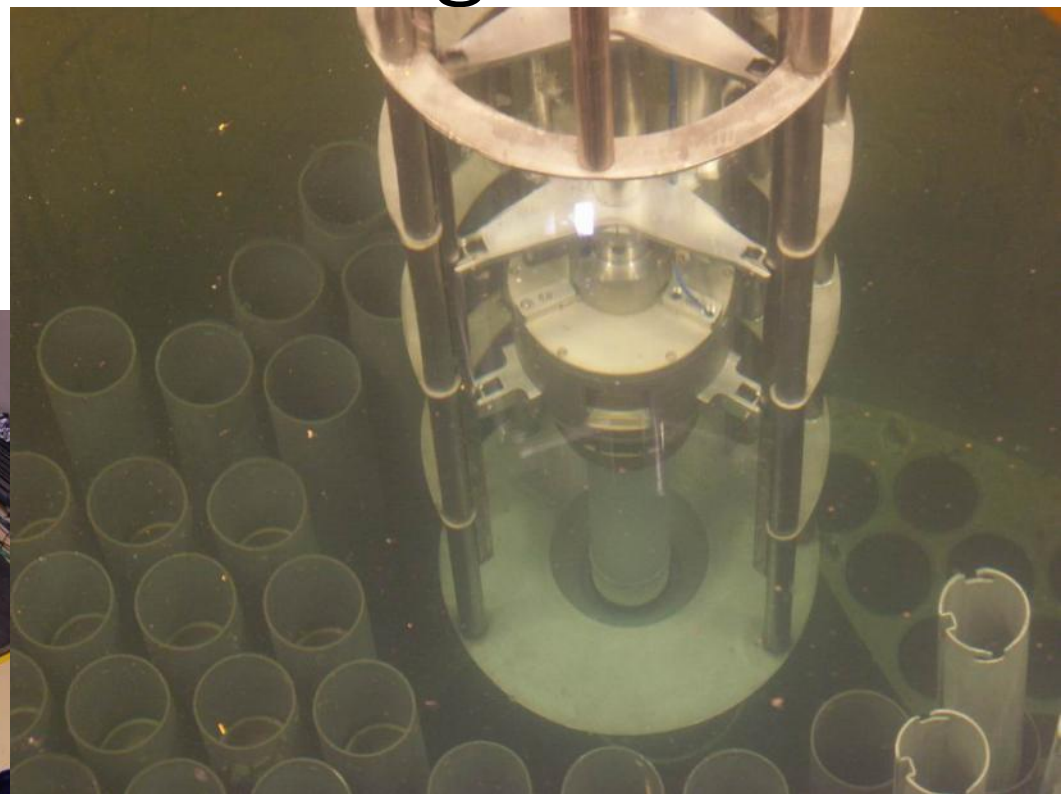
*XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2014. május 13-15.*

# Fűtőkötegek átrakása

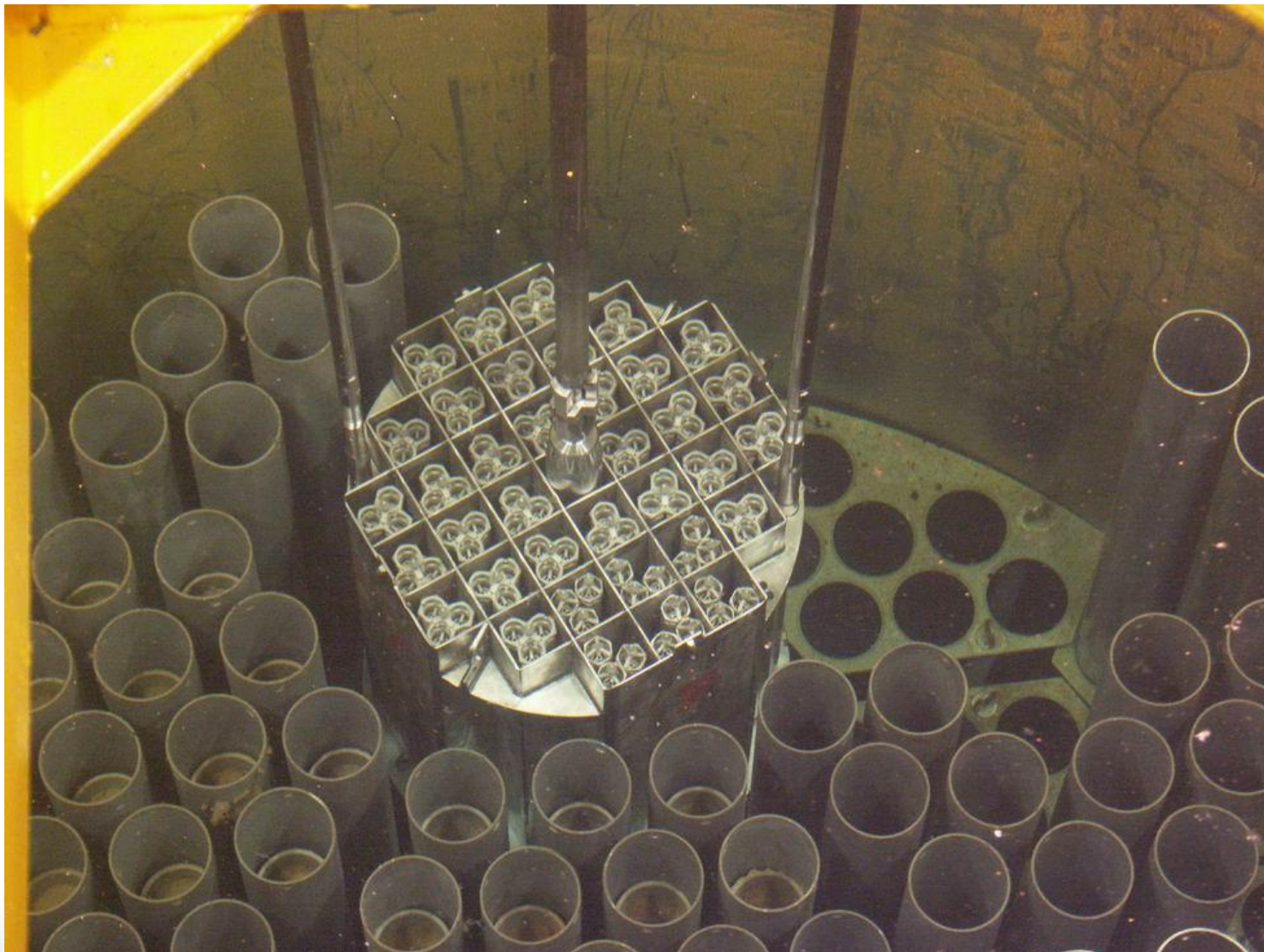




# Fűtőelem tok felvágása

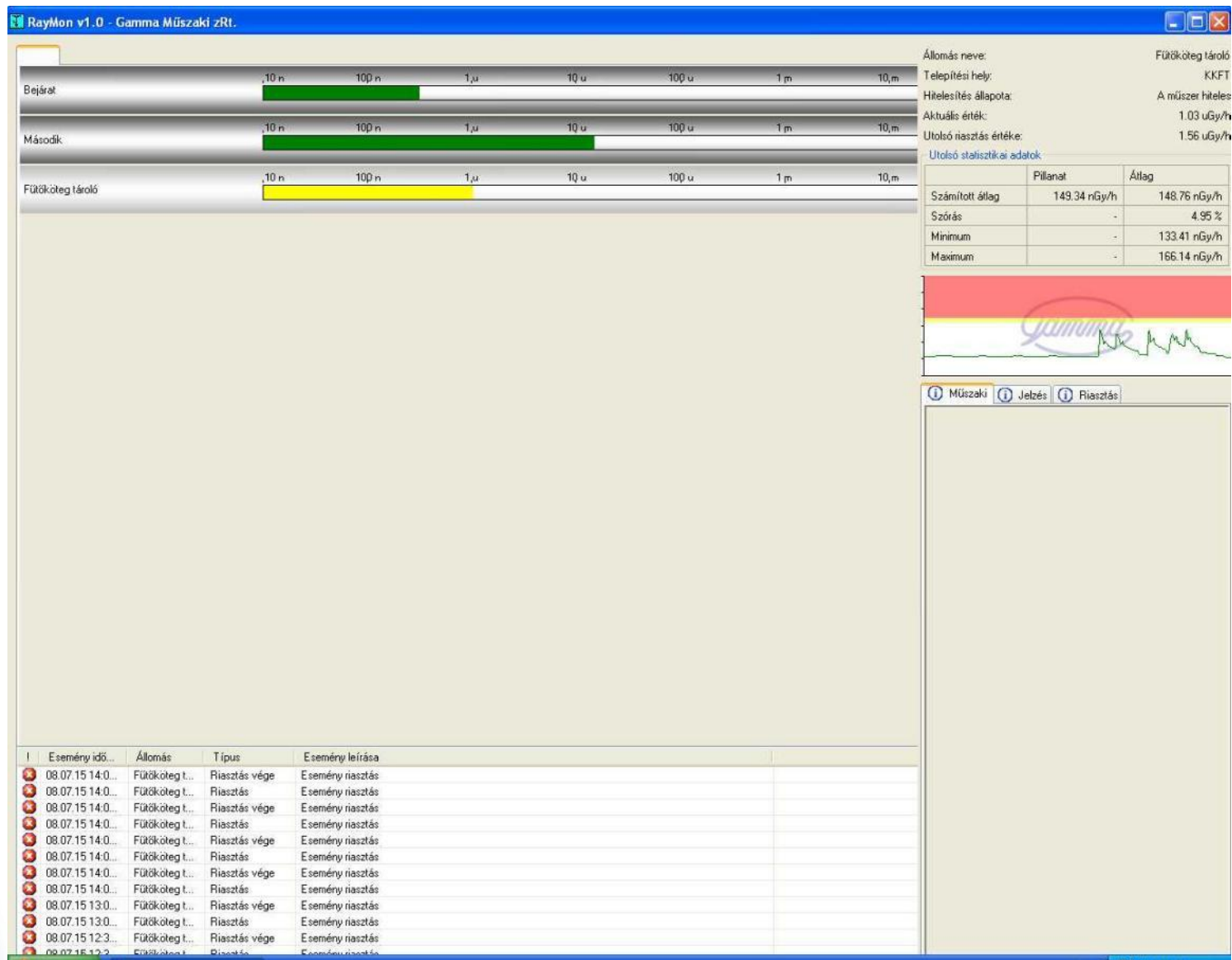


# Az első teli kosár





# Adatgyűjtő képernyője

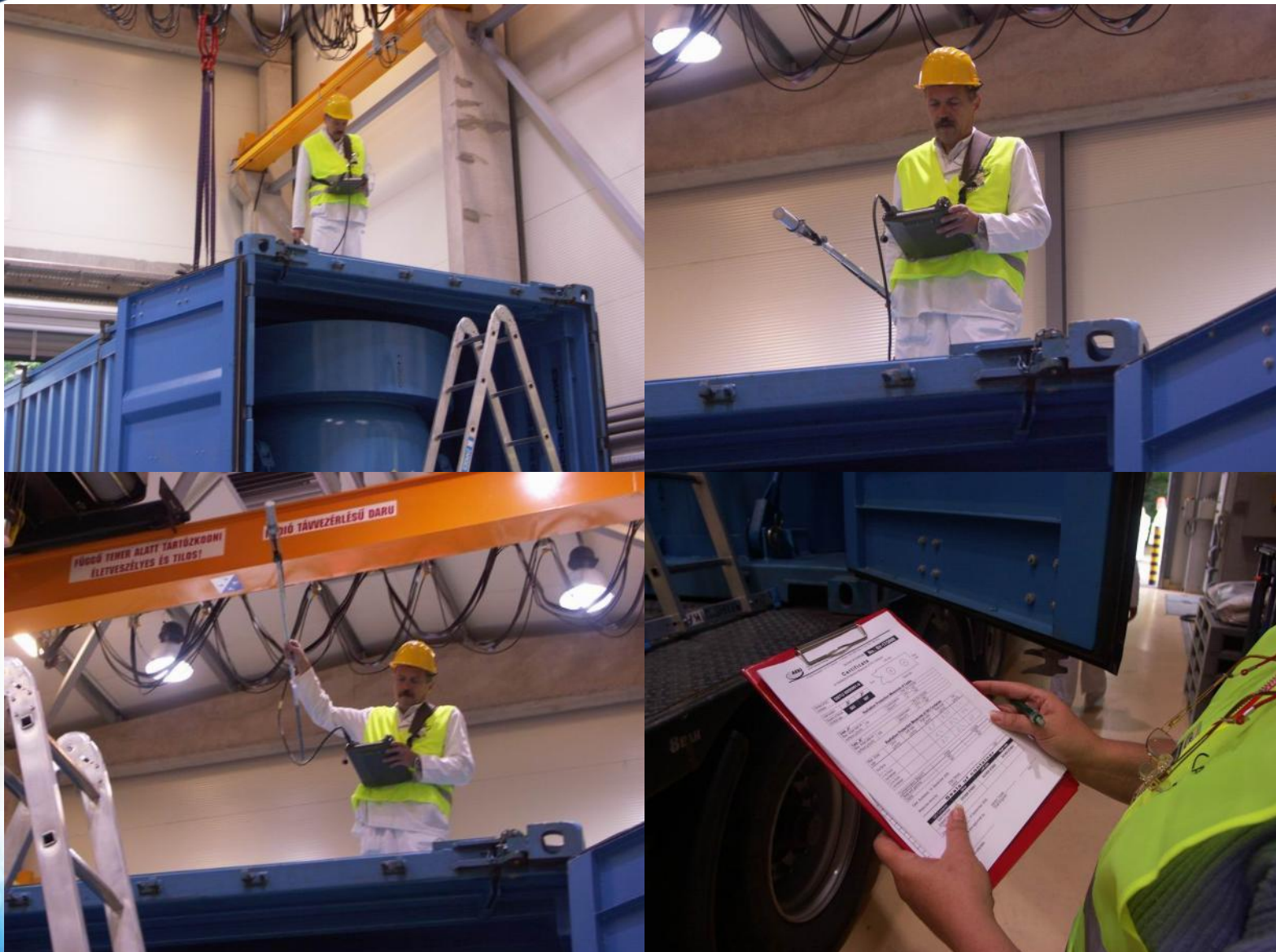


# Kosár emelése





# Dozimetriai mérések



XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2014. május 13-15.

# Konténerek adatai

Szám	Fk. típus	Aktivitás [TBq]	$D_{\max}$ [ $\mu$ Gy/h]	$D_{1m}$ [ $\mu$ Gy/h]	TI
001	VVR-M	372,81	101	4,3	0,5
002	VVR-M	375,26	91,5	5,7	0,6
003	VVR-M	373,86	106	4,2	0,4
004	VVR-M	364,43	95	5,4	0,6
005	EK-10	116,55	15	1,0	0,1
006	VVR-M	517,79	171	5,2	0,5
007	VVR-M	344,62	93	4,5	0,5
008	EK-10	116,55	24	1,9	0,2
009	VVR-M	333,92	62	3,5	0,4
010	EK-10	32,6	21	1,0	0,1
011	VVR-M	544,99	160	7,1	0,7
012	VVR-M	377,09	110	4,8	0,5
013	VVR-M2	765,3	400	25	2,5
014	VVR-M2	786,63	370	24	2,4
015	VVR-M	657,91	395	29,2	2,9
016	VVR-M	576,54	190	8,4	0,8

# A szállítmány (összefoglaló táblázat)

	LEU	HEU	Összesen
<b>Fűtőköteg</b>	<b>82 db</b>	<b>716 db</b>	<b>798 db</b>
<b>U tömeg</b>	<b>102,27 kg</b>	<b>130,26 kg</b>	<b>232,50 kg</b>
<b>Pu tömeg</b>	<b>0,25 kg</b>	<b>1,29 kg</b>	<b>1,54 kg</b>
<b>U-235 tömeg</b>	<b>7,86 kg</b>	<b>26,50 kg</b>	<b>34,37 kg</b>
<b>Hő</b>	<b>28,28 W</b>	<b>657,91 W</b>	<b>708,19 W</b>
<b>Aktivitás</b>	<b>2,66E+14 Bq</b>	<b>6,39E+15 Bq</b>	<b>6,66E+15 Bq</b>
<b>Teljes tömeg</b>	<b>288,44 kg</b>	<b>1 407,19 kg</b>	<b>1 695,63 kg</b>

# Személyi dozimetria - töltés

	<b>Film [mSv]</b>	<b>TLD [mSv]</b>	<b>EPD [mSv]</b>
<b>1. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,303</b>	<b>0,182</b>
<b>2. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,307</b>	<b>0,081</b>
<b>3. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,327</b>	<b>0,177</b>
<b>4. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,334</b>	<b>0,099</b>
<b>5. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,294</b>	<b>0,054</b>
<b>6. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,374</b>	<b>0,145</b>
<b>7. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,326</b>	<b>0,092</b>
<b>8. dolgozó</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,449</b>	<b>0,398</b>
<b>BKR többi dolgozója</b>	<b>&lt; 0,2</b>	<b>0,188 – 0,292</b> <b>(0,409, 0,611, 0,348, 0,328)</b>	<b>-</b>



# Személyi dozimetria - töltés

- Ellenőrök:
- Összesen 19 fő
- Tartózkodási idő: 1 nap – 34 nap
- TLD: 54 – 224  $\mu\text{Sv}$



# Szállítás közúton és vasúton









# Személyi dozimetria - szállítás

- 19 filmdoziméter

$$H_p(10) < 0,2 \text{ mSv}$$

- 16 TLD

$$H_p(10): 0,074 - 0,127 \text{ mSv}$$



# Friss fűtőköteg szállítás

- 2009 - HEU fk. visszaszállítás
- 2009 - LEU fk. beérkezés
- 2013 - LEU fk. beérkezés
- TK-S 14 konténer
- A nyitott konténer/hordó tetején  $D_{\gamma} = 3-5 \mu\text{Sv/h}$
- Fűtőköteg felületén  $D_{\gamma} = 10-15 \mu\text{Sv/h}$



# Friss HEU fk. visszaszállítás





# Friss HEU fk. visszaszállítás





# Friss LEU fk. érkezése





# Friss LEU fk. érkezése



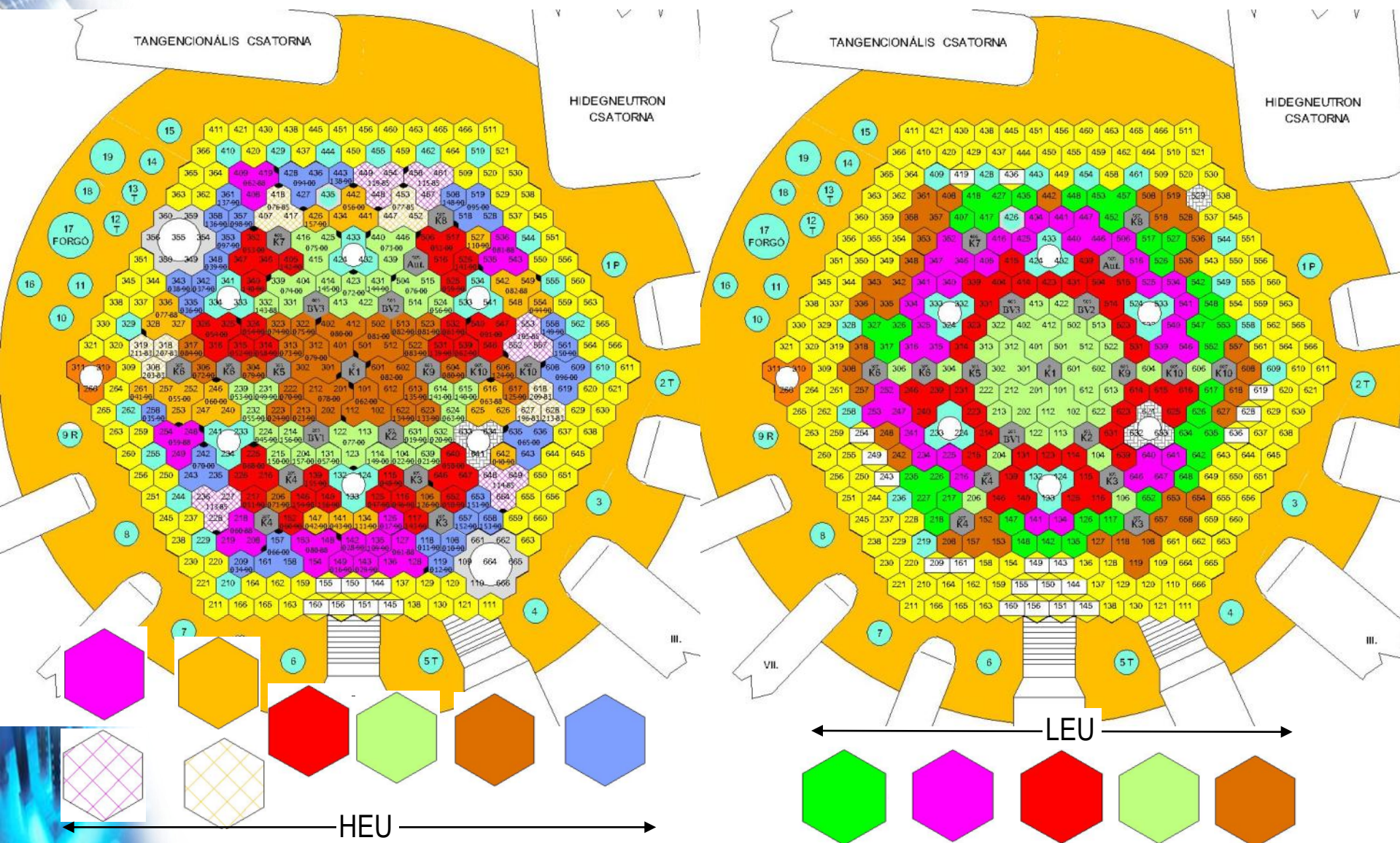


# Zóna konverzió

- Teszt: 2009 szeptember
- 4 vegyes zóna
- HEU zóna: 228 db SE fűtőköteg
- LEU zóna: 190 db SE fűtőköteg 2013-tól
- Nincs változás a sugárzási viszonyokban



# 27. és 32.sz. zónatérkép



XXXIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2014. május 13-15.



# Szállítás Szerbiából - 2010

- 8030 db TVR-S kiégett fűtőköteg
- LEU és HEU fűtőköteg
- 16 TUK-19 konténer
- 16 Skoda VPVR/M konténer
- A szállítmány áthaladt Magyarországon
- Sv. mérések Magyarországra belépés előtt
- Magyar SV. szakértők, vasutasok, rendőrök a vonaton



# SV. mérések



# Konténerek mérési adatai

Vagon	Dózisteljesítmény [ $\mu\text{Sv/h}$ ]					Szennyeződés
	elől	jobb	hátsó	bal	tető	
1	3,93	3,66	5,24	3,2	2,143	Kimutatási határ alatt
2	2,73	3,84	3,7	4,01	1,8	
3	3,69	6,28	4,07	5,92	4,92	
4	3,17	4,87	3,74	5,01	4,53	
5	3,55	5,19	4,03	4,52	4,2	
6	3,46	<b>6,8</b>	3,07	6,35	5,33	
7	0,649	0,38	0,243	0,3	0,364	
8	0,183	0,211	0,206	0,222	0,195	
9	0,137	0,136	0,135	0,158	0,132	
10	0,124	0,118	0,112	0,135	0,117	
11	0,097	0,097	0,389	0,111	0,098	
12	0,275	0,206	0,144	0,195	0,154	
13	0,242	0,214	0,27	0,237	0,275	
14	0,134	0,206	0,127	0,168	0,158	
15 (szerszámok)	0,153	0,15	0,139	0,14	0,123	
Személyvagon	0,15					



# Személyi dozimetria

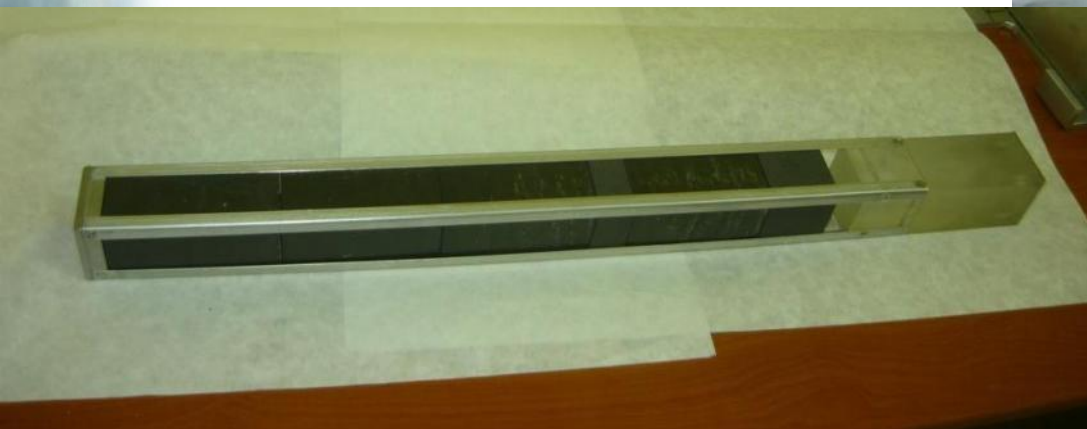
- SV. szakértők: Saját film- és TL doziméter
- Többiek: 54 db TLD
- Film-doziméterek:  $H_p(10) < 0,2 \text{ mSv}$
- TLD:  $H_p(10)$ : 0,076 – 0,128 mSv



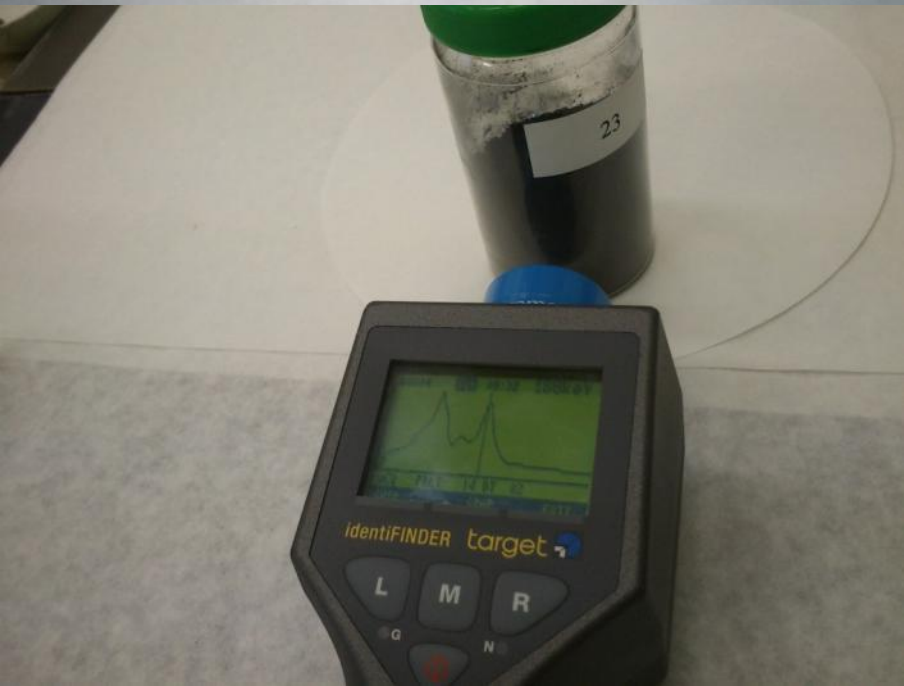
# Urán-oxid visszaszállítása

- ZR-4 fűtőkötegek – polietilén- $U_3O_8$  hasábok
- Urán-oxiddal töltött pálcák
- Urán-oxid por
- 20 %-os dúsítás
- Urán tömege: 18 kg
- TK-S 15 szállítókonténer

# Urán-oxid visszaszállítása



# Urán-oxid visszaszállítása





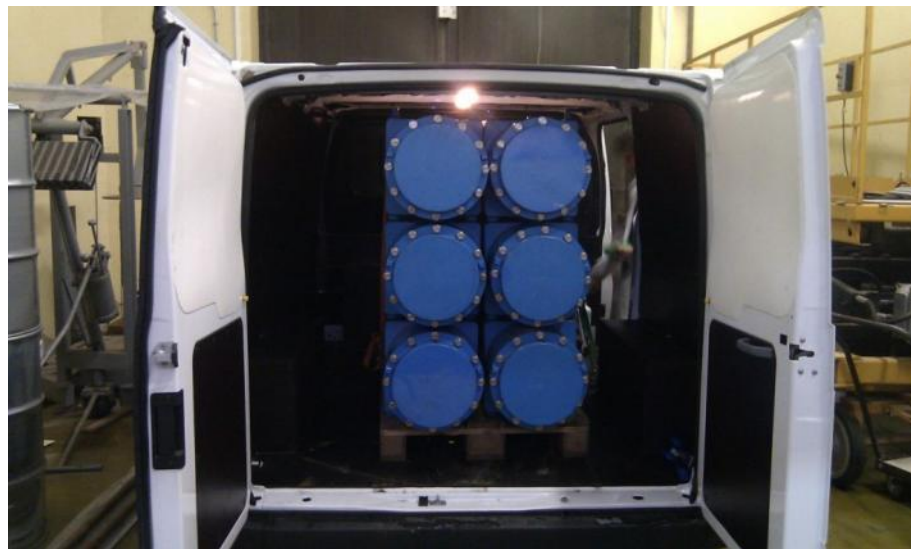


# Urán-oxid visszaszállítása





# Urán-oxid visszaszállítása





# HEU fk. visszaszállítás 2013

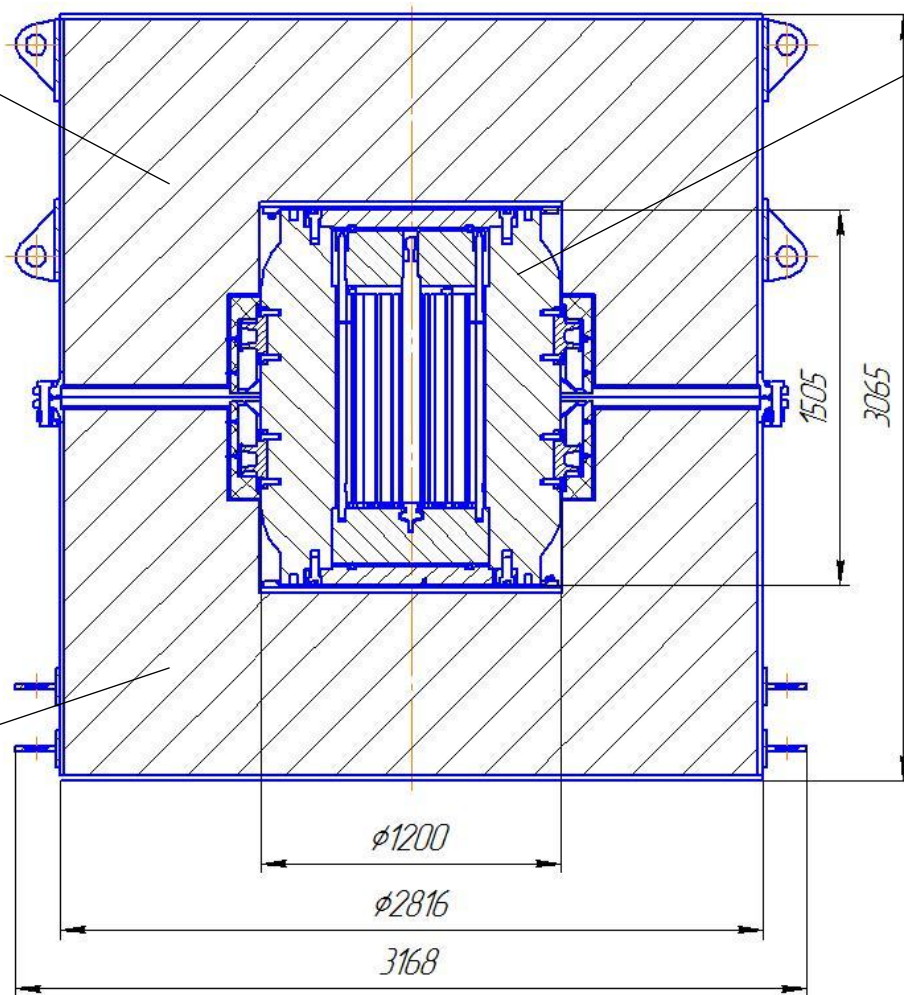
- 2005-2009 között használt fűtőkötegek visszaszállítása
- Skoda VPVR/M szállítókonténer (acél, tömege: **11150 kg**)
- TUK-145/C mechanikai hatások ellen védő konténer (titánból készült, titán golyókkal töltve, tömege megtöltve max.: **29650 kg**)
- Közúti és légi szállítás

# TUK-145/C konténer

Felső rész

Skoda konténer

Alsó rész



# A kamion



# Összeszerelés





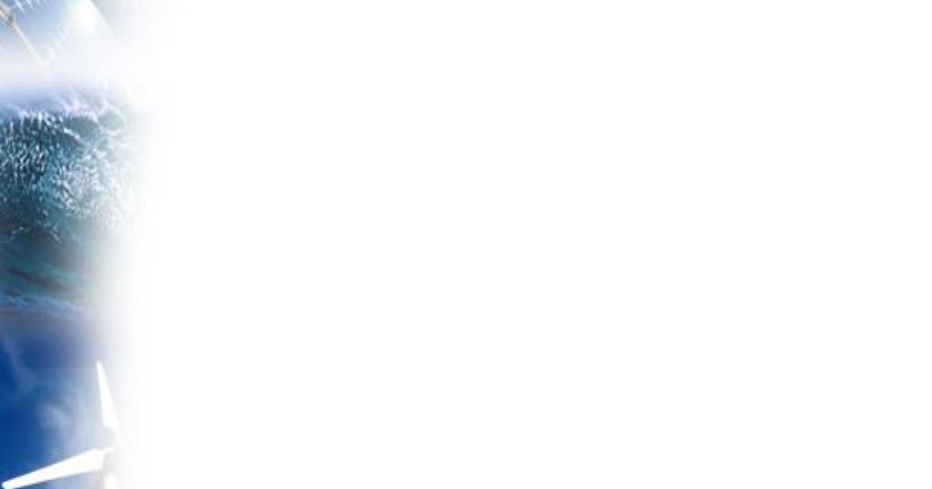
# A reptéren



infor



# A repülőben

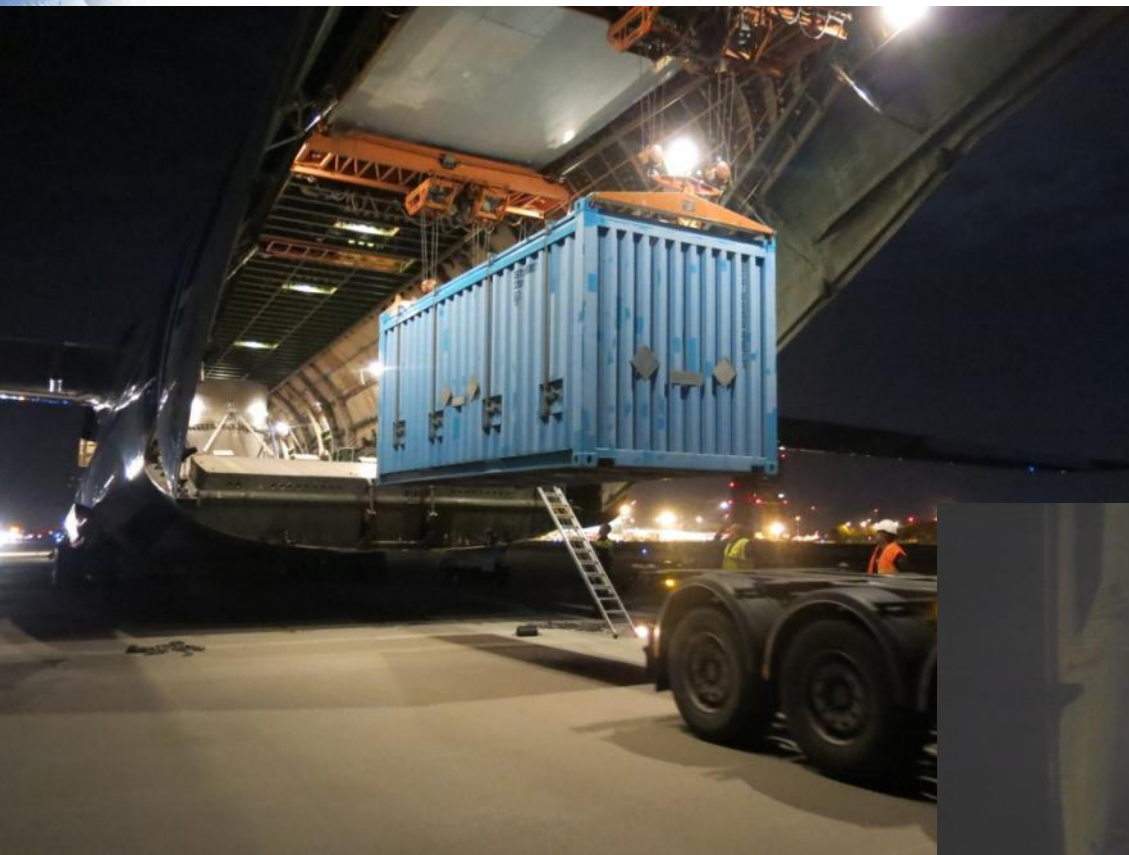


am, Hajdúszoboszló, 2014. május 13-15.





# ISO konténer berakodása



# Konténerek adatai

Szám	Fk. típus	Aktivitás [TBq]	$D_{maxf}$ [ $\mu$ Gy/h]	$D_{1m}$ [ $\mu$ Gy/h]
003	VVR-M, M2	2503,6	2800	85
004	VVR-M, M2	2750,4	700	20
006	VVR-M2	2720,3	1800	80
008	VVR-M2	2613,2	1400	32
009	VVR-M, M2	3130,2	2000	160
010	VVR-M2	2658,1	2500	66
2008-ban	VVR-M, M2	333,9-786,6	62-400	3,5-29,2

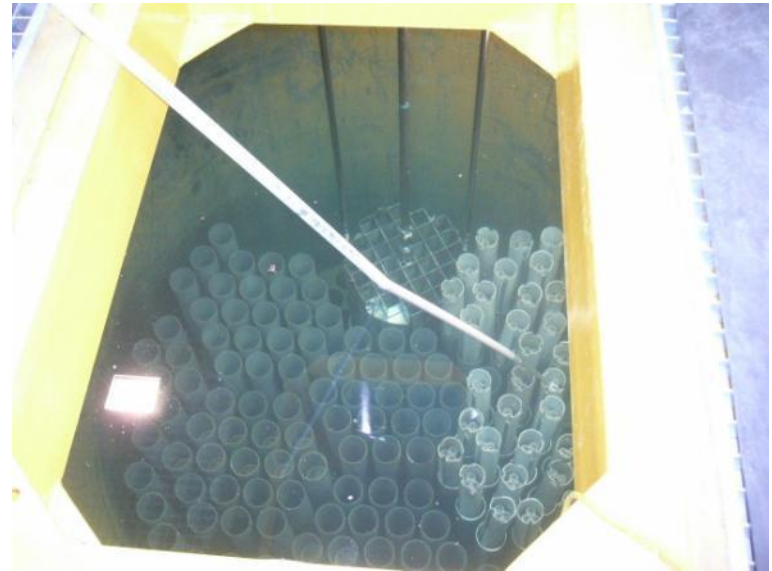
# A szállítmány (összefoglaló táblázat)

	2013	2008
<b>Fűtőköteg [db]</b>	<b>279</b>	<b>798</b>
<b>U tömeg</b>	<b>49,2 kg</b>	<b>232,50 kg</b>
<b>Pu tömeg</b>	<b>0,6 kg</b>	<b>1,54 kg</b>
<b>U-235 tömeg</b>	<b>8,3 kg</b>	<b>34,37 kg</b>
<b>Hő</b>	<b>1749,1 W</b>	<b>708,19 W</b>
<b>Aktivitás</b>	<b>1,64E+16 Bq</b>	<b>6,66E+15 Bq</b>
<b>Teljes tömeg</b>	<b>526,4 kg</b>	<b>1 695,63 kg</b>



# Dózisok

- Kosár töltésekor: néhány  $\mu\text{Sv/h}$
- Kosár emelésekor, csarnok bejáratánál: 0,23-2,9  $\text{mSv/h}$



# Személyi dózisek

Személy	Dózis [ $\mu\text{Sv}$ ]	Idő
1. Dolgozó	80	7 nap
2. Dolgozó	235	7 nap
3. Dolgozó	245	7 nap
4. Dolgozó	253	7 nap
5. Dolgozó	231	7 nap
6. Dolgozó	189	7 nap
7. Dolgozó	191	7 nap
8. Dolgozó	152	7 nap
Euratom ellenőr 1.	63	5 nap
Euratom ellenőr 2.	41	2 nap
Amerikai ellenőr	191	7 nap
OAH ellenőrök	4-27	1 nap
OAH ellenőrök	8-42	2 nap



# Üzemeltetők kötelezettségei

- Megfelelni a hazai és nemzetközi jogszabályoknak (Euratom 302/2005 rendelet, 7/2007 IRM rendelet):
  - Basic Technical Characteristics (létesítmény/telephely leírás)
  - Jelentések (ICR, MBR, PIL)
  - Előzetes értesítés a szállításról
  - Tervezett tevékenység a következő két évre



# Előzetes kötelezettségek

- Új épület jelentése a Kiegészítő Egyezménynek megfelelően
- Új BTC darucsere miatt
- Előzetes értesítés a szállításról (Euratom, OAH)
- Tervezett tevékenység jelentése
- Átalakítási biztosítéki nyilvántartásba vételi kérelem – félszáraz tárolási mód megszüntetése, tokok felvágása
- Szállító konténerek töltési listájának elküldése



# Előzetes értesítés a szállításról

- Honnan –hova
- N.A. kategória (LEU, HEU), darabszám
- Súlyok, kémiai forma, dúsítás
- Szállító konténer, szállítási mód
- Utolsó ellenőrzés lehetőségének dátuma
- Szállítás időpontja
- Érkezés időpontja





# Előzetes értesítés a szállításról (1)



European Commission's  
ENMAS LIGHT

Annex VI REPORT

ENMAS LIGHT (version: v1.1.2)

REFERENCE CODE	26/2008	INSTALLATION (RECEIVER)	Mayak, Ozersk, Russian Federation
MATERIAL BALANCE AREA CODE	WHUA		
INSTALLATION (SHIPPER)	MTA KFKI AEKI Research Reactor		

QUANTITY SPLIT UP BY	CATEGORY OF ELE CAT	NUCLEAR MATERIAL WEIGHT	AND PARTICULAR ISO WEIGHT	SAFEGUARDS OBLIGATION OBLIG
	H	127078.690	26505.945	P
	L	102245.510	7863.580	P



# Előzetes értesítés a szállításról (2)

CHEMICAL COMPOSITION	U-AI, UO2-AI
ISOTOPIC COMPOSITION	10%, 36 %
PHYSICAL FORM	EASi
ITEMS	798
DESCRIPTION OF CONT. AND SEALS	Skoda VPVR/M TC
SHIPMENT IDENTIFICATION DATA	Cask 001 - Cask 016
MEANS OF TRANSPORT	road, railway
MATERIAL LOCATION	WHUA, AFR building
LAST START DATE IDENTIFICATION	01062008
LAST END DATE IDENTIFICATION	31082008
LAST DATE IDENTIFICATION COMMENT	continuously
START DATE OF DISPATCH	01092008
END DATE OF DISPATCH	30092008
DATE OF DISPATCH COMMENT	exact shipment date not yet known (confidential data)
START DATE OF ARRIVAL	15092008
END DATE OF ARRIVAL	15102008
DATE OF ARRIVAL COMMENT	arrival two weeks after shipment
USE	reprocessing
USE CODE	
SUPPLY AGENCY	not yet known
SUPPLY AGENCY REFERENCE	

**DATE OF DISPATCH** 22052008

**PLACE OF DISPATCH** Budapest

**SIGNATORY NAME** Dénes Elter

**SIGNATORY POSITION** safeguards officer



# NAÜ/Euratom SG ellenőrzés

- Ellenőrző mérések (gamma spektrum)
- Tevékenység ellenőrzése kamerával
- Fémpecsétek, ideiglenes papírpecsét
- Folyamatos jelenlét

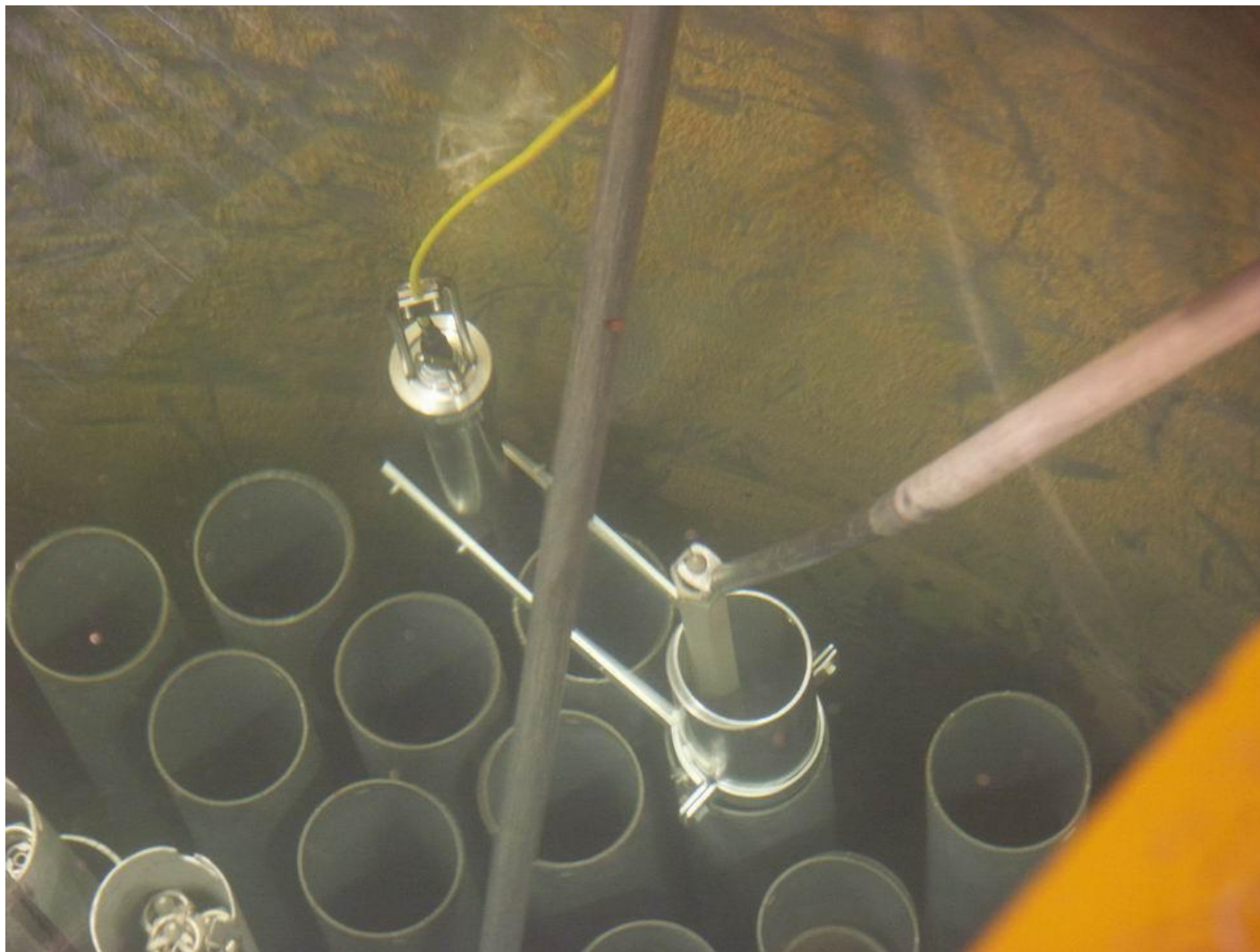
# Kamera szervizelése



# IRAT&MMCA



# Fűtőköteg mérése



# Spektrumok



# Fémpecséték





# OAH ellenőrzés

- Átalakítási engedély
- Előzetes értesítés a szállításról
- Előzetes értesítés az egész tevékenységről
- Napi jelentés az elvégzett munkáról



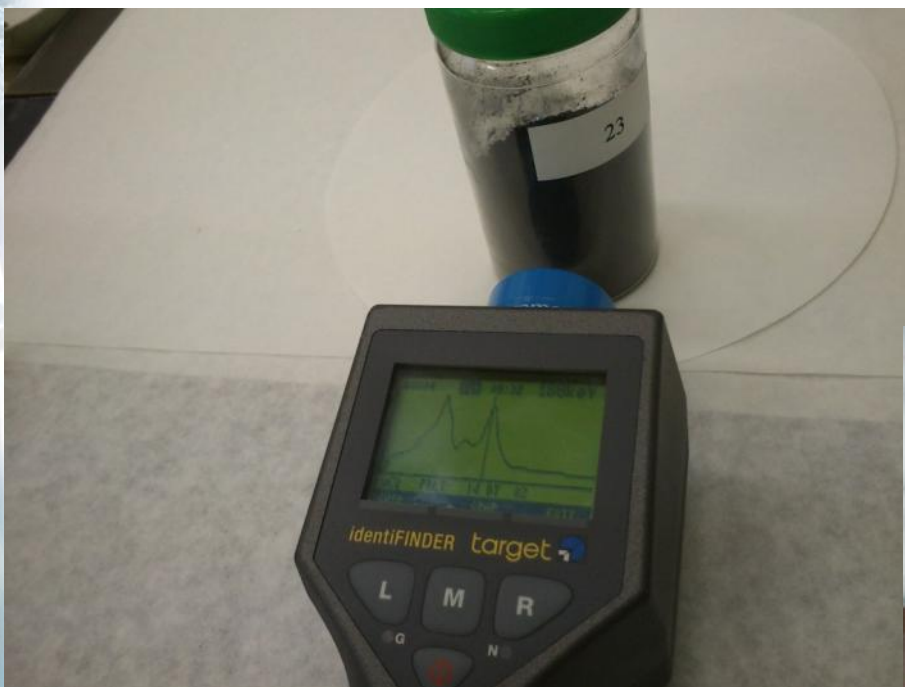


# Feladatok szállítás után

- ICR – változás jelentés (Euratom, OAH)
- Nyilvántartás frissítése
  - Főkönyv
  - Leltárlista
  - Fűtőköteg adatlapok
- Külső tároló ellenőrzése
  - Minden fűtőköteget elszállítottak
  - A tartály üres



# Urán-oxid visszaszállítása – OAH ellenőrzés





# Tanulságok

- Együttműködés a nemzetközi és nemzeti hatóság között.
- Együttműködés a hatóságok és az üzemeltető között – folyamatos konzultáció – alkalmazkodás az üzemeltető tervezett menetrendjéhez.
- Mérések megkettőzésének elkerülése.
- Összeszokott csapat, gyakorlás, gyors, pontos munka, határidő tartása.
- **A technikai rész könnyebb, mint az adminisztratív.**
- **Számíts a változásokra, váratlan eseményekre!**
- Nagy dózis veszélye:
  - Fűtőköteg mozgatáskor
  - Kosár emelésekor
- Kontamináció veszélye: alacsony

Köszönöm figyelmüket!

