



ÚJV Řež, a. s.
**Postup uvolňování materiálů do ŽP
v ÚJV Řež, a. s.**

Josef Mudra

15. 5. 2013

- **Původ materiálu určeného k uvolnění do životního prostředí (ŽP)**
 - Během výzkumné a vývojové činnosti vzniklo v ÚJV značné množství radioaktivně kontaminovaných materiálů, technologií, stavebních konstrukcí
 - Materiál pochází z celého areálu ÚJV z let 1963 - 1990
 - Celkové množství kontaminované technologie je 1 500 m³ (600 t)
 - Předpokládané množství uvolněného materiálu je cca 150 t

- **Od roku 2003 probíhají sanační práce, předpoklad ukončení v r. 2014**
 - Největší realizovaný sanační projekt radioaktivně kontaminovaných materiálů v ČR v současné době

- **Různé druhy materiálu**
 - Kovové materiály - ocel (konstrukční, nerezová), hliník, litina, atd.
 - Ostatní materiály - plasty, uhlíkaté materiály, stavební materiály (cihly, beton), atd.

- **Radionuklidové složení materiálů**
 - Převažující radionuklidy: Mn-54, Co-57, Co-58, Ni-59, Co-60, Zn-65, Sr-90, Sb-125, Ba-133, Cs-137, Eu-152, Eu-154, Bi-212, Am-241, Th-232, Np-237, U-238, Pu-239,240.

1. Limity specifických aktivit vybraných radionuklidů pro uvolnění materiálu do ŽP



Třída	Radionuklid					A _m			A _s
						[Bq/g]	[Bq/kg]	[kBq/kg]	[Bq/cm ²]
1.	Na-22	Co-60	Ag-110m	La-140	Th-232	0,3	300	0,3	0,3
	Na-24	Zn-65	Sb-124	Eu-152	U-235				
	Mn-54	Zr-95	Cs-134	Eu-154	U-238				
	Fe-59	Nb-95	Cs-137	Pb-210	Am-241				
	Co-58	Ru-106	Ba-140	Ra-228					
2.	K-40	Sb-125	I-131	Eu-152m		3	3 000	3	3
	Sr-90	I-129	Ba-133						
	Ru-103	I-125	Ce-144						
3.	C-14	Cr-51	Pu-241			30	30 000	30	30
	Cl-36	Tc-99							
	Ca-41	Cd-109							
4.	H-3	Ni-59				300	300 000	300	300
	Fe-55	Ni-63							


Tabulka č. 1 Přílohy č. 2 k vyhlášce č. 307/2002 ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb

Hodnoty aktivit pro uvádění materiálů do životního prostředí

2. Nakládání s radioaktivními odpady (RAO)



■ Cíle nakládání s RAO

- Minimalizace objemu ukládaného RAO
 - Dekontaminace RAO, které lze dekontaminovat
 - Následné uvolnění těchto materiálů do životního prostředí (ŽP)
 - Nedekontaminovatelné RAO  Úprava do formy vhodné k uložení
 - Minimalizace objemu
 - Fragmentace (oddělení kontaminovaných a nekontaminovaných částí, zmenšení objemu)
 - Lisování
 - Odpařování kapalného RAO

3. Příprava materiálu



■ Seznam metod pro fragmentaci a dekontaminaci

Fragmentace	Dekontaminace
Mechanická pila	Vysokotlaké vodní otryskávání
Rozbrušování	Chemická dekontaminace
Prostřihování	Pěnová dekontaminace
Řezání kyslíko-acetylenovým plamenem	Ultrazvuková vana
Plazmové řezání	Otryskávání suchým ledem

4. Příklady zařízení pro fragmentaci



Hydraulické nůžky - ruční



Pila



Prostřihávání



Řezání pomocí plasmy

5. Příklady zařízení pro dekontaminaci



Dekontaminace trubek vysokotlakou vodou



Ultrazvuková vana



Mechanická dekontaminace trubek



Pěnová dekontaminace

6. Radiační charakterizace materiálu



- **Provádí se před dekontaminací z důvodu zajištění optimální radiační ochrany pracovníků, stanovení míry kontaminace a stanovení optimálního dekontaminačního postupu**

- **Nedestruktivní metody charakterizace**
 - Metoda první volby
 - Bez vzniku sekundárního radioaktivního odpadu

- **Měřené veličiny**
 - Měření příkonu dávkového ekvivalentu
 - Měření povrchové kontaminace daného materiálu
 - Přímé měření: rovné a přístupné povrchy
 - Nepřímé měření (pomocí stěrů): nerovné a nepřístupné povrchy
 - Zjištění uvolnitelné, resp. fixované aktivity
 - Druhy nepřímého měření (stěrů): suchý, mokrý (tork, tampon navlhčený v etanolu)
 - Měření specifické aktivity (Bq/kg)

■ Nedestruktivní metody charakterizace

■ Používané přístroje

- Měřicí přístroje příkonu dávkového ekvivalentu (FH 40 G, InSpector 1000, atd)
- Měřicí přístroje povrchové kontaminace (LB 122, LB 124, atd.)
- Měřicí přístroje specifické aktivity
 - Gamaspektrometrické měření
 - Segmentový gama scanner
 - In-situ gamaspektrometrie
 - Měřicí přístroje pro zobrazení vnitřní struktury materiálu či objektu
 - Digitální radiografie

■ Destruktivní metody

■ Použití

- Při nemožnosti použití nedestruktivní analýzy
- Kontaminovaný materiál obsahuje radionuklidy a emisí alfa nebo beta záření bez doprovodného gama záření o dostatečné intenzitě a energii
- Geometrické uspořádání neumožňuje provést nedestruktivní analýzu

■ Příprava měření

- Odebrání reprezentativního vzorku z měřeného objektu
- Chemická příprava vzorku

■ Používané měřicí přístroje

- Geiger-Müller počítač
- Kapalínová scintilační měřicí metoda
- Polovodičová spektrometrie (alfa, beta, gama)

9. Korelační faktor



■ Korelační faktor

- Poměr aktivity přímo měřitelných radionuklidů (gama zářiče o dostatečné energii a intenzitě) ku obtížně či nepřímo měřitelným radionuklidům (např. čistý alfa nebo beta zářičů)
 - Např. $k_{\text{Sr-90}}$ (korelační faktor pro korelované Sr-90 vůči korelujícímu Cs-137, $k_{\text{Ni-59}}$ korelační faktor pro korelovaný Ni-59 vůči korelujícímu Co-60, atd.)
- Stanovení před a po dekontaminací daného materiálu a pro každý materiál se stejnou historií
- Příklady přímo a nepřímo měřitelných radionuklidů

Přímo měřitelné radionuklidy	Přímo neměřitelné radionuklidy
Mn-54	Ni-59
Co-60	Sr-90
Cs-137	Am-241

10. Příklady korelačních koeficientů



- Tabulka s poměry aktivit přímo měřitelných radionuklidů a nepřímo měřitelných radionuklidů u různých druhů materiálů určených k uvolnění do ŽP

Poměr aktivity přímo měřitelných radionuklidů ku nepřímo měřitelných radionuklidům (10 ks měřených vzorků)

Cs-137/Am-241	Co-60/Am-241
1,68 - 432	0,085 - 500
Cs-137/Sr-90	Co-60/Sr-90
0,58 - 2439	0,67 - 3008
Cs-137/Ni-63	Co-60/Ni-63
4,5 - 5000	0,56 - 6166
Mn-54/Am-241	Eu-152/Am-241
0,005 - 1,22	0,002 - 0,19

11. Měřidlo uvolňovaného materiálu (MUM)



- **Speciálně vyvinuté stanovené, úřední měřidlo pro měření specifické (hmotnostní) aktivity**
 - vyvinuto firmou Envinet a.s. ve spolupráci s ÚJV a Českým metrologickým institutem, inspektorátem pro ionizujícího záření (ČMI IIZ)
- **Zařízení MUM**
 - Nízkopozadový měřicí tunel
 - 4 ks HPGe (High purity germanium detector – polovodičový detektor z velmi čistého germania) – stacionární detekční systém
 - Digitální váha, dopravník, vyhodnocovací (operátorské) stanoviště, filtrační jednotka pro měřicí tunel, měřicí kontejnery, bezpečnostní zábrany u nakládacího a vykládacího dopravníku
 - Pro kontrolu parametrů MUM je k dispozici etalon ^{152}Eu

12. Měřidlo MUM



Přední část měřidla MUM



Zadní část měřidla MUM



■ Proměření v souladu s legislativou

- Povrchová kontaminace
 - Přímé proměření 100 % povrchu materiálu
- Specifická aktivita
 - Pomocí měřidla MUM
 - Přímou a nepřímou měřitelné radionuklidy (dopočítání s využitím korelačních faktorů)
 - Detekční účinnost měření
 - Při vyhodnocení naměřených spekter se použije detekční účinnost pro bodový zdroj umístěný v nejvzdálenějším bodě měřeného sektoru)
 - Výpočet hmotnostní aktivity – měření 12 segmentů
 - Homogenní rozložení aktivity (celková aktivita / hmotnost vsázky)
 - Nehomogenní rozložení aktivity (sektor s nejvyšší aktivitou je roven právě jednomu jedinému kg materiálu)

14. Rozsah úředního měření a pro uvolnění materiálu do ŽP



■ Úřední měření

- Protokol o měření vsázky
 - Pouze na pro měření na metrologicky oměřeném měřidle MUM

■ Měření pro rozhodnutí o uvolnění materiálu

- Aktivity obtížně měřitelných radionuklidů (alfa a beta radionuklidy)
 - Vypočteny s použitím korelačních faktorů

■ Koeficient uvolnění

- Navýšení aktivity radionuklidů měřitelných pomocí MUM o aktivity obtížně měřitelných radionuklidů
- Součet podílů aktivit jednotlivých radionuklidů k hodnotě uvolňovací úrovně pro tento radionuklid (dle vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.) musí být menší než 1.

9. Příklady materiálů připravených pro úřední měření



- Všechny materiály jsou proměřeny na povrchovou kontaminaci ve 100 % povrchu



■ Cíle nakládání s RAO

- Minimalizace ukládaných odpadů
 - Dekontaminace materiálů s jejich následným uvolněním do ŽP
 - Nedekontaminovatelné materiály upravit do formy vhodné k uložení

■ ÚJV

- Disponuje potřebným technologickým vybavením pro fragmentaci a dekontaminaci různých druhů materiálů

■ Proměření materiálu k uvolnění do ŽP

- Soulad s legislativou (povrchová a specifická aktivita)
- Stanovení korelačních faktorů
 - Velmi variabilní, nutno stanovit pro každý materiál zvlášť (nerez, ocel, hliník, atd.)
- Vyvinuto zařízení MUM firmou Envinet a.s. ve spolupráci s ČMI IIZ
 - Odhadované množství materiálu uvolněného do ŽP je cca 150 t

Děkuji vám za pozornost