

# Rychlé metody stanovení zářičů alfa a beta při plnění úkolů RMS

(radiační monitorovací síť )

**Jiří Hůlka, Věra Bečková, Irena Malátová**

***Státní ústav radiační ochrany***

***Praha***

# Radiační mimořádné situace:

- kontaminace radionuklidy v důsledku havárie jaderných zařízení
- události na pracovištích s alfa a beta radionuklidy
- potenciální expozice osob při použití „špinavé bomby“
- *(řada metod zpracována pro analýzy v souvislosti s likvidací starých jaderných zařízení)*

# Cíl a požadavky: Zpracovat rychlé metody

- **pro neodkladná opatření**
  - **semikvantitativní odhad expozice osob**
  - krátkodobá expozice
  - zejména inhalace (příp.povrchová kontaminace nebo ingesce),
  - zásahové úrovně 5-50 mSv
- 7. pro následná opatření**
- stanovení potenciální dlouhodobé expozice
  - Zejména v důsledku ingesce potravin týdny až rok ( příp. resuspenze depozic).
  - Zásahovým úrovním odpovídají měrné aktivity alfa a beta zářičů v řádu jednotek až stovek Bq/kg (Bq/l) v potravinách a složkách životního prostředí.

# Neodkladná opatření

(úrovně kontaminace pro zásahové úrovně)

**5-50 mSv**

## Inhalace (zářiče alfa)

- $h_{inh} \sim 10^{-4} \text{ Sv/Bq}$
- expozice hodiny až dny (jednotky až stovky m<sup>3</sup>)
- $a_v \sim$  jednotky až stovky Bq/m<sup>3</sup>

## Ingesce (zářiče alfa)

- $h_{inh} \sim 2 \cdot 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$  (resp děti  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$ )
- spotřeba hodiny a dny (jednotky až desítky kg potravin/vody)
- $a_v \sim$  stovky až tisíce Bq/kg

# Následná opatření

Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace  
[Bq/kg] nebo [Bq/l]

	<b>potraviny pro kojeneckou výživu</b>	<b>mléko a mléčné výrobky</b>	<b>pitná voda a tekuté potraviny</b>	<b>potraviny uvedené v tabulce č. 6</b>	<b>ostatní potraviny</b>
<b>Izotopy stroncia, zejména Sr-90</b>	<b>75</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>7500</b>	<b>750</b>
<b>Izotopy jódu, zejména I-131</b>	150	500	500	20000	2000
<b>Izotopy plutonia a TRU (alfa) zejména Pu-239 a Am-241</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>800</b>	<b>80</b>
<b>Všechny ostatní nuklidy s <math>T_{1/2} &gt; 10</math> d</b>	400	1000	100	12500	1250

Tabulka č. 4, příloha č. 8 k vyhlášce č. 307/2002 Sb.

# TECDOC-1092, „Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency“

## **Materiál obsahuje některé níže uvedené důležité zásady pro práci za RAMS:**

### **Odběr vzorků:**

Všechny vzorky - Chránit odběrová zařízení před kontaminací

Mléko - Odebírat nejlépe na příjmu mlékáren-získáme přesnější údaje o původu

Potraviny rostlinného původu - Mít na paměti, že jde o povrchovou kontaminaci - podle toho výběr i způsob odběru

### **Měření:**

Při měřeních za mimořádné situace nelze počítat s dlouhodobým pozadím, protože skutečné může být významně vyšší

# Množství vzorku a čas podle TECDOC-1092

$^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  – anex, spektrometrie alfa

Vzorek	Množství	Úprava vzorku	Trvání analýzy
Aerosol		Pálení, $\text{HNO}_3$ , HF	36 hodin
Voda	1 l	Okyselení, odpaření	10 hodin
Půda	5 g	Pálení, $\text{HNO}_3$ , HCl	16 hodin
Mléko	50 ml	Pálení, $\text{HNO}_3$	12 hodin
Zelenina	50 g	Pálení, $\text{HNO}_3$	19 hodin

# Množství vzorku, MDA a čas podle TECDOC-1092

## $^{89}\text{Sr}+^{90}\text{Sr}$ – Sr-resin, LSC+Čerenkov

Vzorek	Množství vzorku	Úprava vzorku	Trvání analýzy (hodiny)
Aerosol		Pálení, $\text{HNO}_3$ , HF	32
Voda	1 l	Okyselení, odpaření	8
Půda	5 g	Pálení, $\text{HNO}_3$ , HCl	16
Mléko	50 ml	Pálení, $\text{HNO}_3$	10
Zelenina	50 g	Pálení, $\text{HNO}_3$	13



# Detekční metody

## Aktinidy a ostatní zářiče $\alpha$

Hmotnostní spektrometrie -  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  a  $^{232}\text{Th}$  - Q-ICP-MS

$^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{230}\text{Th}$  a  $^{234}\text{U}$  – HR-ICP-MS

Spektrometrie gama – z TRU prakticky jen  $^{241}\text{Am}$

Spektrometrie alfa – Si detektory

Frischova pulzní ionizační komora

Měření s kapalnými scintilátory (LSC)-

Moderní přístroje – diskriminace  $\alpha/\beta$

Moderní metody – separace aktinidů,  
extrakční scintilátory

# Detekční metody

Sr89 vedle Sr90

Měření Čerenkovova záření a s kapalnými scintilátory (LSC)

LSC- 3 oblasti

Plynem plněné počítače – jen Sr90, celková  $\beta$

# Separační metody

- Iontoměničová chromatografie
- Kapalinová extrakce

Použití kapalinové extrakce:

v současné době se omezuje  
výjimka: extrakční scintilátory

- Extrakce pevnou fází
- Extrakční chromatografie,  
selektivní disky – Ra, **Sr**, Tc, **Cs**  
selektivní sorbenty: kolonky – **za normálního tlaku**  
**za zvýšeného (sníženého) tlaku**

Použití extrakční chromatografie:

**skupinové dělení – aktinidy**  
**separace jednotlivých nuklidů**

# Příprava vzorků před separací

Úkolem je zde nejen převedení analytu do iontové formy, ale také zajištění izotopové výměny při použití izotopových monitorů výtěžku

- Voda- okyselení
- Půda(vzorky z jedné vrstvy) - homogenizace vzorku, pálení,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$
- Filtry- pálení,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HF}$
- Porost, zelenina- pálení,  $\text{HNO}_3$
- Mléko- pálení,  $\text{HNO}_3$

---

•Loužení kyselinami- běžné zahřívání, MW

---

Využití dalších technických prostředků k urychlení analýzy, např. ultrazvukové lázně k rozpouštění, tlaková, podtlaková zařízení při chromatografii atd.,

# Rapid Separation Methods for Bioassay Samples

S. L. Maxwell, III and D. J. Fauth

Westinghouse Savannah River Site

TEVA+ TRU Stacked Column: Pu, Np, U, Am



# Příklady některých stanovení

## Celková aktivita alfa ve vodě

TECDOC-1092		Příklady současných metod	
Odpaření	Proporcionální počítač (PP)	Extrakční chromatografie, Extr. scintilátor	LSC $\alpha/\beta$
		Skupinové srážení	ZnS, PP

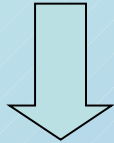
# Příklady některých stanovení

## Jednotlivé aktinidy v aerosolech

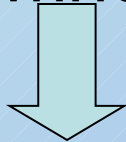
<b>TECDOC-1092</b>		<b>Příklady současných metod</b>	
Pálení, loužení, ionexy, extr. chrom., depozice	Spektrom. $\alpha$ -Si	1. Bez separace	Spektrom. $\alpha$ - Am+Pu spektrom. $\gamma$ - Am241
		2. Pálení, loužení, extr. chrom	HR-ICP-MS

# Čím se rychlé radiochemické metody liší od běžných metod

1. Využití moderního zařízení k urychlení postupu
2. Vyšší limit detekce (MDA)



- Kratší doby měření
- Menší množství vzorku do práce



- Rychlejší mineralizace



Děkuji Vám za pozornost