

**STANOVENÍ PLOŠNÉ (HMOTNOSTNÍ) AKTIVITY  
RADIONUKLIDŮ V PŮDĚ POMOCÍ  
SPEKTROMETRIE IN SITU, KVALITATIVNÍ  
STANOVENÍ OBSAHU RADIONUKLIDŮ V OVZDUŠÍ**

**Postup 2**

## **OBSAH:**

<b>1. Přístroje, pomůcky a materiálové zajištění.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Měřicí přístroje a další (zkušební) zařízení .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Etalony.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Ostatní pomůcky .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Postup měření .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Měření se scintilačním spektrometrem GR135 resp. RT - 30 .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Měření s detektorem zapojeným ve spektrometrické trase (polovodičové, scintilační) .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Kvalitativní stanovení obsahu radionuklidů v ovzduší pomocí polovodičového detektoru .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Kontrola účinnostní kalibrace detektorů GR 135 resp RT - 30 – postup .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Kontrola účinnostní kalibrace detektorů se spektrometrickou trasou (polovodičové, scintilační) – postup.....</b>	<b>8</b>
<b>2.6. Vyjadřování výsledků .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Odhad nejistot a minimální detekovatelné aktivity .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Zajištění jakosti výsledků .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Záznamy .....</b>	<b>10</b>
<b>6. Související literatura .....</b>	<b>10</b>
<b>7. Přílohy .....</b>	<b>10</b>

## 1. Přístroje, pomůcky a materiálové zajištění

### 1.1. Měřicí přístroje a další (zkušební) zařízení

- příruční spektrometr záření gama GR135 miniSpec (Exploranium) s krystalem NaI(Tl) o objemu 65 cm<sup>3</sup> nebo RT - 30 (Georadis) s krystalem NaI(Tl) o objemu 104 cm<sup>3</sup>;
- spektrometrická trasa s polovodičovým detektorem (HPGe) nebo scintilačním detektorem (NaI(Tl), LaBr), sestávající z detektoru, mnohakanálového analyzátoru a vyhodnocovacího počítače s vyhodnocovacím software;
- přístroj pro určování zeměpisných souřadnic (GPS);
- délkové měřidlo (metr);
- osobní elektronický dozimetr.

### 1.2. Etalony

- ke kontrole energetické kalibrace:
  - etalon <sup>137</sup>Cs;
- ke kontrole účinnostní kalibrace:
  - bodový kalibrační etalon <sup>137</sup>Cs s platným certifikátem.

### 1.3. Ostatní pomůcky

- stojan;
- kalkulačka;
- OOPP (Tyvek/ Tychem, rukavice, rouška, návleky);
- psací potřeby;
- pevná podložka (s klipsem);
- Deník mobilní skupiny;
- náhradní baterie;
- PE sáčky;
- nástroje pro odběr vzorků půdy a porostu.

## 2. Postup měření

## 2.1. Měření se scintilačním spektrometrem GR135 resp. RT - 30

- 1) Při měření dodržovat veškeré zásady osobní ochrany tj. měřit v OOPP tam, kde je to relevantní, a mít nastaveny na osobních elektronických dozimetrech příslušné hodnoty alarmu (dávkový příkon 10 mikroSv/h a dávku 100 mikroSv).
- 2) Zapnout přístroj a zkontrolovat stav baterií. Jsou-li baterie vybité, vyměnit.
- 3) Zabalit detektor do PE sáčku.
- 4) Vybrat místo vhodné k měření, tj. místo:
  - nezastíněné stromy, keři nebo budovami,
  - pokud možno na rovině s travnatým povrchem;
  - půda v místě měření má být propustná pro vodu, ne však písčítá.
  - pokud není stanoveno jinak, jedná se vždy o neobdělávanou půdu.
- 5) Provést stabilizaci přístroje kalibračním etalonem, zaznamenat polohu píku  $^{137}\text{Cs}$  do deníku MS. Etalon uložit do auta nejméně 5 metrů od místa měření.
- 6) Před provedením vlastního měření změřit dávkový příkon ve výšce **1m** nad terénem a zeměpisné souřadnice místa měření. Údaje zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.
- 7) Detektor umístit na stojan tak, aby jeho střed byl ve vzdálenosti **1m** od povrchu země; délka měření se volí dle očekávané kontaminace (za obvyklé radiační situace dle možnosti detektoru **1200s – 3600s**; za havarijní situace obvykle **600s**).
- 8) Změřit spektrum.
- 9) Uložit spektrum do paměti přístroje.
- 10) Provést:
  - analýzu píků,
  - určit radionuklid s využitím knihovny píků,
  - odečíst plochu píku pomocí vnitřního software přístroje,
  - vypočítat plošnou resp. hmotnostní aktivitu (A) jako podíl plochy píku (Area) a součinu doby měření (T) a konverzního faktoru ( $K_{DET}$ ) pro konkrétní detektor GR-135 resp. RT - 30 uvedeného v Příloze 1 resp. 2 pro plošnou resp. hmotnostní aktivitu pomocí vztahu:
$$A = \frac{Area}{T \times K_{DET}}$$
  - Píky, jejich plochu, určené radionuklidy a jejich aktivity zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.
- 11) Provést odběr vzorku.

- Za **obvyklé** radiační situace: po změření se v dané lokalitě odebere vzorek půdy pro další upřesnění obsahu radionuklidů a vzorky se převezou do příslušné laboratoře k dalšímu měření [1].
- Za radiační **mimořádné** situace: vzorky půdy (pokud není KŠ SÚJB stanoveno jinak) se neodebírají.

## 2.2. Měření s detektorem zapojeným ve spektrometrické trase (polovodičové, scintilační)

- 1) Při měření dodržovat veškeré zásady osobní ochrany tj. měřit v OOPP tam, kde je to relevantní, a mít nastaveny na osobních elektronických dozimetrech příslušné hodnoty alarmu (dávkový příkon 10 mikroSv/h a dávku 100 mikroSv).
- 2) Zabalit detektor dávkového příkonu a všechny komponenty měřicí trasy do PE sáčků (mimo kabelů a stojanu).
- 3) Vybrat místo vhodné k měření, tj.
  - nezastíněné stromy, keři nebo budovami,
  - pokud možno na rovině s travnatým povrchem;
  - půda v místě měření má být propustná pro vodu, ne však písčítá.
  - pokud není stanoveno jinak, jedná se vždy o neobdělávanou půdu.
- 4) Provést kontrolu energetické kalibrace pomocí kalibračního bodového etalonu  $^{137}\text{Cs}$ . Etalon uložit do auta v dostatečné vzdálenosti od místa měření (nejméně 5 metrů nebo do přenosného olověného krytu).
- 5) Před provedením vlastního měření změřit dávkový příkon ve výšce **1m** nad terénem a zeměpisné souřadnice místa měření. Údaje zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.
- 6) Detektor umístit na stojan čelem dolů tak, aby jeho čelo bylo ve vzdálenosti **1m** od povrchu země; délka měření se volí dle očekávané kontaminace a účinnosti detektoru (za obvyklé radiační situace **1200s – 3600s**; za radiační mimořádné situace obvykle **600s**).
- 7) Změřit spektrum.
- 8) Uložit spektrum do paměti notebooku nebo analyzátoru (má-li analyzátor dostatečnou paměť na uchování spekter).
- 9) Provést:
  - analýzu píků,
  - určit radionuklid s využitím knihovny píků,
  - odečíst plochu píku pomocí vnitřního software přístroje.

- 10) Výpočet plošných resp. hmotnostních aktivit ( $A$ ) se provede jako podíl plochy píku ( $Area$ ) a součinu doby měření ( $T$ ) a konverzního faktoru ( $K$ );

$$A = \frac{Area}{T \times K}$$

Poznámka: Konverzní faktory jsou pro každý detektor jiné, je tedy nutné každý detektor zvlášť kalibrovat.

- 11) Píky, jejich plochu, určené radionuklidy a jejich aktivity zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.

- 12) Provést odběr vzorku:

Za obvyklé radiační situace: po změření se v dané lokalitě odebere vzorek půdy pro další upřesnění obsahu radionuklidů a vzorky se předají do příslušné laboratoře k dalšímu měření prováděnému dle postupu pro odběr vzorků životního prostředí [1].

Za radiační mimořádné situace: vzorky půdy (pokud není KŠ SÚJB stanoveno jinak) se neodebírají.

### 2.3. Kvalitativní stanovení obsahu radionuklidů v ovzduší pomocí polovodičového detektoru

- 1) Při měření dodržovat veškeré zásady osobní ochrany tj. měřit v OOPP tam, kde je to relevantní, a mít nastaveny na osobních elektronických příslušné hodnoty alarmu (dávkový příkon 10 mikroSv/h a dávku 100 mikroSv).
- 2) Zabalit detektor dávkového příkonu a všechny komponenty měřicí trasy do PE sáčků (mimo kabelů a stojanu).
- 3) Vybrat místo vhodné k měření, tj. místo nezastíněné stromy, keři nebo budovami, pokud možno na rovině.
- 4) Provést kontrolu energetické kalibrace trasy pomocí etalonu  $^{137}\text{Cs}$ . Etalon uložit v dostatečné vzdálenosti od místa měření (nejlépe do přenosného olověného krytu v autě).
- 5) Před provedením vlastního měření změřit dávkový příkon ve výšce **1m** nad terénem a zeměpisné souřadnice místa odběru. Údaje zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.
- 6) Detektor umístit na stojan, přibližně **1m** od měřeného povrchu země.
- 7) Nastavit dobu měření, obvykle se volí **600s**.
- 8) Změřit spektrum.
- 9) Uložit spektrum do paměti notebooku nebo analyzátoru.
- 10) Provést:
  - analýzu píků,

- určit radionuklid s využitím knihovny píků,
- odečíst plochu píku pomocí vnitřního software přístroje (aktivita se zde nestanovuje).

11) Píky, jejich plochu, určené radionuklidy a délku měření zaznamenat do záznamu měření a deníku MS.

#### 2.4. Kontrola účinnostní kalibrace detektorů GR 135 resp RT - 30 – postup

- 1) Kontrola se provádí 1 × za rok.
- 2) Přístroj se umístí na stojan, **1m** nad zemí (měřeno od středu detektoru).
- 3) Kontrolní etalon  $^{137}\text{Cs}$  s platným certifikátem se umístí na zem pod detektor, ve směru kolmice spuštěné k zemi osou detektoru.
- 4) Nabere se spektrum, doba měření se volí tak, aby čistá plocha píku totální absorpce byla minimálně **10 000 impulsů** (obvykle 1800s – 3600s).
- 5) Vypočítá se účinnost dle vzorce:

$$EFF = \frac{Area}{T \times 0,852 \times A}$$

kde Eff účinnost pro  $^{137}\text{Cs}$

Area čistá plocha píku totální absorpce

T doba měření [s]

A aktivita etalonu  $^{137}\text{Cs}$  přepočtená na datum a čas měření [Bq]

0,852 zastoupení pro  $^{137}\text{Cs}$ , energii 661,6 keV

- 6) Bod 4) a 5) se 3x zopakuje a z výsledných účinností se spočítá průměr  $Eff_p$
- 7) Vypočítá se poměr průměrné účinnosti  $Eff_p$  a referenční hodnoty:
  - pro GR 135:

$$P = \frac{Eff_p}{0.0000274}$$

- pro RT - 30:

$$P = \frac{Eff_p}{0.0000381}$$

- 8) Výsledná hodnota poměru P se nesmí lišit od 1 o více než 25% (tj.  $0,75 < P < 1,25$ ).
- 9) Pokud je P menší než 0,75 resp. větší než 1,25, nelze tento přístroj pro měření in situ použít.
- 10) Výsledek kontroly včetně naměřených hodnot, datum a podmínky kontroly se zapisuje do deníku MS.

## 2.5. Kontrola účinnostní kalibrace detektorů se spektrometrickou trasou (polovodičové, scintilační) – postup

- 1) Kontrola se provádí 1 × za rok.
- 2) Přístroj se umístí na stojan, čelo detektoru je **1 m** nad zemí.
- 3) Kalibrační etalony  $^{137}\text{Cs}$  (s platným certifikátem) se umístí na zem pod detektor.
- 4) Nabere se spektrum, doba měření se volí tak, aby čistá plocha píku totální absorpce byla minimálně **10 000 impulsů** v píku totální absorpce (obvykle 1800s – 3600s).
- 5) Vypočítá se účinnost pro tuto geometrii a tento radionuklid dle vzorce:

$$EFF_{kontrola} = \frac{Area}{T \times \eta \times A}$$

kde  $Eff_{kontrola}$  účinnost pro  $^{137}\text{Cs}$

Area čistá plocha píku totální absorpce

T doba měření [s]

$\eta$  zastoupení pro danou energii (pro  $^{137}\text{Cs}$ , energii 661,6 keV platí:  $\eta = 0,852$ )

A aktivita etalonu  $^{137}\text{Cs}$  přepočtená na datum a čas měření [Bq]

- 6) Vypočítá se poměr naměřené účinnosti a referenční hodnoty ( $Eff_{ref.}$ ):

$$P = \frac{Eff_{kontrola}}{Eff_{ref}}$$

- 7) Výsledná hodnota poměru P se nesmí lišit od 1 o více než 10% (tj.  $0,9 < P < 1,1$ ).
- 8) Pokud je P menší než 0,9 resp. větší než 1,1 nelze tento detektor pro měření in situ použít a musí se znovu provést kalibrace a ověření.
- 9) Výsledek kontroly včetně naměřených hodnot, datum a podmínky kontroly se zapisuje do deníku MS.

## 2.6. Vyjadřování výsledků

Plošná aktivita se vyjadřuje v jednotkách **Bq/m<sup>2</sup>** resp. násobcích této jednotky (kBq/m<sup>2</sup> apod.), hmotnostní aktivita pak v jednotkách **Bq/kg**. Podobně MDA se vyjadřuje v jednotkách **Bq/m<sup>2</sup>** resp. **Bq/kg**.



### 3. Odhad nejistot a minimální detekovatelné aktivity

Při odhadu celkové nejistoty výsledku je třeba uvažovat nejistoty různých parametrů (parametry popisující vlastnosti půdy – vlhkost, hustota atd., parametry detektoru, počet impulsů v píku úplné absorpce a poměr velikosti tohoto píku a pozadí a především hloubková distribuce měřeného radionuklidu v půdě), jejichž podrobnější rozbor stejně jako výpočet minimálně detekovatelných aktivit je uveden v [2].

Odhadnutá nejistota měření za předpokladu konkrétní hloubkové distribuce měřeného radionuklidu v půdě:

pro scintilační detektor GR135 resp. RT - 30:	± 50%
pro spektrometrické trasy:	± 20%

Odhadnuté minimálně detekovatelné aktivity pro vybrané radionuklidy a tři nejčastěji uvažované typy hloubkové distribuce měřeného radionuklidu v půdě jsou pro přístroj GR135 uvedeny v příloze 1 a pro přístroj RT-30 v příloze 2.

### 4. Zajištění jakosti výsledků

Přístroje používané v rámci činnosti radiační monitorovací sítě jsou podrobovány pravidelné kalibraci a také ověřování podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii a ve znění pozdějších předpisů. Zejména:

a) správnost účinnostní kalibrace,

- pro GR135, resp. RT - 30 se ověřuje při zavedení přístroje pomocí porovnání výsledků měření a spektrometrického (laboratorního) stanovení obsahu radionuklidů v půdě, která se odebírá hned po měření in situ. Mimo to se kalibrace kontroluje 1× ročně (nebo po opravě detektoru) pomocí porovnání účinnosti detektoru pro bodový etalon  $^{137}\text{Cs}$  (s platným certifikátem) (kap. 2.4),
- pro spektrometrické trasy s polovodičovým resp. scintilačním detektorem se ověřuje při zavedení detektoru pomocí porovnání výsledků měření a spektrometrického (laboratorního) stanovení obsahu radionuklidů v půdě, která se odebírá hned po měření in situ. Mimo to se kontroluje 1x ročně (nebo po opravě či změně parametrů detektoru) pomocí bodového etalonu  $^{137}\text{Cs}$  s platným certifikátem (kap. 2.5),

b) energetická kalibrace

- GR135, resp. RT - 30 se provádí při každém spuštění přístroje pomocí kalibračního zdroje  $^{137}\text{Cs}$  („energetická stabilizace“),
- spektrometrických tras s polovodičovým resp. scintilačním detektorem se provádí dle potřeby, minimálně před prvním měřením v daný den pomocí kalibračního etalonu

$^{137}\text{Cs}$ , není-li to možné, provede se kalibrace na přírodní radionuklidy (především  $^{40}\text{K}$  energie 1461keV nebo radionuklidy radiové řady – např. energii 609 keV).

c) mobilní skupiny se pravidelně účastní rezortních, mezirezortních popř. mezinárodních porovnání, alespoň jednou za rok.

## 5. Záznamy

Deník MS: veškerá naměřená data a data týkající se měření a kontroly kalibrace se zaznamenávají do deníku MS, která měření provádí.

Archivace dat: archivuje se spektrum v elektronické podobě na archivačním médiu a výsledky měření v databázi MonRaS. Záznamy se uchovávají bez časového omezení, spektra se archivují alespoň na 2 nezávislých médiích (např. 2 CD).

Záznam měření: veškerá naměřená data a data týkající se měření se zaznamenávají do záznamu měření (Příloha 3, 4). Výsledky měření se zaznamenají do databáze MonRaS. V případě nutnosti se data v papírové nebo elektronické formě předají na příslušné pracoviště dle pokynu KŠ resp. RKŠ k zaznamenání do ~~centrální~~ databáze MonRaS. Záznam je možné předat i elektronickou poštou.

Kopie záznamu měření a průvodky k odběru vzorku půdy s potvrzením laboratoře o převzetí originálů a vzorku půdy.

## 6. Související literatura

[1] Postup MS3 – Odběr vzorků životního prostředí mobilními skupinami

[2] Technická dokumentace k přístrojům

## 7. Přílohy

Příloha 1 - Tabulky konverzních faktorů K pro GR135 a MDA

Příloha 2 - Tabulky konverzních faktorů K pro RT - 30 a MDA

Příloha 3 - Záznam spektrometrického měření radionuklidů - GR135

Příloha 4 - Záznam spektrometrického měření radionuklidů - RT – 30

Příloha 5 - Záznam spektrometrického měření radionuklidů – ostatní detektory

## Příloha 1

### Tabulky konverzních faktorů $K$ a MDA pro GR-135

Konverzní faktory  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] pro vybrané přírodní radionuklidy (předpoklad homogenní distribuce těchto radionuklidů v půdě)

Nuklid		Energie [keV]	$K$
$^{40}K$		1461	0.001397
U - řada	$^{214}Bi$	609.3	0.00779
		1120.3	0.00221
		1764.5	0.00164
Th - řada	$^{208}Tl$	583.1	0.005427
		2614.5	0.002712

Konverzní faktory  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] resp.  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] pro vybrané umělé radionuklidy

Nuklid	Energie [keV]	$K$		
		Povrch *) Havarijní situace	Exp**) běžná situace	Homogenní ***) staré kontaminace
Co 60	1172	4.012 E-4	1.292 E-4	0.01503
	1333	3.536 E-4	1.161 E-4	0.01391
I 131	365	5.695 E-4	1.530 E-4	-
Cs 137	662	5.050 E-4	1.509 E-4	0.01526

#### Předpoklad:

- \*) veškerá aktivita je na povrchu; jednotka  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] – havarijní situace
- \*\*) radionuklid je rozložen v půdě do hloubky exponenciálně s relaxační délkou  $z = 3$  cm; jednotka faktoru  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] – běžná situace
- \*\*\*) radionuklid je v půdě rozmístěn do hloubky homogenně; jednotka faktoru  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] – staré kontaminace

**MDA pro vybrané radionuklidy (za použití jejich nejvhodnější energetické linie) určené z reálného spektra měřeného GR-135 v terénu (1 m nad zemí pro dvě různé měřící doby T)**

Nuklid	Energie [keV]	MDA (T=1200s)			MDA (T=3600s)		
		Povrch*) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Exp**) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Homog.***) [Bq/kg]	Povrch*) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Exp**) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Homog.***) [Bq/kg]
U****)	1120	-	-	30	-	-	20
<sup>131</sup> I	365	410	1540	-	230	870	-
<sup>137</sup> Cs	662	360	1190	12	200	680	7
<sup>60</sup> Co	1332	90	280	7	90	260	2

Předpoklad:

\*) veškerá aktivita je na povrchu – havarijní situace

\*\*) radionuklid je rozložen v půdě exponenciálně s relaxační délkou  $z=3\text{cm}$  – běžná situace

\*\*\*) radionuklid je v půdě rozložen homogenně – staré kontaminace

\*\*\*\*) jedná se o radionuklidy radiové řady za předpokladu rovnováhy

## Příloha 2

### Tabulky konverzních faktorů $K$ a MDA pro RT - 30

Konverzní faktory  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] pro vybrané přírodní radionuklidy (předpoklad homogenní distribuce těchto radionuklidů v půdě)

Nuklid		Energie [keV]	$K$
$^{40}K$		1461	0,002318
U - řada	$^{214}Bi$	609.3	0,013117
		1120.3	0,003577
		1764.5	0,002854
Th - řada	$^{208}Tl$	583.1	0,009008
		2614.5	0,003732

Konverzní faktory  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] resp.  $K$  [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] pro vybrané umělé radionuklidy

Nuklid	Energie [keV]	$K$		
		Povrch *) Havarijní situace	Exp**) běžná situace	Homogenní ***) staré kontaminace
Co 60	1172	6,62E-04	2,13E-04	2,48E-2
	1333	5,56E-04	1,83E-04	2,19E-2
I 131	365	1,00E-03	2,69E-04	-
Cs 137	662	8,29E-04	2,48E-04	2,51E-2

#### Předpoklad:

- \*) veškerá aktivita je na povrchu; jednotka  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] – havarijní situace
- \*\*) radionuklid je rozložen v půdě do hloubky exponenciálně s relaxační délkou  $z = 3$  cm; jednotka faktoru  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot m^{-2}$ ] – běžná situace
- \*\*\*) radionuklid je v půdě rozmístěn do hloubky homogenně; jednotka faktoru  $K$  je [ $s^{-1}/Bq \cdot kg^{-1}$ ] – staré kontaminace

**MDA pro vybrané radionuklidy (za použití jejich nejvhodnější energetické linie) určené z reálného spektra měřeného RT - 30 v terénu (1 m nad zemí pro dvě různé měřící doby T)**

Nuklid	Energie [keV]	MDA (T=1800s)			MDA (T=3600s)		
		Povrch*) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Exp**) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Homog.***) [Bq/kg]	Povrch*) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Exp**) [Bq/m <sup>2</sup> ]	Homog.***) [Bq/kg]
U****)	1120	-	-	30	-	-	20
<sup>131</sup> I	365	260	780	-	180	540	-
<sup>137</sup> Cs	662	210	720	7	150	500	5
<sup>60</sup> Co	1332	170	520	4	110	350	3

Předpoklad:

\*) veškerá aktivita je na povrchu – havarijní situace

\*\*) radionuklid je rozložen v půdě exponenciálně s relaxační délkou  $z=3\text{cm}$  – běžná situace

\*\*\*) radionuklid je v půdě rozložen homogenně – staré kontaminace

\*\*\*\*) jedná se o radionuklidy radiové řady za předpokladu rovnováhy

Příloha 3

Záznam spektrometrického měření radionuklidů – **GR135**

Provedl: \_\_\_\_\_ Číslo nebo kód MS: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Čas: \_\_\_\_\_

Místo měření: \_\_\_\_\_

GPS: SŠ \_\_\_\_\_ VD \_\_\_\_\_ Výška: \_\_\_\_\_ m.n.m.

Dávkový příkon v 1 m: \_\_\_\_\_ [mikroSv/h]

Doba měření: \_\_\_\_\_ [s]

Typ přístroje: **GR-135**

Název spektra: \_\_\_\_\_

Radionuklid	Energie [keV]	Přepočtový koeficient	Plocha (imp)	Aktivita	Jednotka
<sup>40</sup> K	1461	0.001397			Bq/kg
<sup>131</sup> I	364	5.695 E-4			kBq/m <sup>2</sup>
<sup>137</sup> Cs	662	5.050 E-4			kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>

Vzorek půdy odebrán:  Ne  Ano \_\_\_\_\_  
(označení vzorku)

Předal: \_\_\_\_\_  
(Jméno osoby odpovědné za měření, výpočet a předání, podpis) (datum)

Převzal: \_\_\_\_\_  
(Jméno přebírající osoby, podpis)

Měření bylo provedeno v rámci plnění úkolů MS dle Vyhl .....

Příloha 4

Záznam spektrometrického měření radionuklidů – **RT - 30**

Provedl: \_\_\_\_\_ Číslo nebo kód MS: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Čas: \_\_\_\_\_

Místo měření: \_\_\_\_\_

GPS: SŠ \_\_\_\_\_ VD \_\_\_\_\_ Výška: \_\_\_\_\_ m.n.m.

Dávkový příkon v 1 m: \_\_\_\_\_ [mikroSv/h]

Doba měření: \_\_\_\_\_ [s]

Typ přístroje: **RT - 30**

Název spektra: \_\_\_\_\_

Radionuklid	Energie [keV]	Přepočtový koeficient	Plocha (imp)	Aktivita	Jednotka
<sup>40</sup> K	1461	0,00232			Bq/kg
<sup>131</sup> I	364	1,00 E-3			kBq/m <sup>2</sup>
<sup>137</sup> Cs	662	8,29 E-4			kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>

Vzorek půdy odebrán:  Ne  Ano \_\_\_\_\_  
(označení vzorku)

Předal: \_\_\_\_\_  
(Jméno osoby odpovědné za měření, výpočet a předání, podpis) \_\_\_\_\_ (datum)

Převzal: \_\_\_\_\_  
(Jméno přebírající osoby, podpis)

Měření bylo provedeno v rámci plnění úkolů MS dle Vyhl .....



**Příloha 5**

**Záznam spektrometrického měření radionuklidů**

Provedl: \_\_\_\_\_ Číslo nebo kód MS: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Čas: \_\_\_\_\_

Místo měření: \_\_\_\_\_

GPS: SŠ \_\_\_\_\_ VD \_\_\_\_\_ Výška: \_\_\_\_\_ m.n.m.

Dávkový příkon v 1 m: \_\_\_\_\_ [mikroSv/h]

Doba měření: \_\_\_\_\_ [s] Typ přístroje: .....

Název spektra: \_\_\_\_\_

Radionuklid	Energie [keV]	Přepočtový koeficient	Plocha (imp)	Aktivita	Jednotka
<sup>40</sup> K	1461				Bq/kg
<sup>131</sup> I	364				kBq/m <sup>2</sup>
<sup>137</sup> Cs	662				kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>
					kBq/m <sup>2</sup>

Vzorek půdy odebrán:  Ne  Ano \_\_\_\_\_  
(označení vzorku)

Předal: \_\_\_\_\_  
(Jméno osoby odpovědné za měření, výpočet a předání, podpis) \_\_\_\_\_ (datum)

Převzal: \_\_\_\_\_  
(Jméno přebírající osoby, podpis)

Měření bylo provedeno v rámci plnění úkolů MS dle Vyhl .....