

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	1/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Název:

## **Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území - Činnost mobilních skupin při monitorování radiační havárie**

*Certifikovaná metodika*

**Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.**

**Irena Češpírová**

Metodika byla vytvořena v rámci Bezpečnostního výzkumu:

Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace  
(identifikační kód: VG20102015014)

Oponenti:

*Eva Šindelková (SÚJB)*

*Mgr. Marek Kurfířt (ČEZ)*

**Rok uplatnění metodiky: 2015**

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	2/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

## Obsah

1. Pojmy a zkratky.....	3
2. Cíl metodiky.....	5
3. Vlastní popis metodiky .....	6
3.1. Činnost MS při radiační havárii na území ČR (JE Dukovany a Temelín).....	6
3.2. Radiační havárie mimo území ČR s možnými dopady na území ČR .....	7
3.3. Havarijní připravenost.....	7
4. Bezpečnost práce.....	7
5. Metrologické zabezpečení.....	8
6. Postupy a principy pro jednotlivé činnosti mobilních skupin.....	8
6.1. Postup 1. Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu.....	11
6.2. Postup 2. Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě pomocí spektrometrie in situ, kvalitativní stanovení obsahu radionuklidů v ovzduší .....	11
6.3. Postup 3. Odběry vzorků životního prostředí .....	15
6.4. Postup 4. Měření povrchové (plošné) kontaminace .....	16
6.5. Postup 5. Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí měřiče příkonu dávky DC-3E17	
6.6. Postup 6. Svoz/rozvoz TLD .....	17
6.7. Postup 7. Odhady aktivity radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách .....	18
7. Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice .....	19
8. Uplatnění Certifikované metodiky .....	19
9. Související literatura: .....	19
10. Publikace:.....	21
11. Seznam příloh: .....	22

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	3/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

## 1. Pojmy a zkratky

AČR	Armáda České republiky
CLMS	centrální laboratoř monitorovací sítě
ČSN	Státní technická norma ČR
EPD	elektronický pasivní dozimetr
GPS	Global positioning system
GŘ HZS	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru
GŘ CLO	Generální ředitelství cel
JE	jaderná elektrárna
KKC	Krizové koordinační centrum SÚJB
KŠ SÚJB	Krizový štáb Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
LS	laboratorní skupina
MDA	minimální detekovaná aktivita
MonRaS	programový prostředek pro ukládání, zpracování a zveřejňování výsledků z <b>Monitorování Radiační Situace</b>
MS	mobilní skupina
MU	mimořádná událost
NaI(Tl)	scintilační detektor (jodid sodný)
OOPP	osobní ochranné pomůcky a prostředky
PPDE	příkon prostorového dávkového ekvivalentu
RaMS	Radiační mimořádná situace
RC	Regionální centrum SÚJB
RKŠ SÚJB	Regionální krizový štáb SÚJB
RM	radioaktivní materiál
RMS	Radiační monitorovací síť
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany v.v.i.
TLD	termoluminiscenční dozimetr

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	4/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

VDMI vnitřní metodická instrukce (dokumentace SÚJB)

VDS vnitřní směrnice (dokumentace SÚJB)

ZHP zóna havarijního plánování

ŽP životní prostředí

### Havarijní režim

monitorování za radiační mimořádné situace

#### Havarovaná JE

jaderná elektrárna, na které vznikla jaderná havárie

#### Mimořádná událost 3. stupně

MU, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do ŽP, vyžadujícímu zavádění neodkladných opatření na ochranu obyvatel a ŽP

#### Monitorovací plán RMS

popis způsobu a rozsahu provádění jednotlivých měření a odběrů, příp. přípravy odebraných vzorků jednotlivých komodit, uvedených v tabulkách 1 a 2 přílohy 1 vyhlášky SÚJB č. 319/2002 Sb., ve znění vyhlášky č. 27/2006; monitorovací plán obsahuje také pokyny k předávání výsledků

#### Nález

odhalení výskytu RM nebo podezření na výskyt RM na libovolném místě životního prostředí, kromě případu, kdy jde o přepravu (viz záchyt)

#### Normální režim

monitorování za obvyklé radiační situace

#### Obvyklá radiační situace

situace s výjimkou radiační mimořádné situace

#### Plán havarijních cvičení MS

stanovuje zaměření, rozsah cvičení a frekvenci jejich provedení

#### Pohotovostní složka

složka radiační monitorovací sítě, která se aktivuje pouze při podezření na vznik nebo při vzniku radiační mimořádné situace

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	5/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

### Pojezdové měření

kontinuální měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu při jízdě autem, sběr takto naměřených dat, data/času měření a zeměpisných souřadnic trasy průjezdu

### Radiační havárie

radiační nehoda, jejíž následky vyžadují neodkladná opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí

### Radiační mimořádná situace (RaMS)

situace, která následuje po radiační havárii nebo po takové nehodě nebo po takovém zvýšení úrovně radioaktivity nebo ozáření, které vyžadují opatření na ochranu fyzických osob

### Radiační nehoda

událost, která má za následek nepřipustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřipustné ozáření fyzických osob

### Stálá složka

složka radiační monitorovací sítě, která pracuje nepřetržitě

### Záchyt

odhalení výskytu RM nebo podezření na výskyt RM při přepravě zboží přes místo, kde je monitorován příkon dávkového ekvivalentu nákladu

## **2. Cíl metodiky**

Cílem této metodiky je zhodnotit existující postupy ve světle dnešních poznatků a v případě potřeby je doplnit, sjednotit a především dopracovat scházející postupy.

Seznam současných VDMI/VDS týkajících se monitorování radiační situace za RaMS prováděné mobilními skupinami:

- **VDMI 061/2003 (rev. 1/2004)** - Radiační monitorovací síť - Mobilní skupiny
- **VDMI 089/2004** - Radiační monitorovací síť - Mobilní skupiny - Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě a ovzduší pomocí spektrometrie in situ
- **VDMI 090/2004** - Radiační monitorovací síť - Měřící místa kontaminace ovzduší - Odběry aerosolů a plyných forem jodu prováděné mobilní skupinou

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	6/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

- **VDMI 104/2005** - Radiační monitorovací síť - Síť včasného zjištění - Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky DC-3E
- **VDS 061/2012** – KKC – RMS - Mobilní skupiny - Metodika odhadu aktivity radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách

### 3. Vlastní popis metodiky

#### 3.1. Činnost MS při radiační havárii na území ČR (JE Dukovany a Temelín)

Úkolem MS je dodat KŠ SÚJB včas dostatek adekvátních dat, která napomohou KŠ posoudit radiační situaci a navrhnout opatření na ochranu obyvatelstva na zasaženém území.

V časné fázi havárie (doba od počátku mimořádné události na JE do jednoho až dvou dnů po ukončení úniku radionuklidů z havarované JE) je nutné co nejdříve zmapovat dávkové příkony na zasaženém území. Vzhledem k tomu, že měřené dávkové příkony vypovídají pouze o stavu v okamžiku měření, ale již nedávají informaci o složení kontaminace ani dalším vývoji dávek, je nutné provést měření opakovaně a pokud možno doplnit je o kvalitativní a kvantitativní analýzu kontaminantu. Úkolem mobilních skupin je co nejdříve (zpravidla po ukončení úniku a přechodu kontaminovaných vzdušných mas) proměřit dávkové příkony na zasaženém území. O tom, kde konkrétně měřit a v jakých časových intervalech resp. s jakou frekvencí opakování měření rozhodne KŠ přímo nebo prostřednictvím regionálního KŠ (RKŠ). Pro zjednodušení komunikace mezi KŠ resp. RKŠ a MS byly v ZHP obou našich JE vtypovány trasy pro pojezdové měření, které zahrnují všechny sídelní jednotky v ZHP, (tyto trasy jsou uvedeny v Postupu „Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu“, kapitola 3.4.1).

Ve střední a pozdní fázi (doba následující po časné fázi, může trvat týdny i roky) je nutné rozhodnout o následných ochranných opatřeních, tj. o přesídlení obyvatelstva z kontaminované lokality, regulaci/zákazu resp. uvolnění distribuce potravin ze zasaženého území, o opatřeních v zemědělství, vodním hospodářství, atp. Úkolem MS je odebrat vzorky životního prostředí a dodat je do příslušné laboratoře. Výběr lokalit, kde se budou vzorky odebírat, se bude provádět na základě map dávkových příkonů resp. map kontaminace umělými radionuklidy.

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	7/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Na základě rozhodnutí KŠ provedou MS výměnu TLD popřípadě EPD. Čas a rozsah určí KŠ.

Činnost každé MS se v případě radiační havárie vždy řídí příkazy krizového managementu, nicméně obzvláště pro časnou fázi je třeba mít připravené a nacvičené postupy a předpřipravené pojezdové trasy, dokumentaci, apod.

### 3.2. Radiační havárie mimo území ČR s možnými dopady na území ČR

Úkolem MS je dodat KŠ SÚJB včas dostatek adekvátních dat, která napomohou KŠ odhadnout rozsah a závažnost kontaminace na celém území státu a na základě toho pak navrhnout opatření na ochranu obyvatelstva. MS provádí mapování dávkových příkonů, měření aktivit vybraných radionuklidů v povrchové vrstvě půdy, odběry vzorků životního prostředí po celém území republiky a výměnu TLD resp. odečet EPD na základě rozhodnutí KŠ SÚJB.

### 3.3. Havarijní připravenost

Členové MS pravidelně procvičují činnosti nutné pro monitorování a účastní se havarijních cvičení pořádaných SÚJB, kde jsou procvičeny všechny postupy zde uvedené. Návčivky pojezdových měření probíhají jednou za měsíc, kdy každá MS objede trasu cca 40 km, změří dávkový příkon příslušným přístrojem a data následně vloží do databáze MonRaS. Podobně jednou za měsíc každá MS provede návčivku činnosti „Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky DC-3E“ (tzv. MRAK) a výsledky měření vloží do databáze MonRaS.

## 4. Bezpečnost práce

Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci stanovuje [5], [8], [3] a popř. další související předpisy.

Pracovníci MS provádějí měření s použitím osobních ochranných pomůcek (ochranný oděv, pracovní obuv, návleky na boty, rukavice, respirátor) v míře odpovídající situaci v místě/oblasti, kde jsou činnosti MS prováděny. Pracovníci MS jsou vybaveni operativními elektronickými

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	8/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

dozimetry, na kterých je nastaven alarm při překročení hodnoty dávkového příkonu **10 mikroSv/h** a dávky **100 mikroSv**. Po ukončení práce jsou pracovníci MS zkontrolováni na povrchovou kontaminaci (postup kontroly je uveden v Postupu 4 „Měření povrchové (plošné) kontaminace“, kapitola 6.4) a v případě podezření na vnitřní kontaminaci jsou pracovníci odesláni na měření vnitřní kontaminace v SÚRO.

## 5. Metrologické zabezpečení

Přístroje používané k měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu a plošné kontaminace jsou podrobovány pravidelnému ověřování podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii ve znění pozdějších předpisů.

Měření in situ svým charakterem nevyžaduje ověřená stanovená měřidla, je pouze orientační. Účinnostní kalibrace se provádí pomocí kalibračních etalonů s platnými certifikáty před zavedením přístroje resp. spektrometrické trasy do provozu a kontrola se provádí pomocí kalibračních etalonů s platnými certifikáty jednou za rok dle stanoveného postupu („Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě a ovzduší pomocí spektrometrie in situ“ kapitola 6.2).

Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky DC-3E je pouze indikativní, nevyžaduje tudíž ověřeni ani kalibraci detektoru.

Kontrola kvality měření je pravidelně prováděna při účasti mobilních skupin na havarijních cvičeních a porovnáních.

## 6. Postupy a principy pro jednotlivé činnosti mobilních skupin

Jednotlivé postupy obsahují popis činnosti, přístrojové a materiální zajištění, řízení kvality, způsob vyjadřování výsledků včetně odpovídajících protokolů a způsobu předávání dat do KŠ. Až na výjimky zde není popsána práce s konkrétními přístroji.

Přístrojové vybavení jednotlivých MS napříč rezorty se může lišit (viz Tabulka 1), čemuž též odpovídá činnost jednotlivých MS (viz Tabulka 2).



Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	9/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Tabulka 1 – Vybavenost MS dle rezortu

MS - rezort		dávkový příkon	povrchová kontaminace	odběry vzorků ŽP (aerosolů) <sup>1)</sup>
SÚJB	RC SÚJB	GR130/135; MobDOSE	DC-3-E; LB 124	DWARF 100 <sup>2)</sup>
	SÚRO	GR130/135; MobDOSE	DC-3-E; LB 124	DWARF 100 DWARF JL 40
MV	HZS	GR130/135; MobDOSE	DC-3-E	-
	PČR	GR130/135; MobDOSE	DC-3-E	-
MF – Celní správa		GR130/135; MobDOSE	DC-3-E, CONTAMAT	-
AČR <sup>3)</sup>		DP 98, RDS 2000	MICROCONT H13420	-
ČEZ		GR 135/ FH40G/RadEye B20-ER	FHT 111m/RadEye AB100	JAP/T / VOPV12

- Vysvětlivky:
- <sup>1)</sup> ... u jiných odběrů se nepoužívá žádný přístroj
  - <sup>2)</sup> ... pouze MS RC SÚJB v Českých Budějovicích a v Brně
  - <sup>3)</sup> ... MS AČR nemá přístroje kompatibilní s ostatními MS a ani výstupy měření nejsou kompatibilní s formáty vstupujícími do MonRaS

*Poznámky:*

- V tabulce je uvedena základní sestava přístrojů. Jednotlivé MS mohou používat i další přístroje, ale je nutné, aby přístroje prošly porovnáním při cvičení MS a formát výsledků měření byl kompatibilní s MonRaS.
- Přístroje GR130 resp. GR135 jsou již v současné době na pokraji životnosti, takže je nutné urychleně plánovat nákup nových adekvátních přístrojů.
- Jak plyne z tabulky, pro odběry aerosolů v terénu jsou vybaveny 3 MS a z toho pouze jedna může odebrat jód na sorbent, což není zcela dostačující.

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	10/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Tabulka 2 – Činnost MS dle rezortů

Činnost MS dle Postupů								
Postup	Název	Kapitoly Postupů pro MS z jednotlivých rezortů						
		SÚJB		MV		MF – Celní správa	AČR	ČEZ
		RC SÚJB	SÚRO	HZS	PČR			
<b>1</b>	<i>Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu</i>	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1 2.3	2.1
		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2		2.2
		2.3	2.3	2.3	2.3	2.3		2.3
<b>2</b>	<i>Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě a ovzduší pomocí spektrometrie in situ</i>		2.1					
		2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	-	2.1
		2.4	2.3	2.4	2.4	2.4		2.4
			2.4					
	2.5							
<b>3</b>	<i>Odběry vzorků životního prostředí mobilními skupinami</i>	2.1.2 <sup>1)</sup>	2.1					2.1 <sup>2)</sup>
		2.2	2.2					2.2
		2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3
		2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4
		2.5 <sup>3)</sup>	2.5 <sup>3)</sup>	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5 <sup>3)</sup>
		2.6 <sup>3)</sup>	2.6 <sup>3)</sup>					2.6 <sup>3)</sup>
		2.7 <sup>3)</sup>	2.7 <sup>3)</sup>					2.7 <sup>3)</sup>
<b>4</b>	<i>Měření povrchové (plošné) kontaminace</i>	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
		4.2.1	4.2.1	4.2.1	4.2.1	4.2.1	4.2.1	4.2.1
			4.2.2					
<b>5</b>	<i>Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky</i>	2	2	2	2	2	2	2
<b>6</b>	<i>Svoz a rozvoz TL dozimetrů</i>	2.1	2.1					2.1
		2.2	2.2 2.3	-	-	-	-	2.2
<b>7</b>	<i>Metodika odhadu aktivity radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách</i>	2	2	-	-	-	-	-

Poznámka:

<sup>1)</sup> pouze RC SÚJB České Budějovice a RC SÚJB Brno

<sup>2)</sup> ČEZ používá jiný přístroj pro odběry aerosolů - viz tabulka 1

<sup>3)</sup> potraviny a mléko odebírají MS zpravidla z obchodní sítě. Odběr zemědělských plodin se zkrmovanou nadzemní částí (krmivo) a potravin mimo obchodní síť provádí laboratoře Ministerstva zemědělství, MS pouze na vyžádání KŠ.

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	11/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

### 6.1. Postup 1. Měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu

Postup je určen pro stanovení příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) popř. dávkového příkonu:

- v konkrétním bodě,
- za jízdy automobilem (pojezdové měření) a
- pro odhad externích dávek, které obdrželi pracovníci MS.

Součástí Postupu jsou 2 přílohy:

Příloha 1 – Záznam měření příkonu prostorového dávkového ekvivalentu

Příloha 2 – Záznam obdržených externích dávek

### 6.2. Postup 2. Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě pomocí spektrometrie in situ, kvalitativní stanovení obsahu radionuklidů v ovzduší

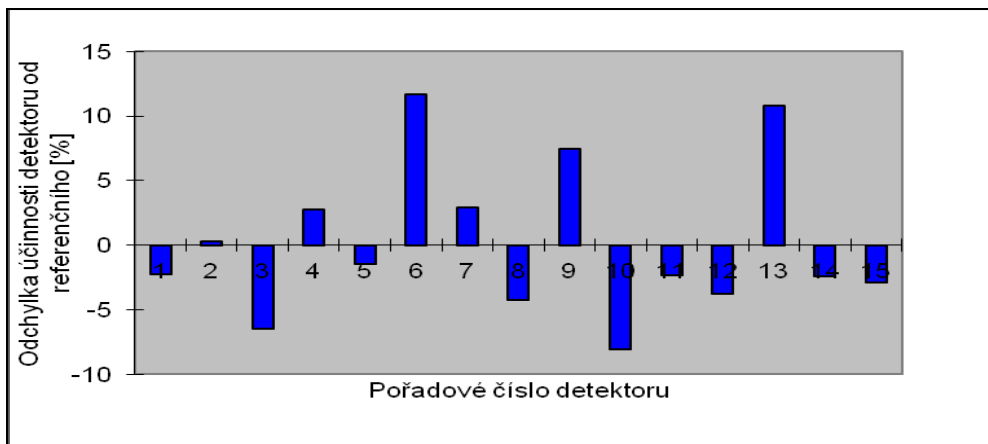
Postup je určen pro stanovení plošné aktivity radionuklidů (v případě přírodních radionuklidů hmotnostní aktivity) v půdě a kvalitativního stanovení obsahu radionuklidů v ovzduší pomocí spektrometrie in situ. Součástí metody je i odběr vzorků půdy v místě měření pro pozdější laboratorní upřesnění kvantitativní analýzy. Odběr vzorků se provádí dle Postupu 3., kapitola 6.3.

Je zde popsán postup stanovení plošné resp. hmotnostní aktivity vybraných radionuklidů v půdě pomocí jednoduchých přístrojů se spektrometrickými vlastnostmi – příručního spektrometru záření gama GR130 MiniSpec firmy SAIC/Exploranium G.S. Ltd. s krystalem NaI(Tl) o objemu 70 cm<sup>3</sup> resp. jeho novější verzí GR135 s krystalem NaI(Tl) o objemu 65 cm<sup>3</sup>. Přístroje GR130 a GR135 patří do jednotného vybavení většiny MS RMS, je tedy vhodné využít jejich spektrometrické vlastnosti pro jednoduchá spektrometrická měření. Aby nemusel být kalibrován každý přístroj zvlášť, byly stanoveny kalibrační koeficienty pro vybrané radionuklidy a jejich minimální detekovatelné aktivity (MDA) pro dvě geometrie – bodový zářič v ose detektoru 1m od čela detektoru („bodový zdroj“) a plošná resp. hmotnostní aktiva radionuklidu v půdě pro jeden „referenční“ detektor GR130 (sériové číslo: 9975). Následně bylo provedeno

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	12/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

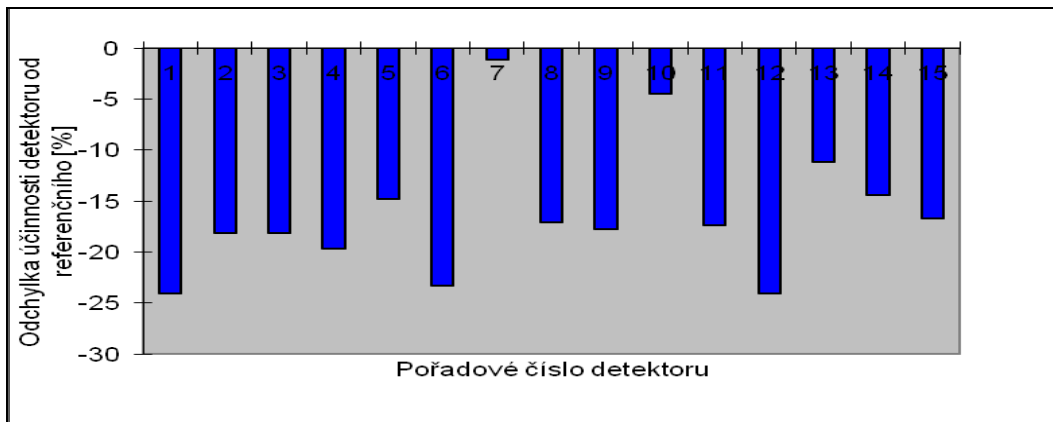
porovnání s ostatními detektory GR130 pro geometrii „bodový zdroj“ a zdroj  $^{137}\text{Cs}$  (energie 661.6 keV). Jak plyne z Tabulky 3 a Obr. 1a, odchylky pro jednotlivé detektory nejsou vyšší než 12%. Je tedy možné kalibrační koeficienty včetně minimálně detekovatelných aktivit stanovené pro referenční detektor použít i pro ostatní detektory GR130 s tím, že nejistota měření při použití přenesené kalibrace je zvýšena pouze o maximálně 12%, což je v havarijních podmínkách akceptovatelné.

Při podobném porovnání účinnosti pro detektory GR135 (novější verze detektoru GR130) s referenčním detektorem GR130 byla zjištěna nižší účinnost (odchylka do 24%) – viz Tabulka 3, Obr. 1b. Ani tento rozdíl není v rámci ostatních chyb závažný, přesto byla provedena kalibrace i detektoru GR135 v SÚRO a byly napočítány nové kalibrační koeficienty a MDA. Porovnání účinností s referenčním detektorem GR135 (sériové číslo 5498) je v Tabulce 3 a Obr. 1c. Je vidět, že odchylky účinností detektorů v MS se snížily a dosahují maximálně 12% podobně jako u detektorů GR130.

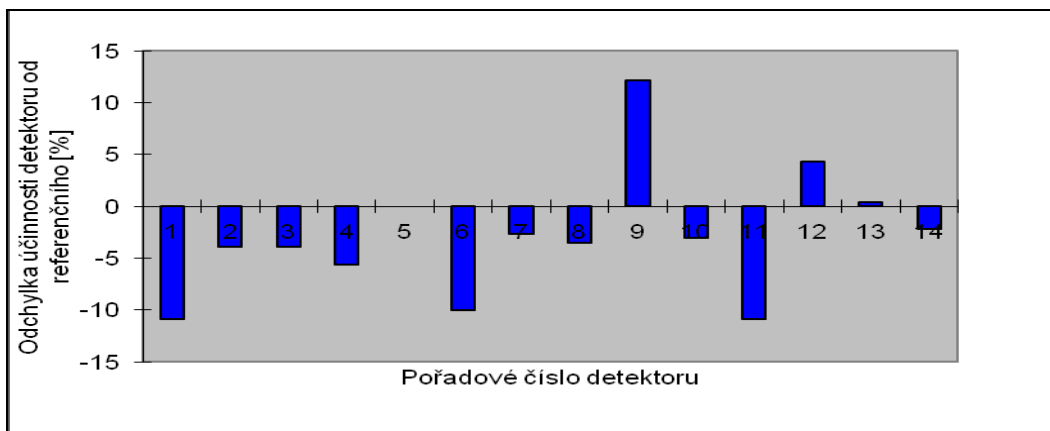


Obr. 1a – Porovnání účinnosti detektoru GR130 pro geometrii bodový zdroj, 1m od čela detektoru, v ose detektoru

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiální nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	13/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	



Obr. 1b – Porovnání účinnosti detektoru GR135 pro geometrii bodový zdroj, 1m od čela detektoru, v ose detektoru, s účinností referenčního detektoru GR130



Obr. 1c – Porovnání účinnosti detektoru GR135 pro geometrii bodový zdroj, 1m od čela detektoru, v ose detektoru s účinností referenčního detektoru GR135

*Poznámka:* Rozdíl v účinnostech obou detektorů je dán rozdílným tvarem jejich krystalu. Zatímco detektor GR130 má krystal ve tvaru hranolu o rozměrech 1,5” x 1,5”x 2,0”, krystal detektoru GR135 má tvar válce o průměru 1,5” a délce 2,2”.

Metoda in situ pomocí přístroje GR130 resp. GR135 MiniSpec je vhodná pro terénní měření – je rychlá a jednoduchá. Nevýhodou zůstává malá rozlišovací schopnost scintilačního detektoru, díky které je použití této metody možné pouze pro omezený počet radionuklidů ve

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	14/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

spektru resp. pro omezený počet energetických linií neležících blízko sebe. Při vyhodnocení je pak nutno počítat s určitou chybou odhadu aktivit.

Mimo výše uvedené přístroje disponují některé MS (SÚRO, HZS) i polovodičovými detektory. Postup obsahuje i pro tyto detektory kvalitativní a kvantitativní stanovení obsahu radionuklidů (umělých i přírodních) v životním prostředí. Vzhledem k různým geometriím a typům detektorů je nutné při stanovení jejich kalibračních koeficientů postupovat pro každý detektor individuálně.

Tabulka 3. – Porovnání účinností detektorů GR130 a GR135 pro geometrii bodový zdroj, 1m od čela detektoru, v ose detektoru (*Poměr = Poměr účinností (měřená účinnost/účinnost referenčního detektoru)*); Účinnosti referenčních detektorů (SÚRO) pro GR130 a GR135

Detektor GR130	Účinnost	Poměr [%]	Detektor GR135	Účinnost	Poměr [%] ref. det. GR130	Poměr [%] ref. det. GR135
<b>1</b>	2.68E-05	97.8	<b>1</b>	2.05E-05	75.9	89.1
<b>2</b>	2.75E-05	100.3	<b>2</b>	2.21E-05	81.9	96.1
<b>3</b>	2.56E-05	93.5	<b>3</b>	2.21E-05	81.9	96.1
<b>4</b>	2.82E-05	102.7	<b>4</b>	2.17E-05	80.4	94.3
<b>5</b>	2.70E-05	98.5	<b>5</b>	2.30E-05	85.2	100.0
<b>6</b>	3.06E-05	111.7	<b>6</b>	2.07E-05	76.7	90.0
<b>7</b>	2.82E-05	102.9	<b>7</b>	2.24E-05	83.0	97.4
<b>8</b>	2.62E-05	95.7	<b>8</b>	2.22E-05	82.2	96.5
<b>9</b>	2.94E-05	107.5	<b>9</b>	2.58E-05	95.6	112.2
<b>10</b>	2.52E-05	91.9	<b>10</b>	2.23E-05	82.6	97.0
<b>11</b>	2.68E-05	97.7	<b>11</b>	2.05E-05	75.9	89.1
<b>12</b>	2.64E-05	96.2	<b>12</b>	2.40E-05	88.9	104.3
<b>13</b>	3.03E-05	110.8	<b>13</b>	2.31E-05	85.6	100.4
<b>14</b>	2.67E-05	97.6	<b>14</b>	2.25E-05	83.3	97.8
<b>15</b>	2.66E-05	97.1				
<b>průměr</b>	<b>2.74E-05</b>	<b>101.6</b>		<b>2.24E-05</b>	<b>82.8</b>	<b>97.2</b>
referenční detektor	2.74E-05			2.74E-05 GR130 2.30E-05 GR135		

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	15/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Součástí Postupu jsou i dvě přílohy:

Příloha 1 - Tabulky konverzních faktorů K pro GR130 a GR135 pro vybrané radionuklidy

Příloha 2 - Záznam spektrometrického měření radionuklidů

### 6.3. Postup 3. Odběry vzorků životního prostředí

Postup je určen pro odběr vzorků životního prostředí (půda, voda, potraviny, atd.) mobilními skupinami pro následné laboratorní stanovení hmotnostních, plošných nebo objemových aktivit přírodních a umělých radionuklidů v těchto vzorcích.

Sběr potenciálně kontaminovaných vzorků životního prostředí s následnou kvalitativní a kvantitativní analýzou obsahu umělých radionuklidů se provádí za účelem zjištění jejich kontaminace umělými radionuklidy.

Tento postup se vztahuje k odběru následujících vzorků životního prostředí:

- aerosoly a jód
- půda – povrchová vrstva (0 – 20 cm) a porost
- sníh
- voda
  - povrchová
  - pitná
- potraviny
  - mléko
  - zelenina, obilí, ovoce, maso,
  - lesní plody, houby
- zemědělské plodiny - krmivo

Při odběru vzorků se používá jednoduchých nástrojů a pomůcek tak, aby odběr byl jednoduše proveditelný bez potřeby náročného školení a tréninku složek RMS, ale zároveň i reprodukovatelný při dalším odběru. Součástí odběru je změření dávkového příkonu v místě odběru dle Postupu 1. a zaznamenání přesné polohy odběru pomocí GPS (je-li to relevantní). Velký důraz je kladen na to, aby nedošlo k vzájemné kontaminaci vzorků při vlastním odběru nebo při následném transportu do laboratoře. Po odběru vzorku je nezbytné otřít odběrové pomůcky (rýč, lopatka ...) tak, aby nedošlo ke kontaminaci dalšího odebíraného vzorku.

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	16/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

Výjimkou je odběr aerosolů a jódu, kdy je potřeba použít mobilní odběrové zařízení; vybrané MS jsou vybaveny odběrovým zařízením DWARF JL 40 resp. novějším DWARF 100 firmy Senya Ltd., v případě nutnosti lze použít i jiné zařízení s obdobnou funkcí (Sierra Misco, Staplex případně další). Postup obsahuje posloupnost činností při odběru aerosolů včetně výměny filtrů.

*Poznámka:* V rámci RMS vlastní takovéto odběrové zařízení pouze 3 MS (SÚRO, RC SÚJB České Budějovice a RC SÚJB Brno) – viz Tabulka 1. Vzhledem k tomu, že se používají dva různé typy (DWARF 100 a DWARF JL 40), které se vzájemně se výrazně liší obsluhou, je v Postupu oběma věnována samostatná kapitola.

Součástí Postupu jsou formuláře pro odběr jednotlivých monitorovaných položek:

Příloha 1 - Průvodka k odebranému vzorku aerosolu

Příloha 2 - Průvodka k odebranému vzorku sorbentu

Příloha 3 - Průvodka k odebranému vzorku půd a porostu

Příloha 4 - Průvodka k odebranému vzorku sněhu

Příloha 5 - Průvodka k odebranému vzorku vod

Příloha 6 - Průvodka k odebranému vzorku potravin

Příloha 7 - Průvodka k odebranému vzorku mléka

Příloha 8 - Průvodka k odebranému vzorku krmiv

#### 6.4. Postup 4. Měření povrchové (plošné) kontaminace

Postup je určen pro stanovení plošné kontaminace  $\beta/\gamma$  resp.  $\alpha/\beta$  povrchů předmětů a osob. Měření povrchové kontaminace se provádí za účelem zjištění kontaminace území, objektů, zařízení, automobilů a různých předmětů, které mohou být potenciálně kontaminovány v důsledku radiační nehody, respektive kontaminace zasahujících nebo jinak zúčastněných osob. Na základě těchto měření mohou být následně navržena opatření (např. dekontaminace). Měření slouží i jako kontrola účinnosti provedených opatření.

Měření povrchové kontaminace  $\beta/\gamma$  resp.  $\alpha/\beta$  lze provádět přímo na místě pomocí přenosných detektorů povrchové kontaminace nebo nepřímo pomocí stěru (u kontaminovaných



Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	17/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

objektů), kdy se příslušný materiál (filtrační papír, gáza, ubrousek) použitý ke stěru předá ke změření ve spektrometrické laboratoři.

Během vlastního měření je třeba dbát zvýšené opatrnosti, aby detektor do styku s kontaminovaným předmětem z důvodu hrozící povrchové kontaminace přístroje. Jestliže to s ohledem na charakter měřeného záření lze, je vhodné detektor zabalit do igelitového/mikrotenového obalu. (Pokud je podezření na přítomnost jiného než gama zářiče, přístroj se nebalí. Sáček by záření částečně či úplně odstínil, obzvláště jednalo-li by se o  $\alpha$  zářiče.)

Součástí Postupu jsou formuláře pro záznam měření povrchové kontaminace:

Příloha 1 – Záznam měření plošné (povrchové) kontaminace osoby

Příloha 2 – Záznam měření plošné (povrchové) kontaminace předmětu

Příloha 3 – Záznam měření povrchové kontaminace vozidla

Příloha 4 – Průvodka k odebranému vzorku stěru

#### 6.5. Postup 5. Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky DC-3E

Postupuje se dle VDMI 104/2005.

Součástí Postupu jsou formuláře pro záznam měření pro hodnocení radiační situace:

Příloha 1 - Záznam měření pro hodnocení radiační situace

#### 6.6. Postup 6. Svoz/rozvoz TLD

Postup je určen pro výměnu resp. doplnění TLD v síti RMS. Navazuje na certifikovanou metodiku [14].

Dozimetry převzaté od laboratorní skupiny, resp. CLMS, jsou určeny pro umístění do stálých měřících míst sítě TLD, resp. nově ustanovených měřících míst, ve formě a uspořádání odpovídajícím požadavkům a pravidlům uvedeným v příslušné metodice TLD [14]. V průběhu rozvozu/svozu TLD probíhá sběr a záznam údajů v souladu s metodikou [14]. Stálá měřící místa TLD včetně příslušných tras jsou uvedena v [16], další podrobnosti o měřících místech jsou

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	18/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

uváděny do příslušné databáze RMS. Dozimetry vyzvednuté z měřících míst včetně zaznamenaných údajů jsou určeny k předání LS, resp. CLMS, která provede jejich vyhodnocení.

Součástí svozu detektorů je měření dávkových příkonů během jízdy (pojezdové měření) dle Postupu 1. z důvodu možnosti pozdějšího dopočtu resp. odhadu dávek, které jednotlivé detektory obdržely během transportu z/do příslušné laboratoře.

V případě havárie na JE je možné ve vytipovaných lokalitách umístit elektronické pasivní dozimetry (EPD). K výměně těchto dozimetrů nedochází, odečet naměřených dávek probíhá přímo v měřícím místě s následným odesláním zjištěných hodnot do CLMS. Vzhledem k ceně EPD i transportní čtečky jsou pro tuto činnost cvičení pouze pracovníci MS SÚRO.

Součástí Postupu jsou formuláře pro záznam svozu/rozvozu TLD/EPD:

Příloha 1 – Záznam svozu/rozvozu TLD/EPD

Příloha 2 – Záznam nových monitorovacích bodů

#### 6.7. Postup 7. Odhady aktivity radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách

Metodika je určena k rychlému orientačnímu třídění vzorků podle jejich aktivity v terénu za radiační mimořádné situace, kterou je především myšlena radiační havárie na JE spojená s únikem radionuklidů do životního prostředí.

Třídění vzorků dle jejich aktivity a případně odhad aktivity vzorku je založeno na rychlém měření dávkového příkonu vzorků přístrojem GR130 (GR135) miniSpec nebo jinými měřidly dávkového příkonu, použití konverzních koeficientů k převodu příkonu na aktivitu a porovnání hodnoty této aktivity se zvolenou „kritickou hodnotou“. Postup navazuje na [9, 18].

Součástí Postupu jsou tabulky a obrázky potřebné pro odhady aktivit radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách:

Příloha 1 – Tabulky

Příloha 2 – Obrázky

Příloha 3 - Tabulky pro přepočet

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	19/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

## 7. Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice

Metodika zohledňuje změny, které nastaly v přístrojovém vybavení jednotlivých MS, včetně formátu a přenosu dat do nového programového prostředku MonRaS. V metodice byly sjednoceny a doplněny stávající postupy a vypracovány scházející postupy.

## 8. Uplatnění Certifikované metodiky

Metodika je určena pro všechny MS podle [4]. Slouží ke sjednocení postupů měření z důvodů potřeby kompatibility měřených dat. Metodika bude sloužit jako ucelený soubor veškerých postupů používaných všemi MS v rámci RMS a zároveň jako základ pro dopracování vlastních postupů pro všechny MS všech rezortů v rámci RMS.

Platnost metodiky je časově neomezená.

## 9. Související literatura:

- [1] Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (Atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů
- [2] Zákon č. 505/1990 Sb., o metrologii ve znění pozdějších předpisů
- [3] Zákon č. 309/2006 Sb., Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
- [4] Vyhláška č. 319/2002 Sb., o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě ve znění vyhlášky č. 27/2006 Sb.
- [5] Vyhláška č. 307/2002 Sb., o požadavcích na zajištění radiační ochrany ve znění pozdějších předpisů
- [6] Vyhláška 318/2002 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu ve znění vyhlášky č. 2/2004 Sb.
- [7] ČSN 01 5110 Vzorkování materiálů. Základní ustanovení.
- [8] ČSN 01 8003 (018003) - Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	20/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

- [9] VDS 061/2012 – KKC – RMS - Mobilní skupiny - Metodika odhadu aktivity radionuklidů v objemných vzorcích v terénních podmínkách
- [10] VDMI 061/2003 (rev. 1/2004) - Radiační monitorovací síť - Mobilní skupiny
- [11] VDMI 089/2004 - Radiační monitorovací síť - Mobilní skupiny - Stanovení plošné (hmotnostní) aktivity radionuklidů v půdě a ovzduší pomocí spektrometrie in situ
- [12] VDMI 090/2004 - Radiační monitorovací síť - Měřicí místa kontaminace ovzduší - Odběry aerosolů a plynných forem jodu prováděné mobilní skupinou
- [13] VDMI 104/2005 - Radiační monitorovací síť - Síť včasného zjištění - Hodnocení radiační situace v dané lokalitě pomocí detektoru příkonu dávky DC-3E
- [14] Metodika M3; Certifikovaná metodika: Stanovení H\*(10) pomocí integrálních dozimetrů v rámci RMS. Praha, 2013
- [15] Postup MS3 – Měření povrchové (plošné) kontaminace; Postup SÚRO; Praha, 2007
- [16] Katalogy TLD
- [17] Češpírová, I., Filgas, R., Drábová, D.: Metodika pro terénní měření s univerzálním zařízením GR130 miniSpec. Závěrečná zpráva instit. výzkumu SÚJB č. 3; 2003
- [18] Závěrečná zpráva VaV SÚJB 3/2006; SÚRO, Praha, 2007
- [19] NATO Handbook for Sampling and Identification of Rad. Agents (SIRA); NATO, 2000
- [20] Generic procedures for monitoring in nuclear or radiological emergency, IAEA – TECDOC – 1092; IAEA 1999
- [21] Praktický kurz vzorkování (půda a podzemní voda) – sborník přednášek; Ekotechnika Černošice, 2006
- [22] Odběry vzorků – sborník přednášek 2 THETA Český Těšín, ISBN 80-86380-18-1; 2003
- [23] Kuča, P. a kol.: Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace; Aktuální analýza a výzkum (včetně modelových a terénních experimentů) moderních metod detekce; Dílčí zpráva o stavu plnění výzkumného úkolu. Zpráva SÚRO; Praha; červen 2014

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	21/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

## 10. Publikace:

- [24] Češpírová, I.; Froňka, A., Gryc, L., Helebrant, J., Navrátilová Rovenská, K., Prouza, Z., Škáblová, M.: Monitorování kontaminovaného území v pozdní fázi nehody – Šumava 2012; XXXIV. DRO, Třeboň, 2012
- [25] Škáblová, M; Marešová, B.; Prouza, Z.: Hodnocení radiační mimořádné události pomocí OIL při měření povrchové kontaminace; XXXIV. DRO, Třeboň, 2012
- [26] Gryc, L.; Helebrant, J.; Škáblová, M.; Češpírová, I.; Kuča, P.; Prouza, Z.: Dávkové příkony v závislosti na výšce a vzdálenosti od zdroje záření; XXXIV. DRO, Třeboň, 2012
- [27] Cespirova, I. Prouza, Z.: Activity of ground and aerial mobile group during radiation emergency, INSINUME, 13.-16.10.2008, Rabat, Maroko
- [28] Pecha, P., Kuča, P., Češpírová, I., Hofman, R.: Monitorování radiace v časné fázi nehody na jaderném zařízení – analýza všech typů měření použitelných pro korekci modelových předpovědí. The Science for Population Protection, 2011, roč. 3, č. 2, s. 101-129
- [29] Cespirova, I.; Fronka, A., Obraz, O.: Comparison of Ground and Aerial Measurements; International symposium Radioprotection of Environment; INSINUME; Kusadasi, Turecko; Sep. 2006
- [30] Češpírová, I., Obraz, O., Vedra, R.: Experimentální stanovení koeficientu zeslabení dávkového příkonu při pojezdovém měření; XXVIII. Dny radiační ochrany; Luhačovice; 2006
- [31] Češpírová, I., Filgas, R., Drábová, D.: Metodika pro terénní měření s univerzálním zařízením GR130 miniSpec. Závěrečná zpráva instit. výzkumu SÚJB č. 3; 2003
- [32] Češpírová, I., Pašková, Z., Matzner, J.: Činnost letecké a mobilních skupin během cvičení Zóna 2010, Sborník abstrakt - DRO, Třeboň, ČR. 8.-12.11.2010;
- [33] Češpírová, I., Filgas, R., Ejemová, I.: Mobile group exercises (NRPI – RC SONS), Conference; Abstracts, XXV. Days of Radiation Protection, Jáchymov 2002, IBSN 80-01-02651-5, str. 19-20.
- [34] Kuča, P; Češpírová, I.: Radiační monitorovací síť. Monitorování mobilními a leteckými skupinami; Sborník abstrakt – konference Interoperabilita V Krizovém Řízení (Interop-Soft Protect); ISBN 978-80-7392-023-4; 11. – 12.3.2008 Brno

Název metodiky:	<b>Metodika detekce radioaktivních látek na zasaženém území – činnost mobilních skupin při monitorování radiační nehodě</b>	SÚRO v.v.i.	22/22
Název projektu:	Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace	7.4.2015	

- [35] Češpírová, I Kuča, P.: Možnosti monitorování v případech rozptylu radioaktivních látek do životního prostředí při teroristických útocích a radiačních nehodách. Sborník abstrakt – konference Bezpečnostní management a společnost; ISBN 978-80-7231-653-3; 6. – 7. května 2009; Brno
- [36] Češpírová, I.; Prouza, Z.: Mimořádná událost – nález zářiče na dětském hřišti v Praze; Sborník abstrakt ISBN: 978-80-7385-109-5, XI. ročník mezinárodní konference Ochrana obyvatelstva 2012; 1. - 2.2.2012, Ostrava

## 11. Seznam příloh:

- Postupy.
- Posudek odborníka z daného oboru, případně posudek zpracovaný v rámci hodnocení konkrétní části výzkumného projektu, viz 4.1.1
- Posudek ze státní správy.