

**Metodika pro systém odběrů vzorků živočišných produktů z hlediska
radioaktivní kontaminace po radiační mimořádné události, včetně sběru
kritických informací pro návrh opatření**

Certifikovaná metodika

Autoři:

M. Bartusková, J. Hůlka
Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

J. Rosmus,
Státní veterinární ústav Praha

Zpracováno v rámci projektu bezpečnostního výzkumu VF20102015014 „Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace“

Oponenti:

MVDr. Jiří Drápal, Ústřední veterinární správa Státní veterinární správy

Rok uplatnění metodiky:
2015

OBSAH

Úvod:.....	1
Sumář	2
1. Pilotní metodický postup jak vymezit oblast pro speciální zacházení s hospodářskými zvířaty.....	4
1.1 Radiační mimořádné události podle závažnosti.....	4
1.2 Operační intervenční úrovně	6
1.3 Obecná pravidla postupu hodnocení	9
1.4 Shrnutí	11
2. Pilotní metodický postup jak stanovit strategie primárního monitoringu (např. letecký monitoring, MS a laboratorní rozbor)	13
2.1 Shrnutí strategie monitorování:.....	13
3. Pilotní metodický postup jak stanovit strategii následného monitoringu, tj. zpřesňování (rozšíření/zmenšení) oblastí, kde je nutná regulace produkce plodin/ potravin případně zacházení s hospodářskými zvířaty.	14
3.1 Pilotní návrh postupu - systému odběrů vzorků zemědělských/potravinářských produktů z hlediska radioaktivní kontaminace po radiační mimořádné události.....	14
3.1.1 Vzorkování – odpovědnost.....	14
3.1.2 Doprava vzorků do laboratoří	15
3.1.3 Analýzy (měření vzorků) a rozbor kapacity měření.....	15
3.1.4 Systém evidence	15
3.2 Shrnutí kapitoly	17
4. Pilotní rozbor postupů sběru kritických informací pro navržení opatření na území s různou úrovní kontaminace	18
4.1 Oblast I.....	18
4.2 Oblast II.....	20
4.3 Oblast III	22
4.4 Shrnutí:	24
5. Závěr:	25
Literatura	26
Příloha č. 1: Příklad možných systémů odběru vzorků.....	27

Seznam zkratk:

IAEA	-	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
JE	-	Jaderná elektrárna
LeS	-	letecká skupina
LS	-	laboratorní skupina
MDA	-	mezní detekovatelná aktivita
MS	-	mobilní skupina
MU3	-	mimořádná událost stupně 3
MV	-	Ministerstvo vnitra
MZe	-	Ministerstvo zemědělství
OIL	-	operační intervenční úroveň
SVS	-	Státní veterinární správa České republiky
SVÚ	-	Státní veterinární ústav
SÚRO	-	Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.
SÚJB	-	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJB RC	-	Regionální centrum SÚJB
SZPI	-	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
ÚKZUZ	-	Ústřední a kontrolní ústav zemědělský
VÚLHM	-	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
ZHP	-	zóna havarijního plánování
ŽP	-	životní prostředí

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Příklad možných systémů odběru vzorků (IAEA, 2012) **Chyba! Záložka není definována.**

Seznam tabulek:

Tabulka 1:	Směrné hodnoty zásahových úrovní pro následná opatření (Vyhláška 307/2002 Sb.).....	4
Tabulka 2:	Obecná kritéria pro zahájení opatření a dalších činností pro odvrácení stochastických účinků při RMU (IAEA, 2011)	5
Tabulka 3:	Standardní hodnoty OIL (IAEA, 2011)	8
Tabulka 4:	Standardní hodnoty OIL 5 pro potraviny, mléko a vodu (IAEA, 2011)	10
Tabulka 5:	Standardní hodnoty OIL 6 v potravinách, mléce a ve vodě pro radionuklidy ^{90}Sr , ^{137}Cs a ^{131}I (IAEA, 2011).....	10
Tabulka 6:	Hodnoty přímo měřitelných veličin pro vymezení jednotlivých oblastí kontaminace	11
Tabulka 7:	Dolní meze pro vymezení OBLASTI.....	12
Tabulka 8:	Kapacita měření jednotlivých laboratoří SVÚ	15
Tabulka 9:	Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace [Bq/kg nebo Bq/l] (Vyhláška 307 Sb.).....	16
Tabulka 10:	základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast I	19
Tabulka 11:	základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast II.....	21
Tabulka 12:	základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast III	23

ÚVOD:

Tato metodika vychází z výzkumných prací projektu Bezpečnostního výzkumu č.VF20102015014 „Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace č. j. MV-24236-42/P-2010“ – Výzkumná subdodávka SVÚ Praha ve spolupráci se SÚRO v.v.i..

Metodika je určena především orgánům státní správy, odpovědným za:

- systém odběrů vzorků zemědělských/potravinářských produktů z hlediska radioaktivní kontaminace po radiační mimořádné události, vč. sběru kritických informací
- přípravu doporučení a návrh opatření.

Předpokládanými uživateli jsou SÚJB, Ministerstvo zemědělství, (nepřímými uživateli budou SVS ČR, SZPI, ÚKZÚZ, VÚLHM, SÚRO, krajské úřady a další subjekty).

Účelem metodiky je být návodem, který zejména umožní:

- 1) vymezit již na základě prvních/předběžných informací (tj. informací z JE a počítačového modelu SÚJB) do doby než budou k dispozici podrobná měření v ŽP oblasti:
 - a) zákazu produkce potravin a jejich distribuce na trh
 - b) postupu pro speciální zacházení s hospodářskými zvířaty
- 2) stanovit strategie primárního monitoringu (např. letecký monitoring, MS a laboratorní rozbor) zejména tam, kde lze očekávat existenci plodin a potravin nad/pod limitní hodnoty
- 3) stanovit strategie následného monitoringu tj. zpřesňování (rozšíření/zmenšení) oblastí, kde je nutná regulace produkce plodin/potravin, případně zacházení s hospodářskými zvířaty.
- 4) Analyzovat problematiku sběru kritických informací pro navržení opatření.

V následujících částech jsou rozebrány uvedené body.

SUMÁŘ

Vymezení kontaminované oblasti:

Při mimořádné události typu MU3 (radiální havárie) ihned provést vymezení kontaminované oblasti pro účely opatření v živočišné výrobě minimálně v rozsahu ZHP. Proveďte se automaticky na základě dat/informací z JE a predikce vývoje situace o očekávaném rozsahu nehody (analogicky s jodovou profylaxí, ukrytím/evakuací).

Následuje zpřesnění/rozšíření vymezené oblasti na základě předběžných výsledků prognózy šíření. Odhad kontaminace potravin, která povede k zákazu distribuce potravin na trh, za hranicí ZHP prognózou z počítačového modelu, zatím žádný z dostupných programů v ČR neumožňuje přímo! Lze využít nepřímých prognózovaných veličin např.: prognózy hodnot plošné kontaminace, integrálu objemové aktivity, dávkového příkonu apod. Podle pilotního návrhu bude kontaminovaná oblast pro zavedení následných ochranných opatření v řešené oblasti rozšířena o teritoria, kde prognóza (tj. počítačový model šíření) ukáže, že může být překročena dolní mez (uvedená v tabulce č. 7).

Podle míry kontaminace je vhodné zavést tři hlavní typy kontaminovaných oblastí:

- **Oblast I** - území, kde oprávněně *dojde k evakuaci osob* (a potrvá minimálně několik dní).
- **Oblast II** - území, kde bude *možný pobyt osob* (byť i dočasný, může však dojít následně k přesídlení), avšak *potraviny/zvířata s vysokou pravděpodobností přesáhnou nejvyšší přípustné úroveň radioaktivní kontaminace*, nebude možné je uvést na trh (do spotřeby) a bude nutné také přistoupit k likvidaci potravin, eventuálně některých zvířat
- **Oblast III** - území, kde *není důvodu k omezení pobytu osob*, ale kde *mohlo dojít nebo došlo místně ke kontaminaci potravin a hospodářských zvířat* v rozsahu, který neumožní uvolnění na trh (je překročena nejvyšší přípustná úroveň radioaktivní kontaminace potravin).

Hodnoty pro vymezení jednotlivých oblastí jsou uvedeny dále (v tabulce č. 6).

Shrnutí strategie monitorování:

- primárně za pomoci LeS získat údaje z co největšího území primárně v návaznosti na modelovou prognózu
- souběžně či bezprostředně následně využít i monitorování MS (zejména na hranicích predikované kontaminované oblasti)
- následuje ověřovací laboratorní analýza odebraných vzorků LS, (zejména oblastí II. a III).

Vzorkování a měření

- **Zajištění vzorkování (odběrů):**
 - o primárně SVÚ kapacita cca 1000/ vzorků na den (cca 50 vzorků/inspektora a den)
 - o inspektoři budou vstupovat jen do neevakuované oblasti, vzorky s maximálními aktivitami cca jednotek – desítek kBq/kg
 - o nebudou vstupovat do kontaminované evakuované oblasti

- **Měření:**
 - o SVÚ laboratoře:
 - Praha – 3 trasy, 4 týmy
 - Olomouc – 1 trasa, pouze 1 směna
 - o V případě volné kapacity laboratoře SÚRO (Praha, Ostrava, Hradec Králové) a SÚJB RC (České Budějovice a Brno)

Kritické informace potřebné k rozhodování:

- Aktuální informace o velikosti a lokalizaci využití zemědělské půdy, včetně druhu pěstovaných komodit
- Aktuální informace o počtech a místech chovu hospodářských zvířat (ZD, farmy, atd.)
- Informace o kontaminaci (viz dále operační úrovně a informace o jednotlivých radionuklidech)
- Všechny tyto informace pro jednotlivé oblasti I. až III.

1. PILOTNÍ METODICKÝ POSTUP JAK VYMEZIT OBLAST PRO SPECIÁLNÍ ZACHÁZENÍ S HOSPODÁŘSKÝMI ZVÍŘATY

Tato kapitola je věnována způsobu, jak na základě prvních/předběžných informací (tj. informací z JE a z počítačového modelu SÚJB) vymezit oblast pro speciální zacházení s hospodářskými zvířaty (dále OBLAST), přitom je třeba – z důvodů realizace opatření – zvažovat i směrné hodnoty zásahových úrovní pro obyvatelstvo a zasahující osoby.

V případě vyhlášení MU 3 je pro všechno obyvatelstvo v ZHP vydán pokyn k ukrytí, případně se bude připravovat na evakuaci. Souběžně s tím je automaticky vydán pokyn k užití jódové profylaxe a omezení konzumace vody ze studní a potravin, které nebyly chráněny, tedy např. plody ze zahrádky, atd. V ZHP během havárie nebude tedy probíhat žádná produkce potravin ani distribuce na trh.

Již v době a těsně po mimořádné události, dříve než budou k dispozici podrobná měření v ŽP, může posloužit predikce pomocí počítačového modelu v rozhodnutí, zda omezit konzumaci potravin za hranicí ZHP. Lze předpokládat, že toto opatření bude nejspíš spojeno s pokynem k ukrytí. Upřesnění situace a doporučení k zavedení ochranných opatření na dalších místech a doporučení k odvolání ochranných opatření by SÚJB vydal na základě dat z monitorování.

Vzhledem k migraci kontaminantu v životním prostředí může včasná reakce na vznik radiační havárie snížit v budoucnu náklady na monitorování a nápravu složek životního prostředí, kontaminovaných sekundárně. V zásadě platí, že je lepší mít kontaminant pod kontrolou a pokud je to možné, odstranit ho ze životního prostředí. Dlouhodobá přítomnost kontaminantu, pokud bychom ho ponechali v životním prostředí, se projeví nárůstem jeho koncentrace ve všech složkách, které navzájem komunikují.

1.1 Směrné hodnoty a operační úrovně pro radiační mimořádné události, národní a mezinárodní přístupy

Pro následná opatření v případě radiační havárie jsou národní legislativou (Vyhláška 307/2002 Sb.) stanoveny směrné hodnoty zásahových úrovní pro odvrácení efektivní resp. ekvivalentní dávky obyvatelstvu, uvedené v tabulce č. 1:

Tabulka 1: Směrné hodnoty zásahových úrovní pro následná opatření (Vyhláška 307/2002 Sb.)

Opatření	Rozpětí dávek	
	efektivních dávek	ekvivalentních dávek v jednotlivých orgánech a tkáních
Regulace požívání radionuklidů znečištěných potravin, vody a krmiv	5 mSv až 50 mSv	50 mSv až 500 mSv
Přesídlení obyvatelstva	50 mSv až 500 mSv	<i>nestanovuje se</i>

Směrné hodnoty je proto vhodné doplnit **obecně srozumitelným vysvětlením**, jak tyto hodnoty a související opatření zajišťují bezpečnost obyvatel. Zkušenosti ukazují, že využívání nadměrně konzervativních kritérií může mít za následek to, že obyvatelstvo svým jednáním přivodí více škody než užitku. Vypracování obecně srozumitelného vysvětlení by mělo být založeno na předpokladu, že u občanů žijících v běžných podmínkách (včetně těch, které jsou

citlivější na ozáření, jako např. děti a těhotné ženy) bude dosaženo úrovně ochrany splňující mezinárodní normy, a to za předpokladu, že v průběhu havarijní fáze:

- na žádný orgán neobdrží dávku, která se blíží úrovni, jež má za následek závažné deterministické účinky,
- neobdrží dávku, při jejímž překročení je riziko zdravotních důsledků (např. rakoviny) dostatečně vysoké pro **odůvodněné** přijetí ochranných opatření (obecné kritérium 100 mSv za rok uváděné IAEA je předmětem diskuse) Při hodnotách nedosahujících tohoto obecného kritéria nelze ochranná opatření zdůvodnit **za každé situace** a budou přijata (pokud vůbec) na základě kritérií vypracovaných po pečlivém zvážení podmínek, včetně dopadu případných ochranných opatření.

Pro účely rozhodování jsou v doporučení IAEA „Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency“, (IAEA, 2011) uvedena obecná kritéria pro zahájení opatření a dalších činností pro odvrácení stochastických účinků, zde uvedená v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Obecná kritéria pro zahájení opatření a dalších činností pro odvrácení stochastických účinků při RMU (IAEA, 2011)

Obecná kritéria	Dávkový ekvivalent	Příklad ochranného opatření anebo jiné aktivity
<i>Pokud předpokládaná dávka překročuje níže uvedená kritéria, následují neodkladná ochranná opatření</i>		
H _{štítna žláza}	50 mSv/prvních 7 dnů	Blokování štítné žlázy podáním jodových preparátů
E H _{plod}	100 mSv/prvních 7 dnů 100 mSv/prvních 7 dnů	Ukrytí, evakuace, dekontaminace, zákaz konzumace potravin, mléka a vody, kontrola kontaminace, uklidňování veřejnosti
<i>Pokud předpokládaná dávka překročuje níže uvedená kritéria, následují ochranná opatření a další činnosti v krátkém sledu po události.</i>		
E H _{plod}	100 mSv/rok 100 mSv/po celou dobu vývoje plodu	Dočasné přesídlení, dekontaminace, náhrada potravin, mléka a vody nekontaminovanými, uklidňování veřejnosti
<i>Pokud obdržená dávka překročila níže uvedená kritéria, následují dlouhodobá lékařská pozorování a opatření za účelem odvrácení radiačních účinků na zdraví.</i>		
E H _{plod}	100 mSv/měsíc 100 mSv/po celou dobu vývoje plodu	Screening založený na sledování ekvivalentní dávky pro specifický radiosenzitivní orgán (jako základ pro následná lékařská vyšetření), poradenství Poradenství umožňující informované rozhodnutí, učiněné podle individuálních podmínek

Pozn.: H – ekvivalentní dávka v orgánu nebo tkáni T; E – efektivní dávka

1.2 Operační intervenční úrovně

Zejména v první fázi havárie je pro rozhodování o tom, zda mohou být překročeny směrné hodnoty dávek (obecná kritéria) zapotřebí mít k dispozici jednoduše měřitelné veličiny (například dávkový příkon), které mají charakter operačních intervenčních úrovní (OIL). V doporučení (IAEA, 2011) jsou uvedeny obecné definice výchozích OIL použitelné při reakci na havarijní stav vedoucí ke kontaminaci a dále i jejich tzv. obecně srozumitelná vysvětlení OIL a pokyny k jejich použití.

Výchozí hodnoty, tedy obecná kritéria pro OIL jsou vytvořeny pomocí realisticky konzervativních předpokladů, které poskytují přiměřenou jistotu bezpečnosti všem občanům. Příručka IAEA 2011 v tabulkách obsahuje OIL pro posouzení výsledků terénního monitoringu kontaminace půdy, pokožky a oděvu. Filosofie je následující: jsou k dispozici tři typy jednoduchých OIL v jednotkách měřených pomocí přístrojů terénního průzkumu: dávkový příkon, počet rozpadů beta za sekundu v případě záření beta a počet rozpadů alfa za sekundu pro záření alfa. V případě překročení kteréhokoli z těchto typů dojde k překročení OIL. Tato kritéria OIL platí pro případ mimořádné události zahrnující veškeré radionuklidy, včetně štěpných produktů uniklých z paliva tavicího se reaktoru. Kritéria OIL byla stanovena pro provádění ochranných a jiných opatření v rámci odezvy způsobem odpovídajícím obecným kritériím a při vypracování těchto OIL došlo k zohlednění všech složek populace (včetně dětí a těhotných žen), stejně jako všech obvyklých činností (dětí hrající si venku apod.). Výpočet OIL byl proveden tak, aby bylo zajištěno, že ochranná opatření, která mají být přijata, ochrání proti většině radionuklidů. V dalším textu je uveden přehled základních rychle dostupných a tím užitečných OIL pro rozhodování i z hlediska problematiky odpadů. Jakmile jsou dostupné podrobnější informace o spektru radionuklidů apod., uvedené OIL je nutné zpravidla přehodnotit.

Jednotlivé OIL jsou definovány podle (IAEA, 2011) následovně:

- 1) **OIL 1** – je naměřená hodnota povrchové kontaminace půdy, při jejímž překročení je nutno realizovat:
 - Neodkladná ochranná opatření (např. evakuaci), sloužícím k tomu, aby u všech obyvatel žijících v kontaminovaném území dávky nepřekročily obecná kritéria pro neodkladná ochranná opatření, která jsou definována v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2
 - Potřebná lékařská opatření, pokud dávka evakuovaným mohla překročit hraniční hodnotu stanovenou opět v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2
- 2) **OIL 2** – je naměřená hodnota povrchové kontaminace půdy, při jejímž překročení se zavádějí časná ochranná opatření sloužícím k tomu, aby roční dávka obyvateli žijícím na území byla nižší než jsou obecné hodnoty pro přijetí opatření pro rozumné snížení stochastických efektů, stanovené v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2
- 3) **OIL 3** – jsou naměřené hodnoty povrchové kontaminace půdy, při jejímž překročení se zavádí bezodkladný zákaz konzumace listové zeleniny, mléka od zvířat, pasoucích se na území, a dešťové vody používané k pití. Mají zajistit to, že dávky pro obyvatele budou nižší než obecná kritéria pro bezodkladná ochranná opatření, stanovená v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2
- 4) **OIL 4** – jsou naměřené hodnoty kontaminace kůže, při jejichž překročení je nutné provádět dekontaminaci a vydat instrukce k provádění samo-dekontaminace a dále omezit ingesce, pro zajištění:
 - Udržení dávky způsobené kontaminací kůže pro všechny obyvatele pod hodnotu obecných kritérií pro přijetí bezodkladných ochranných opatření, které jsou stanoveny v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2

- Zahájení nutné lékařské péče anebo screeningu, protože dávka obdržaná obyvatelem mohla překročit obecná kritéria pro lékařské akce, stanovené v (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 2.
- 5) **OIL 5 a OIL 6** jsou naměřené hodnoty koncentrace v potravinách, mléku anebo ve vodě, při jejichž překročení je nutný zákaz konzumace těchto produktů. Cílem je udržet efektivní dávku pro osobu pod 10 mSv/rok (IAEA, 2011).

O použitelnosti zemědělských produktů rozhoduje sice primárně to, zda jsou překročeny NPA pro kontaminaci potravin a krmiv z vyhlášky (Vyhláška 307/2002 Sb.), zde v tabulce č. 1, avšak kritéria pro rozhodnutí o likvidaci kontaminovaných mas (plodin, půdy apod.) se při radiační havárii stanovují na základě mnohem složitějších úvah a souvislostí s přihlédnutím k socio-ekonomickým hlediskům.

Po přechodu radioaktivního mraku je k dispozici více informací pro stanovení aktivity spadu na půdě a vegetaci i o závažnosti události. Na základě monitoringu jsou získána data pro určení rozsahu kontaminovaných území, o zastoupení radionuklidů, je možné stanovit zóny se zvýšenou kontaminací z důvodu srážek nebo vlivu morfologických. Monitoring se nejprve zaměří na měření dávek a aktivit radionuklidů v prostředí. Tyto hodnoty budou cenným vstupem pro modelové výpočty, napomáhající výběru opatření. V této fázi jsou OIL důležitým nástrojem pro vymezení zón.

U některých potravinářských produktů je rozhodnutí o realizaci opatření nutno zaujmout velmi rychle. V případě pasoucího se mléčného skotu je prodleva mezi spadem na trávu a kontaminací mléka otázkou dní. V případě masa je nutnost rychlého jednání menší než u mléka, neboť doba porážky je relativně flexibilní (lze ji posunout o dny, týdny, ba i měsíce).

V případě, že spad sestává hlavně z radionuklidů s krátkým poločasem rozpadu anebo v případě, že je koncentrace radionuklidů nízká, může se stát, že opatření bude nutno realizovat pouze v časně fázi. Pokud se však jedná o radionuklidy s dlouhým poločasem rozpadu, může vyvstat nutnost zvážit dlouhodobější opatření. Jelikož je k dispozici více času, doporučuje se v této fázi naplánovat zapojení zúčastněných stran a při rozhodování vycházet zejména z přesných měření prováděných jak v životním prostředí, tak v produktech z postižených oblastí. Tato opatření nelze posuzovat bez širší diskuse o rehabilitaci životních podmínek.

Primárním cílem většiny opatření je snížení ozáření obyvatelstva z ingesce. Problém odpadu byl většinou považován za problém druhotný. V tomto kontextu lze účinnost opatření vyjádřit jako procentní snížení aktivity v cílovém médiu (tj. půda, plodina nebo živočišný produkt) po realizaci daného opatření.

Existují také opatření, na která je možno pohlížet spíše jako na opatření podpůrná (např. poskytnutí monitorovacího vybavení a monitoring živých zvířat). Účelem těchto opatření může být jak zvýšení účinnosti opatření, tak zklidnění obyvatelstva. V případě opatření týkajících se likvidace odpadu je třeba tato opatření posuzovat i ze socioekonomického pohledu, včetně otázky rehabilitace krajiny.

Příklad standardních hodnot OIL v případě radioaktivní kontaminace většího území jsou uvedeny na podkladě publikace (IAEA, 2011) v tabulce č. 3. Je důležité si uvědomit, že tyto hodnoty slouží pro prvotní stanovení a mohou být v průběhu doby upravovány podle konkrétního průběhu situace.

Tabulka 3: Standardní hodnoty OIL (IAEA, 2011)

OIL	Parametr a hodnoty	Opatření
OIL 1	Dávkový příkon od záření gama v 1 od povrchu anebo od zdroje: $1000 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	<ul style="list-style-type: none"> - Okamžitá evakuace anebo zřízení důkladného stínění^a - Provést dekontaminaci evakuovaných^b - Snížit mimovolnou ingesci^c - Zákaz konzumace lokálních produktů^d, dešťové vody a mléka od zvířat, pasoucích se v dané oblasti - Evidovat evakuované a zabezpečit jejich lékařskou prohlídku - Pokud se osoba dostala do styku se zdrojem, jehož dávkový příkon je roven anebo překročil $1000 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ve vzdálenosti 1 m^e, zajistit její okamžitou lékařskou prohlídku
	Měření ^e povrchové kontaminace radionuklidy β : $2000 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	
	Měření ^f povrchové kontaminace radionuklidy α : $50 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	
OIL 2	Dávkový příkon od záření gama v 1 od povrchu anebo od zdroje: $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	<ul style="list-style-type: none"> - Zákaz konzumace lokálních produktů^d, dešťové vody a mléka od zvířat, pasoucích se v dané oblasti do té doby, než budou proměřeny a než bude jejich kontaminace porovnána s hodnotami OIL 5 a OIL 6 - Dočasné přesídlení obyvatelstva; před přesídlením je nutno snížit mimovolnou ingesci^c; registrovat a odhadnout dávky pro osoby, které se v oblasti pohybovaly, a rozhodnout o nutnosti lékařského screeningu; přesídlování lidí z oblastí s nejvyšší potenciální kontaminací by mělo začít v řádu dnů - Pokud se osoba dostala do styku se zdrojem, jehož dávkový příkon je roven anebo překročil $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ve vzdálenosti 1 m^e, zajistit její okamžitou lékařskou prohlídku. Pokud by se do styku s takovýmto zdrojem dostala těhotná žena, okamžitě provést lékařské zhodnocení a odhad dávek.
	Měření ^f povrchové kontaminace radionuklidy β : $200 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	
	Měření ^f povrchové kontaminace radionuklidy α : $10 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	
OIL 3	Dávkový příkon od záření gama v 1 od povrchu anebo od zdroje: $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	<ul style="list-style-type: none"> - Zákaz konzumace těch lokálních produktů^d, které nepatří k základní výživě^g, dešťové vody a mléka od zvířat, pasoucích se v dané oblasti do té doby, než budou proměřeny a než bude jejich kontaminace porovnána s hodnotami OIL 5 a OIL 6 - Zavést monitoring lokálních produktů, dešťové vody a mléka od zvířat, pasoucích se v oblasti nejméně 3 x větší než je oblast, kde byl a překročena hodnota OIL 3 a porovnat jejich kontaminaci s hodnotami OIL 5 a OIL 6 - Zajištění provedení blokace štítné žlázy^j jodem pro čerstvé štěpné produkty^k a pro kontaminaci jódem, pokud není možná náhrada kontaminovaného mléka a základních potravin^g - Odhadnutí dávek pro obyvatelstvo oblastní, kde byla zakázána konzumace potravin, mléka a dešťové vody a rozhodnout o možném lékařském screeningu
	Měření ^{f,i} povrchové kontaminace radionuklidy β : $20 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	
	Měření ^{f,i} povrchové kontaminace radionuklidy α : $2 \text{ impulzů}\cdot\text{s}^{-1}$	

- Pozn.:**
- ^a uvnitř uzavřených prostor budov s více místnostmi a mimo zdi a okna
 - ^b pokud bezprostřední kontaminace není praktická, doporučit evakuovaným osprchovat se a převléci si oblečení co nejdříve to bude možné. Měl by být vypracován postup dekontaminace
 - ^c doporučit evakuovaným nepít, nejíst a nekouřit a nedotýkat se rukama úst, až do doby, než si je budou moci umýt
 - ^d lokální produkt vyrostl ve venkovním prostředí, kde mohl být kontaminován při úniku a který je konzumován v řádu týdnů (např. zelenina)
 - ^e toto kritérium pro externí dávku je aplikováno pouze na ztracené nebezpečné zdroje a nemusí být v případě pohotovostní po nehodách kontrolováno
 - ^f při zachování správných monitorovacích postupů
 - ^g zákaz základních potravin může vyústit v některé onemocnění (např. podvýživa) a proto základní potraviny by měly být zakázány pouze v případě, že je možná jejich dostatečná náhrada.
 - ^h pro mléko malých zvířat pasoucích se v oblasti (koza), se jako limitní hodnota používá 10 % z OIL 3
 - ⁱ depozice krátkodobých produktů přeměny přirozeně se vyskytujícího radonu deštěm může způsobit 4 a více násobné zvýšení pozadí. Toto zvýšení by nemělo být zaměňováno za zvýšení v případě pohotovosti po nehodě. Po skončení deště odezvy způsobení rozpadovými produkty radonu velmi rychle klesá a na hodnotu normálního pozadí by se měla dostat v řádu několika hodin
 - ^j pouze na několik dní a pouze není-li možná náhrada nekontaminovanými potravinami
 - ^k štěpné produkty vzniklé asi měsíc před událostí obsahují velké množství radiojodu.

1.3 Obecná pravidla postupu hodnocení

Postup hodnocení a odezvy na radiační mimořádnou událost s následnou kontaminací pomocí realizace ochranných opatření je následující:

První ochranná opatření se přijmou na základě podmínek pozorovaných na místě havárie nebo na základě klasifikace mimořádné události ještě před získáním údajů z monitoringu radiace. V řádu dní je třeba určit oblasti, v nichž pozemní koncentrace depozice překračují výchozí OIL a přijmout opatření k zastavení spotřeby srážkové vody a místní produkce zeleniny a mléka, dokud nedojde k vyšetření a analýze. V případě, že mohlo dojít k ovlivnění pouze omezeného množství potravin (např. ovoce a zelenina z místních zahrad) a jiných než základních potravin, lze tento krok vynechat a namísto toho stanovit omezení spotřeby veškerých potravin, které mohly být kontaminovány, až do jejich proměření a analýza. Nakonec je třeba proměřit a analyzovat potraviny, mléko a srážkovou vodu, a to do vzdálenosti několika kilometrů, a je třeba přijmout opatření k omezení spotřeby potravin, mléka a srážkové vody s koncentrací radionuklidů přesahující OIL5 a OIL6. V řádu dní je třeba určit směs radionuklidů nad postiženou oblastí a přehodnotit v podloženém případě kritéria OIL využívaná k rozhodování. Je třeba, aby veškerá doporučení obyvatelstvu k přijetí jakýchkoli ochranných opatření byla doprovázena obecně srozumitelným vysvětlením kritérií. Po skončení havarijního stavu je zapotřebí po důkladném posouzení stavu a po konzultaci se zúčastněnými stranami přijmout na základě vypracovaných kritérií další opatření.

Posuzování obsahu radionuklidů v potravinách, mléce a vodě vychází z následujícího:

- potenciálně kontaminované potraviny by měly být nejprve proměřeny v rámci rozsáhlé oblasti a analyzovány pro stanovení celkové aktivity alfa a beta, pokud to lze provést rychleji než analýzu obsahu jednotlivých radionuklidů.
- pokud nedošlo k překročení vyšetřovacích úrovní OIL 5, které jsou uvedeny v publikaci (IAEA, 2011), zde v tabulce č. 4, je spotřeba potravin, mléka a voda během havarijní fáze bezpečná.
- pokud je úroveň OIL 5 překročena, je třeba stanovit koncentrace jednotlivých radionuklidů v potravinách, mléce nebo ve vodě.

- při překročení úrovně OIL 6 je třeba zakázat spotřebu jiných než základních potravin, vody či mléka a kontaminované základní potraviny, mléko a vodu nahradit nebo osoby přesunout, není-li náhrada k dispozici.
- nakonec je třeba co nejdříve určit, zda jsou potraviny, mléko či voda vhodné k mezinárodnímu obchodu a dále použít národní kritéria nebo pokyny WHO (1988) k určení, zda jsou potraviny, mléko či voda vhodné k dlouhodobé spotřebě po uplynutí havarijní fáze.

Tabulka 4: Standardní hodnoty OIL 5 pro potraviny, mléko a vodu (IAEA, 2011)

OIL	Hodnota OIL	Odpovídající akce, pokud je hodnota OIL překročena
OIL 5	Celková aktivita beta: 100 Bq/kg nebo Celková aktivita alfa: 5 Bq/kg	OIL 5 překročena – podrobnější analýza potravin a porovnání obsahu radionuklidů v nich s hodnotou OIL 6 Nižší než OIL 5 – potravina bezpečná pro spotřebu během havarijní fáze

OIL 6 jsou stanoveny pro mnoho radionuklidů v (IAEA, 2011). Pro účely této práce byly vybrány OIL 6 pro ^{90}Sr , ^{137}Cs a ^{131}I , které jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Standardní hodnoty OIL 6 v potravinách, mléce a ve vodě pro radionuklidy ^{90}Sr , ^{137}Cs a ^{131}I (IAEA, 2011)

Radionuklid	OIL 6 [Bq/kg]
$^{90}\text{Sr}^a$	$2 \cdot 10^2$
$^{137}\text{Cs}^a$	$2 \cdot 10^3$
^{131}I	$3 \cdot 10^3$

Pozn.: ^a znamená radionuklid s rozpadovým produktem, se kterým s největší pravděpodobností bude v potravině, mléce či vodě přítomen ve stavu radioaktivní rovnováhy ($^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$, $^{137}\text{Cs} - ^{137\text{m}}\text{Ba}$)

Tato kritéria OIL se vztahují na radionuklidy v potravinách, mléce a vodě určené k lidské spotřebě (nevztahují se na sušené potraviny ani na koncentrované potraviny). OIL pro potraviny, mléko a vodu byly stanoveny na základě těchto konzervativních předpokladů:

- veškeré potraviny, mléko a voda jsou na počátku kontaminovány a jsou konzumovány po celý rok
- jsou použity nejvíce omezující faktory přepočtu dávek závislých na věku a rychlosti požití (tj. dávky pro kojence)

Dojde-li k překročení hodnot OIL 6, je třeba přijmout níže uvedená opatření:

- zastavit spotřebu jiných než základních potravin, mléka či vody – posouzení provést na základě kvalifikovaného odhadu anebo známého spotřebního koše. Neprodleně nahradit kontaminované základní potraviny, mléko a vodu. Pokud to není možné, pak osoby přemístit
- pokud není možná neprodlená náhrada základních potravin, mléka a vody, např. v případě kontaminace štěpnými produkty (např. s obsahem jodu) nebo jodem, je vhodné zvážit podání neaktivního jodu pro blokadu štítné žlázy
- odhadnout dávku u osob, u nichž mohlo dojít ke konzumaci potravin, mléka či srážkové vody z oblasti, v níž došlo k uplatnění restrikcí a zjistit tak oprávněnost lékařského vyšetření

Při mimořádné události typu MU3 (radiační havárie) lze tedy očekávat, že je zcela oprávněně ihned provést vymezení OBLASTI minimálně v rozsahu ZHP. Provede se automaticky na základě dat/informací z JE a predikce vývoje situace o očekávaném rozsahu nehody analogicky s jodovou profylaxí, ukrytím/evakuací. Na základě předběžných výsledků prognózy šíření, následuje (a to bezprostředně) zpřesnění/rozšíření vymezené OBLASTI. OBLAST pak podle míry kontaminace v ní je možno ještě dělit na tři hlavní typy kontaminovaných oblastí:

- **Oblast I** - území, kde oprávněně *dojde k evakuaci osob* (a potrvá minimálně několik dní).
- **Oblast II** - území, kde bude *možný pobyt osob* (byť i dočasný, může však dojít následně k přesídlení), avšak *potraviny/zvířata s vysokou pravděpodobností přesáhnou nejvyšší přípustné úroveň radioaktivní kontaminace*, nebude možné je uvést na trh (do spotřeby) a bude nutné také přistoupit k likvidaci potravin, eventuálně některých zvířat
- **Oblast III** - území, kde *není důvodu k omezení pobytu osob*, ale kde *mohlo dojít nebo došlo místně ke kontaminaci potravin a hospodářských zvířat* v rozsahu, který neumožní uvolnění na trh (je překročena nejvyšší přípustná úroveň radioaktivní kontaminace potravin).

1.4 Shrnutí

Aby bylo zajištěno, že u obyvatelstva v oblastech, z nichž nebyli přesunuti, nedojde k přijetí efektivní dávky vyšší než 100 mSv za rok, bylo použito pro ekvivalentní dávku obecné kritérium 10 mSv za rok (na rozdíl od 100 mSv za rok, uvedených v doporučení (IAEA, 2011) při kterých by měla být přijata včasná ochranná opatření). Jednotlivé oblasti lze tedy definovat podle hodnot v tabulce č. 6.

Poznámka: Hodnota 100 mikroSv/h, která slouží k rozhodnutí o tom, zda potraviny lze v oblasti vůbec použít, nekoresponduje s limitními hodnotami pro uvádění potravin na trh. Je odvozena z konzervativního odhadu tak, že nepovede k roční dávce víc než 10 mSv.

Tabulka 6: Hodnoty přímo měřitelných veličin pro vymezení jednotlivých oblastí kontaminace

	Příkon ekvivalentní dávky v 1 m nad zemským povrchem [μSv.h ⁻¹]	Povrchová kontaminace od radionuklidů β [impulzy.s ⁻¹]	Povrchová kontaminace od radionuklidů α [impulzy.s ⁻¹]
OBLAST I	1000	2000	50
OBLAST II	10	50	5
OBLAST III	1	20	2

K odhadu, zda může dojít ke kontaminaci potravin, která povede k zákazu distribuce potravin na trh, za hranicí ZHP by měla v budoucnu sloužit prognóza z počítačového modelu. Dosud žádný z dostupných programů v ČR však tento výpočet neumožňuje přímo. Je tedy třeba využít **nepřímých prognózovaných veličin** např. prognózy hodnot plošné kontaminace, integrálu objemové aktivity, dávkového příkonu apod. Podle pilotního návrhu bude OBLAST pro zavedení následných ochranných opatření v řešené oblasti rozšířena o teritoria, kde prognóza (tj. počítačový model šíření) ukáže, že může být překročena dolní mez uvedená v tabulce č. 7:

Tabulka 7: Dolní meze pro vymezení OBLASTI z hlediska možné kontaminace kravského mléka

Radionuklid	Časový integrál objemových aktivit radionuklidu (inhalace i následná ingesce)	Plošná kontaminace
Cs-137 nedojde k překročení 1000 Bq/l v kravském mléce	<u>3kBq.h/m³</u> - 1 MBq.h/m ³	<u>20 kBq/m²</u> - 10 MBq/m ²
I-131 nedojde k překročení 500 Bq/l v kravském mléce	<u>400Bq.h/m³</u> - 1 MBq.h/m ³	<u>8 kBq/m²</u> - 100 MBq/m ²

Pozn.: Dolní mez je konzervativně odvozena pro začátek až vrchol vegetační sezony, tj. vysoká povrchová kontaminace plodin/krmiv, horní mez odpovídá období mimo vegetační sezonu (převládá kořenový přestup do plodin).

2. PILOTNÍ METODICKÝ POSTUP JAK STANOVIT STRATEGIE PRIMÁRNÍHO MONITORINGU (NAPŘ. LETECKÝ MONITORING, MS A LABORATORNÍ ROZBORY)

Cílem primárního monitoringu je optimální postup, kterým bude možno v poměrně krátkém časovém horizontu (řádu dní) ověřit modelovou prognózu stanovenou výše, a také odpovědět na otázku, zda je třeba rozšířit anebo naopak je možno zmenšit plochu (OBLAST) území, kde je nutná výše uvedená regulace.

Primární je rychlé monitorování kontaminace území (plošné kontaminace) a to jak z důvodu ochrany obyvatel (ukrytí, případnou evakuaci), tak pro zvažování zavedení následných ochranných opatření.

Vzhledem ke strategii je v této fázi havárie monitoring založen na rychlém leteckém nebo pozemním monitorování plošné kontaminace území doplněném o laboratorní rozbor, přitom v první fázi MU3 je třeba počítat jen s nutným, doplňkovým měřením obsahu aktivity v plodinách/potravinách vzhledem ke kapacitě laboratoří. Jde tedy o získání vstupních dat pro vymezení OBLASTI pomocí hodnot uvedených výše v tabulce č. 1. Hustota vzorkování musí přihlídnout nejen k velikosti zasaženého území, ale také ke kapacitě měřicích laboratoří, odhadované na maximálně asi 1000 vzorků denně. Přehled jednotlivých možných systémů vzorkování je uveden v Příloze č. 1

2.1 Shrnutí strategie monitorování:

- 1) primárně za pomoci leteckého monitorování získat údaje z co největšího území, primárně ze ZHP a míst za hranicí ZHP, kde se očekává převýšení mezních hodnot odpovídajících oblastem I,II,III.
- 2) souběžně či bezprostředně následně využít i monitorování MS – zejména na hranicích predikované zasažené oblasti (na základě prognózy SW modelu)
- 3) analýza odebraných vzorků laboratorními skupinami, přičemž omezeně z oblasti II., na hranicích oblasti II. a III. a dále v oblasti III.

3. PILOTNÍ METODICKÝ POSTUP JAK STANOVIT STRATEGII NÁSLEDNÉHO MONITORINGU, TJ. ZPŘESŇOVÁNÍ (ROZŠÍŘENÍ/ZMENŠENÍ) OBLASTÍ, KDE JE NUTNÁ REGULACE PRODUKCE PLODIN/ POTRAVIN PŘÍPADNĚ ZACHÁZENÍ S HOSPODÁŘSKÝMI ZVÍŘATY.

Cílem této části je na základě již předběžných znalostí o rozsahu kontaminace (primární krátkodobý monitoring, který vymezil oblast zájmu) připravit strategii pro systematický dlouhodobý monitoring OBLASTI event. i za její hranicí. Strategie tohoto monitoringu je již založena na přímém měření vzorků plodin a živočišných produktů (zejména mléka a masa) a vychází ze zkušeností a možností SVÚ a resortu SÚJB.

3.1 Pilotní návrh postupu - systému odběrů vzorků zemědělských/potravinářských produktů z hlediska radioaktivní kontaminace po radiační mimořádné události

V této kapitole je na základě informací SVS ČR analyzováno, kdo bude primárně odpovídat za odběr vzorků, jaká je kapacita systému pro odběr vzorků a jaká je kapacita laboratoří pro jejich měření.

3.1.1 Vzorkování – odpovědnost

Vzorkování budou provádět inspektoři Státní veterinární správy České republiky (živočišné komodity), Státní zemědělské a potravinářské inspekce (rostlinné komodity) a Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (krmiva, krmné suroviny). Inspektoři jsou pro odběr vzorků proškoleni a běžně odebírají vzorky pro měření v rámci radiační monitorovací sítě (část ministerstva zemědělství v působnosti SVÚ Praha). Inspektoři v kraji, kde je JE, jsou navíc i proškolení, jak postupovat v situaci nehody. Inspektoři budou odebírat vzorky na úrovni jednotek a desítek kBq/kg v oblasti neevakuované, jak vyplývá z pracovních právních předpisů. Podle informací SVÚ však nelze počítat s tím, že by inspektoři vstupovali do kontaminované oblasti, která byla evakuována!

Dozorové orgány SVÚ jsou regionálně uspořádány, odběry vzorků mohou být zahájeny prakticky okamžitě po vymezení území. Z kapacitních důvodů v případě potřeby odběru velkého množství vzorků v krátkém časovém úseku může být počet pracovníků navýšen výpomocí z jiných regionů, kde nebude akutní potřeba odběru vzorků z důvodu mimořádné situace. Pracoviště jsou vybavena dostatečným množstvím materiálu na odběr vzorků; tento materiál může být doplněn z laboratoří, provádějících měření (Státní veterinární ústav Praha a Olomouc). V případě volné kapacity je pro odběry a měření a vyhodnocení výsledků počítat i s pracovníky resortu SÚJB, konkrétně s laboratořemi SÚJB RC České Budějovice a Brno a dále s laboratořemi SÚRO v Praze, Ostravě a v Hradci Králové. Tito však budou plnit i jiné úkoly.

Poznámka:

- Kapacita inspektorů pro odběr vzorků a možný počet odebraných vzorků byla odhadnuta takto:
- na jatkách/mlékárnách jde o jednotky vzorků za hodinu na inspektora
 - při odběrech u mrtvých/utracených zvířat je odhad obtížnější - jeden až dva vzorky za hodinu.
- Lze použít tento kvalitativní odhad - 1 inspektor může odebrat cca 50 vzorků za den (při jednoduchých odběrech, tj. jatka/mlékárna). Při předpokládaném nasazení desítek inspektorů do oblasti lze počet vzorků odhadnout na přibližně tisíc vzorků/den, což překračuje měřicí kapacitu laboratoří SVÚ - laboratoře SVÚ jsou schopny měřit cca stovky vzorků (viz. níže) (je možné využít event. kapacitu SÚRO).

3.1.2 Doprava vzorků do laboratoří

Pro přepravu vzorků v případě mimořádné situace jsou v SVÚ Praha vyčleněna minimálně dvě vozidla s možností chlazení vzorků, z toho jedno vozidlo je určeno pro přepravu až 5 osob a zajistí též případnou výpomoc při vzorkování. V SVÚ Olomouc je též k dispozici dostatečná kapacita pro přepravu vzorků

3.1.3 Analýzy (měření vzorků) a rozbor kapacity měření

V případě požadavku na měření velkého počtu vzorků mohou být v SVÚ Praha i SVÚ Olomouc vzorky pomocí spektrometrie záření gama s HPGe měřeny nepřetržitě v třísměnném provozu. Laboratoře používají aktuální ne-exspirované referenční materiály (etalony) a udržují měřicí zařízení předepsaným způsobem.

Za normální situace jsou v SVÚ Praha v laboratoři k dispozici tři pracovníci, v SVÚ Olomouc pracovníci dva. Pro případ mimořádné situace je proškoleno 15 pracovníků (Praha) a 10 pracovníků (Olomouc) - tyto pracovníci normálně vykonávají jinou práci, ale je možné je operativně přesunout v případě potřeby na pracoviště radiologie. V SVÚ Praha jsou k dispozici tři instalované trasy, je schopen postavit 4 týmy (celkem 30 osob, v každém týmu 1 expert na obsluhu spektrometrie), systém je připraven na dlouhodobý provoz. V Olomouci je k dispozici jedna spektrometrická trasa, provoz je možný jen na jednu směnu. Odhad celkové měřicí kapacity laboratoří pro různé MDA je uveden v tabulce č. 8:

Tabulka 8: Kapacita měření jednotlivých laboratoří SVÚ

MDA	SVÚ Praha	SVÚ Olomouc
0,1 Bq/kg	300 vz./rok	100 vz./rok
1,0 Bq/kg	500 vz./rok	150 vz./rok
5,0 Bq/kg	2500 vz./rok	800 vz./rok
100 Bq/kg	min. 600 vz./24h	min. 200 vz./24h

Pozn: kapacita SÚRO/SÚJB - systém laboratoří SÚRO/SÚJB je schopen nabídnout kapacitu měření maximálně 1 000 vzorků za den, bez rozlišení obsahu radionuklidů a jejich aktivity.

3.1.4 Systém evidence

Níže popsany systém používá Státní veterinární správa v současné době pro evidenci vzorků obecně, včetně vzorků odebraných na analýzy radionuklidů (vzorky z RMS např. prase divoké z NP Šumava).

Vzorky odebrané v terénu (potravinářských závodech, zemědělských farmách, apod.) jsou zadávány inspektory provádějícími vzorkování do informačního systému SVS ČR, zde je jim přidělen jednoznačný identifikátor – „číslo vzorku SVS“, prezentované čárovým kódem. Tímto kódem jsou označeny vzorky a protokoly o odběru vzorků – objednávky laboratorního vyšetření. Vzorky jsou po doručení do laboratoře evidovány v laboratorním informačním systému (LIMS) a jsou importována data o vzorcích z informačního systému SVS ČR prostřednictvím čárového kódu. Vzorky, jejichž identifikační údaje nejsou k dispozici v elektronické podobě, mohou být zadány pracovníkem provádějícím v laboratoři příjem vzorků do laboratorního informačního systému ručně (zadáním z klávesnice počítače). Po registraci vzorků jsou vzorky připravovány k měření a měřeny na požadované spektrum radionuklidů.

Registrované vzorky jsou předány do laboratoře k provedení analýzy (měření aktivity určených radionuklidů), výsledky měření jsou zadány do laboratorního informačního systému a vyhodnoceny příslušným oprávněným pracovníkem. Záznam v LIMS je schválen (autorizován) a na základě dříve přiděleného jednoznačného identifikátoru (číslo vzorku SVS prezentované čárovým kódem) exportován v dohodnutém formátu na SÚJB (*.xml formát obsahující popis vzorku, parametr, výsledek, nejistota, metodu stanovení, vyhodnocení, materiál, místo odběru – zpravidla katastrální území, důvod odběru A2 bude určen pro měření v rámci mimořádných situací – A0 a A1 jsou určeny pro mezilaboratorní testy resp. pro vzorky radiační monitorovací sítě odebírané mimo mimořádné situace), případně další dohodnuté údaje. Frekvence exportu výsledků je navržena na konci každé směny, v případě potřeby může být interval předávání výsledků zkrácen.). Dozorovému orgánu nebo jeho organizační složce, který vzorek odebral (parametr, výsledek, nejistota, jednotka, metoda stanovení, vyhodnocení, ostatní údaje jsou adresátovi známy), odeslán je též papírový protokol o zkoušce.)

Vyhodnocení naměřených hodnot je prováděno podle tabulky č. 4 přílohy č. 8 k Vyhlášce č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně v platném znění, zde uvedené jako tabulka č. 9:

Tabulka 9: Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace [Bq/kg nebo Bq/l] (Vyhláška 307 Sb.)

	Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace (Bq/kg nebo Bq/l)				
	Potraviny pro počáteční a pokračovací kojeneckou výživu	Mléko a mléčné výrobky	Pitná voda a tekuté potraviny	Potraviny uvedené v tabulce 6) vyhlášky č. 307/2002 Sb.	Ostatní potraviny
Izotopy stroncia, zejména Sr-90	75	125	125	7500	750
Izotopy jódu (I-131)	150	500	500	20000	2000
Izotopy plutonia a transuranových prvků, zejména Pu-239 a Am-241	1	20	20	800	80
Všechny ostatní nuklidy s poločasem přeměny delším než 10 dní, zejména Cs-137 a Cs-134	400	1000	100	1250	1250

Hlášení nevyhovujících nálezů může být podrobena zvláštnímu režimu odesílání výsledků (upozornění) např. na centrální adresu dozorových orgánů nebo určené osobě tak, aby následná opatření byla co nejefektivnější. Nadlimitní (nevyhovující) potraviny musí být určeny k likvidaci; příslušný dozorový orgán vydá v tomto směru příslušné rozhodnutí. Nelze připustit princip ředění kontaminovaných vzorků nekontaminovanými nebo podobné praktiky.

Poznámky ke stávající praxi vzorkování

Hospodářská zvířata:

Za normální situace se podle informace SVS ČR určuje (vypočte) počet zvířat ke vzorkování na např. rezidua léčiv, pesticidů, těžkých kovů, atd. podle počtu poražených zvířat (skot, prasata,...) anebo tun produkce (drůbež, ryby,...) v předchozím roce. Analýza jednotlivých látek se dělá ve vzorcích po skupinách látek, tzn. v některých vzorcích jsou stanoveny kovy, v jiných pesticidy atd. Počet vzorků na jednotlivé skupiny látek se určuje s přihlédnutím k počtu nevyhovujících (nadlimitních) analýz na tyto látky v minulosti (SVS ČR).

V případě MU3 by bylo nutné testovat každé zvíře, což nařídí chovateli/majiteli úřední veterinární dozor. Postup je takový, že vzorky jsou úředně odebrány, zapečetěny a odeslány na analýzu. Maso je uskladněno a čeká se na výsledek analýzy. Pokud je vyhovující, je maso uvolněno do volného oběhu, v případě výsledku nevyhovujícího je likvidováno. Tyto následné analýzy hradí majitel/chovatel, přestože nic nezavinil. To je před uvedením na trh (SVS ČR).

V případě screeningu, např. zjištění úrovně kontaminace lze porazit některá vybraná zvířata ze stáda a tím zjistit orientační hodnotu. Při porážce dalších (uvedení na trh) bude pravděpodobně nařízeno další testování (toto však závisí na úředním veterinárním dozoru – když by byly hodnoty u testovaného vzorku zvířat nízké a nepohybovaly se kolem nebo nad limitem, mohl by od toho požadavku upustit) (SVS ČR).

Mléko:

Obdobně jako v případě zvířat by i u mléka v případě RMU platil obdobný režim jako pro zvířata. Za normální situace SVS ČR kontroluje syrové mléko, které obvykle bývá odebíráno v mlékárnách (bazénové), ale lze i z jednotlivých svozných linek. V případě MU by byly vzorky odebírány z každého dojení – směsný vzorek z jednoho chovu (SVS ČR).

3.2 Shrnutí kapitoly

Zajištění vzorkování:

- primárně SVÚ
- inspektoři budou vstupovat jen do neevakuované oblasti, vzorky s aktivitami cca jednotek – desítek Bq/kg.
- nebudou vstupovat do kontaminované evakuované oblasti
-

Odběry:

- systém SVÚ: asi 1000/ vzorků na den (cca 50 vzorků/inspektora a den)

Měření:

- SVÚ, laboratoře:
 - o Praha – 3 trasy, 4 týmy
 - o Olomouc – 1 trasa, pouze 1 směna
- V případě volné kapacity laboratoře SÚRO (Praha, Ostrava, Hradec Králové) a SÚJB RC (České Budějovice a Brno)

4. PILOTNÍ ROZBOR POSTUPŮ SBĚRU KRITICKÝCH INFORMACÍ PRO NAVRŽENÍ OPATŘENÍ NA ÚZEMÍ S RŮZNOU ÚROVNÍ KONTAMINACE

Tato část pilotní metodiky se zabývá otázkou sběru informací z pohledu jejich dostupnosti a to v souvislosti s hlavními typy navrhovaných opatření. Těmi jsou především zákaz produkce/omezení produkce potravin a likvidace hospodářských zvířat alternativně možnost jejich zachování, která si vyžádá zřejmě dovoz krmiv.

Postupy se budou lišit podle míry kontaminace území a toho, zda je v území možné pobývat. Proto je postup a rozbor rozdělen do tří částí podle úrovně kontaminace a řešených úkolů (tj. problematiky kontaminace potravin, zemědělských živočišných produktů a oblasti odpadů). Lze očekávat tyto tři hlavní typy kontaminovaných oblastí:

4.1 **Oblast I**

Označujeme tak území, kde oprávněně **dojde k** evakuaci osob (a potrvá minimálně několik dní).

Kontaminace potravin a hospodářských zvířat bude zde zcela jistě v takovém rozsahu, že přesáhne nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace dle Vyhlášky 307 (O radiační ochraně č. 307/2002 Sb. v platném znění).

V této oblasti s vysokou pravděpodobností:

- nebude možné uvést potraviny na trh (do spotřeby),
- bude nutno přistoupit k jejich likvidaci
- bude nutno přistoupit k likvidaci event. některých zvířat

V Oblasti I navíc bude zapotřebí vyřešit **problém vstupu do oblasti (a tím problém krmení, nezbytné péče o dobytek – např. dojení zvířat)**. Dále bude zapotřebí specifikovat, co lze v kontaminovaném území provádět, uvážit např. možnost odložení porážky apod.). Následující tabulka č. 10 shrnuje základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba – pro Oblast I.

Tabulka 10: základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast I

Typ opatření	Je opatření zdůvodněno?	Je opatření optimalizováno (ekonomické hledisko)?	Jak lze získat data o kontaminaci	Jak lze získat data o stavech hosp. zvířat (ustájená, volně se pasoucí) a zásobě vody a krmiv atd.	Poznámka
Zákaz produkce potravin, zákaz distribuce a spotřeby	Vždy zdůvodněno	Ano	Model (konzervativní předpoklad), následná měření MS, včetně LeS a LS	Z vnějších havarijních plánů + orientační z MZe	
Zavedení monitoringu s cílem zjistit možnost případného uvolňování zákazu	Vždy zdůvodněno	Ano	Přímá měření MS a laboratorní rozborů vzorků	Kromě existujících vnějších havarijních plánů a informací z MZe zřejmě budou dostupná i konkrétní data od místních	
Likvidace kontaminovaných hospodářských zvířat	Zpravidla zdůvodněno	Zpravidla optimalizováno	Model (konzervativní), měření MS, případně LS	Z vnějších havarijních plánů a orientační z MZe	Výklad: Krmení zvířat tj. dovoz krmiv, bude zřejmě neekonomické, podobně dojení a likvidace mléka
Zajistit dovoz nekontaminovaného krmiva do oblasti (případně i vody)	Zdůvodnění závisí na mnoha faktorech – nutné uplatnit individuální přístup	Ne	Model (konzervativní), měření MS	Z vnějších havarijních plánů a orientační z MZe	Výklad: Krmení zvířat tj. dovoz krmiv, bude zřejmě neekonomické, podobně dojení a likvidace mléka

4.2 **Oblast II**

Označujeme tak území, kde bude možný pobyt osob (byť i dočasný, může však dojít následně k přesídlení), avšak potraviny/zvířata s vysokou pravděpodobností přesáhnou nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace, nebude možné je uvést na trh (do spotřeby) a bude nutné také přistoupit k likvidaci potravin, eventuálně některých zvířat.

V této oblasti:

- budou provedena detailní měření s cílem určit rozsah kontaminace
- bude třeba vymezit oblast, kde bude nutná regulace produkce plodin/(potravin
- bude třeba vymezit oblast, kde dojde k porážce hospodářských zvířat a jejich následné likvidaci a k likvidaci plodin a potravin.

I v této oblasti bude třeba najít režim, jak v kontaminovaném území provádět porážky zvířat, uvážit možnost odložení porážky z důvodu snížení množství kontaminované masy. Rozhodnutí o vymezení území bude zřejmě provedeno na základě měření radioaktivního spadu v kombinaci s měření živočišných vzorků).

Následující tabulka č. 11 shrnuje základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba – pro **Oblast II**:

Tabulka 11: základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast II

Typ opatření	Je opatření zdůvodněno?	Je opatření optimalizováno (ekonomické hledisko)	Jak lze získat data o kontaminaci	Jak lze získat data o stavech hosp. zvířat (ustájená, volně se pasoucí) a zásobě vody a krmiv atd.	Poznámka
Zavedení monitoringu s cílem zjistit možnost případného uvolňování zákazu	Vždy zdůvodněno	Ano	Přímá měření MS a laboratorní rozborů vzorků	Kromě MZe a existujících vnějších havarijních plánů zřejmě budou dostupná i konkrétní data od místních obyvatel	
Zákaz produkce potravin, zákaz distribuce a spotřeby	Zpravidla zdůvodněno (dočasně a místně) ¹	Ano (problém domácích porážek)	Kombinace modelu a následná podrobná měření MS, včetně LeS a LS	Kromě MZe a existujících vnějších havarijních plánů zřejmě budou dostupná i konkrétní data od místních obyvatel	Rozsah opatření v závislosti na monitoringu (problém domácích porážek)
Likvidace kontaminovaných hospodářských zvířat	Zpravidla nezdůvodněno ¹	Zpravidla optimalizováno	Kombinace modelu a následná podrobná měření MS, včetně LeS, případně LS	Kromě MZe a existujících vnějších havarijních plánů zřejmě budou dostupná i konkrétní data od místních obyvatel	důvod: dovoz krmiv bude zřejmě možný ale neekonomický, podobně dojení a likvidace mléka
Zajistit dovoz nekontaminovaného krmiva do oblasti (případně i vody)	Spíše nezdůvodněno ¹	Spíše optimalizováno	Kombinace modelu a následná podrobná měření MS, včetně LeS, případně LS	Z existujících vnějších havarijních plánů a orientační z MZe	Výklad: Krmení zvířat tj. dovoz krmiv bude zřejmě neekonomický, podobně dojení a likvidace mléka
1) zdůvodnění závisí na několika faktorech – posuzování individuální					

4.3 **Oblast III**

Označujeme tak území, kde nebude důvodu k omezení pobytu osob, ale kde mohlo dojít nebo došlo místně ke kontaminaci potravin a hospodářských zvířat v rozsahu, který neumožní uvolnění na trh (je překročena nejvyšší přípustná úroveň radioaktivní kontaminace potravin).

V této oblasti bude nutno rozhodnout o všech potravinových komoditách (i zvířatech), které mohly být nebo byly zasaženy kontaminací tak, že to povede k překročení přípustných hodnot v produktech. Bude zavedeno dlouhodobé sledování potravin/hospodářských zvířat, které budou v těchto oblastech pěstovány/chovány event. zavedena změna chovu. V této oblasti bude vzorkováno velké množství komodit a bude třeba rozhodnout i o struktuře měření (jednotlivé dodávce, šarži apod.) na základě měření v laboratoři.

Následující tabulka č. 12 shrnuje základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba – pro **Oblast III**:

Tabulka 12: základní postupy a problémy z hlediska provedení opatření a informací, které jsou třeba pro Oblast III

Typ opatření	Je opatření zdůvodněno?	je opatření optimalizováno (ekonomické hledisko)	Jak lze získat data o kontaminaci	Jak lze získat data o stavech hosp. zvířat (ustájená, volně se pasoucí) a zásobě vody a krmiv atd.	Poznámka
Zavedení monitoringu s cílem zjistit možnost případného uvolňování zákazu	Vždy zdůvodněno	Ano	Representativní komplexní měření MS a laboratorní rozborů kombinované s předpovědí modelu a leteckými měřeními	Kromě MZe z evidence chovů a existujících vnějších havarijních plánů zřejmě dostupná i konkrétní data od místních	
Zákaz produkce potravin, zákaz distribuce a spotřeby	Zpravidla nezdůvodněno (maximálně jen dočasně a místně)	Ne	Representativní komplexní měření MS a laboratorní rozborů kombinované s předpovědí modelu a leteckými měřeními, soustředění na kritické části oblasti III	dtto	Rozsah opatření v závislosti na monitoringu (problém domácích porážek)
Likvidace kontaminovaných hospodářských zvířat	Nezdůvodněno	Nezdůvodněno	Kombinace modelu a následná podrobná měření MS, včetně LeS a LS	dtto	důvod: Krmení zvířat tj. dovoz krmiv bude zřejmě možný
Zajistit dovoz nekontaminovaného krmiva do oblasti (případně i vody)	Zdůvodněno	Zdůvodněno		dtto	Viz výše

4.4 Shrnutí:

Ke kritickým informacím potřebným pro rozhodnutí, patří zejména následující (týká se všech oblastí I. až III.)

- Aktuální informace o velikosti a lokalizaci využitě zemědělské půdy, včetně druhu pěstovaných komodit
- Aktuální informace o počtech a místech chovu hospodářských zvířat (ZD, farmy, atd)
- Složení radionuklidové směsi

5. ZÁVĚR:

Předložená metodika představuje první a pilotní návrh systému pro odběrů vzorků zemědělských/potravinářských produktů z hlediska radioaktivní kontaminace po radiační mimořádné události a to ve třech typech oblastí podle očekávané míry kontaminace. Rozebírá problém sběru kritických informací, které budou třeba k navržení opatření zejména v živočišné výrobě. V následujících letech výzkumu bude na jejím základě postupně připravena finální metodika.

LITERATURA

IAEA, Technical Report Series No. 472: Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Vienna, 2010

IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, General Safety Guide, No. GSG-2, IAEA, Vienna, 2011

IAEA, Technical Reports Series No. 475: Guidelines for Remediation Strategies to Reduce the Radiological Consequences of Environmental Contamination, Vienna, 2012

IAEA, Preliminary Summary Report: The Follow-up IAEA International Mission on Remediation of large contaminated areas off-site the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Tokyo and Fukushima Prefecture, Japan, NE/NEFW/2013, 2013

Vyhláška č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost ze dne 13. června 2002 o radiační ochraně, Změna: 499/2005 Sb., Změna: 389/2012 Sb.

Další související literatura:

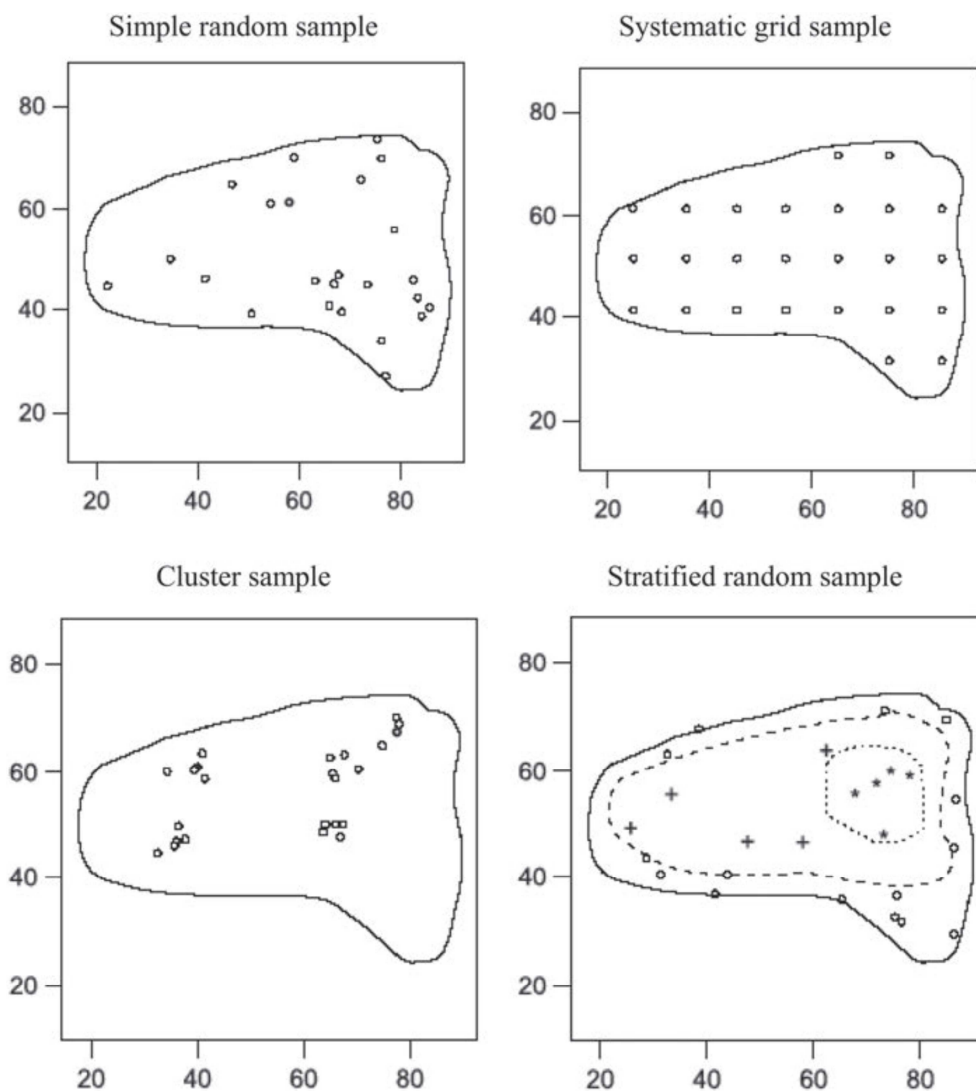
IAEA-TECDOC-1415: Soil sampling for environmental contaminants, IAEA, Vienna, 2004, ISBN 92-0-111504-0, ISSN 1011-4289

PŘÍLOHA Č. 1: PŘÍKLAD MOŽNÝCH SYSTÉMŮ ODBĚRU VZORKŮ

Existuje mnoho metod pro výběr vzorků při **monitorování**. Podle (IAEA, 2004) jsou pro výběr vzorků obecně používány metody:

- prostý náhodný výběr (simple random sample)
- systematický výběr v mřížce (systematic grid sample)
- dvojstupňový výběr -výběr ve shlucích (cluster sample)
- stratifikovaný výběr (stratified random sample)
- kriticky posouzený výběr
- dvojitý výběr a
- dvoufázový výběr

Některé z těchto metod výběru jsou graficky znázorněny na následujícím obrázku 1 (IAEA, 2012)



Obrázek 1: Příklad možných systémů odběru vzorků (IAEA, 2012)

Prostý náhodný výběr (náhodný výběr místa pro odběr) může v případě, kdy rozsah výběru je malý, vést k tomu, že budou vynechána místa s nejvyšší kontaminací. Proto i náhodný výběr míst je nutné statisticky zhodnotit, jestli je síla informace statisticky dostatečná .

Systematický výběr v mřížce je založen na vytvoření vzorkovací mřížky anebo vzorkovacího obrazce (trojúhelníkového anebo čtvercového). K tomuto typu výběru většinou postačuje použití menšího počtu vzorků/měřicích bodů k získání stejné přesnosti jako u ostatních metod. Může na druhou stranu vést k chybě, pokud je území kontaminováno spadem horkých částic s menším průměrem plochy dopadu, než je zvolená vzdálenost v mřížce anebo pokud se v rozptýlení kontaminantu vyskytují cyklické trendy obdobné periodě zvolené mřížky .

Dvojstupňový výběr (výběr ve shlucích) bývá používán v situacích, kdy dochází k heterogennímu výskytu kontaminantu v prostoru (shlukovitý charakter), což vede k velké nehomogenitě měřeného parametru ve vzorcích z daného prostoru anebo území. V těchto případech jsou shluky vybírány náhodně a všichni jedinci/vzorky ve shluku jsou měřeny. Jinou formou výběru ve shlucích je výběr, kdy rozhodování o dalším dodatečném výběru vzorku je přijímáno přímo v terénu, když se vyskytnou neočekávané hodnoty měřeného parametru, jde tedy o přizpůsobení výběru situaci v terénu.

Stratifikovaný výběr znamená, že území, ze kterého vybíráme vzorky, před započítáním výběru rozdělíme na homogenní podskupiny (strata). V každé z nich jsou potom vzorky odebrány náhodným anebo systematickým výběrem. Výhoda stratifikace je v tom, že při rozdělení na homogenní *straty* má odhad střední hodnoty pro každou *stratu* zvláště menší směrodatnou odchylku a i celkový odhad střední hodnoty má menší směrodatnou odchylku v porovnání s prostým náhodným výběrem.

Kriticky posouzený výběr zahrnuje použití profesionálního expertního odhadu pro výběr míst odběru. Chyba v odhadu by mohla být kritická v případě, že území je vysoce kontaminováno, proto je tato metoda doporučena pouze pro území s nízkou kontaminací.

Dvojitý výběr může být použit v případě, že v jednom vzorku může být měřeno více parametrů. Metoda je použitelná pokud jeden z parametrů může být měřen účinněji (snadněji, levněji) než jiný z parametrů, související s měřeným. Na základě měřeného tedy může být předpovězena hodnota „složitějšího“ parametru. Jednodušším měřením jsou tedy vyříděny vzorky, které není třeba dále proměřovat složitějším způsobem, od těch, které měřeny být musejí.

Dvoufázový výběr je založen na vytyčení prvotních jednotek (území), některé z nich jsou poté náhodně zařazeny do výběru. V každé takto náhodně vybrané oblasti jsou znovu náhodně odebrány vzorky. Tato metoda obvykle bývá levná a použitelná pro složky různých odhadů.

Všechny výše uvedené metody mají své výhody i nevýhody, které přispívají k nejistotě. Je proto nutné brát toto na vědomí a přizpůsobit použitou metodu odběru reálné situaci. Velikost výběru může být přizpůsobena specifickým potřebám a může se měnit také v časovém průběhu nápravy.