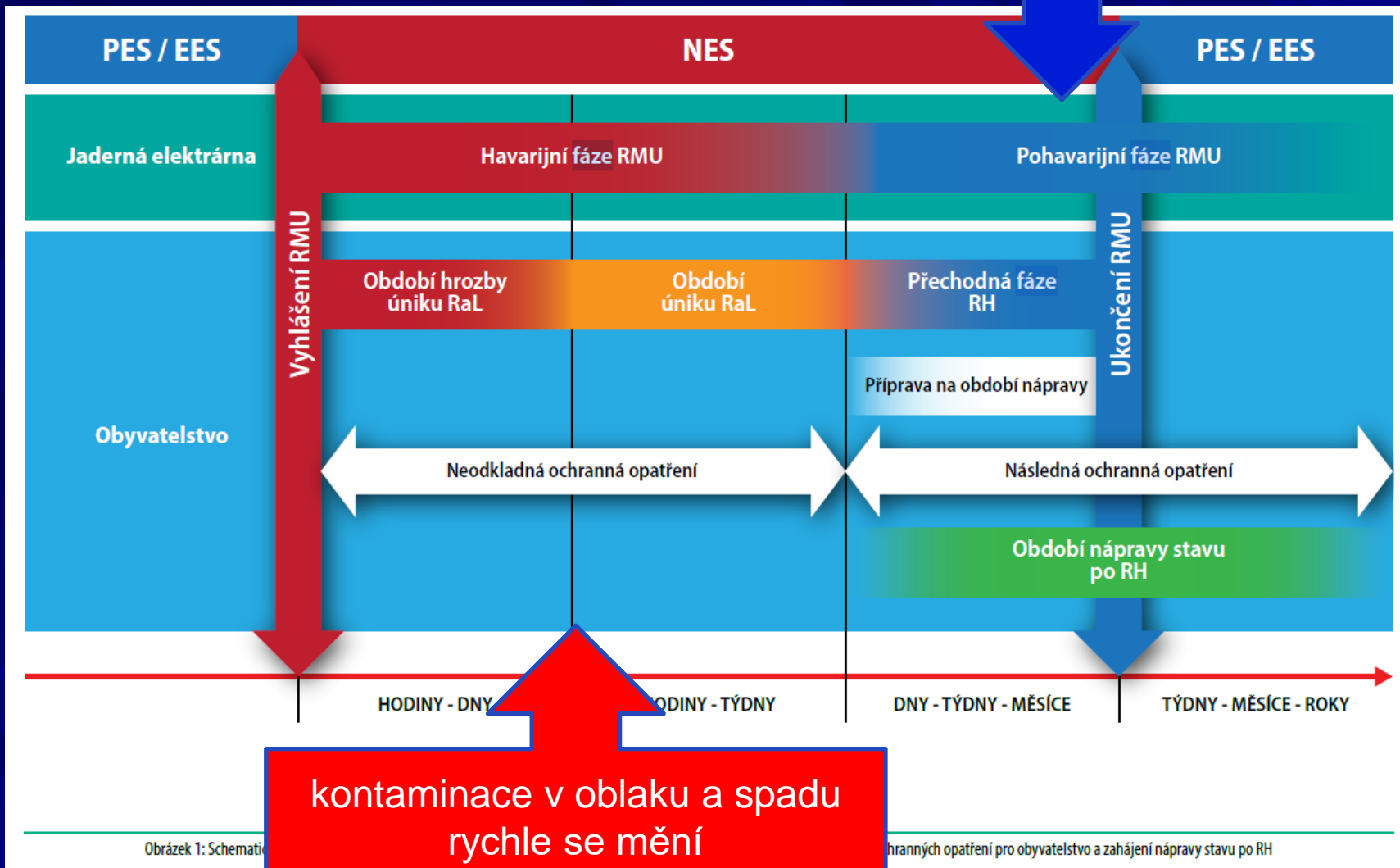


Strategie řízení nápravy území po radiační havárii

(Jiří Hůlka, Irena Češpírová, a kolektiv autorů)

FÁZE RADIČNÍ HAVÁRIE

Strategie řízení dlouhodobé nápravy území kontaminace se dlouhodobě příliš nemění (hlavní roli má Cs-137 (Sr90) poločas 30 let)



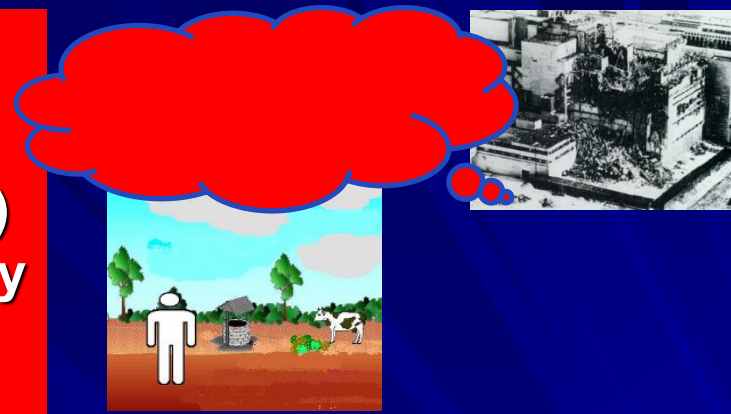
kontaminace v oblaku a spadu rychle se mění
**Ukrytí, Jodová profylaxe
Evakuace**

Obrázek 1: Schemati

hranných opatření pro obyvatelstvo a zahájení nápravy stavu po RH

Pro připomenutí :

Únik radionuklidů (hlavně vzdušnou cestou) jde o stovky různých radioizotopů s poločasy od zlomků sekund do desetitisíců let



Radioaktivní vzácné plyny (izotopy Kr, Xe..);
z hlediska zemědělství nezajímavé - nedeponují se v krajině

Radiojod : I-131 (poločas 8 dní); I-132; I-133; I-134; I-135; (Te-132..)
„krátkodobé“ – pokud uniknou významné jen první 1-3 měsíce havárii

Cesium (a stroncium) : Cs-137 : poločas 30 let, (Sr-90).
Pokud uniknou jsou klíčové pro dopad do zemědělství!!

(další izotopy ...Zr, Nb, Ce, Ru, Ba, La, transurany (Pu, Am..) jen v nejbližším okolí (částičky paliva) poločas až desetitisíce let, naštěstí jich unikne málo.

„Krátké období s kontaminací I-131“ (první 1-3 měsíce po havárii)

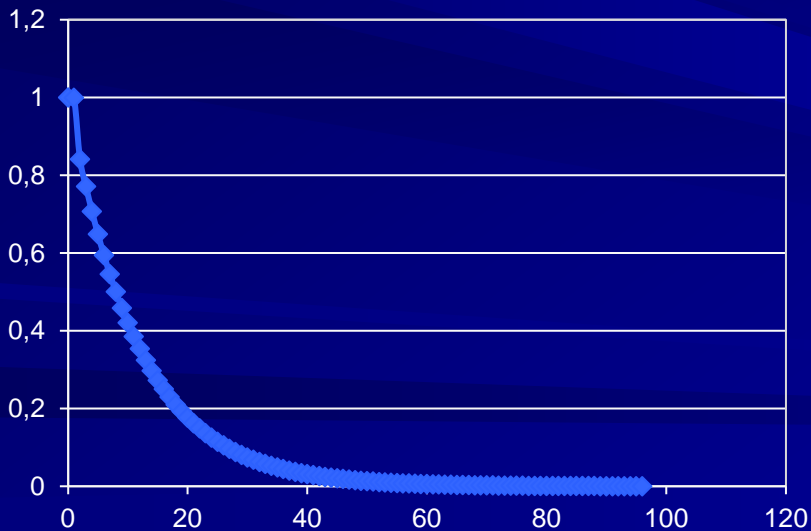
Ve vegetační sezoně

- povrchová kontaminace plodin, krmiv
- přestup kontaminace do hospodářských zvířat z krmiv (+částečně inhalace)
kontaminace mléka a masa.

Pokles aktivity I-131 poločas 8 dní

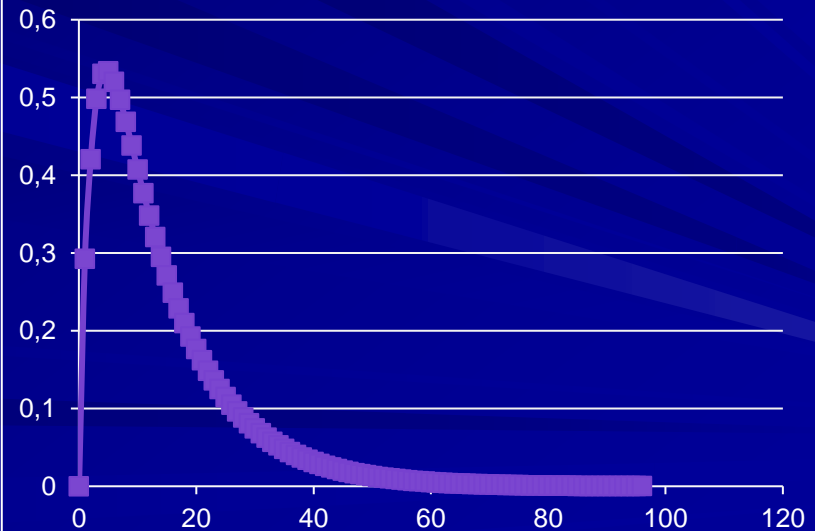
– tzn. za 80 dní se sníží samo 1000x (ostatní izotopy jodu mají poločas kratší)

**Vývoj/pokles aktivity I 131
povrchově kontam.plodin v čase**



den

**vývoj měrné aktivity I131 v čase
(mléko, maso)**

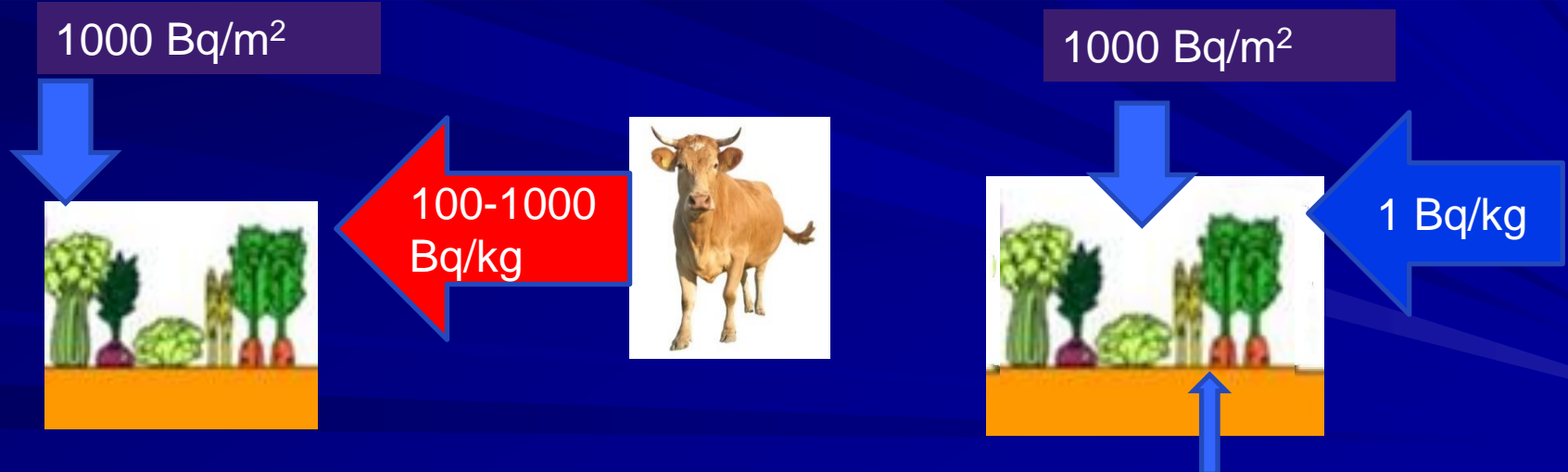


den

Jak se liší dopad havárie na zemědělství, pokud proběhne ve vegetační sezoně nebo mimo ni?

Odlíšnost prvního roku po havárii od dalších let po havárii !

Havárie „ve vegetační sezoně“ a první rok havárie	Havárie „mimo vegetační sezonu“ a situace v dalších letech
depozice radionuklidů přímo na povrchy (listy, plodiny)	Dominuje kořenový přestup radionuklidů z půdy – ten je zpravidla mnohem méně než 0,1 %
proto velká měrná aktivita již vzrostlých povrchově kontaminovaných plodin a krmiv	měrná aktivita v rostlinách, plodinách, krmivech je o řády nižší!
tím i kontaminace hospodářských zvířat	Tím i nižší i kontaminace zvířat



pokud se podaří odstranit kontaminaci rostlin první rok (než přejde do půdy) má toto opatření významný dopad pro budoucnost zemědělského hospodaření

Cíle projektu

- Analýza **zkušeností** s obnovou kontaminovaných území po haváriích jaderných elektráren ve světě
- Kritéria pro vymezení oblastí k obnově
- Kritéria pro kategorizaci kontaminovaných odpadů, možnosti návratu zasaženého území k normálu, postupy **při dekontaminaci a nakládání** s kontaminovaným materiálem při obnově území (vč kontaminace zeleně v intravilánu a vodních ploch)
- **Měření kontaminace** území před a po provedení nápravy (letecké i pozemní), měření kontaminace odpadů, techniky a zasahujících osob a obyvatel zasaženého územíbudování potřebných kapacit pro tato měření
- **Informování obyvatelstva** a možností zapojení obyvatel (dobrovolníků) do procesu nápravy území.

NRHP Obecné vymezení zón/oblastí na základě dávky co z toho plyne pro zemědělství

- **Nebezpečná zóna – vylučuje se trvalý pobyt obyvatelstva.**
Efektivní dávka při trvalém pobytu by byla ≥ 100 mSv/rok.
- **Zóna s omezeným přístupem** – i při zavedení ochranných opatření předpokládaná efektivní dávka při trvalém pobytu v rozmezí 20 – 100 mSv/rok.
- **Zóna s kontrolovaným pobytem** – území, na kterém je pro reprezentativní osobu, která dodržuje stanovená režimová opatření, (regulace pitné vody a spotřeby místní zemědělské produkce....) efektivní dávka < 20 mSv/rok.

V této zóně se v průběhu nápravy očekává optimalizace dávek i další postupný vývoj snižování referenčních hodnot. (ještě byl rozdělena na podoblasti I,II, III)

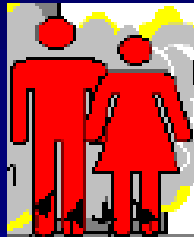
JAK PROPOJIT DÁVKU A KONTAMINACI TERÉNU?

zevní ozáření po nehodě rychle klesá (vymírání krátkodobých radionuklidů),

Jako kritérium pro vymezení zón je hodnota plošné kontaminace terénu dlouhodobým radionuklidem Cs -137 (poločas cca 30 let)

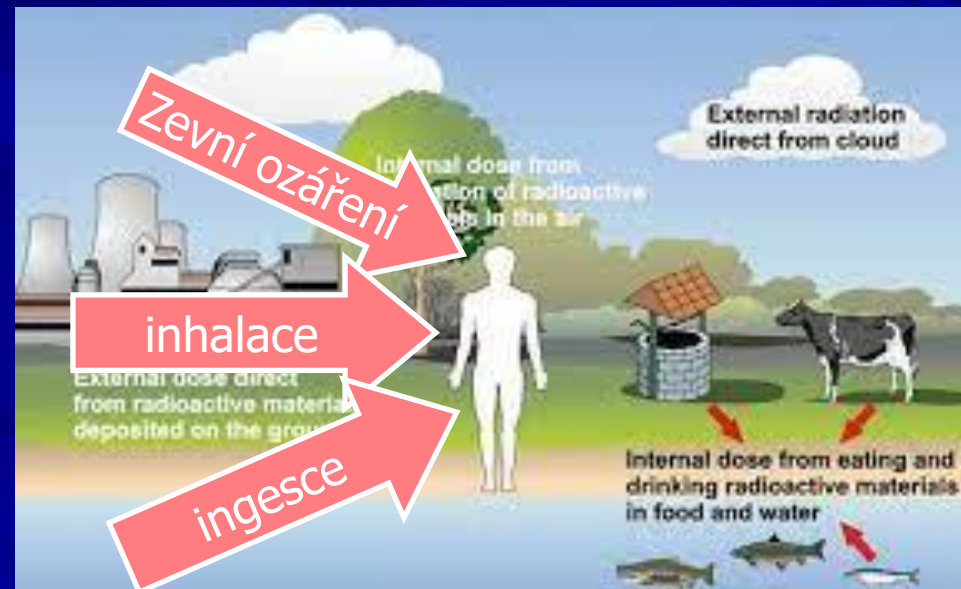
(event. Sr-90 a izotopů Pu)

Efektivní dávka za rok



Plošná
kontaminace terénu

kBq/m²



Jak propojit dávku s kontaminací ? Na základě scénářů vypočteny referenční úrovně pro prvotní vymezení zón a oblastí

Zóna (oblast) a efektivní dávka reprezentativní osobě především ze zevního ozáření	Referenční úroveň plošné kontaminace (pro uvedený radionuklid)
Nebezpečná zóna > 100 mSv/rok	> 1,5 MBq.m ⁻² (¹³⁷ Cs)
Zóna s omezeným přístupem 20 – 100 mSv/rok	300 kBq.m ⁻² – 1,5 MBq.m ⁻² (¹³⁷ Cs)
Zóna s kontrolovaným pobytem < 20 mSv/rok	< 300 kBq.m ⁻² (¹³⁷ Cs)
Zóna s kontrolovaným pobytem Oblast I	100 kBq.m ⁻² - 300 kBq.m ⁻² (¹³⁷ Cs) 20 kBq.m ⁻² - 60 kBq.m ⁻² (⁹⁰ Sr) 0,5 kBq.m ⁻² - 2 kBq.m ⁻² (^{238,239,240} Pu)
Zóna s kontrolovaným pobytem Oblast II	30 kBq.m ⁻² – 100 kBq. m ⁻² (¹³⁷ Cs) 5 kBq.m ⁻² - 20kBq.m ⁻² (⁹⁰ Sr) 0,2 kBq.m ⁻² - 0,5 kBq.m ⁻² (^{238,239,240} Pu)
Zóna s kontrolovaným pobytem Oblast III	< 30 kBq.m ⁻² (¹³⁷ Cs) < 5kBq.m ⁻² (⁹⁰ Sr) < 0,2 kBq.m ⁻² (^{238,239,240} Pu)

Co nás zajímá

- Kde a za jakých podmínek půjde provozovat zemědělskou výrobu (rostlinnou i živočišnou)?
- Jak to bude s odpady ?

K tomu jsou zpracovány podrobné metodiky a doporučení, a navazující detailní projekty, které budou presentovány:

- Optimalizace postupů pro realizaci rostlinné výroby na území zasaženém jadernou havárií
- Likvidace radiačně kontaminované biomasy po havárii JE - distribuce v krajině, logistika sklizně, využití bioplynovou technologií
- Optimalizace systému terénních měření a opatření v živočišné výrobě po jaderné havárii

Uvedeme nyní jen logiku vytvořeného systému

Pro odvození kritérií jsou důležité i Referenční úrovně pro potraviny , např. EU

MAXIMUM PERMITTED LEVELS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF FOOD

The maximum permitted levels to be applied to food shall be the following:

	Food (Bq/kg) ⁽¹⁾			
	Infant food ⁽²⁾	Dairy produce ⁽³⁾	Other food except minor food ⁽⁴⁾	Liquid food ⁽⁵⁾
Isotopes of strontium, notably Sr-90	75	125	750	125
Isotopes of iodine, notably I-131	150	500	2 000	500
Alpha-emitting isotopes of plutonium and transplutonium elements, notably Pu-239, Am-241	1	20	80	20
All other nuclides of half-life greater than 10 days, notably Cs-134, Cs-137 ⁽⁶⁾	400	1 000	1 250	1 000

⁽¹⁾ The level applicable to concentrated or dried products is calculated on the basis of the reconstituted product as ready for consumption. Member States may make recommendations concerning the diluting conditions in order to ensure that the maximum permitted levels laid down in this Regulation are observed.

⁽²⁾ Infant food is defined as those foodstuffs intended for the feeding of infants during the first twelve months of life, which meet, in themselves, the nutritional requirements of this category of person and are put up for retail sale in packages which are clearly identified and labelled under one of the following names: 'infant formula', 'follow-on formula' 'infant milk' and 'follow-on milk', in accordance with articles 11 and 12 of Commission Directive 2006/141/EC.

⁽³⁾ Dairy produce is defined as those products falling within the following CN codes including, where appropriate, any adjustments which might be made to them later: 0401, 0402 (except 0402 29 11).

⁽⁴⁾ Minor food and the corresponding levels to be applied to them are set out in Annex II.

⁽⁵⁾ Liquid food as defined in the heading 2009 and in chapter 22 of the combined nomenclature. Values are calculated taking into account consumption of tap-water and the same values should be applied to drinking water supplies.

⁽⁶⁾ Carbon 14, tritium and potassium 40 are not included in this group.

COUNCIL REGULATION (Euratom) 2016/52 of 15 January 2016

laying down maximum permitted levels of radioactive contamination of food and feed following a nuclear accident or any other case of radiological emergency, and repealing Regulation (Euratom) No 3954/87 and Commission Regulations (Euratom) No 944/89 and (Euratom) No 770/90

Referenční úrovně pro potraviny ČR

V případě vnitřního ozáření je odůvodněným následným ochranným opatřením omezení používání radionuklidy kontaminovaných potravin, vody a krmiv, pokud

odvrácený roční úvazek efektivní dávky je větší než 1 mSv (§107 Vyhlášky 422/2016 Sb.).

Pokud potraviny dosahují referenční úrovně kontaminace potravin (1000 Bq/kg pro ^{137}Cs) a to maximálně u 10 % potravin spotřebního koše, nedojde k překročení úrovně 1 mSv pro úvazek efektivní dávky.

Zóna (oblast)	Očekávané možnosti strategie plánu nápravy a optimalizaci (kontaminace půd, rostlin, plodin a hospodářských zvířat)	
<p>Nebezpečná zóna (vylučuje se trvalý pobyt obyvatelstva)</p> <p>dávka více než 100 mSv</p> <p>Spad Cs 137: > 1, 5 MBq/m²</p>	RH ve vegetační sezoně	RH mimo vegetační sezonu (podobně další rok po RH ve vegetační sezoně)
	<p>První rok po RH kontaminace rostlin depozicí na nadzemní části v rozsahu až MBq/kg (podle parametrů rostlin), přesáhne referenční úrovně kontaminace plodin, krmiv a potravin, které by z nich byly vyprodukovány.</p> <p>Kontaminace masa a mléka podobně .</p> <p>Předpokládá se, že rostliny budou ponechány na místě nebo se přistoupí k jejich likvidaci.</p> <p>(Zde by při včasné odstranění kontam.plodin - před migrací radioizotopů do půdy -se významně snížila budoucí kontaminace půdy)</p>	<p>S velkou pravděpodobností bude kontaminace plodin kořenovým přestupem první roky (změna migračních vlastností Cs v půdě) v takovém rozsahu (na úrovni jednotek až desítek kBq/kg), že často přesáhne referenční úrovně kontaminace plodin, krmiv a potravin, které by z nich byly vyprodukovány.</p> <p>Totéž se týká masa a mléka hospodářských zvířat.</p> <p>Předpokládá se, že plodiny budou ponechány na místě,</p> <p>Odstranění plodin nepřispěje významně k budoucímu omezení kontaminace půdy (jedná se o zlomky procenta v porovnání s kontaminací půdy).</p>

Zóna (oblast)	Očekávané možnosti strategie plánu nápravy a optimalizaci (kontaminace půd, rostlin, plodin a hospodářských zvířat)	
Zóna s omezeným přístupem (dávka 20 -100 mSv) Spad Cs 137: 300-1500 kBq/m²	RH ve vegetační sezoně	RH mimo vegetační sezonu (podobně další rok po RH ve vegetační sezoně)
	<p>První rok po RH bude kontaminace rostlin, plodin, krmiv a hospodářských zvířat v takovém rozsahu (na úrovni řádu až stovek kBq/kg), že většinou přesáhne referenční úroveň radioaktivní kontaminace plodin, potravin a krmiv.</p> <p>Předpokládá se i zde, že plodiny budou ponechány na místě nebo se přistoupí k jejich likvidaci.</p>	<p>Je pravděpodobné na velké části území, že kontaminace rostlin, plodin, kořenovým přestupem bude první dva roky v takovém rozsahu, že často přesáhne referenční úroveň radioaktivní kontaminace potravin a krmiv a masa a mléka hospodářských zvířat, může být na úrovni jednotek kBq/kg (spíše výjimečně desítek) Předpokládá se, že plodiny budou ponechány na místě.</p> <p>Počítá se s plným dovozem potravin v prvním a pravděpodobně i několika následujících letech.</p>

Zóna s kontrolovaným pobytem	Očekávané možnosti strategie plánu nápravy a optimalizaci (kontaminace půd, rostlin, plodin a hospodářských zvířat) , zato zóna představuje široké rozpětí možných úrovní kontaminace, tím i velké rozpětí možností nápravy a optimalizace podrobněji rozvedeno níže po jednotlivých oblastech I, II, III	
Zóna s kontrolovaným pobytem (Dávka méně než 20 mSv) Oblast I Spad Cs 137: 100-300 kBq/m²	RH ve vegetační sezoně	RH mimo vegetační sezonu (podobně další rok po RH ve vegetační sezoně)
	<p>První rok po RH kontaminace plodin a potravin přesáhne <u>velmi často</u> referenční úrovně (bude na úrovni řádu desítek až stovek kBq/kg podle parametrů rostlin), podobně kontaminace masa a mléka hospodářských zvířat.</p> <p>Plodiny budou ponechány na místě nebo se přistoupí k jejich likvidaci.</p> <p>V dalších letech je pravděpodobné, že kontaminace rostlin kořenovým přestupem a tím pěstovaných potravin <u>často přesáhne</u> referenční úrovně (může být na úrovni stovek Bq/kg až jednotek kBq/kg).</p> <p>Je třeba <u>systematická kontrola komodit</u> a postupné vymezení skupin s vyšší kontaminací. Nutno počítat s dovozem potravin</p>	<p>Je pravděpodobné, že kontaminace plodin kořenovým systémem a potravin zpravidla první dva roky v řadě případů přesáhne referenční úrovně (na úrovni stovek Bq/kg až jednotek kBq/kg).</p> <p>Je třeba systematická kontrola komodit.</p> <p>Počítá se s částečným dovozem potravin.</p>

Zóna s kontrolovaným pobytem	Očekávané možnosti strategie plánu nápravy a optimalizaci	
<p>Zóna s kontrolovaným pobytem</p> <p>Oblast II</p> <p>Spad Cs 137: 30-100 kBq/m²</p>	RH ve vegetační sezoně	RH mimo vegetační sezony
	<p>První rok po RH přesáhne kontaminace plodin a potravin často referenční úrovně (zpravidla na úrovni řádu jednotek až desítek kBq/kg)</p> <p>Významná část plodin bude ponechána na místě nebo se přistoupí k jejich likvidaci.</p> <p>V dalších letech lze očekávat jejich kontaminaci na úrovni jednotek až stovek Bq/kg (výjimečně kBq/kg).</p> <p>Nutné systematické měření komodit.</p> <p>Počítá se s částečným dovozem potravin.</p>	<p>Kontaminace plodin kořenovým systémem první dva roky v některých případech přesáhne referenční úrovně (na úrovni desítek a stovek Bq/kg spíše výjimečně jednotek kBq/kg).</p> <p>Nutný systematický monitoring komodit a rozhodnutí o skupinách plodin a potravin s vyšší kontaminací.</p>

Zóna s kontrolovaným pobytem	Očekávané možnosti strategie plánu nápravy a optimalizaci	
<p>Zóna s kontrolovaným pobytem</p> <p>Oblast III</p> <p>Spad Cs 137: < 30 kBq/m²</p> <p><i>(zde už máme vlastní zkušenost - s černobylskou kontaminací v Česku (průměr byl 5,7 kBq/m²))</i></p>	<p>RH ve vegetační sezoně</p> <p>První rok po RH kontaminace plodin výjimečně až jednotky kBq/kg .</p> <p>Třeba zavést <u>representativní dlouhodobý monitoring komodit.</u></p> <p>V dalších letech se očekává <u>spíše výjimečné překročení referenčních úrovní (např. minoritních potravin lesních plodů)</u></p> <p>Vhodné udržovat representativní dlouhodobý monitoring komodit.</p>	<p>RH mimo vegetační sezony</p> <p>Kontaminace kořenovým přestupem u většiny plodin a potravin <u>nebude ani první rok překročeno referenčních úrovní (s výjimkou minoritních potravin např. lesních plodů)</u></p> <p>Vhodné udržovat representativní dlouhodobý monitoring komodit</p>

NAKLÁDÁNÍ S ODPADY:

kritéria, referenční úrovně a dávky



Vzhledem k možným mimořádně velkým objemům odpadů musí být systém klasifikace i způsob rozhodování o nakládání s odpady zvládnutelný.

Možným řešením regulace je dále uvedený systém nakládání s odpady zahrnující systém kritérií a referenčních úrovní.

1. uvolnění odpadu bez podmínek, (případným obecným poučením veřejnosti jak optimalizovat budoucí kontaminaci (např. odděleným kompostování zemědělských odpadů z prvního roku po RH). minimalizovat regulaci u dominující části odpadů. (např. odpady, které právě nesplní referenční úroveň pro potraviny a krmiva). Dávky obyvatelstvu - nedojde k překročení efektivní dávky 1 mSv/rok.

2. formou podmíněného uvolnění (právní forma musí být upřesněna, např. na oznámení s vyžádanou informací o lokalizaci uložení odpadu a jejím vymezení, označení vč. informování) . Přínosem klasifikaci by bylo výrazné snížení zdrojů potřebných na nakládání a uložení. Z hlediska dávky k překročení přídatné efektivní dávky 1 mSv/rok nedojde díky uvedeným podmínkám při uvolnění.

3. na speciální povolení : právní forma toho nakládání musí být upřesněna - na dočasné nebo trvalé uložení. Jde o odpady s nejvyšší aktivitou, kde se zpravidla očekává jejich transport a uložení např. v nebezpečné zóně formou dlouhodobě regulované skládky.

Příklad: Návrh kritérií a referenční úrovně pro nakládání s odpadem podle typu a aktivity ^{137}Cs (nebo ^{90}Sr)

Typ nakládání s odpadem a způsob regulace	Zemědělské odpady rostlinné i živočišné	Ostatní pevné odpady (zejména z intravilánu)	Tekutý odpad
Uvolnění odpadu <u>bez omezení</u>	< 10 kBq/kg (např. kompostování)	< 10 kBq/kg (např. na běžné komunální skládky)	< 1 kBq/kg (např. do kanalizace)
Nakládání s odpady formou <u>podmíněného uvolnění</u>	10 kBq/kg – 100 kBq/kg (např. uložení na komposty, zahraboviště, možné použití v bioplynkách ...)	10 kBq/kg – 100 kBq/kg (např. uložení na skládky s evidencí a chráněné proti průsaku)	1 kBq/kg – 100 kBq/kg (např. do kanalizace s informací o vypouštění kalů z čističek nebo uložení na skládky chráněné proti průsaku)
Nakládání na základě <u>povolení k dočasnému nebo trvalému uložení</u> (specializované a regulované skládky)	➤ 100 kBq/kg ponechání na místě v nebezpečné zóně při likvidaci povrchové uložení s překryvem, nebo podpovrchové uložení, (možné i v bioplynkách)	> 100 kBq/kg Evidované povrchové uložení na uzavřených skládkách s následným překryvem, nebo podpovrchové uložení	> 100 kBq/kg (uložení na skládky s bariérami proti průsaku)

Jak bude zajištěno měření kontaminace krajiny a vymezení zon?

SUJB na základě výsledků Monitorovací radiační sítě (uloženo v databazi MonRaS) posoudí rozsah území zasaženého radioaktivním spadem a jeho rozčlenění na tři základní kategorie

Provede návrh vymezení kontaminovaných oblastí na mapových podkladech (NRHP).

Zapojí se mobilní skupiny vč. leteckých skupin, a laboratoří SURO i dalších rezortů

(např. kapacita lab.SURO cca 1000 analýz/24 hod)

(nově i možnost zapojení občanských měření)





Děkuji za pozornost