

**Metodika pro likvidaci odpadů ze živočišné výroby
v případě radiační mimořádné události**

Schválená 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	
1.	Sumář	2
2.	Legislativní rámec	5
3.	Opatření pro likvidaci	7
3.1	Likvidace silně kontaminovaných zvířat uhynulých i žijících	7
3.1.1.	Likvidace v kafilérii a uložení vzniklé masokostní moučky	10
3.1.2.	Spálení vzniklé masokostní moučky	11
3.1.3.	Uložení („zahrabání“) zvířat	14
3.2	Možnosti likvidace mléka v ČR	15
3.2.1.	Zpracování a skladování mléčných produktů a následná likvidace	16
3.2.2.	Hnojení mlékem nebo syrovátkou	16
3.2.3.	Vylití mléka do kanalizace/vodoteče	17
3.2.4.	Povrchové vody	19
3.2.5.	Shrnutí kapitoly likvidace mléka	22
3.3	Odpadní látky zvířat	23
Literatura a zdroje dat		25
Příloha č. 1: Požadavky na údaje a informace, které je vhodné shromáždit před vypuknutím havárie		26
Příloha č. 2: Zkušenosti se zacházením s kontaminovanými produkty živočišné výroby po předchozích haváriích JE		33

Seznam zkratk:

IAEA	-	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
SVS	-	Státní veterinární správa
SVÚ	-	Státní veterinární ústav
SÚRO	-	Státní ústav radiační ochrany
MV	-	Ministerstvo vnitra
ČSÚ	-	Český statistický úřad
IZS (AČR)	-	Integrovaný záchranný systém Armády České republiky
ŽP	-	životní prostředí
DJ	-	dobytčí jednotka

Seznam obrázků:

Obrázek 1:	Schéma spalovny radioaktivního odpadu (IAEA, 2006 a).....	13
Obrázek 2:	Produkce mléka v jednotlivých krajích ČR v letech 2009 a 2010.....	16
Obrázek 3:	Vylévání mléka do kanálů v okolí Windscale.....	33

Seznam tabulek:

Tabulka 1:	Způsoby likvidace kontaminovaného masa.....	3
Tabulka 2:	Způsoby likvidace kontaminovaného mléka.....	4
Tabulka 3:	Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace (Euratom 2016/52).....	5
Tabulka 4:	Použitelnost opatření likvidace odpadu podle typu produktu.....	7
Tabulka 5:	Počet hospodářských zvířat k v letech 2011 – 2014, stav vždy k 1. 4. daného roku (ČSÚ, 2014).....	7
Tabulka 6:	Jednotlivé stupně akutní nemoci z ozáření po zvířata.....	8
Tabulka 7:	Výhody a nevýhody likvidace dobytka v kontaminovaném území.....	9
Tabulka 8:	Maximální přípustné hodnoty pro obsah radioaktivního Cs-137 v krmivu jednotlivých druhů zvířat (Euratom 2016/52).....	10
Tabulka 9:	Kafilérie, fungující v současné době v ČR (SVS ČR, 2013).....	11
Tabulka 10:	Provozované spalovny radioaktivního odpadu (IAEA, 2006 a).....	12
Tabulka 11:	Některé z opatření pro nakládání s odpadem u kontaminovaného kravského mléka 15	
Tabulka 12:	Výběr přípustných hodnot znečištění pro odpadní vody vypouštěné z vybraných průmyslových a zemědělských odvětví (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).....	18
Tabulka 13:	Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda (NV 401/2015).....	20
Tabulka 14:	Denní a roční produkce mrvy, moči a kejdy u různých kategorií prasat (SVS ČR)	23
Tabulka 15:	Produkce trusu u drůbeže podle ČSN 75 6790 (Agroporadenství).....	24
Tabulka 16:	Požadavky na údaje a informace, které je vhodné shromáždit před vypuknutím havárie.....	27

Úvod

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

Metodika je určena orgánům státní správy, odpovědným za:

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

Předpokládanými uživateli jsou SÚJB, ministerstvo zemědělství, (nepřímými uživateli budou SVÚ, SÚRO, krajské úřady).

Cílem metodiky je být návodem, který zejména umožní:

- 1) stanovit odhady objemů kontaminovaných odpadů ze živočišné výroby (zvířata, živočišné produkty)
- 2) stanovit způsoby a proveditelnost likvidace těchto kontaminovaných odpadů

1. Sumář

V tomto souhrnu jsou v tabulkové formě shrnuty nejdůležitější údaje k danému tématu, které jsou potom dále podrobněji rozpracovány v jednotlivých kapitolách. V tabulce č. 1 jsou uvedeny způsoby likvidace kontaminovaného masa, v tabulce č. 2 pak obdobně způsoby likvidace kontaminovaného mléka.

Tabulka 1: Způsoby likvidace kontaminovaného masa

Opatření	Princip	Zmenšení objemu	Výhody	Omezení
Likvidace v kafilérii a uložení vzniklé masokostní moučky	Zpracování zvířecích kadáverů a dalšího odpadu při teplotě do 130 °C	Asi 50 % původního objemu	<ul style="list-style-type: none"> - Nízká teplota, nedochází tedy k vytěkání Cs - Lze využít již existující provozy 	<ul style="list-style-type: none"> - Provozovány soukromými firmami – za havárie ale stát může nařídit - Vyšší cena (2 ks dobytka asi 10 – 20 tisíc Kč)
Spálení vzniklé masokostní moučky	Spálení při teplotách cca 900 – 950 °C S výhodou lze využít jako návazné na předchozí opatření	Asi 10 % původního objemu	<ul style="list-style-type: none"> - Další zmenšení objemu 	<ul style="list-style-type: none"> - Těká Cs, tedy nutnost jeho zachytu - Není v ČR zavedena, spalovny nemají zařité tyto postupy – nutno je předem kontaktovat a proškolit v zacházení - Nutnost zaplatit spalovnám (zřejmě se nevyplatí) - Aktivita výstupního odpadu pro uvedení do ŽP omezena hodnotami z Vyhlášky 422/2016 Sb., v platném znění
Uložení (zahrabání) zvířat		Není. (je pouze asi 2 x větší než při likvidaci v kafilériích, není tedy výrazně vyšší)	<ul style="list-style-type: none"> - Není třeba přemísťovat materiál ke kafilériím či spalovnám - Kapacita téměř dle potřeby (odhad plochy potřebné pro 1 kraj je 10 x 10 x desítky m) 	<ul style="list-style-type: none"> - Neexistují zahraboviště – vyhláshuje KVS - Nutno dbát na zamezení vstupu RN do spodních vod a do potraviního řetězce

Tabulka 2: Způsoby likvidace kontaminovaného mléka

Opatření	Proces	Vhodné pro	Výhody	Nevýhody
Zpracování a skladování mléčných produktů a následná likvidace	Sušení	^{131}I	Sušením mléka se sníží objem asi na 1/10	- Kontaminace odparek - Zakoncentrování aktivity
		Ostatní radionuklidy		Asi se nevyplatí, příliš dlouhé skladování
	Jiné procesy (odstředění, srážení)			Spíše ekonomicky nevýhodné
Hnojení mlékem nebo syrovátkou	Rozlití mléka přímo na půdu		- Levné - Snadno realizovatelné	- Chybí podrobná znalost dopadů na ŽP – vnášení RN i ostatních prvků do půdy a tím změna jejího složení a chemismu (Ca v mléce) – změna celého biotopu
Vylití mléka do kanalizace nebo vodoteče			- Závisí na parametrech a kapacitě čističek odpadních vod - Levné - Snadno realizovatelné	- Chybí podrobná znalost dopadů na ŽP – vnášení RN i ostatních prvků do povrchových a zprostředkovaně možno i do spodních vod – změna celého biotopu

2. Legislativní rámec

Na území s takovou mírou kontaminace, že v něm nebude možný běžný pobyt osob (ukrytí/evakuace osob), vznikne patrně významný organizační problém s hospodářskými zvířaty a jejich živočišnými produkty. Ukrytí/evakuace obyvatelstva (byť krátkodobě) znamená, že nebude k dispozici obsluha hospodářských zvířat, která by zajistila krmení, dojení a další potřebné úkony. I kdyby před-úniková fáze byla dostatečně dlouhá (desítky hodin, dny), nepředpokládá se, že bude dostatek času na odvoz zvířat mimo očekávanou plochu kontaminace (toto není připraveno kapacitně, lidskými zdroji, finančně). Otázkou by také bylo, jak zvířata převést a kam. Zde i na území, kde bude pobyt osob možný (byť i dočasný, může však dojít následně k přesídlení), mohou být potraviny a zvířata kontaminována tak, že s vysokou pravděpodobností přesáhnou nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace.

Maso a ostatní živočišné produkty, získané ze zvířat pocházejících z oblastí kontaminované při mimořádné události může být uvolněno pro zásobování lidí jen po stanovení obsahu radioaktivních prvků v nich. Pro uvedení potraviny živočišného původu na trh se používají hodnoty z Nařízení rady (Euratom) 2016/52 ze dne 15. ledna 2016, kterým se stanoví nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin a krmiv po jaderné havárii nebo jiném případě radiační mimořádné situace (Euratom 2016/52)

Tabulka 3: Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin pro radiační mimořádné situace (Euratom 2016/52)

	Nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin po jaderné havárii nebo jiném případě 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
Suma izotopů stroncia, zejména ^{90}Sr	75	125	750	125	
Izotopy jódu (^{131}I)	150	500	500	20000	2000
Izotopy plutonia a transuranových prvků, zejména ^{239}Pu a ^{241}Am	1	20	20	800	80
Všechny ostatní nuklidy s poločasem přeměny delším než 10 dní, zejména ^{137}Cs a ^{134}Cs	400	1000	100	1250	1250

Pokud by výše uvedené hodnoty byly překročeny a pokud není možné použít některé z opatření pro snížení obsahu radionuklidu ve zvířatech anebo v živočišných produktech (např. odloženou porážkou, krmením nekontaminovaným krmivem, přidáváním látek, které vedou k snížení kontaminace nebo jiným opatřením do krmiva), je nutno po uvážení všech ekonomických, sociálních a etických hledisek zvířata anebo produkty zlikvidovat. Rovněž nakládání s exkrementy (likvidace, úklid) bude regulováno na základě stanovení úrovně obsahu radionuklidu. Předpokládá se přitom, že tyto produkty budou spotřebiteli ze strachu odmítnuty, i když nebudou mít zvýšený obsah radioaktivních látek.

Z hlediska možné likvidace kontaminovaných zvířat, resp. jejich produktů (např. z důvodu, že je není možné uvést na trh/do spotřeby) byly pro ČR uvažovány následující kritické oblasti a okruhy:

- **Hospodářská zvířata** (vč. domácích hospodářských zvířat) - z hlediska počtu je důležité řešit hovězí dobytek a prasata. Ty jsou uvažovány jako modelový případ, ostatní zvířata, např. kozy nebo ovce, jsou minoritní a řešili by se obdobně.
- **Zvířata domácí (ostatní** tj. pes, kočka apod.) – nepředpokládá se žádná likvidace!!
- **Volně žijící zvěř** (divoká prasata atd.) - nepředpokládá se jejich likvidace, pravděpodobně by byl přijat následující postup: vydání zákazu k odstřelu, zákazu distribuce na trh a monitoring. V ČR se pro volně žijící zvěř nepředpokládají žádná speciální opatření typu krmení zvěře ve volné přírodě nezamořeným krmivem, přidávání přísad apod.

Z uvedených skupin jsou z hlediska problému kontaminovaných hmot hodny pozornosti zejména hospodářská zvířata s tím, že se řeší jen z pohledu kontaminace radionuklidy ^{137}Cs a ^{90}Sr (neboť ^{131}I nepředstavuje z hlediska odpadů problém).

Za hlavní problémy v ČR byly vytipovány:

- opatření k likvidaci kontaminovaného masa (resp. celých zvířat)
- opatření k likvidaci kontaminovaného mléka

3. Opatření pro likvidaci

O přesném postupu likvidace rozhodne v případě právnických osob SVS ČR formou vydání Závazného opatření, s tím, že povinnost doložitelně zlikvidovat se týká všech zvířat a živočišných produktů (otázkou zůstává, jak by se řešilo u zvířat u individuálních chovatelů). Přehled použitelných opatření podle typu produktu je uveden v tabulce č. 4.

Tabulka 4: Použitelnost opatření likvidace odpadu podle typu produktu

Opatření	Mléko	Maso	Vejce	Ryby
Biologická likvidace (trávení) mléka	✓			
Zakopávání mrtvých zvířat		✓		
Kompostování				
Spalování	✓	✓	✓	✓
Ukládání na skládkách		✓	✓	✓
Hnojení mlékem nebo kalem	✓			
Zpracování a skladování mléčných produktů před likvidací uložením na skládce nebo spalováním	✓			
Likvidace v kafilériích		✓		

3.1 Likvidace silně kontaminovaných zvířat uhynulých i žijících

Pro představu o objemech potenciálně kontaminovaných hmot, které by v případě mimořádné události mohly vzniknout, je v tabulce č. 5 uveden počet hospodářských zvířat v ČR v letech 2011 až 2014 (ČSÚ, 2014):

Tabulka 5: Počet hospodářských zvířat k v letech 2011 – 2014, stav vždy k 1. 4. daného roku (ČSÚ, 2014)

Ukazatel	2011	2012	2013	2014
Skot celkem	1 343 686	1 353 685	1 352 822	1 373 560
Jalovice od 1 do 2 let	199 733	201 295	201 008	199 022
Jalovice nad 2 roky	73 108	74 415	73 674	72 856
Krávy	551 536	551 225	551 924	563 963
Prasata celkem	1 749 092	1 578 827	1 586 627	1 617 061
Prasnice	112 441	100 157	102 351	102 957
Prasničky	46 204	72 989	43 865	46 828
Selata	508 649	460 761	430 267	477 252
Ovce celkem	209 052	221 014	220 521	225 397
Kozy celkem	23 263	23 620	24 042	24 348
Koně celkem	31 068	33 175	34 281	32 925
Drůbež celkem	21 250 147	20 691 308	23 265 358	21 463 815
Kur domácí	20 577 319	20 107 134	22 533 899	20 655 793

Podle pilotního odhadu by se např. v případě radioaktivní kontaminace území jednoho kraje jednalo o desetitisíce krav (resp. deseti až statisíce prasat), což objemově představuje

jednotky tisíc (resp. desetitisíce) m³ kontaminovaného masa. Obecně je tedy **objem kontaminovaných zvířat podstatně menší než objem kontaminovaných zemědělských plodin**. Z hlediska uložení kontaminovaných hmot by zatížení bylo tedy menší než v případě hmoty rostlinné. Řešení problému by tedy mělo být snazší než u hmot rostlinných.

Otázku likvidace zvířat řešíme spíše z ekonomického hlediska, protože zvířata sama s největší pravděpodobností neobdrží takové dávky záření, aby onemocněla akutní nemocí z ozáření. Jejich maso a živočišné produkty ale pravděpodobně nebudou prodejné, budou veřejností odmítány. Ke kontaminaci zvířat v živočišné výrobě může docházet třemi cestami:

- přímou kontaminací zvířat přestupem přes kůži (tato cesta je obzvláště podstatná u zvířat, která se nacházejí na pastvinách)
- inhalací
- ingescí.

Z vyjmenovaných cest je nejdůležitější cestou vstup radionuklidu do těla spolu s kontaminovaným krmivem (IAEA, 2010). V případě přežvýkavců absorpce většiny nutrientů probíhá v batoru a v tenkém střevě (IAEA, 2006). Pro přestup radionuklidů byl zjištěn velký rozsah hodnot, od zlomků procent pro aktinidy až po téměř 100 % pro radioaktivní jód. Pro Cs byly zjištěny hodnoty od 60 – 100 %. Po absorpci se radionuklidy dostávají do krve, odkud se poté akumulují v orgánech.

Pokud se týká vnějšího ozáření zvířat, nepředpokládá se, že by došlo k takovému ozáření, aby se u nich vyvinula akutní nemoc z ozáření. Pokud už by k takovému ozáření došlo, zvířata by se dříve likvidovala z ekonomických důvodů. Přesto, spíše pro informaci, jsou zde v tabulce č. 6 uvedeny jednotlivé stupně nemoci z ozáření pro zvířata:

Tabulka 6: Jednotlivé stupně akutní nemoci z ozáření po zvířata

dávka [Gray]	stupeň nemoci z ozáření	pořadí porážky	termín porážky
1,5 - 2,0	lehká	4	Kdykoliv nebo další využití
2,0 - 4,0	střední	3	1. – 10. den
4,0 - 6,0	těžká	2	1. – 5. den
> 6,0	velmi těžká	1	1. – 3. den

Pro jednotlivé stupně akutní nemoci z ozáření u zvířat je tedy doporučen následující postup:

- těžký a velmi těžký: utracení, porážení zvířete do 3 - 5 dnů
- střední: utracení zvířete do 10 dnů
- lehký: zvíře je možno porazit anebo dále chovat

U zvířat, která byla radioaktivními látkami kontaminována vnitřně, je doporučeno provést porážku na konci latentní fáze onemocnění. Tento krok je nutný pro maximální využití této fáze k vyloučení radioaktivních látek z organismu. Tím se vytvoří předpoklad pro vznik kadáverů (případně masokostní moučky) s nejmenší možnou radioaktivitou.

Samotná likvidace kadáverů zvířat se provede v součinnosti SVS ČR s IZS (AČR). Likvidace bude provedena buď:

- zpracováním v určeném Asanačním podniku nebo
- zahrabáním kadáverů ve schváleném zahrabovišti.

Závažným problémem je rozhodnutí o umístění zařízení pro likvidaci zvířat i jimi produkováných živočišných produktů. Zvířata mohou být likvidována buď přímo v nejméně kontaminované zóně anebo mohou být přemístěna do oblastí méně kontaminovaných. Obě varianty s sebou přináší některé výhody i nevýhody, které musí být uváženy před přijetím rozhodnutí o místě likvidace. Souhrn aspektů některých z nich je uveden v tabulce č. 7:

Tabulka 7: Výhody a nevýhody likvidace dobytka v kontaminovaném území

Porážka a likvidace v kontaminovaném území		Přemístění živých zvířat do méně kontaminovaného území s následnou porážkou a likvidací	
výhoda	nevýhoda	výhoda	nevýhoda
Není nutné zajistit přesun dobytka – lidé, krmivo a voda pro přesun	Možný strach pracovníků, zajišťujících likvidaci, před vstupem do kontaminovaného území	Pracovníci provádějící likvidaci neobdrží při likvidaci zvýšené dávky od prostředí. (nicméně bude dávka při vyvedení zvířat z kont. území – viz nevýhoda)	Nutnost převedení dobytka, případně jeho ustájení a krmení po dobu, než bude poražen
Jednodušší výběr místa pro uložení vzniklého odpadu (území už kontaminováno, nebudeme vnášet aktivitu)	Vyšší dávky od prostředí, obdržené pracovníky zajišťujícími likvidaci, při zahrabání práce s kontaminovanou zemí (prašnost atd.)	Lepší zajištění fungujícího zázemí	Možná nutnost dekontaminace při přechodu do méně kontaminovaného území
	Horší zázemí pro činnost (bude zajištěna elektřina, voda atd.?)		Obavy veřejnosti z vyvážení radioaktivity z kont. území do nekontaminovaného (viz zkušenost z Fukušimou při převážení odpadu)
			I převedení dobytka vyžaduje vstup osob do kontaminovaného území
			Problém transportu zvířat (jejich shromáždění, naložení převozu)
Za zvážení stojí i možnost porážky zvířat v kontaminovaném území a převoz mrtvých zvířat k uložení mimo kontaminované území.			

Prioritou bude patrně likvidace v místě, problémem ale bude to, aby lidé nedostali zbytečné dávky, strach lidí před vstupem do zóny, zahrabání zbytků zvířat v kontaminované půdě atd.

Pokud by docházelo k přemístění zvířat do oblasti mimo kontaminovanou zónu, bude zapotřebí je na hranicích této zóny povrchově dekontaminovat, například podle následujícího postupu:

Postup povrchové dekontaminace:

- shromáždění kontaminovaných zvířat,
- provedení předběžné dozimetrické kontroly,
- provedení vlastní dekontaminace, např. omytím ve speciálních sprchách
- dozimetrická kontrola,
- provedení odborných veterinárních zákroků na zvířatech,
- shromáždění dekontaminovaných zvířat.

Protože cílem provádění opatření před porážkou zvířete je co nejvíce snížit obsah radionuklidů v jejich mase, tedy zabránit vstřebávání radionuklidů anebo eliminovat radionuklidy z organismu, je vhodné provádět také vnitřní dekontaminaci, která se realizuje podáváním prostředků na bázi jodových preparátů (pozor, zvyšují obsah radionuklidů ^{131}I v mléce), feroxyanidů, kompozitních sorbentů (bentonit), protektivních látek, absorbencí, adstringencí, laxancií a emetik. Současně je nutno také používat jen krmivo s hodnotami radionuklidů, které nepřekročí maximální přípustné hodnoty pro krmivo. Pro jednotlivé druhy zvířat jsou přitom stanoveny následující hodnoty, zde souhrnně uvedené v tabulce č. 8:

Tabulka 8: Maximální přípustné hodnoty pro obsah radioaktivního Cs-137 v krmivu jednotlivých druhů zvířat (Euratom 2016/52)

Druh zvířat	Maximální přípustné hodnoty pro krmivo [Bq/kg]
Prasata	1 250
Drůbež, jehňata, telata	2 500
Ostatní	5 000

3.1.1. Likvidace v kafilérii a uložení vzniklé masokostní moučky

Kafilérie je asanační podnik, ve kterém se neškodně odstraňují odpady živočišného původu (dnes označované jako vedlejší živočišné produkty, VŽP) jako např. zkažené maso, uhynulá zvířata a především pro lidskou výživu nevyužívané části zvířat porážených na jatkách. Při likvidaci v kafilérii jde o zpracování za teploty kolem 130 °C, tzn. ^{137}Cs nevytěká a zůstane v masokostní moučce. Tento způsob likvidace je technicky proveditelný, systém sběru a likvidace je užívaný, provozy kafilérii v ČR existují a jsou funkční. V tabulce č. 9 je uveden přehled kafilérií, v roce 2013 v ČR fungujících (SVS ČR). Všechny kafilérie jsou soukromé, v případě nutnosti likvidace kontaminovaného odpadu by vzniknout problém např. kvůli obavě a odporu k radioaktivitě. V případě havárie však bude s největší pravděpodobností vyhlášen nouzový stav – tj. budou omezena práva osob a stát bude moci kafilérii nařídít kontaminovaná zvířata zlikvidovat.

Pro uvolnění do životního prostředí v běžné situaci Vyhlášky č. 422/2016 Sb. odstavec a) uvádí, že: uvolňovací úrovně se považují za překročené, pokud:

1. v uvolňovaném předmětu nebo v uvolňovaném množství pevné látky je součet podílů průměrných hmotnostních aktivit jednotlivých radionuklidů a jejich uvolňovacích úrovní hmotnostní aktivity větší než 1; uvolňovací úrovně hmotnostní aktivity stanoví příloha č. 7 k této vyhlášce, nebo
2. kdekoliv na ploše 300 cm² povrchu uvolňovaného předmětu je povrchová kontaminace vyšší než uvolňovací úrovně plošné aktivity; uvolňovací úrovně plošné aktivity stanoví příloha č. 7 Vyhlášky.

Tabulka 9: Kafilerie, fungující v současné době v ČR (SVS ČR, 2013)

název	adresa	kraj
VAPO spol. s r.o.	Podbořany, 44184, Podbořany	U
SAP Mimoň spol. s r.o.	Boreček 30, Ralsko, 47124, Mimoň	L
AGRIS spol. s r.o.	Žichlínek 176, 56301, Lanškroun	E
A S A P s.r.o.	Věž 145, 58256, Věž	J
AGRIS spol. s r.o.	Medlov 175, 66466, Němčičky u Židlochovic	B
MAT, spol. s r.o.	Otrokovice, 76502, Otrokovice 2	Z
AGRIS spol. s r.o., provozovna Mankovice	Mankovice 120, 74235, Odry	T

Objemově/hmotnostně dojde zpracováním v kafilérii ke snížení na cca 50 % původního objemu (odpaření vody). Výsledkem je biologický materiál - masokostní moučka, kterou lze uložit/zahrabat (je to vyzkoušený a schůdný způsob), zpravidla ad hoc. Jednalo by se o objemy diskutované již dříve – řešení je schůdné.

Problémem tohoto způsobu likvidace může být ekonomické hledisko. Odhadnutá cena likvidace je asi 10 - 20 tisíc Kč za tunu (což představuje asi 2 ks dobytka) za tzv. nebezpečný odpad (včetně svozu).

3.1.2. Spálení vzniklé masokostní moučky

Tento proces navazuje na likvidace v kafilérii a je v praxi zaveden z důvodů likvidace biologického materiálu. Spálením dojde ke zmenšení objemu na cca 10 % původního objemu, z hlediska objemu je tedy potom snadnější uložení (možno na skládku). Spálení však není v ČR zavedeno v oblasti radioaktivní kontaminace! Mohou se zde vyskytnout následující problémy:

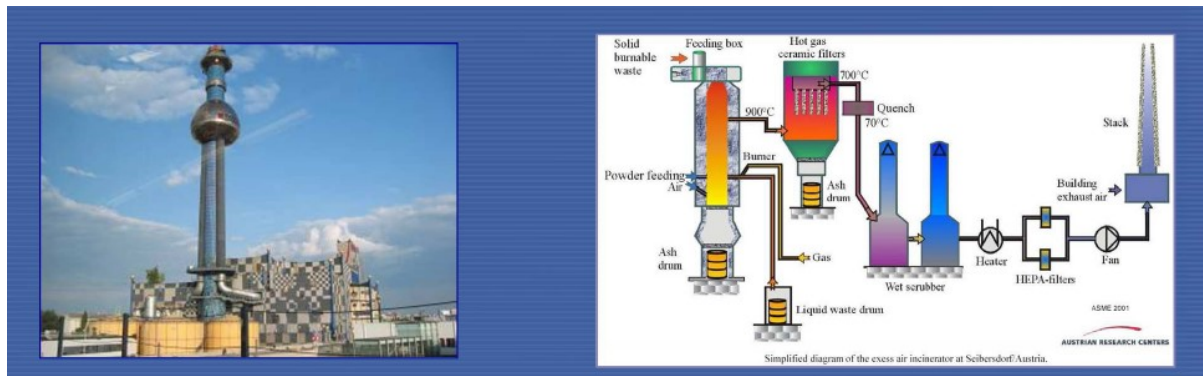
- při spálení Cs těká (bylo by nutno zřejmě zachytávat)
- nejsou domluveny spalovny (mohou být i např. cementárny), které by radioaktivní materiál převzaly, spalovnu by bylo nutno domluvit a zaplatit!!
- toto opatření se zpravidla ekonomicky nevyplatí

Spalovny radioaktivního materiálu jsou používány v zahraničí, příkladem může být belgická spalovna CILVA, která může být v provozu 100 h týdně. Její kapacita je pro tuhý odpad 8 t/týden, pro odpad kapalný 1 – 5 t/týden. Pro jiné spalovny byla nalezena kapacita v rozmezí 40 až 500 kg/hodinu. Z hlediska aktivity spalovaného materiálu je v CILVA pro odpad s gama-beta zářením limitní hodnotou 40 GBq.m⁻³, pro alfa záření 40 MBq.m⁻³. Příklady dalších spaloven jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tabulka 10: Provozované spalovny radioaktivního odpadu (IAEA, 2006 a)

Země	Zařízení / Místo	Uvedení do provozu	Kapacita	Poznámky
Rakousko	Seibersdorf Výzkumné centrum	1983	- 40 kg/h pevného materiálu	
Belgie	CILVA, Belgoprocess	1995	- 80 kg/h pevného materiálu - 50 kg/h kapalin	Pevný materiál, kapaliny, měniče iontů
Kanada	Ontario Power Generation, Western Waste Management Facility	2002	- 2 t/d pevného materiálu - 45 l/h kapalin (limitováno licencí)	Kontinuální plnicí systém za sníženého obsahu vzduchu
Indie	BARC Kalpakkam	90. léta	- 50 kg/h pevného materiálu	Organické pevné látky bez Cl a S
Francie	Socodei Centraco	1999	- 2000 t/rok pevného materiálu - 1100 t/rok kapalin	Komerční zařízení LLW
Japonsko	PNC Tokai-Mura	1991	- 50 kg/h pevného materiálu	
Holandsko	COVRA Vlissingen-Oost	1994	- 60 kg/h pevného materiálu - 40 l/h kapalin	Dvě pece, jedna pro kapaliny, druhá pro kadávery zvířat a jiné pevné materiály
Rusko	RADON	1982	- 100 kg/h pevného materiálu - 20 l/h kapalin	
Slovensko	Jaslovské Bohunice BNC	2001	- 50 kg/h pevného materiálu - 10 kg/h kapalin	Používáno v kampaních pro LLW
Španělsko	ENRESA E1 Cabril	1992	- 50 kg/h celkem, pevného materiálu i kapalin	Umístěno v areálu zařízení pro nakládání s LLW
Švédsko	Studsvijk	1977	- 150 kg/h celkem pevného materiálu	

Spalovna bývá obvykle složena z primárního spalovacího prostoru (spalování a pyrolýza při teplotě 900 – 950 °C), sekundárního spalovacího prostoru (spalování je podpořeno přívodem vzduchu), chladiče plynů, filtrů plynů (HEPA) a pračky plynů (odstraňují HCl a oxidy síry). Na obrázku č. 1 je uveden příklad spalovny radioaktivního materiálu.



Obrázek 1: Schéma spalovny radioaktivního odpadu (IAEA, 2006 a).

Pro vstupní materiál do spaloven jsou v dokumentu IAEA (2011) uvedeny následující limity pro koncentraci radionuklidů v odpadu, který může být zpracován v určených spalovnách: po gama a beta zářiče je to $3,7 \cdot 10^6 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ a pro zářiče alfa pak $3,7 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$. Limity by měly být stanoveny také pro vypustě do životního prostředí.

Kvůli redukci objemu bude objemová aktivita popela vyšší než v původním materiálu, což bude vyžadovat vyšší náklady na ochranu dělníků. (Vyhláška 422/2016 Sb.) stanovuje v hlavě IV – Uvolňování pro jednotlivá skupenství látek či pro zařízení hodnoty, při kterých se uvolňování považuje za překročené. Pro spalování ve spalovnách je v §104, odstavec f) stanoveno, že uvolňovací úrovně se považují za překročené, pokud:

1. Spalné plyny vypouštěné do ovzduší překračují uvolňovací úrovně podle písmene d), nebo
2. Popel vzniklá spálením překračuje uvolňovací úrovně podle písmene a) nebo c) Vyhlášky 422/2016 Sb.

Přitom odstavec a) uvádí, že: uvolňovací úrovně se považují za překročené, pokud:

1. v uvolňovaném předmětu nebo v uvolňovaném množství pevné látky je součet podílů průměrných hmotnostních aktivit jednotlivých radionuklidů a jejich uvolňovacích úrovní hmotnostní aktivity větší než 1; uvolňovací úrovně hmotnostní aktivity stanoví příloha č. 7 k této vyhlášce, nebo
2. kdekoli na ploše 300 cm^2 povrchu uvolňovaného předmětu je povrchová kontaminace vyšší než uvolňovací úrovně plošné aktivity; uvolňovací úrovně plošné aktivity stanoví příloha č. 7 Vyhlášky

Odstavec c):

při vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu, pokud součet součinů průměrných objemových aktivit jednotlivých vypouštěných radionuklidů a jejich maximálních konverzních faktorů h_{ing} pro příjem požitím dospělým jednotlivcem z obyvatelstva je větší než 10 mSv/m^3 ,

Odstavec d):

při vypouštění radionuklidů do ovzduší, pokud Částka 172 Sběrka zákonů č. 422/2016 Strana 6667 součet součinů průměrných objemových aktivit jednotlivých vypouštěných radionuklidů a jejich konverzních faktorů h_{inh} pro příjem vdechnutím dospělým jednotlivcem z obyvatelstva podle přílohy č. 3 k této vyhlášce je větší než $0,1 \text{ } \mu\text{Sv/m}^3$; konverzní faktor h_{inh}

pro příjem vdechnutím dospělým jednotlivcem z obyvatelstva stanoví příloha č. 3 k této vyhlášce.

V Japonsku je povoleno ukládat na konvenční skládky odpadu i popel s hmotnostní aktivitou do $8\,000\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$, popel s hmotnostní aktivitou vyšší musí být uložen na speciální skládky odpadu, u kterých je zajištěno důkladné monitorování úniků do životního prostředí. Případně může být zpevněn vitrifikací, bitumenací, apod (IAEA, 2011).

3.1.3. Uložení („zahrabání“) zvířat

Zahraboviště v současné době v ČR úředně žádná neexistují, v případě potřeby je může příslušná krajská veterinární Správa vyhlásit mimořádným veterinárním opatřením (zákon č. 166/199 Sb. - veterinární zákon ve znění pozdějších předpisů, par. 40 odst. 4.). Zahrabání kadáverů i masokostní moučky by mělo být provedeno tak, aby se předešlo pronikání radionuklidů do spodních vod, přestupu do kořenového systému rostlin (aby se zabránilo přestupu do potravního řetězce) a aby bylo zajištěno dostatečné snížení dávkových příkonů na povrchu po konečném překrytí zahraboviště. Tato úložiště by mělo být zaznamenáno v registru, který prozatím není vytvořen. Mohl by vzniknout např. na základě dotazníku, uvedeného v Příloze č. 1.

Objemově se jedná o cca 2 x větší objem než u masokostní moučky, tj. objem není podstatně větší. Pokud bychom vycházeli ze stejných úvah jako výše, pak by se v případě odhadu likvidované hmoty pro 1 kraj jednalo např. o objem 10 x10 x desítky metrů.

Výhodou použití tohoto opatření je to, že není třeba úprava, nízké náklady, jeho použitím se nezvětší zásadně kontaminaci území (které je kontaminováno řádově srovnatelně s masem), taková opatření se již realizovala v souvislosti s BSE (nikoliv s radioaktivitou).

3.2 Možnosti likvidace mléka v ČR

Likvidace kontaminovaného mléka je rovněž velmi komplexním problémem. Pokud hodnoty obsahu radionuklidů v mléce nebo v mléčných produktech přesahují nejvyšší přípustné úrovně z tabulky č. 1, je zapotřebí mléko nebo mléčné výrobky buď přímo zlikvidovat anebo použít některé z opatření pro snížení obsahu radionuklidu v mléčných výrobcích. Přehled opatření použitelných pro mléko je uveden v tabulce č. 11, spolu s hodnocením vhodnosti použití daného opatření v časové ose od havárie.

Tabulka 11: Některé z opatření pro nakládání s odpadem u kontaminovaného kravského mléka

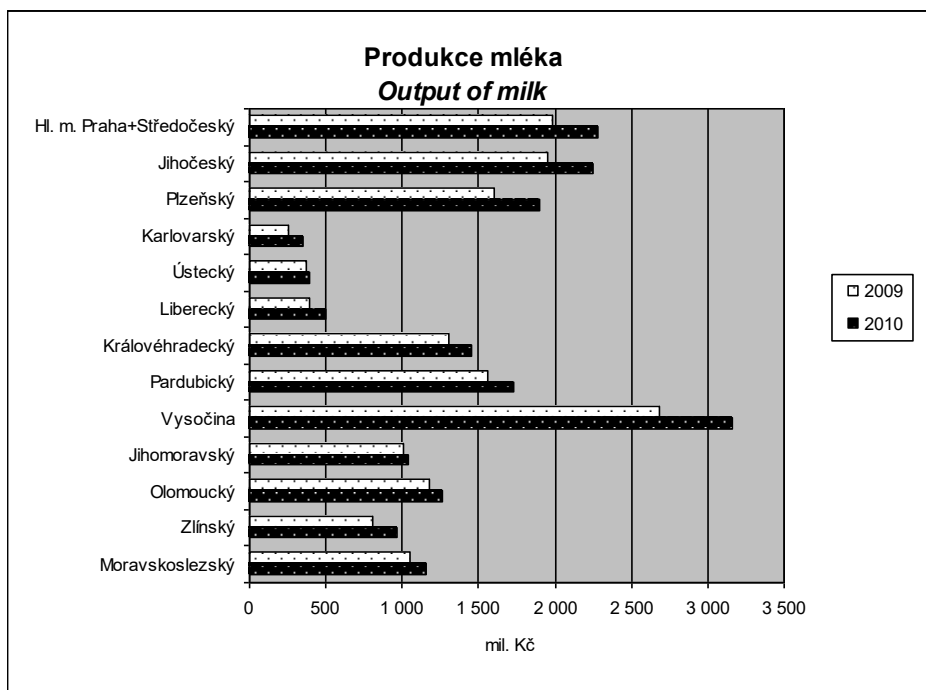
Kdy použít	Časná	Střednědobá	Pozdní	Kdy rozhodnout
<i>Opatření nakládání s kontaminovaným mlékem</i>				
Biologické zpracování (trávení) mléka				Č – S – P
Spalování				Č – S – P
Hnojení mlékem nebo syrovátkou				Č – S – P
Zpracování a skladování mléčných produktů a následná likvidace				Č – S – P

Legenda

	Doporučeno, málo omezení
	Doporučeno, vyžaduje však další rozbor pro překonání některých omezení

Rozhodnutí o dalším nakládání s mlékem a ostatními živočišnými produkty provede opět SVS ČR v součinnosti s IZS (AČR). Pozastaví se distribuce živočišných produktů do ukončení vyšetření obsahu radionuklidů v nich, poté bude rozhodnuto o jejich dalším využití nebo způsobu likvidace. Zásobování potravinami bude realizováno dovozem z nezamořené oblasti.

Pro představu o objemech potenciálně kontaminovaných hmot mléka je důležité znát roční produkci mléka v ČR. Ta činí cca 2,6 mil tun, tj. v průměru cca 500 tisíc litrů (tj. 500 m³)/kraj a den (v jednotlivých krajích jsou rozdíly v produkci, což je pro informaci uvedeno na obrázku č. 2). Objem kontaminované hmoty je tedy po několika týdnech zhruba srovnatelný s objemem kontaminovaného masa hospodářských zvířat.



Obrázek 2: Produkce mléka v jednotlivých krajích ČR v letech 2009 a 2010

3.2.1. Zpracování a skladování mléčných produktů a následná likvidace

Pro potřeby likvidace je ze způsobů úpravy použitelné hlavně sušení mléka, které umožní snížení objemu, typicky zhruba na desetinu původního objemu, s následným uložením. Otázka kapacity není ale vyjasněna z důvodu rušení výroben sušeného mléka v ČR. S ohledem na pravděpodobné vyhlášení nouzového stavu není třeba řešit ochotu mlékáren ke zpracování mléka.

Jiné procesy snižování obsahu radionuklidu v mléce, jako je srážení, odstředění apod. jsou z ekonomického hlediska spíše nevýhodné (ještě bude třeba ověřit). Výjimkou by mohlo být uložení mléka v nádržích v případě kontaminace pouze ^{131}I , kdy by se mohla s časem výrazně snížit kontaminace likvidovaného mléka.

3.2.2. Hnojení mlékem nebo syrovátkou

Jedná se o „uložení“ mléka přímo do země. Lze realizovat v zásadě dvěma způsoby:

- vylít/vyhodit do hnoje (likvidace mléka vylitím do hnojové jámy)
- rozlít mléko a syrovátky na půdu

Pro tuto metodu likvidace prozatím chybí podrobná znalost dopadu na ŽP. V literatuře byly nalezeny poukazy na to, že se vylitím mléka do půdy nejen vnáší kontaminace, ale také se mění její chemismus (vysoký obsah vápníku v mléce) a může tím pádem docházet ke změně celého biotopu. Ohroženy průsakem radionuklidů mohou být také spodní vody.

3.2.3. Vylití mléka do kanalizace/vodoteče

Z hlediska ochrany přírody vylití do toků přímo nepřípadá do úvahy, nekontrolované může způsobit např. úhyn ryb. Řízené vylití do kanalizace souvisí s parametry čističek odpadních vod.

Pokud by se na závod zpracovávající kontaminované mléko pohlíželo jako na pracoviště se zdrojem ionizujícího záření, platily by pro něj uvolňovací úrovně podle Vyhlášky č. 422/2016 Sb., §104, odstavec b)

Uvolňovací úrovně se považují za překročené při vypouštění odpadních vod do povrchových vod, pokud součet součinů průměrných objemových aktivit jednotlivých vypouštěných radionuklidů a jejich maximálních konverzních faktorů h_{ing} pro příjem požitím dospělým jednotlivcem z obyvatelstva stanoví příloha § 3 citované vyhlášky. Nebo odstavec c):

při vypouštění odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu, pokud součet součinů průměrných objemových aktivit jednotlivých vypouštěných radionuklidů a jejich maximálních konverzních faktorů h_{ing} pro příjem požitím dospělým jednotlivcem z obyvatelstva je větší než 10 mSv/m^3 ,

Za běžné situace jsou stanoveny emisní limity pro průmyslové odpadní vody v Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Podle této tabulky platí pro zemědělskou a potravinářskou výrobu hodnoty, uvedené zde v tabulce č. 12:

Tabulka 12: Výběr přípustných hodnot znečištění pro odpadní vody vypouštěné z vybraných průmyslových a zemědělských odvětví (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

Průmyslový obor/ukazatel	Jednotka	Přípustné hodnoty „p“
<i>Chov prasat</i>		
CHSK _{Cr}	mg/l	500
BSK ₅	mg/l	100
NL	mg/l	140
N-NH ₄ ⁺	mg/l	60
N-NH ₄ ⁺ (Z)	mg/l	400
N _{celk}	mg/l	250
N _{celk} (Z)	mg/l	500
<i>Chov drůbeže</i>		
CHSK _{Cr}	mg/l	200
BSK ₅	mg/l	50
NL	mg/l	80
N-NH ₄ ⁺	mg/l	20
N-NH ₄ ⁺ (Z)	mg/l	36
N _{celk}	mg/l	40
N _{celk} (Z)	mg/l	80
P _{celk}	mg/l	10
<i>Zpracování a konzervování masa a výroba masných výrobků</i>		
CHSK _{Cr}	mg/l	200
BSK ₅	mg/l	50
NL	mg/l	80
N-NH ₄ ⁺	mg/l	20
N-NH ₄ ⁺ (Z)	mg/l	36
N _{celk}	mg/l	30
N _{celk} (Z)	mg/l	50
P _{celk}	mg/l	10
Tuky a oleje dle ČSN 75 7509	mg/l	10
<i>Výroba rostlinných a živočišných olejů a tuků</i>		
pH	-	6 – 8,5
CHSK _{Cr}	mg/l	250
BSK ₅	mg/l	50
NL	mg/l	40
Tuky a oleje dle ČSN 75 7509	mg/l	10
<i>Výroba mléčných výrobků</i>		
pH	-	6 – 8,5
CHSK _{Cr}	mg/l	120
BSK ₅	mg/l	30
NL	mg/l	50
N-NH ₄ ⁺	mg/l	10
N-NH ₄ ⁺ (Z)	mg/l	18
N _{celk}	mg/l	30
N _{celk} (Z)	mg/l	50

P _{celk}	mg/l	5
Tuky a oleje dle ČSN 75 7509	mg/l	10
AOX	mg/l	0,5
<i>Veterinární činnosti – kafilérie</i>		
pH	-	6 – 8,5
CHSK _{Cr}	mg/l	200
BSK ₅	mg/l	40
NL	mg/l	40
Tuky a oleje dle ČSN 75 7509	mg/l	10
N-NH ₄ ⁺	mg/l	40
N-NH ₄ ⁺ (Z)	mg/l	75
N _{celk}	mg/l	60
N _{celk} (Z)	mg/l	105
P _{celk}	mg/l	10

3.2.4. Povrchové vody

Pro vypouštění do vod povrchových jsou v Nařízení vlády č. 401/2015 předepsány hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod používaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody. Hodnoty jsou zde uvedeny v tabulce č. 13.

Tabulka 13: Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda (NV 401/2015, Příloha č. 3, tabulka 1b).

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31, § 34 a § 35 zákona ^{B),C),D),E),F)}	Přípustné znečištění	
			roční průměr ^{G)}	roční průměr	maximum
sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	180 ^{11 B)}	200	
hořčík	Mg	mg/l		120	
vápník	Ca	mg/l		190	
Mikrobiologické ukazatele					
Escherichia coli	ECOLI	KTJ/100 ml	12 B) 900 ^{C) 5)-}		2500 ^{5), 6)}
intestinální (střevní) enterokoky	ENT	KTJ/100 ml	1000 ^{13 B) 4) 330^{C) 5)}}		2000 ^{5), 6)}
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FC	KTJ/100 ml	2000 ^{14 B) 4)}		4000 ^{5), 6)}
			15 B) 16 C)		
Ukazatele radioaktivity					
celková objemová aktivita alfa	c _α	Bq/l	0,2 ^{F) 7)}	0,2	0,3 ⁷⁾
celková objemová aktivita beta	c _β	Bq/l		0,5	1 ⁷⁾
celková objemová aktivita beta opravená na 40K	c _{β-40K}	Bq/l	0,5 ^{F) 7)}	0,5	0,5 ⁷⁾
cesium 137	¹³⁷ Cs	Bq/l			2
radium 226	²²⁶ Ra	Bq/l			0,5 ⁷⁾
stroncium 90	⁹⁰ Sr	Bq/l			1
tritium	³ H	Bq/l	100 ^{F) 7)}		3500

Pozn.:

- A) CAS: Chemical Abstracts Service.
 - B) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 428/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
 - C) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro koupání, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 238/2011 Sb.
 - D) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro lososové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.
 - E) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro kaprové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.
 - F) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
 - G) Tam, kde není všeobecný požadavek nebo NEK-RP vyjádřena jako celoroční průměrná hodnota, se neuplatňuje kombinovaný přístup.
- 1) Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových vodoprávní úřad přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu vod podle § 38 odst. 9 písm. a) zákona.
 - 2) Limit je dán minimální a maximální hodnotou. Standard je dodržen, pokud se každá hodnota ročního počtu vzorků nachází v intervalu minimální a maximální limitní hodnoty.
 - 3) Zpřísněný požadavek platí pro povodí nad nádrží využívanou ke koupání.
 - 4) Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P₉₅. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 5 %.
 - ¹¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 250 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,389 (z dat 2010-12).
 - ¹² Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována.
 - ¹³ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 1000 jako koncentrace P95.
 - ¹⁴ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 2000 jako koncentrace P95.
 - ¹⁵ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována.
 - ¹⁶ Maximální hodnota, při jejíž překročení se podle Tabulky 2 přílohy č. 4 k vyhlášce 238/2011 Sb. nedoporučuje koupání a provozování vodních sportů. Ukazatel neslouží k povolování vypouštění.
 - 5) Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P₉₀. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10 %.
 - 6) Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj znečištění.
 - 7) Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.

Kompetence k povolování vypouštění odpadních vod

Podle § 106 vodního zákona povolují vypouštění odpadních vod obecní úřady obcí s rozšířenou působností. Krajské úřady povolují podle § 107 písm. j) vodního zákona vypouštění odpadních vod do vod povrchových ze zdrojů znečištění o velikosti 10 000 ekvivalentních obyvatel a více, dále podle § 107 písm. k) vodního zákona vypouštění odpadních vod z těžby a zpracování uranových rud a jaderných elektráren a odpadních vod s obsahem nebezpečných a zvláště nebezpečných látek do vod povrchových, dále podle § 107 písm. l) vodního zákona vypouštění odpadních vod s obsahem zvláště nebezpečných látek do kanalizace a podle § 107 písm. m) vodního zákona vypouštění čerpaných znečištěných podzemních vod do těchto vod nebo do vod povrchových.

Vypouštění odpadních vod s hodnotami vyššími, než jsou uvedeny v příloze č. 1 k nařízení, lze výjimečně a na omezenou dobu povolit:

- a) při uvádění čistírny odpadních vod do provozu, při zkušebním provozu, nezbytných opravách či změnách zařízení ke zneškodňování odpadních vod a při haváriích těchto zařízení,
- b) v případech, kdy odpadní vody budou do povrchových vod vypouštěny řízeným způsobem, při současném stanovení dalších podmínek, které omezí možnost významného zhoršení jakosti povrchových vod.

Možnost vypouštění mléka do povrchových vod v případě havárie by bylo třeba předem projednat s příslušnými úřady.

3.2.5. *Shrnutí kapitoly likvidace mléka*

Likvidace mléka bude patrně představovat větší problém než likvidace masa, na to ukázala i zkušenost z Windscale, která je uvedena v příloze č. 2.

3.3 Odpadní látky zvířat

V odpadních látkách ze zvířat lze také očekávat zvýšené obsahy radionuklidů. Internetové stránky (Agroporadenství) udávají pro“

- produkci pevných výkalů od 1DJ /kráva) odhad **9,0 t/DJ/rok a**
- pro produkci moči **5,1 t/DJ/rok.**

Pokud jsou zvířata chována na slaměné podestýlce, jsou zde uvedeny (Agroporadenství) i údaje pro:

Odhad potřeby neřezané slámy pro nasáknutí veškeré moči:

- minimální potřeba slámy = $5,1 : 2,4 : 0,365 = 5,8 \text{ kg slámy/DJ/den}$

Odhad produkce chlévské mrvy¹:

- odhad produkce chlévské mrvy při hluboké podestýlce (10 kg slámy/DJ/den):
chlévká mrva = $9,0 + (10 \times 0,365) + 5,1 = 17,7 \text{ t/DJ/rok}$
- odhad produkce chlévské mrvy a močůvky při „úsporném“ stlaní (1,5 kg slámy/DJ/den) a přívodu 5 l vody/DJ/den:
chlévká mrva = $9,0 + (1,5 \times 0,365) + (1,5 \times 0,365 \times 2,4) = 10,9 \text{ t/DJ/rok}$
močůvka = $5,1 - (1,5 \times 0,365 \times 2,4) + (5 \times 0,365) = 5,6 \text{ t/DJ/rok}$

Odhad produkce hnoje²:

- odhad produkce hnoje z hluboké podestýlky (10 kg slámy/DJ/den):
hnůj = $17,7 \times 0,67 = 11,9 \text{ t/DJ/rok}$
- odhad produkce hnoje při „úsporném“ stlaní (1,5 kg slámy/DJ/den):
hnůj = $10,9 \times 0,67 = 7,3 \text{ t/DJ/rok}$

Denní a roční produkce mrvy, moči a kejdy u různých kategorií prasat je uvedena (SVS ČR) v tabulce č. 13, v tabulce č. 14 pak je uvedena produkce trusu pro drůbež (Agroporadenství).

Tabulka 13: Denní a roční produkce mrvy, moči a kejdy u různých kategorií prasat (SVS ČR)

Kategorie prasat	Produkce [kg/ks/den]			Produkce [m ³ /kus]	
	Mrva	Moč	Kejda	Za měsíc	Za rok
Březí prasnice	2,4	2,8 – 6,6	5,2 – 9	0,16 – 0,28	1,9 – 3,3
Vysokobřezí prasnice	5,7	10,2	10,9 – 15,9	0,43	5,1 – 5,8
Odstávče	1	0,4 – 0,6	1,4 – 2,3	0,04 – 0,05	0,5 – 0,9
Prase výkrm 10 – 120 kg	2	1 – 2,1	3 – 7,2	0,09 – 0,13	1,1 – 1,5
Prase výkrm 120 - 160 kg	-	-	10 – 13	-	-
prasničky	2	1,6	3,6	0,11	1,3

- 1 Chlévká mrva je nezušlechtěný substrát (směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat a podestýlky), získaný po vyvezení stájí .
- 2 Fermentací (zráním) z ní vzniká chlévký hnůj.

Tabulka 14: Produkce trusu u drůbeže podle ČSN 75 6790 (Agroporadenství)

Drůbež	Produkce trusu [g/kus/den]	
	průměrně	maximálně
<i>Odchov a chov</i>		
kuřata	100	150
Slepice	180	220
krocani	800	1220
Krůty	520	600
Kachny	400	500
Husy	700	800
<i>výkrm</i>		
Brojleři	120	240
Krocani	590	1280
Krůty	430	580
kachny	210	290
husy	350	500

Pro uvolňování do životního prostředí by se pro radioaktivně kontaminované odpadní látky zvířat vztahovala kritéria z Vyhlášky č. 422/2016 Sb. pro uvolňování do životního prostředí. Ve výběru přípustných hodnot znečištění pro odpadní vody vypouštěné z vybraných průmyslových a zemědělských odvětví (Nařízení vlády č. 57/2016 Sb.), uvedených v tabulce č. 10 nejsou pro radioaktivní prvky zavedena žádná omezení.

Literatura a zdroje dat

- 1) Euratom 2016/52. NAŘÍZENÍ RADY (Euratom) 2016/52 ze dne 15. ledna 2016, kterým se stanoví nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin a krmiv po jaderné havárii nebo jiném případě radiační mimořádné situace a zrušují nařízení (Euratom) č. 3954/87 a nařízení Komise (Euratom) č. 944/89 a (Euratom) č. 770/90
- 2) Agroporadenství, dostupné na Internetu:
<http://www.agroporadenstvi.cz/default.asp?ch=477&typ=1&val=53976&ids=3674>
- 3) ČSÚ, veřejná databáze. Dostupné na Internetu:
http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/zemedelstvi_zem
- 4) IAEA. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: Twenty years of experience. Vienna, 2006 b, pp. 166.
- 5) IAEA. Technical Report Series 472: Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Vienna, 2010.
- 6) Zákon č. 544/2020 Sb., zákon, kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony
- 7) Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- 8) Státní veterinární správa České republiky, 2013
- 9) Vyhláška č. 422/2016 Sb.. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje

Příloha č. 1: Požadavky na údaje a informace, které je vhodné shromáždit před vypuknutím havárie

Z hlediska opatření v zemědělství a odpadů je důležité si uvědomit, že v zemědělských oblastech se může objevit značné množství kontaminovaných potravin, plodin a materiálu a že čím rozsáhlejší je zasažená oblast, tím je třeba složitější a náročnější úroveň plánování. Vzhledem k malé trvanlivosti a biologické odbouratelnosti potravin je obzvláště důležité vytvořit návrh opatření pro nakládání s odpadovými potravinami. Tato opatření je třeba specifikovat pro konkrétní místo vzhledem k charakteristikám místní infrastruktury.

Tabulka č. 15 poskytuje podrobný přehled témat pokrývajících požadavky na informace, které je třeba shromáždit před vypuknutím havárie. Je třeba zvážit vývoj a sdílení lokalizovaných databází komerčních a privátních výrobců potravin, stravovacích návyků, dodavatelů surovin, dodavatelů, zařízení pro nakládání s odpadem a dalších informací. Některé z těchto databází mohou již existovat, avšak přesto není příliš známo, kdo je styčným bodem a kdo má odpovědnost za údržbu těchto databází (informací se mohou rychle stát neaktuálními).

Tabulka 15: Požadavky na údaje a informace, které je vhodné shromáždit před vypuknutím havárie.

Téma	Kategorie	Požadavky na údaje a informace
Zemědělská produkce	Zemědělská výroba	<p>Dostupnost a přístup k databázím s informacemi o:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rychlá identifikace výrobců mléka v oblasti • Rychlá identifikace nákupčích mléka v oblasti (geografická rozloha této oblasti může být větší v případě, že se mléko přepravuje k použití ve výrobě jiných potravin) • Rychlá identifikace soukromých mlékáren a zákazníků farem • Rychlá identifikace přepravních společností, které by mohly poskytnout řidiče ochotné vstoupit do vyhrazeného prostoru, pro případ, že by tak odmítli činit řidiči cisteren na mléko • Rychlá identifikace ostatního mléčného skotu, včetně ovcí a koz • Rychlá identifikace malých statků s chovem domestikovaného hospodářského zvířectva, např. koz a slepic • Budovy vhodné pro ustájení hospodářských zvířat • Nekontaminovaná krmiva
	Domácí produkce	<p>Informace o škále a důležitosti domácí produkce v oblasti</p> <p>Informace o sezónnosti produkce v zasažené oblasti</p> <p>Dostupnost a přístup k databázím s informacemi o:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Rychlá identifikace oblastí se zahrádkami a malými statky <p>Dostupnost map?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Rychlá identifikace majitelů zahrádek a jiných domácích producentů <input type="checkbox"/> Rychlá identifikace domů se soukromými zahradami

	Sběr volně rostoucích plodin	<p>Informace o škále a důležitosti sběru volně rostoucích plodin v oblasti</p> <p>Dostupnost a přístup k databázím umožňujícím rychlou identifikaci oblastí, kde je v různých ročních obdobích běžný sběr volně rostoucích plodin.</p>
	Lov / rybolov	Dostupnost a přístup k databázím osob s povolením k rybolovu a lovu v oblasti (úřad pro ochranu přírody)
Podmínky k realizaci opatření	Suroviny	<p>Seznam surovin potřebných pro aplikaci: hnojiva, vápno, jílovité minerály, AFCF, berlínská modř.</p> <p>Tvorba databáze udávající místní, regionální a národní dostupnost surovin včetně seznamu dodavatelů</p>
	Zařízení	<p>Seznam zařízení potřebného pro zavedení změn a rozlišení, zda se jedná o „speciální“ zařízení, u nějž lze předpokládat omezené dodávky (např. hluboká orba, odstraňování ornice)</p> <p>Tvorba databáze udávající místní, regionální a národní dostupnost zařízení včetně seznamu dodavatelů</p> <p>Seznam typů sledovacího zařízení dostupného pro zvláštní účely</p> <p>Dostupnost a přístup do národních databází dodavatelů sledovacího zařízení včetně systémů pro dispečerské zařízení</p>
	Infrastruktura	<p>Dostupnost a přístup k databázím s místními / regionálními údaji o silničních sítích, kanalizačních a vodovodních zařízeních, povolených skládkách a spalovnách, kompostárnách, mlékárenských závodech, jatkách a kafilériích</p> <p>Seznam míst, kde lze skladovat kontaminovaný materiál, zařízení, atd.</p>

	Personál	<p>Dostupnost a přístup k databázím možných dodavatelů a společností, které lze kontaktovat ohledně technického zařízení, ochrany zaměstnanců, služeb poradenství v oblasti radiační ochrany, atd.</p> <p>Zjištění, zda je k provozu zařízení zapotřebí kvalifikovaného personálu a počty těchto osob dostupných v zasažené oblasti / regionu</p> <p>Stanovení kritérií pro práci v kontaminovaných oblastech</p> <p>Příprava modelu pro odhad rizika</p> <p>Identifikace požadavků na vzdělávání v oblastech s nedostatkem kvalifikovaného personálu</p>
	Vliv geografie a počasí na zavádění opatření	<p>Dostupnost a přístup k meteorologickým informacím, včetně předpovědi počasí pro místní oblast a region</p> <p>Dostupnost a přístup ke geografickým informačním systémům, poskytujícím informace o půdních typech, topografii, oblastech vnímavých na dusičnany, atd.</p>
	Vliv na ekonomiku / životní prostředí	<p>Zvážit možnou škálu ekonomického dopadu pro zavádění každého z opatření,</p> <p>Zvážit, zda by některá opatření mohla mít negativní vliv na místní životní prostředí, např. na místa zvláštního vědeckého zájmu, národní parky, oblasti výjimečných přírodních krás, přírodní rezervace, historické budovy</p>
	Přijatelnost	<p>Může být ovlivněna typem RMU, její velikostí, řízením odezvy, příčinou ohrožení, atd. Nicméně názor obyvatelstva a jiných investorů na přijatelnost opatření na místní úrovni by mohl vést ke snížení počtu možností zvažovaných v případě radiačního ohrožení</p> <p>Stanovit, zda existuje místní rámec pro závazek investorům a předem odsouhlasit, jak bude použit.</p>
Stravovací návyky		<p>Dostupnost a přístup k databázím stravovacích návyků v místní oblasti / regionu za účelem identifikace, zda se zde nacházejí skupiny s neobvyklými stravovacími návyky, které by mohly vést ke zvýšenému riziku požití kontaminovaných potravinám</p>
Likvidace a skladování odpadů	Všeobecné otázky	<p>Dostupnost databází udávajících následující a přístup k těmto databázím:</p> <p><input type="checkbox"/> Povolené limity spalovny, skládky, kompostárny, atd. v oblasti</p>

		<input type="checkbox"/> Počet, typ a kapacita zařízení Ochrana zaměstnanců na skládkách
		Nakládání s potravinami pod úrovní stanovených kritérii, s nimiž ale nelze obchodovat z důvodu odmítání obyvatelstvem
	Zvláštní otázky – mléko	Dostupnost databáze udávající velikost skládek pro skladování kalu na farmách v oblasti Míra výskytu oblastí citlivých na nitráty, kde nebude možné likvidovat mléko formou hnojení Existence map ohrožení podzemní vody Přístupové cesty pro velké cisterny na mléko do úložišť (např. vývody do řek, čistírny splaškových vod)
	Zvláštní otázky – domácí produkce	Zvážit vyčlenění organického odpadu (ovoce, zelenina a jiný zahradní) z běžného odpadu domácností a zřídit zvláštní sběr kontaminovaného odpadu podléhajícího hnití, např. vajec, mléka, živočišných odpadů
Legislativa	Opatření	Legislativa na ochranu životního prostředí může zavádění některých opatření v kontaminované oblasti znemožnit. Stanovit, zda existují určené oblasti, které mohou patřit do některé z níže uvedených: oblast zvláštního vědeckého zájmu, oblast se zvláštní ochranou, zvláštní oblast ochrany, oblast, která je součástí přírodní rezervace Stanovit míru výskytu ekologických farem a zákonné požadavky s ohledem na zavádění opatření Zjistit, zda jsou čističky splašků s vývody do řek schváleny z hlediska vhodnosti pro likvidaci kontaminovaného mléka ¹
	Zaměstnanci a obyvatelstvo	Stanovit mezní hodnoty dávky pro všechny osoby zapojené do obnovy Stanovit kritéria pro přepravu radioaktivních či kontaminovaných odpadů, např. potravin, půd

¹ Podobně můžeme uvažovat o čističkách vod s vyústěním do řeky.

Vzdělávání		Místní orgány by měly zvážit vytvoření odborné struktury a vzdělávacího programu pro nácvik rolí potřebných při obnově
Kontakty	Pro spotřebitele	Linka pomoci nebo nouzová e-mailová adresa v organizacích, které hrají roli v případě RMU Seznamy kontaktů s místními úřady Seznamy státních / regionálních / místních databází, které poskytují vhodné podklady a informace o přístupu k nim Seznamy pozemkových společností a zahrádkářských klubů
	Pro farmáře	Linka pomoci nebo nouzová e-mailová adresa v organizacích, které hrají roli v případě RMU: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Státní ústav radiální ochrany, Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, Státní veterinární správa, Ministerstvo zemědělství atd. Seznamy kontaktů s místními úřady Vhodnost a vyřizování kompenzací
	Pro výrobce potravin:	Seznam kontaktních údajů pro distributory a dodavatele
Komunikace	Poskytování informací spotřebitelům	Přípravené letáky o radioaktivitě, potravinových řetězcích a krocích, podniknutých pro zajištění bezpečnosti potravin. Dále listy s fakty, instruktážní balíčky, tisková prohlášení Poradenství pro domácí producenty o bezpečnosti výroby Systémy pro komunikaci prostřednictvím místních / národních televizních a rozhlasových stanic, webové stránky Plán zapojení místních obyvatel do rozhodování Zvážit využití současné infrastruktury: farní sbory, komunity, stávající fóra (školy)

	Kompenzace	Předem připravené informace, které lze rychle vydat zasaženým farmářům, potvrzení, vedení evidence Předem připravené informace pro všechny, kdo by mohli z důvodu havárie utrpět finanční ztráty
	Poskytnutí informací těm, kdo budou zavádět opatření	Poskytnutí informací o cílech opatření obnovy za účelem zajistit, aby lidé, kteří budou opatření zavádět, rozuměli tomu, proč se tak děje a jak lze cíle dosáhnout. Letáky poskytující informace o správném a účinném zavádění opatření

Příloha č. 2: Zkušenosti se zacházením s kontaminovanými produkty živočišné výroby po předchozích haváriích JE
Windscale (Sellafield), 1957

Ve Windscale po havárii JZ došlo k významnému úniku radionuklidů (Wolf, 1959), nejvýznamnějším byl ^{131}I . Protože k havárii došlo 10. října, jednalo se o zemědělskou oblast a krávy byly v této roční době na pastvinách, došlo k velkému přestupu radionuklidů do zvířat jak inhalačně, tak i ingesční cestou přes kontaminovanou pastvu. Došlo tedy také k velkému přestupu radionuklidů do mléka. Britské úřady stanovily mez pro používání mléka pro lidskou spotřebu na $0,1 \mu\text{Ci } ^{131}\text{I} / \text{l}$, tj. $3700 \text{ Bq } ^{131}\text{I}/\text{l}$. Protože velké množství mléka tuto mez překračovalo, přijaly jako opatření pro jeho likvidaci vylévání kontaminovaného mléka do kanálů anebo rozlévání na půdu (hnojení mlékem). Takto bylo zlikvidováno 250 000 galonů, tj. $1,1 \cdot 10^6$ litrů mléka od 600 stád krav na území 200 – 300 čtverečních mil, tj. 320 – 480 km^2 . Délka tohoto opatření byla po dobu 2 – 3 týdnů, v souvislosti s poločasem rozpadu ^{131}I . Na obrázku č. 3 je ukázán příklad vylévání mléka do kanálu.



Obrázek 3: Vylévání mléka do kanálů v okolí Windscale

Černobyl, 1986

Černobylská havárie se udála v pozdním jaru, v období intenzivního růstu a vývoje rostlin a v období rozmnožování divokých zvířat. Všechny plochy byly již osety a hovězí dobytek byl vyhnán na pastvinách.

zvířata/maso

Časná fáze:

V období mezi 2. – 5. květnem 1986 bylo z oblasti evakuační zóny okolo Černobylské jaderné elektrárny evakuováno spolu s lidmi okolo 50 000 kusů hovězího dobytka, 13 000 prasat, 3 300 ovcí a 700 koní (IAEA, 2006). Z důvodu nedostatku krmiva a organizačních těžkostí bylo mnoho z těchto evakuovaných zvířat později poraženo. Okolo 20 000 domestikovaných zvířat (včetně koček a psů), která zůstala v evakuované zóně, bylo utraceno a spáleno.

Protože v časně fázi po havárii nebylo možné zjistit úroveň kontaminace měřeními, udává se, že v období května až července 1986 bylo poraženo 95 500 kusů hovězího dobytka a 23 000 prasat (IAEA, 2006). Mnoho takto poražených kusů bylo spáleno, některé byly zamrazeny v lednicích. Obě tato opatření však přinášela velké hygienické, praktické a ekonomické těžkosti. Jedním z hlediska organizačního snadno přijatelných opatření po havárii bylo

rozhodnutí o masivních porážkách a zákaz spotřeby masa. Bylo však velmi nákladné a vzniklo při něm velké množství více či méně kontaminovaného odpadu.

Několik měsíců po nehodě byla část hovězího dobytka krmena nekontaminovaným krmivem, což za dobu 1 – 2 měsíců vedlo ke snížení obsahu ^{137}Cs v masě pod směrnou hodnotu (IAEA, 2006). Toto opatření však nemohlo být přijato hromadně, částečně také kvůli nedostatku nekontaminovaného krmiva (stalo se na jaře, kdy už staré zásoby byly z velké části spotřebovány). Kritéria se lišila pro různé oblasti podle jejich kontaminace.

Pozdní fáze:

Také v pozdní fázi, na počátku 90. let, bylo na Ukrajině z některých míst mnoho dobytka v soukromém vlastnictví přemístěno spolu s majiteli (IAEA, 2006). Pro obyvatele, kteří zůstali v kontaminovaných oblastech a vlastnili dobytek, byl zajištěn dovoz nekontaminovaného krmiva z jiných oblastí.

I v Ruské federaci bylo v letech 1987 – 1988 pokračováno v přemísťování dobytka, udává se, že efektivněji než na Ukrajině (IAEA, 2006). Protože byl zaznamenán velký přestup Cs do těl ovcí, týkalo se přemístění všech ovcí z oblastí s kontaminací půdy vyšší než 555 kBq/m^2 . Z těchto vysoce kontaminovaných oblastí bylo přemístěno také 6880 kusů hovězího dobytka. Mnoho rodin vlastnicích soukromě hovězí dobytek si však svá zvířata ponechalo.

V Bělorusku došlo v letech 1989 - 1991 k přesídlení celkem 470 osad, domácí zvířata byla, pokud to bylo možné, přemístěna se svými majiteli (IAEA, 2006).

Většina domácích zvířat byla evakuována, ale několik stovek jich zůstalo v dobrém stavu v 30 km zóně. Ekvivalentní dávky na štítnou žlázu pro dobytek byly dostatečné pro vyvolání radiačního efektu. Některá zvířata uhynula, byly pozorovány také ztráty plodu a vývojové vady u potomstva, nebyly pozorovány teratogenní efekty. Kromě toho byly také zaznamenány genetické mutace u hlodavců.

mléko

Časná fáze:

V prvních týdnech po havárii bylo provedeno velké množství měření obsahu radionuklidů v mléce, která měla zabránit vstupu radionuklidů do potravního řetězce. Byla přijata následující opatření.

- převedení zvířat z pastvin do uzavřených stájí a vyloučení krmiva z kontaminovaných pastvin
- provádění měření ve zpracovatelských závodech a nepřijímání mléka, v němž byla naměřena aktivita ^{131}I vyšší než stanovená „akční“ hodnota 3500 Bq/l .
- zpracování mléka odmítnutého v kroku 2) – většinou se jednalo o přepracování mléka na produkty, které bylo možno skladovat, jako jsou kondenzované anebo sušené mléko, sýry nebo máslo

Měření byla prováděna především na farmách kolektivního zemědělství, jen málo soukromých zemědělců bylo zařazeno do tohoto programu. Ani výsledky měření mléka nebyly předávány soukromým zemědělcům, ti tedy spotřebovávali své mléko bez omezení, což vedlo k nízké účinnosti opatření v zemědělských oblastech.

Pozdní fáze:

I v letech následujících po havárii bylo zapotřebí zajistit, aby do potravního řetězce vstupovalo pouze mléko, jehož objemové aktivity byly nižší než limitní úrovně (IAEA, 2006). Toto bylo zajištěno zavedením monitorování mléka. Toto bylo nejintenzivnější v letech 1986 – 1992, poté docházelo k redukci počtu měření hlavně z finančních důvodů.

Dalším z opatření, vlastně jedním z nejdůležitějších a nejpoužívanějších v zemích bývalého Sovětského svazu i v dalších evropských zemích, bylo zajištění nekontaminovaného krmiva pro hovězí dobytek (IAEA, 2006). Oficiální odhady hovoří o zajištění nekontaminovaného krmiva pro 5 000 – 20 000 kusů hovězího dobytka v Ruské federaci a o dalších asi 20 000 kusech na Ukrajině, kde toto opatření bylo do roku 1996 dotováno státem.