

# **Metodika pro hodnocení rizika kontaminovaných odpadů**

*Certifikovaná metodika*

Autor: Ing. Karol Feik

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

Zpracováno v rámci projektu bezpečnostního výzkumu:

VF20102015014 „Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace“

## **Oponenti:**

Doc. Ing. Jozef Sabol, CSc.

Rok uplatnění metodiky:

2015

## **Obsah :**

CÍL METODIKY	3
VLASTNÍ POPIS METODIKY	4
(1) Úvod	4
(2) Vymezení pojmů	4
(3) Vznik odpadů při havárii a v procesu nápravy	5
(4) Koncepce nakládání s odpady	6
(5) Výběr míst pro ukládání odpadů	10
(6) Třídění a uvolňování odpadů	11
(7) Parametry ovlivňující nápravu	12
(8) Nakládání s pevnými a kapalnými odpady po dekontaminaci	12
(9) Úloha a zodpovědnost zainteresovaných stran	13
(10) Informování a komunikace	13
SROVNÁNÍ NOVOSTI PŘÍSTUPU	14
POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	14
SEZNAM SOUVISEJÍCÍ POUŽITÉ LITERATURY	15
PŘÍLOHA: IDEÁLNÍ POSTUP PŘI VÝBĚRU LOKALITY PRO ULOŽENÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ VZNIKLÝCH PŘI NÁPRAVĚ PO HAVÁRII	16

## **Cíl metodiky:**

Cílem této metodiky je popsat obecný postup při řešení širokého okruhu problémů, které vzniknou v souvislosti se vznikem odpadů po radiační havárii (mimořádné události) s dopadem na okolí. Nezabývá se vlastní problematikou nápravy kontaminovaného území, ani otázkou jak stanovit směrné hodnoty dávek nebo koncentrací radionuklidů ve složkách životního prostředí při procesu nápravy, stanovení těchto hodnot přitom zásadně ovlivní množství vznikajících odpadů. Tyto složité otázky jsou nad rámec úkolu a souvisí s rozsahem nehody i ekonomickými a psychosociálními faktory a jak ukazují dosavadní velké nehody, jsou stanoveny spíše ad-hoc podle situace. Tento dokument se proto zabývá pouze otázkou, jak obecně postupovat v oblasti vzniklých odpadů, jejichž vymezení je stanoveno jiným rozhodnutím daným mnohdy ad hoc stanovenou koncepcí a strategií nápravy.

Dvě významné oblasti odpadů – kontaminované plodiny a kontaminovaná zvířata a jejich produkty – jsou popsány podrobněji v samostatných doporučeních/metodikách řešených rámci tohoto projektu „Metodika pro likvidaci odpadů ze živočišné výroby v případě radiační mimořádné události“ (Bartusková a kol), „Doporučení pro obecný postup zjištění a hodnocení rizika kontaminovaných plodin“ (Procházka a kol).

# VLASTNÍ POPIS METODIKY

## 1 Úvod

Po radiční havárii může být životní prostředí kontaminováno radioaktivními látkami. V důsledku toho bude pro mnoho typů povrchů a území potřebné použít různé metody na snížení vnějšího ozáření z kontaminovaných povrchů a vnitřní kontaminace způsobené inhalací radioaktivních látek uvolněných z kontaminovaných povrchů. Z čištění kontaminovaných povrchů může vzniknout velké množství kontaminovaných materiálů, které musí být řízeně uloženy.

Bezprostředně po radiční havárii – v první včasné fázi - se přijímají neodkladná ochranná opatření jako ukrytí nebo evakuace s cílem chránit osoby před krátkodobým, relativně vysokým rizikem. Pozdní opatření (fáze nápravy) začíná tehdy, když havárie byla zvládnuta, ačkoliv neexistují přesné hranice mezi oběma fázemi. Fáze nápravy pokračuje, až pokud nejsou splněny kritéria pro její ukončení.

Náprava (činnosti při nápravě) je definována jako opatření, které jsou vykonávány na snížení přímých dávek od kontaminovaných povrchů, nebo z jiných expozičních cest ozáření osob. Pro obnovu se sestavuje strategie, ve které je popsána časová postupnost jednotlivých činností v postižené oblasti, v širším okolí, nebo celém státě.

Ačkoliv hlavním cílem nápravy je snížení nebo prevence ozáření osob, důležité je také upokojení spotřebitelů a obyvatel v postiženém území a ujištění, že nejsou ohroženi. Činnosti při nápravě i samotná strategie nápravy mají mnohé aspekty a tudíž vyžadují si multidisciplinární přístup.

Cílem nápravy je obvykle návrat postiženého území k způsobu jejího užívání před kontaminací. Často to však není možné, zejména když postižené území je velmi velké. Strategie nápravy musí vzít do úvahy, že stav po havárii je dlouhodobý s možností přímého zapojení postižených obyvatel na provádění opatření pro jejich vlastní ochranu.

Řízené ukládání odpadů má dvě důležité funkce:

- Omezit rozptýlení radionuklidů do životního prostředí přes vodu a vzduch
- Isolovat odpady od životního prostředí a obyvatelstva.

## 2 Vymezení pojmů

**Koncepcí** se rozumí soubor cílů a požadavků pro bezpečné nakládání s radioaktivními odpady.

**Nápravou** se rozumí jakékoliv opatření, na snížení ozáření z existující kontaminace území, která jsou zaměřena buď na samotnou kontaminaci (jako zdroje ozáření), nebo na cesty ozáření osob (IAEA Safety Glossary). Nápravou se někdy rozumí opatření prováděná s cílem vrátit území do stavu před kontaminací. V praxi to často není možné, zejména pokud je postiženo velké území.

**Obývaným územím** se rozumí, území kde žijí nebo bydlí (tráví čas) osoby

**Radioaktivním odpadem** věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahující nebo jí kontaminované, pro niž se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené tímto zákonem pro uvolňování radioaktivní látky (AZ)

**Zneškodňováním radioaktivních odpadů** se rozumí umístění radioaktivních odpadů na úložiště nebo na určité místo bez úmyslu je znovu použít; zneškodňování zahrnuje rovněž oprávněné uvolnění radioaktivního odpadu přímo do životního prostředí a jeho následný rozptyl (Vyhláška 307/2002 Sb).

**Strategií** se rozumí činnosti pro dosažení cílů a splnění požadavků uvedených v koncepci. Strategii vypracovává obvykle vlastník odpadů, provozovatel, nebo vládní organizace nebo soukromá organizace.

**Zainteresanými stranami** se rozumí osoby, skupiny, organizace nebo systémy, které jsou, nebo mohou být postižené (ovlivněny) strategií nebo plánem (projektem, záměrem). Typicky to jsou vědecké instituce, státní, regionální a místní správní orgány a organizace, sdělovací prostředky, veřejnost (osoby, zájmové skupiny, obyvatelé obcí), sousedící státy postižené radiační havárií.

**Pevné radioaktivní odpady** se dle způsobu jejich uložení dále klasifikují do následujících základních kategorií:

- přechodné radioaktivní odpady, které po skladování (maximálně 5 let) vykazují radioaktivitu nižší, než jsou uvolňovací úrovně a tudíž je lze uvolnit do životního prostředí;
- velmi nízko aktivní odpady, které mají radioaktivitu vyšší než přechodné radioaktivní odpady, ale jejich radioaktivita není tak vysoká, aby vyžadovaly speciální opatření při uložení;
- nízko aktivní odpady, které vykazují radioaktivitu vyšší, než jsou uvolňovací úrovně, ale současně obsahují omezené množství dlouhodobých radionuklidů s poločasem větším než 30 let (s výjimkou Cs-137). Po zpracování a úpravě tato kategorie radioaktivních odpadů obvykle splňuje podmínky přijatelnosti minimálně pro přípovrchová úložiště radioaktivních odpadů;
- středně aktivní odpady, které obsahují významné množství dlouhodobých radionuklidů, a proto vyžadují vyšší stupeň izolace od okolního prostředí než nízko aktivní odpady; po zpracování a úpravě tato kategorie radioaktivních odpadů obvykle splňuje podmínky přijatelnosti minimálně pro podzemní úložiště radioaktivních odpadů v hloubkách řádově několik desítek metrů pod zemským povrchem;
- vysokoaktivní aktivní odpady, u kterých musí být při jejich skladování a ukládání zohledněno uvolňování tepla z přeměny radionuklidů v nich obsažených; po zpracování a úpravě tato kategorie radioaktivních odpadů splňuje podmínky přijatelnosti pro hlubinná úložiště umístěná v hloubkách řádově několik set metrů pod zemským povrchem.

### **3 Vznik odpadů při havárii a v procesu nápravy**

V důsledku radiologické havárie vznikají v životním prostředí pevné a kapalné radioaktivní odpady i když nezačala náprava postiženého území. Vznikající odpady lze zařadit do následujících tříd:

1. Kontaminovaná odpady a předměty
2. Pevné i kapalné odpady z čištění a dekontaminace kontaminovaných území
3. Odpady z deště a přirozených vodotečí

Odpady vzniknou ve všech částech životního prostředí. Z hlediska koncepce řešení je vhodné se samostatně zabývat těmito okruhy:

#### **3.1 Jaderná elektrárna**

V provozovaných jaderných elektrárnách se uplatňuje dozorným orgánem schválená strategie nakládání s radioaktivními odpady. V důsledku použití návodů pro těžké havárie a

při nápravě po těžké havárii mohou vzniknout problémy jak nakládat s vodami, včetně chladiva primárního okruhu. Voda doplňována pro odvod tepla z aktivní zóny, bazénu vyhořelého paliva, nebo jiných struktur nestandardním způsobem, může obsahovat štěpné produkty a částičky paliva. Tato voda může proniknout do různých místností přes porušené stavební konstrukce. Problémem je, jak zjistit a utěsnit místo úniku, vody shromáždit a zpracovat v čistících stanicích. Následně bude třeba uskladnit velké množství filtračního materiálu (zeolitů?) z čistících stanic, případně trosk z porušené aktivní zóny a z porušených struktur po explozi.

V postižené elektrárně musí být vypracována speciální strategie nakládání s radioaktivními odpady. V strategii je třeba uvažovat nejen s dlouhodobým skladováním, ale také s recyklací, nebo znovu užitím. Je potřebná také úzká součinnost s orgány a organizacemi zabývající se nakládáním s odpady na místní i státní úrovni.

Při vypracovávání strategie nakládání s radioaktivními odpady je třeba uvážit, že odpady mohou obsahovat chloridy. Jejich množství by mělo být pokud možno minimální, aby se zabránilo korozi. Také musí být prověřeno, ve kterém úložišti může takový odpad uložen.

### **3.2 Životní prostředí vně elektrárny**

Částmi životního prostředí jsou:

- A) Obydlená území – obytné a komerční budovy, průmyslové zóny a rekreační zóny
- B) Zemědělsky využívaná území (města i venkov) – zejména
  - půda,
  - zatravněné plochy
  - zemědělské organické materiály (rostliny, zvířata a jejich produkty)
  - materiály staveb a silnic,
  - dopravní prostředky,
  - nářadí a nástroje
  - předměty denní potřeby
  - trosky po demolici, nebo destrukci budov
  - části kovových konstrukcí
- C) Lesy – opadané listy, dřevo, kůra, půda
- D) Vodní systémy (vodní plochy a toky)

Samostatným problémem jsou kapalné odpady - dekontaminační roztoky, kontaminovaná voda, půda a organické odpady.

Odpady z čištění JE a bezprostředního okolí nejsou součástí této koncepce.

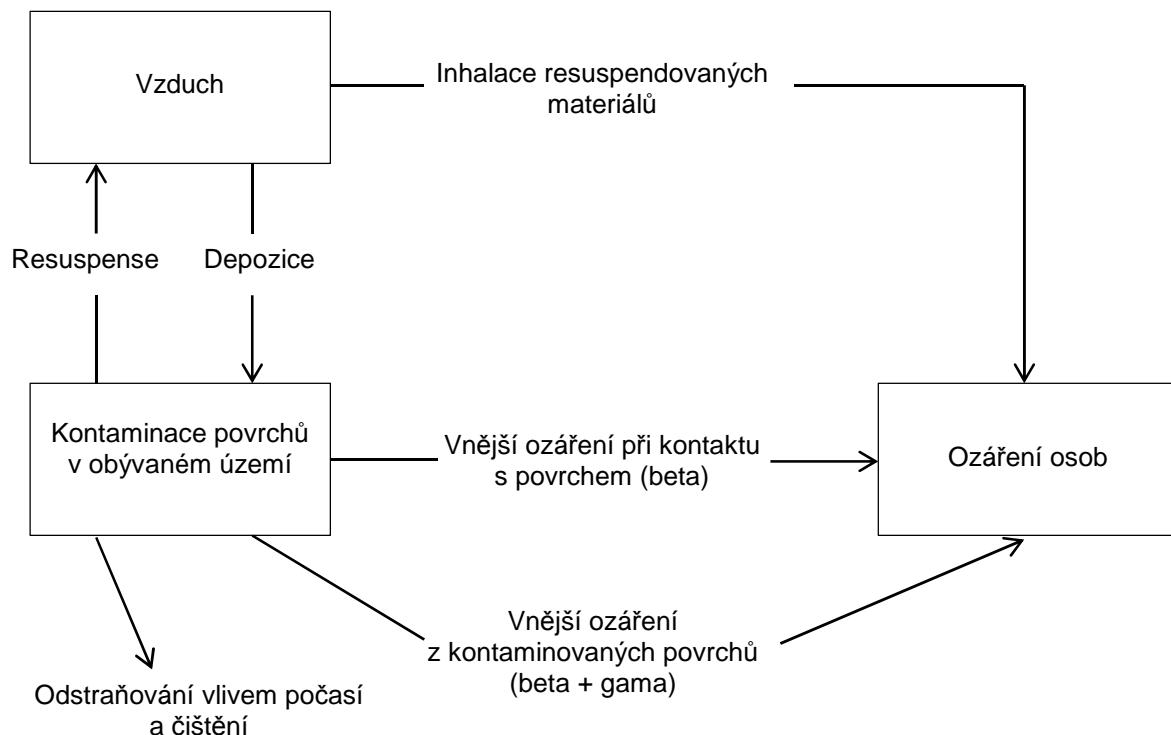
## **4 Koncepce nakládání s odpady**

### **4.1 Faktory ovlivňující tvorbu koncepce**

Po radiační havárii zdravotní riziko pro obyvatelstvo závisí na charakteru uniknutých radionuklidů, době ozáření, vzdálenosti míst, kde pobývají lidé od kontaminované plochy a existenci stínících materiálů.

Na Obrázku č. 1 jsou znázorněny nejdůležitější procesy pohybu radionuklidů v obývaném území, cesty ozáření osob a riziko z nich vyplývající. Největší příspěvek k celkovému ozáření je z vnějšího ozáření od kontaminovaných povrchů a z inhalace resuspendovaných materiálů. V některých případech je to také neúmyslné požití kontaminovaných materiálů osobami pracujícími s kontaminovaným odpadem.

Obrázek č. 1: Hlavní cesty ozáření osob při nápravě po radiální havárii



Plánovaná, nebo uplatňovaná strategie nakládání s radioaktivními odpady pro normální provoz bude zřejmě nepoužitelná, odpady z nápravy nebudou pravděpodobně vyhovovat kritériím přijatelnosti schválená pro jednotlivé úložiště.

V koncepci nakládání s odpady je třeba:

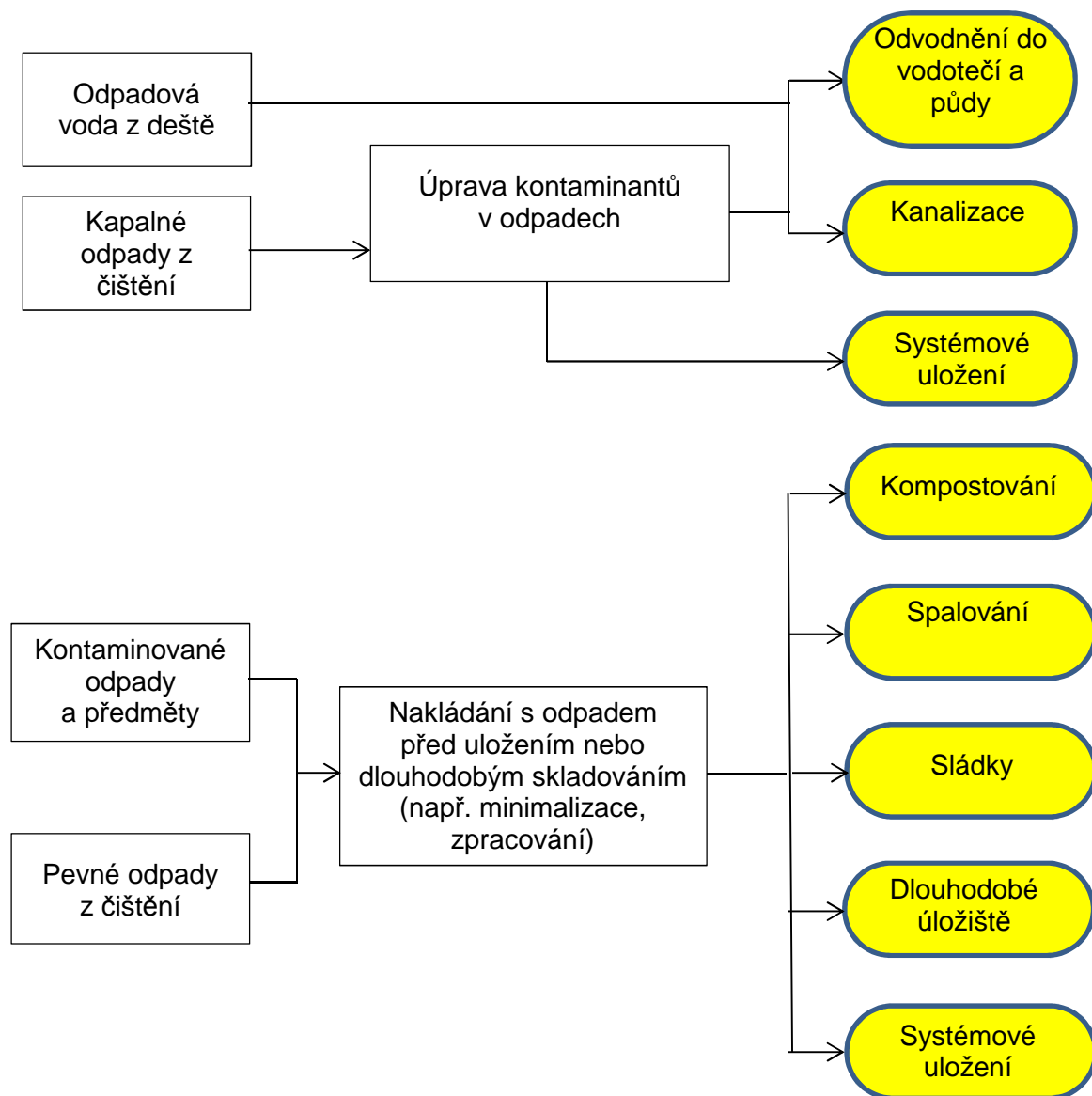
- Ověřit, zda se dá použít stávající strategie nakládání s odpady
  - Poznámka: Stávající skládky komunálního odpadu jsou nedostatečné. Již teď se blíží se čas jejich zaplnění.
- Připravit způsob jak zjistit (odhadnout nebo změřit) objemy různých odpadů a jejich parametrů, a jak tento odhad zpřesňovat
- Připravit prostředky pro odběr vzorků a pro kategorizaci odpadů. Posoudit zda zpracovat odpady na, nebo vně postiženého území
- Připravit časový harmonogram pro ukládání podle významnosti (důležitosti)
- Připravit, kde má smysl dočasné skladování a kde přímo trvalé uložení (s ohledem na poločas radioizotopů)
- Připravit možnosti redukce objemu odpadu ev. recyklace odpadu
- Hledat možná místa pro ukládání velkého množství odpadů s malými nebo velmi malými aktivitami
- Připravit strategii (koncept) jak nakládat s odpady z čištění JE i okolí. Uvažovat také s recyklací a znovu použitím. Vypracovat generický projekt a generickou bezpečnostní studii pro pohavarijní nápravu (včetně trosek). To by pomohlo urychlit projekt, výstavbu a uvedení do provozu bezpečného úložiště odpadů z činností po havárii
- Zajistit takové podmínky na skládkách odpadů, aby nedocházelo k degradaci obalů a bylo možné později odpady odvézt na místo trvalého uložení
- Zajistit ochranu skládek před nedovoleným vstupem, nebo sabotáží

Pamatovat přitom třeba na definitivní uložení s ohledem na formu odpadů.

Při volbě strategie nakládání s odpady se musí zvažovat dopad kontaminovaných odpadů na obyvatelstvo, osob nakládajících s odpady, charakter životního prostředí a způsob nakládání s pevnými a kapalnými radioaktivními odpady.

Přehled způsobů nakládání s pevnými a kapalnými radioaktivními odpady je na Obrázku č. 2.

Obrázek č. 2: Přehled způsobů nakládání s pevnými a kapalnými radioaktivními odpady



## 4.2 Obecné faktory

Nakládání s odpady kontaminovanými radioaktivními látkami a zejména určení vhodného koncového stavu je klíčovým faktorem pro úspěch realizace nápravy. Problémy, které vznikají při nakládání s odpady, vyvolávají požadavky na takové postupy nápravy, při kterých nevznikají buď žádné odpady, nebo jejich omezené množství.

V dokumentech MAAE „Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals No.SF-1“ jsou uvedeny základní principy pro nakládání s odpady, které jsou podrobněji rozpracovány



v dokumentu "Pre-disposal of Radioactive Waste, General Safety Requirements Part 5, No. GSR Part 5". Ačkoliv tyto dokumenty nejsou zaměřeny na nakládání s odpady při nápravě, je možné použít i pro tento případ požadavky na opatření na minimalizaci množství i objemové koncentrace v tomto pořadí – snížení tvorby odpadů, jejich znovupoužití, recyklace, a nakonec jejich uložení jako odpadu.

Odpady generovány při nápravě po jaderné havárii mají specifické fyzikální, chemické a radiobiologické vlastnosti, což způsobuje osobité požadavky na zpracování, balení, skladování, transport a uložení. Velké množství kontaminovaných materiálů vznikne při masívním čištění a dekontaminaci v obývaných územích, zemědělství, lesích a vodních systémech, které budou nejvíce postiženy úniky.

Množství kontaminovaných materiálů, které mohou být shromážděny po čištění, závisí na rozsahu a hloubce kontaminace, charakteru postiženého území. Tyto odpady mají široký rozsah fyzikálních a chemických vlastností. Jsou to například půda, organické materiály, automobily, materiály z budov a silnic, kapaliny, stromy a jiné. Přítomnost organických látek a hnilobných látek v těchto odpadech je zdrojem dalších problémů. Koncentrace radionuklidů v kontaminovaných materiálech může být již od několika desítek Bq/kg.

Případ od případu je třeba přizpůsobit známé technologie pro nakládání s těmito odpady, například redukcí objemu, stabilizace a balení. Požaduje se, aby způsob nakládání s odpady byl bezpečný s uvážením technologických a ekonomických faktorů.

Nakládání s odpady se musí zvažovat ne jako samostatný problém, ale vždy v souvislosti s volbou strategie nápravy. Při realizaci některých postupů nápravy se tvoří vedlejší produkty a způsob jejich uložení se musí zvažovat ještě před uložením. Kontaminované produkty, včetně předmětů s aktivitou nad zavedený limit, vedlejší produkty ze zpracování potravin, exkrementy zvířat krmených kontaminovaným krmivem a půdu bude nutné uložit. Jestli se použije metoda odstranění půdy, vznikne velké množství kontaminované půdy, které se musí dlouhodobě uložit.

Pro zpracování odpadů na postiženém území se mohou použít metody kompostování, rozptýlení mléka a močoviny, nebo zaorání kontaminovaného krmiva. Při zpracování vně postiženého území se mohou použít metody jako například biologické zpracování mléka, spalování mrtvých zvířat, spalování úrody, zpracování mléka a uskladnění mléčných výrobků pro uložení a jiné,

Rozhodnutí, zda zpracovat odpady na, nebo vně postiženého území musí být plánováno přednostně předtím, než odpady vzniknou a pokud je to možné s uvážením možných míst uložení a zdrojů, které jsou k dispozici.

Výběr lokality a metod ukládání radioaktivních odpadů závisí na mnoha faktorech - druhu radionuklidů, dostupných zařízeních pro úpravu odpadů pro transport, klimatických podmínkách, existenci a charakteristice míst pro uložení odpadů. Náklady na úpravu pro transport, transport velkého množství odpadů z kontaminovaného území mohou mít podstatný vliv na výběr lokality. Jistý vliv může mít přijatelnost pro veřejnost.

Určité množství velmi nízké aktivity odpadů by mělo být přednostně uloženo na schválených úložištích, pokud jejich kapacita bude dostatečná. Při velkém množství odpadů je možné uvažovat také se skládkami klasických pevných a nebezpečných odpadů a samozřejmě s budováním nových sládek a úložišť. Přípravu a koordinaci při budování dodatečných kapacit na ukládání odpadů musí převzít místní správa a státní orgány.

## 5 Výběr míst pro ukládání odpadů

Fyzikální a geografické vlastnosti území jsou rozhodující pro určení vhodných možných lokalit pro ukládání radioaktivních odpadů. Území s malým množstvím srážek, vysokým vypařováním, s nízkou hladinou spodních vod a půdou s malými koeficienty migrace jsou nejlepší místa pro výběr úložišť. Existují však i inženýrská řešení na zdokonalení méně vhodných lokalit (například vybudování izolačních nebo betonových stěn případně bunkrů).

Při výběru se musí zvažovat také, zda nejde o území s vysokým rizikem (například záplavové území, území se zvýšenou seismicitou, ekologicky citlivé území). Odhaduje se, že pro uložení 1 milionu m<sup>3</sup> odpadů bude potřebné území s plochou asi 1500 m<sup>2</sup> při předpokládané hloubce 10 m.

Základní parametry sloužící pro výběr míst vhodných na uložení odpadů jsou:

- Charakter a množství odpadů
- Vzdálenost od místa tvorby
- Vlastnosti lokality
- Geologická stabilita
- Budoucí způsob jejího užívání
- Požadavky na podporné služby
- Provozní monitorování
- Institucionální kontrola, včetně monitorování po ukončení provozu
- Náklady.

Jednou z možností při výběru místa na uložení odpadů jsou silně kontaminované území, ve kterém je vyloučený pobyt. Na tomto území mohou být umístěná nová zařízení pro nakládání s odpady pro celý stát. Tím se významně sníží pracnost a náklady na nápravu na velkém území (např. odstranění velkého množství půdy), nebude nutný transport a ukládání odpadu v nekontaminovaném území a současně by se vyloučilo dodatečné ozáření obyvatelstva v blízkosti nových úložišť.

Je žádoucí, aby nebylo příliš mnoho skladovacích míst a úložišť.

Pro uložení jsou vhodné:

- Přirozené prohloubeniny
- Vybagrované jámy a zářezy
- Povrchové valy, vyvýšeniny, pahorky
- Existující vybagrované místa
- Vytěžené doly, jeskyně a jiné podzemní prostory
- Betonové stavby
- Jiné stavby (levné haly připravené ad hoc)
- Zahraboviště (ad hoc)

Příklad ideálního postupu při výběru lokality pro uložení radioaktivních odpadů je v příloze k této metodice.

## 6 Třídění a uvolňování odpadů

Koncentrace radionuklidů ve velké části materiálů vytvořených při čištění bude pravděpodobně nízká, nebo velmi nízká. Proto je důležité:

- Stanovit kritéria pro klasifikaci, zda jde o radioaktivní odpad
- Stanovit kritéria na uvolňování velkého množství odpadu
- Stanovit kritéria na podmíněné ad hoc uvolnění
- Přehodnotit existující systém nakládání s komunálními odpady s cílem využít stávající infrastrukturu (viz přehled skládek v ČR a odhad jejich objemu)
- Stanovit strategii na nakládání s odpadem – sběr na místě, přepravu na dočasné úložiště, redukci objemu spalitelného odpadu, objemovou redukci půdy vymýváním cesia, finální uložení s využitím i stávajících úložišť komunálního odpadu, inventarizace a sledování radioaktivního odpadu.

Depozice radionuklidů na postiženém území není rovnoměrná, a proto před začátkem čištění je třeba podrobně zmapovat kontaminaci na území, kde se předpokládá čištění. Mapování je také užitečné pro následné třídění materiálů shromážděných po čištění podle jejich aktivity na místě sběru.

Kategorizace odpadů z hlediska specifické aktivity a uvolňovací aktivity je uvedena ve Vyhlášce 307/2002 Sb. o radiční ochraně. Tato kritéria se použijí pro ukládání odpadů normálním způsobem.

Třídění materiálů podle aktivity na místě sběru po čištění a předtím, než se smíchají s ostatním shromážděným materiálem na místě dočasného skladování, usnadní další postup při snižování objemu shromážděného materiálu. Pro třídění materiálu do skupin v závislosti na koncentraci radionuklidů musí být sestavena kritéria. Předpokládají se tyto skupiny materiálů:

- pro podmíněné uvolnění
- pro nepodmíněné uvolnění
- nízko aktivní odpady
- odpady s velmi nízkou aktivitou
- neaktivní odpady, resp. odpady s aktivitou menší jako uvolňovací kritérium pro normální podmínky

Materiály skupiny pro nepodmíněné uvolnění mohou být přepracovány, znovupoužity, nebo se s nimi nakládá jako s klasickým komunálním odpadem s použitím existující infrastruktury pro transport, manipulace, zpracování pro snížení objemu a nakonec uložení na skládkách pevných komunálních odpadů.

Pro nakládání s podmíněně uvolněným materiálem je třeba připravit speciální postupy pro transport, zpracování, případně pro recyklaci a uložení na určených skládkách, které jsou vybaveny systémy pro sběr filtrátů, kontrolu plynů a přiměřené monitorování.

Pouze pro materiály klasifikované jako nízko a velmi nízko aktivní je možné požadovat splnění příslušných požadavků pro transport, vhodné zpracování, balení, zařízení pro dočasné skladování a uložení ve schváleném povrchovém úložišti.

Není možné předem odhadnout, na kolika skládkách komunálního odpadu mohou být uloženy navíc další nepodmíněně uvolněné materiály z čištění, nebo kolik z existujících skládek může být určeno pro uložení podmíněně uvolněného materiálu, nebo v jakém rozsahu je možné použít existující infrastrukturu pro nakládání s odpadem na nakládání s dodatečným množstvím odpadu. (seznam existujících skládek je ve správě SITA) ale při rozsáhlé nehodě jsou zcela nedostatečné.

Pro úspěšné ukončení čištění je třeba:

- Sestavit a schválit kritéria pro manipulaci s obrovským množstvím materiálu

- Sestavit a schválit ad hoc kritéria a systém nakládání s podmíněně uvolněným materiálem
- Posoudit možnost úpravy legislativních požadavek týkajících se skládek komunálního odpadu tak, aby bylo možné použít existující infrastrukturu a umožnit uložení velké množství nepodmíněně a podmíněně uvolněného materiálu.

## 7 Parametry ovlivňující nápravu

Kontaminace postiženého území je zdrojem ozáření obyvatel. Specifické údaje, které mohou sloužit pro podporu rozhodování o nápravě, jsou zejména:

- Koncentrace radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí
- Fyzikální a chemické vlastnosti radionuklidů, které mohou ovlivnit jejich pohyb v prostředí
- Vlastnosti půdy, rostlin, zvířat
- Charakter zemědělství a způsob užívání země

Koncentrace radionuklidů v jednotlivých složkách životního prostředí je důležitým parametrem pro nutnost realizace opatření na postiženém území v průběhu několik prvních let po havárii.

Mobilita radionuklidů v zemědělství a v mnohých potravinových řetězcích, zejména ze začátku v půdě, je také důležitým parametrem určujícím důsledky kontaminace a nutnosti nápravy. Jeho význam s časem roste a v konečném důsledku ovlivňuje ozáření obyvatel.

Monitorovací program tedy musí zaručovat, že tyto údaje budou k dispozici a spolu se známými hodnotami přechodových koeficientů mezi jednotlivými složkami životního prostředí mohou sloužit pro předpověď koncentrací aktivity v potravě pro lidi i pro dobytek v postiženém území.

Hlavním cílem monitorování, buď in-situ, nebo odběrem vzorků a jejich analýzou, je tedy spolehlivě pomocí vhodných modelů kvantifikovat prostorové a časové změny v transportu radionuklidů a jejich výsledné koncentrace v potravinách.

## 8 Nakládání s pevnými a kapalnými odpady po dekontaminaci

Každé rozhodnutí o dekontaminaci postiženého území musí být založeno na hodnocení dopadů vznikajících odpadů na obyvatelstvo, osob nakládajících s odpady, charakter životního prostředí a způsob ukládání těchto odpadů. Je také třeba zvážit nevrátlost některých rozhodnutí, a zda se jedná o přechodné řešení, nebo trvalé umístění odpadů.

Do hodnocení je zahrnut odhad aktivity, množství vytvořených odpadů a odhad dávek osob pracujících s odpady a dávky na obyvatelstvo.

Jednou z možností pro nakládání s kapalnými odpady je jejich vypouštění do kanalizace. Tato možnost musí být pečlivě posouzena s ohledem na množství, aktivitu a transportní cesty radionuklidů do životního prostředí a do potravinového řetězce.

## 9 Úloha a zodpovědnost zainteresovaných stran

Náprava postiženého území je komplikovaná a nákladná činnost, která si vyžaduje kompetentní řízení na všech úrovních správy. Jednotlivé orgány mají tyto hlavní role:

Vláda státu – zajistit finanční a materiální prostředky, koordinovat a realizovat opatření na nápravu na státní úrovni, vydat potřebné zákony, komunikovat s regionálními a místními orgány a veřejností.

Regionální a místní orgány a organizace – plnit svoje legislativní povinnosti, podílet se na realizaci obnovy v závislosti na reálných podmínkách v spolupráci s vládou státu, komunikovat se zainteresovanými stranami

Zainteresované strany, mimovládní organizace a veřejnost – spolupracovat, případně aktivně se podílet na realizaci nápravy.

## 10 Informování a komunikace

Kontaminace životního prostředí po radiční havárii může podstatně narušit běžný způsob jejího užívání. Proto informování a komunikace s dotčenými stranami je nejdůležitější bez ohledu na rozsah a závažnost havárie. Způsob komunikace bude mít zřejmě významný vliv na to, jak bude reagovat společnost na havárii a také na celkový úspěch strategie nápravy.

Ačkoliv samotná náprava bude mít přínos, některé činnosti mohou narušit kvalitu života postižených, vyvolat paniku, stres, nebo zhroucení se a následné zdravotní následky. Citlivé jsou zejména staří lidé, rodiny s malými dětmi a těhotné ženy.

Na druhé straně realizace strategie nápravy může ubezpečit veřejnost, že se něco dělá pro její ochranu a dobře působí, když se prokáže, že podmínky života se zlepšili. Pokud se nepodaří úspěšně realizovat nápravné činnosti, může to vyvolat obavy, často v důsledku nedostatečných objektivních informací.

Pokud se plánuje komunikace v čase před havárií, měly by být určeny komunikační kanály, úlohy a zodpovědnosti komunikujících. To umožní v případě skutečné havárie zajistit potřebnou komunikaci a poskytování informací dotčeným. Pokud se způsob komunikace nepřipraví předem, určitě bude velmi obtížné po havárii zajistit, že budou všem poskytnuty vhodné, přesné a konzistentní informace o události.

Důležitým faktorem pro úspěšnou nápravu je, aby lidé v postižené oblasti byli zapojeni a přispěli k nápravě, protože oni mají z nápravy konečný prospěch. Účast postižených je v těchto oblastech:

- **Šíření informací.** Aby lidé pochopili a zapojili se do nápravy, vláda a místní správa se musí snažit šířit vědomosti a poskytovat informace o následcích havárie na zdraví lidí, na životní prostředí a o opatřeních na snížení následků.
- **Konsultace a konsensus.** Vláda a místní správa musí začátek nějaké činnosti oznámit zainteresovaným osobám a dát jim možnost vyslovit názor, případně získat jejich souhlas (například na dekontaminaci budov) a tak se podílet na rozhodování.
- **Spolupráce.** Zainteresované osoby musí spolupracovat s vládou a místní správou, aby činnosti při nápravě probíhaly hladce. Zapojení zainteresovaných osob je rozhodující pro dosažení přijatelného řešení a pro získání důvěry v orgány, které rozhodují o nápravě.

## **SROVNÁNÍ NOVOSTI PŘÍSTUPU**

Metodika pro hodnocení rizika kontaminovaných odpadů po mimořádné události nebyla dosud v České republice zpracována, jedná se tedy o zcela novou metodiku.

## **POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Uplatnění metodiky je cíleno na dotčené orgány státní správy zodpovědné za řešení dopadu radiační havárie mimořádné události s dopadem na okolí jaderného zařízení. (SÚJB, SÚRO, Krizový štáb kraje). Metodika popisuje obecný postup při řešení širokého okruhu problémů, které vzniknou v souvislosti se vznikem odpadů.

## SEZNAM SOUVISEJÍCÍ POUŽITÉ LITERATURY

1. TECHNICAL REPORTS SERIES No. 475 Guidelines for Remediation Strategies to Reduce the Radiological Consequences of Environmental Contamination
2. IAEA Report on Decommissioning and Remediation after a Nuclear Accident. International Experts Meeting Vienna, 28 January–1 February 2013.
3. Final Report of the International Mission on Remediation of Large Areas\_ final report.
4. EURANOS(CAT1)-TN(09)-03: Generic handbook for assisting in the management of contaminated inhabited areas in Europe following a radiological emergency.
5. IAEA Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1: Policies and Strategies for Radioactive Waste Management
6. Akira IZUMO (IAEA): Experience and Challenges in the Remediation of Contaminated Areas after the Fukushima NPP Accident
7. International Atomic Energy Agency, Investigation for Repositories for Solid Radioactive Waste in Shallow Ground, Technical Reports Series No. 216, IAEA, Vienna (1982)
8. PAG Manual. Protective Action Guides And Planning Guidance For Radiological Incidents. Draft for Interim Use and Public Comment, U.S. Environmental Protection Agency, March 2013
9. Pracovní návrh Vyhlášky o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivními odpady

## **PŘÍLOHA:**

### **IDEÁLNÍ POSTUP PŘI VÝBĚRU LOKALITY PRO ULOŽENÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ VZNIKLYCH PŘI NÁPRAVĚ PO HAVÁRII**

Výběr lokality má tyto etapy (fáze)

1. Plánování a úvodní studie
2. Průzkum lokality
3. Předběžný výběr lokality
4. Potvrzení lokality

Ad 1) Plánování a úvodní studie

Cíl: Vypracovat celkový plán a kritéria a posoudit základní údaje. Předpokládané kroky jsou:

- Vypracování plánu včetně harmonogramu a zdrojů
- Určení typů odpadů, jejich zpracování a množství
- Vypracování obecných charakteristik úložiště
- Vypracování kritérií pro výběr území
- Posouzení faktorů a způsobů výběru území. Určení možné lokality
- Posouzení potřeby údajů a způsobů průzkumu území
- Vypracování koncepce úložiště
- Posouzení mechanismu a modelů cest migrace radionuklidů
- Posouzení/výběr bezpečnostních analýz. Vypracování generické bezpečnostní a citlivostní analýzy potřebných pro určení důležitých parametrů

Ad 2) Průzkum lokality

Cíl: Vybrat možné území. Předpokládané kroky jsou:

- Upravit/rozšířit plán podle potřeby
- Vypracování předběžných kritérií pro výběr lokality
- Výběr a inventarizace potencionálních lokalit
- Charakterizace potencionálních lokalit
- Výběr podrobných způsobů hodnocení lokalit
- Vypracování technického projektu pro možný typ lokality
- Upravit model migrace radionuklidů pro možnou lokalitu
- Upravit metodologii, bezpečnostní a citlivostní analýzy podle potřeby

Ad 3) Předběžný výběr lokality.

Cíl: Vybrat možnou/možné lokalitu/lokality. Předpokládané kroky jsou:

- Upravit/rozšířit plán podle potřeby
- Určit kritéria pro potvrzení lokality
- Určit možné lokality
- Výběr lokalitu pro průzkum
- Vypracování charakteristik lokality
- Rozšíření techniky průzkumu lokality podle potřeby
- Vypracování předběžného projektu úložiště
- Ověření modelů pro možné lokality, případně upravit modely
- Rozšířit a upravit metodologii podle potřeby
- Vypracování bezpečnostní zprávy pro vybranou lokalitu



Ad 4)

Cíl: Potvrdit přijatelnost vybrané lokality. Předpokládané kroky jsou:

- Výběr upřednostňovanou lokalitu
- Vypracování podrobnou charakteristiku lokality
- Rozšíření techniky průzkumu lokality podle potřeby
- Vypracování prováděcího projektu úložiště
- Úprava modelu migrace radionuklidů podle nových údajů. Použití modelu pro dlouhodobou předpověď.
- Rozšíření/úprava metodologie podle potřeby
- Vypracování podrobné bezpečnostní zprávy pro vybranou lokalitu.

Poznámka:

V každé fázi výběru lokality se musí brát do úvahy sociální, ekologické faktory a legislativní dokumenty. SÚJB je do výběru lokality zapojen ve smyslu příslušné legislativy.