

OBSAH:

1	ZÁKLADNÍ INFORMACE A STRUKTURA KATALOGU.....	1
1.1	STRUKTURA KATALOGU.....	1
1.2	ZÁKLADNÍ INFORMACE	4
1.2.1	Zásahové úrovně	4
1.2.2	Operační zásahové úrovně.....	4
1.2.3	Referenční nuklid a jednotlivé nuklidy	5
1.2.4	Cesty ozáření	7
1.2.5	Časný a pozdní únik	8
1.2.6	Zdroje dat.....	8
1.2.7	Modelování suché a mokré depozice	9
2	VÝVOJOVÉ DIAGRAMY A TABULKY OPATŘENÍ.....	11
2.1	REFERENČNÍ NUKLID *I-131 (A DÁVKOVÝ PŘÍKON ZÁŘENÍ GAMA)	13
2.1.1	DIAGRAM č.1: Vývojový diagram pro referenční nuklid *I-131 (a pro dávkový příkon záření gama).....	13
2.1.2	Tabulky opatření pro referenční nuklid *I-131.....	15
2.2	JEDNOTLIVÉ NUKLIDY.....	21
2.2.1	DIAGRAM č.2: Vývojový diagram pro jednotlivé nuklidy.....	21
2.2.2	Tabulky opatření pro jednotlivé nuklidy	24
3	NOMOGRAMY PRO ODHADY DÁVEK.....	49
4	NEODKLADNÁ OPATŘENÍ	51
4.1	EVAKUACE	52
4.2	UKRYTÍ.....	59
4.3	SNÍŽENÍ INHALACE RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK	65
4.4	JODOVÁ PROFYLAXE	67
4.5	OMEZENÍ PŘÍSTUPU A UZÁVĚRA ÚZEMÍ	70
5	NÁSLEDNÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ.....	71
5.1	PŘEMÍSTĚNÍ / PŘESÍDLENÍ.....	72

5.2	DEKONTAMINACE POVRCHŮ TERÉNU (PŘÍRODNÍHO I ZÁSTAVBY) ZA ÚČELEM VYHNUTÍ SE PŘEMÍSTĚNÍ NEBO PŘESÍDLENÍ	75
5.2.1	Dekontaminace ploch v zástavbě	76
5.2.2	Dekontaminace nánosů	78
5.3	SNÍŽENÍ VSTUPU VZDUŠNÉ AKTIVITY DO BUDOV	79
5.4	OCHRANNÁ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ PŘÍJMU RADIONUKLIDŮ INHALACÍ	80
5.5	ZABRÁNĚNÍ KONTAMINACE ODĚVU A KŮŽE	81
5.5.1	Nezdržovat se ve vnějším prostoru	82
5.5.2	Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostor.....	84
5.6	ZABRÁNĚNÍ CESTOVÁNÍ NA KONTAMINOVANÉ ÚZEMÍ	85
5.7	ZACHÁZENÍ S DOPRAVNÍMI PROSTŘEDKY Z KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ	86
5.7.1	Vrácení zpět na kontaminované území	87
5.7.2	Dekontaminace	89
5.8	OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ KONTAMINACE VZDUCHOVÝCH FILTRŮ	91
5.8.1	Výměna filtrů ve ventilačních systémech a v dopravních prostředcích z hlediska ochrany osob v blízkosti filtrů.....	92
5.8.2	Ochranná opatření v souvislosti s výměnou filtrů a jejich skladováním (ochrana personálu údržby)	93
5.9	OMEZENÍ POBYTU V NEBO NA KONTAMINOVANÉ VODĚ.....	95
5.10	OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘI NAKLÁDÁNÍ S KONTAMINOVANÝM ODPADEM.....	97
5.10.1	Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu.....	98
5.10.2	Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	98
5.10.3	Omezení pobytu na haldách s odpadem	99
5.11	ZABRÁNĚNÍ/OMEZENÍ FYZICKY NAMÁHAVÉ PRÁCE NEBO SPORTU (SNÍŽENÍ OZÁŘENÍ RESUSPENZÍ) 100	
6	OCHRANNÁ OPATŘENÍ V OBLASTI ZEMĚDĚLSTVÍ A VÝŽIVY	101
6.1	OPATŘENÍ V ČASNÉ FÁZI.....	105
6.2	OPATŘENÍ VE STŘEDNÍ FÁZI	107
6.3	OPATŘENÍ V POZDNÍ FÁZI.....	136
6.4	OPATŘENÍ PRO ZACHÁZENÍ SE ZVĚŘÍ.....	141
6.5	NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ V DOMÁCNOSTECH	145
7	PRACOVNÍ POMŮCKY	147
7.1	INES.....	147

7.2	JADERNÉ ELEKTRÁRNY V EVROPĚ	148
7.2.1	Seznam jaderných elektráren v Evropě.....	148
7.2.2	Popis jednotlivých kategorií úniku z jaderných elektráren uvažovaných v první fázi bezpečnostní studie "German Risk Study"	161
7.2.3	Popis jednotlivých kategorií úniku z jaderných elektráren uvažovaných ve druhé fázi bezpečnostní studie "German Risk Study"	162
7.3	VÝZNAMNOST RADIONUKLIDU I-131 VZHEDEM K JEHO PODÍLU NA CELKOVÉ DÁVCE	170
7.4	ODHAD ČASOVÉHO INTEGRÁLU OBJEMOVÉ AKTIVITY V OVZDUŠÍ NA ZÁKLADĚ ZNALOSTI VELIKOSTI ÚNIKU (NA ZÁKLADĚ ZNALOSTI ZDROJOVÉHO ČLENU).....	171
7.5	DOPLŇKOVÉ INFORMACE TÝKAJÍCÍ SE ROZHODOVÁNÍ PŘI PŘIJÍMÁNÍ OPATŘENÍ NA OCHRANU OBYVATEL	175
7.5.1	Evakuace	175
7.5.2	Ukrytí.....	178
7.5.3	Opatření ke snížení inhalace radioaktivních látek	182
7.5.3.1	Opatření ke snížení vstupu vnějšího kontaminovaného vzduchu do budov	182
7.5.3.2	Používání provizorní ochrany dýchacího ústrojí	183
7.5.4	Jódová profylaxe	184
7.5.5	Omezení nebo zákaz vstupu do ohrožených oblastí	186
7.6	DOPLŇKOVÉ INFORMACE PRO PŘIJÍMÁNÍ OPATŘENÍ V OBLASTI PREVENTIVNÍ RADIAČNÍ OCHRANY..	187
7.6.1	Trvalé/dočasné přesídlení.....	187
7.6.2	Dekontaminace s cílem vyhnout se vystěhování lidí	188
7.6.3	Dekontaminace dětských pískovišť	191
7.6.4	Ochrana před kontaminací oděvu a kůže	193
7.6.4.1	Zabránění pobytu ve vnějším prostředí.....	193
7.6.4.2	Použití pláštěů do deště a gumových bot	194
7.6.5	Výměna oděvu a bot po pobytu ve vnějším prostředí	195
7.6.5.1	Umytí nechráněných částí těla/vlasů po pobytu ve vnějším volném prostoru	196
7.6.6	Cestování na kontaminované území, zrušení a omezení.....	197
7.6.7	Manipulace s dopravními prostředky nebo jinými předměty z kontaminovaných území.....	199
7.6.7.1	Vrácení kontaminovaných dopravních prostředků/předmětů zpět.....	199
7.6.7.2	Dekontaminace dopravních prostředků	200
7.6.7.3	Použití ochranných oděvů při měření a dekontaminaci	201
7.7	OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ KONTAMINACE VZDUCHOVÝCH FILTRŮ	203
7.7.1	Výměna filtrů ve ventilačních systémech a dopravních prostředcích	203
7.7.2	Ochranná opatření při výměně filtrů	204
7.8	OMEZENÍ POBYTU V OKOLÍ KONTAMINOVANÝCH POVRCHOVÝCH VOD	206
7.9	OCHRANNÁ OPATŘENÍ V SOUVISLOSTI S NAKLÁDÁNÍM S KONTAMINOVANÝMI PŘEDMĚTY	207
7.9.1	Omezení doby pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu.....	207

7.9.2	Omezení pobytu v čistírnách odpadních vod.....	208
7.9.3	Stínění a omezení doby pobytu na kalojemech.....	208
7.10	OMEZENÍ / ZÁKAZ TĚŽKÉ FYZICKÉ PRÁCE NEBO SPORTU (SNÍŽENÍ OZÁŘENÍ INHALACÍ)	209
7.11	DOPLŇKOVÉ INFORMACE K ROZHODOVÁNÍ O OPATŘENÍCH V OBLASTI ZEMĚDĚLSTVÍ A VÝŽIVY	210
7.11.1	Základní právní rámec (formální informace).....	210
7.11.2	Základní informace pro stanovení operačních zásahových úrovní	218
8	TEORETICKÉ ZÁKLADY	223
8.1	DÁVKA A DÁVKOVÝ PŘÍKON	223
8.2	OZÁŘENÍ Z MRAKU	225
8.2.1	Zevní ozáření zářením gama z mraku.....	225
8.3	OZÁŘENÍ Z KONTAMINOVANÉHO TERÉNU	226
8.3.1	Zevní ozáření zářením gama z kontaminovaného terénu	226
8.3.2	Depozice radioaktivních látek na terénu.....	227
8.3.3	Zevní ozáření zářením z kontaminovaného odpadu	229
8.4	ÚVAZEK INHALACÍ	230
8.4.1	Resuspenze	231
8.4.2	Úvazek inhalací radioaktivních částic při manipulaci s radioaktivním odpadem	232
8.5	ODVRÁCENÁ DÁVKA V DŮSLEDKU DEKONTAMINACE, STUPEŇ DEKONTAMINACE JAKO MÍRA ÚČINNOSTI OPATŘENÍ	233
8.6	OZÁŘENÍ Z KONTAMINOVANÝCH PŘEDMĚTŮ	234
8.6.1	Povrchová kontaminace.....	234
8.6.2	Zevní ozáření zářením gama z kontaminovaných filtrů	235
8.6.3	Ozáření kolem nádrží s kontaminovaným kalem.....	236
8.7	OZÁŘENÍ OD KONTAMINOVANÉ POVRCHOVÉ VODY	237
8.7.1	Zevní ozáření zářením gama při pobytu na břehových usazeninách.....	237
8.7.2	Zevní ozáření zářením gama při koupání a potápění.....	238
8.7.3	Zevní ozáření zářením gama při pobytu na sedimentačních polích.....	238
8.8	KONTAMINACE KŮŽE	239
8.9	KONVERZNÍ FAKTORY	240
8.10	KONVERZNÍ FAKTOR NA PŘEPOČET AKTIVITY NA KONTAMINOVANÉM ODĚVU NA PŘÍKON EFEKTIVNÍ DÁVKY OD ZÁŘENÍ GAMA.....	251
8.11	POZNÁMKY A ZÁKLADNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČTY TÝKAJÍCÍ SE OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ OZÁŘENÍ INGESCÍ	253

8.11.1	Základní údaje pro výpočet operačních zásahových úrovní pro ingesci podle modelu PARK.	254
8.11.1.1	Suchý spad.....	254
8.11.1.2	Mokrý spad (vymývání atmosféry)	255
9	PŘÍKLADY POUŽITÍ KATALOGU	277
9.1	PŘÍKLADY S DATY DOSTUPNÝMI V ČASNÉ FÁZI HAVÁRIE (DATA Z HAVAROVANÉ ELEKTRÁRNY).....	277
9.1.1	Data z prvního hlášení z havarované elektrárny	277
9.1.1.1	Příklad: Využití informace o popisu havárie	278
9.1.1.2	Příklad: Využití informace o stupni havárie podle INES.....	280
9.1.2	Dostupná data z následného hlášení z havarované elektrárny resp. ze sousední země	281
9.1.2.1	Příklad: Využití informace o zdrojovém členu na základě následného hlášení ze sousední země	282
9.2	PŘÍKLADY S DATY DOSTUPNÝMI V ÚNIKOVÉ RESP. POÚNIKOVÉ FÁZI HAVÁRIE	283
9.2.1	Příklad: Posouzení opatření "Evakuace po přechodu mraku" na základě měření dávkového příkonu z depozitu	283
9.2.2	Příklad: Navrhnout opatření na základě měření časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu	284
9.2.3	Příklad: Použití šablony a nomogramů	286
10	LITERATURA.....	287
10.1	ZÁKLADNÍ LITERATURA.....	287
10.2	LITERATURA	288

1 Základní informace a struktura Katalogu.

Revize (r.2003) "Katalogu doporučení a opatření v případě mimořádné události závažné z hlediska radiační ochrany" byla provedena na základě nových poznatků pocházejících z havarijní příručky britské NRPB (zejména tabulky nově stanovených konverzních faktorů pro výpočet dávky/příkonu dávky z objemové aktivity nebo z depozitu) a na základě výstupů a výsledků projektu evropské unie s názvem "STRATEGY" (= Compendium of Countermeasures for Agricultural, Aquatic, Urban and Industrial Environments, Social Conditions and Waste Disposal Options), který se věnuje i analýze sociálních dopadů a etickým dopadům ochranných opatření a postupům pro analýzu nákladů na ochranná opatření (cost benefit).

1.1 Struktura Katalogu

Katalog je strukturován tak, aby výběr příslušného opatření v dané situaci byl co nejjednodušší a aby proces výběru byl co nejefektivnější. To znamená, že radiační situace a další předpokládané dostupné informace mají podstatný vliv na strukturu Katalogu.

Kapitola 1 - Základní informace a struktura Katalogu opatření

Obsahuje vysvětlení použitých termínů, nezbytných okrajových podmínek, popis struktury a praktického použití Katalogu.

Kapitola 2 - Vývojové diagramy a tabulky opatření

Vývojové diagramy obsažené v této kapitole slouží jako první přiblížení k tabulkám opatření s kritérii pro výběr nezbytných opatření. Odděleně jsou uvedeny diagramy pro tzv. "referenční nuklid" a diagramy pro jednotlivé nuklidy. Toto rozdělení zohledňuje možné odlišnosti ve vstupních informacích, které jsou v daném okamžiku dostupné, a umožňuje zohlednit různé podmínky úniku RA látek, pokud jsou známy.

Na levé straně diagramů jsou uvedeny vstupní informace, které představují měřená nebo predikovaná data týkající se kontaminace životního prostředí, jako např. časový integrál objemové aktivity v ovzduší, dávkový příkon, kontaminace terénu nebo aktivita jednotlivých nuklidů. Tyto vstupní informace slouží jako vodítko pro přijetí rozhodnutí o nezbytných opatřeních. V diagramech je

uveden rozsah možných opatření, je uvedena nejnižší operační zásahová úroveň, která je v dané souvislosti aplikovatelná a pro uživatele je uveden odkaz na příslušnou tabulku opatření.

V tabulkách opatření jsou uvedena všechna opatření, která jsou relevantní pro daný typ počáteční informace (např. pro časový integrál objemové aktivity v ovzduší), a to ve formě klíčových slov nebo krátkého popisu. Údaje v každé tabulce jsou seřazeny vzestupně podle specifických operačních zásahových úrovní (1. sloupec) a podle výchozího nuklidu. Taková struktura umožňuje rychle stanovit rozsah opatření, která mají být přijata nebo která mají být zvažována.

Kapitola 3 - Nomogramy pro odhady dávek

Tato kapitola obsahuje další informace pro hodnocení situace ve formě nomogramů pro odhad dávek.

Kapitola 4 až 6 - Opatření na ochranu obyvatelstva

Tato problematika je v Katalogu rozdělena na:

- neodkladná opatření (Kapitola 4);
- následná opatření (Kapitola 5) s výjimkou opatření týkajících se zemědělství a výživy;
- následná opatření v oblasti zemědělství a výživy (Kapitola 6).

V souladu s odkazy uvedenými v tabulkách opatření obsahuje každá z těchto kapitol tabulky s nejdůležitějšími aspekty vzhledem k uskutečnitelnosti opatření, možným omezením, účinnosti a dalším podrobnostem týkajících se operačních zásahových úrovní.

Pokud to bylo možné, opatření v těchto kapitolách byla seřazena na základě jejich naléhavosti (zejména Kap. 4), nebo na základě jejich důležitosti a časové posloupnosti (zejména Kap. 6).

V některých případech jsou uvedeny odkazy na pracovní pomůcky v Kapitole 7 nebo na rovnice a teorii uvedenou v Kapitole 8.

Kapitola 7 - Souhrn pracovních pomůcek

Tato kapitola obsahuje souhrnné informace, které mohou být důležité nebo užitečné při práci s Katalogem a které - v souvislosti s celkovým rozsahem - by mohly udělat Katalog nepřehledným, kdyby byly umístěny jinde. Zde jsou umístěny soubory dat (např. tabulky inventáře JE), dodatečné informace týkající se tabulek v kapitole 4 až 6 a další informace.

Kapitola 8 - Teoretické základy

Tato kapitola obsahuje soubor teoretických poznatků, na základě kterých byl Katalog připraven. Jsou v ní uvedeny nejdůležitější rovnice. Kapitola 8 představuje informační základnu a pomůcku pro pochopení Katalogu a měla by být také chápána jako studijní materiál. Jen v několika málo případech je možné nebo vhodné při reálné aplikaci opatření konzultovat příslušný postup s teoretickými poznatky v této kapitole, i to pouze za předpokladu, že uživatel má potřebnou teoretickou zdatnost a praktickou zkušenost a dostatek času.

Kapitola 9 - Příklady

Tato kapitola obsahuje příklady, které vysvětlují práci s Katalogem.

Literatura

V seznamu literatury jsou uvedeny citace a odkazy z textu Katalogu a zároveň je uvedena základní studijní literatura, která může sloužit k prohloubení znalostí uživatele Katalogu.

1.2 Základní informace

1.2.1 Zásahové úrovně

Hlavním kritériem pro přijetí rozhodnutí o ochranných opatřeních je očekávaná dávka z ozáření jednou nebo několika cestami. Každé uvažované ochranné opatření musí přerušit příslušnou expoziční cestu nebo přinejmenším musí účinně redukovat ozáření touto cestou. Zásahové úrovně jsou definovány ve vyhlášce SÚJB č.307/2002 Sb. o radiační ochraně.

V případech, kdy vyhláška SÚJB č.307/2002 Sb. neobsahuje zásahové úrovně pro specifická opatření (např. pro nakládání s kontaminovanými filtry), je v Katalogu aplikována hodnota dávky 1 mSv, která slouží jako referenční úroveň místo zásahové úrovně. Zavedení referenční úrovně dávky 1 mSv v těchto případech nesmí být interpretováno jako zásahová úroveň 1 mSv.

V případě výpočtů operačních zásahových úrovní pro opatření v oblasti příjmu potravin (viz 1.2.2) jsou aplikovány maximální přípustné hodnoty radioaktivity v potravinách podle směrnic EU. Tyto maximální přípustné hodnoty podle EU byly stanoveny tak, aby úvazek dávkového ekvivalentu při konzumaci potravin nepřevýšil hodnotu 5 mSv.

1.2.2 Operační zásahové úrovně

Obecné zásahové úrovně nejsou nejvhodnějším nástrojem pro přijímání okamžitých opatření, protože to jsou vypočtené údaje (zejména efektivní dávka) a nemohou být získány přímo měřením. Definované obecné zásahové úrovně slouží jako vodítko pro stanovení konkrétních parametrů, které jsou v reálné situaci měřitelné. Tyto parametry jsou nazvány operačními zásahovými úrovněmi.

Vhodné měřitelné parametry jsou:

- dávkový příkon;
- objemová aktivita ve vzduchu (časový integrál);
- povrchová kontaminace (terénu, objektů, kůže);
- hmotnostní a objemová aktivita, např. v potravinách a pitné vodě, v krmivu, v půdě, v povrchových vodách.

Kromě těchto měřitelných parametrů, zejména v předúnikové fázi havárie, jsou pro přijímání opatření využívány další informace, např. inventář radioaktivních látek, které mohou být uvolněny, a to podle

možnosti v kombinaci s informací o stavu bariér sloužících k zabránění úniku RA látek (předpokládaný zdrojový člen).

Operační zásahové úrovně jsou stanoveny modelovými výpočty, které popisují vztah mezi dávkou (mezi zásahovou úrovní) a odvozenou úrovní. Obvykle musí být při výpočtech aplikovány další pomocné předpoklady. Takovými typickými předpoklady jsou radionuklidové složení předpokládaného úniku a trvání úniku (předpokládaný zdrojový člen), trvání přechodu radioaktivního mraku, meteorologické parametry typu rychlost větru a intenzita srážek, geometrie ozáření a scénář ozáření.

Celková tendence je přijímat předpoklady pro výpočty dosti opatrně tak, aby vzniklo spíše riziko, že opatření bude přijato příliš brzy než příliš pozdě.

Z tohoto důvodu musí být při aplikaci Katalogu v reálné situaci co nejdříve ověřeno, zda jsou v dané situaci předpokládané okrajové podmínky aplikovatelné. Jestliže je to nutné, musí být provedeno přizpůsobení na konkrétní situaci.

Maximální úrovně EU pro obsah aktivity v potravinách jsou již zároveň operačními zásahovými úrovněmi (v daném případě hmotnostní aktivita). Ty ovšem umožňují vytvořit další odvozené úrovně (např. týkající se kontaminace terénu), které mohou v zemědělství sloužit jako indikátory budoucí hmotnostní aktivity v krmivu nebo v potravinách.

V souvislosti s opatřeními v oblasti zemědělství a výživy jsou v některých částech Katalogu uvedeny ještě další horní operační zásahové úrovně. Jestliže jsou tyto horní operační zásahové úrovně překročeny, obvykle nebude možné dodržet maximální úrovně stanovené EU, i když budou přijata příslušná opatření. V této souvislosti, nezávisle na maximálních úrovních EU, je při výpočtech kalkulovaná i účinnost opatření vyjádřena stupněm dekontaminace (viz Kap. 8).

1.2.3 Referenční nuklid a jednotlivé nuklidy

V případě, kdy při určité události jsou k dispozici pouze měřená data pro vybrané radionuklidy (nebo kdy započtení mnoha radionuklidů nemůže být vykonáno bez výpočetní techniky), je pro účely všech opatření s výjimkou ingesce (Kap. 6) aplikováno základní radionuklidové složení úniku tak, jak bylo stanoveno v havarijních scénářích podle německé studie bezpečnosti [DRSA].

Jako konzervativní scénář bylo přijato složení úniku podle kategorie 2 německé studie bezpečnosti [DRSA].

Podle tohoto přístupu jsou operační zásahové úrovně stanoveny pro tzv. referenční nuklid. Při výpočtu operačních zásahových úrovní byly ovšem uvažovány příspěvky k celkové dávce od celé referenční radionuklidové směsi, tj. nebyl započten pouze příspěvek referenčního nuklidu. Z čistě formálního hlediska je možné vzít jako referenční kterýkoliv jednotlivý radionuklid z předpokládané (referenční) radionuklidové směsi. Ovšem z důvodu snížení neurčitosti je vhodné, aby referenční nuklid sám vytvářel podstatnou část celkové dávky. V případě krátkých dob ozáření (< 4 týdny) je takovým nuklidem jednoznačně I-131 (viz: Tab. 7.3-1). I-131 je navíc reprezentantem dávky od celé skupiny jódů, která se podílí běžně na 1/4 až 1/2 celkové dávky, v závislosti na cestě ozáření. V té souvislosti jsou mnohé monitorovací programy nastaveny na měření I-131. Referenčním nuklidem je tedy I-131.

V souvislosti s přepočtem na dávku způsobí aplikace zvoleného radionuklidového složení úniku v porovnání s jinými známými typy úniků (za předpokladu, že poměr aktivity uvolněného jódu k aktivitě ostatních nuklidů odpovídá jejich poměru v aktivní zóně) konzervativní odchylku danou faktorem menším než 2. V případě filtrovaných úniků nebo obecně v případě, kdy poměr aktivity uvolněného jódu k aktivitě ostatních nuklidů v úniku je výrazně odlišný od jejich poměru v AZ, je nevyhnutelné vyhodnotit skutečně uniklou směs nuklidů, protože v opačném případě může dojít k značnému nadhodnocení dávkových příkonů nebo operační zásahové úrovně budou neadekvátně nízké.

Operační zásahové úrovně, které jsou vztaheny k referenčnímu nuklidu a následně předpokládají příspěvky k dávce od ostatních radionuklidů, jsou v tomto dokumentu označeny * před jménem nuklidu, tedy např. *I-131.

Operační zásahové úrovně pro referenční nuklid *I-131 jsou stanoveny za předpokladu, že dávky na jejichž základě jsou tyto úrovně odvozeny, jsou tvořeny příspěvky všech nuklidů z příslušné radionuklidové směsi tvořící zdrojový člen (tj. složení a velikost úniku v době úniku).

Operační zásahová úroveň pro *I-131 by měla být přednostně použita v každé situaci, kdy nelze vyloučit, že kromě I-131 unikly i další radionuklidy, tj. s výjimkou případů, kdy je jasně prokázáno, že nuklidové složení úniku je významně odlišné od složení v aktivní zóně reaktoru.

Pro ingesci není aplikace konceptu referenčního nuklidu vhodná, protože efektivnost přijímaných opatření je vysoce závislá na specifických vlastnostech nuklidů (např. radioaktivní přeměna, biochemické vlastnosti nuklidů).

Obdobně v případě událostí s únikem ze zdroje jiného než je lehkvodní reaktor je nezbytné vrátit se zpět ke kalkulaci založené na jednotlivých nuklidech, protože v tomto případě může být nuklidové složení úniku zjevně odlišné od složení, které bylo použito při výpočtech zohledňujících referenční nuklid. Proto jsou všude, kde je to nezbytné, uvedeny také operační zásahové úrovně pro jednotlivé nuklidy.

Operační zásahové úrovně pro jednotlivé nuklidy jsou uvedeny pro I-131, Cs-137, Sr-90, Pu-239, Am-241, Xe-133. V případě ingesce může být operační zásahová úroveň pro I-131 přibližně použita pro celou skupinu jódů a telurů, operační zásahová úroveň pro Sr-90 pro celou skupinu stroncií a obdobně zásahová úroveň pro Cs-137 pro všechny nuklidy emitující záření gama s poločasem přeměny větším než 10 dnů.

V případě potravin nebyly operační zásahové úrovně stanoveny pro každý jednotlivý nuklid a pro každou jednotlivou složku potravy. Důvodem je skutečnost, že při odvození operačních zásahových úrovní pro relevantní skupiny nuklidů byly přijaty konzervativní předpoklady týkající se stravovacích návyků a prostorové kontaminace složek životního prostředí. V případě složitějšího nuklidového spektra může být aplikována rovnice pro superpozici, viz kapitola 8, část 8.11.

1.2.4 Cesty ozáření

Pro stanovení operačních zásahových úrovní jsou relevantní různé cesty ozáření, a to samostatně nebo v kombinacích, v závislosti na scénáři. V podstatě jsou v případě havarijního úniku možné následující cesty ozáření:

- zevní ozáření zářením gama z mraku;
- zevní ozáření zářením beta z mraku (není uvažováno v Katalogu);
- ozáření zářením gama z externích zdrojů;
- ozáření zářením gama z terénu;
- ozáření zářením beta z terénu (není uvažováno v Katalogu);
- ozáření způsobené kontaminací kůže a oděvu;
- ozáření způsobené inhalací;
- ozáření způsobené ingescí.

V případě jaderné havárie s rozsáhlými úniky radioaktivních látek mají z hlediska času a prostoru různé cesty ozáření různou významnost:

- V zóně do 10 až 20 km od místa havárie jsou pro krátkodobá i pro dlouhodobá ochranná opatření relevantní ozáření zářením gama z mraku, inhalace a ozáření zářením gama z terénu. Spolu se zavedením neodkladných ochranných opatření je automaticky zaveden zákaz konzumace čerstvých potravin. Opatření, která se týkají preventivní radiační ochrany, by měla být v této zóně odložena až do doby, kdy přestane akutní ohrožení obyvatelstva.

- V zóně do 100 km od místa havárie se stávají ozáření zářením gama z mraku a inhalace méně důležitými z hlediska akutního rizika pro obyvatelstvo. V této zóně budou opatření vyžadována zejména kvůli ingesci a ozáření zářením gama z terénu. Tato opatření zahrnují např. monitorování

potravin a omezení jejich použití; v části zóny blíže k místu havárie se mohou vyskytnout také opatření typu přesídlení a dekontaminace.

- Ve vzdálené oblasti (nad 100 km) se opatření zaměří zejména na preventivní radiační ochranu, protože příspěvek ozáření zářením gama z terénu k celkovému ozáření v této zóně bude již zjevně klesat. Přitom ozáření zářením z terénu může i tady být nezanedbatelné, ale kvůli rozsahu postižené oblasti pravděpodobně nebude možné tuto cestu ozáření účinně ovlivnit opatřeními. Pro tuto oblast může být v podstatě aplikováno celé spektrum opatření preventivní radiační ochrany včetně profylaktických opatření, zejména když lze v těchto vzdálenostech očekávat dostatečnou časovou rezervu pro přijetí opatření.

1.2.5 Časný a pozdní únik

Vzhledem ke změnám v relativním zastoupení nuklidů v úniku v závislosti na době úniku, např. kvůli radioaktivní přeměně, procesům depozice v jednotlivých částech jaderného zařízení, změnám chemických forem jódu, jsou v Katalogu zřetelně odlišeny dva úniky podle časového hlediska. Časný únik je únik, který nastane 6 hodin od odstavení reaktoru (ve skutečnosti od předpokládaného ukončení štěpné reakce v aktivní zóně reaktoru). Tento únik je aplikován také v situaci, kdy není znám čas úniku. Pozdní únik je únik, který nastane přibližně 120 hodin od odstavení reaktoru (od ukončení štěpné reakce v aktivní zóně reaktoru).

1.2.6 Zdroje dat

V časně fázi události bude obvykle k dispozici pouze prognóza kontaminace životního prostředí. Tato prognóza je běžně zatížena značnou neurčitostí v závislosti na vstupních datech, ze kterých vychází. Neurčitost je způsobena zejména neurčitostí týkající se zdrojového členu (složení úniku a časového průběhu úniku do okolí) a neurčitostí týkající se přenosu radionuklidů do velkých vzdáleností nebo za dlouhou dobu.

Katalog umožňuje uživateli, aby vykonal své vlastní odhady a předpovědi na základě dostupných primárních dat. V takovém případě je zvláště důležité kritické zhodnocení primárních dat, zhodnocení použitelnosti informací obsažených v Kap. 8 a odborná zkušenost uživatele.

Na druhé straně jsou pro rozhodování mnohem spolehlivější a vhodnější měřené hodnoty kontaminace životního prostředí stanovené kvalifikovanými organizacemi. Nevýhodou v tomto případě je samozřejmě skutečnost, že měření lze provádět pouze v situaci, kdy aktivita již dosáhla daného místa, a tedy zůstává malá (nebo i žádná) časová rezerva pro přijetí preventivních opatření.

V konečném důsledku z uvedeného plyne, že rozhodnutí o preventivních opatřeních musí být obvykle přijato na základě relativně neurčité prognózy.

1.2.7 Modelování suché a mokré depozice

Mechanismus depozice (suchá depozice a depozice při srážkách) podstatně ovlivňuje kontaminaci terénu a povrchů rostlin. V důsledku toho jsou v Katalogu obvykle zřetelně odlišeny kritéria pro suchou a mokrou depozici.

Pro suchou depozici a pro stanovení ozáření z mraku a inhalací je vhodným vstupním parametrem časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu. Tento parametr může být odhadován při znalosti velikosti úniku (zdrojového členu), když je známa kategorie stability a rychlost větru.

V souvislosti se stanovením mokré depozice (déšť) vystupují další parametry, které nejsou známy při výpočtech prognózy radiační situace, a tím spíše nebyly známy při výpočtech operačních zásahových úrovní. To se týká zejména:

- časově závislé distribuce aktivity v přízemní vrstvě vzduchu v určitém bodu, ve kterém byl měřen časový integrál objemové aktivity;
- trvání a časově závislé distribuce intenzity srážek, které vedou ke stanovení množství srážek;
- kombinace výše uvedených parametrů, která v konečném důsledku určuje celkovou aktivitu deponovanou mokrou depozicí.

Chybějící informace musí být nahrazeny vhodnými předpoklady.

V případě mokré depozice jsou aplikovány 2 různé modelové přístupy:

- pro opatření týkající se oblastí bez zemědělského využití je aplikován předpoklad, že během celého přechodu mraku v dané oblasti je konstantní intenzita srážek (na úrovni 1 mm/h a 5 mm/h).

Pozn.: Tento předpoklad odpovídá např. specifikovanému přístupu pro licenční proces v případě hodnocení havarijních úniků v SRN.

- pro opatření týkající se zemědělských oblastí (omezení hmotnostní aktivity v potravinách) je při výpočtu operačních zásahových úrovní aplikován předpoklad takového množství deště, které vede k úplnému vymytí objemové aktivity v ovzduší.

Modelování na základě intenzity deště:

Při tomto způsobu modelování deponice během deště se předpokládá konstantní srážková rychlost během celého období, ve kterém je přítomna vzdušná aktivita (definovaná jako časový integrál objemové aktivity) v daném místě. Intenzita deště v tomto případě je konzervativní a vede k vysokým úrovním deponice. Tím je ovlivněno hodnocení kontaminace terénu, pro které se používá v Katalogu jako kritérium právě časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě ovzduší. Důsledkem toho jsou v případě deště nižší hodnoty operačních zásahových úrovní pro časový integrál objemové aktivity v ovzduší. V důsledku deště dochází k identické kontaminaci povrchů při nižší úrovni časového integrálu objemové aktivity v ovzduší.

Pro zohlednění intenzity deště v dané situaci lze využít tabelované operační zásahové úrovně s pomocí obrázků **Obr.7.11-3** a **Obr.7.11-4**. Zároveň je nezbytné vzít v úvahu poznámky u diagramů týkajících se aplikace příslušného konverzního faktoru.

Modelování na základě množství spadlého deště:

Množství deště, tj. časový integrál intenzity srážek, je použito na modelování deponice v souvislosti s opatřeními týkajícími se potravin. V tomto případě musí být k dispozici měřená objemová aktivita nuklidů nebo její prognóza a zároveň musí být pro výpočet aplikovány další předpoklady, např. výška směšovací vrstvy.

2 Vývojové diagramy a tabulky opatření

Tato kapitola obsahuje diagramy a tabulky s informacemi o opatřeních zahrnutých v Katalogu a obsahuje detailní schéma procedury (Obr.2-1) vedoucí k doporučení opatření.

Tabulky opatření lze aplikovat při použití vývojových diagramů, které odlišují mezi referenčním nuklidem a konkrétním nuklidem, a za předpokladu, že jsou známa relevantní data. Tyto tabulky obsahují opatření pro referenční nuklid a pro jednotlivé nuklidy.

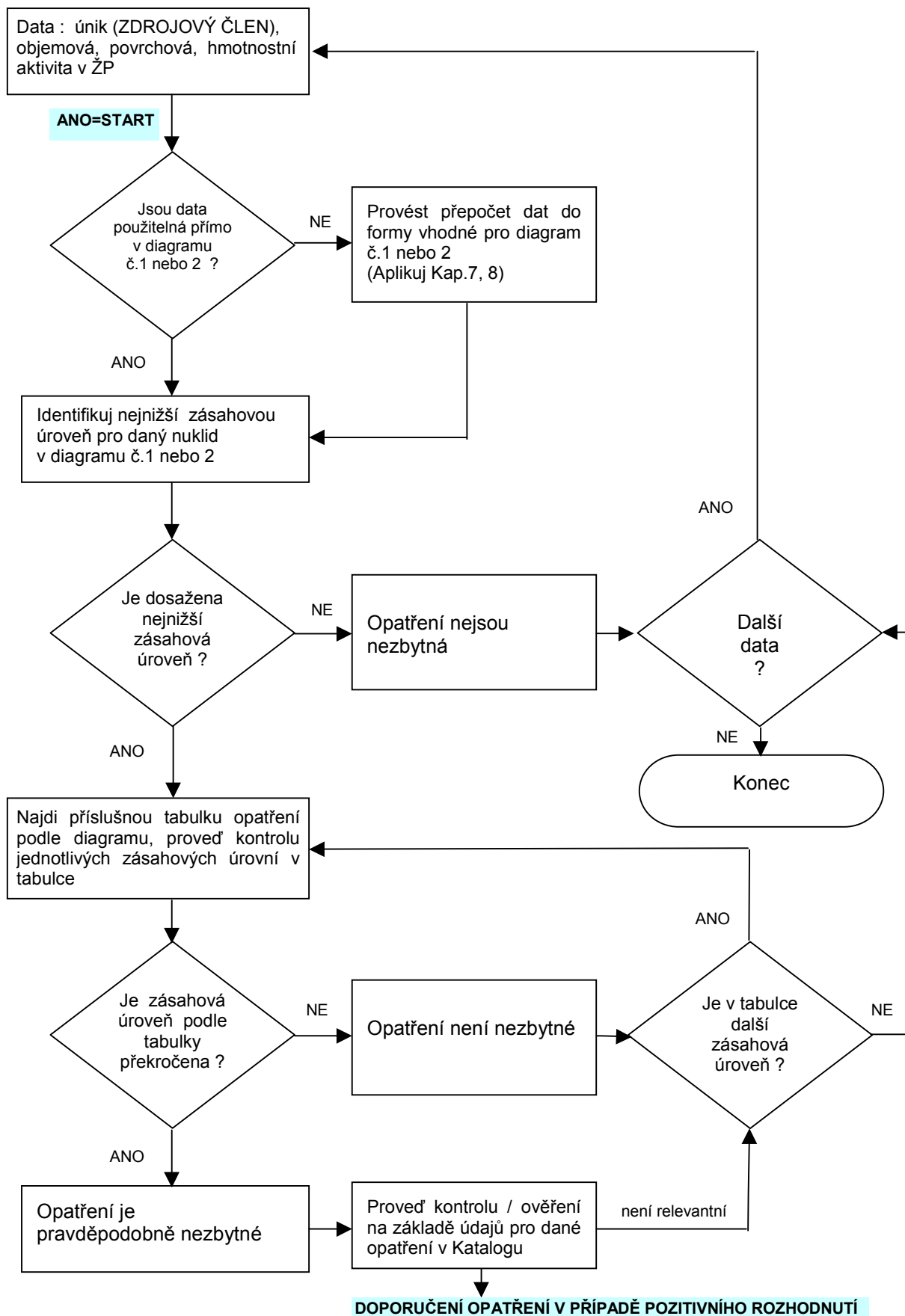
Opatření jsou seřazena podle velikosti operační zásahové úrovně.

V tabulkách jsou zároveň uvedeny odkazy na další zdroje informací. Tato struktura spolu s dalšími informacemi umožňuje diskutovat a rozhodovat o opatřeních, která mají být přijata nebo která mají být zvažována.

Je důležité si uvědomit, že v souvislosti s aktivitou radioaktivního materiálu je:

- ve vývojových diagramech uvedena příslušná nejnižší operační zásahová úroveň, která v různých případech odpovídá různým opatřením;
- v tabulkách uvedena operační zásahová úroveň odpovídající vždy danému opatření.

Obr.2-1 Detailní schéma procedury vedoucí k doporučení opatření - zjednodušená verze.



2.1 Referenční nuklid ¹³¹I (a dávkový příkon záření gama)

2.1.1 DIAGRAM č.1: Vývojový diagram pro referenční nuklid ¹³¹I (a pro dávkový příkon záření gama)

Vývojový diagram obsahuje odkazy na opatření v případě, že při události jsou dostupná pouze data (měřená data nebo data z prognózy) o kontaminaci životního prostředí pro referenční radionuklid. Vývojový diagram odkazuje na vstup do příslušné tabulky opatření a indikuje pro referenční nuklid ¹³¹I nejnižší možnou hodnotu operační zásahové úrovně. Referenční nuklid reprezentuje všechny nuklidy a skupiny nuklidů.

Operační zásahové úrovně pro referenční nuklid jsou stanoveny za předpokladu, že příslušné dávky jsou způsobeny všemi nuklidy z uvažovaného zdrojového členu, viz [Tab.7.2-3](#) a [Tab. 7.2-4](#), tedy ne pouze jediným nuklidem.

Jestliže se ¹³¹I použije jako referenční nuklid v případě jiných analyzovaných kategorií úniku, bude se výsledná dávka lišit od vypočtené maximálně faktorem 2, tj.bude 2x vyšší nebo 2x nižší.

Pro ingesci není aplikace konceptu referenčního nuklidu vhodná, protože rozsah a efektivnost přijímaných opatření jsou vysoce závislé na specifických vlastnostech nuklidů (např. radioaktivní přeměna, biochemické vlastnosti nuklidů). Tj. významnost kontaminace potravin musí být kontrolována na základě měření aktivity jednotlivých nuklidů (viz [2.2](#)).

DIAGRAM č.1 - Vývojový diagram pro referenční nuklid * I-131 :

DATA K DISPOZICI	OPATŘENÍ	OPERAČNÍ ZÁSAHOVÁ ÚROVEŇ (NEJNIŽŠÍ TABELOVANÁ HODNOTA)	TABULKA
ÚNIK (ZDR.ČLEN) [Bq]	NEODKLADNÁ	*I-131 1.3E+13 [Bq]	Tab.2.1.2-1
DÁVKOVÝ PŘÍKON Z DEPOZITU NA TERÉNU [mSv/h]	NEODKLADNÁ	0.25 [mSv/h]	Obr. 4.1-1
ČASOVÝ INTEGRÁL OBJEMOVÉ AKTIVITY VE VZDUCHU [Bq.h/m ³]	NEODKLADNÁ	*I-131 8.2E+03[Bq.h/m ³]	Tab.2.1.2-2
	NÁSLEDNÁ	*I-131 1.4E+03[Bq.h/m ³]	Tab.2.1.2-3
KONTAMINACE TERÉNU (PLOŠNÁ AKTIVITA) [Bq/m ²]	NEODKLADNÁ	*I-131 7.7E+06[Bq/m ²]	Tab.2.1.2-4
	NÁSLEDNÁ	*I-131 1.3E+07[Bq/m ²]	Tab.2.1.2-5
KONTAMINACE (PLOŠNÁ AKTIVITA) DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ [Bq/m ²]	NÁSLEDNÁ DEKONTAMINACE VRÁCENÍ ZPĚT NA KONTAMINOVANÉ ÚZEMÍ	*I-131 2.5E+06[Bq/m ²]	Tab.2.1.2-7
AKTIVITA NA FILTRECH [Bq]	NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ V SOUVISLOSTI S VÝMĚNOU A SKLADOVÁNÍM FILTRŮ	*I-131 1.5E+07[Bq]	Tab.2.1.2-8
HMOTNOSTNÍ AKTIVITA ODPADU [Bq / kg]	NÁSLEDNÁ OMEZENÍ POBYTU	*I-131 3.7E+05[Bq/kg]	Tab.2.1.2-9
OBJEMOVÁ AKTIVITA V POVRCHOVÉ VODĚ [Bq / l] NEBO HMOTNOSTNÍ AKTIVITA SEDIMENTU [Bq/kg]	NÁSLEDNÁ OMEZENÍ POBYTU	*I-131 2.2E+03[Bq/l]	Tab.2.1.2-6

2.1.2 Tabulky opatření pro referenční nuklid *I-131

Tab.2.1.2-1 Únik do okolí (zdrojový člen)

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Děšť 5 mm/h		
7.4E+13	1.3E+13	Ukrytí (do 1 km)	Tab.4.2-1
7.4E+14	1.3E+14	Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1
9.2E+16		Jodové tablety děti / těhotné ženy (do 100 km)	Tab.4.4-1
3.2E+17	1.6E+16	Ukrytí (do 100 km)	Tab.4.2-4
8.3E+17	4.1E+16	Ukrytí (do 300 km)	Tab.4.2-4
9.5E+17		Jodové tablety dospělí (do 100 km)	Tab.4.4-1
2.4E+17		Jodové tablety děti / těhotné ženy (do 300 km)	Tab.4.4-1
2.5E+18		Jodové tablety dospělí (do 300 km)	Tab.4.4-1

Tabulka 2.1.2-1 obsahuje příslušné nejnižší hodnoty pro časný nebo pozdní únik. Jejich diferenciaci je provedena v příslušném odkazu.

Tab.4.1-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.2-1 , Tab.4.2-4

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.4-1

Zásahová úroveň: dávka 250 mSv dospělí, 50 mSv děti a těhotné ženy
 Cesta ozáření: inhalace
 Orgán: štítná žláza
 Referenční skupina: dospělí / děti

Tab.2.1.2-2 Časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Opatření	Tabulka
Suchý spad	Děšť 5 mm/h		
4.8E+04		Jodové tablety děti / těhotné ženy	Tab.4.4-2
1.7E+05	8.2E+03	Ukrytí	Tab. 4.2-3
3.2E+05		Použití provizorní ochrany dýchacího ústrojí	Tab.4.3-1
5.0E+05		Jodové tablety dospělí	Tab.4.4-2
1.7E+06	8.4E+04	Evakuace	Tab.4.1-3

Poznámka: Pozor na odlišná data ve sloupci s deštěm.

Tabulka obsahuje příslušné nejnižší hodnoty pro časný nebo pozdní únik. Jejich diferenciací je provedena v příslušném odkazu.

Tab.4.1-3

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab. 4.2-3

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.3-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
 Cesta ozáření: inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.4-2

Zásahová úroveň: dávka 250 mSv dospělí, 50 mSv děti a těhotné ženy
 Cesta ozáření: inhalace
 Orgán: štítná žláza
 Referenční skupina: dospělí / děti

Tab.2.1.2-3 Časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Následná opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
1.4E+03		Opatření v souvislosti s výměnou filtrů v budovách	Tab.5.8-4
1.1E+04		Výměna vzduchových filtrů v nákladních autech	Tab.5.8-2
1.2E+04		Opatření v souvislosti s výměnou filtrů v nákladních autech	Tab.5.8-3
8.2E+04	1.9E+03	Zamezení pobytu ve vnějším prostoru Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostorů	Tab.5.5-2 Tab.5.5-3
5.1E+05	1.2E+04	Opatření ke skladování kontaminovaných oděvů	Tab.5.5-4

Poznámka: Pozor na odlišná data ve sloupci s deštěm.

Tabulka obsahuje příslušné nejnižší hodnoty pro časný nebo pozdní únik. Jejich diferenciaci je provedena v příslušném odkazu.

Tab.5.5-2 a Tab.5.5-3

Referenční dávka: efektivní dávka 1 mSv

Cesta ozáření: ozáření zářením gama z kontaminované kůže a oděvu

Referenční skupina: dospělí

Tab.5.5-4, Tab.5.8-2, Tab.5.8-3 a Tab.5.8-4

Referenční dávka: efektivní dávka 1 mSv

Cesta ozáření: ozáření zářením gama z kontaminovaného uloženého oděvu

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-4 Kontaminace (plošná aktivita) terénu

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Neodkladné opatření	Tabulka
7.7E+06	Ukrytí	Tab.4.2-5
7.7E+07	Evakuace	Tab.4.1-4

Zásahová úroveň pro ukrytí: efektivní dávka 10 mSv
 Zásahová úroveň pro evakuaci: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-5 Kontaminace (plošná aktivita) terénu

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
1.3E+07	Dočasné přemístění	Tab.5.1-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 30 mSv
 Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-6 Objemová aktivita ve vodě

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq]	Následná opatření	Tabulka
2.2E+03	Omezení pobytu na kontaminovaných vodách	Tab.5.9-3

Referenční dávka: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z vody
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-7 Kontaminace (plošná aktivita) dopravních prostředků

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
2.5E+06	Dekontaminace	Tab. 5.7-2
6.9E+06	Vrácení zpět na kontaminované území	Tab. 5.7-1

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z povrchové kontaminace dopravního prostředku
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-8 Aktivita na filtrech

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq]	Následná opatření	Tabulka
1.5E+07	Ochranná opatření v souvislosti s výměnou filtrů v nákladních autech (ochrana personálu údržby)	Tab.5.8-3
1.3E+08	Ochranná opatření v souvislosti se skladováním filtrů (ochrana personálu údržby)	Tab.5.8-5
1.8E+08	Ochranná opatření při výměně filtrů v budovách	Tab.5.8-4

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z filtru
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.1.2-9 Hmotnostní aktivita odpadu

*I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Následná opatření	Tabulka
3.7E+05	Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	Tab.5.10-2
8.4E+06	Omezení pobytu na haldách s odpadem	Tab.5.10-3
2.6E+07	Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu	Tab.5.10-1

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

2.2 Jednotlivé nuklidy

2.2.1 DIAGRAM č.2: Vývojový diagram pro jednotlivé nuklidy

Vývojový diagram obsahuje odkazy na opatření v případě, že při události jsou dostupná různá měřená nebo očekávaná data pro jednotlivé nuklidy (data typu zdrojový člen, objemové aktivity, kontaminace terénu,...). Vývojový diagram odkazuje na vstup do příslušné tabulky opatření a indikuje pro možná opatření a pro jednotlivé radionuklidy nejnižší možnou hodnotu operační zásahové úrovně. Jednotlivými radionuklidy se rozumí I-131, Te-132, Cs-137, Sr-90, Pu-239, Am-241, Xe-133 a samostatně skupina vzácných plynů.

U přibližného výpočtu ingesce může být operační zásahová úroveň pro I-131 aplikována na celkovou aktivitu nuklidů ze skupiny jódů a telurů, operační zásahová úroveň pro Sr-90 může být obdobně aplikována na celkovou aktivitu nuklidů ze skupiny stroncií a zásahová úroveň pro Cs-137 může být aplikována na celkovou aktivitu nuklidů emitujících záření gama s poločasem přeměny větším než 10 dnů. To znamená, že při události, při které unikne několik nuklidů nebo celé spektrum nuklidů, by měla být informace o měřených nuklidech přednostně použita takovým způsobem, jako by daný měřený nuklid byl referenčním nuklidem pro danou skupinu nuklidů.

Skupina vzácných plynů je relevantní (pouze) v souvislosti s externím ozářením. Operační zásahové úrovně pro vzácné plyny byly vypočteny při použití průměrných konverzních faktorů (Kap. 8, část 8.9).

V případě potravin nebyly stanoveny operační zásahové úrovně pro každý jednotlivý nuklid a pro každou jednotlivou složku potravy. To je zdůvodněno skutečností, že při odvození operačních zásahových úrovní pro relevantní skupiny nuklidů byly přijaty konzervativní předpoklady týkající se stravovacích návyků a prostorové kontaminace složek životního prostředí a jsou uvažovány pouze nejnižší zásahové úrovně.

DIAGRAM č.2 - Vývojový diagram pro jednotlivé nuklidy, list č.1:

DATA K DISPOZICI	OPATŘENÍ	OPERAČNÍ ZÁSAHOVÁ ÚROVEŇ (NEJNIŽŠÍ TABELOVANÁ HODNOTA)	TABULKA
ÚNIK (ZDR.ČLEN) [Bq]	NEODKLADNÁ	Cs-137 4.8E+13 [Bq] I-131 8.0E+13 [Bq] Te-132 2.4E+13 [Bq] Xe-133 5.8E+17 [Bq] Vz.pl. 1.3E+17 [Bq]	Tab.2.2.2-1
ČASOVÝ INTEGRÁL OBJEMOVÉ AKTIVITY VE VZDUCHU [Bq.h/m ³]	NEODKLADNÁ	Cs-137 3.2E+04 [Bq.h/m ³] I-131 6.1E+04 [Bq.h/m ³] Te-132 1.4E+04 [Bq.h/m ³] Xe-133 1.9E+09 [Bq.h/m ³] Vz.pl. 2.8E+08 [Bq.h/m ³]	Tab.2.2.2-2
	NÁSLEDNÁ	Cs-137 5.2E+02 [Bq.h/m ³] I-131 1.2E+04 [Bq.h/m ³] Te-132 1.0E+04 [Bq.h/m ³]	Tab.2.2.2-3
	NÁSLEDNÁ (ZEMĚDĚLSTVÍ)	Cs-137 3.5E+02 [Bq.h/m ³] I-131 1.7E+02 [Bq.h/m ³]	Tab.2.2.2-5
OBJEMOVÁ AKTIVITA VZDUCHU [Bq / m ³]	NÁSLEDNÁ (ZEMĚDĚLSTVÍ)	Cs-137 7.0E+00 [Bq / m ³] I-131 1.2E+01 [Bq / m ³]	Tab.2.2.2-4
KONTAMINACE (PLOŠNÁ AKTIVITA) TERÉNU [Bq/m ²]	NEODKLADNÁ	Cs-137 3.0E+07 [Bq/m ²] I-131 6.0E+07 [Bq/m ²] Te-132 1.3E+07 [Bq/m ²]	Tab.2.2.2-6
	NÁSLEDNÁ	Cs-137 1.2E+07 [Bq/m ²] I-131 8.7E+07 [Bq/m ²] Am-241 2.5E+06 [Bq/m ²] Pu-239 2.5E+06 [Bq/m ²] Sr-90 6.1E+08 [Bq/m ²]	Tab.2.2.2-7
	NÁSLEDNÁ (ZEMĚDĚLSTVÍ)	Cs-137 6.5E+02 [Bq/m ²] I-131 7.0E+02 [Bq/m ²] Sr-90 5.0E+05 [Bq/m ²]	Tab.2.2.2-8
KONTAMINACE (PLOŠNÁ AKTIVITA) DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ [Bq/m ²]	NÁSLEDNÁ (DEKONTAMINACE, VRÁCENÍ ZPĚT NA KONTAMINOVANÉ ÚZEMÍ)	Cs-137 9.1E+05 [Bq/m ²] I-131 2.2E+07 [Bq/m ²] Te-132 9.6E+07 [Bq/m ²]	Tab.2.2.2-9
AKTIVITA NA FILTRECH [Bq]	NÁSLEDNÁ (OPATŘENÍ V SOUVISLOSTI S VÝMĚNOU A SKLADOVÁNÍM FILTRŮ)	Cs-137 5.8E+06 [Bq] I-131 1.4E+08 [Bq] Te-132 6.1E+08 [Bq]	Tab.2.2.2-10
HMOTNOSTNÍ AKTIVITA ODPADU [Bq / kg]	NÁSLEDNÁ (OMEZENÍ POBYTU)	Cs-137 1.4E+05 [Bq/kg] I-131 6.3E+06 [Bq/kg] Te-132 2.4E+06 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-11
OBJEMOVÁ AKTIVITA V POVRCHOVÉ VODĚ [Bq / l] NEBO HMOTNOSTNÍ AKTIVITA SEDIMENTU [Bq/kg]	NÁSLEDNÁ (OMEZENÍ POBYTU)	Cs-137 3.0E+02 [Bq/l] I-131 1.5E+03 [Bq/l] Sr-90 2.0E+02 [Bq/l]	Tab.2.2.2-20
		Cs-137 9.7E+03 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-21

DIAGRAM č.2 - Vývojový diagram pro jednotlivé nuklidy, list č.2:

DATA K DISPOZICI	OPATŘENÍ	OPERAČNÍ ZÁSAHOVÁ ÚROVEŇ (NEJNIŽŠÍ TABELOVANÁ HODNOTA)	TABULKA
Hmotnostní aktivita zeleného krmiva [Bq / kg]	ODLOŽIT SKLIZEŇ	Cs-137 6.5E+02 [Bq/kg] I-131 7.0E+02 [Bq/kg] Sr-90 5.0E+05 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-15
Hmotnostní aktivita ovoce	ZPRACOVAT	Cs-137 1.0E+03 [Bq/kg] Sr-90 1.25E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-19
Hmotnostní aktivita pastvin	NEPÁST, PŘIKRMOVAT	Cs-137 6.5E+02 [Bq/kg] I-131 2.5E+03 [Bq/kg] Sr-90 9.5E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-14
Hmotnostní aktivita listové zeleniny	ODLOŽIT SKLIZEŇ	Cs-137 1.25E+03 [Bq/kg] I-131 2.0E+03 [Bq/kg] Sr-90 7.5E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-12
Hmotnostní aktivita zeleniny a obilovin, které je možné dále zpracovat (mlít, vařit,...)	ZPRACOVAT	Cs-137 1.25E+03 [Bq/kg] I-131 2.0E+03 [Bq/kg] Sr-90 7.5E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-13
Hmotnostní aktivita v mléce, které je možné zpracovat na další produkt (na smetanu, máslo,...)	ZPRACOVAT	Cs-137 1.0E+03 [Bq/kg] I-131 5.0E+02 [Bq/kg] Sr-90 1.25E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-17
Hmotnostní aktivita v mase, příp. v mléce zvířat, u kterých je možné ovlivnit způsob stravování (přidávat dekontaminační činidla)	ZPRACOVAT	Cs-137 1.0E+03 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-16
Hmotnostní aktivita v potravinách, které je možné skladovat delší dobu nebo tepelně a jinak zpracovat (např. uvařit, nasolit, marinovat, vyrobit mléčné produkty s dlouhou trvanlivostí,...)	SKLADOVAT, ZPRACOVAT	Cs-137 1.25E+03 [Bq/kg] I-131 5.0E+02 [Bq/kg]	Tab.2.2.2-18

2.2.2 Tabulky opatření pro jednotlivé nuklidy

Tab.2.2.2-1 Únik do okolí (zdrojový člen)

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
2.6E+14	4.8E+13	Ukrytí (do 1 km)	Tab.4.2-1
2.6E+15	4.8E+14	Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1
1.5E+18	6.1E+16	Ukrytí (do 100 km)	Tab.4.2-2
3.9E+18	1.6E+17	Ukrytí (do 300 km)	Tab.4.2-4

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
2.4E+14	8.0E+13	Ukrytí (do 1 km)	Tab.4.2-1
2.4E+15	8.0E+14	Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1
1.3E+17		Jodové tablety děti / těhotné ženy (do 100 km)	Tab.4.4-1
1.4E+18	1.2E+17	Ukrytí (do 100 km)	Tab.4.2-4
3.4E+17		Jodové tablety děti / těhotné ženy (do 300 km)	Tab.4.4-1
1.4E+18		Jodové tablety dospělí (do 100 km)	Tab.4.4-1
3.6E+18	3.0E+17	Ukrytí (do 300 km)	Tab.4.2-4
3.6E+18		Jodové tablety dospělí (do 300 km)	Tab.4.4-1

V případě I-131 tabulka obsahuje příslušnou nejnižší hodnotu pro časný a pozdní únik. Rozlišení časného a pozdního úniku je obsaženo v příslušném odkazu (v tabulce).

Tab.2.2.2-1 Pokračování - Únik do okolí (zdrojový člen)

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
4.6E+14	2.4E+13	Ukrytí (do 1 km)	Tab.4.2-1
4.6E+15	2.4E+14	Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1
2.7E+18	2.8E+16	Ukrytí (do 100 km)	Tab.4.2-4
6.9E+18	7.1E+16	Ukrytí (do 300 km)	Tab.4.2-4

Xe-133

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
5.8E+17			
5.8E+18		Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1

Vzácné plyny

Operační zásahová úroveň [Bq]		Neodkladné opatření	Tabulka
1.3E+17			
1.3E+18		Evakuace (do 1 km)	Tab.4.1-1

Data pro Cs-137, Te-132 a Xe-133 jsou nezávislá na době úniku.

Tab.4.1-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.2-1, Tab.4.2-4

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.4-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 250 mSv dospělí, 50 mSv děti
 Cesta ozáření: inhalace
 Orgán: štítná žláza
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-2 Časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
7.9E+05	3.2E+04	Ukrytí	Tab. 4.2-3
9.2E+05		Použití (provizorních) filtrů	Tab.4.3-1
7.9E+06	3.3E+05	Evakuace	Tab.4.1-3

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
7.0E+04		Jodové tablety děti / těhotné ženy	Tab.4.4-2
7.3E+05	6.1E+04	Ukrytí	Tab. 4.2-3
9.8E+05		Použití (provizorních) filtrů	Tab.4.3-1
7.4E+05		Jodové tablety dospělí	Tab.4.4-2
7.3E+06	6.3E+05	Evakuace	Tab.4.1-3

Vzácné plyny

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Neodkladné opatření	Tabulka
2.8E+08			
2.8E+09		Evakuace	Tab.4.1-3

Tab.2.2.2-2 Pokračování - časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Neodkladné opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
1.4E+06	1.4E+04	Ukrytí	Tab. 4.2-3
3.4E+06		Použití (provizorních) filtrů	Tab.4.3-1
1.4E+07	1.4E+05	Evakuace	Tab.4.1-3

Xe-133

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Neodkladné opatření	Tabulka
1.9E+09		Ukrytí	Tab. 4.2-3
1.9E+10		Evakuace	Tab.4.1-3

Tabulky obsahují příslušnou nejnižší hodnotu pro časný a pozdní únik. Rozlišení časného a pozdního úniku je obsaženo v příslušném odkazu (podle tabulky).

Tab.4.1-3

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
Referenční skupina: dospělí

Tab. 4.2-3

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
Cesta ozáření: ozáření zářením gama z mraku, z terénu a inhalace
Referenční skupina: dospělí

Tab.4.3-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 10 mSv
Cesta ozáření: inhalace
Referenční skupina: dospělí

Tab.4.4-2

Zásahová úroveň: efektivní dávka 250 mSv dospělí, 50 mSv děti
Cesta ozáření: inhalace
Orgán: štítná žláza
Referenční skupina: dospělí / děti

Tab.2.2.2-3 Časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Následná opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
5.2E+02		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov	Tab.5.8-4
4.3E+03		Výměna vzduchových filtrů v nákladních autech - ochrana řidičů	Tab.5.8-2
4.5E+03		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
7.5E+05	4.5E+03	Skladovat kontaminovaný oděv odděleně od čistého oděvu, v pytlích nebo na půdě, ve sklepě	Tab.5.5-4
4.1E+06	2.4E+04	Zamezení pobytu ve vnějším prostoru	Tab.5.5-2
		Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostorů	Tab.5.5-3
			Tab.5.5-4

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Následná opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
1.2E+04		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov	Tab.5.8-4
1.0E+05		Výměna vzduchových filtrů v nákladních autech - ochrana řidičů	Tab.5.8-2
1.0E+05		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
1.6E+06	3.6E+04	Zamezení pobytu ve vnějším prostoru	Tab.5.5-2
		Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostorů	Tab.5.5-3
			Tab.5.5-4
4.5E+06	1.0E+05	Skladovat kontaminovaný oděv odděleně od čistého oděvu, v pytlích nebo na půdě, ve sklepě	Tab.5.5-4

Tab.2.2.2-3 - Pokračování - časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq.h/m ³]		Následná opatření	Tabulka
Suchý spad	Déšť 5 mm/h		
5.4E+04		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov	Tab.5.8-4
4.5E+05		Výměna vzduchových filtrů v nákladních autech - ochrana řidičů	Tab.5.8-2
4.7E+05		Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
1.8E+06	1.0E+04	Zamezení pobytu ve vnějším prostoru Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostorů	Tab.5.5-2 Tab.5.5-3 Tab.5.5-4
7.8E+07	4.5E+05	Skladovat kontaminovaný oděv odděleně od čistého oděvu, v pytlích nebo na půdě, ve sklepech	Tab.5.5-4

Tabulky obsahují příslušnou nejnižší hodnotu pro časný a pozdní únik. Rozlišení časného a pozdního úniku je obsaženo v příslušném odkazu (podle tabulky).

Tab.5.8-2, Tab.5.8-3 a Tab.5.8-4

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z filtrů
 Referenční skupina: dospělí

Tab.5.5-2, Tab.5.5-3 a Tab.5.5-4

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z kontaminované kůže a oděvu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-4 Objemová aktivita v ovzduší

Cs-137

Operační zásahová úroveň, mokry spad [Bq / m ³]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
7.0E+00	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytku do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	

I-131

Operační zásahová úroveň, mokry spad [Bq / m ³]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.2E+01	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytku do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	

Hodnoty v tabulkách jsou stanoveny za předpokladu, že veškerá aktivita v ovzduší v daném místě bude deštěm vymyta na terén.

V případě, že nebudou přijata opatření, budou v potravinách (viz: 7.11.1) dosaženy maximální přípustné úrovně aktivit podle EU.

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-5 Časový integrál objemové aktivity v přízemní vrstvě vzduchu

Cs-137

Operační zásahová úroveň, mokry spad [Bq . h/ m ³]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
3.5E+02	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytka do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	

I-131

Operační zásahová úroveň, mokry spad [Bq . h/ m ³]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.7E+02	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytka do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	

V případě, že nebudou přijata opatření, budou v potravinách (viz 7.11.1) dosaženy maximální přípustné úrovně aktivit podle EU

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-6 Kontaminace (plošná aktivita) terénu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Neodkladné opatření	Tabulka
3.0E+07	Ukrytí	Tab.4.2-5
3.0E+08	Evakuace	Tab.4.1-4

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Neodkladné opatření	Tabulka
6.0E+07	Ukrytí	Tab.4.2-5
6.0E+08	Evakuace	Tab.4.1-4

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Neodkladné opatření	Tabulka
1.3E+07	Ukrytí	Tab.4.2-5
1.3E+08	Evakuace	Tab.4.1-4

Tab.4.1-4

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.4.2-5

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-7 Kontaminace (plošná aktivita) terénu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
1.2E+07	Dočasné přemístění	Tab.5.1-2
2.1E+07	Trvalé přesídlení	Tab.5.1-1

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
8.7E+07	Dočasné přemístění	Tab.5.1-1

Am-241

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
2.5E+06	Zamezení těžké fyzické činnosti / sportovním aktivitám	Tab.5.1-1

Pu-239

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
2.5E+06	Zamezení těžké fyzické činnosti / sportovním aktivitám	Tab.5.1-1

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
6.1E+08	Zamezení těžké fyzické činnosti / sportovním aktivitám	Tab.5.1-1

Tab.5.1-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 30 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.5.1-2

Zásahová úroveň: efektivní dávka 100 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Referenční skupina: dospělí

Tab. 5.11-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 50 mSv
 Cesta ozáření: inhalace v důsledku resuspenze
 Referenční skupina: dospělí (Am, Pu), děti (Sr)

Tab.2.2.2-8 Kontaminace (plošná aktivita) terénu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
6.5E+02	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytku do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	
7.0E+06	Pěstování rostlin, které nejsou určeny na spotřebu	Tab.6.3-1
	Změna rostlinného cyklu	Tab.6.3-3
	Zalesnění zemědělských ploch	

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
7.0E+02	Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Tab. 6.1-1
	Překrytí rostlin fóliemi	
	Uzavření skleníků	
	Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	
	Shromáždění dobytku do stájí	
	Zastavení vtoků do cisteren	

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
5.0E+05	Pěstování rostlin, které nejsou určeny na spotřebu	Tab.6.3-1
	Změna rostlinného cyklu	
	Zalesnění zemědělských ploch	Tab.6.3-3

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním úrovním podle EU
 Cesta ozáření: ingesce
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-9 Kontaminace (plošná aktivita) dopravních prostředků

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
9.1E+05	Dekontaminace	Tab. 5.7-2
2.6E+06	Vrácení zpět na kontaminované území	Tab. 5.7-1

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
2.2E+07	Dekontaminace	Tab. 5.7-2
6.1E+07	Vrácení zpět na kontaminované území	Tab. 5.7-1

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq/m ²]	Následná opatření	Tabulka
9.6E+07	Dekontaminace	Tab. 5.7-2
2.7E+08	Vrácení zpět na kontaminované území	Tab. 5.7-1

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z kontaminovaného dopravního prostředku
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-10 Aktivita na filtrech

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq]	Následná opatření	Tabulka
5.8E+06	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
6.8E+07	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov (filtry s průměrem 2 m)	Tab.5.8-4
1.7E+09	Ochrana personálu údržby při skladování filtrů, zvážít použití stínění	Tab.5.8-5

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq]	Následná opatření	Tabulka
1.4E+08	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
1.6E+09	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov (filtry s průměrem 2 m)	Tab.5.8-4
2.6E+09	Ochrana personálu údržby při skladování filtrů, zvážít použití stínění	Tab.5.8-5

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq]	Následná opatření	Tabulka
6.1E+08	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů z nákladních automobilů	Tab.5.8-3
4.7E+09	Ochrana personálu údržby při výměně a skladování filtrů ventilačních systémů z budov (filtry s průměrem 2 m)	Tab.5.8-4
7.0E+09	Ochrana personálu údržby při skladování filtrů, zvážít použití stínění	Tab.5.8-5

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z filtru
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-11 Hmotnostní aktivita v odpadu

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Následná opatření	Tabulka
1.4E+05	Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	Tab.5.10-2
3.2E+06	Omezení pobytu na haldách s odpadem	Tab.5.10-3
9.7E+06	Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu	Tab.5.10-1

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Následná opatření	Tabulka
6.3E+06	Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	Tab.5.10-2
1.4E+08	Omezení pobytu na haldách s odpadem	Tab.5.10-3
4.4E+08	Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu	Tab.5.10-1

Te-132

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Následná opatření	Tabulka
2.4E+06	Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	Tab.5.10-2
5.6E+07	Omezení pobytu na haldách s odpadem	Tab.5.10-3
1.7E+08	Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu	Tab.5.10-1

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama z terénu a inhalace (5.10.1 a 5.10.3)
 ozáření zářením gama z terénu (5.10.2)
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-12 Hmotnostní aktivita listové zeleniny

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální úrovni stanovené EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (viz 7.11.1), ze které je ještě možné očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální úroveň stanovenou EU) v důsledku aplikace opatření. Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace potravin (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+03 - 1.8E+03	Odložení sklizně listové zeleniny (7 dní)	Tab. 6.2-2
1.25E+03 - 2.5E+03	Odložení sklizně listové zeleniny (14 dní)	Tab. 6.2-2

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
2.0E+03 - 5.0E+03	Odložení sklizně listové zeleniny (7 dní)	Tab. 6.2-2
2.0E+03 - 1.3E+04	Odložení sklizně listové zeleniny (14 dní)	Tab. 6.2-2

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
7.5E+02 - 1.1E+03	Odložení sklizně listové zeleniny (7 dní)	Tab. 6.2-2
7.5E+02 - 1.5E+03	Odložení sklizně listové zeleniny (14 dní)	Tab. 6.2-2

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním úrovním podle EU
 Cesta ozáření: ingesce
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-13 Hmotnostní aktivita zeleniny a obilovin

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální úrovni podle EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (viz 7.11.1), ze které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potravin (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+03	Odstranit řezanku při produkci otrub na krmení	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 1.8E+03	Semlít obilí na tmavou mouku	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 2.1E+03	Semlít obilí na žitnou mouku	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 2.5E+03	Konzervovat kořenovou zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 2.5E+03	Semlít obilí na bílou mouku	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 3.1E+03	Konzervovat ostatní zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 3.6E+03	Konzervovat houby (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 4.2E+03	Konzervovat listovou zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 5.0E+03	Zpracovat obilí do otrub pro krmivo (žito)	Tab.6.2-5
1.25E+03 - 5.0E+03	Zpracovat obilí do otrub pro krmivo (pšenice)	Tab.6.2-5

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
2.0E+03 - 5.0E+03	Konzervovat listovou zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
2.0E+03 - 6.7E+03	Konzervovat ostatní zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
7.5E+02 - 1.1E+03	Konzervovat kořenovou zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 1.3E+03	Odstranit řezanku při produkci otrub na krmení	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 1.5E+03	Semlít obilí na žitnou mouku	Tab.6.2-6
7.5E+02 - 1.9E+03	Konzervovat ostatní zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 1.9E+03	Konzervovat listovou zeleninu (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 3.8E+03	Semlít obilí na bílou mouku	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 3.8E+03	Konzervovat houby (odstranit vodu)	Tab.6.2-5
7.5E+02 - 7.5E+03	Semlít obilí na tmavou mouku	Tab.6.2-5

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním úrovním podle EU
 Cesta ozáření: ingestce
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-14 Hmotnostní aktivita pastvy (krmiva)

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu pastvy (viz 7.11.1), u které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
6.5E+02	Krmit nekontaminovaným krmivem (výkrm skotu)	Tab.6.2-6
6.5E+02 - 8.0E+02	Přidávat do krmiva bentonit (200 g denně, výkrm skotu)	Tab.6.2-7
6.5E+02 - 2.6E+03	Přidávat do krmiva ACFC (3 g denně, mléčný skot, hovězí)	
6.5E+02 - 8.7E+02	Přidávat do krmiva bentonit (25 g denně, ovce na maso)	Tab.6.2-7
3.0E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (mléčný skot)	
3.0E+03 - 6.0E+03	Přidávat do krmiva bentonit (25 g denně, ovce na mléko)	
3.0E+03 - 1.2E+04	Přidávat do krmiva bentonit (500 g denně - při výrobě mléka)	
3.0E+03 - 2.0E+04	Přidávat do krmiva ACFC (3 g denně, mléčný skot)	
3.0E+03 - 3.0E+04	Přidávat do krmiva ACFC (0,5 až 2 g denně, ovce na mléko)	

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
2.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (mléčný skot)	Tab.6.2-6
2.0E+04	Krmit nekontaminovaným krmivem (výkrm skotu)	

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
9.5E+02	Krmit nekontaminovaným krmivem (mléčný skot)	Tab.6.2-6
1.0E+03 - 3.0E+03	Přidávat do krmiva alginat (mléčný skot)	Tab.6.2-7
2.0E+04	Krmit nekontaminovaným krmivem (výkrm skotu)	Tab.6.2-6

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-15 Hmotnostní aktivita zeleného krmiva

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (viz 7.11.1), u které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potravin (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
6.5E+02 - 9.3E+02	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
6.5E+02 - 1.3E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
6.5E+02 - 1.6E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
3.0E+03 - 4.3E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
3.0E+03 - 6.0E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
3.0E+03 - 7.5E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
2.5E+03 - 6.3E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
2.5E+03 - 1.7E+04	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
2.5E+03 - 4.2E+04	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 5.0E+04	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 1.3E+05	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 3.3E+05	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
9.5E+02 - 1.4E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
9.5E+02 - 1.9E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
9.5E+02 - 2.4E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro výkrm skotu)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 2.9E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (7 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 4.0E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (14 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2
2.0E+04 - 5.0E+03	Odložit sklizeň zeleného krmiva (21 dní, pro mléčný skot)	Tab. 6.2-2

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním úrovním podle EU
 Cesta ozáření: ingesce
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-16 Hmotnostní aktivita v mase a mléce

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (viz 7.11.1), u které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potravin (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.0E+03 - 6.7E+03	Přidat do krmení AFCF (Gieseho sůl), 3 g/denně (pro mléčný skot)	Tab.6.2-7
1.25E+03 - 1.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (7 dní před porážkou, kuřata)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 1.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (7 dní před porážkou, skot)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 1.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (7 dní před porážkou, ovce)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 1.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (7 dní před porážkou, vepři)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 1.9E+03	Krmit srnčí zvěř nekontaminovaným krmivem (28 dní, srnčí zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 2.0E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (28 dní před porážkou, skot)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 2.3E+03	Krmit jelení zvěř nekontaminovaným krmivem (28 dní, jelení zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 2.5E+03	Krmit kančí zvěř nekontaminovaným krmivem (28 dní, kančí zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 2.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (28 dní před porážkou, vepři)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 2.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (28 dní před porážkou, ovce)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 2.5E+03	Přikrmovat lovnou zvěř tabletami obsahujícími bentonit	Tab.6.4-2
1.25E+03 - 2.8E+03	Krmit srnčí zvěř nekontaminovaným krmivem (56 dní, srnčí zvěř)	Tab.6.4-2

Tab.2.2.2-16 - Pokračování: Cs-137 - hmotnostní aktivita v mase a mléce

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+03 - 3.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (28 dní před porážkou, kuřata)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 3.6E+03	Krmit jelení zvěř nekontaminovaným krmivem (56 dní, jelení zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 4.2E+03	Krmit srnčí zvěř nekontaminovaným krmivem (84 dní, srnčí zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 4.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (70 dní před porážkou, skot)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 5.0E+03	Přidat do krmení AFCF (Gieseho sůl), 3 g/denně (pro hovězí dobytek)	Tab.6.2-7
1.25E+03 - 5.0E+03	Krmit kančí zvěř nekontaminovaným krmivem (56 dní, kančí zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 6.2E+03	Krmit jelení zvěř nekontaminovaným krmivem (84 dní, jelení zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 6.2E+03	Přidat do krmení AFCF (Gieseho sůl), 2 g/denně (ovce)	Tab.6.2-7
1.25E+03 - 6.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (70 dní před porážkou, vepří)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 6.5E+03	Krmit nekontaminovaným krmivem (70 dní před porážkou, ovce)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 7.2E+03	Přikrmovat lovnou zvěř tabletami s AFCF (Gieseho sůl)	Tab.6.4-2
1.25E+03 - 9.6E+03	Krmit kančí zvěř nekontaminovaným krmivem (84 dní, kančí zvěř)	Tab.6.4-1
1.25E+03 - 1.2E+04	Přidat do krmení AFCF (Gieseho sůl), 1 g/denně (jehně)	Tab.6.2-7
1.25E+03 - 1.5E+04	Krmit nekontaminovaným krmivem (70 dní před porážkou, kuřata)	Tab.6.2-6
1.25E+03 - 1.8E+04	Přidat do krmení AFCF (Gieseho sůl), 1 - 3 g/denně (vepří)	Tab.6.2-7

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-17 Hmotnostní aktivita v mléce

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (v daném případě mléka, viz 7.11.1), u které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potraviny (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.0E+03 - 1.5E+03	Odstředit mléko (na smetanu)	Tab. 6.2.8
1.0E+03 - 3.4E+03	Zpracovat mléko na tvaroh	Tab. 6.2.8
1.0E+03 - 5.7E+03	Zpracovat mléko na máslo	Tab. 6.2.8

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
5.0E+02 - 6.7E+02	Odstředit mléko (na smetanu)	Tab. 6.2.8
5.0E+02 - 3.9E+03	Zpracovat mléko na máslo	Tab. 6.2.8

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+02 - 2.3E+02	Odstředit mléko (na smetanu)	Tab. 6.2.8
1.25E+02 - 1.2E+03	Zpracovat mléko na tvaroh	Tab. 6.2.8
1.25E+02 - 4.4E+03	Zpracovat mléko na máslo	Tab. 6.2.8

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-18 Hmotnostní aktivita v potravinách

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu uvedené potraviny (viz 7.11.1), u které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potraviny (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+03 - 1.9E+03	Rybí maso: marinovat (naložit do nálevu)	Tab.6.2-10
1.25E+03 - 2.1E+03	Rybí maso: nasolit	Tab.6.2-10
1.25E+03 - 2.3E+03	Rybí maso: po uvaření (kuchyňském, tepelném zpracování) odstranit vodu	Tab.6.2-10
1.25E+03 - 2.3E+03	Klobása, salám: tepelně zpracovat a použít přírodní obalový materiál, aby byl zabezpečen přestup Cs do vody, odstranit vodu	Tab. 6.2.9
1.25E+03 - 2.3E+03	Maso: nasolit nebo marinovat	Tab. 6.2.9
1.25E+03 - 3.1E+03	Maso: po uvaření (kuchyňském, tepelném zpracování) odstranit vodu	Tab. 6.2.9
1.25E+03 - 6.2E+03	Maso: naložit do octu a pak odstranit nálev	Tab. 6.2.9

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
5.0E+02 - 6.2E+03	Mléčné produkty: zpracovat na produkty s dlouhou trvanlivostí a skladovat 30 dní	Tab.6.2-4
5.0E+02 - 8.3E+04	Mléčné produkty: zpracovat na produkty s dlouhou trvanlivostí a skladovat 60 dní	Tab.6.2-4
5.0E+02 - 1.2E+06	Mléčné produkty: zpracovat na produkty s dlouhou trvanlivostí a skladovat 90 dní	Tab.6.2-4
2.0E+03 - 3.3E+05	Zelenina: skladovat sklizené produkty 60 dní	Tab.6.2-4

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-19 Hmotnostní aktivita ovoce

Nižší hodnota přímo odpovídá maximální přípustné úrovni EU. Vyšší hodnota představuje takovou hmotnostní aktivitu potravin (viz 7.11.1), ze které je ještě možné v důsledku aplikace opatření očekávat snížení na hodnotu přípustnou podle EU (na maximální přípustnou úroveň podle EU). Při překročení vyšší operační zásahové úrovně uvedené v tabulce se musí zvážit, zda je možné aplikovat některé druhotné opatření nebo jediným východiskem zůstává likvidace a uložení potravin (viz: Tab.6.2-12 a Tab.6.2-13).

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.0E+03 - 1.2E+03	Ovoce: zpracovat na ovocnou šťávu mechanickou extrakcí	Tab.6.2-5
1.0E+03 - 1.4E+03	Zpracovat na červené víno	
1.0E+03 - 1.5E+03	Ovoce: zpracovat na ovocnou šťávu odpařením	
1.0E+03 - 2.0E+03	Ovoce: při zpracování ovocné šťávy přidat kaolín	
1.0E+03 - 2.2E+03	Ovoce: při zpracování ovocné šťávy přidat bentonit	
1.0E+03 - 2.5E+03	Zpracovat na růžové víno	
1.0E+03 - 3.3E+03	Zpracovat na bílé víno	
1.0E+03 - 2.0E+04	Použít modré čeřidlo při výrobě vína	
1.0E+03 - 5.0E+04	Elektrodialýza čisté jablečné šťávy	
1.25E+03 - 2.5E+03	Konzervovat jablka, hrušky (po oloupání)	
1.25E+03 - 4.2E+04	Konzervovat broskve (po oloupání)	

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.25E+02 - 2.5E+02	Ovoce: zpracovat na ovocnou šťávu mechanickou extrakcí	Tab.6.2-5
1.25E+02 - 4.2E+02	Zpracovat na červené víno	
1.25E+02 - 6.2E+02	Zpracovat na bílé víno	
1.25E+02 - 1.3E+03	Zpracovat na růžové víno	
1.25E+02 - 6.3E+03	Elektrodialýza čisté jablečné šťávy	
7.5E+02 - 9.4E+02	Konzervovat jablka, hrušky (po oloupání)	
7.5E+02 - 8.3E+03	Konzervovat broskve (po oloupání)	

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)

Cesta ozáření: ingesce

Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-20 Hmotnostní aktivita sedimentů

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/kg]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
9.7E+03	Omezení pobytu na sedimentačních polích	Tab.5.9-2
5.9E+05	Omezení pobytu na březích se sedimentem	Tab. 5.9-1
2.9E+06	Omezení pobytu na březích se sedimentem	Tab. 5.9-1

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama ze sedimentu nebo ze suspendovaného materiálu
 Referenční skupina: dospělí

Tab.2.2.2-21 Objemová aktivita ve vodě

Cs-137

Operační zásahová úroveň [Bq/l]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
3.0E+02	Zamezit kropení (zavlažování) listové zeleniny povrchovou vodou	Tab. 6.2-1
5.0E+02	Zamezit kropení (zavlažování) ostatní zeleniny povrchovou vodou	Tab. 6.2-1
5.5E+02	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (skot)	Tab. 6.2-1
3.0E+03	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (mléčný skot)	Tab. 6.2-1
2.8E+04	Omezit pobyt ve vodě	Tab.5.9-3

I-131

Operační zásahová úroveň [Bq/l]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
1.5E+03	Zamezit kropení (zavlažování) listové zeleniny povrchovou vodou	Tab. 6.2-1
2.0E+03	Zamezit kropení (zavlažování) ostatní zeleniny povrchovou vodou	Tab. 6.2-1
2.0E+03	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (mléčný skot)	Tab. 6.2-1
1.5E+04	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (skot)	Tab. 6.2-1
3.8E+04	Omezit pobyt ve vodě	Tab.5.9-3
2.5E+05	I kdyby byla voda po měření ponechána odstát 60 dnů, nemůže se použít ke kropení (zavlažování) listové zeleniny	Tab. 6.2-1
4.0E+05	I kdyby byla voda po měření ponechána odstát 60 dnů, nemůže se použít ke kropení (zavlažování) ostatní zeleniny	Tab. 6.2-1

Sr-90

Operační zásahová úroveň [Bq/l]	Opatření v oblasti zemědělství a výživy	Tabulka
2.0E+02	Zamezit kropení (zavlažování) listové zeleniny povrchovou vodou	Tab. 6.2-1
3.0E+02	Zamezit kropení (zavlažování) ostatní zeleniny povrchovou vodou	
8.0E+02	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (mléčný skot)	
1.7E+04	Nepoužívat povrchovou vodu na zavlažování pastvin (skot)	

Tab.5.9-3

Referenční úroveň: efektivní dávka 1 mSv
 Cesta ozáření: ozáření zářením gama ve vodě
 Referenční skupina: dospělí

Tab. 6.2-1

Zásahová úroveň: efektivní dávka 5 mSv, odpovídá maximálním přípustným úrovním EU v potravinách (viz 7.11.1)
 Cesta ozáření: ingesce
 Referenční skupina: dospělí

3 Nomogramy pro odhady dávek

K textu této kapitoly jsou přiloženy nomogramy a šablona umožňující odhady dávek pro následující cesty ozáření:

- ozáření zářením gama z mraku;
- inhalace;
- kontaminace kůže;
- ozáření zářením gama z terénu.

Nomogramy slouží zejména na získání rychlého a komplexnějšího obrazu o radiologických důsledcích (o ozáření) na základě znalosti hodnot časového integrálu objemové aktivity v ovzduší nebo na základě znalosti kontaminace terénu. Přitom časový integrál objemové aktivity v ovzduší nebo údaj o kontaminaci terénu se může vztahovat k referenčnímu nuklidu ^{131}I nebo k referenční směsi nuklidů (podle Tab.7.2-3 a Tab. 7.2-4).

Na výpočet hodnot zobrazených v nomogramech byly použity konverzní faktory podle Kap.8, část 8.9 (viz: Tab.8.9-1 a Tab.8.9-2). Dále byly aplikovány předpoklady o meteorologických podmínkách (suchá depozice nebo déšť s intenzitou 1 mm/h během pohybu mraku) a bylo použito hrubé rozdělení havarijních scénářů na časný únik (6 h po odstávce reaktoru) a na pozdní únik (120 h po odstávce reaktoru).

Dávky realizované různými cestami ozáření jsou pro jednodušší práci s nomogramy vztaženy k operačním zásahovým úrovním, které jsou vyjádřeny jako:

- časový integrál objemové aktivity v ovzduší;
- plošná aktivita na terénu.

Šablona s číselnými hodnotami dávek a operačními zásahovými úrovněmi umožňuje využít stupnici pro jednotlivé nomogramy. Posouváním šablony po nomogramu je možné nastavit každou jednotlivou hodnotu uvnitř stupnice nomogramu. Centrální čára na nomogramech slouží jako referenční linie pro osu šablony s časovým integrálem objemové aktivity v ovzduší.

Příklad použití šablony a nomogramů:

Nechť časový integrál objemové aktivity v ovzduší pro referenční nuklid ^{131}I je $= 1,0 \text{ E}+05 \text{ Bq.h.m}^{-3}$ a nechť unikla nuklidová směs tak, jak odpovídá běžnému zastoupení v lehkovodním reaktoru.

Na šabloně najdeme osu s časovým integrálem objemové aktivity v ovzduší. Přiložíme šablonu na nomogram pro referenční nuklid ^{131}I tak, aby se hodnota $1,0 \text{ E}+05 \text{ Bq.h.m}^{-3}$ na šabloně kryla s centrálním bodem nomogramu. Šablonu přidržujeme na nomogramu a odečteme příslušné hledané hodnoty na osách dalších veličin, např.:

- plošná aktivita na terénu	časný únik, mokrá depozice:	$8.0\text{E}+07 \text{ Bq.m}^{-2}$
- úvazek inhalací	časný únik:	$3.5\text{E}+00 \text{ mSv}$
- dávka z ozáření zářením gama z mraku	časný únik:	$1.5\text{E}-01 \text{ mSv atd.}$

Nomogramy jsou použitelné pouze ve vzdálených oblastech, kde lze očekávat relativně homogenní rozložení aktivity v ovzduší. V blízkém okolí místa úniku nejsou zjednodušující nomogramy použitelné, protože distribuce aktivity může být velmi nehomogenní a místně závislá.

Legenda k nomogramům a šabloně.

Časný únik:	Únik 6 h po odstavení reaktoru, malá depozice uvnitř jaderného zařízení.
Pozdní únik:	Únik 120 h po odstavení reaktoru, nuklidové složení směsi je změněno v důsledku usazování uvnitř jaderného zařízení.
Suchý spad:	Během přechodu mraku se uplatní pouze proces suché depozice.
Mokry spad:	Během přechodu mraku se uplatní proces mokré depozice, intenzita deště = 1 mm/h.
Poznámka:	Na šabloně najdete osu s časovým integrálem objemové aktivity v ovzduší. Přiložte šablonu na nomogram tak, aby se příslušná osa na šabloně kryla s centrální osou na nomogramu a tak, aby se příslušná hodnota na šabloně kryla s centrálním bodem nomogramu. Šablonu přidržujte na nomogramu a odečtěte příslušné hledané hodnoty na osách dalších veličin.

4 Neodkladná opatření

Tato kapitola sumarizuje neodkladná opatření a diskutuje některé aspekty, které by měly být uvažovány v dané souvislosti:

- evakuace;
- ukrytí;
- jodové tablety;
- omezení přístupu a uzávěra území;
- opatření ke snížení inhalace.

Při zavedení neodkladných opatření je automaticky vydán zákaz konzumace čerstvě sbíraných potravin. Z uvedeného důvodu se při neodkladných opatřeních neuvažuje problematika konzumace potravin.

4.1 Evakuace

Tab.4.1 Evakuace

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Evakuace v předúnikové fázi	Omezený čas, který je k dispozici na evakuaci. Nezbytná je spolehlivá předpověď meteoparametrů, smysluplnost v nejbližším okolí zařízení.	Při úspěšné implementaci zabezpečí úplné odvrácení ozáření a kontaminace osob	<p>Zásahová úroveň:</p> <p>Efektivní dávka 100 mSv</p> <p>Operační zásahové úrovně:</p>
Evakuace během úniku	Způsobí zvýšené ozáření během samotné evakuace. Má být zvažována a může být efektivní pouze v případě časného úniku s předpokladem jeho delšího trvání.	Závisí zejména na době evakuace, zdrojovém členu a meteo-podmínkách a spolehlivosti meteo-předpovědi. Může dokonce způsobit zvýšení ozáření v porovnání s jinými opatřeními.	<p>Zdrojový člen Tab.4.1-1 Tab.4.1-2</p> <p>Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.4.1-3</p> <p>Kontaminace terénu Tab.4.1-4</p> <p>Časově závislý příkon prostorového dávkového ekvivalentu Obr. 4.1-1</p>
Evakuace v poučnickové fázi	Prospěšnost závisí na rychlosti s jakou může být implementována.	Závisí zejména na okamžiku přijetí rozhodnutí, na době evakuace a na nuklidovém spektru tvořícím kontaminaci; k očekávanému snížení dávkové zátěže musí být připočtena zvýšená dávková zátěž během samotné evakuace.	

Doplňkové informace, viz část [7.5.1](#) a [7.5.2](#)

Tab.4.1-1 Únik (zdrojový člen), který ve vzdálenosti 1 km od zdroje může způsobit efektivní dávku 100 mSv za 7 dní a procentuální rozložení příspěvků k efektivní dávce jednotlivými cestami ozáření.

Nuklid	Úniklá aktivita (zdrojový člen) [Bq]		Příspěvek cesty ozáření k efektivní dávce [%]					
	Typ úniku:		Ozáření (gama) z mraku	Inhalace	Ozáření (gama) z terénu	Ozáření (gama) z mraku	Inhalace	Ozáření (gama) z terénu
	Časný (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní (120 h po odstavení reaktoru)	Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)			Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)		
Suchá depozice								
* I-131	7.4E+14	8.8E+14	2.7	69.2	28.1	1.1	87.2	11.8
I-131 ¹⁾	2.4E+15	3.0E+15	0.4	74.3	25.3	0.5	93.5	6.0
Te-132	4.6E+15	4.6E+15	0.4	42.3	57.2	0.4	42.3	57.2
Cs-137	2.6E+15	2.6E+15	0.4	85.4	14.2	0.4	85.4	14.2
Mokrá depozice (intenzita deště 1 mm/h)								
* I-131	3.2E+14	4.8E+14	1.2	30.3	68.5	0.6	46.8	52.6
I-131 ¹⁾	1.5E+15	2.8E+15	0.2	47.5	52.3	0.4	86.8	12.8
Te-132	8.0E+14	8.0E+14	0.1	7.2	92.7	0.1	7.2	92.7
Cs-137	1.2E+15	1.2E+15	0.2	38.6	61.2	0.2	38.6	61.2
Mokrá depozice (intenzita deště 5 mm/h)								
* I-131	1.3E+14	2.2E+14	0.5	12.3	87.3	0.3	21.1	78.6
I-131 ¹⁾	8.0E+14	2.4E+15	0.1	24.4	75.5	0.4	73.0	26.6
Te-132	2.4E+14	2.4E+14	0.0	2.3	97.7	0.0	2.3	97.7
Cs-137	4.8E+14	4.8E+14	0.1	15.9	84.1	0.1	15.9	84.1
Ozáření zářením gama z mraku								
vz. plyny	1.3E+18	6.0E+18	100.0			100.0		
Xe-133	5.8E+18	5.8E+18	100.0			100.0		

¹⁾ viz Poznámky na konci Tab.4.1-2

Tab.4.1-2 Únik (zdrojový člen), který ve vzdálenosti 5 km od zdroje může způsobit efektivní dávku 100 mSv za 7 dní a procentuální rozložení příspěvků k efektivní dávce jednotlivými cestami ozáření.

Nuklid	Uniklá aktivita (zdrojový člen) [Bq]		Příspěvek cesty ozáření k efektivní dávce [%]					
	Typ úniku:		Ozáření (gama) z mraku	Inhalace	Ozáření (gama) z terénu	Ozáření (gama) z mraku	Inhalace	Ozáření (gama) z terénu
	Časný (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní (120 h po odstavení reaktoru)	Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)			Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)		
Suchá depozice								
* I-131	9.4E+15	1.1E+16	4.1	68.2	27.7	1.6	86.6	11.7
I-131 ¹⁾	3.2E+16	4.0E+16	0.6	74.1	25.3	0.7	93.2	6.0
Te-132	6.0E+16	6.0E+16	0.7	42.2	57.1	0.7	42.2	57.1
Cs-137	3.4E+16	3.4E+16	0.6	85.3	14.1	0.6	85.3	14.1
Mokrá depozice (intenzita deště 1 mm/h)								
* I-131	1.6E+15	2.6E+15	0.7	11.8	87.5	0.4	20.4	79.2
I-131 ¹⁾	1.0E+16	3.0E+16	0.2	23.7	76.1	0.6	72.1	27.3
Te-132	3.2E+15	3.2E+15	0.0	2.2	97.8	0.0	2.2	97.8
Cs-137	6.2E+15	6.2E+15	0.1	15.3	84.6	0.1	15.3	84.6
Mokrá depozice (intenzita deště 5 mm/h)								
* I-131	5.2E+14	9.0E+14	0.2	3.7	96.1	0.1	6.8	93.1
I-131 ¹⁾	3.6E+15	1.9E+16	0.1	8.5	91.4	0.4	45.3	54.4
Te-132	9.0E+14	9.0E+14	0.0	0.6	99.4	0.0	0.6	99.4
Cs-137	1.9E+15	1.9E+15	0.0	4.9	95.1	0.0	4.9	95.1
Ozáření zářením gama z mraku								
vz. plyny	1.1E+19	5.0E+19	100.0			100.0		
Xe-133	5.0E+19	5.0E+19	100.0			100.0		

¹⁾ viz Poznámky na další straně

Poznámky k Tab.4.1-1 a Tab.4.1-2 :

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu
Kategorie stability počasí:	D
Rychlost větru:	1 m/s ve výšce 10 m nad terénem
Únik z budovy:	šířka budovy 80 m, výška budovy 60 m, výška úniku 50 m
Korekční faktor na ozáření z terénu:	zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu:	7 d
Rychlost dýchání:	$3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
Interval integrace pro úvazek inhalací:	50 let
Referenční skupina:	dospělí
Použité rovnice:	(2.1), (3.1), (4.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

¹⁾ V souvislosti s procesy depozice v případě, že radionuklidy jsou po úniku z aktivní zóny reaktoru zadrženy po nějakou dobu uvnitř jaderného zařízení, se mění formy jódu z aerosolové na organicky vázanou formu jódu. Aerosolová a organicky vázaná forma jódu mají různé rychlosti suché a mokré depozice. Z uvedeného důvodu je vyšší uniklou aktivitou I-131 v případě pozdního úniku (oproti časnému úniku) způsobena totožná efektivní dávka.

Tab.4.1-3 Hodnota časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, která může vést k efektivní dávce 100 mSv za 7 dní

Nuklid	Forma depozice	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	
		časný únik (6 h po odstavení reaktoru)	pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)
* I-131	suchá	1.7E+06	2.7E+06
I-131 ¹⁾	suchá	7.3E+06	9.2E+06
Te-132	suchá	1.4E+07	1.4E+07
Cs-137	suchá	7.9E+06	7.9E+06
* I-131	1 mm/h déšť	3.0E+05	2.8E+06
I-131 ¹⁾	1 mm/h déšť	2.2E+06	1.3E+07
Te-132	1 mm/h déšť	5.1E+05	5.1E+05
Cs-137	1 mm/h déšť	1.1E+06	1.1E+06
* I-131	5 mm/h déšť	8.4E+04	9.9E+05
I-131 ¹⁾	5 mm/h déšť	6.3E+05	5.1E+06
Te-132	5 mm/h déšť	1.4E+05	1.4E+05
Cs-137	5 mm/h déšť	3.3E+05	3.3E+05
Vzácné plyny	žádná	2.8E+09	1.9E+10
Xe-133	žádná	1.9E+10	1.9E+10

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu
Kategorie stability počasí: D
Rychlost větru: 1 m/s ve výšce 10 m nad terénem
Výška vzniku deště: 1 000 m
Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, b = 1 (viz Kap. 8)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu: 7 d
Rychlost dýchání: 3.5E-4 m³ / s (běžná činnost)
Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let
Referenční skupina: dospělí

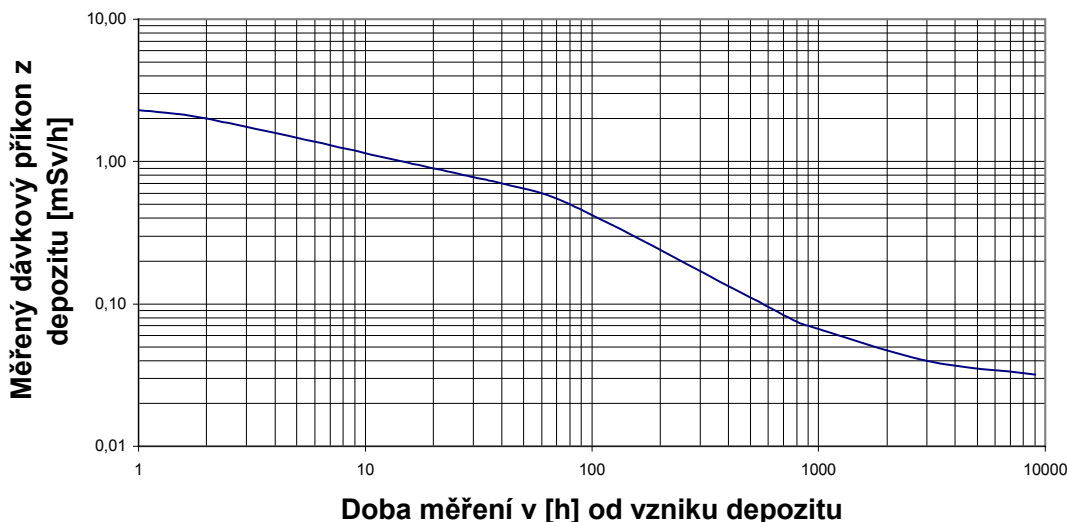
Použité rovnice: (2.1), (3.1), (4.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

¹⁾ V souvislosti s procesy depozice v případě, že radionuklidy jsou po úniku z aktivní zóny reaktoru zadrženy po nějakou dobu uvnitř jaderného zařízení, se mění formy jódu z aerosolové na organicky vázanou formu jódu. Aerosolová a organicky vázaná forma jódu mají různé rychlosti suché a mokré depozice. Z uvedeného důvodu je vyšší uniklou aktivitou I-131 v případě pozdního úniku (oproti časnému úniku) způsobena totožná efektivní dávka.

Tab.4.1-4 Kontaminace (plošná aktivita) terénu, která může vést k efektivní dávce 100 mSv za 7 dní

Nuklid	Plošná aktivita na terénu [Bq/m ²]
* I-131	7.7E+07
I-131	6.0E+08
Te-132	1.3E+08
Cs-137	3.0E+08

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu: 7 d
Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Referenční skupina: dospělí
Použité rovnice: (2.1), (3.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4



Obr. 4.1-1 Graf pro přepočítání měřeného dávkového příkonu z deponitu v čase T na efektivní dávku z externího ozáření z deponitu za prvních 7 dní od předpokládaného vzniku deponitu ($T=0$). Dávkový příkon je měřen ve výšce 1 m nad terénem. Křivka vyjadřuje dávkový příkon, který odpovídá efektivní dávce 100 mSv za 7 dní.

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Velikost ozáření: efektivní dávka 100 mSv
 Čas $T = 0$: předpokládaný čas vzniku kontaminace terénu (čas přechodu mraku daným místem)

Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu: 7 d
 Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
 Předpokládaná kontaminace: kontaminace terénu standardní radionuklidovou směsí v souladu s očekávaným zdrojovým členem
 Referenční skupina: dospělí
 Typ úniku: časný únik, 6 h po odstavení reaktoru
 Použité rovnice: (1.4) v Kap. 8, část 8.1

Graf umožňuje stanovit z hodnoty dávkového příkonu (gama) z deponitu, měřené v libovolném čase T, efektivní dávku z externího ozáření z deponitu za prvních 7 dní od předpokládaného vzniku deponitu. Předpokládaný vznik deponitu na terénu je v čase $T = 0$.

Příklad:

Čas měření T_1 :	80 h od vzniku deponitu
Měřený dávkový příkon:	1 mSv/h
Hodnota očekávaného dávkového příkonu v čase T_1 , která odpovídá efektivní dávce z externího ozáření z deponitu za prvních 7 dní od předpokládaného vzniku deponitu = 100 mSv :	0,5 mSv/h
Poměr měřená / tabelovaná hodnota:	2

Z uvedeného plyne, že dávkový příkon 1 mSv/h měřený v čase $T_1 = 80$ h od předpokládaného vzniku deponitu je 2x vyšší než hodnota dávkového příkonu, která by odpovídala efektivní dávce 100 mSv za prvních 7 dní, tudíž efektivní dávka za prvních 7 dní bude v daném případě $2 \cdot 100 = 200$ mSv.

4.2 Ukrytí

Tab.4.2 Ukrytí (Doplnkové informace viz část 7.5.1 a 7.5.2)

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Ukrytí v před-únikové fázi	Snadno uskutečnitelné opatření, když je obyvatelstvo varováno v dostatečném předstihu; alternativní nebo doplňkové opatření k evakuaci; plné ukrytí je možné pouze na omezenou dobu.	Před příchodem mraku je smysluplné pouze z důvodu zajištění jeho vykonatelnosti a z důvodu neznalosti přesnější doby příchodu mraku.	<p>Zásahová úroveň:</p> <p>Efektivní dávka 10 mSv</p> <p>Operační zásahové úrovně:</p> <p>Zdrojový člen (bližší okolí) Tab.4.2-1 Tab.4.2-2</p> <p>Zdrojový člen (vzdálené okolí) Tab.4.2-4</p> <p>Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab. 4.2-3</p> <p>Kontaminace terénu Tab.4.2-5</p> <p>Časově závislý příkon prostorového dávkového ekvivalentu Obr. 4.1-1</p>
Ukrytí během úniku	Snadno uskutečnitelné opatření, když je obyvatelstvo varováno v dostatečném předstihu; z důvodu jednoduché implementace jde o nenahraditelné opatření ve fázi úniku; jako následné opatření má smysl pouze k zabránění kontaminace osob (např. v případě deště).	Závisí na vlastnostech budov, např. na: <ul style="list-style-type: none"> - stavebním materiálu; - tloušťce stěn - izolaci (okna, dveře,...) - umístění pokojů. (podkroví/sklep) Ochranné faktory: <ul style="list-style-type: none"> - externí záření gama: od 1 do 2000, viz Tab.7.5-1 a Tab.7.5-2 - inhalace: od 1 do méně než 10 	
Ukrytí v po-únikové fázi	Má smysl na omezenou dobu, např. v případě nemožnosti uskutečnit evakuaci nebo v situaci, kdy je připravováno přesídlení; při hodnocení dávkové zátěže při ukrytí je nezbytné uvažovat i příspěvek ze zamoření bytů.	Závisí na vlastnostech budov, viz výše; inhalace závisí na způsobu větrání pokojů; ochranné faktory: <ul style="list-style-type: none"> - externí záření gama: od 1 do 2000, viz Tab.7.5-2 	

Tab.4.2-1 Únik (zdrojový člen), který ve vzdálenosti 1 km od zdroje může způsobit efektivní dávku 10 mSv za 7 dní.

Nuklid	Úniklá aktivita (zdrojový člen) [Bq]	
	Typ úniku:	
	Časný (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní (120 h po odstavení reaktoru)
Suchá depozice		
* I-131	7.4E+13	8.8E+13
I-131 ¹⁾	2.4E+14	3.0E+14
Te-132	4.6E+14	4.6E+14
Cs-137	2.6E+14	2.6E+14
Mokrá depozice (déšť 1 mm/h)		
* I-131	3.2E+13	4.8E+13
I-131 ¹⁾	1.5E+14	2.8E+14
Te-132	8.0E+13	8.0E+13
Cs-137	1.2E+14	1.2E+14
Mokrá depozice (déšť 5 mm/h)		
* I-131	1.3E+13	2.2E+13
I-131 ¹⁾	8.0E+13	2.4E+14
Te-132	2.4E+13	2.4E+13
Cs-137	4.8E+13	4.8E+13
vz. plyny		
Xe-133	1.3E+17	6.0E+17
	5.8E+17	5.8E+17

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu
Kategorie stability počasí:	D
Rychlost větru:	1 m/s ve výšce 10 m nad terénem
Únik z budovy:	šířka budovy 80 m, výška budovy 60 m, výška úniku 50 m
Korekční faktor na ozáření z terénu:	zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu:	7 d
Rychlost dýchání:	$3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
Interval integrace pro úvazek inhalací:	50 let
Referenční skupina:	dospělí
Použité rovnice:	(2.1), (3.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

Relativní příspěvky jednotlivých cest ozáření jsou v souladu s údaji v Tab.4.1-1

Tab.4.2-2 Únik (zdrojový člen), který ve vzdálenosti 5 km od zdroje může způsobit efektivní dávku 10 mSv za 7 dní.

Nuklid	Úniklá aktivita (zdrojový člen) [Bq]	
	Typ úniku:	
	Časný (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní (120 h po odstavení reaktoru)
Suchá depozice		
* I-131	9.4E+14	1.1E+15
I-131 ¹⁾	3.2E+15	4.0E+15
Te-132	6.0E+15	6.0E+15
Cs-137	3.4E+15	3.4E+15
Mokrá depozice (déšť 1 mm/h)		
* I-131	1.6E+14	2.6E+14
I-131 ¹⁾	1.0E+15	3.0E+15
Te-132	3.2E+14	3.2E+14
Cs-137	6.2E+14	6.2E+14
Mokrá depozice (déšť 5 mm/h)		
* I-131	5.2E+13	9.0E+13
I-131 ¹⁾	3.6E+14	1.9E+15
Te-132	9.0E+13	9.0E+13
Cs-137	1.9E+14	1.9E+14
vz. plyny		
Xe-133	1.1E+18	5.0E+18
	5.0E+18	5.0E+18

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu
Kategorie stability počasí:	D
Rychlost větru:	1 m/s ve výšce 10 m nad terénem
Únik z budovy:	šířka budovy 80 m, výška budovy 60 m, výška úniku 50 m
Korekční faktor na ozáření z terénu:	zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu:	7 d
Rychlost dýchání:	$3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
Interval integrace pro úvazek inhalací:	50 let
Referenční skupina:	dospělí
Použité rovnice:	(2.1), (3.1), (4.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

Relativní příspěvky jednotlivých cest ozáření jsou v souladu s údaji v Tab.4.1-2

Tab. 4.2-3 Hodnota časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, která může vést k efektivní dávce 10 mSv za 7 dní

Nuklid	Forma depozice	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	
		Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)
* I-131	suchá	1.7E+05	2.7E+05
I-131	suchá	7.3E+05	9.2E+05
Te-132	suchá	1.4E+06	1.4E+06
Cs-137	suchá	7.9E+05	7.9E+05
* I-131	1 mm/h déšť	2.8E+04	1.7E+05
I-131	1 mm/h déšť	1.9E+05	6.7E+05
Te-132	1 mm/h déšť	5.2E+04	5.2E+04
Cs-137	1 mm/h déšť	1.1E+05	1.1E+05
* I-131	5 mm/h déšť	8.2E+03	8.2E+04
I-131	5 mm/h déšť	6.1E+04	3.7E+05
Te-132	5 mm/h déšť	1.4E+04	1.4E+04
Cs-137	5 mm/h déšť	3.2E+04	3.2E+04
vzácné plyny	žádná	2.8E+08	1.9E+09
Xe-133	žádná	1.9E+09	1.9E+09

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu
Korekční faktor na ozáření z terénu:	zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu:	7 d
Rychlost dýchání:	$3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
Interval integrace pro úvazek inhalací:	50 let
Referenční skupina:	dospělí
Použité rovnice:	(2.1), (3.1), (4.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

Tab.4.2-4 Únik (zdrojový člen), který ve vzdálenosti 100 km a 300 km od zdroje může způsobit efektivní dávku 10 mSv za 7 dní.

Nuklid	Forma depozice	Únik (zdrojový člen) [Bq]	
		Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)	Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)
Vzdálenost bodu od zdroje úniku: 100 km (bod na příslušné trajektorii)			
* I-131	suchá	3.2E+17	5.2E+17
I-131	suchá	1.4E+18	1.8E+18
Te-132	suchá	2.7E+18	2.7E+18
Cs-137	suchá	1.5E+18	1.5E+18
* I-131	5 mm/h déšť	1.6E+16	1.6E+17
I-131	5 mm/h déšť	1.2E+17	7.1E+17
Te-132	5 mm/h déšť	2.8E+16	2.8E+16
Cs-137	5 mm/h déšť	6.1E+16	6.1E+16
Xe-133	žádná	3.5E+21	3.5E+21
Vzdálenost bodu od zdroje úniku: 300 km (bod na příslušné trajektorii)			
* I-131	suchá	8.3E+17	1.4E+18
I-131	suchá	3.6E+18	4.5E+18
Te-132	suchá	6.9E+18	6.9E+18
Cs-137	suchá	3.9E+18	3.9E+18
* I-131	5 mm/h déšť	4.1E+16	4.0E+17
I-131	5 mm/h déšť	3.0E+17	1.8E+18
Te-132	5 mm/h déšť	7.1E+16	7.1E+16
Cs-137	5 mm/h déšť	1.6E+17	1.6E+17
vzácné plyny	žádná	1.4E+21	9.2E+21
Xe-133	žádná	9.2E+21	9.2E+21

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z mraku, inhalace, ozáření zářením gama z terénu

Transportní model: model NRPB

Rychlost větru: 10 m/s

Výška směšovací vrstvy: 1000 m

Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)

Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu: 7 d

Rychlost dýchání: $3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)

Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let

Referenční skupina: dospělí

Použité rovnice: (2.1), (3.1), (4.1) v Kap. 8, část 8.2 až 8.4

Poznámka: Hodnoty operačních zásahových úrovní (=uniklá aktivita, zdrojový člen) pro vzdálenost 300 km od zdroje převyšují u mnoha nuklidů aktivitu inventáře běžného jaderného reaktoru. Z uvedeného plyne, že ukrytí pro vzdálenosti 300 a více km není potřeba uvažovat (resp. v žádné situaci není nezbytné).

Tab.4.2-5 Kontaminace (plošná aktivita) terénu, která může vést k efektivní dávce 10 mSv za 7 dní

Nuklid	Plošná aktivita na terénu [Bq/m ²]
* I-131	7.7E+06
I-131	6.0E+07
Te-132	1.3E+07
Cs-137	3.0E+07

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu: 7 d
Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, $b = 1$ (viz Kap. 8)
Referenční skupina: dospělí
Použité rovnice: (3.1) v Kap. 8, část 8.3

4.3 Snížení inhalace radioaktivních látek

Tab.4.3 Opatření ke snížení inhalace radioaktivních látek

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
<p>Uzavření oken a dveří</p> <p>Vypnutí ventilačních systémů nebo přepnutí na recirkulaci</p> <p>Ucpání možných netěsností</p> <p>Instalace nových filtrů</p>	<p>Opatření má smysl, když je možné ho uskutečnit před příchodem mraku; opatření má být chápáno jako doplňkové k ukrytí (viz část 4.2).</p> <p>V souvislosti se zásadní změnou postupu ventilace se může stát práce v klimatizovaných budovách problematická nebo nemožná.</p>	<p>Závisí na podmínkách budovy (rychlost výměny vzduchu), zejména na netěsnostech, ventilačních průchodech, komínech. Účinnost je omezená.</p> <p>V případě časného úniku a zapnuté ventilace po přechodu mraku, je ochranný faktor = 1,3 až 3; v případě klimatizovaných budov je ochranný faktor 2x vyšší než u většiny jiných budov.</p>	<p>Zásahová úroveň:</p> <p>Efektivní dávka 10 mSv</p> <p>Operační zásahové úrovně:</p> <p>Zdrojový člen (bližší okolí) Tab.4.2-1 Tab.4.2-2</p> <p>Zdrojový člen (vzdálené okolí) Tab.4.2-4</p> <p>Časový integrál Tab. 4.2-3</p> <p>objemové aktivity v ovzduší</p> <p>Časový integrál Tab.4.3-1</p> <p>objemové aktivity v ovzduší</p>
<p>Používání provizorní ochrany dýchacího ústrojí:</p> <p>- během nezbytného krátkodobého pobytu venku;</p> <p>- během evakuace vykonávané v únikové fázi.</p>	<p>Prostředky na ochranu dýchacího ústrojí zadržují radioaktivní aerosoly a snižují jejich příjem inhalací; jednoduché a dostupné, ale přínos je omezený.</p>	<p>Jednoduché prostředky poskytují pouze omezenou ochranu</p>	<p>objemové aktivity v ovzduší</p> <p>Časový integrál Tab.4.3-1</p> <p>objemové aktivity v ovzduší</p>

Doplňkové informace, viz část [7.5.3](#).

Tab.4.3-1 Hodnota časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, která v případě nepoužití ochranného opatření „Používání provizorní ochrany dýchacího ústrojí“ může vést k efektivní dávce 10 mSv za 7 dní způsobené inhalací.

Nuklid	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h /m ³]
*I-131	3.2E+05
I-131	9.8E+05
Te-132	3.4E+06
Cs-137	9.2E+05

Cesty ozáření: inhalace
 Jiné ochranné opatření: žádné
 Rychlost dýchání: 3.5E-04 m³ / s (běžná činnost)
 Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let
 Referenční skupina: dospělí
 Únik: časný únik (6 h po odstavení reaktoru)

Použité rovnice: (4.1) v Kap. 8, část 8.4

4.4 Jodová profylaxe

Tab.4.4 Jodová profylaxe

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Užití jodových tablet	<p>Jodové tablety jsou skladovány tak, aby byla zajištěna možnost jejich dostupnosti v případě potřeby.</p> <p>Distribuce jodových tablet vyžaduje příslušné plánování a optimalizaci, zejména proto, že by se měla uskutečnit krátce před únikem.</p> <p>Tablety mohou být užity podle návodu.</p> <p>Je nezbytné zdůraznit, aby tablety nebyly užívány v rozporu s návodem; tablety by měly být užity pouze po úředním vyzvání.</p>	<p>Základním předpokladem pro užití tablet je jejich distribuce.</p> <p>Proces distribuce může v horším případě vést k ozáření osob vykonávajících distribuci nebo k ozáření obyvatel, kteří se snaží získat tablety.</p> <p>Nejvyšší účinnost je dosažena v situaci, kdy stabilní jód zablokuje další příjem jódu do štítné žlázy před příchodem mraku.</p> <p>První užití: -několik hodin až krátce před příchodem mraku; - v případě dlouho trvajícího úniku také několik hodin po příjmu radiojódu.</p>	<p>Zásahové úrovně:</p> <p>Úvazek štítná žláza děti do 12 let a těhotné ženy 50 mSv</p> <p>Úvazek štítná žláza dospělí (13-45let) 250 mSv</p> <p>Operační zásahová úroveň:</p> <p>Zdrojový člen Tab.4.4-1 (vzdálené okolí)</p> <p>Časový integrál Tab.4.4-2 objemové aktivity v ovzduší</p>

Doplňkové informace viz část **7.5.4**

Tab.4.4-1 Aktivita I-131 v úniku (ve zdrojovém členu), která ve vzdálenosti 100 km a 300 km od zdroje může způsobit inhalací úvazek dávky na štítnou žlázu 250 mSv (dospělí) a 50 mSv (děti/těhotné ženy).

Nuklid	Únik (zdrojový člen) [Bq]			
	Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)		Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)	
	Dospělí (250 mSv)	Děti/těhotné ¹⁾ (50 mSv)	Dospělí (250 mSv)	Děti / těhotné ¹⁾ (50 mSv)
Vzdálenost bodu od zdroje úniku: 100 km (bod na příslušné trajektorii)				
* I-131	9.5E+17	9.2E+16	1.3E+18	1.3E+17
I-131	1.4E+18	1.3E+17	1.4E+18	1.3E+17
Vzdálenost bodu od zdroje úniku: 300 km (bod na příslušné trajektorii)				
* I-131	2.5E+18	2.4E+17	3.4E+18	3.3E+17
I-131	3.6E+18	3.4E+17	3.6E+18	3.4E+17

Cesty ozáření: inhalace
 Transportní model: model NRPB
 Rychlost větru: 10 m/s
 Výška směšovací vrstvy: 1000 m
 Rychlost dýchání: dospělí $3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
 děti $9.05E-5 \text{ m}^3 / \text{s}$ (běžná činnost)
 Orgán: štítná žláza
 Trvání úniku: 12 h
 Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let

Použité rovnice: (4.1) v Kap. 8, část 8.4

¹⁾ Výpočty byly vykonány pro věkovou skupinu „děti“. Těhotné ženy by měly užít jodové tablety při dosažení kritéria pro děti.

Tab.4.4-2 Hodnota časového integrálu objemové aktivity I-131 v ovzduší, která může způsobit inhalací úvazek dávky na štítnou žlázu 250 mSv (dospělí) a 50 mSv (děti/těhotné ženy).

Nuklid	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h /m ³]			
	Časný únik (6 h po odstavení reaktoru)		Pozdní únik (120 h po odstavení reaktoru)	
	Dospělí (250 mSv)	Děti/těhotné ¹⁾ (50 mSv)	Dospělí (250 mSv)	Děti / těhotné ¹⁾ (50 mSv)
* I-131	5.0E+05	4.8E+04	6.9E+05	6.6E+04
I-131	7.4E+05	7.0E+04	7.4E+05	7.0E+04

Cesty ozáření: inhalace
 Rychlost dýchání: dospělí 3.5E-4 m³ / s (běžná činnost)
 děti 9.05E-5 m³ / s (běžná činnost)
 Orgán: štítná žláza
 Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let
 Použité rovnice: (4.1) v Kap. 8, část 8.4

¹⁾ Výpočty byly vykonány pro věkovou skupinu „děti“. Těhotné ženy by měly užít jodové tablety při dosažení kritéria pro děti.

4.5 Omezení přístupu a uzávěra území

Tab.4.5 Omezení přístupu a uzávěra území

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Omezený přístup	Vyžaduje zajištění personálu, dopravních prostředků a bariér.	Zabrání nepotřebným vstupům;	<p>Zásahové úrovně:</p> <p>Efektivní dávka (7 dní) 100 mSv</p> <p>Efektivní dávka z kontaminace terénu (za 1 měsíc) 30 mSv</p> <p>Efektivní dávka z kontaminace terénu (za 1 rok) 100 mSv</p> <p>Operační zásahové úrovně:</p> <p>Zdrojový člen Tab.4.1-1 Tab.4.1-2</p> <p>Časový integrál objemové aktivity Tab.4.1-3 v ovzduší</p> <p>Kontaminace terénu (7 dní) Tab.4.1-4</p> <p>Kontaminace terénu (1 měsíc) Tab.5.1-1</p> <p>Kontaminace terénu (1 rok) Tab.5.1-2</p>
Uzávěra území	Vyžaduje dokonalou informovanost obyvatelstva a zabezpečení ochrany vlastnictví.	zabrání narušování nebo překážení akcím záchranných a monitorovacích týmů; základní opatření při evakuaci a při přesídlení.	
	Ozáření personálu zajišťujícího uzávěru musí být udržováno na nejnižší možné úrovni a musí být dokumentováno.		
	V případě evakuace se mohou vyskytnout problémy související s pokusy soukromých osob o sjednocení rozdělených rodin.		

Doplňkové informace, viz část [7.5.5](#).

5 Následná ochranná opatření

Tato kapitola popisuje následná ochranná opatření:

- přemístění / přesídlení;
- dekontaminace povrchů terénu (přírodního i zástavby);
- snížení vstupu vzdušné aktivity do budov;
- snížení inhalace radioaktivních látek;
- zabránění kontaminace oděvu a kůže;
- opatření v případě kontaminace vzduchových filtrů;
- limity pobytu v kontaminované vodě;
- ochranná opatření v souvislosti s manipulací s radioaktivním odpadem;
- zabránění/omezení fyzicky namáhavé práce nebo sportu (snížení ozáření z resuspenze).

5.1 Přemístění / přesídlení

Tab. 5.1 Přemístění / přesídlení

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Dočasné přemístění	Při dostatečné dostupnosti zdrojů: - personál; - dopravní prostředky; - ubytovací kapacity. Vyžaduje množství času a výdajů.	Přesídlení zabrání dlouhotrvajícímu ozáření způsobenému kontaminací půdy.	Zásahová úroveň: Efektivní dávka (1 měsíc) 30 mSv Operační zásahová úroveň: Kontaminace terénu Tab.5.1-1
Permanentní přesídlení	Způsobí významné problémy obyvatelstvu. Při aplikaci je nezbytné mít na zřeteli ozáření zajišťujícího personálu.	Kvantifikace užitečnosti musí být založena na odvrácených dávkách.	Zásahová úroveň: Efektivní dávka (1 rok) 100 mSv Operační zásahová úroveň: Kontaminace terénu Tab.5.1-2

Doplňkové informace, viz část **7.6.1**

Tab.5.1-1 Kontaminace (plošná aktivita) terénu, která může vést k efektivní dávce 30 mSv za 1 měsíc z ozáření zářením gama z terénu

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]
* I-131	1.3E+07
I-131	8.7E+07
Cs-137	2.1E+07

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Doba ozařování: 1 měsíc
 Typ úniku: časný, 6 h po odstavení reaktoru
 Korekční faktor na ozáření z terénu: zanedbatelná korekce, b = 1 (viz Kap. 8)
 Použité rovnice: (3.1) v Kap. 8, část 8.3

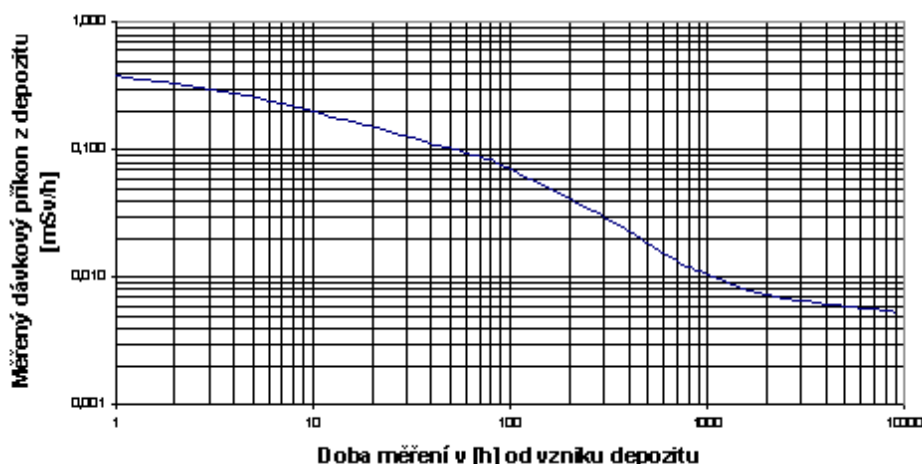
Tab.5.1-2 Kontaminace (plošná aktivita) terénu, která může vést k efektivní dávce 100 mSv za 1 rok z ozáření zářením gama z terénu

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]
* I-131	3.1E+07
Cs-137	1.2E+07

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Doba ozařování: 1 rok
 Typ úniku: časný, 6 h po odstavení reaktoru
 Korekční faktor na ozáření z terénu: b = 0,5 (viz Kap. 8)
 Použité rovnice: (3.1) v Kap. 8, část 8.3

Jestliže se přijme realistický vzor chování obyvatel, jako např. ukrytí 20 h denně a ochranný faktor budovy vůči záření gama z terénu minimálně 10, potom na dosažení efektivní dávky 100 mSv je zapotřebí 4x větší plošné aktivity než jsou hodnoty uvedené v tabulce.

Hodnota dávkového příkonu (gama) z depozitu měřená v libovolném čase T, která odpovídá efektivní dávce z externího ozáření z depozitu za prvních 30 dní od předpokládaného vzniku depozitu na úrovni 30 mSv:



Obr. 5.1-1 Graf pro přepočítání měřeného dávkového příkonu z depozitu v čase T na efektivní dávku z externího ozáření z depozitu za prvních 30 dní od předpokládaného vzniku depozitu, T=0 (od přechodu mraku). Dávkový příkon je měřen ve výšce 1 m nad terénem.

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z terénu
Velikost ozáření:	efektivní dávka 30 mSv
Čas T = 0 :	předpokládaný čas vzniku kontaminace terénu (čas přechodu mraku daným místem)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z terénu:	1 měsíc
Korekční faktor na ozáření z terénu:	zanedbatelná korekce, b = 1 (viz Kap. 8)
Předpokládaná kontaminace:	kontaminace terénu standardní radionuklidovou směsí v souladu s očekávaným zdrojovým členem
Typ úniku:	časný únik, 6 h po odstavení reaktoru
Použité rovnice:	(1.4) v Kap. 8, část 8.1

Graf umožňuje z hodnoty dávkového příkonu (gama) z depozitu měřené v libovolném čase T stanovit efektivní dávku z externího ozáření z depozitu za prvních 30 dní od předpokládaného vzniku depozitu. Předpokládaný vznik depozitu na terénu je v čase T = 0.

Příklad:

Čas měření T ₁ :	100 h od vzniku depozitu
Měřený dávkový příkon:	100 mSv/h
Hodnota očekávaného dávkového příkonu v čase T ₁ , která odpovídá efektivní dávce z externího ozáření z depozitu za prvních 7 dní od předpokládaného vzniku depozitu = 100 mSv :	70 mSv/h
Poměr měřená / tabelovaná hodnota:	1,4

Z uvedeného plyne, že dávkový příkon 100 mSv/h měřený v čase T₁ = 100 h od předpokládaného vzniku depozitu je 1,4x vyšší než hodnota dávkového příkonu, která by odpovídala efektivní dávce 30 mSv za prvních 30 dní, tudíž efektivní dávka za prvních 30 dní bude v daném případě 1,4.30 = 43 mSv.

5.2 Dekontaminace povrchů terénu (přírodního i zástavby) za účelem vyhnutí se přemístění nebo přesídlení

Tab.5.2 Dekontaminace povrchů terénu (přírodního i zástavby) za účelem vyhnutí se přemístění nebo přesídlení

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Dekontaminace ploch v zástavbě	<p>Na dekontaminaci rozsáhlých zastavěných ploch je zapotřebí rozsáhlého technického vybavení.</p> <p>Jsou vyžadovány přesné instrukce o způsobu a rozsahu dekontaminace.</p> <p>Priority jsou dány hustotou osídlení, dopravními propojeními a přítomností obyvatel.</p> <p>Vyžaduje velké úsilí a vysoké výdaje, při aplikaci je nezbytné mít na zřeteli naložení s produkty dekontaminace.</p>	<p>Stupeň dekontaminace silně závisí na okrajových podmínkách, zejména:</p> <ul style="list-style-type: none"> - na složení povrchů; - na předmětech dekontaminace; - na možných dekontaminačních postupech. 	<p>Zásahová úroveň:</p> <p>Efektivní dávka za 1 rok způsobená kontaminací terénu 100 mSv</p> <p>Operační zásahová úroveň:</p> <p>Kontaminace terénu Tab.5.1-1</p> <p>Další informace:</p> <p>Nejpoužívanější metody Tab.7.6-1</p> <p>Účinnost metod Tab.7.6-2</p> <p>Srovnatelná kontaminace Tab.5.2-1</p>
Zvláštní případ: Dekontaminace dětských hřišť	<p>V případě, že převládají zdroje záření gama, potom se má uskutečnit spolu s dekontaminací širšího okolí</p>		<p>Další informace:</p> <p>Cesta ozáření „pískoviště“ Tab.5.2-2</p>
Dekontaminace zemědělských ploch a dekontaminace nánosů (naplavenin)	viz Kap.6, Tab.6.3-2		

Doplňkové informace, viz část **7.6.2** a **7.6.3**

5.2.1 Dekontaminace ploch v zástavbě

Tab.5.2-1 Plošná aktivita (kontaminace terénu), která za předpokladu aplikace dekontaminace, nebo bez dekontaminace, může vést k efektivní dávce 100 mSv za 1 rok z ozáření zářením gama z terénu

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]	
	s dekontaminací	bez dekontaminace
Cs-137	1.6E+07	1.2E+07

Cesty ozáření: ozáření zářením gama z terénu
 Doba ozařování: 1 rok
 Korekční faktor na ozáření z terénu: $b = 0,5$ (viz Kap.8)
 Dekontaminační opatření: odstranění povrchové vrstvy z dlážděných povrchů (stupeň dekontaminace < 0,25, viz Tab.7.6-2)
 Použité rovnice: (5.2) v Kap. 8, část 8.5

Jestliže se přijme realistický vzor chování obyvatel, jako např. ukrytí 20 h denně a ochranný faktor budovy vůči záření gama z terénu minimálně 10, potom na dosažení efektivní dávky 100 mSv je zapotřebí 4x větší plošné aktivity než jsou hodnoty uvedené v tabulce.

Tab.5.2-2 Porovnání radiační zátěže malých dětí způsobené takovou kontaminací pískoviště nebo hřiště, která vede k efektivní dávce za 7 dní na úrovni 1 mSv (zevní ozáření) s radiační zátěží způsobenou ingestí kontaminovaného písku dítětem a s radiační zátěží způsobenou kontaminací dětského pokoje přenesením toho písku z pískoviště do bytu

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z plošné kontaminace na hřišti

Nuklid	Orgán	Plošná aktivita [Bq/m ²]	Dávka (gama, z plochy) za 7 dní [mSv]
* I-131	efektivní dávka	1.6E+06	1

Referenční dávka: efektivní dávka 1 mSv
Doba ozařování: 7 dní

Cesta ozáření: ingestce 14 g písku za 1 týden

Nuklid	Orgán	Přijata aktivita [Bq]	Úvazek dávky ingestcí [mSv]
* I-131	štítná žláza	1.3E+02	0.7

Doba ozařování: 7 dní
Referenční skupina: děti
Příjem ingestcí: 2 g písku denně
Trvání ingestce: 7 dní (při delším intervalu bude úvazek vyšší)
Předpoklad: Spad původně na stejné úrovni jako na hřišti, tj. na úrovni 1.6E+6 Bq/m² se rovnoměrně promíchá ve vrchní 10 cm vrstvě písku, hustota písku = 1,6 g/cm³. U objemové aktivity se předpokládá totožné nuklidové složení kontaminace jako u spadu. Dítě přijme písek právě z této vrchní kontaminované vrstvy.

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z plošné kontaminace dětského pokoje

Nuklid	Orgán	Plošná aktivita [Bq/m ²]	Dávka (gama, z plochy) za 7 dní [mSv]
* I-131	efektivní dávka	4.2E+01	2.6E-05

Referenční skupina: děti
Množství kontaminovaného písku vneseného do pokoje: 10 g / denně
Plocha dětského pokoje: 16 m²
Doba ozařování: 7 dní

Předpoklad: Dětský pokoj je denně uklízen. Nuklidové složení kontaminace je totožné jako u spadu.

Příspěvek externího ozáření zářením beta z kontaminovaného písku není relevantní. Více informací je uvedeno v Kap.7, část 7.6.3.

5.2.2 Dekontaminace nánosů

Opatření je srovnatelné s opatřeními při dekontaminaci zemědělských ploch (viz: Kap.6, Tab.6.3-2).

5.3 Snížení vstupu vzdušné aktivity do budov

Tab.5.3 Ochranná opatření ke snížení vstupu vzdušné aktivity do budov

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Uzavření oken a dveří	Opětření má smysl, když je možné ho uskutečnit před příchodem mraku.	Závisí na podmínkách budovy (rychlost výměny vzduchu), zejména na netěsnostech, ventilačních průchodech, komínech; účinnost je omezená.	Zásahová úroveň: Efektivní dávka 10 mSv
Vypnutí nebo přeprnutí na recirkulaci ventilačních systémů	Opětření má být chápáno jako doplňkové k ukrytí (viz část 4.2).	V případě časného úniku a zapnuté ventilaci po přechodu mraku, je ochranný faktor =1,3 až 3.	Operační zásahová úroveň: Zdrojový člen (bližší okolí) Tab.4.2-1 Tab.4.2-2
Ucpání možných netěsností	V souvislosti se zásadní změnou postupu ventilace se může stát práce v klimatizovaných budovách problematická nebo nemožná.	V případě klimatizovaných budov je ochranný faktor 2x vyšší než u většiny jiných budov.	Zdrojový člen (vzdálené okolí) Tab.4.2-4
Instalace nových filtrů			Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab. 4.2-3

Identická opatření jako v případě neodkladných opatření, viz část 4.3!

Doplňkové informace viz část 7.5.3

Tato opatření jsou jako preventivní méně důležitá než ve fázi neodkladných opatření.

5.4 Ochranná opatření ke snížení příjmu radionuklidů inhalací

Tab.5.4 Ochranná opatření ke snížení příjmu radionuklidů inhalací

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Používání provizorní ochrany dýchacího ústrojí: - během nezbytného krátkodobého pobytu venku; - během evakuace vykonávané v únikové fázi.	Prostředky na ochranu dýchacího ústrojí zadržují radioaktivní aerosoly a snižují jejich příjem inhalací; jednoduché a dostupné, ale přínos je omezený.	Jednoduché prostředky poskytují pouze omezenou ochranu.	Kvantitativní kritérium není stanoveno, opatření je vhodné jako doporučení pro chování obyvatelstva. Operační zásahová úroveň: Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.4.3-1

Identická opatření jako v případě neodkladných opatření, viz část 4.3 !

Doplňkové informace, viz část 7.5.3.

Tato opatření jsou jako preventivní méně důležitá než ve fázi neodkladných opatření.

5.5 Zabránění kontaminace oděvu a kůže

Tab.5.5 Zabránění kontaminace oděvu a kůže

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Nezdržovat se ve vnějším prostoru	Jednoduše aplikovatelné na omezenou dobu; zejména důležité v případě deště. Pokud toto opatření není aplikováno, je nezbytná dekontaminace kůže a převlečení do čistého oděvu.	Účinné zejména v případě deště.	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.5.5-3 Referenční úroveň pro dekontaminaci Tab. 5.5-1 Plošné aktivity na kůži při suché depozici Tab.5.5-2
Použit pláště do deště a gumové boty	Aplikuje se v případě nezbytnosti pobytu venku v únikové fázi; jednoduše aplikovatelné.	Zabrání kontaminaci běžného oděvu, ulehčí dekontaminaci.	Stejně jako u opatření "Nezdržovat se ve vnějším prostoru".
Svléci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostor	Jednoduše aplikovatelné.	Účinné proti přenosu zamoření za předpokladu, že obyvatelstvo dostane příslušné pokyny.	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.5.5-4
Opatření na skladování kontaminovaných oděvů	Manipulace a skladování kontaminovaného oděvu může způsobit problémy; instrukce jsou nezbytné.	Je nezbytné mít na zřeteli, jak naložit s kontaminovaným materiálem.	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.5.5-3
Umýt nechráněné části těla po příchodu z vnějších prostorů	Jednoduše aplikovatelné; přídatné opatření k ostatním výše uvedeným.	Účinné, protože kontaminace nebývá fixována.	Stejně jako u opatření "Nezdržovat se ve vnějším prostoru".

Doplňkové informace, viz část **7.6.4.**

5.5.1 Nezdržovat se ve vnějším prostoru

Opatření na dekontaminaci kůže musí být vykonána podle **Tab. 5.5-1**.

Tab. 5.5-1 Operační zásahové úrovně vyjadřující úroveň nezbytnosti dekontaminace kůže v závislosti na naměřené plošné aktivitě na kůži nebo v závislosti na naměřeném dávkovém příkonu ve vzdálenosti 1 m od monitorované osoby (použijí se v havarijních situacích)

Nezbytnost dekontaminace kůže	Není nezbytná	Měla by být zvažována	Doporučena	Nezbytná	Prioritně nezbytná
Kontaminace [Bq/m ²]	< 4E+5	4E+5 až 4E+6	4E+6 až 4E+7	4E+7 až 4E+8	> 4E+8
Dávkový příkon záření gama ve vzdálenosti 1 m ¹⁾ [mSv/h]	< 1E-4	1E-4 až 4E-4	4E-4 až 4E-3	4E-3 až 4E-2	> 4E-2
Dávka v kůži od záření beta [mSv za 24 h]	< 1	1 až 10	10 až 100	100 až 1,000	> 1,000
Dávka v kostní dřeni od záření gama ²⁾ [mSv za 24 h]	< 0.02	0.02 až 0.2	0.2 až 2	2 až 20	> 20

1) Hodnoty jsou vypočteny na základě $\Gamma_H = 1.4E-10 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1} / \text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$

2) Vypočteno s použitím konverzních faktorů podle [Hen 85]

Tab.5.5-2 Povrchové aktivity na kůži a na oděvu, které mohou vést k efektivní dávce 1 mSv za 24 h a hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, které mohou způsobit takové povrchové aktivity. (Suchá depozice)

Nuklid	Časný únik (6 h od odstavení reaktoru)		Pozdní únik (120 h od odstavení reaktoru)	
	Kontaminace kůže [Bq/m ²]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	Kontaminace kůže [Bq/m ²]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]
* I-131	1.7E+06	8.2E+04	4.1E+06	1.0E+06
I-131	3.4E+07	1.6E+06	3.4E+07	8.5E+06
Te-132	9.5E+06	1.8E+06	9.5E+06	1.8E+06
Cs-137	2.2E+07	4.1E+06	2.2E+07	4.1E+06

Jestliže efektivní dávka je 1 mSv za 24 h, potom dávka v kůži od záření beta může být přibližně 100x vyšší.

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z kontaminované kůže a oděvu
 Trvání ozáření: 24 h (předpokládá se, že po 24 h se člověk umyje a převleče)
 Povrch těla: 2 m²
 Opatření: žádné
 Použité rovnice: (8.1), (3.2) v Kap.8, část 8.8 a 8.3

Tab.5.5-3 Hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, které v případě mokré depozice mohou způsobit takové povrchové aktivity na kůži a na oděvu, které následně mohou vést k efektivní dávce 1 mSv za 24 h. (Mokrý depozice)

Nuklid	Intenzita deště	Časný únik (6 h od odstavení reaktoru)		Pozdní únik (120 h od odstavení reaktoru)	
		Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]
* I-131	1 mm/h	6.9E+03		1.5E+05	
I-131	1 mm/h	1.4E+05		1.2E+06	
Te-132	1 mm/h	3.9E+04		3.9E+04	
Cs-137	1 mm/h	8.7E+04		8.7E+04	
* I-131	5 mm/h	1.9E+03		4.2E+04	
I-131	5 mm/h	3.6E+04		3.3E+05	
Te-132	5 mm/h	1.0E+04		1.0E+04	
Cs-137	5 mm/h	2.4E+04		2.4E+04	

Jestliže efektivní dávka je 1 mSv za 24 h, potom dávka v kůži od záření beta může být přibližně 100x vyšší.

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z kontaminované kůže a oděvu
 Trvání ozáření: 24 h (předpokládá se, že po 24 h se člověk umyje a převleče)
 Povrch těla: 2 m²
 Opatření: žádné
 Depozice: mokrá, viz Obr.7.11-3
 Výška vzniku deště: 1 000 m
 Použité rovnice: (8.1), (3.2) v Kap.8, část 8.8 a 8.3

5.5.2 Svleci svrchní oděv a boty po příchodu z venkovních prostor

Tab.5.5-4 Hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, které za uvedených předpokladů mohou způsobit takové povrchové aktivity na oděvu, které následně mohou vést k efektivní dávce 1 mSv

Nuklid	Časný únik (6 h od odstavení reaktoru)		Pozdní únik (120 h od odstavení reaktoru)	
	Mokrý depozice	Suchá depozice	Mokrý depozice	Suchá depozice
	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h/m ³]			
* I-131	1.2E+04	5.1E+05	8.4E+04	2.1E+06
I-131	1.0E+05	4.5E+06	9.3E+05	2.4E+07
Te-132	4.5E+05	7.8E+07	4.5E+05	7.8E+07
Cs-137	4.5E+03	7.5E+05	4.5E+03	7.5E+05

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z kontaminovaného oděvu
 Trvání ozáření: 180 dní a každý den 8 h
 Povrch oděvu na těle: 2 m²
 Opatření: žádné
 Depozice: suchá a mokrá
 Intenzita deště: 5 mm/h, viz Obr.7.11-3
 Použité rovnice: (8.1), (3.2) v Kap.8, část 8.8 a 8.3

5.6 Zabránění cestování na kontaminované území

Tab.5.6 Zabránění cestování na kontaminované území

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Znemožnění cestování nebo omezení cestování	Závisí na důležitosti: má být posuzováno případ od případu; při rozhodování je podstatná informace o situaci na cílovém území; mělo by být uvažováno znemožnění (odvolání) výletů, exkurzí.	Závisí na podmínkách na cílovém území. V případě znemožnění cestování se účinně odvrátí ozáření.	Nejsou kvantifikována přímo, mají být orientována na: <ul style="list-style-type: none"> - omezit cestování, jestliže situace je neznámá; - nepřipustit vycestování na dané území, jestliže při daných podmínkách by podle předpisů platných v ČR byla implementována opatření; - zvážit ozáření na základě dostupných informací (mít na zřeteli i potraviny); - v případě krátkodobých nuklidů odložit cestu na pozdější dobu; - upustit od cesty jestliže na cílovém území byla implementována evakuace, přemístění nebo přesídlení.

Doplňkové informace, viz část 7.6.5.

5.7 Zacházení s dopravními prostředky z kontaminovaného území

Tab.5.7 Zacházení s dopravními prostředky z kontaminovaného území

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Vrácení zpět na kontaminované území	Vyžaduje personální a technické zabezpečení Ozáření kontrolního personálu.	Může být účinně aplikováno, jestliže kontaminace dopravních prostředků je zjevně vyšší než kontaminace na cílovém území.	Povrchová kontaminace dopravních prostředků Tab. 5.7-1 Rozložení dávkového příkonu na dopr. prostředcích Obr. 5.7-1
Dekontaminace	Důležité pro ochranu řidičů. Vyžaduje personální zabezpečení a zejména vhodné místo na dekontaminaci na hranici kontaminovaného území. Ozáření personálu.	Podrobnosti jsou uvedeny v Tab.7.6-1 a Tab.7.6-2	Povrchová kontaminace dopr. prostředků, ozáření řidiče Tab. 5.7-2 Rozložení dávkového příkonu na dopr. prostředcích Obr. 5.7-2
Ochranné obleky při měření a dekontaminaci	Poměrně jednoduché v případě dostupnosti vhodných obleků. V případě speciálních obleků mít na zřeteli další omezení.	Vhodný ochranný oděv chrání proti záření alfa a beta a proti zamoření těla (viz také část 5.5).	Rozhoduje se na základě činnosti, která se má vykonávat, důležitější je při dekontaminaci než při měření.

Doplňkové informace, viz část **7.6.6**

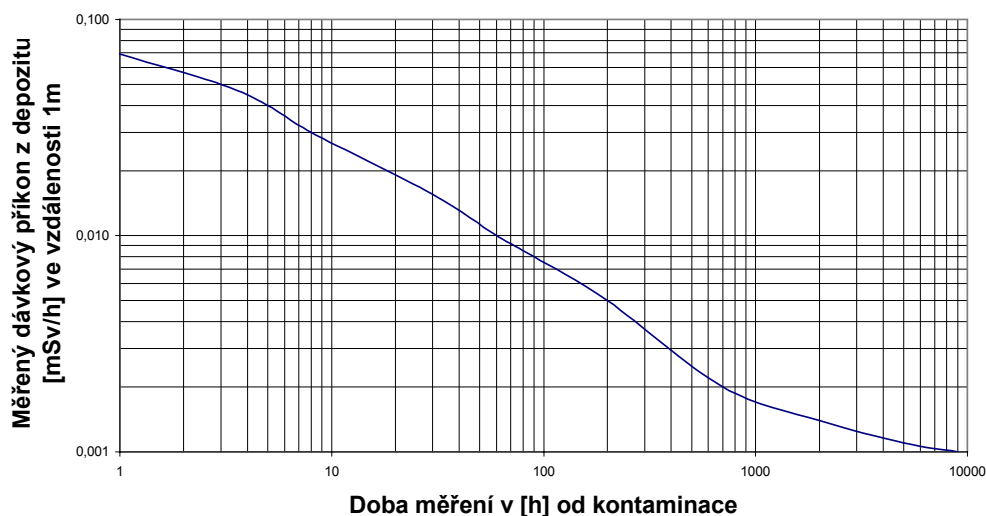
5.7.1 Vrácení zpět na kontaminované území

Tab. 5.7-1 Plošná aktivita na dopravních prostředcích, která na základě přijatých předpokladů může vést v okolí dopravního prostředku k efektivní dávce 1 mSv během jednoho půlroku.

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]
* I-131	6.9E+06
I-131	6.1E+07
Te-132	2.7E+08
Cs-137	2.6E+06

Cesta ozáření: ozáření zářením gama z povrchové kontaminace dopravního prostředku (plošný zářič s průměrem 4 m)
 Doba ozáření: 500 h za jeden půlrok (4 h denně, 5 dnů za týden, 25 týdnů)
 Vzdálenost od dopravního prostředku: 1 m
 Typ úniku: časný únik, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (6.2) v Kap. 8 část 8.6

Hodnota dávkového příkonu (gama) z povrchové kontaminace dopravního prostředku měřeného v čase T , která odpovídá efektivní dávce z externího ozáření v okolí dopravního prostředku na úrovni 1 mSv za období jednoho půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace (od přechodu mraku).



Obr. 5.7-1 Graf pro přepočet dávkového příkonu záření gama z povrchové kontaminace dopravního prostředku měřeného v čase T na dávku v okolí dopravního prostředku za 500 h v průběhu 1. půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace, $T=0$ (od přechodu mraku). Dávkový příkon je měřen ve vzdálenosti 1 m od povrchu dopravního prostředku.

Cesty ozáření:	ozáření zářením gama z povrchu dopravního prostředku
Velikost ozáření:	efektivní dávka 1 mSv
Čas $T = 0$:	předpokládaný čas vzniku kontaminace terénu (čas přechodu mraku)
Interval integrace pro ozáření z povrchu dopr. prostředku:	500 h za jeden půlrok (4 h denně, 5 dnů za týden, 25 týdnů)
Vzdálenost od dopr. prostředku:	1 m, v okolí dopravního prostředku
Plošný zářič:	průměr 4 m
Typ úniku:	časný únik, 6 h po odstávce reaktoru
Předpokládaná kontaminace:	kontaminace standardní radionuklidovou směsí v souladu s očekávaným zdrojovým členem
Použité rovnice:	(1.4) v Kap.8 část 8.1

Graf umožňuje stanovit z hodnoty dávkového příkonu (gama) ve vzdálenosti 1 m od povrchu dopravního prostředku, měřené v libovolném čase T , efektivní dávku z externího ozáření z povrchové kontaminace dopravního prostředku za 500 h v průběhu 1. půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace. Předpokládaný vznik povrchové kontaminace je v čase $T = 0$.

Příklad:

Čas měření T_1 :	400 h od vzniku depozitu
Měřený dávkový příkon:	9E-03 mSv/h
Hodnota očekávaného dávkového příkonu v čase T_1 , která odpovídá efektivní dávce 1 mSv z externího ozáření z povrchové kontaminace dopravního prostředku za prvních 500 h od předpokládaného vzniku kontaminace:	2.9E-03 mSv/h
Poměr měřená / tabelovaná hodnota:	3

Z uvedeného plyne, že dávkový příkon 9E-03 mSv/h měřený v čase $T_1 = 400$ h od předpokládaného vzniku kontaminace je 3x vyšší než hodnota dávkového příkonu, která by odpovídala efektivní dávce 1 mSv za 500 h v průběhu 1 půlroku, tudíž efektivní dávka za 500 h bude v daném případě $3 \cdot 1 = 3$ mSv.

5.7.2 Dekontaminace

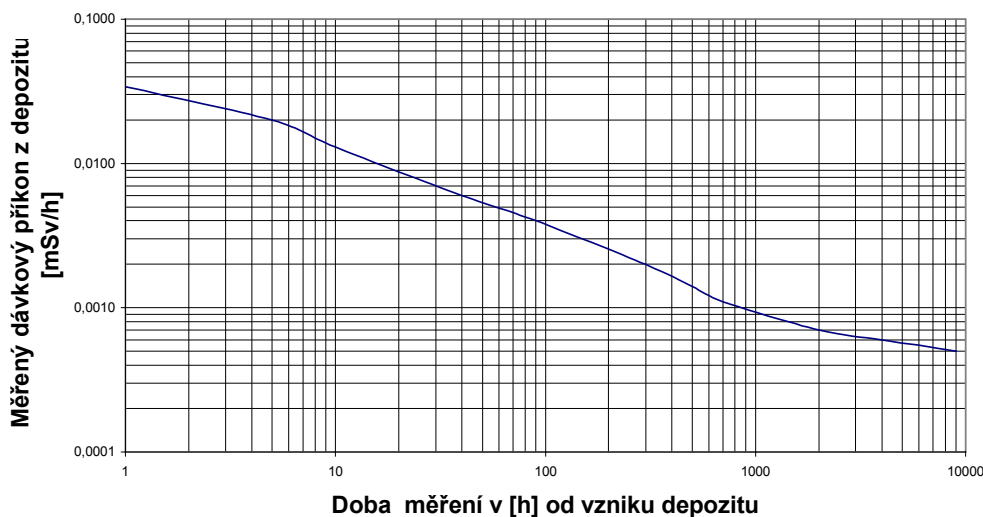
Tab. 5.7-2 Plošná aktivita na dopravních prostředcích, která na základě přijatých předpokladů může vést uvnitř dopravního prostředku k efektivní dávce 1 mSv během prvního půlroku.

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]
* I-131	2.5E+06
I-131	2.2E+07
Te-132	9.6E+07
Cs-137	9.1E+05

Cesta ozáření: ozáření zářením gama z povrchové kontaminace dopravního prostředku
 Doba ozáření: 1 000 h za jeden půlrok (8 h denně, 5 dnů za týden, 25 týdnů)
 Geometrie ozařování: pobyt uvnitř kabiny - modelováno jako dutá sféra s homogenně kontaminovaným povrchem
 Typ úniku: časný únik, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (6.2) v Kap. 8 část 8.6

Poznámky týkající se kontaminace vody použité na dekontaminaci - viz část 7.6.7.2.

Hodnota dávkového příkonu (gama) z povrchové kontaminace dopravního prostředku měřeného v čase T , která odpovídá efektivní dávce z externího ozáření na úrovni 1 mSv za období jednoho půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace (od přechodu mraku). Dávkový příkon je měřen uvnitř kabiny v místě řidiče.



Obr. 5.7-2 Graf pro přepočítání dávkového příkonu záření gama z povrchové kontaminace dopravního prostředku měřeného v čase T na dávku uvnitř kabiny za 1 000 h v průběhu 1. půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace, $T=0$ (od přechodu mraku). Dávkový příkon je měřen uvnitř kabiny v místě řidiče.

Cesty ozáření:	ozáření uvnitř kabiny zářením gama z povrchu dopravního prostředku
Velikost ozáření:	efektivní dávka 1 mSv
Čas $T = 0$:	předpokládaný čas vzniku kontaminace terénu (čas přechodu mraku)
Interval integrace pro ozáření zářením gama z povrchu dopr. prostředku:	1 000 h za jeden půlrok (8 h denně, 5 dnů za týden, 25 týdnů)
Typ úniku:	časný únik, 6 h po odstávce reaktoru
Předpokládaná kontaminace:	kontaminace standardní radionuklidovou směsí v souladu s očekávaným zdrojovým členem
Použité rovnice:	(1.4) v Kap.8 část 8.1

Graf umožňuje stanovit z hodnoty dávkového příkonu (gama) měřeného uvnitř kabiny řidiče v libovolném čase T , efektivní dávku z externího ozáření z povrchové kontaminace dopravního prostředku za 1000 h v průběhu 1. půlroku od předpokládaného vzniku kontaminace. Předpokládaný vznik povrchové kontaminace je v čase $T = 0$.

Příklad:

Čas měření T_1 :	300 h od vzniku depozitu
Měřený dávkový příkon:	8 E-02 mSv/h
Hodnota očekávaného dávkového příkonu v čase T_1 , která odpovídá efektivní dávce 1 mSv z externího ozáření z povrchové kontaminace dopravního prostředku za prvních 500 h od předpokládaného vzniku kontaminace:	2 E-03 mSv/h
Poměr měřená / tabelovaná hodnota:	40

Z uvedeného plyne, že dávkový příkon 8E-02 mSv/h měřený v čase $T_1 = 300$ h od předpokládaného vzniku kontaminace je 40x vyšší než hodnota dávkového příkonu, která by odpovídala efektivní dávce 1 mSv za 1 000 h v průběhu 1. půlroku, tudíž efektivní dávka za 1. půlrok bude v daném případě $40 \cdot 1 = 40$ mSv.

5.8 Opatření v případě kontaminace vzduchových filtrů

Tab.5.8 Opatření v případě kontaminace vzduchových filtrů

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Výměna filtrů ve ventilačních systémech (cíl: ochrana osob v blízkosti filtrů)	Může být vykonáno personálem údržby. V případě, že má být vyměněno velké množství filtrů, mohou vzniknout problémy s dostupností filtrů a personálu. Je třeba mít na zřeteli ozáření personálu údržby (viz část 5.8.2), manipulaci a uložení filtrů (viz část 5.8.2).	Závisí na kontaminaci filtrů a na geometrických podmínkách jako: - místo instalace; - stěny budovy; - zapouzdření filtru; - vzdálenost osob, které mohou být ozářeny. Je nezbytné porovnat odvrácené dávky a ozáření personálu údržby.	Odvrácené dávky v závislosti na době výměny Tab.5.8-1 Časový integrál objemové aktivity v ovzduší Tab.5.8-2
Ochranná opatření při výměně a skladování filtrů (cíl: ochrana personálu údržby)	Filtry je možno vyměnit rychle. Běžně použít ochranu dýchacího ústrojí. Ochranný oděv omezuje pohyblivost. Je nezbytné použít prachotěsné obaly na filtry	Srovnatelná s "Ochranné obleky při měření a dekontaminaci", viz část 5.7.2. Riziko vzniku prachu je podstatné a nesmí být opomenuto. Omezit ozáření zářením gama omezením času.	Dávka / aktivita na vzduchovém filtru Tab.5.8-3 Dávka / aktivita na filtru v budově Tab.5.8-4 Dávka / aktivita skladovaného filtru Tab.5.8-5

Doplňkové informace, viz část 7.7.

5.8.1 Výměna filtrů ve ventilačních systémech a v dopravních prostředcích z hlediska ochrany osob v blízkosti filtrů

Tab.5.8-1 Procentuální část odvrácené dávky za 180 dní v závislosti na době výměny filtru

	Doba mezi výměnou filtru a přechodem mraku			
	2 dny	4 dny	7 dní	180 dní
Odvrátí se % část dávky	86 %	81 %	76 %	0 %

Doba pobytu: 180 dní, 80 h týdně
 Vzdálenost od filtru: 1 m, filtr jako bodový zářič
 Kontaminace filtru: 45 % I, 4 % Cs, 51 % jiné aerosoly
 Použité rovnice: (6.5) v Kap. 8 část 8.6

Tab.5.8-2 Hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, která při zachycení na filtru v celém průběhu přechodu mraku může způsobit z externího ozáření zářením gama ve vzdálenosti 1 m od filtru efektivní dávku 1 mSv za 180 dní

Nuklid	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h /m ³]
* I-131	1.1E+04
I-131	1.0E+05
Te-132	4.5E+05
Cs-137	4.3E+03

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z filtru
 Doba pobytu: 180 dní, 80 h týdně
 Vzdálenost od filtru: 1 m, filtr jako bodový zářič
 Kontaminace filtru: není časná výměna filtru
 Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (6.5) v Kap. 8 část 8.6

5.8.2 Ochranná opatření v souvislosti s výměnou filtrů a jejich skladováním (ochrana personálu údržby)

Tab.5.8-3 Hodnoty aktivity nuklidů zachycených na filtru motoru nákladního auta, který byl v provozu během přechodu mraku, a které mohou způsobit za stanovených předpokladů z externího ozáření zářením gama ve vzdálenosti 0,3 m od filtru efektivní dávku 1 mSv za 180 dní. Ve 3. sloupci jsou hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, které vedou k dané zachycené aktivitě na filtru.

Nuklid	Aktivita filtru [Bq]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h /m ³]
* I-131	1.5E+07	1.2E+04
I-131	1.4E+08	1.0E+05
Te-132	6.1E+08	4.7E+05
Cs-137	5.8E+06	4.5E+03

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z filtru
 Doba pobytu: 180 dní, 1 h denně
 Vzdálenost od filtru: 0,3 m, filtr jako bodový zářič (dávkový příkon pro * I-131 = 1.9E-01 mSv/h)
 Výkon filtrace: průtok 1300 m³ / h (platí pro filtry motorů nákladních aut, osobní auta mají průtok na úrovni 1/3 nákladních aut)
 Kontaminace filtru: není časná výměna filtru
 Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (6.5) v Kap. 8 část 8.6

Tab.5.8-4 Hodnoty aktivity nuklidů zachycených na filtru ventilačního systému budovy, který byl v provozu během přechodu mraku, a které mohou způsobit za stanovených předpokladů z externího ozáření zářením gama ve vzdálenosti 0,3 m od filtru efektivní dávku 1 mSv za 180 dní. Ve 3. sloupci jsou hodnoty časového integrálu objemové aktivity v ovzduší, které vedou k dané zachycené aktivitě na filtru.

Nuklid	Aktivita filtru [Bq]	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší [Bq.h /m ³]
* I-131	1.8E+08	1.4E+03
I-131	1.6E+09	1.2E+04
Te-132	7.0E+09	5.4E+04
Cs-137	6.8E+07	5.2E+02

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z filtru
 Doba pobytu: 180 dní, 1 h denně
 Vzdálenost od filtru: 0,3 m, filtr jako zářič s průměrem 2 m (dávkový příkon pro *I-131=1.9E-01 mSv/h)
 Výkon filtrace: průtok 1.3E+05 m³ / h
 Kontaminace filtru: není časná výměna filtru
 Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (6.5) v Kap. 8 část 8.6

Tab.5.8-5 Hodnoty aktivity nuklidů zachycených na filtru bez jakéhokoliv stínění, které mohou způsobit za stanovených předpokladů z externího ozáření zářením gama ve vzdálenosti 5 m od filtru efektivní dávku 1 mSv za 7 dní.

Nuklid	Aktivita filtru [Bq]
* I-131	1.3E+08
I-131	2.6E+09
Te-132	4.7E+09
Cs-137	1.7E+09

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama z filtru
 Doba pobytu: 7 dní
 Vzdálenost od filtru: 5 m (dávkový příkon pro *I-131 = 6.0E-03 mSv/h)
 Použité rovnice: (6.5) v Kap. 8 část 8.6

5.9 Omezení pobytu v nebo na kontaminované vodě

Tab.5.9 Omezení pobytu v nebo na kontaminované vodě

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Zákaz přístupu ke kontaminovaným vodním plochám	Opatření je zejména důležité pro osoby, které se z titulu svého zaměstnání pohybují na těchto územích.	Je těžké ji kvantifikovat, závisí na podmínkách a na možných omezeních.	Hmotnostní aktivita v sedimentu a usazeném materiálu Tab. 5.9-1
Omezení pobytu na: - usazeninách při březích; - zatopených plochách.		Účinné při důsledné aplikaci.	Hmotnostní aktivita v sedimentu na sedimentačních polích Tab.5.9-2
Omezit: - koupání; - potápění; - plavbu na člunu.			Objemová aktivita vody Tab.5.9-3

Doplňkové informace, viz část 7.8.

Tab. 5.9-1 Hmotnostní aktivita sedimentu a usazeného materiálu, která za uvedených předpokladů může od externího záření gama vést k efektivní dávce 1 mSv za 1000 h

Nuklid	Hmotnostní aktivita	
	Sediment [Bq/kg]	Usazený materiál [Bq/kg]
Cs-137	2.9E+06	5.9E+05

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ze sedimentu nebo z usazeného materiálu
 Doba pobytu: 1 000 h (4 h denně, 5 dnů týdně, 50 týdnů)
 Předpoklad: krátkodobý únik do povrchové vody
 Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (7.1), (7.2) v Kap. 8, část 8.7

Tab.5.9-2 Hmotnostní aktivita sedimentu na sedimentačních polích, která za uvedených předpokladů může od externího záření gama vést k efektivní dávce 1 mSv za 1000 h

Nuklid	Hmotnostní aktivita sedimentu
	[Bq/kg]
Cs-137	9.7E+03

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ze sedimentu na sedimentačních polích
 Doba pobytu: 1 000 h (4 h denně, 5 dnů týdně, 50 týdnů)
 Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
 Použité rovnice: (7.4) v Kap. 8, část 8.7

Tab.5.9-3 Objemová aktivita vody, která za uvedených předpokladů může od externího záření gama vést k efektivní dávce 1 mSv za 100 h pobytu ve vodě během 1 roku

Nuklid	Objemová aktivita vody [Bq/l]
* I-131	2.2E+03
I-131	3.8E+04
Te-132	-
Cs-137	2.8E+04

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ve vodě
 Doba pobytu: ve vodě 100 h během 1 roku
 Použité rovnice: (7.3) v Kap. 8, část 8.7

5.10 Ochranná opatření při nakládání s kontaminovaným odpadem

Tab.5.10 Ochranná opatření při nakládání s kontaminovaným odpadem

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu	Možné pouze v limitovaném rozsahu. Opatření může pouze vést k omezení ozáření nebo k monitorování ozáření personálu.	-	Tab.5.10-1
Omezení pobytu v čistírně odpadních vod	Možné pouze v limitovaném rozsahu. Opatření může pouze vést k omezení ozáření nebo k monitorování ozáření personálu.	-	Tab.5.10-2
Omezení pobytu na haldách s odpadem	Možné pouze v limitovaném rozsahu vzhledem na nezbytnou pracovní činnost	-	Tab.5.10-3
Stínění záření gama překrytím odpadních hald	Překrytí je možné za předpokladu dostupnosti vhodných materiálů	Závisí na podmínkách týkajících se distribuce a použití vhodných materiálů	-

Doplňkové informace, viz část 7.9.

5.10.1 Omezení pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu

Tab.5.10-1 Hmotnostní aktivity kontaminovaného odpadu, které za uvedených předpokladů mohou vést během sběru a přepravy k roční efektivní dávce 1 mSv z externího ozáření a inhalace

Nuklid	Hmotnostní aktivita [Bq/kg]
* I-131	2.6E+07
I-131	4.4E+08
Te-132	1.7E+08
Cs-137	9.7E+06

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ve vzdálenosti 1 m od odpadu a inhalace
Referenční skupina: dospělí
Doba pobytu: 1 800 h (odpovídá přibližně roční pracovní době)
Rychlost dýchání: $3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$
Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let
Množství odpadu: 100 t kontaminovaného odpadu ročně
celkové množství (nekontaminovaného) odpadu 75 000 t ročně
Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
Použité rovnice: (3.8), (4.5) v Kap. 8, část 8.3 a 8.4

5.10.2 Omezení pobytu v čistírně odpadních vod

Tab.5.10-2 Hmotnostní aktivity kalu, které za uvedených předpokladů mohou vést k roční efektivní dávce 1 mSv z externího ozáření

Nuklid	Hmotnostní aktivita [Bq/kg]
* I-131	3.7E+05
I-131	6.3E+06
Te-132	2.4E+06
Cs-137	1.4E+05

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ve vzdálenosti 1 m od nádrže s kalem
Doba pobytu: 250 h
Popis kalu: velká kalová nádrž, ekvivalentní obsah suché složky kalu je 30%
Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru
Použité rovnice: (6.7) v Kap. 8, část 8.6

5.10.3 Omezení pobytu na haldách s odpadem

Tab.5.10-3 Hmotnostní aktivity kontaminovaného odpadu, které za uvedených předpokladů při soustavném pobytu na kontaminované haldě mohou vést k roční efektivní dávce 1 mSv z externího ozáření a inhalace

Nuklid	Hmotnostní aktivita [Bq/kg]
* I-131	8.4E+06
I-131	1.4E+08
Te-132	5.6E+07
Cs-137	3.2E+06

Cesta ozáření: zevní ozáření zářením gama ve vzdálenosti 1 m od odpadu a inhalace (inhalace tvoří méně než 3 % příspěvku k dávce)

Referenční skupina: dospělí

Doba pobytu: 1 800 h (odpovídá přibližně roční pracovní době)

Rychlost dýchání: $3.5E-4 \text{ m}^3 / \text{s}$

Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let

Množství odpadu: 100 t kontaminovaného odpadu ročně
celkové množství (nekontaminovaného) odpadu 75 000 t ročně

Typ úniku: časný, 6 h po odstávce reaktoru

Použité rovnice: (3.8), (4.3) v Kap. 8, část 8.3 a 8.4

5.11 Zabránění/omezení fyzicky namáhavé práce nebo sportu (snížení ozáření resuspenzí)

Tab.5.11 Zabránění / omezení fyzicky namáhavé práce nebo sportu (snížení ozáření resuspenzí)

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Zabránění nebo omezení - těžké fyzické práce; - sportování.	Jednoduché zavedení pro velmi specifické činnosti, zejména pro ty, které nejsou nezbytné. Problematické v případech činností, při kterých vzniká prach. V případě, že produkce prachu není nevýznamná, ochranná opatření nesmí být opomenuta.	Zabránění ozáření způsobeného resuspenzí je podstatné v případě dlouhodobých nuklidů emitujících záření alfa a beta. Pro většinu nuklidů emitujících záření gama je příspěvek resuspenze zanedbatelný v porovnání z externím ozářením.	Operační zásahové úrovně pro kontaminaci terénu Tab. 5.11-1 Opatření je účinné a nezbytné pouze při vyšších úrovních kontaminace terénu, které zároveň vyžadují implementaci dalších opatření (evakuace, zákaz vstupu).

Doplňkové informace, viz část 7.10. Problémové otázky týkající se externího ozáření jsou pojednávány v části 7.6.

Tab. 5.11-1 Kontaminace (plošná aktivita) terénu, která za uvedených předpokladů může vést k roční efektivní dávce 50 mSv v důsledku resuspenze

Nuklid	Plošná aktivita [Bq/m ²]	
	Dospělí	Děti
Sr-90	8.6E+08	6.1E+08
Pu-239	2.5E+06	3.1E+06
Am-241	2.5E+06	3.3E+06

Cesta ozáření: inhalace následující po resuspenzi
 Doba pobytu: 1 rok, inhalace 8 h/denně
 Rychlost dýchání: 3.5E-4 m³/s, dospělí
 9.0E-5 m³/s, děti
 Interval integrace pro úvazek inhalací: 50 let
 Faktor resuspenze A: 4.9E-8 m⁻¹
 Konstanta přeměny b_{res}: 4.6E-9 s⁻¹
 Použité rovnice: (4.4) v Kap. 8, část 8.4

6 Ochranná opatření v oblasti zemědělství a výživy

Opatření jsou rozdělena na opatření v časně fázi, ve střední fázi a opatření v pozdní fázi.

Opatření v časně fázi (část 6.1)

Popis situace: Kontaminace se doposud neobjevila nebo se právě objevuje. Předpověď radiační situace na základě odhadu zdrojového členu a výpočtů šíření nebo měřené dávkové příkony a objemové aktivity v ovzduší jsou nižší než směrné hodnoty nebo hodnoty zásahových úrovní.

Cíl: Zabránění zamoření rostlin a zvířat radionuklidovým spadem

Opatření v časně fázi jsou:

- sklizeň prodejných (použitelných) produktů;
- bezpečné uzavření skleníků;
- překrytí rostlin;
- uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol;
- shromáždění dobytka do stájí atd. (Tab. 6.1-1, část 6-6, 6-7).

Opatření jsou tím účinnější, čím dřív jsou realizována. Z uvedeného důvodu musí být příslušná doporučení zvažována ve velmi časně fázi, tj. ve fázi kdy se předpověď očekávaného stupně kontaminace může stále značně lišit od stavu, který později skutečně nastane. Není vhodné tato opatření doporučovat individuálně, ale jako balík opatření. Uskutečnitelnost tohoto balíku opatření závisí na podmínkách každé jednotlivé zemědělské farmy, na pěstovaných rostlinách a na době, za kterou je nezbytné tato opatření vykonat.

Opatření ve střední fázi (část 6.2)

Popis situace: Během úniku jsou zeleninové produkty a píče (krmné plodiny) kontaminovány přímým spadem. Podmínky, za kterých je možné potraviny a krmné plodiny dále používat v potravním řetězci, jsou regulovány maximálními úrovněmi aktivit stanovenými EU. Pokud je to možné, mají se přijímat opatření v této fázi na základě měřených hodnot.

Cíl: V případě překročení maximální úrovně stanovené EU pro některou potravinu nebo krmnou plodinu musí být dále prověřeno, zda lze opatřeními dosáhnout snížení

hodnot aktivit pod maximální úrovně stanovené EU v daném produktu nebo zda musí být daný produkt zlikvidován. Příslušnými opatřeními jsou změněné podmínky výroby, skladování nebo zpracování produktu.

Opatření ve střední fázi:

V první řadě musí být prověřeno, zda kterékoliv opatření přijaté v časné fázi má být nadále uplatňováno.

Dále se musí prodiskutovat (zvážit) následující opatření:

Rostlinné produkty: Je možné snížit radioaktivitu v zeleninových produktech následujícími opatřeními?

- nezavlažovat (nekropit) kontaminovanou vodou (Tab. 6.2-1);
- odložit sklizeň na pozdější dobu (Tab. 6.2-2);
- použít speciální způsoby při sklizni (Tab.6.2-3);
- provést sklizeň a uskladnit (Tab.6.2-4);
- provést sklizeň a aplikovat technická opatření (Tab.6.2-5).

Živočišné produkty: Je možné udržet na nízké úrovni nebo snížit radioaktivitu v živočišných produktech následujícími opatřeními?

- nezavlažovat pastviny kontaminovanou vodou (Tab. 6.2-1);
- používat nezamořené krmivo (Tab.6.2-6);
- přikrmování (Tab.6.2-7);
- technologické zpracování nebo přepracování (Tab. 6.2.8: mléko, Tab. 6.2.9: maso, Tab.6.2-10: ryby);
- alternativní použití kontaminované píce a potravin (Tab.6.2-11).

V případě, že žádné z těchto opatření se neprokáže jako účinné, musí být potravina likvidována. Likvidace ovšem často způsobí velké problémy, proto jsou výše uvedená opatření mimořádně důležitá a měla by být využita v maximální možné míře.

Na likvidaci jsou v zásadě vhodná následující opatření:

Potraviny živočišného původu (Tab.6.2-12):

- hodit do hnoje (likvidace mléka vylitím do hnojové jámy);
- rozlít mléko a syrovátky na půdu;
- maso zahrabat ;
- zakrýt (překrýt) maso.

Krmivo a potraviny rostlinného původu (Tab.6.2-13):

- zaorat;
- kompostovat;
- uložit;
- spálit..

Každé opatření v této fázi by mělo být přijato na základě výsledků měření, protože likvidace zemědělských produktů v případě rozsáhlého zamoření může být finančně mimořádně náročná. Při postupu musí být kontrolováno i dodržování legislativy.

Opatření v pozdní fázi (část 6.3)

Popis situace: Kontaminace zemědělských oblastí je tak vysoká, že delší dobu (roky) nebude možné prodat (umístit na trh) potraviny rostlinného původu a krmivo vyrobené v těchto oblastech. Rozhodnutí jsou přijímána na základě výsledků měření aktivity v půdě a na jejich základě očekávané aktivity v rostlinách.

Cíl: Zachovat schopnost zemědělských oblastí vyrábět zemědělské produkty.

Opatření v pozdní fázi (většinou velmi problematická opatření) jsou např.:

- pěstování rostlin, které nejsou určeny na spotřebu, změna rostlinného cyklu (Tab.6.3-1);
- odstranění vrchní vrstvy půdy, hluboká orba, převrácení půdy, přidávání umělých hnojiv (Tab.6.3-2);
- zalesnění zemědělských ploch (Tab.6.3-3).

Jestliže žádné z těchto opatření nebude efektivní kvůli stále vysoké kontaminaci pěstovaných rostlin, zůstává jedinou možností ukončit zemědělské využití půdy (opustit půdu).

Na zvažování a přijetí opatření v pozdní fázi bude dostatek času. Základem pro doporučení opatření budou hodnoty měřených aktivit v půdě a hodnoty příslušných přechodových faktorů.

Opatření pro zacházení se zvěří (část 6.4)

- Krmení zvěře nezamořeným krmivem (Tab.6.4-1)
- Doplňková opatření v souvislosti s krmením zvěře (Tab.6.4-2)

Následná opatření v domácnostech (část 6.5)

- Doporučení pro samozásobovací domácnosti, omezení nebo zákaz spotřeby (Tab. 6.5-1)
- Doporučení pro samozásobovací domácnosti, domácí zpracování produktů (Tab.6.5-2)

Obecné poznámky:

Účinnost opatření je obvykle dána stupněm dekontaminace. Vztah mezi maximální přípustnou aktivitou (objemovou aktivitou, hmotnostní aktivitou, plošnou aktivitou) před dekontaminací C_{max} a stupněm dekontaminace DG je dán následující rovnicí:

$$C_{max} = H_W / (1-DG)$$

kde H_W je maximální přípustná úroveň stanovená EU (viz Kap. 8, část 8.5).

Jednotlivá opatření jsou rozdělena na doporučená, podmíněně doporučená a nedoporučená. Při této kategorizaci opatření byl zohledněn stupeň dekontaminace a další Kritéria: potřebná doba a personální zabezpečení, dostupnost zařízení/systémů/materiálů, nákladnost/znehodnocení, dopad opatření na daný výrobek a radiační ochrana zaměstnanců.

Kategorizace opatření má sloužit osobám, které jsou ze zákona odpovědné za přijímání opatření, na selekci opatření posuzovaných v reálné situaci. Opatření musí být zvážena v podmínkách, které převažují v havarijní situaci. Opatření, která jsou označena jako nedoporučená, budou zřejmě vyloučena již na začátku zvažování opatření a jsou zde uvedena pouze v zájmu úplnosti.

Další vysvětlení kritérií pro přijímání opatření se nachází v Kap. 8, část 8.11.

Maximální přípustné úrovně stanovené EU jsou uvedeny v Kap. 7, část 7.11.1.

6.1 Opatření v časně fázi

Tab. 6.1-1 Předúniková fáze - opatření k zabránění kontaminace zemědělských produktů

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Okamžitá sklizeň prodejných (použitelných) produktů	Omezená kapacita strojů, pracovníků, míst na uskladnění a omezená doba, která je k dispozici	Doporučeno zejména pro listovou zeleninu	Časový integrál objemové aktivity v ovzduší: Suchý spad:
Uzavření skleníků	Nebezpečí přehřátí při intenzivním slunci	Doporučeno	
Překrytí rostlin fóliemi	Fólie dostupné pouze na specializovaných farmách. Implementace závisí na stavu a vývoji rostlin. Vzniknou kontaminované fólie. Vyžaduje velké množství pracovníků.	Doporučeno	I-131: 1.7E+02 Bq.h/m ³ Cs-137: 3.5E+02 Bq.h/m ³ Objemová aktivita v ovzduší, mokry spad:
Silážovat do žoků (siláž ze suché trávy)	Omezená doba, která je k dispozici (vyžaduje minimálně 1 den)	Doporučeno	I-131: 1.2E+01 Bq/m ³ Cs-137: 7.0E+00 Bq/m ³
Shromáždění dobytku do stájí (snížení externí kontaminace a příjmu radionuklidů z kontaminované pastvy)	Krmit v kontrolovaných podmínkách. Zabránit příjmu kontaminované pastvy. Omezení v souvislosti s nedostatkem místa ve stájích (upřednostnit mléčný skot) a omezení v souvislosti s nedostatkem krmiva ve stájích.	Doporučeno	Plošná kontaminace na terénu: I-131: 7.0E+02 Bq/m ² Cs-137: 6.5E+02 Bq/m ³
Uzavření stájí, ovčínů, chlévů, stodol	Běžné stáje pouze výjimečně lze bezpečně uzavřít	Doporučeno somezeními	
Ochrana odkrytých (otevřených) skladů potravin a krmiva	Dopravit do uzavřených skladů. Získat a použít nepromokavé plachty, fólie.	Doporučeno	
Zastavit plnění cisteren	Může být náročné na práci.	Doporučeno	

Tab. 6.1-1 Pokračování.

Předúniková fáze - opatření k zabránění kontaminace zemědělských produktů

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Zakrytí volně uložených umělých hnojiv	Získat a použít nepromokavé plachty, fólie. Hnojiva nejsou obvykle přechovávána volně ve venkovních prostorech.	Není doporučeno	Neaplikuje se
Zakrytí volně uložených organických hnojiv (žumpy, produkty vypouštěné ze stájí)	Získat a použít nepromokavé plachty, fólie. Příspěvek k dávce je zanedbatelný.	Není doporučeno	Neaplikuje se

Tato opatření mají být doporučována pouze tehdy, pokud to umožňují podmínky na příslušné zemědělské farmě.

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

6.2 Opatření ve střední fázi

Tab. 6.2-1 Opatření v únikové fázi k zabránění kontaminace způsobené vodou

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria	
			Maximální hodnoty stanovené EU pro potraviny budou dosaženy za předpokladu:	
Nesbírat ani nepoužívat zamořenou dešťovou vodu (dešťová voda při přechodu mraku by měla být směřována do kanalizace)	Dodatečné výdaje při použití alternativních zdrojů vody	Doporučeno s omezeními	Hmotnostní aktivita ve vodě (bez odstátí vody - voda bude okamžitě použita)	
			[Bq/l]	
			listová zelenina	ostatní zel. (nadzemní)
Zamezit kropení (zavlažování) zamořenou povrchovou vodou	Možnost úplné ztráty úrody při delších únicích. Dodatečné výdaje při použití alternativních zdrojů vody.	Doporučeno	Hmotnostní aktivita ve vodě (voda bude ponechána odstát 60 dnů a pouze pak použita)	
			[Bq/l]	
			listová zelenina	ostatní zel. (nadzemní)
Nepoužívat zamořenou povrchovou vodu z mělčín na napájení skotu	Dodatečné výdaje při použití alternativních zdrojů vody. Na napájení raději použít tekoucí vodu	Doporučeno	Hmotnostní aktivita ve vodě [Bq/l]	
			mléčný skot	skot na krmení
			I	2.0E+03
		Cs	3.0E+02	5.5E+02
		Sr	8.0E+02	1.7E+04

Tato opatření mají být doporučována pouze v tom případě, pokud to umožňují podmínky na příslušné zemědělské farmě.

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Tab. 6.2-2 Opatření ke snížení nebo zabránění příjmu radionuklidů z krmiva nebo z potravin zeleninového původu po předchozím zamoření radioaktivním spadem. Opatření týkající se sklizně: odložení sklizně

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria				
			Maximální hodnoty stanovené EU pro potraviny budou dosaženy za předpokladu:				
Pokud možno, odložit sklizeň listové zeleniny	Často je možné pouze velmi krátké odložení (1 týden). Má smysl pouze v případě vysoké kontaminace krátkodobými nuklidy a nízké kontaminace dlouhodobými nuklidy. Ztráta kvality je obvykle akceptovatelná.	Doporučeno. Snížení aktivity je časově a nuklidově závislé. Vysoká účinnost pro krátkodobé nuklidy; pro dlouhodobé nuklidy klesá aktivita s růstem biomasy. Stupeň dekontaminace: I: 0,6 / 7 d 0,85 / 14 d Cs, Sr: 0,3 / 7 d 0,50 / 14 d	Hmotnostní aktivita listové zeleniny [Bq/kg]				
				Odložení sklizně			
				Žádné	7 d	14 d	
			I	2.0E+03	5.0E+03	1.3E+04	
			Cs	1.25E+ 03	1.8E+03	2.5E+03	
		Sr	7.5E+02	1.1E+03	1.5E+03		
Pokud možno, odložit sklizeň zeleného krmiva (jestli nelze aplikovat, pak co nejdřív sklídit a zlikvidovat)	Často je možné pouze velmi krátké odložení (1-2 týdny). Má smysl pouze v případě vysoké kontaminace krátkodobými nuklidy a nízké kontaminace dlouhodobými nuklidy. Ztráta kvality. Musí být dostupné dostatečné zásoby krmiva.	Doporučeno. Snížení aktivity je časově a nuklidově závislé. Vysoká účinnost pro krátkodobé nuklidy; pro dlouhodobé nuklidy klesá aktivita s růstem biomasy. Stupeň dekontaminace: I: 0,6/7d 0,85/14d 0,94/21d Cs, Sr: 0,3/7d 0,50/14 d 0,60/21d	Hmotnostní aktivita zeleného krmiva [Bq/kg]				
				Mléčný skot, odložení sklizně			
				Žádné	7 d	14 d	21 d
			I	2.5E+03	6.3E+03	1.7E+04	4.2E+04
			Cs	3.0E+03	4.3E+03	6.0E+03	7.5E+03
			Sr	9.5E+02	1.4E+03	1.9E+03	2.4E+03
				Výkrm skotu, odložení sklizně			
				Žádné	7 d	14 d	21 d
			I	2.0E+04	5.0E+04	1.3E+05	3.3E+05
			Cs	6.5E+02	9.3E+02	1.3E+03	1.6E+03
		Sr	2.0E+04	2.9E+04	4.0E+04	5.0E+04	

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Tab.6.2-3 Opatření ke snížení nebo zabránění příjmu radionuklidů z krmiva nebo z potravin zeleninového původu po předchozím zamoření radioaktivním spadem.

Opatření týkající se sklizně: speciální způsob sklizně

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria
Ponechat rostliny více vyrůst (15 cm místo 5 cm) a při sklizni zlikvidovat vrchní část rostliny	Teoreticky podle experimentálních výsledků vhodné pro trávu a píci, která v čase kontaminace ještě nevyrostla. Prakticky není uskutečnitelné, protože vhodné žací stroje nejsou k dispozici.	Není Doporučeno	Neaplikuje se

Tab.6.2-4 Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva:
uskladnit a počkat na vymření krátkodobých nuklidů (I-131)

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria	
			Hmotnostní aktivita I [Bq/kg] v čerstvém produktu, která způsobí dosažení maximální úrovně stanovené EU	
Uskladnit zeleninu	Pouze pro skladovatelné produkty jako pšenice, brambory, zelí, ovoce. Omezené skladovací kapacity. Skladuje se obvykle do 60 dní, maximálně do 180 dní.	Doporučeno ale s omezením kvůli ozáření personálu. Stupeň dekontaminace jódu: 0,994 / 60 d 0,999998 / 180 d	Zelenina, doba skladování	
			Žádné skladování	60 d a pak vyskladnit
Vysušit a uskladnit zeleninu a píci	Jednoduché v případě přirozeného sušení (seno). Omezené kapacity pro mechanické sušení (krmivo, koření, byliny). Lze skladovat 1 rok a déle.	Doporučeno ale s omezením kvůli ozáření personálu. 1 rok skladování vede k úplné dekontaminaci jódu	Zelenina a píce	
			Žádné skladování	1 rok a pak vyskladnit
Konzervovat a uskladnit krmivo (siláž)	Omezené skladovací kapacity. Skladuje se běžně 90 dní. Výdaje za skladování. Ztráta hodnoty.	Doporučeno, ale s omezením kvůli ozáření personálu. Stupeň dekontaminace jódu: 0,994 / 60 d 0,999998 / 180 d	Krmení mléčného skotu	
			Žádné skladování	90 d a pak vyskladnit
			2.5E+03	6.2E+06
			Výkrm skotu (skot na maso)	
Skladovat průmyslově zpracované produkty: např. konzervovaná zelenina, mražené potraviny	Omezené zpracovatelské kapacity. Lze skladovat až 1 rok	Doporučeno, ale s omezením kvůli ozáření personálu. 1 rok skladování vede k úplné dekontaminaci jódu.	Zelenina, doba skladování	
			Žádné skladování	90 d a pak vyskladnit
			2.0E+03	Neomezená aktivita I

Tab.6.2-4 Pokračování.

Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva:

uskladnit a počkat na vymření krátkodobých nuklidů (I-131)

Vyrobit trvanlivé mléčné produkty (trvanlivé mléko, sušené mléko) a skladovat	Zvýšené náklady na dopravu. Náklady na skladování. Na výrobu čerstvých produktů dodat mléko s nízkou kontaminací záměnou za mléko s vyšší kontaminací, které se zpracuje na příslušné trvanlivé produkty.	Doporučeno, ale s omezením kvůli ozáření personálu. Stupeň dekontaminace jódu: 0,92 / 30 d 0,994 / 60 d 0,9996 / 90 d	Hmotnostní aktivita I v mléčném produktu na začátku skladování
			Žádné skladování: 5.0E+02 30 d : 6.2E+03 60 d : 8.3E+04 90 d : 1.2E+06
Skladovat sušené živočišné produkty (krmivo)	Omezené zpracovatelské kapacity na sušení. Skladovat minimálně 1 rok . Výdaje na skladování.	Doporučeno, ale s omezením kvůli ozáření personálu. 1 rok skladování vede k úplné dekontaminaci jódu	

Poznámky k Tab.6.2-4:

Etický dopad opatření:

Aplikace opatření předpokládá, že dotčené osoby (farmáři, zpracovatelé) jsou dostatečně informovány a souhlasí s opatřeními.

Hrozí nerovnost v přístupu ke zpracovaným potravinám v důsledku nárůstu jejich ceny - méně solventní část obyvatelstva nemusí být schopna kupovat zpracované potraviny.

Hrozí ztráty u producentů potravin v případě, že zpracované potraviny nebudou spotřebiteli akceptovány.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Hrozí ztráta důvěry v zemědělské produkty nebo v celý systém produkce potravin.

Hrozí rozpad zemědělství a příbuzných průmyslových oborů.

Hrozí rozpad systému dodávek mléka a dalších zemědělských produktů do potravinářství a možný nedostatek těchto produktů na trhu.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Tato opatření by mohla být zvažována pouze v případě nejtěžších a málo pravděpodobných havárií.

Představitelé potravinářského průmyslu zastávají názor, že spotřebitelé (ani prodejci) nebudou akceptovat potraviny vyrobené zpracováním z kontaminovaných vstupních zemědělských produktů. Mlékárny pravděpodobně nebudou akceptovat jako surovinu kontaminované mléko.

Zemědělské produkty, u kterých bylo zjištěno překročení zásahové úrovně, by měly být zlikvidovány, aby se zabránilo jejich neautorizovanému vstupu do potravního řetězce.

Tab.6.2-5 Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva vhodným zpracovatelským postupem: průmyslové zpracování potravin

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v čerstvém produktu (před provedením opatření)
Konzervace zeleniny (odstranit a likvidovat vodu, která se uvolní při konzervaci)	Manipulace s vedlejšími produkty konzervace může vést k doposud neuvažovaným cestám další kontaminace. Omezená zpracovatelská kapacita.	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Listová zelenina: I 0,6 Cs 0,7 Sr 0,6 Kořenová zelenina: Cs 0,5 Sr 0,3 Ostatní zelenina: I 0,7 Cs 0,6 Sr 0,6	Listová zelenina: I 5.0E+03 Cs 4.2E+03 Sr 1.9E+03 Kořenová zelenina: Cs 2.5E+03 Sr 1.1E+03 Ostatní zelenina: I 6.7E+03 Cs 3.1E+03 Sr 1.9E+03
Konzervace hub (odstranit a likvidovat vodu, která se uvolní při konzervaci)	Manipulace se získanými vedlejšími produkty konzervace může vést k doposud neuvažovaným cestám další kontaminace. Omezená zpracovatelská kapacita.	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Houby Cs 0,65 Sr 0,8	Houby: Cs 3.6E+03 Sr 3.8E+03
Konzervace ovoce (odstranit a likvidovat vodu, která se uvolní při konzervaci)	Omezeno na ovoce, které může být oloupáno a které je kontaminováno krátce před sklizní	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Jablka, hrušky: Cs 0,5 Sr 0,2 Broskve: Cs 0,97 Sr 0,91	Jablka, hrušky: Cs 2.5E+03 Sr 9.4E+02 Broskve: Cs 4.2E+04 Sr 8.3E+03

Tab.6.2-5 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva vhodným zpracovatelským postupem: průmyslové zpracování potravin

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v čerstvém produktu (před provedením opatření)
Výroba ovocné šťávy mechanickou extrakcí	V případě kontaminace způsobené translokací (Černobyl)	Doporučeno a snadno uskutečnitelné. Průměrný stupeň dekontaminace: Cs 0,2 (0 až 0,4) (v případě kontaminace dlouhou dobu před sklizní, empirická hodnota, Černobyl) Sr 0,5 (v případě kontaminace krátce před sklizní)	Cs 1.2E+03 Sr 2.5E+02
Výroba ovocné šťávy evaporací (odpařováním)	Při evaporaci se obvykle dosahuje vyšší stupeň dekontaminace, vysoce závisí na druhu ovoce	Doporučeno a snadno uskutečnitelné. Průměrný stupeň dekontaminace pro červený/černý rybíz: Cs 0,35 (0,2 až 0,5)	Cs 1.5E+03
Elektrodialýza čisté jablečné šťávy	Vyžaduje velké úsilí a speciální zařízení	Doporučeno s omezeními. Průměrný stupeň dekontaminace pro jablka: Cs 0,98 Sr 0,98	Cs 5.0E+04 Sr 6.3E+03
Zpracování šťávy přidáním: - kaolinu; - bentonitu	Kaolin a bentonit se běžně používají na čištění ovocné šťávy. Vzniknou kontaminované vedlejší produkty a odpad	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Cs 0,55 (bentonit) Cs 0,50 (kaolin)	Cs 2.2E+03 (bentonit) Cs 2.0E+03 (kaolin)

Tab.6.2-5 Pokračování
 Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva vhodným zpracovatelským postupem: průmyslové zpracování potravin

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v čerstvém produktu (před provedením opatření)
Zpracování šťávy aplikací: - iontoměničů; - zeolitů	V současnosti neuskutečnitelné pro nedostatek zařízení. Možné stopy kyanidů. Vzniknou kontaminované vedlejší produkty a odpad.	Není Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Cs 0,99 (iontoměniče) Cs 0,98 (zeolity)	Neaplikuje se
Výroba vína z vinné révy	Jednoduše uskutečnitelné. Zavedená metoda zpracování hroznů.	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Bílé víno Cs 0,7 Sr 0,8 Růžové víno Cs 0,6 Sr 0,9 Červené víno Cs 0,3 Sr 0,7	Bílé víno Cs 3.3E+03 Sr 6.2E+02 Růžové víno Cs 2.5E+03 Sr 1.3E+03 Červené víno Cs 1.4E+03 Sr 4.2E+02
Použití modrého čeřidla (povolená metoda při výrobě vína; slouží na odstranění těžkých kovů)	Běžný postup vykonávaný speciálními laboratořemi. Může aplikovat pouze odborník. Vzniknou kontaminované vedlejší produkty a odpad.	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Cs 0,95 Sr 0,33	Cs 2.0E+04 Sr 1.7E+02

Tab.6.2-5 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva vhodným zpracovatelským postupem: průmyslové zpracování potravin

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v čerstvém produktu (před provedením opatření)
Semlít obilí	Manipulace se získanými vedlejšími produkty může vést k doposud neuvažovaným cestám další kontaminace. V otrubách je hmotnostní aktivita v porovnání s obilím vyšší 2,4x (Cs) a 3,2x (Sr), v žitných otrubách je vyšší 3x (Cs) a 3,5x (Sr).	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Pšeničná mouka světlá: Cs 0,5 Sr 0,8 Pšeničná mouka tmavá: Cs 0,3 Sr 0,9 Žitná mouka: Cs 0,4 Sr 0,5	Pšeničná mouka světlá: Cs 2.5E+03 Sr 3.8E+03 Pšeničná mouka tmavá: Cs 1.8E+03 Sr 7.5E+03 Žitná mouka: Cs 2.1E+03 Sr 1.5E+03 Otruby na krmení Pšeničné: Cs 1.25E+03 až 5.0E+03 Žitné: Cs 1.25E+03 až 5.0E+03
Odstranit řezanku při výrobě otrub na krmení	Sníží aktivitu v otrubách. Řezanka se zlikviduje	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace: Cs není (=0,0) Sr asi 0,4	Cs 1.25E+03 (limit EU) Sr 1.3E+03
Extrakce škrobu z obilí, kukuřice a brambor	Jednoduše uskutečnitelné; zavedená metoda	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace je pravděpodobně vysoký, ale nejsou dostupná data.	Hmotnostní aktivita převyšující maximální úroveň stanovené EU

Tab.6.2-5 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin a krmiva vhodným zpracovatelským postupem: průmyslové zpracování potravin

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v čerstvém produktu (před provedením opatření)
Extrakce oleje z olejnatých rostlin (luštěniny, řepka, slunečnice)	Jednoduše uskutečnitelné; zavedená metoda	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace je pravděpodobně vysoký, ale nejsou dostupná data; nižší stupeň dekontaminace při lisování za studena.	Hmotnostní aktivita převyšující maximální úroveň stanovené EU.
Výroba cukru z cukrové řepy	Jednoduše uskutečnitelné; zavedená metoda	Doporučeno. Průměrný stupeň dekontaminace je pravděpodobně vysoký, ale nejsou dostupná data.	Doporučeno v každém případě, ale musí být zvažovány aspekty radiační ochrany.
Další zpracování rostlinných produktů na alkohol	Vzniknou kontaminované vedlejší produkty a odpad. Prodejnost je pochybná.	Není Doporučeno.	Neaplikuje se.

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.2-5:

Etický dopad opatření:

Aplikace opatření předpokládá, že dotčené osoby (farmáři, zpracovatelé i jednotliví konzumenti) jsou dostatečně informovány a souhlasí s opatřeními.

Hrozí nerovnost v přístupu ke zpracovaným potravinám na trhu v důsledku nárůstu jejich ceny - méně solventní část obyvatelstva nemusí být schopna kupovat zpracované potraviny.

Hrozí ztráty u producentů potravin v případě, že zpracované potraviny nebudou spotřebiteli akceptovány.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Hrozí ztráta důvěry v zemědělské produkty nebo v celý systém produkce potravin.

Hrozí rozpad zemědělství a příbuzných průmyslových oborů.

Hrozí rozpad systému dodávek zemědělských produktů do potravinářství a možný nedostatek těchto produktů na trhu.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Tato opatření by mohla být zvažována pouze v případě nejtěžších a málo pravděpodobných havárií.

Představitelé potravinářského průmyslu zastávají názor, že spotřebitelé (ani prodejci) nebudou akceptovat potraviny vyrobené zpracováním z kontaminovaných vstupních zemědělských produktů. Mlékárny pravděpodobně nebudou akceptovat jako surovinu kontaminované mléko.

Zemědělské produkty, u kterých bylo zjištěno překročení zásahové úrovně, by měly být zlikvidovány, aby se zabránilo jejich neautorizovanému vstupu do potravinářského řetězce.

Tab.6.2-6 Opatření ke snížení kontaminace potravin: krmit nezamořeným krmivem

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Krmit mléčný skot a krmný skot nezamořeným krmivem	Důležité, když je skot na pastvě nebo je krmný vlastním krmivem. Vyžaduje příslušnou zásobu krmení.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: po 7 dnech krmení: Kravské mléko 0,2 Skot 0,1 Ovce 0,15 po 28 dnech krmení: Kravské mléko 0,55 Skot 0,4 Ovce 0,5 po 70 dnech krmení: Kravské mléko 0,9 Skot 0,7 Ovce 0,8	Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] pastvy, při které budou dosaženy maximální úrovně aktivit v mléce nebo mase stanovené EU Mléčný skot (mléko): I 2.5E+03 Cs 3.0E+03 Sr 9.5E+02 Skot na výkrm (maso): I 2.0E+04 Cs 6.5E+02 Sr 2.0E+04
Několik týdnů před porážkou krmit skot a ovce nezamořeným krmivem (1 - 4 - 10 týdnů)	Vyžaduje příslušnou zásobu krmení	Doporučeno. Stupeň dekontaminace závisí na biologickém poločasu a trvání opatření. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: po 7 dnech krmení: Skot 0,1 Ovce 0,15 po 28 dnech krmení: Skot 0,4 Ovce 0,5 po 70 dnech krmení: Skot 0,7 Ovce 0,8	Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v mase před aplikací opatření, při které po aplikaci opatření po danou dobu, nebudou překročeny maximální úrovně EU pro maso Skot (maso): 7 dní 1.5E+03 28 dní 2.0E+03 70 dní 4.5E+03 Ovce (maso): 7 dní 1.5E+03 28 dní 2.5E+03 70 dní 6.5E+03

Tab.6.2-6 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin: krmit nezamořeným krmivem

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Několik týdnů před porážkou krmit vepře a kuřata nezamořeným krmivem (1 - 4 - 10 týdnů)	Důležité, když jsou chováni vepři a kuřata ve venkovních prostorách nebo jsou krmeni vlastním krmivem. Vyžaduje příslušnou zásobu krmení. Možné trvání opatření je omezené dobou výkrmu. Zamezit volnému pohybu chovných prasnic.	Doporučeno. Stupeň dekontaminace závisí na biologickém poločasu a trvání opatření. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: po 7 dnech krmení: Vepři 0,15 Kuřata 0,2 po 28 dnech krmení: Vepři 0,5 Kuřata 0,65 po 70 dnech krmení: Vepři 0,8 Kuřata 0,92	Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v mase před aplikací opatření, při které po aplikaci opatření po danou dobu, nebudou překročeny maximální úrovně EU pro maso Vepři (maso): 7 dní 1.5E+03 28 dní 2.5E+03 70 dní 6.5E+03 Kuřata (maso): 7 dní 1.5E+03 28 dní 3.5E+03 70 dní 1.5E+04

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.2-6:

Etický dopad opatření:

Opatření budou zřejmě aplikována svépomocí farmářů (za předpokladu příslušné zásoby krmení).

V letním období v souvislosti s požadavkem na zamezení volného pohybu zvířat mohou nastat problémy s ventilací a teplotou ve stájích.

Sociální dopady:

Zlom ve vnímání přírody lidmi - zvířata nebudou na pastvinách, potenciální dopad na turistiku.

Ztráta důvěry v bezpečnost produktů zemědělské výroby v postižené oblasti povede k snížení zaměstnanosti v zemědělské výrobě.

Vznikne potřeba podpory zemědělství a příbuzných oborů v postižené oblasti.

Obecně může ve společnosti vzniknout nedůvěra k postupům a metodám zemědělců při výrobě potravin.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Opatření je akceptovatelné, ale jeho aplikace může být v závislosti na ročním období značně finančně náročná.

Dotčené osoby zdůrazňují, že bude nezbytné prostřednictvím monitorovacích programů potvrdit a dokladovat i ve vztahu k veřejnosti, že aplikací opatření skutečně došlo k požadovanému snížení úrovně aktivity pod zásahovou úroveň.

Tab.6.2-7 Opatření ke snížení kontaminace potravin: přidávat do krmení vazební činidla

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v daném produktu (v mase, mléce) před aplikací opatření, při které po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit v mléce nebo mase stanovené EU
Přidávat do krmení činidlo pro vázání Cs - bentonit	Vyžaduje příslušné zásoby nebo dostatečné operativní zásobování. Krmení někdy velmi obtížné, vyžaduje značnou námahu personálu. Krmení tabletami jednodušší ale dražší.	Doporučeno s omezeními. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs v závislosti na dávkování bentonitu: Kravské mléko: 500-600 g/den 0,75 100-300 g/den 0,40 Hovězí na maso: 200 g/den 0,20 Ovčí/kozí mléko: 0,50 Skopové maso: 25 g/den 0,25	Hmotnostní aktivita Cs v pastvě: Mléčný skot (mléko): žádný bentonit 3.0E+03 500-600 g bentonitu /den 1.2E+04 100-300 g bentonitu /den 5.0E+03 Skot (maso): žádný bentonit 6.5E+02 200 g bentonitu /den 8.0E+02 Ovčí, kozí mléko: žádný bentonit 3.0E+03 25 g bentonitu /den 6.0E+03 Skopové, kozí maso: žádný bentonit 6.5E+02 25 g bentonitu /den 8.7E+02
Přidávat do krmení činidlo pro vázání Sr - alginát	Vyžaduje příslušné zásoby nebo dostatečné operativní zásobování. Krmení někdy velmi obtížné, vyžaduje značnou námahu personálu.	Doporučeno s omezeními. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Sr v závislosti na dávkování alginátu: Kravské mléko: 700-800 g/den 0,67	Hmotnostní aktivita Sr v pastvě: Mléčný skot (mléko): žádný alginát 1.0E+03 700-800 g alginátu /den 3.0E+03

Tab.6.2-7 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin: přidávat do krmení vazební činidla

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v daném produktu (v mase, mléce) před aplikací opatření, při které po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit v mléce nebo mase stanovené EU
Přidávat do krmení činidlo pro vázání Cs - AFCF	Vyžaduje příslušné zásoby nebo dostatečné operativní zásobování. Krmení někdy velmi obtížné, vyžaduje značnou námahu personálu. Nezbytné je vykonat COST-BENEFIT analýzu.	Doporučeno s omezeními (vysoká cena). Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs v závislosti na dávkování AFCF: Ovčí/kozí mléko: 0,5 - 2 g/den 0,90 Kravské mléko: 3 g/den 0,85 Hovězí maso: 3 g/den 0,75 Telecí maso: 2 g/den 0,90 Skopové maso: 0,5 - 2 g/den 0,80 Jehněčí maso: 1 g/den 0,90 Vepřové maso 1 - 3 g/den 0,93 Kuřecí maso 6 g/den 0,98 Vejce 6 g/den 0,97	Hmotnostní aktivita Cs v pastvě: Mléčný skot (mléko): žádný AFCF 3.0E+03 3 g AFCF /den 2.0E+04 Skot (maso): žádný AFCF 6.5E+02 3 g AFCF /den 2.6E+03 Ovčí mléko: žádný AFCF 3.0E+03 0,5 - 2 g AFCF /den 3.0E+04 Hmotnostní aktivita Cs v mléce/mase: Kravské mléko: žádný AFCF 1.0E+03 3 g AFCF /den 6.7E+03 Hovězí maso: žádný AFCF 1.25E+03 3 g AFCF /den 5.0E+03 Skopové maso: žádný AFCF 1.25E+03 0,5 - 2 g AFCF /den 6.2E+03 Jehněčí maso: žádný AFCF 1.25E+03 1 g AFCF /den 1.2E+04 Vepřové maso žádný AFCF 1.25E+03 1 - 3 g AFCF /den 1.8E+04

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.2-7:

Etický dopad opatření:

Ochrana zvířat: v důsledku nesprávné aplikace AFCF byla zaznamenána smrt sobů.
Opatření znamená zásah do tradičních zvyků přežvýkavců.

Sociální dopady:

Ztráta důvěry v bezpečnost produktů zemědělské výroby v postižené oblasti povede k snížení zaměstnanosti v zemědělské výrobě.

Vznikne potřeba podpory zemědělství a příbuzných oborů v postižené oblasti.

Obecně může ve společnosti vzniknout nedůvěra k postupům a metodám zemědělců při výrobě potravin.

Na druhé straně v důsledku aplikace opatření lze očekávat nárůst důvěry veřejnosti (problém kontaminace je efektivně pod kontrolou).

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Zemědělci obecně považují aplikaci AFCF nebo bentonitu za akceptovatelnou, protože může přispět k dosažení takového stavu, kdy maso bude použitelné v potravním řetězci. AFCF ani bentonit nemá dlouhodobý nepříznivý efekt na skot.

Bude nezbytné prostřednictvím monitorovacích programů potvrdit a dokladovat i ve vztahu k veřejnosti, že aplikací opatření skutečně došlo k požadovanému snížení úrovně aktivity pod zásahovou úroveň.

Dotčené osoby požadují, aby veřejnosti bylo objasněno a prokázáno, že mléko a maso po aplikaci opatření nebude obsahovat AFCF, bentonit nebo podobné produkty. V případě, že alternativou k aplikaci AFCF nebo bentonitu je masová porážka skotu, bude veřejnost pravděpodobně příznivě nakloněna k aplikaci těchto opatření.

Tab. 6.2.8 Opatření ke snížení kontaminace potravin: průmyslové zpracování mléka

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity [Bq/kg] v syrovém mléce před aplikací opatření, při které ve výsledném produktu po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit stanovené EU
Vyrobít - smetanu; - tvarohový sýr; - máslo; - tvrdý sýr.	Mléko s kontaminací vyšší než jsou maximální úrovně stanovené EU musí být vyloučeno z potravního řetězce. Syrové mléko s vyšší kontaminací může být zpracováno na sýr a máslo (a poté jako sýr a máslo zařazeno do potravního řetězce), protože maximální úrovně stanovené EU se aplikují v tomto případě na sýr a máslo. Na stanovení objemové aktivity jednotlivých nuklidů v syrovém mléce musí být dostupné měřicí kapacity. Musí existovat způsoby nakládání s vedlejšími produkty (syrovátka, odstředěné mléko) s vyšší kontaminací, které vzniknou při zpracování.	Doporučeno s omezeními, v případě tvrdého sýru nedoporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace: Smetana: I 0,25 Cs 0,35 Sr 0,45 Tvarohový sýr: I 0,62 ^{*)} Cs 0,63 Sr 0,40 Máslo: I 0,49 Cs 0,78 Sr 0,83 Tvrdý sýr: Cs 0,36 Sr !!! -6,30 (zvýší se obsah Sr !!!)	Smetana: I 6.7E+02 Cs 1.5E+03 Sr 2.3E+02 Tvarohový sýr: I 5.3E+03 ^{*)} Cs 3.4E+03 Sr 1.2E+03 Máslo: I 3.9E+03 Cs 5.7E+03 Sr 4.4E+03 Tvrdý sýr: neaplikuje se

^{*)} Vysoce nespolehlivá data! Málo experimentů a protichůdné výsledky experimentů.

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab. 6.2.8:

Etický dopad opatření:

Aplikace opatření předpokládá, že dotčené osoby (farmáři, zpracovatelé i jednotliví konzumenti) jsou dostatečně informovány a souhlasí s opatřeními.

Hrozí nerovnost v přístupu ke zpracovaným potravinám na trhu v důsledku nárůstu jejich ceny - méně solventní část obyvatelstva nemusí být schopna kupovat zpracované potraviny.

Hrozí ztráty u producentů potravin v případě, že zpracované potraviny nebudou spotřebiteli akceptovány.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Hrozí ztráta důvěry v zemědělské produkty nebo v celý systém produkce potravin.

Hrozí rozpad zemědělství a příbuzných průmyslových oborů.

Hrozí rozpad systému dodávek zemědělských produktů do potravinářství a možný nedostatek těchto produktů na trhu.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Tato opatření by mohla být zvažována pouze v případě nejtěžších a málo pravděpodobných havárií.

Představitelé potravinářského průmyslu zastávají názor, že spotřebitelé (ani prodejci) nebudou akceptovat potraviny vyrobené zpracováním z kontaminovaných vstupních zemědělských produktů. Mlékárny pravděpodobně nebudou akceptovat jako surovinu kontaminované mléko.

Zemědělské produkty, u kterých bylo zjištěno překročení zásahové úrovně, by měly být zlikvidovány, aby se zabránilo jejich neautorizovanému vstupu do potravinářského řetězce.

Tab. 6.2.9 Opatření ke snížení kontaminace potravin: průmyslové zpracování masa (podpůrná opatření)

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v mase před aplikací opatření, při které ve výsledném produktu po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit stanovené EU
Klobása, salám: tepelně zpracovat a použít přírodní obalový materiál, aby byl zabezpečen přestup Cs do vody, odstranit vodu, která vznikne při tepelném zpracování	Musí být zabezpečen dostatečný zdroj přírodních obalových materiálů. Musí být možné průmyslové zpracování produktu s méně homogenním přírodním obalem. Opatření se nemůže aplikovat v případech, kdy jsou použity pouze umělé nepropustné obalové materiály.	Doporučeno s omezeními, jedná se o podpůrné opatření. Dochází k snížení aktivity Cs v důsledku jeho přestupu do vody použité při tepelném zpracování, tato voda musí být vyměněna po každé várce. Stupeň dekontaminace je nepřímo úměrný průměru salámu. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace: 0,45 (0,3 - 0,6)	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 2.3E+03
Maso: tepelně zpracovat a odstranit vodu která vznikne při tepelném zpracování	Jednoduché zavedení při výrobě konzervovaného masa. Voda, která se uvolní při zpracování, se nesmí použít do šťávy nebo omáčky, významná ztráta kvality produktu.	Doporučeno s omezeními kvůli významné ztrátě kvality. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,6 (silně závisí na obsahu tuku a tloušťce masa). Nesníží se aktivita Sr.	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 3.1E+03

Tab. 6.2.9 Pokračování

Opatření ke snížení kontaminace potravin: průmyslové zpracování masa (podpůrná opatření)

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v mase před aplikací opatření, při které ve výsledném produktu po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit stanovené EU
Maso: nasolit nebo marinovat	Zpracovatelské odvětví musí být dostupné. Účinnost různých postupů je různá.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,45	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 2.3E+03
Maso: marinovat v octu a pak odstranit marinádu	Zpracovatelské odvětví musí být dostupné. Poměr obsahu masa k marinádě musí být nejméně 1/3. Aplikovat na nařezané kousky masa (tloušťka ne víc jak 5 cm); Nepoužít smetanu na marinádu.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,8 (závisí na době trvání, způsobu marinování, teplotě a tloušťce masa). Nejlepší výsledky: čistá octová marináda po dobu 2 dnů.	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 6.2E+03

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab. 6.2.9:

Etický dopad opatření:

Aplikace opatření předpokládá, že dotčené osoby (zejména zpracovatelé i jednotliví konzumenti) jsou dostatečně informovány a souhlasí s opatřeními.

Hrozí nerovnost v přístupu ke zpracovaným potravinám na trhu v důsledku nárůstu jejich ceny - méně solventní část obyvatelstva nemusí být schopna kupovat zpracované potraviny.

Hrozí ztráty u producentů potravin v případě, že zpracované potraviny nebudou spotřebiteli akceptovány.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných zpracovatelských odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Hrozí ztráta důvěry v celý systém produkce potravin.

Hrozí rozpad zemědělství a příbuzných (zejména zpracovatelských) průmyslových oborů.

Hrozí rozpad systému dodávek zemědělských produktů do potravinářství a možný nedostatek těchto produktů na trhu.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Podle názoru dotčených osob nebudou tato opatření veřejností akceptována.

Představitelé potravinářského průmyslu zastávají názor, že spotřebitelé (ani prodejci) nebudou akceptovat potraviny vyrobené zpracováním z kontaminovaných vstupních zemědělských produktů.

Kromě toho, s výjimkou špeku (slaniny), je mezi konzumenty minimální zájem o solené maso.

Zemědělské produkty, u kterých bylo zjištěno překročení zásahové úrovně, by měly být zlikvidovány, aby se zabránilo jejich neautorizovanému vstupu do potravinářského řetězce.

Tab.6.2-10 Opatření ke snížení kontaminace potravin: průmyslové zpracování rybího masa

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v rybím masu před aplikací opatření, při které ve výsledném produktu po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit stanovené EU
Rybí maso: tepelně zpracovat a odstranit vodu, která vznikne při tepelném zpracování	Běžný postup při konzervaci rybího masa. Voda, která se uvolní při zpracování, se nesmí použít do šťávy nebo omáčky, možná ztráta chuti produktu.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,45 (0,2 - 0,7)	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 2.3E+03
Rybí maso: nasolit	Běžný proces. Účinnost závisí na trvání marinování.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,4 (0,1 - 0,7)	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 2.1E+03
Rybí maso: marinovat (naložit do nálevu)	Běžný proces. Účinnost závisí na trvání marinování.	Doporučeno. Očekávaný průměrný stupeň dekontaminace Cs: 0,35 (0,3 - 0,4)	Žádné opatření: 1.25E+03 Aplikace opatření: 1.9E+03
Odchytit a poté držet živé ryby v nekontaminovaném rybníku	Vyžaduje se velmi dlouhá doba držení v nekontaminované vodě	Není doporučeno	Neaplikuje se

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Tab.6.2-11 Alternativní použití vysoce kontaminovaného krmiva a potravin

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
<p>Alternativní použití kontaminovaného mléka</p> <p>- na krmení; - na výrobu krmiva pro telecí, drůbež, jehněčí, vepře nebo pro skot na krmení</p>	<p>Jediné omezení týkající se krmiva je omezení pro hmotnostní aktivitu Cs.</p> <p>Krmení takto připraveným krmivem musí být ukončeno dostatečně brzo před porážkou resp. před použitím příslušné potravin</p>	Doporučeno s omezeními	<p>Vyprodukované krmivo nesmí překročit maximální úroveň stanovené EU pro hmotnostní aktivitu Cs [Bq/kg] v krmivu pro :</p> <p>vepře: 1.25E+03 telecí, drůbež, jehněčí: 2.5E+03 ostatní: 5.0E+03</p>
<p>Použití kontaminovaného masa a mléka na výrobu krmení pro zvířata, která nejsou součástí potravního řetězce</p>	<p>Mléko označené jako krmivo pro zvířata, která nejsou součástí potravního řetězce, může být použito až po úroveň hmotnostní aktivity Cs = 5.0E+03 Bq/kg.</p> <p>Možné problémy s přijatelností tohoto opatření pro společnost. Možnost aplikovat spolu s metodami na snížení aktivity (AFCF, ...).</p> <p>Maso se může zpracovat na krmení pro zvířata chovaná na kožešinu a jiná zvířata, která nejsou součástí potravního řetězce.</p>	Doporučeno s omezeními	<p>Hmotnostní aktivita Cs v mase a mléce, které se použije na výrobu krmení, je vyšší než jsou maximální úroveň EU pro maso, resp. mléko.</p> <p>Vyprodukované krmivo nesmí překročit maximální úroveň stanovené EU pro hmotnostní aktivitu Cs [Bq/kg] v krmivu, obecně: 5.0E+03</p>

Poznámky k Tab.6.2-11:

Etický dopad opatření:

V letním období v souvislosti s požadavkem na zamezení volného pohybu zvířat mohou nastat problémy s ventilací a teplotou ve stájích.

Ve výsledných potravinových produktech se objeví zbytková aktivita – tím dojde k částečné distribuci dávek mezi obyvatelstvo konzumující tyto produkty.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných zpracovatelských odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Hrozí ztráta důvěry v celý systém produkce potravin.

Hrozí rozpad zemědělství a příbuzných (zejména zpracovatelských) průmyslových oborů.

Hrozí rozpad systému dodávek zemědělských produktů do potravinářství. Oblasti, kde byla tato opatření aplikována, a zejména masové a mléčné produkty z těchto oblastí mohou být trvale poznamenány nízkou akceptací (nebo odmítáním) ze strany veřejnosti.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Přijatelnost tohoto opatření je z hlediska zemědělců dána dostupností nebo existencí vhodných trhů pro výsledný zemědělský produkt. Podle názoru obchodníků a konzumentů, bude krmení zvířat kontaminovanou potravou, s výjimkou extrémních okolností, nepřijatelné. To bude zvláště platit v případě, že bude k dispozici i nekontaminované (čisté) krmivo. Opatření by mohlo být přijatelné pro krmení zvířat, které nejsou součástí potravního řetězce. Představitelé zemědělství i potravinářského průmyslu se shodují v názoru, že zemědělské produkty, u kterých bylo zjištěno překročení zásahové úrovně, by měly být zlikvidovány, aby se zabránilo jejich neautorizovanému vstupu do potravního řetězce.

Tab.6.2-12 Likvidace vysoce kontaminovaných potravin živočišného původu

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Likvidace mléka vylitím do hnojové jámy	Možné jedině při malých množstvích mléka a v jistých ročních obdobích, protože kapacita močůvkových nádrží bývá projektována právě na hnůj samotný (močůvku)	Doporučeno	Dosažení souladu s maximálními úrovněmi stanovenými EU při aplikaci všech možných dekontaminačních opatření není reálné
Rozlít mléko a syrovátku na půdu (ve směsi s močůvkou)	Uskutečnitelné ve velkém rozsahu. Na pastvinách mimo období pasení. Použije se zařízení jako při rozlévání močůvky	Doporučeno	
Zahrabat maso	Možné jedině při malých množstvích, např. vysoce kontaminovaná zvěřina	Doporučeno	
Zakrýt (překrýt) maso	Možné jedině při malých množstvích, např. vysoce kontaminovaná zvěřina	Doporučeno s omezeními (jako poslední možnost)	

Tab.6.2-13 Likvidace vysoce kontaminovaného krmiva a potravin rostlinného původu

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Zaorat zeleninu, obilí a píci	Možná kontaminace povrchových nebo podzemních vod. Možné zpětné uvolnění způsobené erozí	Doporučeno	Dosažení souladu s maximálními úrovněmi stanovenými EU při aplikaci všech možných dekontaminačních opatření není reálné
Zaorat kořenové rostliny	Nasekat a následně zaorat kořenové rostliny	Doporučeno	
Odstranit zamořené rostliny z terénu	Odstraní se kontaminovaná vegetace. Vykonat krátce po spadu. Účinné pouze v případě suchého spadu nebo slabého deště. Likvidace odstraněné vegetace žacími stroji.	Doporučeno. Účinnost závisí na hustotě, na výšce vegetace a na rychlosti přijetí a provedení opatření (nejlépe okamžitě po spadu)	Dosažení souladu s maximálními úrovněmi stanovenými EU při aplikaci všech možných dekontaminačních opatření není reálné. Upřednostnit před zaoráním když je poměr hmotnostních aktivit rostlin a půdy vyšší než 1
Kompostovat listové rostliny, ovoce, kořenovou zeleninu, brambory, řepu a melasu	Smíchat se zeleným odpadem. Věnovat zvláštní pozornost vznikající tekutině (monitorovat).	Doporučeno	Dosažení souladu s maximálními úrovněmi stanovenými EU při aplikaci všech možných dekontaminačních opatření není reálné
Uložit na hromadu	Pouze výjimečně (hnilobný zápach, vznik metanu)	Doporučeno s omezeními	
Spálit slámu, pšenici a kukuřici v spalovně	Omezené množství spaloven. Náročná následná dekontaminace spaloven. Konečné uložení vzniklé strusky a prachových filtrů.	Doporučeno s omezeními	
Použít kontaminovanou biomasu na výrobu energie	Produkce bioplynu (silážované rostliny, zbytky krmiva, rostlin, živočichů). Vzniká vysoce kontaminovaná struska.	Doporučeno s omezeními	Hmotnostní aktivita přesahuje maximální úrovně stanovené EU pro krmivo a pro potraviny

Tab.6.2-13 Pokračování
Likvidace vysoce kontaminovaného krmiva a potravin rostlinného původu

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Použit rostlinný materiál jako zelený hnůj - zaorání	Obzvláště vhodné pro ornou půdu, omezeně pro pastviny. Pracovníci musí být chráněni proti prachu. Vysoké rostliny (pšenice, kukuřice) by měly být nejdřív posekány.	Doporučeno	Hmotnostní aktivita přesahuje maximální úroveň stanovené EU pro krmivo a pro potraviny Maximální hmotnostní aktivita v rostlinách [Bq/kg] : Listová zelenina: Cs 4.0E+06 Sr 3.0E+05 Jiné rostliny rostoucí nad zemí: Cs 3.0E+06 Sr 2.0E+05 Pastva: Cs 2.0E+06 Sr 3.0E+03
Sklidit úrodu a odvézt na likvidaci (kontaminovaný odpad)			

6.3 Opatření v pozdní fázi

Tab.6.3-1 Opatření ke snížení nebo zabránění přechodu radionuklidů do krmiva a potravin po předchozím zamoření půdy radioaktivním spadem: pěstování alternativních rostlin

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Pěstování rostlin, které nejsou určeny na spotřebu	Využití k získávání energie je pravděpodobně vyloučené, protože vznikne plynný únik radionuklidů. Použití na stavební materiál závisí na aktivitě. Technologické zpracování závisí na aktivitě finálních produktů.	Doporučeno s omezeními	Maximální úrovně aktivit v potravinách stanovené EU jsou dosaženy při kontaminaci orné půdy (plošná aktivita) [Bq/m ²] Cs 7.0E+06 Sr 5.0E+05
Změna rostlinného cyklu: zvýšit podíl rostlin, které jsou dále technologicky zpracovány	Vzniká fyto-sanitární problém. Obstarat nové zemědělské stroje. Použití vedlejších produktů závisí na jejich aktivitě (např. zbytky po extrakci řepkových semen, uhlíková křída a odpadní vody při výrobě řepného cukru).	Doporučeno	

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.3-1:

Etický dopad opatření:

Nedojde k ozáření konzumentů potravin, ale skupina obyvatelstva, která bude vystavena ozáření v důsledku těchto opatření, může být tvořena pracovníky ve výrobě a uživateli vyrobených alternativních produktů.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných zpracovatelských odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Může dojít k rozpadu tradiční představy o vzhledu krajiny (nové rostliny), s možným dopadem na turistiku.

Může dojít k ztrátě důvěry ve výrobky z dané oblasti.

Změny mohou ovlivnit pocit smyslu bytí u postižené populace.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Pěstování alternativních rostlin nebo alternativní využití půdy bude vyžadovat zároveň nové trhy nebo vývoj trhů, na kterých bude alternativní produkce umístěna.

Zemědělci budou muset být přeškoleni na nové formy hospodaření.

Tab.6.3-2 Opatření ke snížení nebo zabránění přechodu radionuklidů do krmiva a potravin po předcházejícím zamoření půdy radioaktivním spadem: dekontaminace terénu využívaného na zemědělské účely

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Odstranění vrchní vrstvy půdy	Obvykle není technicky možné na zemědělsky obdělávaných půdách (a pokud je možné, pak pouze na malých plochách) v důsledku nedostatku vhodných strojů. Vzniká extrémně velké množství odstraněné zamořené půdy (1,5 t / 100 m ²).	Doporučeno s omezeními; Průměrný stupeň dekontaminace: 0,3 (2x provedeno odstranění) nebo 0,2 (jednorázové odstranění)	Teoreticky je opatření vhodné na udržení vysoce kontaminovaných ploch (plošná aktivita Cs vyšší než 1.0E+06 Bq/m ²) pro zemědělské použití
Hluboká orba (70-90 cm)	Potřebné jsou speciální stroje; Účinné pouze u hlubokých půd, jinak významná ztráta kvality půdy	Doporučeno s omezeními. Průměrný stupeň dekontaminace v porovnání s běžnou orbou (20 cm): 0,6	Omezujícím faktorem je radiační ochrana pracovníků provádějících opatření (obvykle jsou také překročena Kritéria pro přesídlení)
Výměna vrchní a spodní vrstvy půdy	Destrukce půdní struktury. Změna kořenových systémů a bilance výživných látek.	Doporučeno s omezeními. Průměrný stupeň dekontaminace: 0,8	
Přidání umělých hnojiv (Ca, K, P atd.)	Významný efekt může být pouze u kyselých půd s nízkým obsahem výživných látek	Není doporučeno. Stupeň dekontaminace silně závisí na obsahu výživných látek v půdě. V případě, kdy půda má vysoký obsah výživných látek, se očekává jen malý přínos opatření.	Neaplikuje se
Snížení přidávání dusíku	Ztráty úrody, omezený účinek	Doporučeno s omezeními	

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.3-2:

Etický dopad opatření:

Zpracování kontaminované půdy "in situ". Opatření mohou být aplikována svépomocí farmářů. Etický dopad narůstá, když tato opatření nejsou součástí běžné praxe zemědělců (např. hluboká orba).

Dojde ke snížení ozáření konzumentů potravin, ale skupina obyvatelstva, která bude vystavena v důsledku těchto opatření zvýšenému ozáření, budou zemědělci.

Může dojít k ohrožení spodních vod a následně k ohrožení obyvatelstva ve vzdálených oblastech.

Sociální dopady:

Změny v ekosystému, vznik potenciálních environmentálních rizik.

Změny vztahu k přírodě, lidé budou vnímat přírodu jako znehodnocenou nebo poškozenou.

Rozpad zemědělství a souvisejících činností (např. turistika).

Přenesení kontaminace půdy do větší hloubky může negativně ovlivnit budoucí použití půdy.

Tato opatření by měla být aplikována pouze ve vhodně zvolených oblastech.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Pokud se jedná při těchto opatřeních o standardní zemědělské postupy, pak jsou akceptovány za předpokladu, že ozáření zemědělských pracovníků (např. traktoristů) bude nevýznamné.

Hluboká orba je akceptovatelná zejména v oblastech, kde se i jinak běžně provádí.

Odstranění vrchní vrstvy půdy bude ve větším rozsahu nepřijatelné.

Bude nezbytné prostřednictvím monitorovacích programů potvrdit a dokladovat i ve vztahu k veřejnosti, že aplikací opatření skutečně došlo u rostlin na těchto půdách k požadovanému snížení úrovně aktivity pod zásahovou úroveň.

Zároveň bude na těchto půdách nezbytná dlouhodobá kontrola z důvodu zamezení zpětného návratu aktivity do povrchové vrstvy při opakované orbě.

Tab.6.3-3 Opatření ke snížení nebo zabránění přechodu radionuklidů do krmiva a potravin po předcházejícím zamoření půdy radioaktivním spadem: zalesnění zemědělské půdy

Opětření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Zalesnění zemědělské půdy	Sníží se výměra zemědělské plochy	Doporučeno s omezeními	<p>Maximální úrovně aktivit v potravinách stanovené EU jsou dosaženy při kontaminaci orné půdy (plošná aktivita) [Bq/m²]</p> <p>Cs 7.0E+06</p> <p>Sr 5.0E+05</p>

Doplňkové informace, viz Kap.8 část 8.11.

Poznámky k Tab.6.3-3:

Etický dopad opatření:

Nedojde k ozáření konzumentů potravin, ale skupina obyvatelstva, která bude vystavena ozáření v důsledku těchto opatření, může být tvořena pracovníky ve výrobě a uživateli vyrobených alternativních produktů.

Sociální dopady:

Pozitivem je to, že aplikace opatření by mohla vést k udržení zemědělství a příbuzných zpracovatelských odvětví a k zachování existence příslušných komunit na venkově.

Může dojít k rozpadu tradiční představy o vzhledu krajiny (nové rostliny), s možným dopadem na turistiku.

Může dojít k ztrátě důvěry ve výrobky z dané oblasti.

Změny mohou ovlivnit pocit smyslu bytí u postižené populace.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Pěstování alternativních rostlin nebo alternativní využití půdy bude vyžadovat zároveň nové trhy nebo vývoj trhů, na kterých bude alternativní produkce umístěna.

Zemědělci budou muset být přeškoleni na nové formy hospodaření (lesnictví).

6.4 Opatření pro zacházení se zvěří

Tab.6.4-1 Krmení zvěře nezamořeným krmivem

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria: Maximální hodnota hmotnostní aktivity Cs [Bq/kg] v mase před aplikací opatření, při které ve výsledném produktu po aplikaci opatření nebudou překročeny maximální úrovně aktivit stanovené EU
Krmení zvěře v zajetí nezamořeným krmivem	Vyžaduje zásoby nekontaminovaného krmiva; během nebo po ukončení zajetí musí být zvěř zabita - to může být v rozporu se sezónními omezeními	Doporučeno s omezeními (sezónní omezení). Průměrný stupeň dekontaminace Cs v závislosti na době trvání opatření: 1 měsíc: jelení 0,5 srnčí 0,4 2 měsíce: jelení 0,75 srnčí 0,65 3 měsíce: jelení 0,9 srnčí 0,8	1 měsíc: jelení 2.5E+03 srnčí 2.1E+03 2 měsíce: jelení 5.0E+03 srnčí 3.6E+03 3 měsíce: jelení 1.2E+04 srnčí 6.2E+03
Krmení zvěře ve volné přírodě nezamořeným krmivem	Zajímavé pro srnčí, jelení a kančí zvěř; Účinné pouze v případě sněhu nebo zmrzlé půdy. Lovit se musí právě během období krmení, zvěř nesmí být ponechána do jara - to může být v rozporu se sezónními omezeními. 1) Krmení musí být zabezpečeno tak, aby byli uspokojeni i slabí jedinci.	Není doporučeno (sezónní omezení). Průměrný stupeň dekontaminace Cs v závislosti na době trvání opatření: 1 měsíc: jelení 0,45 srnčí 0,35 kančí ¹⁾ 0,5 2 měsíce: jelení 0,65 srnčí 0,55 kančí ¹⁾ 0,75 3 měsíce: jelení 0,8 srnčí 0,7 kančí ¹⁾ 0,87	1 měsíc: jelení 2.3E+03 srnčí 1.9E+03 kančí 2.5E+03 2 měsíce: jelení 3.6E+03 srnčí 2.8E+03 kančí 5.0E+03 3 měsíce: jelení 6.2E+03 srnčí 4.2E+03 kančí 9.6E+03

Poznámky k Tab.6.4-1:

Etický dopad opatření:

Opatření budou zřejmě aplikována svépomocí farmářů a lesníků (za předpokladu příslušné zásoby krmení).

Sociální dopady:

Potenciální dopad na turistiku.

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Opatření je akceptovatelné, ale jeho aplikace může být v závislosti na ročním období značně finančně náročná.

Tab.6.4-2 Doplnková opatření v souvislosti s kmením zvěře

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Lovit zvěř v období minimální kontaminace masa	Jednoduchá aplikace. Účinné pro srnčí a jelení zvěř. Aplikuje se pouze v letech následujících po roce, ve kterém došlo k spadu (ne v tom roce). Minimální kontaminace masa je v období únor - duben (může vzniknout rozpor se sezónními omezeními).	Doporučeno s omezeními (sezónní omezení). Průměrný stupeň dekontaminace Cs je 0,5 až 0,9 v závislosti na zvycích zvěře a počasí v zimním období. Stupeň dekontaminace je vztažen k úrovním v září-říjnu (k maximálním úrovním).	Jestliže kontaminace masa zvěřiny cesiem v září-říjnu je na úrovni do 1.3E+04 Bq/kg, potom v únoru-dubnu se očekává objemová aktivita Cs v mase menší než 1.25E+03 Bq/kg.
Vyložit pro zvěř solné kameny s obsahem AFCF	Jednoduché zavedení. Je nezbytné zvýšit hustotu distribuce 2-3x. Běžné solné kameny musí být odstraněny Nevhodné pro kančí zvěř (zničí kameny). Akceptace kamenů je různá, zejména v případě srnčí zvěře. Nejvhodnější pro zvěř v zajetí pasoucí se na přírodní pastvě. Metoda může být použita pouze od jara do podzimu. Vysoká cena. Nutnost skladování.	Není doporučeno (vysoká cena, mírný stupeň dekontaminace). Průměrný stupeň dekontaminace Cs je 0 až 0,4 (pro zvěř v zajetí do 0,6).	Kritéria se nedají odvodit. Rostliny, které přijímají Cs kořenovým systémem, vykazují navzájem značně odlišné stupně kontaminace na území stejném z hlediska spadu. Obdobně jednotlivá zvířata vykazují značně odlišné stravovací návyky (zejména jelení zvěř). Příjem AFCF se významně liší od zvířete ke zvířeti.

Tab.6.4-2 Pokračování
Doplňková opatření v souvislosti s krmením zvěře

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Krmit zvěř koncentrovaným krmivem s obsahem dekontaminačních činidel	Krmení je možné po celý rok (kančí, jelení zvěř); Srncí zvěř dost neochotně přijímá toto krmení. Rozpor se sezónními omezeními příkrmování zvěře. Krmení musí být dostupné (životnost!) a lisované. Je nezbytný 20% obsah bentonitu. Nejlépe 2-5 % AFCF s přísádkem vnadidla. Jednoduchý rozptyl krmiva obvykle vede k jeho odmítnutí.	Není doporučeno (velké úsilí, vysoká cena zejména AFCF) Průměrný stupeň dekontaminace Cs pro jelení a kančí zvěř: bentonit 0,1 až 0,4 AFCF 0,2 až 0,8 (v závislosti na ročním období, druhu zvěře, místě)	Účinné pouze v případě krmení 2 až 3,5 biologických poločasů (20-30 dní v závislosti na roční době) a v případě hmotnostních aktivit v mase před přijetím opatření menších než: bentonit 2.5 E+03 Bq/kg AFCF 7.2 E+03 Bq/kg

Poznámky k Tab.6.4-2:

Etický dopad opatření:

V případě, že opatření budou aplikována úspěšně, bude etický dosah minimální. V případě neúspěšné aplikace (např. myslivci se budou vyhýbat danému území), může být etický dosah opatření negativní pro místní komunitu, pro majitele lesů, pro celý ekosystém apod.

Sociální dopady:

Změny vztahu k přírodě, lidé budou vnímat přírodu jako znehodnocenou nebo poškozenou.

Ztráta tradičních mysliveckých aktivit.

Na druhé straně v důsledku aplikace opatření "Vyložit pro zvěř solné kameny s obsahem AFCF" nebo " Krmit zvěř krmivem s obsahem dekontaminačních činidel" lze očekávat nárůst důvěry veřejnosti (problém kontaminace je efektivně pod kontrolou).

Názory dotčených osob (zemědělců, zpracovatelů, prodejců a konzumentů):

Veřejnost (myslivci) by měla být dostatečně informována o významu jednotlivých opatření.

6.5 Následná opatření v domácnostech

Tab. 6.5-1 Doporučení pro samozásobovací domácnosti, omezení nebo zákaz spotřeby

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Zakrýt nádoby na sběr dešťové vody	Musí být provedeno před příchodem mraku (před spadem)	Doporučeno	Další možnost jak omezit ozáření V případě možné kontaminace je nezbytné vydat preventivní doporučení
Důkladně omýt ovoce a zeleninu okamžitě po sklizni		Doporučeno	
Odstranit vnější části ovoce a zeleniny okamžitě po sklizni, nebo oloupat a vyhodit slupku	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Vykonání opatření závisí na osobní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno. Obvykle je efektivní pouze v případě sklizně krátce po spadu. Stupeň dekontaminace silně závisí na povrchové struktuře.	
Omezit/limitovat spotřebu vysoce kontaminovaných divoce rostoucích bobulí, zvěře, ryb a hub	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše Vykonání opatření závisí na osobní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný	Doporučeno. Různé druhy mají různé úrovně kontaminace.	

Tab.6.5-2 Doporučení pro samozásobovací domácnosti, domácí zpracování produktů

Opatření	Uskutečnitelnost, omezení	Účinnost	Kritéria:
Extrahovat šťávu z bobulí a ovoce, odstranit -tj.nekonzumovat-zbytky	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Vykonání opatření závisí na vlastní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno. Závisí na době kontaminace - čím dřív před sklizní, tím účinnější je opatření.	Další možnost jak omezit ozáření V případě možné kontaminace je nezbytné vydat preventivní doporučení
Tepelně zpracovat zeleninu a houby ve slané vodě a odstranit -tj.nekonzumovat-vodu, která se použila při vaření	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Vykonání opatření závisí na vlastní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno	
Odstranit -tj.nekonzumovat-veškeré šťávy vzniklé při vaření a pečení	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Vykonání opatření závisí na vlastní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno	
Nasolit, marinovat kontaminované maso nebo ryby (a odstranit -tj.nekonzumovat-vzniklou tekutinu)	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Použít víc tekutiny (nálevu) než masa. Následně nálev zlikvidovat. Vykonání opatření závisí na vlastní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno. Opakované marinování zvyšuje účinnost.	
Naložit kontaminované maso do octu (nejúčinnější) nebo do jiného kyselého nálevu nebo do vína (a následně zlikvidovat -tj.nekonzumovat-vzniklou tekutinu)	Příkaz nebo doporučení může být vydán jednoduše. Maso držet v nálevu při teplotě maximálně 12 °C (aby se nezkazilo) po dobu 2 dnů. Vykonání opatření závisí na vlastní iniciativě a úspěch není kvantifikovatelný.	Doporučeno. Nejúčinnější v případě, kdy kousky masa ne příliš tlusté jsou naloženy po dobu 2 dnů. Poměr: 1 část masa ke 3 částím nálevu	

7 Pracovní pomůcky

7.1 INES

INES je mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí. Stupnice hodnotí události v sedmi stupních. Nižší stupně (1 - 3) označují nehody a horní stupně (4 - 7) označují havárie. Události bez bezpečnostního významu jsou hodnoceny stupněm 0 (pod stupnicí) a označují se termínem "odchyly". Události, jenž vůbec nesouvisí s bezpečností, se označují termínem "mimo stupnici".

Tab.7.1 Základní struktura stupnice INES

STUPEŇ	KRITÉRIA NEBO BEZPEČNOSTNÍ ATRIBUTY		
	Důsledky mimo hranici jaderného zařízení	Důsledky uvnitř hranice jaderného zařízení	Narušení hloubkové ochrany
7 Velmi těžká havárie	Značné uvolnění radioaktivních látek, velké účinky na zdraví a životní prostředí, dopady úniku jsou ekvivalentní úniku I-131 na úrovni $>1E+16$ Bq		
6 Těžká havárie	Významné uvolnění radioaktivních látek, pravděpodobně úplná realizace havarijních plánů, dopady úniku jsou ekvivalentní úniku I-131 na úrovni $1E+15$ Bq až $1E+16$ Bq		
5 Havárie s rizikem účinků mimo hranice zařízení	Omezené uvolnění radioaktivních látek, pravděpodobně částečná realizace havarijních plánů, dopady úniku jsou ekvivalentní úniku I-131 na úrovni $1E+14$ Bq až $1E+15$ Bq	Velké poškození aktivní zóny reaktoru a radiačních bariér	
4 Havárie bez významného rizika na okolí	Malé uvolnění radioaktivních látek, ozáření obyvatelstva je v rámci povolených limitů	Významné poškození aktivní zóny reaktoru, radiačních bariér, smrtelné ozáření zaměstnanců	
3 Vážná nehoda	Velmi malé uvolnění radioaktivních látek, ozáření obyvatelstva představuje zlomek z povolených limitů	Velká kontaminace, akutní účinky na zdraví zaměstnanců	Téměř havarijní stav, nezbyvají žádné bezpečnostní zábrany
2 Nehoda		Významná kontaminace, nadměrné ozáření zaměstnanců	Nehody s významným narušením bezpečnosti
1 Anomálie			Anomálie od povoleného provozního režimu
0 Událost pod stupnicí	Bez bezpečnostního významu		
Událost mimo stupnici	Nesouvisí s bezpečností		

7.2 Jaderné elektrárny v Evropě

7.2.1 Seznam jaderných elektráren v Evropě

Tab.7.2-1

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _{el}]
	Délka	Šířka			
Česká republika					
Dukovany-1	16° 08'	49° 05'	VVER	1985	442
Dukovany-2			VVER	1986	440
Dukovany-3			VVER	1987	452
Dukovany-4			VVER	1987	448
Temelín-1	14° 16'	49° 10'	VVER	2000	1000
Temelín-2			VVER	-	1000
SRN					
KWB-A Biblis A	08° 25'	49° 43'	PWR	1974	1225
KWB-B Biblis B			PWR	1976	1300
KBR Brokdorf	09° 21'	53° 51'	PWR	1986	1440
KKB Brunsbüttel	09° 07'	53° 55'	PWR	1976	806
KGR Greifswald-1	13° 40'	54° 08'	PWR	v likvidaci	440
KGR Greifswald-2			PWR	v likvidaci	440
KGR Greifswald-3			PWR	v likvidaci	440
KGR Greifswald-4			PWR	v likvidaci	440
KGR Greifswald-5			PWR	v likvidaci	440
KKR Rheinsberg	13° 00'	53° 09'	PWR	v likvidaci	70
KKE Emsland	07° 19'	52° 28'	PWR	1988	1363
GKN 1 Neckar-1	09° 10'	49° 02'	PWR	1976	840
GKN 1 Neckar-2			PWR	1989	1365
KKG Grafenrheinfeld	10° 11'	49° 59'	PWR	1981	1345
KWG Grohnde	09° 25'	52° 02'	PWR	1984	1430
KRB-II,B Gundremmingen B	10° 24'	48° 31'	BWR-72	1984	1344
KRB-II,C Gundremmingen C			BWR-72	1984	1344
KKI-1 Isar-1	12° 18'	48° 36'	BWR	1977	907
KKI-2 Isar-2			PWR	1988	1420
KKK Krümmel	10° 26'	53° 24'	BWR	1983	1316
KMK Mülheim-Kärlich	07° 29'	50° 25'	PWR	1986	1302

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
KWO Obrigheim	09° 05'	49° 22'	PWR	1968	357
KKP-1 Philippsburg-1	08° 27'	49° 15'	BWR	1979	926
KKP-2 Philippsburg-2			PWR	1984	1424
KKS Stade	09° 32'	53° 37'	PWR	1972	672
KKU Unterweser	08° 28'	53° 26'	PWR	1978	1350
KWW Würgassen (v likvidaci)	09° 24'	51° 38'	BWR	1972	670
Belgie					
Doel-1	04° 15'	51° 20'	PWR	1974	412
Doel-2			PWR	1975	412
Doel-3			PWR	1982	1020
Doel-4			PWR	1985	1056
Tihange-1	05° 17'	50° 31'	PWR		
Tihange-2			PWR		
Tihange-3			PWR		
Bulharsko					
Kozloduj-1	23° 38'	43° 45'	PWR	1974	440
Kozloduj-2			PWR	1975	440
Kozloduj-3			PWR	1980	440
Kozloduj-4			PWR	1982	440
Kozloduj-5			PWR	1987	1000
Kozloduj-6			PWR	1989	1000
Finsko					
Loviisa 1	26° 21'	60° 22'	PWR	1977	465
Loviisa 2			PWR	1980	465
TVO-1	21° 26'	61° 14'	BWR	1978	735
TVO-2			BWR	1980	735
Francie					
Belleville-1	02° 52'	47° 30'	PWR	1987	1363
Belleville-2			PWR	1988	1363
Blayais-1	00°41' záp.	45° 15'	PWR	1981	951
Blayais-2			PWR	1982	951
Blayais-3			PWR	1983	951
Blayais-4			PWR	1983	951

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Bugey-1(není v provozu)	05° 16'	45° 47'	GCR	1972	955
Bugey-2			PWR	1978	945
Bugey-3			PWR	1978	945
Bugey-4			PWR	1979	945
Bugey-5			PWR	1979	945
Cattenom-1	06° 12'	49° 24'	PWR	1986	1362
Cattenom-2			PWR	1987	1362
Cattenom-3			PWR	1990	1362
Cattenom-4			PWR	1991	1362
Chinon-B1	00° 11'	47° 14'	PWR	1982	954
Chinon-B2			PWR	1983	954
Chinon-B3			PWR	1986	954
Chinon-B4			PWR	1987	954
Chooz B1	04° 47'	50° 05'	PWR	1995	1516
Chooz B2			PWR	1996	1516
Civaux 1	00° 39'	43° 27'	PWR	1997	1516
Civaux 2			PWR	1998	1516
Cruas-1	04° 45'	44° 37'	PWR	1983	956
Cruas-2			PWR	1984	956
Cruas-3			PWR	1984	956
Cruas-4			PWR	1984	956
Dampierre-1	02° 30'	47° 44'	PWR	1980	937
Dampierre-2			PWR	1980	937
Dampierre-3			PWR	1981	937
Dampierre-4			PWR	1981	937
Fessenheim-1	07° 33'	47° 54'	PWR	1977	920
Fessenheim-2			PWR	1977	920
Flamanville-1	01°52'	49° 32'	PWR	1985	1382
Flamanville-2			záp.	PWR	1986
Golfech-1	00° 52'	44° 06'	PWR	1990	1363
Golfech-2			PWR	1993	1363

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Gravelines B1	02° 08'	51° 00'	PWR	1980	951
Gravelines B2			PWR	1980	951
Gravelines B3			PWR	1980	951
Gravelines B3			PWR	1981	951
Gravelines C5			PWR	1984	951
Gravelines C6			PWR	1985	951
Nogent-1	03° 31'	48° 31'	PWR	1987	1363
Nogent-2			PWR	1989	1363
Paluel-1	00° 37'	49° 51'	PWR	1984	1382
Paluel-2			PWR	1984	1382
Paluel-3			PWR	1985	1382
Paluel-4			PWR	1986	1382
Penly-1	01° 12'	49° 58'	PWR	1990	1382
Penly-2			PWR	1992	1382
Phenix	04° 42'	44° 49'	FSCR	1973	250
St.Alban-1	04° 45'	45° 24'	PWR	1985	1381
St.Alban-2			PWR	1986	1381
St.Laurent-B1	01° 34'	47° 43'	PWR	1981	956
St.Laurent-B2			PWR	1981	956
Superphenix			FSCR	1986	1242
Tricastin-1	04° 43'	44° 19'	PWR	1980	955
Tricastin-2			PWR	1980	955
Tricastin-3			PWR	1981	955
Tricastin-4			PWR	1981	955
Velká Británie					
Bradwell-1	00° 54'	51° 44'	GCR	1962	166
Bradwell-2			GCR	1962	166
Calder-Hall-1	03° 30' záp.	54° 25'	GCR	1956	55
Calder-Hall-2			GCR	1957	55
Calder-Hall-3			GCR	1959	55
Calder-Hall-4			GCR	1959	55

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Chapelcross–1	03°13'	55° 01'	GCR	1959	55
Chapelcross–2	záp.		GCR	1959	55
Chapelcross–3			GCR	1959	55
Chapelcross–4			GCR	1960	55
Dungeness A-1	00° 58'	50° 55'	GCR	1965	285
Dungeness A-2			GCR	1965	285
Dungeness B-1			AGR	1983	660
Dungeness B-2			AGR	1985	660
Hartlepool-1	01°11'	54° 38'	AGR	1983	660
Hartlepool-2	záp.		AGR	1985	660
Heysham I-1	02°54'	54° 02'	AGR	1983	660
Heysham I-2	záp.		AGR	1985	660
Heysham II-1			AGR	1988	660
Heysham II-2			AGR	1988	660
HinkleyPoint A-1	03°08'	51° 12'	GCR	1965	270
HinkleyPoint A-2	záp.		GCR	1965	270
HinkleyPoint B-1			AGR	1966	660
HinkleyPoint B-2			AGR	1967	660
Oldbury-1	02°34'	51° 39'	GCR	1967	313
Oldbury-2	záp.		GCR	1968	313
Sizewell A-1	01° 37'	52° 13'	GCR	1966	325
Sizewell A-2			GCR	1966	325
Sizewell B			PWR	1995	1200
TornessPoint-1	02°24'	55° 58'	AGR	1988	701
TornessPoint-2	záp.		AGR	1989	701
Wylfa-1	04°29'	53° 25'	GCR	1971	670
Wylfa-2	záp.		GCR	1972	670
Litva					
Ignalina-1	26° 29'	55° 36'	RBMK	1985	1500
Ignalina-2			RBMK	1987	1500
Nizozemí					
Borssele	03° 42'	51° 26'	PWR	1973	480
Dodewaard (v likvidaci)	05° 39'	51° 56'	BWR	1968	59

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Rumunsko					
Cernavoda-1	28° 01'	44° 19'	Candu	1996	700
Cernavoda-2			Candu		700
Rusko					
Balachovo-1	47° 22'	51° 55'	VVER	1986	1000
Balachovo-2			VVER	1986	1000
Balachovo-3			VVER	1990	1000
Balachovo-4			VVER	1993	1000
Beloyarsk	61° 19'	56° 51'	FSCR	1981	600
Biblinsk-1	166° 27'	68° 03'	LGWR	1974	12
Biblinsk-2			LGWR	1974	12
Biblinsk-3			LGWR	1975	12
Biblinsk-4			LGWR	1976	12
Kalinin-1	35° 05'	57° 55'	VVER	1985	1000
Kalinin-2			VVER	1987	1000
Kalinin-3			VVER	ve výstavbě	1000
Kola-1	32° 28'	67° 28'	VVER	1973	440
Kola-2			VVER	1975	440
Kola-3			VVER	1982	440
Kola-4			VVER	1984	440
Kursk-1	35° 37'	51° 41'	RBMK	1977	1000
Kursk-2			RBMK	1979	1000
Kursk-3			RBMK	1984	1000
Kursk-4				1986	1000
Kursk-5			RBMK	1997	1000
Novo-Voronež-3	39° 13'	51° 17'	PWR	1972	417
Novo-Voronež-4			PWR	1973	417
Novo-Voronež-5			PWR	1981	1000
Rostov-1	42° 07'	47° 36'	PWR	do r.2005	1000
Smolensk-1	33° 14'	54° 10'	RBMK	1983	1000
Smolensk-2			RBMK	1985	1000
Smolensk-3			RBMK	1990	10000

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
SosnowyBor-1	29° 02'	59° 50'	RBMK	1974	1000
SosnowyBor-2			RBMK	1976	1000
SosnowyBor-3			RBMK	1980	1000
SosnowyBor-4			RBMK	1981	1000
Ural-1			FSCR		
Voronež-1	39° 13'	51° 17'	KHW		
Švédsko					
Barsebeck-1	12° 55'	55° 45'	BWR	1975	615
Barsebeck-2			BWR	1977	615
Forsmark-1	18° 11'	60° 24'	BWR	1980	1006
Forsmark-2			BWR	1981	1006
Forsmark-3			BWR	1985	1200
Oskarshamn-1	16° 40'	57° 25'	BWR	1971	465
Oskarshamn-2			BWR	1974	630
Oskarshamn-3			BWR	1985	1205
Ringhals-1	12° 07'	57° 15'	BWR	1976	875
Ringhals-2			PWR	1975	915
Ringhals-3			PWR	1981	960
Ringhals-4			PWR	1982	960
Švýcarsko					
Beznau-1	08° 14'	47° 34'	PWR	1969	380
Beznau-2			PWR	1971	372
Gösgen	07° 59'	47° 22'	PWR	1979	1020
Leibstadt	08° 09'	47° 35'	BWR	1984	1085
Mühleberg	07° 16'	46° 58'	BWR	1972	372
Španělsko					
Almarez-1	05° 41'	39° 48'	PWR	1981	970
Almarez-2	záp.		PWR	1983	930
Asco-1	00° 34'	41° 12'	PWR	1983	947
Asco-2			PWR	1985	966
Cofrentes	01° 03'	39° 13'	BWR	1984	990
	záp.				
St.Maria de Garona	03° 13'	42° 46'	BWR	1971	460
	záp.				

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Trillo-1	02° 36' záp.	40° 41'	PWR	1988	1066
Vandellos-2	00° 53'	40° 58'	PWR	1987	1009
Zorita	02° 49' záp.	40° 21'	PWR	1968	160
Slovensko					
Bohunice-1	17° 41'	48° 30'	VVER	1979	440
Bohunice-2			VVER	1981	440
Bohunice-3			VVER	1985	440
Bohunice-4			VVER	1985	440
Mochovce-1	18° 27'	48° 15'	VVER	1997	440
Mochovce-2			VVER	1998	440
Slovinsko					
Krško	15° 32'	45° 55'	PWR	1981	664
Ukrajina					
Chmelnitzky-1	26° 33'	50° 36'	VVER	1998	1000
Chmelnitzky-2			VVER	1998	1000
Chmelnitzky-3			VVER	1999	1000
Chmelnitzky-4			VVER	2000	1000
Rovno-1	25° 53'	51° 20'	VVER	1981	402
Rovno-2			VVER	1982	416
Rovno-3			VVER	1987	1000
Rovno-4			VVER	1999	1000
Zaporožie-1	34° 38'	47° 29'	VVER	1985	1000
Zaporožie-2			VVER	1985	1000
Zaporožie-3			VVER	1987	1000
Zaporožie-4			VVER	1988	1000
Zaporožie-5			VVER	1989	1000
Zaporožie-6			VVER	1996	1000
Jihoukrajinská-1	31° 13'	47° 49'	VVER	1983	1000
Jihoukrajinská-2			VVER	1985	1000
Jihoukrajinská-3			VVER	1989	1000

Tab.7.2-1 Pokračování - Seznam jaderných elektráren v Evropě

Jaderná elektrárna	Zeměpisné souřadnice		Typ	První kritičnost	Kapacita [MW _e]
	Délka	Šířka			
Černobyl-1	30° 06'	51° 23'	RBMK	1977	1000
Černobyl-2			RBMK	1981	
Černobyl-3			RBMK	1982	
Černobyl-4			RBMK	v likvidaci	
Maďarsko					
Pakš-1	18° 51'	46° 34'	VVER	1983	460
Pakš-2			VVER	1984	
Pakš-3			VVER	1986	
Pakš-4			VVER	1987	

Tab.7.2-2 Aktivita [Bq] vybraných radionuklidů v inventáři aktivní zóny reaktoru s výkonem 1300 MW_{EL}, rovnovážný stav, průměrné vyhoření

Nuklid	Čas od skončení štěpné reakce				
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h
Kr-85	2,81E+16	2,81E+16	2,81E+16	2,81E+16	2,81E+16
Kr-85m	1,04E+18	9,06E+17	4,18E+17	2,58E+16	9,16E+09
Kr-87	1,95E+18	1,14E+18	7,49E+16	4,10E+12	0,00E+00
Kr-88	2,77E+18	2,18E+18	6,42E+17	7,92E+15	5,24E+05
Xe-133	7,57E+18	7,57E+18	7,55E+18	7,30E+18	4,72E+18
Xe-135	1,65E+18	2,04E+18	2,94E+18	1,77E+18	2,12E+15
Celkem Kr-Xe	1,50E+19	1,39E+19	1,17E+19	9,13E+18	4,75E+18
I-131	3,63E+18	3,62E+18	3,57E+18	3,37E+18	2,42E+18
I-132	5,32E+18	5,29E+18	5,11E+18	4,37E+18	1,86E+18
I-133	7,58E+18	7,44E+18	6,35E+18	3,49E+18	1,42E+17
I-134	8,21E+18	5,74E+18	2,18E+17	1,83E+11	0,00E+00
I-135	7,06E+18	6,36E+18	3,77E+18	5,70E+17	2,43E+13
Celkem jódy	3,18E+19	2,85E+19	1,90E+19	1,18E+19	4,43E+18
Sr-89	3,86E+18	3,85E+18	3,84E+18	3,80E+18	3,60E+18
Sr-90	2,22E+17	2,22E+17	2,22E+17	2,22E+17	2,22E+17
Sr-91	4,74E+18	4,41E+18	3,06E+18	8,24E+17	7,48E+14
Y-90	2,32E+17	2,32E+17	2,32E+17	2,30E+17	2,25E+17
Y-91	4,91E+18	4,91E+18	4,91E+18	4,88E+18	4,66E+18
Zr-95	6,42E+18	6,42E+18	6,41E+18	6,35E+18	6,08E+18
Zr-97	6,38E+18	6,13E+18	4,99E+18	2,39E+18	4,65E+16
Nb-95	6,37E+18	6,37E+18	6,37E+18	6,37E+18	6,36E+18
Mo-99	6,86E+18	6,79E+18	6,45E+18	5,34E+18	1,95E+18
Tc-99m	6,01E+18	6,01E+18	5,91E+18	5,10E+18	1,88E+18
Ru-103	5,62E+18	5,61E+18	5,59E+18	5,52E+18	5,14E+18
Ru-105	3,59E+18	3,17E+18	1,45E+18	8,75E+16	2,70E+10
Ru-106	1,38E+18	1,38E+18	1,38E+18	1,38E+18	1,37E+18
Rh-105	3,38E+18	3,38E+18	3,27E+18	2,43E+18	3,73E+17
Sb-127	3,19E+17	3,18E+17	3,08E+17	2,70E+17	1,31E+17
Sb-129	1,14E+18	9,86E+17	4,42E+17	2,46E+16	5,02E+09
Te-127	3,13E+17	3,13E+17	3,11E+17	2,90E+17	1,64E+17
Te-127m	3,88E+17	3,88E+16	3,88E+16	3,88E+16	3,85E+16
Te-129	1,13E+18	1,08E+18	6,25E+17	1,38E+17	9,98E+16
Te-129m	1,69E+17	1,69E+18	1,69E+17	1,67E+17	1,53E+17

Tab.7.2-2 Pokračování.

Aktivita [Bq] vybraných radionuklidů v inventáři aktivní zóny reaktoru s výkonem 1300 MW_{EL}, rovnovážný stav, průměrné vyhoření

Nuklid	Čas od skončení štěpné reakce				
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h
Te-131m	5,30E+17	5,20E+17	4,63E+17	3,06E+17	3,33E+16
Te-132	5,24E+18	5,20E+18	4,97E+18	4,24E+18	1,81E+18
Cs-134	3,51E+17	3,51E+17	3,51E+17	3,50E+17	3,49E+17
Cs-136	1,34E+17	1,34E+17	1,32E+17	1,27E+17	1,03E+17
Cs-137	2,99E+17	2,99E+17	2,99E+17	2,99E+17	2,99E+17
Ba-140	6,67E+18	6,65E+18	6,58E+18	6,31E+18	5,08E+18
La-140	6,82E+18	6,82E+18	6,80E+18	6,71E+18	5,74E+18
Ce-141	6,30E+18	6,30E+18	6,29E+18	6,20E+18	5,69E+18
Ce-143	5,86E+18	5,78E+18	5,21E+18	3,57E+18	4,75E+17
Ce-144	4,06E+18	4,06E+18	4,05E+18	4,05E+18	4,01E+18
Pr-143	5,79E+18	5,79E+18	5,79E+18	5,73E+18	4,95E+18
Np-239	7,20E+19	7,15E+19	6,74E+19	5,40E+19	1,66E+19
Pu-238	4,48E+15	4,48E+15	4,48E+15	4,49E+15	4,52E+15
Pu-239	1,18E+15	1,18E+15	1,18E+15	1,18E+15	1,19E+15
Pu-240	1,37E+15	1,37E+15	1,37E+15	1,37E+15	1,37E+15
Pu-241	3,23E+17	3,23E+17	3,23E+17	3,23E+17	3,23E+17
Am-241	2,75E+14	2,75E+14	2,75E+14	2,76E+14	2,82E+14
Cm-242	7,76E+16	7,76E+16	7,77E+16	7,76E+16	7,65E+16
Cm-244	3,09E+15	3,09E+15	3,10E+15	3,10E+15	3,10E+15
Celkem aerosoly	1,78E+20	1,77E+20	1,65E+20	1,38E+20	7,80E+19
Celkem vzácné plyny + jód + aerosoly	2,25E+20	2,19E+20	1,95E+20	1,59E+20	8,72E+19

Tab.7.2-3 Únik do okolí v časné fázi podle [DRSA] (kategorie úniku č.2)

Předpoklady:

Tepelný výkon reaktoru:	3733 MW
Vyhoření:	999 dní / rovnovážný stav
Čas od skončení štěpné reakce:	6 hodin

Nuklid	Únik [Bq]
Kr-85	2.8E+16
Kr-85m	4.2E+17
Kr-87	7.5E+16
Kr-88	6.4E+17
Xe-133	7.6E+18
Xe-135	2.9E+18
I-131	1.4E+18
I-132	2.0E+18
I-133	2.5E+18
I-134	8.7E+16
I-135	1.5E+18
Sr-89	1.2E+17
Sr-90	7.1E+15
Sr-91	9.8E+16
Y-90	6.0E+14
Y-91	1.3E+16
Zr-95	1.7E+16
Zr-97	1.3E+16
Nb-95	1.7E+16
Mo-99	1.1E+17
Tc-99m	1.0E+17
Ru-103	9.5E+16
Ru-105	2.5E+16
Ru-106	2.3E+16
Rh-105	5.6E+16

Nuklid	Únik [Bq]
Sb-127	5.9E+16
Sb-129	8.4E+16
Te-127	5.9E+16
Te-127m	7.4E+15
Te-129	1.2E+17
Te-129m	3.2E+16
Te-131m	8.8E+16
Te-132	9.4E+17
Cs-134	1.0E+17
Cs-136	3.8E+16
Cs-137	8.7E+16
Ba-140	2.1E+17
La-140	1.8E+16
Ce-141	1.6E+16
Ce-143	1.4E+16
Ce-144	1.1E+16
Pr-143	1.5E+16
Np-239	1.8E+17
Pu-238	1.2E+13
Pu-329	3.1E+12
Pu-240	3.6E+12
Pu-241	8.4E+14
Am-241	7.1E+11
Cm-242	2.0E+14
Cm-244	8.1E+12

Tab. 7.2-4 Únik do okolí v pozdní fázi podle [DRSA] (kategorie úniku č.2)

Předpoklady:

Tepelný výkon reaktoru:	3733 MW
Vyhoření:	999 dní / rovnovážný stav
Čas od skončení štěpné reakce:	120 hodin

Nuklid	Únik [Bq]
Kr-85	2.8E+16
Kr-85m	2.0E+09
Kr-87	0.0E+00
Kr-88	5.2E+05
Xe-133	4.7E+18
Xe-135	2.1E+15
I-131	9.7E+17
I-132	7.4E+17
I-133	5.7E+16
I-134	0.0E+00
I-135	9.7E+12
Sr-89	1.2E+17
Sr-90	7.1E+15
Sr-91	2.4E+13
Y-90	5.9E+14
Y-91	1.2E+16
Zr-95	1.6E+16
Zr-97	1.2E+14
Nb-95	1.7E+16
Mo-99	3.3E+16
Tc-99m	3.2E+16
Ru-103	8.7E+16
Ru-105	4.6E+08
Ru-106	2.3E+16
Rh-105	6.3E+15

Nuklid	Únik [Bq]
Sb-127	2.5E+16
Sb-129	9.5E+08
Te-127	3.1E+16
Te-127m	7.3E+15
Te-129	1.9E+16
Te-129m	2.9E+16
Te-131m	6.3E+15
Te-132	3.4E+17
Cs-134	1.0E+17
Cs-136	3.0E+16
Cs-137	8.7E+16
Ba-140	1.6E+17
La-140	1.5E+16
Ce-141	1.5E+16
Ce-143	1.2E+15
Ce-144	1.0E+16
Pr-143	1.3E+16
Np-239	4.3E+16
Pu-238	1.2E+13
Pu-329	3.1E+12
Pu-240	3.6E+12
Pu-241	8.4E+14
Am-241	7.3E+11
Cm-242	2.0E+14
Cm-244	8.1E+12

7.2.2 Popis jednotlivých kategorií úniku z jaderných elektráren uvažovaných v první fázi bezpečnostní studie "German Risk Study".

Viz také: [DRSA]

Kategorie úniku č.1 (RC1)

Při havarijních sekvencích této kategorie se předpokládá, že po přepadu taveniny z roztavené aktivní zóny na dno tlakové nádoby dochází k parní explozi, při které se zničí tlaková nádoba a následně i stěna kontejnmentu. Taková havarijní sekvence je velmi nepravděpodobná a byla určena jako odhad nejhoršího případu.

Kategorie úniku č.2 (RC2)

Do této kategorie patří havárie s tavením aktivní zóny, při kterých se předpokládá velký únik z kontejnmentu (únik z kontejnmentu je ekvivalentní otvoru v stěně kontejnmentu s průměrem 300 mm). Při takovém únikovém otvoru nevznikne dlouhodobě přetlak v kontejnmentu. Aktivita se z aktivní zóny reaktoru dostane únikovým otvorem ve stěně kontejnmentu v relativně krátkém čase do vnější atmosféry.

Kategorie úniku č.3 a 4 (RC3, RC4)

Do této kategorie patří havárie s tavením aktivní zóny, při kterých se předpokládá středně malý a malý únik z kontejnmentu (únik z kontejnmentu je ekvivalentní otvoru ve stěně kontejnmentu s průměrem 80 mm a 25 mm). Vzhledem k významně nižší rychlosti průtoku z kontejnmentu do vnější atmosféry, je doba, po kterou radionuklidy zůstanou uvnitř kontejnmentu, dostatečně dlouhá na to, aby se projevil efekt deponice radionuklidů a tudíž aby v jeho důsledku došlo ke snížení úniku do okolí.

Kategorie úniku č.5 a 6 (RC5, RC6)

Havarijní sekvence této kategorie jsou sekvence s tavením aktivní zóny reaktoru, při kterých kontejnment zprvu zůstane neporušen a pouze po delší době nastane porušení kontejnmentu z důvodu nadlimitního přetlaku. K porušení kontejnmentu při těchto sekvencích dochází za 1 den nebo až za několik dnů. Před poškozením kontejnmentu se předpokládá únik (tj. netěsnost kontejnmentu)

na úrovni 10-násobku projektové netěsnosti. Dále se předpokládá, že tento únik pronikne do hlavního výrobního bloku a je odsáván ventilačním systémem přes havarijní filtry do ventilačního komínu a do okolí. V případě kategorie č.5 (RC5) se předpokládá selhání ventilačního systému nebo selhání havarijních filtrů. Únik radionuklidů do okolí trvá dlouhou dobu a pro některé skupiny nuklidů je na stejné úrovni před porušením kontejnmentu jako po jeho porušení.

Kategorie úniku č.7 a 8 (RC7, RC8)

Tyto kategorie jsou určeny haváriemi typu LOCA se středně velkým nebo velkým únikovým otvorem v primárním okruhu, přičemž havarijní systém chlazení aktivní zóny je úspěšný. Při těchto sekvencích a za těchto předpokladů dochází pouze k omezenému poškození pokrytí palivových článků v aktivní zóně reaktoru. Aktivní zóna zůstane neporušena. Může dojít k úniku radionuklidů - plyných produktů štěpení - které se běžně při provozu hromadí v meziprostorech pod pokrytím palivových článků. V porovnání se sekvencemi, při kterých dochází k tavení aktivní zóny, jsou tyto úniky relativně malé. V případě kategorie č.7 (RC7) se předpokládá narušení těsnosti kontejnmentu. V případě kategorie č.8 (RC8) se předpokládá únik z kontejnmentu (netěsnost kontejnmentu) na úrovni 10-násobku projektové netěsnosti.

7.2.3 Popis jednotlivých kategorií úniku z jaderných elektráren uvažovaných ve druhé fázi bezpečnostní studie "German Risk Study"

Viz také: [DRSB]

Cílem analýz projektů jaderných elektráren z hlediska událostí a havarijních sekvencí bylo :

- identifikovat slabá místa a navrhnout bezpečnostně orientovaná zlepšení;
- určit bezpečnostní omezení (meze) projektů vzhledem na nadprojektové havárie;
- posoudit opatření havarijního řízení.

Analyzované iniciační události, které mohou vést k tavení AZ v případě selhání bezpečnostních systémů, mohou být shrnuty do následujících skupin:

- úniky z primárního okruhu (LOCA);
- úniky přes kompenzátor objemu jako důsledek transientu;
- úniky z primárního okruhu přes mezisystém do výrobního bloku (ILOCA);
- úniky přes parogenerátor (SGTR);
- transienty (např. ztráta napájení, ztráta napájecí vody);
- transienty způsobené úniky na hlavním parovodu;
- transienty se selháním nouzového odstavení reaktoru (se selháním havarijní ochrany reaktoru);

- iniciátory se společnou příčinou (požár, zatopení,..);
- události s vnější příčinou (zemětřesení, pád letadla).

Jestliže po iniciační události nejsou k dispozici v určitém minimálním rozsahu bezpečnostní systémy, dochází k selhání odvodu tepla z aktivní zóny reaktoru. Takový stav se nazývá stavem poškození (Plant Damage State, PDS).

Stav poškození je možno charakterizovat nebo popsat následovně:

- selhaly bezpečnostní funkce pro odvod tepla na sekundární straně nebo na primární straně nebo selhala havarijní ochrana reaktoru;
- tlak v primárním okruhu je nízký (tzv.nízkotlaká sekvence) nebo vysoký (tzv.vysokotlaká sekvence);
- je k dispozici určitý čas k zabránění tavení aktivní zóny reaktoru.

Cílem preventivních opatření přijímaných havarijním řízením je přivést elektrárnu ze stavu poškození do bezpečného stavu tak, že se v důsledku těchto opatření obnoví dostatečný odvod tepla z aktivní zóny. Jestliže tato opatření selžou, dojde k tavení aktivní zóny. V takovém případě jsou přijímána opatření ke snížení následků tavení aktivní zóny (např. propojením vysokotlakého systému na nízkotlaký systém, opatřeními k zabránění explozí vodíku, filtrovanou ventilací kontejnmentu atd.).

V případě tavení aktivní zóny reaktoru nebo úniku z primárního okruhu je kontejnment poslední bariérou proti úniku radionuklidů do okolí (do životního prostředí). Pokud probíhá tavení aktivní zóny a tavenina je uvnitř reaktorové nádoby, je integrita kontejnmentu ohrožena pouze explozemi vodíku nebo parními explozemi. Obě možnosti jsou nepravděpodobné a dále nejsou uvažovány. V případě nízkotlaké sekvence protavení reaktorové nádoby nevede přímo k žádnému velkému náporu na kontejnment. Ovšem během následující interakce tavenina-beton vzniká velké množství vodíku. Jestliže vznikající vodík není možno spálit kvůli chybějícímu systému likvidace vodíku (zapalovačům) v kontejnmentu nebo kvůli ztrátě funkčnosti systému likvidace vodíku, může se tvořit plynná směs. Tato směs může později explodovat a ohrozit integritu kontejnmentu. V současnosti není možné spolehlivě odhadnout pravděpodobnost těchto procesů. Stupeň ohrožení integrity kontejnmentu v důsledku dlouho trvajícího přetlaku silně závisí na průběhu procesu interakce tavenina-beton. V případě, že tavenina je překryta vodou, dosáhne se projektová úroveň tlaku v kontejnmentu po přibližně 4 dnech (pokud tlak v kontejnmentu již předtím nebyl uvolněn v důsledku jiného procesu). V případě, že tavenina není překryta vodou, dochází k protavení betonové základové desky reaktoru, a tím i k uvolnění tlaku v kontejnmentu dřív, než je dosažena projektová úroveň tlaku v kontejnmentu.

V případě tavení aktivní zóny při vysokém tlaku je integrita kontejnmentu ohrožena v závislosti na tom, ve kterém místě došlo k prvnímu narušení systému primárního okruhu. Jestliže jako první praskla reaktorová nádoba, je kontejnment přímo ohrožen. Mnohem menší riziko ohrožení kontejnmentu je v případě, že jako první praskla některá smyčka s primárním chladivem.

V německé studii bezpečnosti JE [DRSB] byly uvažovány následující scénáře úniku do okolí:

CF:

Celkové selhání kontejnmentu před protavením základové betonové desky reaktoru (např. v důsledku vysokotlaké sekvence , exploze vodíku, pádu letadla)

PLA:

Únik z primárního okruhu přes mezisystém do výrobního bloku (ILOCA, bajpas kontejnmentu)

SG-LPa:

Únik přes rourku parogenerátoru (bajpas kontejnmentu) bez dostatečného množství vody v poškozeném parogenerátoru (až do protavení reaktorové nádoby)

SG-LPb:

Únik přes trubku parogenerátoru (bajpas kontejnmentu) s dostatečným množstvím vody v poškozeném parogenerátoru

Rostoucí únik (LEAKAGE):

Od počátku rostoucí únik z kontejnmentu přes hlavní výrobní budovu

Řízený únik (VENTING ND):

Řízený únik přes filtry a ventilační komín v případě nízkotlaké sekvence.

V uvedené studii [DRSB] nejsou kvantifikovány očekávané frekvence úniků štěpných produktů. Havarijní scénáře s většími úniky štěpných produktů (CF, PLA, SG) mají očekávanou frekvenci výskytu přinejmenším o 1 řad menší než další 2 scénáře „Rostoucí únik“ a „Řízený únik“. Kumulativní únik skupin štěpných produktů je uveden v [Tab.7.2-7](#) .

Značné úniky jsou možné v případě sekvencí, které vedou k časnému celkovému selhání kontejnmentu, tj. v případě tavení aktivní zóny při vysokém tlaku nebo v případě nízkotlaké sekvence s následnou explozí vodíku (CF).

Velké úniky jsou také způsobeny únikem z primárního okruhu přes mezisystém do výrobního bloku (ILOCA, bajpas kontejnmentu, PLA).

Sekvence s prasknutím rourky parogenerátoru (SG) vedou k menším únikům, zejména v případě, kdy se poškozený parogenerátor podaří naplnit vodou předtím, než začne tavení aktivní zóny reaktoru.

V případě sekvencí s malým únikem z kontejnmentu (v německé studii se předpokládala 100-násobná netěsnost oproti projektové netěsnosti kontejnmentu), je velká část radionuklidů zadržena buď v kontejnmentu nebo v okolních výrobních prostorech (v hlavní výrobní budově). Jestliže se dlouhodobě podaří udržet integritu kontejnmentu, zůstane velká část radionuklidů v důsledku různých fyzikálních a chemických procesů na stěnách nebo ve vodě na podlaze kontejnmentu. V případě řízené ventilace kontejnmentu jsou aerosolové částice, které se ještě nachází ve vzdušnině, z velké části zachyceny filtry.

Tavení aktivní zóny může začít v relativně krátké době od iniciační události havárie. V Tab.7.2-5 jsou uvedené očekávané doby od iniciační události po začátek tavení aktivní zóny a po začátek poškození tlakové nádoby reaktoru podle německé studie [DRSB].

Tab.7.2-5 Očekávané doby od iniciační události po začátek tavení aktivní zóny a po začátek poškození tlakové nádoby reaktoru podle německé studie [DRSB]

Charakteristika scénáře		Doba od iniciační události havárie [min]	
		Začátek tavení aktivní zóny	Poškození tlakové nádoby reaktoru
LP	Nízkotlaká sekvence	55	120
LP	Nízkotlaká sekvence v důsledku snížení tlaku v primárním okruhu po zásahu havarijního řízení (původně vysokotlaká sekvence se zásahem pracovníků havarijního řízení mění na nízkotlakou sekvenci)	330	410
HP	Vysokotlaká sekvence	110	140
PLA / ND	Únik z primárního okruhu přes mezisystém do výrobního bloku	80	140
SG-HP	Únik přes parogenerátor, vysokotlaká sekvence	110	140
SG-LP	Únik přes parogenerátor (původně vysokotlaká sekvence se zásahem pracovníků havarijního řízení mění na nízkotlakou sekvenci)	540	710

Shrnutí:

V případě scénáře označeného jako CF a PLA může dojít k úniku do okolí velmi brzy po poškození reaktorové nádoby. V případě nízkotlakých sekvencí bude projektový tlak (za jistých okolností - když nedojde k explozím vodíku) v kontejnmentu dosažen pouze za 5 až 10 dnů. Poškození těsnosti kontejnmentu může být zabráněno řízeným ventilováním kontejnmentu.

V případě scénáře typu CF a PLA se předpokládá, že největší část úniku do okolí je realizována krátce po porušení poslední bariéry. Obdobně je tomu v každém případě spojeném s explozí vodíku. V ostatních případech se předpokládá únik v délce půl dne až celého dne.

Podle výsledků německé studie [DRSB] jsou některé sekvence velmi nepravděpodobné. Například parní exploze (RC1) vedoucí k destrukci tlakové nádoby reaktoru a ohrožující integritu kontejnmentu se ukazují být krajně nepravděpodobné. Selhání izolace ventilačního systému, které by vedlo následně k velkému úniku z kontejnmentu, se obdobně ukázalo jako málo pravděpodobné. Na druhé straně se ukazuje existence nízkotlakých sekvencí (LP), které - co do velikosti úniku a časového průběhu úniku - nahradí parní exploze nebo selhání izolace ventilačního systému kontejnmentu.

Tab.7.2-6 Frakce inventáře aktivní zóny reaktoru uvolněné do okolí v případě jednotlivých uvažovaných kategorií úniku. Podle první fáze německé studie bezpečnosti JE [DRSA].

Kategorie úniku	Start [h]	Trvání úniku [h]	Výška úniku [m]	Tepelná energie [GJ / h]	Frakce inventáře aktivní zóny							
					vz. plyny	org.l	I ₂ , Br	Cs	Te	Ba-Sr	Ru	La
RC1 Po přepadu taveniny z roztavené aktivní zóny na dno tlakové nádoby dochází k parní explozi	1	1	30	540	1.0	7.0 E-03	7.9 E-01	5.0 E-01	3.5 E-01	6.7 E-02	3.8 E-01	2.6 E -03
RC2 Velký únik z kontejnmentu (únik ekvivalentní otvoru s prům. 300 mm)	1	3	10	15	1.0	7.0 E-03	4.0 E-01	2.9 E-01	1.9 E-01	3.2 E-02	1.7 E-02	2.6 E -03
RC3 sStředně malý z kontejnmentu (únik ekvivalentní otvoru s prům. 80 mm)	2	3	10	1	1.0	7.0 E-03	6.3 E-02	4.4 E-02	4.0 E-02	4.9 E-02	3.3 E-03	5.2 E-04
RC4 Malý únik z kontejnmentu (únik ekvivalentní otvoru s prům. 25 mm)	2	3	10	-	1.0	7.0 E-03	1.5 E-02	5.1 E-03	5.0 E-03	5.7 E-04	4.0 E-04	6.5 E-05
RC5 Kontejnment zprvu neporušen, poté porušení kontejnmentu z důvodu nadlimitního přetlaku. Před poškozením kontejnmentu se předpokládá netěsnost kontejnmentu na úrovni 10-násobku projektové netěsnosti. Dále se předpokládá selhání ventilačního systému nebo selhání havarijních filtrů.	0	1	10	-	2.0 E -05	1.8 E-07	1.8 E-05	4.7 E-05	3.6 E-07	5.5 E-09	-	-
	1	1	10	-	2.3 E -02	1.6 E-04	9.6 E-04	6.7 E-04	6.7 E-04	8.0 E-05	5.5 E-05	8.8 E-06
	25	1	10	200	9.8 E -01	6.8 E-03	9.6 E-03	4.5 E-04	7.7 E-04	7.7 E-05	5.3 E-05	9.5 E-06

Tab.7.2-6 Pokračování.

Frakce inventáře aktivní zóny reaktoru uvolněné do okolí v případě jednotlivých uvažovaných kategorií úniku. Podle první fáze německé studie bezpečnosti JE [DRSA].

Kategorie úniku	Start [h]	Trvání úniku [h]	Výška úniku [m]	Tepelná energie [GJ / h]	Frakce inventáře aktivní zóny							
					vz. plyny	org.l	I ₂ , Br	Cs	Te	Ba-Sr	Ru	La
RC6 Kontejnment zprvu neporušen, poté porušení kontejnmentu z důvodu nadlimitního přetlaku. Před poškozením kontejnmentu se předpokládá netěsnost kontejnmentu na úrovni 10-násobku projektové netěsnosti.	0	1	100	-	2.0 E -05	1.8 E-07	1.8 E-08	1.8 E-08	3.6 E-10	5.5 E-09	-	8.8 E-09
	1	1	100	-	2.3 E -02	1.6 E-04	9.6 E-07	6.7 E-07	6.7 E-04	8.0 E-08	5.5 E-08	9.5 E-06
	25	1	10	200	9.8 E -01	6.8 E-03	9.6 E-03	4.5 E-04	7.7 E-04	4.7 E-05	5.3 E-05	
RC7 Poškození pokrytí palivových článků v aktivní zóně reaktoru. Aktivní zóna zůstane neporušena. Předpokládá se narušení těsnosti kontejnmentu.	0	1	10	9	1.7 E-02	3.7 E-05	5.3 E-03	1.3 E-02	2.5 E-05	2.5 E-07	0	0
RC8 Poškození pokrytí palivových článků v aktivní zóně reaktoru. Aktivní zóna zůstane neporušena. Předpokládá se netěsnost kontejnmentu na úrovni 10-násobku projektové netěsnosti.	0	6	100	-	4.6 E-04	1.0 E-08	1.2 E-08	2.1 E-08	4.1 E-11	4.1 E-13	0	0

Tab.7.2-7 Frakce inventáře aktivní zóny reaktoru uvolněné do okolí v případě jednotlivých uvažovaných havarijních sekvencí. Podle druhé fáze německé studie bezpečnosti JE [DRSB].

Popis sekvence	Frakce inventáře aktivní zóny								
	vz. plyny	I	Cs	Te	Sr	Ru	La	Ce	Ba
CF, Celkové selhání kontejnmentu před protavením základové betonové desky reaktoru	1	0,5 -0,9	0,5 -0,9	0,5 -0,9	4.E-01	1 E-05	2 E-02	4 E-02	3 E-01
PLA, Únik z primárního okruhu přes mezisystém do výrobního bloku (ILOCA)	1	3.7 E-01	3.7 E-01	2.3 E-01	1.7 E-01	2.5 E-06	6.4 E-03	1.4 E-02	1.1 E-01
SG-LPa: Únik přes parogenerátor bez dostatečného množství vody v poškozeném parogenerátoru	1.7 E-01	1.5 E-01	1.5 E-01	5.0 E-02	6.7 E-05	8.8 E-08	7.0 E-09	-	1.4 E-03
SG-LPb: Únik přes parogenerátor s dostatečným množstvím vody v poškozeném parogenerátoru	1.7 E-01	2.5 E-02	2.5 E-02	1.5 E-02	1.3 E-05	1.7 E-08	1.3 E-09	-	2.7 E-04
Rostoucí únik (LEAKAGE): Od počátku rostoucí únik (10 cm ²) z kontejnmentu přes hlavní výrobní budovu	1	7.8 E-03	3.5 E-04	2.1 E-03	1.5 E-04	3.6 E-07	5.6 E-06	1.3 E-05	1.3 E-04
Řízený únik (VENTING ND): Řízený únik přes filtry a ventilační komín v případě nízkotlaké sekvence	9.0 E-01	2.0 E-03	3.3 E-07	3.5 E-06	2.0 E-07	6.4 E-10	6.3 E-08	2.0 E-08	1.7 E-07

7.3 Významnost radionuklidu I-131 vzhledem k jeho podílu na celkové dávce

Na základě konverzních faktorů uvedených v Kap.8 (Tab.8.9-2) je možné odhadovat celkovou dávku způsobenou únikem standardní radionuklidové směsi při znalosti aktivity pouze jediného nuklidu. Takový nuklid nazýváme referenčním nuklidem. Použití referenčního nuklidu je možné pouze v případě, že je známá informace o naměřené nebo predikované uniklé aktivitě daného referenčního nuklidu nebo je obdobně známá informace o objemové aktivitě referenčního nuklidu v daném místě. Pro skupinu jódů a aerosolů byl jako referenční nuklid zvolen I-131. V podstatě by teoreticky bylo možné vzít libovolný nuklid jako referenční nuklid. V případě, že se nuklid rozumí ve smyslu referenčního nuklidu, označuje se symbolem * , tedy např. *I-131.

V Tab.7.3-1 je pro několik expozičních cest uveden procentuální příspěvek I-131 k celkové dávce (jódů a aerosolů) způsobené předpokládanou standardní nuklidovou směsí. Tyto příspěvky jsou závislé také na době od ukončení štěpné reakce.

Tab. 7.3-1 Příspěvek I-131, v [%], k celkové dávce (jódů a aerosolů) způsobené předpokládanou standardní nuklidovou směsí, v závislosti na době od skončení štěpné reakce

Expoziční cesta	Doba od skončení štěpné reakce				
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h
Dávka za 7 dní (zevní ozáření z mraku a z terénu, inhalace), suchý spad	21.6	21.8	23.2	26.1	30.0
Dávka za 7 dní (zevní ozáření z mraku a z terénu, inhalace), mokrý spad, 1 mm/h	12.6	12.6	13.5	16.0	22.5
Dávka za 30 dní, zevní ozáření z terénu	14.1	14.2	14.8	15.8	16.1
Dávka za 1 den, zevní ozáření z terénu	6.3	6.6	7.8	10.4	15.9
Kontaminace objektů	2.9	3.3	5.2	7.7	13.7
Kontaminace kůže	2.7	3.1	5.1	7.3	12.4
Dávka za 1 rok, zevní ozáření z terénu	5.7	5.7	5.8	5.7	4.6

Dávkou se rozumí efektivní dávka, dospělí.

7.4 Odhad časového integrálu objemové aktivity v ovzduší na základě znalosti velikosti úniku (na základě znalosti zdrojového členu)

Během časné fáze události (v předúnikové fázi) je možné zavádět v širším okolí opatření na základě znalosti predikovaných údajů ve vazbě na operační zásahové úrovni. Tato opatření mohou přispět v rozhodující míře ke snížení ozáření obyvatel. Jednou ze základních fyzikálních veličin, ve které jsou vyjádřeny zásahové operační úrovni, je časový integrál objemové aktivity v ovzduší. Tato veličina může být stanovena při znalosti velikosti úniku (tj. znalosti zdrojového členu) několika způsoby - použitím několika modelů šíření radionuklidů (transportních modelů) na velké vzdálenosti.

Dále jsou uvedeny pomůcky pro jednoduché a přímé stanovení předpovídaných hodnot časového integrálu objemové aktivity v ovzduší ve velkých vzdálenostech od zdroje, za předpokladu znalosti velikosti úniku (tj. znalosti zdrojového členu nebo prognózy zdrojového členu). Přesnost transportních modelů závisí kromě jiného na přizpůsobení modelových parametrů konkrétní situaci (např. trvání úniku, podmínky atmosférické disperze).

Model A: Disperzní model podle NRPB, [NRPB81].

Jednoduchý a konzervativní model.

Předpoklady: výpočetní bod ve vzdálenosti > 100 km od místa úniku,
krátce trvající únik (do několika hodin).

Časový integrál objemové aktivity nuklidu r v ovzduší:

$$C_r^* = Q_r / (u \cdot \Theta \cdot h \cdot d \cdot UF) \quad [\text{Bq.h.m}^{-3}]$$

přičemž:

C_r^* časový integrál objemové aktivity nuklidu r v ovzduší, $[\text{Bq.h.m}^{-3}]$

Q_r uniklá aktivita nuklidu r, $[\text{Bq}]$

u průměrná rychlost větru ve výšce úniku, $[\text{m.s}^{-1}]$, (standardně je v modelu 8 m.s^{-1})

Θ úhel rozšíření mraku (v radiánech)

$$= \Theta_t + \Theta_w$$

Θ_t je turbulentní složka (viz Obr. 7.4-1)

Θ_w je složka daná systematickými změnami směru větru (viz Obr. 7.4-1)

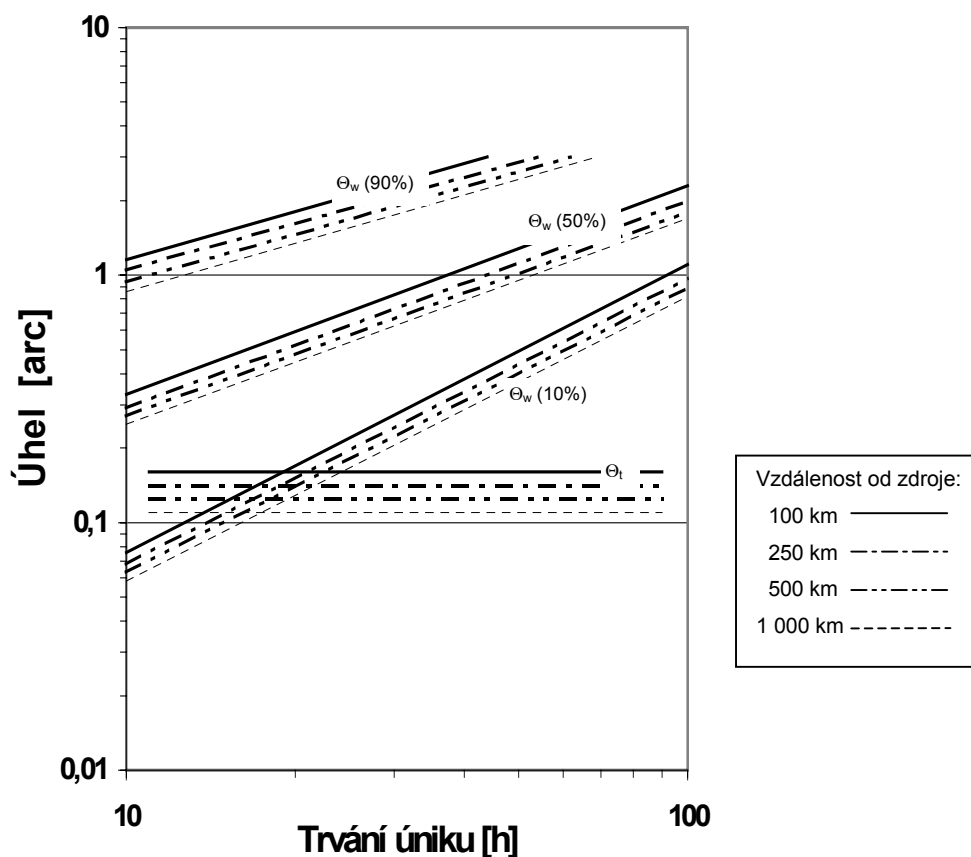
h výška směšovací vrstvy mezi zemí a hraniční vrstvou atmosféry $[\text{m}]$, (standardně je 1000 m)

d vzdálenost místo úniku - výpočetní bod ($> 100 \text{ km}$), $[\text{km}]$

UF = $3.6\text{E}+06 \text{ [s.m.h}^{-1} \cdot \text{km}]$

Křivky Θ_w (10%), Θ_w (50%) a Θ_w (90%) na Obr. 7.4-1 zobrazují úhel rozšíření mraku v souvislosti se změnami směru větru pro různé doby trvání úniku. Příslušné úhly odpovídají 10%, 50% nebo 90% všech trajektorií uvažovaných při disperzi. Jestliže se má provést odhad časového integrálu objemové aktivity přímo na hlavní trajektorii, pak se musí aplikovat hodnota Θ_w (10%), tj. úzký úhel a získá se nejkonzervativnější hodnota objemové aktivity. Jestliže se má provést odhad časového integrálu objemové aktivity bokem od hlavní trajektorie, pak se aplikuje úhel Θ_w (50%) nebo Θ_w (90%), tj. uvažuje se 50% nebo 90% všech trajektorií. Turbulentní složka Θ_t je nezávislá na době trvání úniku a hraje roli pouze v blízkosti hlavní trajektorie. (Protože $\Theta = \Theta_t + \Theta_w$.)

Obr. 7.4-1 Úhel rozšíření mraku v závislosti na vzdálenosti od místa úniku a v závislosti na době trvání úniku.



Příklad: Máme stanovit úhel rozšíření mraku ve vzdálenosti 100 km od místa úniku za předpokladu, že únik trval 10 hodin. Necht' meteorologické podmínky odpovídají kategorii stability F (podle Pasquilla), tj. směr větru vykazuje pouze malé fluktuaace. Tudíž rozšíření mraku bude relativně malé a pro stanovení úhlu rozšíření mraku použijeme hodnotu Θ_w (10%):

$$\Theta = \Theta_t(100 \text{ km}, 10 \text{ h}) + \Theta_w(10\%, 100 \text{ km}, 10 \text{ h}) \cong 0,17 + 0,075 = 0,245 \text{ [rad]}$$

Model B: Závislost na vzdálenosti podle německé studie bezpečnosti, [DRSA]

Pro značné vzdálenosti je možné předpokládat exponenciální pokles objemové aktivity ve vzduchu.

Pro vzdálenosti > 540 km je pokles charakterizovaný faktorem AF:

$$AF = 0,4^{(d/d_0)}$$

přičemž:

AF faktor poklesu časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu

d vzdálenost výpočetního bodu od místa úniku [m]

$d_0 = 540 \text{ km} = 5,4E+05 \text{ [m]}$

Model C: Transportní model podle [Dour81]

Časový integrál objemové aktivity nuklidu r je dán součinem uniklé aktivity Q_r a transportního faktoru CTA(d), který závisí na vzdálenosti d od místa úniku. V případě, že výpočetní bod leží přímo na hlavní trajektorii, platí pro časový integrál objemové aktivity nuklidu r:

$$C_r^* = Q_r \cdot \text{CTA}(d)$$

přičemž:

C_r^* je časový integrál objemové aktivity nuklidu r [Bq.h.m⁻³]

Q_r uniklá aktivita nuklidu r, [Bq]

CTA(d) transportní faktor [h.m⁻³]

$$\text{CTA}(d) = F \cdot H^{-1} \cdot d^{-1} \cdot UF \quad [\text{h.m}^{-3}]$$

$$F = 2,24E-04 \quad [\text{h.m}^{-1}]$$

H je výška směšovací vrstvy mezi zemí a hraniční vrstvou atmosféry [m], (standardně=1000 m)

d je vzdálenost místo úniku - výpočetní bod [km]

UF = 1E-03 (převod km na m)

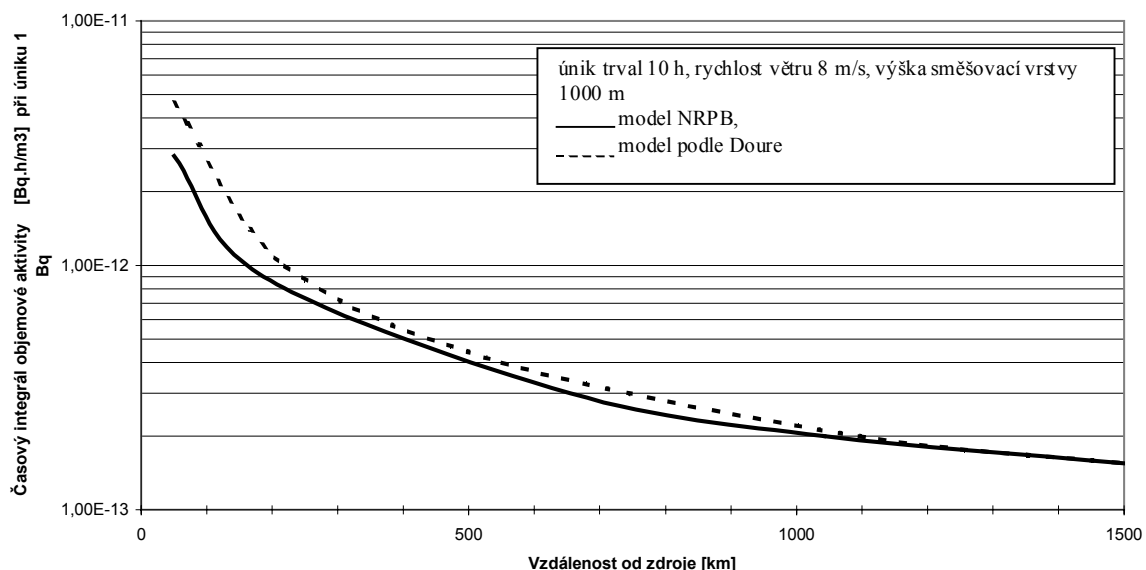
Poznámka:

Model NRPB a model podle Doure poskytuje v podstatě stejné vypočtené hodnoty časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu. Model NRPB je variabilnější a aplikací různých pravděpodobností vyjádřených různými hodnotami Θ_w je možné dospět k více nebo méně konzervativním odhadům.

Volba modelu závisí kromě jiného na tom:

- jaká data jsou k dispozici v konkrétní situaci v časné fázi (trvání úniku, rychlost větru);
- jaké geometrické podmínky vyhovují pro výpočetní bod (velká vzdálenost-model B, pravděpodobnost trajektorií-model A nebo přímo hlavní trajektorie-model C);
- jaký stupeň konzervativizmu má mít predikce (v případě modelu A a $\Theta_w(10\%)$ jsou výsledky konzervativnější než v případě modelu C).

Obr.7.4-2 Porovnání modelu NRPB a modelu podle Doure (časový integrál objemové aktivity)



7.5 Doplnkové informace týkající se rozhodování při přijímání opatření na ochranu obyvatel

7.5.1 Evakuace

Význam evakuace

Evakuace je neodkladné dočasné vyvedení skupiny osob z místa, které je akutně ohrožené, na bezpečné místo.

V případě, že se uskuteční ve vhodné době, zabrání ozáření z mraku, z kontaminované půdy a ozáření inhalací. V případě, že se evakuace uskuteční během únikové fáze, závisí její úspěch (tj. snížení ozáření) silně na konkrétních podmínkách. V případě nepříznivých okolností (zejména značné zpoždění, dlouhý pobyt ve vnějším prostoru) může v důsledku evakuace dojít ke zvýšení ozáření.

Evakuace během poúnikové fáze snižuje ozáření v důsledku zkrácení doby pobytu na kontaminované půdě.

Uskutečnitelnost

Implementace během předúnikové fáze

Uskutečnitelnost preventivní evakuace je limitována znalostí doby zůstávající do očekávaného začátku ozáření. Rozsah opatření a místní priority se musí při rozhodování orientovat podle víceméně neurčitých časových odhadů. Příliš velká evakuace (co do rozsahu) nese riziko, že část evakuované populace zůstane příliš dlouho během přechodu mraku nechráněna ve vnějším prostředí. Nutným předpokladem spolehlivého vymezení evakuované oblasti je také spolehlivá předpověď meteorologických podmínek.

Preventivní evakuace je tudíž rozumně uskutečnitelná v omezené oblasti v okolí elektrárny za předpokladu nejexaktnější předpovědi meteorologických podmínek.

Implementace během únikové fáze.

Obecně by evakuace v této fázi neměla být vůbec prováděna, protože populace může být vystavena významnému ozáření z mraku. V jednotlivých případech, např. v případě ještě dlouhotrvajícího úniku a významného zastoupení aerosolů a jódů v úniku, a za předpokladu krátkého pobytu ve vnějším

prostoru v souvislosti s evakuací, může být evakuace oprávněna. V tom případě může být totiž dávka obdržená během evakuace menší než dávka z depozitu na daném místě.

V případě, že evakuace začala již v předúnikové fázi, ale mezitím došlo k úniku (radioaktivní mrak se šíří v okolí), doporučuje se celý proces nepřerušovat a pokračovat v zahájené evakuaci.

Implementace v poúnikové fázi.

Před rozhodováním o evakuaci v poúnikové fázi by mělo být měřením zjištěno skutečné zastoupení radionuklidů v depozitu. V případě standardní nuklidové směsi je možné dávky z externího ozáření stanovit na základě měřených údajů o dávkovém příkonu a na základě Obr. 4.1-1 (viz také Tab.7.2-2).

Účinnost

Ochranný účinek evakuace závisí na prostorových a časových charakteristikách radioaktivního mraku (mraků), na stupni kontaminace životního prostředí a na časovém průběhu evakuace. Časový průběh evakuace se dělí na fázi vyzvání obyvatelstva k evakuaci, přípravu jednotlivých obyvatel k evakuaci (zde patří např. i návrat osob nacházejících se mimo domov, balení a čekání na další instrukce) a na fázi samotné evakuace. V každé fázi se uplatní jiné stínící faktory (jiný je stínící faktor pro pobyt při ukrytí, pro pobyt ve vnějším prostředí, pro pobyt v dopravním prostředku).

Doba potřebná k evakuaci silně závisí na hustotě osídlení, na infrastruktuře, na velikosti postižené oblasti a na počtu lidí, kterých se evakuace týká. Z výsledků analýzy evakuace v 60° sektoru do vzdálenosti 10 km od místa úniku vyplývá, že v případě hustoty obyvatel 200 a více obyvatel na km² je potřeba očekávat několikahodinové cestovní doby na samotnou evakuaci. Analýza všech fází evakuace (od přijetí opatření evakuovat po ukončení samotné evakuace) ukazuje na skutečnost, že pro hustotu do 200 obyvatel na km² dominují časy potřebné na celý proces evakuace na úrovni 2-3 hodin. Analýzy byly provedeny na základě přijatých předpokladů, nikoliv na základě skutečných empiricky zjištěných hodnot.

Rozhodovací kritéria

Před evakuací se musí přijmout rozhodnutí se zohledněním následujících okolností:

- urgentnost evakuace (postupná evakuace nebo současná evakuace);
- přesná definice ohroženého území (sídel);
- určení a informování osob, které mají být evakuovány;
- stanovení evakuačních tras a cílových míst;
- zhodnocení alternativních opatření;
- doba potřebná na implementaci opatření (závisí na rozsahu evakuace);
- účinnost.

Implementace v předúnikové fázi

Rozhodnutí o preventivní evakuaci musí být přijato na základě následujících hledisek:

- stav jaderného zařízení, velikost (aktivita) hrozícího úniku, možnost destrukce zůstávajících ochranných bariér, předvídatelný vývoj stavu jaderného zařízení;
- prostředky a úsilí, které by si vyžádala evakuace oblasti, ve které se očekává dosažení zásahových úrovní pro evakuaci;
- znalost vývoje meteorologických podmínek.

Implementace v poúnikové fázi

Ozáření po přechodu mraku pochází zejména z kontaminace terénu. Úrovně kontaminace terénu, které mohou vést k efektivní dávce 100 mSv za 7 dní, jsou uvedeny v [Tab.4.1-4](#).

Poznámky:

- V závislosti na události mohou být očekávány významné dávky na omezeném území v okolí jaderného zařízení (ve směru šíření mraku). Evakuace je tudíž velmi významné opatření k zabránění ozáření v blízkém okolí zařízení.
- V případě, že unikly radionuklidy s krátkým poločasem přeměny, měla by být uvažována i jiná opatření jako alternativa k evakuaci.
- Evakuace je jedno z nejsložitějších a drastických opatření. Proto by při přijímání opatření mělo být zvažováno:
 - účinnost evakuace vzhledem na alternativní opatření (ukrytí);
 - potřeba přemístění/přesídlení a z toho plynoucí postupnost přijímaných kroků.
- Evakuace je opatření k zabránění vysoké dávky obdržené v krátkém čase. Evakuace vyžaduje velké náklady a úsilí. V případě rozhodování o evakuaci po přechodu mraku tudíž je nezbytné mít k dispozici výsledky měření aktivity a radionuklidového složení spadu.
- V případě, že evakuace začala již v před únikové fázi, ale mezitím došlo k úniku (radioaktivní mrak se šíří v okolí), doporučuje se celý proces nepřerušovat a pokračovat v zahájené evakuaci.

Etický dopad evakuace:

- Projev zájmu a důvěry k veřejnosti.
- Omezení svobody, vyžaduje způsob jednání podle nařízení.

Sociální dopady:

- Potenciálně značné sociální dopady evakuace.
- Nařízení opatření může vytvořit ovzduší důvěry, na druhé straně chyby mohou vést k ztrátě důvěry.

7.5.2 Ukrytí

Význam ukrytí

Implementace v předúnikové a únikové fázi

Vzhledem ke stínícímu efektu budov a opožděné kontaminaci vnitřního vzduchu vzhledem k vnějšímu vzduchu je ukrytí opatřením, které poskytuje v únikové fázi ochranu před ozářením ze spadu, ale je zároveň hlavním opatřením proti ozáření z mraku a inhalaci.

Implementace v poúnikové fázi

Po přechodu mraku poskytuje ukrytí ochranu před ozářením z kontaminovaného terénu. Stupeň ochrany je dán stínícími účinky stěn.

Uskutečnitelnost

Implementace v předúnikové fázi

V případě, že obyvatelstvo je včas varováno, je ukrytí relativně snadno uskutečnitelným opatřením a představuje alternativu k evakuaci, zejména kvůli významně menšímu úsilí a nákladům. V případě příslušné optimalizace je ukrytí vhodným preventivním opatřením pro vzdálenější oblasti a oblasti, které nejsou přímo aktuálně ohrožené únikem. Uskutečnění ukrytí ovšem předpokládá, že obyvatelstvo je včas varováno a vyzváno k ukrytí a jsou vysvětlena pravidla ukrytí.

Implementace v poúnikové fázi

Po skončení úniku má ukrytí význam jako ochranné opatření v mezidobí do uskutečnění přesídlení nebo přemístění (viz část 4.1. / 7.5.1 a 5.1. / 7.6.1). Za jistých okolností (unikly pouze nuklidy s krátkým poločasem přeměny) může být ukrytí alternativou k přemístění/přesídlení. Obecně ovšem ukrytí v poúnikové fázi není alternativou, protože z různých důvodů (psychologické a ekonomické hranice, zdravotní péče) není možné držet obyvatele dlouhou dobu v režimu ukrytí.

Účinnost

Účinnost ukrytí závisí na parametrech budov, zejména na tloušťce a materiálu stěn a na existujících otvorech (okna, dveře). K dosažení nejučinnější ochrany by se lidé měli ukrýt v pokojích z nejtlustějšími stěnami a neměli by stát u oken nebo u dveří (rozptýlené záření).

Ochrana před inhalací radioaktivních látek je dána těsností budov. Těsnost může být zvýšena dostupnými jednoduchými způsoby - zalepení okrajů dveří a oken páskami, zacpání netěsností látkou atd. Nejdůležitější ovšem je, aby se pokoje vyvětraly až po přechodu mraku.

Poměr dávky obdržené při nechráněném pobytu ve vnějším prostoru k dávce obdržené při nějakém stupni ukrytí je definován jako stínící faktor. Příklady stínících faktorů pro zevní ozáření zářením gama z mraku jsou uvedeny v Tab.7.5-1 .

V Tab.7.5-2 jsou uvedeny stínící faktory pro zevní ozáření zářením gama z okolního kontaminovaného terénu.

Rozhodovací kritéria

Doporučení zůstat uvnitř je obvykle vydáno v případě, kdy není možné vyloučit velký únik v krátkém časovém horizontu a kdy evakuace ještě nebyla provedena nebo vzhledem k rozsahu a typu úniku nebylo přijato rozhodnutí o evakuaci.

Kromě hlediska velikosti úniku je ukrytí alternativou vůči evakuaci i z hlediska složení úniku. Například v případě, že únik je (bude) složen jen ze vzácných plynů, je ukrytí v budovách adekvátním opatřením.

Poznámky (shrnutí):

- V blízkém okolí jaderného zařízení je ukrytí vhodné nebo nevyhnutelné opatření před přijetím dalších opatření (evakuace).
- V únikové fázi je ukrytí nejdůležitějším opatřením. Ukazuje se, že na zastavěném území jsou dávkové příkony nižší až o 50% (v důsledku stínícího vlivu budov) oproti volnému prostoru.
- Na rozdíl od evakuace se rozhodnutí o ukrytí v okolí zařízení má / může přijmout bez přesnější znalosti složení úniku (složení zdrojového členu).
- Vzhledem k účinku ukrytí na život obyvatel může trvat ukrytí pouze omezenou dobu.
- Ukrytí je důležitým opatřením, které může být rychle zavedeno ve středně vzdálených a vzdálených oblastech (ve směru šíření mraku), jestliže velikost úniku (velikost zdrojového členu) opravňuje přijmout toto opatření.
- S rostoucí vzdáleností od místa úniku lze očekávat značnou fluktuaci kontaminace životního prostředí vzhledem k vypočtené prognóze. To je způsobeno fluktuací meteorologických podmínek a fyzikálními a chemickými změnami, kterým podléhají uniklé radionuklidy. Ve vzdálených oblastech lze ovšem očekávat dostatek času na přípravu ukrytí (spojení rodin, zásobování).

Etický dopad ukrytí:

Projev zájmu a důvěry k veřejnosti.

Omezení svobody, vyžaduje způsob jednání podle nařízení.

Spolu s ukrytím bude nařízen i zákaz spotřeby potravin: růst cen potravin, nedostatek potravin. Dávková zátěž se z konzumentů potenciálně kontaminovaných potravin přesune na pracovníky distribučních firem (kteří zabezpečují distribuci nekontaminovaných potravin). Některá oblast může nést podstatnou ekonomickou tíhu zákazu spotřeby, a přitom poskytnutá ochrana a kompenzace obyvatelstvu v této oblasti nemusí být dostatečná.

Sociální dopady:

Potenciálně značné sociální dopady.

Nařízení opatření může vytvořit ovzduší důvěry, na druhé straně chyby mohou vést k ztrátě důvěry.

Doprovodný zákaz spotřeby potravin: rozpad dodávek zemědělských produktů do zpracovatelského průmyslu, nedostatek těchto produktů na trhu. Hrozí ztráta důvěry v zemědělské produkty nebo v celý systém produkce potravin. Oblasti, kde bude aplikován zákaz spotřeby potravin, a zejména pro mléčné, rostlinné a masové produkty z těchto oblastí, mohou být trvale poznamenány nízkou akceptací (nebo odmítáním) ze strany veřejnosti. Na druhé straně v důsledku aplikace opatření lze očekávat nárůst důvěry veřejnosti (problém kontaminace je pod kontrolou).

Tab.7.5-1 Stínící faktory pro zevní ozáření zářením gama z mraku

Označení prostoru		Stínící faktor ^{*)} pro zevní ozáření zářením gama z mraku
Venkovní prostor	Volný prostor	1
	Zastavěné území (město)	1.7
Uvnitř domů	Samostatně stojící dům	3.3
	Velké činžovní domy	20
Ve sklepích	Sklep v samostatně stojícím domě, základy nebo okna jsou nad úrovní terénu	20
	Sklep v samostatně stojícím domě, základy nebo okna jsou pod úrovní terénu	100
	Sklep ve velkém činžovním domě	1000

^{*)} Stínící faktor je definován jako poměr dávky obdržené při nechráněném pobytu ve vnějším prostoru k dávce obdržené při nějakém stupni ukrytí.

Tab.7.5-2 Stínící faktory pro zevní ozáření zářením gama z okolního kontaminovaného terénu

Označení prostoru		Stínící faktor ^{*)} pro zevní ozáření zářením gama z okolního kontaminovaného terénu
Venkovní prostor	Volný prostor	1
	Zastavěné území (město)	3,3
Uvnitř domů	Samostatně stojící dům	10
	Velké činžovní domy	100
Ve sklepích	Sklep v samostatně stojícím domě, základy nebo okna jsou nad úrovní terénu	100
	Sklep v samostatně stojícím domě, základy nebo okna jsou pod úrovní terénu	1000
	Sklep ve velkém činžovním domě	2000

^{*)} Stínící faktor je definován jako poměr dávky obdržené při nechráněném pobytu ve vnějším prostoru k dávce obdržené při nějakém stupni ukrytí.

7.5.3 Opatření ke snížení inhalace radioaktivních látek

7.5.3.1 Opatření ke snížení vstupu vnějšího kontaminovaného vzduchu do budov

Význam opatření

Kontaminace vzduchu uvnitř budov je způsobená výměnou vzduchu mezi vnějším a vnitřním prostorem. Omezením výměny vzduchu (zvýšením těsnosti budov, změnou režimu ventilace) při ukrytí lze snížit dávkovou zátěž způsobenou inhalací.

Uskutečnitelnost

Jedná se o doplňkové opatření k ukrytí. Opatření je účinné v případě, že lze jednoduše snížit výměnu vzduchu s okolním vnějším prostorem. Na druhé straně musí být uváženo vliv změněného ventilačního režimu na možnost resp. nemožnost pracovat (v budovách s klimatizací jako úřady, nemocnice, továrny).

Možné konkrétní opatření na snížení přenosu radionuklidů z vnějšího vzduchu do budov je např.:

- uzavření oken a dveří;
- vypnutí ventilačního systému v bytech;
- přepnutí bytového ventilačního systému na recirkulaci;
- utěsnění netěsností dostupnými materiály;- instalace nových filtrů.

Přitom jejich uskutečnitelnost je dána také časem, který je k dispozici.

Účinnost

V případě, že kontaminace vnějšího vzduchu trvá delší dobu, poskytují budovy bez ventilačních systémů pouze krátkodobou ochranu před ozářením způsobeným inhalací, protože není možné se vyhnout výměně vzduchu mezi vnějším a vnitřním prostorem, a tudíž kontaminaci vnitřního vzduchu. Rychlost výměny vzduchu závisí na projektu budovy (okna, dveře, otvory, komín), na rychlosti větru a na teplotě. V případě bytů lze předpokládat dlouhodobou průměrnou efektivní rychlost výměny vzduchu na úrovni 0,5 [h⁻¹]. Pro únik jódů a aerosolů v trvání 6 hodin je ochranný faktor (v bytě) pro inhalaci mezi 1,3 až 3. Ochranný faktor pro inhalaci je definován jako poměr dávky způsobené inhalací při nechráněném pobytu ve vnějším prostoru k dávce způsobené inhalací při nějakém stupni ukrytí nebo při nějakém jiném opatření. V případě budov, ve kterých jsou místnosti vybaveny ventilačními systémy, lze dosáhnout ochranné faktory pro inhalaci přibližně 2x vyšší za předpokladu,

že se ventilace přepne na recirkulaci vzduchu. To je způsobeno tím, že klimatizované budovy jsou obecně lépe utěsněny (rychlost výměny vzduchu na úrovni $0,2 [h^{-1}]$) a tím, že část radioaktivních částic, které pronikly do vnitřních prostor, se zachytí na recirkulačních filtrech.

Rozhodovací kritéria

Rozhodovací kritéria jsou stejná jako v případě ukrytí (viz část 4.2 a 7.5.2.).

Shrnutí:

Opatření ke snížení vstupu vnějšího kontaminovaného vzduchu do budov mají být podle možnosti provedena před příchodem mraku, protože některá jsou časově náročná a protože se tím zamezí eventuálnímu ozáření při pobytu ve vnějším prostoru při jejich provádění.

Účinnost tohoto opatření je nízká v případě, že vnější vzduch je kontaminován dlouhou dobu (únik z jaderného zařízení trvá dlouho nebo je nízká rychlost větru). V takovém případě se po určitém čase vyrovnají objemové aktivity vzduchu uvnitř budovy a ve vnějším prostoru. V každém případě je nezbytné právě po přechodu mraku mohutně vyvětrat místnosti.

7.5.3.2 Používání provizorní ochrany dýchacího ústrojí

Význam opatření

Prostředky na ochranu dýchacího ústrojí zadržují radioaktivní aerosoly a snižují jejich příjem inhalací např. během únikové fáze.

Uskutečnitelnost

V únikové fázi. Použití připadá v úvahu v následujících případech:

- při krátkodobém absolutně nezbytném pobytu ve venkovním prostoru;
- při evakuaci, když jsou evakuanti zasaženi radioaktivním mrakem.

Použití speciálních dýchacích přístrojů se za účelem ochrany obyvatelstva neuvažuje, protože by vyžadovalo velké úsilí při skladování a distribuci.

Účinnost

Snadno přístupné předměty, které mohou být použity jako možné prostředky na ochranu dýchacího ústrojí (např. papírové kapesníky, kousky látek, bavlněné utěrky) poskytují pouze omezenou ochranu proti radioaktivním látkám obsaženým ve vzduchu. Ochranný účinek se dosáhne pouze v případě, že aerosolové částice jsou poměrně velké a ústa i nos jsou chráněny tak, že všechny vdechovaný vzduch je filtrován.

Rozhodovací kritéria

Kvantitativní Kritéria pro toto opatření nejsou stanovena. Opatření je pouze doporučeno jako návod na snížení dávky inhalací, zejména v případě vysokých objemových aktivit ve vzduchu.

Shrnutí

Toto opatření lze obtížně realizovat a může být aplikováno pouze po krátkou dobu, protože značně omezuje dýchání a řeč.

7.5.4 Jódová profylaxe

Význam opatření

Příjem jodových tablet vede ke snížení (nebo blokaci) ukládání radioaktivních izotopů jódu do štítné žlázy. Tím způsobuje snížení dávky na štítnou žlázu. Štítná žláza je saturována stabilním jódem a jakýkoliv další jód již není organizmem přijímán a je vylučován.

Uskutečnitelnost

V okolí jaderné elektrárny, kde se předpokládá, že dávky jódových tablet jsou uloženy v domácnostech, školách nebo podnicích, závisí uskutečnitelnost opatření na včasné informovanosti obyvatel. V jiných oblastech je nezbytné dodatečně distribuovat jódové tablety přímo do domácností, škol a podniků, a to za předpokladu příslušného plánování. Na distribuci je zapotřebí předpokládat určitou dobu, proto by měla začít ještě před očekávaným významným únikem radioaktivního jódu.

Účinnost

Potřeba nebo schopnost štítné žlázy přijímat jód je omezena, proto nejúčinnější blokace příjmu radioaktivního jódu do štítné žlázy se dosáhne v případě, kdy je stabilní jód již přítomen v organizmu

a saturuje štítnou žlázu před příjmem radioaktivního jódu. V takovém případě je radioaktivní jód rychle vyloučen přes ledviny. Tablety jsou neúčinnější, když se přijmou pouze několik hodin před začátkem expozice organismu inhalací nebo ingescí radioaktivního jódu a potom ještě na začátku expozice organismu. Pouze v případě, že expozice organismu radioaktivním jódem trvá delší dobu, má smysl přijímat tablety také několik hodin od začátku expozice.

Rozhodovací kritéria

Opatření musí být provedeno v případě, že únik radioaktivního jódu vede nebo může vést k dávce na štítnou žlázu (ve skutečnosti k úvazku ekvivalentní dávky na štítnou žlázu) na úrovni 250 mSv (dospělí 13-45 let, také kojící ženy) nebo 50 mSv (děti do 12 let a těhotné ženy). Dospělí nad 45 let by neměli užívat žádné jodové tablety, protože se tím vystavují většímu riziku vzniku těžkých problémů se štítnou žlázou, než když se nadýchají radioaktivního jódu.

Poznámky k varování obyvatelstva před užíváním jodových tablet

Předúniková fáze

V případě úniku nebo hrozbě úniku, při kterém lze vyloučit dávku na štítnou žlázu na úrovni 250 mSv (dospělí) a 50 mSv (děti), by jodové tablety neměly být vůbec použity. Jejich užití v této situaci může vést k zdravotním rizikům, která nejsou opodstatněna.

Předčasné nebo neopodstatněné užití jodových tablet žádným způsobem nezvýší blokaci štítné žlázy v době expozice organismu a naopak způsobí, že tablety nebudou k dispozici v situaci, kdy jich bude skutečně potřeba.

Poúniková fáze

Hlavními expozičními cestami jsou ingesce a zevní ozáření ze spadu. Není pravděpodobné, aby v důsledku resuspenze došlo k dávkám na štítnou žlázu na úrovni 250 mSv. Proto po přechodu mraku by již jodové tablety vůbec neměly být užívány.

7.5.5 Omezení nebo zákaz vstupu do ohrožených oblastí

Účinnost

Omezení vstupu má zabránit nežádoucím vstupům do ohrožené oblasti, která by měla být vymezena dosti široce z důvodu neurčitého vývoje na jaderném zařízení. Zejména se má dbát na to, že se mohou objevit pokusy různých hledačů senzací proniknout k jadernému zařízení, čímž by mohli překážet provádění opatření a zároveň vystavit sami sebe zvýšenému nebezpečí. Omezení vstupu má dále umožnit např. převoz označených osob, převoz zařízení atd., nebo zajistit bezpečnost majetku evakuantů.

Uskutečnitelnost

Jako preventivní je toto opatření prováděno zejména v blízkém okolí zařízení. Vyžaduje dostatek dopravních prostředků, osob, bariér a zabezpečení dostatečné informovanosti obyvatel. Jako bariéry je žádoucí využít přirozené překážky (řeky, železniční tratě, lesy). Jakmile bylo příslušné území definováno, je nezbytné informovat obyvatelstvo. Dávková zátěž osob zabezpečujících zákaz vstupu musí být udržována na tak nízké úrovni, jak je možné dosáhnout vhodnými opatřeními (ochrana proti kontaminaci a inhalaci, ochranný oděv, následná dekontaminace, časové limity pobytu na daných místech).

Rozhodovací kritéria

Omezení nebo zákaz vstupu na určité území může být vydáno v souvislosti s potřebou zajistit co nejrychlejší evakuaci. Jako zásahová úroveň pro evakuaci je stanoven limit efektivní dávky 100 mSv. Přitom operační zásahové úrovně, které indikují potřebu evakuace, jsou uvedeny v části 4.1. Mimo oblasti určené na evakuaci je z hlediska preventivní radiační ochrany potřeba zajistit omezení vstupu na území, kde jsou překročeny zásahové úrovně pro dočasné/trvalé přesídlení (viz část 5.1).

Poznámky:

V souvislosti se zákazem nebo omezením vstupu v období před evakuací je potřeba pečlivě posuzovat problémy jako je spojování rodin nebo individuální cesty jednotlivých osob na zakázané území.

Určený personál musí být monitorován z hlediska dávkové zátěže a z hlediska kontaminace, zejména se to týká policie a hasičů.

7.6 Doplnkové informace pro přijímání opatření v oblasti preventivní radiační ochrany

7.6.1 Trvalé/dočasné přesídlení

Dočasné přesídlení je limitováno na období několik týdnů až několik měsíců. Trvalé přesídlení může trvat neurčitou dobu. Je nevyhnutelné v případě vysoké kontaminace dlouhodobými radionuklidy.

Význam opatření

Vystěhováním postižených osob na území s malou nebo žádnou kontaminací se zabrání dlouhodobé expozici populace. Účinnost opatření je dána odvrácenou dávkou.

Uskutečnitelnost

Přesídlení je spojeno se značnými problémy. Obyvatelé musí opustit své domovy, školy, práci atd. Přesídlení vyžaduje mnoho času a úsilí.

Rozhodovací kritéria

V případě kontaminace dlouhodobými nuklidy může být přesídlení pokračováním evakuace. Podobně může být následným opatřením po ukrytí (viz část 4.2 a 7.5.2) v případě, že se ukazuje, že stupeň kontaminace území povede dlouhodobě k vysokému ozáření populace. Přesídlení by mělo být provedeno nejdříve z území s nejvyššími hodnotami dávkových příkonů.

Poznámky:

Před rozhodováním o přesídlení a o nezbytných prioritách při přesídlování by měly být zmapovány dávkové příkony na daném území.

Při rozhodování by měly být použity postupy "cost-benefit" analýzy a měla by být zvážena alternativní opatření jako např. dekontaminace.

Etický dopad opatření:

Přesídlení je v podstatě násilí na obyvatelstvu. Může vést ke generačnímu rozdělení/oddělení vesnického obyvatelstva (staří lidé zůstanou nebo se vrátí, mladší lidé a rodiny se přesídlí a nevrátí se).

Sociální dopady:

Obrovský zlom v životě postiženého obyvatelstva. Potenciální rozdělení komunit vesnické společnosti.

7.6.2 Dekontaminace s cílem vyhnout se vystěhování lidí

Význam opatření.

Dekontaminace budov a silnic sníží množství radioaktivních látek, které jsou po havárii různými způsoby deponovány na terénu nebo na površích budov. Tím se lze vyhnout opatření "Přesídlení".

Uskutečnitelnost

Předpokladem uskutečnění dekontaminace je detailní znalost plošné aktivity, radionuklidového složení a prostorové distribuce kontaminace na povrchu, který má být dekontaminován. V případě dekontaminačních opatření velkého rozsahu (ve velkých městech) jsou priority dány hustotou osídlení, význačnými silničními spoji, funkcemi jednotlivých budov. V závislosti na povaze ploch, které se mají dekontaminovat, bude zapotřebí velkých mechanismů od firem, které zabezpečují čištění ulic, od hasičů, případně od továren v okolí. Tyto mechanismy budou muset být schopny vysát nebo vymýt rozsáhlé plochy (např. ulice, náměstí, travnaté plochy, stromy, povrchy budov). Na základě zkušenosti (ruské) se ukazuje, že v případě pečlivě připravených postupů a průběžného monitorování během vykonávání prací, lze použít i celkem jednoduché metody na odstraňování vrchní vrstvy půdy ručními nástroji (lopaty, rýči). Tyto jednoduché metody ovšem lze reálně použít jen na menších plochách (v okolí domů). Dekontaminace je dále závislá na meteorologických podmínkách během spadu nebo po spadu (např. dekontaminace zmrzlé půdy, vyschlé půdy).

Účinnost

Výsledky hodnocení možných dekontaminačních metod jsou uvedeny v [Tab.7.6-1](#). Dekontaminační metody uvedené výše mohou být obvykle aplikovány na jednotlivé objekty. Výsledné snížení dávkové zátěže obyvatel města může tudíž být pouze odhadováno jako průměrná hodnota. V britské studii [NRPB88] byla simulována účinnost různých dekontaminačních metod na snížení dávkového příkonu záření gama na modelu kontaminované městské zástavby. Přitom byla předpokládána kontaminace nuklidovou směsí (33% Te-132, 52% I-131, 8% Ba-140, 4% Cs-134 a 3% Cs-137). V závislosti na době vzniku kontaminace (od spadu) vede dekontaminace příslušnou metodou podle britské studie k průměrným stupňům dekontaminace uvedeným v [Tab.7.6-2](#).

Rozhodovací kritéria

Pro potřebu rozhodování o dekontaminaci v městské zástavbě jsou v [Tab.5.2-1](#) uvedeny operační zásahové úrovně. Dekontaminace bude obvykle spjata s vysokými náklady. Operační zásahové

úrovně jsou dány rovnicí 5.2 v Kapitole 8, a jsou stanoveny na základě poměru zásahové úrovně (Tab.5.1-1) a příslušného stupně dekontaminace (ten je dán použitou dekontaminační metodou).

Poznámky:

Dosažení účinné dekontaminace je spjato:

- s potřebou velkého množství mechanismů;
- se značným úsilím;
- s velkým množstvím vzniklého kontaminovaného odpadu nebo se sekundární kontaminací např. kanalizace;
- s možnou značnou radiační zátěží osob vykonávajících dekontaminaci;
- s vysokými náklady.

Rozhodnutí o tom, zda se má provést přesídlení nebo dekontaminace tudíž závisí na výše uvedených faktorech, na místních podmínkách a musí být doprovázeno posouzením "cost-benefit". Kontaminovaný odpad by měl být v maximální možné míře sesbírán a uložen na příslušné úložiště (viz část 5.10 a 7.9). Obecně, v souvislosti s vysokými náklady, je potřeba provést optimalizaci opatření (cost-benefit analýzu).

Tab.7.6-1 Nejběžnější dekontaminační metody pro různé typy povrchů [IAEA, 1989]

Typ povrchu	Metoda												Poznámky
	Vysát	Omyt vodou s detergenty	Zamést + vysát	Sprchovat	Sprchovat pod vysokým tlakem	Čištění parou	Omyt chem. roztokem	Čistit pěnou	Použit vazební činidla	Obrousit	Odstranit povrch	Odstranit povrch cest	
Plastový	o	+++		++	++			+++	+++				
Asfalt/beton	o	++	+	+	+					+		+++	I jiné metody jsou možné
Betonové stěny	o	++		++	++	++	++	++	++	++	+++		
Kámen	o	+		+						+++			
Kovové povrchy	o	++	++	++	++	++	++	++	++				Závisí na přístupnosti
Stroje (kov)	o	++		+	+	++	++	++	++				Nepoužívat pro stroje se složitou strukturou
Sklo	o	+++		++			+++	++	+++				
Lakované povrchy	o	++	+++	+++		++	++			+++			Účinné jsou běžné detergenty
Kovové střechy	o	++	++	++	++	++	++	++	++				Přístup může být omezen
Jiné střechy	o	+		+									
Neopracované dřevo	o	+		+									Nejúčinnější je pískování

o Vysoký stupeň dekontaminace za předpokladu, že částice jsou malé, prachové a povrch je suchý a hladký

+++ Vysoký stupeň dekontaminace (>0,5)

++ Stupeň dekontaminace kolem 0,5; závisí na povrchové úpravě, typu a hloubce kontaminace

+ Stupeň dekontaminace <0,5; závisí na povrchové úpravě, typu a hloubce kontaminace

Pozn.: Stupeň dekontaminace je definován v části 8.5

Tab.7.6-2 Účinnost různých dekontaminačních metod z hlediska snížení dávkového příkonu záření gama [NRPB88]

Dekontaminační metoda	Doba od vzniku kontaminace (od spadu)	Stupeň dekontaminace ^{*)}
Sprchování	2-14 d	< 0.05
Povrchová dekontaminace		
střech	30 d - 1 r	< 0.05
stěn	30 d - 1 r	< 0.5
chodníků	30 d - 1 r	< 0.25
Odstranění půdy do hloubky		
1 cm	30 d - 1 r	0.09 - 0.9
5 cm	30 d - 1 r	0.17 - 0.9
15 cm	30 d - 1 r	0.17 - 0.9
30 cm	30 d - 1 r	0.17 - 0.9
Hluboká orba do hloubky		
5 cm	14 d - 1 r	0.09 - 0.33
15 cm	14 d - 1 r	0.17 - 2.55
30 cm	14 d - 1 r	0.17 - 0.75

^{*)} Stupeň dekontaminace je definován v části 8.5

7.6.3 Dekontaminace dětských pískovišť

Význam opatření

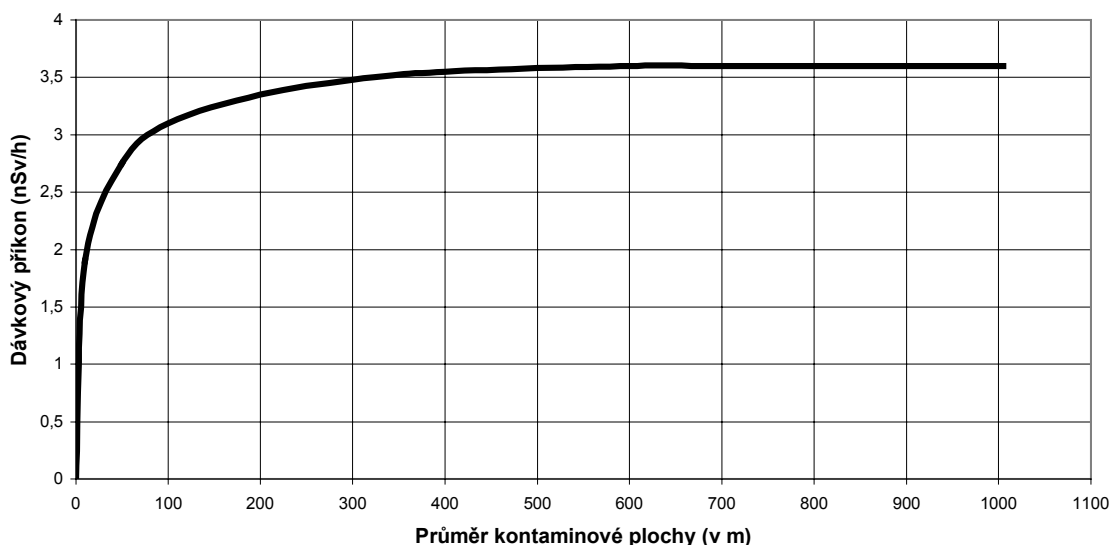
Dekontaminace dětských pískovišť výměnou písku může zabránit možným dávkám ingescí (děti při hře mohou požit malé množství písku). Toto opatření prakticky nemá vliv na ozáření externím zářením gama z okolního terénu.

Uskutečnitelnost

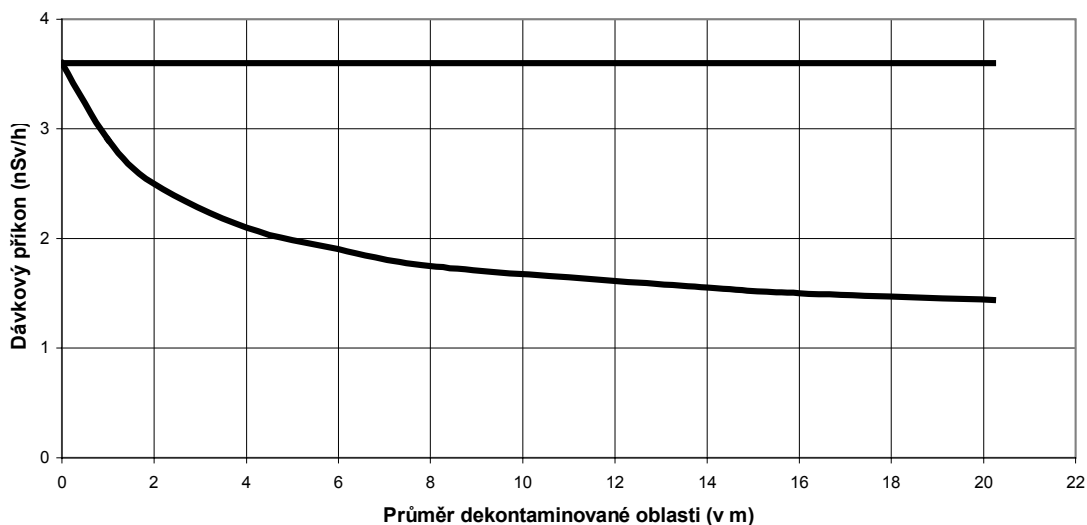
Výměna písku je relativně jednoduché opatření.

Účinnost

Samotná dekontaminace dětských hřišť a pískovišť má význam pouze z hlediska snížení možného příjmu radionuklidů ingescí. Z hlediska externího ozáření zářením gama má smysl pouze v případě, že zároveň je dekontaminováno širší okolí.



Obr.7.6-1 Dávkový příkon ve výšce 30 cm nad středem kruhového povrchu s kontaminací Cs-137 na úrovni 1000 Bq/m² v závislosti na rozměrech kruhového kontaminovaného povrchu.



Obr.7.6-2 Dávkový příkon ve výšce 30 cm nad středem kruhové kontaminované plochy s průměrem ≥ 300 m a s kontaminací 1000 Bq/m² Cs-137 za předpokladu:

horní přímka - žádná dekontaminace

dolní křivka - dekontaminace příslušné kruhové plochy, přitom dekontaminovaný kruh a kontaminovaný kruh jsou soustředné.

7.6.4 Ochrana před kontaminací oděvu a kůže

7.6.4.1 Zabránění pobytu ve vnějším prostředí

Význam opatření

V únikové fázi mohou být oděv a kůže kontaminovány radioaktivními látkami v závislosti na délce pobytu ve vnějším prostoru. Tím, že se vyhneme pobytu ve vnějším prostoru, vyloučíme tuto cestu ozáření.

Uskutečnitelnost

Opatření je jednoduché, a proto se obecně doporučuje nezávisle na jakýchkoliv rozhodovacích kritériích.

Účinnost

Velikost ozáření způsobeného kontaminací kůže nebo oděvu je silně závislá na mechanismu depozice. V případě deště s intenzitou 5 mm/h je rychlost depozice 500x vyšší než v případě suchého spadu (viz Kap.8, část 8.3.2). V případě suchého počasí má kontaminace kůže pouze podružný význam vzhledem k ozáření jinými cestami (zevní ozáření z mraku, inhalace, zevní ozáření z terénu).

Stupeň kontaminace kůže nebo oděvu při pobytu ve volném vnějším prostoru může být v prvním přiblížení srovnatelný se stupněm kontaminace půdy.

Váhový faktor pro kůži je 0,01, z čehož plyne, že dávka způsobená kontaminací v kůži představuje jen malý příspěvek k celkové efektivní dávce. Proto při výpočtu efektivní dávky z kontaminace kůže je možné veškerou kontaminaci chápat jako kontaminaci oděvu.

Shrnutí:

- V únikové fázi by pobyt ve vnějším prostoru měl být co nejkratší nebo žádný.
- Kontaminace kůže a z ní plynoucí ozáření má podružný význam vzhledem na jiné cesty ozáření (zevní ozáření z mraku, inhalace, zevní ozáření z půdy).
- Při deštivém počasí je kontaminace kůže a oděvu mnohem vyšší.
- Osoby, které z legislativních důvodů musí být ve volném vnějším prostoru v únikové fázi, se musí následně důsledně umýt a jejich expozice musí být redukována omezením doby pobytu ve vnějším prostoru.

7.6.4.2 Použití pláštěů do deště a gumových bot

Toto opatření se použije v případě, kdy pobyt ve volném vnějším prostoru v únikové fázi je nezbytný a nemůže být odložen na období po skončení úniku. Opatření se použije obecně, nejen za deště.

Význam opatření

Vhodný oděv (plášť, klobouk, boty, deštník) může přinejmenším snížit kontaminaci oděvu a kůže během pobytu ve vnějším prostoru.

Uskutečnitelnost

Opatření je jednoduché a proto se obecně doporučuje nezávisle na jakýchkoliv rozhodovacích kritériích.

Účinnost

Při správném použití může oděv do deště prakticky zabránit kontaminaci oděvů nošených přímo na těle. Zároveň poskytuje ochranu před zářením beta. Částice beta s energií $E_{max} < 3$ MeV mají maximální dosah nižší než 2 cm v materiálech jako jsou tkáně nebo kousky oděvu. Samozřejmě oděv do deště nechrání před zářením gama.

Opatření ke snížení kontaminace kůže při pobytu ve vnějším prostoru v únikové fázi mají být chápána jako doplňková k základnímu opatření "Zabránění pobytu ve vnějším prostředí".

7.6.5 Výměna oděvu a bot po pobytu ve vnějším prostředí

Význam opatření

V závislosti na materiálovém složení a na tloušťce poskytuje oděv ochranu před zářením beta a alfa, nikoliv před zářením gama. Při pobytu ve vnějším volném prostoru je příspěvek ozáření způsobeného kontaminací oděvu malý v porovnání s příspěvkem od radioaktivního mraku, od depozitu na terénu a inhalace. Ale při přechodu do relativně čistého prostředí (do obydlí), má výměna oděvu a bot velký význam, protože snižuje možnost vnesení kontaminace. Podmínkou je zároveň vhodná manipulace a uložení kontaminovaných oděvů.

Uskutečnitelnost

Toto opatření je doporučováno v souvislosti s jednoduchou vykonatelností. Svlečení/výměna oděvu je snadno proveditelná. Podmínkou je, aby oděv, do kterého se osoby převlékají, byl čistý (nekontaminovaný).

Opatření vyžaduje intenzivní informovanost obyvatelstva o tom, jak nakládat s kontaminovanými oděvy a botami. Zejména v případě nízké kontaminace je nezbytné vysvětlit možnost dalšího používání oděvů/bot po příslušném vyčištění. V této souvislosti má být zdůrazněna potřeba používat snadno dekontaminovatelné boty (gumáky) nebo oděvy.

Příslušná doporučení postupu pro obyvatelstvo by měla obsahovat informace (obecně):

- nezdržovat se v únikové fázi ve vnějším prostoru;
- v případě, že pobyt ve vnějším prostoru v únikové fázi nebo v poúnikové fázi je nevyhnutelný, použít boty do deště (gumáky) a oděv do deště;
- po opuštění zamořeného prostoru / po příchodu domů je nezbytné svléci kontaminovaný nebo potenciálně kontaminovaný oděv;
- potenciálně kontaminovaný oděv je nezbytné uložit na místech, která nejsou běžně užívána - v podkroví, ve sklepě, ale v žádném případě neukládat do skříní spolu s nekontaminovanými oděvy;
- vyčkat na rozhodnutí příslušného orgánu, který na základě výsledků měření rozhodne o dalším postupu. Obecně bude možné, v závislosti na stupni kontaminace, vyprat a dál oděv používat, zlikvidovat jej jako běžný odpad nebo s ním naložit jako s radioaktivním odpadem.

Poznámka:

Nakládání s kontaminovanými oděvy je popsáno v části [5.10](#) a [7.9](#).

Rozhodovací kritéria

- Nejsou stanovena kvantitativní kritéria.
- Při vstupu do méně kontaminovaného prostředí (např. domů) po pobytu ve vnějším prostředí v únikové fázi má být pravidlem odložení kontaminovaného oděvu a bot.
- V poúnikové fázi, při pobytu na kontaminovaném území, se kontaminace soustředí zejména na botách. Přenesení této kontaminace do obydlí (do původně čistého prostředí) by způsobilo další dodatečné ozáření.
- Další dodatečné ozáření v obydlích způsobené přenesením kontaminace může být odhadováno pomocí faktoru přenosu (je to poměr plochy podrážky k pošlapané ploše v bytě). Za předpokladu, že podrážka má v průměru plochu 0,05 m² a pošlapaná plocha v bytě (tj. plocha potenciálně kontaminovaná touto podrážkou) má plochu 16 m², je výsledný faktor přenosu kolem 3.0E-03. V takovém případě by vnější kontaminace způsobující dávku na úrovni 1 mSv za rok mohla způsobit po přenesení do obydlí na podrážce dávku kolem 3 μSv/rok.

7.6.5.1 Umytí nechráněných částí těla/vlasů po pobytu ve vnějším volném prostoru

Význam opatření

Cílem je odstranit radioaktivní látky, které se mohly dostat na kůži.

Uskutečnitelnost

Toto opatření je doporučováno v souvislosti s jednoduchou proveditelností. Umytí se obecně může provádět jako sprchování nebo koupel. Kontaminované vlasy by měly být umyty co nejdříve a odděleně, aby se zabránilo rozšíření kontaminace po celém těle.

Účinnost

Velká část kontaminace není fixována a může být umytím odstraněna. Jakákoliv kontaminace, která po umytí zůstane na pokožce, je obvykle velmi pevně fixována. Nebezpečí, že by způsobila další sekundární kontaminaci, je tudíž velmi malé. Vrchní vrstva kůže sama regeneruje během 2 týdnů. Za toto období se spolu s buňkami kůže ztratí i radioaktivní látky v ní zapuštěné.

Rozhodovací kritéria

Opatření se má chápat jako doplňkové k předchozím opatřením.

Poznámky:

V případě, že je vydáno doporučení na samo-dekontaminaci umytím nebo sprchováním, má být také vydána instrukce jak postupovat při umytí, aby se v maximální možné míře zabránilo dalšímu přenosu kontaminace.

7.6.6 Cestování na kontaminované území, zrušení a omezení

Význam opatření

Cestující je sice při pobytu na kontaminovaném území vystaven stejným radiologickým podmínkám jako domácí obyvatelstvo, ale obvykle po mnohem kratší období v souvislosti s trváním jeho cesty. Tudíž jeho expozice bude také mnohem nižší než expozice domácího obyvatelstva.

Uskutečnitelnost

Uskutečnitelnost opatření závisí na druhu a důležitosti cesty a podle toho také má být posuzována.

Účinnost

Upuštěním od cesty na kontaminované území se odvrátí efektivní dávka, která by jinak byla realizována. V závislosti na podmínkách na kontaminovaném území se snížení expozice může dosáhnout také tím, že se cesta odloží na pozdější dobu (v případě kontaminace krátkodobými nuklidy).

Rozhodovací kritéria

V případě, že stupeň kontaminace životního prostředí v cíli cesty není znám, mělo by být v každém případě doporučeno zdržet se cestování.

V případě, že kontaminace životního prostředí nebo potravin je v cíli cesty na úrovni, která by v České republice nevyžadovala přijetí speciálních opatření, není důvod k upuštění od cesty.

V případě, že kontaminace životního prostředí je vyšší, nebo je pravděpodobné, že v cíli cesty budou k dispozici pouze potraviny s vyšší úrovní kontaminace, je nezbytné posoudit přínos cesty a riziko ozáření. V případě, že je prokázán přínos cesty, je pořád možné ovlivnit obdržené dávky dobou

trvání cesty. To znamená, že ve většině případů je možné vycestovat i do nebezpečných zón za předpokladu, že pobyt bude dostatečně krátký.

V případě kontaminace krátkodobými nuklidy by mělo být posouzeno, zda cesta může být odložena na pozdější období.

Doporučení zdržet se cestování na kontaminované území je vždy oprávněné v situaci, kdy na cílovém území byla přijata opatření typu evakuace nebo přesídlení.

Poznámka:

Cestující na cílové kontaminované území jsou obvykle závislí na potravinách dostupných v cíli cesty. Proto určujícím parametrem pro stanovení dávkové zátěže cestujících bude expozice v důsledku ingesce.

7.6.7 Manipulace s dopravními prostředky nebo jinými předměty z kontaminovaných území

7.6.7.1 Vrácení kontaminovaných dopravních prostředků/předmětů zpět

Kontaminované dopravní prostředky/předměty mohou způsobit dodatečné ozáření všech osob, které s nimi přijdou do kontaktu. Policejní orgány na hranicích ČR mohou nařídit opatření "vrácení kontaminovaných dopravních prostředků zpět", nebo "dekontaminovat dopravní prostředky nebo jiné předměty", nebo je mohou odkázat na jiné kompetentní orgány ve věci vykonání potřebných opatření. Jednotlivým osobám má být poskytnuto poučení o podrobnostech týkajících se preventivní ochrany zdraví.

Význam opatření

Toto opatření snižuje přenos kontaminace na méně kontaminované území. Zabraňuje dodatečnému ozáření osob, které pracují nebo jsou v kontaktu s kontaminovanými dopravními prostředky nebo předměty na méně kontaminovaném území.

Uskutečnitelnost

Vrácení dopravních prostředků nebo jiných předmětů zpět předpokládá, že bylo měřením zjištěno překročení referenčních úrovní (viz Kap. 1.2) a že toto opatření je přijatelné (např. nejedná se o občana nebo majetek ČR). Pokud se měření nevykonává automatickým měřícím systémem, je uskutečnitelnost opatření komplikována skutečností, že měření musí provést příslušná osoba, která tak může být během měření vystavena ozáření.

Účinnost

Opatření má smysl pouze v případě, že kontrolované a následně vrácené vozidlo/předmět vykazuje zjevně vyšší úroveň kontaminace než je úroveň kontaminace uvnitř krajiny.

Rozhodovací kritéria

Nejdůležitějším kritériem pro rozhodování o vrácení dopravních prostředků/předmětů z hranic zpět je dodatečné ozáření, ke kterému může dojít při kontaktu s nimi (na cestě, při vykládce, nakládce).

Operační zásahové úrovně (referenční úrovně, viz také Kap.1.2) jsou uvedeny v části 5.7.2.

Poznámky:

- Vrácením dopravních prostředků/předmětů z hranic zpět se zabrání přenosu kontaminace a následně ozáření osob uvnitř krajiny.
- Tímto opatřením není nijak dotčena radiační ochrana řidiče. Řidiči musí být poskytnuto poučení o podrobnostech týkajících se preventivní ochrany zdraví.
- Opatření, jejichž cílem je ochrana řidiče, jsou uvedena v části 5.7.2. (a 7.6.7.2) a v části 5.8.1 (a 7.7.1).

7.6.7.2 Dekontaminace dopravních prostředků

Význam opatření

Dekontaminace dopravních prostředků/předmětů :

- zabrání přenosu kontaminace na méně kontaminované území;
- sníží ozáření řidiče a jiných osob, které přijdou do kontaktu s vozidlem/předmětem.

Uskutečnitelnost

Předpokladem provedení tohoto opatření je existence dekontaminačních míst na hranicích ČR před vstupem do ČR. Jejich existence by obecně měla spadat pod odpovědnost příslušného sousedícího státu. V případě řidičů nebo vozidel z České republiky vracejících se z kontaminovaného území domů je nezbytné předpokládat potřebu vytvoření dekontaminačních míst na vstupu do ČR (tj. na území ČR).

Účinnost

Podrobnosti o účinnosti dekontaminačních metod jsou uvedeny v [Tab.7.6-1](#)

Rozhodovací kritéria

Dekontaminace vozidel je zvláště důležitá v souvislosti s vozidly a řidiči z České republiky vracejícími se z kontaminovaného území domů. V jejich případě není vhodným opatřením vrácení zpět na kontaminované území. Za jistých okolností může být též nezbytné dekontaminovat cizí vozidla/předměty místo jejich vrácení zpět - to platí v případě, že řidič-cizinec by mohl být z kontaminovaného vozidla významně ozářen. Rozhodnutí jsou přijímána na základě operativních zásahových úrovní pro povrchovou kontaminaci dopravních prostředků (tj. referenčních úrovní ve smyslu Kap.1.2).

Poznámky:

- V souvislosti s radiační ochranou řidiče se nesmí zapomenout na aktivitu akumulovanou ve vzduchových filtrech dopravního prostředku (viz část 5.8 a 7.7).
- V souvislosti s dekontaminačními místy musí být zabezpečeno vhodné zařízení na ukládání produktů dekontaminace (např. odpadní voda, kal, pracovní nástroje, oděvy).
- Kontaminace osob a životního prostředí v důsledku dekontaminačních prací je výsledkem celkové aktivity vozidel a dosaženého stupně dekontaminace. Například za předpokladu povrchové aktivity vozidla na úrovni $2.5E+06$ Bq/m² I-131 nebo Cs-137, průměrného stupně dekontaminace 0,5 (viz Tab.7.6-1) a celkového povrchu vozidla 160 m² (trailer), bude celková aktivita vymyta do dekontaminačního roztoku na úrovni $2E+08$ Bq. Kdyby tato aktivita byla rovnoměrně rozložena na povrchu kruhu s průměrem 15 m, způsobila by příkon efektivní dávky ve výšce 30 cm nad středem kruhu na úrovni 1.5 μSv/h v případě I-131 resp. 2 μSv/h v případě Cs-137.
- Kontaminace použité vody a celé lokality, ve které se provádí mytí, závisí na druhu a stupni kontaminace, typu povrchů, na zvolené dekontaminační metodě, na teplotě prostředí a na množství použité vody. Dekontaminační lokality se dělí na lokality se zpracováním odpadních vod, bez zpracování odpadních vod a ostatní. Část radioaktivních látek způsobí povrchovou kontaminaci lokality, další část zůstane na filtrech (v případě lokality se zpracováním odpadních vod), další část zůstane v použité vodě a další část přejde do kanalizace a následně do vodního toku buď přímo nebo přes čistírnu odpadních vod. V případě dostatečně izolované dekontaminační lokality zůstane část aktivity přímo na površích v lokalitě a druhá část přejde do kanalizace. V případě neizolovaných dekontaminačních lokalit zůstane největší část aktivity v půdě a částečně také přejde do podzemních vod. V závislosti na stupni kontaminace a množství dekontaminovaných vozidel může vzniknout potřeba dalšího monitorování dané lokality.
- Radiační ochrana pracovníků vykonávajících dekontaminaci musí být zabezpečena (viz část 7.6.7.3).

7.6.7.3 Použití ochranných oděvů při měření a dekontaminaci**Význam opatření**

Použití ochranných oděvů pracovníky, kteří provádějí monitorování a dekontaminaci vozidel a jiných předmětů, může zabezpečit jejich ochranu před přenesením kontaminace na jejich kůži nebo oděv přímo na těle.

Uskutečnitelnost

Opatření lze jednoduše uskutečnit v případě dostupnosti vhodných ochranných oděvů. Některé ochranné oděvy mohou významně omezit volnost pohybu a mohou způsobit poškození zdraví, proto může být v některých případech nezbytný lékařský dohled.

Účinnost

Ochranný oděv brání přenosu kontaminace z kontaminovaných předmětů na běžný oděv. Ochranný oděv má zároveň stínící účinek: plně odstíní záření alfa; s rostoucí tloušťkou oděvu odstíní i záření beta (dosah částic beta s maximální energií < 1 MeV v tkáni je menší než 4,8 mm). Neodstíní ovšem záření gama. Ozáření zářením gama může být sníženo pouze omezením doby pobytu v blízkosti zdroje záření.

Rozhodovací kritéria

Toto opatření by mělo být přijato v případě monitorování nebo dekontaminace zamořených vozidel/předmětů. Zabraňuje přenosu aktivity na běžný oděv nebo kůži. Riziko přenosu kontaminace na oděv/kůži je menší v případě monitorování než v případě dekontaminačních prací.

Poznámky:

- Toto opatření je důležité pro všechny, kteří provádějí kontrolu a dekontaminaci dopravních prostředků/předmětů.
- Kromě ochrany před kontaminací musí být v závislosti na vykonávané práci posouzena potřeba ochrany dýchacích cest před inhalací radioaktivních látek. Při každé použité metodě se musí posoudit, zda se má použít ochrana dýchacích cest (zejména v případě vysokotlakého čištění nebo u metod, při kterých vzniká mlha nebo se uvolňují aerosoly).

7.7 Opatření v případě kontaminace vzduchových filtrů

7.7.1 Výměna filtrů ve ventilačních systémech a dopravních prostředcích

Význam opatření

Kontaminace filtru je závislá na objemové aktivitě vzduchu, na účinnosti filtru, na průtoku vzduchu a na tom, zda byla filtrace zapnuta během zvýšené aktivity v ovzduší.

Kontaminace filtru může způsobovat značné ozáření osob, které by byly po delší období v jeho blízkosti (např. personál údržby, viz část 5.8.2 a 7.7.2).

Včasná výměna filtrů zabraňuje větší akumulaci aktivity na filtru. Aktivita je tudíž rozložena do několika filtrů. Vzniká sice větší množství kontaminovaného odpadu ve formě filtrů, ale celková aktivita je rozložena a manipulace s filtry je mnohem jednodušší.

Uskutečnitelnost

Výměna filtrů je obvykle vykonávána specialisty, kteří mají příslušné znalosti, nástroje a jsou pro ně dostupná i ochranná opatření. V případě, že filtry musí být včas vyměněny, mohou vzniknout problémy s pracovní dobou a se zvýšenou radiační zátěží specialistů. Další problém může pravděpodobně vzniknout v souvislosti s potřebou nových (nekontaminovaných) filtrů a s nakládáním s kontaminovanými filtry (viz část 7.9).

Účinnost

V závislosti na kontaminaci filtru, na geometrických podmínkách (vzdálenost filtr - osoba) a možném stínění (např. stěny budov, těleso motoru) mohou být v okolí filtrů ventilačních systémů budov a vzduchových filtrů motorů různé dávkové příkony. V každém případě se ozáření zářením gama z filtrů sníží častější výměnou filtrů.

Rozhodovací kritéria

Rozhodnutí o tom, které filtry mají být vyměněny, závisí na vzdálenosti osob od filtru, na dávkovém příkonu způsobeném filtrem, na době po kterou se osoby zdržují v blízkosti filtru. Další hledisko je dáno druhem radionuklidů, které jsou akumulovány na filtru. V případě, že kontaminace filtru je způsobena převážně dlouhodobými nuklidy, je včasná výměna filtru opodstatněná. V případě

kontaminace krátkodobými nuklidy může být opodstatněné ponechat filtr delší dobu v činnosti a provést výměnu filtru (výměnu z provozních důvodů, nikoliv z důvodů kontaminace filtru) po snížení aktivity na filtru v důsledku přirozené přeměny radioaktivních nuklidů.

Poznámky:

- Vzhledem ke specifickým podmínkám (blízkost kontaminovaného filtru) a dlouhé době pobytu v blízkosti filtrů, jsou řidiči dopravních prostředků dominantní skupinou populace, kvůli které se má provádět výměna filtrů. V jejich případě by měla být výměna běžně opodstatněná.

- Filtrační systémy budov jsou často umístěny v oddělených místnostech (v samostatně stojících budovách vzduchotechniky nebo na střeše) a jsou většinou mnohem dál od osob, které by mohly ozařovat (viz část 5.8.2 a 7.7.2). V tomto případě musí být posuzována referenční skupina případ od případu a výměna filtrů musí být zdůvodněna.

- Při rozhodování o výměně filtrů musí být posuzována radiační zátěž osob, které filtry vyměňují a musí se srovnávat s radiační zátěží osob (obyvatel domu, pracovníků v dané budově), které jsou dlouhodobě vystaveny záření z filtrů. Například výměna filtru, který vzhledem k jeho umístění nezpůsobuje žádné ozáření, by nebyla zdůvodněna a opodstatněná.

- Kromě principiální otázky, zda filtr byl/nebyl v provozu během úniku, je výměna filtru závislá na výše uvedených argumentech, na výsledcích měření dávkového příkonu v okolí filtru a na odhadu radiační zátěže, kterou filtr způsobuje.

7.7.2 Ochranná opatření při výměně filtrů

Význam opatření

Použitím ochranných prostředků při výměně filtrů (ochranný oděv, maska s filtrem) se sníží kontaminace kůže a oděvu a inhalace prachových částic z filtru. Použitím vhodných obalů na kontaminované filtry a jejich separovaným skladováním na místech bezpečně vzdálených od pracovního prostoru se sníží uvolňování prachu z filtrů a sníží se ozáření externím zářením gama pocházející z filtru. Dalšími možnými opatřeními jsou oddělení kontaminovaného a nekontaminovaného odpadu, použití stínění (viz část 5.10.3 a 7.9.3).

Uskutečnitelnost

Výměna filtrů může být personálem údržby vykonána rychle a bez problémů. Ochranné masky s filtrem jsou běžně používány z důvodu ochrany před podrážděním sliznice prachem z vyměňovaného

filtru. Ochranný oděv a rukavice mohou omezit volnost pohybu a manuální a vizuální zručnost pracovníka údržby. Ukládání odstraněných filtrů do ochranných obalů není běžnou praxí (v podstatě postačuje vložení do polyetylénového pytle).

Účinnost

Informace o účinnosti opatření jsou srovnatelné s těmi, které se týkají opatření "Použití ochranných oděvů při monitorování a dekontaminaci" (část 7.6.4). Při výměně filtrů v budovách je zvýšené riziko uvolňování prachových částic. V této souvislosti je nezávisle na aktivitě filtru vyžadováno použití ochranných prostředků dýchacích cest, které zároveň chrání před inhalací radionuklidů uvolněných z filtru. Zevní ozáření zářením gama z filtru může být sníženo pouze omezením délky pobytu v blízkosti filtru.

Rozhodovací kritéria

Rozhodujícími faktory pro provedení tohoto opatření jsou celková aktivita na filtru a radionuklidové složení (přítomnost nuklidů emitujících záření beta a alfa viz část 5.11). Rozdílně se musí přistupovat k filtrům v dopravních prostředcích a k filtrům v budovách. Před jejich výměnou musí být posuzováno, do jaké míry přispívají filtry k ozáření osob (viz poznámky v částech 5.8.1 a 7.7.1).

Poznámky:

- Provedení tohoto opatření, tj. nařízení ochranného opatření personálu údržby při výměně filtrů, slouží k ochraně této skupiny pracovníků před ozářením.
- Požadavky na toto opatření mohou být různě důležité pro různé typy prací v závislosti na technických podmínkách (např. ochrana před inhalací radionuklidů).
- Pracovníci údržby ventilačních systémů v budovách jsou převládající skupinou, které se bude toto opatření týkat. Měření dávkového příkonu poskytne důležité podklady pro rozhodování, ale z hlediska pracovníků údržby není pro aplikaci tohoto opatření nejdůležitější.
- Odložení výměny filtrů na pozdější dobu může být z pohledu pracovníků údržby vhodným a účinným opatřením ke snížení jejich expozice.

7.8 Omezení pobytu v okolí kontaminovaných povrchových vod

Havárie může způsobit kontaminaci povrchových vod (nádrží, toků). Kontaminace může být způsobena dvěma cestami - přímým spadem nebo stékáním aktivity z okolního území při dešti. Tato kontaminace vede k ozáření ingescí kontaminované pitné vody, ryb, rostlinných produktů, mléka a masa (viz část 7.11). V případě spodních vod (hlubinných vod) není monitorování nezbytné. V případě, že se na přípravu pitné vody používá povrchová voda, platí limity uvedené v části 7.11 (viz Tab.7.11-1).

Kontaminované povrchové toky a nádrže mohou dále způsobit zevní ozáření osob pobývajících v jejich blízkém okolí (pracovníci vodního hospodářství, potápěči, rybáři, plavci, rekreační sportovci). Jednotlivé cesty ozáření podle jejich významnosti jsou:

- zevní ozáření při pobytu na břehovém sedimentu;
- zevní ozáření při pobytu na zaplavené ploše;
- zevní ozáření při pobytu na sedimentačních polích;
- zevní ozáření při plavání, potápění, plavbě na člunu.

Opatření, které může být v případě kontaminace povrchových vod přijato, je omezení nebo zákaz pobytu.

Rozhodovací kritéria

Rozhodovací kritéria ve smyslu referenčních úrovní (viz také Kap.1.2) jsou uvedena v Tab. 5.9-1 až Tab.5.9-3.

Poznámky:

Opatření v souvislosti s kontaminovanými povrchovými toky a nádržemi jsou relevantní zejména pro tu skupinu populace, která z pracovních důvodů musí po delší dobu pobývat v okolí těchto vod.

7.9 Ochranná opatření v souvislosti s nakládáním s kontaminovanými předměty

Po úniku aktivity do životního prostředí může dojít ke kontaminaci různých předmětů, které se následně stanou nepoužitelnými. Jejich kontaminace může přispívat k ozáření inhalací, ingescí, externím zářením gama. Tyto předměty ohrožují v první řadě osoby, které s nimi zacházejí neopatrně, nebo pracovníky, jejichž úkolem je manipulace a ukládání těchto předmětů (sběr a přeprava, uložení).

Kontaminované předměty mohou pocházet z následujících zdrojů:

- komunální odpad (odpad z domácností, obchodů, ulic, záhrad, parků);
- průmyslový a zemědělský odpad;
- kanalizace;
- nebezpečný odpad (chemikálie, pneumatiky, filtry).

Kontaminované předměty - pokud nemohou být účinně dekontaminovány a dále použity - musí být na základě výsledků měření rozděleny na zbytky, se kterými je možné dále nakládat bez nebezpečí, a na kontaminovaný odpad. S kontaminovaným odpadem se musí zacházet ve smyslu Vyhlášky č.184/97 Sb. V případě hodnotných materiálů (např. kovů) se lze pokusit o snížení kontaminace aplikací některé dekontaminační metody (viz část 5.2).

7.9.1 Omezení doby pobytu v souvislosti se sběrem a převozem kontaminovaného odpadu

Uskutečnitelnost

Omezení doby potřebné na sběr a přepravu kontaminovaného odpadu je možné pouze v omezené míře.

Rozhodovací kritéria

Rozhodujícím kritériem je ozáření pracovníků provádějících sběr a přepravu, zejména inhalací a externím ozářením zářením gama (kontaminace kůže se v případě vhodných ochranných prostředků neprojeví).

Poznámky:

Ozáření způsobené inhalací bude malé ve srovnání s externím ozářením zářením gama (viz Tab.5.10-1), proto opatření na zabránění tvorby prachu a aerosolů mají v tomto případě menší význam. V případě, že by vznikal prach nebo aerosoly, lze použít jednoduchou ochranu dýchacích cest.

7.9.2 Omezení pobytu v čistírnách odpadních vod

V případě rozsáhlé kontaminace se radionuklidy mohou dostat kanalizací až do čistíren odpadních vod. To vede k ozáření osob, které pracují v těchto čistírnách. Expoziční cesty z kontaminovaného kalu v čistírně jsou:

- zevní ozáření zářením gama v čistírně, na kalojemech a při pobytu na polích hnojených tímto kalem;
- inhalace při spalování kalů (viz část 5.10.3).

Převládá příspěvek externího ozáření zářením gama. V čistírně je expozice zářením gama až 20x vyšší než v jiných lokalitách s kanalizačním kalem. Zevní ozáření způsobí v čistírně 4x až 200x (podle nuklidu) vyšší expozici než inhalace.

Význam opatření

V případě, že se vhodnými opatřeními zabrání kontaminaci kůže (viz část 5.2.1), dojde omezením pobytu v čistírně odpadních vod ke snížení ozáření pracovníků.

7.9.3 Stínění a omezení doby pobytu na kalojemech

Osoby, které pobývají v blízkosti kalojemů s kontaminovaným kalem (pracovníci, sousedé), mohou být ozářeny externím zářením gama nebo v důsledku inhalace. V souvislosti s technickým zabezpečením kalojemů se předpokládá, že nehrozí průnik aktivity do spodních vod.

Účinnost

Nezávisle na použití ochranných oděvů nebo masek s filtry je neúčinnějším opatřením zakrytí (překrytí) kontaminovaného kalu vhodným nekontaminovaným materiálem (stíněním). Např. v případě, že se na kal uloží vrstva nekontaminovaného odpadu s hustotou 1000 kg/m³ o tloušťce 50 cm, dosáhne se snížení dávkového příkonu záření gama (pro fotony s energií 2 - 5 MeV) na 1/10 původní hodnoty. V případě obdobné vrstvy písku se sníží dávkový příkon 50 až 70 x.

7.10 Omezení / zákaz těžké fyzické práce nebo sportu (snížení ozáření inhalací)

Význam opatření

Toto opatření je z pohledu preventivních opatření obvykle málo významné. Resuspenze (zvíření prachových částic) může způsobit objemovou aktivitu vzduchu i v poúnikové fázi. Zejména se to týká činností, při kterých se může vytvářet prach (zemědělství, těžba dřeva, sport). Dalším faktorem je skutečnost, že při sportu nebo při namáhavé práci je průměrná rychlost dýchání 2x vyšší a tedy se zvyšuje objem inhalovaného vzduchu a dávka inhalací. Omezení / zákaz namáhavé práce nebo sportu ve vnějším prostoru tudíž zabrání:

- vzniku resuspenze způsobené činností;
- zvýšené inhalaci radioaktivních látek;
- ozáření externím zářením gama v důsledku pobytu ve vnějším prostoru.

Uskutečnitelnost

V případě některých činností (např. sport) je opatření snadno proveditelné.

Účinnost

Účinnost opatření přímo souvisí s faktorem resuspenze (viz Kap.8, část 8.4.1) a tudíž závisí na místních podmínkách, na počasí, na povrchových vlastnostech terénu. Závisí také na nuklidovém složení spadu, protože resuspenze má význam zejména v případě dlouhodobých nuklidů emitujících záření alfa a beta (např. Pu-239, Sr-90), u kterých je v případě inhalace vysoká radiotoxicita .

Rozhodovací kritéria

V běžných podmínkách v Evropě (klimatické podmínky, vlastnosti terénu) je úvazek z inhalace způsobený resuspenzí nuklidů emitujících záření gama zanedbatelný vzhledem k zevnímu ozáření zářením gama z kontaminovaného terénu. Poměr příspěvků k celkové dávce je na úrovni 1 : 10 000 (pro nuklidy emitující záření gama). Toto opatření je tudíž obvykle irelevantní, protože v oprávněných případech mu předchází opatření evakuace nebo zákaz vstupu.

Poznámky:

Úroveň plošné aktivity terénu, při které hrozí významná resuspenze, závisí silně na faktoru resuspenze. V poúnikové fázi lze očekávat dostatek výsledků měření objemové aktivity v ovzduší, které umožní upřesnit faktor resuspenze a umožní také stanovit výpočtem úvazek inhalací (viz část 8.4).

Na územích s vyššími plošnými aktivitami terénu by měly být omezeny činnosti vedoucí k tvorbě prachu nebo by měla být přijata vhodná ochranná opatření.

7.11 Doplnkové informace k rozhodování o opatřeních v oblasti zemědělství a výživy

7.11.1 Základní právní rámec (formální informace)

V oblasti zemědělství a výživy platí normativní dokumenty vydané Evropskou komisí a Radou Evropy.

Jedná se o následující dokumenty:

Směrnice Rady Evropy (EURATOM) č. 3954/87 (z 22.prosince 1987) o maximálních povolených úrovních radioaktivní kontaminace potravin a krmiv po jaderné havárii nebo po jiné radiační havárii, doplněná Směrnicí Rady Evropy (EURATOM) č.2218/89 z 18.července 1989 a Směrnicí Evropské komise (EURATOM) č.770/90 z 29. března 1990, viz [Tab.7.11-1](#) a [Tab.7.11-3](#)

Směrnice (EURATOM) č. 944/89 z 12.dubna 1989 o maximálních povolených úrovních radioaktivní kontaminace vedlejších (minoritních) potravin po jaderné havárii nebo po jiné radiační havárii. Tato směrnice obsahuje seznam vedlejších (minoritních) potravin, viz [Tab.7.11-2](#), a uvádí, že pro minoritní potraviny platí limity na úrovni 10-násobku limitů pro tzv.ostatní potraviny, viz sloupec 3 a sloupec 5 v [Tab.7.11-1](#).

Potraviny a krmiva jsou značeny podle kombinované nomenklatury (Combine Nomenclature, CN) Celního sazebníku (viz Směrnice Evropské komise č.3174/88 z 21.září 1988).

Evropská komise zdůrazňuje, že maximální hodnoty pro krmivo pro okamžitou spotřebu mají přispět k tomu, aby úroveň kontaminace výsledných potravin vyhovovala limitům podle příslušné Směrnice, v žádném případě to však není zaručeno.

Z uvedeného důvodu tento Katalog opatření nepoužívá pro zavádění a navrhování opatření v oblasti výživy limity pro krmivo stanovené Evropskou komisí (viz [Tab.7.11-3](#)), ale jiné hodnoty operačních zásahových úrovní. Tyto hodnoty operačních zásahových úrovní při jejich aplikaci zaručují, že v případě, že krmivo bylo vyprodukováno v souladu s příslušným opatřením a doporučeními uvedenými v tomto Katalogu, nezpůsobí použití takového krmiva překročení operačních zásahových úrovní pro potraviny.

Podle Směrnice EU potraviny jsou produkty, které jsou určeny na přímou spotřebu lidmi, a to buď přímo nebo nepřímou po příslušném zpracování. Nesmějí být umístěny do potraviného řetězce v případě, že jejich hmotnostní aktivita převyšuje limity uvedené v [Tab.7.11-1](#). Limity pro koncentrované

nebo sušené potravinové produkty jsou stanoveny pro výsledný produkt, který je určen pro přímou spotřebu (tj. např. po zředění). Členské státy EU mohou vydat doporučení ohledně zředovacích podmínek tak, aby bylo zajištěno, že nebudou překročeny limitní hodnoty.

Tab.7.11-1 Maximální úrovně hmotnostní aktivity v potravinách [Bq/kg]

	Potravina (1)				
	Dětská výživa (2)	Mléčné produkty (3)	Ostatní potraviny s výjimkou vedlejších potravin	Tekuté potraviny (4)	Vedlejší (minoritní) potraviny (5)
Izotopy stroncia, zejména Sr-90	75	125	750	125	7500
Izotopy jódu, zejména I-131	150	500	2000	500	20000
Izotopy plutonia a transplutoniových prvků emitujících záření alfa, zejména Pu-239, Am-241	1	20	80	20	800
Všechny ostatní nuklidy s poločasem přeměny delším jako 10 dnů, zejména Cs-134, Cs-137 (6)	400	1000	1250	1000	12500

(1) Maximální úrovně pro koncentrované nebo sušené potravinové produkty jsou stanoveny pro výsledný produkt, který je určen pro přímou spotřebu (tj. např. po zředění). Členské státy EU mohou vydat doporučení ohledně zředovacích podmínek tak, aby bylo zajištěno, že nebudou překročeny limitní hodnoty.

(2) Dětská výživa jsou všechny potraviny, které jsou určeny zejména k výživě dětí mezi 4. až 6. měsícem života; splňují nutriční požadavky pro tuto věkovou kategorii dětí a při prodeji mají být zřetelně označeny (jako "Dětská výživa").

(3) Mléčné produkty jsou všechny potraviny, které jsou značeny podle kombinované nomenklatury (Combine Nomenclature, CN, viz Celní sazebník) číslem začínajícím číslicemi 0401 (mléko a smetana nezahuštěné), 0402 (mléko a smetana v prášku nebo zahuštěné), s výjimkou 04022911 (mléko pro kojenice v prášku, tuk přes 10%, obsah do 500 g, hermeticky uzavřené).

(4) Tekuté potraviny jsou všechny potraviny, které jsou značeny podle kombinované nomenklatury (Combine Nomenclature, CN, viz Celní sazebník) číslem začínajícím číslicemi 2009 (ovocné šťávy) a celá kapitola 22 kombinované nomenklatury (nápoje, sirupy, vody, víno, alkohol). V případě ředění (např. sirupy) jsou hodnoty stanoveny za předpokladu použití vody z vodovodu. Stejně hodnoty by měly být aplikovány při posuzování vodovodních systémů kompetentními orgány členských států EU.

(5) Vedlejší (minoritní) potraviny jsou uvedeny v [Tab.7.11-2](#)

(6) Tato skupina neobsahuje C-14, H-3 a K-40.

Tab.7.11-2 Vedlejší (minoritní) potraviny

Kód (CN)podle Kombinované nomenklatury	Název produktu
0703200000	Česnek čerstvý,chlazený
0709520000	Lanýže čerstvé,chlazené
0709904000	Kapary čerstvé,chlazené
0711300000	Kapary prozatímně konzervované, nevhodné k požívání
0712300000	Houby, lanýže sušené i kousky, plátky, prášek
0714101000	Kořeny manioku-válečky, kuličky apod. z mouky, krupice
0714109100	Kořeny manioku ost. k lidské výž. do 28kg, ne: válečky, kuličky apod. z mouky,krupic
0714109900	Kořeny manioku ost.,ne:k lidské výž. do 28kg, válečky apod. z mouky, krupice
0714201000	Batáty čerstvé k lidské výživě
0714209000	Batáty ostatní, ne:čerstvé k lidské výživě
0714901100	Kořeny marantové, salepové apod. do 28 kg k lidské výživě čerstvé, zmrazené
0714901900	Kořeny marantové, salepové apod. ost.,ne: čerstvé, zmrazené k lidské výž. do 28kg
0714909000	Kořeny, hlízy jedlé ostatní čerstvé, chlazené, mrazené, sušené, ne:viz sazebník
0814000000	Slupky citrusových plodů ,melounů čerstvé, zmrazené, naložené, sušené, konzervované
0903000000	Maté
0904110000	Pepř nedrcený ani nemletý
0904120000	Pepř (Piper) sušený drcený, v prášku
0904201000	Paprika sladká sušená nedrcená
0904203000	Paprika ostatní sušená nedrcená,ne: sladká
0904209000	Paprika (Capsicum,Pimenta) sušená drcená, prášek
0905000000	Vanilka
0906100000	Skořice, květy skořicovníku nedrcené,ne: v prášku
0906200000	Skořice, květy skořicovníku drcené, v prášku
0907000000	Hřebíček-plody, květy, stopky
0908100000	Oříšky muškátové
0908200000	Květ muškátový
0908300000	Amomy, kardamomy
0909100000	Semena anýzu nebo badyánu
0909200000	Semena koriandru
0909300000	Semena kmínu
0909400000	Semena kořeného kmínu
0909500000	Semena fenyklu, jalovcové bobulky

Tab.7.11-2 Pokračování. Vedlejší (minoritní) potraviny

Kód (CN) podle Kombinované nomenklatury	Název produktu
0910100000	Zázvor
0910201000	Šafrán nedrcený, ne: v prášku
0910209000	Šafrán drcený, v prášku
0910300000	Kurkuma
0910401100	Tymián-mateřídouška nedrcený, ne: v prášku
0910401300	Tymián ostatní nedrcený, ne: v prášku, mateřídouška
0910401900	Tymián drcený, v prášku
0910409000	Bobkový list
0910500000	Kari
0910911000	Směsi koření (viz pozn.1b) nedrcené, ne: v prášku
0910919000	Směsi koření (viz pozn.1b) drcené, v prášku
0910991000	Semena pískavice
0910999100	Koření ostatní nedrcené ani v prášku, ne: viz sazebník
0910999900	Koření ostatní drcené, v prášku, ne: viz sazebník
1106201000	Mouka, krupice, prášek denaturované ze sága, kořenů a hlíz č.0714
1106209000	Mouka, krupice, prášek ostatní ze sága, kořenů a hlíz č.0714, ne: denaturované
1108140000	Škrob maniokový
1210100000	Šišťice chmelové čerstvé sušené nerozdrcené
1210201000	Šišťice chmelové s vyšším obsahem lupulinu drcené, prášek, kuličky, válečky
1210209000	Šišťice chmelové ostatní čerstvé, sušené drcené, ne: vyšší obsah lupulinu
1211100000	Kořeny lékořice čerstvé, sušené i drcené, řezané, prášek
1211200000	Kořeny ginsengu (ženšen) čerstvé, sušené i drcené, řezané, prášek
1211903000	Semena tonková čerstvá, sušená i drcená, prášek
1211907000	Majoránka planá, dobromysl (větve, stonky, listy) čerstvá, sušená i drcená, řezaná, prášek
1211907500	Šalvěj lékařská (květy, listy) čerstvá, sušená i drcená, řezaná, prášek
1211909911	Sláma maková (makovina)
1211909912	Listy koka
1211909919	Konopí
1211909990	Části rostlin ostatní pro farmaceut., voňavkářské apod. účely, ne: viz sazebník
1301100000	Šelak přírodní
1301200000	Guma arabská přírodní
1301901000	Mastix [pryskyřice stromů Pistacia lentiscus]

Tab.7.11-2 Pokračování. Vedlejší (minoritní) potraviny

Kód (CN) podle Kombinované nomenklatury	Název produktu
1301909000	Ost.přír.pryskyřice,klejopryskyř.,balzámy,gumy,oleje,ne:šelak,arab.guma,mastix
1302110000	Opium i upravené
1302120000	Šťávy, výtažky z lékořice i upravené
1302130000	Šťávy, výtažky z chmele i upravené
1302140000	Šťávy, výtažky z pyrethra, kořenů obsahující rotenon i upravené
1302190500	Výtažky z vanilky i upravené
1302193000	Směsi rostlinných výtažků k přípravě nápojů, přípravků potravinových i upravené
1302199100	Šťávy, výtažky rostlinné léčivé i upravené
1302199811	Koncentrát z tobolek a slámy máku
1302199812	Pryskyřice z konopí
1302199890	Šťávy, výtažky rostlinné ostatní, ne:viz sazebník
1302201000	Látky pektinové, pektináty, pektany v suchém stavu i upravené
1302209000	Látky pektinové, pektináty, pektany ostatní i upravené, ne:v suchém stavu
1302310000	Agar-agar i upravený
1302321000	Slizy, zahušťovadla ze svatojánského chleba, i upravené
1302329000	Slizy, zahušťovadla ze semen guarových, i upravené
1302390000	Slizy, zahušťovadla z rostlin ost.i upravené, ne: ze svatoj.chleba, semen guarových
1504101000	Oleje, frakce z rybích jater chem.neuprav.,vitamin A max.2500 mezinár.jedn./g
1504109100	Oleje, frakce z jater platýse chem.neuprav.,ne:vitamin A nad 2500 mezin.jedn./g
1504109900	Oleje,frakce z ryb.jater ost.neupr.,ne:platýs,vitaminu A nad 2500 mezin.jedn/g
1504201000	Tuky,oleje-pevné frakce olejů z ryb chem. neupravené,ne:z jater
1504209000	Tuky,oleje,frakce ostatní z ryb chem.neupravené,ne:z jater,pevné frakce
1504301000	Pevné frakce tuků a olejů z mořských savců
1504309000	Tuky, oleje, frakce z mořských savců ostatní,ne:pevné frakce
1604301000	Kaviár (jikry jesetera)
1604309000	Kaviárové náhražky
1801000000	Kakaové boby i ve zlomcích surové, pražené
1802000000	Kakaové skořápky, slupky, ostatní odpady
1803100000	Kakaová hmota neodtučněná
1803200000	Kakaová hmota odtučněná zcela, zčásti
2003200000	Lanýže konzervované,ne:v octě, kyselině octové
2006001000	Zázvor konzervovaný cukrem
2006003100	Třešně konzervované cukrem, obsah cukru nad 13%

Tab.7.11-2 Pokračování. Vedlejší (minoritní) potraviny

Kód (CN)podle Kombinované nomenklatury	Název produktu
2006003500	Tropické ořechy a tropické ovoce konzervované cukrem, obsah cukru nad 13%
2006003800	Zelenina, ovoce, ořechy ost.konzerv.cukrem obsah cukru nad 13%,ne:viz sazebník
2006009100	Tropické ořechy a tropické ovoce konzervované cukrem, obsah cukru do 13%
2006009900	Zelenina, ovoce,ořechy ost.konzerv.cukrem,cukr do 13%,ne:trop.ovoce,trop.ořechy
2102101000	Kvasinky násadové kultivované
2102103100	Kvasnice chlebové sušené
2102103900	Kvasnice chlebové ostatní,ne:sušené
2102109000	Droždí aktivní ostatní,ne:kvasinky násadové kultivované, kvasnice chlebové
2102201100	Droždí neaktivní-tablety, kostky apod., balení do 1kg pro okamžitou spotřebu
2102201900	Droždí neaktivní ostatní, ne:balení kostky apod. do 1kg pro okamžitou spotřebu
2102209000	Mikroorganismy jednobuněčné neaktivní ostatní, ne:droždí aktivní i neaktivní
2102300000	Prášky do pečiva hotové
2936100000	Provitaminy nesmíšené
2936210000	Vitaminy A,deriváty,nesmíšené
2936220000	Vitamin B1,deriváty,nesmíšené
2936230000	Vitamin B2,deriváty,nesmíšené
2936240000	D-,DL-pantothenová kyselina (vitamin B3,B5), deriváty, nesmíšené
2936250000	Vitamin B6, deriváty, nesmíšené
2936260000	Vitamin B12, deriváty, nesmíšené
2936270000	Vitamin C, deriváty, nesmíšené
2936280000	Vitamin E, deriváty, nesmíšené
2936291000	Vitamin B9, deriváty,nesmíšené
2936293000	Vitamin H, deriváty, nesmíšené
2936299010	Aminopterin
2936299090	Vitaminy, jejich deriváty nesmíšené ostatní,ne:viz sazebník
2936901100	Koncentráty přírodní vitamínů A+D
2936901900	Koncentráty přírodní vitamínů ostatní,ne:A+D
2936909000	Směsi vitamínů i v roztoku
3301111000	Silice bergamotová nedeterpenovaná
3301119000	Silice bergamotová deterpenovaná
3301121000	Silice pomerančová nedeterpenovaná
3301129000	Silice pomerančová deterpenovaná
3301131000	Silice citrónová nedeterpenovaná

Tab.7.11-2 Pokračování. Vedlejší (minoritní) potraviny

Kód (CN) podle Kombinované nomenklatury	Název produktu
3301139000	Silice citrónová deterpenovaná
3301141000	Silice limetková nedeterpenovaná
3301149000	Silice limetková deterpenovaná
3301191000	Silice z citrusového ovoce ostatní nedeterpenovaná, ne:viz sazebník
3301199000	Silice z citrusového ovoce ostatní deterpenovaná,ne:viz sazebník
3301211000	Silice geraniová nedeterpenovaná
3301219000	Silice geraniová deterpenovaná
3301221000	Silice jasmínová nedeterpenovaná
3301229000	Silice jasmínová deterpenovaná
3301231000	Silice levandulová, levandinová nedeterpenovaná
3301239000	Silice levandulová, levandinová deterpenovaná
3301241000	Silice máty peprné (Mentha piperita) nedeterpenovaná
3301249000	Silice máty peprné (Mentha piperita) deterpenovaná
3301251000	Silice z máty ostatní nedeterpenovaná,ne:z máty peprné
3301259000	Silice z máty ostatní deterpenovaná, ne:z máty peprné
3301261000	Silice vetiverová nedeterpenovaná
3301269000	Silice vetiverová deterpenovaná
3301291100	Silice hřebíčková, niaouliová, ylan-ylangová nedeterpenovaná
3301293100	Silice hřebíčková, niaouliová, ylan-ylangová deterpenovaná
3301296100	Silice ostatní nedeterpenovaná, ne:viz sazebník
3301299100	Silice ostatní deterpenovaná, ne:viz sazebník
3301300000	Pryskyřice
3301901000	Produkty vedlejší terpenické vznikající při deterpenaci silic
3301902100	Extrahované olejové pryskyřice z lékořice a chmele
3301903000	Pryskyřice vonné extrahované ostatní, ne: z lékořice a chmele
3301909000	Koncentráty,vodné roztoky silic,destiláty aromatické apod.-viz sazebník

Tab.7.11-3 Maximální hodnoty hmotnostní aktivity Cs-134 a Cs-137 v krmivu (1)

Živočišný druh	Hmotnostní aktivita [Bq/kg]
Vepři	1250
Drůbež, jehňata, telata	2500
Ostatní	5000

(1) Vzhledem k relativnímu zastoupení jednotlivých nuklidů, které mohou uniknout v případě jaderné havárie (nebo jiné radiační havárie) a vzhledem k poločasům přeměny a přenosu z krmiva do živočišných produktů se ukazuje jako nezbytné stanovit maximální hodnoty hmotnostních aktivit v krmivu pouze pro izotopy cesia.

(2) Uvedené hodnoty mají přispět k tomu, aby úroveň kontaminace výsledných potravin vyhovovala limitům podle příslušné Směrnice EU pro potraviny. Samy o sobě ovšem nejsou zárukou, že potraviny vyhovují limitům podle Směrnice EU. Rovněž nijak neovlivňují povinnost kontrolovat úroveň radioaktivity v živočišných produktech určených pro spotřebu lidmi.

(3) Hodnoty platí pro krmivo určené pro přímou spotřebu.

Tab.7.11-4 Hodnoty faktorů na stanovení operačních zásahových úrovní pro potraviny a mléčné produkty určené pro kojenice.

Hodnoty operačních zásahových úrovní pro potraviny a mléčné produkty určené pro kojenice získáme tak, že hodnoty operačních zásahových úrovní pro dospělé vynásobíme faktory uvedenými v této tabulce.

	Kojenecká strava	
	Potraviny	Mléčné produkty
Izotopy stroncia, zejména Sr-90	0.1	0.6
Izotopy jódu, zejména I-131	0.075	0.3
Izotopy plutonia a transplutoniových prvků emitujících záření alfa, zejména Pu-239, Am-241	0.0125	0.05
Všechny ostatní nuklidy s poločasem přeměny delším jako 10 dnů, zejména Cs-134, Cs-137	0.32	0.4

7.11.2 Základní informace pro stanovení operačních zásahových úrovní

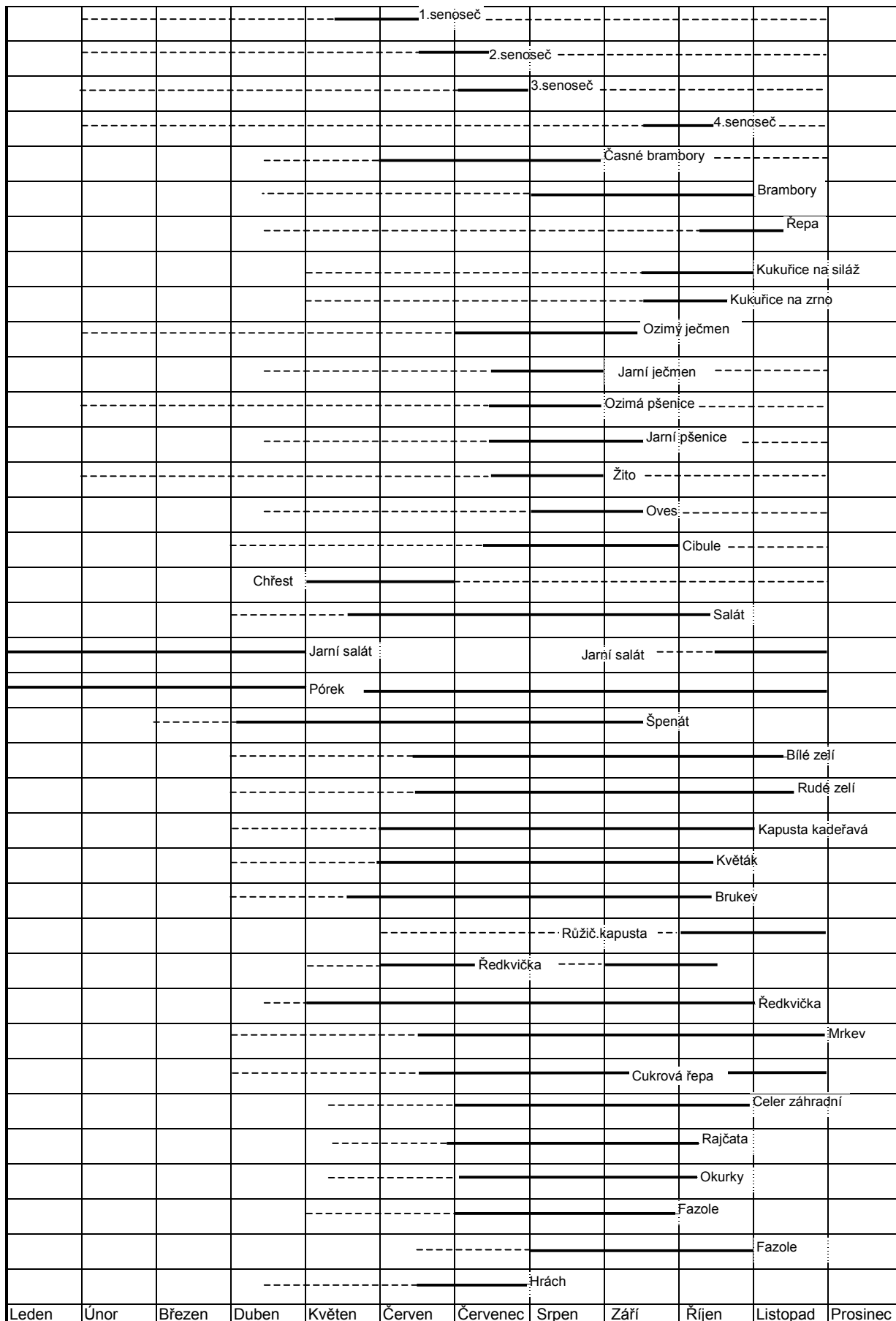
Cílem ochranných opatření je zabránit, aby byla překročena maximální úroveň hmotnostní aktivity v potravinách. Základním východiskem pro zavedení opatření je očekávaná nebo naměřená hmotnostní aktivita nebo objemová aktivita. V počáteční fázi je to časový integrál objemové aktivity ve vzduchu, plošná aktivita na povrchu (depozit) nebo predikce kontaminace krmiv nebo potravin. V pozdější fázi (zejména v pouštní fázi) se pro hodnocení situace použijí v rostoucí míře naměřené hodnoty kontaminace vody, půdy, rostlin, mléka nebo masa.

Při výpočtu operačních zásahových úrovní byly použity maximální úrovně aktivit v potravinách pro dospělé (Tab.7.11-1, sloupec 2,3,4,5). Výpočty hmotnostní aktivity v kojenecké výživě na základě úrovní uvedených v Tab.7.11-1, sloupec 2 nebyly provedeny. Důvodem bylo, že podíl kojenecké stravy na celkové spotřebě různých potravin je velmi nízký. V principu je ovšem možné určit operační zásahové úrovně i pro potraviny určeny výhradně pro kojence na základě vynásobení operačních zásahových úrovní pro dospělé faktory uvedenými v Tab.7.11-4 .

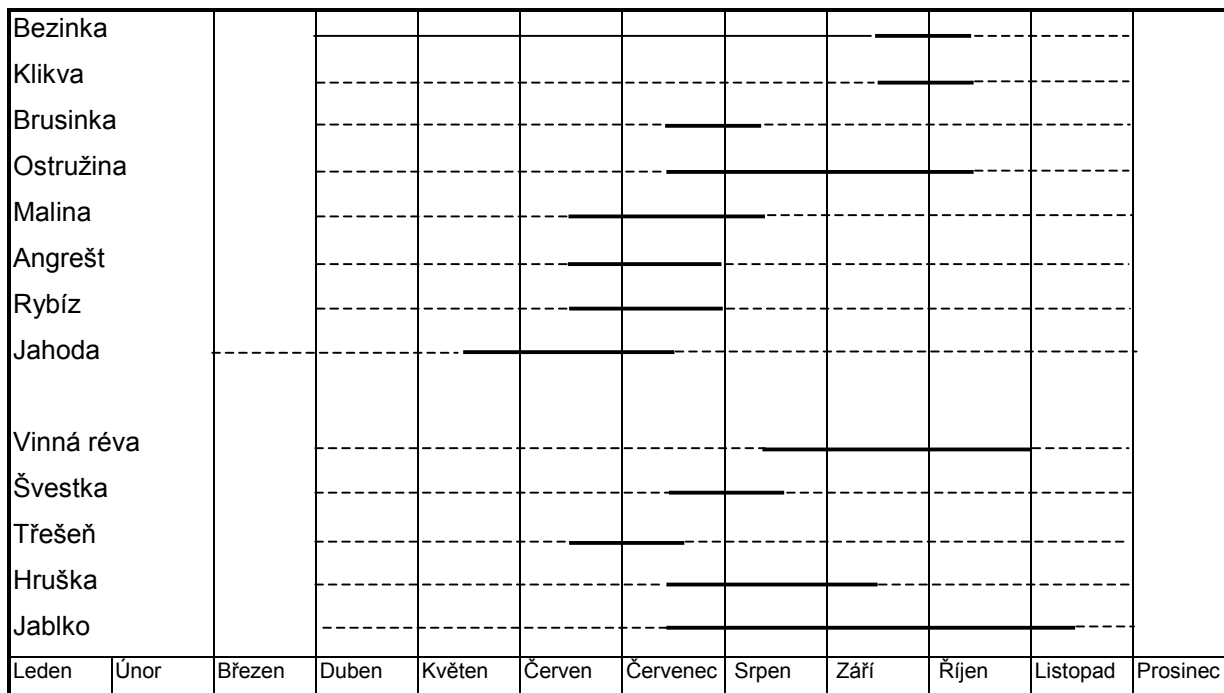
Způsob stanovení operačních zásahových úrovní je popsán v Kapitole 8 (Teoretické základy). Na odhad kontaminace způsobené mokřým spadem byl použit model s empirickými hodnotami. Model předpokládá při vyšší intenzitě deště nižší záchyt radionuklidů vegetací a při nižší intenzitě deště vyšší záchyt radionuklidů vegetací.

Informace o obdobích vegetace a sklizni rostlin jsou shrnuty na Obr. 7.11-1 a Obr.7.11-2 .

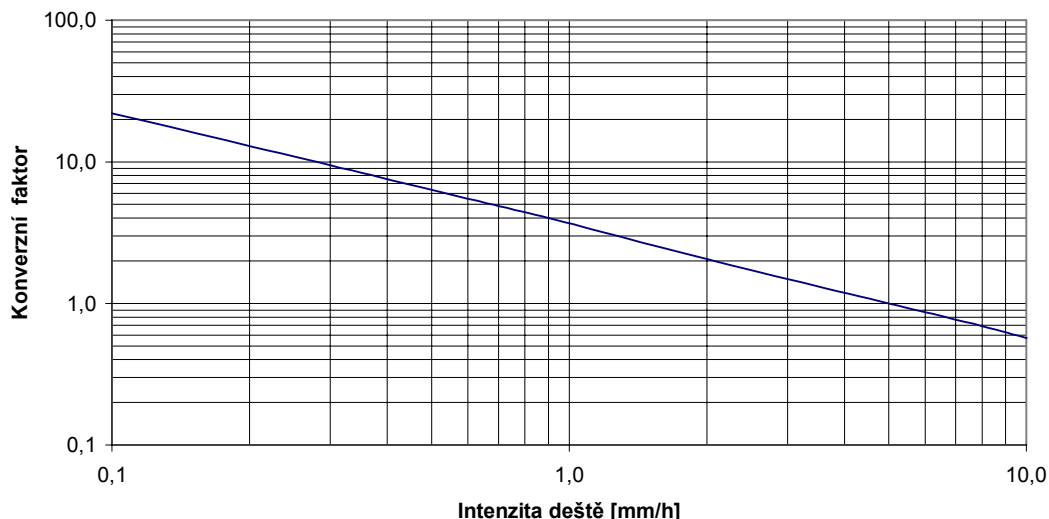
Vztah mezi časovým integrálem objemové aktivity a kontaminací životního prostředí v závislosti na intenzitě deště je popsán na Obr.7.11-3 a Obr.7.11-4.



Obr. 7.11-1 Období vegetace (-----) a sklizně (————) rostlin.



Obr.7.11-2 Období vegetace (-----) a sběru (————) ovoce a ovocných plodů.



Obr.7.11-3 Konverzní faktor na stanovení číselné hodnoty časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu, která při různé intenzitě deště vede k stejné hodnotě veličiny vyjadřující kontaminaci životního prostředí (např. k plošné aktivitě, objemové aktivitě, hmotnostní aktivitě).

Graf slouží na výpočet operační zásahové úrovně vyjádřené ve veličině časový integrál objemové aktivity ve vzduchu při jiné intenzitě deště než je 5 mm/h.

Poznámka:

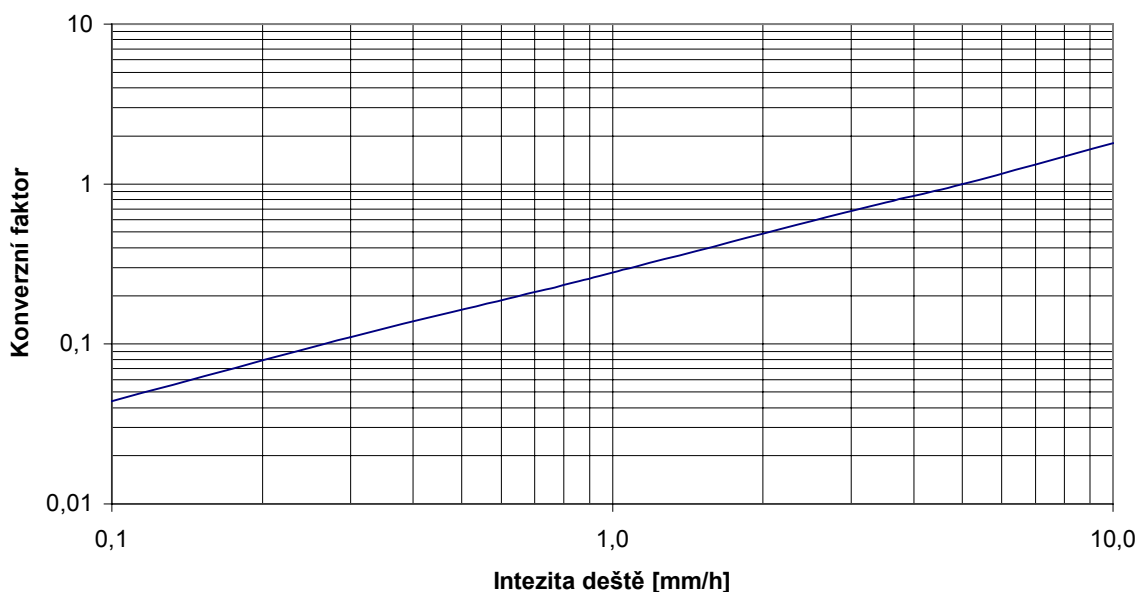
Při modelování hodnot konverzního faktoru byla zanedbána suchá depozice (suchý spad).

Graf nemá sloužit na úvahy typu: jaké bylo množství deště, když při známém časovém integrálu objemové aktivity ve vzduchu byla naměřena určitá hodnota kontaminace potravin.

Příklad:

Při intenzitě deště 5 mm/h by byla dosažena operační zásahová úroveň pro časový integrál objemové aktivity ve vzduchu. Aktuální intenzita deště není 5 mm/h ale asi 2 mm/h.

Při intenzitě deště 2 mm/h je příslušný konverzní faktor = 2. Operační zásahová úroveň pro časový integrál objemové aktivity ve vzduchu musí být vynásobena faktorem 2. To znamená, že při dané intenzitě deště může být časový integrál objemové aktivity ve vzduchu až 2x vyšší, aby byla dosažena stejná kontaminace životního prostředí jako při intenzitě deště 5 mm/h.



Obr.7.11-4 Konverzní faktor na stanovení číselné hodnoty veličiny vyjadřující kontaminaci životního prostředí (např. plošné aktivity, objemové aktivity, hmotnostní aktivity) při stejné hodnotě časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu a při různé intenzitě deště.

Graf slouží na výpočet číselné hodnoty veličiny vyjadřující kontaminaci životního prostředí (např. plošné aktivity, objemové aktivity, hmotnostní aktivity) při nezměněné hodnotě časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu a při jiné intenzitě deště než je 5 mm/h.

Poznámka:

Při modelování hodnot konverzního faktoru byla zanedbána suchá depozice (suchý spád).

Graf nemá sloužit na úvahy typu: jaké bylo množství deště, když při známém časovém integrálu objemové aktivity ve vzduchu byla naměřena určitá hodnota kontaminace potravin.

Příklad:

Při intenzitě deště 5 mm/h a při dané hodnotě časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu by byla dosažena určitá úroveň kontaminace životního prostředí. Aktuální intenzita deště není 5 mm/h ale asi 2 mm/h (hodnota časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu se nezměnila).

Při intenzitě deště 2 mm/h je příslušný konverzní faktor =0,5. Hodnota veličiny vyjadřující kontaminaci životního prostředí (např. plošné aktivity, objemové aktivity, hmotnostní aktivity) musí být vynásobena faktorem 0,5. To znamená, že při intenzitě deště 2 mm/h a při nezměněné hodnotě časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu bude kontaminace životního prostředí (např. plošná aktivita, objemová aktivita, hmotnostní aktivita) jen poloviční než při intenzitě deště 5 mm/h.

8 Teoretické základy

8.1 Dávka a dávkový příkon

Měření dávkového příkonu na kontaminovaném území nebo v okolí kontaminovaných předmětů je nejjednodušší cesta k odhadu ozáření obyvatelstva. Dávka (ekvivalentní dávka H , prostorový dávkový ekvivalent H^*) je časovým integrálem příslušného dávkového příkonu:

$$H_r(x, \Delta t) = \int_{\Delta t} \dot{H}_r(x, t) \cdot dt \quad (1.1)$$

kde:

$H_r(x, \Delta t)$: dávka (ekvivalentní dávka H , prostorový dávkový ekvivalent H^* atd.) způsobená nuklidem r ve vzdálenosti x za časové období Δt

$\dot{H}_r(x, t)$ dávkový příkon způsobený nuklidem r ve vzdálenosti x v časovém okamžiku t

Za předpokladu, že při události s únikem radioaktivních látek do okolí je monitorován dávkový příkon (nejspíše pravděpodobně bude monitorován příkon prostorového dávkového ekvivalentu H^*), může sloužit jeho hodnota jako kritérium pro zavádění opatření. Musí být ovšem známo, že měření je reprezentativní, tj. že skutečně může sloužit jako podklad pro přijímání opatření.

Časový průběh dávkového příkonu způsobeného nuklidem r ve vzdálenosti x v časovém okamžiku t je:

$$\dot{H}_r(x, t) = k_r \cdot f_r \cdot Q_r \cdot g_{r,P} \cdot a(x) \cdot \exp(-\lambda_r \cdot t) \quad (1.2)$$

kde:

k_r : faktor depozice pro nuklid r , [$m \cdot h^{-1}$]

f_r : uniklá frakce nuklidu r vzhledem na jeho aktivitu v inventáři štěpných produktů (v aktivní zóně reaktoru)

Q_r aktivita nuklidu r v inventáři štěpných produktů (závisí na vyhoření, viz Tab.7.2-2), [Bq]

$g_{r,P}$ konverzní faktor na přepočítání aktivity nuklidu r na dávkový příkon (příkon ekvivalentní dávky nebo příkon efektivní dávky) pro cestu ozáření P : externí ozáření zářením gama z terénu, [Sv/Bq]

$a(x)$ geometrický faktor ve vzdálenosti x (pro výpočtový bod x), [m^{-1}]

λ_r konstanta přeměny pro nuklid r , [h^{-1}]

Po dosazení do rovnice 1.1 dostaneme pro dávku od všech nuklidů r (sumace je pro všechny uvažované nuklidy r) za časové období Δt :

$$H(x, \Delta t) = \sum_r k_r \cdot f_r \cdot Q_r \cdot g_{r,P} \cdot a(x) \cdot \int_0^{\Delta t} \exp(-\lambda_r \cdot t) dt \quad (1.3)$$

Za předpokladu, že faktor depozice k_r má stejnou hodnotu pro všechny uvažované nuklidy r , dostaneme aplikací rovnice (1.2) a (1.3) vztah mezi celkovým dávkovým příkonem z depozitu ve vzdálenosti x_D a celkovou dávkou z depozitu za čas Δt :

$$\dot{H}(x_D, t) = H(x_D, \Delta t) \cdot \left\{ \sum_r f_r \cdot Q_r \cdot g_{r,P} \cdot a(x_D) \cdot \exp(-\lambda_r \cdot t) \right\} / \left\{ \sum_r f_r \cdot Q_r \cdot g_{r,P} \cdot a(x_D) \cdot \int_0^{\Delta t} \exp(-\lambda_r \cdot t) dt \right\} \quad (1.4)$$

Vztah (1.4) byl použit při výpočtu závislostí dávkových příkonů vynesných v grafech v Kap.4 a v Kap.5.

8.2 Ozáření z mraku

8.2.1 Zevní ozáření zářením gama z mraku

Za předpokladu, že objemová aktivita vzduchu v okolí daného bodu je homogenní (má konstantní hodnotu), může být zevní ozáření zářením gama z mraku odhadnuto z objemové aktivity vzduchu:

$$H(\gamma, r, Ef) = R_{VZDUCH}(\gamma, r, Ef) \cdot \int^{\Delta t} A_V(r, t) dt \quad (2.1)$$

kde:

$H(\gamma, r, Ef)$ efektivní dávka z ozáření zářením gama nuklidem r z mraku, [Sv]

$R_{VZDUCH}(\gamma, r, Ef)$ konverzní faktor na přepočítání objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita nuklidu r je konstantní v nekonečném poloprostoru nad bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m⁻³]

$\int^{\Delta t} A_V(r, t) dt$ časový integrál objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu, [Bq.s.m⁻³]

Přitom

$$\int^{\Delta t} A_V(r, t) dt = Q_r \cdot \chi \quad (2.2)$$

kde:

Q_r celková uniklá aktivita nuklidu r , [Bq]

χ disperzní faktor, [s.m⁻³]

Hodnoty konverzního faktoru $R_{VZDUCH}(\gamma, r, Ef)$ jsou uvedeny v části 8.9. Předpoklad konstantního rozložení objemové aktivity ve vzduchu v nekonečném poloprostoru nad bodem výpočtu je dostatečně splněn ve vzdálenosti větší než 40 km od místa úniku nebo i ve vzdálenosti mnohem menší v případě kategorie stability A a B.

8.3 Ozáření z kontaminovaného terénu

8.3.1 Zevní ozáření zářením gama z kontaminovaného terénu

Efektivní dávku $H(r, Ef)$ záření gama způsobenou kontaminací terénu v okolí daného bodu nad terénem lze vyjádřit pomocí integračního faktoru $I(r)$ následovně:

$$H(r, Ef) = A_S(r) \cdot R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r) \cdot b \quad [Sv] \quad (3.1)$$

kde:

$A_S(r)$ povrchová aktivita nuklidu r na terénu v okolí daného bodu, $[Bq/m^2]$

$R_{DEPO}(r, Ef)$ konverzní faktor na přepočtení povrchové aktivity nuklidu r na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama; vše za předpokladu, že aktivita nuklidu r je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, $[Sv / Bq \cdot s \cdot m^{-2}]$

$I(r)$ integrační faktor pro nuklid r , $[s]$

$$I(r) = (1 - \exp(-\lambda_r \cdot \Delta t)) / \lambda_r$$

λ_r konstanta přeměny nuklidu r , $[s^{-1}]$

v části 8.9 jsou uvedeny příslušné hodnoty součinu $R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r)$

b korekční faktor vyjadřující průnik aktivity do hlubších vrstev půdy, obecně $b = 0.5$, v případě časně fáze úniku je průnik do půdy zanedbatelný, $b=1$

8.3.2 Depozice radioaktivních látek na terénu

Suchá depozice.

Povrchová aktivita $A_S(r)$ nuklidu r na terénu je přímo úměrná časovému integrálu $\int^{\Delta t} A_V(r,t)dt$ objemové aktivity nuklidu r v přízemní vrstvě vzduchu. Konstantou úměrnosti je rychlost depozice, v_g :

$$A_S(r) = v_g \cdot \int^{\Delta t} A_V(r,t)dt \quad [\text{Bq/m}^2] \quad (3.3)$$

Rychlost depozice v_g je závislá zejména na velikosti částic ve vzduchu, na jejich fyzikálně-chemické formě a na typu povrchu, na kterém se realizuje depozice. Doporučené hodnoty rychlosti depozice v_g jsou:

aerosoly:	1.5E-03 m/s
elementární jód:	1.0E-02 m/s
organický jód:	1.0E-04 m/s

Podle výsledků německé studie bezpečnosti JE [DRSB] lze očekávat v případě časného úniku kolem 50% jódů v úniku v aerosolové formě a kolem 50% jódů v elementární formě. Organická forma jódu může být zanedbána. V případě, že únik je zadržen v kontejnmentu delší období (dny!), podíl aerosolové formy jódů klesá a podíl organické formy roste. V případě pozdního úniku je přibližně 90% jódů v úniku v organické formě a kolem 10% jódů v elementární formě. Aerosolová forma jódů se v důsledku procesů v kontejnmentu prakticky ztratí.

Pro jód jsou tudíž doporučované hodnoty rychlosti depozice v_g :

časný únik:	5.8E-03 m/s
pozdní únik:	1.1E-03 m/s

Mokrý deponice.

V případě deště je povrchová aktivita $A_S(r)$ nuklidu r na terénu přímo úměrná časovému integrálu $\int_{\Delta t} A_V(r,t)dt$ objemové aktivity nuklidu r v jednotlivých vrstvách vzduchu od přízemní vrstvy až po vrstvu, ve které se tvoří déšť. Konstantou úměrnosti je koeficient vymývání, Λ_r :

$$A_S(r) = \Lambda_I \cdot \int_0^h \int_{\Delta t} A_V(r,t)dt \quad dh \quad [\text{Bq/m}^2] \quad (3.4)$$

kde:

Λ_I koeficient vymývání při intenzitě deště I , [s^{-1}]

h výška nad terénem, ve které se tvoří déšť, [m]

$\int_{\Delta t} A_V(r,t) dt$ časový integrál objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu, [Bq.s.m^{-3}], obecně může být různý pro různou výšku h nad terénem a pro různou horizontální vzdálenost od osy mraku, ve vzdálenějších bodech od místa úniku se ovšem předpokládá konstantní (nezávislý na výšce nad terénem v celé směšovací vrstvě atmosféry)

$$\Lambda_I = \Lambda_0 \cdot (I / I_0)^{0.8} \quad (3.5)$$

kde:

Λ_0 koeficient vymývání [s^{-1}] při standardní intenzitě deště $I_0 = 1 \text{ mm/h}$

Λ_0 pro jód v elementární formě = $7.E-05 \text{ s}^{-1}$

Λ_0 pro jód v organické formě = $7.E-07 \text{ s}^{-1}$

Λ_0 pro aerosoly = $7.E-05 \text{ s}^{-1}$

I aktuální intenzita deště [mm/h]

Pro jód jsou tudíž doporučované hodnoty koeficientu vymývání Λ_I :

časný únik: $7.0E-05 \text{ s}^{-1}$

pozdní únik: $7.6E-06 \text{ s}^{-1}$

Déšť se tvoří ve výšce 500 m až 3000 m [Bonk82]. Za předpokladu konstantní objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu v celé směšovací vrstvě v dané vzdálenosti od místa úniku je povrchová aktivita $A_S(r)$ nuklidu r na terénu:

$$A_S(r) = \Lambda_I \cdot h \cdot \int_{\Delta t} A_V(r,t)dt \quad (3.6)$$

přičemž $h = 1000 \text{ m}$ (definitoricky) je výška vymývací vrstvy.

8.3.3 Zevní ozáření zářením z kontaminovaného odpadu

Efektivní dávku $H(r, Ef)$ záření gama způsobenou kontaminovaným pevným odpadem při manipulaci s ním (transport, pobyt na haldě s odpadem) lze vyjádřit:

$$H(r, Ef) = A_m(r) \cdot \rho \cdot R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r) \cdot U \cdot MF \cdot TF \cdot GF \quad [Sv] \quad (3.7)$$

kde:

$A_m(r)$ hmotnostní aktivita nuklidu r v původním (neředěném) odpadu, [Bq/kg]

ρ hustota odpadu, = 1350 kg/m³ (suché hmoty)

$R_{DEPO}(r, Ef)$ konverzní faktor na přepočítání povrchové aktivity nuklidu r na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, [Sv / Bq.s.m⁻²]

$I(r)$ integrační faktor pro nuklid r , [s]

$$I(r) = (1 - \exp(-\lambda_r \cdot \Delta t)) / \lambda_r$$

λ_r konstanta přeměny nuklidu r , [s⁻¹]

v části 8.9 jsou uvedeny příslušné hodnoty součinu $R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r)$

U efektivní tloušťka samostínění odpadu, = 0.05 m pro energie záření gama do 1.5 MeV

MF směšovací faktor, relativní poměr kontaminovaného (před smícháním) a nekontaminovaného odpadu

TF časový faktor vyjadřující pracovní dobu, = 1800 h / rok

GF geometrický faktor vyjadřující skutečnost, že v případě transportu odpadu je osoba ozařována v příznivější geometrii než v případě pobytu na haldě s odpadem
= 0.33 v případě transportu odpadu, = 1.0 v případě pobytu na haldě s odpadem

8.4 Úvazek inhalací

Úvazek efektivní dávky způsobený inhalací vzduchu s objemovou aktivitou $\int_{\Delta t} A_V(r,t) dt$ je:

$$H(r, Ef) = V \cdot R_{\text{INHAL}}(r, Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_V(r,t) dt \quad [\text{Sv}] \quad (4.1)$$

kde:

V rychlost dýchání [m^3/s]
 = $2.33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ v případě dospělých
 = $6.03 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ v případě dětí

Tyto hodnoty jsou průměrné hodnoty, zahrnují i spánek. V případě ozáření během běžného dne (nikoliv v noci) musí být rychlost dýchání vynásobena faktorem 1.5 .

$R_{\text{INHAL}}(r, Ef)$ konverzní faktor na přepočítání vdechnuté aktivity nuklidu r na úvazek efektivní dávky, [Sv / Bq],
 nebo
 konverzní faktor na přepočítání časového integrálu objemové aktivity nuklidu r na úvazek efektivní dávky, [$\text{Sv} / \text{Bq} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$]

$\int_{\Delta t} A_V(r,t) dt$ časový integrál objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu, [$\text{Bq} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$]

Pozn.: V případě konverzního faktoru $R_{\text{INHAL}}(r, Ef)$ s rozměrem [$\text{Sv} / \text{Bq} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$] má rovnice (4.1) tvar

$$H(r, Ef) = R_{\text{INHAL}}(r, Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_V(r,t) dt$$

protože v konverzním faktoru už je zohledněna rychlost dýchání (!) .

Příklad:

Odhadneme řádově velikost úniku jódu, který vede k úvazku dávky na štítnou žlázu na úrovni 50 mSv. Na odhad časového integrálu objemové aktivity jódu použijeme rovnici 2.2. Předpokládáme, že disperzní faktor χ má v okolí místa úniku hodnotu maximálně = $1.0 \cdot 10^{-4} [\text{s} \cdot \text{m}^{-3}]$, což odpovídá přibližně přízemnímu úniku při nízké rychlosti větru. Předpokládáme, že k úniku typické nuklidové směsi dojde cca 6 h po odstavení reaktoru. Pak dosažení operační zásahové úrovně 50 mSv pro úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu (děti) odpovídá úniku jódu Q_1 :

$$Q_1 = 50.0 \cdot 10^{-3} [\text{Sv}] / (R_{\text{INHAL}}(r, Ef) \cdot \chi) = 1 \cdot 10^{13} [\text{Bq}]$$

Pro porovnání: inventář jódu v aktivní zóně reaktoru s výkonem cca 3500 MW_{TEP} je běžně kolem $3 \cdot 10^{19} \text{ Bq}$. Tato aktivita se nachází rovnoměrně rozložena asi v 200 palivových článcích. Po 5 dnech od ukončení štěpné reakce klesne aktivita jódu na 15% výchozí hodnoty, tj. na $2 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$.

8.4.1 Resuspenze

Po ukončení úniku a usazení aktivity na terénu může být jediným zdrojem objemové aktivity ve vzduchu proces resuspenze. Resuspenze závisí na mnoha faktorech, např. na době od spadu, na rychlosti větru v přízemní vrstvě vzduchu, na vlhkosti, na teplotě, na způsobech využívání půdy, na povrchových vlastnostech terénu.

Faktor resuspenze $r(t)$ je poměr objemové aktivity ve vzduchu k povrchové aktivitě na terénu, všechno vzhledem k času t :

$$r(t) = A_V(t) / A_S(t) \quad [m^{-1}] \quad (4.2)$$

kde:

$A_V(t)$ objemová aktivita daného nuklidu ve vzduchu v čase t , [Bq/m³]

$A_S(t)$ povrchová aktivita daného nuklidu na terénu v čase t , [Bq/m²]

Pro faktor resuspenze zároveň platí experimentálně zjištěný vztah [Garl90]:

$$r(t) = r(0) \cdot \exp(-b \cdot t) \quad [m^{-1}] \quad (4.3)$$

kde:

$r(0)$ resuspenze v evropských klimatických podmínkách, [m⁻¹]
= 3.6E-09 až 4.9E-08 m⁻¹

b konstanta, vyjadřuje odstraňování nuklidu z povrchu terénu v důsledku jiných procesů, [s⁻¹]
= 1.2E-08 až 4.6E-09 s⁻¹

Po dosazení do rovnice (4.1) je vztah pro úvazek dávky inhalací resuspendované aktivity nuklidu r :

$$H(r, E_f) = V \cdot R_{\text{INHAL}}(r, E_f) \cdot A_S(t=0) \cdot \int_0^{\Delta t} r(0) \cdot \exp(-b \cdot t) \cdot \exp(-\lambda_r \cdot t) dt \quad [\text{Sv}] \quad (4.4)$$

kde:

V rychlost dýchání [m³/s]
= 2.33 E-04 m³/s v případě dospělých, = 6.03 E-05 m³/s v případě dětí

$R_{\text{INHAL}}(r, E_f)$ konverzní faktor na přepočítání vdechnuté aktivity nuklidu r na úvazek efektivní dávky, [Sv / Bq],

$A_S(t=0)$ povrchová aktivita daného nuklidu r na terénu v čase $t = 0$, tj. na počátku expozice inhalací resuspendované aktivity, [Bq.m⁻²]

λ_r konstanta přeměny nuklidu r , [s⁻¹]

b konstanta, vyjadřuje odstraňování nuklidu z povrchu terénu v důsledku jiných procesů, [s⁻¹], = 1.2E-08 až 4.6E-09 s⁻¹

t doba ozařování inhalací resuspendované aktivity, [s]

8.4.2 Úvazek inhalací radioaktivních částic při manipulaci s radioaktivním odpadem

Úvazek dávky způsobený inhalací nuklidu r při manipulaci s radioaktivním odpadem může být stanoven podle vztahu [ISH88]:

$$H(r, Ef) = \tau \cdot V \cdot R_{\text{INHAL}}(r, Ef) \cdot A_m(r) \cdot MF \cdot t_A \quad [\text{Sv}] \quad (4.5)$$

kde:

τ	koncentrace inhalovaných prachových částic v ovzduší = 1E-06 kg/m ³ při transportu = 1E-05 kg/m ³ při práci na haldách s odpadem Pozn.: Předpokládá se totožná hmotnostní aktivita v odpadu a v prachových částicích
V	rychlost dýchání [m ³ /s] = 2.33 E-04 m ³ /s v případě dospělých, = 6.03 E-05 m ³ /s v případě dětí
$R_{\text{INHAL}}(r, Ef)$	konverzní faktor na přepočítání vdechnuté aktivity nuklidu r na úvazek efektivní dávky, [Sv / Bq] ,
$A_m(r)$	hmotnostní aktivita nuklidu r v původním (neředěném) odpadu, [Bq/kg]
MF	směšovací faktor, relativní poměr kontaminovaného (před smícháním) a nekontaminovaného odpadu
t_A	pracovní doba (= 1800 h / rok)

8.5 Odvrácená dávka v důsledku dekontaminace, stupeň dekontaminace jako míra účinnosti opatření

Dekontaminační faktor (DF) je poměr dávky před dekontaminací, H , k dávce po vykonání dekontaminace, H_D :

$$DF = H / H_D \quad (5.1)$$

Obdobně lze vyjádřit dekontaminační faktor jako poměr aktivity daného nuklidu v kontaminovaném materiálu před dekontaminací, A , k aktivitě nuklidu po provedení dekontaminace, A_D :

$$DF = A / A_D$$

Reciproční hodnota k DF se nazývá retenční faktor, RF:

$$RF = 1 / DF \quad (5.2)$$

Stupeň dekontaminace DG se používá na vyjádření efektivity dekontaminace:

$$DG = 1 - RF = (H - H_D) / H \quad (5.3)$$

V případě znalosti kontaminace (tj. objemové, povrchové, hmotnostní aktivity) A , která odpovídá zásahové úrovni, a za předpokladu znalosti stupně dekontaminace DG pro danou dekontaminační metodu, lze stanovit maximální kontaminaci (tj. maximální objemovou, povrchovou, hmotnostní aktivitu) A_{MAX} , pro kterou může být (má smysl) aplikována daná dekontaminační metoda:

$$A_{MAX} = A_{REF} \cdot DG$$

kde:

A_{REF} kontaminace (tj. objemová, povrchová, hmotnostní aktivita), která odpovídá zásahové úrovni

DG stupeň dekontaminace

Stupeň dekontaminace $DG = 1$ představuje úplnou (100%) dekontaminaci, při $DG = 0.5$ zůstane v dekontaminovaném materiálu 50% aktivity a při $DG = 0.1$ zůstane v dekontaminovaném materiálu 90% původní aktivity. Ve výjimečných případech se může stát, že aplikací dané dekontaminační metody by došlo ke zvýšení kontaminace (tj. ke zvýšení objemové, povrchové, hmotnostní aktivity) v daném materiálu. V takovém případě je stupeň dekontaminace záporný, $DG < 0$.

8.6 Ozáření z kontaminovaných předmětů

8.6.1 Povrchová kontaminace

Ve vzdálenosti d od bodového zdroje s aktivitou $A(t)$ je dávkový příkon \dot{H} (příkon ekvivalentní dávky, příkon efektivní dávky - závisí na aplikované konstantě γ) dán vztahem:

$$\dot{H} = A(t) \cdot \Gamma / d^2 \quad [\text{Sv/s}] \quad (6.1)$$

Ve vzdálenosti d od plošného zdroje s povrchovou aktivitou $A_s(t)$ a poloměrem "a" je dávkový příkon dán vztahem:

$$\dot{H} = A_s(t) \cdot \Pi \cdot \Gamma \cdot \ln \{ (a^2 + d^2) / d^2 \} \quad [\text{Sv/s}] \quad (6.2)$$

Ve středu sféry s povrchovou aktivitou na povrchu sféry $A_s(t)$ je dávkový příkon dán vztahem:

$$\dot{H} = A_s(t) \cdot 4 \cdot \Pi \cdot \Gamma \quad [\text{Sv/s}] \quad (6.3)$$

kde:

\dot{H}	dávkový příkon, [Sv/s]
$A(t)$	aktivita bodového zdroje v čase t , [Bq]
$A_s(t)$	povrchová aktivita plošného zdroje v čase t , [Bq/m ²]
Γ	gamma konstanta pro daný nuklid, [Sv · m ² · Bq ⁻¹ · s ⁻¹]

Pozn.: Uvedené vztahy zanedbávají absorpci a rozptyl ve vzduchu nebo v dalších okolních materiálech (!) .

8.6.2 Zevní ozáření zářením gama z kontaminovaných filtrů

Aktivita $A(r, t_1)$, [Bq], radionuklidu r deponovaná na filtru k časovému okamžiku t_1 je dána vztahem:

$$A(r, t_1) = \int_0^{t_1} V_F \cdot (1-D) \cdot A_V(r, t) \cdot \exp[-\lambda_r \cdot (t_1 - t)] dt \quad [\text{Bq}] \quad (6.4)$$

kde:

V_F průtok vzduchu filtrem, [m^3/h]

D účinnost záchytu nuklidu r na filtru

$A_V(r, t)$ objemová aktivita nuklidu r ve vzduchu v čase t , [Bq/m^3]

λ_r konstanta přeměny nuklidu r , [s^{-1}]

V nejjednodušším případě je možné filtr považovat za bodový zářič a pak použít vztah (6.1) na výpočet dávkového příkonu v dané vzdálenosti od filtru.

Po přechodu mraku se objemová aktivita nuklidu r ve vzduchu vrátí na požadové hodnoty (při zanedbání resuspenze). Aktivita deponovaná na filtru je tudíž úměrná časovému integrálu objemové aktivity nuklidu r ve vzdušnině na vstupu do filtru.

Za předpokladu, že na filtru jsou deponovány zejména dlouhodobé nuklidy r (tj. nuklidy r s velmi malou konstantou přeměny λ_r), může být dávka H (efektivní, ekvivalentní dávka) způsobená pobytem za čas Δt , [s], v okolí filtru odhadována na základě vztahu:

$$H = \sum_r \{ V_F \cdot (1-D(r)) \cdot A_V(r) \cdot \Gamma(r) / d^2 \} \cdot \Delta t \quad [\text{Sv}] \quad (6.5)$$

8.6.3 Ozáření kolem nádrží s kontaminovaným kalem

Efektivní dávku $H(r, Ef)$ záření gama v okolí nádrží s kontaminovaným kalem lze vyjádřit [BGA90]:

$$H(r, Ef) = A_m(r) \cdot \rho \cdot R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r) \cdot U \cdot TF \quad [Sv] \quad (6.6)$$

kde:

$A_m(r)$ hmotnostní aktivita nuklidu r v kalu, [Bq/kg]

ρ hustota kalu, = 1000 kg/m³

$R_{DEPO}(r, Ef)$ konverzní faktor na přepočítání povrchové aktivity nuklidu r na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, [Sv / Bq.s.m⁻²]

$I(r)$ integrační faktor pro nuklid r , [s]

$$I(r) = (1 - \exp(-\lambda_r \cdot \Delta t)) / \lambda_r$$

λ_r konstanta přeměny nuklidu r , [s⁻¹]

v části 8.9 jsou uvedeny příslušné hodnoty součinu $R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r)$

U efektivní tloušťka kalu (zohledňuje samostínění) = 0.05 m pro energie záření gama do 1.5 MeV

TF časový faktor vyjadřující dobu pobytu v okolí kalu, = 250 h / rok

8.7 Ozáření od kontaminované povrchové vody

8.7.1 Zevní ozáření zářením gama při pobytu na břehových usazeninách

Efektivní dávku $H(r, E_f)$ záření gama při pobytu na břehových usazeninách lze vyjádřit :

$$H(r, E_f) = A_m(r) \cdot \rho \cdot R_{DEPO}(r, E_f) \cdot I(r) \cdot U \cdot TF \cdot v \cdot (1/p) \quad [\text{Sv}] \quad (7.1)$$

kde:

$A_m(r)$	hmotnostní aktivita nuklidu r v sedimentu, [Bq/kg]
ρ	hustota sedimentu, = 700 kg/m ³
$R_{DEPO}(r, E_f)$	konverzní faktor na přepočítání povrchové aktivity nuklidu r na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, [Sv / Bq.s.m ⁻²]
$I(r)$	integrační faktor pro nuklid r , [s] $I(r) = (1 - \exp(-\lambda_r \cdot \Delta t)) / \lambda_r$ λ_r konstanta přeměny nuklidu r , [s ⁻¹] v části 8.9 jsou uvedeny příslušné hodnoty součinu $R_{DEPO}(r, E_f) \cdot I(r)$
U	efektivní tloušťka sedimentu (zohledňuje samostínění) = 0.05 m pro energie záření gama do 1.5 MeV
TF	časový faktor vyjadřující dobu pobytu na sedimentu
p	plošná hmotnost sedimentu, = 90 kg/m ²
v	vyjadřuje rychlost tvorby sedimentu, = 1.6E-08 kg.m ⁻² .s ⁻¹ , [SSK9]

Pro zatopenou oblast lze aplikovat obdobný přístup jako pro pobyt na břehovém sedimentu.

Lze uvážit i odstraňování radionuklidů ze dna nebo břehu jejich přechodem do hlubších vrstev. Tato skutečnost může být vyjádřena pro daný nuklid r efektivní hodnotou konstanty přeměny λ_{EF} :

$$\lambda_{EF} = \lambda_r + \lambda_b, \text{ přičemž } \lambda_b = 1E-09 \text{ s}^{-1}$$

Hmotnostní aktivita částic rozptýlených ve vodě $A_{m,SUSPEND}$ může být vyjádřena vztahem [AVV90]:

$$A_{m,SUSPEND} = A_m(r) \cdot U \cdot v \cdot 1/(p + v_{se} + f) \quad (7.2)$$

kde:

$A_m(r)$	hmotnostní aktivita nuklidu r v sedimentu, [Bq/kg]
U	efektivní tloušťka sedimentu (zohledňuje samostínění) = 0.05 m pro energie záření gama do 1.5 MeV
v	vyjadřuje rychlost tvorby sedimentu, = 1.6E-08 kg . m ⁻² . s ⁻¹ , [SSK9]
p	plošná hmotnost sedimentu, = 90 kg/m ²
v_{se}	rychlost sedimentace, = 2.1E-10 m/s
f	geometrický faktor, zohledňuje rozměry břehu, = 0.2 při břehu

8.7.2 Zevní ozáření zářením gama při koupání a potápění

Efektivní dávku při koupání nebo potápění v kontaminované vodě lze vyjádřit:

$$H(r, Ef) = A_V(r) \cdot R_{\text{KOUPÁNÍ}}(r, Ef) \cdot \Delta t \quad [\text{Sv}] \quad (7.3)$$

kde:

$A_V(r)$	objemová aktivita nuklidu r ve vodě, [Bq/l]
$R_{\text{KOUPÁNÍ}}(r, Ef)$	konverzní faktor na přepočítání objemové aktivity nuklidu r ve vodě na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama při koupání nebo potápění, [Sv / Bq.s.l ⁻¹]
Δt	doba expozice, [s]

8.7.3 Zevní ozáření zářením gama při pobytu na sedimentačních polích

Sedimentační pole se liší od zatopených ploch tím, že má mnohem větší tloušťku a lze předpokládat homogenní rozložení aktivity v tomto poli.

Efektivní dávku $H(r, Ef)$ při pobytu na sedimentačním poli lze vyjádřit:

$$H(r, Ef) = A_m(r) \cdot \rho \cdot R_{\text{DEPO}}(r, Ef) \cdot I(r) \cdot U \cdot TF \cdot \exp(-\lambda_r \cdot T) \quad [\text{Sv}] \quad (7.4)$$

kde:

$A_m(r)$	hmotnostní aktivita nuklidu r v sedimentu, [Bq/kg]
ρ	hustota sedimentačního pole, = 1200 kg/m ³
$R_{\text{DEPO}}(r, Ef)$	konverzní faktor na přepočítání povrchové aktivity nuklidu r na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, [Sv / Bq.s.m ⁻²]
$I(r)$	integrační faktor pro nuklid r, [s] $I(r) = (1 - \exp(-\lambda_r \cdot \Delta t)) / \lambda_r$
	λ_r konstanta přeměny nuklidu r, [s ⁻¹] v části 8.9 jsou uvedeny příslušné hodnoty součinu $R_{\text{DEPO}}(r, Ef) \cdot I(r)$
U	efektivní tloušťka sedimentu (zohledňuje samostínění) = 0.05 m pro energie záření gama do 1.5 MeV
T	doba mezi obdobím, kdy bylo sedimentační pole zaplaveno a obdobím, kdy se pole stane přístupné pro pobyt na něm (pro procházení atd.), = 1E+08 [s]
TF	časový faktor vyjadřující dobu pobytu na sedimentu, = 1000 h/rok

8.8 Kontaminace kůže

Dávka způsobená kontaminací kůže nebo oděvu nuklidem r je dána vztahem:

$$H(\text{kůže}, r) = F \cdot A_S(r) \cdot R(r, E_f) \cdot \Delta t \quad [\text{Sv}] \quad (8.1)$$

kde:

F rozměr povrchu těla, $F = 2 \text{ m}^2$

$A_S(r)$ povrchová aktivita nuklidu r na těle (na oděvu), $[\text{Bq}/\text{m}^2]$

$R(r, E_f)$ konverzní faktor na přepočítání aktivity nuklidu r na povrchu těla na dávku, $[\text{Sv}/\text{Bq}\cdot\text{s}]$, viz část 8.10

Δt doba expozice, $[\text{s}]$

Povrchová aktivita $A_S(r)$ na těle (na oděvu) je při znalosti časového integrálu objemové aktivity nuklidu r ve vzduchu, $A_V(r)$, dána vztahem

- v případě suchého spadu:

$$A_S(r) = A_V(r) \cdot v \quad [\text{Bq}/\text{m}^2] \quad (8.2)$$

- v případě mokrého spadu:

$$A_S(r) = A_V(r) \cdot h \cdot \Lambda(r) \quad [\text{Bq}/\text{m}^2] \quad (8.3)$$

kde:

v rychlost depozice, $[\text{m}/\text{s}]$

h výška $[\text{m}]$, ve které se tvoří déšť, předpoklad: $h = 1000 \text{ m}$

$\Lambda(r)$ faktor vymývání, $[\text{s}^{-1}]$

8.9 Konverzní faktory

Konverzní faktory pro skupiny radionuklidů, které jsou v Tab.8.9-1, jsou obecně označeny jako $R(E, PATH)$ a byly stanoveny následovně:

$$R(E, PATH) = \frac{\sum [f(r) \cdot Q(r) \cdot R(r,PATH)]}{\sum [f(r) \cdot Q(r)]} \quad (9.1)$$

kde:

\sum	sumace přes všechny nuklidy v dané skupině E nuklidů (tj. E=NG -sumace přes všechny nuklidy vzácných plynů, E=I -sumace přes všechny nuklidy jódů, E=A -sumace přes všechny nuklidy aerosolů)
$f(r)$	ta frakce z celkové aktivity radionuklidu r v aktivní zóně reaktoru, která unikla do okolí
$Q(r)$	aktivita radionuklidu r v aktivní zóně reaktoru
$R(r,PATH)$	příslušný konverzní faktor pro nuklid r a pro cestu ozáření PATH (ozáření z mraku, z depa, inhalace)

Konverzní faktory pro referenční nuklid $^{*}I-131$ jsou v Tab.8.9-2 a byly stanoveny následovně:

$$R(^{*}I-131, PATH) = R(I-131, PATH) + \frac{\sum [f(r) \cdot Q(r) \cdot R(r,PATH)]}{[f(I-131) \cdot Q(I-131)]} \quad (9.2)$$

kde:

$R(^{*}I-131, PATH)$	(referenční) konverzní faktor pro referenční nuklid $^{*}I-131$
$R(I-131, PATH)$	konverzní faktor pro nuklid I-131
\sum	sumace přes všechny nuklidy r s výjimkou I-131 (nebo obecně: s výjimkou nuklidu, který zvolíme jako referenční nuklid)
$f(r)$	ta frakce z celkové aktivity radionuklidu r v aktivní zóně reaktoru, která unikla do okolí
$Q(r)$	aktivita radionuklidu r v aktivní zóně reaktoru
$R(r,PATH)$	příslušný konverzní faktor pro nuklid r a pro cestu ozáření PATH (ozáření z mraku, z depa, inhalace)
$f(I-131)$	ta frakce z celkové aktivity I-131 v aktivní zóně reaktoru, která unikla do okolí
$Q(I-131)$	aktivita I-131 v aktivní zóně reaktoru (v době úniku)

Referenčním nuklidem může obecně být libovolný nuklid, vztah (9.2) se pak příslušně upraví.

Tab.8.9-1 Střední hodnoty konverzních faktorů na přepočít objemové nebo plošné aktivity na efektivní dávku vzhledem k inventáři aktivní zóny v rovnováze a typický únik do okolí – typ zdrojového členu č.2 (podle [DRSA]).

Cesta ozáření	Doba od skončení štěpné reakce					
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h	Rozměr
Skupina: vzácné plyny						
Zevní ozáření zářením gama z mraku, poloprostor, efektivní dávka, dospělí	2.6 E-14	2.2 E-14	1.0 E-14	3.6 E-15	1.5 E-15	Sv.m ³ /Bq.s
Gama konstanta	2.3 E-17	1.9 E-17	8.9 E-18	3.0 E-18	1.1 E-18	Sv.m ² /Bq.s
Skupina: jódy						
Zevní ozáření zářením gama z deponie, efektivní dávka, dospělí	5.4 E-16	5.1 E-16	4.2 E-16	4.1 E-16	4.1 E-16	Sv.m ² /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z mraku, poloprostor, efektivní dávka, dospělí	7.8 E-14	7.4 E-14	5.9 E-14	5.8 E-14	5.7 E-14	Sv.m ³ /Bq.s
Gama konstanta	6.0 E-17	5.8 E-17	5.2 E-17	5.2 E-17	5.2 E-17	Sv.m ² /Bq.s
Záření gama, integrál za 180 d	3.2 E-12	3.5 E-12	4.6 E-12	5.9 E-12	9.3 E-12	Sv.m ² /Bq
Dávka na kůži	6.3 E-16	6.0 E-16	5.0 E-16	5.0 E-16	5.1 E-16	Sv/Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, dospělí, 50 r	4.8 E-13	5.3 E-13	7.3 E-13	9.8 E-13	1.6 E-12	Sv.m ³ /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 7 d, dospělí	5.5 E-11	5.9 E-11	7.3 E-11	8.0 E-11	1.0 E-10	Sv.m ² /Bq
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 1 rok, dospělí	7.9 E-11	8.5 E-11	1.1 E-10	1.4 E-10	2.2 E-10	Sv.m ² /Bq
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, dospělí, 50 r	1.5 E-11	1.7 E-11	2.3 E-11	3.2 E-11	5.2 E-11	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, děti, 50 r	3.3 E-11	3.7 E-11	5.2 E-11	6.9 E-11	1.1 E-11	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, děti, 50 r	1.1 E-12	1.2 E-12	1.6 E-12	2.1 E-12	3.3 E-12	Sv.m ³ /Bq.s

Tab.8.9-1 Pokračování.

Střední hodnoty konverzních faktorů na přepočítání objemové nebo plošné aktivity na efektivní dávku vzhledem k inventáři aktivní zóny v rovnováze a typický únik do okolí - typ zdrojového členu č.2 (podle [DRSA]).

Cesta ozáření	Doba od skončení štěpné reakce					
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h	Rozměr
Skupina: aerosoly						
Zevní ozáření zářením gama z depozitu, efektivní dávka, dospělí	1.5 E-16	1.5 E-16	1.4 E-16	1.3 E-16	1.4 E-16	Sv.m ² /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z mraku, poloprostor, efektivní dávka, dospělí	1.3 E-14	1.3 E-14	1.4 E-14	1.5 E-14	1.8 E-14	Sv.m ³ /Bq.s
Gama konstanta	1.3 E-17	1.3 E-17	1.4 E-17	1.4 E-17	1.6 E-17	Sv.m ² /Bq
Záření gama, integrál za 180 d	5.1 E-11	5.2 E-11	5.8 E-11	7.2 E-11	1.2 E-10	Sv.m ² /Bq
Dávka na kůži	3.6 E-16	3.6 E-16	3.6 E-16	3.6 E-16	3.2 E-16	Sv/Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, dospělí, 50 r	2.1 E-12	2.1 E-12	2.4 E-12	2.9 E-12	4.5 E-12	Sv.m ³ /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 7 d, dospělí	4.1 E-10	4.2 E-10	4.5 E-10	5.0 E-10	5.2 E-10	Sv.m ² /Bq
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 1 rok, dospělí	2.5 E-09	2.6 E-09	2.9 E-09	3.5 E-09	5.6 E-09	Sv.m ² /Bq
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, dospělí, 50 r	6.8 E-12	6.9 E-12	7.5 E-12	7.9 E-12	6.0 E-12	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, děti, 50 r	7.9 E-12	8.0 E-12	8.6 E-12	9.1 E-12	6.7 E-12	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, děti, 50 r	3.2 E-12	3.2 E-12	3.6 E-12	4.2 E-12	5.8 E-12	Sv.m ³ /Bq.s

Tab.8.9-1 Pokračování.

Sřřední hodnoty konverzních faktorů na přepočít objemové nebo plošné aktivity na efektivní dávku vzhledem k inventáři aktivní zóny v rovnováze a typický únik do okolí - typ zdrojového členu č.2 (podle [DRSA]).

Cesta ozáření	Doba od skončení štěpné reakce					
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h	Rozměr
Skupina: Jódů a aerosoly						
Zevní ozáření zářením gama z depozitu, efektivní dávka, dospělí	4.6 E-16	4.3 E-16	3.4 E-16	3.2 E-16	2.9 E-16	Sv.m ² /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z mraku, poloprostor, efektivní dávka, dospělí	6.5 E-14	6.0 E-14	4.7 E-14	4.4 E-14	4.0 E-14	Sv.m ³ /Bq.s
Gama konstanta	5.0 E-17	4.8 E-17	4.2 E-17	4.0 E-17	3.6 E-17	Sv.m ² /Bq.s
Záření gama, integrál za 180 d	1.3 E-11	1.4 E-11	1.9 E-11	2.7 E-11	5.7 E-11	Sv.m ² /Bq
Dávka na kůži	5.7 E-16	5.5 E-16	4.6 E-16	4.5 E-16	4.3 E-16	Sv/Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, dospělí, 50 r	8.1 e-13	8.8 E-13	1.2 E-12	1.6 E-12	2.8 E-12	Sv.m ³ /Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 7 d, dospělí	1.3 E-10	1.4 E-10	1.8 E-10	2.2 E-10	2.8 E-10	Sv.m ² /Bq
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 1 rok, dospělí	5.9 E-10	6.4 E-10	8.8 E-10	1.2 E-09	2.5 E-09	Sv.m ² /Bq
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, dospělí, 50 r	1.3 E-11	1.5 E-11	1.9 E-11	2.4 E-11	3.2 E-11	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, děti, 50 r	2.8 E-11	3.1 E-11	4.0 E-11	4.9 E-11	6.6 E-11	Sv.m ³ /Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, děti, 50 r	1.5 E-12	1.6 E-12	2.1 E-12	2.8 E-12	4.4 E-12	Sv.m/Bq.s

Tab.8.9-1a Definice konverzních faktorů uvedených v Tab.8.9-1

Cesta ozáření - popis konverzního faktoru	Vzorec	Vstupní veličina pro výpočet (není po nuklidech, je integrál přes všechny nuklidy)	Konverzní faktor (r je index pro jednotlivý nuklid, sumace je přes všechny uvažované nuklidy)
R _{VZDUCH} (γ,Ef), konverzní faktor na přepočítání objemové aktivity ve vzduchu na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita nuklidů r je konstantní v nekonečném poloprostoru nad bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻³]	$H(\gamma, Ef) = R_{VZDUCH}(\gamma, Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_v(t) dt$	$\int_{\Delta t} A_v(t) dt$ časový integrál objemové aktivity ve vzduchu (aktivita všech uvažovaných nuklidů r), [Bq.s.m ⁻³]	$R_{VZDUCH}(\gamma, Ef) = \frac{\sum_r \{ R_{VZDUCH}(\gamma, r, Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_v(r, t) dt \}}{\sum_r \int_{\Delta t} A_v(r, t) dt}$
Γ, gama konstanta [Sv.m ² .s ⁻¹ .Bq ⁻¹] (Poznámka: Vzorec je pro dávkový příkon)	$H = A(t) \cdot \Gamma / d^2$	Aktivita A(t) bodového zářiče, zářič je ve vzdálenosti d	$\Gamma = \frac{\sum_r \{ A(t, r) \cdot \Gamma(r) \}}{\sum_r \{ A(t, r) \}}$
Gama konstanta, integrál za dobu Δt [Sv.m ² . Bq ⁻¹]	$H = A(0) \cdot \Gamma \cdot I(\Delta t) / d^2$	Aktivita A(0) bodového zářiče v čase 0, zářič je ve vzdálenosti d	$\Gamma \cdot I(\Delta t) = \frac{\sum_r \{ A(t, r) \cdot \Gamma(r) \cdot I(r, \Delta t) \}}{\sum_r \{ A(t, r) \}}$
R _{KÚŽE} (Ef), konverzní faktor na přepočítání aktivity na povrchu těla na dávku na kůži, vše za předpokladu, že aktivita nuklidů r je rovnoměrně rozložena na těle, [Sv/Bq.s] (Poznámka: Vzorec je pro dávkový příkon)	$H(kúže, r) = F \cdot A_s(t) \cdot R_{KÚŽE}(Ef)$	A _s (t), povrchová aktivita na těle (na oděvu), [Bq/m ²] rozměr povrchu těla F = 2 m ²	$R_{KÚŽE}(Ef) = \frac{\sum_r \{ F \cdot A_s(t, r) \cdot R_{KÚŽE}(r, Ef) \}}{\sum_r \{ F \cdot A_s(t, r) \}}$
1,5 . V . R _{INHAL} (Ef) , konverzní faktor na přepočítání časového integrálu objemové aktivity na úvazek efektivní dávky, [Sv / Bq . s . m ⁻³]	$H(Ef) = 1,5 \cdot V \cdot R_{INHAL}(Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_v(t) dt$ (viz část 8.4, faktor 1,5 = zvýšení rychlosti dýchání)	$\int_{\Delta t} A_v(t) dt$ časový integrál objemové aktivity ve vzduchu (aktivita všech uvažovaných nuklidů r), [Bq.s.m ⁻³]	$1,5 \cdot V \cdot R_{INHAL}(Ef) = \frac{1,5 \cdot V \cdot \sum_r \{ R_{INHAL}(r, Ef) \cdot \int_{\Delta t} A_v(r, t) dt \}}{\sum_r \int_{\Delta t} A_v(r, t) dt}$
R _{DEPO} (Ef) , konverzní faktor na přepočítání povrchové aktivity na efektivní dávku za dobu Δt z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita nuklidů r je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻²]	$H(\Delta t, Ef) = A_s \cdot R_{DEPO}(Ef) \cdot I(\Delta t) \cdot b$ (viz část 8.3.1)	A _s , povrchová aktivita na terénu v okolí daného bodu, (aktivita všech uvažovaných nuklidů r) , [Bq/m ²]	$R_{DEPO}(Ef) \cdot I(\Delta t) = \frac{\sum_r \{ A_s(r) \cdot R_{DEPO}(r, Ef) \cdot I(r, \Delta t) \}}{\sum_r \{ A_s(r) \}}$

Tab.8.9-2 Hodnoty (referenčních) konverzních faktorů na přepočít objemové nebo plošné aktivity na efektivní dávku pro referenční nuklid ¹³¹I vzhledem na inventář aktivní zóny v rovnováze a typický únik do okolí - typ zdrojového členu č.2 (podle [DRSA]).

Cesta ozáření	Doba od skončení štěpné reakce					
	0 h	1 h	6 h	24 h	120 h	Rozeř
Zevní ozáření zářením gama z depozitu, efektivní dávka, dospělí	5.0 E-15	4.3 E-15	2.5 E-15	1.7 E-15	9.3 E-16	Sv.m ² / Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z mraku, poloprostor, efektivní dávka, dospělí	7.1E-13	6.1 E-13	3.4 E-13	2.3 E-13	1.3 E-13	Sv.m ³ / Bq.s
Gama konstanta	5.5 E-16	4.9 E-16	3.1 E-16	2.1 E-16	1.2 E-16	Sv.m ² / Bq.s
Konst. gama, integrál za 180 d	1.4 E-10	1.4 E-10	1.4 E-10	1.4 E-10	1.8 E-10	Sv.m ² / Bq
Efektivní dávka na kůži	6.3 E-15	5.5 E-15	3.4 E-15	2.3 E-15	1.4 E-15	Sv / Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, dospělí, 50 r	8.9 E-12	8.8. E-12	8.6 E-12	8.3 E-12	9.0 E-12	Sv.m ³ / Bq.s
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 7 d, dospělí	1.4 E-09	1.4 E-09	1.3 E-09	1.1 E-09	9.0 E-10	Sv.m ² / Bq
Zevní ozáření zářením gama z terénu, efektivní dávka za 1 rok, dospělí	6.5 E-09	6.5 E-09	6.4 E-09	6.5 E-09	8.0 E-09	Sv.m ² / Bq
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, dospělí, 50 r	1.5 E-10	1.5 E-10	1.4 E-10	1.2 E-10	1.0 E-10	Sv.m ³ / Bq.s
Inhalace, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, děti, 50 r	3.1 E-10	3.1 E-10	2.9 E-10	2.6 E-10	2.1 E-10	Sv.m ³ / Bq.s
Inhalace, úvazek efektivní dávky, děti, 50 r	1.6 E-11	1.6 E-11	1.6 E-11	1.5 E-11	1.4 E-11	Sv.m ³ / Bq.s
Ingesce, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, dospělí, 50 r	6.8 E-07	6.8 E-07	6.4 E-07	5.6 E-07	4.6 E-7	Sv / Bq
Ingesce, úvazek ekvivalentní dávky na štítnou žlázu, děti, 50 r	5.7 E-06	5.6 E-06	5.3 E-06	4.6 E-06	3.7 E-06	Sv / Bq
Ingesce, úvazek efektivní dávky, dospělí, 50 r	2.6 E-08	2.6 E-08	2.4 E-08	2.2 E-08	1.9 E-08	Sv / Bq
Ingesce, úvazek efektivní dávky, děti, 50 r	2.1 E-07	2.1 E-07	2.0 E-07	1.7 E-07	1.4 E-07	Sv / Bq
Efektivní dávka za 1 rok za předpokladu vnořeni (do vody)	1.8 E-12	1.7 E-12	1.3 E-12	8.3 E-13	4.5 E-13	Sv.l / Bq

Tab.8.9-3 Konverzní faktory pro jednotlivé radionuklidy

Nuklid	$R_{\text{vnořeni}}$ (do vody), konverzní faktor na přepočít objemové aktivity ve vodě na příkon efektivní dávky z externího ozáření zářením gama, za předpokladu vnořeni do vody, [Sv. l / Bq.s]	Γ , gama konstanta, konverzní faktor na přepočít aktivity bodového zářiče na příkon efektivní dávky záření gama, [Sv.m ² .s ⁻¹ .Bq ⁻¹]	$R_{\text{KŮŽE}}(E_f) \cdot F$, konverzní faktor na přepočít aktivity na povrchu těla na dávku na kůži, vše za předpokladu, že aktivita je rovnoměrně rozložena na těle, [Sv . m ² / Bq.s]	$R_{\text{VZDUCH}}(\gamma, E_f)$, konverzní faktor na přepočít objemové aktivity ve vzduchu na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v nekonečném poloprostoru nad bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻³]	$R_{\text{DEPO}}(E_f)$, konverzní faktor na přepočít povrchové aktivity (depa) na příkon efektivní dávky z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻²] ^{*)}	$R_{\text{DEPO}}(E_f) \cdot I(\Delta t)$, konverzní faktor na přepočít povrchové aktivity (depa) na efektivní dávku za dobu $\Delta t=1$ rok z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, [Sv / Bq .m ⁻²]
Co-58	1.4 E-13	4.1 E-17	9.0 E-15	4.7 E-14	9.3 E-16	7.6 E-09
Co-60	4.1 E-13	9.7 E-17	3.0 E-14	1.2 E-13	2.3 E-15	6.5 E-08
Kr- 85		9.0 E-20	5.0 E-14	1.2 E-16		
Kr-85m		5.7 E-17	5.0 E-14	7.4 E-15		
Kr-87		4.9 E-17	7.0 E-14	4.1 E-14		
Kr-88		6.0 E-17	5.0 E-14	9.9 E-14		
Rb-86		3.8 E-18	4.0 E-14	4.7 E-15	8.8 E-17	2.0 E-10
Sr-89	7.3E-14		4.0 E-14			
Sr-90	9.7 E-15		5.0 E-14			
Sr-91	2.5 E-13	2.9 E-17	4.0 E-14	3.4 E-14	9.6 E-16	4.5 E-11
Y-90	6.5 E-14		4.0 E-14			
Y-91	2.5 E-13	1.4 E-19	4.0 E-14	1.8 E-16	3.2 E-18	2.3 E-11
Zr-95	1.2 E-13	3.1 E-17	3.0 E-14	3.6 E-14	1.4 E-15	1.1 E-08
Zr-97		2.9 E-17	4.0 E-14		1.5 E-15	1.2 E-10
Nb-95	1.2 E-13	3.3 E-17	6.0 E-15	3.7 E-14	7.3 E-16	3.1 E-09
Mo-99	4.9 E-14	5.9 E-18	4.0E-14	7.1 E-15	2.5 E-16	7.9 E-11
Tc-99m	1.9 E-14	4.6 E-18	5.0 E-15	5.8 E-15	1.2 E-16	3.4 E-12
Ru-103	8.4 E-14	2.1 E-17	2.0 E-14	2.2 E-14	4.6 E-16	2.1 E-09
Ru-105		2.8 E-17	4.0 E-14	3.7 E-14	8.2 E-16	1.8 E-11
Ru-106	1.4 E-14		1.0 E-18	9.6 E-15	1.9 E-16	4.1 E-09
Rh-105		3.2 E-18	3.0 E-14	3.7 E-15	7.6 E-17	1.3 E-11
Te-127		6.8 E-20	4.5 E-14		4.8 E-18	2.1 E-13
Te-127m		7.5 E-21	2.0 E-14		1.7 E-17	9.3 E-11
Te-129		5.4 E-18	4.0 E-14		5.8 E-17	3.1 E-11
Te-129m		1.8 E-18	3.0 E-14		7.4 E-17	2.6 E-10
Te-131		4.9 E-17	4.0 E-14		1.8 E-15	2.5 E-10
Te-132		8.8 E-18	1.0 E-14	1.0 E-14	2.4 E-15	8.9 E-10

*) Konverzní faktory pro dospělé. Pro děti musí být vynásobeny faktorem 1,5.

Tab.8.9-3 Konverzní faktory pro jednotlivé radionuklidy
Pokračování.

Nuklid	$R_{\text{vnoření}}$ (do vody), konverzní faktor na přepočet objemové aktivity ve vodě na příkon efektivní dávky z externího ozáření zářením gama, za předpokladu vnoření do vody, [Sv. l / Bq.s]	Γ , gama konstanta, konverzní faktor na přepočet aktivity bodového zářiče na příkon efektivní dávky záření gama, [Sv.m ² .s ⁻¹ .Bq ⁻¹]	$R_{\text{KÚŽE}}(E_f) \cdot F$, konverzní faktor na přepočet aktivity na povrchu těla na dávku na kůži, vše za předpokladu, že aktivita je rovnoměrně rozložena na těle, [Sv . m ² / Bq.s]	$R_{\text{VZDUCH}}(\gamma, E_f)$, konverzní faktor na přepočet objemové aktivity ve vzduchu na efektivní dávku z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v nekonečném poloprostoru nad bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻³]	$R_{\text{DEPO}}(E_f)$, konverzní faktor na přepočet povrchové aktivity (depa) na příkon efektivní dávky z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, [Sv / Bq.s.m ⁻²] ^{*)}	$R_{\text{DEPO}}(E_f) \cdot I(\Delta t)$, konverzní faktor na přepočet povrchové aktivity (depa) na efektivní dávku za dobu $\Delta t=1$ rok z externího ozáření zářením gama, vše za předpokladu, že aktivita je konstantní v širším okolí pod bodem výpočtu, [Sv / Bq .m ⁻²]
I-131	7.3 E-14	1.6 E-17	4.0 E-14	1.8 E-14	3.7 E-16	3.5 E-10
I-132	3.8 E-13	1.0 E-16	4.0 E-14	1.1 E-13	2.1 E-15	2.4 E-11
I-133	1.3 E-13	2.4 E-17	4.0 E-14	2.9 E-14	6.3 E-16	6.3 E-11
I-134		8.0 E-17		1.3 E-13	2.4 E-15	1.0 E-11
I-135	4.1 E-13	6.8 E-17	4.0 E-14	7.7 E-14	1.7 E-15	5.5 E-11
Xe-133		3.1 E-18	4.0 E-14			
Xe-135		1.0 E-17	5.0 E-14	1.2 E-14		
Cs-134	1.0 E-13	6.8 E-17	3.0 E-14	7.5 E-14	1.5 E-15	3.7 E-08
Cs-136	4.6 E-14	9.1 E-17	4.0 E-14	1.0 E-13	2.0 E-15	3.1 E-09
Cs-137	3.8 E-13	2.4 E-17	4.0 E-14	2.7 E-14	5.5 E-16	1.6 E-08
Ba-140	1.9 E-14	1.1 E-17	4.0 E-14	8.4 E-15	2.2E-15	3.5 E-09
La-140		2.8 E-17	5.0 E-14	1.2 E-13	2.0 E-15	4.2 E-10
Ce-141	5.7 E-15	2.5 E-17	4.0 E-14	3.4 E-15	7.3 E-17	2.5 E-10
Ce-143		1.2 E-17	5.0 E-14	1.3 E-14	2.7 E-16	4.1 E-11
Ce-144	3.0 E-14	5.9 E-19	2.0 E-14	8.4 E-16	5.9 E-17	1.1 E-09
Nd-147		5.9 E-18	4.0 E-14	6.1 E-15	1.4 E-16	1.7 E-10
Np-239	3.0 E-14	3.9 E-18	6.0 E-14	7.6 E-15	1.6 E-16	4.1E-11
Pu-238	4.3 E-16		1.0 E-14	6.7 E-15	9.2 E-19	3.5 E-12
Pu-239	3.0 E-17		4.0 E-17	3.7 E-18	3.9 E-19	2.5 E-12
Pu-240	2.5 E-18		1.0 E-16	4.8 E-18	8.8 E-18	3.5 E-12
Pu-241	8.4 E-19		1.0 E-16	7.2 E-20	1.4 E-18	2.3 E-11
Am-241	3.5 E-15	1.2 E-18	5.0 E-16	7.8 E-16	2.6 E-17	4.4 E-10
Cm-242	4.3 E-16		5.0 E-17	5.9 E-18	1.3 E-18	2.7 E-12

*) Konverzní faktory pro dospělé. Pro děti musí být vynásobeny faktorem 1,5.

Tab.8.9-4 Konverzní faktory pro externí ozáření z mraku. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Konverzní faktor pro výpočet efektivní dávky z objemové koncentrace ve vzduchu	
	[Sv / Bq*s*m ⁻³]	[Sv / Bq*s*m ⁻³]
Ar-41	6.1E-14	2.2E-10
Co-60	1.2E-13	4.3E-10
Kr-85	2.4E-16	8.6E-13
Kr-85m	6.9E-15	2.5E-11
Kr-87	4.0E-14	1.4E-10
Kr-88	9.7E-14	3.5E-10
Sr-89	4.4E-16	1.6E-12
Sr-90*	8.9E-16	3.2E-12
Zr-95	3.4E-14	1.2E-10
Nb-95	3.5E-14	1.3E-10
Ru-103	2.1E-14	7.5E-11
Ru-106*	1.1E-14	3.8E-11
Te-132	9.3E-15	3.4E-11
I-131	1.7E-14	6.1E-11
I-132	1.1E-13	3.8E-10
I-133	2.8E-14	9.9E-11
I-135	7.5E-14	2.7E-10
Xe-133	1.3E-15	4.8E-12
Xe-135	1.1E-14	4.0E-11
Cs-134	7.1E-14	2.5E-10
Cs-137*	2.7E-14	9.7E-11
Ba-140	8.1E-15	2.9E-11
La-140	1.1E-13	4.0E-10
Ce-144*	3.4E-15	1.2E-11

*) Sr-90 + Y-90, Ru-106 + Rh-106, Cs-137 + Ba-137m, Ce-144 + Pr-144

Tab. 8.9-5 Příkon efektivní dávky v různých časových okamžicích, [$\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} / \text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$]. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Čas										
	0	1 den	2 dny	3 dny	1 týden	1 měsíc	2 měsíce	3 měsíce	6 měsíců	1 rok	2 roky
Co-60	5.6E-12	5.6E-12	5.6E-12	5.6E-12	5.6E-12	5.5E-12	5.4E-12	5.3E-12	5.0E-12	4.4E-12	3.5E-12
Zr-95	1.7E-12	1.7E-12	1.7E-12	1.8E-12	1.8E-12	1.9E-12	1.7E-12	1.4E-12	6.4E-13	9.4E-14	1.7E-15
Nb-95	1.8E-12	1.7E-12	1.7E-12	1.7E-12	1.5E-12	9.7E-13	5.3E-13	2.9E-13	4.6E-14	1.2E-15	8.0E-19
Ru-103	1.1E-12	1.1E-12	1.1E-12	1.1E-12	9.8E-13	6.5E-13	3.8E-13	2.2E-13	4.2E-14	1.6E-15	2.3E-18
Ru-106	4.8E-13	4.8E-13	4.8E-13	4.8E-13	4.7E-13	4.5E-13	4.2E-13	3.9E-13	3.2E-13	2.1E-13	9.7E-14
Te-132	4.8E-12	4.8E-12	3.9E-12	3.1E-12	1.3E-12	9.9E-15	1.7E-17	2.8E-20	8.6E-29	0	0
I-131	8.9E-13	8.2E-13	7.5E-13	6.9E-13	4.9E-13	6.7E-14	5.0E-15	3.7E-16	1.4E-19	2.1E-25	9.6E-35
I-132	5.3E-12	3.8E-15	2.7E-18	2.0E-21	5.4E-34	0	0	0	0	0	0
I-133	1.4E-12	6.5E-13	3.0E-13	1.4E-13	1.1E-14	2.6E-16	4.9E-18	9.2E-20	4.6E-25	1.3E-35	0
I-135	3.5E-12	4.2E-13	5.3E-14	7.5E-15	4.2E-18	2.2E-36	0	0	0	0	0
Cs-134	3.6E-12	3.6E-12	3.6E-12	3.6E-12	3.6E-12	3.5E-12	3.4E-12	3.2E-12	2.9E-12	2.3E-12	1.5E-12
Cs-137	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.3E-12	1.2E-12	1.1E-12	1.0E-12
Ba-140	4.2E-13	2.1E-12	3.1E-12	3.7E-12	4.0E-12	1.2E-12	2.4E-13	4.6E-14	3.0E-16	1.3E-20	2.9E-29
La-140	5.2E-12	3.4E-12	2.3E-12	1.5E-12	2.9E-13	2.1E-17	8.7E-23	3.6E-28	0	0	0
Ce-144	1.1E-13	1.1E-13	1.1E-13	1.1E-13	1.1E-13	1.0E-13	9.2E-14	8.5E-14	6.6E-14	4.0E-14	1.5E-14

Tab. 8.9-6 Integrál efektivní dávky za časový interval způsobený jednotkovým spadem nuklidu [$\text{Sv} / \text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$]. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Čas integrace										
	0	1 den	2 dny	3 dny	1 týden	1 měsíc	2 měsíce	3 měsíce	6 měsíců	1 rok	2 roky
Co-60	0	1.4E-10	2.7E-10	4.1E-10	9.5E-10	4.0E-09	8.0E-09	1.2E-08	2.3E-08	4.4E-08	7.8E-08
Zr-95	0	4.1E-11	8.3E-11	1.3E-10	3.0E-10	1.3E-09	2.6E-09	3.8E-09	6.0E-09	7.3E-09	7.5E-09
Nb-95	0	4.2E-11	8.4E-11	1.2E-10	2.8E-10	9.6E-10	1.5E-09	1.8E-09	2.1E-09	2.1E-09	2.1E-09
Ru-103	0	2.6E-11	5.2E-11	7.8E-11	1.8E-10	6.2E-10	9.8E-10	1.2E-09	1.4E-09	1.5E-09	1.5E-09
Ru-106	0	1.2E-11	2.3E-11	3.4E-11	8.0E-11	3.3E-10	6.5E-10	9.4E-10	1.7E-09	2.9E-09	4.2E-09
Te-132	0	1.1E-10	2.1E-10	3.0E-10	5.0E-10	6.5E-10	6.5E-10	6.5E-10	6.5E-10	6.5E-10	6.5E-10
I-131	0	2.1E-11	3.9E-11	5.7E-11	1.1E-10	2.3E-10	2.5E-10	2.5E-10	2.5E-10	2.5E-10	2.5E-10
I-132	0	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11	1.7E-11
I-133	0	2.4E-11	3.4E-11	3.9E-11	4.4E-11	4.5E-11	4.5E-11	4.5E-11	4.5E-11	4.5E-11	4.5E-11
I-135	0	3.6E-11	4.0E-11	4.0E-11	4.1E-11	4.1E-11	4.1E-11	4.1E-11	4.1E-11	4.1E-11	4.1E-11
Cs-134	0	8.7E-11	1.7E-10	2.6E-10	6.1E-10	2.6E-09	5.0E-09	7.4E-09	1.4E-08	2.5E-08	4.2E-08
Cs-137	0	3.2E-11	6.3E-11	9.5E-11	2.2E-10	9.4E-10	1.9E-09	2.8E-09	5.6E-09	1.1E-08	2.0E-08
Ba-140	0	3.2E-11	9.5E-11	1.8E-10	5.6E-10	1.9E-09	2.3E-09	2.4E-09	2.4E-09	2.4E-09	2.4E-09
La-140	0	1.0E-10	1.7E-10	2.1E-10	2.8E-10	3.0E-10	3.0E-10	3.0E-10	3.0E-10	3.0E-10	3.0E-10
Ce-144	0	2.6E-12	5.2E-12	7.8E-12	1.8E-11	7.5E-11	1.4E-10	2.1E-10	3.7E-10	6.0E-10	8.2E-10

Nuklidy, které jsou uvažovány v rovnováze s dceřinými produkty: Ru-106 + Rh-106, Cs-137 + Ba-137m, Ce-144 + Pr-144, Te-132 + I-132

Tab.8.9-7 Resuspenze: objemová aktivita ve vzduchu v důsledku jednotkového spadu nuklidu v závislosti na době od spadu, [$\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ / $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$]. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Čas						
	1 den	1 týden	2 týdny	1 měsíc	3 měsíce	6 měsíců	1 rok
U-234	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.7E-09	4.3E-09
U-235	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.7E-09	4.3E-09
U-238	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.7E-09	4.3E-09
Pu-238	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.6E-09	4.3E-09
Pu-239	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.7E-09	4.3E-09
Pu-241	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.5E-09	4.1E-09
Am-241	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.7E-09	4.3E-09
Cm-242	1.2E-06	1.7E-07	8.2E-08	3.6E-08	9.8E-09	3.6E-09	9.1E-10
Cm-244	1.2E-06	1.7E-07	8.7E-08	4.1E-08	1.4E-08	7.5E-09	4.1E-09

Tab.8.9-8

Resuspenze: časový integrál objemové aktivity ve vzduchu v důsledku jednotkového spadu nuklidu v závislosti na době od spadu, [$\text{Bq}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ / $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$]. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Doba integrace						
	1 den	1 týden	2 týdny	1 měsíc	3 měsíce	6 měsíců	1 rok
U-234	1.0E-01	3.1E-01	3.9E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
U-235	1.0E-01	3.1E-01	3.9E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
U-238	1.0E-01	3.1E-01	3.9E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
Pu-238	1.0E-01	3.1E-01	3.8E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
Pu-239	1.0E-01	3.1E-01	3.9E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
Pu-241	1.0E-01	3.1E-01	3.8E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.1E-01
Am-241	1.0E-01	3.1E-01	3.9E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.2E-01
Cm-242	1.0E-01	3.0E-01	3.7E-01	4.4E-01	5.4E-01	5.8E-01	6.0E-01
Cm-244	1.0E-01	3.1E-01	3.8E-01	4.6E-01	5.7E-01	6.4E-01	7.1E-01

8.10 Konverzní faktor na přepočet aktivity na kontaminovaném oděvu na příkon efektivní dávky od záření gama.

Předpokládá se rovnoměrná distribuce aktivity na oděvu na celém povrchu těla. Dávka od záření alfa a beta je zanedbána. Konverzní faktory jsou stanoveny podle [Hen85].

Tab.8.10-1 Konverzní faktor [$\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$] na přepočet aktivity na kontaminovaném oděvu na příkon efektivní dávky od záření gama

Nuklid	Konverzní faktor na přepočet aktivity na oděvu na příkon efektivní dávky záření gama [$\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$]
Am-241	1.94 E-17
Ba-140	8.22 E-17
Ce-141	3.63 E-17
Ce-143	1.34 E-15
Ce-144	1.08 E-17
Cs-134	6.86 E-16
Cs-136	9.58 E-15
Cs-137	2.64 E-16
I-131	1.71 E-16
I-132	9.87 E-16
I-133	1.71 E-16
I-134	9.87 E-16
I-135	6.73 E-16
Kr-85	0.00 E+00
Kr-85 m	0.00 E+00
Kr-87	0.00 E+00
Kr-88	0.00 E+00
La-140	9.99 E-16
Mo-99	6.67 E-17
Nb-95	3.39 E-16
Nd-147	6.80 E-7
Np-239	7.86 E-17
Pu-238	2.64 E-16
Pu-239	1.00 E-18
Pu-240	9.50 E-19
Pu-241	1.23 E-21

Tab.8.10-1 Pokračování.

Konverzní faktor [$\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$] na přepočet aktivity na kontaminovaném oděvu na příkon efektivní dávky od záření gama

Nuklid	Konverzní faktor na přepočet aktivity na oděvu na příkon efektivní dávky záření gama [$\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$]
Rh-105	3.06 E-17
Ru-103	2.06 E-16
Ru-105	3.44 E-16
Ru-106	8.84 E-17
Sb-127	3.08 E-16
Sb-129	6.27 E-16
Sr-89	3.76 E-20
Sr-90	0.00 E+00
Sr-91	3.07 E-16
Tc-127	5.67 E-17
Te-127m	2.18 E-18
Te-129	9.15 E-18
Te-129m	2.78 E-17
Te-131m	1.97 E-17
Te-132	6.08 E-16
Xe-133	0.00 E+00
Xe-135	0.00 E+00
Y-90	9.17 E-22
Y-91	1.60 E-18
Zr-95	3.27 E-16
Zr-97	7.84 E-17

8.11 Poznámky a základní údaje pro výpočty týkající se opatření ke snížení ozáření ingescí

V případě úniku spektra nuklidů, resp. v případě, že kontaminace potravin je způsobená spektrem nuklidů (nikoliv jedinou skupinou nuklidů), použije se pro rozhodování o přijetí opatření následující vztah:

$$C_{\text{JÓD + TELUR}} / \text{OZÚ}_{\text{I-131}} + C_{\text{STRONCIUM}} / \text{OZÚ}_{\text{Sr-90}} + C_{\text{CÉZIUM}} / \text{OZÚ}_{\text{Cs-137}} < 1 \text{ nebo } \geq 1$$

kde:

$C_{\text{JÓD + TELUR}}$: převládající aktivita izotopů jódu a teluru

$C_{\text{STRONCIUM}}$: převládající aktivita izotopů stroncia

$C_{\text{CÉZIUM}}$: převládající aktivita všech radionuklidů emitujících záření gama s poločasem přeměny delším než 10 dnů

$\text{OZÚ}_{\text{I-131}}$,

$\text{OZÚ}_{\text{Sr-90}}$,

$\text{OZÚ}_{\text{Cs-137}}$: operační zásahová úroveň pro příslušné opatření uvedena v tabulce opatření pro jednotlivé nuklidy I-131, Sr-90, Cs-137.

Výraz "převládající aktivita" je naměřená nebo predikovaná hmotnostní aktivita nebo objemová aktivita v potravinách pro tu skupinu nuklidů (pro nuklidy z té skupiny), která je relevantní pro dané opatření.

Výše uvedená suma slouží k posouzení překročení operační zásahové úrovně v případě superpozice příspěvků různých skupin nuklidů.

Opatření:

- má být doporučeno v případě, že suma je ≥ 1 ;
- není nezbytné v případě, že suma je < 1 .

V případě, že jsou stanoveny horní operační zásahové úrovně - např. v **Tab. 6.2-2** - při jejich překročení již opatření nemá smysl (není opodstatněné, např. dekontaminace nemá smysl, protože se nedosáhne žádoucí konečný stav), platí opačně:

- opatření má být doporučeno v případě, že suma je < 1 ;
- opatření nemá smysl (není opodstatněné) v případě, že suma je ≥ 1 .

8.11.1 Základní údaje pro výpočet operačních zásahových úrovní pro ingesci podle modelu PARK.

Operační zásahové úrovně pro ingesci jsou stanoveny jako kritické hodnoty aktivity radionuklidů v životním prostředí (objemové aktivity ve vzduchu nebo plošné aktivity na terénu). Pokud nejsou tyto hodnoty překročeny, nejsou překročeny ani maximální úrovně EU pro kontaminaci základních potravin. Operační zásahové úrovně byly stanoveny simulačními modely, které jsou implementovány v programu PARK (počítačový program pro hodnocení a omezení radiologických následků).

8.11.1.1 Suchý spad

Operační zásahové úrovně byly vypočteny za předpokladu, jako kdyby k depozici radionuklidů došlo v jednom ze 24 různých časových okamžiků v průběhu roku (vždy na začátku nebo uprostřed kalendářního měsíce). Následně od okamžiku depozice byl modelován časový průběh hmotnostní aktivity v příslušném zemědělském produktu. Bylo identifikováno maximum hmotnostní aktivity daného produktu v čase (pro jednotlivé nuklidy). Toto maximum je dále označeno jako normalizovaná hmotnostní aktivita $A_{P,NORM}$ v produktu P (pro jednotlivé nuklidy).

Operační zásahová úroveň C_P^* pro veličinu časový integrál objemové aktivity ve vzduchu je pak v případě zemědělského produktu P vypočtena jako:

$$C_P^* = C_{P,NORM} \cdot A_{P,EU} / A_{P,NORM}$$

kde:

C_P^*	Operační zásahová úroveň C_P^* pro veličinu časový integrál objemové aktivity ve vzduchu v případě zemědělského produktu P (pro daný radionuklid)
$C_{P,NORM}$	Normalizovaná hodnota časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu (pro daný radionuklid) použita při modelovém výpočtu hodnoty $A_{P,NORM}$ (např. =1 Bq.h.m ⁻³)
$A_{P,EU}$	Maximální povolená úroveň hmotnostní aktivity (daného nuklidu) v zemědělském produktu stanovená EU
$A_{P,NORM}$	Normalizovaná hmotnostní aktivita v zemědělském produktu P (pro jednotlivé nuklidy)

Obdobně je vypočtena operační zásahová úroveň D_P^* pro veličinu plošná aktivita na terénu v případě zemědělského produktu P jako:

$$D_P^* = C_{P,NORM} \cdot V_{DEPO} \cdot A_{P,EU} / A_{P,NORM}$$

kde:

V_{DEPO}	Rychlost depozice daného nuklidu ze vzduchu na terén
------------	--

8.11.1.2 Mokrá spad (vymývání atmosféry)

Při výpočtu operačních zásahových úrovní byla předpokládána výchozí objemová aktivita vzduchu 1 Bq/m³ ve vrstvě vzduchu 0 až 1000 m a obdobně jako v případě suchého spadu bylo předpokládáno zastoupení forem radioaktivního jódu ve vzduchu: 1/3 jód v aerosolové formě, 1/3 elementární jód, 1/3 organicky vázaný jód.

Na posouzení vlivu, který může mít intenzita deště a doba trvání deště na hodnoty operačních zásahových úrovní v zemědělských produktech byly provedeny výpočty hmotnostních aktivit v jednotlivých produktech za předpokladu intenzity deště 0,1 až 50 mm/h, trvání deště 15 min až 24 h, množství srážek 0,025 mm až 25 mm. Z výsledků výpočtů plyne, že v případě nejčastěji se vyskytujících typů deště (množství srážek od 1 do 10 mm) jsou dosaženy nejvyšší hmotností aktivity v zemědělských produktech a zároveň se tyto nejvyšší aktivity při těchto typech deště navzájem liší nejvýše faktorem 3.

Déšť charakterizovaný celkovým množstvím srážek asi 1 mm sice způsobí nižší vymytí radioaktivního mraku než vydatnější déšť (nad 1 mm), tato skutečnost je však kompenzována vyšším faktorem zachytu dešťových kapek na povrchu rostliny. Tato kompenzace vlivu slabšího deště vzhledem k silnějšímu dešti se uplatní zejména v případě rostlin, u kterých není významný příjem radionuklidů kořenovým systémem. S rostoucím množstvím srážek roste stupeň vymytí radioaktivního mraku, ale od jisté mezní hodnoty se rostoucí množství srážek již neprojeví na rostoucí aktivitě na povrchu rostlin - vliv smývání aktivity z listů deštěm je vyšší než vliv vyššího vymytí atmosféry. V takovém případě dochází opět k poklesu aktivity na povrchu rostlin (to je důvod, proč maximální hodnoty hmotnostních aktivit v zemědělských produktech byly výpočtem zjištěny při množství srážek do 10 mm a ne při vyšším množství).

Závěry:

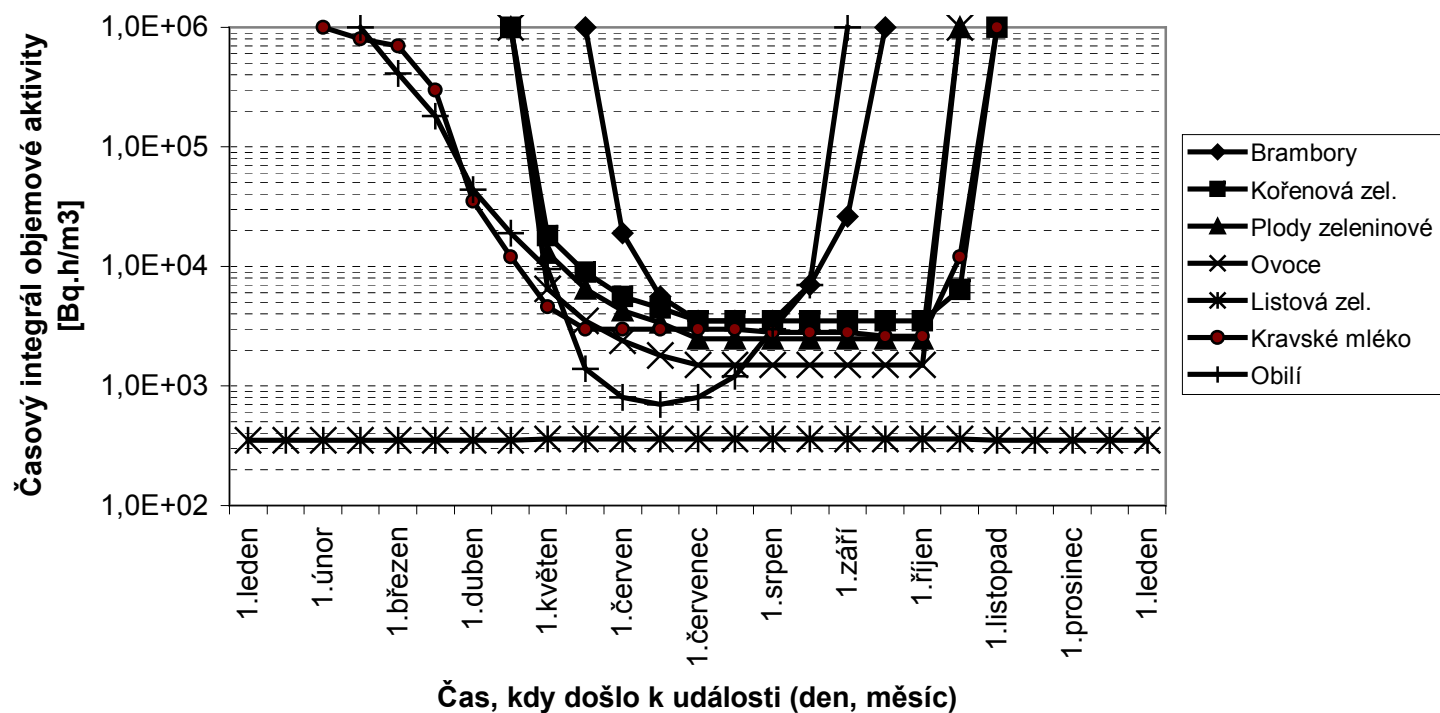
Rozdělení operačních zásahových úrovní na základě množství nebo intenzity deště není nezbytné. Je dostačující najít maximální hodnotu hmotnostní aktivity v zemědělském produktu při různých typech deště a stanovit operační zásahovou úroveň na základě této maximální hodnoty, Predikce jednotlivých veličin může být pak omezena na rozlišení situace bez deště a s deštěm.

Další postup při stanovování operačních zásahových úrovní byl proto zjednodušen na 3 rozličné typy deště:

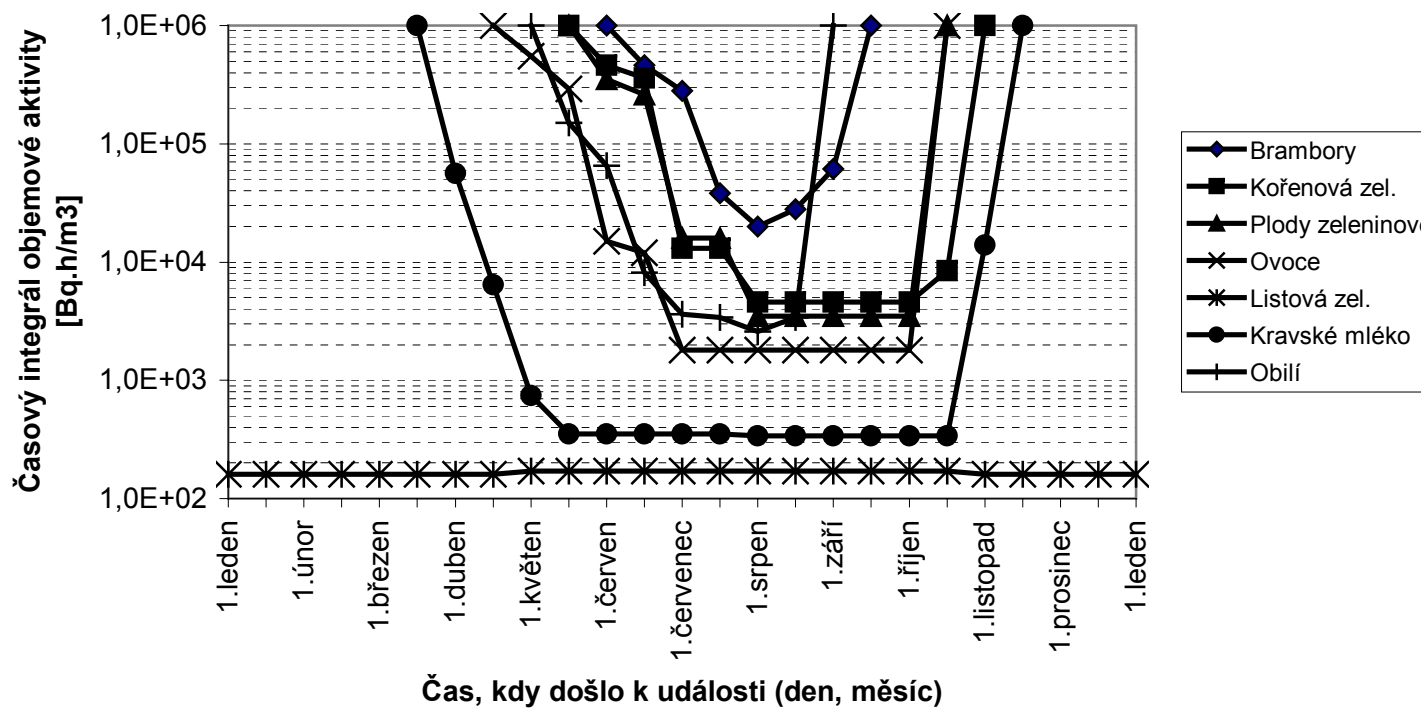
1. slabý déšť, 1 mm srážek za 4 h
2. středně silný déšť, 5 mm za 1,5 h
3. silný déšť, 10 mm za 1 h

Další postup byl obdobný jako v případě suchého spadu (část 8.11.1.1). Operační zásahové úrovně byly vypočteny za předpokladu, jako kdyby k depozici radionuklidů došlo v jednom ze 24 různých časových okamžiků v průběhu roku (vždy na začátku nebo uprostřed kalendářního měsíce), přitom se předpokládaly 3 různé výše uvedené typy deště v okamžiku depozice. Následně od okamžiku depozice byl modelován časový průběh hmotnostní aktivity v příslušném zemědělském produktu. Bylo identifikováno maximum hmotnostní aktivity daného produktu v čase (pro jednotlivé nuklidy). Toto maximum je dále označeno jako normalizována hmotnostní aktivita $A_{P,NORM}$ v produktu P (pro jednotlivé nuklidy).

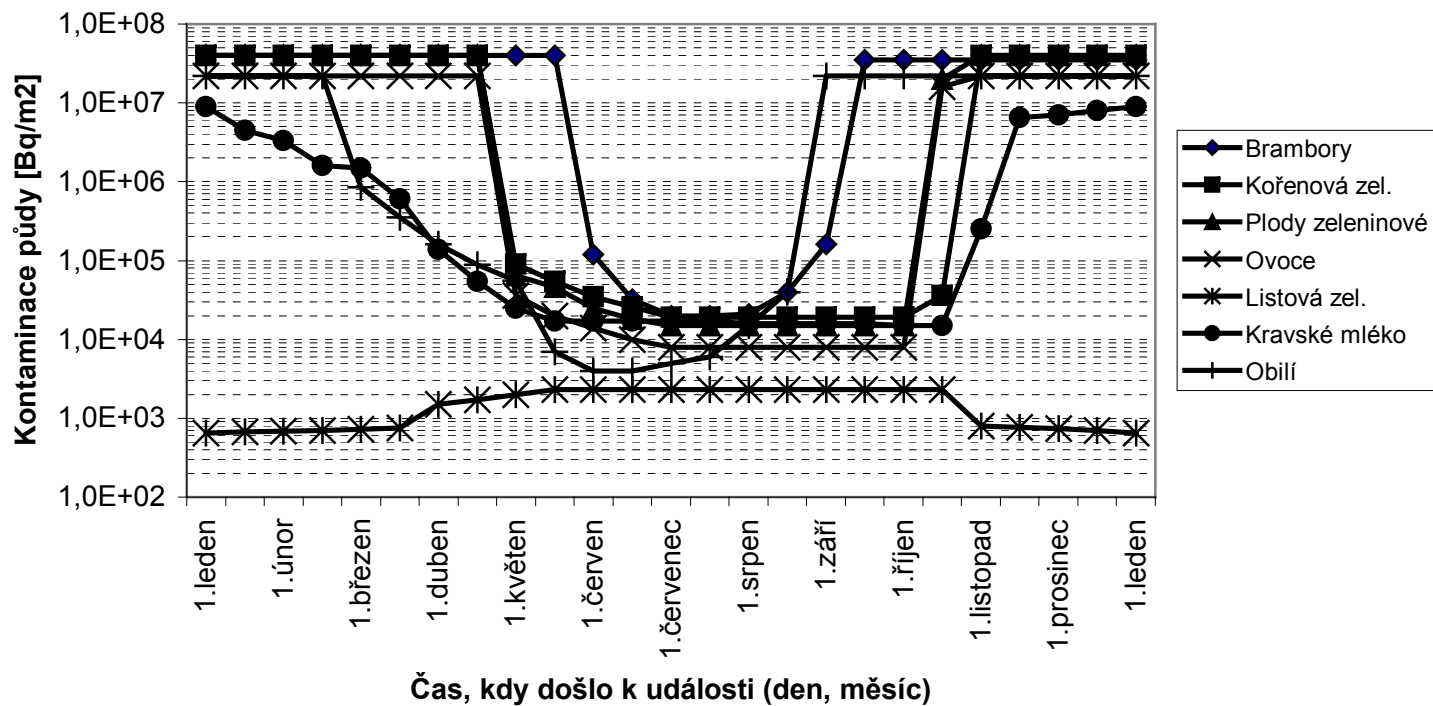
Příslušná nejnižší hodnota objemové aktivity ve vzduchu v průběhu ročního cyklu, u které bylo výpočtem zjištěno dosažení maximální povolené úrovně hmotnostní aktivity v určité potravíně podle EU, byla zvolena jako operační zásahová úroveň pro objemovou aktivitu ve vzduchu pro případ deště (pro daný nuklid a pro daný potravinový produkt).



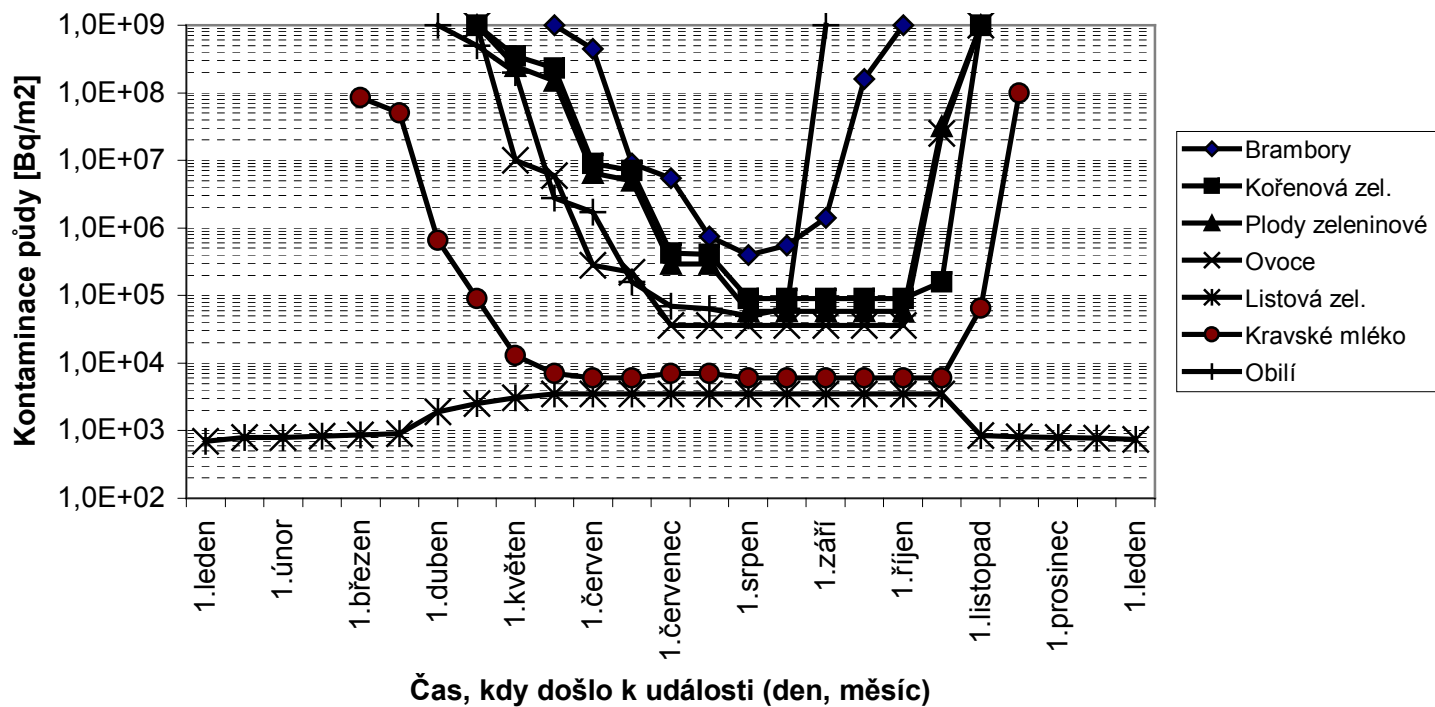
Obr. 8.11-1 Operační zásahové úrovně časového integrálu objemové aktivity Cs-137. Úrovně, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU, za předpokladu suchého spadu.



Obr. 8.11-2 Operační zásahové úrovně časového integrálu objemové aktivity I-131. Úrovně, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU, za předpokladu suchého spadu.



Obr. 8.11-3 Operační zásahové úrovně pro kontaminaci půdy (podle modelu PARK) nuklidem Cs-137. Úrovně spadu, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU, za předpokladu suchého spadu.



Obr. 8.11-4 Operační zásahové úrovně pro kontaminaci půdy (podle modelu PARK) nuklidem I-131. Úrovně spadu, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU, za předpokladu suchého spadu.

Tab.8.11-1 Operační zásahové úrovně pro časový integrál objemové aktivity I-131 a Cs-137 za předpokladu suchého spadu.

Operační zásahové úrovně pro objemovou aktivitu I-131 a Cs-137 za předpokladu mokrého spadu.

Úrovně, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU.

I-131

	Depozice	
	Mokrá [Bq/m ³]	Suchá [Bq·h/m ³]
Obilí	2.2 E+02	2.6 E+03
Mléko	2.2 E+01	3.4 E+02
Ovoce	1.8 E+02	1.8 E+03
Zelenina s plody	2.6 E+02	3.4 E+03
Kořenová zelenina	3.5 E+02	4.5 E+03
Brambory	1.6 E+03	2.0 E+04
Listová zelenina	1.2 E+01	1.7E+02

Cs-137

	Depozice	
	Mokrá [Bq/m ³]	Suchá [Bq·h/m ³]
Obilí	1.7 E+01	7.2 E+02
Mléko	3.6 E+01	2.6 E+03
Ovoce	5.7 E+01	1.4 E+03
Zelenina s plody	5.1 E+01	2.6 E+03
Kořenová zelenina	6.9 E+01	3.5 E+04
Brambory	8.4 E+01	3.5 E+04
Listová zelenina	7.0 E+00	3.5 E+02

Pozn.: Hodnoty tučným písmem byly použity v Kap. 6, Tab. 6.1-1 jako směrné hodnoty.

Tab.8.11-2 -1 Operační zásahové úrovně [Bq/m²] pro kontaminaci půdy nuklidem I-131 a Cs-137.
Úrovně spadu, které v zemědělských produktech povedou k překročení limitů EU.

	I-131	Cs-137
Obilí	5.0 E+04	4.0 E+03
Mléko	6.0 E+03 podle [*] 7.0 E+03 podle [**]	1.5 E+04 podle [*] 1.4 E+04 podle [**]
Ovoce	3.6 E+04	8.0 E+03
Zelenina s plody	6.7 E+04	1.5 E+04
Kořenová zelenina	7.5 E+04	2.0 E+04
Brambory	3.5 E+05	2.0 E+04
Listová zelenina	7.0 E+02 podle [*] 6.7 E+03 podle [**]	6.5 E+02 podle [*] 4.2 E+03 podle [**]

[*] Compendium of Measures to Reduce Radiation Exposure Following Events with not Insignificant Radiological Consequences (Catalogue of Countermeasures), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, December 2000

[**] NRPB EMERGENCY DATA HANDBOOK, NRPB-W19, 2002

Pozn.: Ostatní data jsou převzata z [*].

Tab.8.11-2-2 Úrovně spadu [Bq/m²] jednotlivých radionuklidů, které v zemědělském produktu "mléko" povedou k překročení limitů EU. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Maximální očekávaná koncentrace v mléce [Bq*kg ⁻¹ /Bq*m ⁻²]	Čas, za který bude dosažena maximální koncentrace [den]	Limitní hodnota podle EU [Bq/kg]	Spad, který povede k překročení limitu EU [Bq/m ²]
Co-60	5.1E-02	2	1000	2.0E+04
Sr-89	1.1E-02	5	125	1.1E+04
Sr-90	1.2E-02	5	125	1.0E+04
Zr-95	2.5E-04	2	1000	4.0E+06
Nb-95	2.4E-04	2	1000	4.1E+06
Ru-103	2.5E-05	2	1000	4.1E+07
Ru-106	2.5E-05	2	1000	3.9E+07
I-131	7.2E-02	4	500	7.0E+03
I-133	1.4E-02	2	500	3.6E+04
I-135	2.5E-03	1	500	2.0E+05
Cs-134	7.2E-02	5	1000	1.4E+04
Cs-137	7.2E-02	5	1000	1.4E+04
Ba-140	1.1E-02	2	1000	8.8E+04
Ce-144	5.0E-04	2	1000	2.0E+06
U-234	1.5E-02	2	1000	6.6E+04
U-235	1.5E-02	2	1000	6.6E+04
U-238	1.5E-02	2	1000	6.6E+04
Pu-238	1.0E-06	7	20	1.9E+07
Pu-239	1.0E-06	7	20	1.9E+07
Pu-241	1.0E-06	7	1000	1.0E+09
Am-241	1.0E-06	7	20	1.9E+07
Cm-242	1.0E-06	6	20	2.0E+07
Cm-244	1.0E-06	7	20	1.9E+07

Tab.8.11-2-3 Úrovně spadu [Bq/m²] jednotlivých radionuklidů, které v zemědělském produktu "**listová zelenina**" povedou k překročení limitů EU. Tabulka převzata z NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

Nuklid	Maximální očekávaná koncentrace v listové zelenině [Bq*kg ⁻¹ /Bq*m ⁻²]	Limitní hodnota podle EU [Bq/kg]	Spad, který povede k překročení limitu EU [Bq/m ²]
Co-60	0.3	1250	4.2E+03
Sr-89	0.3	750	2.5E+03
Sr-90	0.3	750	2.5E+03
Zr-95	0.3	1250	4.2E+03
Nb-95	0.3	1250	4.2E+03
Ru-103	0.3	1250	4.2E+03
Ru-106	0.3	1250	4.2E+03
I-131	0.3	2000	6.7E+03
I-133	0.3	2000	6.7E+03
I-135	0.3	2000	6.7E+03
Cs-134	0.3	1250	4.2E+03
Cs-137	0.3	1250	4.2E+03
Ba-140	0.3	1250	4.2E+03
Ce-144	0.3	1250	4.2E+03
U-234	0.3	1250	4.2E+03
U-235	0.3	1250	4.2E+03
U-238	0.3	1250	4.2E+03
Pu-238	0.3	80	2.7E+02
Pu-239	0.3	80	2.7E+02
Pu-241	0.3	80	2.7E+02
Am-241	0.3	1250	4.2E+03
Cm-242	0.3	80	2.7E+02
Cm-244	0.3	80	2.7E+02

Tab.8.11-3 Operační zásahové úrovně pro hmotnostní aktivitu píce

Použití píce	Hmotnostní aktivita čerstvé píce [Bq . kg ⁻¹]		
	I-131	Cs-137	Sr-90
Krmení čerstvou pící			
Mléčné produkty			
Kráva	2.6E+03	3.1E+03	9.6E+02
Ovce nebo kozy	2.8E+02	1.9E+03	9.9E+02
Masné produkty			
Skot	1.7E+04	6.4E+02	1.9E+04
Ovce nebo kozy	4.2E+05	9.3E+02	2.8E+04
Krmení po skladování			
Mléčné produkty			
Kráva	6.2E+06	3.1E+03	9.6E+02
Ovce nebo kozy	6.8E+05	1.9E+03	9.9E+02
Masné produkty			
Skot	4.2E+07	6.4E+02	1.9E+04
Ovce nebo krávy	1.0E+09	9.3E+02	2.8E+04

Tab.8.11-4 Operační zásahové úrovně pro hmotnostní aktivitu půdy / plošnou aktivitu terénu na loukách s pící

Použití píce	Hmotnostní aktivita půdy / plošná aktivita půdy [Bq . kg ⁻¹] / [Bq . m ⁻²]	
	I-131	Sr-90
Krmení čerstvou pící		
Mléčné produkty		
Kráva	6.2E+04 / 7.4E+06	2.4E+03 / 2.9E+05
Ovce nebo kozy	3.8E+04 / 4.6E+06	2.5E+03 / 3.0E+05
Masné produkty		
Skot	1.3E+04 / 1.5E+06	4.8E+04 / 5.8E+06
Ovce nebo kozy	1.9E+04 / 2.2E+06	7.0E+04 / 8.4E+06

Tab.8.11-5 Vliv odložení sklizně listové zeleniny na stupeň dekontaminace (DG) zeleniny. Maximální hodnoty hmotnostní aktivity A_{max} listové zeleniny před aplikací opatření "odložení sklizně", pro které aplikace opatření "odložení sklizně" vede ke snížení aktivit pod limitní úroveň EU.

nuklid	DG			A_{max} [Bq . kg ⁻¹]		
	7d	14d	21d	7d	14d	21d
I-131	0,6	0,85	0,94	5.0E+03	1.3E+04	3.4E+04
Cs-137	0,3	0,5	0,6	1.8E+03	2.5E+03	3.5E+03
Sr-90	0,3	0,5	0,6	1.1E+03	1.5E+03	2.1E+03

Tab.8.11-6 Maximální hodnoty hmotnostní aktivity A_{max} píče před aplikací opatření "odložení sklizně", pro které aplikace opatření "odložení sklizně" vede ke snížení aktivit na úroveň, při které nebudou překročeny limitní hodnoty ve vyrobeném masu nebo v mléce.

Nuklid	A_{max} [Bq . kg ⁻¹]					
	Produkce masa:			Produkce mléka:		
	Odložení sklizně píče o:					
	7d	14d	21d	7d	14d	21d
I-131	4.3E+04	1.1E+05	2.9E+05	6.6E+03	1.7E+04	4.3E+04
Cs-137	9.0E+02	1.3E+03	1.8E+03	4.6E+03	6.2E+03	8.5E+03
Sr-90	2.7E+04	3.8E+04	5.3E+06	1.4E+03	1.9E+03	2.7E+03

Tab.8.11-7 Biologický poločas přeměny Cs u různých druhů zvířat

Zvíře	Produkt	Biologický poločas $T_{b,Cs}$ [den]	Průměrná hodnota $T_{b,Cs}$ [den]	Odkazy na literaturu
Kráva	Mléko	7-10; 5,5; 30; 50; 30; 20-40; 15	24	Be 88;Ga 88;Ho 80; li 57;Sa 66;Va 88; Vo 89;
	Maso	37; 20-30	31	Tw 69;Vo 89
Býk	Maso	41; 35; 30-40	37	Ek 67;Jo 66;Vo 89
Jalovice	Maso	30; 50-60	43	Ek 67;Vo 89
Skot	Maso	24; 25-30	26	Tw 69;Vo 89
Ovce	Mléko	2,2; 13	8	As 87;Bu 64
	Maso	68; 17; 27; 35-40	37	Bu 64;Go 65;Ho 90;Vo 89
Jehně	Maso	50; 13 17; 21; 16; 26	24	Bu 64;Fo 87/An 89; Ho 87a;Ho 90;Ph 88;Tw 69
Koza	Maso	31; 13	22	Ek 61;Ha 68b
Vepř	Maso	18-26; 14; 40; 35; 30-40	29	Ek 61;Ha 68a; Kl 91;Tw 69;Vo 89
Slepice	Maso	27; 20; 10; 18	19	Ek 61;Ne 67;Ne 70; Vo 89
	Vejce	3; 5	4	Ne 67;Vo 89
Jelen	Maso	17; 28; 25-30	24	Go 65;Lo 88;Vo 89
Ryba	Maso	> 100	-	Ro 94

Tab.8.11-8 Stupeň dekontaminace Cs v závislosti na trvání opatření (např. v závislosti na délce intervalu, ve kterém je zvíře krmeno nekontaminovanou pící)

Zvíře	Produkt	Efektivní konstanta přeměny, λ_{ef} [den ⁻¹]	7 dní	14 dní	28 dní	70 dní
Kráva	Mléko	2.9E-02	0,18	0,33	0,56	0,87
Skot	Maso	2.2E-02	0,14	0,27	0,46	0,79
Tele	Maso	2.7E-02	0,17	0,31	0,53	0,85
Ovce	Maso	2.9E-02	0,18	0,33	0,56	0,87
Ovce	Mléko	8.7E-02	0,45	0,70	0,91	0,99
Vepř	Maso	2.4E-02	0,15	0,29	0,49	0,81
Drůbež	Maso	3.7E-02	0,23	0,40	0,65	0,92
Ryba	Maso	Závisí na mnoha parametrech, velmi nízký stupeň				

Tab.8.11-9 Maximální hodnoty hmotnostní aktivity Cs v mléce a mase před přijetím opatření, u kterých lze v případě krmení nekontaminovaným krmivem dosáhnout za příslušné období snížení hodnot hmotnostní aktivity na úroveň přípustnou podle limitů EU.

Zvíře	Produkt	A _{max} [Bq . kg ⁻¹]			
		7 dní	14 dní	28 dní	70 dní
Kráva	Mléko	1.2E+03	1.45E+03	2.2E+03	7.7E+03
Skot	Maso	1.5E+03	1.6E+03	2.0E+03	4.5E+03
Tele	Maso	1.5E+03	1.8E+03	2.6E+03	8.1E+03
Ovce	Mléko	1.8E+03	3.4E+03	1.1E+04	4.3E+05
Ovce	Maso	1.5E+03	1.8E+03	2.5E+03	6.5E+03
Vepř	Maso	1.5E+03	1.8E+03	2.5E+03	6.6E+03
Drůbež	Maso	1.5E+03	2.1E+03	3.5E+03	1.6E+04

Tab.8.11-10 Stupeň dekontaminace Cs v případě přikrmování bentonitem

Zvíře	Produkt	Příjem bentonitu [g / den]	Stupeň dekontaminace	Odkazy na literaturu
Kráva	Mléko	100	0,30	Te 87/Gi 88
		100 - 200	0,20	Pe 87/Gi 88
		200	0,25	Pi 89
		200 - 250	0,50	Sc 87a/Gi 88
		300	0,55	Pi 89
			0,55	Un 89
		100 - 300	0,4	průměrná hodnota
		500	0,73	Mü 87
		600	0,80	Pi 89
			0,73	Un 89
	500 - 600	0,75	průměrná hodnota	
	Maso	500	0,77	Mü 87
Býk	Maso	200	0,20	Pe 87/Gi 88
Ovce	Mléko	25	0,46 (0,5)	Be 89
	Maso	25	0,26 (0,25)	Be 89
		50	0,86	An 89
Koza	Mléko	15	0,55	Ho 90
Vepř	Maso	120	0,48	Mü 87
		50 - 150	0,46	Ib 87/Gi 88

Pozn.: Bentonit je přídatná látka (aditivum), která se přidává do potravin. Mezinárodní kódové označení bentonitu je E558. Používání bentonitu jako aditiva do potravin je v ČR povoleno (podle údajů České zemědělské a potravinářské inspekce, 2001).

Bentonit je běžně v nabídce obchodních firem (velkoskladů chemikálií) v ČR.

Tab.8.11-11 Stupeň dekontaminace Cs v případě přikrmování Gieseho soli

Zvíře	Produkt	Příjem Gieseho soli [g / den]	Stupeň dekontaminace	Odkazy na literaturu
Kráva	Mléko	3	0,90	Ma 87/Ho 87
		3	0,82	Mü 87
		3	0,85	Un 89
		50	0,95 - 0,99	Co 69
	Maso	3	0,75	Mü 87
Tele	Maso	2	0,92	Mü 87
Ovce	Mléko	2	0,85	Io 91
	Maso	2	0,79	Gi 88
Jehně	Maso	1	0,87	Sc 87b
Koza	Mléko	0,5	0,90 - 0,95	Gi 88
Vepř	Maso	0,5	0,94	Ho 90
		1	0,97	Ru 88
		2	0,89	Ru 88
Slepice	Vejce	6	0,96 - 0,98	Mü 87
		6	0,97 - 0,99	Ne 74
				Ne 74

Tab.8.11-12 Stupeň dekontaminace I, Cs, Sr v případě konzervování zeleniny (dekontaminace se uskutečňuje přechodem radionuklidu do vody použité při vaření)

Druh zeleniny		Stupeň dekontaminace podle nuklidů:			Odkazy na literaturu
		I	Cs	Sr	
Listová zelenina			0,67	0,45	En 69
		0,59			Hi 87
		0,7			Mu 90
			0,90	0,75	Pa 69a
			0,86	0,44	Pa 69b
			0,78	0,84	Ra 69
				0,55	Th 65
		0,4	0,45	0,38	Th 71
		0,81			Th 73
			0,77	0,59	We 79
Ostatní zelenina (nadměrná)			0,61	0,70	Ra 69
			0,60	0,67	Re 90
				0,36	Th 65
		0,55	0,38	0,56	Th 71
		0,77			Th 73
			0,63	0,47	We 79
Kořenová zelenina (podzemní)	Brambory		0,74	0,49	En 69
			0,54		Pe 64
			0,34		Ra 90
				0,24	Th 65
Ostatní			0,57		Ra 90
				0,19	Th 65
			0,01	0,26	We 79
Obecně		0,50	0,30	Th 71	
Průměrné hodnoty					
Listová zelenina		0,63 (≈0,6)	0,74 (≈0,7)	0,57 (≈0,6)	
Ostatní zelenina (nadměrná)		0,66 (≈0,7)	0,56 (≈0,6)	0,56 (≈0,6)	
Kořenová zelenina (podzemní)			0,45 (≈0,5)	0,30	

Tab.8.11-13 Stupeň dekontaminace Cs, Sr při mletí pšenice

Pšeničný produkt	Stupeň dekontaminace		Odkazy na literaturu
	Cs	Sr	
Otruby		-2,97	An 66
	-1,87	-2,25	Bu 87
	-1,06		Kl 90
	-1,40		Lo 90a
	-1,01	-1,40	Oc 69
	-1,30		Ra 90
	-1,60		Vo 90
Tmavá mouka		0,88	An 66
	0,33		Kl 90
	0,10		Lo 90a
	0,65	0,87	Oc 69
	0,33		Oc 87
	0,35		Ra 90
	0		Vo 90
Bílá mouka		0,91	An 66
	0,47	0,56	Bu 87
	0,51		Kl 90
	0,31		Lo 90a
	0,63	0,88	Oc 69
	0,58		Oc 87
	0,64		Ra 90
	0,56		Vo 90
Krupice	0,60		Kl 90
	0,33		Lo 90a
	0,50		Vo 90
Průměrné hodnoty			
Otruby	-1,37	- 2,21	
Tmavá mouka	0,29 (≈0,3)	0,88 (≈0,9)	
Bílá mouka	0,53 (≈0,5)	0,78 (≈0,8)	
Krupice	0,48 (≈0,5)		

Pozn.: V případě otrub je stupeň dekontaminace záporný, $DG < 0$, dochází ke zvýšení kontaminace (tj. ke zvýšení objemové, povrchové, hmotnostní aktivity) v daném materiálu.

Tab.8.11-14 Stupeň dekontaminace Cs, Sr při mletí žita

Obilný produkt	Stupeň dekontaminace		Odkazy
	Cs	Sr	
Otruby	-1,86	-2,44	Bu 87
	-1,11		Vo 90
Mouka	0,41	0,54	Bu 87
	0,42		Oc 87
	0,39		Vo 90
	($\approx 0,4$)		

Pozn.: V případě otrub je stupeň dekontaminace záporný, $DG < 0$, dochází ke zvýšení kontaminace (tj. ke zvýšení objemové, povrchové, hmotnostní aktivity) v daném materiálu.

Tab.8.11-15 Stupeň dekontaminace při zpracování mléka (hmotnostní nebo objemová aktivita mléčného produktu vzhledem k aktivitě v kravském mléce)

Mléčný produkt	Stupeň dekontaminace			Odkazy na literaturu
	Cs	Sr	I	
Smetana		0,40		De 60
	0,43			Ka 87/Ra 90
	0,13	0,40	0,37	KI 66
	0,47			KI 90
	0,16	0,59	0,12	La 63
	0,24	0,28		Le 62
	0,45			Mc 90
	0,39	0,48	-0,89 ¹	Re 65
	0,50	0,57		Wi 88/Wo 90
Odstředěné mléko	-0,03		-0,03	An 87/Ra 90
	-0,03	-0,03		Ca 65
		-0,02		De 60
	-0,05			Ka 87/Ra 90
	-0,03	-0,08	0,01	KI 66
	-0,03	-0,12	-0,03	La 63
	-0,08	-0,08		Le 62
	-0,00			Mc 90
	0,24	-0,46 ¹	0,14 ¹	Re 65
0,05	-0,16		Wi 88/Wo 90	
Máslo	0,82		0,74	An 87
	0,63	0,77		Ca 65
	0,84			Ka 87/Ra 90
	0,89	0,91	0,64	KI 66
	0,52	0,74	0,24	La 63
	0,84	0,93		Le 62
	0,82			Mc 90
	0,82	0,86	0,34	Re 65
	0,85			Wi 88
	0,79		Wo 90	
Podmáslí	-0,06		1	An 87
				Ca 65
	0,04			Ka 87/Ra 90
				KI 66
	0,04	0,54 ¹	0,09	La 63
	-0,07	-0,48 ¹		Le 62
	-0,10			Mc 90
	-0,14	-0,05		Re 65
	-0,01			Wi 88
	0,02		Wo 90	
Průměrná hodnota				
Smetana	0,35	-0,45	0,25	
Odstředěné mléko	0,04	-0,05	-0,02	
Máslo	0,78	0,83	0,49	
Podmáslí	-0,04	-0,02	0,09	

1) Nehodnověrná hodnota, nebyla použita při stanovení průměrných hodnot

Pozn.: V případě, že je stupeň dekontaminace záporný, $DG < 0$, dochází ke zvýšení kontaminace (tj. ke zvýšení objemové, povrchové, hmotnostní aktivity) v daném materiálu.

Tab.8.11-16 Stupeň dekontaminace při výrobě sýru z kravského mléka (hmotnostní nebo objemová aktivita sýru vzhledem k aktivitě v kravském mléce)

Typ sýru	Stupeň dekontaminace:						Odkazy na literaturu
	sýr			syrovátka			
	Cs	Sr	I	Cs	Sr	I	
Smetanový sýr s reninem (domácí sýr, tvaroh a podobně)	0,40		0,54 ¹	-0,10		0,13 ¹	An 87/Ra 90
					-0,09		Ka 87/Ra 90
	-0,41 ¹	-2,87 ¹	-1,91 ¹	0,07 ¹	0,62 ¹	0,43 ¹	Ki 66
	-0,06 ¹	0,18	-1,43 ¹	-0,08 ¹	0,13 ¹	0,26 ¹	Ki 66
	-0,06 ¹			0,01 ¹			KI 90
				-0,05	-0,09	-0,01	La 63
	0,84	0,66		-0,14	-0,14		Le 62
	0,74	0,63	0,62	-0,30	-0,60		Re 65
	0,55			-0,08 ¹			Wi 88
		0,39			-0,47		Wie 95
	0,14			-0,21		Wie 95	
Smetanový sýr s mléčným enzymem	0,40		-0,54	-0,10		0,13	An 87/Ra 90
				0,09			Ka 87/Ra 90
	-0,06	0,18	-1,43	0,08	0,13	0,26	Ki 66
				-0,05	-0,09	0,01	La 63
Měkký sýr s reninem	0,37		-0,12 ¹	-0,08		0,02	An 87/Ra 90
	0,56	-4,05		-0,08	0,45		Ca 65
	0,14	-3,70	-3,28 ¹	-0,02	0,53	0,18	Ki 66
	-0,06 ¹			-0,01			KI 90
Tvrký a porcovaný sýr (eidam, čedar)		-7,00			0,78		Bu 64
		-4,30			0,8		De 60
				-0,06			Ka 87/R 90
	0,46	-5,61	-1,28 ¹	-0,04	0,48	0,11	Ki 66
	0,10	-5,30	0,72	-0,01	0,58	0,08	Ki 66
				-0,05	0,9	-0,04	La 63
	0,30	-5,83		-0,03	0,45		Le 62
	0,52			0,01			Mc 90
	0,32			0,03			Pi 87/Ra 90
	0,50			0,08			Wi 88
	-6,90			0,54		Wie 96	
	-8,30			0,62		Wie 96	
	-7,18			0,34		Wo 90	
Průměrná hodnota							
Smetanový sýr	0,63	0,40	0,62	-0,15	-0,27	0,10	
Měkký sýr	0,36	-3,88	-	-0,05	0,49	0,10	
Tvrký a porcovaný sýr	0,36	-6,30	0,72	-0,04	0,61	0,05	
Sýr celkem	0,44	-3,12	0,67	-0,07	0,29	0,06	

1) Nehodnověrná hodnota, nebyla použita při stanovení průměrných hodnot

9 Příklady použití Katalogu

Jednotlivé příklady by měly sloužit k vysvětlení praktického použití Katalogu.

Příklady jsou zaměřené zejména na:

- potřebná data, která umožní posoudit a vyhodnotit situaci;
- výběr a hodnocení ochranných opatření na základě vývojových diagramů a tabulek.

Příklady jsou rozděleny podle dostupných dat a podle fáze vývoje havárie:

- Příklady s daty dostupnými v časně fázi havárie (data z havarované elektrárny). Příklady ukazují možnosti využití informací o havárii (např. stav aktivní zóny reaktoru, stupeň havárie podle INES, velikost úniku do okolí) v této fázi pro rozhodování o opatřeních (část 9.1).
- Příklady s daty dostupnými před přechodem radioaktivního mraku (např. měření v okolí havarované JE, měření v sousední zemi - kde došlo k havárii atd.) Příklady ukazují možnosti využití informací dostupných před příchodem mraku do dané oblasti pro rozhodování o opatřeních během přechodu mraku a po přechodu mraku (část 9.2).
- Příklady s výsledky měření v dané oblasti. Příklady ukazují možnosti využití výsledků měření po nebo během přechodu mraku pro rozhodování o opatřeních (část 9.2).

9.1 Příklady s daty dostupnými v časně fázi havárie (data z havarované elektrárny)

9.1.1 Data z prvního hlášení z havarované elektrárny

Předpoklad: Havárie na reaktoru vzdáleném 200 km od hranic České republiky, došlo k tavení aktivní zóny a k malému úniku z kontejnmentu do okolí. Údaje z prvního hlášení (EMERCON), které bylo přijato v KKC SÚJB jsou v [Tab.9.1.1-1](#).

Tab.9.1.1-1 Údaje z prvního hlášení ze sousední země

Popis havárie	tavení aktivní zóny, malý únik z kontejnmentu
Začátek úniku	22 hodin od iniciační události
Čas odeslání hlášení	23 hodin od iniciační události, 1 hodinu od začátku úniku
Klasifikace podle INES	stupeň 5 až 6
Druh úniku	do atmosféry
Tendence vývoje	zhoršuje se
Ochranná opatření	ukrytí, jodová profylaxe
Ochranná opatření na území v okolí hranic	ukrytí, jodová profylaxe
Jsou možné dopady za hranicemi států z havarovaným reaktorem	ano

Tab. 9.1.1-2 Základní data o havarovaném reaktoru

Typ	PWR
První kritičnost	1974
Projektovaný elektrický výkon	1204 MW
Vzdálenost od hranic ČR	200 km

V dalším postupu využijeme informace o popisu havárie, o stupni havárie podle INES, o ochranných opatřeních přijatých v okolí havarovaného reaktoru.

9.1.1.1 Příklad: Využití informace o popisu havárie

Předpoklad: Havárie na reaktoru vzdáleném 200 km od hranic České republiky.

Údaje z prvního hlášení (EMERCON), které bylo přijato v KKC SÚJB jsou v [Tab.9.1.1-1](#).

Popis vstupní informace: Došlo k tavení AZ, došlo k malému úniku z kontejnmentu do atmosféry okolí, složení úniku nebo prognóza velikosti úniku není blíže specifikována.

1. Použijeme "[Tab.7.2-6](#) Frakce inventáře aktivní zóny reaktoru uvolněné do okolí v případě jednotlivých uvažovaných kategorií úniku". Popis havárie nejspíš odpovídá kategorii úniku RC4 nebo RC3. Zvolíme RC4.

2. Použijeme "[Tab.7.2-2](#) Aktivita [Bq] vybraných radionuklidů v inventáři aktivní zóny reaktoru s výkonem 1300 MW_{EL}, rovnovážný stav, průměrné vyhoření". Elektrický výkon reaktoru přibližně
Na základě smlouvy č.(SÚJB) 2520/03 v ABmerit, Trnava Vedoucí projektu: Ing.Peter Čarný,ABmerit,Trnava č.strany: 278

odpovídá dané tabulce. K úniku do okolí došlo přibližně 23 hodin od skončení štěpné reakce. Nejsou nám známy podrobnosti o složení úniku, např. nevíme, zda došlo k úniku jen vzácných plynů atd. Musíme proto předpokládat únik celé radionuklidové směsi. Inventář radionuklidů v aktivní zóně havarovaného reaktoru budeme předpokládat podle sloupce "24h od skončení štěpné reakce" v tabulce.

Pozn.: Ve vstupních datech ze sousední země jsme neobdrželi informaci o okamžiku ukončení štěpné reakce. Budeme předpokládat, že okamžik ukončení štěpné reakce je totožný s okamžikem iniciační události havárie, tj. budeme předpokládat, že havarijní ochrana reaktoru zapracovala krátce po zjištění iniciační události havárie. Tento předpoklad je realistický, pokud nemáme upřesňující informaci z havarovaného reaktoru.

3. Na základě kompilace dat z **Tab.7.2-6** /kategorie úniku RC4 a z **Tab.7.2-2** /24h dostáváme hrubý odhad očekávaného celkového úniku (hrubý odhad očekávaného zdrojového členu):

I-131	≈ 6.8E+16 Bq
Cs-137	≈ 1.4E+15 Bq
vzácné plyny	≈ 8.5E+18 Bq
jódy celkem	≈ 2.4E+17 Bq

4. Nejsou nám doposud známy podrobnosti o složení úniku. Dále použijeme hrubý odhad očekávaného úniku I-131 jako referenčního nuklidu. Tj. budeme předpokládat únik celé radionuklidové směsi, ale zároveň budeme předpokládat pro účely odhadu dopadů nebo pro účely přijímání opatření znalost zdrojového členu pouze pro jediný (referenční) nuklid I-131. Referenční nuklid označujeme jako *I-131. Předpokládáme únik *I-131 ≈ 6.8E+16 Bq.

5. Zpracovali jsme vstupní data do použitelné podoby tak, abychom teď mohli použít PROCEDURU č.1.

6. Následně použijeme PROCEDURU č.2 a dále postupně pokračujeme PROCEDUROU č. 2.1A a č.2.1.2B (vše v souladu s algoritmy obsaženými v jednotlivých procedurách).

7. Na základě PROCEDURY č. 2.1.2B zjišťujeme, že je překročena operační zásahová úroveň pro ukrytí ve vzdálenosti 300 km od místa úniku za předpokladu deště.

8. **Shrnutí:** Je nezbytné zvažovat opatření ukrytí na území ČR (minimálně v blízkosti hranic se sousedním státem). Při zvažování je nezbytné vzít v potaz vývoj meteorologických podmínek (směr větru, předpověď deště pro území ČR atd.) Zejména je absolutně nezbytné se připravit na rychlé a efektivní vyhodnocení upřesňujících dat ze sousední země v okamžiku, kdy budou tato data k dispozici na KKC SÚJB.

9.1.1.2 Příklad: Využití informace o stupni havárie podle INES

Předpoklad: Havárie na reaktoru vzdáleném 200 km od hranic České republiky.

Údaje z prvního hlášení (EMERCON), které bylo přijato v KKC SÚJB jsou v [Tab.9.1.1-1](#).

Popis vstupní informace: klasifikace podle INES = stupeň 5 až 6

složení úniku nebo prognóza velikosti úniku není blíže specifikována.

1. Použijeme informace ke stupnici INES, viz část 7.1.

Stupeň 5 INES - únik radionuklidů do okolí je ekvivalentní řádově úniku I-131 na úrovni $1E+14$ Bq až $1E+15$ Bq .

Stupeň 6 INES - únik radionuklidů do okolí je ekvivalentní řádově úniku I-131 na úrovni $1E+15$ Bq až $1E+16$ Bq .

2. V souladu s definicí stupnice INES předpokládáme únik I-131 na úrovni (maximálně) $1E+16$ Bq.

Pozn.: Nejedná se teď o referenční nuklid *I-131, nýbrž o nuklid I-131.

3. Zpracovali jsme vstupní data do použitelné podoby tak, abychom teď mohli použít PROCEDURU č.1.

4. Následně použijeme PROCEDURU č.2 a dále postupně pokračujeme PROCEDUROU č. 2.1B (vše v souladu s algoritmy obsaženými v jednotlivých procedurách).

5. Na základě PROCEDURE č. 2.1B zjišťujeme, že ve vzdálenosti 100 - 300 km od místa úniku nejsou překročeny operační zásahové úrovně. Pro potvrzení můžeme ještě prověřit PROCEDURU 2.1.2B .

6. **Shrnutí:** Aktuálně není nezbytné zvažovat opatření na území ČR. Při zvažování je nezbytné vzít v potaz směr větru, předpověď deště pro území ČR atd. Je nezbytné se připravit na rychlé a efektivní vyhodnocení upřesňujících dat ze sousední země v okamžiku, kdy budou tato data k dispozici na KKC SÚJB a je nezbytné sledovat vývoj meteorologických podmínek.

9.1.2 Dostupná data z následného hlášení z havarované elektrárny resp. ze sousední země

Přibližně 3,5 hodiny po prvním hlášení o události (EMERCOM) přicházejí na KKC SÚJB informace z následného hlášení ze země z havarovaným reaktorem. V informacích je upřesněna velikost úniku do okolí (zdrojový člen) a jsou poskytnuty údaje o měřených hodnotách radiační situace na území sousední země.

Tab.9.1.2-1 Údaje z následného hlášení ze sousední země

Čas odeslání hlášení	27,5 hodin od iniciační události, 5,5 hodin po začátku úniku
Klasifikace podle INES	stupeň 5 až 6
Druh úniku	do atmosféry
Trvání úniku (doposud)	5,5 h
Odhad zdrojového členu	vzácné plyny = $1E+19$ Bq jódý = $5E+16$ Bq
Směr větru	ve směru hranic s ČR
Rychlost větru	5 m/s ve výšce 10 m
Kategorie stability (Pasquill)	D
Předpověď dávky na štítnou žlázu (za 1 den, ve vzdálenosti 25 km)	> 50 mSv
Ukrytí	ano, nařízené na území sousední země až po hranice s ČR
Jódová profylaxe	ano, nařízená na území sousední země až po hranice s ČR
Měřená radiační situace na území sousední země:	
Čas měření	7,5 h po začátku úniku
Místo měření	mezi JĚ a hranicí sousedního státu
Dávkový příkon	5 až 70 μ Sv/h
Objemová aktivita I-131 (aerosol)	4040 až 21300 Bq/m ³
Objemová aktivita I-131 (plyn)	3000 až 17000 Bq/m ³
Objemová aktivita Te-132	2310 až 12500 Bq/m ³
Objemová aktivita I-132 (aerosol)	2430 až 13000 Bq/m ³
Objemová aktivita I-133 (aerosol)	2130 až 11500 Bq/m ³
Objemová aktivita Cs-137	98 až 450 Bq/m ³
Předpověď METEO pro ČR:	
Intenzita deště	nepředpokládá se déšť

9.1.2.1 Příklad: Využití informace o zdrojovém členu na základě následného hlášení ze sousední země

Předpoklad: Havárie na reaktoru vzdáleném 200 km od hranic České republiky.
Údaje z následného hlášení (EMERCON), které bylo přijato v KKC SÚJB jsou v **Tab.9.1.2-1.**

Popis vstupní informace: odhad zdrojového členu: vzácné plyny = $1E+19$ Bq
jódy = $5E+16$ Bq
trvání úniku (doposud): 5,5 h
rychlost větru: 5 m/s
směr větru: ve směru hranic s ČR
kategorie stability: D

1. Vstupní data o zdrojovém členu jsou v použitelné podobě. Můžeme použít PROCEDURU č.1.
2. Následně použijeme PROCEDURU č.2 a dále postupně pokračujeme PROCEDUROU č. 2.1B (vše v souladu s algoritmy obsaženými v jednotlivých procedurách).
3. Na základě PROCEDURE č. 2.1B pro I-131 zjišťujeme, že ve vzdálenosti 100 - 300 km od místa úniku nejsou překročeny operační zásahové úrovně.
4. Pro potvrzení můžeme ještě prověřit PROCEDURU 2.1.2B (Ukrytí) pro I-131 a pro vzácné plyny. Zjišťujeme, že nejsou překročeny zásahové úrovně pro ukrytí do vzdálenosti 100 až 300 km od místa úniku.
5. Obdobně můžeme ještě prověřit PROCEDURU 2.1.3 (Jodová profylaxe) pro I-131. Zjišťujeme, že nejsou překročeny zásahové úrovně pro I-profylaxi ve vzdálenosti 300 km od místa úniku.
6. **Shrnutí:** Aktuálně není nezbytné zvažovat neodkladná opatření na území ČR. Při zvažování je nezbytné vzít v potaz směr větru, předpověď deště pro území ČR atd. Na území ČR je nezbytné vykonávat měření - monitorovací síť musí být uvedena do činnosti. Je nezbytné se připravit na rychlé a efektivní vyhodnocení měřených dat z území ČR. Je nezbytné sledovat vývoj meteorologických podmínek.

9.2 Příklady s daty dostupnými v únikové resp. poúnikové fázi havárie

9.2.1 Příklad: Posouzení opatření "Evakuace po přechodu mraku" na základě měření dávkového příkonu z deponie

Vstupní údaj: V místě X, vzdáleném od havarované JE 10 km, byl naměřen 3 hodiny po přechodu mraku dávkový příkon 0,8 mSv. Podle údajů (předpokladů) od mobilní monitorovací skupiny bylo měření vykonáno po přechodu mraku.

Úkol: Posuďte potřebu opatření "Evakuace".

Postup:

1. Vstupní údaj o dávkovém příkonu z deponie umožňuje přímo použít PROCEDURU č.1 a následně PROCEDURU č.11

2. Podle PROCEDURY 11.1 stanovíme očekávanou dávku z deponie za prvních 7 dní od předpokládaného přechodu mraku. Pro situaci 3 h po přechodu mraku odpovídá podle grafu dávce 100 mSv za prvních 7 dní dávkový příkon cca 1,8 mSv. Ve skutečnosti byl naměřen pouze dávkový příkon na úrovni 0,8 mSv. Lze předpokládat, že efektivní dávka z deponie za prvních 7 dní bude cca 40 - 50 mSv, není splněno kritérium pro evakuaci.

9.2.2 Příklad: Navrhnout opatření na základě měření časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu

Vstupní údaj: Na jaderné elektrárně došlo asi před 20 hodinami k havárii s poškozením systému chlazení aktivní zóny a posléze k úniku RA látek do okolí.
V obci X byla monitorovací skupinou naměřena hodnota objemové aktivity jódu v ovzduší:
integrál objemové aktivity I-131 ve vzduchu v místě X = $4 \cdot 10^7$ [Bq.s/m³];
monitorovací skupina pokračuje v měření, doposud nebyl potvrzen pokles objemové aktivity ve vzduchu;
podle informace z ČHMÚ je v oblasti, do které patří obec X, deštivé počasí, za poslední hodinu spadlo na stanici ČHMÚ vzdálené 40 km od obce X celkem 5 mm srážek;
v obci X doposud nebyla přijata žádná opatření (!)

Úkol: Posuďte potřebu neodkladných a následných opatření.

Postup:

1. Vstupní údaj o objemové aktivitě jódu umožňuje přímo použít PROCEDURU č.1 a pak PROCEDURU č.3
2. Aplikace PROCEDURY č.3 předpokládá rozměr časového integrálu objemové aktivity ve vzduchu [Bq.h/m³]. Proto naměřenou hodnotu v [Bq.s/m³] vyjádříme v [Bq.h/m³], dostaneme hodnotu objemové aktivity I-131 = $1,1 \cdot 10^4$ [Bq.h/m³].
3. Skutečnost, že došlo k havárii s poškozením systému chlazení aktivní zóny na JE nás opravňuje předpokládat, že v úniku se nacházejí i další nuklidy ze spektra nuklidů v aktivní zóně reaktoru, nikoliv jenom I-131. Proto můžeme použít předpoklad o očekávaném složení úniku (použijeme referenční nuklid *I-131).
4. Aplikujeme PROCEDURU č. 3.1A a ověříme nezbytnost neodkladných opatření podle listu č.3.1A.1. Při dané intenzitě srážek je v obci X zřejmě překročena zásahová úroveň pro ukrytí. Pokračujeme na listu č. 3.1.1.2. Za předpokladu, že máme k dispozici pouze údaj o objemové aktivitě I-131 doporučíme na základě údajů na listu č.3.1.1.2 opatření "UKRYTÍ" v obci X. Pokračujeme na listu č. 3.1.1.2.1.

5. Vzhledem ke skutečnosti, že opatření ukrytí v obci X nebylo přijato v předúnikové fázi a je doporučováno až teď v únikové fázi, je vhodné (nikoliv nezbytné, protože zásahová úroveň není doposud překročena) preventivně doporučit obyvatelům rovněž "SVLÉKNOUT SVRCHNÍ ODĚV A BOTY PO PŘÍCHODU Z VENKOVNÍCH PROSTORŮ" , použijeme list č. 3.1.2.1.

6. V souvislosti s ukrytím je zároveň vhodné preventivně doporučit "OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ VSTUPU VNĚJŠÍHO KONTAMINOVANÉHO VZDUCHU DO BUDOV" , použijeme list č.3.1.1.3.2.

7. Prověříme nezbytnost opatření "JÓDOVÁ PROFYLAXE". Aplikujeme list č. 3.1.1.4. Operační zásahové úrovně nejsou překročeny. Za předpokladu, že se obyvatelé v souladu s doporučením pro ukrytí ukryjí, není nezbytné doporučovat opatření "JÓDOVÁ PROFYLAXE".

8. Teď se vrátíme k PROCEDUŘE č.3.1A a posoudíme následná opatření podle listu č. 3.1A.2. V obci X je dosažena nebo překročena operační zásahová úroveň pro "ZAMEZENÍ POBYTU VE VNĚJŠÍM PROSTORU", "SVLÉKNOUT SVRCHNÍ ODĚV A BOTY PO PŘÍCHODU Z VNĚJŠÍHO PROSTORU", "OPATŘENÍ NA SKLADOVÁNÍ KONTAMINOVANÝCH ODĚVŮ", "VÝMĚNA VZDUCHOVÝCH FILTRŮ V NÁKLADNÍCH AUTECH", "OPATŘENÍ NA OCHRANU PERSONÁLU V SOUVISLOSTI S VÝMĚNOU FILTRŮ". Pokračujeme na listu č. 3.1.2.1 až 3.1.2.5.

9.2.3 Příklad: Použití šablony a nomogramů

Vstupní údaj: Necht' v místě Z je časový integrál objemové aktivity v ovzduší pro referenční nuklid ^{131}I = $1.0\text{E}+05$ [Bq.h/m³];
necht' unikla nuklidová směs tak, jak odpovídá běžnému zastoupení v lehkovodním reaktoru;
necht' místo úniku je vzdálené od místa Z nejméně 5 až 10 km

Úkol: S pomocí šablony a nomogramů odhadnout v místě Z hodnoty plošné aktivity na terénu, úvazku inhalací a efektivní dávky ozářením zářením gama z mraku.

Postup:

Na šabloně najdeme osu s časovým integrálem objemové aktivity v ovzduší. Přiložíme šablonu na nomogram pro referenční nuklid ^{131}I tak, aby se hodnota $1.0\text{E}+05$ [Bq.h/m³] na šabloně kryla s centrálním bodem nomogramu. Šablonu přidržujeme na nomogramu a odečteme příslušné hledané hodnoty na osách dalších veličin:

- plošná aktivita na terénu	časný únik, mokrá depozice:	$8.0\text{E}+07$ Bq.m ⁻²
- úvazek inhalací	časný únik:	$3.5\text{E}+00$ mSv
- dávka z ozářením zářením gama z mraku	časný únik:	$1.5\text{E}-01$ mSv

Poznámka:

Nomogramy jsou použitelné pouze ve vzdálených oblastech, kde lze očekávat relativně homogenní rozložení aktivity v ovzduší. V blízkém okolí místa úniku nejsou zjednodušující nomogramy použitelné, protože distribuce aktivity může být velmi nehomogenní a místně závislá.

10 Literatura

10.1 Základní literatura

Compendium of Measures to Reduce Radiation Exposure Following Events with not Insignificant Radiological Consequences (Catalogue of Countermeasures), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, December 2000

NRPB Emergency Data Handbook, NRPB-W19, 2002.

STRATEGY: Compendium of Countermeasures for Agricultural, Aquatic, Urban and Industrial Environments, Social Conditions and Waste Disposal Options, the European Commission Fifth Framework Programme (Nuclear Fission, Radiation Protection) under Contract No: FIKR-CT-2000-00018.

Authors:

Agricultural Countermeasures: Originated by AF Nisbet, JA Mercer and N Hesketh (National Radiological Protection Board, UK). Contributions from NA Beresford and BJ Howard (Centre for Ecology and Hydrology, UK), A Liland, H Thørring and T Bergan (Norwegian Radiation Protection Authority), D Oughton (Agricultural University of Norway), J Hunt (University of Lancaster, UK)

Aquatic and Forest Countermeasures: Originated by A Liland, H Thørring and T Bergan (Norwegian Radiation Protection Authority). Contributions from NA Beresford and BJ Howard (Centre for Ecology and Hydrology, UK), D Oughton (Agricultural University of Norway), J Hunt (University of Lancaster, UK)

Urban Countermeasures: Originated by KG Andersson, J Roed (Risø National Laboratory, Denmark). Contributions from K Eged, Z Kis, G Voigt and R Meckbach (GSF, National Research Centre for Environment and Health, Germany), NA Beresford (Centre for Ecology and Hydrology, UK).

Industrial Countermeasures: Originated by K Eged, Z Kis, and G Voigt (GSF, National Research Centre for Environment and Health, Germany). Contributions from KG Andersson and J Roed (Risø National Laboratory, Denmark)

Social Countermeasures: Originated by D Oughton (Agricultural University of Norway), J Hunt (University of Lancaster, UK), A Liland, and H Thørring (Norwegian Radiation Protection Authority).

Rural Waste Disposal Options: Originated by AF Nisbet, JA Mercer and N Hesketh (National Radiological Protection Board, UK). Contributions from D Oughton (Agricultural University of Norway), J Hunt (University of Lancaster, UK).

10.2 Literatura

- [An89] Andersson,I.: Transfer of Cs-137 from Feed to Lambs Meat and Influence of Feeding Bentonite, Swedish J.agric.Res 19 (1989),85-92
- [As87] Assimakopoulos,P.A., Ionides, K.G. et al.: Measurement of the Transfer Coefficient for Radiocesium Transport from Sheeps Diet to its Milk, Health Physics 53 (1987), 685-689
- [AVV90] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu par.45 Strhalenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, Bundesanzeiger 42/64a (1990), 1-23
- [Be83] Bertilsson,J.,Andersson,K.,Johanson,J.: Feeding Green-Cut Forage Contaminated by Radioactive Fallout to Dairy Cows, Health Physics 55/6 (1988), 855-862
- [BGA90] Gans,I.,Bunger,Th.,Abelmann,S.,Viertel,H.: Zur Festlegung von Richtverten nach par.6 StrVG fur Klärschlämme, Abfälle und Reststoffe, Institut fur Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin, 1990
- [Bonk82] Bonka,H.: Strahlenbelastung durch radioaktive Emissionen aus kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb, Verlag TUV Rheinland,Koln,1982
- [Bonk88] Bonka,H.: Supply of Air Filters after the Nuclear Accident at Chernobyl, in: Proceedings of the 20th DOE/NRC Nuclear Air Cleaning Conference, Harvard Air Cleaning Laboratory, Boston, 1988
- [Bord89] Bordin,G.: Gesetzlicher Auftrag des Integrierten Mess- und Informationssystems (IMIS), in: Fachliches Kolloquium zum IMIS zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt, Institut fur Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes,, Neuherberg, 1989
- [Bu64] Buldakov,L.A.: Biological Effects of Radioactive Isotope Metabolism and Biological Effects of Cesium 137 on Sheep, in: Distributio, Biological Effects and Accelarated Excretion of Radioactive Isotopes, Ed. Y.I.Moskalev, UNCLAS, Moskva (1964) AEC-tr-7590, 178-193
- [Dour81] Doury,A.: Le vademecum des transferts atmospheriques, Rapport DSN No.440, Commissariat a l energie atomique, IPSN, 1981

- [DRSA] Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase A, Fachband 8: Unfallfolgenrechnung und Risikoergebnisse, Koln,1981
- [DRSB] Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B, Koln,1990
- [Ek61] Ekman, L.: Distribution and Excretion of Cs in Goats, Pigs and Hens, Acta Veterinaria, Vol.2, Supplement 4 (1961), 1-83
- [Ek67] Ekman, L.: Mechanisms of Uptake and Accumulation of Radionuclides in Terrestrial Animals, in: Radioecological Concentration Processes, Proc.Int.Sem. Stockholm 25.-29.04.1966, Ed. by B.Aberg and F.Hungate, Pergamon Press (1967), 547-560
- [Fo87] Forslunf,K., Jones,B.: Cesiumomsättning hos lamm, Fakta/Veterinärmedicin 1, Sveriges lantbruksuniversitet Uppsala
- [Ga88] Gattavecchia,E.,Ghini,S., Tonelli,D.: Cs-137 Transfer from Forage to Milk and its Removal by Clay Treatment, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 121, (1988), 9-15
- [Garl90] Garland,J.A., Pattenden,N.J.: Resuspension following Chernobyl, in: Proc. of the CEC Seminar on Methods and Codes for Assessing the Offsite Consequences of Nuclear Accidents, Athen, 1990
- [Go65] Goldman,M., Longhurst,W.M., et al.: The Comparative Metabolism of Strontium, Calcium and Cesium in Deer and Sheep, Health Physics 11 (1965), 1415-1422
- [Ha68a] Havlicek,F.,Kleisner,J. et al: Beitrag zum Stoffwechsel von Cs-134 bei Nutztieren, 1.Mitteilung, Radiobiologia Radiotherapia 9 (1968), 475-479
- [Ha68b] Havlicek,F.,Kleisner,J. et al: Beitrag zum Stoffwechsel von Cs-134 bei Nutztieren, 2.Mitteilung, Radiobiologia Radiotherapia 9 (1968), 481-485
- [Hen85] Henrichs,K.,Eiberweiser,C.,Paretzke,H.G: Dosisfaktoren für die Kontamination der Haut und der Kleidung, GSF-Bericht 7/85, München, GSF, 1985
- [Ho80] Van den Hoek, J.: The Influence of Bentonite on Cesium Absorption and Metabolism in the Lactating Cow, Z.Tierphysiol.Tierern.Futtermittelkd 43,(1980), 101-109

- [Ho87a] Howard,B.J.,Beresford,N.A. et al: A Comparison of Cs-137 and 134 Activity in Sheep Remaining on Upland Areas Contaminated by Chernobyl Fallout with Those Removed to Less Active Lowland Pasture, J.Soc.Radiol.Prot. 7/2 (1987), 71-73
- [Ho90] Hove,K.,Hansen,H.,Strand,P.: Experience with the Use of Cs Binders to Reduce Radiocesium Contamination of Grazing Animals, in: Proc. of symp. on environmental contamination following a major nuclear accident, Vienna, 16.-20.10.1989, IAEA-SM-306/39, Vienna 1990, Vol.2, 181-189
- [IAEA89] Cleanup of Large Areas Contaminated as a Result of Nuclear Accident, Technical Report Series No.300, IAEA Vienna, 1989
- [IAEA92] Angabe der geographischen Lage aller Kernkraftwerke
- [ICRP60] ICRP Publication No.60, 1990
- [ICRP93] Principles of Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, Principles for Planning, ICRP Publication No.63,1993
- [ISH88] Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für schwachradioaktiv kontaminierte Abfälle, Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, Neuherberg, 1988
- [Jo66] Johnson,J.E.,Ward,G.M.: An In-Vivo Gamma Ray Spectrometer for Isotope Metabolism Studies in Dairy Cattle, in: Radioisotopes and Radiation in Dairy Science and Technology, Proc. Sem. Vienna (1966), 203-209
- [KI90] Kliment,V.,Bucina,I.: Contamination of Food in Czechoslovakia by Cs Radioisotopes from the Chernobyl Accident, J.Environm.Radioactivity 12 (1990), 167-178
- [Li57] Lin,D.I.,Mokalev,Y.I: On the Metabolism of Cs, Sr and Mixture of Beta Emitters in Cows, J.Nucl.Energy 11 (1957), 413-420
- [NRPB81] Jones,J.A.: A Model for Long Range Atmospheric Dispersion of Radionuclides Released over a Short Period, NRPB-R124, Chilton, 1981
- [NRPB88] The effectiveness of various decontamination techniques for reducing external radiation doses to people living in an urban environment, NRPB, EUR-11408, Luxemburg,1988

- [Ph88] Phillippo,M.,Gvozdanic,S.: Reduction of Radiocesium Absorption by Sheep Consuming Feed Contaminated with Fallout from Chernobyl, Veterinary Record 122 (1988), 560-563
- [Sa66] Sansom,B.F.: J.Agric.Sci. 66 (1966), 389, Citace v: Twardock,A.R.: Cs-137 Retention by Cattle, Sheep and Swine, Health Physics 16 (1969), 315-323
- [SSK9] Radionuklide in Wasser-Schwebstoff-Sediment-Systemen und Abschätzung der Strahlenexposition, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 9, Stuttgart, 1988
- [Tw69] Twardock,A.R., Crackel,W.C.: Cs-137 Retention by Cattle, Sheep and Swine, Health Physics 16 (1969), 315-323
- [Va88] Vankerkom,J., vanHees,M., et al: Transfer to Farm Animals and their Products of Cs-134, Cs-137 and I-131 after the Chernobyl Accident. In: impact des accidents d'origine nucleaire sur l'environnement, Proc.Symp. int. de radioecologie, Cadarache, 14.-18.04.1988, France, 1988, Tome 2E, 111-119
- [Vo89] Voight,C., Prohl,G. et al: Determination of Transfer Coefficients of Cesium and Iodine from Feed into Domestic Animals, The Science of the Total Environment, 85 (1989), 329-338
- [Wo90] Wood, G.M. et al: Transfer of Radioactive Contamination from Milk to Commercial Dairy Products, in: Proc. Sem. on Radioactivity Transfer during Food Processing and Culinary Preparation, Cadarache, France, 18.- 21.1989, CEC Dir.Xi-3508, 1990, 275-293
-