



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Dekontaminace osob a techniky v případě vzniku radiální havárie**

**Decontamination of People and Technology in Case of Radiation  
Emergency**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva  
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: Ing. Josef Koc, CSc.

**Bc. Radana Malhocká**

---

**Kladno, květen 2019**



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Malhocká** Jméno: **Radana** Osobní číslo: **478557**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Civilní nouzové plánování**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Dekontaminace osob a techniky v případě vzniku radiační havárie**

Název diplomové práce anglicky:

**Decontamination of People and Technology in Case of Radiation Emergency**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude popis legislativních požadavků, postupů a činností souvisejících s dekontaminací osob, techniky a zařízení po radiační havárii a analýza činností jednotlivých zasahujících složek. V teoretické části bude popsán právní rámec, mezinárodní doporučení a další dokumenty související s problematikou havarijní připravenosti a řízení činností při vzniku havarijních stavů a zabezpečení nápravy stavu po radiační havárii. V praktické části budou pomocí dílčích analýz a SWOT analýzy zkoumány a evaluovány činnosti a pracovní postupy jednotlivých složek IZS, SÚRO, SÚJB a dalších organizací veřejné správy podílejících se na realizaci havarijního cvičení Bechyně 2018. Výsledkem práce bude návrh opatření pro zlepšení metod dekontaminace osob v případě radiační havárie. Navrhovaná opatření budou v přiměřené míře použitelná i pro osoby podílející se na havarijních zásazích a při zabezpečování havarijní odezvy.

Seznam doporučené literatury:

- [1] MAREŠ, Miroslav, REKTOŘÍK, Jaroslav a ŠELEŠOVSKÝ, Jan, Krizový management: případové bezpečnostní studie, Ekopress, 2013, ISBN 978-80-86929-92-7
- [2] HÁLA, Jiří, Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie, Brno: Konvoj, 1998, ISBN 80-856-1556-8
- [3] PROUZA, Zdeněk a JIŘÍ ŠVEC, Zásahy při radiační mimořádné události, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, ISBN 978-80-7385-046-3

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Josef Koc, CSc.**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

**RNDr. Zdeněk Rozlívka**

Datum zadání diplomové práce: **13.11.2018**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2020**

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.  
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Dekontaminace osob a techniky v případě vzniku radiační havárie vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně dne 16.05.2019

.....  
podpis

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Josefu Kocovi, CSc., za odborné vedení práce, doporučení vhodné odborné literatury, konzultace, rady, připomínky a trpělivost.

Za cenné postřehy, informace a podklady děkuji svým kolegyním.

## **Abstrakt**

Diplomová práce Dekontaminace osob a techniky v případě vzniku radiační havárie se zabývá popisem legislativních požadavků, postupů a činností, souvisejících s dekontaminací osob, techniky a zařízení po radiační havárii a analýzou činností jednotlivých zasahujících složek. Je rozdělena do dvou částí teoretické a praktické.

Teoretická část je zaměřena na popis právního rámce, doporučení mezinárodních organizací a dalších požadavků, které souvisejí s problematikou připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost, vlastní odezvou na radiační mimořádnou událost a zabezpečení nápravy stavu po radiační havárii.

Praktická část diplomové práce pomocí dílčích analýz a SWOT analýzy prověřuje Vnější havarijním plánem Jaderné elektrárny Temelín místo dekontaminace (letiště v Bechyni), posuzuje koordinaci sil a prostředků HZS krajů, ZÚ HZS ČR a AČR při třídění kontaminovaných osob a techniky. Praktická část dále analyzuje postupy a vlastní zabezpečení dekontaminace osob a techniky, využití systému osobní dozimetrie, účinnost a kapacitní možnosti speciálního zařízení pro detekci kontaminace štítné žlázy radioizotopy jódu. Tato část rovněž posuzuje logistické zajištění procesu dekontaminace, prostorové uspořádání jednotlivých dekontaminačních a měřících zařízení, spolupráci zúčastněných složek, komunikaci, interoperabilitu, způsob velení na rozsáhlém místě dekontaminace (MD), náročnost administrativních úkonů na MD a v neposlední řadě dostatečnost plánovaného personálního zabezpečení.

Cílem práce je vyhodnocení procvičení, při sdružování činností společných pro HZS, AČR, součinnosti složek IZS a následný návrh opatření pro zlepšení metod dekontaminace osob a techniky v případě vzniku radiační havárie, která budou v přiměřené míře použitelná i pro osoby podílející se na havarijních zásazích a při zabezpečování nápravy stavu po radiační havárii.

## **Klíčová slova**

Dekontaminace; radiační havárie; IZS; havarijní plán; stanoviště; koordinace.

## **Abstract**

The diploma thesis Decontamination of People and Technology in Case of Radiation Emergency deals with description of legislative requirements, procedures and activities related to decontamination of people, technology and equipment after radiation accident, and analysis of activities of individual task forces. It is divided into two parts, theoretical and practical.

The theoretical part is focused on description of legal framework, recommendations of international organizations and other requirements related to the subject of preparedness for a radiological emergency response, the response to a radiological emergency itself and the remediation of the situation after a radiation emergency.

The practical part of the thesis verifies the decontamination location (Bechyně Airport) using partial analyzes and SWOT analysis of the External emergency plan of Temelín Nuclear Power Plant, assesses the coordination of forces and equipment of the regional Fire Rescue Service, the Fire and Rescue Service of the Czech Republic and the Armed Forces of the Czech Republic during selection of contaminated people and technology. The practical part also analyzes the procedures and own security of the decontamination of people and technology, the use of the personal dosimetry system, the efficiency and capacity of a special device for the detection of thyroid contamination using radioisotopes of iodine. This part also assesses logistical provisioning of the decontamination process, spatial arrangement of the individual decontamination and measuring devices, cooperation of involved task forces, communication, interoperability and the manner of command on the large decontamination location, the complexity of administrative tasks on the decontamination location and, last but not least, the adequacy of the planned staffing.

The aim of the thesis is to evaluate the practice of combining common activities of Fire Rescue Service, Armed Force, cooperation of Integrated Rescue System units and subsequent proposal of measures for improvement of personal and technological decontamination methods in case of a radiation accident, which will be reasonably applicable also for personnel involved in emergency interventions and in securing remedy after radiation accident.

## **Keywords**

Decontamination; radiation accident; IRS; emergency plan; location; coordination.

## Obsah

1	Úvod .....	11
2	Současný stav .....	13
2.1	Klíčové pojmy .....	13
2.1.1	Radiační mimořádná událost .....	13
2.1.2	Integrovaný záchranný systém .....	14
2.1.3	Bojový řád.....	14
2.1.4	Dekontaminace radioaktivních látek .....	14
2.2	Legislativa.....	15
2.2.1	Zákony .....	15
2.2.2	Vyhlášky .....	16
2.2.3	Havarijní plány .....	17
2.3	Dekontaminace .....	22
2.3.1	Druhy dekontaminace .....	23
2.3.2	Dezaktivací metody .....	24
2.3.3	Dezaktivací činidla.....	24
2.3.4	Technické prostředky používané k dekontaminaci HZS .....	25
2.3.5	Technické prostředky používané k dekontaminaci Armádou ČR....	27
2.3.6	Technické prostředky k detekci povrchové kontaminace .....	29
2.4	Postup zasahujících složek při dekontaminaci radioaktivní látkou .....	29
2.4.1	Dekontaminace zasahujících osob .....	30
2.4.2	Dekontaminace osob.....	31
2.4.3	Dekontaminace techniky.....	31
2.4.4	Dekontaminace věcných prostředků.....	32



2.5	Postup při kontrole kontaminace štítné žlázy .....	32
2.5.1	Popis systému měření kontaminace štítné žlázy .....	32
2.5.2	Postup měřicích složek .....	33
2.5.3	Přístroje pro měření kontaminace štítné žlázy .....	34
3	Cíl práce a hypotézy .....	35
4	Metodika .....	37
5	Výsledky .....	38
5.1	Námět Instrukčně metodického zaměstnání .....	38
5.2	Úkoly zúčastněných složek .....	39
5.3	Síly a prostředky .....	40
5.4	Legislativa k Instrukčně metodickému zaměstnání .....	40
5.5	Místo dekontaminace letiště Bechyně .....	41
5.6	Kontrola povrchové kontaminace a stanoviště dekontaminace osob .....	43
5.6.1	Kontrola povrchové kontaminace osob .....	43
5.6.2	Kontrola povrchové kontaminace techniky (1 portál) .....	46
5.6.3	Dekontaminace osob .....	48
5.6.4	Dekontaminace techniky .....	52
5.6.5	Kontrola kontaminace štítné žlázy .....	55
5.6.6	Vyhodnocení propustnosti portálů k detekci kontaminace .....	57
5.6.7	Vyhodnocení propustnosti stanovišť k dekontaminaci .....	57
6	Diskuze .....	58
7	Závěr .....	67
8	Seznam použitých zkratk .....	69
9	Seznam použité literatury .....	71

10	Seznam použitých obrázků .....	81
11	Seznamu použitých tabulek .....	82

# 1 ÚVOD

Rostoucí světová populace, technická revoluce 4.0 (čtvrtá průmyslová revoluce), postupný přechod automobilů s klasickým spalovacím motorem na elektromobily nebo i zvyšující se podíl střední třídy v nejlidnatějších zemích světa. To všechno jsou příčiny zvyšující se spotřeby elektrické energie. S ohledem na moderní ekologické požadavky je čím dál tím těžší tyto energetické požadavky naplnit. Jaderné elektrárny představují čistý a ekonomicky efektivní zdroj energie. Přesto je budování a provoz jaderných reaktorů pořád ožehavé a kontroverzní téma. Důvodem jsou potenciální radiologické následky na lidském organismu, znehodnocení majetku a ovlivnění kvality přírody v případě vzniku radiační havárie na jaderné elektrárně. Z nedávné historie jsou nejznámějšími příklady poškození reaktorů elektráren v japonské Fukušimě nebo ukrajinském Černobyli.

Vzhledem na ojedinělý, avšak mimořádně závažný ráz těchto potenciálních dopadů je potřebné se na potlačení projevů radiačních havárií důkladně připravit. Odstraňování následků radiační havárie zahrnuje různé aspekty, od technické standardizace, přes bezpečnostní postupy až po zapojení zdravotnických složek. Je nesmírně důležité všechny tyto postupy legislativně zakotvit, zpracovat příslušné havarijní plány a ty v pravidelných intervalech procvičovat, aby v případě reálné radiační havárie byla odezva jednotlivých složek koordinovaná a co nejefektivnější.

Tato diplomová práce se právě proto zabývá popisem legislativních požadavků, postupů a činností souvisejících s odstraňováním následků po radiační havárii. Kromě výše zmiňovaných aspektů přihlíží také na existující právní rámce a mezinárodní smlouvy nebo doporučení pro dekontaminaci a zabezpečení nápravy stavu po radiační havárii. Tyto teoretické návrhy jsou v práci podrobeny SWOT analýze. Zvláštní pozornost je v praktické části diplomové práce věnována pozorování, posuzování a vyhodnocení havarijního cvičení na téma dekontaminace osob a techniky na letišti v Bechyni v roce 2018.

Veškeré poznatky budou v závěru práce použity na návrh zlepšení metod dekontaminace osob, techniky a zařízení kontaminované při radiační havárii. Tato zlepšení budou v přiměřené míře aplikovatelná i pro osoby podílejících se na zabezpečování havarijní odezvy a realizaci nápravy stavu po radiační havárii.

## 2 SOUČASNÝ STAV

Následující odstavce kapitoly slouží k identifikaci klíčových pojmů souvisejících s tématem; přehledu legislativních požadavků a dokumentů z nich vyplývajících; analýze postupů a činností jednotlivých zasahujících složek při dekontaminaci osob a techniky po radiační havárii.

### 2.1 Klíčové pojmy

#### 2.1.1 Radiační mimořádná událost

Radiační mimořádná událost (RMU) je událostí, při níž dojde nebo může dojít k překročení limitů stanovených pro ozáření a vyžaduje opatření, která zabrání tomuto překročení nebo zhoršení situace z hlediska zajištění radiační ochrany.

Atomový zákon, jenž vstoupil v platnost dnem 10. srpna 2016 a účinnosti nabyl ke dni 1. ledna 2017, rozlišuje tři stupně radiační mimořádné události:

Radiační mimořádná událost 1. stupně je událostí, kterou zvládne vlastními silami a prostředky řešit obsluha (pracovníci), která vykonávala práci ve směně, při níž došlo ke vzniku události.

Radiační nehoda je událost, která již není zvládnutelná vlastními silami a prostředky obsluhy (pracovníků), která vykonávala práci ve směně, při níž došlo ke vzniku události, nebo událost, jež vznikla nálezem, zneužitím nebo ztrátou radionuklidového zdroje, avšak nevyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo.

Radiační havárie splňuje znaky radiační nehody, avšak vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo. [73]

### **2.1.2 Integrovaný záchranný systém**

Mimořádné události vyžadují součinnost složek podílejících se na záchranných a likvidačních pracích. Proto byl vytvořen integrovaný záchranný systém, který koordinuje postupy zasahujících složek. Je tvořen základními a ostatními složkami.

Základní složka zahrnuje Hasičský záchranný sbor ČR a jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, Policii České republiky a poskytovatele zdravotnické záchranné služby.

Ostatní složky IZS, které poskytují plánovanou pomoc na vyžádání, zahrnují např. vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ozbrojené bezpečnostní sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní a pohotovostní služby, zařízení civilní ochrany, ale také neziskové organizace a sdružení občanů, jejichž síly a prostředky lze využít k záchranným a likvidačním pracím. [74]

### **2.1.3 Bojový řád**

Bojový řád je souhrnem metodických listů, které jsou formou pokynů vydávány generálním ředitelem Hasičského záchranného sboru. Jednotlivé metodické listy obsahují taktické postupy jednotek požární ochrany a jsou rozděleny dle zaměření do kapitol O (Obecné zásady), N (Nebezpečí), Ř (Řízení), P (Požární zásah), S (Součinnost), T (Technický zásah), L (Nebezpečné látky), D (Dopravní nehody), Ob (ochrana obyvatelstva). [4]

### **2.1.4 Dekontaminace radioaktivních látek**

Bojovým řádem jednotek požární ochrany je dekontaminace radioaktivních látek (RaL) charakterizována jako soubor metod, postupů a prostředků, které vedou ke snížení rizika ozáření osob povrchovou kontaminací, omezí riziko šíření radioaktivních látek a zamezí druhotné kontaminaci povrchové a vnitřní.

V případě dekontaminace radioaktivních látek je tento postup nazýván též dezaktivací. [4]

## 2.2 Legislativa

Legislativní požadavky upravující mírové využívání jaderné energie jsou zakotveny v zákonech, vyhláškách, návodech a normách. Na prvním místě je z hlediska důležitosti legislativa ČR (atomový zákon). Dozorovým orgánem v oblasti dodržování zákonem stanovených požadavků v dané oblasti je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), který vydává vyhlášky upřesňující požadavky kladené na dodržování jaderné bezpečnosti.

Legislativa uplatňovaná v ČR je v rámci EU harmonizována s požadavky a doporučeními Euratom (Evropské společenství pro atomovou energii), MAAE (Mezinárodní agentura pro atomovou energii) a Wenra (Asociace západoevropských dozorných orgánů nad jadernou bezpečností).

### 2.2.1 Zákony

**Zákonem č. 18/1997, Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření** (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, byla řešena úprava způsobu využívání jaderné energie a ionizujícího záření (IZ), systém ochrany osob a životního prostředí před škodlivými účinky IZ. Dále byly zákonem stanoveny podmínky pro bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem, odpovědnost za škody v případě jaderných škod a výkon státní správy v souvislosti s dozorem při využívání jaderné energie a činnostech, které vedou k ozáření.

V současné době je tento zákon účinný v části, která upravuje odpovědnost za jadernou škodu a je vydán jako zákon č. 264/2016 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím atomového zákona. V dalším je zákon č. 18/1997 Sb. nahrazen zákonem č. 263/2016 Sb., atomovým zákonem. [73]

**Zákon č. 263/2016, Sb., atomový zákon,** navazuje a zapracovává předpisy Evropského společenství pro atomovou energii (Euratom) a Evropské unie (EU). Jeho prostřednictvím jsou upraveny např. podmínky mírového využití jaderné energie, zabezpečení jaderných zařízení, materiálů, zdrojů ionizujícího záření, zvládání mimořádných situací, monitorování radiační situace, stanovení požadavků k zajištění nešíření jaderných zbraní a samozřejmě výkon státní správy v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření. [76]

**Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému,** vymezuje působnost složek IZS, státních orgánů a územních samosprávních celků, definuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v době přípravy na mimořádné události, při záchranných a likvidačních pracích, za krizových stavů při ochraně obyvatelstva. [74]

**Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií,** na základě směrnice Evropského parlamentu vydané dne 4. července 2012, stanovuje systém prevence závažných havárií objektům, v nichž je umístěna nebezpečná látka. Upravuje také povinnosti právnických či fyzických osob objekt užívajících a působnost orgánů veřejné správy. [75]

### 2.2.2 Vyhlášky

**Vyhláška č. 227/2015 Sb.,** o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku, zapracovává směrnici Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES a upravuje náležitosti obsahu: posouzení rizik závažné havárie a jejich rozsah u objektů zařazených do skupiny A a B, bezpečnostního programu a bezpečnostní zprávy, zprávy o posouzení bezpečnostní zprávy, vnitřního havarijního plánu a také jejich strukturu, záznamu přezkoumání



bezpečnostního programu, podkladů pro stanovení zóny havarijního plánování, kritéria hodnocení návrhu bezpečnostní dokumentace a rozsah a povahu dokumentů, které může zpracovatel posudku požadovat pro účel posouzení návrhu bezpečnostní dokumentace. [64]

**Vyhláška 359/2016 Sb.**, o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události. Vyhláškou jsou zpracovány příslušné předpisy Euratomu týkající se uvedené problematiky. [65]

**Vyhláška 360/2016 Sb.**, o monitorování radiační situace. Vyhláška zpracovává příslušné předpisy Euratom. [66]

**Vyhláška 422/2016 Sb.**, o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Vyhláškou jsou zpracovány příslušné předpisy Euratomu týkající se uvedené problematiky. [67]

**Vyhláška 21/2017 Sb.**, o zajišťování jaderné bezpečnosti jaderného zařízení, zpracovává příslušné předpisy Euratom, vztahující se k uvedené problematice. [68]

**Vyhláška 329/2017 Sb.**, o požadavcích na projekt jaderného zařízení, je prováděcím předpisem, který zpracovává požadavky Euratom. [70]

### **2.2.3 Havarijní plány**

Havarijní plány jsou dokumenty, zpracovávané v souladu s legislativními požadavky, popisující postupy a činnosti vedoucí ke zmírnění nebo odstranění následků mimořádné události nebo havárie. Zpracovává se havarijní plán kraje pro řešení mimořádné události vyžadující vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu; vnější havarijní plán, dle atomového zákona, pro jaderná zařízení, pracoviště IV. kategorie, objekty a zařízení s možností vzniku závažné havárie, jejichž příčinou jsou nebezpečné chemické látky a přípravky a vnitřní havarijní plán,

který zpracovávají pouze provozovatelé jaderných zařízení, pracovišť IV. kategorie a provozovatelé objektů a zařízení, u nichž je předpoklad vzniku závažné havárie a jsou zařazeni, dle zákona o prevenci závažných havárií, do skupiny B a mají za povinnost zpracovat bezpečnostní zprávu. [69][65]

Požadavky na obsah havarijních plánů jsou zakotveny ve vyhlášce č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému (havarijní plán kraje, vnější havarijní plán) a dále ve vyhlášce 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události (Národní radiační havarijní plán, havarijní řád, vnitřní havarijní plán, zásahové instrukce).

V podkapitolách se seznámíme se základní strukturou jednotlivých havarijních plánů. Kompletní požadavky na strukturu a obsah jsou stanoveny v příslušných legislativních dokumentech.

### **2.2.3.1 Havarijní plán kraje**

Havarijní plán kraje (HPK) je zpracováván Hasičským záchranným sborem kraje k řešení mimořádných událostí vyžadujících vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu, jak je výše uvedeno. Je zpracováván nejméně ve dvou vyhotoveních, kdy jedno je součástí krizového plánu kraje a druhé je předáno operačnímu a informačnímu středisku kraje (OPIS). [69]

K jeho zpracování se provádí analýza vzniku mimořádných událostí (MU) obsahující přehled možných MU, jejich zdrojů, rozsah ohrožení a také předpokládaný rozsah záchranných a likvidačních prací. [69]

Plán je rozdělen do tří částí, informační a operativní části a plánů konkrétních činností. V informační části je charakterizován kraj z hlediska geografického, demografického, klimatického, hydrologického. Součástí je popis infrastruktury kraje, skutečnosti vyplývající z analýzy možného vzniku MU a v případě možnosti

vzniku MU na více místech popis nejvýše nebezpečné možnosti. Operativní část zahrnuje síly a prostředky pro záchranné a likvidační práce. Třetí část obsahuje patnáct plánů konkrétních činností (plán: vyrozumění, traumatologický, varování obyvatelstva, ukrytí obyvatelstva, individuální ochrany obyvatelstva, evakuace obyvatelstva, nouzového přežití obyvatelstva, monitorování, veřejného pořádku a bezpečnosti, ochrany kulturních památek, hygienických a protiepidemických opatření, komunikace s veřejností a hromadnými sdělovacími prostředky, odstranění odpadů, psychosociální krizové pomoci lidem zasaženým mimořádnou událostí a pohotovostní plán veterinárních opatření. [69]

### **2.2.3.2 Vnější havarijní plán**

Vnější havarijní plán (VHP) je zpracováván Hasičským záchranným sborem pro zónu havarijního plánování:

- pro jaderná zařízení nebo pracoviště IV. kategorie, dle atomového zákona
- pro objekty a zařízení skupiny B, dle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů

Vnější havarijní plán sestává z textové a grafické části, kdy textová část zahrnuje informační a operativní údaje, plány konkrétních činností a grafická část mapy, grafy, schémata, atd. [69]

Informační část obecně charakterizuje dotčené jaderné zařízení nebo pracoviště IV. kategorie, území, na němž se objekt nachází, po stránce demografické, geografické, klimatické, včetně popisu infrastruktury. Dále potom seznam obcí zahrnutých do vnějšího havarijního plánu, výsledky analýz možných radiačních havárií, systém jejich klasifikace, požadavky na ochranu obyvatelstva. Operativní část obsahuje souhrn opatření, která provádí držitel povolení při vzniku radiační havárie nebo při podezření možného vzniku havárie. Třetí část je souhrnem šestnácti plánů konkrétních činností (plán: vyrozumění, varování obyvatelstva,

záchranných a likvidačních prací, ukrytí obyvatelstva, jodové profylaxe, evakuace osob, individuální ochrany osob, dekontaminace, monitorování, regulace pohybu osob a vozidel, traumatologický, pohotovostní plán veterinárních opatření, regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody, opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti, zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti, komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky). [69]

### 2.2.3.3 Vnitřní havarijní plán

Vnitřní havarijní plán zpracovávají v rámci připravenosti k odezvě na radiální mimořádnou událost ve svých areálech provozovatelé:

- jaderných zařízení nebo pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření, dle atomového zákona
- objektů a zařízení zařazených do skupiny B, dle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů

Vnitřním havarijním plánem je stanoven způsob zajištění připravenosti k havarijní odezvě, informační, materiální, ekonomické a lidské zdroje pro případný vznik závažné havárie, zvládnání těchto havárií, opatření, která zajistí monitoring následků a sanaci místa havárie. Upravuje také způsob dokumentace protokolů, změn a aktualizací a strukturu plánu. [65]

Vnitřní havarijní plán je rozdělen na část informační, operativní, grafickou, dokumentační a přehled ostatních plánů pro řešení mimořádných událostí. Informační část obsahuje identifikační o provozovateli, objektu (včetně popisných), činnostech v objektu a jeho okolí, nebezpečných látkách, zdrojích možného rizika a osobách oprávněných jednat. Operativní část popisuje scénáře možných havárií, jejich možný průběh, řešení, bezpečnostní opatření, použití sil a prostředků k likvidaci havárie, plány konkrétních činností. Grafická část znázorňuje mapy

či plány situací bezpečnostních opatření, například únikové cesty, evakuační trasy. V dokumentační části je zpracován přehled dokumentů, které dokládají, že zaměstnanci byli seznámeni s možnými havarijními situacemi a postupem, výsledky cvičení nebo podněty k úpravám a změnám plánu. V závěrečné části je zpracován přehled plánů pro řešení mimořádných situací, které jsou schvalovány podle zvláštních předpisů. [65]

#### **2.2.3.4 Národní radiační havarijní plán**

Národní radiační havarijní plán je atomovým zákonem definován jako: *„plán zpracováváný pro území České republiky vně areálu jaderného zařízení nebo pracoviště IV. kategorie pro přípravu na řízení a provádění odezvy na radiační nehodu nebo radiační havárii s dopadem mimo zónu havarijního plánování.“* [76]

Plán je rozdělen na tři části – úvodní, opatření k odvrácení nebo zmírnění dopadů radiační mimořádné události a přílohovou. Úvodní část sestává z výčtu v České republice stanovených zón havarijního plánování jaderných zařízení či pracovišť IV. kategorie a oblastí, ve kterých byla zjištěna ohrožení kategorie E, tj. vliv dopadu radiačních havárií vzniklých mimo území Českého státu. Rovněž popisuje organizace krizového řízení ústředních správních úřadů pro řešení radiační havárie za vyhlášení nouzového stavu, seznam úřadů státní správy, které se na řešení situace podílí, včetně kontaktů, úkolů a kompetencí. V části opatření k odvrácení nebo zmírnění dopadů radiační mimořádné události je uveden plán nejvhodnějších variant radiační ochrany pro správu kontaminované oblasti, příznaky změny nehodové expoziční situace na expoziční situaci existující a opatření, která zabezpečují koordinaci organizací podílejících se na havarijní připravenosti v České republice, zemích EU a zemích, kterých se vzniklá radiační havárie může dotýkat, či byly radiační havárií postiženy. Přílohová část obsahuje plán spojení a zóny havarijního plánování ve formě digitalizovaných map. [65]

### 2.2.3.5 Požadavky na obsah havarijního řádu

Havarijní řád je rozdělen na část úvodní; část, která se týká výkonu povolované činnosti; část popisující připravenost k havarijní odezvě a část přílohovou. V úvodní části jsou zaznamenány údaje žádosti o povolení, definované § 16, odstavce 1, písmene a) až e) a písmene g), zákona č. 263/2016 Sb., atomového zákona; jméno a příjmení osoby odpovídající za zpracování havarijního řádu spolu se spojením na osoby řídící odezvu a také popis materiálu, jeho obalu a způsobu, kterým může být přepravován. Obsahem části výkonu povolované činnosti je popis RMU (1. stupeň, radiační nehoda a radiační havárie), jejichž možný vznik lze předpokládat a taktéž přehled osob, které mohou být RMU dotčeny. Část zajištění připravenosti k odezvě je souborem popisů technických a organizačních opatření (např. opatření pro zjištění vzniku RMU, vyhlášení RMU, k ověřování havarijního řádu). Přílohová část je tvořena seznamem zásahových instrukcí, informačním a vyrozumívacím formulářem. [65]

## 2.3 Dekontaminace

Jestliže kontaminaci lze obecně charakterizovat jako zamoření či znečištění škodlivými, nebezpečnými látkami, potom lze dekontaminaci charakterizovat jako činnost, při níž jsou kontaminanty eliminovány.

Bojový řád jednotek požární ochrany HZS definuje dekontaminaci jako: „*soubor metod, postupů, organizačního zabezpečení a prostředků k účinnému odstranění nebezpečné látky (dále též „kontaminant“)*. Vzhledem k tomu, že úplné odstranění kontaminantu není možné (zůstává tzv. zbytková kontaminace), rozumí se dekontaminací snížení škodlivého účinku kontaminantu na takovou bezpečnou úroveň, která neohrožuje zdraví a život osob a zvířat. Dekontaminační proces končí likvidací dekontaminačního stanoviště, odpadní vody po dekontaminaci a kontaminovaných věcných prostředků.“ Je zajišťována chemickou službou HZS. [4]

V podmínkách AČR je dekontaminace definována jako „*Postup, při němž se odstraňují nebo zneškodňují bojové chemické a průmyslové chemické látky, biologické látky nebo odstraňují radioaktivní látky z povrchu těla osob, výzbroje techniky, jiného materiálu, objektů a terénu. Tvoří součást chemického zabezpečení.*“ AČR zajišťuje dekontaminaci prostřednictvím jednotek chemického vojska. [38]

### 2.3.1 Druhy dekontaminace

Dekontaminaci klasifikujeme podle druhu odstraňované látky na:

- dezaktivaci – odstranění radioaktivní kontaminace
- detoxikaci – odstranění toxických nebo jiných nebezpečných chemických látek
- dezinfekci – odstranění biologických agens

Tato diplomová práce je zaměřena na dezaktivaci, která je specifická vlastnostmi kontaminantu. Odstraněním radioaktivní látky z povrchu nedochází k její likvidaci nebo neutralizaci. Radionuklidy, ať přírodní či umělé, nejsou dekontaminací automaticky destruovány, pouze jsou odstraněny z povrchu a takto vzniklý radioaktivní odpad je dále zdrojem ionizujícího záření a tedy i možné sekundární kontaminace. Při dezaktivaci lze využít poločasu přeměny radionuklidů, ovšem pouze u radionuklidů s krátkým poločasem rozpadu. [33]

Dezaktivace musí být cílená, zahájena co nejdříve a s použitím činidel, které nenaruší dekontaminované povrchy. Dále je třeba dbát na použití takových postupů, které minimalizují kapalně a pevně odpady, jejichž likvidace podléhá legislativním pravidlům a musí být provedena v souladu s atomovým zákonem a na něj navazujícími vyhláškami Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. [33]

### 2.3.2 Dezaktivací metody

Metody dezaktivace rozlišujeme podle způsobu jejího provedení na metodu suchou, polosuchou a mokrou.

Suchá metoda není náročná po technické stránce. Jedná se o mechanickou metodu, tedy o otření či vysávání kontaminovaného povrchu. Záporom je časová náročnost a nízký účinek. Nejvhodnějším způsobem je v tomto případě opatrně sundat vnější ochranný oděv tak, aby nedošlo ke kontaminaci oděvu vnitřního. [33]

Polosuchá metoda je založena na principu nanesení gelu, pasty nebo pěny, kdy pěna je považována za nejvhodnější řešení, zvláště u kontaminace suchou cestou. Výhodou je dlouhodobé působení a eliminace přenosu kontaminantu. [33]

Mokrú metoda je metodou velmi nenáročnou a také nejvíce užívanou. Výhodou je, že ji lze provádět pomocí speciální dekontaminační techniky, ale též běžnou požární technikou. Nevýhodou je vznik sekundárního radioaktivního odpadu. [33]

### 2.3.3 Dezaktivací činidla

Zásadní složku dezaktivacího činidla tvoří tenzid, organická, povrchově aktivní látka, která se kumuluje při nízké koncentraci na fázovém rozhraní a tímto snižuje mezifázovou energii soustavy. Nízké povrchové napětí usnadňuje a tím zkvalitňuje proces mytí. [59]

K účinným dezaktivacími činidlům náleží například:

- Neodekont, což je dekontaminační tekuté mýdlo s obsahem abrazivní látky. Pozitivním atributem je absence korozivního účinku a vysoká dekontaminační účinnost.
- Suché pěny a jejich generátory, jejichž volba závisí na charakteru povrchu, který je dekontaminován, kontaminantu a podmínkách kontaminace.



- Dezaktivací roztoky, nejčastěji detergentů, které usnadňují proces mytí snížením povrchového napětí a látek zabezpečujících přesun kontaminantu do roztoku a tím omezují sekundární kontaminaci. [33]

#### 2.3.4 Technické prostředky používané k dekontaminaci HZS

**SDH** (stanoviště dekontaminace hasičů; dekontaminační sprcha) je místem určeným k dekontaminaci zasahujících hasičů nebo jednotek v protichemickém ochranném oděvu (POO), malého počtu osob a drobného materiálu. Nejsou nutné žádné úpravy v souvislosti se zdrojem kontaminace. V žádném případě však nelze dekontaminační sprchu využít v jednu dobu pro dekontaminaci zasahujících složek a zároveň obyvatelstva.

**SDO** (stanoviště dekontaminace osob) je určeno k dekontaminaci obyvatelstva. Tvoří je tři na sebe navazující nafukovací stany se svlékárnou, sprchou a oblékárnou, dekontaminačním pracovištěm obsluhy a technologickým zabezpečením. Podélné rozdělení zajišťuje dekontaminační prostor zvlášť pro muže a zvlášť pro ženy.

**SDO – 2** tvoří dvounápravový přívěs se stanovým dílcem, který se rozvine po vyklopení bočních vrat.

Přední část s technologickým prostorem pro obsluhu je svlékárnou kontaminovaných osob, které odloží oděv do neprodyšných obalů. Následně je proveden výtěr nosu, uší a výplach úst a očí.

Ve střední části přívěsu je provedena mokrá dekontaminace. Při výstupu ze sprchové části lze provést kontrolní měření.

Zadní část přívěsu slouží jako oblékárna. Sestava dvou přívěsů zajišťuje dekontaminační prostor zvlášť pro muže a zvlášť pro ženy.

**SDO – 3** jsou vyráběny jako dvounápravové přívěsy SDO – 3R (4 přívěsy) nebo kontejnery SDO – 3KR (4 kontejnery). Otevřením obou bočních a zadních dveří se rozvinou tři stanové přístřešky pevně napojené na přívěs (kontejner).

První přístřešek je vstupní částí a je určen jako svlékárna kontaminovaných osob a uložení kontaminovaných oděvů do neprodyšných obalů. U kontaminované osoby je následně provedena dekontaminace očí, uší, nosu a ústní dutiny.

Ve druhém přístřešku je výstupní část, která slouží jako oblékárna náhradního oděvu přiděleného obsluhou. První a druhý přístřešek jsou umístěny na delší straně přívěsu (kontejneru).

Třetí přístřešek je určen k dekontaminaci obsluhy či zasahujících osob v protichemickém ochranném oděvu a nachází se v zadní části přívěsu (kontejneru).

Prostor určený k mokré dekontaminaci je na přívěsu (kontejneru), tvoří jej dva koridory v sektoru pro muže a dva koridory v sektoru pro ženy. Je uzpůsoben taktéž k oddělené dekontaminaci dětí a raněných osob. Systém je automatizován, lze nastavit dávkování dekontaminační směsi, vody, doby nánosu dekontaminační směsi i sprchování, včetně prodlevy mezi nanesením směsi a spuštěním sprchy pro oplach. Vstup a pohyb osob je řízen semaforem.

Vstupní i výstupní část používá k vytápění přímotopné elektrické panely, které zajistí okamžitý výhřev přístřešků. Rozvody vody, vyhřívané naftovým topením, jsou koncipovány tak, aby zajistily stabilní teplotu vody určené k oplachu.

Přední část přívěsu (kontejneru) je technologickou částí. Zde je vyráběna tepelná energie, spolu s teplou vodou, kterou rozvádí do sprch, probíhá zde příprava dekontaminační směsi. V tomto prostoru jsou panely, které umožňují nastavení automatizovaných procesů.

Podvozek slouží ke sběru odpadní vody, která je odváděna do vany s rošty. Tímto je eliminováno působení odpadních vod na osoby při dekontaminaci a je chráněno i životní prostředí.

Součástí vybavení SDO – 3 jsou ližiny s nosítky pro usnadnění manipulace a snížení námahy při dekontaminaci raněných osob.

**SDT** (stanoviště dekontaminace techniky) je tvořeno technologickým pracovištěm s agregáty pro ohřátí vody a dekontaminačního činidla, hydraulickým agregátem, elektrocentrálou, trafostanicí a třemi záchytnými vanami pro záchyt odpadní vody vzniklé z hrubého oplachu, po nánosu dekontaminačního činidla a jeho následném oplachu. Ve vanách se vozidlo pohybuje po pojezdových roštech. Vozidlu je nejdříve změřena povrchová kontaminace, následně vozidlo vjede do první vany, kde dochází k oplachu hrubých nečistot vysokotlakým čističem. Poté se přesune do druhé vany, kde je nanášeno dekontaminační činidlo prostřednictvím horního, spodního a dvou bočních rámů, jejichž výšku průjezdního profilu lze korigovat (od 2x2 m do 4x4 m). Pohyb vozidla řídí semafor, nános směsi, oplach a pohyb rámů je řízen obsluhou dálkově. Po expozici dekontaminačního činidla se vozidlo přesouvá do třetí vany k oplachu vodou, která je aplikována rámy, stejně jako dekontaminační činidlo. Třetí dekontaminační vana je umístěna na hranici nebezpečné a vnější zóny, předchozí dvě jsou v zóně nebezpečné a je proto nutné použít náležitě osobní ochranné prostředky. Každá dekontaminační vana je opatřena ponorným čerpadlem k odčerpání odpadní vody (8 sběrných nádrží o objemu 2m<sup>3</sup>). Vozidlu je po opuštění dekontaminační linky opětovně změřena povrchová kontaminace. Obsluha SDT je dekontaminována na stanovišti SDH. [33]

### **2.3.5 Technické prostředky používané k dekontaminaci Armádou ČR**

Technické prostředky pro dekontaminaci osob a techniky jsou armádou České republiky využívány primárně pro armádní (vojenské) účely. V civilním sektoru jsou prostředky nasazovány na záchranné a likvidační práce v rámci pomoci

na vyžádání. AČR disponuje pro tyto účely SDO – 3, vozidly ACHR – 90 M a zařízením LINKA – 82.

**SDO – 3** (souprava pro dekontaminaci osob) je společně s vozidlem ACHR – 90 M (automobil chemický rozstříkovací) určena k dezaktivaci a dezinfekci osob, jejich hygienickou očistu a také pro dekontaminaci prostředků individuální ochrany.

Souprava je tvořena třemi nafukovacími stany, z nichž první je určen pro svlékání kontaminovaného oděvu, druhý stan pro mokrou dekontaminaci a třetí slouží jako oblékárna. Druhý a třetí stan je propojen stanem průchodovým.

Dále je SDO - 3 vybavena vodní soustavou, která zajišťuje dodávku vody a dekontaminačních činidel a odvádí odpadní vody. Zásobování vodou obstarává vozidlo ACHR – 90 M, který je schopen v případě potřeby odvádět odpadní vody.

K dalšímu vybavení patří vyhřívací a elektrická soustava, stojany na zbraně, nosítka, brašny na výstroj, zásobník s pitnou vodou, stůl a vědra pro dekontaminaci, vytyčovací souprava, pomocný materiál.

SDO - 3 je schopna desetihodinového nepřetržitého provozu při kapacitě dekontaminace 120 osob za hodinu. [41]

**ACHR – 90 M** je chemický automobil určený pro dekontaminaci osob, techniky a terénu. Mimo to jej lze použít např. k hašení požárů klasickými proudnicemi nebo vysokotlakým proudem vody, přepravě či dočasnému skladování směsí, ohřevu vody, zásobování zásahových jednotek vodou a elektrickou energií. Vozidlo ACHR – 90 M je upraveno pro možnost připojení plošiny dosahující výše 15 metrů a je schopno dekontaminace budov a velkorozměrné techniky. [41]

**LINKA – 82** je zařízením pro dekontaminaci vojenské (bojové) techniky. Skládá se z postříkového rámu a dvou zařízení, která slouží k přečerpávání vody, mytí a oplachu bojové techniky.

Ministerstvo obrany na svých webových stránkách uvádí, že: *„Pomocí tohoto zařízení lze provádět odmořování, dezaktivaci a dezinfekci rozměrné bojové techniky i běžných dopravních prostředků průjezdným způsobem. Zařízení je možno využít také k hašení požárů.“* [39]

### **2.3.6 Technické prostředky k detekci povrchové kontaminace**

Při radiační havárii jaderné elektrárny nebo výbuchu špinavé bomby se používá pro zajištění radiometrické kontroly a zjištění povrchové kontaminace přenosný rámový detektor gama záření (portál). Při zmíněných mimořádných událostech může být nařízena hromadná evakuace. Třídění osob a techniky by tedy s použitím přenosných radiometrů bylo velmi obtížné. Portál je možno sestavit pro kontrolu osob (PKO), osobních vozidel (PKOV) nebo nákladních vozidel (PKNV). [20]

Obsluha portálu je tvořena družstvem čítajícím minimálně pět příslušníků HZS. Družstvo je složeno z obsluhy terminálu, pomocníka obsluhy terminálu, spojky, vstupního a výstupního směrovníka. Je žádoucí, aby obsluha byla vybavena vhodným osobním ochranným oděvem, což je protichemický ochranný oblek (POO) se vzduchovým dýchacím přístrojem, protiplynovou filtrační maskou či ochrannou rouškou a osobním dozimetrem. Dále radiometrem pro situace, kdy nelze rozhodnout o povrchové kontaminaci prostřednictvím portálu a pro průběžnou kontrolu povrchové kontaminace obsluhy. [20]

## **2.4 Postup zasahujících složek při dekontaminaci radioaktivní látkou**

Při dekontaminaci radioaktivní látky (RaL) se zasahující složky HZS řídí Bojovým řádem jednotek požární ochrany a to zejména metodickým listem 9 L.

Ve vnější zóně, kde je dávkový příkon menší než  $1 \mu\text{Gy/h}$  a plošná aktivita menší než  $3 \text{ Bq/cm}^2$  je zřízeno dekontaminační stanoviště. Tímto stanovištěm musí projít osoby v případě, že plošná aktivita byla naměřena vyšší než je její kontrolovaná hodnota, což jsou v případě osob  $3 \text{ Bq/cm}^2$ . Pro dekontaminaci techniky je hranicí kontrolované hodnoty plošné aktivity limit  $10 \text{ Bq/cm}^2$ . [4]

Dekontaminace je prováděna suchým a mokřým způsobem, po ní následuje kontrola účinnosti dekontaminace. V případě, že je plošná aktivita naměřena vyšší než kontrolovaná hodnota, provádí se opětovně dekontaminace s kontrolou její účinnosti. Jestliže dojde znovu k překročení kontrolované hodnoty, nepokračuje se již v dekontaminaci, neboť vzniká předpoklad, že u osob došlo k průniku RaL pokožkou či vnitřní kontaminaci a u techniky došlo k průniku RaL pod povrch či do vnitřních prostor. V takovém případě je v souladu s Řádem chemické služby HZS předán Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost Záznam o kontrole kontaminace, v němž jsou naměřené hodnoty zaznamenány. [4]

V závěru je provedena rovněž dekontaminace celého pracoviště a kontrola účinnosti dekontaminace. S použitými osobními ochrannými prostředky (jednorázovými) a dalším materiálem (použitá voda, ručníky, apod.) je nakládáno jako s radioaktivním odpadem, který se ukládá do neprodyšných plastových nádob. Další osobní ochranné prostředky (např. protichemický ochranný oděv nebo vzduchové dýchací přístroje) jsou uloženy do transportních nádob mimo radioaktivní odpad a jejich dekontaminace je provedena na jiném pracovišti. [4]

#### **2.4.1 Dekontaminace zasahujících osob**

Stanoviště pro dekontaminaci zasahujících osob dělíme na základní a zjednodušené. U zasahujících osob v jednorázových ochranných oděvech (TYVEK) se provádí suchá dekontaminace. Zasahující si rozepne zip ochranného oděvu, sundá vrchní rukavice, kapuci stahuje za sebe. Obsluha následně stáhne za vnitřní stranu kapuce celý ochranný oděv na zem a pomůže zasahující osobě sundat

obuv. Zasahující osoba stojící na vnitřní straně oděvu zadrží dech a sundá si směrem dopředu ochrannou obličejovou masku, poté odloží spodní rukavice a vstoupí do čistého prostoru, kde je provedeno kontrolní měření povrchové kontaminace. V případě překročení kontrolované hodnoty plošné aktivity je provedena dekontaminace mokrou metodou. [4]

#### **2.4.2 Dekontaminace osob**

Dekontaminace osob je prováděna na SDO nebo SDZ (SDH) a nelze ji bez provedení kontroly plošné aktivity a případné dekontaminace provádět tam, kde byla provedena dekontaminace ochranných prostředků. V první řadě je provedena dekontaminace suchým způsobem, při němž jsou svrchní části oděvu rolovány nebo rozstříhány (oděv nesmí být nikdy přetahován přes hlavu) tak, aby nedošlo ke kontaktu s tělem. Oděv je odložen do uzavíratelného a označeného obalu. Následuje otěr odkrytých částí těla dekontaminačním činidlem, výplach úst, nosu, očí a kontrolní měření povrchové kontaminace. Jestliže je překročen limit kontrolované hodnoty plošné aktivity, do uzavíratelných nádob je odložen i zbývající oděv a je provedena dekontaminace mokrou metodou. Následuje opětovné kontrolní měření plošné aktivity. Nedojde-li k překročení její kontrolované hodnoty, může se osoba obléci do náhradního oděvu přiděleného obsluhou a přesune se k lékařské prohlídce. V případě překročení stanoveného limitu plošné aktivity vzniká podezření na průnik RaL povrchem kůže či vnitřní kontaminaci požitím nebo vdechnutím a osoba je po konzultaci se SÚJB odeslána do specializovaného zdravotnického zařízení. [4]

#### **2.4.3 Dekontaminace techniky**

Dekontaminace techniky se provádí v případě zjištění vyšší kontrolované hodnoty plošné aktivity, než povoluje stanovený limit. Postup je patrný z popisu SDT v podkapitole 2.3.4 Technické prostředky užívané k dekontaminaci.

#### **2.4.4 Dekontaminace věcných prostředků**

Metodický list 9L Bojového řádu jednotek požární ochrany říká, že: „*Dekontaminace transportních obalů a kontaminovaných věcných prostředků, které se nevejdou do těchto obalů a nejsou určeny k likvidaci, se provádí na stanovišti dekontaminace zasahujících.*“ Je prováděna mokrou metodou, při níž je krouživým pohybem smetáčku nanášeno dekontaminační činidlo po celé kontaminované ploše. Následuje oplach a kontrola měřením plošné aktivity, která je zajišťována Chemickou laboratoří HZS ČR. [4]

### **2.5 Postup při kontrole kontaminace štítné žlázy**

Prostředky hromadného měření radioaktivního jódu ve štítné žláze disponují měřicí složky určené k monitorování radiační situace prostřednictvím monitorovacích sítí, které v rámci odezvy na havárii jaderného zařízení zabezpečují požadavky Krizového štábu (KŠ) SÚJB. K těmto složkám náleží SÚRO. [65][13]

#### **2.5.1 Popis systému měření kontaminace štítné žlázy**

Prostřednictvím složek monitorujících radiační situaci jsou Krizovému štábu SÚJB předávána data, která slouží k hodnocení radiační situace, prognóze jejího dalšího vývoje, upřesňující identifikaci zasaženého území a v neposlední řadě k odhadu dávek osob a následnému hodnocení účinnosti ochranných opatření. Měření kontaminace štítné žlázy radioaktivním jódem provádí SÚRO na základě rozhodnutí KŠ SÚJB. [13]

K hromadnému měření kontaminace štítné žlázy radioaktivním jódem je používán systém JodDet, který umožňuje nasadit jeden i několik desítek měřicích jednotek, jejichž celkový počet je omezen plynulostí komunikace softwaru a hardwaru. Systém umožňuje, v závislosti na počtu osob podrobených měření, navýšení počtu měřicích jednotek (bez nutnosti navyšování pracovníků obsluhy) nebo jejich rozdělení na více pracovišť. Systém JodDet disponuje kapacitou cca 100



proměřených osob za hodinu při využití šesti měřicích jednotek. K omezení kapacity může dojít v důsledku změn pozadí, teploty nebo elektrického napájení. Výsledky jsou předávány do databáze programového prostředku MonRaS a dle stanovených postupů hodnoceny ve vztahu s možným rizikem vzniku deterministických účinků ve štítné žláze. [13]

### 2.5.2 Postup měřicích složek

Osoba podstupující měření kontaminace štítné žlázy je po registraci vybavena čipovou kartou nebo čárovým kódem. Po usazení k měřicí jednotce je nastaven kolimátor opatřený fólií zabraňující kontaminaci detekční části jednotky. Měřená osoba přiloží kartu nebo čárový kód ke čtečce na měřicí jednotce k registraci a následně přiloží krk ke kolimátoru, jehož dolní okraj musí spočívat na sternálním konci klíční kosti. [12]

Metodika hromadného měření radiojódů ve štítné žláze a odhadu dávky obyvatelstva za použití monitorovacího systému JodDet uvádí pro spuštění měření postup, který říká: *„Měřená osoba se usadí k měřicí jednotce, na které svítí zelená kontrolka „Připraven“.* Po usazení se zaregistruje k měření přiložením karty s čipem nebo čárovým kódem ke čtečce na měřicí jednotce. Rozsvítí se žlutá kontrolka stavu *„Čeká“* signalizující čekání na zahájení měření. Tlačítkem *START/STOP* na krytu měřicí jednotky nebo tlačítkem v softwaru spustí operátor měření (operátor ještě před stiskem *START/STOP* může softwarově změnit délku měření). Měřicí jednotka (a její signalizace stavu) se přepne do stavu *„Měření“* signalizovaného modrou kontrolkou.“ [12]

K ukončení výše uvedená metodika říká: *„Po uplynutí nastavené délky měření se signalizace detektoru přepne zpět do stavu „Připraven“ se současným zvukovým upozorněním. Při stisku START/STOP v průběhu měření se měření taktéž ukončí (může být signalizováno i zvukově) a přepne se do stavu „Připraven“.* Změřená osoba přejde k registračnímu místu, kde vrátí kartu s čipem.“ [12]

V případě, že je měřeno dítě ve věku do tří let, je k měření používán zúžený nástavec kolimátoru. Pokud je měřeno dítě s doprovodem, nejdříve se měří doprovod a poté dítě, aby mohl být posouzen vliv přítomnosti doprovodu na výsledek měření dítěte. [12]

### 2.5.3 Přístroje pro měření kontaminace štítné žlázy

SÚRO využívá ke spektrometrickému měření radioaktivního jódu ve štítné žláze kapacitní zařízení:

- systém JodDet, který je tvořen několika identickými scintilačními měřicími jednotkami, obslužným zařízením
- fantomy štítné žlázy, opatřené referenčními zdroji  $^{131}\text{I}$  nebo  $^{133}\text{Ba}$ , kterými je prováděna pravidelná kontrola detekční účinnosti systému
- kontrolní radionuklidové zdroje, určené ke kontrole funkce měřících jednotek a k jejich energetické kalibraci (nejvhodnějším zdrojem je radioizotop  $^{137}\text{Cs}$ )
- přenosné měřiče dávkového příkonu a povrchové kontaminace radionuklidů, které emitují záření beta a gama [13]

### 3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Zpracováním příslušných předpisů Euratom a EU byl v roce 2016 vydán nový atomový zákon s účinností k datu 1. 1. 2017, zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Složkám IZS byly v tomto období pořizovány a modernizovány technické a věcně podpůrné prostředky. Z uvedených skutečností vyvstal požadavek na prověření účinnosti nové techniky a prověření součinnosti složek IZS, které jsou zapojeny do VHP Jaderné elektrárny Temelín. SÚRO bylo přizváno k cvičnému měření kontaminace štítné žlázy radioaktivním jódem.

Cílem teoretické části práce je předložit přehled nejvýznamnějších legislativních požadavků souvisejících s problematikou zajištění dekontaminace způsobené RaL v důsledku radiačních havárií a posoudit účinnost technických prostředků a metodických postupů používaných zasahujícími složkami při dekontaminaci osob a techniky.

Cílem praktické části práce je ověření kapacitních možností jednotlivých dekontaminačních zařízení a prověření součinnosti složek IZS, SÚRO a jednotlivých pracovišť na místě dekontaminace. Důraz je kladen na prověření koordinace sil a prostředků složek IZS při třídění kontaminovaných osob, techniky, následné dekontaminaci; součinnosti složek, účinnosti a kapacity portálů při třídění, možnosti provozu více stanovišť dekontaminace, postupů při sdružování některých činností, účinnosti a kapacitních možností při měření kontaminace štítné žlázy.

## **Hypotézy:**

### **Hypotéza 1**

Postupy dekontaminace jsou efektivní a v souladu s legislativními požadavky kladenými na zajištění ochrany obyvatelstva a životního prostředí v případech vzniku radiačních havárií.

### **Hypotéza 2**

Kapacitní možnosti monitorovacího zařízení úrovně radioaktivní kontaminace osob a techniky použitých na Instrukčně metodickém zaměstnání na letišti Bechyně konaném v roce 2018 jsou dostačující.

## 4 METODIKA

Pro splnění cíle zadání diplomové práce byla provedena rešerše legislativních požadavků, z nich vyplývajících dokumentů stanovujících postup činnosti zasahujících složek, dostupných literárních a internetových zdrojů, souvisejících s problematikou RMU, RaL, IZ a zabezpečení nápravy stavu po radiační havárii formou dekontaminace.

V praktické části byla využita metoda SWOT analýzy, vyplývající z pozorování a analýzy činností a postupů jednotlivých zasahujících složek.

Definici SWOT analýzy lze nalézt např. na stránkách <https://mladypodnikatel.cz/co-to-je-swot-analyza-t2797>.

Tato metoda je komplexním kvalitativním hodnocením. Pro jednotlivé dílčí cíle byly identifikovány faktory hodnotící silné a slabé stránky hodnoceného subjektu a faktory hodnotící příležitosti a hrozby. Silné a slabé stránky jsou vnitřními stránkami subjektu, příležitosti a hrozby jsou vlastnostmi vnějšího prostředí.



Obrázek 1 - SWOT analýza

## 5 VÝSLEDKY

Tato kapitola je zpracována na základě osobní účasti autorky diplomové práce v roli pozorovatelky na Instrukčně metodickém zaměstnání (IMZ) Bechyně 2018, jehož zúčastněnými složkami byly: Armáda České republiky, Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje, Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, Hasičský záchranný sbor Kraje Vysočina, Chemické laboratoře HZS ČR, Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS, Policie České republiky, Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., Záchranný útvar HZS ČR.

### 5.1 Námět Instrukčně metodického zaměstnání

Na jaderné elektrárně v Temelíně došlo k radiační mimořádné události s únikem, RaL. Vláda vyhlásila nouzový stav a v souladu s Ústředním poplachovým plánem byla zahájena koordinace záchranných a likvidačních prací. Po zastavení úniku RaL byla nařízena evakuace více než 7000 osob. Vzhledem k rozsáhlé evakuaci bylo vydáno rozhodnutí o zesílení kapacity dekontaminačních linek MD na letišti v Bechyni, kam byly povolány síly a prostředky (SaP) zahrnující dvě soupravy portálů pro kontrolu povrchové kontaminace osob a jednu soupravu pro kontrolu povrchové kontaminace techniky, dvě stanoviště dekontaminace osob HZS ČR, jedno stanoviště dekontaminace techniky HZS ČR, jedno stanoviště dekontaminace osob AČR, jedno stanoviště dekontaminace raněných osob AČR, jedno stanoviště dekontaminace techniky AČR, odřady HZS ČR k provedení kontroly povrchové kontaminace a nasazení prozatímního systému osobní dozimetrie (PSOD), CAS (cisternové automobilové stříkačky) se zásobou vody pro dekontaminaci.

Po rozvinutí stanovišť dekontaminace osob a techniky začnou přijíždět osobní vozidla a autobusy s evakuovanými osobami, které budou na portálech k detekci kontaminace tříděny na kontaminované a nekontaminované osoby, zaevidovány, označeny příslušným barevným označením (červený a zelený pásek).

Kontaminované osoby projdou dekontaminací s následnou kontrolou přetrvávající úrovně kontaminace a v případě zjištěné povrchové kontaminace po opakované dekontaminaci bude pracovníky SÚRO, provedena kontrola úrovně kontaminace štítné žlázy. Osobní vozidla a autobusy budou taktéž podrobeny měření úrovně kontaminace před a po následné dekontaminaci.

## 5.2 Úkoly zúčastněných složek

V souladu se záměrem IMZ Bechyně 2018 byly jednotlivým zasahujícím složkám přiděleny následující úkoly:

- AČR – zajišťovala dekontaminaci zasahujících osob, techniky a následně kontrolu povrchové kontaminace, dekontaminaci raněných;
- HZS JČK – koordinoval nasazené SaP na MD, zajišťoval služby osobní dozimetrie a kontrolu kontaminace techniky, včetně označování osob a techniky, prováděl evidenci osob a techniky, zajišťoval regulaci pohybu osob na MD, doplňování a týlové zabezpečení;
- HZS JMK – zajišťoval služby osobní dozimetrie a kontrolu povrchové kontaminace osob, včetně označování osob, prováděl evidenci osob;
- HZS KVYS – zajišťoval služby osobní dozimetrie a kontrolu povrchové kontaminace osob, včetně označování osob a prováděl evidenci osob;
- Chemické laboratoře HZS ČR – zajišťovaly plán rozehry IMZ určením osob a techniky, které jsou kontaminovány a které nikoli;
- MV-GŘ HZS ČR – koordinoval nasazené síly a prostředky na MD, velel zásahu a složkám IZS, úseku dozimetrické služby a úseku rozehry;
- PČR – zajišťovala veřejný pořádek, silniční uzávěry a jejich hlídkování;
- SÚRO – zajišťoval kontrolu kontaminace štítné žlázy po dekontaminaci osob;
- ZÚ HZS ČR – zajišťoval dekontaminaci osob a techniky s následnou kontrolou povrchové kontaminace.

### 5.3 Síly a prostředky

Pro účely IMZ Bechyně 2018 byla použita technika a věcné prostředky ve vlastnictví Správy státních hmotných rezerv (SSHR) a HZS zúčastněných krajů, na základě příslušných stanovených žádostí uvedených níže v tabulce.

Tabulka 1 - Síly a prostředky

	Štáb	Sk.	MD	TED	Portály	SDO	SDT	SDZ	CAS	KNP	MZKK SZ	Autob. us.	Pořáde	Počet osob
MV-GŘ HZS ČR	2	3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
HZS JČK	8	-	12	1/2	T 1/6	-	-	-	4/4	1/3	-	1/1	-	36
HZS JMK	1	-	-	1/3	O 1/11	-	-	-	-	1/2	-	-	-	17
HZS KVYS	1	-	-	1/2	O 1/9	-	-	-	-	1/3	-	-	-	15
ZÚ HZS ČR	1	-	-	-	-	2/2 2	1/1 1	-	-	-	-	-	-	34
AČR	2	-	-	-	-	2/2 3	1/7	2/0	-	-	-	-	-	32
PČR	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2/2	2	5
SÚRO	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/4	-	-	5
HZS HMP	-	-	-	-	-	-	1/1 9	-	-	1/0	-	-	-	19
<b>Celkem osob</b>														<b>168</b>

### 5.4 Legislativa k Instrukčně metodickému zaměstnání

Pro splnění účelu IMZ Bechyně 2018 bylo postupováno v souladu s legislativou a právními předpisy ČR souvisejícími s problematikou dekontaminace osob a techniky při vzniku mimořádné radiační události, zejména:

- Zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, ve znění pozdějších předpisů;
- zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů;



- vyhláškou č. 28/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS, ve znění pozdějších předpisů;
- Vnější havarijním plánem Jaderné elektrárny Temelín;
- Bojovým řádem jednotek požární ochrany (metodický list č. 9, Dekontaminace RaL;
- Metodikou činnosti v místě rozvinutí portálu pro měření úrovně kontaminace.

## 5.5 Místo dekontaminace letiště Bechyně

Vnější havarijní plán jaderné elektrárny Temelín má pro případ vzniku radiační havárie vytipováno na hranici nebo v těsné blízkosti hranice vnější zóny havarijního plánování několik míst určených k dekontaminaci osob a techniky.

Seznam stanovišť určených pro dekontaminaci je uveden v příloze Plánu konkrétních činností (Plán dekontaminace), které jsou součástí VHP Jaderné elektrárny Temelín (příloha s názvem „Dekontaminace\_přehled míst dekontaminace“). Jedním z dekontaminačních míst je letiště v Bechyni, k němuž vede evakuační trasa Týn nad Vltavou – Tábor. Pro toto MD není v rámci havarijního plánování zřizováno záložní dekontaminační místo.

Vojenské letiště Bechyně bylo vyjmuta z vojenské letištní sítě a v současné době je zde dislokováno Velitelství 15. ženijní záchranné brigády, nyní 15. ženijní pluk, jemu podřízený 151. ženijní prapor a Pohotovostní oddělení Velitelství Vojenské policie Tábor. Letiště je využíváno Leteckou záchrannou službou pro území Jihočeského kraje, kterou zajišťuje Armáda ČR je k dispozici i pro civilní účely.

V areálu letiště jsou zdroje užitkové i pitné vody. Pitná voda je zajištěna sítí hydrantů s pitnou vodou. Užitková voda sítí hydrantů s užitkovou vodou, jejímž zdrojem je požární nádrž a nedaleký rybník.

Rozsáhlý prostor s přistávacími plochami umožňuje rozvinutí více SDO, včetně portálů, na zpevněné ploše.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 2:

Tabulka 2 - SWOT analýza MD Bechyně

Silné stránky	Slabé stránky
rozsáhlá plocha areálu zpevněná plocha zdroje vody v místě zázemí AČR přítomnost LZS	otevřený prostor → hrozby
Příležitosti	Hrozby
možnost rozvinutí více SDO	otevřený prostor → počasí (slunce, vítr, led)

Metodou SWOT analýzy byly u MD letiště Bechyně stanoveny silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Silnou stránkou tohoto místa je především skutečnost, že se jedná o vojenský areál s aktivní přítomností AČR. Areál je oplocený, což přináší maximální kontrolu nad pohybem osob a zamezení nekontrolovaného opuštění místa kontaminovanými osobami či technikou, v jejímž důsledku by mohlo dojít k sekundární kontaminaci. Další silnou stránkou zvoleného MD je povrch areálu. Ranveje bývalého vojenského letiště umožňují snadný pohyb těžké techniky. V místě je k dispozici pitná i užitková voda, která je zajištěna sítí hydrantů. V případě nutnosti doplnění užitkové vody k dekontaminaci je zde požární nádrž a v dosahu je také rybník. V neposlední řadě lze k silným stránkám zařadit současné využití letiště LZS, což by umožnilo rychlý přesun osob s podezřením na vnitřní kontaminaci k ošetření na specializovaná pracoviště.

Slabou stránkou MD je otevřený prostor nechráněný před povětrnostními vlivy.

Z analýzy silné stránky MD vyplývá příležitost pro rozvinutí více dekontaminačních stanovišť.

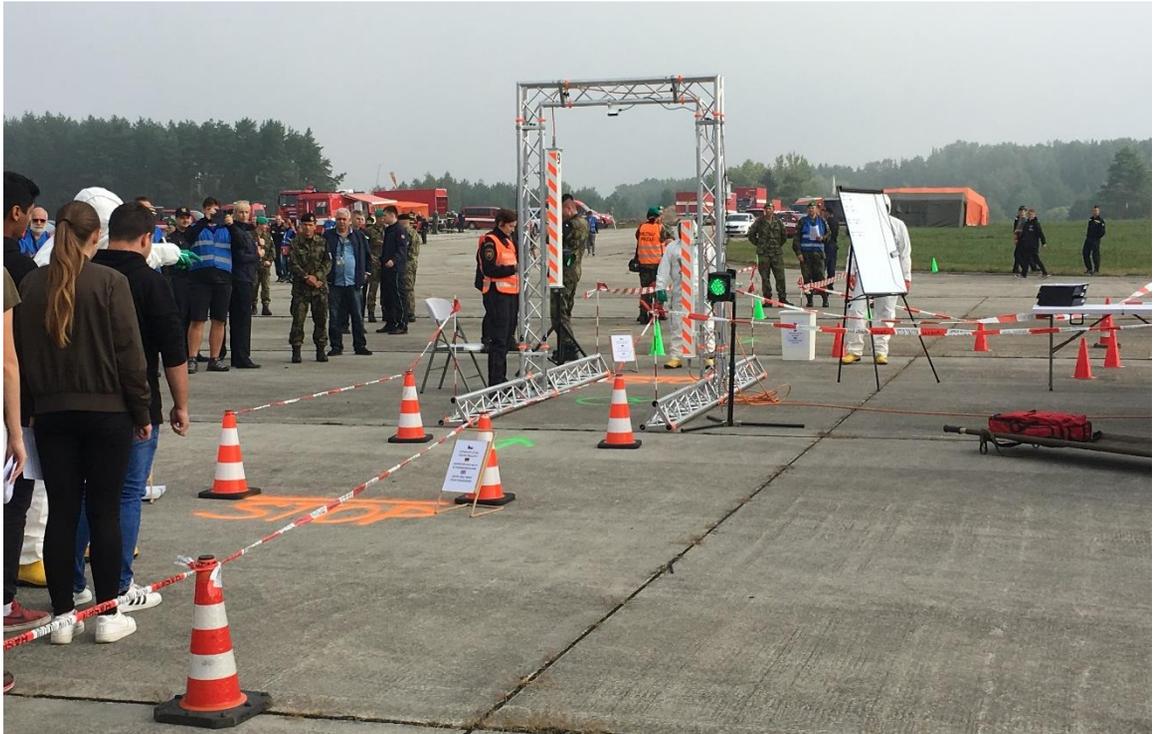
Slabá stránka identifikuje jako největší hrozbu počasí. V případě vysokých teplot není možnost ukrytí před sluncem. V zimě hrozí, vzhledem k použití vody pro dekontaminaci, k namrzání povrchu, což může komplikovat pohyb evakuovaných i zasahujících osob, evakuačních vozidel, evakuačních autobusů, techniky určené k detekci kontaminace a dekontaminaci. Dalším rizikem v zimě je sníh. Ačkoli v posledních letech byly sněhové srážky minimální, nelze se na tento stav spoléhat a je třeba počítat s výkyvy počasí.

## **5.6 Kontrola povrchové kontaminace a stanoviště dekontaminace osob**

Dle plánu rozehry IMZ Bechyně 2018 byl prostor místa dekontaminace rozdělen do čtyř základních částí, zahrnujících kontrolu kontaminace osob, kontrolu kontaminace techniky, dekontaminaci osob (figurantů), dekontaminaci techniky.

### **5.6.1 Kontrola povrchové kontaminace osob**

Evakuované osoby (figuranti v celkovém počtu 150 osob) byli evakuačními autobusy dopraveni ze zóny havarijního plánování do prostoru seřadiště, kde vyčkali pokynů směrnička, na jehož pokyn se autobus přesunul do prostoru detekčních portálů určených k detekci povrchové kontaminace osob. Poté z autobusu vystoupili, rozdělili se na dvě skupiny, z nichž každá skupina se postavila před jeden ze dvou portálů k detekci úrovně kontaminace, což lze vidět na obrázku 2.



*Obrázek 2 - Portál pro detekci povrchové kontaminace osob*

Nekontaminované osoby byly po kontrolním měření označeny na zápěstí zelenou páskou a vyznačeným koridorem se přesunuly k místu označeném BUS a tam vyčkali příjezdu autobusu. V případě reálného zásahu by tyto osoby byly následně připraveny k evakuaci; v rámci IMZ však byli tito figuranti odvezeni, po odstřížení zelené pásky, zpět na seřadiště a akce jejich třídění podle úrovně kontaminace se opakovala. V první hodině cvičení zabezpečoval směrník odjezd autobusu ve chvíli, kdy byl tento autobus naplněn v počtu minimálně 30 osob, druhou hodinu v počtu minimálně 25 osob, třetí hodinu 20 osob.

Kontaminované osoby byly po kontrolním měření povrchové kontaminace označeny na zápěstí červenou páskou. Obsluha vyplnila záznamový list se čárovými kódy, předala jej kontaminované osobě, která se dále přesunula na SDO.

Rozdělení evakuovaných osob na kontaminované a nekontaminované osoby bylo provedeno podle předem připraveného časového plánu radiačním pracovníkem

Chemické laboratoře HZS ČR, který spouštěl na detekčním rámu alarm pro detekci povrchové kontaminace. Portály byla proměřena za 3 hodiny a 45 minut úroveň kontaminace celkem 592 evakuovaných osob.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 3:

*Tabulka 3 - SWOT analýza kontroly kontaminace osob*

Silné stránky	Slabé stránky
rozsáhlá plocha areálu	otevřený prostor
zpevněná plocha	pohyb velkého množství osob
vodní zdroje	sklon plochy
přítomnost LZS	jímání kontaminované vody
Příležitosti	Hrozby
možnost rozvinutí více SDO	otevřený prostor → počasí (slunce, vítr, led) → zdravotní komplikace, úrazy možná kontaminace plochy

Pro detekci kontaminace byly rozvinuty dva rámové detektory (portály) gama záření k detekci povrchové kontaminace osob a jeden rámový detektor (portál) gama záření k detekci povrchové kontaminace techniky. Za dobu 3 hodiny a 45 minut bylo portály změřeno celkem 592 osob, z nichž 119 osob bylo určených jako osoby kontaminované.

Rozsáhlá plocha areálu je i v případě stanovišť určených k detekci povrchové kontaminace osob vyhodnocena SWOT analýzou jako silná stránka, stejně jako zpevněná plocha usnadňující pohyb evakuovaných osob a zasahujících složek.

Pro detekci povrchové kontaminace osob byly rozvinuty dva portály a analýzy silné stránky stanovišť lze vyvodit příležitost k rozvinutí dalších portálů v případě potřeby.

Slabou stránkou byl identifikován pohyb velkého počtu evakuovaných osob na seřadišti u portálů, z čehož vyplývá hrozba možného vzniku stresové reakce, která může vyústit v paniku. Dále je třeba počítat s možností, že sebou evakuované osoby přivezou domácí zvířata, ačkoli s jejich evakuací a dekontaminací není počítáno. Ke slabým stránkám stanoviště je třeba uvést, stejně jako u zvoleného MD, otevřený prostor bez možnosti ochrany před povětrnostními vlivy.

Otevřený prostor může definovat hrozbu zdravotních komplikací či úrazů (úpal, úžeh, úrazy v důsledku uklouznutí v dešti či v zimě v důsledku námrazy).

### 5.6.2 Kontrola povrchové kontaminace techniky (1 portál)

Na pokyn směrnička se do prostoru seřadiště přemístila osobní vozidla, autobusy a nákladní vozidla. Následně dle pokynů obsluhy projížděla detekčním rámem (portálem) pro kontrolu povrchové kontaminace (obrázek 3).



Obrázek 3 - Portál pro detekci povrchové kontaminace techniky

Nekontaminovaná technika se po předem stanovené trase přesouvala do prostoru seřadiště a vyčkávala pokynů směrníka. Autobusy, které nebyly kontaminovány, vyjely ze stanoviště pro kontrolu povrchové kontaminace techniky po předem vyznačené trase, přesunuly se na místo autobusové zastávky BUS, naložily figuranty a pokračovaly opět do prostoru seřadiště.

Řidiči kontaminované techniky obdrželi od obsluhy záznam o povrchové kontaminaci techniky a odebrali se ke stanovišti dekontaminace techniky.

Rozdělení techniky na kontaminovanou a nekontaminovanou bylo provedeno podle předem připraveného časového plánu radiačním pracovníkem Chemické laboratoře HZS ČR, který spouštěl na detekčním rámu alarm pro povrchovou kontaminaci techniky. Portálem byla proměřena za 3 hodiny a 45 minut úroveň povrchové kontaminace 133 kusů techniky.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 4:

*Tabulka 4 - SWOT analýza kontroly kontaminace techniky*

Silné stránky	Slabé stránky
dostatečný prostor k manipulaci s těžkou technikou prostor pro vyhrazení ploch k odstavení kontaminované techniky zpevněná plocha	pohyb techniky v místě vysoké koncentrace osob otevřený prostor → povětrnostní vlivy
Příležitosti	Hrozby
možnost rozvinutí dalších portálů	počasí → nehody → úrazy

V případě hodnocení stanoviště detekce povrchové kontaminace techniky byl SWOT analýzou vyhodnocen jako silná stránka rozsáhlý prostor, který umožňuje snadnou manipulaci s těžkou technikou a poskytuje dostatečnou plochu k odstavení kontaminované techniky. Vzhledem k množství techniky použité k evakuaci a techniky použité zasahujícími složkami je silnou stránkou pevný povrch ranveje. Pokud by stanoviště bylo rozvinuto na nezpevněném povrchu (travnatý povrch, pole), hrozila by komplikovaná manipulace s technikou v důsledku narušení povrchu.

Ze silných stránek vyplývá příležitost rozvinutí více stanovišť k detekci povrchové kontaminace v případě potřeby.

Slabou stránkou byla identifikována vysoká koncentrace evakuovaných a zasahujících osob v prostoru pohybu techniky a otevřenost prostoru nechráněného před povětrnostními vlivy.

Z uvedených slabých stránek vyvstává hrozba možných nehod způsobených v důsledku stresu, nepozorností, případně vlivem počasí v otevřeném prostoru (déšť, sníh, námraza).

### **5.6.3 Dekontaminace osob**

K dekontaminaci osob byla vyhrazena čtyři SDO, z nichž bylo jedno vyčleněno pro raněné. Osoby označené jako kontaminované přicházely dle pokynů směrníka k jednotlivým stanovištím. Při této příležitosti byly směrníkem některé z nich označeny jako raněné osoby a byly následně přesunuty do prostor SDO AČR (obrázek 4).





*Obrázek 4 - Stanoviště dekontaminace osob*

Kontaminované osoby předaly obsluze SDO záznamový list, který jim byl vydán u detekčního rámu (portálu). Od obsluhy obdržely igelitové pytle, do kterých uložily všechny své věci a na něž nalepily jeden čárový kód. Druhý čárový kód vložily do pytle pro případnou kontrolu vnitřní kontaminace na úseku kontroly kontaminace štítné žlázy, kterou zajišťovali pracovníci SÚRO.

Poté byla zahájena dekontaminace suchou metodou, což znamenalo svlečení svrchních částí oděvu. Následovalo kontrolní měření povrchové kontaminace a ověření účinnosti dekontaminace.

V případě úspěšné suché dekontaminace obdrželi figuranti náhradní oděv, červená páska byla vyměněna za zelenou a figuranti se přesunuli vyznačenou trasou k místu označenému BUS a zde vyčkali příjezdu autobusu (při reálném zásahu by se připravovali k evakuaci; pro potřeby IMZ byli figuranti převezeni na seřadiště, byly jim odstříhnuty zelené pásy a figuranti byli opět zapojeni do cvičení).

V případě neúčinné suché dekontaminace, překročení úrovně plošné aktivity 3 Bq/cm<sup>2</sup> pro povrchovou kontaminaci pokožky, byli figuranti dekontaminováni mokrou cestou. Následovala kontrola účinnosti dekontaminace, jejíž výsledek byl zapsán do záznamového listu, který si ponechala obsluha SDO.

Při účinné mokré dekontaminaci byla figurantům vyměněna červená páska za zelenou, figuranti se oblékli do náhradního oděvu a od obsluhy obdrželi dle čárového kódu pytel se svými věcmi. Poté se již figuranti přesunuli do stanů určených pro odpočinek figurantů.

V případě neúčinné mokré dekontaminace byla figurantům ponechána červená páska s podezřením na vnitřní kontaminaci. Figuranti byli podrobeni měření vnitřní kontaminace na specializovaném pracovišti, kterým na IMZ bylo stanoviště pro kontrolu kontaminace štítné žlázy, které zajišťovali pracovníci SÚRO. Na počátku IMZ byli takto označováni všichni figuranti. V průběhu cvičení byla na pokyn SÚRO vyčleňována k měření vnitřní kontaminace pouze část figurantů. Figuranti, kteří absolvovali kontrolu kontaminace štítné žlázy, byli přesunuti do stanu určeného pro odpočinek figurantů, kde vyčkali ukončení IMZ. Celkem bylo na 4 stanovištích dekontaminováno 119 osob.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 5:

Tabulka 5 - SWOT analýza dekontaminace osob

Silné stránky	Slabé stránky
rozsáhlá zpevněná plocha areálu zdroje vody v místě přítomnost LZS	otevřený prostor sklon povrchu stanoviště → jímání kontaminované vody
Příležitosti	Hrozby
možnost rozvinutí více SDO	otevřený prostor → počasí (slunce, vítr, led) → zdravotní komplikace, úrazy kontaminace povrchu

Pro dekontaminaci bylo rozvinuto pět stanovišť dekontaminace osob, z nichž tři stanoviště byla obsluhována příslušníky hasičských záchranných sborů, dvě stanoviště obsluhovali příslušníci armády.

SWOT analýzou byla jako silná stránka identifikována rozsáhlá plocha areálu, která dává příležitost rozvinutí více stanovišť určených k dekontaminaci osob. Pevný povrch umožňuje snadný pohyb evakuovaných osob od portálů k detekci kontaminace k dekontaminačním stanovištím. Vodní zdroje zajišťují přísun pitné vody i vody užitkové k případnému doplnění CAS zásobujících stanoviště vodu potřebnou k dekontaminaci. Přítomnost LZS poskytuje možnost rychlého přesunu osob podezřelých z vnitřní kontaminace na specializovaná pracoviště.

Ze zjištěných silných stránek vyplývá příležitost rozvinutí více stanovišť pro dekontaminaci osob v případě potřeby.

Slabou stránkou je i v tomto případě otevřený prostor, který neskýtá ochranu před povětrnostními vlivy a také sklon plochy, na které je stanoviště

pro dekontaminaci rozvinuto a to především v souvislosti s jímáním kontaminované vody.

V souvislosti se zjištěnou slabou stránkou stanoviště pro dekontaminaci osob vyvstává hrozba možných zdravotních komplikací a úrazů. Vliv povětrnostních podmínek se může odrazet nejen v kondici dekontaminovaných osob, ale také obsluhy dekontaminovaných stanovišť. Vlivem počasí může u dekontaminovaných osob, v souvislosti s jejich vysokým počtem a z něj vyplývajícím možným prodloužením čekací doby na dekontaminaci, docházet ke zdravotním komplikacím. Počasí má vliv také na obsluhu stanovišť určených k detekci kontaminace a stanovišť dekontaminačních. Obsluha se pohybuje v protichemickém ochranném oděvu s maskou, vzduchovým dýchacím přístrojem. Pohyb v POO s maskou a přístrojem je obtížný za obvyklých podmínek a s vysokými či naopak nízkými teplotami se obtížnost zvyšuje. Je třeba tedy dbát na pravidelné střídání zasahujících osob. Další možnou hrozbou je kontaminace plochy jímanou kontaminovanou vodou v důsledku neodpovídajícího sklonu plochy.

#### **5.6.4 Dekontaminace techniky**

K dekontaminaci techniky byla vyhrazena tři stanoviště SDT, k nimž byla technika přesouvána dle pokynů její obsluhy, které řidič předal záznamový list z detekčního rámu (obrázek 5).



*Obrázek 5 - Stanoviště dekontaminace techniky*

Po dekontaminaci byla obsluhou provedena kontrola účinnosti dekontaminace, výsledek byl zapsán do záznamového listu dekontaminace, který si obsluha SDO ponechala.

V případě neúčinné dekontaminace byla technika přesunuta na vyhrazené specializované parkoviště.

Při účinné dekontaminaci vyjela technika ze stanoviště dekontaminace techniky po vyznačené trase a přesunula se do prostoru seřadiště a dle pokynů směrníka byla následně opětovně zapojena do cvičení. Dekontaminováno bylo celkem 73 kusů techniky.

V průběhu cvičení nebyli dle pokynů řidiči žádáni o vystoupení z vozidel a podrobení se kontrole kontaminace.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 6:

Tabulka 6 - SWOT analýza dekontaminace techniky

Silné stránky	Slabé stránky
rozsáhlá plocha areálu zpevněná plocha zdroje vody v místě	sklon povrchu stanoviště → jímání kontaminované vody otevřený prostor → povětrnostní vlivy
Příležitosti	Hrozby
možnost rozvinutí více SDT	kontaminace povrchu povětrnostní vlivy → nehody

Pro dekontaminaci techniky byla rozvinuta tři stanoviště, z nichž obsluhu dvou stanovišť zajišťovali příslušníci HZS, jedno stanoviště obsluhovali příslušníci AČR.

SWOT analýzou byly jako silné stránky identifikovány pro SDT zdroje užitkové vody zajištěné sítí hydrantů, požární nádrží a blízkým rybníkem. Dále pevný povrch plochy umožňující snadný pohyb těžké techniky a rozsáhlá plocha areálu, z níž vyplývá příležitost pro rozvinutí více SDT.

Slabou stránkou stanoviště může být sklon povrchu, který má vliv na jímání odpadní vody, z čehož vyplývá hrozba možné kontaminace povrchu. Mezi slabé stránky opět patří otevřený prostor s minimální ochranou před povětrnostními vlivy, v jejichž důsledku může docházet k nehodám (déšť, sníh, námraza).

Hrozba kontaminace povrchu se projevila v rámci IMZ. Stanoviště dekontaminace techniky HZS byla opatřena dekontaminačními vanami s ponornými čerpadly k odčerpání odpadní vody (8 sběrných nádrží o objemu 2m<sup>3</sup>). Stanoviště dekontaminace techniky AČR těmito dekontaminačními vanami nejsou

vybavena, neboť v podmínkách armády tato problematika nebyla řešena. SDT AČR bylo z dekontaminace techniky vyřazeno.

Vzhledem k tomu, že armáda je složkou, která se podílí v rámci IZS na záchranných a likvidačních pracích, považuji za žádoucí, aby AČR byla vybavena odpovídající technikou a v případě nutnosti využití SDT AČR bylo eliminováno riziko kontaminace životního prostředí.

#### **5.6.5 Kontrola kontaminace štítné žlázy**

Pro kontrolu kontaminace štítné žlázy evakuovaných osob bylo vyhrazeno jedno stanoviště, které bylo obsluhováno pracovníky SÚRO. Měření bylo zahájeno poté, co byla provedena opatření zabraňující kontaminaci měřicího místa (v tomto případě stanu, který byl určen stanovištěm pro měření kontaminace štítné žlázy).

Měření probíhalo na několika měřicích jednotkách, ke kterým přicházely osoby s podezřením na vnitřní kontaminaci. Tyto osoby byly označeny čárovým kódem. Po vstupu do stanu osoby odložily pytle, ve kterých byly uloženy kontaminované oděvy, zaregistrovaly se a postupně byly usazovány k měřicím jednotkám. Obsluhou měřicích jednotek byly nastaveny kolimátory. Osoby přiložily čárový kód ke čtečce. Poté bylo započato měření. Po jeho ukončení měřené osoby opustily místo.

Ke kontrolnímu měření kontaminace štítné žlázy bylo odesláno celkem 132 osob s podezřením na kontaminaci štítné žlázy.

SWOT analýzou byla posuzována kritéria uvedená v tabulce č. 7:

Tabulka 7 - SWOT analýza kontroly kontaminace štítné žlázy

Silné stránky	Slabé stránky
použití více měřících jednotek mobilní měřící jednotky	komunikace softwaru a hardwaru
Příležitosti	Hrozby
navýšení kapacity měřených osob	prodleva při vyhodnocování dávek a účinnosti ochranných opatření

Silnou stránkou kontroly kontaminace štítné žlázy byla vyhodnocena možnost použití více měřících jednotek a také jejich mobilita. Vzhledem k tomu, že přístroje pro měření lze snadno dopravit na jakékoli určené místo, není nezbytné dopravovat evakuované osoby na specializovaná pracoviště (např. do laboratoří). Tato skutečnost snižuje čas potřebný k získání požadovaných údajů pro další opatření a výrazně napomáhá eliminovat stres měřených osob.

Příležitostí vyplývajících z určení silných stránek je možnost navýšení kapacity měřených osob.

Slabou stránkou byla SWOT analýzou vyhodnocena komunikace softwaru a hardwaru měřících jednotek. Možným nasazením několika desítek měřících jednotek se snižuje kvalita spojení.

Z identifikované slabé stránky vyvstává hrozba zpožděného přenosu dat potřebných k hodnocení dávek osob, účinnosti přijatých opatření a přijetí dalších ochranných opatření.



### **5.6.6 Vyhodnocení propustnosti portálů k detekci kontaminace**

Pro určení propustnosti portálů k detekci kontaminace osob byl stanoven časový úsek, po jehož dobu byl zaznamenáván počet osob, které procházely portálem. Stejný postup byl uplatněn u techniky.

Celkem bylo portály změřeno 592 osob a 133 kusů techniky. Z tohoto počtu bylo identifikováno 119 kontaminovaných osob a 73 kusů kontaminované techniky.

Za jednu minutu prošlo portály k detekci kontaminace 2,3 nekontaminovaných a 0,7 kontaminovaných osob. Portálem k detekci kontaminace techniky bylo proměřeno za jednu minutu 2,6 ks nekontaminované a 0,5 ks kontaminované techniky. Propustnost portálů k detekci kontaminace činila 138 nekontaminovaných a 44 kontaminovaných osob za hodinu. Propustnost portálu k detekci kontaminace techniky činila 157 ks nekontaminované a 31 ks kontaminované techniky za hodinu.

### **5.6.7 Vyhodnocení propustnosti stanovišť k dekontaminaci**

Na čtyřech stanovištích určených k dekontaminaci osob bylo celkem dekontaminováno 119 osob a 73 kusů techniky. V průběhu cvičení byly 2 osoby určeny jako osoby raněné.

Postup výpočtu propustnosti stanovišť k dekontaminaci byl shodný s postupem výpočtu propustnosti portálů k detekci povrchové kontaminace. Propustnost však byla stanovena u osob na počet 30 dekontaminovaných za hodinu a u techniky na 6- 8 kusů techniky. U dekontaminace osob byla zohledněna delší doba nutná k dekontaminaci osob určených jako raněné. U techniky byla zohledněna její rozdílná velikost a tím daná rozdílná náročnost na čas potřebný k řádné dekontaminaci.

## 6 DISKUZE

Předmětem diplomové práce byla dekontaminace osob a techniky při vzniku mimořádné radiální události. Cílem diplomové práce zpracovávané na základě účasti na IMZ Bechyně 2018 bylo ověření kapacitních možností jednotlivých zařízení a prověření součinnosti složek IZS, SÚRO a jednotlivých pracovišť na místě dekontaminace. Zejména prověření koordinace sil a prostředků složek IZS při třídění kontaminovaných osob, techniky, následné dekontaminaci; součinnosti složek, účinnosti a kapacity portálů při třídění, možnosti provozu více stanovišť dekontaminace, postupů při sdružování některých činností, účinnosti a kapacitních možností při detekci kontaminace štítné žlázy.

Pro splnění cíle zadání byla použita metoda SWOT analýzy doplněná vlastním pozorováním. Důvodem pro toto doplnění byly osobním pozorováním zaznamenané náměty k zamyšlení či nedostatky v postupu zasahujících složek, které však nebyly předmětem záměru IMZ. SWOT analýzy se vztahovaly k místu dekontaminace, letišti Bechyně, jednotlivým stanovištím detekce povrchové kontaminace osob a techniky, stanovištím dekontaminace osob a techniky a stanovišti detekce kontaminace štítné žlázy.

V rámci účasti autorky diplomové práce, v roli pozorovatelky, byly na Instrukčně metodickém zaměstnání Bechyně 2018 identifikovány nedostatky v postupech jednotlivců z řad zasahujících složek, rezervy pro zvýšení efektivity postupů činností zasahujících složek a byla navrženo několik doporučení.

Obsluha portálů, v jejíž kompetenci byla vstupní evidence evakuovaných osob, detekce povrchové kontaminace a třídění osob na kontaminované a nekontaminované osoby, se osob dotýkala (např. když změřené osoby chtěla nasměrovat k dalšímu stanovišti nebo zapůjčovala pera k zapsání identifikačních údajů osob do evidenčního formuláře). V reálné situaci by došlo k přenosu

kontaminantu na obsluhu a následně na osobu detekovanou prvotně jako nekontaminovanou.

Portály k detekci povrchové kontaminace osob byly v rámci Instrukčně metodického zaměstnání testovány především pro ověření využití při třídění kontaminovaných osob, jejich evidence, systému označování. Vzhledem k tomu, že se jedná o modernizované portály, metodika pro jejich použití bude teprve zpracována. I za této cvičné situace však doporučuji dodržování bezpečnostních opatření a postupů tak, aby byla eliminována možnost přenosu kontaminantu.

Semaforey, které byly používány na portálech k detekci povrchové kontaminace osob, měly chybně nastavenou geometrii. Obsluha u výstupu z portálu jen s obtížemi viděla, zda semafor svítí červeně či zeleně, což může v reálné situaci způsobit časovou prodlevu v činnosti, prodloužit dobu třídění osob a navazujících dalších činností. Do připravované metodiky doporučuji zařadit postup s návodem k nastavení geometrie semaforů, vytyčení tras pohybu změřených osob tak, aby nedocházelo ke vzájemnému kontaktu osob kontaminovaných s nekontaminovanými.

Při třídění byla na jednom portálu zapisována přímo do formulářů, na druhém portálu byla dat nejdříve zapisována na tabuli a z té následně přepisována do formulářů, které byly předány měřeným osobám. Z časového hlediska je tento postup neefektivní. Pokud jde o evidenci osob, způsob zapisování do formulářů či na tabule a následný přepis údajů je zdlouhavý. Za vhodné řešení považuji označit evakuované osoby před vstupem do portálu číslem nebo čárovým kódem a další údaje doplňovat po roztřídění a dekontaminaci.

Portály nejsou uzpůsobeny k detekci kontaminace na obuvi, zejména podrážkách. Navrhuji tedy doplnit měření na portálech měřením přenosnými

detektory k detekci povrchové kontaminace, aby byla vyloučena možnost přenosu kontaminantu na obuvi evakuovaných osob, především na podrážkách obuvi.

Trasy osob opouštějících prostor portálů se křížily. V reálné situaci by v důsledku kontaktu kontaminovaných osob s nekontaminovanými osobami docházelo k přenosu kontaminantu. Je mimořádně důležité řádně, srozumitelně a viditelně označit trasy tak, aby každá osoba přesně věděla, jakým směrem a kam má postupovat.

Obsluha portálů k detekci povrchové kontaminace byla vybavena protiplynovými filtračními maskami, jejichž dlouhodobé použití ovlivňuje kondici obsluhy, nároky na její střídání. Kromě diskomfortu obsluhy je třeba zvážit psychologický dopad jejich použití na evakuované osoby. Je třeba myslet na to, že jsou náhle vytrženy z běžného života, ze svých domovů a neví, zda a kdy se budou moci vrátit. Mají strach ze zdravotních následků, ohrožení života, bojí se o své blízké. V tomto stavu jsou přivezeny na dekontaminační místo a u portálu vidí obsluhu, která je oblečena do ochranného oděvu TYVEK a má nasazenou protiplynovou filtrační masku, což může na některé osoby působit děsivě. Hrozí zde riziko paniky. Je v této fázi možné, aby obsluha byla bez protiplynových filtračních masek, chráněna například jen rouškou? A pokud ano, bude rouška dostatečným ochranným prostředkem pro obsluhu portálu za deště?

Další otázkou k zamyšlení je připravenost na přítomnost domácích zvířat. V havarijních plánech není počítáno s jejich dekontaminací, což ale neznamená, že se na MD nemohou vyskytnout. Mám osobní zkušenost z povodní v roce 1997, kdy jsem spolupracovala s krizovým štábem evakuačního centra zřízeného na kolejích Vysoké školy báňské - Technické univerzity. Evakuovaní občané byli přivázeni se svými psy a situace byly řešeny ad hoc. V případě evakuace občanů zasažených radiací mimořádnou událostí je třeba počítat, že sebou budou chtít vzít a vezmou svá domácí zvířata. Jejich přítomnost může výrazně komplikovat činnost

zasahujících složek a vystresovaná zvířata mohou být nebezpečná svému okolí. Domnívám se, že i na tyto situace je třeba se připravit. Vhodným řešením by mohlo být zajištění klecí používaných k přepravě zvířat, do kterých by mohla být zvířata dočasně umístěna.

Technika, která je vnějším měřením vyhodnocena jako nekontaminovaná a vhodná k dalšímu použití, může být v důsledku pobytu kontaminovaných osob kontaminována ve vnitřním prostoru a je tedy třeba provést měření vnějších i vnitřních prostor. V rámci Instrukčně metodického zaměření nebyla detekce kontaminace vnitřních prostor a dezaktivace řidičů řešena.

Na portálech určených k detekci povrchové kontaminace techniky měřila obsluha pouze její vnější prostor. Autobusy a osobní automobily přijížděly ze zóny havarijního plánování, z místa kontaminovaného radioaktivní látkou a přivázely evakuované osoby zasažené mimořádnou radiační událostí do dekontaminačního místa. Z uvedeného jasně vyplývá, že pobytem osob v dopravních prostředcích došlo k zanesení kontaminace do vnitřního prostoru autobusů a vozidel.

Řidiči nebyli vybaveni ochrannými pomůckami, z čehož vyplývá riziko možného přenosu kontaminantu kontaktem řidiče s evakuovanými osobami. Z tohoto důvodu je třeba řidiče evakuačních vozidel a další techniky, která je používána v zóně havarijního plánování, vybavit ochrannými pomůckami.

Při příjezdu k portálu byla technika zaevidována a řidičům byl předán evidenční formulář. Docházelo zde ke kontaktu obsluhy s řidičem, který mohl být pobytem v kontaminovaném prostoru rovněž kontaminován radioaktivní látkou a kontaminant přenést na obsluhu. Do metodiky zpracovávané pro postupy a činnosti při detekci kontaminace techniky navrhuji změnu evidence techniky. Předávání formulářů je nepraktické a v reálné situaci může způsobit přenos

kontaminantu. Vypisování formulářů není nutné. Technika je opatřena registračními značkami, což je jasný identifikátor konkrétního kusu techniky. K rozlišení kontaminované a nekontaminované techniky postačí barevné rozlišení (např. použití omyvatelné barvy v místě registrační značky – existují barvy, které po nástřiku nepřekryjí registrační značku).

Při průjezdu techniky portálem jsem nezaznamenala, zda a jakým způsobem je kontrolována kontaminace kol. Portálový detektor měří pouze boční a horní stranu techniky. Částečně je zřejmě schopen zaznamenat a změřit přední část techniky. Nicméně tuto úvahu nemám ověřenou a proto navrhuji zařadit k měření portálovými detektory také měření přenosnými detektory plošné aktivity, s nimiž lze detekovat povrchovou kontaminaci kol nebo podvozku, což portálovými detektory zřejmě nelze.

Cvičení v rozsahu IMZ Bechyně 2018 je komplikovanou akcí z hlediska nároků na čas, množství techniky, počtu osob zasahujících složek, koordinace sil a prostředků. Domnívám se však, že v případě realizace by bylo vhodné zahrnout do programu cvičení kompletní postup složek IZS při vzniku radiační mimořádné události. Zde mám na mysli chybějící detekci kontaminace vnitřních prostor techniky a případnou dezaktivaci řidičů. Cvičení se účastní zasahující, kteří jsou na akci takového rozsahu poprvé. Domnívám se, že možnost sledování a přímé účasti na kompletním zásahu by pro ně bylo velmi přínosné, aby získali ucelený pohled na věc a získali možnost osvojit si požadované postupy. V této souvislosti mě napadá, zda by bylo možné v rámci akcí tohoto rozsahu plánovat kompletní detekci, tedy i vnitřních prostor alespoň několika kusů techniky s ohledem na časovou náročnost akce?

Instrukčně metodické zaměstnání probíhalo v září, za slunečného dne. Bylo mi umožněno projít dekontaminačním stanem. Ve stanech určených k dekontaminaci osob bylo velmi horko a vlhko. Obsluha byla vybavena protichemickými

ochrannými oděvy a vzduchovými dýchacími přístroji. Osobně jsem procházela dekontaminačním stanem v lehkém oděvu a pobyt uvnitř stanu byl velmi náročný. Obsluha v POO musí být zákonitě v takových podmínkách velmi brzy unavena a je tedy nutné její časté střídání. Svlékání, oblékání obsluhy tak, aby byly dodrženy bezpečnostní pokyny k ochraně zdraví a života, je velmi náročné na čas a počet zasahujících osob.

Vzhledem k výše uvedenému navrhuji provést cvičení, které bude zaměřeno na zjištění intervalu střídání zasahujících osob v souvislosti s klimatickými podmínkami, neboť hladký průběh dekontaminace osob závisí na kondici zasahujících složek.

V této části bych si dovolila směřovat otázku k odborníkům. Lze zvýšit komfort zasahujících složek při dekontaminaci osob? Nejedná se o „pohodlí“. Jde o vytvoření podmínek, které zefektivní činnost zasahujících složek.

Je třeba mít na zřeteli, že nevyhovující klimatické podmínky uvnitř dekontaminačních stanů mohou mít vliv na psychický stav dekontaminovaných osob a jejich reakce.

Domnívám se, že doporučené cvičení, které by bylo provedeno v létě, kdy panují vysoké teploty, by prokázalo neefektivnost použití protichemických ochranných oděvů se vzduchovými dýchacími přístroji nebo obleků TYVEK s filtračními maskami. Totéž platí pro zimní období a velmi nízké teploty.

Pro ochranu zdraví složek zasahujících v místě dekontaminace je v případě radiální havárie dostačujícím ochranným oděvem oblek TYVEK a rouška. Použití protichemických ochranných oděvů má opodstatnění maximálně při dekontaminaci techniky, kdy může dojít k zasažení obsluhy dekontaminačního stanoviště kontaminovanou vodou. Výše uvedené platí pro radiální havárii bez přítomnosti chemických látek.

Na stanovištích, která byla určena k dekontaminaci techniky, docházelo k situacím, kdy obsluha stanoviště vstupovala mimo dekontaminační prostor. Za reálné situace by tímto docházelo k riziku možné sekundární kontaminace. Navrhuji do metodiky postupu dekontaminace techniky zahrnout část prostoru mimo dekontaminační zónu vytyčenou prostorem dekontaminačních van a to v rozsahu, z něhož je patrné, že může být použit obsluhou a tudíž kontaminován. Prostor by měl být řádně označen, aby byl po dekontaminaci techniky také řádně dekontaminován.

Technika se pohybovala v dekontaminačním prostoru v dekontaminačních vanách. Do stejného prostoru vstupovala obsluha. Prostředí bylo vzhledem k použití vody a dezaktivacích prostředků velmi kluzké.

Stanoviště bylo umístěno ve velké vzdálenosti od stanovišť dekontaminace osob. Při plánování rozložení portálů k detekci kontaminace, dekontaminačních stanovišť a stanoviště pro kontrolu kontaminace štítné žlázy u osob podezřelých z vnitřní kontaminace je třeba brát zřetel na to, aby všechna stanoviště byla rozmístěna přehledně, navazovala na sebe a nedocházelo ke křížení tras. V případě radiacní havárie bude eliminován vzájemný kontakt kontaminovaných a nekontaminovaných osob.

Po příchodu k měření byly igelitové pytle obsahující kontaminovaný oděv odkládány nepřehledně v jednom rohu stanu, což působilo zmatek při vyzvedávání pytlů po absolvovaném měření. Vhodnější by bylo, kdyby každá měřená osoba měla igelitový pytel s kontaminovaným oděvem u sebe.

Měření kontaminace štítné žlázy začíná načtením čárového kódu čtečkou, který obdrží měřená osoba při registraci. Považuji za vhodné zvážit, zda by čárovým kódem neměly být evakuované osoby označeny při vstupu do portálu určeného k detekci povrchové kontaminace a s tímto jedním kódem procházet celým



procesem. Evidence probíhá u vstupu do portálu, následně se předávají formuláře, další evidence probíhá před měřením kontaminace štítné žlázy. To vše způsobuje, dle mého názoru, časové prodlevy a je zbytečně prodlužován celý proces detekce a dekontaminace.

**Pro splnění cíle diplomové práce byly stanoveny dvě hypotézy:**

### **Hypotéza 1**

Postupy dekontaminace jsou efektivní a v souladu s legislativními požadavky kladenými na zajištění ochrany obyvatelstva a životního prostředí v případech vzniku radiačních havárií.

Pro vyhodnocení hypotézy 1 byly provedeny SWOT analýzy stanoviště detekce povrchové kontaminace osob, stanoviště detekce povrchové kontaminace techniky, stanoviště dekontaminace osob, stanoviště dekontaminace techniky a stanoviště kontroly kontaminace štítné žlázy radioaktivním jódem. SWOT analýza byla doplněna vlastním pozorováním. Zásahující složky postupovaly v souladu s platnou legislativou, dodržovaly platná nařízení, předpisy a postupy, které jsou pro zajištění dekontaminace osob a techniky stanoveny. V průběhu IMZ nedocházelo ke zmatečnému jednání a závažným časovým prodlevám. Zúčastněné složky předvedly profesionální přístup a schopnost vzájemné kooperace.

**Hypotéza 1 byla potvrzena.**

Pro další rozvoj spolupráce, schopnosti kooperace a především profesionálního zásahu, jehož cílem je ochrana života a zdraví osob zasažených radiační havárií, navrhuji modernizaci techniky AČR, která není uzpůsobena, v případě dekontaminace techniky, zajištění skladování odpadních vod. Zde hrozí sekundární kontaminace životního prostředí.

AČR je složkou, která v rámci záchranných a likvidačních prací poskytuje pomoc na vyžádání. Prioritně jsou k dekontaminaci při vzniku radiační havárie určeny jednotky HZS. Nelze však spoléhat, že nemůže dojít k situaci, kdy bude třeba nasadit společně jednotky HZS i AČR a vznikne potřeba využití dekontaminační techniky obou složek.

## **Hypotéza 2**

Kapacitní možnosti monitorovacího zařízení úrovně radioaktivní kontaminace osob a techniky použitých na Instrukčně metodickém zaměstnání na letišti Bechyně konaném v roce 2018 jsou dostačující.

Pro ověření kapacitních možností monitorovacího zařízení úrovně radioaktivní kontaminace osob a techniky byly zaznamenány počty měřených osob a techniky za určenou časovou jednotku. Z těchto dat byla identifikována propustnost jednotlivých portálů k detekci povrchové kontaminace. Ze zjištěných údajů vyplývá, že kapacita monitorovacích zařízení je dostačující a lze počítat i s jejím navýšením.

## **Hypotéza 2 byla potvrzena.**

Pro absolutní potvrzení hypotézy je nezbytné zpracovat metodické pokyny k použití modernizovaných portálů tak, aby činnosti zasahujících složek byly maximálně efektivní. Po zpracování příslušných metodických pokynů, se zapracováním řešení zjištěných nedostatků a doporučení, navrhuji provést opakované cvičení pro ověření efektivity postupů a zjištění možných rezerv.

## 7 ZÁVĚR

Tématem diplomové práce bylo ověření kapacitních možností jednotlivých dekontaminačních zařízení určených k dekontaminaci osob a techniky při vzniku radiační havárie na jaderné elektrárně. Práce byla rozdělena do dvou částí, části teoretické a části praktické.

V teoretické části byly sumarizovány české legislativní požadavky související se zajištěním dekontaminace kontaminací zasažených osob a transportních prostředků zabezpečujících jejich evakuaci z oblastí (stanovených zón havarijního plánování) zasažených radiační havárií. Byly identifikovány postupy zasahujících složek zabezpečujících dekontaminaci osob a techniky.

Praktická část byla zaměřena na posouzení kapacitních možností jednotlivých zařízení složek IZS a součinnost složek IZS, SÚRO a jednotlivých pracovišť v místě dekontaminace při třídění kontaminovaných osob, techniky a jejich následné dekontaminaci.

Pro zpracování předmětu diplomové práce byly formulovány dvě hypotézy. První hypotézou bylo konstatováno, že postupy dekontaminace jsou efektivní a v souladu s legislativními požadavky kladenými na zajištění ochrany obyvatelstva a životního prostředí v případech vzniku radiačních havárií. Druhou hypotézou bylo ověřeno, že kapacitní možnosti monitorovacího zařízení úrovně radioaktivní kontaminace osob a techniky použitých na Instrukčně metodickém zaměstnání na letišti Bechyně konaném v roce 2018 jsou dostačující. K potvrzení či vyvrácení konstatovaných hypotéz byla aplikována metoda pozorování složek účastnících se IMZ Bechyně 2018 a metoda SWOT analýzy. Metody byly doplněny zaznamenáváním počtů osob a techniky procházejících jednotlivými portály a ze zjištěných dat byla stanovena propustnost monitorovacích zařízení. Obě hypotézy byly potvrzeny.

V rámci osobního pozorování postupů zasahujících složek byly identifikovány nedostatky či náměty k zamyšlení, které nemají vliv na celkové vyhodnocení IMZ, protože nebyly předmětem záměru IMZ. Osobně se však domnívám, že v budoucnu je nezbytně nutné brát i na drobné neshody zřetel neboť mohou vést k řetězení neshod, případně k osvojení si chybných postupů a následně následkům ohrožujícím zdraví a život osob z řad obyvatelstva či zasahujících složek.

Ochrana života a zdraví je prvořadým úkolem nejen státu, ale především každého občana České republiky. Považuji za nezbytné vytvářet finanční rezervy pro modernizaci techniky, věcných prostředků určených k ochraně obyvatelstva a také zejména pro možnost realizace nácviku postupů jednotlivých zasahujících složek při mimořádných událostech, aby v případě reálného zásahu byly škody na zdraví, životech a majetku minimalizovány. Za mimořádně důležité v této souvislosti považuji dbát na informovanost obyvatelstva, která je již v současnosti zabezpečována držiteli povolení pro provoz jaderných elektráren formou příruček pro ochranu obyvatelstva v případě radiační havárie. Příručky jsou dostupné v tištěné formě i formě elektronické na webových stránkách příslušných zařízení.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AČR	Armáda české republiky
ACHR	automobil chemický rozstříkovací
AZ	Atomový zákon
CAS	Cisternová automobilová stříkačka
EU	Evropská unie
EURATOM	Evropské společenství pro atomovou energii
ETE/JETE	Elektrárna Temelín/Jaderná elektrárna Temelín
GŘ	Generální ředitelství
HPK	Havarijní plán kraje
HZS/HZS ČR	Hasičský záchranný sbor/Hasičský záchranný sbor České republiky
HZS JČK	Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje
HZS JMK	Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje
HZS KVYS	Hasičský záchranný sbor Kraje Vysočina
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
IMZ	Instrukčně metodické zaměstnání
IZ	Ionizující záření
IZS	Integrovaný záchranný systém
KNP	Kontejner nouzového přežití
KO	Kontaminovaná osoba
KŠ	Krizový štáb
LZS	Letecká záchranná služba
MD	Místo dekontaminace
MU/RMU	Mimořádná událost/Radiační mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
MZKKŠZ	Mobilní zařízení pro kontrolu kontaminace štítné žlázy
OPIS	Operační a informační středisko

POO	Protichemický ochranný oděv
PKO	Portál pro kontrolu kontaminace osob
PKOV	Portál pro kontrolu kontaminace osobních vozidel
PKNV	Portál pro kontrolu kontaminace nákladních vozidel
PSOD	Prozatímní systém osobní dozimetrie
MonRaS	Programový prostředek pro monitorování radiační situace
SaP	Síly a prostředky
SDO	Stanoviště dekontaminace osob
SDH	Stanoviště dekontaminace hasičů
SDT	Stanoviště dekontaminace techniky
SDZ	Stanoviště dekontaminace zasahujících
TED	Terminál elektronické dozimetrie
VHP	Vnější havarijní plán
WENRA	Asociace západoevropských dozorných orgánů nad jadernou bezpečností
RaL	Radioaktivní látka
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
ZÚ	Záchranný útvar

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ABELQUIST, E.W., W.S. BROWN, G.E. POWERS a A.M. HUFFERT. *Minimal detectable concentrations with typical radiation survey instruments for various contaminants and field conditions* [online]. Division of Regulatory Applications Office of Nuclear Regulatory Research, 1998 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www.remm.nlm.gov/NUREG-1507\\_2.pdf](https://www.remm.nlm.gov/NUREG-1507_2.pdf)
- [2] ANDRYSEK, Oskar. *Radiologická fyzika: učebnice pro střední zdravotnické školy, stud. obor radiologický laborant*. Praha: Avicenum, 1984.
- [3] BÍLÝ, Jiří, Štěpán KAVAN a Roman SVATOŠ. *Veřejná správa a bezpečnost státu jako součást udržitelného rozvoje*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013. ISBN 978-80-87472-48-4.
- [4] *Bojový řád jednotek požární ochrany*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007-. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [5] BÖCK, Helmuth a Dana DRÁBOVÁ. *Rizika přesahující hranice: případ Temelín*. Praha: Česká nukleární společnost, 2006. ISBN 80-02-01794-3.
- [6] *Contamination Monitoring Standard For A Portal Monitor Used For Radiological Emergency Response* [online]. In: Federal Emergency Management Agency, 1995 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.remm.nlm.gov/FEMA-REP-21.pdf>
- [7] *Contamination Monitoring Guidance For Portable Instruments Used For Radiological Emergency Response To Nuclear Power Plant Accidents* [online]. In: Federal Emergency Management Agency, 2002 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.remm.nlm.gov/FEMA-REP-22.pdf>

- [8] *Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency: General Safety Guide* [online]. Rakousko: International Atomic Energy Agency, 2011 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1467\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1467_web.pdf)
- [9] *Decision making for late-phase recovery from major nuclear or radiological incidents*. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2014. NCRP report, no. 175. ISBN 978-0-9835450-5-7.
- [10] *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně ekonomické dopady: a, Doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Praha: ČSVTS, 2006. ISBN 80-02-01806-0.
- [11] FIALA, Miloš a Josef VILÁŠEK. *Vybrané kapitoly z ochrany obyvatelstva*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1856-2.
- [12] FOJTÍK, Pavel a Jan SURÝ. *Metodika hromadného měření radiojodu ve štítné žláze a odhadu dávky obyvatelstva za použití monitorovacího systému JodDet*. Praha, 2014.
- [13] FOJTÍK, Pavel. *Nasazení systému monitorování vnitřní kontaminace štítné žlázy radiojodem po havárii energetického jaderného zařízení: Certifikovaná metodika*. Praha, 2016.
- [14] FOJTÍK, Pavel a Eva ŠINDELKOVÁ. *Stanovení aktivity radionuklidů v lidském těle a výpočet dávky z vnitřní kontaminace: Certifikovaná metodika*. Praha, 2019.



- [15] *Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency* [online]. International Atomic Energy Agency, 2005 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR-MEDICAL-2005\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR-MEDICAL-2005_web.pdf)
- [16] *Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety*. International Atomic Energy Agency, 2010 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1465\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1465_web.pdf)
- [17] HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj, 1998. ISBN 80-856-1556-8.
- [18] HÁLA, Jiří. *Radioaktivní izotopy*. Tišnov: Sursum, 2013. ISBN 978-80-7323-248-1.
- [19] *Hodnocení rizika ionizujícího záření*. Praha: Avicenum, 1973. Zdravotnické aktuality (Avicenum).
- [20] INSTITUT OCHRANY OBYVATELSTVA LÁZNĚ BOHDANEČ, MV - GŘ HZS. *Přenosný rámový (portálový) detektor gama záření )portál): Metodika činnosti v místě rozvinutí portálu*. Praha, 2015.
- [21] *Key elements of preparing emergency responders for nuclear and radiological terrorism*. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2006. ISBN 978-0-929600-88-8.
- [22] *Koncepce chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-x.

- [23] KLOBOUČEK, Jan. *Jaderná energetika: pro předměty Jaderná energetika a Řízení a regulace energetických zařízení*. Vyd 2., upr. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 978-80-7372-686-7.
- [24] KOTINSKÝ, Petr a Jaroslava HEJDOVÁ. *Dekontaminace v požární ochraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-31-0.
- [25] KUBÍČEK, Pavel. *Souprava pro dekontaminaci osob SDO-3. Způsob použití: Vojenská publikace Pub-94-16-01*. Vyškov: Centrum doktrín VeV - VA, 2018. E.
- [26] LAŽA, Robert. *Jaderná energie a náš svět*. 2. upravené a aktualizované vyd. Praha: Hnutí Duha, 1993. ISBN 80-7038-230-9.
- [27] LEONARD, Paul a Gareth THOMAS. Off-site Emergency Planning at UK Nuclear Licensed Sites. *Radiation Protection Dosimetry* [online]. 2017, **173**(1-3), 157-162 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1093/rpd/ncw315. ISSN 0144-8420. Dostupné z: <https://academic.oup.com/rpd/article-lookup/doi/10.1093/rpd/ncw315>
- [28] LI, Chunsheng, Kevin CAPELLO, Huai-An JENG, Barry HAUCK a Gary H. KRAMER. Modeling Population Screening Process for Maximizing Throughputs. *Health Physics* [online]. 2014, **106**, S88-S93 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1097/HP.000000000000114. ISSN 0017-9078.
- [29] *Management of Persons Contaminated With Radionuclides: Scientific and Technical Bases*. Bethesda, Md.: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2008. NCRP report, no. 161. ISBN 978-0-929600-99-4.
- [30] *Manual for First Responders to a Radiological Emergency* [online]. International Atomic Energy Agency, 2006 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR\\_FirstResponder\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR_FirstResponder_web.pdf)

- [31] MAREŠ, Miroslav, Jaroslav REKTORČEK a Jan ŠELEŠOVSKÝ. *Krizový management: případové bezpečnostní studie*. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-92-7.
- [32] MATAL, Oldřich a Hugo ŠEN. *Jaderná zařízení a jejich bezpečnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4349-5.
- [33] MATĚJKA, Jiří. *Chemická služba: učební skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2012. ISBN 978-80-87544-09-9.
- [34] MATOUŠEK, Jiří, Iason URBAN a Petr LINHART. *CBRN: detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 8073850486.
- [35] MARTÍNEK, Bohumír. *Ochrana obyvatelstva I*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009. ISBN 978-80-7251-298-0.
- [36] *Medical Treatment of Radiological Casualties: Current Concepts* [online]. American College of Emergency Physicians, 2005 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www.annemergmed.com/article/S0196-0644\(05\)00086-7/pdf](https://www.annemergmed.com/article/S0196-0644(05)00086-7/pdf)
- [37] MIKA, Otakar J. a Milan ŘÍHA. *Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení*. Praha: Námořní akademie České republiky, 2011. ISBN 9788087103319.
- [38] Ministerstvo obrany, *Chemické vojsko – názvoslovná norma*. NN 30 0101. Praha, MO, 2009.

- [39] Ministerstvo obrany české republiky. : *LINKA - 82* [online]. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: <http://www.mocr.army.cz/scripts/detail.php?id=5031>
- [40] OGINO, H., T. ICHIJI a T. HATTORI. *Radiation Protection Dosimetry* [online]. 2012, 151(1), 36-42 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1093/rpd/ncr450. ISSN 0144-8420. Dostupné z: <https://academic.oup.com/rpd/article-lookup/doi/10.1093/rpd/ncr450>
- [41] *Ochrana proti NBC prostředkům* [online]. In: VOP CZ [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: [http://www.vop.cz/images/file/katalog\\_NBC\\_CZ.pdf](http://www.vop.cz/images/file/katalog_NBC_CZ.pdf)
- [42] *Ochrana při práci se zdroji ionizujícího záření: sborník učebních textů*. Ostrava: Dům techniky Ostrava, 1998. ISBN 80-02-01230-5.
- [43] *PAG Manual: Protective Action Guides and Planning Guidance for Radiological Incidents* [online]. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2017 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www.remm.nlm.gov/EPA\\_PAG\\_Manual\\_FINAL\\_01-26-2017.pdf](https://www.remm.nlm.gov/EPA_PAG_Manual_FINAL_01-26-2017.pdf)
- [44] *Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material*. International Atomic Energy Agency, 2002 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1119\\_scr.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1119_scr.pdf)
- [45] *Population Monitoring in Radiation Emergencies: A Guide for State and Local Public Health Planners* [online]. In: Radiation Studies Branch, 2014 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://emergency.cdc.gov/radiation/pdf/population-monitoring-guide.pdf>

- [46] *Population monitoring and radionuclide decorporation following a radiological or nuclear incident*. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2011. NCRP report, no. 166. ISBN 978-0-9823843-7-4.
- [47] *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. International Atomic Energy Agency, 2002 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133\\_scr.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1133_scr.pdf)
- [48] *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 8023837036.
- [49] PROUZA, Zdeněk a Jiří ŠVEC. *Zásahy při radiační mimořádné události*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-046-3.
- [50] *Responding to a radiological or nuclear terrorism incident: a guide for decision makers*. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements, 2010. ISBN 978-0-9823843-3-6.
- [51] ROJAS-PALMA, Carlos ... [et al.]. *TMT Handbook: triage, monitoring and treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act*. Osteräs: NRPA, 2009. 556 s. ISBN 978-82-90362-27-5.
- [52] ROTSCHEDL, Jiří. *Metodika SWOT analýzy* [online]. In: . Praha, 2011 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://www.rotschedl.com/files/metodika-SWOT.pdf>
- [53] SEQUENS, Edvard. *Jaderná energetika: jen problémy a žádné řešení: pravda o jaderné energetice*. České Budějovice: Calla - Sdružení pro záchranu prostředí, 2010. ISBN 978-80-87267-11-0.

- [54] SEVERA, Jan a Jaromír BÁR. *Handbook of radioactive contamination and decontamination*. Amsterdam: Elsevier Science, 1991. Studies in environmental science. ISBN 0444987576.
- [55] SEVERA, Jan a Jaromír BÁR. *Kontaminace radioaktivními látkami a dekontaminace*. Praha: Československá komise pro atomovou energii, 1985.
- [56] SMETANA, Marek, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 9788025129890.
- [57] SÚRO, v. v. i. *Roční zpráva o stavu plnění Projektu BV MVČR: Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace s cílem modernizovat odpovídající části systému zajištění ochrany obyvatel a vybraných kritických infrastruktur ČR v souvislosti s radiologickým útokem nebo velkou radiologickou havárií*. Praha, 2011.
- [58] SÚRO, v. v. i. *Roční zpráva o stavu plnění Projektu BV MVČR: Výzkum pokročilých metod detekce, stanovení a následného zvládnutí radioaktivní kontaminace s cílem modernizovat odpovídající části systému zajištění ochrany obyvatel a vybraných kritických infrastruktur ČR v souvislosti s radiologickým útokem nebo velkou radiologickou havárií*. Praha, 2012.
- [59] ŠMIDRKAL, Jan. TENZIDY A DETERGENTY DNES. *Chemické listy*. **1999**(93). Dostupné z: [http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/1999\\_07\\_421-427.pdf](http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/1999_07_421-427.pdf)
- [60] TAZRART, Anissa, Philippe BÉRARD, Alexandra LEITERER a Florence MÉNÉTRIER. Decontamination of Radionuclides From Skin. *Health Physics*

[online]. 2013, 105(2), 201-207 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1097/HP.0b013e318290c5a9. ISSN 0017-9078.

- [61] *The Management System for Facilities and Activities* [online]. International Atomic Energy Agency, 2006 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: [https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1252\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1252_web.pdf)
- [62] ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Fakulta zdravotnických studií, 2009. ISBN 978-807-3686-697.
- [63] VÍŠEK, Jiří. *Organizace záchranných činností v České republice*. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 2012. ISBN 978-80-7452-028-0.
- [64] Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. In: *Sbírka zákonů*. 11. 09. 2015.
- [65] Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události. In: *Sbírka zákonů*. 09. 11. 2016.
- [66] Vyhláška č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace. In: *Sbírka zákonů*. 09. 11. 2016.
- [67] Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: *Sbírka zákonů*. 23. 12. 2016.
- [68] Vyhláška č. 21/2017 Sb., o zajišťování jaderné bezpečnosti jaderného zařízení. In: *Sbírka zákonů*. 03. 02. 2017.

- [69] Vyhláška č. 328/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva vnitra o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. In: *Sbírka zákonů*. 2001, ročník 2001.
- [70] Vyhláška č. 329/2017 Sb., o požadavcích na projekt jaderného zařízení. In: *Sbírka zákonů*. 11. 10. 2017.
- [71] WAGNER, Vladimír. *Fukušima I poté*. Praha: Novela bohemia, 2015. ISBN 978-80-87683-45-3.
- [72] YOO, Jaeryong a Young Woo JIN. Establishment of Criteria for Skin Decontamination in a Radiation Emergency. *Health Physics* [online]. 2018, 115(3), 369-374 [cit. 2019-05-12]. DOI: 10.1097/HP.0000000000000891. ISSN 0017-9078. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00004032-201809000-00007>
- [73] Zákon 18/1997, Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 24. 1. 1997.
- [74] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 09. 08. 2000.
- [75] Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Sbírka zákonů*. 11. 09. 2015.
- [76] Zákon č. 263/2016, Sb., atomový zákon. In: *Sbírka zákonů*. 10. 08. 2016.



## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - SWOT analýza.....	37
Obrázek 2 - Portál pro detekci povrchové kontaminace osob.....	44
Obrázek 3 - Portál pro detekci povrchové kontaminace techniky.....	46
Obrázek 4 - Stanoviště dekontaminace osob.....	49
Obrázek 5 - Stanoviště dekontaminace techniky.....	53

## 11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Síly a prostředky .....	40
Tabulka 2 - SWOT analýza MD Bechyně .....	42
Tabulka 3 - SWOT analýza kontroly kontaminace osob.....	45
Tabulka 4 - SWOT analýza kontroly kontaminace techniky.....	47
Tabulka 5 - SWOT analýza dekontaminace osob .....	51
Tabulka 6 - SWOT analýza dekontaminace techniky .....	54
Tabulka 7 - SWOT analýza kontroly kontaminace štítné žlázy .....	56