



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Prostředky dekontaminace osob a techniky v zóně
havarijního plánování**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: **OCHRANA OBYVATELSTVA**

Autor: Bc. Jiří Nimanský

Vedoucí práce: Ing. Aleš Kudlák, Ph.D.

České Budějovice 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Prostředky dekontaminace osob a techniky v zóně havarijního plánování*“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 12. srpna 2018.....

Jiří Nimanský

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu práce, Ing. Alešovi Kudlákov, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Michalu Haladovi z chemické služby HZS Jihočeského kraje, chemickým specialistům z 31. chemického pluku v Liberci a 15. ženijního pluku v Bechyni za jejich neocenitelné informace, poznatky a zkušenosti, které jsem mohl v této práci použít. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, která mi po celou dobu byla oporou.

Prostředky dekontaminace osob a techniky v zóně havarijního plánování

Abstrakt

V České republice se nacházejí dvě jaderné elektrárny, pro které se v případě radiální havárie navrhnou opatření k ochraně obyvatelstva. Tato diplomová práce se zabývá jedním z nich, a to dekontaminací osob a techniky v zóně havarijního plánování.

Teoretická část diplomové práce je zaměřena převážně na poznatky a pojmy z oblasti ionizujícího záření, radiální ochrany a havarijního plánování.

Hlavním cílem bylo provést analýzu, komparaci a evaluaci stávajících a nově zaváděných dekontaminačních prostředků osob a techniky Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky. Pro tyto účely bylo vybráno osm dekontaminačních zařízení, které jsou vyčleňována pro použití při radiální havárii. Jedním z dílčích cílů je také porovnání dekontaminačních metod a postupů obou složek. Ke komparaci bylo využito kvantitativního zpracování zkoumaných parametrů a pro získání výsledků byl využit způsob vícekriteriálního rozhodování, a to bodovací metodou. K získání dat a informací byly provedeny rešerše dostupných publikací, metodických listů a návodů k dekontaminačním zařízením. Všechny informace byly konzultovány s chemickými odborníky z řad Hasičského záchranného sboru České republiky a chemických jednotek Armády České republiky.

Výsledky komparace prokázaly, že dekontaminační zařízení příslušníků Hasičského záchranného sboru České republiky jsou pro použití při radiální havárii vhodnější. Jejich hlavními výhodami jsou účinnější řešení dekontaminace raněných a systém pro zachycení a jímání kontaminované vody. Prostředky Armády České republiky by však po dílčích úpravách byly schopny vykonávat stejnou činnost.

Dekontaminační zařízení pro řešení radiální havárie jsou neustále zdokonalovány. Příkladem je přenosný rámový detektor gama záření. Ten umožňuje urychlit dekontaminační proces a šetří tím síly a prostředky nasazené při řešení mimořádné události.

Klíčová slova

Ionizující záření; zóna havarijního plánování; dekontaminace osob; dekontaminace techniky; dekontaminace raněných; jímání vody.

Means of decontamination of persons and techniques in the emergency planning zone

Abstract

There are two nuclear power plants in the Czech Republic for which measures to protect the population are proposed in the case of a radiation accident. This diploma thesis deals with one of them by decontamination of persons and techniques in the emergency planning zone.

The theoretical part of the diploma thesis focuses mainly on knowledge and concepts in the field of ionizing radiation, radiation protection and emergency planning.

The main objective was to analyze, compare and evaluate the existing and newly introduced decontamination means of persons and equipment of the Fire Rescue Service of the Czech Republic and the Army of the Czech Republic. For this purpose, eight decontamination devices have been selected for use in a radiation accident. One of the partial objectives is also to compare the decontamination methods and procedures of both components. The quantitative processing of the parameters studied was used to compare, and a multi-criteria decision-making method was used to obtain the results, using the scoring method. In order to obtain data and information, searches of available publications, methodological sheets and instructions for decontamination equipment were carried out. All information has been consulted with chemical experts from the Fire Brigade of the Czech Republic and chemical units of the Army of the Czech Republic.

The results of the comparison showed that the decontamination facilities of the members of the Fire Rescue Service of the Czech Republic are more suitable for use in the radiation accident. Their main advantages are a more effective solution for wound decontamination and a system for capturing and collecting contaminated water. However, the Army of the Czech Republic would be able to do the same work after the partial modifications.

The decontamination equipment for solving the radiation accident is constantly being refined. An example is the Portable Frame Gamma Detector. This allows you to speed up the decontamination process and saves the forces and resources deployed to deal with an emergency.

Keywords

Ionizing radiation; emergency planning zone; decontamination of persons; decontamination of device; wound decontamination; collecting water.

Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická část	10
1.1 Ionizující záření.....	11
1.2 Základní dozimetrické veličiny.....	13
1.3 Způsoby ochrany před radioaktivním zářením	14
1.4 Vnější a vnitřní kontaminace	14
1.5 Deterministické a stochastické účinky	15
1.6 Kultura bezpečnosti, jaderná bezpečnost	15
1.6.1 Kultura bezpečnosti	15
1.6.2 Jaderná bezpečnost	16
1.7 Systém ochrany do hloubky	17
1.8 Program monitorování radiační situace	18
1.8.1 Monitorování okolí jaderné elektrárny	19
1.8.2 Monitorování výpustí.....	19
1.8.3 Monitorování pracovišť a pracovníků jaderné elektrárny	19
1.9 Monitorovací úrovně.....	20
1.10 Orgány státní správy.....	21
1.11 Hrozby a rizika pro jaderné zařízení	21
1.11.1 Vnitřní rizika.....	21
1.11.2 Vnější rizika.....	22
1.12 Mezinárodní stupnice jaderných a radiologických událostí	23
1.13 Klasifikace radiační mimořádné události na národní úrovni.....	24
1.14 Kategorizace pracovišť s ionizujícím zářením	25
1.15 Havarijní plánování	26
1.15.1 Vnitřní havarijní plán.....	27
1.15.2 Vnější havarijní plán jaderného zařízení	27

1.15.3	Zóna havarijního plánování	29
1.16	Řešení radiační havárie.....	30
1.16.1	Jednotky požární ochrany	30
1.16.2	Armáda České republiky	31
2	Cíl práce a výzkumná otázka	33
2.1	Cíl práce	33
2.2	Výzkumná otázka.....	33
3	Metodika výzkumu	34
4	Výsledky	38
4.1	Dekontaminace.....	38
4.2	Dezaktivací metodiky.....	40
4.2.1	Dekontaminační metodiky Hasičského záchranného sboru České republiky	41
4.2.2	Dekontaminační metodiky Armády České republiky.....	47
4.3	Dekontaminační prostředky Hasičského záchranného sboru České republiky	52
4.3.1	Stanoviště dekontaminace osob SDO-2.....	53
4.3.2	Stanoviště dekontaminace osob SDO-3.....	55
4.3.3	Stanoviště dekontaminace techniky SDT-09	58
4.3.4	Přenosný rámový (portálový) detektor gama záření.....	61
4.4	Dekontaminační prostředky Armády České republiky	64
4.4.1	Stanoviště dekontaminace osob SDO 2005	65
4.4.2	Zařízení pro speciální očistu techniky Linka-82.....	67
4.4.3	Zařízení pro dekontaminaci bojové techniky Linka-08.....	70
4.4.4	Automobil chemický rozstříkovací ACHR-90M.....	73
5	Diskuze	77
5.1	Komparace metodických postupů	77
5.2	Komparace dekontaminačních zařízení osob a techniky	78

5.3	Index využitelnosti dekontaminačních zařízení	81
6	Závěr	89
7	Seznam literatury	90
8	Seznam obrázků a příloh.....	98
9	Seznam tabulek a vzorců	99
10	Seznam zkratk	101
11	Seznam jednotek	102
12	Přílohy.....	103

Úvod

V současnosti neexistuje lepší energetický zdroj než jaderné elektrárny. S jejich provozem však souvisí i rizika vzniku mimořádných událostí a krizových situací. Závažná havárie v jaderném komplexu může mít za následek uvolnění velkého množství radionuklidů do okolního prostředí. Ty se následně ve formě radioaktivního spadu mohou dostávat do vzdáleností desítek až stovek kilometrů od místa úniku. Například při havárii 4. reaktoru jaderné elektrárny v Černobylu v roce 1986 byla radioaktivním spadem postižena velká část Evropy, přičemž nejvíce bylo spadem zasaženo Bělorusko, Rusko a Ukrajina.

V České republice se nacházejí dvě jaderné elektrárny, a proto orgány zabývající se havarijním plánováním možnost vzniku radiační havárie nepodceňují. Pro případ radiační havárie je v okolí jaderných elektráren vyčleněno území tzv. zóna havarijního plánování, pro které se navrhuje opatření k ochraně obyvatelstva. Mezi tato opatření se řadí také dekontaminace osob a techniky. Tuto dekontaminaci provádí prioritně Hasičský záchranný sbor České republiky. V druhém sledu by na základě Dohody o plánované pomoci na vyžádání a dalších nařízení byly nasazovány dekontaminační jednotky Armády České republiky. Problematikou hromadné dekontaminace osob a techniky se bude zabývat tato diplomová práce.

První část práce je zaměřena na základní definice z oblasti ionizujícího záření. Jsou zde uvedeny aktuální pojmy z oblasti radiační ochrany a jaderné bezpečnosti včetně klasifikace mimořádných radiačních událostí dle mezinárodní i národní stupnice jaderných a radiologických zařízení. Ve zkratce se zde popisuje problematika havarijního plánování a jsou zde uvedeny orgány podílející se na řešení mimořádných událostí s únikem ionizujícího záření.

Cílem práce je provést analýzu, komparaci a evaluaci stávajících a nově zaváděných dekontaminačních prostředků osob a techniky Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky. Pro tyto účely je v diplomové práci popsáno a analyzováno osm vybraných dekontaminačních zařízení z obou zde uvedených složek. Informace pro splnění výzkumné otázky byly získávány rešerší odborné literatury a konzultacemi s chemickými odborníky. Na závěr této práce je formou diskuze provedena komparace dekontaminačního zařízení, ale také metodických postupů obou složek při hromadné dekontaminaci.

1 Teoretická část

Základním dokumentem bezpečnostní politiky České republiky (dále jen ČR) je Bezpečnostní strategie ČR, která vychází z hodnotového a právního rámce Ústavních zákonů a reflektuje mezinárodní závazky vycházející z členství ČR v mezinárodních organizacích Severoatlantické aliance (používaná zkratka NATO), Evropské unie (dále jen EU), Organizace spojených národů (používaná zkratka OSN) a Organizace pro bezpečnost a spolupráci v Evropě (používaná zkratka OBSE). Tento dokument slouží jako nástroj vlády ČR k zajišťování a plnění úkolů v otázkách bezpečnostních a strategických zájmů státu. Klíčové je zde rozčlenění bezpečnostních zájmů do tří kategorií, tj. životní, strategické a další významné. Životními zájmy ČR jsou obrana svrchovanosti, územní celistvosti země a zajištění bezpečnosti obyvatel. Strategickými pak mimo jiné zajištění energetické bezpečnosti (formou dostatečné a udržitelné domácí produkce elektrické energie atd.) a ochrana obyvatelstva. Pro účely výše uvedených zájmů jsou zpracovány analýzy bezpečnostního prostředí ČR, ze kterých jsou definovány konkrétní bezpečnostní hrozby ovlivňující nejen ČR, ale i okolní státy. Ve výčtu těchto bezpečnostních hrozeb typu migrace, terorismus a jiné lze najít ohrožení funkčnosti kritické infrastruktury či přerušení dodávek strategických surovin a energie. Na základě ustanovení vycházejících z Bezpečnostní strategie a dalších koncepčních dokumentů, především Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030 a Usnesení vlády České republiky č. 369, vzešla potřeba vypracovat Analýzu hrozeb pro Českou republiku. Na celostátní úrovni bylo identifikováno 72 typů nebezpečí, přičemž prioritu v řešení a rozpracování získalo 22 typů nebezpečí, pro které lze očekávat vyhlášení některého z krizových stavů. Pro tyto typy nebezpečí zpracovávají jednotlivá ministerstva a jiné ústřední správní úřady (např. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Národní bezpečnostní úřad) nové typové plány. K usnadnění jejich zpracování a k stanovení jejich jednotné struktury, obsahové náležitosti a jednotného způsobu zpracování vydalo Ministerstvo vnitra-generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR (dále jen MV-GŘ HZS ČR) pomůcku s názvem Metodický pokyn ke zpracování typových plánů. Pomůcky definuje typový plán jako dokument, kterým jeho zpracovatel (ministerstvo nebo jiný ústřední správní úřad) stanovuje typové postupy, zásady a opatření potřebné pro řešení konkrétní krizové situace jako nebezpečí s nepřijatelným rizikem, pro které lze předpokládat vyhlášení některého z krizových stavů.

Z minulosti víme, že radiační havárie má pro stát a společnost dalekosáhlé následky. Z tohoto důvodu je mezi identifikovanými druhy nebezpečí zařazen typový plán pro radiační havárii, jehož zpracování spadá do gesce Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) a Ministerstva vnitra (dále jen MV). Z důvodu zaměření této práce je první část věnována základním pojmům z oblasti ionizujícího záření a dozimetrickým veličinám.

1.1 Ionizující záření

Radioaktivní látka

Radioaktivní látky jsou látky, které obsahují nestabilní izotopy prvků. Nazýváme je radionuklidy. Jádra nestabilních radionuklidů se přeměňují na jádra jiných prvků za emise ionizujícího záření, a to ve formě částic (alfa, beta), fotonů elektromagnetického záření.

Přímo a nepřímo ionizující záření

Ionizující záření má duálně korpuskulární povahu, to znamená, že má vlastnosti částic i elektromagnetického vlnění. Nabitě částice mající dostatečnou kinetickou energii (částice alfa a beta, elektrony, pozitrony) ionizují okolní prostředí přímo. Nenabitě částice (fotony, neutrony) ionizují nepřímo, prostřednictvím částic, které se uvolňují při jejich interakci s okolním prostředím. V následující části je uveden jednoduchý popis zdrojů ionizujícího záření a způsoby ochrany proti záření.

Alfa záření

Jsou složeny ze dvou protonů a dvou neutronů se silnou vazebnou energií. Chovají se proto jako jedna kladně nabitá částice. Při jejich průchodu absorbuje prostředím dochází k velkým ionizačním ztrátám, a proto je jejich dolet velmi malý (ve vzduchu několik milimetrů). Při kontaminaci pokožky se alfa částice zachytí již v horních vrstvách epidermis, proto není vnější kontaminace příliš nebezpečná (výjimku tvoří oko). Značnou biologickou zátěž však způsobuje vnitřní kontaminace, kdy se částice absorbuje v malém objemu tkáně. K ochraně proti vnější kontaminaci postačí oděv, papír, plexisklo apod. (Rosina et al., 2006).

Beta záření

Beta záření vzniká při přeměně přírodních i uměle vyrobených radionuklidů (při štěpení atomových jader). Je tvořeno rychle letícími elektrony nebo pozitrony. Beta částice jsou proti alfa částicím menší a lehčí, a proto se i při stejné energii pohybují rychleji. Menší ionizace a excitace zvětšuje jejich dolet. Ten v měkké tkáni dosahuje řádově milimetry až centimetry. K odstínění beta částice slouží plexisklo v kombinaci s materiálem s vysokým protonovým číslem (např. olovo).

Gama záření

Gama záření je elektromagnetické vlnění vznikající při radioaktivním rozpadu některých radionuklidů (jako doprovodný jev při alfa nebo beta rozpadu). Fotony gama záření nepřímo ionizují prostředí. Z důvodu nízké hustoty ionizace atomů mají vysoký dolet a jsou mnohem pronikavější než alfa nebo beta záření.

Rentgenové záření

Rentgenové záření je pronikavé elektromagnetické záření o velmi malých vlnových délkách vznikající zabrzděním elektronů v těžkých kovech. Rozděluje se na brzdné a charakteristické rentgenové záření. Rentgenové záření je používáno v léčbě (rentgenka), avšak ve větších dávkách má negativní účinky v podobě poškození molekul DNA. Jeho vysokou pronikavost lze odstínit vrstvou olova.

Neutronové záření

Neutronové záření je proud rychle letících neutronů. Neutrony nenesou elektrický náboj, čímž neztrácejí svou energii přímou ionizací a mají tudíž vysokou pronikavost. S tím souvisí specifický způsob odstínění. Rychle letící neutrony se nejprve zpomalí (materiál obsahující vodík) a poté jsou zachyceny v absorbátoru (např. bór, kadmium). Pro odstínění vznikajícího záření gama se jako třetí vrstva používá olovo (Rosina et al., 2006; Matoušek et al., 2007).

1.2 Základní dozimetrické veličiny

Aktivita

Aktivita je základní dozimetrickou jednotkou, vyjadřující očekávaný počet jaderných přeměn v daném množství látky za jednotku času. Jednotkou aktivity je becquerel [Bq] (ICRP 103, @ 2007). Úroveň radioaktivní kontaminace lze vyjádřit pomocí:

- Plošné aktivity, která vyjadřuje počet radioaktivních přeměn za sekundu na jednotku plochy [$\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$].
- Hmotnostní aktivity, což je počet radioaktivních přeměn za sekundu na jednotku hmotnosti [$\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$].
- Objemové aktivity, která udává počet radioaktivních přeměn za sekundu na jednotku objemu: becquerel na metr krychlový [$\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$] nebo becquerel na litr [$\text{Bq}\cdot\text{l}^{-1}$] (Vševojsk-2-1).

Absorbovaná dávka (dávka)

Poměr střední energie předané ionizujícím zářením látce o dané hmotnosti. Jednotkou dávky je joule na kilogram [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$], v soustavě SI je zaveden název gray [Gy]. Dávkový příkon vyjadřuje poměr přírůstku dávky za jednotku času a vyjadřuje se v $\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ (ICRP103, @ 2007).

Dávkový příkon

Jednotkou dávkového příkonu je gray za hodinu [$\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$] (popř. $\text{cGy}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$, $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$).

Rentgen, rad

Starší dozimetrické přístroje stále používané v Armádě České republiky (dále jen AČR) měří v rentgenech [R] a radech [rad]. Pro tyto případy platí přibližný převod: $1 \text{ Gy} = 100 \text{ R} = 100 \text{ rad}$ nebo $1 \text{ cGy} = 1 \text{ R} = 1 \text{ rad}$.

Dávkový ekvivalent

Dávkový ekvivalent je biofyzikální veličina vyjadřující biologický účinek ionizujícího záření na lidský organismus. Tato veličina zohledňuje vnitřní i vnější ozáření, druh ozářeného orgánu a druh záření. Dávkový ekvivalent v uvažované tkáni je dán

součinem absorbované dávky [D] v daném místě a jakostního faktoru [Q]. Používanou jednotkou dávkového ekvivalentu je sievert [Sv] (popř. cSv, mSv, μ Sv).

Příkon dávkového ekvivalentu

Jednotkou příkonu dávkového ekvivalentu je sievert za hodinu [$\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$] (popř. $\text{cSv}\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$, $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) (Vševojsk-2-1).

1.3 Způsoby ochrany před radioaktivním zářením

Jedním z úkolů radiační ochrany je ochrana před ozářením fyzických osob a omezením rizika vzniku deterministických nebo stochastických účinků radioaktivního záření. Velikost obdržené dávky ionizujícího záření se odvíjí od intenzity, druhu a energie záření, dobou expozice a geometrickými podmínkami. Z těchto faktorů se odvíjí tři základní způsoby ochrany a to:

Ochrana časem což znamená, že snížením doby pobytu v prostoru s ionizujícím zářením, lze snížit obdrženou dávku. Přesná definice zní, že absorbovaná dávka záření je přímo úměrná době expozice (Ullmann, @ 2013).

Ochrana vzdáleností, kdy intenzita záření je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti od zdroje záření. Ochranou je proto dodržovat bezpečnou vzdálenost od zdroje záření, například užitím kleští, pinzet apod. (Lustig et al., @ 2011).

Ochrana stíněním spočívá ve vložení vhodného stínícího materiálu mezi zdroj záření a chráněný objekt.

1.4 Vnější a vnitřní kontaminace

Únik radionuklidů do okolního prostředí má v případě kontaminace osob závažný vliv na jejich organismus. Kontaminaci radionuklidy rozdělujeme na povrchovou tzv. vnější a vnitřní.

Vnější (zevní) ozáření je ozáření osoby ionizujícím zářením zdroji ionizujícího záření, které se nacházejí mimo ni. Vzhledem k účinkům na organismus je vnitřní kontaminace nebezpečnější. Radionuklid vniklý do organismu má sklon hromadit se v cílových orgánech a způsobovat tak dlouhodobé ozařování. Do organismu radionuklid vstupuje ingescí (požitím radioaktivního materiálu a vniknutí do zažívacího traktu), dále inhalací (vdechnutí radioaktivní látky ve formě par, aerosolu nebo plynu) nebo vniknutí

radionuklidu přes poškozenou pokožku. Posledním způsobem je vniknutí radionuklidu do organismu absorpcí přes neporaněnou kůži (např. tritium) (Radiační ochrana, 2007).

1.5 Deterministické a stochastické účinky

Z hlediska vztahu dávky záření a biologického účinku může vést ozáření k deterministickým účinkům, při kterých dochází k zániku buněk a k následné ztrátě funkce tkání a orgánů (Klener, 2000). Deterministické účinky se vyznačují prahovou úrovní dávky, kdy následky na organismus rostou s velikostí obdržené dávky. Příkladem deterministického poškození je radiační dermatitida (erytém) nebo akutní nemoc z ozáření (IAEA, Safety Series 115, @ 1996).

Druhým typem biologického poškození následkem ozáření jsou stochastické účinky (pravděpodobnostní), které mohou vzniknout v důsledku změny v genetické informaci jedné nebo více buněk. Pro ně platí, že s dávkou záření roste pravděpodobnost vzniku nádoru, nikoliv intenzita či stupeň účinku. Stochastické účinky lze rozdělit do dvou skupin, a to na nádory indukované zářením a změny v genetické informaci. Typickým onemocněním indukované ionizujícím zářením je leukémie či vznik zhoubných novotvarů (Štetina et al., 2014).

1.6 Kultura bezpečnosti, jaderná bezpečnost

V důsledku několika jaderných havárií v minulosti, neustále stoupá sofistikovanost technického zařízení. Zdokonalují se také několikasupňová bezpečnostní i ochranná opatření jaderných zařízení, které jsou v současnosti na velmi vysoké úrovni. Všechna přijatá technická a bezpečnostní opatření však nemohou vyloučit riziko vzniku neplánovaného ozáření, či nepřipustného uvolnění radioaktivních látek do přírodního prostředí. Tato situace by vedla k vzniku mimořádné události nebo krizové situaci. Likvidace radiační havárie by v prvním sledu vyžadovala velmi rychlé operativní rozhodování a realizaci následných opatření k ochraně pracovníků jaderných zařízení, obyvatel v zóně havarijního plánování. Pro tyto účely byly definovány pojmy jaderná bezpečnost a kultura bezpečnosti.

1.6.1 Kultura bezpečnosti

Ač je termín kultura bezpečnosti multiplatformní, nejčastěji je používán v souvislosti s jadernou bezpečností. Poprvé byl zmíněn v souhrnné zprávě Mezinárodní skupiny pro jadernou bezpečnost (používaná zkratka INSAG) v souvislosti se zasedáním

o havárii jaderné elektrárny v Černobylu a následně byl publikován mezinárodní agenturou International Atomic Energy Agency (dále jen IAEA) v bezpečnostních zásadách Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants (v roce 1988). Kulturu bezpečnosti lze definovat takto:

Kultura bezpečnosti je taková struktura charakteristik a přístupů organizace a jednotlivců, která jako nejvyšší prioritu ustanovuje, že otázkám bezpečnosti jaderné elektrárny musí být věnována pozornost odpovídající jejich významu. Prioritně je cílem plnění kultury bezpečnosti bezpečnost výrobních zdrojů a s tím související ochrana pracovníků, obyvatelstva a životního prostředí. Dosáhnout toho lze z úrovně řízení a kontroly až individuální povědomí o důležitosti bezpečnosti, vysokou úrovní znalostí a vzdělanosti pracovníků (Safety Culture, @ 1991).

1.6.2 Jaderná bezpečnost

V návaznost na předpisy EU a Evropského společenství pro atomovou energii (používaná zkratka Euratom) přichází od 1. ledna 2017 v platnost nový atomový zákon evidován pod č. 263/2016 Sb. (dále jen atomový zákon). Ten vymezuje pojem jaderná bezpečnost jako stav a schopnost jaderného zařízení a fyzických osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo úniku radioaktivních látek anebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezit následky nehod. Klener et al. (2000), zahrnuje do definice jaderné bezpečnosti též schopnost pracovníků jaderného zařízení těmto situacím předcházet.

V České legislativě řeší problematiku jaderné bezpečnosti v souladu s bezpečnostními požadavky Mezinárodní agentury pro atomovou energii (používaná zkratka MAEE) atomový zákon. Zde jsou také uvedeny principy bezpečného využívání jaderné energie. Ty spočívají v jaderné bezpečnosti, radiační ochraně, monitorování radiační situace, zvládnutí radiační mimořádné události a zabezpečení jaderného zařízení. Tyto principy musí být zajištěny během celého životního cyklu jaderného zařízení. Mezinárodní termín pro tyto opatření se souhrnně nazývá defenence in depth, neboli ochrana do hloubky (technická a organizační opatření k zamezení vzniku poruch nebo havárií).

1.7 Systém ochrany do hloubky

Nedovolený únik radioaktivních látek obsažených v aktivní zóně jaderného reaktoru mimo reaktor, zajišťuje systém čtyř ochranných technických bariér. Jsou jimi palivová matrice, pokrytí paliva, primární okruh reaktoru a systém ochranné obálky. Tyto bariéry jsou základem komplexnosti ochrany a bezpečnosti jaderné elektrárny.

Systém ochrany do hloubky zahrnuje pět hierarchicky odstupňovaných úrovní, které zajišťují několikasupňovou ochranu v případě, že jedna úroveň selže.

První úroveň spočívá v zajištění prevence selhání provozních systémů. To obnáší celé spektrum zásad od výběru vhodné lokality přes projektová, výrobní a montážní specifika, až po vlastní provoz a údržbu.

Druhá úroveň obnáší kontrolu nad vznikem abnormálního provozu formou detekce selhání následné korekce a návratu systému k běžnému provozu (např. systém kontroly teplot a tlaku v primárním a sekundárním okruhu apod.).

Třetí úroveň jsou technická opatření k zvládnutí málo pravděpodobných nehod, tak aby při jejich vniku byly udrženy v mezích standardní ochrany pracovníků a obyvatelstva. Pro příklad lze uvést nehody s únikem paliva. Zde třetí úroveň ochrany zajišťuje náhradní způsob chlazení aktivní zóny tak, aby nedošlo k přehřátí celého systému a tavení aktivní zóny.

Čtvrtá úroveň ochrany do hloubky nastává v případě, že tři předchozí nezajistí poškození aktivní zóny. Jejím prioritním cílem je zabránit úniku štěpných radioaktivních produktů mimo reaktor. Jde o hermeticky uzavřený prostor, tzv. kontejnment, ve kterém jsou prvky primárního okruhu umístěny, čímž se minimalizuje únik radionuklidů do okolního prostředí.

V případě selhání předchozích čtyř technických opatření je poslední pátá úroveň, což představují tzv. vnitřní a vnější havarijní plány. Jejich úkolem je formálně zastřešit organizaci činností při radiační havárii s cílem snížit následky na pracovníky a okolní obyvatelstvo v případě, kdy předchozí opatření selhala, tj. kdy došlo k vážnému poškození aktivní zóny reaktoru a následné ztrátě integrity ochranné obálky (SÚRO, @ 2018).

1.8 Program monitorování radiační situace

Nedílnou součástí splnění požadavků limitování ozáření osob, optimalizace radiační ochrany, zajišťování ostatních požadavků na bezpečný provoz pracovišť se zdroji ionizujícího záření a zejména včasného zjištění odchylek od normálního provozu se provádí v rámci tzv. programu monitorování (Klener at. al., 2000).

Z hlediska radiační ochrany je monitorování měření všech veličin (např. pole ionizujícího záření, ozáření osob, povrchová kontaminace), jejich zaznamenávání a vyhodnocování. Cílem těchto měření je optimalizace radiační ochrany, kontrola dodržování systému limitování dávek, zajištění bezpečného provozu na pracovišti se zdroji ionizujícího záření. Jedním z hlavních úkolů monitorování je i bezprostřední varování v případě vzniku radiační události (Hušák, 2009).

Monitorování radiační situace na území ČR je zakotveno v atomovém zákoně a podrobnosti stanoveny v prováděcích vyhláškách č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace a ve vyhlášce č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události a 329/2017 Sb., o požadavcích na projekt jaderného zařízení a dalších vyhláškách. Systém monitorování řídí SÚJB v součinnosti s Regionálními centry, Státním ústavem radiační ochrany (dále jen SÚRO), držiteli povolení k provozu jaderných zařízení a s ministerstvy (Ministerstvo obrany ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR atd.).

Program monitorování zahrnuje:

- monitorování okolí jaderné elektrárny,
- monitorování výpustí,
- monitorování pracovišť a pracovníků jaderné elektrárny.

Program monitorování musí obsahovat jak monitorování běžného provozu jaderného zařízení, tak jakékoliv jeho odchylky, které mohou vést až ke vzniku radiační nehody nebo havárie. Podle typu praxe se monitorování provádí soustavnou nebo periodickou formou, což potvrzuje bezpečné pracovní podmínky pro zaměstnance v souladu s požadavky povolení praxe. Operativní monitorování má za cíl zhodnotit a zajistit přijatelnost konkrétní činnosti z hlediska systému limitování a podmínek povolení praxe (Klener at. al., 2000).

1.8.1 Monitorování okolí jaderné elektrárny

Monitoring je prováděn formou stacionárních monitorovacích stanic a v případě radiační havárie i prostřednictvím mobilních monitorovacích týmů. Stacionární stanice tvoří Síť včasného zjištění (používaná zkratka SVZ) se 169 měřicími místy, které se nacházejí na hranici území jaderné elektrárny tzv. měření na plotě a dále na dalších stanovených místech vně elektrárny. Součástí je i Armádní radiační monitorovací síť (používaná zkratka ARMS) se 17 měřicími body. Měření se provádí ve dvou režimech. Režim normálního monitorování, tzn. měření v běžných podmínkách a v režimu havarijního monitorování, které zajišťuje informace v případě vzniku nehodové situace (SÚRO, @ 2018).

Monitorovací týmy provádějí měření předem stanovených tras dle havarijního plánu. Měří objemové aktivity v atmosféře, povrchové kontaminace, ale jsou vybaveny i prostředky pro odběr vzorků (Bezpečnost - připravenost - ochrana obyvatelstva, 2006).

1.8.2 Monitorování výпустí

Jedná se o program monitorování radionuklidů opouštějících jadernou elektrárnu v odpadních plynech a ve větší míře v odpadní vodě, a to v množství, které nepřesahuje podmínky stanovené atomovým zákonem.

Odpadní voda obsahuje převážně radioaktivní izotopy jódu a cesia a vzácných plynů (tritium, deuterium). Ty se do odpadní vody dostávají mikroskopickými trhlinami vzniklými vlivem vysokého tepelného a radiačního namáhání některých konstrukčních částí reaktoru. Plynné odpadní produkty obsahují především ^{85}Kr , ^{135}Xe , ^{131}I , dále malé množství tritia a další radioaktivní aerosoly které nejsou zachyceny filtry. Celková aktivita a podíl jednotlivých radionuklidů ve výпустích je závislá na typu a výkonu jaderného reaktoru. Vzhledem k velmi účinnému systému filtrování, je však únik radionuklidů velmi malý a ve vzdálenosti 1 km od elektrárny téměř neměřitelný. Hála (1998) uvádí se, že ozáření z výпустí jaderné elektrárny tvoří 0,1-1 % celkového ozáření ze všech přírodních i umělých zdrojů.

1.8.3 Monitorování pracovišť a pracovníků jaderné elektrárny

V rámci monitorování pracovišť je provozovatel jaderného zařízení povinen provádět monitorování podmínek pro výkon prací a pobyt v kontrolovaných a sledovaných pásmech, monitorování povrchové kontaminace osob a předmětů opouštějících tyto pásma a monitorování technologických zařízení. Monitorování se provádí třemi

způsoby. Nepřetržitým, periodickým a operativním způsobem (Radiační ochrana, @ 2003).

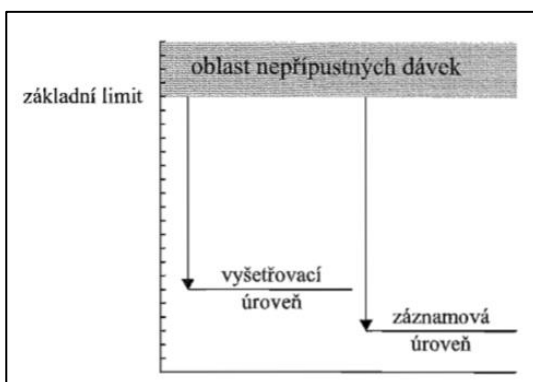
Primárním rizikem pro pracovníky jaderné elektrárny je riziko vnějšího ozáření, druhotným rizikem riziko vnitřního ozáření. Z tohoto důvodu se provádí monitorování efektivní dávky za určité období, a to nejen u stálých zaměstnanců zařízení, ale i u osob které zabezpečují dodavatelské, opravárenské nebo jiné logistické činnosti, které mohou vést k ozáření. K tomuto provádí držitel povolení zařazení pracovníků do kategorie A nebo B, s čímž jsou spojeny odlišné požadavky na radiační ochranu. Monitorování se provádí osobními dozimetry a celotělovými počítači (SÚRO, @ 2018). Držitel povolení má za povinnost veškeré údaje evidovat po dobu trvání pracovního poměru zaměstnance a dále minimálně po dobu 30 let.

1.9 Monitorovací úrovně

K řízení a kontrole ochrany před ionizujícím zářením zavedeny tzv. monitorovací úrovně. Jsou to určující ukazatele nebo kritéria, při jejichž překročení nebo nesplnění nastupují specifické postupy nebo opatření. Rozlišujeme tři druhy monitorovacích úrovní:

- 1) Záznamová úroveň.
- 2) Vyšetřovací úroveň.
- 3) Zásahová úroveň.

Obrázek 1 popisuje schematické znázornění vztahu monitorovacích úrovní a základních limitů. Podrobnosti lze najít v atomovém zákonu a ve vyhlášce č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.



Obrázek 1 Schematické znázornění vztahu úrovní (Hušák et al., 2009)

1.10 Orgány státní správy

Na národní úrovni se vykonáváním státní správy a dozoru v oblasti využívání jaderné energie a ionizujícího záření, jaderné bezpečnosti, radiační ochrany až po problematiku ukládání radioaktivního odpadu zabývá SÚJB (Matal, 2011). Podpůrnou, odbornou a výzkumnou činnost pro tento úřad zajišťuje SÚRO. Mezi jeho hlavní činnosti patří zajištění činnosti radiační monitorovací sítě ČR, výjezdové mobilní skupiny analyzující situaci v terénu v případě radiační nehody nebo radiační havárie a další specializované činnosti v oblasti radiační ochrany (SÚRO, @ 2016).

1.11 Hrozby a rizika pro jaderné zařízení

V rámci závěrečné zprávy Analýzy hrozeb pro Českou republiku, zpracovala pracovní skupina Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen HZS ČR) a zástupci jednotlivých ministerstev a jiných ústředních správních úřadů (např. SÚJB, Národní bezpečnostní úřad) jednotný registr nebezpečí (hrozeb). Zpracován byl na základě procesu posouzení rizik, který je složen z identifikace nebezpečí, analýzy a hodnocení rizik. Z tohoto procesu vzešly dvě kategorie potencionálních hrozeb, a to:

- Naturogenní typy hrozeb, které jsou dále rozděleny na abiotické, biotické a kosmické.
- Antropogenní typy hrozeb, které se dále dělí na technogenní, sociogenní, ekonomické.

Konkrétnější rizika spojená s ohrožením jaderných zařízení, jsou uvedena v publikaci Výběr a hodnocení projektových a nadprojektových událostí a rizik pro jaderné elektrárny (SÚJB, 2010) vydané SÚJB. Zde jsou rozpracovány požadavky definované agenturou IAEA a asociací Western European Nuclear Regulators Association (používaná zkratka WENRA). Rizika jsou zde rozdělena na vnitřní a na vnější.

1.11.1 Vnitřní rizika

Nehody nebo těžké havárie, které by mohly potenciálně vést k velkým únikům radioaktivních látek, mohou vzniknout v důsledku vícenásobných selhání technologického zařízení nebo chybou lidského činitele, např. obsluhy. Uvést zde lze například dlouhodobou ztrátu dodávky napájecí vody, vícenásobné porušení trubek parogenerátoru, úplná ztráta vnitřních a vnějších zdrojů elektrického napájení a další.

Projekt musí kromě poruch technologického zařízení nebo chyb obsluhy také uvážit specifická zatížení a parametry prostředí, které souvisí s poruchami ostatních zařízení uvnitř elektrárny, nebo s lokalitou umístění elektrárny a působí na systémy, konstrukce a komponenty jako vnitřní a vnější vlivy nebo rizika (SÚJB, @ 2010). Do této skupiny se řadí dynamické účinky úniku chladiva z vysokoenergetických potrubí, švihy potrubí, vnitřní projektily vznikající např. z roztržení rotujících strojních částí, jakým je utržení lopatky turbíny, vnitřní záplavy, vnitřní požáry a výbuchy, pády a nárazy těžkých břemen, selhání tlakových částí, opor a jiných konstrukčních částí, elektromagnetické interference mezi zařízeními elektrárny, úniky vody, plynu, páry nebo škodlivých látek a další.

1.11.2 Vnější rizika

Vnější rizika jsou rozdělena do dvou podskupin. První obsahuje rizika hrozcí vlivem přírodních vlivů jako zemětřesení, vichřice, blesky, vnější záplavy, extrémní vnější teploty, extrémní dešťové a sněhové srážky, tvorba ledu, zvýšení hladiny spodní vody, extrémní sucha a jiná rizika, která mohou zapříčinit zhoršení dodávky vody a vzduchu.

Druhá podskupina obsahuje antropogenní rizika (rizika spojená s činností lidí). Mezi neúmyslné ohrožení lze zařadit rizika vzniku požáru nebo výbuchu, a to jak uvnitř jaderného zařízení, tak i ohrožení plynoucí s požáry nebo úniky nebezpečných látek z okolních objektů. Dále elektromagnetické interference se zařízením mimo elektrárnu a vyloučit nelze ani náhodný pád letadla. (SÚJB, @ 2010).

V neposlední řadě nelze vyloučit ani úmyslná ohrožení jaderných zařízení. Sabotáží nebo diverzní akcí kontrolního nebo bezpečnostního systému může útočník dosáhnout značných materiálních škod, ale může dojít i k úniku radioaktivních látek mimo jaderné zařízení. Proti tomuto druhu ohrožení se však lze účinně bránit včasnou identifikací a účinnými bezpečnostními opatřeními v rámci fyzické ochrany jaderného zařízení (Vojenská doktrína Pub 36-16-02).

Dodržení bezpečnostních cílů musí být v případě vnitřních a vnějších vlivů zabezpečeno při splnění následujících podmínek:

- *Výskyt události se předpokládá při nejnepříznivějších provozních podmínkách.*
- *Projekt musí uvážit primární (např. porušení bariéry) i sekundární (např. vibrace, vyvolané požáry nebo exploze) účinky události.*

- *Je-li pravděpodobnost vzniku náhodné události nižší než $1 \cdot 10^{-7}$ za rok, nevyžaduje se kromě organizačních opatření realizace specifických technických opatření.*
- *Uvedené pravděpodobnostní vylučovací kritérium není možné použít v případě úmyslného zásahu, způsobeného lidskou činností (SUJB, @ 2010).*

1.12 Mezinárodní stupnice jaderných a radiologických událostí

V mezinárodním měřítku se ochranou jaderných zařízení zabývá nezávislá organizace IAEA, zařazená do systému OSN pro vědu a technologii v oblasti mírového využívání jaderné energie.

Tato organizace sestavila mezinárodní stupnici hodnocení závažnosti jaderných událostí (dále jen INES), sloužící pro roztřídění a posouzení závažnosti jaderných a radiačních nehod a havárií. Stupnice slouží členským státům k vyhodnocování a sdělování radiačních událostí na jejich území a v neposlední řadě slouží jako nástroj pro sdělování relevantních informací veřejnosti (IAEA, @ 1999).

Stupnice posuzuje závažnost radiační události z hlediska tří kritérií:

1. Dopady na obyvatelstvo a životní prostředí: hodnotí se místní nebo rozsáhlý únik radioaktivních látek mimo jaderné zařízení; množství uvolněných radioaktivních látek.
2. Dopady na radiační bariéry a radiační opatření v zařízení: hodnocení dopadu na poškození zařízení, kde se nakládá s velkým množstvím radioaktivních látek (jaderné reaktory, zařízení pro přepracování paliva atd.); ohrožení bezpečnosti osob a životního prostředí.
3. Dopad na ochranu do hloubky: dopady na bezpečnostní systémy elektrárny; narušení vícestupňových bariér bránící únik radioaktivních látek mimo jaderné zařízení; hodnocení bezpečnostních systémů jaderné elektrárny.

Stupnice INES zohledňuje tyto tři kritéria dopadů v sedmi stupních. Zde je stručný popis jednotlivých stupňů s uvedením konkrétní radiační události.

- Stupeň 0 - události bez bezpečnostního významu (běžné provozní komplikace zvládnutelné standardními postupy).

- Stupeň 1 - anomálie (menší odchylky od povolených limitů, malé problémy s bezpečnostními komponentami bez narušení ochrany do hloubky).
- Stupeň 2 - nehoda (významné narušení bezpečnostních opatření, avšak není narušena bezpečnost jaderného zařízení); Mihama (Japonsko 1991).
- Stupeň 3 - vážná nehoda (téměř havarijní stav vlivem úniku radioaktivity mimo elektrárnu nad povolené limity; s možným nadlimitním ozářením pracovníků); Vandellos (Španělsko 1989).
- Stupeň 4 - havárie s místními následky (malý únik radioaktivních látek, který zatím nevyžaduje širší havarijní opatření s výjimkou kontroly potravin); Jaslovské Bohunice (Československo 1977).
- Stupeň 5 - havárie s širšími následky (omezený únik radioaktivních látek, který vyžaduje některá opatření k ochraně obyvatelstva dle havarijního plánu, např. evakuace; Windscale (Velká Británie 1957), Three Mile Island (USA 1979).
- Stupeň 6 - těžká havárie (velký únik radioaktivních látek mimo zařízení, který vyžaduje uplatnění opatření podle havarijního plánu).
- Stupeň 7 - velmi těžká havárie (únik značného množství radioaktivních látek s ohrožením velkého území s vážnými následky na zdraví obyvatel a s dlouhodobými následky na životním prostředí); Černobyl (SSSR 1986), Fukušima (Japonsko 2011) (SÚJB, @ 2016; ČEZ, @ 2006).

1.13 Klasifikace radiační mimořádné události na národní úrovni

Posuzování závažnosti radiační mimořádné události je v české legislativě zakotveno v atomovém zákoně, který reflektuje novou evropskou legislativu a upravuje technické požadavky provozování jaderných elektráren.

Radiační mimořádná událost je podle atomového zákona událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření a která vyžaduje opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršování situace z pohledu zajištění radiační ochrany.

Jednotlivé stupně se liší z hlediska sil, prostředků a potřeby provedení ochranných opatření k ochraně obyvatelstva. Ochranná opatření jsou jednou z dílčích úkolů jaderné bezpečnosti, sloužící k omezování ozáření osob a životního prostředí při radiační mimořádné události. Jsou rozděleny na neodkladná a následná.

Neodkladná ochranná opatření jsou především ukrytí, použití jódové profylaxe a následná evakuace obyvatelstva. Následná ochranná opatření spočívají v přesídlení obyvatel, dekontaminaci osob a techniky, omezení používání potravin a vody kontaminovaných radionuklidy a omezení používání kontaminovaných krmiv.

Atomový zákon rozděluje radiační mimořádné události na:

- Radiační mimořádnou událost 1. stupně, která je zvládnutelná silami a prostředky obsluhy (aktuální směny), a proto nevyžaduje provedení neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva.
- Radiační nehodu, což je radiační mimořádná událost, vyžadující zásah smluvními osobami vyčleněnými k odezvě na radiační mimořádnou událost. Místně ohraničená nehoda nevyžaduje provedení neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva.
- Radiační havárii, která je definována jako mimořádná událost velkého rozsahu, při jejímž řešení zasahují síly a prostředky vyčleněné k odezvě a další dotčené orgány určené vnitřním havarijním plánem (Zákon č. 236/2016 Sb., Vyhláška č. 359/2016 Sb.).

Radiační událost může být způsobena neúmyslně nebo úmyslně. Neúmyslně vlivem událostí vyvolanými vlastnostmi území, selháním lidského činitele nebo technologickou poruchou. Úmyslně činností člověka.

1.14 Kategorizace pracovišť s ionizujícím zářením

Atomový zákon a jeho prováděcí vyhlášky kategorizují pracoviště, ve kterém se lze setkat se zdrojem ionizujícího záření. Zdrojem je látka, přístroj nebo zařízení schopné vysílat ionizující záření nebo uvolňovat radioaktivní látky (Seidl et al., 2012). Kategorie se člení podle:

- Míry ohrožení zdraví a životního prostředí ionizujícím zářením na nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné zdroje ionizujícího záření, kam řadíme jaderný reaktor.
- Druhu pracoviště, ve kterém se radiační činnost provádí z hlediska možného ozáření pracovníků, obyvatelstva a potenciálních rizik při na kategorie I.-IV. Do kategorie IV. se řadí jaderné zařízení, uložistiště radioaktivních odpadů a sklad vyhořelého jaderného paliva.

- Velikosti možných dopadů radiační nehody nebo havárie do kategorie A-E.
- Míry zabezpečení proti zneužití jaderného materiálu do kategorie I.-III.

1.15 Havarijní plánování

Havarijním plánováním se rozumí soubor činností, postupů a vazeb uskutečňovaných ministerstvy a jinými ústředními správními úřady, krajskými a obecními úřady a dotčenými právníckými osobami nebo podnikajícími fyzickými k plánování opatření k provádění záchranných a likvidačních prací při vzniku mimořádných událostí, a to vždy s použitím existujících sil a prostředků (HZS MSK, @ 2011). Jedná se o bezpečnostní dokument zajišťující připravenost k řešení a odezvu na havarijní situace s cílem minimalizovat negativní účinky mimořádné situace na životech a zdraví osob, životním prostředí a majetku a stanovit systém havarijní připravenosti složek podílejících se na záchranných a likvidačních pracích.

V případě radiační havarijní připravenosti se jedná o schopnost rozpoznat vznik radiační nehody nebo havárie a při jejím vzniku plnit opatření stanovená havarijními plány (SÚJB, @ 2014). Zásadní legislativní dokument pro problematiku radiační havarijní připravenosti je vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události. Zde jsou mimo jiné definovány požadavky na připravenost k odezvě na radiační mimořádnou událost, systém prověřování připravenosti osob k odezvě (návuky, cvičení atd.), ale i požadavky pro zpracování havarijních plánů. Těmito plány jsou národní radiační havarijní plán (zpracovává SÚJB), zásahové instrukce (použití v případě ztráty kontroly nad zdrojem ionizujícího záření), vnitřní havarijní plán a plán k provádění záchranných a likvidačních prací v okolí zdroje nebezpečí (dále vnější havarijní plán). Nutno dodat, že mezi těmito plány se prověřuje vzájemný soulad formou společného procvičení scénáře radiační havárie.

Zpracování vnitřního a vnějšího havarijního plánu vychází vždy z konkrétních podmínek (umístění zařízení, typ zařízení apod.). Publikace agentury IAEA - Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency (2018) člení území havarijního plánování na dvě oblasti.

Oblast ON-SITE je ohraničené zabezpečené území v okolí jaderného reaktoru, které je pod přímou kontrolou provozovatele. Pro tuto oblast vytváří provozovatel jaderného zařízení vnitřní havarijní plán.

Oblast OFF-SITE, což je území přesahující rámec, který má provozovatel pod přímou kontrolou. V případě radiační havárie je to prostor, kam by se mohl šířit radioaktivní materiál. Oblast OFF-SITE se dále rozděluje na zónu neodkladných ochranných opatření, kde se provádějí činnosti, jejichž cílem je zamezení vzniku deterministických účinků a na oblast, pro kterou se plánují následná opatření. Zde je hlavním cílem odvrátit dávky záření uvedené v mezinárodních normách.

1.15.1 Vnitřní havarijní plán

Vnitřní havarijní plán zpracovává provozovatel zařízení (na základě atomového zákona a prováděcí vyhlášky č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné situace) a jeho působnost se vztahuje pouze pro areál jaderného zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření. Výjimku tvoří pracoviště zařazené do kategorie I. (zubní rentgeny, kabinové rentgeny, kostní denzitometry) a pracoviště s drobnými zdroji (Hušák et al., 2009). Vnitřní havarijní plán obsahuje soubor organizačních a personálních opatření. Ty umožňují pracovníkům zařízení okamžitě a adekvátně řešit nastalou mimořádnou situaci s cílem snížit negativní důsledky havárie a zajistit radiační ochranu osob. Obsahem tohoto plánu je organizační struktura provozovatele, způsob vyrozumění osob a orgánů podílejících se na provedení zásahu, způsoby oznamování vzniku mimořádné události SÚJB a dalším orgánům, způsoby vyrozumění a varování zaměstnanců. Dále zde jsou uvedeny zásady a postupy ukrytí, evakuace, poskytování první pomoci a další opatření k ochraně života a zdraví osob.

1.15.2 Vnější havarijní plán jaderného zařízení

Vnější havarijní plán je dokument, který se zpracovává pro objekty s potencionálními zdroji rizika (jaderné zařízení, objekty chemického průmyslu) z důvodu usnadnění záchranných a likvidačních prací a z hlediska ochrany obyvatelstva (Vilášek et al., 2014).

Vnější havarijní plán pro jaderné zařízení nebo pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření zpracovává místně příslušný HZS kraje. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů (dále jen zákon o IZS), ukládá orgánům kraje, provozovateli jaderného zařízení a dalším složkám podílejících se na havarijním plánování poskytnout HZS kraje podklady a informace ke zpracování plánu. Odborně se k němu vyjadřuje SÚJB a MV-GŘ HZS ČR. Havarijní plán schvaluje hejtman kraje a starosta obce s rozšířenou působností. Způsob

zpracování je popsán ve vyhlášce Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. Obsahuje tři části. Informační část obsahuje obecné charakteristiky jaderného zařízení a území, seznam právnických a podnikajících fyzických osob, analýzy možných radiačních havárií a radiologických následků na obyvatelstvo, zvířata a životní prostředí, popis systému vyrozumění a varování a další. Operativní část zahrnuje úkoly a zásady koordinace všech orgánů a složek podílejících se na řešení havarijní situace včetně předávání informací. Poslední částí jsou plány konkrétních činností, které obsahují plán:

- a) vyrozumění,
- b) varování obyvatelstva,
- c) záchranných a likvidačních prací,
- d) ukrytí obyvatelstva,
- e) jodové profylaxe,
- f) evakuace osob,
- g) individuální ochrany osob,
- h) dekontaminace,
- i) monitorování,
- j) regulace pohybu osob a vozidel,
- k) traumatologický,
- l) pohotovostní plán veterinárních opatření,
- m) regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody,
- n) opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti,
- o) zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti,
- p) komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky.

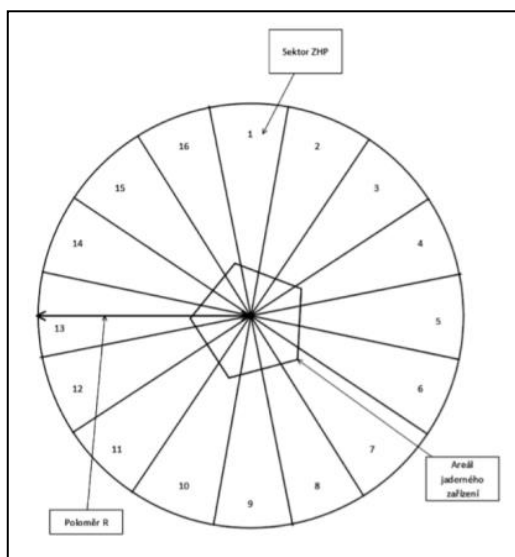
Vnější havarijní plán se vyhotovuje ve dvou provedeních. První je součástí krizového plánu kraje, druhé se ukládá na Operační a informační středisko HZS kraje. Dotčené správní úřady s krajskou nebo okresní působností a dotčené obce obdrží výpisy. Aktuálnost vnějšího havarijního plánu se prověřuje minimálně jedenkrát za 3 roky cvičením. Z důvodu uvádění citlivých informací v souladu s nařízením Evropského parlamentu a rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (používaná zkratka GDPR) (2016), není vnější havarijní plán veřejně přístupný.

1.15.3 Zóna havarijního plánování

Zóna havarijního plánování je část území v okolí objektu nebo zařízení, kde se podle legislativy na základě analýzy rizik uplatňují požadavky na ochranu obyvatelstva a požadavky územního rozvoje z hlediska havarijního plánování. Jsou to objekty zařazené do skupiny B podle zákona o prevenci závažných havárií č. 224/ 2015 Sb. a jaderná zařízení nebo pracoviště IV. kategorie podle atomového zákona.

Geograficky je zóna havarijního plánování pomyslná kruhová plocha v okolí jaderného zařízení (nebo pracoviště IV. kategorie) se středem v průmětu půdorysu budovy s jaderným reaktorem. Vzory stanovení plochy zóny havarijního plánování, poloměry kružnic, vymezení sektorů a velikosti úhlů jsou specifikovány ve vyhlášce č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události.

Plocha kružnice je rozdělena na 16 sektorů, jejichž výseče svírají úhel $22,5^\circ$ tak, aby se výseče protínaly ve středu S. Na topografickém azimutu pak osa výseče 1 zaujímá polohu 0° . Graficky to znázorňuje obrázek 2. Pro každou jadernou elektrárnu se přesná poloha hranic sektorů a kruhů přizpůsobuje místnímu území a demografickým poměrům.



Obrázek 2 Vzor geometrického rozdělení plochy (vyhláška č. 359/2016 Sb.)

Na území České republiky se nacházejí dvě jaderná zařízení, pro které je zóna havarijního plánování určena. V případě jaderné elektrárny Temelín je zóna havarijního plánování o průměru 13 km. Grafické zakreslení zóny havarijního plánování jaderné

elektrárny Temelín je uvedeno v příloze A. Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany tvoří kruh o průměru 20 km. Je uvedena v příloze B.

1.16 Řešení radiační havárie

Na řešení následků radiační havárie se podle vnějšího havarijního plánu podílí orgány státní správy, samosprávy (z úrovně krajského úřadu po orgány obce), ministerstva a jiné ústřední správní úřady (např. SÚJB), základní složky integrovaného záchranného systému (HZS kraje, Zdravotnická záchranná služba, Policie České republiky), ostatní složky IZS (AČR, havarijní, pohotovostní a jiné služby) a další subjekty zařazené do vnějšího havarijního plánu, např. držitel povolení Českých energetických závodů a.s., (dále jen ČEZ) právnické a fyzické osoby.

Koordinaci řešení radiační havárie provádí na strategické úrovni hejtman kraje. Ten si na základě zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (dále jen krizový zákon) zřizuje krizový štáb kraje jako svůj pracovní orgán. Do krizového štábu jsou zařazeni členové bezpečnostní rady kraje a členové stálé pracovní skupiny (tajemník krizového štábu, pracovníci krajského úřadu a zástupci složek IZS). K řešení následků radiační havárie jsou přizváni odborníci z SÚJB a dále odborný poradce ČEZ, který plní úkoly komunikačního mostu mezi jadernou elektrárnou a hejtmanem kraje.

1.16.1 Jednotky požární ochrany

Při zásahu na místě radiační havárie zasahují v prvním sledu jednotky požární ochrany (dále jen JPO). Konkrétně to jsou jednotky HZS ČR, JPO podniku (kategorie IV.) resp. jaderného zařízení, jednotky sboru dobrovolných hasičů obce, a to na základě plošného pokrytí území ČR jednotkami požární ochrany. Jejich základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi (Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů).

Rozmístění, vnitřní organizaci a vybavení JPO určuje vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, na základě stupně nebezpečí území obce. Jedním z kritérií určující stupeň nebezpečí je i výskyt jaderného pracoviště IV. kategorie na katastrálním území. Toto kritérium je zohledněno v tzv. předurčenosti JPO a opěrnými body

pro dekontaminaci obyvatelstva, techniky a rozšířenou detekci nebezpečných látek (Pokyn GŘ HZS ČR, @ 2017). Vyčleněné JPO jsou vybaveny nejen základní požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany, ale i nestandardními prostředky pro ochranu obyvatelstva, detekci radioaktivních látek a dekontaminaci.

Mimo výše uvedených jednotek je pro zásah při radiační havárii vyčleněn i Záchranný útvar HZS ČR. Jednotky záchranného útvaru jsou vybaveny prostředky pro radiační průzkum, označování kontaminovaného území a dekontaminaci osob, techniky a materiálu (Pokyn GŘ HZS ČR, @ 2015).

1.16.2 Armáda České republiky

Použití jednotek AČR k plnění úkolů prováděných ve prospěch IZS je realizováno v souladu s příslušnými právními předpisy ČR a dohodami mezi ministerstvem vnitra a ministerstvem obrany ČR.

K základním dokumentům, které stanovují podmínky a zásady nasazování sil a prostředků (dále jen SaP) AČR patří Směrnice náčelníka Generálního štábu Armády České republiky k nasazování sil a prostředků Armády České republiky v rámci integrovaného záchranného systému a k plnění úkolů Policie České republiky (dále jen PČR). Úkoly a opatření této směrnice vychází z ustanovení ostatních právních předpisů a meziresortních dohod (např. Dohoda o plánované pomoci na vyžádání mezi ČR, MV-GŘ HZS ČR, Ministerstvem obrany ČR-Generálního štábu armády ČR atd.). Mezi ty základní patří zákon o IZS, krizový zákon, zákon č. 219/1999 Sb., o ozbrojených silách České republiky, zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky a další zákony a vyhlášky spadající do oblasti hospodářských opatření pro krizové stavy, jaderné bezpečnosti apod.

U uvedených zákonů a směrnic a dalších navazujících dokumentů vyplývá, že vzhledem k možnostem a ke svému materiálovému vybavení budou jednotky AČR vyčleňovat síly a prostředky k provádění záchranných prací při pohromách nebo jiných závažných situacích ohrožujících životy, zdraví, značné majetkové hodnoty nebo životní prostředí souvisejících s únikem průmyslových toxických látek nebo v případě radiační havárie. Následně pak k likvidaci následků těchto mimořádných událostí. Nedílnou součástí je pak i plnění humanitárních úkolů civilní ochrany a podpůrné operace k posílení PČR.

Nasazení jednotek AČR probíhá podle územně příslušných poplachových plánů IZS nebo podle požadavků ústředních a územních orgánů krizového řízení na žádost GŘ HZS ČR. O rozsahu poskytnutí pomoci rozhodne Zástupce náčelníka Generálního štábu-ředitel Společného operačního centra Ministerstva obrany (dále jen ZNGŠ-Ř SOC MO), který následně informuje Náčelníka Generálního štábu AČR. V případě, že hrozí nebezpečí z prodlení (mimořádná událost nebo krizová situace, kdy dochází k bezprostřednímu ohrožení chráněného zájmu), lze vyžadovat použití vyčleněných sil a prostředků k záchranným a likvidačním pracím cestou HZS kraje, krajského úřadu nebo Ministerstva vnitra, a to u nejbližších vojenských útvarů a vojenských zařízení. O nasazení SaP rozhodne ZNGŠ-Ř SOC MO.

V případě vyhlášení mimořádné události 2. nebo 3. stupně na jaderných elektrárnách mají pravomoc vyžadovat nasazení vyčleněných SaP AČR hejtman kraje nebo jeho odpovědný zástupce. V případě nebezpečí z prodlení ředitel HZS kraje nebo jeho zástupce (řídící důstojník nebo velitel zásahu).

2 Cíl práce a výzkumná otázka

Níže definuji, co je cílem práce a následně, jakou výzkumnou otázkou se v rámci své diplomové práce zabývám.

2.1 Cíl práce

Provést analýzu, komparaci a evaluaci stávajících a nově zaváděných dekontaminačních prostředků osob a techniky Hasičského záchranného sboru ČR a Armády České republiky.

2.2 Výzkumná otázka

Lze za současného stavu efektivně využít v zóně havarijního plánování stávající i nově zaváděné dekontaminační prostředky osob a techniky HZS ČR a AČR v případě radiační havárie?

3 Metodika výzkumu

Ve své práci jsem provedl komparaci nejdůležitějších parametrů prostředků hromadné dekontaminace osob a techniky zařazené do vybavení HZS ČR a AČR. Obě složky budou mít v případě vzniku radiační havárie hlavní podíl na řešení situace. Pro účely zodpovězení výzkumné otázky jsem shromáždil co nejvíce informací z oblasti legislativy, dostupných metodických postupů a návodů k obsluze jednotlivých dekontaminačních zařízení. Nedílnou součástí byly také konzultace s odborníky z oblasti chemického zabezpečení HZS ČR a AČR. Získané relevantní informace jsem použil k matematickému a slovnímu vyjádření komparace.

Ke komparaci jsem zvolil kvantitativní zpracování všech zkoumaných parametrů. Zhodnotím tak zvolené prostředky dekontaminace pro dosažení cíle své práce. Komparaci jsem provedl pomocí analýzy ve vybraném vzorku. Hodnota h_i vyjadřuje úroveň použitelnosti zvoleného dekontaminačního zařízení. Maximální dosaženou hodnotou h_i je 1 a určující pro h_i jsou sledované parametry dekontaminačních prostředků. Hodnoty parametrů pak vycházejí z konkrétních takticko-technických dat (dále jen TTD) a řízených konzultací s odborníky v oboru chemické služby HZS ČR a AČR. K výpočtu jsem zvolil metodu vícekritériálního rozhodování, konkrétně bodovací metodu. Stanovil jsem si důležitost sledovaných parametrů, abych docílil zcela přesné identifikace a číselného vyjádření využitelnosti. V diplomové práci jsem použil, v rámci bodovací metody, metodu stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií předpokládající, že uživatel je schopen a ochoten určit nejen pořadí důležitosti kritérií, ale také poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií (Brožová et al., 2003). Celkem jsem stanovil deset kritérií, tedy pět sledovaných parametrů.

V případě, že sledované kritérium dekontaminačního zařízení splňuje podmínku, je stanovena hodnota = 1. Pokud podmínku nesplňuje, bude hodnocena hodnota = 0. Váhy jednotlivých kritérií se liší dle jejich preferencí, které jsem stanovil podle jejich důležitosti. Jako nejdůležitější kritérium jsem stanovil účinnost dekontaminačního zařízení, následuje kritérium mobility zařízení, dále v tomto pořadí časová a personální náročnost, logistická podpora a vliv na životní prostředí a jako poslední obslužnost a spolehlivost zařízení.

Přiřazení vah jednotlivým kritériím bylo provedeno metodou pořadí. Proto jsem kritéria seřadil od nejvýznamnějšího po nejméně významné, dle svého uvážení, a následně jsem jim přiřadil váhy $n, n-1, \dots, 2, 1$. Na základě preferencí daných kritérií převedených na body, při následném znormování počtem bodů, jsem stanovil váhy.

Při komparaci využívám vzorec (1) pro ohodnocení variant bodovou metodou (Soukopová, @ 2014):

$$h_i = \sum_{j=1}^k v_j y_{ij} \quad (1)$$

Kde je:

h_i je ohodnocení i -té varianty, $i = 1, 2, \dots, n$

y_{ij} jsou hodnoty kritériální matice Y

v_j je normovaná váha j -tého kritéria, $j = 1, 2, \dots, n$

Varianty se následně seřadí tak, že čím je větší hodnota h_i , tím více je i -tá varianta preferována (Soukopová, @ 2007).

Porovnávání kritéria a parametry zařízení pro dekontaminaci techniky

Účinnost dekontaminačního zařízení

Základní porovnávanou veličinou je kapacita dekontaminačního zařízení. Technika musí být schopna dekontaminovat co největší plochu, resp. co největší počet vozidel za jednotku času. Současně však musí být dosažena vysoká účinnost dekontaminace i v případě silného znečištění vozidla a dále musí být zařízení schopno dekontaminovat většinu běžných konstrukčních materiálů včetně plastických a jiných částí vozidel. Mezi další hlavní porovnávané parametry patří variabilita zařízení s ohledem na rozměry dekontaminovaných vozidel (např. nastavovací prvky pro možnost dekontaminovat nadrozměrnou techniku).

Kapacita dekontaminační linky y_{i1}

Variabilita dekontaminační linky y_{i2}

Mobilita zařízení

V porovnávaných parametrech je zařazena i mobilita zařízení. Posuzovat lze techniku ve dvou rovinách, a to mobilita mezi prostory nasazení (např. převoz v rámci jednotlivých krajů) a mobilita v prostoru nasazení (přemístění a rozložení celého systému v konkrétním prostoru dekontaminace). Dekontaminační zařízení musí být snadno přepravitelné automobilními, železničními, lodními přepravními prostředky a případně i leteckými prostředky. Jejich hmotnost a konstrukční řešení musí být schopno této přepravy a mělo by být schopno naložení a vyložení běžnými nakládacími prostředky bez potřeby speciálního vybavení. Na místě nasazení musí přepravovaná technika, svými rozměry a hmotností, umožnit přepravu po veřejných komunikacích a zpevněných přístupových cestách. Je potřeba zohlednit jaká je kompaktnost systému a jeho schopnost manévrovat na malém prostoru a jeho plošné požadavky při jeho plném rozvinutí do pracovní připravenosti.

Přepravitelnost zařízení y_{i3}

Mobilnost na místě nasazení y_{i4}

Časová a personální náročnost

Mezi zařazené porovnávané parametry patří i doba na přípravu zařízení a náročnost na její stavbu z technického hlediska. Dekontaminační technika by měla být po příjezdu do prostoru nasazení připravena k plnění úkolů v co nejkratší době. Současně by měl být schopen dekontaminační techniku sestavit a následně efektivně obsluhovat co nejmenší počet osob, a to z důvodu směnnosti při dlouhodobém nasazení.

Časová náročnost na výstavbu zařízení y_{i5}

Personální náročnost (výstavba, obsluha) y_{i6}

Logistická podpora a vliv na životní prostředí

Logistické zabezpečení je nedílnou součástí celého dekontaminačního procesu. Snahou je zajistit dekontaminačnímu systému co největší soběstačnost. Do logistiky proto

řadíme náročnost na dodávku dekontaminační kapaliny a s tím související schopnost zařízení využít všechny dostupné zdroje vody tak, aby se prodloužila doba činnosti dekontaminačního zařízení bez podpory z jiných zdrojů. S dekontaminačním procesem úzce souvisí i ochrana životního prostředí. Moderní dekontaminační prostředky mají ve svém technickém řešení systém na jímání kontaminované vody, která se následně odváží. Šetrná k životnímu prostředí však musí být i samotná činnost dekontaminačního zařízení.

Schopnost využít dostupné zdroje vody y_{i7}

Zařízení pro jímání kontaminované vody y_{i8}

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Důležitým faktorem vhodného dekontaminačního systému je obslužnost systému. Sem lze zařadit snadnou obsluhu, možnost určité mechanizace či automatizace v dekontaminačním postupu a další faktory. Mezi klady zařízení patří snadný přístup k servisním místům a otvorům. Je žádoucí, aby obsluha byla schopna svépomocí odstranit běžně vyskytující se závady. Zařízení pro dekontaminaci musí mít odolnou konstrukci, musí být odolné vůči radioaktivním a chemickým látkám a musí být odolné proti všem druhům uvažovaných dekontaminačních směsí a roztoků.

Obslužnost zařízení y_{i9}

Spolehlivost zařízení y_{i10}

Porovnávané parametry zařízení pro dekontaminaci osob

V případě prostředků sloužících k dekontaminaci osob, jsou porovnávané parametry obdobné jako u prostředků pro dekontaminaci techniky s mírnými odlišnostmi. Těmi je účinnost dekontaminačního zařízení. Zařízení pro dekontaminaci by mělo být schopno provést dekontaminaci pro co nejvyšší počet osob za hodinu. V úvahu se berou také postupy pro dekontaminaci pohyblivých nebo nepohyblivých zraněných osob, fyzicky či duševně postižených osob a dětí.

4 Výsledky

Na úvod do problematiky dekontaminace osob a techniky jsem zde uvedl několik pojmů důležitých pro pochopení problematiky dekontaminace. Je uvedeno základní členění dekontaminace, metody a způsoby provedení. Po stanovení pojmů a definic následuje popis dekontaminačních metod a postupů jednotek HZS ČR a AČR. Jsou zde uvedeny z důvodu diferencovanosti plněných úkolů a obou složek. V poslední části této kapitoly je formou deskripce a obsahové analýzy provedena komparace vybraných dekontaminačních zařízení které jsou jednotkami HZS ČR a AČR vyčleňovány k nasazení při radiační havárii.

4.1 Dekontaminace

Dekontaminace je komplexní souhrn metod, postupů a organizačního zabezpečení, jehož cílem je odstranění nebo zneškodnění chemického, radioaktivního nebo biologického kontaminantu z povrchu osob, techniky, materiálu a terénu. Za dekontaminaci se považuje i snížení škodlivých účinků kontaminantu na bezpečnou úroveň, která neohrožuje život a zdraví osob a zvířat (Vševojsk-2-11).

Jeden ze dvou základních principů dekontaminace je dekontaminace pasivní (snížení kontaminace časem). U chemické a biologické kontaminace klesá úroveň kontaminace s časem, v závislosti na okolní teplotě a meteorologických podmínkách (např. vítr, déšť, sluneční záření). V případě radioaktivních kontaminantů klesá aktivita při samovolném rozpadu radionuklidu. Pro tento jev se používá termín poločas přeměny (doba, za níž se přemění polovina jader z počátečního počtu). Pasivní dekontaminace je časově velmi náročný proces, který však nevyžaduje lidské zdroje (Žuja et al., 2007).

Aktivní dekontaminací je míněno odstranění kontaminantů (toxické látky, radioaktivní spad atd.) z míst, kde by mohly ohrozit život a jejich přemístění na místa, kde je riziko podstatně nižší (Severa, Bár, 1991). Provádí se chemickou, fyzikální, mechanickou metodou anebo kombinací všech tří metod.

Chemická metoda využívá chemické reakce, která přemění toxickou látku na méně toxickou nebo netoxickou (nejčastěji hydrolýza, oxidace).

Fyzikální metodou je míněno odstranění (přemístění) toxické látky. Pro účinnou dekontaminaci se využívá kombinace fyzikální s chemickou metodou (využití tepelného zdroje při desorpci toxické látky nebo oplach vodou s příměsí detergentu apod.).

Mechanická metoda se provádí formou kartáčování, ometání, odstraňování kontaminantu z povrchu materiálu apod.

Biochemická (biologická) metoda dekontaminace představuje odstraňování toxických látek využitím katalytických biochemických reakcí určitých enzymů.

Dělení dekontaminace podle druhu kontaminantu:

- Dezaktivace je odstranění nebo snížení úrovně radioaktivní kontaminace (zpravidla po jaderném výbuchu nebo jaderné havárii) pod přípustné normy.
- Odmořování, což je odstranění nebo snížení (rozklad) chemického kontaminantu.
- Dezinfekce představuje odstranění nebo snížení úrovně biologické kontaminace (zničení choroboplodných zárodků a toxinů) (AEP-58 Volume I, 2013).

Dekontaminační postup je progresivní činnost, která se z důvodu větší účinnosti provádí co nejdříve po kontaminaci. V případě nebezpečí z prodlení se dekontaminace provádí nejprve na osobách, poté na materiálu a technice. V neposlední řadě může dekontaminace zahrnovat i očištění zamořeného terénu. Častulík (2007) ve své publikaci *Role of Decontamination in CBR Incidents* obecně rozděluje dekontaminaci na:

- a) dekontaminaci osob (povrchu těla);
- b) dekontaminaci osobního vybavení (ochranné masky, osobní pomůcky);
- c) dekontaminaci vnějšího vybavení (technika, vozidla);
- d) dekontaminaci citlivého zařízení (optické přístroje);
- e) dekontaminaci konstrukcí a budov;
- f) dekontaminaci území (přístavy, pozemní komunikace).

Na základě druhu úniku toxické látky a dalších informací se rozhoduje mezi provedením suché nebo mokré metody dekontaminace.

Mechanický postup odstranění kontaminantu, např. odstranění kontaminovaného oděvu, ometání nebo kartáčování techniky atd., je řazen do dekontaminace suchým způsobem.

Mokrý dekontaminace znamená odstranění kontaminantu pomocí dekontaminační směsí formou postřiku, nanášení roztoku pomocí proudnic s kartáčem apod.

Obrázek 3 zobrazuje mokrou dekontaminaci osob pomocí sprch a jejich přípravu před vstupem do dekontaminačního stanu.



Obrázek 3 Dekontaminace osob
(vlastní zpracování)

Koeficient dekontaminovatelnosti

Koeficient dekontaminovatelnosti udává, kolikrát se podařilo snížit hodnotu původní kontaminace dekontaminačním zásahem; čím vyšší je hodnota, tím je testovaný proces účinnější (ČOS 681001, Dekontaminační látky a směsi, @ 2007).

4.2 Dezaktivací metodiky

V závislosti na zvoleném tématu diplomové práce a stanoveném cíli se následující část zabývá pouze problematikou spojenou s odstraňováním nebo zneškodňováním radioaktivní kontaminace (dezaktivace).

Na rozdíl od chemických nebo biologických látek, které lze při dekontaminaci zničit či transformovat na méně toxický produkt, převážně nerozpustné radioaktivní částice lze pouze odstranit z kontaminovaného povrchu. Cílem dezaktivace je snížit dávkový příkon (odstranit radioaktivní spad) z povrchu osob a materiálu a tím snížit vnější ozáření a zabránit tak dlouhodobému vystavení osob záření. Dalším cílem je eliminovat riziko vnitřního ozáření cestou ingesce nebo inhalace radionuklidu do organismu. Dekontaminační postupy pak sestávají ze suchého způsobu formou mechanického

odstranění radioaktivního spadu ometáním, kartáčováním, vysáváním apod., či mokrým způsobem s využitím chelatačních činidel. Ty podporují proces dekontaminace vytvářením chemických komplexů s radionuklidem a zabraňují adhezi rozpuštěných radionuklidů k povrchu dekontaminovaného materiálu (Vševojsk-2-11, 1985, AEP-58, 2013).

4.2.1 Dekontaminační metodiky Hasičského záchranného sboru České republiky

Úkoly, způsoby a postupy řešení vybraných mimořádných událostí jsou pro HZS ČR zpracovány formou metodických listů uvedených ve sborníku: Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu, které vydává formou pokynů MV-GŘ HZS ČR. V případě vzniku události s výskytem ionizujícího záření se JPO řídí v první řadě taktickým postupem zásahu, čímž je metodický list č. 4 N - Nebezpečí ionizujícího záření. Z hlediska závažnosti rizika jsou činnosti JPO rozděleny do tří typů radiačních zásahů a následně uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Typy radiačních zásahů

Radiační zásah	Popis události s výskytem ZIZ	Referenční úroveň pro zásah
	Priority činností zásahu	
Typ I	<p>Událost nevede k ohrožení života, zdraví osob a majetku – nálezy, případně záchyty RaL a JM,</p> <ul style="list-style-type: none"> - vytýčení vnější a bezpečnostní zóny, - kontrola kontaminace osob, případná dekontaminace, - povolání výjezdové skupiny s rozšířenou detekcí. 	1 mSv/zásah
Typ II	<p>Událost vede k ohrožení života, zdraví osob a majetku – dopravní nehody, požáry, technické zásahy,</p> <ul style="list-style-type: none"> - vytýčení vnější zóny, - určení doby pobytu a zavedení režimových opatření, - záchrana osob, likvidace události, - vytýčení bezpečnostní a popřípadě nebezpečné zóny, - průběžná kontrola kontaminace osob, případná dekontaminace, - povolání výjezdové skupiny s rozšířenou detekcí. 	20 mSv/zásah
Typ III	<p>Událost vede k ohrožení života většího počtu osob a vzniku rozsáhlých majetkových škod, – např. radiační havárie, teroristický útok apod.</p> <ul style="list-style-type: none"> - typová činnost složek IZS STČ-01/IZS Špinavá bomba, - vnější havarijní plány. 	100 mSv/zásah, výjimečně ve zdůvodněných případech 500 mSv/zásah

Zdroj: Metodický list č. N - Nebezpečí ionizujícího záření, @ 2017

Činnosti navazující na řešení události s výskytem zdroje ionizujícího záření jsou popsány v Metodickém listu č. 6 L - Dekontaminace, dekontaminační prostor, v Metodickém listu č. 7 L - Dekontaminace zasahujících, Metodickém listu č. 9 L - Dekontaminace radioaktivních látek a některých dalších, týkajících se například činnosti JPO v nebezpečné zóně, evakuace apod.

Radiační havárie je dle výše uvedené tabulky zařazena do radiačního zásahu typu III. Jak je v tabulce uvedeno, další činnost JPO se v tomto případě řídí typovou činností složek IZS při společném zásahu STČ-01/IZS Špinavá bomba a vnějším havarijním plánem.

Dekontaminace JPO je prováděna podle vybavení pracoviště zjednodušeným způsobem, a to běžnými prostředky, které se nacházejí v běžné výbavě družstev a cisternových automobilových stříkaček. Základní dekontaminace je prováděna speciálními prostředky pro dekontaminaci (dekontaminační sprchy, dekontaminační linky apod.), které jsou ve vybavení jednotek JPO v rámci předurčenosti a opěrných bodů pro dekontaminaci techniky a obyvatelstva (Řád chemické služby HZS ČR, @ 2017).

Velitelem společného zásahu složek IZS je velitel jednotky požární ochrany, jímž je zpravidla určován příslušník HZS ČR. Jedním z jeho základních operačních úkolů je řídit organizaci na místě mimořádné události a v případě potřeby zde zřizovat dekontaminační místa. Po rekognoskaci a provedeném prvotním radiačním průzkumu člení velitel zásahu zasaženou oblast do ochranných zón. Při tom zohledňuje místní podmínky a průzkumem zjištěné hodnoty dávkového příkonu.

Ochranné zóny a stanoviště dekontaminace se vytyčují přibližně takto:

- 1 mSv.h^{-1} - hranice nebezpečné zóny;
- $0,1-1 \text{ mSv.h}^{-1}$ - místo kontrolovaného vstupu do nebezpečné zóny;
- $\leq 0,3 \text{ mSv.h}^{-1}$ - stanoviště hrubé dekontaminace;
- $\leq 100 \text{ }\mu\text{Sv.h}^{-1}$ - nástupní prostor složek IZS.

Hranice dávkového příkonu $\leq 30 \text{ }\mu\text{Sv.h}^{-1}$ označuje tzv. vnější zónu, která se formou bezpečnostních uzávěrů (v součinnosti s PČR, městskou policií atd.) na silničních komunikacích uzavře a na jejíž hranici se vybuduje stanoviště velitele zásahu, stanoviště osobní dozimetrie, stanoviště kontroly kontaminace, stanoviště dekontaminace zasahujících, stanoviště dekontaminace zasažených osob, stanoviště přednemocniční neodkladné péče, shromaždiště evakuovaných osob, hranice vnější zóny vč. uzávěrů na komunikacích do vnější zóny, stanoviště dekontaminace techniky (po dohodě se SÚJB), stanoviště psychosociální pomoci, místo pro dočasné uložení zemřelých.

V průběhu plnění úkolu provádějí JPO následný radiační průzkum, jejímž úkolem je ověřit radiační situaci, upřesnit kontaminovanou oblast, zjistit ohniska radiace a zjistit další možná ohrožení plynoucí z možného ohrožení radiační havárie, která se časem mění.

Zřizování dekontaminačních míst

Dekontaminační místa se zřizují na hranici vnější zóny v prostoru s dávkovým příkonem menším než $1 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ a plošnou aktivitou menší než $3 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-1}$, případně o místě zřízení rozhodne zástupce z SÚJB. Pokud to situace dovoluje, zpravidla na závětrné straně.

Z důvodu rozlišného technického a materiálového vybavení se dekontaminační místa člení na stanoviště dekontaminace zasahujících (používaná zkratka SDZ), stanoviště dekontaminace osob (používaná zkratka SDO) a stanoviště dekontaminace techniky (používaná zkratka SDT).

Stanoviště dekontaminace zasahujících

Stanoviště dekontaminace zasahujících (v nasazených protichemických oděvech) je určené pro dekontaminaci osob podílejících se na zásahu při mimořádné události při jejich opouštění nebezpečné zóny. U vstupu do této zóny je vybudováno stanoviště kontroly kontaminace, které provádí dozimetrickou kontrolu zasahujících a jejich následné rozřídění. Dekontaminaci není nutno provádět, pokud stupeň plošné aktivity nepřevýší kontrolovanou hodnotu. Ta je stanovena pro osoby a věcné prostředky na $3 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ a pro techniku na $10 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$. Při převýšení těchto hodnot se postup dekontaminace stanovuje takto:

V případě, že je na některých částech ochranného oděvu naměřena hodnota $<100 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$, provádí se dekontaminace suchým způsobem (mechanické očista a odložení ochranného oděvu). Je-li hodnota plošné aktivity $>100 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$, provádí se očista oplachem v dekontaminačních vanách a sprchách. Po provedené dezaktivaci je u výstupu z SDZ prováděno kontrolní dozimetrické měření. V případě, že je zasahující osobě při této kontrole opět naměřena hodnota plošné aktivity $>100 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$, provádí se u ní postup v rozsahu jako u zasažených osob, viz níže.

Organizace dekontaminačního místa zasahujících probíhá v této posloupnosti:

1. Prostor na hranici nebezpečné zóny pro odložení kontaminovaných prostředků, technického vybavení a materiálu:
 - a) zde se odložený materiál v případě dlouhodobého nasazení opět použije bez nutnosti dekontaminace (úspora prostředků a materiálu);
 - b) použité prostředky se dekontaminují po ukončení zásahu.
2. Místo pro vlastní dekontaminaci zasahujících:
 - a) odložení vybraných kontaminovaných součástí výzbroje do připravených neprodyšných nádob nebo obalů;
 - b) vstup do záchytných dekontaminačních van a nanesení dekontaminační látky a následný oplach čistou vodou.
3. Místo pro kontrolu účinnosti dekontaminace je dozimetrická kontrola.
4. Prostor pro odložení protichemických obleků zasahujících osob. Protichemické obleky se izolují do předem připravených pytlů nebo nádob.
5. Místo pro opětovné vystrojení zasahujících osob.

Převážnou většinu činností na dekontaminačním místě provádějí zasahující osoby svépomocí či se vzájemnou pomocí. Dekontaminace osob se řídí stanovenými pravidly. Nanesení dekontaminační směsi na oděv a následný oplach se provádí vždy od shora dolů. Přitom se dbá, aby proud vody nepoškodil protichemický oblek, dále aby směřoval do nebezpečné zóny, a aby nedocházelo k rozstříku vody do okolí. Obsluha dekontaminačního místa pomáhá pouze v činnostech, které zasahující není schopen provést sám nebo je provádí s obtížemi (Žemlička, @ 2008).

Stanovišti dekontaminace zasahujících předchází stanoviště pro hrubou dekontaminaci. To se nachází zpravidla mezi vnější a nebezpečnou zónou. Je určeno zasahujícím osobám jako styčné místo pro přebírání věcných prostředků potřebných pro plnění úkolu. Zasahující osoba zde nejprve provede hrubou dekontaminaci ochranného oděvu a použitých věcných prostředků (v případě, že jejich hodnota plošné aktivity je $>1000 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$), dekontaminované věcné prostředky odloží do připravených nádob a provede jejich výměnu. Zasahující osoby dále provádí vlastní dekontaminaci suchým způsobem a v případě potřeby dekontaminaci oplachem. To však pouze na nejvíce exponovaných místech (ruce, obličej, oči). Následně přebírá nové věcné prostředky

a vrací se do nebezpečné zóny. Tento postup umožňuje zasahujícím osobám prodloužení doby činnosti v nebezpečné zóně.

Stanoviště dekontaminace zasažených osob

Hlavní zásadou při zásahu jednotek na radiační havárii a při provádění dekontaminace je ochrana životů a zdraví před ohrožením plynoucím z kontaminace radioaktivními částicemi či ionizujícím zářením. Právě v těchto případech má poskytnutí první pomoci v ohrožení života, přednemocniční lékařské péče a následný transport do speciálního zdravotnického zařízení prioritu před dekontaminací. Vyjma této zásady jsou metodické postupy následující:

Dekontaminace zasažených osob spočívá v první řadě v odstranění kontaminovaného oděvu a následného roztrídění na nezraněné a těžce zraněné osoby. Nezraněné osoby jsou po dozimetrické kontrole, při níž plošná aktivita nesmí být $>100 \text{ Bq.cm}^{-2}$, transportovány na shromaždiště evakuovaných osob. Pokud je hodnota plošné aktivity vyšší, jsou tyto osoby odeslány na provedení dekontaminace oplachem. Ta se provádí obdobným způsobem jako u zasahujících osob, a to v zachytných dekontaminačních vanách. Je-li tato dekontaminace neúspěšná a překračuje-li úroveň plošné aktivity stanovenou hodnotu, rozhoduje o následném postupu zástupce SÚJB.

Těžce zraněným osobám je obsluhou dekontaminačního místa odstraněn svrchní oděv a následně jsou předány zdravotnické záchranné službě. O následném postupu rozhoduje ošetřující lékař.

U nezraněných i zraněných kontaminovaných osob přitom platí, že v případě podezření vnitřní kontaminace radionuklidem, je ošetření řešeno cestou poskytovatelů akutní lůžkové péče viz Typová činnost složek IZS při společném zásahu: Špinavá bomba-List poskytovatelů akutní lůžkové péče.

Při radiační havárii se předpokládá dekontaminace velkého počtu zasažených osob. Pro tyto případy jsou předurčené jednotky HZS ČR vybaveny stanovišti dekontaminace osob.

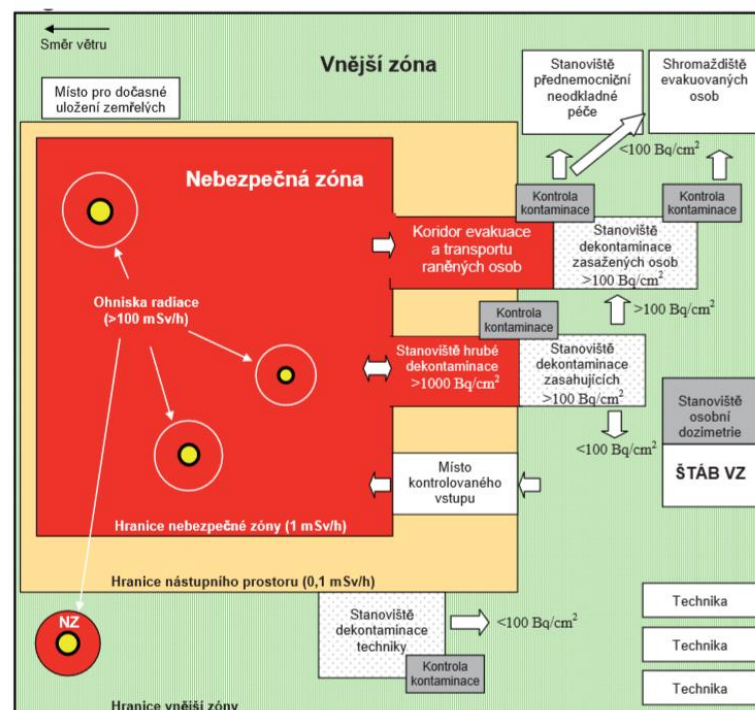
Stanoviště dekontaminace techniky

Provoz vozidel nasazených k záchranným a likvidačním pracím probíhá kyvadlovým způsobem. To znamená, že po vjetí vozidla do nebezpečné zóny vozidlo již zónu

neopouští (pokud to není bezpodmínečně nutné) a plní v ní činnost do ukončení úkolu. Typickým příkladem může být např. evakuace osob. Vozidlo se pohybuje mezi hranicí nebezpečné zóny a nástupním místem, kde si evakuované osoby přesednou do nekontaminovaného vozidla.

Kontaminovaná technika se dezaktivuje až po ukončení zásahu. O způsobu dekontaminace rozhoduje SÚJB na základě dozimetrické kontroly. Pokud je to možné, využívají se předem vytipované mycí linky čerpacích stanic.

Vozidla procházejí dozimetrickou kontrolou a následně jsou odesílány do dekontaminační linky kde zpravidla probíhá dekontaminace linkovým mokrým způsobem. Vozidla postupně projíždějí mycími rámy a řídí se pokyny obsluhy rámu. Na prvním stanovišti se provádí hrubá očista podvozků a kol vozidel. Následně vozidla vjíždějí do postřikových rámmů, přičemž první rám provede nános dekontaminační směsi a rám druhý provede oplach čistou vodou. Následuje dozimetrická kontrola úspěšnosti dekontaminace. Obsluha vozidel v případě potřeby provádí dekontaminaci v rozsahu zasahujících osob. Organizaci místa zásahu, rozdělení a umístění stanovišť popisuje obrázek 4, uvedený v typové činnosti složek IZS při společném zásahu STČ-01/IZS Špinavá bomba.



Obrázek 4 Organizace místa zásahu (<http://metodika.cahd.cz>)

4.2.2 Dekontaminační metodiky Armády České republiky

Priorita jednotek AČR v oblasti dekontaminace je zaměřena na ochranu proti zbraním hromadného ničení, ochranu proti jaderným zbraním, bojovým chemickým a biologickým látkám a na odstraňování následků jejich použití. Smyslem dekontaminace vojsk je pak rychlá a účinná dekontaminace osob, vojenské techniky a materiálu a zabezpečení opětovné bojeschopnosti kontaminovaných jednotek. Problematika dekontaminace v AČR je rámcově uvedena v předpisu Vševojsk-2-1 Ochrana vojsk proti zbraním hromadného ničení a Vševojsk-2-11 Speciální očista u vojsk a v dalších publikacích chemických odborníků AČR. Metodiky a postupy se pak odvíjejí od potřeb konkrétních druhů vojsk.

Základní dekontaminaci, nazývanou okamžitá dekontaminace, jsou schopni si vojáci provést vlastními prostředky. Provádí se okamžitě a jejím cílem je záchrana života a snížení následků po kontaminaci pokožky otravnou látkou. Jako vševojskový prostředek pro okamžitou dekontaminaci je v AČR zaveden individuální protichemický balíček IPB-80. S jeho pomocí lze v omezeném rozsahu dekontaminovat také výstroj a výzbroj vojáka.

Po okamžité dekontaminaci zpravidla následuje dekontaminace částečná. Tu je opět schopen provést jednotlivec nebo ji provádí organická jednotka. Jejím cílem je odstranit kontaminant z předem vytipovaných míst techniky a materiálu nebo výstroje vojáka a umožnit tak jednotkám pokračování v plnění úkolu. Provádí se improvizovanými prostředky nebo odmořovacími soupravami. V současné době jsou ve výzbroji AČR zavedeny odmořovací soupravy UOS-1/M, AOS-1, AOS-2 a OS-3.

Úplnou dekontaminaci provádí jednotky vlastními silami nebo s podporou jednotek chemické ochrany. Zahrnuje mimo celkové dekontaminace techniky, materiálu a osob i hygienickou očistu osob (omytí povrchu těla vodou a mýdlem) a v případě potřeby výměnu prádla a výstroje vojáka. Provádí se po dokončení úkolu na předem vytyčených místech dekontaminace. Chemické jednotky pro tyto účely využívají především zařízení pro speciální očistu bojové techniky LINKA-82, automobil chemický rozstříkovací ACHR-90M, soupravu pro dekontaminaci osob SDO a další (Žuja et al., 2007).

Chemické jednotky AČR jsou připraveny a vybaveny patřičnou technikou pro dekontaminaci:

- a) techniky (výzbroje a materiálu),
 - linkový způsob dekontaminace,
 - stacionární způsob dekontaminace,
- b) osob (raněných),
- c) terénu.

Úplná dekontaminace je svými úkoly a činnostmi obdobná činnostem jednotek požární ochrany HZS ČR při radiační havárii. Proto se následující část práce věnuje pouze metodám úplné dekontaminace, vyjma vojensko-taktických činností.

O vybudování dekontaminačního místa úplné dekontaminace rozhoduje velitel na základě vstupních informací od družstev radiačního a chemického průzkumu, mapových podkladů, informací zpravodajské služby atd. Prostor pro dekontaminaci je vytyčován, pokud možno co nejbližší prostoru úniku toxické látky. Zabraňuje se tak rizikům druhotné kontaminace, kdy kontaminovaná technika šíří svým provozem nebezpečnou látku do okolního prostředí. Na předpokládané ploše určené pro dekontaminaci velitel dekontaminace vybere 1 až 3 potencionálně vhodná dekontaminační místa (výhodou je přístup k vodnímu zdroji). Přesun dekontaminační techniky a vybudování stanovišť probíhá po rekognoskaci osy přesunu a konkrétního místa vybraného pro dekontaminaci. Podle druhu kontaminace, počtu a druhu techniky a dalších informací se velitel rozhoduje mezi dekontaminací suchým a mokrým způsobem (popsány výše) a mezi stacionárním a linkovým způsobem dekontaminace:

- Při stacionárním způsobu vozidlo stojí na místě dekontaminace; dekontaminaci provádí osádka vozidla v součinnosti s obsluhou dekontaminačního družstva.
- Při linkovém způsobu (kontinuálním způsobu) vozidla projíždějí postřikovými rámy.

Činnost jednotek dekontaminace techniky a dekontaminace osob obvykle probíhá na společném místě dekontaminace ve vzájemné koordinaci. Tyto jednotky doplňuje družstvo dozimetrické a chemické kontroly.

Celý prostor určený pro rozvinutí dekontaminační techniky je rozdělen na tzv. čistou a nečistou část a jsou určeny trasy, po kterých se bude přesunovat kontaminovaná a nekontaminovaná vozidla, popř. osoby. Při tom se vždy uvažuje o směru větru tak,

aby pokud možno vanul směrem od čisté do nečisté části dekontaminačního prostoru. Na počátku dekontaminačního procesu se kontaminovaná technika, materiál a osoby shromáždí ve výchozím prostoru tzv. shromaždišti umístěném v nečisté části. Následuje prostor, ve kterém osádka vozidel a osoby připraví techniku a materiál na dekontaminaci. Samotný proces dekontaminace začíná na stanovišti kontrolního a rozřídovacího stanoviště (dále jen KRS). V případě radiální události má stanoviště KRS za úkol provádět kontrolní dozimetrické měření plošné aktivity u vybraného vzorku kontaminované techniky a osob (např. od každé čtyři jedno vozidlo a dvě osoby) a provádět jejich třídění. Smyslem třídění je oddělit:

- a) osoby a techniku s přípustným limitem zbytkové kontaminace,
- b) kontaminovanou techniku s nutností dekontaminace,
- c) osoby kontaminované a schopné provést dekontaminaci,
- d) raněné osoby.

V tabulce 2 jsou uvedeny přípustné normy kontaminace pokožky a některých druhů techniky radioaktivními látkami. Ucelená tabulka přípustných norem kontaminace pokožky a techniky je uvedena v příloze C.

Tabulka 2 Přípustné normy kontaminace pokožky a techniky

Kontaminovaný objekt	Plošná aktivita (Bq/cm ²)	Dávkový příkon (mGy/h)
Odkryté části těla (obličej, ruce) a další část těla nepřesahující 10% plochy těla	0,8	0,045
Povrch celého těla	1,1	0,15
Oděv, výstroj, výzbroj	3,5	0,5
Osobní vozidla, dopravní prostředky	5	2

Zdroj: Vševojsk-2-1

Technika s přípustným limitem zbytkové kontaminace

Technika s přípustným limitem zbytkové kontaminace se po předem určené trase přesouvá do místa shromaždiště v čisté části dekontaminačního prostoru.

Kontaminovaná technika

Technika, která byla dozimetrickou kontrolou KRS vyhodnocena jako nevyhovující, je odeslána na stanoviště dekontaminace techniky se zpravidla linkovým způsobem dekontaminace. Obecný dekontaminační postup linkovým způsobem se zpravidla sestává ze tří na sebe navazujících úkonů, resp. ze tří za sebou vystavěných

dekontaminačních rámu s tryskami. Ty jsou rozestavěny tak, aby byl dodržen metodický postup a časová osa při nanášení dekontaminačních látek a následného oplachu.

V prvním rámu proběhne hrubá očista, tj. oplach čistou vodou např. z cisternové automobilové stříkačky (dále jen CAS) nebo mírně znečištěnou vodou z přírodního zdroje. Technika se ze všech čtyřech stran zbaví nánosu hrubých nečistot a pokračuje do rámu, který na vozidla nanese dezaktivací směs. Poslední třetí rám je určen pro oplach dekontaminační směsí. Je umístěn v takové vzdálenosti (400 - 1 700 m podle ročního období), aby u vozidla jedoucí rychlostí 10 km.h⁻¹ došlo před oplachem k účinné dezaktivaci povrchu vozidla.

V případě, že je nutné dekontaminovat nadrozměrnou techniku, je na KRS odesílána do předem vybudovaného místa se stacionárním způsobem dekontaminace. Zde provede osádka vozidla za pomoci obsluhy dekontaminačního místa očistu techniky proudnicovým, popřípadě proudnicově kartáčovým způsobem. Základem této metody je stejně jako u linkového způsobu oplach techniky od hrubých nečistot, následné ruční nanesení dekontaminační směsi kartáčem s proudnicí.

Dekontaminovaná technika následně projde dozimetrickou kontrolou a v případě, že nevyhovuje přípustným normám, vrací se po objízdě cestě zpět na opětovnou dekontaminaci. Vyhovující technika pokračuje ve směru trasy na shromaždiště techniky a osob v čisté části dekontaminačního prostoru. Pro usnadnění je provoz linky ovládán pomocí vytyčovací soupravy, světelné naváděcí soupravy a dopravních značek.

Dekontaminace osob

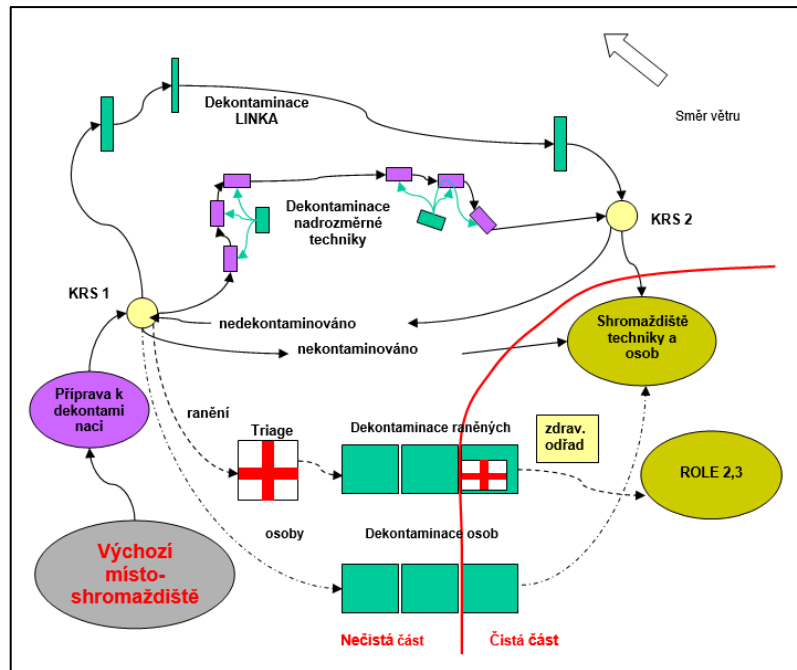
Plocha určená k dekontaminaci osob se stejně jako u techniky rozděluje pomocí vytyčovací pásky na čistou a nečistou část, za dodržení zásady, že vítr musí vát od čisté části směrem k nečisté. Všechny pracoviště a trasy postupu osob jsou vytyčeny páskou, označeny praporky a informačními cedulkami pro lepší orientaci osob po pracovištích. Na prvním stanovišti jsou osobám přiděleny tři štítky s číslem. Ty slouží k identifikaci osobní zbraně, osobních věcí a poslední štítek zůstává osobám, viz obrázek 5.



Obrázek 5 Přidělení štítků
(vlastní zpracování)

Dále zde obsluha provádí evidenci všech procházejících osob. Následují dvě stanoviště, a to odložení zbraní (v případě nasazení při plnění mírového úkolu odpadá) a stanoviště s vanou pro očistu protichemických oděvů a masek. Očistu provádějí zasažené osoby ve vzájemné pomoci. Následuje kontrola kontaminace a poté si osoby na vyhrazeném místě odloží protichemický oděv. Nakonec odkládají masku. Odložené součástky se ukládají do vaků na kontaminovanou výstroj. Poté již osoby vstupují do stanů. První slouží k svléknutí oděvu, druhý k dekontaminaci (hygienické očištění) pomocí sprch pro nanesení roztoku. Před výstupem ze sprch se provádí kontrola účinnosti dekontaminace. Poslední stan je určen k opětovnému oblečení a vystrojení osob (popř. odebrání dekontaminované zbraně). Dále zde probíhá zběžná zdravotní prohlídka zaměřená na příznaky použití zbraní hromadného ničení. Po označené trase se osoby přesunují do shromaždiště. Zraněné osoby neschopné provést předešlé kroky samostatně jsou v prvním stanu přemístěny na perforovaná nosítka. Jejich dekontaminaci provádějí vybrané osoby z vojenské jednotky ve spolupráci s obsluhou dekontaminačního stanu.

Obrázek 6 popisuje možný návrh varianty místa dekontaminace. Kontaminované jednotky začínají dekontaminační postup na výchozím místě - shromaždišti osob a techniky. Postupují podle popisu uvedeného výše.



Obrázek 6 Návrh varianty místa dekontaminace (metodika VÚ 2266 Liberec)

4.3 Dekontaminační prostředky Hasičského záchranného sboru České republiky

Prostředky pro hromadnou dekontaminaci zavedené u jednotek HZS ČR prošly, tak jako u AČR, postupným vývojem a modernizací. Prvním dekontaminačním prostředkem pro hromadnou dekontaminaci je stanoviště dekontaminace osob SDO-1. Svým principem založeným na třech podélně propojených stanech a takticko-technickými daty je podobný s SDO 2005 zavedeným v AČR. Dekontaminační komplety však zcela nevyhovovaly požadavkům jednotek HZS ČR, a proto byly staženy z jejich výzbroje. V současné době je ve výzbroji pouze jeden SDO-1 a je uložen ve skladu záchranného útvaru HZS ČR v Hlučíně. Z tohoto důvodu se jím nebudu dále věnovat. Do stanoveného výběru pro komparaci jsem zahrnul novější prostředky dekontaminace osob, a to SDO-2 a modernizovaný SDO-3K a SDO-3KR. Mezi porovnávané prostředky hromadné dekontaminace techniky je zařazen v současné době jediný používaný systém, a to SDT-09.

V roce 2015 byl do vybavení HZS ČR zaveden Přenosný rámový (portálový) detektor gama záření. Tento ojedinělý systém neslouží k hromadné dekontaminaci osob a vozidel. Díky svému zaměření by se výrazně podílel na jejich třídění při radiální havárii. V závislosti na svém nasazení snižuje časovou náročnost při zásahu, spotřebu dezaktivací směsi a snižuje vyčleněné síly a prostředky nasazených složek. Právě

z tohoto důvodu jsem ho zařadil do výběru nejvýznamnějších dekontaminačních zařízení. Ve výzbroji HZS ČR je ráz u HZS krajů Jihočeského, Vysočina a Jihomoravského. Uvedená TTD a ostatní informace jsou čerpány z návodů k obsluze jednotlivých výrobců zařízení a jsou upřesněny po konzultaci s chemickými odborníky HZS ČR.

4.3.1 Stanoviště dekontaminace osob SDO-2

Zásadní změnou v koncepci hromadné dekontaminace osob je SDO-2 (obrázek 7). Je určen k hromadné dekontaminaci osob mokrou metodou. Zařízení je konstruováno formou taženého přívěsu. Člení se na část pro odkládání oděvu, část pro dekontaminaci a hygienickou očištění sprchováním, část pro dekontaminaci obsluhy a část s technologickými prostředky.



Obrázek 7 SDO-2
(HZS Jihočeského kraje)

Účinnost dekontaminačního zařízení

Hlavní část soupravy SDO-2 se většinou skládá z jednoho přívěsu (jsou i dvoupřívěsové varianty). Kontaminované osoby procházejí postupně všemi stanovišti v dekontaminačním prostoru esovitým způsobem. Kapacita dekontaminace je výrobcem stanovena na 50 osob za hodinu. Praktickým výcvikem jednotek HZS ČR však byl tento počet upraven na 30 osob. SDO-2 umožňuje dekontaminaci zraněných osob, což je však v praxi náročné na provedení. Pro obsluhu SDO-2 je v zadní části přívěsu vytvořen samostatný prostor pro dekontaminaci zasahujících. TTD a bodové hodnocení SDO-2 popisuje tabulka 3.

Tabulka 3 Účinnost dekontaminačního zařízení SDO-2

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	30 osob.hod ⁻¹	0
Variabilita linky	ranění ano, náročný způsob	0

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

SDO-2 je řešeno formou dvounápravového přívěsu na podvozku AGADOS o rozměrech 7,5 x 2,5 m. Přívěs je opatřen výklopnými bočnicemi, po jejichž vyklopení vznikne prostor 5 x 3 m, který je bočně ohraničen stanovými dílci. Tento prostor slouží k vlastní dekontaminaci osob. Hmotnost přívěsu je 3 500 t. Může být vlečen automobilem CAS nebo nákladním vozidlem. Rozložení se provádí na rovné zpevněné ploše a jeho minimální požadavky na velikost plochy jsou o délce 12 m a šířce 11,5 m. Do rozměru není započten prostor o velikosti cca 3 metrů určený pro odpadní nádrže. TTD a bodové hodnocení SDO-2 popisuje tabulka 4.

Tabulka 4 Mobilita zařízení SDO-2

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepavitelnost	přívěs	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 12 m, š = 11,5 m	1

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Způsob provedení dekontaminačního přívěsu umožňuje jeho plné nasazení silou jednoho hasičského družstva (velitel + 5 hasičů). SDO-2 je pro dekontaminaci osob přestavěn z přepravní do pohotovostní polohy za 20 minut. TTD a bodové hodnocení SDO-2 ukazuje tabulka 5.

Tabulka 5 Časová a personální náročnost zařízení SDO-2

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	20 min	1
Personální	6 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Voda je pro potřeby dekontaminace zabezpečena vozidlem CAS, ale lze použít i městský hydrant. Dodávaná voda může být mírně znečištěná, avšak bez hrubých nečistot, které by zanášely filtry a trysky.

Všechny prostory určené k dekontaminaci jsou vybaveny vanami s odvodem kontaminované vody do zachytných jímek. Kontaminovaná voda je zachycována nebo odvážena. SDO-2 je schopen nepřetržitého provozu bez nutnosti logistické podpory po dobu 2 hodin. Využití zdrojů vody, následná možnost jímání vody a bodové hodnocení SDO-2 uvádí tabulka 6.

Tabulka 6 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO-2

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	CAS, hydrant	1
Jímání kontaminované vody	ano	1

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Díky řešení pomocí taženého přívěsu a modulovému způsobu dekontaminace je obslužnost velmi dobrá. Problémem je vyšší poruchovost a použití nekvalitních materiálů (trhání plachet stanových dílců, zanášení trysek atd.). Tyto závady však závažným způsobem nenarušují funkčnost zařízení při zásahu. Obslužnost, spolehlivost zařízení SDO-2 a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO-2

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	dobrá	1
Spolehlivost	mírně poruchový	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.3.2 Stanoviště dekontaminace osob SDO-3

V případě SDO-3 se jedná o poslední nejmodernější typ dekontaminačního prostředku osob. Je vyráběn ve dvou modifikacích, a to ve formě dvounápravového přívěsu pod označením SDO-3R a v podobě kontejneru SDO-3KR (obrázek 8). Konceptně a materiálově oba vychází z varianty SDO-2.



Obrázek 8 SDO-3KR
(HZS Jihočeského kraje)

Účinnost dekontaminačního zařízení

Díky rozdílnému způsobu postupu osob přes dekontaminační pracoviště (osoby postupují kolmo na osu přívěsu, resp. kontejneru) se oproti staršímu typu SDO kapacita teoreticky zvyšuje až dvounásobně. Praktickým výcvikem jednotek HZS ČR se prokázalo, že SDO-3 je schopen dekontaminovat kolem 40 osob za hodinu. Výhodou je snadnější dekontaminace těžce raněných nebo nepohyblivých osob. Ti mohou být uloženi na lehátkách a jsou při dekontaminaci posunováni na pojezdu. TTD a bodové hodnocení SDO-3 jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Účinnost dekontaminačního zařízení SDO-3

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	40 osob.hod ⁻¹	0
Variabilita linky	ranění ano, lehátky + posun	1

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Obě varianty SDO jsou velmi snadno převozní. Tažné SDO-3K pomocí CAS nebo nákladního automobilu se závěsným zařízením. SDO-3KR se převáží automobilové nákladní vozidlo pomocí nosiče kontejnerů. Rozměry a hmotnost kontejneru i přívěsu jsou standardní, tudíž je zajištěna výborná mobilita při převozu na větší vzdálenost. Obě varianty SDO-3 se budují na zpevněné rovné ploše. Po vystavění linky jsou jeho

nároky na plochu obdobné jako u SDO-2. K zastavěné ploše je nutno přičíst plochu pro uložení bazénu pro uložení kontaminované vody. TTD a bodové hodnocení SDO-3 popisuje tabulka 9.

Tabulka 9 Mobilita zařízení SDO-3

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepavitelnost	přívěs, kontejner	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 12 m, š = 11,5 m	1

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

K výstavbě a provozu SDO-3 v obou provedeních je určeno jedno družstvo HZS ČR (velitel + 5 hasičů). Po dojezdu na místo nasazení jsou schopni dekontaminační místa vybudovat do 20 min. Jaká je časová a personální náročnost a jaké je bodové hodnocení SDO-3 ukazuje tabulka 10.

Tabulka 10 Časová a personální náročnost zařízení SDO-3

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	20 min	1
Personální	6 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Voda pro dekontaminaci je stejně jako v případě SDO-2 zajištěna vozidlem CAS nebo hydrantem. Odpadní kontaminovaná voda je odváděna do podvozkové části. Celý podvozek je koncipován na způsob vany pro ukládání odpadní vody. Kapacita vany je zhruba 500 litrů. V soupravě SDO-3 je i přenosná odpadní nádrž (bazén) o kapacitě 6 000 dm³. SDO-3 je schopen samostatné činnosti po dobu 3 hodin. Využití zdrojů vody, následná možnost jímání vody a bodové hodnocení SDO-3 jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO-3

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	CAS, hydrant	1
Jímání kontaminované vody	ano	1

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Dekontaminační pracoviště jsou řízeny světelnými semaforem a piktogramy. Tím je zabezpečena dobrá informovanost kontaminovaných osob o způsobu postupu a celá dekontaminace je urychlena. SDO-3 v obou variantách jsou modernější a technologicky vyspělejší a dávají tak jednotkám HZS ČR při dekontaminaci větší možnosti než SDO - 2. Svým větším obsahem technologických zařízení jsou náchylnější k poruchám. Také je zde problém s trháním stanových dílců a podlážek a ucpávání trysek. Obslužnost, spolehlivost zařízení a bodové hodnocení SDO-3 jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12 Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO-3

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	dobrá	1
Spolehlivost	poruchový	0

Zdroj: vlastní zpracování

4.3.3 Stanoviště dekontaminace techniky SDT-09

V současné době jediným používaným prostředkem k hromadné dekontaminaci vozidel ve výzbroji HZS ČR je stanoviště dekontaminace techniky SDT-09 (obrázek 9). Využívá kontinuálního mokrého způsobu dekontaminace prostřednictvím postřikových rámu.



Obrázek 9 SDT-09
(HZS Jihočeského kraje)

Účinnost dekontaminačního zařízení

Automaticky nastavitelný rám s variabilně vypínatelnými 38 tryskami tvoří průjezdný profil všem druhům osobních i nákladních vozidel včetně vozidel hromadné dopravy. První rám provádí nástřik dekontaminační směsi, druhý provádí oplach vodou. Tomu předchází ruční hrubá očista pneumatik a podvozku vozidla pomocí dvou vysokotlakých čističů. Rám lze pomocí ovládacího panelu nastavit podle profilu vozidla na rozměry 2 x 2, resp. 4 x 4 metry. Obecný popis účinnosti linky SDT-09 a její bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 13. Kapacita linky se řídí podle členitosti a velikosti projíždějících vozidel a byla odzkoušena praktickým výcvikem takto:

- Osobní automobil: 12 ks.hod⁻¹.
- Nákladní automobil: 5-10 ks.hod⁻¹.
- Vozidlo hromadné dopravy: 6 ks.hod⁻¹.

Tabulka 13 Účinnost zařízení SDT-09

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	dle typu vozidla	0
Variabilita linky	rozšiřitelný, automatický	1

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Systém SDT-09 je umístěn na kontejneru lodního typu s celkovou hmotností 8000 kg. Převážitelnost na delší vzdálenosti je dobrá. Výjimku tvoří uložení kontejneru na terénní podvozek 6x6, který je mimo jiné ve výzbroji HZS Jihočeského kraje v Českých Budějovicích. V tom případě přesahuje kontejner maximální dovolenou výšku pro provoz na pozemních komunikacích danou zákonem o 20 cm. V místě nasazení potřebuje díky svojí vyšší hmotnosti rovný zpevněný povrch. Jeho minimální plošné požadavky po vybudování jsou o délce 76 m a šířce 13,5 m. Mobilitu, TTD a bodové hodnocení SDT-09 popisuje tabulka 14.

Tabulka 14 Mobilita zařízení SDT-09

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Převážitelnost	kontejner	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 76 m, š = 13,5 m	1

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

SDT-09 tvoří 1 družstvo HZS ČR (velitel + 5 hasičů). Obsluha zabezpečuje výstavbu i následný provoz linky. Uvedení do provozu je z uloženého stavu do plné připravenosti provedeno za 60 minut a je ověřeno výcvikem jednotek HZS ČR. Jaká je časová a personální náročnost SDT-09 a její bodové hodnocení ukazuje tabulka 15.

Tabulka 15 Časová a personální náročnost zařízení SDT-09

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	60 min	1
Personální	6 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Dodávku vody lze zabezpečit v zastavěných oblastech formou hydrantů, v mimoměstských oblastech formou CAS o kapacitě minimálně 200 l.min⁻¹. V tomto případě je schopno zařízení dekontaminace bez logistické podpory po dobu 1 hodiny. Kvalita vody může být lehce zhoršena, nesmí však obsahovat hrubé nečistoty. Odpadní kontaminovaná voda je jímána do čtyř záchytných van a dále nepřetržitě odčerpávána vzduchovými čerpadly do deseti vaků o celkové kapacitě 24 m³. Využití zdrojů vody, následná možnost jímání vody a bodové hodnocení SDT-09 jsou uvedeny v tabulce 16.

Tabulka 16 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDT-09

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	CAS, přírodní zdroj	1
Jímání kontaminované vody	ano	1

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

SDT-09 je po vybudování automatizovaný. Provoz vozidel je řízen světelným zařízením. Obsluha provádí celou řadu úkolů dálkově pomocí ovládacího a řídicího panelu. SDT-09 klade vyšší nároky na znalosti obsluhy. Záporům je menší odolnost vůči povětrnostním podmínkám. V některých případech vítr a silný déšť poškozuje vedení nízkého napětí 24 V a vyřazuje z činnosti posuv rámu. Poté lze nastavení rámu ovládat pomocí ručních klik. Trysky jsou konstruovány na aplikaci směsi jemným postřikem. Z tohoto důvodu je dekontaminační směs po dobu silnějšího větru

rozstříkována mimo dekontaminační vany. Dalším záporem je náchylnost van na protržení při průjezdu vozidel. Obslužnost, spolehlivost zařízení SDT-09 a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 17.

Tabulka 17 Obslužnost a spolehlivost zařízení SDT-09

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	dobrá	1
Spolehlivost	poruchový	0

Zdroj: vlastní zpracování

4.3.4 Přenosný rámový (portálový) detektor gama záření

Přenosný rám je určen k třídění osob a techniky kontaminovaných radionuklidem. Třídění je realizováno na základě zásahové úrovně, která je pro tento rám stanovena na hodnotu plošné kontaminace radionuklidem ^{137}Cs cca $270 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$. Skládá se z přestavitelného rámu s detektory gama záření, vyhodnocovacího zařízení s tiskárnou, elektrocentrálou a outdoorového přístřešku pro obsluhu rámu. Obrázek 10 zachycuje přenosný rámový detektor gama záření sestavený ve variantě pro dozimetrickou kontrolu osob.



Obrázek 10 Přenosný rámový detektor gama záření (vlastní zpracování)

Účinnost zařízení

Detekční rám je schopen rychlé přestavby z kontroly kontaminace osob na kontrolu kontaminace vozidel a naopak. Rám provádí automatickou detekci procházejících osob. Ti se podle pokynů obsluhy zastaví na určeném místě po dobu několika sekund nebo se otáčí kolem své osy. V případě průjezdu vozidel jedoucích rychlostí do 5 km.hod⁻¹ neprodleně detekuje radioaktivní kontaminaci, a to i v případě kontaminace střechy vozidel. Průchozí výška pro osoby je 2,2 m, variabilní šířka 0,75-1 m. U osobních vozidel je stanovená výška 2,2 m a variabilní šířka 2,8-3,2 m. Pro nákladní automobily se rám staví o rozměrech 4,2 m na výšku a přestavitelná šířka od 3,5-4 m. Účinnost přenosného rámu a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 18.

Tabulka 18 Účinnost přenosného rámového detektoru

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	vysoká	1
Variabilita linky	vysoká	1

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Detekční rám je řešen stavebnicovou konstrukcí. Ve složeném stavu je převážen v 8 přenositelných kufrech. Ve výbavě rámu je také elektrocentrála. Celý komplet je převážen na nákladním automobilu. Výstavba rámu probíhá na rovné zpevněné ploše. Výhodou rámu je jeho velmi nízká hmotnost (ta je stanovena dle varianty sestavení). Mobilitu rámového detektoru a bodové hodnocení popisuje tabulka 19. Plošné požadavky na rozložení rámu jsou:

- Rám pro nákladní automobil: délka 41 m, šířka 9 m.
- Rám pro osobní automobily: délka 25 m, šířka 9 m.
- Osoby: délka 14 m, šířka 4,5 m.

Tabulka 19 Mobilita přenosného rámového detektoru

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepravitelnost	kontejner	1
Mobilnost	viz výše	1

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Obsluha rámu je složena z pěti příslušníků HZS ČR. Stavba rámu do pohotovostní polohy zabere obsluze 30 minut v případě rámu pro osoby, resp. 40 minut v případě stavby rámu pro vozidla. Časová kalkulace je vyzkoušena výcvikem obsluh. Jaká je časová a personální náročnost při stavbě rámu a bodové hodnocení ukazuje tabulka 20.

Tabulka 20 Časová a personální náročnost přenosného rámového detektoru

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	30 min osoby, 40 min technika	1
Personální	5 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Přenosný rámový (portálový) detektor gama záření nevyžaduje pro svou činnost větší logistickou podporu. Jeho provoz zajišťuje 230 V elektrocentrála. V případě výpadku nebo doplňování PHM do elektrocentrály je zdrojem baterie LiFePo, která zásobí rám elektrickou energií po dobu 30 minut. Rám žádným způsobem nezatěžuje životní prostředí. Jeho bodové hodnocení je uvedeno v tabulce 21.

Tabulka 21 Logistické zabezpečení a vliv na ŽP přenosného rámového detektoru

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	baterie, elektrocentrála v sestavě	1
Jímání kontaminované vody	žádná	1

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Detekční rám je jednoduchý na sestavení. Má intuitivní softwarové rozhraní a neklade na obsluhu žádné zvýšené nároky, avšak vyžaduje alespoň uživatelskou znalost práce s PC. Obsluhovat rám je schopen hasič po krátkém proškolení. Vzhledem k jednoduchému stavebnicovému systému je riziko poškození nízké. Rám lze dekontaminovat běžnými prostředky. Má stupeň krytí proti prachu a vlhkosti IP 67 a IP 66. Největším nedostatkem je, že nemá detektory pro dozimetrickou kontrolu podvozku. Mezi jeho negativa lze zahrnout také náchylnost elektroniky k poruchám

vlivem povětrnostních podmínek (vítr, silný déšť). Obslužnost, spolehlivost a bodové hodnocení detekčního rámu jsou uvedeny v tabulce 22.

Tabulka 22 Obslužnost a spolehlivost přenosného rámového detektoru

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	snadno ovladatelný s výhradami	1
Spolehlivost	nízká poruchovost	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Dekontaminační prostředky Armády České republiky

V případě vzniku mimořádné události 2. nebo 3. stupně na jaderných elektrárnách vyčleňují jednotky AČR pro posílení HZS ČR tzv. dekontaminační odřady. Tyto se skládají z menších jednotek dislokovaných na několika místech ČR. Tyto jednotky disponují potřebným personálním obsazením a technickým, materiálovým vybavením k dekontaminaci techniky a osob. Mezi základní dekontaminační schopnosti tohoto odřadu patří dekontaminace techniky a terénu nejen od radiologických látek, ale i od chemických a biologických nebezpečných látek. První dva odřady jsou připraveny k nasazení a plnění úkolů dekontaminace do 24 hodin. Základní oporou těchto odřadů je zařízení pro speciální očištění techniky Linka L-82 a jeho modernizovaný ekvivalent zařízení pro dekontaminaci bojové techniky Linka-08. Vybrané útvary dále disponují chemickým rozstřikovacím automobilem ARS-12M, který je však postupně nahrazován automobilem ACHR-90M. Odřad dále disponuje nákladním automobilem Tatra T-815 CAS 32, které v případě nedostatku vody zabezpečuje její dodávku pro potřeby dekontaminační linky. CAS 32 je také schopno pomocí postřikovacího zařízení umístěného ve spodní části vozidla dekontaminovat terén. Pro převoz vyčleněných SaP a pro potřeby případné evakuace je vyčleněn nákladní automobil, zpravidla Tatra T-815 resp. T-810. Pro hromadnou dekontaminaci osob, raněných a pro vlastní dekontaminaci zasahujících jsou již téměř všemi jednotkami používány soupravy pro dekontaminaci osob SDO 2005 v kombinaci s ACHR-90M. Novinkou zaváděnou do výzbroje chemických jednotek je malý dekontaminační automobil MDA na podvozku Tatra 815 4x4. Ten je určen pro malokapacitní dekontaminaci osob a techniky, a to i v polních podmínkách.

TTD a další informace důležité pro zpracování této diplomové práce jsou čerpána z návodů k obsluze jednotlivých dekontaminačních zařízení, z publikace vydané Univerzitou obrany s názvem Zařízení a technika dekontaminace výzbroje, techniky, materiálu a osob od autorů Žuja, Vičar a Skaličan a dalších zdrojů.

4.4.1 Stanoviště dekontaminace osob SDO 2005

V současné době je souprava SDO 2005 (obrázek 11) nejrozšířenějším prostředkem dekontaminace osob, která je zavedená v jednotkách AČR. Dekontaminace je prováděna formou stanového systému. Celý komplet tvoří tři vzájemně propojené nafukovací stany. Zasažené osoby v nich provádějí dekontaminaci průchodem v podélném směru. První stan je určen pro svlékání oblečení, druhý k samotné dekontaminaci, tj. k hygienické očištění, třetí stan k opětovnému oblečení a vystrojení osob. Ohřev vody do dekontaminačních sprch lze nastavit do teploty 38 °C.



Obrázek 11 SDO 2005
(zdroj VÚ 2266 Liberec)

Účinnost dekontaminačního zařízení

V SDO 2005 lze dekontaminovat až 120 osob za hodinu v režimu dekontaminace a 150 osob v režimu hygienické očištění při 12 současně sprchujících se osobách. Ve výbavě SDO se nachází flexibilní sprcha a nosítka uzpůsobená pro provádění dekontaminace raněných. Vzhledem k počtu nosítek (1 ks) však SDO 2005 neumožňuje dekontaminaci většího počtu raněných osob. Základní TTD a bodové hodnocení SDO2005 jsou uvedeny v tabulce 23.

Tabulka 23 Účinnost zařízení SDO 2005

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	120 resp. 150 osob.hod ⁻¹	1
Variabilita linky	ranění ano, náročný způsob	0

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

K převozu stanů s kompletním vybavením slouží Tatra T-815 6x6. Z tohoto důvodu je zajištěna dobrá dojezdová vzdálenost a výborná průchodnost terénem. Na místě vyčleněném pro dekontaminaci zaujímá SDO 2005 a jeho další podpůrná stanoviště (např. místo pro uložení elektrocentrály) plochu 50 x 50 m. Místo SDO se rozmísťuje na rovné a zpevněné ploše s ideálním sklonem do 5°. Mobilnost a bodové hodnocení SDO popisuje tabulka 24.

Tabulka 24 Mobilita zařízení SDO 2005

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepavitelnost	korba vozidla	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 50 m, š = 50 m	0

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Vzhledem k řešení SDO 2005 pomocí nafukovacích stanů se oproti starším verzím SDO výrazně zkrátila doba a náročnost potřebná k jejich vybudování. Obsluha SDO o pěti osobách dokáže SDO vybudovat za 45 minut. Doba uložení SDO zpět na korbu vozidla zabere obsluze 60 minut. Jaká je časová a personální náročnost a jaké je bodové hodnocení SDO 2005 ukazuje tabulka 25.

Tabulka 25 Časová a personální náročnost zařízení SDO 2005

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	45 min	0
Personální	5 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Pro vytváření zásob vody potřebné k dekontaminaci obsahuje příslušenství SDO 2005 tři nafukovací vaky na vodu o kapacitě 6 400 dm³, 2 000 dm³ a 500 dm³. Navíc je zde

jeden vak (50 dm³) určený pro pitnou vodu. SDO zásobuje vodou ACHR-90M, který zabezpečuje též odvoz odpadní vody. Ta se při provozu SDO zachycuje do sběrných van a následně do jímky. Využití zdrojů vody, následná možnost jímání vody a bodové hodnocení SDO 2005 uvádí tabulka 26.

Tabulka 26 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO 2005

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	vaky na vodu, CAS	1
Jímání kontaminované vody	ano	1

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

SDO je intuitivní jak pro obsluhu, tak pro dekontaminované osoby. Trasy postupu jsou logicky označeny praporky, informačními tabulemi se směrovými šipkami a popisem stanovišť. Z osob, které se k SDO dostavily k dekontaminaci nebo hygienické očištění, je zpravidla vybráno 12 osob k zabezpečení chodu stanovišť. Oproti starším modelům mají stanové nafukovací dílce kvalitnější a pevnější strukturu. SDO 2005 slouží svému účelu a díky jednoduché konstrukci je obsluhou hodnocen velmi dobře. Nevýhodou je zastaralost a opotřebenost některých prostředků s nutností jejich výměny. Obslužnost, spolehlivost zařízení SDO 2005 a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 27.

Tabulka 27 Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO 2005

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	dobrá	1
Spolehlivost	zastaralé prostředky	0

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.2 Zařízení pro speciální očištění techniky Linka-82

Zařízení pro speciální očištění Linka-82 je prostředek používaný chemickými jednotkami AČR k odmořování, dezaktivaci a dezinfekci vnějších povrchů výzbroje a techniky, a to tzv. průjezdným způsobem. Souprava se proto skládá ze tří na sobě nezávislých postřikových rámců. Dva mycí rámy MZ-82 a jeden postřikový rám POR-82 tak tvoří průjezdnou kontinuální rámovou linku. Mycí zařízení MZ-82 lze mimo jiné použít k přečerpávání vody, hašení požárů a zásobování vodou na velké vzdálenosti. Na obrázku 12 je zobrazena první část Linky-82, a to mycí rám MZ-82.



Obrázek 12 Linka-82
(vlastní zpracování)

Účinnost dekontaminačního zařízení

Průjezdny mycí rám linky je tvořen trubkami se 14 tryskami. Svými rozměry ve standardním sestavení je schopen obsáhnout všechny základní druhy osobní i nákladní techniky. Pomocí nastavcových dílů lze mycí rám navýšit a rozšířit o 600 mm. Linka je schopna dekontaminovat 50 vozidel za hodinu. Nedostatkem je horší přístupnost pro osobní vozidla díky jejich světlé výšce. Popis a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 28.

- maximální výška projíždějící techniky: 3 400 - 4 000 mm
- maximální šířka projíždějící techniky: 3 000 - 3 600 mm

Tabulka 28 Účinnost Linky-82

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	50 vozidel.hod ⁻¹	1
Variabilita linky	rozšiřitelný, manuální	0

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Mycí zařízení MZ-82 je umístěno na kolovém podvozku s přední nápravou spřaženou s točnicí a tažnou ojí, proto ho lze přemístit jednoduchým způsobem jako tažené vozidlo

za nákladním automobilem. Celková hmotnost MZ-82 je 3 800 kg, výška 2 310 mm a šířka 2 080 mm. Příslušenství POR-82 lze uložit do přepravního rámu, který je pro snadnější přenos opatřen držadly. Také je opatřen závěsnými oky pro manipulaci pomocí jeřábu. Převazuje se na korbě nákladního automobilu. Celý systém je možno díky kompaktním rozměrům a nízké hmotnosti nasadit i v hůře dostupných místech. Po vybudování kompletní linky jsou minimální plošné požadavky v délce 500 m a šířce 15 m. To platí při použití dezaktivací směsi a rychlosti postupu vozidel 5 km.h⁻¹. Mobilnost a bodové hodnocení popisuje tabulka 29.

Tabulka 29 Mobilita Linky-82

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Převazitelnost	vlečen nákladním automobilem	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 500 m, š = 15 m	0

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Na kompletní sestavu a následnou obsluhu celého systému Linka-82 je potřeba 6 osob, které jsou schopny linku vybudovat do 60 minut od příjezdu do místa postavení. Časová a personální náročnost stavby a bodové hodnocení Linky-82 jsou uvedeny v tabulce 30.

Tabulka 30 Časová a personální náročnost Linky-82

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	90 min	0
Personální	6 osob	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Dodávka vody do Linky-82 je zabezpečena cestou CAS. Výhodou linky je možnost čerpat vodu z vodovodního hydrantu, ale také z přírodního zdroje, který může být mírně znečištěný. Linka-82 byla vyvíjena pro potřeby AČR a potřeby dekontaminace techniky v bojovém nasazení. Proto zde jímání kontaminované vody není řešeno. Využití zdrojů vody, následná možnost jímání vody a bodové hodnocení linky uvádí tabulka 31.

Tabulka 31 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí Linky-82

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	CAS, hydrant, přírodní vodní zdroj	1
Jímání kontaminované vody	neřeší se	0

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Mycí zařízení MZ-82 je tvořeno podvozkem s rámem a kapotou, čerpacím ústrojím, mycím rámem a naváděcí soupravou. Kontaminovaná vozidla jsou naváděna světelnou signalizací. Dále je linka vybavena světelným zdrojem pro práci v noci a dopravním značením. Podle názoru chemických specialistů je celý systém spolehlivý a bezporuchový. Většina z údržbových míst je přístupná a obsluha je schopna si sama odstranit řadu běžných závad. Obslužnost, spolehlivost linky a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 32.

Tabulka 32 Obslužnost a spolehlivost zařízení Linka-82

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	nenáročná	1
Spolehlivost	bezporuchový provoz	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.3 Zařízení pro dekontaminaci bojové techniky Linka-08

V případě Linky-08 (obrázek 13) se jedná o modernizovanou variantu Linky-82. To znamená, že se dekontaminace vnějšího povrchu techniky opět provádí průjezdnou kontinuální formou. Zásadním rozdílem je umístění Linky-08 do kontejneru a oproti Linky-82 je zde použit pouze dvouetapový způsob dekontaminace. Linka-08 je uzpůsobena pro součinnost s ACHR-90M.



Obrázek 13 Linka-08
(zdroj VÚ 2266 Liberec)

Účinnost dekontaminačního zařízení

Dekontaminační proces zde zajišťují dvě mycí zařízení MZ-08. První průjezdný rám provádí hrubou očistu vodním postřikem, druhý rám zajišťuje nanesení dekontaminační směsi. V případě potřeby provedení konečného vysokotlakého oplachu je nutno využít postřikový rám z druhé soupravy nebo zvolit jiný způsob oplachu. Variabilitu rámu zajišťuje automaticky nastavitelný systém změny výšky a šířky podle profilu vozidla a sada 64 aktivních (průtočných) trysek. Linka je schopna dekontaminovat 20 vozidel za hodinu. Účinnost a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 33.

- kapacita techniky: 20 ks.hod⁻¹
- maximální výška projíždějící techniky: 2 000-4 400 mm
- maximální šířka projíždějící techniky normální: 2 500-4 400 mm

Tabulka 33 Účinnost Linky-08

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	20 vozidel.hod ⁻¹	0
Variabilita linky	rozšiřitelný, automatický	1

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Přepavní kontejner pro Linku-08 umožňuje rychlé přemístění tohoto prostředku po pozemních komunikacích a díky standartním rozměrům (ISO 1C, typ 3324 dle ČSN ISO 668). Kontejnery lze při hmotnosti 10 716 kg stohovat maximálně v 9 vrstvách. Díky uložení celého systému v kontejneru a vyšší hmotnosti je nutno Linku-08 ukládat a budovat na zpevněné ploše s minimálním sklonem. Po vybudování kompletní linky jsou minimální plošné požadavky v délce 300 m a šířce 15 m za dodržení rychlosti postupu vozidel 5 km.h⁻¹ a při použití dezaktivací směsi. Mobilnost a bodové hodnocení uvádí tabulka 34.

Tabulka 34 Mobilita zařízení Linka-08

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepavitelnost	kontejner	1
Mobilnost	plošné požadavky: d = 300 m, š = 15 m	0

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Pro výstavbu zařízení jsou určeny 4 osoby, které jsou schopny linku vybudovat do 120 minut. Po jejím sestavení a uvedení do provozu provádí řízení systému dekontaminace dvě osoby na MZ-08 a dvě osoby na POR-08. TTD a bodové hodnocení popisuje tabulka 35.

Tabulka 35 Časová a personální náročnost Linky-08

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	120 min	0
Personální	4 osoby	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

V soupravě Linky-08 se nachází dvě dopravní čerpadla. Dodávají dekontaminační lince vodu přes tzv. zásobník na vodu o kapacitě 6 000 litrů. Dopravní čerpadlo zajišťuje vodu z lehce dostupného zdroje vody (vodovodní hydrant). V případě čerpání z přírodního vodního zdroje je na čerpadlo napojen plovoucí sací koš. Je schopno odsát vodu bez nečistot do minimální výšky vodní hladiny 1,5 - 2 cm do délky 3,8 m. Plovoucí čerpadlo čerpá vodu z hůře dostupného zdroje např. vodní plochy s maximální

výtlačnou výškou 45 m. Linka-82 není vybavena zařízením pro jímání kontaminované vody. Tento stav popisuje tabulka 36.

Tabulka 36 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí Linky-08

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	hydrant, přírodní zdroj, 2x čerpadlo	1
Jímání kontaminované vody	neřeší se	0

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Linka je navržena s vysokou mírou automatizace a mechanizace. Základem je automaticky nastavitelný systém změny výšky a šířky podle profilu vozidla a sada 64 aktivních (průtočných) trysek, které se přizpůsobují typu vozidla. To umožňuje provádět efektivní a hospodárný provoz linky. Průjezd linkou je řízen světelnou signalizací. V příslušenství jsou i naváděcí sloupky s LED signalizací. Veškeré předchozí systémy včetně vodních čerpadel lze ovládat dálkově. Samozřejmostí je možnost nočního provozu pomocí osvětlovacího zařízení s dobou svícení až 18 hodin. Vzhledem k vyšším hmotnostem některých prvků linky je v příslušenství umístěn elektrický vrátek. Linka-08 má komplikované technické řešení a díky tomu byla u něj zaznamenána zvýšená poruchovost zejména v systému posuvu rámů a aktivních trysek. Z uživatelského hlediska je systém náročný na znalosti a výcvik obsluhy. Problémy také vykazuje elektrická soustava, a to zvláště při kontaktu s vodou. Bodové hodnocení obslužnosti a spolehlivosti linky jsou uvedeny v tabulce 37.

Tabulka 37 Obslužnost a spolehlivost Linky-08

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	náročný na výcvik a znalosti	0
Spolehlivost	poruchový	0

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.4 Automobil chemický rozstříkovací ACHR-90M

Vozidlo ACHR-90M (obrázek 14) je mobilní prostředek plnící úkoly úplné dekontaminace techniky a materiálu samostatně, a to stacionárním způsobem. Dále může v kombinaci s Linkou-82 (Linkou-08) tvořit kompletní dekontaminační sestavu. V jeho schopnostech je provádění dekontaminace vodní parou, ručními proudnicemi,

postřikovými tryskami a kartáči. Lze jej využít k dopravě dekontaminačních směsí k POR-82 a soupravě SDO, umožňuje hasit požáry, zásobovat jednotky vodou, tvořit pěnu a další.



Obrázek 14 ACHR-90M
(výukový obraz VÚ 2266 Liberec)

Účinnost dekontaminačního zařízení

V plně rozvinutých prostředcích je schopna obsluha vybudovat až 12 stanovišť opatřených ručními proudnicemi s postřikovou tryskou nebo až 6 stanovišť vybavených ručními proudnicemi s kartáčem či s pěnotvornou hubicí. Pomocí postřikového rámu se 6 tryskami umístěného v přední části vozidla lze provést dekontaminaci komunikací. Agregát EDS kontinuálně vytváří směs pro dezaktivaci povrchů s nízkou odolností, která je použita např. u letecké techniky. Kapacita linky je 20 vozidel za hodinu. Výška ani šířka vozidel není omezena. Výhodou je možnost dekontaminovat nadrozměrná vozidla nebo speciální techniku. Tabulka 38 uvádí účinnost a bodové hodnocení vozidla.

Tabulka 38 Účinnost zařízení ACHR-90M

Účinnost zařízení	Popis	Splňuje
Kapacita linky	dle počtu stanovišť, malá kapacita	0
Variabilita linky	neomezená, nadrozměrná technika	1

Zdroj: vlastní zpracování

Mobilita zařízení

Kompletní chemické vybavení potřebné pro vybudování dekontaminačního pracoviště je umístěné na nástavbě vozidla. Tím je Tatra T-815 6x6 1R. Automobil nepřekračuje rozměry běžných nákladních vozidel, a proto je vhodný pro přepravu na delší vzdálenosti. Jízdní dosah vozidla je 1 000 km. V místě nasazení je jeho nevýhodou velká hmotnost (23 840 kg). Naopak díky stacionárnímu způsobu budování dekontaminačních pracovišť lze dekontaminovat techniku i na nepříliš kvalitních komunikacích a plochách. Při vybudování většího počtu stanovišť klade větší nároky na obsazený prostor. Popis vozidla a bodové hodnocení popisuje tabulka 39.

Tabulka 39 Mobilita zařízení ACHR-90M

Mobilita zařízení	Popis	Splňuje
Přepřavitelnost	vhodný na delší vzdálenost	1
Mobilnost	plocha dle počtu stanovišť, spíše větší	0

Zdroj: vlastní zpracování

Časová a personální náročnost

Díky jednoduchosti zapojení kartáčů, proudnic atd. není stavba časově náročná. Celkový čas určuje počet dekontaminačních stanovišť. Obsluhu a výstavbu dekontaminačních stanovišť zabezpečují 2 osoby (řidič a obsluha). Ty při dekontaminaci obsluhují vozidlo a jeho příslušenství. Samotnou dekontaminaci provádějí osádky kontaminovaných vozidel. Tento stav udává tabulka 40.

Tabulka 40 Časová a personální náročnost zařízení ACHR-90M

Náročnost	Popis	Splňuje
Časová	dle počtu stanovišť	1
Personální	2 osoby + osádka vozidla	1

Zdroj: vlastní zpracování

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

Pod krytem nástavby vozidla je umístěna válcová nerezová nádoba, která je rozdělena přepážkami na tři oddělené nádrže s celkovým objemem 6 000 dm³. Dvě přední nádrže jsou určeny pro dekontaminační směsi, zadní nádrž o objemu 2 000 dm³ pro dodávku vody. Z přírodního zdroje jsou schopné zajistit vodu dvě plovoucí čerpadla. Ve speciální výbavě vozidla se nachází směšovač EDS, který připravuje ze směsi

ODS-5 dezaktivací pěn. Dvě zařízení SANIJET vyrábí mokrou a suchou páru, nízkotlakou a vysokotlakou vodu. Obě zařízení dokáží dekontaminační proces zefektivnit, a tím dosáhnout větší úspory dekontaminační směsi. V konečném důsledku tímto procesem vozidlo produkuje méně kontaminované vody. Jímání kontaminované vody ACHR-90M jako vojsový prostředek neřeší. Využití zdrojů vody, jímání vody a bodové hodnocení je uvedeno v tabulce 41.

Tabulka 41 Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení ACHR-90M

Logistika	Popis	Splňuje
Využití dostupných zdrojů vody	efektivní využití dekont. směsi	1
Jímání kontaminované vody	neřeší se	0

Zdroj: vlastní zpracování

Obslužnost a spolehlivost zařízení

Celý komplet se skládá z podvozkové a nástavbové části. Nástavbové prvky jsou unifikované a schopné se propojit s celou řadou podobně zaměřené techniky. Příslušenství vozu je svými technickými prvky a kapacitou stále schopno konkurence i s vývojově mladší technikou. Vzhledem ke stáří techniky však vykazuje nízkou poruchovost a nevyžaduje větší nároky na údržbu a opravu. Obslužnost, spolehlivost vozidla a bodové hodnocení jsou uvedeny v tabulce 42.

Tabulka 42 Obslužnost a spolehlivost zařízení ACHR-90M

Obslužnost a spolehlivost	Popis	Splňuje
Obslužnost	propojitelnost s mnoha prvky	1
Spolehlivost	nízká poruchovost	1

Zdroj: vlastní zpracování

5 Diskuze

Stanovená výzkumná otázka zní, zda lze za současného stavu efektivně využít v zóně havarijního plánování stávající i nově zaváděné dekontaminační prostředky osob a techniky HZS a AČR v případě radiační havárie. K zodpovězení výzkumné otázky je v první části diskuze provedeno porovnání metodických postupů dekontaminace obou složek. Druhá část diskuze se zabývá komparací dekontaminačních zařízení osob a techniky tak, jak uvádí metodika výzkumu. V závěru každé kapitoly lze najít odpověď na výzkumnou otázku.

5.1 Komparace metodických postupů

Podrobný postup při dekontaminaci osob a techniky prováděný jednotkami HZS ČR je uveden v kapitole 4.2.1. Metodika prováděná chemickými jednotkami AČR je shrnuta v kapitole 4.2.2. Metodické postupy jsou u obou složek postaveny na stejném základě a odlišují se pouze v případech, které mají obě složky specifické (např. AČR dekontaminace zbraní apod.). Postup dekontaminace je analogický i v rámci různých dekontaminačních zařízení. Z tohoto důvodu lze metodiku dekontaminace sjednotit a uvést zde obecný popis v logické posloupnosti takto:

1. Provedení radiačního průzkumu místa nasazení a rekognoskace terénu.
2. Rozčlenění dekontaminačního místa:
 - a. HZS ČR na ochranné zóny a jejich vytyčení, ohraničení a vybudování bezpečnostních uzávěrů (PČR);
 - b. AČR na čistou a nečistou část.
3. Provedení následného radiačního průzkumu, upřesnění situace.
4. Zřízení dekontaminačního místa odděleně pro osoby a techniku.
5. Provedení dozimetrické kontroly a roztřídění osob (raněné) a techniky na kontaminované a čisté.

Následuje rozdělení stanovišť dekontaminace na:

- a) Stanoviště dekontaminace osob
 1. Zraněným osobám je poskytnuta první pomoc, která má přednost před dekontaminací. Dále se postupuje na základě rozhodnutí lékaře.
 2. Kontaminované osoby si odstraní oděv, provedou mokrou dekontaminaci a hygienickou očistu.

3. Následuje dozimetrická kontrola úspěšnosti dekontaminace.
 4. Posledním stanovištěm je místo pro vystrojení osob.
- b) Stanoviště dekontaminace techniky tzn. linkový způsob pomocí dvou postřikových rámců
1. Na vozidle se provede hrubá očista kol a podvozku ručním oplachem.
 2. Vozidlo projede prvním rámem, který nanese dekontaminační směs.
 3. Následuje průjezd druhým rámem, který uskuteční oplach čistou vodou.
 4. Posledním stanovištěm je dozimetrické kontrola úspěšnosti dekontaminace.

V případě použití tří postřikových rámců provádí bod 1. první nanášecí rám.

Dekontaminační postupy obou složek jsou, až na mírné odlišnosti, totožné. Tento poznatek se odrazí také při součinnosti obou složek při řešení hromadné dekontaminace. Plán dekontaminace, uvedený ve vnějším havarijním plánu jaderných elektráren, uvádí, že v případě radiační havárie bude zřizovatelem dekontaminačních míst HZS ČR. Jeho jednotky vybudují dekontaminační stanoviště na předem vytipovaných místech a budou provádět dekontaminaci osob a techniky do příjezdu jednotek AČR, které místa dekontaminace přebírají. Z výše uvedeného je zřejmé, že dojde k bezproblémovému převzetí jak míst dekontaminace, tak metodik a postupů.

5.2 Komparace dekontaminačních zařízení osob a techniky

Pro komparaci prostředků hromadné dekontaminace byly využity v první řadě sledované parametry (TTD) a následně byl zohledněn i názor odborníků v oboru chemické služby obou složek. Parametry byly určeny s ohledem na dosažení vypovídající hodnoty tak, jak je popsáno v kapitole 3. Metodika výzkumu. Jednotlivá kritéria jsou z důvodu odlišnosti jejich zaměření sledována nejprve odděleně.

Hodnocení dekontaminačních zařízení je bodově provedeno takto:

Hodnocení 1 - zařízení splňuje podmínku; hodnocení 0 – zařízení nesplňuje podmínku

Tabulka 43 popisuje účinnost dekontaminačních zařízení z hlediska kapacity linky při dekontaminaci techniky nebo osob a dále variabilitu linky např. možnost dekontaminovat nadrozměrnou nebo speciální techniku.

Tabulka 43 Komparace účinnosti dekontaminačních zařízení

Dekontaminační zařízení	Kapacita linky (y_{i1})	Variabilita linky (y_{i2})
SDO-2	0	0
SDO-3	0	1
SDO 2005	1	0
SDT-09	0	1
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1
Linka-82	1	0
Linka-08	0	1
ACHR-90M	0	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 44 popisuje mobilitu zařízení, což znamená schopnost přepravy zařízení na větší vzdálenost a mobilitu v místě konkrétního nasazení a vybudování.

Tabulka 44 Komparace mobility dekontaminačního zařízení

Dekontaminační zařízení	Přepavitelnost (y_{i3})	Mobilnost (y_{i4})
SDO-2	1	1
SDO-3	1	1
SDO 2005	1	0
SDT-09	1	1
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1
Linka-82	1	0
Linka-08	1	0
ACHR-90M	1	0

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 45 popisuje časovou náročnost při budování zařízení a zohledňuje také náročnost na personální obsazení.

Tabulka 45 Komparace časové a personální náročnosti dekontaminačního zařízení

Dekontaminační zařízení	Časová (y_i5)	Personální (y_i6)
SDO-2	1	1
SDO-3	1	1
SDO 2005	0	1
SDT-09	1	1
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1
Linka-82	0	1
Linka-08	0	1
ACHR-90M	1	1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 46 uvádí komparaci logistického zabezpečení, tzn. schopnost zařízení využít dostupné zdroje vody z hlediska množství i kvality. Tabulka dále popisuje vliv na životní prostředí, což znamená schopnost zařízení jímat kontaminovanou vodu a zabránit tak druhotnému znečištění.

Tabulka 46 Komparace logistického zabezpečení a vlivu na životní prostředí

Dekontaminační zařízení	Využití dostupných zdrojů vody (y_i7)	Jímání kontaminované vody (y_i8)
SDO-2	1	1
SDO-3	1	1
SDO 2005	1	1
SDT-09	1	1
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1
Linka-82	1	0
Linka-08	1	0
ACHR-90M	1	0

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 47 je uvedena obslužnost a spolehlivost zařízení. Tato kritéria byla stanovena na základě konzultací s chemickými odborníky HZS ČR a AČR.

Tabulka 47 Komparace obslužnosti a spolehlivosti dekontaminačního zařízení

Dekontaminační zařízení	Obslužnost (y_i9)	Spolehlivost (y_i10)
SDO-2	1	1
SDO-3	1	0
SDO 2005	1	0
SDT-09	1	0
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1
Linka-82	1	1
Linka-08	0	0
ACHR-90M	1	1

Zdroj: vlastní zpracování

5.3 Index využitelnosti dekontaminačních zařízení

Po zadání stanovených parametrů a kritérií formuluje index využitelnosti rozdíly v použitelnosti dekontaminačního zařízení a v rámci komparace rozdílných dekontaminačních prostředků tak matematicky vyjadřuje odpověď na otázku, zda jsou prostředky dekontaminace osob a techniky připraveny plnit úkoly při radiační havárii. Výsledné hodnoty jsou následně převedeny na váhy, které jsou podkladem pro výpočet indexu využitelnosti a dále určují pořadí důležitosti stanovených kritérií.

Tabulka 48 na základě bodového ohodnocení uvádí využitelnost dekontaminačních zařízení a slouží pro výpočet váhy kritérií.

Tabulka 48 Výpočet účinnosti dekontaminačního zařízení

Zařízení	y_i1	y_i2	y_i3	y_i4	y_i5	y_i6	y_i7	y_i8	y_i9	y_i10
SDO-2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
SDO-3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
SDO 2005	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
SDT-09	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Přenosný rámový detektor gama záření	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Linka-82	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Linka-08	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
ACHR-90M	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	0,166	0,166	0,133	0,133	0,1	0,1	0,066	0,066	0,033	0,033
	Účinnost dekontaminačního zařízení		Mobilita zařízení		Časová a personální náročnost		Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí		Obslužnost a spolehlivost zařízení	
Váhy (v_j)	0,333		0,266		0,2		0,133		0,066	

Zdroj: vlastní zpracování

Legenda:

Účinnost dekontaminačního zařízení

y_{i1} kapacita dekontaminační linky; y_{i2} variabilita dekontaminační linky

Mobilita zařízení

y_{i3} přepravitelnost zařízení; y_{i4} mobilnost na místě nasazení

Časová a personální náročnost

y_{i5} časová náročnost na výstavbu zařízení; y_{i6} personální náročnost (výstavba, obsluha)

Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí

y_{i7} schopnost využít dostupné zdroje vody; y_{i8} zařízení pro jímání vody

Obslužnost a spolehlivost zařízení

y_{i9} obslužnost zařízení; y_{i10} spolehlivost zařízení

V tabulce 49 jsou uvedeny výsledné indexy využitelnosti dekontaminačních zařízení. Jsou vypočítány dosazením jednotlivých hodnot a provážením pomocí vah stanovených dle priorit sledovaných kritérií dle vzorce uvedeného v kapitole 3. Metodika výzkumu.

Tabulka 49 Indexy využitelnosti dekontaminačních zařízení

Zařízení	Index využitelnosti h_i
SDO-2	0,664
SDO-3	0,697
SDO 2005	0,564
SDT-09	0,797
Přenosný rámový detektor gama záření	0,996
Linka-82	0,531
Linka-08	0,465
ACHR-90M	0,631

Zdroj: vlastní zpracování

Řešitelem radiační havárie by bezesporu byly v první řadě jednotky HZS ČR. Ty jsou na tuto mimořádnou událost školeny a logisticky připravovány. Jejich dekontaminační technika je již prvoplánově určena k řešení situací spojených s únikem radionuklidu a s potřebou dekontaminace osob a techniky. Na základě této úvahy lze předpokládat, že jejich technika je z hlediska využitelnosti při radiační havárii dostačující a bude z ní vycházeno při posuzování dekontaminačních zařízení. To se prokázalo také při seřazení všech dekontaminačních prostředků podle indexu využitelnosti. Nejvyšší hodnocení zde dosáhly prostředky dekontaminace HZS ČR. Tento stav popisuje tabulka 50.

Tabulka 50 Seřazení techniky složek dle výsledků

Zařízení	Index využitelnosti h_i	Složka
Přenosný rámový detektor gama záření	0,996	HZS ČR
SDT-09	0,797	HZS ČR
SDO-3	0,697	HZS ČR
SDO-2	0,664	HZS ČR
ACHR-90M	0,631	AČR
SDO 2005	0,564	AČR
Linka-82	0,531	AČR
Linka-08	0,465	AČR

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 50 lze interpretovat, že na základě TTD a výborného hodnocení chemických odborníků HZS ČR je nejlépe obodovaným zařízením přenosný rámový detektor gama záření (index využitelnosti $h_i = 0,996$). Ten, ač není určen k dekontaminaci, byl do komparace zařazen na základě jeho jedinečnosti a přínosu k dekontaminačnímu procesu. Jeho použití významně snižuje časovou náročnost zásahu, spotřebu dezaktivací směsi a snižuje nároky na vyčleněné síly a prostředky. Je schopen nepřetržitě detekovat radioaktivní kontaminaci dle stanovené zásahové úrovně. Jeho hlavními výhodami jsou rychlá detekce, nízká hmotnost a snadná přestavitelnost z profilu určeného pro osoby na profil pro techniku. Jeho hlavní nevýhodou je, že není schopen detekovat kontaminaci podvozků vozidel.

Stanoviště dekontaminace osob SDO-2 získalo index využitelnosti $h_i = 0,664$ a stanoviště dekontaminace SDO-3 index využitelnosti $h_i = 0,697$. Obě zařízení jsou

ve výzbroji jednotek HZS ČR. U těchto prostředků byl v první řadě kladně hodnocen jejich stavební koncept. Díky umístění dekontaminační technologie na taženém přívěsu, resp. kontejneru, umožňují rychlé nasazení a vybudování v místě mimořádné události. Jejich nedostatky spočívají ve stanových částech, které ohraničují dekontaminační prostor. U všech třech variant SDO je náchylnost k jejich protržení. Také bylo zaznamenáno zanášení trysek. Tyto závady však závažným způsobem nenarušují funkčnost při dekontaminaci. Problémem v případě SDO-2 může být také špatné řešení dekontaminace raněných, kteří jsou náročným způsobem dekontaminováni. Tento problém byl u SDO-3 odstraněn vybudováním pojezdu na nosítka.

Z dekontaminačních zařízení techniky získalo nejvyšší souhrnný index využitelnosti stanoviště dekontaminace techniky SDT-09 (index využitelnosti $h_i = 0,797$). Získalo vysoké hodnocení díky vysoké míře automatizace při dekontaminačním cyklu. Obsluha pomocí řídicího panelu snižuje nebo zvyšuje průjezdný profil rámu. Následně se upravuje počet trysek nanášející dekontaminační směs. Tím je dosaženo jejího optimálního využití a úspory dekontaminační směsi. Nevzniká tím větší množství kontaminované vody. Problém automatizace však přináší větší poruchovost některých komponentů (poškození vedení 24 V, náchylnost van na protržení). Trysky rámu nanášející dekontaminační směs mají příliš jemný nástřik. Ten je po dobu většího větru rozstříkovan mimo techniku.

Dekontaminační stan SDO 2005 (index využitelnosti $h_i = 0,564$) je určen k hromadné dekontaminaci osob. Skládá se ze tří nafukovacích průchozích stanů a návazných stanovišť, ve kterých kontaminované osoby provádí dekontaminaci v předem dané posloupnosti (svlečení, hygienická očista, vystrojení). Kladem stanového způsobu dekontaminace osob je velmi vysoká kapacita. V případě SDO 2005 je to až 150 osob za hodinu. Nízký index využitelnosti získal SDO 2005 díky náročnému způsobu dekontaminace raněných. V novějších modifikacích dekontaminačního stanu je již zaveden systém pojezdu na nosítka. Horší hodnocení zaznamenal také v parametru spolehlivosti, což je zapříčiněno stářím dekontaminačního zařízení a materiálu.

V jednotkách AČR stále hojně vyskytované zařízení Linka-82 (index využitelnosti $h_i = 0,531$) provádí dekontaminaci pomocí tří rámu sestavených po předem zadaných vzdálenostech (hrubý oplach, nános dekontaminační směsi a oplach). Je oblíbený pro

svou jednoduchou konstrukci, a díky tomu je jeho provoz bezporuchový. Jeho průjezdný profil lze měnit přidáním nástavců, ovšem pouze manuálním způsobem.

Modernizovaná varianta Linka-08 (index využitelnosti $h_i = 0,465$) se skládá pouze ze dvou rámu (nános dekontaminační směsi, oplach). Má stejně jako SDT-09 automatizované postřikové rámy včetně vypínatelných trysek podle profilu projíždějícího vozidla. Obsluha vše řídí pomocí ovládacího panelu. Oproti této lince však nemá záchytné vany. Této lince byla vytýkána především zvýšená poruchovost posuvu rámu a trysek a také problémy s elektroinstalací. Z těchto důvodů byla Linka-08 vyhodnocena jako nejhorší zařízení v komparovaném výběru.

Poslední zde uvedený prostředek pro dekontaminaci vyniká svou univerzálností. Jedná se o chemický rozstřikovací automobil ACHR-90M (index využitelnosti $h_i = 0,631$). Jediný z dekontaminačních prostředků techniky neprovádí dekontaminaci linkovým, ale stacionárním způsobem pomocí ručních proudnic a postřikových trysek. Je vhodný především k dekontaminaci nadrozměrných a speciálních vozidel, kterým rozměry neumožňují projet linkovými postřikovými rámy. Obsluhu zařízení tvoří dvě osoby, proto dekontaminaci vozidel provádí osádka samostatně. Díky velkému příslušenství vozu je svými technickými prvky a možnostmi dekontaminace stále schopno konkurence i s vývojově mladší technikou.

Kritérium (**y₁**) porovnávalo zařízení z hlediska kapacity dekontaminačních zařízení, tj. schopnosti účinně dekontaminovat co největší počet osob nebo techniky za jednotku času. Z prostředků určených pro dekontaminaci osob zde byly porovnávány koncepce v podobě přívěsu nebo kontejneru (SDO-2, SDO-3) a ve formě nafukovacího stanu (SDO 2005). Všechny uvedené SDO provádějí dekontaminaci mokrým způsobem. Ve stanu SDO 2005 provádí dekontaminaci až 12 osob současně. Z tohoto důvodu kapacita SDO 2005 (až 150 osob) vysoce převyšuje dekontaminační komplety SDO-2 a SDO-3. V případě stanoviště dekontaminace osob SDO-2 a SDO-3 udává výrobce kapacitu 50 osob za hodinu. Praktickým výcvikem jednotek HZS ČR byl počet upraven na 30 osob za hodinu u SDO-2 (esovitý průchod linkou) a 40 osob u SDO-3 (průchod linkou v podélném směru). Praktický výcvik byl realizován při zapojení předem nepoučených studentů, aby se navodil přibližný stav, který by nastal při radiační havárii. V reálné situaci by se však přidal faktor stresu a paniky, což by pravděpodobně kapacitu zařízení ještě snížilo. Dvourámové zařízení pro dekontaminaci techniky STD-9 je

schopno dekontaminovat až 12 vozidel za hodinu a Linka-08 až 20 vozidel za hodinu. Starší modifikace těchto zařízení třířámová Linka-82 udává 50 dekontaminovaných vozidel za hodinu. Pro dekontaminaci více než dvounásobku vozidel však potřebuje plochu o délce 500 m, po níž se vozidla pohybují rychlostí 5 km.h⁻¹ s již nanesenou dekontaminační směsí. Chemický rozstřikovací automobil ACHR-90M je schopen dekontaminovat pouze 20 vozidel za hodinu. Kapacita přenosného rámového detektoru gama záření není přesně specifikována. Díky okamžité detekci a reakci rámu, při které se vozidla pohybují rychlostí 5 km.h⁻¹ a osoby zůstávají stát pouze po dobu několika sekund, se předpokládá vysoká průjezdnost a průchodnost.

Variabilita dekontaminační linky (**y_{i2}**) zkoumala možnost zařízení dekontaminovat nejen základní, ale i nadrozměrné druhy techniky. Všechna komparovaná zařízení toto kritérium splňovala. U SDT-09, Linka-08 a rámového detektoru byla variabilita zajištěna automatickým přestavěním rámu. Linka-82 získala hodnocením 0 z důvodu manuální mechanické přestavby. V případě zařízení pro dekontaminaci osob byla variabilita zkoumána z hlediska možnosti dekontaminovat raněné osoby. SDO-2 a SDO 2005 dekontaminaci raněných umožňují, ale pouze v omezeném rozsahu a náročnějším způsobem (hodnocení 0). Tento problém odstraňuje SDO-3 v obou variantách, kde se provádí dekontaminace raněných pomocí nosítek posunujících se na pojezdu.

Kritérium přepravitelnosti zařízení (**y_{i3}**) popisovalo schopnost přepravy zařízení mezi místy nasazení. Všechna komparovaná vozidla jsou v tomto kritériu vyhovující. Starší zařízení se přepravují na korbách vozidel nebo formou přívěsu. Nová zařízení jsou koncipována formou přepravitelných kontejnerů.

Kritérium mobility na místě nasazení (**y_{i4}**) porovnávalo zařízení především z hlediska velikosti prostoru, který obsadí plně rozvinuté dekontaminační místo. Svou velikostí zastavěné plochy mají prostředky HZS ČR lepší parametry než prostředky AČR. To je dáno prvotním určením dekontaminační techniky.

Do výběru kritérií byla zařazena časová náročnost na stavbu zařízení (**y_{i5}**). V tomto kritériu nebyly rozdíly mezi technikou příliš veliké. Rozptyl se pohyboval u dekontaminačních zařízení osob v rozmezí 30 až 45 minut. U dekontaminačních linek určených technice byl rozptyl od 30 do 120 minut.

Kritérium (**y_{i6}**) zahrnovalo personální náročnost na výstavbu a následnou obsluhu dekontaminačních zařízení. Ani v tomto kritériu nebyly výraznější rozdíly. Počet osob obsluhující zařízení byl v rozmezí 2 až 6 osob. Tento počet by se navyšoval v případě dlouhodobého nasazení dekontaminačních jednotek, kdy bude potřeba zajistit směnnost osob.

Schopnost využít dostupné zdroje vody popisovalo kritérium (**y_{i7}**). Dekontaminační zařízení příslušníků HZS ČR i chemických jednotek AČR byla schopna využít téměř všechny dostupné prostředky vody. V zastavěných oblastech dokáží využít městských hydrantů a v mimoměstských prostorech dokáží využít přírodní vodní plochy. Výhodou vojenských dekontaminačních zařízení jsou hrubší trysky, tudíž dokáží využít i mírně znečištěnou vodu. Samozřejmostí u všech zařízení je možnost dodávky vody pomocí cisternových vozidel CAS.

Zda má dekontaminační zařízení systém pro jímání kontaminované vody zkoumalo kritérium (**y_{i8}**). Zohledňuje tak vliv dekontaminačního zařízení na životní prostředí. Zde získala hodnocení 0 vojenská technika (Linka-82, Linka-08 a ACHR-90M), která kontaminovanou vodu nejímá.

Kritéria obslužnosti (**y_{i9}**) a spolehlivosti zařízení (**y_{i10}**) byla hodnocena na základě konzultací s chemickými odborníky obou složek. Informace byly získávány od nejnižších stupňů velení tzn. velitel družstva až po vyšší stupně velení, tj. vedoucí pracovníci z řad chemické služby HZS ČR a v případě AČR velitelé čet, rot a chemičtí náčelníci útvarů. Obslužnost byla všemi hodnocena kladně. Dekontaminační zařízení obsahují celou řadu prvků usnadňující obsluhu provádět jejich činnost. Zařadit sem lze světelná naváděcí zařízení, pojezdy pro nosítka raněných, řízení procesu dekontaminace pomocí dálkově ovládaného řídicího panelu, možnost propojit zařízení s nestandardními prostředky a podobně. V kritériu spolehlivosti byly celkově hůře ohodnoceny novější zařízení. Je to zapříčiněno velkým množstvím automatických funkcí a elektricky ovládaných prvků, které jsou díky své konstrukci náchylnější k poruchám.

Dekontaminační prostředky AČR, vyčleňované pro nasazení v případě vzniku radiační havárie, komparované v této diplomové práci, získaly nejmenší bodové ohodnocení a následně pak menší index využitelnosti. Bezesporu je to zapříčiněno tím, že jsou předurčeny k použití při válečném nasazení. Po dílčích úpravách by však byly schopny vykonávat stejnou činnost jako prostředky dekontaminace HZS ČR.

Pokud uvažujeme o nasazení vojenských prostředků určených k dekontaminaci techniky, nesmíme opomenout fakt, že ani jedno z uvedených zařízení nemá systém na jímání vody a hrozí tak nebezpečí druhotné kontaminace. Řešením této situace, v případě nasazení při radiační havárii, je např. vybudování sběrných prohlubní, které se zatěsní fóliemi z PVC. Dalším řešením navrhovaným chemickými odborníky mohou být protipovodňové vaky vystavěné do formy jímky.

Všechny prostředky dekontaminace osob ve výzbroji HZS ČR nabízejí řešení odběru a jímání kontaminované vody. Z armádních prostředků je to pouze dekontaminační stan SDO 2005. Díky své velké kapacitě dekontaminace osob, by bylo použití tohoto prostředku při řešení radiační havárie stěžejní. Jednou z velmi důležitých schopností zařízení, určených k dekontaminaci osob, je i možnost dekontaminovat raněné. To umožňovaly všechny vybrané prostředky, ty starší však pouze v omezeném režimu. Problémy s dekontaminací raněných byly u HZS ČR vyřešeny zavedením SDO-3, který umožňuje raněné na nosítkách posunovat po kolejovém vedení. V případě AČR toto řešení nabízí až modernizované typy SDO. Ty jsou zatím převážně ve výzbroji chemických jednotek v Liberci. Postupně se jimi však budou vybavovat i dekontaminační odřady vyčleněné pro řešení radiační havárie.

Z hlediska ostatních porovnávaných kritérií (rozměry zařízení, možnosti využití zdrojů vody atd.) byly mezi všemi dekontaminačními prostředky pouze malé rozdíly. Podstatnou výhodou při hromadné dekontaminaci, je použití přenosného rámového detektoru gama záření. Ten je v oblasti detekce a třídění kontaminovaných osob a techniky velkým pokrokem.

6 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo provést analýzu, komparaci a evaluaci stávajících a nově zaváděných dekontaminačních prostředků osob a techniky Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky.

V první části diplomové práce jsem uvedl nejdůležitější základní pojmy a definice z oblasti ionizujícího záření, mezi které patří základy ochrany před ionizujícím zářením a vliv záření na lidský organismus. Dále se v teoretické části práce zabývám problematikou jaderné bezpečnosti a s tím úzce souvisejícím systémem čtyř ochranných bariér, zajišťujících nedovolený únik radioaktivních látek z jaderného zařízení. Blíže popisují systém monitorování radiační situace, který vychází z atomového zákona a jeho prováděcích vyhlášek. V rámci klasifikace radiační mimořádné situace podle organizace INES jsem zestručnil kritéria jednotlivých stupňů s uvedením skutečné radiační události. Vzhledem k zaměření této diplomové práce, je poslední část věnována problematice havarijního plánování a složkám, které by se na řešení radiační havárie podílely.

Výzkumná otázka zní, zda lze v případě radiační havárie efektivně využít stávající i nově zaváděné dekontaminační prostředky osob a techniky Hasičského záchranného sboru ČR a armády ČR. K zodpovězení výzkumné otázky jsem se zaměřil na dvě oblasti. Tou první je evaluace dekontaminačních metodických postupů, které obě složky dodržují. Následuje matematická komparace nejdůležitějších parametrů prostředků hromadné dekontaminace osob a techniky, zařazené do vybavení příslušníků HZS ČR a chemických jednotek AČR. Ke sběru dat a nezbytných informací jsem využil dostupné publikace, návody k použití jednotlivých zařízení a také konzultace s chemickými odborníky. Výzkumná otázka je zodpovězena v diskuzi v závěru každé kapitoly.

7 Seznam literatury

Analýza hrozeb pro Českou republiku [online]. Praha, 2015 [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/analyza-hrozeb-zprava-pdf.aspx>

AUTORSKÝ KOLEKTIV, *Radiobiologie* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/>

Bezpečnostní strategie České republiky [online]. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí České republiky, 2015 [cit. 2018-03-03]. ISBN 978-80-7441-005-5. Dostupné z: https://www.mzv.cz/file/699914/Bezpecnostni_strategie_CR_2011.pdf

Bezpečnost-připravenost-ochrana obyvatelstva. VIO UO Brno, 2006, 309 s. Crisis management: Sborník 4. mezinárodní konference. ISBN 80-7231-141-7.

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Metodický list číslo 4N: Nebezpečí ionizujícího záření [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2017, 7 s. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/N.04%20RaL.pdf>

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Metodický list číslo 6L: Dekontaminace, dekontaminační prostor [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2017, 4 s. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/L.06%20Dekontaminacni%20prostor.pdf>

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Metodický list číslo 7L: Dekontaminace zasahujících [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2017, 5 s. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/L.07%20Dekontaminace%20hasicu.pdf>

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Metodický list číslo 9L: Dekontaminace radioaktivních látek [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2017, 5 s. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/bojovy%20rad/L.09%20Dekontaminace%20RaL.pdf>

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2003. 178 s. ISBN 80-1019-7.

ČASTULÍK, P., *Role of Decontamination in CBR Incidents*. Brno, 2007.

ČEZ [online]. Česká nukleární společnost [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/stupnice.pdf>

ČJ. MO 3156/2016-1160. *Směrnice náčelníka Generálního štábu Armády České republiky k nasazování sil a prostředků Armády České republiky v rámci integrovaného záchranného systému a k plnění úkolů Policie České republiky*. Praha: Velení Armády České republiky, 2016.

Dekontaminační látky a směsi [online]. Praha: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti, 2007 [cit. 2018-07-15]. Český obranný standart. Dostupné z: <http://www.oos-data.army.cz/cos/cos/681001.pdf>

HÁLA, J., *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj, 1998, 267 - 269. ISBN 80-85615-56-8.

HUŠÁK, V., *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.

IAEA. *Safety series No.75-INSAG-4: Safety Culture* [online]. Vienna, 1999, 1-2 [cit. 2018-03-03]. ISBN 92-0-123091-5. ISSN 0074-1892. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub882_web.pdf

IAEA: *About us* [online]. Vienna, Austria, 1998–2017 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/about/about-iaea>

IAEA: *International Nuclear and Radiological Event Scale (INES)* [online]. Vienna, Austria, 1998–2017 [cit. 2018-02-07].

Dostupné z: <https://www.iaea.org/topics/emergency-preparedness-and-response-epr/international-nuclear-radiological-event-scale-ines>

IAEA: *Nuclear Safety & Security* [online]. Vienna, Austria, 2017 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www-ns.iaea.org/committees/insag.asp>

ICRP *Publication 103: Annals of the ICRP* [online]. The International Commission on Radiological Protection, 2007 [cit. 2018-03-14]. ISBN 978- 0-7020 -3048- 2. ISSN 0146- 6453. Dostupné z: http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_37_2-4

International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources: Safety Series No. 115 [online]. Vienna: IEAA, 1996 [cit. 2018-03-26]. ISBN 92-0-104295-7. ISSN 0074-1892. Dostupné z: https://gnssn.iaea.org/Superseded%20Safety%20Standards/Safety_Series_115_1996_Pub996_EN.pdf

KLENER, V., *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Azin CZ, 2000, s. 384. ISBN 80-238-3703-6.

KOTINSKÝ, P., HEJDOVÁ, J. *Dekontaminace v požární ochraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-31-0.

LUSTIG, F., BROM, P., DVOŘÁK, J. *Závislost radioaktivity na vzdálenosti od zářiče* [online]. Praha, 2011 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/distances/theory.html>

MATAL, O., ŠEN, H. *Jaderná zařízení a jejich bezpečnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4349-5.

MATOUŠEK, J., ÖSTERREICHER, J., LINHART, P. *CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, s. 9-10. ISBN 978-80-7385-029-6.

Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency: Emergency Preparedness And Response [online]. Updating IAEA-TECDOC-953. Vienna: IAEA, 2003 [cit. 2018-03-05]. ISBN 92-0-111503-2. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Method2003_web.pdf

Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency: Emergency Preparedness And Response [online]. Updating IAEA-TECDOC-953. Vienna: IAEA, 2003 [cit. 2018-03-05]. ISBN 92-0-111503-2. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Method2003_web.pdf

Metodický pokyn ke zpracování typových plánů [online]. In: . Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2017, s. 8 [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/metodicky-pokyn-ke-zpracovani-typovych-planu-doc.aspx>

MINISTERSTVO OBRANY. *Zásady ochrany proti zbraním hromadného ničení v operacích NATO na taktické úrovni velení: Vojenská doktrína Pub-36-16-02*. Vyškov: Odbor Doktrín VeV - VA, 2012, 46 s.

MINISTERSTVO OBRANY. *Ochrana vojsk proti zbraním hromadného ničení: Vševojsk-2-1*. Praha, 2009, 197 s. čj. 80803/2006-SRDS-OS MO.

MINISTERSTVO OBRANY. *Speciální očista u vojsk: Vševojsk-2-11*. Praha, 1985, 127 s. čj. 99/33-16/SCHV/1984.

Národní zpráva České republiky k havarijní připravenosti a odezvě [online]. In: . SÚJB, 2013 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z:
https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf

NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO). *AEP-58 Volume I: Combined operational characteristics, technical specification, test procedures and evaluation criteria for chemical, biological, radiological and nuclear decontamination equipment*. 2013, 197 s.

NEKULA, J., HEŘMAN, M., VOMÁČKA, J., KÖCHER, M. *Radiologie*. 3. vydání. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci, 2008, s. 8. ISBN 978-80-244-1011-7.

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky: Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky [online]. Praha: GŘ HZS ČR, 2017 [cit. 2018-07-15]. Sbírká interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR.

Radiační ochrana: Část I. - zevní ozáření [online]. Praha: SÚJB, 2003 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z:
https://is.muni.cz/el/1441/podzim2005/FY2MP_DOZI/SJU_osobni_dozimetrie_1.pdf?lang=en

ROSINA, J., KOLÁŘOVÁ, H., STANEK, J. *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing, 2006, s. 180. ISBN 80-247-1383-7.

Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR: Pokyn GŘ HZS ČR, kterým se stanoví úkoly a činnost Záchraného útvaru HZS ČR pro účely organizačního a operačního řízení [online]. 2015 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/ostatni/SIAR%2015-07%20Ukoly%20ZU%20HZSCR.pdf>

Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR: Pokyn GŘ HZS ČR, kterým se stanoví opěrné body Hasičského záchranného sboru ČR a typy předurčenosti JPO pro záchranné práce [online]. 2017 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/ostatni/SIAR%2015-07%20Ukoly%20ZU%20HZSCR.pdf>

SEIDL, Z., a kol. *Radiologie pro studium a praxi* [online]. Praha: Grada Publishing, 2012, 95-98 [cit. 2018-03-03]. ISBN 978-80-247-8221-8.

SEVERA, J., BÁR, J. *Handbook of radioactive contamination and decontamination*. Amsterdam: Elsevier Science, 1991. Studies in environmental science. ISBN 0-444-98757-6.

SOUKOPOVÁ, J. Vícekriteriální metody hodnocení. *Informační systém Masarykovy univerzity: Veřejné služby Informačního systému* [online]. Brno, 2014 [cit. 2018-07-23]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1456/jaro2014/MKV_VZVP/um/33149329/Studijni_text_metody_vicekriterialniho_rozhodovani.pdf

Stálá mise České republiky při OSN, OBSE a ostatních mezinárodních organizacích ve Vídni: Mezinárodní agentura pro atomovou energii [online]. Praha, 2013 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z:

https://www.mzv.cz/mission.vienna/cz/organizace_v_pusobnosti_mise/ostatni_mezinarodni_organizace/mezinarodni_agentura_pro_atomovou/index.html

Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných a radiačních událostí [online]. 2016 [cit. 2018-02-07]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES-2008_cz_preklad.pdf

Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Výběr a hodnocení projektových a nadprojektových událostí a rizik pro jaderné elektrárny. In: *Bezpečnostní návod JB - 1.7* [online]. 2010, s. 50 [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/G2-EF-final_udalosti_a_rizika_PUBLIKACE.pdf

Státní ústav radiační ochrany: Jaderné elektrárny [online]. 2018 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/usmernovani-ozareni-pri-cinnostech/jaderne-elektrarny>

Státní ústav radiační ochrany: Odborná činnost ústavu [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/suro/odborna-cinnost-ustavu>

Státní ústav radiační ochrany: Radiační monitorovací síť [online]. 2018 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/rms>

Státní ústav radiační ochrany: Radiační ochrana [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/radiacni-havarie>

ŠTĚTINA, J. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách.* Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.

Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu [online]. Praha: MV ČR, 2016 [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/terminologicky-slovník-mv-verze-ke-stazeni.aspx>

Typová činnost složek IZS při společném zásahu: Špinavá bomba [online]. Katalogový soubor typové činnosti STČ - 01/IZS. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2015 [cit. 2018-07-15]. č.j. MV-102562/ PO-IZS-2014. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/stc/STC%2001-IZS%20Spinava%20bomba.pdf>

ULLMANN, V. *Jaderná a radiační fyzika* [online]. Praha, 2013 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika.htm>

Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra p.o., ročník 1998, částka 39, 5386-5387.

Dostupné také z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3146>

VILÁŠEK, J., FIALA, M., VONDRÁŠEK, D. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Praha: Karolinum, 2014, s. 15. ISBN 978-80-246-2477-8.

Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury, 2015. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 93, s. 2804-2835. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=35183>

Vyhláška č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 172, s. 6618-6904. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=38143>

Základní informace pro případ radiační havárie JE Dukovany 2018 - 2019. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky: Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Dukovany* [online]. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/vnejsi-havarijni-plany-zakladni-informace-edu-2018-2019-pdf.aspx>

Základní informace pro případ radiační havárie JE Temelín 2018 - 2019. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky: Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín* [online]. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/zakladni-informace-pro-pripad-radiacni-havarie-2018-2019-pdf.aspx>

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), 2015. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 93, s. 2762-2801. ISSN 1211-1244. Dostupné také z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=8899>

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, 2000. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 73, s. 3461-3474. Dostupné z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3461>

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, 2016. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 102, s. 3938 - 4072. ISSN 1211 - 1244.

Dostupné také z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=34065>

Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru), 2015. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 135, s. 4307-4323. Dostupné také z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=37349>

Zákon č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiální mimořádné události, 2016. [online]. [cit. 2018-02-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 143, s. 5613 - 5641. ISSN 1211 - 1244. Dostupné také z:

<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=61278>

ŽEMLIČKA, Z. *Činnost jednotky PO při zásahu s přítomností nebezpečných látek* [online]. 2. aktualizované vydání. Frýdek-Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2008 [cit. 2018-07-17]. Konspekty odborné přípravy jednotek požární ochrany II. ISBN 80-86111-89-X. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/konspekty/2-02.pdf>

ŽUJA, P., VIČAR, D., SKALIČAN, Z. *Výzbroj chemického vojska, Díl II*. Univerzita obrany, 2007, 146 s. Zařízení a technika dekontaminace výzbroje, techniky, materiálu a osob. ISBN 978-80-7231-269-6.

8 Seznam obrázků a příloh

Obrázek 1	Schematické znázornění vztahu úrovní (Hušák et al., 2009).....	20
Obrázek 2	Vzor geometrického rozdělení plochy (vyhláška č. 359/2016 Sb.).....	29
Obrázek 3	Dekontaminace osob (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 4	Organizace místa zásahu (http://metodika.cahd.cz)	46
Obrázek 5	Přidělení štítků (vlastní zpracování)	51
Obrázek 6	Návrh varianty místa dekontaminace (metodika VÚ 2266 Liberec).....	52
Obrázek 7	SDO-2 (HZS Jihočeského kraje)	53
Obrázek 8	SDO-3KR (HZS Jihočeského kraje).....	56
Obrázek 9	SDT-09 (HZS Jihočeského kraje).....	58
Obrázek 10	Přenosný rámový detektor gama záření (vlastní zpracování)	61
Obrázek 11	SDO 2005 (zdroj VÚ 2266 Liberec).....	65
Obrázek 12	Linka-82 (vlastní zpracování)	68
Obrázek 13	Linka-08 (zdroj VÚ 2266 Liberec)	71
Obrázek 14	ACHR-90M (výukový obraz VÚ 2266 Liberec)	74

Přílohy

Příloha A	Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín
Příloha B	Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany
Příloha C	Přípustné normy kontaminace pokožky a povrchu různých objektů radioaktivními látkami

9 Seznam tabulek a vzorců

Tabulka 1	Typy radiačních zásahů	41
Tabulka 2	Přípustné normy kontaminace pokožky a techniky	49
Tabulka 3	Účinnost dekontaminačního zařízení SDO-2	54
Tabulka 4	Mobilita zařízení SDO-2.....	54
Tabulka 5	Časová a personální náročnost zařízení SDO-2.....	54
Tabulka 6	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO-2.....	55
Tabulka 7	Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO-2	55
Tabulka 8	Účinnost dekontaminačního zařízení SDO-3	56
Tabulka 9	Mobilita zařízení SDO-3.....	57
Tabulka 10	Časová a personální náročnost zařízení SDO-3.....	57
Tabulka 11	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO-3.....	57
Tabulka 12	Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO-3	58
Tabulka 13	Účinnost zařízení SDT-09	59
Tabulka 14	Mobilita zařízení SDT-09	59
Tabulka 15	Časová a personální náročnost zařízení SDT-09	60
Tabulka 16	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDT-09	60
Tabulka 17	Obslužnost a spolehlivost zařízení SDT-09.....	61
Tabulka 18	Účinnost přenosného rámového detektoru	62
Tabulka 19	Mobilita přenosného rámového detektoru	62
Tabulka 20	Časová a personální náročnost přenosného rámového detektoru	63
Tabulka 21	Logistické zabezpečení a vliv na ŽP přenosného rámového detektoru	63
Tabulka 22	Obslužnost a spolehlivost přenosného rámového detektoru.....	64
Tabulka 23	Účinnost zařízení SDO 2005	66
Tabulka 24	Mobilita zařízení SDO 2005	66
Tabulka 25	Časová a personální náročnost zařízení SDO 2005	66
Tabulka 26	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení SDO 2005 ...	67
Tabulka 27	Obslužnost a spolehlivost zařízení SDO 2005.....	67
Tabulka 28	Účinnost Linky-82	68
Tabulka 29	Mobilita Linky-82.....	69
Tabulka 30	Časová a personální náročnost Linky-82.....	69
Tabulka 31	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí Linky-82	70
Tabulka 32	Obslužnost a spolehlivost zařízení Linka-82	70

Tabulka 33	Účinnost Linky-08	71
Tabulka 34	Mobilita zařízení Linka-08	72
Tabulka 35	Časová a personální náročnost Linky-08.....	72
Tabulka 36	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí Linky-08	73
Tabulka 37	Obslužnost a spolehlivost Linky-08	73
Tabulka 38	Účinnost zařízení ACHR-90M	74
Tabulka 39	Mobilita zařízení ACHR-90M.....	75
Tabulka 40	Časová a personální náročnost zařízení ACHR-90M.....	75
Tabulka 41	Logistické zabezpečení a vliv na životní prostředí zařízení ACHR-90M	76
Tabulka 42	Obslužnost a spolehlivost zařízení ACHR-90M.....	76
Tabulka 43	Komparace účinnosti dekontaminačních zařízení	79
Tabulka 44	Komparace mobility dekontaminačního zařízení	79
Tabulka 45	Komparace časové a personální náročnosti dekontaminačního zařízení..	80
Tabulka 46	Komparace logistického zabezpečení a vlivu na životní prostředí.....	80
Tabulka 47	Komparace obslužnosti a spolehlivosti dekontaminačního zařízení	81
Tabulka 48	Výpočet účinnosti dekontaminačního zařízení	81
Tabulka 49	Indexy využitelnosti dekontaminačních zařízení.....	82
Tabulka 50	Seřazení techniky složek dle výsledků	83

Vzorce

(1)	vzorec pro ohodnocení variant bodovou metodou.....	35
-----	--	----

10 Seznam zkratek

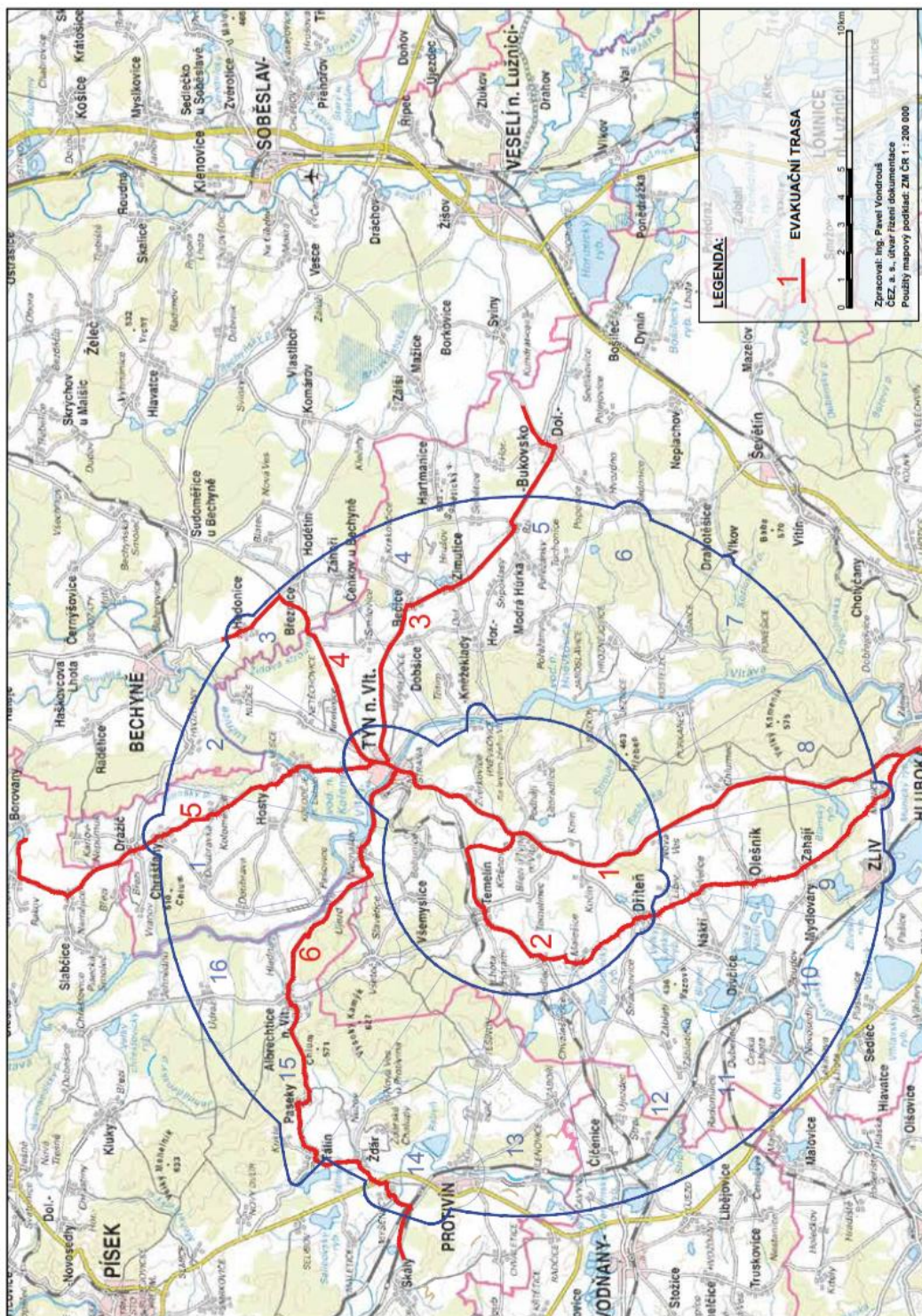
AČR	Armáda České republiky
ARMS	Armádní radiační monitorovací síť
CAS	cisternová automobilová stříkačka
ČEZ	České Energetické Závody
ČR	Česká republika
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IAEA	International Atomic Energy Agency
INES	Mezinárodní stupnice jaderných událostí
INSAG	Mezinárodní skupina pro jadernou bezpečnost
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	jednotky požární ochrany
KRS	kontrolní a rozříd'ovací stanoviště
MAEE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MV-GŘ HZS ČR	Ministerstvo vnitra-Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
MV	Ministerstvo vnitra
PČR	Policie České republiky
SaP	síly a prostředky
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
TTD	takticko-technická data
ZNGŠ-Ř SOC MO	Zástupce náčelníka Generálního štábu-ředitel Společného operačního centra

11 Seznam jednotek

$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
Bq	becquerel
Bq.kg^{-1}	becquerel na kilogram
Bq.l^{-1}	becquerel na litr
Bq.m^{-2}	becquerel na metr čtverečný
Bq.m^{-3}	becquerel na metr krychlový
Gy	gray
Gy.h^{-1}	gray za hodinu
J.kg^{-1}	joul na kilogram
km.h^{-1}	kilometr za hodinu
ks.hod^{-1}	kus za hodinu
l.min^{-1}	litr za minutu
R	rentgen
rad	rad
Sv	sievert
Sv.h^{-1}	sievert za hodinu

12 Přílohy

Příloha A Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín



Zdroj: <http://www.hzscr.cz/soubor/zakladni-informace-pro-pripad-radiacni-havarie-2018-2019-pdf.aspx>

Příloha B Zóna havarijního plánování jaderné elektrárny Dukovany



Zdroj: <http://www.hzscr.cz/soubor/vnejsi-havarijni-plany-zakladni-informace-edu-2018-2019-pdf.aspx>

Příloha C Přípustné normy kontaminace pokožky a povrchu různých objektů radioaktivními látkami

Název kontaminovaného objektu	Veličiny, jednotky	
	plošná aktivita miliony rozpadů.minuta ⁻¹ .cm ⁻²	dávkový příkon mGy.h ⁻¹
Odkryté části těla (obličej, šije, ruce) a další části těla nepřesahující 10 % plochy celého těla	0,8	0,045
Povrch celého těla	1,1	0,15
Spodní prádlo, lícnice ochranné masky, oděvy, výstroj, obuv, prostředky individuální ochrany, osobní zbraně, zdravotnický materiál (obvazový materiál, nosítka apod.)	3,5	0,5
Obaly na potraviny, kuchyňské zařízení, vybavení jídelen, pekáren a potravinářských skladů	3,5	0,5
Dopravní prostředky, letadla, speciální vozidla, děla, minomety, raketomety a technické příslušenství	5	2
Obrněná technika (obrněné transportéry, bojová vozidla pěchoty, tanky, odpalovací zařízení)	10	4

Zdroj: Vševojsk-2-1, Příloha 12 Ochrana vojsk proti zbraním hromadného ničení