

Vysoká škola zdravotnická, o. p. s., Praha 5

**HROMADNÉ NEŠTĚSTÍ V OBLASTI RADIAČNÍHO
OHROŽENÍ Z HLEDISKA IZS**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

JANA PODOLKOVÁ, DiS.

Praha 2018

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s., PRAHA 5

**HROMADNÉ NEŠTĚSTÍ V OBLASTI RADIAČNÍHO
OROŽENÍ Z HLEDISKA IZS**

Bakalářská práce

JANA PODOLKOVÁ, DiS.

Stupeň vzdělání: bakalář

Název studijního oboru: Zdravotnický záchranář

Vedoucí práce: PhDr. Mgr. et Mgr. Patrik Cmorej, Ph.D., MHA

Praha 2018



VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.
se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00

PODOLKOVÁ Jana
3CZZ

Schválení tématu bakalářské práce

Na základě Vaší žádosti Vám oznamuji schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení z hlediska IZS

*Mass Disaster Associated with Radioactive Contamination from the Point of View of
Integrated Rescue System*

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Mgr. et Mgr. Cmorej Patrik, Ph.D., MHA

V Praze dne 1. listopadu 2017

doc. PhDr. Jitka Němcová, PhD.

rektorka

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že tato práce nebyla využita k získání stejného nebo jiného titulu.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce ke studijním účelům.

V Praze dne 21. března 2018

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala především mému vedoucímu bakalářské práce PhDr. Mgr. et Mgr. Patriku Cmorejovi, Ph.D., MHA za jeho čas strávený nad její kontrolou, věcné připomínky a ochotný přístup v celém jejím průběhu. Dále bych ráda poděkovala kpt. Ing. Martinu Šafaříkovi za vstřícné stanovisko ke psaní mé práce a odborné konzultace. A v neposlední řadě Mgr. Otu Králíkovi za uvedení do problematiky CBRN.

ABSTRAKT

PODOLKOVÁ, Jana. *Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení z hlediska IZS*. Vysoká škola zdravotnická, o. p. s. Stupeň kvalifikace: Bakalář (Bc.). Vedoucí práce: PhDr. Mgr. et Mgr. Patrik Cmorej, Ph.D., MHA. Praha. 2018. 65s.

Téma, mé bakalářské práce Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení z hlediska IZS, je koncipováno jako práce teoretická. Cílem práce je uvedení současné situace, vymezení pojmů včetně legislativy v oblasti jak integrovaného záchranného systému, tak i pojmy v oblasti radioaktivity. Práce pojednává o objevení ionizujícího záření a jeho použití v historických milnících. Jaderné havárie a jejich dopad na současnou infrastrukturu dokresluje ničivou sílu v oblasti radiačního ohrožení a nutnost složek integrovaného záchranného systému připravovat se i na takové mimořádné události. V závěru práce jsou charakterizovány základní postupy při událostech s velkým počtem raněných, přednemocniční neodkladná péče o ozářené osoby a součinnost zasahujících jednotek. Smyslem práce je představit ne příliš pravděpodobnou, nicméně ne vyloučenou možnost radiační havárie, včetně ničivé síly, která ji provází již od jejího vzniku a stála nemálo lidských životů.

Klíčová slova

Dezaktivace. Havarijní plánování. Ionizující záření. Mimořádná událost. Radiace. Radiační havárie.

ABSTRACT

PODOLKOVÁ, Jana. *Mass Disaster Associated with Radoactive Contamination from the Point of View of Integrated Rescue System*. Medical College. Degree of qualification: bachelor's degree (Bc.). Thesis supervisor: PhDr. Mgr. et Mgr. Patrik Cmorej, Ph.D., MHA. Prague. 2018. 65 p.

The topic of my bachelor's thesis – Mass Disaster Associated with Radoactive Contamination from the Point of View of Integrated Rescue System.– has been designed as a theoretical one. Its aim is to present current situation and define concepts and terms including legislation in the area of integrated rescue system as well as in the field of radioactivity. The thesis also depicts the discovery of ionizing radiation and its use during historical milestones. Nuclear disasters and their influence on current infrastructure depict the vast devastating force in the area of radiation threat and the necessity for IRS to prepare for such extraordinary event. The conclusion characterizes basic procedures during events with big amount of injured people, pre-hospitalizing urgent care for irradiated persons and cooperation of intervening units. The purpose of this paper is presentation of a rather not very probable but not entirely impossible eventuality of radiation disaster including the accompanying destructive power developing along with it and causing vast number of casualties.

Keywords

Deactivation. Emergency planning. Extraordinary event. Ionizing radiation. Radiation. Radiation crash.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ODBORNÝCH VÝRAZŮ

ÚVOD	10
1 SOUČASNÁ SITUACE	133
1.1 ÚVOD DO TERMINOLOGIE	133
1.2 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	154
1.2.1 VÝVOJ INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	155
1.2.2 PRÁVNÍ PŘEDPISY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	177
1.2.3 ZÁKLADNÍ A OSTATNÍ SLOŽKY IZS	188
1.3 JADERNÝ VÝBUCH	211
1.3.1 ČASOVÝ PRŮBĚH JADERNÉHO VÝBUCHU	222
1.3.2 NIČIVÉ FAKTORY JADERNÉHO VÝBUCHU	222
1.3.3 VZNIK A CHARAKTER RADIOAKTIVNÍ STOPY	244
1.3.4 VELIČINY A JEDNOTKY RADIOAKTIVITY	266
1.3.5 PŮSOBNÍ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	277
1.3.6 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	288
1.4 JADERNÁ A RADIAČNÍ BEZPEČNOST	30
1.4.1 HAVARIJNÍ PLÁNOVÁNÍ	30
1.4.2 NEODKLADNÁ OPATŘENÍ	311
1.4.3 NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ	333
1.4.4 VNĚJŠÍ HAVARIJNÍ PLÁN	334
1.4.5 TERORISMUS	377
1.4.6 ŠPINAVÁ BOMBA	388
2 HISTORIE A VÝVOJ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	40
2.1 OBJEVENÍ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	40
2.2 OBJEVENÍ RADIOAKTIVITY URANU	411
2.3 OBJEVENÍ PLUTONIA A RADIA	422
2.4 OBJEVENÍ ZÁŘENÍ A, B A Γ	422
2.5 TEORIE RADIOAKTIVNÍHO ROZPADU	444
2.6 PRVNÍ UMĚLÁ JADERNÁ REAKCE	444
2.7 OBJEVENÍ UMĚLÉ RADIOAKTIVITY	455
2.8 OBJEVENÍ NEUTRONU A PROVEDENÍ PRVNÍ ŠTĚPNÉ REAKCE	455
3 JADERNÉ UDÁLOSTI	477
3.1 MEZINÁRODNÍ STUPNICE HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI JADERNÝCH UDÁLOSTÍ	477
3.2 ÚSPĚŠNÝ TEST TRINITY	499
3.3 LITTLE BOY A FAT MAN	50
3.4 ČERNOBYLSKÁ JADERNÁ HAVÁRIE	511
3.5 HAVÁRIE JADERNÉ ELEKTRÁRNY FUKUŠIMA I	544
4 VEDENÍ ZÁSAHU V MÍSTĚ HAVÁRIE	566
4.1 SPECIFICKÉ POSTUPY POSKYTNUTÍ ZDRAVOTNICKÉ PÉČE	566

4.1.1 METODA TRÍDĚNÍ S.T.A.R.T.	577
4.1.2 LÉKAŘSKÉ TRÍDĚNÍ	588
4.1.3 ODSUNOVÉ TRÍDĚNÍ	599
4.2 DEZAKTIVACE	599
4.3 MONITOROVÁNÍ KONTAMINACE OSOB	60
4.3.1 MONITOROVÁNÍ KONTAMINACE PŘEPRAVNÍ TECHNIKY	611
4.3.2 DEKONTAMINACE HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT	611
4.4 ORGANIZACE PŘIJMU PACIENTŮ DO NEMOCNICE PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH	611
ZÁVĚR	633
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	644
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ODBORNÝCH VÝRAZŮ

Absorbovaná dávka – fyzikální veličina, která udává energii dodanou jednotkovému množství hmoty průchodem příslušného záření

Absorpční polovrstva – vrstva materiálu, která zeslabí konkrétní záření na polovinu

Bezprahové účinky – účinek se projevuje při jakékoli úrovni expozice či dávky

Deterministické účinky – účinky, k nimž dochází v důsledku smrti části ozářené buněčné populace, jejich závažnost vzrůstá s dávkou od určitého dávkového prahu a mají charakteristický klinický obraz

Dozimetr – přístroj je používán k měření hodnoty ozáření který funguje na principu změn látky v něm obsažené

Ekvivalent TNT – metoda vyjádření energie uvolněné při explozích

Endoenergetická jaderná reakce – reakce, u níž je nutno energii pro reakci dodat z vnějšího okolí

Exoenergetická jaderná reakce – reakce, u níž se energie při reakci uvolňuje

Filtroventilační zařízení – zařízení zajišťující filtraci, ventilaci a vytváří přetlak vzduchu v prostředcích kolektivní ochrany a slouží k ochraně osob před účinky zbraní hromadného ničení

Nukleon – je společný název pro proton a neutron, částice, z nichž se skládá jádro atomu

Pozitron – subatomární částice - antičástice elektronu

Radionuklid – nuklid s nestabilním jádrem, která se uvolňuje buď vytvořením nových částic (radioaktivita) nebo do elektronu v atomu

Stochastické účinky – účinky vyvolané změnami v genetické informaci buňky

Triáž – prvotní třídění pacientů dle akutnosti stavu

(NAVRÁTIL a kol., 2014)

ÚVOD

Hromadné neštěstí; dvě slova, pro něž neplatí žádný pevně stanovený vzor, podle kterého by se dalo řídit. Doporučené postupy často musí být doplňovány vhodnou improvizací a koordinací jednotlivých složek integrovaného záchranného systému (dále IZS), které musí vzájemně spolupracovat. Každý případ je jiný a o to složitější je odborná příprava. Počet zraněných převyšuje počet zachraňujících jednotek. Toto hledisko je velice důležité při určování velikosti události a stanovování vyslání odborné pomoci. V dnešní době narůstá počet hromadných neštěstí čím dál více, a proto by odborná příprava jednotek IZS, který je určen k jejímu eliminování, poskytování pomoci a likvidaci následků, měla být na profesionální úrovni. Ke zvládnutí úspěšného zajištění situace musí být daný problém co nejkonkrétněji vylíčen v prvotním hlášení z místa hromadného neštěstí prvními jednotkami záchranářů a především správnou triáží raněných, tak aby následná pomoc byla co nejširší a nejefektivnější.

Hlavním úkolem složek IZS je úměrné zvládnutí situace, což znamená záchrana co největšího počtu postižených (ohrožených). Druhotná je záchrana majetku a ochrana životního prostředí. Každá situace má jinou koncepci, záleží na příčině vzniku ohrožení, jeho průběhu a v neposlední řadě na správnosti postupu záchranných složek. V praxi se nejčastěji setkáváme s průmyslovými haváriemi (jaderné nehody, úniky toxických látek), přírodními pohromami (požár, povodně, laviny, sesuvy půdy), dopravními nehodami (pozemní, letecké, lodní), působením biologických činitelů (epidemie) a také v dnešní době rozšířeným terorismem, výpadky počítačových sítí a elektrického vedení.

Cílem mé bakalářské práce je představit hromadné neštěstí a mimořádné situace obecně a dále rozebrat problematiku krizových situací se zaměřením na radiační nebezpečí ohrožující život a zdraví obyvatelstva. Jednotlivé složky IZS jsou vyčleněny a seznámeny s problematikou zásahu v případě takových krizových situací a jejich postup se od jiných hromadných neštěstí samozřejmě liší. V jednotlivých kapitolách práce je popisována škodlivost radiačního záření, teoretický popis postupu jednotek při takovém ohrožení, způsob jejich ochrany a v neposlední řadě ochranu obyvatelstva,

vedení zásahu, organizace na místě, třídění raněných, až po požadavky na havarijní plán a ochranná opatření v České republice. Budou shrnuty postupy nejen zdravotnických záchranářů, ale všech složek IZS, jejich koordinace a propojenost během jaderného či radiologického stavu nouze. Dále bude uveden historický vývoj jak objevení a využívání jaderného záření, tak především nehody a havárie, které se za dobu průmyslu staly a s jejichž následky se můžeme stále setkat. Následky takového působení mají totiž velký dopad jak sociální, infrastrukturní, ale i ekonomický ještě roky po neštěstí.

Bohužel z historických pramenů vyplývá, že ke zvýšení bezpečnosti, eliminování faktorů ohrožujících obyvatelstvo, bezpečnému převozu nebezpečného materiálu a rozšíření informovanosti musí vždy dojít až na základě nehod, havárií, špatných postupů a v neposlední řadě po ztrátě mnoha lidských životů. Na mnoha místech stále dochází ke kontaminaci životního prostředí na desetiletí dopředu. Tyto dopady jsou neustále vyhodnocovány a ochrana obyvatelstva je předmětem vývoje. Krizová připravenost, aktualizace havarijních plánů a legislativa je pro zasahující jednotky směrodatná. Zvyšování úrovně jednotek IZS, ať už fyzického, materiálního či psychického rázu je důležité pro jejich správné řízení a fungování. Procvičování a příprava v této oblasti, neustálá připravenost, vzdělávání se a prohlubování informací ohledně postupů při jaderných haváriích nebo možných teroristických útocích s použitím radioaktivních látek pomáhá složkám IZS eliminovat nebezpečí v krátkém časovém intervalu a s co nejmenšími ztrátami na lidských životech, majetku, životním prostředí a tak aby nedocházelo k možnému vedlejšímu nebezpečí.

Tato práce se skládá ze čtyř samostatných celků, kde je v první části rozebrána současná situace co se týče mimořádných situací, vymezení IZS, vymezení radiační havárie včetně popisu účinků záření. V druhé části nalezneme historické vymezení období vývoje ionizujícího záření. Na základě zdokonalování umělého používání štěpných reakcí přecházíme ve třetí kapitole k nejvýznamnějším jaderným událostem, které zasáhly naši planetu. V závěrečné části je upřesněno vedení zásahu v místě havárie, triáž zasahujících jednotek a následné situování pacientů do zdravotnických zařízení.

Popis rešeršní strategie:

Vyhledávání odborné literatury, která byla využita pro bakalářskou práci s názvem Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení s hlediska IZS, probíhalo v období říjen 2017 až prosinec 2017. Rešerše z Národní lékařské knihovny (viz Příloha E) byla zadána bez ohledu na stáří publikací, z důvodu historické části práce. Jazykové vymezené rešerše bylo v českém a slovenském jazyce. Prameny pro rešerši byly katalogy knihoven systému Medvik, Bibliographia medica Čechoslovaca a Theses. Bylo vyhledáno 21 záznamů k tématu radiační ohrožení a 68 záznamů k tématu radiační ohrožení při hromadném ohrožení. Pro tvorbu bakalářské práce bylo z rešerše využito 17 knih, 2 zákony a 5 elektronických zdrojů.

Vstupní literatura:

MATOUŠEK, Jiří, ÖSTERREICHERJ an a LINHART Petr. CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-029-6.

ŠTĚTINA, J., 2014. Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách. 1. vyd. Praha. ISBN: 978-80-247-4578-7.

BREHOVSKÁ, L., 2016. Evakuace ze zón havarijního plánování v závislosti na diferenciaci populace. Praha, Nakladatelství Lidové noviny. ISBN: 978-80-7422-466-9.

MARTÍNEK, B., aj. 2003. Ochrana člověka za mimořádných situací. 2.vyd., © MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 80-86640-08-6.

1 SOUČASNÁ SITUACE

V současné době se setkáváme velice často s haváriemi, nehodami a událostmi rozličného charakteru. Méně častým, o to větším nebezpečím, je ohrožení radiační kontaminací. V závěrečné práci se zabývám popisem a vysvětlením základních pojmů používaných v prostředí IZS a krizového managementu, zaměřených na jaderná zařízení a postup jednotek IZS při úniku radionuklidů. Radiační havárie vyžaduje podle havarijních plánů dobrou organizaci provádění záchranných a likvidačních prací zúčastněnými složkami IZS. Nedílnou součástí dobré organizace záchranných prací je správná triáž pacientů s následným transportem do cílových zdravotnických zařízení (BREHOVSKÁ,2016).

1.1 ÚVOD DO TERMINOLOGIE

Základní terminologie je definovaná především zákonem o integrovaném záchranném systému, dále pak zákonem o hasičském záchranném sboru, zákonem o krizových stavech, atomovým zákonem a dále vyhláškami, nařízeními vlády, směrnicemi a metodikami, které upravují působnost a účinnost složek IZS a ostatních zainteresovaných orgánů. Vytyčují základní pojmy a v neposlední řadě definují události a krizové stavy, stejně jako odpověď IZS na jejich vznik (ŠTĚTINA, 2014).

Mimořádná událost

Zákon o integrovaném záchranném systému, 239/2000 Sb. definuje mimořádnou událost jako: škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. Pod pojmem mimořádná událost rozumíme takové závažné události, které vznikají náhle a způsobují narušení systému jako celku a jeho ohrožení. Působí neplánované výkyvy infrastruktury. Jejich jednotná klasifikace a názvosloví je nutné pro všechny složky IZS při řešení jejich následků. Ke správnému určení mimořádných událostí byly jako pomůcky sestaveny stupnice rizikovitosti. Mezi prvními byla sestavena tabulka mezinárodní sedmistupňové škály

mimořádných událostí v jaderných elektrárnách. Úkolem této škály je informovat všechny složky podílející se na řešení následků jaderných havárií v případě, kdy hrozí nebezpečí z prodlení. Nejvíce ovšem řeší, stejně jako mnoho dalších klasifikací mimořádných událostí, hledisko jejich příčin, destrukční jevy a místo průběhu. Nejzávažnějším kritériem jsou následky mimořádných událostí (<http://www.hzscr.cz>, 2017), (ČESKO, 2000).

Krizová situace

Zákon o IZS definuje krizovou situaci jako mimořádnou událost, při níž je narušena infrastruktura nebo vzniklo jiné nebezpečí a je nutno vyhlásit některý z krizových stavů: stav nebezpečí, nouzový stav, stav ohrožení státu nebo válečný stav. „Jedná se o mimořádnou situaci, kdy je bezprostředně ohrožena svrchovanost a územní celistvost státu, jeho demokratické základy, chod hospodářství, systém státní správy a samosprávy, zdraví a život velkého počtu osob, majetek ve velkém rozsahu, kulturní statky, životní prostředí nebo plnění mezinárodních závazků, přičemž ohrožení nelze zabránit ani jeho následky odstranit obvyklou činností správních úřadů, orgánů územní samosprávy, ozbrojených sil, záchranných sborů, havarijních a jiných služeb“ (<http://www.hzscr.cz>, 2017), (ČESKO, 2000).

Hromadné postižení zdraví

Mimořádná událost s převahou zdravotních následků čili hromadné postižení zdraví, dále jen HPZ, je mimořádná událost, při které převažuje počet zraněných osob. Jejich ošetření musí kvůli jejich počtu probíhat jiným než standardním způsobem. Využívají se zde postupy medicíny katastrof, což znamená stanovit priority ošetřování a odsunu u všech postižených v co nejkratším čase. U těchto mimořádných situací jednotky IZS aktivují veškeré dostupné pozemní i letecké prostředky, včetně těch záložních, k poskytnutí záchranných a likvidačních prací (www.urgmed.cz, 2011).

1.2 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

IZS je koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Není institucí, úřadem, sborem, sdružením ani právnickou osobou. Je to systém určený pro koordinaci záchranných a likvidačních prací při mimořádných událostech různého charakteru, systém spolupráce složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob, při nichž, je společným cílem zabezpečit ochranu zdraví nebo života osob, pomocí typových činností. Je také součástí systému pro zajištění vnitřní bezpečnosti státu. „IZS vznikl z potřeby každodenní činnosti záchranářů, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelných pohromách, kdy je třeba organizovat společnou činnost všech, kdo mohou svými silami a prostředky, kompetencemi nebo jinými možnostmi přispět k provedení záchrany osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí.“ (SKALSKÁ, 2010, str. 7).

1.2.1 VÝVOJ INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Důvodem tvorby tohoto systému bylo propojit spolupráci mezi jednotlivými složkami IZS, které jsou stěžejní pro záchranné a likvidační práce při a po vzniku různých druhů mimořádných událostí. Jedním z hlavních problémů v této oblasti byla nedostačující legislativní podpora pro působnost řídicích, koordinačních a výkonných jednotek při každodenních nehodách, haváriích či jiných nouzových stavech. A zároveň zhoršené vyhodnocování informací o hrozící nebo vzniklé mimořádné události a nedostatečné vyrozumění dotčených orgánů a organizací (ŠTĚTINA, 2014).

Velkým technickým rozvojem na začátku 90. let minulého století stoupl i počet nehod, havárií a ohrožování lidských životů, zdraví a infrastruktury jako takové. Hrozba války nebyla předmětem každodenní přípravy a od činností civilní ochrany se začalo ustupovat, sklady ochranných pomůcek zanikaly, upouštělo se od dekontaminačních míst v podnicích, které byly využívány k jiným účelům, kryty pro ochranu obyvatelstva se přestaly udržovat nebo se zalily betonem a jejich následné použití nebylo možné (ŠTĚTINA, 2014).

Při velkých živelných pohromách a průmyslových haváriích často pomáhali vycvičení specialisté Armády ČR, ale se snižováním početního stavu, rušením posádek jich ubývalo. Orgány veřejné správy přestaly mít zájem na fungování tradičních

sdužení občanů a výrazně poklesly počty dobrovolných záchranářů (např. Horská služba nebo zdravotnické sdružení Červeného kříže). Nejpočetnější a nejúčinnější vedlejší složkou pro zvládnání mimořádných událostí zůstali dobrovolní hasiči. Nemalý podíl na tom měl zákon o požární ochraně, který ukládal obcím povinnost zřídit jednotku SDH obce (ŠTĚTINA, 2014).

Profesionální hasiči velmi rychle změnilí své zaměření a jejich hlavní činností se staly záchranné práce, tzv. technické zásahy. V této době zásahy u požárů tvoří asi jen 20% jejich výjezdů. Myšlenka IZS vznikla na základě nutnosti organizovat zásahy hasičů s ostatními specialisty, kteří jsou u mimořádných událostí zapotřebí. Technická náročnost a složitost likvidace mimořádných událostí vedly k úvahám o dokonalejším přístupu k jejich rychlému a efektivnímu řešení. Usnesení vlády č. 246 v roce 1993, později zákon o okresních úřadech určil povinnost organizovat IZS za pomoci havarijních komisí okresů. Postupem času se ukázaly diametrální rozdíly ve zvládnání dopadů mimořádných událostí mezi okresy, které měly funkční havarijní komise a ostatními okresy. Vznikaly separátní právní předpisy pro určité oblasti ochrany, ale neexistoval právní předpis zahrnující oblast ochrany obyvatelstva a jako celek. Vynikající výkony hasičů znamenaly ustavení Hasičského záchranného sboru ČR (dále jen HZS ČR) jako gestora IZS, což bylo podloženo v roce 2000 schválením zákona o HZS ČR a zákona o IZS (ŠTĚTINA, 2014).

Pro ochranu obyvatelstva byl zlomový rok 2001. Od tohoto roku má pod sebou otázky civilní ochrany Ministerstvo vnitra. V předchozích letech se touto otázkou zabývalo Ministerstvo obrany. Tímto převodem začaly fungovat tzv. krizové zákony. „Těmito zákony byly vymezeny úkoly státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací, práva a povinnosti právnických osob, podnikajících fyzických osob a fyzických osob při mimořádných událostech.“ (MARTÍNEK, 2003, str. 10). Od roku 2004 se nezbytnou součástí IZS staly operační a informační střediska, což jsou dispečerským způsobem organizovaná zařízení pro příjem a třídění tísňových volání na jednotné evropské číslo tísňového volání 112. Tato centra jsou relativně autonomní součástí HZS krajů, které je personálně a materiálně zabezpečují (SKALSKÁ, 2010).

1.2.2 PRÁVNÍ PŘEDPISY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Právní úprava oblasti IZS vychází přímo z ústavního zákona o bezpečnosti České republiky (č. 110/1998 Sb.). Působnost v oblasti IZS je kompetenčním zákonem (č. 2/1969 Sb.) svěřena Ministerstvu vnitra, které je pověřeno právními úpravami IZS, přičemž nejdůležitější právní normou je zákon o IZS a jeho dvě prováděcí vyhlášky a nařízení vlády. Právní úprava IZS vznikla zároveň s krizovým zákonem (č. 240/2000 Sb.) a zákonem o hospodářských opatřeních pro krizové stavy (č. 241/2000 Sb.). Tyto tři zákony na sebe navazují a jsou propojeny odkazy a souvislostmi. V následujících letech byl IZS na základě uvedených legislativních norem zdokonalován a stal se účinným nástrojem k řešení mimořádných a krizových situací, včetně celého systému civilního nouzového plánování (SKALSKÁ, 2010).

Základní právní normou pro IZS je zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Zákon o IZS je nejdůležitější součástí krizového řízení České republiky. Definuje celý systém, postup jeho složek při a po provádění záchranných a likvidačních prací, řeší působnosti, oprávnění a povinnosti všech subjektů mimořádné události při ochraně obyvatelstva dvěma nebo více složkami IZS. Tyto právní normy jsou platné, i při vyhlášení krizových stavů. Zákon o IZS je využíván k provádění záchranných a likvidačních prací, kde je nutná spolupráce více složek IZS. Postačuje-li k vyřešení mimořádné situace pouze jedna věcně příslušná složka, řídí se právní normou, která má v takových případech přednost (ŠENOVSKEÝ a kol., 2007).

Všechny oblasti IZS však nejsou dostatečně zakotveny pouze v zákoně o IZS, ale tvoří ji složitá konstrukce vyhlášek, nařízeních vlády, směrnic, metodik publikovaných ve Věstníku vlády pro orgány krajů a obcí. Zákon o IZS totiž neobsahuje žádná zmocnění pro vydávání právních předpisů krajů nebo obcí (ŠENOVSKEÝ a kol., 2007).

Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech integrovaného záchranného systému, ve znění vyhlášky č. 429/2003, se zabývá zejména koordinací záchranných a likvidačních prací jednotek IZS, činností operačních středisek IZS a dokumentací IZS. Vyhláška je také rozhodujícím předpisem pro územní havarijní plánování a pro vnější havarijní plány jaderných elektráren.

Vyhláška č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. Tato vyhláška definuje systém evakuace, varování, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva.

Nařízení vlády č. 463/2000 Sb., o stanovení pravidel zapojování do mezinárodních záchranných operací, poskytování a přijímání humanitární pomoci a náhrad výdajů vynakládaných právními osobami a podnikajícími fyzickými osobami na ochranu obyvatelstva a nařízení vlády č. 527/2002 Sb. Na základě těchto nařízení vlády mohou záchranné týmy ČR poskytovat humanitární pomoc a záchranné práce v zahraničí.

Právními předpisy upravující oblast IZS jsou i nařízení krajů, které stanovují požární poplachový plán kraje, ty jsou podchyceny v zákoně č. 133/2000 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů. Poplachové plány IZS krajů jsou součástí požárních poplachových plánů krajů na základě nařízení vlády č. 172/2001 Sb.

Směrnice Ministerstva vnitra ze dne 8. října 2004 č.j.: PO–365/IZS–2004, kterou se stanovuje jednotná pravidla organizačního uspořádání krizového štábu kraje a obce, jeho uvedení do pohotovosti, vedení dokumentace a některé další podrobnosti (Věstník vlády pro orgány krajů a orgány obcí částka č. 4/2004). Směrnice stanovuje vzory žádostí orgánů veřejné správy o pomoc vedlejším záchranným složkám v případě nevládnutí situace za pomoci standardních postupů.

Metodická pomůcka Ministerstva vnitra č. j.: PO – 1590/IZS – 2003 ze dne 30. června 2003, kterou se doporučují zásady pro jednotné rozlišování a vymezení preventivních, záchranných a asanačních prací spojených s předcházením, řešením a likvidováním následků mimořádných událostí (Věstník vlády pro orgány krajů a orgány obcí částka č. 6/2003).

1.2.3 ZÁKLADNÍ A OSTATNÍ SLOŽKY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU

Složky IZS dělíme na složky základní a ostatní. Mezi základní složky patří Hasičský záchranný sbor České republiky, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, zdravotnická záchranná služba

a Policie České republiky. Ty mají působnost na celém území republiky a jsou schopny rychle a kdykoli zasahovat (LINHART, 2006).

Mezi ostatní složky IZS můžeme zahrnout vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, orgány ochrany veřejného zdraví neziskové organizace a sdružení občanů, které lze využít k záchranným a likvidačním pracím. Ostatní složky IZS poskytují pomoc až na vyžádání (LINHART, 2006).

Hasičský záchranný sbor

Hasičský záchranný sbor České republiky, dále HZS, je bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit život a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi. HZS ČR se řídí zákonem č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru), ve znění pozdějších předpisů. HZS kraje tvoří profesionální jednotky, speciálně připravených příslušníků vybavených potřebnou technikou a prostředky, je složena z příslušníků HZS určených k výkonu služby na stanicích HZS kraje. Dále zákon upravuje jednotky HZS podniku, která je složena ze zaměstnanců právnických nebo fyzických osob, kteří vykonávají činnost v této jednotce jako své zaměstnání, jednotky sboru dobrovolných hasičů obce, kteří nevykonávají činnost v této jednotce jako své zaměstnání (LINHART, 2006).

Hasičský záchranný sbor ČR v současnosti hraje důležitou roli v přípravách státu na mimořádné události, v oblasti průmyslových havárií, živelních katastrof či terorismu, při nichž provádí záchranné a likvidační práce. V rámci zabezpečování neodkladných úkolů v IZS plní především tyto funkce: provedení prvotního průzkumu, provádí nezbytná opatření ke snížení rizika a nezbytná opatření k omezení rozsahu mimořádné situace, záchrana osob a jejich vyprošťování, likvidace následků mimořádné události (ŠENOVSKÝ a kol., 2007).

Zdravotnická záchranná služba

Stěžejní právní normou pro zdravotnickou záchrannou službu, dále jen ZZS, je Zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě. Péče je poskytována neodkladně a to od přijetí tísňové výzvy, transportu postiženého až do samotného předání do nemocniční péče. Řídícím prvkem systému ZZS jsou zdravotnická operační střediska a jeho výkonnými prvky jsou rychlá lékařská pomoc, rychlá zdravotnická pomoc a letecká záchranná služba (MUCHA a kol., 2003).

V rámci zabezpečování neodkladných úkolů v IZS plní především tyto funkce: první záchranný tým (první posádka výjezdové skupiny, resp. členové výjezdové skupiny) na místě mimořádné události zahajuje třídění raněných, pokud je oblast dostatečně zabezpečena a nehrozí druhotné nebezpečí pro záchranné složky. Dle prvotní triáže určí týmy naléhavost ošetření a transportu na stanoviště neodkladné péče, kde je realizována retriáž a poskytnuta neodkladná péče následovaná transportem do zdravotnického zařízení podle priority odsunu (MUCHA a kol., 2003).

Policie České Republiky

Působnost Policie ČR je vymezena v zákoně č. 273/2008 Sb. Zákon o Policii České republiky. Je to výkonný orgán soužící k ochraně pořádku a zajištění bezpečnosti občanů a ochraně majetku (LINHART, 2006).

V rámci zabezpečování neodkladných úkolů v IZS plní tyto funkce: zabezpečuje uzavření prostoru vzniku mimořádné události a zamezuje vstupu nepovolaným osobám, reguluje dopravu s předností přesunu záchranných vozidel, podílí se na identifikaci osob a zemřelých osob, vyšetřuje příčiny vzniku mimořádných událostí a zajišťuje ochranu osob a majetku (LINHART, 2006).

Armáda České Republiky

Síly a prostředky AČR lze na vyžádání využít k posílení základních složek IZS při likvidaci následků mimořádných událostí, kdy vzniklou situací nemohou jiné složky zvládnout svépomocí. Roku 2003 byla podepsána Rámcová smlouva mezi Ministerstvem vnitra a Ministerstvem obrany o spolupráci v oblasti IZS, stanovující principy a podmínky pro použití sil a prostředků armády v oblasti IZS. Mezi generálním

ředitelstvím HZS ČR a náčelníkem Generálního štábu armády byla pak v návaznosti na ní podepsána Dohoda o plánované pomoci na vyžádání, upravující rozsah poskytnutí pomoci některými organizačními součástmi armády při provádění záchranných a likvidačních prací při a po mimořádné události (LINHART, 2006).

Český červený kříž

Český červený kříž je humanitární, sociální a zdravotní občanské sdružení působící na celém území České republiky. Jeho působnost a ústřední úkoly jsou upraveny Zákonem č. 126/1992 Sb., o ochraně znaku a názvu Červeného kříže a o Československém červeném kříži. Český červený kříž má v současné době tyto kolektivní členy: Vodní záchranná služba, Horská služba, Svaz záchranných brigád kynologů ČR, Skalní záchranná služba chráněné krajinné oblasti Broumovsko, Česká speleologická společnost, Česká unie námořního jachtingu (LINHART, 2006).

Svaz záchranných brigád kynologů České republiky

Svaz záchranných brigád kynologů ČR je společenskou organizací pomáhá základním složkám IZS záchrannými pracemi pomocí speciálně vycvičených psů. Psi jsou vycvičení k vyhledávání živých i mrtvých osob jak v sutinách nejrozmanitějšího druhu, převážně prohledávání zřícených rodinných domků po výbuchu plynu, sesutých staveb, likvidace nejrůznějších továrních havárií, osob zapadlých ve sněhu nebo zavalených v lavině. Využívají se i při vyhledávání osob zatoulaných a ztracených v nepřístupných terénech, většinou dětí nebo starších osob (LINHART, 2006).

1.3 JADERNÝ VÝBUCH

Jaderný výbuch, dále jen JV, je charakterizován mžikovým uvolněním velkého množství energie v důsledku štěpné nebo termonukleární reakce. Ničivé účinky vyjadřujeme pomocí klasické výbušniny TNT, která uvolní při výbuchu stejné množství energie. Tato uvolněná energie je charakterizována ničivými faktory: tlakovou vlnou,

světelným a tepelným zářením, pronikavou radiací a radioaktivní kontaminací (ÖSTERREICHER, 2007).

1.3.1 ČASOVÝ PRŮBĚH JADERNÉHO VÝBUCHU

Doba $t \leq 10^{-6}$ s (uvolnění až 90 % energie), dochází k vypařování štěpné nálože a obalu náboje, vznikající páry jsou zahřáty na teplotu 10^6 K, z oblasti reakce je vyzařováno silné gama a neutronové záření (ÖSTERREICHER, 2007).

Doba 10^{-6} s $\leq t \leq 10^{-4}$ vznik žhavé svítící oblasti a tlakové vlny, teplota povrchu žhavé oblasti je cca 50 000 K a její poloměr je asi 20 m (ÖSTERREICHER, 2007).

Doba 10^{-4} s $\leq t \leq 2 \cdot 10^{-2}$ s, teplota povrchu žhavé oblasti klesá na 3 500 K a povrch žhavé oblasti je shodný s čelem tlakové vlny, její poloměr vzroste na 120 m a tlak v čele tlakové vlny se snižuje z 1 000 MPa na 5 MPa (ÖSTERREICHER, 2007).

Doba $2 \cdot 10^{-2}$ s $\leq t \leq 2 \cdot 10^{-1}$ s, teplota žhavé oblasti vzroste na 8 000 K a její poloměr na 200 m, poloměr čela tlakové vlny je 300 m a tlak klesá na 1 MPa, končí působení neutronového záření (ÖSTERREICHER, 2007).

Doba $0,2 \leq t \leq 3$ s, teplota žhavé oblasti klesá na 1 500 K a poloměr vzroste na 300 m, končí působení světelného záření a začíná tvorba a vzestup oblaku, poloměr čela tlakové vlny je 1 700 m a tlak klesá na 0,03 MPa, záření gama činí 95 % celkové dávky (ÖSTERREICHER, 2007).

Doba $t \leq 60$ s, výška oblaku dosahuje 3 000 m a její průměr je 2 000 m, tlaková vlna dosahuje vzdálenosti 20 km a její účinky ustávají (ÖSTERREICHER, 2007).

1.3.2 NIČIVÉ FAKTORY JADERNÉHO VÝBUCHU

Tlaková vlna

V rozpínající se svítící žhavé oblasti je v důsledku vysoké teploty mnohonásobně vyšší tlak než v okolní atmosféře. Prudce stlačuje vrstvy okolního vzduchu a dochází k jeho rozkmitání. Takto stlačený vzduch se šíří od centra výbuchu

na všechny strany. Takto vzniká tlaková vlna, která se šíří rychlostí převyšující rychlost zvuku (MATOUŠEK a kol., 2007).

Světelné záření

Elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami od 10^{-2} až 10^5 μm , vzniká při přechodu elektronů v obalech atomů z vyšší energetické hladiny na nižší. Je složeno z ultrafialového ($< 0,38\mu\text{m}$), viditelného ($0,38 - 0,76 \mu\text{m}$), infračerveného ($> 0,76 \mu\text{m}$) a tepelného záření (MATOUŠEK a kol., 2007).

Vzniká v důsledku dopadu světelného záření na plochu kolmou ke směru dopadajících paprsků světla a jeho pohlcením 1 m^2 povrchu. Světelné záření, dopadající na povrch tělesa se částečně odrazí, částečně je pohlceno a částečně tělesem prochází. Pohlcená část energie se mění v energii tepelnou a způsobuje ohřev tělesa. Intenzita ohřevu tělesa závisí na jeho tepelné vodivosti, jeho velikosti a tvaru a specifickém teple materiálu, z kterého je vyrobeno (MATOUŠEK a kol., 2007).

Pronikavá radiace

Tok částic ionizujícího záření gama a neutronů (záření alfa a beta se zanedbává z důvodu malého doletu částic). Záření gama pronikavé radiace rozdělujeme na mžikové, krátkodobé a sekundové (ÖSTERREICHER, 2007).

Mžikové (působí od 0 do 10^{-5} s), zdrojem je vlastní jaderná reakce a nepružný rozptyl neutronů na jádrech atomů v okolí centra výbuchu (ÖSTERREICHER, 2007).

Krátkodobé (působí od 10^{-5} do 0,3 s), vzniká v důsledku zachytu neutronů jádry dusíku ve vzduchu a při rozpadu odštěpků (ÖSTERREICHER, 2007).

Sekundové (působí od 0,3s do 15s) a vniká při rozpadu odštěpků (ÖSTERREICHER, 2007).

Elektromagnetický impuls

Při JV vzniká v okolním prostředí elektromagnetické pole, které způsobuje elektromagnetické toky a napětí ve vodičích a kabelech vzdušného i pozemního linkového spojení, v navigačním systému velení a řízení, v signalizaci, v anténách radiostanic apod. (MATOUŠEK a kol., 2007).

Radioaktivní kontaminace

Radioaktivita je jev, kdy se jádra atomů určitého prvku samovolně rozpadají na jádra jiného prvku a vyzařují přitom ionizující záření. Tento proces nazýváme radioaktivní rozpad. Většina prvků tvoří izotopy, to znamená, že mají více různých jader (nuklidů). Jádra, která jsou nestabilní a rozpadají se, nazýváme radionuklidy (ÖSTERREICHER, 2007).

1.3.3 VZNIK A CHARAKTER RADIOAKTIVNÍ STOPY

Radioaktivní kontaminace terénu nastává v okolí epicentra, kde dochází působením neutronů k indukované radioaktivitě (látky neradioaktivní se stávají dočasně radioaktivní). Zdrojem ionizujícího záření je látka, přístroj nebo zařízení, které může vysílat ionizující záření nebo uvolňovat radioaktivní látky (MATOUŠEK a kol., 2007).

Radionuklid

Radionuklidy jsou atomy, jejichž jádra se samovolně přeměňují na jiná jádra a při tom se zároveň uvolňuje ionizující záření. Atomy látek jsou izotopy určitých prvků, jsou-li radioaktivní, nazýváme je radioizotopy. Mnoho radionuklidů je přirozeného původu a stále se s nimi můžeme setkat, neboť mají dlouhý poločas přeměny (^{238}U), některé jako třeba uhlík ^{14}C , jsou trvale vytvářeny kosmickým zářením (radiační pozadí). Další radionuklidy vznikají radiačním štěpením nebo ve výzkumných centrech při pokusech se srážkami jader s rychlými částicemi např. protony a neutrony, které svou energii získávají v urychlovačích částic, např. cyklotronech (ÖSTERREICHER, 2007)

Jaderné štěpení

Jaderné štěpení je proces, ve kterém se těžká nestabilní jádra rozpadají na dvě nebo více středně těžká jádra zhruba stejné velikosti, při uvolnění dvou nebo tří neutronů a velkého množství energie. Tato řízená reakce se využívá v jaderných zařízeních. Mezi štěpitelné řadíme zejména izotopy ^{235}U a ^{239}Pu . Je-li v látce přítomno dost štěpitelných jader, neutrony vzniklé štěpením mohou způsobit další štěpení atd. Tento proces se nazývá řetězová reakce (MATOUŠEK a kol., 2007).

Radioaktivní látka

Radioaktivní látka je látka schopná vysílat ionizující záření alfa, beta a gama a v některých případech i neutrony. Radioaktivní látka způsobuje ionizaci plynů, černání litografické emulze, světélkování některých fluoreskujících látek a uvolňuje energii (MATOUŠEK a kol., 2007).

Druhy záření

Záření alfa jsou kladně nabitě částice vyvrhované některými radioaktivními jádry. Pronikavost záření alfa je ve vzduchu jenom několik centimetrů, ve vodě nebo tkáni jenom zlomky milimetrů (SÚJB, 2000).

Záření beta (β^- , β^+) je tvořeno rychlými elektrony, pokud je nadbytek neutronů v jádře, nebo pozitrony, pokud je nadbytek protonů v jádře. V porovnání se zářením alfa jsou částice beta mnohem lehčí. Jejich dolet je ve vzduchu až několik metrů a ve vodě nebo tkáni pak jednotky až desítky milimetrů, u těžších materiálů pak desetiny až jednotky milimetrů. Záření beta může svou energii ztrácet tzv. brzdným zářením, což je elektromagnetické záření. Toto brzdné záření vzniká hlavně v prostředí obsahujícím prvky s vysokým atomovým číslem, a proto je lépe beta zářiče stínit plexisklem nebo jinou umělou hmotou než např. olovem (SÚJB, 2000).

Záření gama je pronikavé krátkovlnné elektromagnetické záření převážně jaderného původu. Vzniká při radioaktivním rozpadu řady radionuklidů, často současně

se zářením beta nebo alfa. Mají největší pronikavost, která závisí na jeho energii a je vyjadřována polovrstvou, která udává tloušťku daného materiálu, jež může zeslabit záření na polovinu, dvě polovrstvy pak na jednu čtvrtinu, tři na jednu osminu atd. (SÚJB, 2000).

Rentgenové záření (označováno jako záření X) je velmi podobné záření gama. Nevzniká však v jádru atomu, ale účinkem zrychlených elektricky nabitých částic elektronového obalu atomového jádra (SÚJB, 2000).

Neutronové záření je proudem elektricky neutrálních částic. Jeho zdrojem je např. štěpná reakce jader těžkých atomů, čehož se využívá k získání energie v reaktorech jaderných elektráren (SÚJB, 2000).

1.3.4 VELIČINY A JEDNOTKY RADIOAKTIVITY

Aktivita

Aktivita charakterizuje zdroj ionizujícího záření, je mírou radioaktivity v jednotlivých materiálech. Aktivita radionuklidů klesá exponenciálně s časem. Jednotku aktivity je becquerel (Bq), (PELCOVÁ, 2014).

Plošná aktivita

Plošná aktivita je aktivita vztažená na jednotku plochy. Pro kontrolu vnější kontaminace osob se používají přístroje, které měří plošnou aktivitu v Bq. cm⁻² (PELCOVÁ, 2014).

Poločas přeměny (rozpadu)

Poločas přeměny je časový interval, během něhož se z jakéhokoliv počátečního množství radionuklidu samovolně radioaktivně přemění právě polovina tohoto množství. Jednotkou poločasu přeměny je 1 s (PELCOVÁ, 2014).

Dávka

Dávka charakterizuje absorpci ionizujícího záření pohlceného v jednotce hmotnosti tělesa. Fyzikální jednotka [J/kg] je 1 Gy (gray), (PELCOVÁ, 2014).

Dávkový příkon

Dávkový příkon charakterizuje intenzitu pole záření. Je to nárůst dávky za jednotku času. Fyzikální jednotka [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]: 1 Gy/s, 1 Gy/h (PELCOVÁ, 2014).

Ekvivalentní dávka

Charakterizuje míru biologických účinků jednotlivých druhů záření na člověka či lidské tkáň. Fyzikální jednotka [J/kg]: 1 Sv (sievert), (MATOUŠEK a kol., 2007).

1.3.5 PŮSOBENÍ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Zevní ozáření

Zdroj se nachází mimo osobu a působí na ni pouze záření. Účinnou ochranou před ním je stínění, vzdálenost a čas. Může být způsobeno od bodového zdroje – lokální ozáření, nebo polem záření – celotělové ozáření (PELCOVÁ, 2014).

Povrchová kontaminace

Povrchová kontaminace vzniká ozářením z povrchové kontaminace. Nejvíce ohrožuje organismus záření beta, které působí na povrchu kůže. Při kontaminaci je nutno provádět proměňování osob před dekontaminací i po ní (PELCOVÁ, 2014).

Vnitřní kontaminace

Ozáření z vnitřní kontaminace může vzniknout inhalací, ingescí, průnikem přes kůži, průnikem přes otevřenou ránu. Nejvíce ohrožuje organismus záření alfa. Dochází k ozařování tkání a navíc některé radionuklidy vytěsňují z molekul příbuzné prvky a sami reagují s těmito molekulami, např.: aktivní jód se váže ve štítné žláze za neaktivní jód, aktivní stroncium se váže v kostech za kalcium, aktivní kobalt se váže v játrech za železo (ÖSTERREICHER, 2007).

1.3.6 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Biologický účinek ionizujícího záření je závislý na velikosti absorbované dávky a roste s přibývajícím dávkou. Z hlediska vztahu dávky a účinku rozlišujeme stochastické a deterministické účinky (PELCOVÁ, 2014).

Stochastické účinky

Nejsou závislé na velikosti obdržené dávky, na absorbované dávce závisí pouze pravděpodobnost výskytu nádorového či genetického poškození, dochází u nich k mutaci zárodečných buněk. Stochastické účinky jsou bezprahové (PELCOVÁ, 2014).

Deterministické účinky

Nastávají vždy po dosažení určité prahové dávky (1 Gy). Při vysokých dávkách záření je počet poškozených buněk tak velký, že organismus není schopen regenerace a buňky umírají. Poškození tkáně je přímo úměrné obdržené dávce, s rostoucí dávkou roste vznik poškození a závažnost poškození. Podprahové dávky jsou bez účinků, závažnost stoupá s vyšší radiační dávkou. Při vysokých dávkových příkonech jsou účinky často lokalizované na těle a to během dnů až týdnů. Je zde nutnost specializované léčby (PELCOVÁ, 2014).

Časné účinky

Z hlediska doby nástupu a časového průběhu účinků záření na organismus jsou časné účinky, které se vyvíjí během krátké doby po jednorázovém ozáření větší dávkou, dochází k zániku významného množství buněk ozářené tkáně, jde o deterministické účinky a platí, že čím vyšší je dávka, tím dříve se účinky projeví. Akutní nemoc z ozáření shledáváme po dávkách větších než 3 Gy, akutní radiační dermatitida, radiační záněty, poškození embrya a plodu (PELCOVÁ, 2014).

Pozdní účinky

Z hlediska doby nástupu a časového průběhu účinků záření na organismus jsou pozdní účinky znatelné až po letech či desítkách let. Vznikají jako deterministické, po dlouhodobé či opakované expozici menšími dávkami, nenádorová poškození, nebo jako stochastické, nádorová a genetická poškození (PELCOVÁ, 2014).

Ochrana před ionizujícím zářením

Dávkové limity jsou ustanoveny vyhláškou SÚJB č. 307/2002 Sb., O radiační ochraně. Cílem je vyloučení deterministických účinků a snížení pravděpodobnosti stochastických účinků na rozumně dosažitelnou úroveň. Dávka jednotlivých osob ze všech činností a zdrojů (s výjimkou ozáření z přírodního pozadí a při lékařských výkonech) nesmí překročit stanovené limity, hodnoty limitů však vycházejí z optimalizace pro společnost. Úkolem je snížení absorbované dávky v organismu na co nejnižší míru a tím podstatně omezit rizika nežádoucích účinků. Ochranou před povrchovou kontaminací je ochrana povrchu těla včetně obličeje pomocí ochranné masky a ochranného oděvu. Ochranu před radioaktivním spadem tvoří ukrytí. Ochranou před vnitřní kontaminací proti inhalaci slouží použití ochranné masky, jódová profylaxe proti inhalaci ^{131}I a elementární hygienická pravidla, kontrola potravin a vody proti ingesci (PELCOVÁ, 2014).

Jednotlivci z řad obyvatelstva - 5 mSv/5 let (výjimečně lze překročit 1 mSv/1 rok). Profesionálové (radiační pracovníci) – 50 mSv/rok, max. 100 mSv/5 let (ÖSTERREICHER, 2007).

1.4 JADERNÁ A RADIAČNÍ BEZPEČNOST

Havárie jaderných elektráren v České republice je velmi málo pravděpodobná, přesto ne zcela vyloučena. Radiační a jaderné bezpečnosti je věnována mimořádná pozornost státním odborným dozorem, jež vykonává SÚJB - Státní úřad pro jadernou bezpečnost, SÚRO - Státní ústav radiační ochrany, SÚJCHBO - Státní ústav pro jadernou, chemickou a biologickou ochranu. Všechny organizace vychází z doporučení mezinárodních orgánů a organizací jako jsou IAEA - Mezinárodní agentura pro atomovou energii (International Atomic Energy Agency), ICRP - Mezinárodní komise pro radiační ochranu (International Commission for Radiological Protection), WHO - Světová zdravotnická organizace. Pro zajištění jaderné bezpečnosti, havarijní připravenosti a radiační ochrany stanovil SÚJB limity plánovaných výpustí tak, aby nebyla překročena efektivní dávka 0.1 mSv/rok, ve skutečnosti je to 0.01 mSv/rok. Přesto probíhají nácviky a školení pro případ překročení limitů (POUZA a kol., 2008).

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon upravuje podmínky mírového využívání jaderné energie, zpracovává příslušné předpisy Evropského společenství pro atomovou energii a Evropské unie, určuje podmínky vykonávání činností v rámci expozičních situací, nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem, schvaluje typy některých výrobků v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky přepravy radioaktivní nebo štěpné látky, radioaktivního odpadu nebo vyhořelého jaderného paliva, zabezpečuje podmínky pro monitorování radiační situace, stanovuje postupy zvládnutí radiační mimořádné události, ukládá podmínky zabezpečení jaderného zařízení, jaderného materiálu a zdroje ionizujícího záření, předkládá požadavky k zajištění nešíření jaderných zbraní a určuje výkon státní správy v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření (POUZA a kol., 2008).

1.4.1 HAVARIJNÍ PLÁNOVÁNÍ

Havarijní plány jsou základní dokumenty určené jako podklad k provádění záchranných a likvidačních prací při vzniku mimořádné události. Orgány a organizace podílející se na realizaci těchto plánů jsou povinny udržovat je v aktuálním stavu, provádět nácviky a procvičování jednotlivých fází a plánů jako celek. Rozlišujeme havarijní plány vnitřní (havarijní plán elektrárny) a havarijní plány vnější (plán na

ochranu obyvatelstva v zóně havarijního plánování), které jsou vzájemně provázány (BREHOVSKÁ, 2016).

Fáze radiační havárie

Radiační havárií či radiační mimořádnou událostí rozumíme stav, který nelze zvládnout silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla. Radiační mimořádná událost může být vzniklá i v důsledku nálezu, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo. Fáze radiační havárie jsou předúniková, úniková, poúniková. V každé z fází se řeší stupeň ohrožení a to: hrozba úniku, radioaktivní oblak a v poúnikové fázi radioaktivní spad. Ochranná opatření k ochraně obyvatelstva při jednotlivých fázích můžeme rozdělit na neodkladná a následná. Vyrozumění orgánů a osob podílejících se na realizaci ochranných opatření by mělo probíhat ihned při podezření na možnost havárie (MARTÍNEK, 2003), (ČESKO, 2016).

1.4.2 NEODKLADNÁ OPATŘENÍ

Neodkladná opatření k ochraně obyvatelstva v předúnikové (únikové) fázi radiační havárie jsou vyrozumění a varování, monitorování, jódová profylaxe, evakuace, ukrytí opatření v potravinovém řetězci a regulace pohybu osob (POUZA a kol., 2008).

Varování obyvatelstva

Prvním a hlavním opatřením je varování obyvatel před hrozícím nebezpečím. Lidé se tak mohou včas připravit na nebezpečí, které by je mohlo ohrozit na zdraví či životě. K tomuto účelu byl 1. listopadu 2001 zaveden tzv. Varovný signál. Jedná se o 140 vteřin dlouhý kolísavý tón sirény. Důležité jsou také relace v televizi a rozhlasu navádějící obyvatelstvo k dalšímu postupu během mimořádné situace (BREHOVSKÁ, 2016).

Monitorování radiační situace

Monitorování probíhá bezprostředně po úniku radioaktivních látek, zejména se zjišťuje dávkový příkon záření gama. Důležité je to z hlediska obdržené dávky pro obyvatelstvo, ale následně také pro vytyčení bezpečných zón. V dalším období se provádí podrobnější měření (radionuklidové složení, zjišťování plošné kontaminace, potravní řetězec), (POUZA a kol., 2008).

Jódová profylaxe

Jódová profylaxe spočívá v nasycení štítné žlázy stabilním jódem (jodid draselný) ve formě tablet a tím chrání před inhalací radiojódu (zejména ^{131}I). Význam má před inhalací, popř. do 1 hodiny od začátku inhalace, po 6 hodinách již nemá význam. Lze aplikovat i opakovaně (POUZA a kol., 2008).

Evakuace

Dalším bodem je evakuace, zpravidla osob (ale může se také týkat hospodářských zvířat či věcí), na nezasazené, bezpečné místo. Podrobnosti o evakuaci jsou dostupné z rozhlasu, nebo televize. Evakuaci může vyhlásit velitel zásahu, ale i zaměstnavatel, kraj, obec. Evakuace by se neměla provádět v době průchodu radioaktivního oblaku (BREHOVSKÁ, 2016).

Ukrytí obyvatelstva

Dalším základním bodem je ukrytí. K ukrytí obyvatelstva využíváme stálé nebo improvizované úkryty. Stálých úkrytů je momentálně v České republice něco kolem 5000, ale k jejich využití se většinou nepřístupuje. Už jen proto, že jejich zpohotovitelnost je náročná. Obsluha krytu by měla skýtat pět lidí, přičemž v této době není výjimkou, že na 3 a více krytů je jeden správce. Uvádí se, že uvedení krytů do pohotovostního režimu trvá 24h. Jejich rozmístění po našem území je nerovnoměrné a skýtají málo krytových míst. Přesto však skýtají dobrou ochranu před zevním ozářením, tak díky filtroventilačním zařízením, na bázi aktivního uhlí i ochranu před

inhalací radioaktivních částic. Improvizovaným úkrytem se rozumí suterén obytného domu nebo jiné vhodné budovy. V případě úkrytu v bytech by místnosti měly být odvrácené od epicentra výbuchu a patřičně utěsněné kvůli průniku nebezpečných látek (BREHOVSKÁ, 2016).

Regulace pohybu osob

Regulace pohybu osob se organizuje především v zóně havarijního plánování a na hranicích této zóny za pomoci jednotek IZS (MARTÍNEK, 2003).

1.4.3 NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ

Neodkladná opatření postupně ztrácejí význam s časovým odstupem od doby úniku a na významu nabývají následná opatření, jako jsou opatření v potravinovém řetězci (nutnost zajistit obyvatelstvu jídlo a pití od jinud než ze zasažené zóny, kde se předpokládá jejich kontaminace), zvážení potřeby přesídlení (je-li stupeň kontaminace tak veliký, že se obyvatelstvo nemůže vrátit do svých domovů z důvodů sekundárního zamoření), zvážení potřeb dekontaminace. Následná opatření nejsou předmětem havarijních plánů, ale řeší se operativně dle dané situace (POUZA a kol., 2008).

Zásahové úrovně

Zásahové úrovně jsou v České Republice stanoveny ve vyhlášce SÚJB č. 307 / 2002 Sb., O radiační ochraně. Neodkladná opatření se zavádějí vždy, pokud se předpokládá do 2 dnů překročení efektivní dávky na celé tělo 1 Sv (POUZA a kol., 2008).

1.4.4 VNĚJŠÍ HAVARIJNÍ PLÁN

Vnější havarijní plán můžeme definovat jako plán na ochranu obyvatelstva a životního prostředí při radiační havárii jaderných elektráren. Vnější havarijní plán se připravuje pro zóny havarijního plánování. Obsahuje zejména neodkladná opatření.

Neodkladná opatření jsou v zóně havarijního plánování pevně daná, evakuace se plánuje a připravuje jen z vnitřní části zóny a dle potřeby je možné rozhodnout o dalším postupu.

Vnější havarijní plán, dále jen VHP, je zakotven v zákoně č. 328/2001 Sb., O některých podrobnostech zabezpečení IZS. Zpracovává jej HZS pro území ohrožené jadernými zařízeními (POUZA a kol., 2008).

Zpracování VHP

Zóna havarijního plánování se členění na středový prostor a 16 sektorů, které stanovuje SÚJB. Ochranná opatření se plánují pro jednotlivé sektory. VHP má textovou a grafickou část a dělí se na informační část, operativní část a plány konkrétních činností (POUZA a kol., 2008).

Informační část VHP

Informační část obsahuje obecnou charakteristiku jaderného zařízení, charakteristiku území, na kterém se jaderné zařízení nachází, seznam obcí a právnických osob zahrnutých do VHP, výsledky analýz možných radiačních nehod, systém klasifikace radiačních nehod dle vnitřního havarijního plánu, požadavky na životní prostředí dle zásahových úrovní při radiační nehodě, popis struktury organizace havarijní připravenosti v zóně havarijního plánování včetně kompetencí jejích složek, popis systému varování a vyrozumění včetně vazeb a předávání informací (POUZA a kol., 2008).

Operativní část VHP

Operativní část obsahuje přehled opatření po vyrozumění o radiační nehodě. Opatření zpracovává HZS. Provedení se zajišťuje dle plánů konkrétních činností v závislosti na způsobu šíření radioaktivního oblaku. Obsahuje úkoly dotčených správních úřadů, obcí a složek, způsob koordinace v průběhu radiační havárie, kritéria pro vyhlášení krizových stavů v případě, že VHP k řešení radiační havárie zjevně nepostačuje, způsob zabezpečení informačního spojení při řízení likvidace následků havárie, zásady činnosti při rozšíření následků radiační havárie mimo zónu havarijního plánování. Dále zde nalezneme formy, způsoby a postupy při poskytování informací obyvatelstvu o možnosti ohrožení, plánovaných opatřeních, skutečném ohrožení obyvatelstva a následně přijímaných opatřeních (POUZA a kol., 2008).

Plány konkrétních činností

V této části VHP nalezneme přesné plány postupu po vzniku radiační události závazné pro všechny zasahující složky IZS, jako jsou: plán vyrozumění, plán varování obyvatelstva, plán záchranných a likvidačních prací, plán ukrytí obyvatelstva, plán jodové profylaxe, plán evakuace, plán individuální ochrany osob, plán dekontaminace, plán monitorování, plán regulace pohybu osob, traumatologický plán, veterinární plán, plán regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody, plán opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti, plán zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti, plán komunikace s veřejností a sdělovacími prostředky (POUZA a kol., 2008).

Zóny havarijního plánování

Kontrolované zóny se vytyčují z důvodů bezpečnosti zasahujících jednotek. Rozdělují se za pomoci všech obdržených informací a v co nejkratším čase. Vytyčený prostor musí být zvýrazněn a často za pomoci příslušníků Policie ČR hlídán. Celý prostor havárie rozdělujeme do třech zón dle jejich nebezpečnosti na: nebezpečnou zónu, vnější zónu a zónu ohrožení (BREHOVSKÁ, 2016).

Nebezpečná zóna

Nebezpečná zóna je místem, kde vzniklo ohnisko celé události. Šíří se z něj radioaktivní látky a je tu největší místo zamoření a kontaminace. Také největší riziko pro jednotky IZS. Její vytyčení musí být větší, než je skutečné ohnisko, aby nedocházelo k zasažení sil a prostředků mimo prostor. V této zóně se hlavně jednotky HZS snaží o eliminaci rizik a snížení rozsahu havárie za pomoci všech dostupných prostředků. Hranice nebezpečné zóny: 1mSv/h, hranice bezpečné zóny: 100 μ Sv/h (VYMĚTAL, 2009).

Vnější zóna

Vnější zóna uzavírá celé místo havárie. Její poloměr je dán rozměry 60 – 100 m. Důležité je, že vstupní a výstupní cesty jsou určeny a všemi dodržovány z důvodů bezpečnosti. Při vstupu do prostoru si jednotky kontrolují výstroj, její těsnost a neporušenost. Zásah ve specializovaných prostředcích individuální ochrany je samozřejmostí. Jsou používány prostředky pro ochranu dýchacích cest a prostředky ochrany povrchu těla (převážně celotělové hermeticky uzavřené). Při výstupu z nebezpečné zóny prochází všichni místem dekontaminace. Není možné vynesení radioaktivních látek z prostoru, pokud jsou dodržovány bezpečnostní zásady a je správně provedená dekontaminace. Dekontaminační prostor musí být umístěn tak, aby nedocházelo k sekundární kontaminaci především kontaminovanou vodou. V této zóně je také umístěn týlový prostor. V něm se shromažďují všechny síly a prostředky určené pro zásah v nebezpečné zóně. Musí od ní být ale dostatečně vzdálen, aby nemohlo dojít k zasažení jednotek radioaktivitou. U každé havárie je možný její rozvoj, z tohoto důvodu bývá vnější zóna uzavřena a hlídána (VYMĚTAL, 2009).

V této zóně se zřizuje stanoviště hrubé dekontaminace (suchá dekontaminace, svlékání), 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 včetně uzávěrů na komunikacích do vnější zóny, stanoviště dekontaminace techniky (po dohodě se SÚJB), stanoviště psychosociální pomoci, místo pro dočasné uložení zemřelých (VYMĚTAL, 2009).

Zóna ohrožení

Prostor, kde je možný výskyt nebezpečné látky, nazýváme zóna ohrožení. Nachází se po směru větru a jeho určení je důležité, neboť by mohlo dojít k nepředpokládaným únikům radioaktivity, šíření oblaku a kontaminace okolí. (VYMĚTAL, 2009).

Zóny havarijního plánování v České Republice jsou stanoveny SÚJB. Zóna havarijního plánování JE Dukovany: poloměr 20 km, vnitřní část 5-10 km, a pro JE Temelín: poloměr 13 km, vnitřní část 5 km a město Týn n/Vltavou (ŽEMLIČKA, 2008).

1.4.5 TERORISMUS

V současné době jsou velmi aktuální otázky spojené s nebezpečím terorismu. Hodně diskutované bývá i použití jaderných či radiologických zbraní. Není vyloučená ani možnost použití tzv. radiologické disperzní zbraně. Jednalo by se o zbraň tvořenou vysokoaktivními radioaktivními látkami, které by vyvolaly rozsáhlé radioaktivní zamoření v místech s vysokou koncentrací osob. Tyto osoby by byly zasaženy velkými dávkami ionizujícího záření. Takovýto útok by mimo jiné vyvolal paniku, strach a zmatek, což je jedním z hlavních cílů terorismu (SABOL a kol., 2011).

S vhodnými zářiči, které by se dali použít pro konstrukci radiologické zbraně, disponuje medicína, výzkumná střediska, jaderné a radiační technologie nalezneme i v průmyslu. Zabezpečení takových zdrojů je na vysoké úrovni a probíhá přísná kontrola těchto zdrojů především Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (MAAE), která dbá na to, aby byla vytvořena spolehlivá infrastruktura pro důslednou kontrolu zejména vysokoaktivních radioaktivních zářičů. V České Republice je kontrolou pověřen příslušný dozorčí orgán, Statní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), který podléhá zákonu č.263/2016 Sb. Atomový zákon. Je zde vytyčená důsledná kontrola a evidence všech radioaktivních zdrojů, včetně pracovišť, kde se zdroje vyskytují, kde se vyrábí, přepravují, používají a v neposlední řadě kde se likvidují. Tato přesná evidence slouží ke kontrole zdrojů a ochraně před jejich zcizením. Přesto možnost jejich zneužití existuje (SABOL a kol., 2011).

Radiologický terorismus představuje stále potenciální nebezpečí a hrozby přestože mu OSN i EU věnují velikou pozornost. „Zvláštní úsilí je třeba věnovat zejména zamezení nelegálního převozu radioaktivních zářičů z jedné země do druhé. Tento úkol vyžaduje důslednou mezinárodní spolupráci a koordinaci, což zahrnuje i součinnost při řešení radiologických mimořádných situací, které mohou vést k zamoření rozsáhlých ploch i mimo území státu, kde došlo k uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí.“ (SABOL a kol., 2011. str. 232). V České Republice se na tomto úkolu kromě dozorčího organu SÚJB, podílí především hlavní a vedlejší složky IZS (SABOL a kol., 2011).

1.4.6 ŠPINAVÁ BOMBA

Špinavá bomba je zbraň způsobující radioaktivní kontaminaci rozptýlením radioaktivních látek výbuchem. Velikost kontaminovaného prostoru závisí na druhu a množství radioaktivních látek v místě výbuchu, povětrnostních podmínkách apod. Psychologické dopady mohou převládat nad zdravotním poškozením způsobeným radioaktivitou (www.revuepolitika.cz, 2003).

V praxi by sestavení špinavé bomby bylo problematické, bylo by za potřeby velkého zářiče a ten lze snadno zjistit za pomoci monitorování zvýšené radiace. Tak, aby špinavá bomba byla nezachytitelná, tvořila by po výbuchu zamoření okruhu max. 500 metrů. Tvořila by ji pevná látka a po výbuchu by se jako ohniska radiace objevily ostrůvky s extrémně vysokým dávkovým příkonem (cca >100 mSv/h), (www.revuepolitika.cz, 2003).

Konstrukce radiologické zbraně spočívá v systému vhodného disperzního mechanismu a výběru vhodné radioaktivní látky o dostatečně vysoké aktivitě a dlouhým poločasem rozpadu. Radioaktivní látky mohou být rozptýleny explozí pomocí výbušnin a munice nebo mechanicky za pomoci rozprašovačů, sprejů, ventilačních zařízení a podobných. Rovněž cílenou činností, např. kontaminací vodních zdrojů, útokem na jaderná zařízení (jaderné reaktory, sklady jaderného materiálu), (www.revuepolitika.cz, 2003).

„Radioaktivní látky, které přicházejí v úvahu pro použití v radiologické disperzní zbrani, jsou zejména radionuklidy používané v některých specifických

aplikacích, jako jsou např. v radioterapeutických ozařovačích (Co-60, někde ještě stále i Cs-137), v průmyslových defektoskopických zařízeních (Co-60, Ir-192), ve zdrojích pro karotážní aplikace (Co-60, Ir-192, Am-241, Cs-137), v radioaktivních termoelektrických generátorech (Sr-90) a v řadě dalších aplikací (Cf-252, Pu-238, Po-210, Ra-226).“ (SABOL a kol., 2011. str. 232).

Některé zářiče lze použít v původní formě, jiné vyžadují určitou úpravu. Stejně jako u jaderného výbuchu dochází zde k vnitřní i vnější kontaminaci. Krom přímého ohrožení osob, může docházet i ke kontaminaci životního prostředí, které poté musí být řádně dekontaminováno (SABOL a kol., 2011).

2 HISTORIE A VÝVOJ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Lidstvo pojem radioaktivita zná jen něco málo přes jedno století, a přesto si za tu dobu nebezpečné záření vybudovalo zlověstný zvuk. Desetiletí studené války, jaderné zbraně, černobylská havárie; jen zlomek z hrůz, jež si u pojmu radioaktivita můžeme představit (ÖSTERREICHER, 2007).

Objev radioaktivity v 19. století a její podstaty na začátku 20. století si vynutily opustit představu o neměnném a nezničitelném atomu, na němž byla postavena fyzika i chemie 19. století. V druhé polovině 19. století došlo k mnoha objevům ve fyzice, především objev šíření elektrického proudu v plynech a ve vakuu. Faradayův objev elektromagnetické indukce byl nezbytný k sestrojení zdrojů vysokého napětí, Geisslerův vynález výkonné rtuťové vývěvy a díky němu bylo dosaženo v trubicích vysokého stupně vakua. Předmětem zkoumání se stala závislost světelných efektů na velikosti napětí, tlaku plynu uvnitř trubice a složení plynové náplně. Byl objeven nový druh paprsků, (později se zjistilo, že se jedná o proud rychlých elektronů), který byl nazván katodové záření. Při pokusech zkoumání katodového záření, kterým se zabývala řada významných fyziků, např. J. W. Hittorf, W. Crookes, H. Hertz nebo P. Lenard občas stalo, že některé světlotěsně zabalené fotografické desky, na které působily zářící trubice, po vyvolání z neznámého důvodu zčernaly. Nenapadlo je však pátrat po příčinách tohoto jevu (ÖSTERREICHER, 2007).

2.1 OBJEVENÍ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ

Wilhelm Conrad Röntgen objevil 8. listopadu 1895 v podstatě náhodou neznámé záření. Röntgen ověřoval vlastnosti katodového záření a hledal ještě jiné, dosud nepopsané jevy, vyvolané katodovými paprsky. Hittorfovu trubicí opatřil neprůhledným obalem, aby ho při pozorování nerušilo světlo z trubice. Přitom si všiml, že několik krystalků, které měl opodál, při každém zapojení trubice jasně fluoreskovalo. Nahradil krystalky světlotěsně zabalenou fotografickou deskou, která po vyvolání zčernala. Došel tak k závěru, že objevil nový druh záření, které nazval "paprsky X",

následně bylo navrženo, aby se paprsky nazývaly Röntgenovým jménem. Navazujícím výzkumem zjistil, především schopnost pronikat látkami – tato schopnost závisí na vlastnostech absorbující hmoty a na energii záření. Jedná se tedy o elektromagnetické ionizující záření, které má původ v elektronovém obalu. Přirozeně se vyskytuje v přírodě (záření hvězd), umělé zdroje našly prakticky ihned široké uplatnění, nejprve v medicíně a zakrátko i v dalších oborech vědy a techniky. V medicíně využíváme rentgenové paprsky, díky jejich schopnosti procházet lidskými tkáněmi a vytvářet stíny podobné obrazu struktur v těle. Kostí mají převahu vápníku a pohlcují rentgenové záření více než ostatní tkáň. Kostí se pak jeví na rentgenovém snímku světlejší. Na rentgenovém snímku tedy můžeme spatřovat kosti, některé orgány a v neposlední řadě různé patologické stavy (ÖSTERREICHER, 2007).

Rentgenové záření se šíří přímočaře do prostoru na všechny strany a intenzita ubývá se vzdáleností. Negativní vlastností tohoto záření jsou ionizační biologické účinky na organismus. Absorbovaná energie, dávka záření, může mít i biologické účinky uvnitř tkáně. Velmi velké dávky záření se používají v radiační onkologii k zastavení množení nádorových buněk. K vytvoření kvality obrazu při diagnostických zobrazovacích metodách se ovšem používá co nejmenší možná dávka záření. Nejznámějším přístrojem využívající rentgenové záření v medicíně je CT (Výpočetní tomografie), (ÖSTERREICHER, 2007).

2.2 OBJEVENÍ RADIOAKTIVITY URANU

Roku 1896 francouzský fyzik Antoine Henri Becquerel navázal na Röntgenův objev a prokázal nový druh záření u uranových solí, které se chovalo podobně jako rentgenové paprsky, bylo pojmenováno po svém objeviteli Becquerelovy paprsky. Becquerel se podivným zářením uranu dále zabýval a zjistil nejen to, že černání fotografických desek způsobují všechny sloučeniny obsahující uran, ale luminiscencí se vyznačují jen některé jeho soli. Důležitou výslednou byl fakt, že uran vydává záření i bez předchozího osvětlení. Zjistil, že záření ionizuje vzduch a lze jej odklonit magnetickým polem. Vyplývalo z něj, že se neznámé záření skládá z elektricky nabitých částic. Na jeho podstatu však přijít nedokázal. Už v roce 1901 Becquerel, jako první člověk, zjistil na vlastní kůži, že radioaktivita není bezpečná. Nosil u sebe nějaký čas vzorek uranové sloučeniny a krátce na to se mu v těch místech na těle objevila

spálenina. Tu pomohl odstranit až radikální chirurgický zákrok. Antoine Henri Becquerel roku 1908 zemřel ve věku pouhých 55 let, přičemž mnohé nasvědčuje tomu, že za jeho předčasnou smrt se podepsala především radioaktivita. Štafetu převzali manželé Marie a Pierre Curieovi. Ti už v roce 1896 zjistili, že stejné záření lze nalézt ve sloučeninách thoria - na světě tedy byl přinejmenším ještě jeden radioaktivní prvek. Tehdy Marie Curieová pro tento jev použila název radioaktivita. Po objeviteli záření byla pojmenována jednotka radioaktivity. Jeden Becquerel vyjadřuje aktivitu, kdy se jeden atom rozpadne v průměru za jednu sekundu (Bq), (ÖSTERREICHER, 2007).

2.3 OBJEVENÍ PLUTONIA A RADIA

Marie Curie – Skłodowska za pomoci svého manžela Pierra Curieho v roce 1898 objevila v rudě smolinci nové prvky radium a polonium a jejich schopnost vysílat záření byla mnohem větší než u uranu. Polonium bylo 150krát radioaktivnější než uran, radium dokonce 900krát. Marie Curie shrnula vlastnosti radioaktivního záření: šíří se přímočaře, proniká látkami; ionizuje plyny; trvale vydává teplo; působí chemické změny; neláme se, neodráží se, nepolarizuje se; vyvolává fluorescenci a fosforescenci; odchyluje se magnetem; má fyziologické účinky. Manželé Curieovi prokázali, že polonium vysílá silně pohlcované záření. Radium však vykazuje vlastnosti jiné. Zjistili, že radium vyzařuje další dva druhy záření. Jedno méně pronikavé, na které působí magnetické pole se záporným nábojem, druhé pronikavé, na které magnetické pole nepůsobí a podobá se rentgenovému záření. Mezi léty 1898 a 1902 publikovali Curiovi celkem 32 vědeckých prací včetně objevu rychlejšího rozpadu nádorových buněk při vystavení záření vycházejícího z radia než buněk zdravých. Marie Curie-Skłodowska kvůli dlouhodobému styku s radioaktivními prvky, především s radiem, zemřela v roce 1934 na anémii. Jejího muže by nejspíš čekal stejný osud, který ovšem urychlila srážka s automobilem, po které zemřel v roce 1906 (ÖSTERREICHER, 2007).

2.4 OBJEVENÍ ZÁŘENÍ A, B A Γ

V roce 1899 manželé Curieovi publikovali objev tzv. indukované radioaktivity, nebo-li výzkum vlastností radioaktivního záření. Nad radioaktivní vzorek postupně

umíst'ovali desky z různých materiálů a zkoumali intenzitu radioaktivity a průchodnost záření různými materiály: zinek, hliník, mosaz, olovo, platina, nikl. Desky byly aktivní několik dní. Radioaktivitu šlo z látek odstranit pouhým umytím vodou. Klíčem k řešení bylo rozdělení jednotlivých druhů paprsků, které se lišily pronikavostí, chováním v magnetickém poli i hmotností, které téhož roku rozdělil Ernest Rutherford. K odlišení bylo použito první písmeno řecké abecedy α a pro druhý typ písmenem β . Třetí druh nejpronikavějšího záření, jež není ohýbáno magnetickým polem, objevil roku 1900 Paul Ulrich Villard a bylo označeno písmenem γ (ÖSTERREICHER, 2007).

Záření alfa je ionizujícím zářením vznikající při jaderných reakcích. Vzhledem k velikosti částic alfa záření jde o nejslabší druh jaderného záření, s nejmenším doletem, který může být odstíněn i listem papíru. Alfa částice se pohybují pomalu a jejich pronikavost je nízká, ale zato mají silné ionizační účinky na okolí. S ohledem na účinky na organismus, je vnější záření alfa pohlcováno kožními buňkami dlaždicového epitelem, díky čemuž je znemožněn účinek na buňky. Vnitřním zářením je působení na části organismu, které nejsou kryté kůží, zde může alfa záření poškodit DNA, díky čemuž se buňka může začít nekontrolovatelně dělit, čímž dochází ke vzniku rakoviny (ÖSTERREICHER, 2007).

Záření beta jsou elektrony (β^-) nebo pozitrony (β^+), vznikající při radioaktivním rozpadu. Obvykle se pohybují velmi rychle. Nesou elektrický náboj a jejich pohyb je ovlivňován elektrickým i magnetickým polem. Pronikavost beta záření je větší než u alfa částic, proniká materiály s nižší hustotou nebo malou tloušťkou. K jeho odstínění stačí vrstva vzduchu nebo kovu o šířce 1 mm (ÖSTERREICHER, 2007).

Záření gama je druh ionizujícího záření s dobrou pronikavostí, lepší než záření alfa nebo záření beta, ale méně ionizující. Vzniká při radioaktivních a jiných jaderných dějích. Pro organismus je nejnebezpečnější ze všech záření, způsobuje podobná poškození jako rentgenové záření: popáleniny, rakovinu a genové mutace. Na pohlcení záření γ je třeba velké masy materiálu, nejvhodněji s vyšším atomovým číslem a s vysokou hustotou. Čím energetičtější je záření, tím silnějším stínění je zapotřebí. Usuzovalo se, že záření γ je částicové povahy stejně jako α a β . Roku 1910 britský fyzik William Henry Bragg ukázal vlnový charakter záření tím, že ionizuje plyn obdobně jako rentgenové záření (ÖSTERREICHER, 2007).

Roku 1900 určil Becquerel hmotnost a velikost náboje beta záření a tím se prokázalo, že je tvořeno, podobně jako katodové záření, elektrony. Vychylovalo jej magnetické pole. Záření gama magnetické pole nevychylovalo, a proto se usoudilo, že elektrický náboj nenese. Rutherford byl přesvědčen, že by záření gama mohlo být elektromagnetické povahy a nechal je procházet krystalem. Vznikl ohybový obrazec, velmi podobný paprskům X, až na to, že jejich vlnové délky byly ještě kratší. Z vychýlení záření alfa v magnetickém poli bylo zřejmé, že je tvořeno kladně nabitými částicemi. Roku 1906 Rutherford dokázal, že částice alfa je mnohem hmotnější než elektron a použil těžkých částic alfa ke zkoumání nitra atomu (ÖSTERREICHER, 2007).

2.5 TEORIE RADIOAKTIVNÍHO ROZPADU

Zákon radioaktivního rozpadu popisuje kvantitativně rozpad ve velkém souboru radioaktivních prvků. Frederick Soddy zkoumal problémy radioaktivity a společně s E. Rutherfordem vytvořili teorii radioaktivního rozpadu, podle které je přirozená radioaktivita následkem samovolné přeměny prvků provázené vznikem záření. Jeho zdrojem je atomové jádro. Spolu s Rutherfordem vyřešili problém manželů Curieových, kteří zjistili, že vzduch v okolí radia se stává radioaktivním. Prokázali totiž, že radium neustále vysílá radioaktivní plyn – tzv. radiovou emanaci. W. Ramsay s F. Soddym zjistili pomocí spektrální analýzy, že tento radioaktivní plyn se mění na helium a tím dokázali přeměnu prvků při radioaktivním rozpadu. V roce 1910 Soddy objevil izotopii prvků a v roce 1913 společně s A. S. Russellem a K. Fajanssem zákon rozpadu alfa a beta. Předpoklad vycházející z fyzikální podstaty jaderného rozpadu je takový, že rozpad jádra je nevratný a náhodný děj. Pravděpodobnost, že u daného jádra v daném okamžiku dojde k rozpadu, nezávisí na předchozím čase, je v každém čase konstantní. Předpoklad nezávislosti na minulosti je poněkud proti intuitivní (POUZA a kol., 2008).

2.6 PRVNÍ UMĚLÁ JADERNÁ REAKCE

První uměle vyvolanou jadernou reakci uskutečnil E. Rutherford v roce 1919 při ostřelování dusíku částicemi alfa získané z přírodních radionuklidů. Podařila se mu první záměrná přeměna jednoho chemického prvku v druhý, kdy se za pomoci jaderné reakce dusíku s alfa částicemi přetvořil dusík na kyslík. Další studie mu na základě této

reakce umožnily v roce 1932 objevení neutronu v reakci. Jaderná reakce byla ustanovena jako jaderná přeměna vyvolaná působením, srážením jader nebo částic. Při těchto reakcích musí být zachován zákon zachování energie a zákon zachování hybnosti a dále pak zákon zachování elektrického náboje a zákon zachování počtu nukleonů, tzv. zákony zachování. Jaderné reakce byly kategorizovány na endoenergetické (u nich je zapotřebí dodání energie z vnějšku) a exoenergetické (u nich se energie naopak uvolňuje), (POUZA a kol., 2008).

2.7 OBJEVENÍ UMĚLÉ RADIOAKTIVITY

Manželé Frédéric a Iréne Joliot – Curieovi objevili v roce 1934 umělou radioaktivitu, když se zabývali počítáním pozitronů vyloučených z hliníku paprsky alfa záření z polonia. Výsledky byly nezvykle vysoké a při zkoumání tohoto výsledku došel k tomu, že součástí přístroje na měření byla hliníková destička, kterou tam zapomněla jeho žena. Po mnoha dalších výzkumech potvrdili, že z neaktivního hliníku utvoří radioaktivní hliník s poločasem rozpadu asi tři minuty. Vysvětlením bylo, že objevili umělou radioaktivitu. Tento jev později zkoušeli i na jiných chemických prvcích a bylo dokázáno, že i mnoho jiných prvků jsou uměle radioaktivní. Díky umělé radioaktivitě se mohl splnit sen všech alchymistů o výrobě zlata. Avšak získání zlata v urychlovači touto reakcí ze rtuti je daleko finančně nákladnější než jeho izolace z přírodních zdrojů. Výroba umělých radionuklidů je náročná, je velmi malá pravděpodobnost zásahu jádra ostřelovanou částicí. Proto se vždy používá velké množství částic soustředěných do hustých svazků. Pravděpodobnost průběhu určité jaderné reakce udává účinný průřez, který závisí na druhu střely (neutron, částice alfa) a na druhu jádra (počtu protonů a neutronů), (MATOUŠEK a kol., 2007).

2.8 OBJEVENÍ NEUTRONU A PROVEDENÍ PRVNÍ ŠTĚPNÉ REAKCE

Sir James Chadwick po válce pracoval v Cavendishových laboratořích s Ernestem Rutherfordem na výzkumu vyzařování gama záření z radioaktivních materiálů. V roce 1932 při ostřelování jader berylia alfa částicemi objevil částici v jádře,

kteřá byla nazvána neutron. Neměla elektrický náboj, a proto nebyla odpuzována elektrickými silami v okolí jádra. Tato nová částice procházela touto elektrickou bariérou bez potíží. Chadwickův objev umožnil tvorbu prvků těžších než uran, což částečně inspiroval Enrica Fermiho k objevu jaderné reakce způsobené pomalými neutrony a Otto Hahna a Fritze Strassmanna přivedl k objevu jaderného štěpení, který odstartoval vývoj atomové bomby (MATOUŠEK a kol., 2007).

K umělé radioaktivitě vede další cesta, kterou objevil Enrico Fermi. Známé prvky ostřeloval neutrony, které nemají elektrický náboj, proto nejsou odpuzovány od kladně nabitých jader atomu a lépe do nich pronikají. 1934 Enrico Fermi oznámil, že pomocí neutronů zaktivovat 14 prvků. Zjistil, že u umělé radioaktivity s použitím neutronů jsou vyzařovány elektrony. Jako nejvhodnější se ukázal izotop uranu ${}_{92}\text{U}^{235}$, štěpením každého jádra se uvolní kromě dvou fragmentů i několik rychlých neutronů, které mohou po zpomalení vyvolat štěpení dalších jader uranu a může nastat řetězová reakce. Pomocí neutronů bylo při jaderných reakcích získáno mnoho nových radionuklidů. Tyto práce vedly k objevu tzv. pomalých neutronů ve stejném roce. Ve dvacátých letech se věřilo, že jádra atomů jsou tvořena pouze protony. Ruský atomový fyzik G. Gamov navrhl, aby se jádra atomů ostřelovala protony. To vedlo ke konstrukci částicových urychlovačů a na základě toho britský atomový fyzik J. D. Cockroft a E. T. S. Walton postavili roku 1929 první urychlovač částic. Urychloval protony tak silně, že mohly vyvolávat jaderné reakce. Kromě vývoje zbraní na podkladu spontánní štěpné reakce, začaly i práce na využití štěpné reakce kontrolované, první jaderný reaktor v Evropě postavil v Paříži F. Joliot-Curie v roce 1948. V USA se povedlo první atomový reaktor spustit skupině vedená E. Fermim 2. 12. 1942 na fotbalovém hřišti chicagské univerzity. Palivem byl uran, moderovaný grafitem a reakce probíhala 28 minut (MATOUŠEK a kol., 2007).

3 JADERNÉ UDÁLOSTI

3.1 MEZINÁRODNÍ STUPNICE HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI JADERNÝCH UDÁLOSTÍ

Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí (INES – The International Nuclear Event Scale) byla v březnu roku 1990 zavedena Mezinárodní agenturou pro jadernou energii (IAEA) a Agenturou pro jadernou energii Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD/NEA). Jejím primárním účelem je sjednotit komunikaci mezi odborným nukleárním společenstvím, sdělovacími prostředky a veřejností v případě mimořádné události v jaderných zařízeních, události spojené s radioaktivním materiálem nebo s radiací, včetně přepravy radioaktivních materiálů. Stupnice staví události do sedmi stupňů: stupně 1 až 3 se označují jako **nehody**, stupně 4 až 7 se označují jako **havárie**. Události, které nemají žádný význam z hlediska bezpečnosti, jsou klasifikovány stupněm 0 (pod stupnicí) a nazývají se **odchytky** (NUCLEAR SECURITY, 2006).

7 - Velmi těžká havárie (Major accident, největší možná havárie)

Únik velkého množství radioaktivního materiálu z jaderného zařízení do okolí. Možnost akutních zdravotních následků a následných zdravotních dopadů v rozsáhlé oblasti s možností zasažení více než jedné země. Dlouhodobé důsledky pro životní prostředí. (4. blok jaderné elektrárny Černobyl, 26. dubna 1986), (1., 2. a 3. blok jaderné elektrárny Fukušima I, 12. dubna 2011), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

6 - Těžká havárie (Serious accident)

Únik radioaktivních materiálů do okolí, při kterých se aktivují havarijní plány, tak aby byly co nejmenší zdravotní následky pro obyvatelstvo. (přepřevodový závod Majak, 29. září 1957), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

5 - Havárie s rizikem vlivu na okolí (Accident with off-site risk)

Únik radioaktivních materiálů do okolí, částečné uplatnění opatření pro ochranu obyvatelstva zahrnutých v místních havarijních plánech (např. evakuace, ukrytí). Těžké

poškození jaderného zařízení, včetně aktivní zóny energetického reaktoru, velký požár či exploze uvolňující značné množství radioaktivity uvnitř zařízení. (2. blok jaderné elektrárny Three Mile Island, 28.března 1979), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

4 - Havárie bez vážnějšího vlivu na okolí (Accident without off-site risk)

Únik radioaktivních materiálů do okolí na hranici limitů pro obyvatelstvo. Potřeba havarijních opatření na ochranu obyvatelstva není potřebná s výjimkou místní kontroly potravin. Významné poškození zařízení v energetickém jaderném reaktoru, popřípadě ozáření jednoho nebo více zaměstnanců s vysokou pravděpodobností rychlého úmrtí. (1. blok jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice, 22.února 1977), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

Nehody

3 - Vážná nehoda (Serious incident)

Únik radioaktivního materiálu do okolí nad povolené limity, kdy nejsou nutná opatření na ochranu obyvatelstva. Událost s následkem těžkého rozšíření kontaminace uvnitř zařízení, způsobená selháním zařízení nebo provozní poruchou, s možností ozáření zaměstnanců, které by mohlo způsobit akutní zdravotní následky. Všechny nehody, při nichž by další porucha bezpečnostních systémů mohla vést k havárii a použití havarijních plánů. (1., 2. a 4. blok jaderné elektrárny Fukušima II, 12.března – 15.března 2011), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

2 – Nehoda (Incident)

Technická porucha nebo odchylka s významným selháním bezpečnostních opatření, kterou lze narovnat vlastními prostředky a bezpečnostními opatřeními. V průběhu se odhalují významné dodatečné organizační nedostatky nebo nedostatky v oblasti bezpečnosti. Možnost ozáření pracovníka překračující povolené roční limity nebo událost, která vede k přítomnosti radioaktivity uvnitř zařízení v prostorách, kde to projekt nepředpokládal (jaderná elektrárna Mihama, 2.září 1991), (NUCLEAR SECURITY, 2006).

1 – Anomálie (Anomaly)

Technická porucha nebo odchylka od standardního provozního režimu. Většinou důsledek poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedodržení postupů (NUCLEAR SECURITY, 2006).

0 – Odchylka (Deviation, no safety relevance)

Odchylky, kde nejsou porušeny limity a podmínky provozu. Jsou bezpečně zvládnuty příslušnými bezpečnostními postupy (NUCLEAR SECURITY, 2006).

3.2 ÚSPĚŠNÝ TEST TRINITY

Nové vědecké objevy dělení atomu vedly k vývoji zbraní využívajících energii uvolněnou jaderným štěpením jako zdroje zničující síly. Velký vliv na to mělo i politické dění a nástup fašismu v Evropě (PROUZA, 2008).

V roce 1940 komise MAUD zkoumala možnosti využití řízeného jaderného štěpení k vytvoření atomové bomby. V prosinci 1940 Franz Simon dokončil svou práci o dělení izotopů se závěrem, že je takové zařízení uskutečnitelné. Krátce poté vznikl projekt Manhattan pod vedením americké armády. Manhattan byl krycí název pro výrobu atomové bomby v letech 1942 až 1946 a následně vedl ke svržení dvou atomových bomb na Hirošimu a Nagasaki. Projekt byl situován v Los Alamos, v Novém Mexiku. Výzkum směřoval k vypracování designu bomby, spuštění řetězové jaderné reakce a výzkumu štěpného materiálu. Za ten si vědci zvolili plutonium, jehož výroba byla jednodušší a méně finančně nákladná (PROUZA, 2008).

Trinity byl název pro historicky první úspěšný jaderný test. Provedly jej Spojené státy americké 16. července 1945 v Novém Mexiku. Jednalo se o plutoniové jaderné zařízení. Exploze Trinity se rovnala výbuchu 20 kilotun TNT. (Síla jaderného výbuchu je měřena v ekvivalentu tun TNT - trinitrotoulenu). Velitel projektu generál Leslie Groves a vědecký pracovník Robert Oppenheimer rozhodli o provedení testu před samotným použitím této zbraně ve válce (PROUZA, 2008).

Místo testu, z důvodu utajení, bylo určeno ve vzdálené části Alamogordo Bombing Range, nyní White Sands Missile Range. Test byl umístěn na severním konci

střelnice mezi městy Carrizozo a Socorro v Jornada del Muerto. K pozorování testu a ochraně přihlížejících byly postaveny dva bunkry ve vzdálenosti 16 km (10 mil) a 27 km (17 mil). Před samotným pokusem byl 7. května 1945 proveden výbuch 108 tun TNT ke kalibraci přístrojů. Pro samotný test byla pojmenovaná bomba the Gadget vyzdvižena na vrchol 40 metrové ocelové věže pro lepší představu chování bomby po svržení z letadla. The Gadget byl sestaven v blízkém McDonald Ranch House 13. července a následující den byl opatrně umístěn na vrch věže. V 05:29 místního času po dvaceti minutovém odpočtu zařízení explodovalo se silou ekvivalentní explozi 20 kilotun TNT. Výbuch zanechal kráter 3 metry hluboký a 330 metrů široký. Uvnitř se pouštní písek roztavil a stal se mírně radioaktivním zeleným sklem. Ve chvíli výbuchu bylo okolní pohoří osvětleno světlem a barvy světla byly od fialové po zelenou až k bílé. Tlaková vlna rozbíjela okna ještě 160 km daleko, zvuk exploze slyšet 320 km daleko a atomový hřib dosáhl do výšky 12 km. Tisková zpráva z místa události hovořila o vzdálené explozi muničního skladu obsahujícím velké množství výbušnin a pyrotechniky, ale nedošlo k žádným ztrátám na životech. Výbuch se totiž nedokázalo utajit, skutečná příčina výbuchu nebyla zveřejněna do náletu na Hirošimu (PROUZA, 2008).

3.3 LITTLE BOY A FAT MAN

Little Boy bylo pojmenování uranové bomby, která byla 6. srpna 1945 svržena z amerického bombardéru B-29 Superfortress, s názvem Enola Gay na japonský přístav Hirošima. Velitelem prvního bombardéru s jadernou pumou na palubě se stal plukovník Paul W. Tibbets, který všechny letce podílející se na celé akci dlouhé měsíce cvičil. Puma byla vypuštěna v 8:15 hod. místního času z výšky 9 600 m a explodovala ve výšce 580 m nad městem. Výbuch uvolnil energii odpovídající explozi asi 15 tisíc tun TNT (cca 63 TJ). Město zasáhl ohromný žár o teplotě kolem 1 milionu stupňů. To, co nespálil žár, bylo zničeno nebo poškozeno účinky tlakové vlny v oblasti několika kilometrů od epicentra. Nad město vystoupal do výšky 20 kilometrů atomový hřib. Okamžitě zahynulo nebo bylo smrtelně zraněno přes 70 tisíc lidí, dalších 70 tisíc bylo zraněno. Z celkového počtu 90 000 budov bylo zničeno 62 000. Spolu s těmi, co zemřeli později na následky zranění a ozáření se hovoří o 120 tisících obětí tohoto výbuchu. Cílem bylo Japonce účinky atomové bomby šokovat a dosáhnout tak rychlého

míru a vyhnout se těžkým ztrátám amerických jednotek při dobývání japonských ostrovů (PROUZA, 2008).

Třetí byla jaderná bomba z plutonia, nesla název Fat Man. Ta byla 9. srpna 1945 v 11.02 hod. svržena z amerického bombardéru B-29, pojmenovaného Bockscar, na japonský přístav Nagasaki. Bomba měřila na délku 3250 mm a měla průměr 1520 mm. Hirošimská měla přitom průměr pouhých 710 mm. Hmotnost přesahovala 4,5 tuny. Plutonium o hmotnosti 6,4 kg bylo umístěno uvnitř bomby a na povrchu byly umístěny klasické nálože. Jejich výbuchem došlo ke stlačení plutonia a tím překročení kritické meze, což vedlo k jadernému výbuchu. Bylo velmi důležité, aby výbušniny vytvořily stejný tlak ze všech stran na plutoniové jádro. V případě nesouměrného výbuchu by došlo k mrštění plutonia z bomby, jehož následkem by došlo "jen" k radioaktivnímu zamoření území (tzv. efekt špinavé bomby). Bomba však explodovala, jak měla, ve výšce 550 m nad městem a při výbuchu uvolnila energii odpovídající výbuchu 22 000 t TNT. Výbuch způsobil devastaci města a okamžitou smrt asi 40 000 obyvatel. Dalších 25 000 lidí bylo zraněno a tisíce dalších později zemřelo na následky radioaktivního ozáření. Celkem zahynulo asi 74 000 obyvatel města. Američtí generálové plánovali další jaderný útok na polovinu srpna, naštěstí díky kapitulaci Japonska toho nebylo třeba (PROUZA, 2008).

Operace Crossroads, 1946 byla série nukleárních testů a představovala první testy nukleárních zbraní po druhé světové válce. Jednalo se o testy, pomocí kterých měly být získávány poznatky o specifických formách účinků na různé cíle, především co provede efekt nukleární exploze s námořními loděmi, s letadly a se zvířaty. Špionáží a vlastním výzkumem se k jaderným zbraním dostaly i jiné státy, které provedly řadu svých zkušebních testů, které byly větší, než očekávaly. Použití jaderných zbraní se po Hirošimě a Nagasaki už žádná země neodvážila použít. Jadernými mocnostmi tedy jsou od r. 1945 USA, 1949 SSSR, 1952 Velká Británie, 1960 Francie, 1964 Čína, 1974 Indie, 1998 Pákistán (PROUZA, 2008).

3.4 ČERNOBYLSKÁ JADERNÁ HAVÁRIE

V jaderné elektrárně Černobyl, nacházející se 130 km severně od hlavního města Ukrajiny – Kyjeva se dne 26.4.1986, se udála nejznámější a nejstrašnější jaderná

havárie. Systém elektrárny byl zhotoven do čtyř bloků s výstavbou dalších dvou reaktorů, které nebyly kvůli havárii dokončené. Přesto se jejich výstavba zastavila až v roce 1988. Právě v posledním zhotoveném čtvrtém reaktoru, v první části výstavby, se odehrála největší jaderná katastrofa v historii. Po dvou explozích při ní byl reaktor zcela zničen. Stalo se tomu 26. dubna 1986 v 01:24 hodin ráno tamního času, a tím byl započat rychlý únik radioaktivity. Po havárii zůstaly kvůli nedostatku elektřiny zbylé 3 reaktory stále v provozu. Druhý reaktor byl odstaven po vzniklém požáru v roce 1991, první reaktor v roce 1996 a třetí ukončil provoz až v roce 2000 (BENNETT et al., 2006).

K explozím nedošlo za běžného provozu, ale při plánovaném experimentu. Ten měl odstavit reaktor a zjistit, zda je generátor schopný zajistit dostatečné napájení chlazení i přes to, že již nebude párou a turbínou poháněn v případě havárie jaderné elektrárny. Tento experiment byl spouštěcím faktorem havárie. Velkým problémem bylo nedodržování bezpečnostních opatření personálem, nedostatečné proškolení nově nastupující směny operátorů ohledně provádění experimentu a v neposlední řadě projekt samotné výstavby reaktoru, který svým vzhledem a hlavně fungováním nesplňoval dnešní standard bezpečného provozu. Průběh šetření havárie probíhá dodnes (BENNETT et al., 2006).

Nikdo ze zaměstnanců netušil, co se v elektrárně stalo, a nikoho nepředpokládal, že by se mohlo jednat o reaktor jako takový. První oběti byly hned po výbuchu, uvádí se dva až pět lidí, kteří byli usmrceni přímo výbuchem, nebo hned poté uhořeli. Mezi první oběti patřili také hasiči, kteří si mysleli, že hoří střecha reaktoru. Neměli tedy žádné speciální obleky, respirátory a ochranné pomůcky pro vlastní ochranu. Problém tedy byl hlavně v nedostatečné informovanosti. Uvnitř elektrárny bylo v době havárie přibližně 400 zaměstnanců a hasiči likvidující požár. Nikdo z nich nebyl informován o problému s radioaktivitou. Po havárii vzrostla úroveň radioaktivity na tisícinásobek přírodního pozadí. Ochrannými pomůckami byli vybaveni až po oficiálním oznámení velikosti a závažnosti problému. Hasiči kvůli desinformaci hasili tedy vodou, čímž způsobili další menší výbuchy, a také větší rozptýlení radioaktivity po okolí. Požár byl uhašen po třech hodinách, uvnitř ale stále hořel grafit. K zabránění úniku radioaktivních látek byl reaktor zasypan celkem pěti tisíci tun sloučeniny bóru, písku, hlíny, dolomitu a olova. Tato sloučenina, shazovaná z vrtulníku, pomohla uhasit uvnitř hořící grafit a zčásti

absorbovala radioaktivní aerosoly. Reaktor byl po dvou týdnech uzavřen do betonového sarkofágu s chladicími systémy (BENNETT et al., 2006).

Velmi důležitým následným opatřením ochrany obyvatelstva po likvidování následků po explozích a po uvědomění si závažnosti situace bylo i naplánování evakuace blízkého okolí. Jednalo se tedy hlavně o město Pripjat', které bylo postaveno pro zaměstnance elektrárny a ve kterém žilo kolem 50 tisíc lidí. O evakuaci bylo rozhodnuto v den havárie, provedena byla ale až druhý den. Město bylo vylidněno za necelé 3 hodiny, přičemž výjimku tvořili lidé vykonávající zde určité úkoly a povinnosti. Ovšem až 2. května bylo rozhodnuto evakuovat i města a vesnice, ležící v okruhu 30 km. Z této, tzv. zakázané zóny, byli lidé evakuováni za čtyři dny od vzniku mimořádné události. Celkem se uvádí, že tato havárie měla vliv na více jak 5 milionů lidí. Ve stovkách tisíc se uvádějí zaměstnanci elektrárny, zasahující hasiči, policisté, také záchranné jednotky, asanační jednotky. Další skupinu přibližně 116 tisíc lidí tvoří obyvatelé nejbližšího okolí. Největší část, co se počtu zasažených osob týče, tvoří obyvatelé států, přes které přešel radioaktivní mrak. Jedná se o obyvatele Běloruska, Ukrajiny a Ruska. Zde se zvýšil počet výskytu rakoviny, anémie, leukémie, onemocnění štítné žlázy a jiných velmi závažných onemocnění. Z oficiálního Černobylského fóra, vypracovaného skupinou odborníků OSN, je jasné, že tragédie měla za následek kolem 4000 životů. Hlavním důvodem úmrtí byla převážně akutní nemoc z ozáření (BENNETT et al., 2006).

Velkým problémem bylo radioaktivní zamoření. Únik radioaktivity trval celkem 10 dní, než se jej podařilo zastavit. Výbuch vynesl radioaktivní látky až do výše přibližně 1500 m a radioaktivní mrak byl větrem hnán nejdříve nad Skandinávii a po změně směru větru nad území Polska, tehdejšího Československa a Rakouska. Následně se vracel přes Polsko a bylo zasaženo i Bulharsko. Co se týče látek, byl zjištěn výskyt radioaktivního jodu, který se ale díky svému krátkému poločasu rozpadu rozpadl brzy na neškodné látky. Horšími jsou ovšem prvky césium a stroncium, které mají poločas rozpadu až 30 let. Izotopy plutonia a americia mají poločas rozpadu i tisíce let, jejich vliv na ozáření organismu je ale zanedbatelný. Největším problémem celé katastrofy byla, jak již bylo zmíněno, nedostatečná informovanost. Chybné bylo prvotní plánování celého provozu elektrárny, plánovaný experiment, ale především nedodržení správných postupů a bezpečnostních nařízení a opatření. Skutečnost, že se jedná o tak rozsáhlou katastrofu s možnými velmi závažnými následky, se na veřejnost dostala pozdě,

zasahující jednotky i veškeré obyvatelstvo v ohrožených zónách nebyly řádně připraveny a chráněny. I přes uskutečněnou evakuaci zemřelo mnoho lidí (BENNETT et al., 2006).

3.5 HAVÁRIE JADERNÉ ELEKTRÁRNY FUKUŠIMA I

V březnu roku 2011 bylo zasaženo pobřeží Japonska ničivé zemětřesení o síle 9 stupňů Richterovi stupnice a následně i vlna tsunami. Zaplavená oblast byla 561 km² a mnoho měst bylo zalito velkým množstvím vody, včetně čtyř jaderných elektráren nacházející se na pobřeží. Okamžité odstavení všech reaktorů, které byly v provozu, vedlo k dosáhnutí uvedení elektrárny mimo provoz bez významných problémů. Odstavení se ovšem podařilo pouze u třech z nich. Fukušima Daiiči byla zemětřesením a vlnou natolik poškozena, že došlo k poruše chlazení reaktoru, které vedlo k havárii (YAMASHITA,2016).

V době zemětřesení byli v provozu tři ze šesti reaktorů, zbylé tři byly z důvodu údržby v odstávce. Po seizmických otřesech byly havarijně odstaveny všechny tři reaktory a bylo u nich zahájeno havarijní chlazení diselgenerátory. Poté se však vlna tsunami přelila přes elektrárnu a chlazení bylo zlikvidováno. Reaktory v důsledku poklesu vody v reaktorové nádobě a téměř žádnému chlazení, neměly chráněny palivové články a došlo k porušení palivových nádob. Do okolí se začaly uvolňovat radioaktivní látky. K tomu došlo k explozi vodíku, která poškodila reaktorové budovy. Krizovým řešením bylo využití mořské vody pro chlazení reaktorů. Z té bylo 300.000 tun kontaminované vody uskladněno v areálu elektrárny a z tohoto množství se přibližně 300 tun dostalo do oceánu. Celé týdny po havárii se pokoušeli zaměstnanci stabilizovat reaktory a obnovit dodávky elektrické energie (YAMASHITA,2016).

Během havárie byly poškozeny reaktorové budovy a tlakové nádoby s roztaveným palivem, při explozi vodíku byly radioaktivní látky vyvrženy do atmosféry, okolí elektrárny a Tichého oceánu. Kvůli kontaminaci bylo evakuováno přes 4000 lidí v okruhu 30 km od epicentra havárie. Vysoce radioaktivní chladící voda unikla z elektrárny z důvodu netěsností do moře v celkovém objemu okolo 800 m³. Za kontaminované bylo označeno celé pobřeží. Japonské Ministerstvo zdraví, práce a sociálních věcí (Ministry of Health, Labour and Welfare) nařídilo kontrolu

radioaktivních látek ve vodovodních řádech a potravinách s možnou kontaminací. V okolí elektrárny došlo k jejich omezení, neboť naměřené hodnoty přesahovaly stanovená maxima. Obyvatelstvo v okolí elektrárny bylo zasaženo radioaktivním spadem a u většiny z nich se očekávala nemoc z ozáření, rakoviny a další poškození ledvin a jater v následujících letech. Kontaminace oceánu včetně živočichů a ryb je obrovská. Na odstranění veškerých následků této havárie si budeme muset počkat ještě 30 – 40 let, jelikož nelze nijak zamezit dalším únikům radioaktivity. Japonsko nyní přebírá opatření a zkušenosti od sovětských specialistů, kteří pracovali na odstraňování následků a likvidačních pracích v černobylské jaderné elektrárně. V Evropě na základě této události byla provedena zkouška všech jaderných elektráren zaměřena na bezpečnost jejich provozu. Zátěžové testy potvrdily vysokou bezpečnost i českých jaderných elektráren Dukovan a Temelína (YAMASHITA,2016).

4 VEDENÍ ZÁSAHU V MÍSTĚ HAVÁRIE

V místě havárie musí všechny jednotky IZS systematicky dodržovat zásady vedení zásahu. Na prvním místě jsou záchrana zraněných a bezprostředně ohrožených osob a zároveň ochrana zasahujících jednotek, dále omezení rozsahu havárie, snížení jejího rizika a efektivní organizace všech jednotek. Činnost v místě havárie začíná příjezdem jednotek, z bezpečnostních důvodů po směru větru (z návětrné strany), přičemž se nedojíždí přímo k ohnisku havárie. Jednotky musí i během zásahu neustále kontrolovat meteorologickou situaci a směr větru a vyhodnocovat jeho změny k ochraně vlastních jednotek. Zásada nedojíždět k ohnisku havárie je odůvodněna neznalostí rozsahu mimořádné události. Ne všechna nebezpečí bývají patrná nebo k nim ještě nemuselo dojít. Možnosti výbuchu, požár nebo jiné projevy související s provozem jaderného zařízení nemusí být vůbec patrné. Na místě havárie zpravidla velí velitel zásahu první jednotky, která je na místě, po příjezdu jednotek HZS přebírá velení Velitel HZS. Posuzuje všechna dostupná rizika, charakter mimořádné události, nebezpečí pro zasahující jednotky, úroveň potřebné ochrany a případné vyžádání specializované pomoci. To vše hlásí na operační středisko kvůli náhledu celé situace pro jednotky přijíždějící na místo později. Koordinuje složky, které dorazili na místo a za pomoci operačního štábu, velitelů sektorů a velitelů úseků je řídí (POKORNÝ, 2004).

4.1 SPECIFICKÉ POSTUPY POSKYTNUTÍ ZDRAVOTNICKÉ PÉČE

Při radiačních nehodách probíhá transport postižených výjezdovou skupinou zdravotnické záchranné služby do středisek speciální zdravotní péče (dále jen SSZP), které se nacházejí ve Všeobecné fakultní nemocnici Praha, Fakultní nemocnici Hradec Králové, Fakultní Thomayerově nemocnici Praha, Fakultní nemocnici Královské Vinohrady Praha a Fakultní nemocnici Brno. Provoz SSPZ je 24 hodin denně a pokud dojde k radiační nehodě, střediska spolupracují se SÚJB v Praze. Při podezření na

povrchovou a vnitřní kontaminaci je nutné provedení dozimetrického proměření osob a částečná dekontaminace. U velkých havárií je možné použít schéma usnadňující třídění ozářených, stejně jako při hromadném postižení zdraví (POKORNÝ, 2004).

Osoby, které byly před ošetřením vystaveny zevnímu ozáření, jsou pro ošetřující pracovníky nebezpečnými v závislosti na míře a rozsahu kontaminace. Při podezření nebo průkazu povrchové kontaminace se provádí dekontaminace omytím a odložením kontaminovaného oděvu na tomu určených místech. Při podezření na vnitřní kontaminaci inhalací se provádí vyčištění nosní dutiny a výplach. Sami záchranáři se nechají po pohybu uvnitř nebezpečné zóny přeměřit dozimetrickými přístroji. Velitel zásahu rozhoduje o pohybu záchranářů v nebezpečné zóně, ZZS může pomáhat při dekontaminaci v případě nutnosti zajištění vitálních funkcí. Nutná je výbava ochranných pomůcek (POKORNÝ, 2004).

Připravenost k poskytnutí nezbytné zdravotní péče s hromadným výskytem postižených osob na zdraví v důsledku mimořádné události zařazuje traumatologický plán. Ten slouží k zajištění návaznosti přednemocniční neodkladné péče na následnou neodkladnou nemocniční péči. Je zde řešena i zdravotnická pomoc v oblasti ochrany veřejného zdraví evakuovaným a ukryvaným lidem. Je součástí Havarijního plánu kraje (POKORNÝ, 2004).

4.1.1 METODA TŘÍDĚNÍ S.T.A.R.T.

Metoda třídění S.T.A.R.T. (snadné třídění a rychlý transport) využívají jednotky IZS v místě havárie, nejčastěji v zóně nebezpečí. Jejím principem je odhad a označení závažnosti poranění a stanovení pořadí k transportu do prostoru pro poskytnutí zdravotní péče. Velitel zásahu určuje prostor pro vyhledávání raněných pro záchranné a vyhledávací skupiny. Určuje místo pro shromaždiště osob a členů záchranné služby. Určuje místo předávání raněných na hranici nebezpečné zóny. Cílem třídění je odhad závažnosti poranění osob a stanovení priority odsunu z místa mimořádné události v co nejkratším čase. Metoda se používá všemi jednotkami IZS, nejen záchranáři a není k ní potřeba žádné speciální vybavení. Hodnotí se stav dýchání – dýchá x nedýchá, prokrvení (hodnotí se úroveň podle prokrvení nehtového lůžka) a stav vědomí oběti (dle reakce raněného na oslovení nebo bolestivý podnět). Pro záchranu života a zajištění

životních funkcí se provádějí pouze dva úkony, a to: zástava masivního krvácení a záklon hlavy. Při velkém počtu raněných je to, to jediné, na co zbývá čas. První jednotky třídí raněné a ostatní členové záchranných týmů je podle barevného rozlišení prioritně odsouvají na stanoviště s odbornou lékařskou pomocí, které je mimo zónu ohrožení. Při zasažení radioaktivní látkou je potřeba osobu při vynášení z prostoru dekontaminovat ve speciálních očištných stanech určených pro dekontaminaci osob. Třídící skupina bývá často vyhledávací skupinou a po nalezení osob a jejich krátkém zhodnocení stavu jim určí kartu s barevným označením, číslem, popřípadě symbolem pro jednotky, které budou záchrannými skupinami. Je zde kladen veliký tlak na třídící skupinu, neboť musí raněné, často i umírající osoby, opustit a hledat a třídít dál. Přechází zde individuální medicína v medicínu katastrof. Třídící karty je efektivním, jednoduchým a rychlým způsobem třídění raněných do čtyř základních skupin dle barev: červené, žluté, zelené a černé. Je na posouzení třídící jednotky, kdo, a v jakém pořadí bude transportován ze zasažené oblasti. Červenou barvou jsou označeny osoby s prioritou odsunu. Ty jsou, pokud jim nebude poskytnutá neodkladná odborná pomoc, ohroženi na životě. Žlutou barvu dostávají osoby, které jsou těžce poraněny, ale jejich zranění snese odklad. Zelenou barvou jsou označeny osoby s lehčím poraněním, které není urgentní. Černou barvu dostávají mrtví nebo osoby, které nelze zachránit. Ti se nechávají na místě. Na určení priority u jednoho raněného má třídící tým 30 – 60 vteřin, pro odsun je pak pacient označen třídící a identifikační kartou. Z třídění musí v důsledku vyplynout v jakém pořadí, v jaké poloze, jakým prostředkem a na jaké oddělení nemocnice mají být osoby transportovány (POKORNÝ, 2004).

4.1.2 LÉKAŘSKÉ TŘÍDĚNÍ

Lékařské třídění probíhá po vynesení pacientů z nebezpečné zóny na místo určené ke shromáždění raněných, popřípadě obvaziště. To je označeno čtyřmi základními barvami, stejně jako třídící karty. Dle toho jsou pacienti umístěni na určité místo dle priority naléhavosti. Zde nejzkušenějším lékařem, který se přímo nepodílí na ošetření, pouze zhodnotí závažnost stavu, probíhá retriáž k ověření závažnosti stavu. Pacienti s červenou prioritou jsou záchrannáři transportováni k definitivní péči do zdravotnického zařízení. Žlutě a zeleně označení pacienti jsou transportováni po odsunu všech červeně označených. Jejich stav je neustále monitorován, aby se předešlo

zhoršení stavu nebo zanedbání přesunu priority do červené sféry. Smyslem třídění je zajištění co nejrychlejšího poskytnutí pomoci, která vede k záchraně co největšího počtu ohrožených životů a minimalizaci výskytu trvalých následků zdravotního postižení. K základní dokumentaci v rámci hromadného postižení zdraví patří především identifikační údaje a stručný zápis o provedeném vyšetření. Tyto postupy se poznamenají na třídící karty v podobě visačky, které se postiženému zavěsí na krk či končetinu (POKORNÝ, 2004).

4.1.3 ODSUNOVÉ TŘÍDĚNÍ

Velitel zásahu ve spolupráci s PČR a vedoucím zdravotnické složky rozhodují podle situace o co nejvhodnější odsunové trase pro transport postižených z místa mimořádné události. Závažnost postižení a cíl transportu má každý pacient vyznačené na identifikační a třídící kartě. Při transportu do cílového zařízení je zapotřebí jednat dle pokynů vedoucího odsunu, který po konzultaci se záchranným operačním střediskem směřuje odsun pacientů tak, aby nedošlo k zahlcení zdravotnických zařízení a jejich jednotlivých oddělení vzhledem k rozsahu mimořádné události a počtu postižených (POKORNÝ, 2004).

4.2 DEZAKTIVACE

Dezaktivací rozumíme odstranění radioaktivních látek z povrchu lidského těla, vozidel a jiné techniky, terénu, objektů a hospodářských zvířat. Dezaktivace v zóně havarijního plánování se uskutečňuje na základě vyhodnocení výsledků monitorování reálné radiační situace a rozhodnutí krizového štábu příslušného krajského úřadu. Upřesňuje se, odvolává, případně rozšiřuje na další území podle výsledků monitorování radiační situace na základě podkladů pro rozhodování, poskytnutých orgány SÚJB a na základě rozhodnutí krizového štábu příslušného kraje (okresu). Dezaktivaci provádí záchranný odřad, který se rozvine na vybraném dezaktivacím místě v plánovaných a předem rekognoskovaných prostorech na hlavních evakuačních trasách. Do doby pohotovosti pro zřízení dezaktivacím míst je zahrnuta předpokládaná doba přesunu záchranného odřadu při rychlosti 40 km/h a době 2 hodin, která je potřebná pro rozvinutí agregátů a provedení potřebných terénních úprav v místě dezaktivace.

Obsluha agregátů na místech dezaktivace je nutně vybavena speciálními ochrannými oděvy a ochrannými maskami. Pro zjišťování obdržené dávky ozáření musí být vybaveni všichni příslušníci záchranného odřadu termoluminiscenčními diagnostickými dozimetry (www.hzscr.cz, 2008).

4.3 MONITOROVÁNÍ KONTAMINACE OSOB

Monitorování osob se provádí, je-li přepravní technika kontaminována v rozsahu od 3 do 10 cGy.h⁻¹, provádí se za pomoci přístrojů DC-3E-98 nebo RP-114 (114A). Osoby zůstávají ve vozidle a měří se plošná aktivita (s otevřenou clonou přístroje, kolmo k měřené části těla ve vzdálenosti 10 cm). Začíná se od vrcholu hlavy, dolů po stranách krku přes límec, ramena, paže, zápěstí, ruku, podpaží až do podpažní jamky, pak po boku na nohu, přes vnější kotník na botu. Pokračuje se mezi nohama na druhou stranu těla. Kontroluje se přední a zadní část těla. Zvláštní pozornost se věnuje chodidlům, zadní části kalhot, kolenům, rukám a tváři. Přístrojem se pohybuje rychlostí 5 cm/sec., při měření v autobusech se sledují především ty osoby (z časových důvodů), které se před nástupem pohybovaly mimo uzavřené prostory, nebo manipulovaly s předměty, které se nalézaly mimo uzavřené prostory. Bude-li kontaminace osob rovna nebo vyšší 4 Bq/cm² (zásahová úroveň pro kontaminaci pokožky a oděvu), bude nutné provést záznam o výsledku do záznamníku a odeslat osoby na dezaktivací místo k samotné dezaktivaci. Při překročení této úrovně se dezaktivuje umytím celého těla (včetně vlasů) s použitím detergentů a následným převlečením do čistého (nekontaminovaného) oblečení. Bude-li zjištěn stupeň zamoření u přepravní techniky vyšší než 10 cGy.h⁻¹, budou osoby i technika odeslány přímo na dezaktivací místo k dezaktivaci. Při dezaktivaci si osoby musí umýt pokožku mýdlem po dobu 2 - 3 min. Mytí se opakuje 2x. Největší pozornost se věnuje nechráněným částem těla (ruce, obličej, krk) a očištění zvukovodů uší (vhodné je použít tampóny). Vypláchnutí úst pitnou vodou, která se nepolyká a umýt vlasy mýdlem. Mytí opakovat 3x. Opláchnout mýdlo z vlasů. Vlasy umývat dozadu, aby se zabránilo kontaminaci úst nebo nosu (www.hzscr.cz, 2008).

4.3.1 MONITOROVÁNÍ KONTAMINACE PŘEPRAVNÍ TECHNIKY

Kontaminaci vozidel se zjišťuje měřením dávkového příkonu při výšce sondy 10 cm nad jednotlivými částmi vozidla (u přístroje DC-3E-98 a RP-114 se zavřenou clonou). Měří se za přítomnosti osob ve vozidle, klade se důraz na čelo techniky v oblasti chladiče, přední sklo a střechu, podběhy a střed vnitřku vozidla. U autobusů a nákladních vozidel na nástupní schody (vstupy). Musíme brát v úvahu i mechanismus vzniku kontaminace. Při kontaminaci nekrytých vozidel, vzniklé při průjezdu radioaktivních oblakem, dochází k usazování radioaktivního prachu především na horní vodorovné plochy vozidla. Za jízdy v kontaminovaném prostředí je kontaminace způsobena především zvířením (za deště rozstříkem) radioaktivních částic, které se zachycují především na čelní ploše, podběžích a kolech. O každém monitorovaném vozidle je potřeba provést záznam výsledků do záznamníku (www.hzscr.cz, 2008).

4.3.2 DEZAKTIVACE HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

Hospodářská zvířata se dezaktivují na základě požadavku krizových štábů kraje na rozvinutých dezaktivacích místech až jako poslední po ukončení dezaktivace osob a techniky. Dezaktivace je prováděna v součinnosti s orgány veterinární správy, které provádějí třídění zvířat předběžnou dozimetrickou kontrolou, vlastní dezaktivací (ostříkem vodou), a opět dozimetrickou kontrolou. Odstranění poražených, uhynulých nebo žijících silně kontaminovaných zvířat se provádí v nejbližším veterinárním asanačním zařízení podle jejich kapacity, ve veterinárních asanačních prostorech se zahrabovišti, kde nehrozí kontaminace okolí radioaktivními látkami a jsou schváleny Státní veterinární správou (www.hzscr.cz, 2008).

4.4 ORGANIZACE PŘIJMU PACIENTŮ DO NEMOCNICE PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH

Nemocnice se řídí traumaplány, které příjmová místa pacientů rozdělují do barevně oddělených vstupů do nemocnice na základě triáže z místa mimořádné události. Tento způsob příjmu pacientů je přehlednější, rychlejší pro řešení urgentních stavů a brání zahlcování zdravotnického zařízení. U jednotlivě barevně rozlišených vstupů si

pacienty přebírají tzv. „malé traumatýmy“, které ho doprovází po celou dobu vyšetření, ošetření až po uložení na lůžko. Důležité je zajištění kontinuity ošetření a upřednostnění závažných stavů. Ukládání pacientů probíhá na jedno, potažmo dvě cílová oddělení, z důvodu přehledu o stavu a vývoji stavu pacientů (www.urgmed.cz, 2011).

ZÁVĚR

Cílem této práce s názvem „Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení z hlediska IZS“ byla shrnuta problematika mimořádných situací, se zaměřením na radiační ohrožení. Dále pak přiblížit postup jednotek IZS při zachraňování a odklizení následků u událostí s ozářenými osobami a radioaktivní kontaminací. V České republice se nachází dvě jaderné elektrárny a přesto, že legislativa i SÚJB upravují podmínky na našem území při zacházení s radioaktivními agens, tak, aby byla bezpečnost na nejvyšší úrovni, přesto možnost nebezpečí radioaktivního ohrožení není zcela zanedbatelné. Touto prací bylo z historických zdrojů pojednáváno o objevení ionizujícího záření, jeho využití a následnému objevení umělé štěpné reakce. Ta vedla ke vzniku první atomové bomby, čímž lidstvo zjistilo, že nukleární zbraně představují nejnebezpečnější věc, jaká kdy byla vyrobena, ale i použita v boji. Strašlivé následky vedly k ustanovení zákonů, předpisů a dohod zabývajících se mírovým využitím jaderné energie. V jaderných elektrárnách a zařízeních s využitím jaderné energie přes všechna opatření, bezpečnostní předpisy a nařízení však často v minulosti docházelo k technickým chybám či selhání lidského faktoru. V bakalářské práci bylo poukázáno na chyby a dopady havárií a jejich strašlivé následky pro budoucí generace a infrastrukturu.

Vývoj ochranných opatření, ochrany obyvatelstva a bezpečnostních předpisů prošel určitým vývojem. Velkolepé stavění krytů pro ukrytí obyvatelstva, přes nacvičování evakuace z budov na shromaždiště při zvucích varovných signálů, používání a údržbu ochranných masek, které udržovaly mezi obyvateli stále povědomí o možnosti mimořádných událostí a o postupech v jejich případě. Se skončením hrozby použití atomových zbraní vymizelo toto ohrožení ze všedního života a jen málokdo se v této době pozastaví nad zvukem sirén. Přesto složky IZS a jejich profesionální příprava zahrnují všechna možná nebezpečí a připravují se na havárie rozličných typů. V případě radiačního ohrožení byly v bakalářské práci popsány postupy a jejich specifika spočívající v možnosti kontaminace radiačním agens. Informovanost obyvatel, jejich samotný zájem o danou problematiku, možnostech ochrany a úkrytů v jejich okolí a také seznámení se s havarijními plány a postupy složek IZS by zajisté mohly vést k hladšímu a bezproblémovějšímu postupu v případě radiačního ohrožení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARMYTCCC. *TŘÍDĚNÍ ZRANĚNÝCH "START"*[online]. © 2012. Dostupné z : [https://armytccc.webnode.cz/tactical-combat-casualty-care/trideni-zranenych-/](https://armytccc.webnode.cz/tactical-combat-casualty-care/trideni-zranenych/)

BENNETT Burton, REPACHOLI Michael a CARR Zhanat. *Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes: report of the UN Chernobyl Forum Expert Group "Health"*. Geneva: World Health Organization, 2006. ISBN 9241594179.

BREHOVSKÁ, Lenka. *Evakuace ze zón havarijního plánování v závislosti na diferenciaci populace*. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2016. ISBN 978-80-7422-466-9.

Centrum strategických studií. *Špinavá bomba – perspektivní zbraň teroristů*. [online]. 2003. ISSN: 1803-8468 Dostupné z: <http://www.revuepolitika.cz/clanky/867/spinava-bomba-perspektivnizbran-teroristu>

Česká lékařská společnost J.E. Purkyně Společnosti urgentní medicíny a medicíny katastrof. *Doporučený postup č. 18 Hromadné postižení zdraví – postup řešení zdravotnickou záchrannou službou v terénu*. [online]. Říjen 2011. Dostupné z: https://urgmed.cz/postupy/2011_HPZ.pdf

DVOŘÁK Tomáš, ŠKOPEK Milan. Hasičský záchranný sbor Plzeňského kraje ÚO Plzeň. *Výcvik špinavá bomba*. Soubor typových činností STČ 01/IZS z roku 2015.

Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje. *Pojmy a definice krizového řízení*. [online]. 2018. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-ke-stazeni-ff.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d>

LINHART, Petr. *Některé otázky ochrany obyvatelstva*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2006. ISBN 80-7040-854-5.

MARTÍNEK, Bohumír. *Ochrana člověka za mimořádných událostí: příručka pro učitele základních a středních škol*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 80-86640-08-6.

MATOUŠEK, Jiří, ÖSTERREICHER Jan a LINHART Petr. *CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-029-6.

MUCHA, Josef a ERTLOVÁ Františka. *Přednemocniční neodkladná péče*. Vyd. 2. přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-379-1.

YAMASHITA,S. *Comprehensive Health Risk Management after the Fukushima Nuclear Power Plant Accident*. Clinical Oncology, 28(2016) 255-262. Nuclear Security – Measures to Protect against Nuclear Terrorism. Report by the Director General, IAEA. [online]. Vienna, 2006. Dostupné z: <http://www.clinicaloncologyonline.net/action/doSearch?journalCode=yclon&occurrences=all&searchText=Report+by+the+Director+General&searchType=quick&searchScope=fullSite&sortBy=date&dateYear1field=custom&dateYearRange1field=20002009&selectedSType=range-2000-2009&filterModify=true>

ÖSTERREICHER, Jan. *CBRN assessments*. Brno: Univerzita obrany, 2007. ISBN 978-80-7231-316-7.

PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3.

POKORNÝ, Jiří. *Urgentní medicína*. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-259-5.

PROUZA, Zdeněk a ŠVEC Jiří. *Zásahy při radiační mimořádné události*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-046-3.

SABOL Jozef, NAVRÁTIL Leoš, ŠESTÁK Bedřich. *Hrozba radiologického terorismu a jeho možné důsledky*. Konference AWHP 2011.

SKALSKÁ Květoslava, HANUŠKA Zdeněk a DUBSKÝ Milan. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana: modul I*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-36-5.

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha, 2000. ISBN 80-238-3703-6.

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Zóna havarijního plánování ČEZ, a.s. Jaderná elektrárna Temelín*. 2005. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/platit-za-zonu-havarijního-planovani/>.

ŠENOVSÝ, Michal, ADAMEC Vilém a HANUŠKA Zdeněk. *Integrovaný záchranný systém*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN:978-80-7385-007-4.

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

URBAN Iason. Generální ředitelství HZS - Institut ochrany obyvatelstva. *Radiační ochrana*. Lázně Bohdaneč. 2003.

VYMĚTAL, Štěpán. *Krizová komunikace a komunikace rizika*. Praha: Grada, 2009. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2510-9.

SOUČEK Vladimír, STAŇOVÁ Eva, MACHOVÁ Nicole, VANGELI Benedikt. Výbor pro civilní nouzové plánování. Katalogový soubor - *Typová činnost složek IZS při společném zásahu u mimořádné události s velkým počtem raněných a obětí*. 2008.

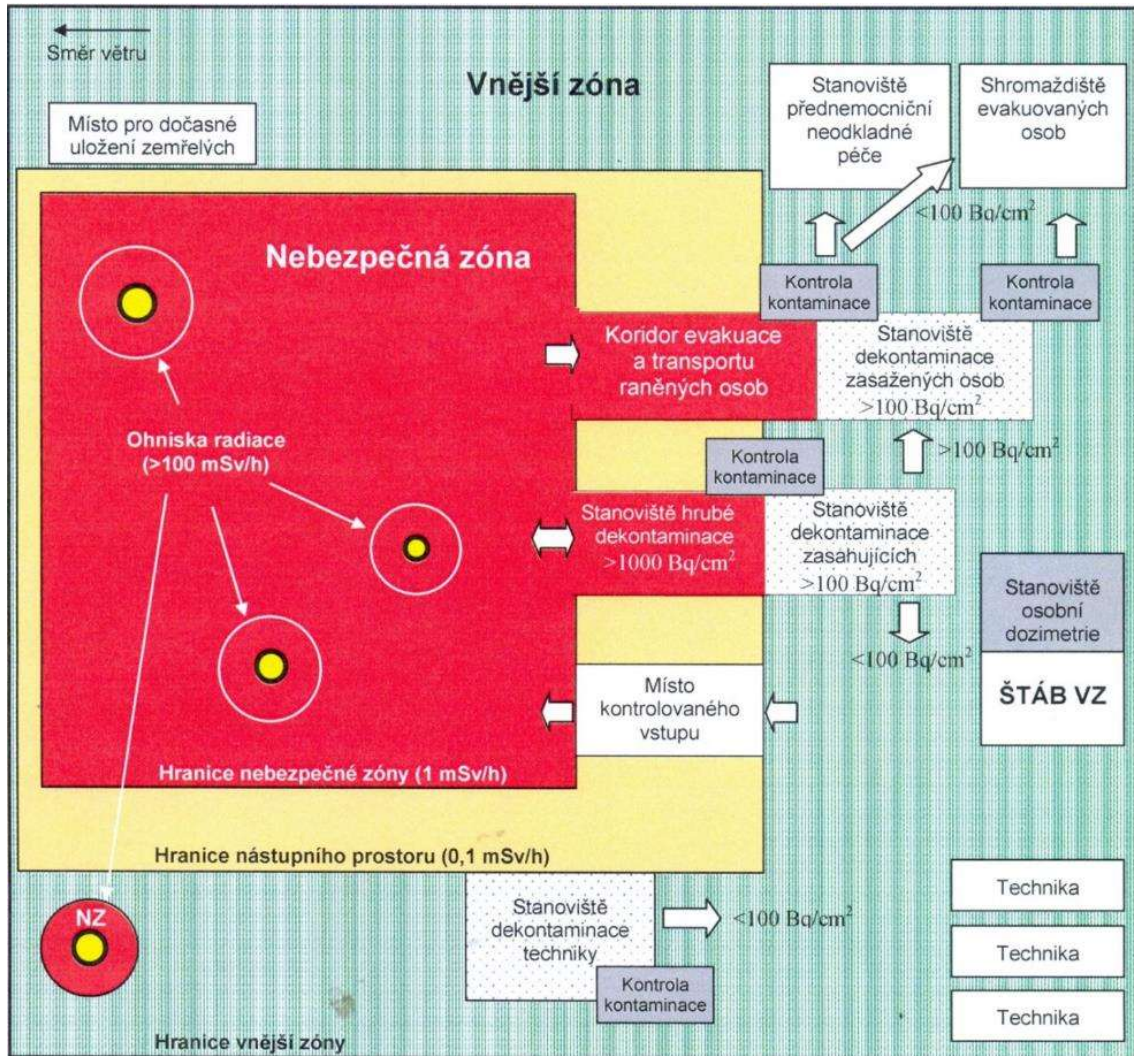
Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému

ŽEMLIČKA, Zdeněk. *Požární taktika. Činnost jednotky PO při zásahu s přítomností nebezpečných látek*. [online], 2008, ISBN: 80-86111-89-X, 2. aktualizované vydání. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/odborna-priprava-konspekty-odborne-pripravy-2-02-mimoradna-udalost-s-pritomnosti-nebezpecne-latky-doc.aspx>

PŘÍLOHY

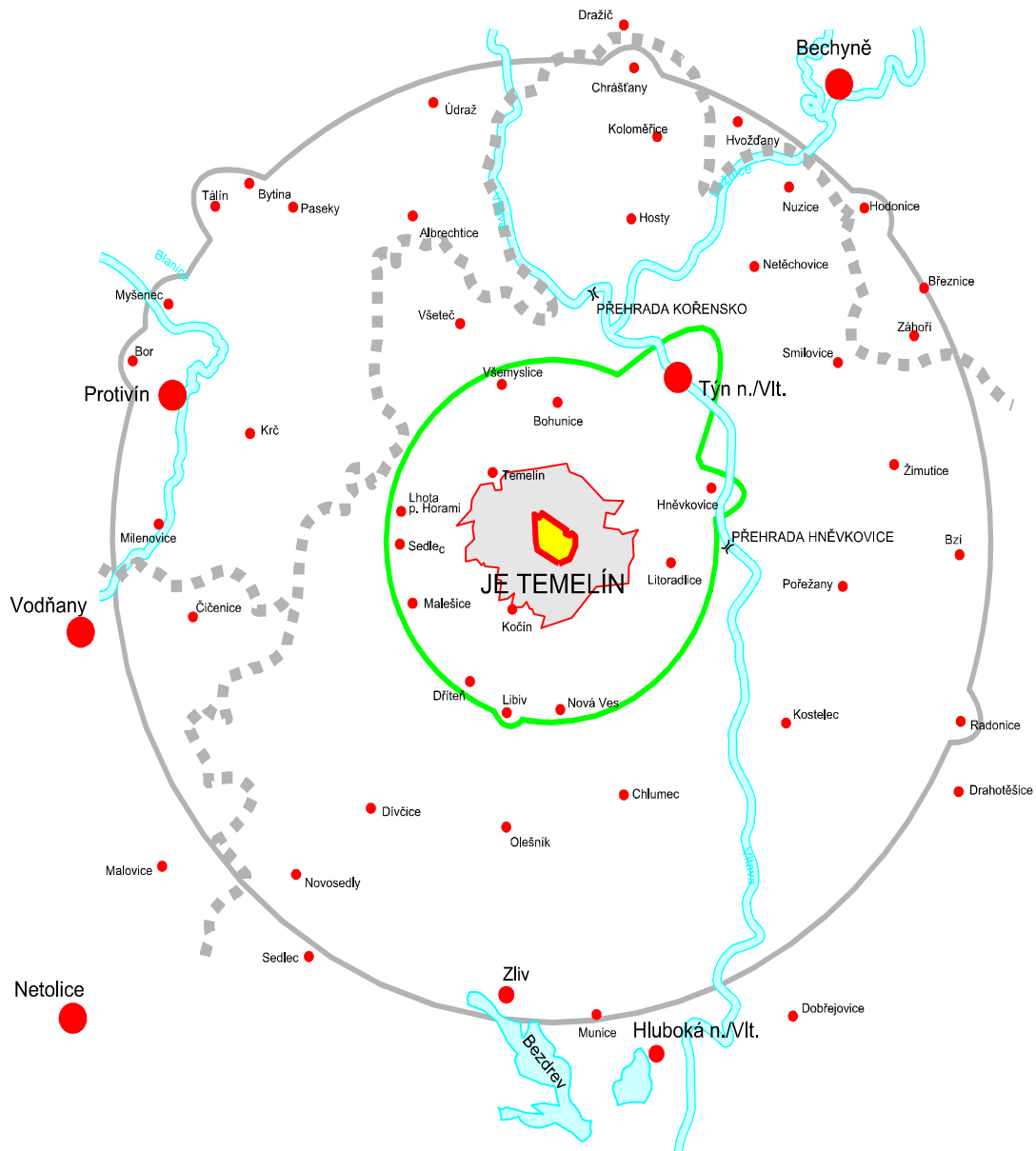
Příloha A – Nákres havarijního plánu.....	I
Příloha B – Zóna havarijního plánování Temelín.....	II
Příloha C –Zóna havarijního plánování Dukovany.....	III
Příloha D –Metoda třídění S.T.A.R.T.....	IV
Příloha E –Rešeršní protokol.....	V

Příloha A – Nákres havarijního plánu



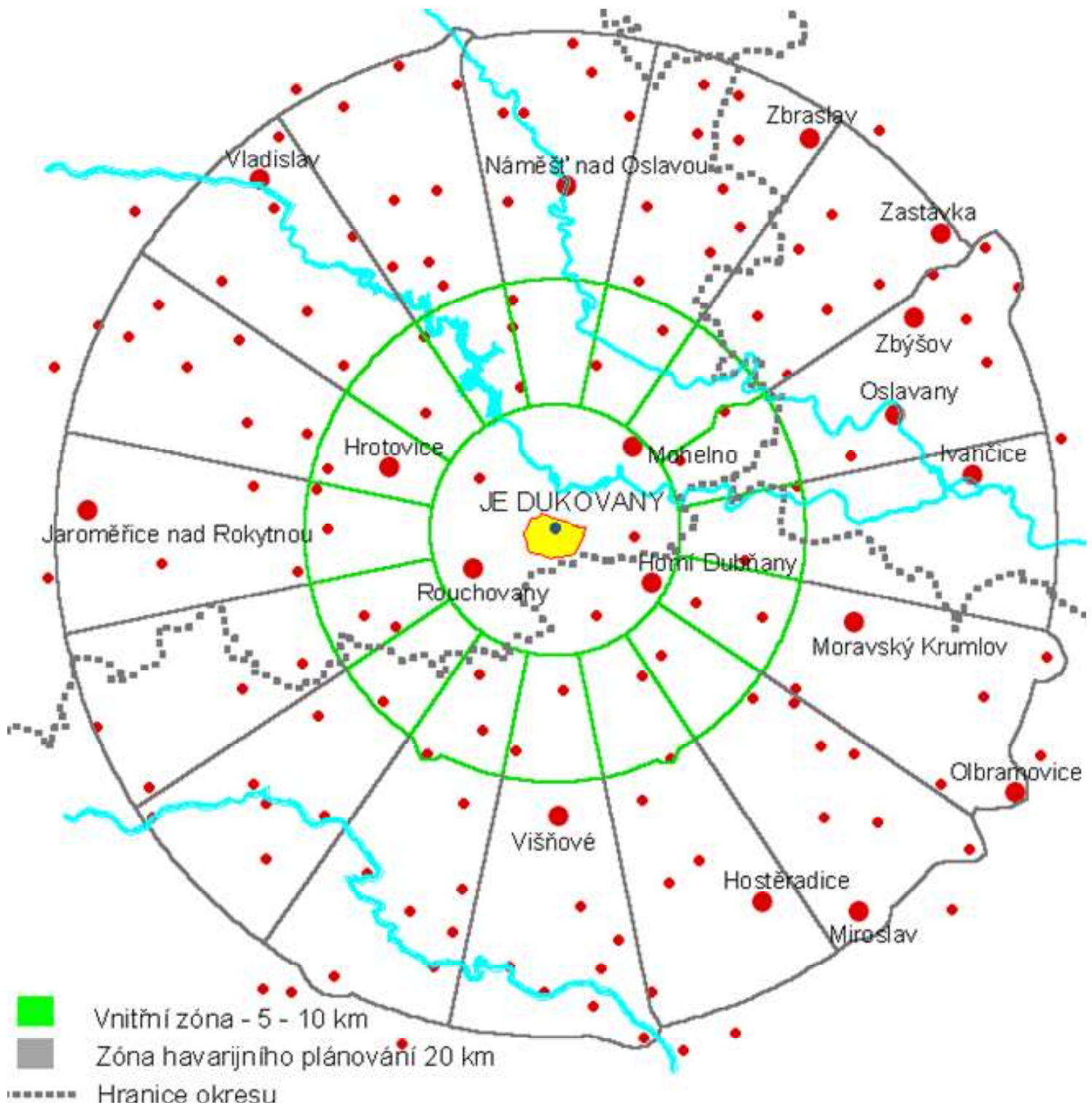
zdroj: DVOŘÁK a kol., 2015, str. 6

Příloha B – Zóna havarijního plánování Temelín

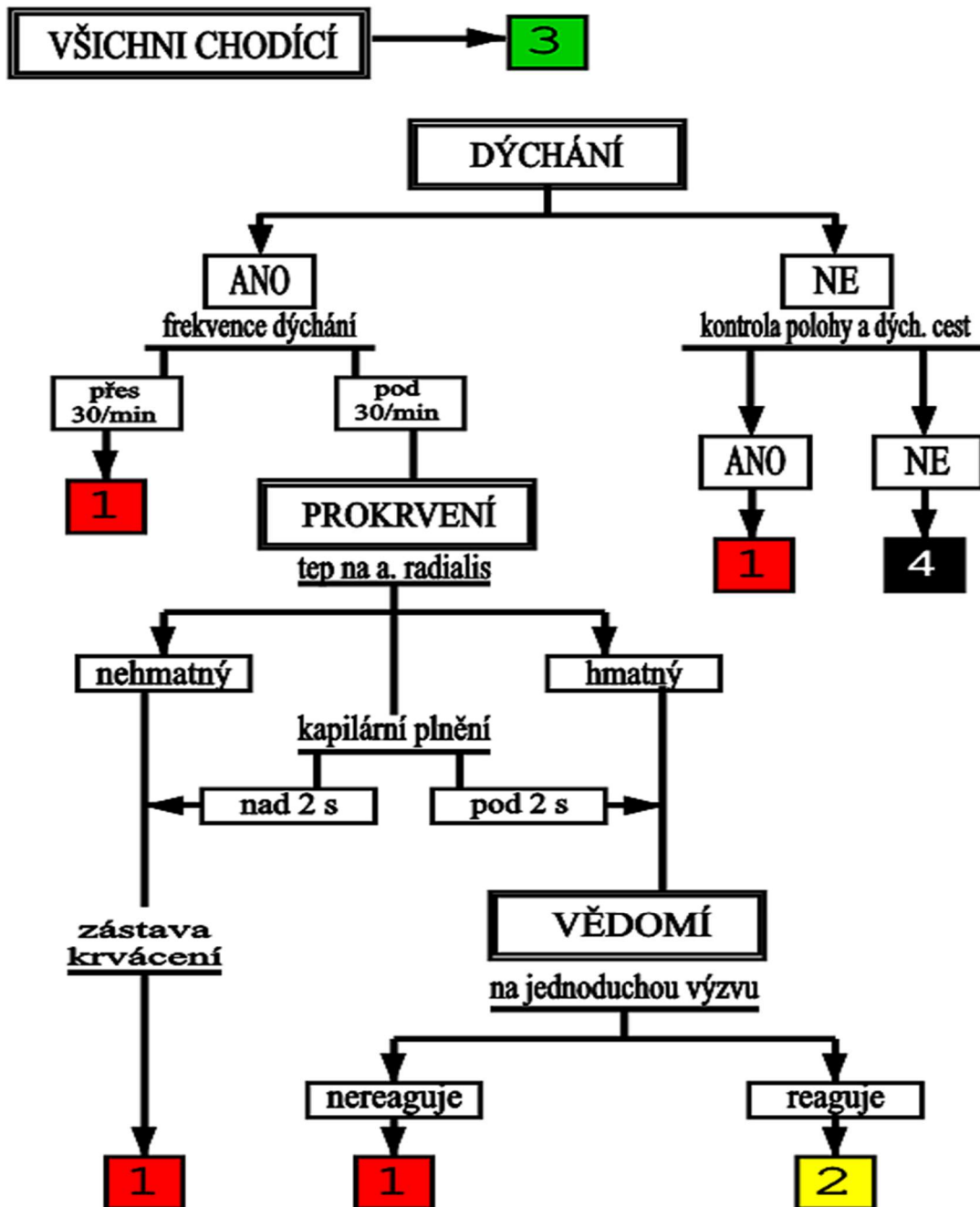


zdroj: www.sujb.cz, 2005

Příloha C – Zóna havarijního plánování Dukovany



zdroj:URBAN, 2003, str. 68



zdroj: www.armytc.cz, © 2012

PRŮVODNÍ LIST K REŠERŠI

Jméno: Jana Podolková, DiS.

Název práce: Hromadné neštěstí v oblasti radiačního ohrožení z hlediska IZS

Jazykové vymezení:

Čeština

Rešeršní strategie

je kombinací různých způsobů hledání - neváže se pouze na klíčová slova, klíčová slova(= deskriptory MeSH) u jednotlivých citací naleznete v kolonce „DE“

Časové vymezení: bez časového vymezení

Druhy dokumentů:

v záznamech viz pole „PT“, popř. „RT“)

KNIHY (=monografie), sborníky, ČLÁNKY, popř. kapitoly knih či články ze sborníků, abstrakta

Počet záznamů:

číslo poslední citace je počet záznamů v souboru, každý soubor má vlastní číselnou řadu tuzemské zdroje - (KNIHY A ČLÁNKY jsou vždy ve vlastním souboru)

Základní prameny:

Katalogy knihoven systému Medvik – knihy (=monografie)

Bibliographia medica Českoslovacca (BMČ – články)

Theses - registr vysokoškolských kvalifikačních prací

