

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Kateřina Truchlá

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

RADIAČNÍ UDÁLOSTI A PŘIPRAVENOST INTEGROVANÉHO
ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU NA JEJICH ŘEŠENÍ V PODMÍNKÁCH
ČESKÉ REPUBLIKY

Kateřina TRUHLÁ

Bakalářská práce

2016

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Truchlá**
Osobní číslo: **Z13174**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**
Název tématu: **Radiační události a připravenost Integrovaného záchranného systému na jejich řešení v podmínkách České republiky**
Zadávací katedra: **Katedra klinických oborů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 35 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. BARTLOVÁ, Ivana. Prevence a připravenost na závažné havárie. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4.
2. MIKA, Otakar J. a Lubomír POLÍVKA. Radiační a chemické havárie. 1. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-321-5.
3. PROUZA, Zdeněk a Jiří ŠVEC. Zásahy při radiační mimořádné události. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-046-3.
4. ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. Integrovaný záchranný systém. 2. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-007-4.
5. WAGNER, Vladimír. Fukušima I poté. 1. vyd. Praha: Novela bohemia, 2015. ISBN 978-80-8768-345-3.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Lenka Zárybnická, Ph.D.**
Univerzita obrany Hradec Králové

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2016**


prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.
děkan

L.S.


Mgr. Jan Pospíchal
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. února 2016

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 9. května 2016

Kateřina Truchlá

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí bakalářské práce kpt. Mgr. Lence Zárybnické, Ph.D., npor. Mgr. Martinu Horskému a Mgr. Anežce Šestákové za pozornost, cenné rady, trpělivost, ochotu a metodické vedení, které mé práci věnovali.

ANOTACE

V práci je hlavní pozornost věnována připravenosti Integrovaného záchranného systému a orgánů státní správy České republiky na řešení radiační události typu havárie jaderné elektrárny na území České republiky. Stěžejní část práce tvoří výběr a porovnání radiační mimořádné události havárie japonské jaderné elektrárny Fukušima I v roce 2011 a simulovaného cvičení „Zóna 2015“ v jaderné elektrárně Temelín. V závěru práce je provedeno zhodnocení základních postupů Integrovaného záchranného systému a havarijní připravenosti při odezvě na radiační havárii.

Snížení rizika vzniku radiačních havárií na nejmenší možnou úroveň závisí na prevenci a bezpečnostních opatřeních. Mezi nezbytné předpoklady úspěšného řešení radiační mimořádné události patří vzájemná informovanost a kvalitní spolupráce provozovatele jaderné elektrárny spolu se složkami Integrovaného záchranného systému, státem a civilním obyvatelstvem. Návik radiační mimořádné situace vycházející z reálných podkladů a zkušeností řešení jaderné havárie ve Fukušimě I je nezbytný pro vytvoření bezpečnostních prvků a postupů pro ochranu jaderných elektráren.

KLÍČOVÁ SLOVA

radiační havárie, integrovaný záchranný systém České republiky, jaderná elektrárna, evakuace, ochranná opatření, jaderný reaktor.

TITLE

Radiation events and readiness of the Integrated Rescue System for their solutions in conditions of the Czech Republic

ANNOTATION

In the work, the main attention is given to the readiness of the integrated rescue system and the State administration authorities of the Czech Republic while dealing with a radiation event typical for a nuclear power plant accident, on the territory of the Czech Republic. The central part of the work consists of selection and comparison of a radiation accident in the Japanese nuclear power plant in Fukushima in the year 2011 and the simulated exercise "Zone 2015" in the nuclear power plant Temelin. The evaluation of the basic procedures of the integrated rescue system and the emergency readiness in response to a radiation accident is given in the conclusion of the work.

Reduction of the risks of radiation accidents to the minimum possible level depends on prevention and safety measures. Included among the prerequisites for the successful solution of the radiation emergencies are mutual awareness and quality of cooperation of the nuclear power plant operator together with the integrated rescue system, government and the civilian population. Rehearsal of nuclear emergencies resulting from real experience and solutions gained in the Fukushima nuclear disaster is essential for the creation of security features and procedures for the protection of nuclear power plants.

KEYWORDS

radiation accident, Integrated Rescue System of the Czech Republic, nuclear power plant evacuation, safeguards, nuclear reactor.

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK	11
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD.....	14
CÍL PRÁCE	16
TEORETICKÁ ČÁST	17
1 LEGISLATIVNÍ NORMY EVROPSKÉ UNIE A ČESKÉ REPULIKY	17
2 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE	21
2.1 Termíny z oblasti radiační ochrany	21
2.2 Termíny integrovaného záchranného systému	22
3 MEZINÁRODNÍ STUPNICE HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI JADERNÝCH UDÁLOSTÍ	24
4 STÁTNÍ SPRÁVA ČESKÉ REPUBLIKY V OBLASTI RADIAČNÍ OCHRANY	30
4.1 Státní úřad pro jadernou bezpečnost.....	30
4.2 Státní ústav radiační ochrany	31
4.3 Státní úřad jaderné, chemické a biologické ochrany	31
5 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM ČR PŘI ŘEŠENÍ RADIAČNÍCH HAVARIÍ	32
5.1 Struktura IZS	32
5.2 Vyhlášení poplachu IZS.....	33
5.3 Typová činnost IZS.....	35
5.3.1 Úkoly hasičského záchranného sboru	38
5.3.2 Úkoly a činnosti Policie České republiky	40
5.3.3 Úkoly a činnosti Zdravotnické záchranné služby	41
5.3.4 Úkoly a činnost Státního úřadu pro jadernou bezpečnost	43
5.3.5 Úkoly a činnost Armády České republiky	44
5.3.6 Úkoly Celní správy ČR	44
6 OCHRANNÁ OPATŘENÍ NÁSLEDUJÍCÍ PO RMU	46
6.1 Neodkladná opatření.....	46

6.1.1	Vyrozumění a varování po vzniku RMU	46
6.1.2	Ukrytí	47
6.1.3	Jodová profylaxe	50
6.1.4	Evakuace	50
6.2	Následná opatření	51
6.2.1	Regulace potravních řetězců, veterinární a zemědělská opatření	51
6.3	Monitorování radiální situace	52
6.4	Možná rizika při zásahu integrovaného záchranného systému	53
	PRAKTICKÁ ČÁST	54
7	RADIAČNÍ HAVÁRIE V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ FUKUŠIMA I V ROCE 2011	54
7.1	Popis Jaderné elektrárny Fukušima I	54
7.2	Lokalita	55
7.3	Rozvoj RMU v JE Fukušima I	56
7.4	Přijatá opatření v Evropských zemích po havárii ve Fukušimě I	61
8	SIMULOVANÉ CVIČENÍ RADIAČNÍ HAVÁRIE V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN „ZÓNA 2015“	62
8.1	Popis jaderné elektrárny (JE) Temelín	62
8.2	Lokalita	62
8.3	Cvičení „Zóna 2015“	64
9	POROVNÁNÍ RMU V JE FUKUŠIMA I SE CVIČENÍM „ZÓNA 2015“	69
9.1	Výběr kritérií	70
9.2	Hodnocení jednotlivých kritérií	73
	ZÁVĚR	84
	LITERATURA	87
	PŘÍLOHY	93

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Základní struktura stupnice	26
Obrázek 2 Mezinárodní stupnice pro hodnocení závažnosti událostí podle stupně a typu události s příkladem v jaderných zařízeních	29
Obrázek 3 Zastoupení jednotlivých složek IZS	33
Obrázek 4 Vývoj mimořádné události a stupně poplachu	35
Obrázek 5 Možné členění místa zásahu	37
Obrázek 6 Grafické znázornění signálu „Všeobecná výstraha“	47
Obrázek 7 Průnik záření různými druhy materiálů	48
Obrázek 8 Dávkování jódové profylaxe	50
Obrázek 9 Pokles tepelného výkonu pro dva typy varných reaktorů v elektrárně Fukušima I	57
Obrázek 10 Schematické znázornění zóny havarijního plánování JE Temelín	63
Obrázek 11 Trasy mobilních skupin, a rozdělení sektorů	67
Obrázek 12 Mapa se směrem úniku radioaktivních látek od.....	67
Tabulka 1 Koeficient zeslabení [K_z] záření gama v různých objektech	49
Tabulka 2 Koeficient zeslabení [K_z] pronikavé radiace v úkrytech	49
Tabulka 3 Popis jednotlivých reaktorů ve Fukušimě I.....	55
Tabulka 4 Přehled jednotlivých reaktorů v JE Temelín	62
Tabulka 5 Porovnání RMU v JE Fukušima I se cvičením ZÓNA 2015	71

SEZNAM ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
ČEZ ETE	České Energetické Závody elektrárny Temelín
ČHMU	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EK	Evropská komise
ENSREG	Skupina Evropských dozorných orgánů pro jadernou bezpečnost
ETE	Elektrárna Temelín
EU/ES	Evropská unie a evropské společenství
GŘ HZS	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru
GŘC	Generální ředitelství cel
HZS	Hasičský záchranný sbor
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
INES	Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí
IZS	Integrovaný záchranný systém
JČ	Jihočeský kraj
JE	Jaderná elektrárna
JPO	Jednotky požární ochrany
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
KŠ	Krizový štáb
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
OECD/NEA	Agentura pro jadernou energii při organizaci pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OPIS	Operační a informační středisko
PČR	Policie České republiky
PNP	Přednemocniční neodkladná péče
RMH	Radiační mimořádná havárie

RMS	Radiační monitorovací síť
SRN	Spolková republika Německo
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
SVÚ	Státní veterinární ústav
SVZ	Síť včasného zjišťování
SZPI	Státní potravinářská a zemědělská inspekce
ÚKŠ	Ústřední krizový štáb
ÚSÚ	Ústřední správní úřady
ZIZ	Zdroje ionizujícího záření
ZOS	Zdravotnické operační středisko
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

ÚVOD

Výstavba jaderných elektráren je garantována vysokým stupněm technické náročnosti na všechny komponenty elektrárny, které se podílejí na výrobním procesu, ale i technologiích, které mají na starosti bezpečnost jaderného zařízení. Využití jaderného rozpadu je doprovázeno radioaktivním zářením a právě z tohoto důvodu jsou na oblast bezpečnosti kladeny vysoké nároky. V oblasti jaderné energetiky vznikly v minulosti menší, ale i větší nehody. Po havárii dne 26. dubna 1986 v ukrajinském Černobylu si celý svět myslel, že nikdy už k takové havárii nedojde. Přijatá opatření se začala zabývat zejména bezpečným provozem jaderných zařízení, havarijní připraveností, nakládáním s radioaktivním odpadem, vyhořelým palivem a odpovědností za škody způsobené nehodami a jejich kompenzací pro obyvatelstvo nebo dopady na životní prostředí.

Dne 11. března 2011 vlivem přírodní katastrofy dochází k další těžké havárii jaderné elektrárny v japonské Fukušimě I. Následky nehod s únikem radioaktivity do okolí jsou dlouhodobé, rozsáhlé a vždy mají dopad na obyvatelstvo zasažených oblastí nacházejících se v zóně havarijního plánování kolem elektrárny nebo jiných částech zasaženého území. Tato havárie odstartovala další vlnu diskuse jak odpůrců jaderné energie, tak odborníků, kteří hledali příčiny havárie. Hlavním důvodem bylo celou havárii velice podrobně popsat, vyšetřit a následně z chyb přijmout celosvětově nové změny v jaderné bezpečnosti. Na základě skutečností vydala mezinárodní jaderná instituce řadu doporučení a závěrů. Jedním z hlavních závěrů bylo provedení zátěžových testů a komplexních hodnocení jaderné bezpečnosti u všech jaderných zařízení z pohledu extrémních vlivů, které mohou zapříčinit ztrátu elektrického napětí a následně úplnou ztrátu chlazení reaktoru.

Zátěžové testy v České republice (ČR) byly provedeny na základě nařízení Evropské komise (EK) a zaměřily se na obě jaderné elektrárny Dukovany a Temelín. Zátěžové zkoušky měly posoudit odolnost stávajících projektů v podobných extrémních situacích a zjistit možná rizika.

Tématem bakalářské práce jsou radiační události a připravenost Integrovaného záchranného systému (IZS) na jejich řešení v podmínkách ČR.

V teoretické části je výčet legislativních norem a základních definic týkajících se radiační ochrany a IZS, včetně mezinárodní stupnice hodnocení jaderných událostí. Zvláštní kapitola je věnovaná IZS ČR a jeho úkolům při řešení radiačních událostí.

Praktická část práce shrnuje příčiny vzniku a průběh řešení radiační mimořádné události (RMU), která nastala v důsledku havárie v jaderné elektrárně Fukušima I a dále průběh cvičení „Zóna 2015“, které simulovalo vznik radiační havárie v jaderné elektrárně Temelín. Na základě popisu vývoje situace, které v jednotlivých elektrárnách nastaly, je vybráno několik klíčových kritérií, která slouží k porovnání a zhodnocení průběhu RMU.

Teoretická část bakalářská práce vychází zejména z dostupné literatury zahrnující zejména právní normy ČR v oblasti jaderné energetiky. Základními dokumenty pro zpracování praktické části jsou Zpráva z vyšetřování příčin havárie JE Fukušima I, Zpráva o výsledcích zátěžových testů, které jsou popsány v Závěrečné zprávě ZT ETE jaderné elektrárny Temelín, Národní zprávy ČR k havarijní připravenosti a odezvě a Po fukušimský Národní Akční Plán na posílení jaderné bezpečnosti jaderných zařízení v ČR, které zveřejnil Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

Použité metody v mé práci se budou opírat především o syntézu, porovnání a dedukci.

CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zhodnocení havárie v JE Fukušima I a simulovaného cvičení „Zóna 2015“ v JE Temelín a to s ohledem na příčiny, průběh a následky těchto havárií. Na základě popisu skutečné a simulované jaderné havárie vybrat rozhodující kritéria, která mají na řešení RMU zásadní vliv, a posoudit připravenost složek IZS v rámci ČR.

TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVNÍ NORMY EVROPSKÉ UNIE A ČESKÉ REPUBLIKY

V ČR zodpovídá za přípravu legislativních norem v oblasti jaderné energie Státní úřad pro SÚJB a Státní ústav radiační ochrany (SÚRO).

Od roku 2002 v platnost vstoupily nové právní předpisy mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření s cílem sladit právo ČR s právem Evropské unie a Evropského společenství (EU/ES). Bylo zavedeno "evropské" právo do našeho právního řádu. Vstoupil v platnost zákon č. 13/2002 Sb., kterým byl doplněn a změněn zákon č. 18/1997 Sb., atomový zákon. (1). Níže uvedené legislativní normy.

ZÁKONY

- | | |
|-------------------------------|---|
| <i>Zákon č. 18/1997 Sb.,</i> | o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění |
| <i>Zákon č. 19/1997 Sb.,</i> | o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a o změně a doplnění zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 140/1961 Sb., trestní zákon, ve znění pozdějších předpisů, v platném znění |
| <i>Zákon č. 281/2002 Sb.,</i> | o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o změně živnostenského zákona, v platném znění |

VYHLÁŠKY SÚJB

Vyhlášky provádějící zákon č. 18/1997 Sb.

- Vyhláška č. 144/1997 Sb.*, o fyzické ochraně jaderných materiálů a jaderných zařízení a o jejich zařazování do jednotlivých kategorií.
- Vyhláška č. 146/1997 Sb.*, stanovující činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob ověřování zvláštní odborné způsobilosti a udělování oprávnění vybraným pracovníkům a způsob provedení schvalované dokumentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků
- Vyhláška č. 215/1997 Sb.*, o kritériích na umístění jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření.
- Vyhláška č. 106/1998 Sb.*, zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany jaderných zařízení při jejich uvádění do provozu a při jejich provozu.
- Vyhláška č. 195/1999 Sb.*, o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti.
- Vyhláška č. 324/1999 Sb.*, kterou se stanoví limity koncentrace a množství jaderného materiálu, na který se nevztahují ustanovení o jaderných škodách.
- Vyhláška č. 307/2002 Sb.*, o radiační ochraně.
- Vyhláška č. 317/2002 Sb.*, o typovém schvalování obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání jaderných materiálů a radioaktivních látek, o typovém schvalování zdrojů ionizujícího záření a o přepravě jaderných materiálů a určených radioaktivních látek (o typovém schvalování a přepravě).

<i>Vyhláška č. 318/2002 Sb.,</i>	o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu.
<i>Vyhláška č. 319/2002 Sb.,</i>	o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě.
<i>Vyhláška č. 419/2002 Sb.,</i>	o osobních radiačních průkazech.
<i>Vyhláška č. 185/2003 Sb.,</i>	o vyřazování jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie z provozu.
<i>Vyhláška č. 193/2005 Sb.,</i>	o stanovení seznamu teoretických a praktických oblastí, které tvoří obsah vzdělání a přípravy vyžadovaných v České republice pro výkon regulovaných činností náležejících do působnosti Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.
<i>Vyhláška č. 309/2005 Sb.,</i>	o zajišťování technické bezpečnosti vybraných zařízení.
<i>Vyhláška č. 462/2005 Sb.,</i>	o distribuci a sběru detektorů k vyhledávání staveb s vyšší úrovní ozáření z přírodních radionuklidů a stanovení podmínek pro poskytnutí dotace ze státního rozpočtu.
<i>Vyhláška č. 132/2008 Sb.,</i>	o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd.
<i>Vyhláška č. 165/2009 Sb.,</i>	o stanovení seznamu vybraných položek v jaderné oblasti.
<i>Vyhláška č. 166/2009 Sb.,</i>	o stanovení seznamu položek dvojího použití v jaderné oblasti.
<i>Vyhláška č. 213/2010 Sb.,</i>	o evidenci a kontrole jaderných materiálů a oznamování údajů požadovaných předpisy Evropských společenství.

Vyhláška provádějící zákon č. 19/1997 Sb.

<i>Vyhláška č. 208/2008 Sb.,</i>	kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní.
----------------------------------	--

Vyhláška provádějící zákon č. 281/2002 Sb.

<i>Vyhláška č. 474/2002 Sb.,</i>	o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o změně živnostenského zákona.
----------------------------------	---

Mimo výše uvedených právních předpisů existuje řada dalších metodických pokynů, které vydává Ministerstvo životního prostředí ve svém Věstníku. Tyto metodické pokyny nejsou právně závazné, ale mají charakter doporučující např. Prevence závažných havárií (2).

2 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

Pochopení a správné zařazení základních pojmů je klíčové pro vytváření zákonů, krizových plánů nebo metodických pomůcek. Definice některých pojmů se však mezi sebou mohou lišit s ohledem na to, v jaké odborné oblasti je termín používán.

2.1 Termíny z oblasti radiační ochrany

Základní pojmy radiační ochrany jsou definovány ve vyhlášce č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.

Monitorování je cílené měření veličin charakterizujících ozáření, pole záření nebo radionuklidy a hodnocení výsledků těchto měření pro účely usměrňování ozáření (3).

Osobní dávka je souhrnné označení pro veličiny charakterizující míru zevního i vnitřního ozáření jednotlivé osoby, zejména efektivní dávku, úvazek efektivní dávky a ekvivalentní dávky v jednotlivých orgánech nebo tkáních; osobní dávky se měří osobními dozimetry (3).

Vnitřní ozáření je ozáření osoby ionizujícím zářením z radionuklidů vyskytujících se v těle této osoby, zpravidla jako důsledek příjmu radionuklidů požitím nebo vdechnutím (3).

Zevní ozáření je ozáření osoby ionizujícím zářením ze zdrojů ionizujícího záření, které se nachází mimo něj (3).

Zneškodnění radioaktivních odpadů je umístění radioaktivních odpadů na úložiště nebo na určité místo bez úmyslu je znovu použít; zneškodňování zahrnuje rovněž oprávněné uvolnění radioaktivního odpadu přímo do životního prostředí a jeho následný rozptyl (3).

Následné pojmy vystihuje nejlépe zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.

Havarijní připravenost je schopnost plnit opatření stanovená havarijními plány při vzniku radiační mimořádné situace (4).

Jaderná bezpečnost je stav, kde osoby obsluhující jaderné zařízení zabraňují nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí (4).

Radiační havárie je radiační nehoda, kde je nutno přijmout opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí. Důsledky radiačních nehod se omezují na prostory pracoviště se zdroji ionizujícího záření, radiační havárie pak ovlivňují jeho okolí zejména ochranou před únikem radioaktivních látek do životního prostředí (5).

Radiační mimořádná situace je situace, která následuje po radiační havárii nebo po takové radiační nehodě, při které dojde ke zjištění zvýšené úrovně radioaktivity nebo ozáření. Při vzniku takové situace, je nutné přijmout naléhavá opatření na ochranu fyzických osob (4).

Radiační nehoda je událost, která má za následek nepřípustné uvolnění radioaktivních látek, ionizujícího záření a ozáření osob (4).

Radiační ochrana je systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí (4).

2.2 Termíny integrovaného záchranného systému

Definice pojmů IZS a likvidace radiačních událostí jsou v zákoně č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů:

Havarijní plánování je ucelený soubor opatření, které vytváří havarijní připravenost jednotlivého regionu (oblasti, okresu, obce) nebo subjektu k řešení mimořádných událostí, které mohou vzniknout v důsledku technických nebo technologických havárií, ale i působením přírodních živlů (6).

Integrovaný záchranný systém je koordinovaný postup všech složek při mimořádné události a při realizaci záchranných a likvidačních prací (7).

Krizové plánování je ucelený soubor postupů, metod a opatření, které věcně příslušné orgány a určené subjekty užívají při předcházení, přípravě a odezvě na činnosti v krizových situacích (8).

Likvidační práce jsou činnosti, které odstraňují následky způsobené mimořádnou událostí (7).

Mimořádná událost je škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy nebo haváriemi, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují realizaci záchranných a likvidačních prací (7).

Ochrana obyvatelstva je plnění úkolů spojených s civilní ochranou k zabezpečení ochrany života, zdraví a majetku. Zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva (7).

Operační a informační střediska IZS jsou kontaktními místy pro příjem žádosti v případě poskytnutí pomoci (9).

Typová činnost složek IZS při společném zásahu jsou doporučující postupy složek IZS při záchranných a likvidačních pracích na jednotlivé druhy mimořádné události, na kterou navazují interní předpisy jednotlivých složek IZS (8).

Záchranné práce jsou činnosti k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, které vedou k přerušení jejich příčin (7).

3 MEZINÁRODNÍ STUPNICE HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI JADERNÝCH UDÁLOSTÍ

V současné době je k hodnocení závažnosti jaderných událostí užívána Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí - The International Nuclear Event Scale (INES), kterou využívá 60 zemí světa, včetně ČR.

Mezinárodní stupnice INES je určena k rychlé komunikaci a informování veřejnosti v terminologii, která je v souladu s bezpečnostním významem událostí hlášených na jaderných zařízeních. Stupnice usnadňuje vzájemné porozumění mezi jaderným společenstvím, sdělovacími prostředky a veřejností (10).

Stupnice byla vytvořena mezinárodní skupinou expertů společně s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (IAEA)¹ a Agenturou pro jadernou energii při Organizaci pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD/NEA)² (11).

Stupnice vychází ze zkušeností získaných z využívání podobných stupnic ve Francii, Japonsku a z navrhovaných stupnic v několika dalších zemích. Ze začátku byla stupnice zkušebně využívána ke klasifikaci událostí v jaderných elektrárnách. Později byla rozšířena a přizpůsobena, aby mohla být využívána ve všech jaderných průmyslech. Tato stupnice může být využívána při kterékoliv události spojené s radioaktivním materiálem či radiací (10).

¹ International Atomic Energy Agency (IAEA) je mezinárodní organizace, která dohlíží a stanovuje pravidla pro mírové využívání jaderné energie. Je rovněž orgánem zodpovědným za kontrolu dodržování Smlouvy o nešíření jaderných zbraní.

² Organisation for Economic Cooperation and Development / Nuclear Energy Agency (OECD/NEA) je mezivládní organizace 34 ekonomicky nejrozvinutějších států na světě, které přijaly principy demokracie a tržní ekonomiky. OECD vznikla v roce 1961 transformací Organizace pro evropskou hospodářskou spolupráci (OEEC), která byla původně zřízena roku 1948 k administraci poválečného Marshallova plánu. OECD koordinuje ekonomickou a sociálně-politickou spolupráci členských zemí, zprostředkovává nové investice, prosazuje liberalizaci mezinárodního obchodu. Cílem OECD je napomáhat k dalšímu ekonomickému rozvoji, potlačení nezaměstnanosti, stabilizaci a rozvoji mezinárodních finančních trhů

Dle INES lze závažnost jaderných událostí rozdělit na

- „vyšší stupeň“ (7-4) se označuje jako havárie,
- „nižší stupeň“ (3-1) se označuje jako nehoda, z toho stupeň 1 se nazývají anomálie,
- stupeň 0 se nazývají odchylky, které nemají žádný bezpečnostní význam
- a události, které vůbec nesouvisejí s bezpečností, jsou posuzovány jako události mimo stupnici (10).

Stupnice INES viz obrázek 1 definuje oblast dopadu jednotlivých stupňů událostí. Stupnice INES viz obrázek 2 uvádí k jednotlivým skupinám příklady událostí, které se skutečně udály.

	OBLAST DOPADU		
	DOPAD VNĚ ZAŘÍZENÍ	DOPAD UVNITŘ ZAŘÍZENÍ	DOPAD NA OCHRANU DO HLOUBY
7 VELMI TĚŽKÁ HAVÁRIE	Rozsáhlý únik: široce rozšířené dopady na zdraví a životní prostředí		
6 TĚŽKÁ HAVÁRIE	Závažný únik: pravděpodobné nasazení veškerých plánovaných protiopatření		
5 HAVÁRIE S RIZIKEM VNĚ ZAŘÍZENÍ	Omezený únik: pravděpodobné částečné nasazení plánovaných protiopatření	Vážné poškození aktivní zóny reaktoru/radiačních bariér	
4 HAVÁRIE BEZ VÁŽNĚJŠÍHO RIZIKA VNĚ ZAŘÍZENÍ	Menší únik: ozáření obyvatelstva řádově v povolených mezích	Významné poškození aktivní zóny reaktoru/radiačních bariér/smrtelné ozáření zaměstnanců	
3 VÁŽNÁ NEHODA	Velmi malý únik: Ozáření obyvatelstva zlomkem povolených limitů	Velké rozšíření kontaminace/akutní účinky na zdraví zaměstnanců	Téměř havarijní stav Nezůstaly žádné bezpečnostní bariéry
2 NEHODA		Významné rozšíření kontaminace/nadměrné ozáření zaměstnance	Nehoda s významným poškozením bezpečnostních opatření
1 ANOMÁLIE			Anomálie od schváleného provozního režimu
0 ODCHYLKA	Žádný bezpečnostní význam		

Obrázek 1 Základní struktura stupnice³

³ zdroj: IAEA a OECD/NEA. *Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí*. Praha: INES, 2011. 85 s. Překlad Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Uživatelská příručka INES.

Hodnotící stupeň	Popis typu události	Příklad
<p style="text-align: center;">7 VELMI TĚŽKÁ HAVÁRIE</p>	<p>Únik značné části radioaktivních materiálů z velkého zařízení (například z aktivní zóny energetického reaktoru) do okolí. Typicky obsahující směs radioaktivních štěpných produktů s dlouhými i krátkými poločasy rozpadu (s aktivitou přesahující desítky tisíc TBq ¹³¹I). Takový únik by vyústil do možnosti akutních zdravotních účinků; zpožděné zdravotní účinky v rozsáhlé oblasti s možností zasažení více než jedné země; dlouhodobé důsledky pro životní prostředí.</p>	<p>Černobyl, jaderná elektrárna, SSSR (nyní Ukrajina), 1986</p> <p>Fukušima I Daiiči, jaderná elektrárna, Japonsko, 2011</p>
<p style="text-align: center;">6 TĚŽKÁ HAVÁRIE</p>	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou tisíce až desítky tisíc TBq ¹³¹I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do plného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.</p>	<p>Kyštyr, přepracovatelský závod, SSSR (nyní v Ruské Federaci), 1957</p>
<p style="text-align: center;">5 HAVÁRIE S RIZIKEM VNĚ ZAŘÍZENÍ</p>	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou stovek až tisíců TBq ¹³¹I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do částečného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.</p> <p>Těžké poškození jaderného zařízení. Může to zahrnovat těžké poškození velké části aktivní zóny energetického reaktoru, velká havárie s kritičností, nebo velký požár či exploze uvolňující velké množství radioaktivity uvnitř zařízení.</p>	<p>Windscale Pile, Velká Británie, 1957</p> <p>Three Mile Island, jaderná elektrárna, USA, 1979</p>

<p style="text-align: center;">4 HAVÁRIE BEZ VÁŽNĚJŠÍHO RIZIKA VNĚ ZAŘÍZENÍ</p>	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu několika milisievertů. A S takovým rozsahem úniku by pravděpodobně obecně nebyly spojovány žádné vnější ochranné zásahy s výjimkou místní kontroly potravin. Významné poškození zařízení. Taková havárie může zahrnovat poškození vedoucí k velkým potížím uvnitř zařízení, jako je částečné tavení aktivní zóny v energetickém jaderném reaktoru a srovnatelné události v zařízeních bez reaktoru. Takové ozáření jednoho nebo více zaměstnanců, že je vysoká pravděpodobnost rychlého úmrtí.</p>	<p>Windscale Pile, přepřacovatelský závod, Velká Británie, 1973 Saint Laurent, jaderná elektrárna, Francie, 1980 Tokaimura, závod na výrobu paliva, Japonsko, 1999</p>
<p style="text-align: center;">3 VÁŽNÁ NEHODA</p>	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu desetin milisievertů. Při takovém úniku nemusí být vnější ochranná opatření zapotřebí. Událost uvnitř zařízení s důsledkem takového ozáření zaměstnanců, že by způsobilo akutní zdravotní následky a/nebo událost s výsledkem těžkého rozšíření kontaminace, například několika tisíc TBq aktivity uvolněné v sekundárním kontejnmentu, kde lze materiál vrátit do vyhovujících skladovacích prostor. Nehoda, při níž by další porucha bezpečnostních systémů mohla vést k havarijním podmínkám, nebo situace, ve které by nebyly bezpečnostní systémy schopné zabránit havárii, pokud by nastaly určité iniciační události.</p>	<p>Vandellos, jaderná elektrárna, Španělsko, 1989</p>
<p style="text-align: center;">2 NEHODA</p>	<p>Nehoda s významným selháním bezpečnostních opatření, ale se zbývající dostatečnou hloubkovou ochranou k vypořádání se dodatečnými poruchami. To zahrnuje události, kde by skutečné události byly klasifikovány stupněm 1, ale odhalují významné dodatečné organizační nedostatky nebo nedostatky v kultuře bezpečnosti. Událost, která vyústila v dávku pracovníkovi, překračující povolený roční limit a/nebo událost, která vede k přítomnosti významných množství radioaktivity uvnitř zařízení v prostorách, kde to projekt nepředpokládal, a které vyžadují nápravná opatření.</p>	

1 ANOMÁLIE	<p>Anomálie od schváleného režimu, ale se zbývající významnou hloubkovou ochranou. K tomu může dojít v důsledku poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedostatků postupů a mohou nastat v jakékoliv oblasti, kterou stupnice pokrývá, například provoz jaderné elektrárny, transport radioaktivního materiálu, manipulace s jaderným palivem a skladování odpadů. Mezi příklady patří: porušení technických podmínek nebo přepravních předpisů, nehody bez přímých důsledků, které odhalí nedostatky v organizačním systému nebo kultuře bezpečnosti, defekty v potrubí, menší než předpokládá kontrolní program.</p>	
0 ODCHYLKA	<p>Odchylky, kde nejsou porušeny limity a podmínky provozu, a na které se, v souladu s adekvátními postupy, přiměřeně reaguje. Mezi příklady patří: jednoduchá náhodná porucha v redundantním systému, odhalená v průběhu periodických kontrol nebo zkoušek, plánované rychlé odstavení reaktoru, které probíhá normálně, neúmyslná aktivace bezpečnostních systémů, bez významných následků, úniky v rámci LaP, menší rozšíření kontaminace uvnitř kontrolovaného pásma bez širších důsledků pro kulturu bezpečnosti.</p>	

Obrázek 2 Mezinárodní stupnice pro hodnocení závažnosti událostí podle stupně a typu události s příkladem v jaderných zařízeních ⁴

⁴ zdroj: IAEA a OECD/NEA. *Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí*. Praha: INES, 2011. 85 s. Překlad Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Uživatelská příručka INES.

4 STÁTNÍ SPRÁVA ČESKÉ REPUBLIKY V OBLASTI RADIAČNÍ OCHRANY

Výkon a dozor ve státní správě ČR v oblasti radiační ochrany zajišťuje SÚJB a jemu podřízené ústavy SÚRO a Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO).

4.1 Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Ve smyslu zákona č. 2/1969 Sb. je SÚJB orgánem státní správy. V jehož čele stojí předseda, který je jmenován vládou ČR a přímo podřízen vládě ČR (12).

Do působnosti SÚJB patří zejména

- výkon státního dozoru nad jadernou bezpečností, zajišťuje fyzickou ochranu jaderných zařízení, radiační ochranu a havarijní připravenost,
- problematika nakládání se zdroji ionizujícího záření a radioaktivními odpady,
- přeprava jaderných materiálů a radionuklidových zářičů,
- schvalování dokumentace k jaderné bezpečnosti a radiační ochraně, způsobu zajištění fyzické ochrany, havarijních řádů k přepravám jaderných materiálů a vybraných radionuklidových zářičů, vnitřních havarijních plánů jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření,
- stanovení podmínek a požadavků radiační ochrany obyvatel a pracovníků se zdroji ionizujícího záření, stanovení zóny havarijního plánování a havarijní připravenosti,
- sledování stavu ozáření pracovníků a obyvatelstva pracujících se zdroji ionizujícího záření,
- koordinace činnosti radiační monitorovací sítě (RMS) na území ČR a zajišťování mezinárodní výměny dat o radiační situaci,
- vedení evidence a kontroly jaderných materiálů, evidence držitelů povolení, dovážených a vyvážených vybraných položek, evidence ozáření obyvatelstva a pracovníků pracujících se zdroji ionizujícího záření
- a spolupráce s IAEA (13).

4.2 Státní ústav radiační ochrany

Základním zaměřením ústavu je radiační ochrana. Cílem radiační ochrany je ochrana zdraví a využívání zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) a jaderné energie k jejich přínosu pro společnost (14).

Mezi odborné činnosti ústavu patří

- zajištění činnosti RMS,
- analýza radiačních nehod a mimořádných událostí v postižených oblastech pomocí mobilní skupiny,
- zajištění měření budov se zvýšenou koncentrací radonu v ČR pro hodnocení expozice obyvatelstva ionizujícímu záření
- a expertní činnost zejména v oblastech vypracování odborných zpráv a posudků, hodnocení radiační ochrany v oblasti lékařského ozáření (15).

4.3 Státní úřad jaderné, chemické a biologické ochrany

Úřad se zabývá výzkumem zaměřeným na rozšiřování znalostí a vývojem praktických prostředků využitelných v oblasti radiační ochrany a před chemickými, biologickými látkami zneužitelnými jako zbraně hromadného ničení.

Dle zákona č. 341/2005 Sb. o veřejných výzkumných institucích je odborná činnost prováděna na základě požadavků zřizovatele, dalších státních orgánů, organizačních složek státu nebo územních samosprávných celků. Poskytuje odbornou pomoc, expertizy, testování, identifikaci neznámých látek a další obdobné činnosti. Provádí školení odborných pracovníků a ostatních složek IZS ČR (16).

5 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM ČR PŘI ŘEŠENÍ RADIČNÍCH HAVARIÍ

5.1 Struktura IZS

Pojem IZS byl legislativně ukotven až schválením zákona č. 239/2000Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, s účinností od 1. ledna 2001. Klíčovým důvodem vzniku IZS byla nezbytná spolupráce a provázanost Hasičského záchranného sboru (HZS ČR), Zdravotnické záchranné služby (ZZS), Policie ČR (PČR) a dalších složek při záchranných a likvidačních pracích. Určitá spolupráce tu byla i před platností zákona, avšak chyběla součinnost při řešení jednotlivých mimořádných událostí. (17) (9).

Zákon o integrovaném záchranném systému rozděluje IZS na základní a ostatní složky, které jsou určeny k záchranným a likvidačním pracím, viz obrázek 3.

Základními složkami IZS jsou

- HZS ČR,
- Jednotky požární ochrany (JPO) zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé ZZS
- a PČR (7).

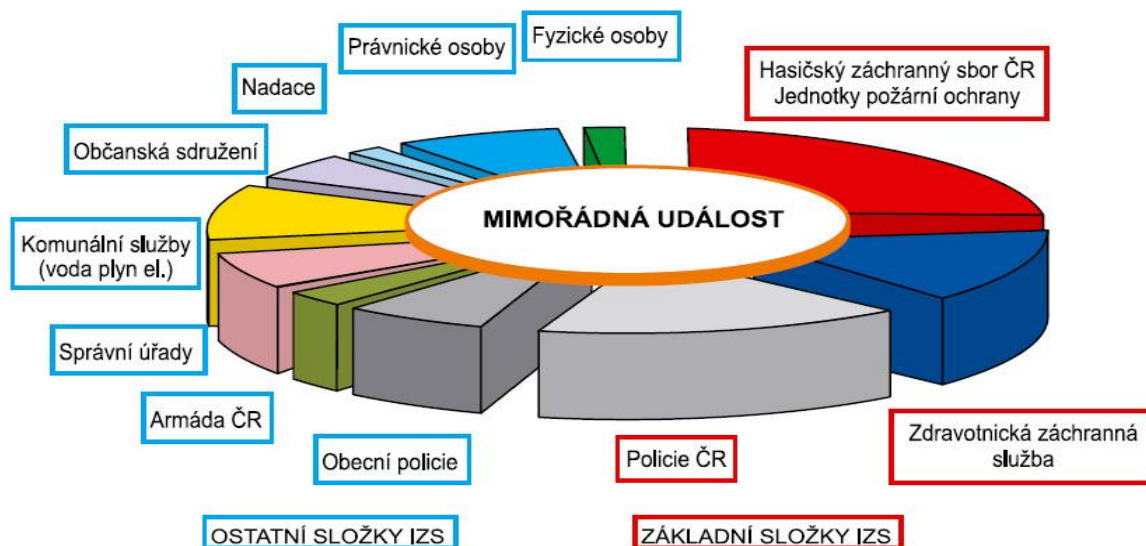
Působnost těchto složek je celorepubliková a složky jsou povinny držet nepřetržitou pohotovost.

Ostatními složkami IZS jsou

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,
- ostatní záchranné sbory,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- zařízení civilní ochrany

- a neziskové organizace a sdružení občanů, které lze využít k záchranným a likvidačním pracím (7).

Ostatní složky IZS poskytují při záchranných a likvidačních pracích pomoc na vyžádání.



Obrázek 3 Zastoupení jednotlivých složek IZS⁵

5.2 Vyhlášení poplachu IZS

Informace o způsobu vyhlášení poplachu IZS jsou uvedeny ve vyhlášce č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS. Jednotlivé stupně poplachu určují potřebu sil a prostředků pro jejich nasazení k záchranným a likvidačním pracím. V rámci IZS se vyhláší čtyři stupně poplachu, kde se čtvrtý stupeň označuje jako „zvláštní“, a je tedy nejvyšší viz obrázek 4. Konkrétní stupeň poplachu vyhláší velitel zásahu nebo operační a informační středisko.

První stupeň poplachu (§ 21) je vyhlášován v případě, že

- mimořádná událost ohrožuje jednotlivé osoby, objekt, dopravní prostředky osobní nebo nákladní dopravy nebo plochy území do 500 m²

⁵ zdroj: Okno do kraje, Zlínský kraj: Integrovaný záchranný systém a jeho význam. Okno do kraje, Zlínský kraj [online]. 2006 [cit. 2013-8-05]. Dostupné z: <http://hexxa.websystem.cz/article/2220.integrovaný-zachranný-pří-a-jeho-význam/>

- a záchranné a likvidační práce provádí základní složky, které není zapotřebí nepřetržitě koordinovat (18).

Druhý stupeň poplachu (§ 22) je vyhlášen v případě, že

- mimořádná událost ohrožuje nejvýše 100 osob, více jak jeden objekt se složitými podmínkami pro zásah, jednotlivé prostředky hromadné dopravy osob nebo plochy území do 10 000 m²,
- záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky z kraje, kde vznikla mimořádná událost
- a je nutné nepřetržitě koordinovat složky velitelem zásahu (18).

Třetí stupeň poplachu (§ 23) je vyhlášen v případě, že

- mimořádná událost ohrožuje více jak 100 a nejvýše 1000 osob, část obce nebo areálu podniku, soupravy železniční přepravy, plochy území do 1 km², povodí řek, jde o hromadnou havárii v silniční nebo v letecké dopravě,
- záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky s využitím sil a prostředků z jiných krajů
- a složky při zásahu je nutné v místě zásahu koordinovat velitelem zásahu pomocí štábu velitele zásahu a místo kde probíhá zásah, se dělí na sektory a úseky (18).

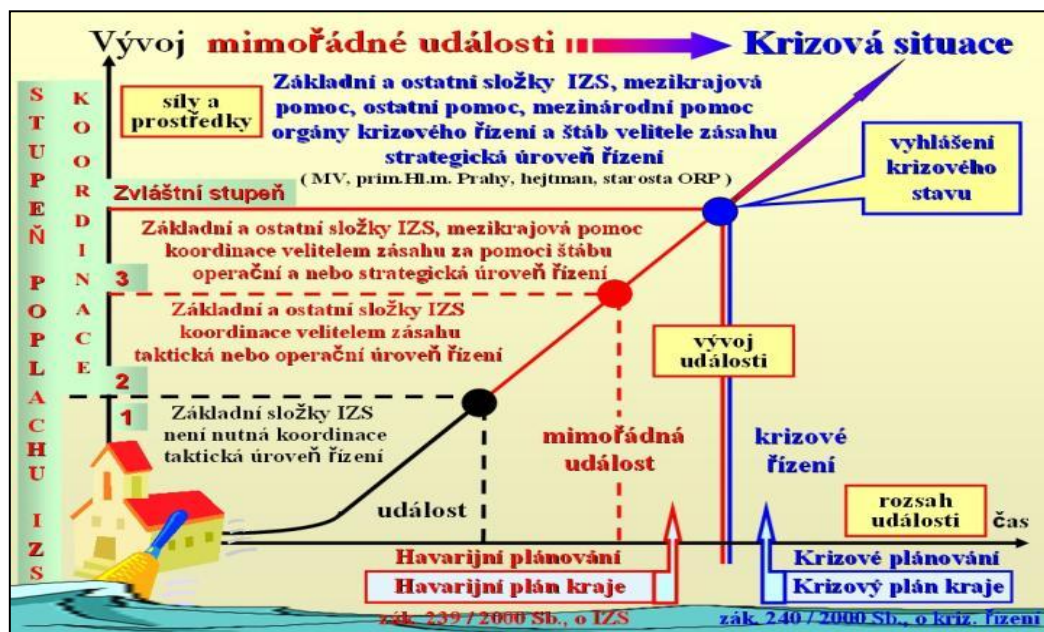
Na základě rozhodnutí řídicího důstojníka HZS kraje oznamuje operační a informační středisko (OPIS) kraje vyhlášení třetího stupně hejtmanovi kraje nebo starostovi obce s rozšířenou působností.

Zvláštní stupeň poplachu (§ 24) je vyhlášen v případě, že

- mimořádná událost ohrožuje více jak 1000 osob, celé obce nebo území nad 1 km²,
- záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky zejména využití sil a prostředků z jiných krajů, popřípadě je-li nutno použít pomoc podle § 22 zákona nebo zahraniční pomoci,

- v místě zásahu je nutné složky koordinovat velitelem zásahu za pomoci štábu velitele zásahu, a místo kde probíhá zásah, se rozdělí na sektory a úseky
- a koordinace složek je strategické úrovni podle § 2 písm. c) (18).

Vyhlášení zvláštního stupně oznamuje OPIS kraje hejtmánovi nebo starostovi dotčené obce s rozšířenou působností.



Obrázek 4 Vývoj mimořádné události a stupně poplachu⁶

5.3 Typová činnost IZS

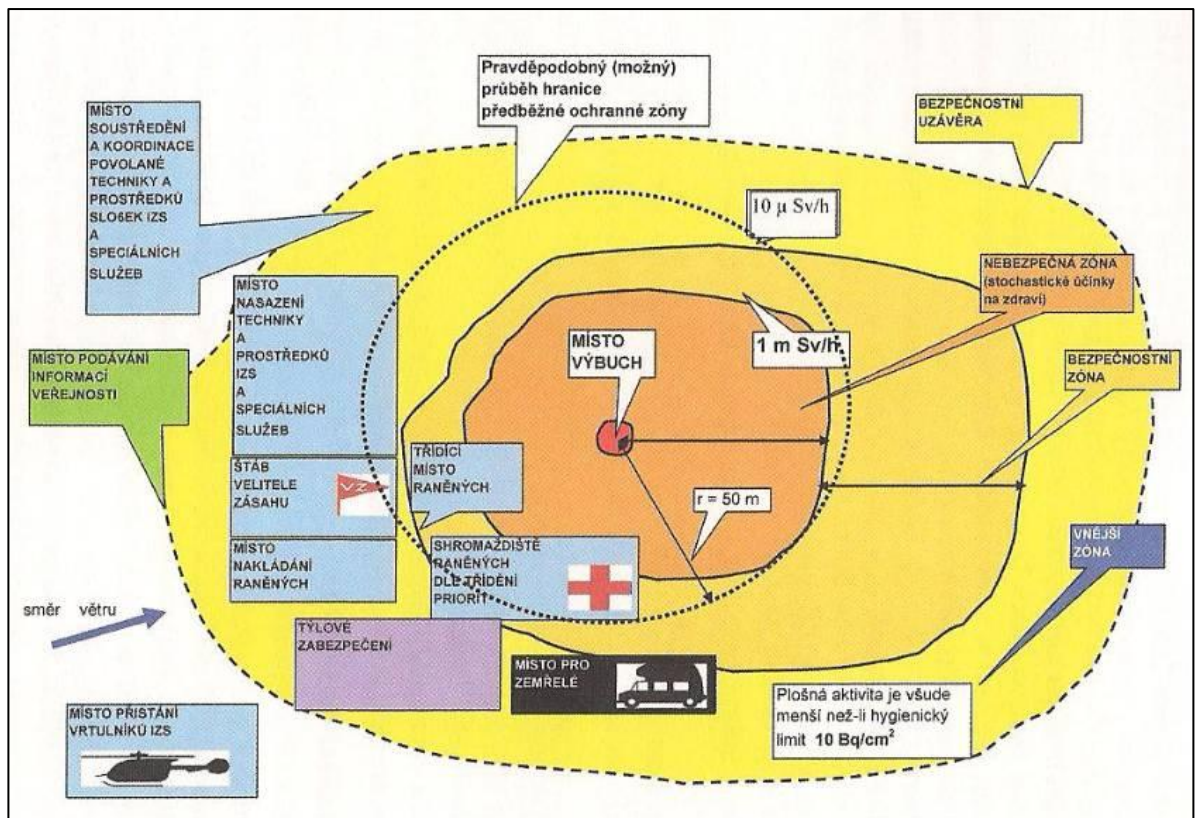
Vyhláška Ministerstva vnitra (MV) č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému obsahuje obecné zásady činnosti složek IZS při jakémkoliv typu mimořádné události. Podrobnému popisu se věnuje „Bojový řád JPO“ a „Soubor typových činností složek IZS“. Nejdůležitějším faktorem úspěšného zásahu je bezpečnost a ochrana zasahujících osob, obyvatel v místě mimořádné radiální události a v průběhu likvidace následků (19).

⁶ zdroj: HZS, Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR. *Krizové řízení / Havarijní plánování* [online]. 2016 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/menu-krizove-řízení-a-cnp-krizove-a-havarijní-planování-krizove-a-havarijní-planování.aspx>

V prvotní fázi se na řešení radiační mimořádné události podílejí základní složky IZS s orgány veřejné správy.

Úkoly zasahujících složek IZS

- zahrnutí průzkum a vyhodnocení místa mimořádné události,
- zahájení měření dávkového příkonu ionizujícího záření,
- ochranu osob provádějící průzkum (ochranné pomůcky, dýchací přístroj, dozimetr),
- při potvrzení rozptýlení radioaktivní látky je nutné vytýčení ochranných a bezpečnostních zón viz obrázek 5 a popis jednotlivých složek demonstruje následující tabulka, viz Příloha 1,
- poskytnutí první pomoci zraněným osobám,
- vytvořit zdůvodněná opatření k ochraně zasahujících osob a obyvatelstva,
- dodržování zásad radiační ochrany:
 - největší možná vzdálenost od zdroje záření,
 - minimální doba pobytu v kontaminovaném místě,
 - využití stínění,
- zjištění informací pro řešení zdravotních dopadů
- a udržovat důvěru obyvatelstva při likvidaci radiační mimořádné události (20) (19).



Obrázek 5 Možné členění místa zásahu⁷

Ve vytyčené **nebezpečné zóně**⁸ smějí pracovat jen zasahující jednotky s minimálním množstvím hasičů a při dodržení režimových opatření.

Režimová opatření zahrnují

- bezpečnostní aspekty: zákaz vstupu nepovolaným osobám a shromažďování důkazního materiálu pro zjištění příčiny radiační mimořádné havárie (RMH),
- ochranné aspekty: omezení doby pobytu, měření a sledování obdržených dávek, evidence zasahujících osob, dozimetrická kontrola a provádění dekontaminace (19).

⁷ zdroj: Katalog typových činností IZS, Ministerstvo vnitra ČR - generální ředitelství HZS ČR, 2008

⁸ Nebezpečná zóna je vytyčený prostor bezprostředního ohrožení života a zdraví účinků mimořádné události. Platí zde režimová opatření především stanovená minimální doba pobytu včetně řízeného vstupu a výstupu z této zóny. V nebezpečné zóně se provádí činnosti, která vede ke snížení rizik a omezení rozsahu havárie. Nebezpečná zóna je místo nejpravděpodobnější kontaminace nebezpečnou látkou. Vytyčuje co možná nejdříve na základě všech dostupných informací. Hranice nebezpečné zóny musí být snadno rozpoznatelné (např. označena páskou).

O vzniklé radiační mimořádné události je nutno informovat SÚJB a PČR. Pohyb zasahujících osob při zásahu v bezpečné a nebezpečné zóně se musí hlásit SÚJB (19).

5.3.1 Úkoly hasičského záchranného sboru

Velitel zásahu a organizace místa zásahu

Velitelem zásahu je zpravidla velitel JPO, který zřídí štáb velitele zásahu a zasahujících složek IZS. Velitel zásahu požádá krajské operační a informační středisko (KOPIS) o okamžité povolání sil a prostředků, především prostředků pro detekci nebezpečných látek a pro dekontaminaci. Úzce spolupracuje s veliteli a vedoucími složek IZS, včetně Krizového štábu (KŠ), SÚJB, který povolá mobilní skupiny celostátní **RMS ČR**. Místo zásahu se uzavře do vnější zóny. Její vymezení, včetně stanovení bezpečnostních uzávěrů na komunikacích do vnější zóny, probíhá ve spolupráci s PČR a městskou, resp. obecní policií (20) (19).

Velitel zásahu stanoví stupeň ochrany záchranářů a nařídí provedení nutných záchranných prací, přičemž nutné je uhasit požáry a zamezit šíření nepříznivých účinků RMU. Tuto činnost zahajuje

- vytyčením nebezpečné zóny a vnější zóny,
- po domluvě s vedoucím lékařem zásahu rozhodne o umístění stanoviště pro shromáždění a třídění raněných za hranicí nebezpečné zóny
- a rozhodne o způsobu dekontaminace a zřídí místo pro dekontaminaci raněných co nejbližšího stanoviště raněných (20).

Příslušníci HZS provádí třídění raněných metodou **START**⁹ a přináší raněné k dekontaminaci v pořadí daném touto metodou. Po dekontaminaci provádí vedoucí lékař přetřídění popř. lékařské třídění a stanoví priority pro převoz do nemocnic (21).

⁹ START (Snadné Třídění A Rychlá Terapie) provádí u mimořádných událostí s velkým počtem raněných a obětí pokud počet postižených překročí možnosti lékařského třídění přímo v terénu a všude tam, kde nelze provádět lékařské třídění s ohledem na velikost vyznačené zóny zásahu či nepřístupnost místa hromadného neštěstí, nebo kdy jsou postižení nepřístupní bez speciálního vybavení.

Vstupovat a zahajovat činnost v nebezpečné zóně mohou pouze hasiči v ochranných prostředcích po provedení kontroly na kontrolním stanovišti. Příslušníci HZS vstupují a vystupují z nebezpečné zóny zpravidla ve skupině (20).

Velitel zásahu určí maximální dobu nasazení příslušníků HZS, která nesmí překročit stanovené limity.

Doba pobytu závisí především,

- na typu a době použitého izolačního dýchacího přístroje,
- typu ochranného oděvu,
- náročnosti činnosti,
- odolnosti ochranných prostředků vůči přítomným nebezpečným látkám,
- povolených dávkových příkonů ozáření
- a době potřebné k provedení dekontaminace, která zpravidla činí minimálně 10 minut (20).

V nebezpečné zóně hasiči dodržují taktické zásady.

- K místu postupují po vstupní trase po směru větru,
- omezují pobyt v zóně na nezbytně nutnou dobu,
- ochranné prostředky bezdůvodně nevystavují působení nebezpečných látek,
- provádí vzájemnou kontrolu neporušenosti ochranných prostředků
- a při zásahu používají nezbytný počet ochranných prostředků (20).

Důvodem pro okamžitý výstup hasičů z nebezpečné zóny je zejména,

- indispozice hasiče,
- jakákoliv závada na ochranných prostředcích (špatná funkce dýchacího přístroje, porušení těsnosti oděvu apod.),
- změna barvy materiálu ochranného oděvu, bobtnání případně odlupování vnější vrstvy ochranného oděvu apod.,
- snížení průhlednosti zorníku;

- náhlá změna situace na místě zásahu
- a pokyn velitele zásahu pro okamžité opuštění nebezpečné zóny (20).

Po ukončení činnosti v nebezpečné zóně příslušníci HZS postupují k místu dekontaminace a veškeré použité prostředky podrobují dekontaminaci (20).

V případě jakéhokoliv podezření zasahující osoby na ozáření je třeba zajistit její přesun do „Střediska speciální zdravotnické péče o osoby ozářené při radiačních nehodách“¹⁰ pro případy v ČR jsou v následující tabulce, viz Příloha 2, uvedená jednotlivá střediska (20).

5.3.2 Úkoly a činnosti Policie České republiky

- uzavření prostoru zásahu dle havarijního plánu,
- regulace dopravy,
- zajištění režimových opatření na vstupech a výstupech do/z vnější zóny,
- evidence osoby postižené mimořádnou událostí (MU), které samostatně opouštějí uzavřený prostor přes výstupy obsazené policií,
- na vyžádání vést ve stanoveném rozsahu evidenci dekontaminovaných, ošetřených nebo evakuovaných osob ve spolupráci s velitelem zásahu, vedoucím lékařem nebo dalšími zúčastněnými složkami,
- identifikace osob,
- zajištění veřejného pořádku,
- navrhnout odsunové trasy, v případě potřeby plochy pro otáčení nebo odstavení vozidel,
- stanovení objízdnych tras,
- zabezpečit nasazení vrtulníku PČR letecké služby k:

¹⁰ Statut odborného centra; Středisko je nedílnou součástí Kliniky pracovního lékařství VFN v Praze. V oboru své působnosti se Středisko podílí na zabezpečení speciální zdravotní péče ve smyslu ustanovení § 46 odst. 3 zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění zákona č. 13/2002 Sb., a podle charakteru radiačního postižení úzce spolupracuje s dalšími Středisky ve zdravotnických zařízeních určených Ministerstvem zdravotnictví.

- vzdušnému průzkumu, řízení zásahu a dokumentování MU s využitím přenosu obrazu do štábu velitele zásahu k operativnímu rozhodování o nasazení sil a prostředků IZS,
- přepravě osob (odborníků) a speciálních prostředků na místo MU,
- přepravě zraněných osob z místa MU
- a leteckému hašení těžko dostupných míst MU.

O prováděných leteckých činnostech v místě MU rozhoduje velitel zásahu s velitelem letadla (21) (19).

5.3.3 Úkoly a činnosti Zdravotnické záchranné služby

Členové ZZS do nebezpečné zóny obvykle nevstupují. Ojedinele jen po domluvě s velitelem zásahu a vedoucím zdravotnické složky. V nebezpečné zóně musí být vybaveni osobními ochrannými prostředky a dozimetry, se kterými mohou poskytnout přednemocniční neodkladnou péči (PNP). V nebezpečné zóně se nesmí pohybovat déle, než je ochrana časem. Při návratu z nebezpečné zóny musí členové ZZS projít dekontaminací (21) (19).

Činnost poskytovatele zdravotnické záchranné služby

- zahrnuje upřesnění tísňového volání zdravotnickému operačnímu středisku (ZOS) vedoucím první výjezdové posádky. Udává rozsah postižení, typ a závažnost zdravotnických následků,
- projednání požadavků pro činnosti ZZS na místě zásahu s velitelem zásahu. Používání ochranných prostředků a dozimetrů,
- poskytování PNP,
- dekontaminované pacienty přebírají na místě určeném, blízko hranice nebezpečné zóny,
- třídění raněných pro stanovení pořadí pro poskytnutí PNP,
- transport pacientů do středisek specializované zdravotní péče pro ozářené osoby při radiačních nehodách a akutní lůžkové péče,

- plní další činnosti dle aktivace traumatologického plánu ZZS, pokud byl aktivován ZOS,
- spolupráce s dalšími poskytovateli ZZS,
- součinnost základních složek IZS přes OPIS
- a podávají informace PČR o pacientech zemřelých během transportu (21) (22) (19).

Činnosti zdravotnického operačního střediska při řešení události

- vedoucí zdravotnické složky vede zdravotnickou část zásahu a zodpovídá za splnění úkolů ZZS. Stává se členem štábu velitele zásahu,
- na základě průzkumu aktivuje traumatologické plány ZZS,
- povolává záložní síly dle traumatologického plánu ZZS,
- informuje střediska zdravotní péče pro ozářené osoby při radiačních nehodách o možnosti přijetí pacientů,
- kontaktuje místa poskytovatelů akutní lůžkové péče
- a vyžaduje informace z místa zásahu, vhodná místa pro přistání vrtulníku, aby nedošlo k rozšiřování radioaktivních látek (21) (22) (19).

Spolupráce ZOS ZZS s poskytovatelem akutní lůžkové péče (kontaktní místo)

Poskytovatel akutní lůžkové péče je povinen:

- zřídit kontaktní místo pro příjem postižených s poskytovatelem ZZS,
- zajistit předávání informací o počtu volných lůžek,
- spolupracovat prostřednictvím ZOS ZZS,
- informovat ZOS o provozních závadách, které omezují poskytování neodkladné péče
- a poskytnout součinnost při záchranných a likvidačních pracích při řešení MU a krizových situací (21) (22) (19).

Úkoly a činnosti vedoucího zdravotnické složky

- ihned po příjezdu na místo zásahu kontaktuje velitele zásahu, kterému ohlásí možné síly a prostředky ZZS,
- jako jediný společně s vedoucím odsunu komunikuje se ZOS,
- spolu s velitelem zásahu určí místo pro poskytování PNP,
- stanoví vedoucího odsunu a vedoucího lékaře, který je vedoucím skupiny třídění skupiny,
- rozdává úkoly osobám začleněným do zdravotnické složky (třídění, odsun),
- společně s velitelem zásahu rozhodne o bezpečnosti postižených a zasahujících osob,
- vedoucí zdravotnické složky si prostřednictvím ZOS vyžádá doplnění materiálu na místo zásahu,
- hodnotí využití další pomoci z jiných krajů,
- zajistí zdravotnického pracovníka na místo dekontaminace pro určení způsobu dekontaminace postižených osob (individuálně podle charakteru poranění),
- s velitelem zásahu stanovuje stupeň ochrany a použití ochranných pomůcek pro zdravotnického pracovníka
- a zajistí zdravotnické pracovníky pro odsun zraněných přepravovaných smluvními dopravními prostředky (21) (22) (19).

5.3.4 Úkoly a činnost Státního úřadu pro jadernou bezpečnost

V případě mimořádné události s únikem radiace je aktivován **KŠ SÚJB**, který úzce spolupracuje s vedoucími složkami IZS. Úkolem je získat dostatek podkladů pro zajištění opatření ke snížení nebo odvrácení radiační havárie. SÚJB aktivuje stálé i pohotovostní složky RMS ČR, na kterých se podílí i SÚJCHBO, který disponuje mobilní laboratoří, a SÚRO. KŠ SÚJB průběžně vyhodnocuje údaje a zjišťuje trvalé spojení Operační a informační středisko Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru (OPIS GŘ HZS), kterému předává informace a doporučení ke snížení radiačního ozáření v místě MU a jeho okolí. SÚJB je povinen o události informovat IAEA (23) (24).

Úkoly a činnosti při radičním ohrožení

- radiační průzkum,
- odborná pomoc a vydávání doporučení pro ochranu obyvatel a zasahujících jednotek IZS před účinky ionizujícího záření,
- vyhodnocování informací z RMS ČR,
- monitoring rozsáhlejších prostorů (radiačního oblaku, terénu),
- upřesnění hranic bezpečnostní a nebezpečné zóny,
- zhodnocení míry kontaminace osob,
- radiační monitoring po ukončení záchranných a likvidačních prací,
- stanovení obsahu radionuklidů v zasažené oblasti,
- organizace bezpečného uložení nebo případný transport radioaktivních kontaminantů
- a navrhnutí způsobu dekontaminace (21) (23).

5.3.5 Úkoly a činnost Armády České republiky

AČR v případě mimořádné události s únikem radiace, řídí Společné operační centrum Ministerstva obrany, které úzce spolupracuje s OPIS GŘ HZS.

Úkoly a činnost.

- pozemní a letecký průzkum,
- měření kontaminace osob a techniky,
- provádění dekontaminace,
- zdravotnická pomoc,
- letecká přeprava,
- ve spolupráci s PČR plnění pořádkové služby,
- monitoring radiační události
- a sledování meteorologické situace (21) (23) (24).

5.3.6 Úkoly Celní správy ČR

Síly a prostředky Celní správy ČR jsou vyžadovány prostřednictvím operačního centra Generálního ředitelství cel (GŘC) a OPIS GŘ HZS.

Úkoly a činnost

- měření stupně kontaminace,
- spolupráce při dekontaminaci,
- monitorování dávkových příkonů,
- odběr vzorků životního prostředí na území ČR
- a prostřednictvím monitorovacích skupin získávají údaje a radionuklidové kontaminaci osob, dopravních prostředků, zboží, předmětů a materiálu (21) (23) (24).

6 OCHRANNÁ OPATŘENÍ NÁSLEDUJÍCÍ PO RMU

Cílem ochranných opatření je omezení následků radiačních nehod nebo událostí k ochraně života, zdraví a majetku obyvatelstva.

Území, ve kterém se zavádějí neodkladná opatření k ochraně obyvatelstva, se nazývá **zóna havarijního plánování** (5) (29).

Ochranná opatření obyvatelstva se v zásadě realizují v předúnikové a únikové fázi.

Do **předúnikové fáze** patří vyrozumění odpovědných úřadů, varování obyvatelstva, ukrytí, evakuace, jódová profylaxe, omezení pobytu osob, dekontaminace osob a poskytnutí speciální zdravotní péče ozářeným a kontaminovaným osobám.

V **poúnikové fázi** jsou aplikována následná a dlouhodobá opatření. Především dekontaminace určených oblastí, budov, zařízení, regulace potravních řetězců, veterinární a zemědělská opatření. Případně i možnost přesídlení osob z nejvíce kontaminovaných oblastí. Následná opatření se realizují až po získání všech relevantních údajů (výsledků z monitorování) s přihlédnutím na sociální, psychologické a ekonomické aspekty (5) (29).

6.1 Neodkladná opatření

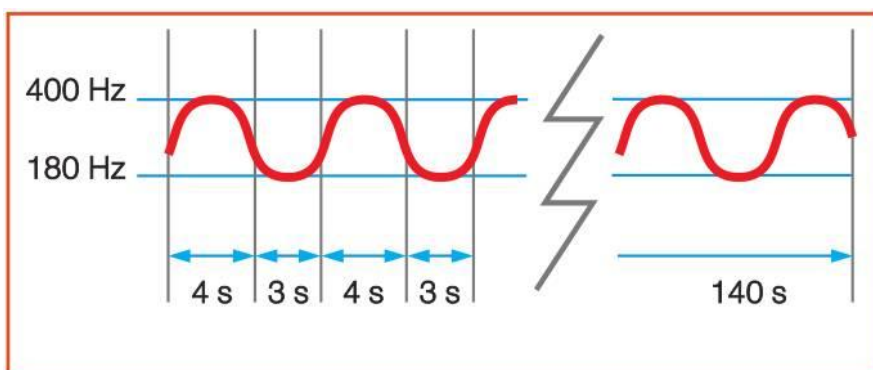
6.1.1 Vyrozumění a varování po vzniku RMU

K hlavním aspektům patří působení státních úřadů s cílem ochrany zdraví občanů, životního prostředí a majetku. Nejdůležitější je přístup k informacím a účast veřejnosti na rozhodování.

Obyvatelé žijící v zóně havarijního plánování mají nárok na informace o zdrojích rizik, o přijatých bezpečnostních opatřeních a o tom, jak se mají chránit v případě vzniku havárie. Informace poskytuje příslušný krajský úřad ve spolupráci s provozovatelem. Informace pro veřejnost obsahuje jednoduché a srozumitelné údaje o nebezpečných látkách a povaze rizika závažné havárie včetně možných následků a jejich dopadů na životy a zdraví obyvatel, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v zóně havarijního plánování. Součástí informací určených veřejnosti jsou údaje o způsobu varování obyvatel a jejich chování v případě radiační havárie. Informování se provádí zasláním písemné informace. Informují se

občané, kteří mají v zóně havarijního plánování trvalé bydliště a informují se fyzické nebo právnické osoby, které mají v zóně havarijního plánování místo výkonu práce nebo místo podnikání (36).

V České republice je zaveden jednotný varovný signál „**všeobecná výstraha**“ jehož účelem je informovat obyvatelstvo o vzniku nebezpečí. Signál je vyhlášován kolísavým tónem sirény po dobu 140 sekund a může být vyslán 3x po sobě v třiminutových intervalech viz obrázek 6.



Obrázek 6 Grafické znázornění signálu „Všeobecná výstraha“¹¹

Varovný signál je pro obyvatelstvo důležitý k získání informací o příčině vyhlášení tohoto signálu. Odvysílání varovného signálu značí obecné nebezpečí.

O jaký druh nebezpečí skutečně jde (záplavy, živelné pohromy, radiační havárie, atd.) a o případném způsobu ochrany obyvatelstva, včetně případného použití ochranných prostředků, jsou občané informováni prostřednictvím rozhlasu a televize nebo z vozidel složek IZS (37).

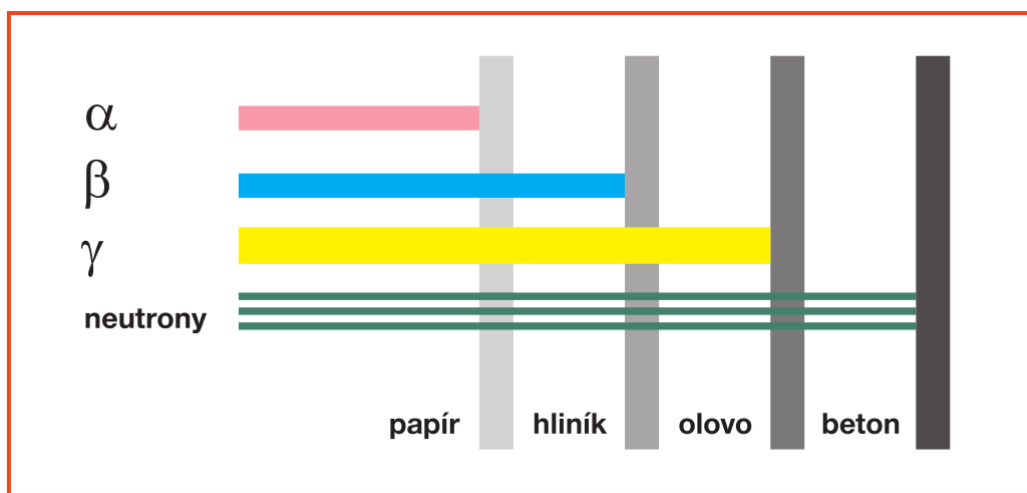
6.1.2 Ukrytí

Základním opatřením ochrany osob před účinky ionizujícího záření je omezení kontaktu člověka se zářením. Účinným způsobem ochrany obyvatelstva před radioaktivními látkami je

¹¹ zdroj: ČEZ. Skupina ČEZ a.s. *Příručka pro ochranu obyvatel v případě radiační havárie* [online]. Praha: ČEZ, a.s. 2016 [cit. 2015-09-23]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderna-elektrarny-cez/ete/informacni-centrum/prirucka-pro-ochranu-obyvatelstva.html>

ukrytí (37). Ukrytí obyvatel následuje v případě, že bezprostředně hrozí únik radioaktivních látek nebo již radioaktivní spad může zasáhnout obydlí lidí (35). Ukrytí obyvatel v budovách se zavřenými okny a dveřmi se podstatně sníží účinky především vnějšího ozáření (37).

Některé druhy záření jsou velmi málo pronikavé a k jejich zachytu stačí například tenká vrstva papíru. Jiné jsou však tak pronikavé, že na jejich zachycení je nutná silná vrstva těžkých materiálů (olovo, beton) viz obrázek 7 (37).



Obrázek 7 Průnik záření různými druhy materiálů¹²

Nejlepší ochranu poskytují jednoúčelové i víceúčelové ochranné stavby vybudované z armovaného železobetonu, který obsahuje ocelové prvky a případně ještě baryum. Koeficient zeslabení dávek záření¹³ pro různé objekty a praktickou ochrannou funkcí názorně ukazují následující tabulky (Tabulka 1) a (Tabulka 2) (38).

¹² zdroj: ČEZ. Skupina ČEZ a.s. *Příručka pro ochranu obyvatel v případě radiální havárie* [online]. Praha: ČEZ, a.s. 2016 [cit. 2015-09-23]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderna-elektrarny-cez/ete/informacni-centrum/prirucka-pro-ochranu-obyvatelstva.html>

¹³ Z praktických důvodů (se vzetím v úvahu polovrstev různých materiálů) byl odvozen a experimentálně ověřen ochranný faktor, vyjádřený jako koeficient zeslabení dávek záření pro různé objekty, které názorně ukazují jejich praktickou ochrannou funkci.

Tabulka 1 Koefficient zeslabení [K_Z] záření gama v různých objektech¹⁴

Objekt	K_Z
otevřený terén	1
otevřený zákop	20
nakrytý zákop	50
automobil, autobus	2
otevřený železniční nákladní vagon	1,5
krytý nákladní vagon	2
lokomotiva	3
obytné zděné domy přízemní:	
– v přízemí	10
– ve sklepech	40
obytné zděné domy jednoposchod'ové	
– v přízemí	20
– ve sklepech	400

Tabulka 2 Koefficient zeslabení [K_Z] pronikavé radiace v úkrytech¹⁵

Typ stavby	Neutrony	Záření gama
úkryt s nakrytím 60 cm zeminy	12 – 50	15 – 30
úkryt s nakrytím 90 cm zeminy	20 – 100	50 – 130
úkryt z betonu:		
- stěny 20 cm	2 – 3	5 – 10
- stěny 30 cm	2,5 – 5	10 – 20
- stěny 60 cm	5 – 10	50 – 100

¹⁴ zdroj: NAVRÁTIL, Leoš a kolektiv. *Základy medicíny katastrof. Principy ochrany před ionizujícím zářením* [online]. 2016 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://zsf.sirdik.org/kapitola5/5-4-3-principy-ochrany-pred-ionizujicim-zarenim>





¹⁵ zdroj: tamtéž

6.1.3 Jodová profylaxe

Jednou z látek unikajících při havárii jaderných zařízení je radioaktivní izotop jódu ^{131}I . Jód je specificky vychytáván štítnou žlázou člověka. Hromaděním radioaktivního jódu ve štítné žláze lze zabránit podáním tablety s jodem neradioaktivním ve formě jodidu draselného, který zabezpečí nasycení štítné žlázy a zabrání ukládání radioaktivního jódu. Tablety se použijí na základě pokynů v televizním nebo rozhlasovém vysílání, případně podle pokynů orgánů krizového řízení, nikoliv bezprostředně po zaznění sirén (37).

Dávkování

Při preventivním dávkování podáme 130 mg jodidu draselného do 1 - 6 hodin před kontaminací. Pokud došlo ke kontaminaci radioaktivním izotopem jódu, podáme v prvních 6 hodinách 300 mg jodidu draselného. V případě kontaminace delší jak 6 hodin nemá smysl tablety užívat (39). Dávkování tablet jodidu draselného viz obrázek 8.

			
Novorozenci do 1 měsíce	Kojenci a děti do 3 let	Děti od 3 let do 12 let	Osoby starší 12 let
1/4 tablety 16 mg KI	1/2 tablety 32 mg KI	1 tableta 65 mg KI	2 tablety 130 mg KI

Obrázek 8 Dávkování jódové profylaxe¹⁶

6.1.4 Evakuace

Evakuace obyvatelstva je krajním, ale současně nejúčinnějším opatřením k zajištění ochrany obyvatel. K provedení je připraven **plán evakuace**, podle kterého jsou obyvatelé evakuováni do předem stanovených přijímacích středisek nebo do míst nouzového ubytování. Evakuační

¹⁶ zdroj: ČEZ. Skupina ČEZ a.s. *Příručka pro ochranu obyvatel v případě radiální havárie* [online]. Praha: ČEZ, a.s. 2016 [cit. 2015-09-23]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderna-elektrarny-cez/ete/informacni-centrum/prirucka-pro-ochranu-obyvatelstva.html>

trasy jsou vybrány tak, aby doprava byla plynulá, nedocházelo ke komplikacím a vedla přes místa dekontaminace. Evakuaci nařizuje orgán krizového řízení na základě doporučení SÚJB, které vychází z analýzy výsledků RMS a meteorologické situace. Pokyny k přípravě a zahájení evakuace jsou vysílány rozhlasem, televizí a místními sdělovacími prostředky nebo jinými dostupnými prostředky (37).

V případě možné evakuace je vhodné mít předem připravené evakuační zavazadlo, které by mělo obsahovat zejména:

- osobní doklady (občanský průkaz, cestovní pas, rodný list, řidičský průkaz, kartu zdravotní pojišťovny, včetně dokladů rodinných příslušníků),
- léky a zdravotnické pomůcky (osobní léky, obvazy a další vybavení běžné lékárničky) a dioptrické brýle,
- cennosti (peníze, šperky, vkladní knížky, cenné papíry, pojistné smlouvy, platební karty),
- sezónní oblečení (náhradní oděv, obuv, prádlo, pláštěnku),
- toaletní a hygienické potřeby,
- přenosné rádio s rezervními bateriemi,
- mobilní telefon s nabíječkou,
- kapesní svítilnu a náhradní baterie,
- spací pytel nebo přikrývku, karimatku nebo nafukovací lehátko
- a potřeby pro šití, kapesní nůž (37).

6.2 Následná opatření

6.2.1 Regulace potravních řetězců, veterinární a zemědělská opatření

Území zasažené radioaktivním spadem musí podléhat kontrole na obsah radioaktivních látek u všech zemědělských produktů, potravin, vody a krmiv. Důvodem kontroly je rozhodnutí, zda produkty budou uvolněny do oběhu nebo budou muset být odborně zničeny. Mezi další důležitá opatření patří i preventivní regulace zemědělské rostlinné produkce, zejména plodin, určených pro výrobu potravin nebo krmiv (29).

Kontrolu provádí Státní potravinářská a zemědělská inspekce (SZPI) ve spolupráci s Generálním ředitelstvím cel (GŘC), Státním veterinárním ústavem (SVÚ) a dalšími organizacemi (40).

6.3 Monitorování radiační situace

RMS zajišťuje monitorování radiační situace na území ČR včetně přenosu dat a správy informačního systému pro

- hodnocení radiační situace pro potřeby sledování a posuzování stavu ozáření,
- rozhodování o přijatém opatření ke snížení nebo odvrácení ozáření v případě radiační havárie
- a poskytování informací a dat o radiační situaci na území ČR a jejich mezinárodní výměna (41).

RMS pracuje ve dvou pracovních režimech. První režim je tzv. „normální“, který je zaměřen na monitorování za obvyklých radiačních podmínek. Je zabezpečován stálými složkami RMS. Do druhého režimu „havarijního“, se přechází v případě vzniku radiační mimořádné situace (42).

RMS zajišťují:

- Regionální centra SÚJB, SÚRO,
- MV (HZS, PČR),
- Ministerstvo obrany (AČR),
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (GŘC),
- Ministerstvo zemědělství (potravin),
- Ministerstvo životního prostředí (Český hydrometeorologický ústav ČHMÚ, voda, ovzduší),
- smluvní osoby
- a držitelé povolení (42) (41).

Sít' včasného zjišťování (SVZ) je systém měřících míst provádějících nepřetržité měření dávkového příkonu na území ČR. SVZ je sestavena ze 71 měřících míst s automatizovaným přenosem naměřených hodnot. Sít' včasného zjištění je doplněna v okolí jaderných elektráren Dukovany a Temelín teledozimetrickou sítí, které jsou umístěny v areálu a okolí jaderných elektráren tak, aby při radiační mimořádné situaci nebo podezření na ni byly bezprostředně zaznamenány a vyhodnoceny úniky radionuklidů do ovzduší. Skládá se z 24 detektorů v okolí JE Temelín a 27 detektorů v JE Dukovany (42).

6.4 Možná rizika při zásahu integrovaného záchranného systému

Možná rizika vycházejí z charakteru zásahu. Při RMU je přípustná dávka pro zasahující osobu stejná jako pro obyvatelstvo je 1 mSv ročně. Za předem definovaných podmínek lze připustit pro radiační pracovníky kategorie A 50 mSv/rok případně 100 mSv za 5 let. Jednorázově a ve výjimečných případech během zásahu lze připustit dávku 200 mSv. V případech záchrany života nebo zabránění radiační mimořádné situaci s rozsáhlými důsledky na úrovni prahu deterministických účinků lze připustit 1-2 Sv celotělového ozáření, 5-10 Sv lokální ozáření kůže (21) (19).

PRAKTICKÁ ČÁST

7 RADIAČNÍ HAVÁRIE V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ

FUKUŠIMA I V ROCE 2011

ZIZ jsou využívány v mnoha oblastech medicíny, průmyslu, zemědělství a výzkumu. Je nutno říci, že existuje jen málo oblastí lidské činnosti, kterým je věnována pozornost s cílem zajistit bezpečnost z hlediska ochrany zdraví, jako při používání ZIZ. Přesto se stále setkáváme s případy ozáření pracovníků, a to zejména v důsledku porušení radiační ochrany. Větší skupina obyvatelstva může být ozářena při radiačních haváriích jaderných zařízení, které jsou spojeny s únikem radioaktivních látek do životního prostředí. Likvidace těchto nehod a havárií vyžaduje rychlé a operativní rozhodování (5).

Příkladem RMH je jaderná havárie ve Fukušimě I, která se udála 11. 3. 2011, byla označena mezinárodní stupnicí INES nejvyšším sedmým stupněm. Společně se zapsala s nehodou ukrajinské jaderné elektrárny v Černobylu, která se stala v roce 1986, mezi nejzávažnější jaderné havárie v dějinách lidstva (25).

7.1 Popis Jaderné elektrárny Fukušima I

V roce 1966 byla zahájena výstavba jaderné elektrárny Fukušima I / Dai-ichi. Tvoří ji šest varných reaktorů BWR¹⁷ o celkovém výkonu 4 696 MW. Elektrárnu vlastní a provozuje

¹⁷ BWR je varný reaktor, který je druhým nejrozšířenějším typem jaderného reaktoru. Těchto reaktorů pracuje na světě asi 94, což je asi 21 % celkového počtu. Palivem je mírně obohacený uran izotopem ²³⁵U na 2,1 až 2,6 % ve formě válečků oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Výměna paliva probíhá při odstaveném reaktoru zpravidla jednou za 1 až 1,5 roku. Aktivní zóna, která má při výkonu 1000 MW rozměry 4,5 m v průměru a 3,7 m na výšku je podobná aktivní zóně tlakovodního reaktoru. Moderátorem i chladivem je obyčejná voda, která má tlak vody 7 MPa. Teplota páry na výstupu z reaktoru je 286 °C. Voda se ohřívá až do varu přímo v tlakové nádobě a v horní části reaktoru se hromadí pára. Pára se zbaví vlhkosti a žene se přímo k turbíně. Nelze však při tom zaručit, že se parní turbína nestane radioaktivní. Elektrárny s reaktory BWR jsou tedy jednodukuhové (43).

společnost TEPCO¹⁸. Popis reaktorů je v následující tabulce (Tabulka 3). Plánovaná výstavba dalších dvou reaktorů byla po havárii zrušena (26).

Tabulka 3 Popis jednotlivých reaktorů ve Fukušimě I¹⁹

Blok	Typ reaktoru	Uvedení do provozu	Elektrický výkon
Fukušima I I - 1	BWR-3	26. květen 1971	460MW
Fukušima I I - 2	BWR-4	18. červenec 1974	784MW
Fukušima I I - 3	BWR-4	27. květen 1976	784MW
Fukušima I I - 4	BWR-4	12. říjen 1978	784MW
Fukušima I I - 5	BWR-4	18. duben 1978	784MW
Fukušima I I - 6	BWR-5	24. říjen 1979	1 100MW

7.2 Lokalita

Vysoká seizmická aktivita v Japonsku vytváří časté zemětřesení. Nejsou zde místa, kde by nebylo nutné počítat s tímto přírodním jevem. V blízkosti Japonska se nachází subdukční zóna, kde se srážejí dvě tektonické desky. Zdrojem napětí k častým zemětřesením je Pacifická oceánská deska, která se zasouvá pod kontinentální desku Honšú (26).

Japonsko je ostrovním státem závislým na produkci vlastních zdrojů energie. V případě potřeby není možná výměna elektřiny se sousedními státy, jako je například v Evropě.

Japonská JE Fukušima I / Dai-ichi provozovaná společností TEPCO se nachází v regionu Tóhoku na ostrově Honšú na pobřeží Tichého oceánu v prefektuře Fukušima I. Hlavním

¹⁸ **TEPCO.** *Tokyo Electric Power Company* je největší japonská elektrárenská společnost. V Japonsku ovládá asi třetinu trhu, celosvětově patří mezi pět největších elektrárenských společností na světě. Společnost vlastní a provozuje 190 elektráren o celkovém instalovaném výkonu 64 487 MWe.

¹⁹ zdroj: Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. Wikipedia: The Free Encyclopedia [online]. 2012 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima_Daiichi_Nuclear_Power_Plant

městem je Fukušima I. V blízkosti JE Fukušima I / Dai-ichi leží distrikt Futaba vzdálený přibližně 6,8 km (26). Při stavbě JE Fukušima I společnost nechala odstranit více než 70% pobřežní vyvýšeniny (25 ze 35 metrů půdy) na současné stavební parcele. Důvodem bylo usnadnění technických zařízení a mořské vody pro chlazení. Současně s tím byla snížena nadmořská výška celé stavby, čímž se JE Fukušima I / Dai-ichi stala mnohem zranitelnější vůči velkým vlnám tsunami (27).

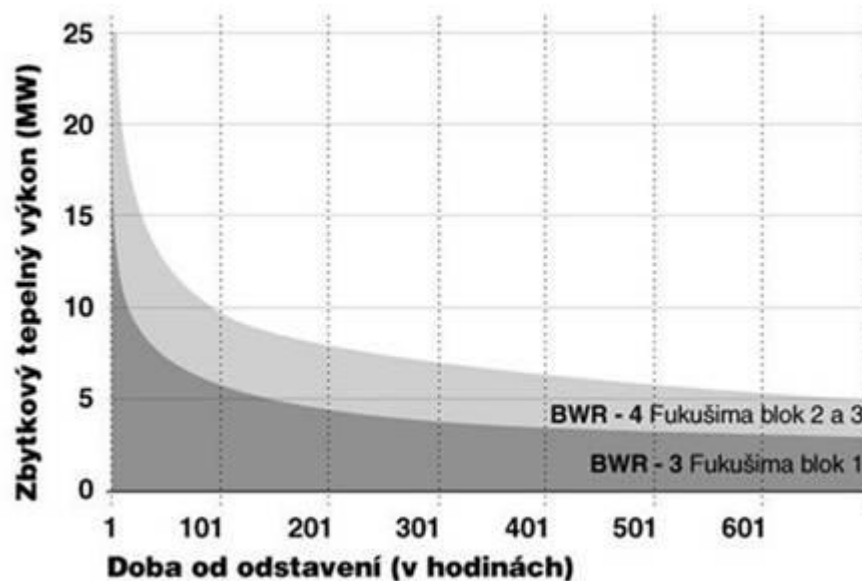
V prefektuře Fukušima I se nachází jeden z největších jaderně-energetických komplexů - dvě elektrárny Fukušima I Dajiči (I) a Fukušima II Dajini (II), které jsou od sebe vzdáleny 12 km.

7.3 Rozvoj RMU v JE Fukušima I

U pobřeží severovýchodního Japonska dne 11. 3. 2011 nastalo zemětřesení, jehož velikost dosahovala 9,0 stupňů RichtEROVY stupnice. V oblasti, která byla silně zasažena, má Japonsko čtyři jaderné elektrárny. Během zemětřesení došlo k výpadku vnějšího zdroje střídavého proudu. Všechny zasažené elektrárny se přepojily na diesel agregáty, které zajišťovaly elektrickou energii pro čerpadla v chladicích systémech. V této fázi nevznikly žádné škody na jaderných zařízeních (26).

První vlna tsunami dorazila v 15:27 hodin (místního času), jejíž vrchol dosahoval do výšky 4 metrů. Jaderná elektrárna, která byla chráněna vlnolamy, tuto vlnu tsunami odrazila. Ve Fukušimě I během zemětřesení došlo k vypnutí 3 pracujících reaktorů.

Nicméně problém, který nastal ve Fukušimě I, bylo vypnutí štěpné reakce. V palivu se neustále produkovala tepelná energie. Tato energie je dána rozpadem radioaktivních jader vzniklých v palivu. Tepelný výkon je veliký, na rozdíl od produkovaného tepla, které je řádově menší než teplota pracujícího reaktoru. Je proto nutné tepelný výkon odvádět a reaktor stále chladit viz obrázek 9. Ve Fukušimě I bylo chlazení závislé na cirkulaci pomocí čerpadel. Po úspěšném odstavení reaktoru během zemětřesení byla čerpadla přepnuta na napájení elektřinou z náhradních zdrojů, kterých bylo v záloze dost. Vše fungovalo a odvádělo se i teplo, které se hromadilo během činnosti reaktoru v jeho komponentách (26).



Obrázek 9 Pokles tepelného výkonu pro dva typy varných reaktorů v elektrárně Fukušima I²⁰

V 15:41 hodin dorazila k pobřeží hlavní vlna tsunami, jejíž velikost přesáhla 14 metrů, zatímco vlnolam elektrárny byl dimenzován na nejvyšší hodnotu 6 metrů. Po zásahu elektrárny druhou vlnou tsunami došlo k vyřazení z provozu veškerých náhradních zdrojů elektrické energie. V případě Fukušimy I byly diesellové agregáty, baterie a rozvody umístěny v suterénu strojovny. Též byly zničeny systémy, které odváděly teplo do moře (26).

První blok

V prvních hodinách po havárii se zaměstnanci snažili získat přívod elektriky, aby mohli ochlazovat I. blok reaktoru. Dva akumulátory se podařilo získat z autobusů, a tím mohlo začít chlazení. Veškeré práce bez přívodu elektriky probíhaly za tmy a práce byla velmi ztížená. K dalšímu ochlazování reaktoru mohlo dojít pomocí mobilních stříkaček nebo hasičských aut. Tlak v mobilních stříkačkách byl nižší než tlak páry v reaktoru, proto muselo dojít k vypuštění části páry do ovzduší, při kterém dochází k úniku radioaktivních látek. Po deváté hodině večer byla zjištěna vysoká radiace. Byl vyhlášen zákaz vstup do budovy prvního

²⁰ zdroj: Dušan Kobylka

bloku. Zásadně se horšily podmínky pro nutné opravy. Během této hodiny už probíhala evakuace obyvatelstva v okruhu 3 km (26).

Dne 11. 3. 2016 ve 14:30 hodin tlak v kontejnmentu zásadně poklesl a bylo možné čerpat vodu efektivněji. To přineslo další technický problém. Začala docházet technická voda, proto byla zahájena příprava chlazení mořskou vodou. V 15:30 hodin nastala exploze na I. bloku. Byla zničena horní část budovy, zraněno bylo 6 osob a výbuch přerušil průběh záchranných prací. Ve 23:00 hodin dorazily kamiony, které přivezly mobilní generátory. Pracovníci elektrárny začali okamžitě pracovat na zapojení do elektrické soustavy (26).

Dne 12. 3. 2011 se podařilo znovu čerpat mořskou vodu do 1 reaktoru. Nebyla narušena integrita kontejnmentu (26).

Druhý blok

V druhém bloku bylo nutné zajistit chlazení pomocí vody a provést havarijní ventilaci pro odvod páry. Vlivem výbuchu III. bloku byly poškozeny cesty pro havarijní ventilaci. Zároveň došlo k poškození chlazení reaktoru vodou. Dne 14. 3. 2011 v 17:00 hodin bylo zahájeno obnažování aktivní zóny 2 reaktoru. Následující den se podařilo najít způsob havarijního vypuštění páry z II. bloku. Dne 15. 3. 2011 v 6:00 hodin došlo k výbuchu v místě komory potlačení a následně prudkému poklesu tlaku. Při explozi docházelo k obrovskému úniku radioaktivních látek do budovy a následně i do ovzduší. Toto byla hlavní příčina radioaktivního zamoření v okolí Fukušimy I (26).

Třetí blok

Pomocí systému vydrželo chlazení 3 reaktoru až do 13. 3. 2015, kdy systém chlazení byl vypnut z důvodu zahájení chlazení pomocí vodních stříkaček. Tato metoda chlazení byla, nedostačující. Pracovníci elektrárny znovu zahájili pokusy o zapnutí systému chlazení, který se i přes veškerou snahu nedařilo zapnout a došlo ke ztrátě havarijního chlazení III. bloku. Bylo nutné obnažit aktivní zónu pro vypouštění páry z kontejnmentu. Poté bylo znovu zahájeno chlazení vodou (26).

14. 3. 2011 při havarijním vypouštění par došlo k výbuchu v reaktorové budově III. bloku. Zraněno bylo 6 zaměstnanců. Exploze poničila zařízení pro chlazení 3 reaktoru a výrazně omezila průběh záchranných prací u II. bloku. U III. bloku se výrazně zhoršila radiační situace. Japonská vláda přistoupila ke zvýšení povoleného limitu u pracovníků ze 100 mSv na 250 mSv tak, aby klíčoví odborníci nemuseli opustit elektrárnu (26).

Čtvrtý blok

Dne 15. 3. 2011 v ranních hodinách došlo k explozi vodíku v reaktorové budově IV. bloku. Příčinou bylo to, že se vodík dostal do IV. bloku pomocí ventilačního systému III. bloku. Čtvrtý blok nebyl aktivní, zde bylo palivo uloženo do bazénu (26).

Zajištění stabilního chlazení

Z prvních dnů po zemětřesení a následné vlny tsunami bylo nejdůležitější odstavení reaktorů a zajištění jejich chlazení. Zásadním úkolem bylo obnovení elektrického vedení a zásobování elektřinou. Až dne 22. 3. 2011 bylo elektrické vedení přivedeno ke všem blokům. Mimo chlazení reaktorů nastaly komplikace i u bazénů s vyhořelým palivem, zejména u IV. bloku, kde bylo nejvíce čerstvých palivových souborů, které bylo nutno stále chladit. Pomocí robota se zjišťovaly informace, zda v reaktorových budovách nedochází k průsaku páry nebo vody z kontejnmentu (26).

Ochrana pracovníků

Vzhledem k radiační situaci, která byla v prvních dnech havárie velmi kritická, bylo nutné správné a efektivní používání dozimetrických a ochranných prostředků.

Důležitým úkolem bylo zajistit lepší pracovní podmínky pro práci lidí, zejména snížení radioaktivity, zajištění lékařské péče a zlepšení podmínek pro odpočinek. Provádělo se čištění vzduchu a pečlivé monitorování radioaktivity. Pozdější kontrola vnitřní a vnější kontaminace u 3700 pracovníků odhalila, že u jednoho pracovníka byla naměřena hodnota, která překročila limit 250 mSv. U dvou pracovníků, kteří pracovali v elektrárně od počátku havárie, byla

naměřena vnitřní kontaminace 600-700 mSv. Příčinou byl chybějící filtr v ochranné masce. Celkem 124 zaměstnanců obdrželo dávku větší než 100 mSv (26).

Radioaktivní voda

Další úkol spočíval v zavedení cirkulovaného chlazení zničených reaktorů. Sekundární problém chlazení odhalil obrovské množství radioaktivní vody. Bylo nutné zajistit dekontaminaci vody, aby mohla být používána k opětovné cirkulaci k chlazení reaktorů. Ve Fukušimě I bylo vybudované dekontaminační zařízení, které vodu zbavovalo radioaktivity, solí, olejů a jiných nečistot. Potrubí o délce čtyř kilometrů pro chlazení tří reaktorů s dekontaminačním zařízením mělo ze začátku značné problémy, ale postupem času byly odstraněny netěsnosti a japonská obsluha získávala s funkcí dekontaminačního zařízení stále větší zkušenosti. Od konce června 2011 byly reaktory chlazeny vyčištěnou vodou z dekontaminační linky a došlo k razantnímu snížení objemu radioaktivní vody.

Jedním z opatření k vyloučení vodíkové exploze a případnému úniku obrovského množství radiace bylo zprovoznění zařízení pro vhánění dusíku do všech postižených reaktorů (26).

Obnovení území

Celkem bylo evakuováno 94 378 obyvatel z 12 měst o celkové rozloze 897,97 km². Náklady na dekontaminaci byly odhadnuty na 6.6 miliard dolarů. Prefektura Fukušima I předpokládá návrat všech evakuovaných do roku 2020.

V březnu roku 2015 začala přeprava 28 milionů krychlových metrů kontaminovaného odpadu na přechodná úložiště. Obyvatelé byli vybaveni dozimetry a zjišťovala se roční efektivní dávka. V roce 2018 proběhne výstavba sídla pro 3000 obyvatel, kde bude zázemí pro pracovníky pracující na likvidaci elektrárny. Kromě centra budou vybudovány laboratoře pro vývoj robotů pro dekontaminaci, středisko mořského hospodářství a nemocnice (26).

Po třech letech po havárii se náklady na likvidaci odhadují na 108 miliard dolarů. Z toho 24 miliard je potřeba na dekontaminaci zasažených území a 11 miliard na stavbu přechodných úložišť. Na likvidaci elektrárny a vyřešení kontaminované vody pak 19 miliard. Kompenzace

obyvatelům se odhaduje na 49 miliard a zhruba 5.5 miliard na výstavbu náhradního ubytování. Úplná likvidace zničené elektrárny a všech škod potrvá zhruba 40 let (26).

7.4 Přijatá opatření v Evropských zemích po havárii ve Fukušimě I

Téměř ihned po havárii ve Fukušimě I dne 13. 5. 2011 se The European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) a Evropská komise (EK) dohodly, že provozovatelé jaderných elektráren v členských zemích EU provedou hodnocení odolnosti svých zařízení vůči externím vlivům. Hodnocení rizik vyvolaných přírodními jevy provedou provozovatelé JE pod dohledem dozorových orgánů jednotlivých zemí. Hodnocení rizika, které je vyvoláno lidskou činností (terorismus, pád letadel), provedou kompetentní orgány v této oblasti (30).

Na základě nařízení ENSREG a EK se v ČR na JE Temelín a Dukovany rozběhl program zátěžových testů zaměřený na velmi výjimečné potenciální příčiny havárií týkajících se zemětřesení a záplav. Cílem je analýza důsledků, které by mohly vést až k úplné ztrátě bezpečnostních funkcí JE. Počet cvičení a zátěžových testů se proti dřívější době zdvojnásobil (osmkrát ročně). Cvičení se zaměřuje na všechna možná rizika radiačních, technologických, ekologických a traumatologických událostí nebo na zvládnutí požárů (31).

Testy jsou zaměřeny na hodnocení lokality, kde jsou JE umístěny a na nalezení i velmi málo pravděpodobných scénářů, které by mohly ohrozit jejich bezpečnost. Zhodnocení projektu JE a jeho modifikace z pohledu schopnosti na události adekvátně reagovat a zvládnout únik radiace mimo areál elektrárny. Při hodnocení se hledala možná pravděpodobnost výskytu událostí pro extrémní případy přírodních katastrof podle nejhoršího scénáře dle hesla „cokoli je fyzikálně možné, může se stát“ (30).

8 SIMULOVANÉ CVIČENÍ RADIČNÍ HAVÁRIE

V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN „ZÓNA 2015“

8.1 Popis jaderné elektrárny (JE) Temelín

Výroba elektřiny je zabezpečena ve dvou výrobních blocích s tlakovodními reaktory VVER²¹ 1000 typu V 320. Přehled reaktorů je v následující tabulce (Tabulka 4). Přibližná roční výroba elektrické energie se pohybuje kolem 15 TWh, což představuje asi 20 % domácí spotřeby. Odběr technologické vody je zajištěn z vodního díla Hněvkovice na Vltavě, jehož vybudování bylo součástí výstavby elektrárny. Požadovanou kvalitu vody zaručují čističky odpadních vod na horním toku Vltavy ve Větrní, Českém Krumlově a Českých Budějovicích (28).

Tabulka 4 Přehled jednotlivých reaktorů v JE Temelín²²

Blok	Typ reaktoru	Uvedení do provozu	Elektrický výkon
I	VVER 1000 V 320	10. června 2002	1078 MW
II	VVER 1000 V 320	18. dubna 2003	1 055 MW

8.2 Lokalita

Výběr lokality pro výstavbu JE Temelín byl vybrán na základě zhodnocení investičního záměru. Úvodní projekt byl zpracován Energoprojektem Praha. Na základě vyhodnocení

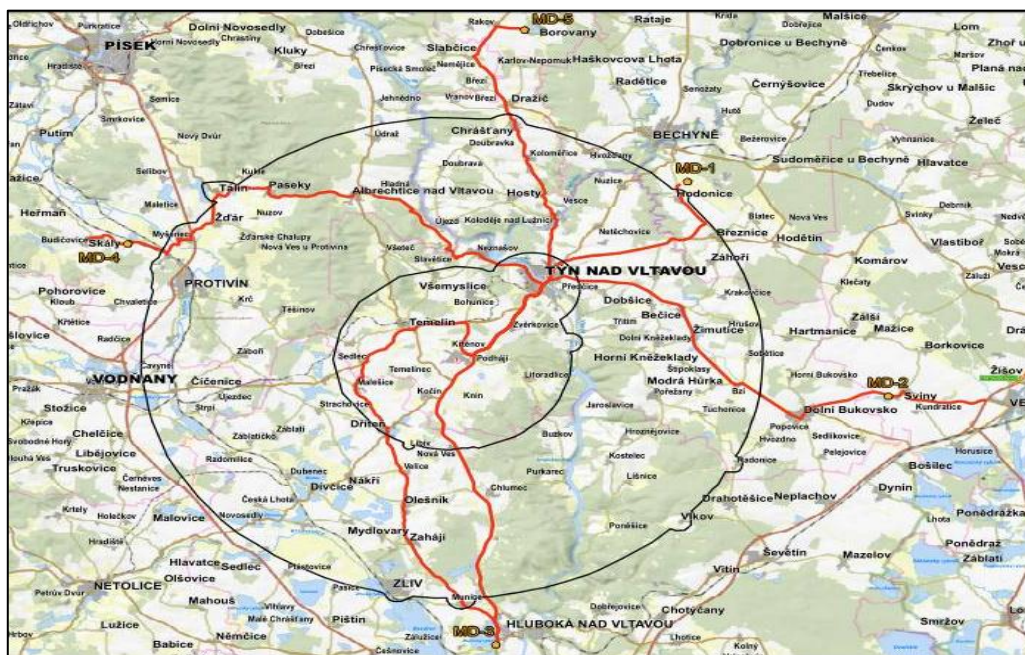
²¹ Reaktor typu VVER (Vodo - Vodjanoj Energetičeskij Reaktor) je dnes ve světě nejrozšířenější typ. Tlakovodních reaktorů pracuje asi 253, tj. 57 % ze všech světových energetických reaktorů. Původně byl vyvinut v USA, později koncepci převzalo i Rusko. Stejně reaktory jsou pro svou vysokou bezpečnost používány i k pohonu jaderných ponorek. Aktivní zóna, má rozměry 3 m v průměru a 3,5 m na výšku. Tlak vody 15,7 MPa a teplota vody na výstupu z reaktoru 324 °C. Palivem je obohacený uran izotopem ²³⁵U na 3,1 % až 4,4 % ve formě tabletek oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Výměna paliva probíhá při odstaveném reaktoru zpravidla jednou za 1 až 1,5 roku. Nahradí se 1/3 použitých článků. Moderátorem i chladičem je obyčejná voda. Proudí v primárním okruhu pod velkým tlakem a o teplotě kolem 300 °C. V parogenerátoru ohřívá vodu sekundárního okruhu, ta se mění na páru a žene turbínu.

²² zdroj: vlastní

všech parametrů podle legislativních a odborných kritérií byla pro umístění JE vybrána lokalita Temelín.

Jaderná elektrárna Temelín leží v ČR přibližně 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Nachází se v pahorkatině v nadmořské výšce 510 m. n. m. Do vzdálenosti 10 km od lokality se nevyskytují žádné výrazné výškové body. Směrem severozápadním se rozprostírá rozsáhlý komplex lesů. Přílehlé území, které se nachází na obou březích přehradní nádrže Hněvkovice na řece Vltavě cca 5 km východně od lokality, je převážně zalesněno. Elektrárna je vzdálena 45 - 50 km od státních hranic s Rakouskem a se Spolkovou republikou Německo (SRN) (28).

V případě JE Temelín je zóna havarijního plánování pomyslná kružnice o poloměru 13 km okolo jaderné elektrárny viz obrázek 10. Ve vnitřním pásmu definovaném poloměrem 5 km se navíc plánují i opatření související s možnou evakuací osob (5) (29).



Obrázek 10 Schematické znázornění zóny havarijního plánování JE Temelín²³

²³ zdroj: ČEZ. Skupna ČEZ, a.s. *Příručka pro ochranu obyvatel v případě radiacní havárie* [online]. Praha: ČEZ, a.s. 2016 [cit. 2015-09-23]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderna-elektrarna-cez/ete/informacni-centrum/prirucka-pro-ochranu-obyvatelstva.html>

8.3 Cvičení „Zóna 2015“

Poslední cvičení s názvem „Zóna 2015“ proběhlo ve dnech 21. 9. - 24. 9. 2015. Cílem celého cvičení bylo prověřit činnost organizace havarijní odezvy Českých Energetických Závodů elektrárny Temelín (ČEZ ETE) a orgánů krizového řízení ČR. Dále prověřit všechny informační toky jako je podávání zpráv médiím, informování obyvatel a veřejnosti. Vycvičenost předurčených jednotek sborů dobrovolných hasičů obcí v zóně havarijního plánování a prověření jednotlivých typových plánů nebo ústředního poplachového plánu IZS.

Cvičení bylo rozděleno do čtyř fází:

- v první fázi bylo klasifikováno, že v ČEZ ETE vznikla mimořádná událost druhého stupně dle INES s hrozícím únikem radioaktivních látek do životního prostředí,
- druhá fáze začala v momentě, kdy byla situace v jaderné elektrárně překlasifikována na mimořádnou událost třetího stupně dle INES,
- ve třetí fázi bylo provedeno zajištění a zabezpečení úniku radioaktivních látek z areálu jaderné elektrárny a monitorování radiační situace
- ve čtvrté fázi byla provedena realizace opatření na úrovni kraje, zejména evakuace obyvatel a zajištění nouzového přežití (32) (33) (34).

Příčina

Z noci z 21. 9. 2015 na 24. 9. 2015 došlo v jaderné elektrárně Temelín k simulované sérii poruch a selhání bezpečnostních systémů. Mimořádná událost vznikla následkem tornáda a sledem dalších poruch na I. výrobním bloku. Došlo ke zřícení střechy strojovny, kde vypukl požár, který byl uhašen (33) (32).

Vyhlášení

Vlivem řady dalších poruch blok č. I. ztratil veškeré elektrické napájení a způsoby chlazení reaktoru. Po vyhodnocení stavu, směnový inženýr jaderné elektrárny Temelín, klasifikuje situaci jako mimořádnou událost druhého stupně s hrozícím únikem radioaktivity do životního prostředí. Ihned po vyhlášení ochranných opatření v elektrárně se zaměstnanci

ukryli a požíli jodovou profylaxi. Podle vnějšího havarijního plánu došlo k aktivaci všech dotčených orgánů a krizových štábů: krizový štáb kraje, krizový štáb Hasičského záchranného sboru ČR a regionální centrum SÚJB (33) (32).

Průběh

Ředitel Hasičského záchranného sboru (HZS) Jihočeského kraje (JČ) požádal hejtmana, aby převzal koordinaci záchranných a likvidačních prací. Během zasedání krizového štábu začaly z elektrárny unikat do okolí radioaktivní látky. Hejtman požádal předsedu vlády o vyhlášení nouzového stavu pro celý JČ kraj a ihned pověřil ředitele složek IZS konkrétními úkoly k řešení mimořádné události. Mezi hlavní úkoly patřilo okamžité informování o mimořádné situaci v okolí kraje i obce. Obce, které se nacházejí v zóně havarijního plánování, přebírají zodpovědnost za trvale žijící obyvatele, kteří se nemohou vrátit do svého bydliště. Následuje informování všech dopravců, zveřejnění informací o omezení provozu na pozemních komunikacích a zabezpečení náhradních jízdních řádů pro autobusy a vlakové spojení mimo zónu havarijního plánování. Dalším krokem je informování zdravotnických zařízení a zajištění přednemocniční neodkladné péče pro obyvatelstvo v zóně havarijního plánování. Pro informování obyvatel byla zprovozněna zelená linka na čísle 800 100 450 (32) (33).

V další části bylo zahájeno provádění monitoringu radiace prostřednictvím RMS a letecké monitorovací skupiny (32).

Policie české republiky (PČR) v průběhu cvičení „Zóna 2015“ uzavřela zónu havarijního plánování v okolí 13 km. Do této zóny je zákaz vstupu a vjezdu. Policie zde zabezpečuje veřejný pořádek a prověřuje evakuační trasy do předurčených míst dekontaminace (34).

Příslušníci Armády ČR (AČR) posílili řady policistů a v případě spuštění evakuace jsou připraveni zajistit veřejný pořádek a bezpečnost obyvatelstva. Hlavním úkolem JČ kraje je zabezpečit bezpečnou evakuaci obyvatel z dotčené oblasti (33) (32).

HZS žádá obyvatele, kteří se nacházejí mimo havarijní zónu a nemohou se vrátit do svých domovů, aby se přihlásili na obecním úřadě s rozšířenou působností. Zde jim bude

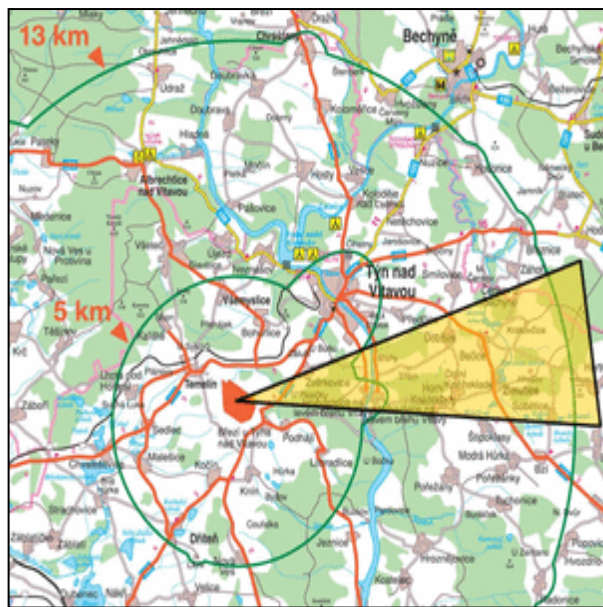
zabezpečeno náhradní ubytování. Dalším úkolem je kontrola evakuačních tras, míst dekontaminace a nepřetržité informování prostřednictvím operačního střediska. Informovány jsou především krizové štáby. HZS zajišťují dodávky pitné vody, potravin a jsou připraveni na dovoz pohonných hmot. Poskytují osobní ochranné prostředky pro složky IZS zasahující v zóně (33) (32).

Zdravotnická záchranná služba (ZZS) do zóny havarijního plánování vysílá proškolené posádky, které jsou vybaveny osobními dozimetry. Zajišťují přednemocniční neodkladnou péči pro obyvatelstvo. Dochází ke zvýšení pohotovosti sil a prostředků, k informování okolních ZZS a ke zprovoznění záložního operačního střediska (33).

Personál elektrárny se snažil zastavit únik radiace na I. bloku v ETE. Celou situaci neustále sledují pracovníci ETE a pracovníci SÚJB. Podle předpovědi radiační situace v zóně havarijního plánování v úniku převládají vzácné radioaktivní plyny, které obsahují také radioizotopy jódu a cesia. Podle aktuální meteorologické situace lze předpokládat postup oblaku směrem do 3. až 5. sektoru havarijní zóny viz obrázky 11 a 12. V důsledku klesání těchto látek z mraku je předpoklad velmi silné kontaminace terénu, zejména radioaktivním jódem ^{131}I a cesiem ^{134}Cs a ^{137}Cs (35).



Obrázek 11 Trasy mobilních skupin, a rozdělení sektorů²⁴



Obrázek 12 Mapa se směrem úniku radioaktivních látek od elektrárny Temelín²⁵

Dne 22. 9. 2015 v 17:00 hodin přijal předseda vlády žádost Hejtmana Jiřího Zimoly a vyhlásil nouzový stav pro celý JČ kraj. Na základě informací složek IZS a dalších členů krizového štábu vydal Hejtmán Zimola opatření k zabezpečení zdraví a majetku obyvatel (33) (32).

ETE stále intenzivně pracovala na řešení situace, ke které došlo na výrobním bloku I. Havarijní týmy zprovoznilly elektrické napájení vybraných bezpečnostních systémů I. výrobního bloku a dále pracovaly na snížení tlaku v kontejnmentu. Monitorovací systémy potvrdily mírně zvýšenou radioaktivitu na okraji areálu elektrárny a v její blízkosti. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána krátkodobě v měřicí stanici Litoradlice, kdy dosáhla hodnoty 0,5 mSv. Vedení elektrárny informovalo krizový štáb, že v průběhu řešení mimořádné události nebyly zaznamenány žádné ztráty na životech. Výrobní blok II je v provozu a zajišťuje elektřinu pro zprovozňované bezpečnostní systémy (33) (32).

²⁴ zdroj: SÚJB. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Úvod [online]. 2015 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/reportaze-z-havarijnich-cviceni/zona-2015/>

²⁵ zdroj: tamtéž

Dne 23. 9. 2015 byl krizový štáb kraje informován zaměstnancem jaderné ETE o zastavení úniku radioaktivních látek. Složky IZS oznámily pohotovost připravovaných opatření k řešení mimořádné situace, zejména ohledně evakuace obyvatel z 13 kilometrové zóny havarijního plánování. Zástupce SÚJB informoval o aktivaci výjezdových skupin s úkolem vyhodnotit aktuální stav radiace na zasaženém území a případných evakuačních trasách (32) (33).

Dne 24. 9. 2015 na území JČ kraje i nadále trval nouzový stav. V 7:00 hodin Hejtman JČ kraje nařídil evakuaci obyvatel z části zóny havarijního plánování, které bylo zasaženo radioaktivními látkami. V ETE byla situace hodnocena jako stabilní a pod kontrolou. Bylo konstatováno, že všechny důležité bezpečnostní systémy fungují a radioaktivní látky do okolí již neunikají. Pracovníci SÚJB a ČEZ nepřetržitě monitorovali radiační situaci v okolí elektrárny. Složky IZS zahájily evakuaci obyvatel. Hejtman JČ kraje vydal pokyn k odvolání ukrytí obyvatelstva v zóně havarijního plánování ETE a zároveň vydal pokyn k zákazu vstupu a pohybu osob na vymezeném území, které bylo kontaminováno radioaktivními látkami. Nebezpečná oblast byla vymezena výstražnými tabulemi. Celé cvičení bylo ukončeno jihočeským Hejtmanem dne 24. 9. 2015 ve 13 hodin (33).

9 POROVNÁNÍ RMU V JE FUKUŠIMA I SE CVIČENÍM „ZÓNA 2015“

Cílem je porovnání postupů záchranných složek při řešení RMU s ohledem na příčinu vzniku a následky havárie.

Porovnání havárií v JE Fukušima I a simulovaného cvičení v JE Temelín vychází z údajů Zprávy z vyšetřování příčin havárie²⁶, kterou vydala komise japonského parlamentu v roce 2012. V případě simulované havárie v JE Temelín je využito výsledků zátěžových testů²⁷, které jsou popsány v Závěrečné zprávě ZT ETE, z Národní zprávy ČR k havarijní připravenosti a odezvě²⁸ a Po fukušimský Národní Akční Plán (NAcP) na posílení jaderné bezpečnosti jaderných zařízení v ČR²⁹, které zveřejnil SÚJB.

²⁶ **OSEL.** *Zpráva komise japonského parlamentu o havárii ve Fukušimě I* [online]. 2012 [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://www.nirs.org/fukushima/naiic_report.pdf

²⁷ **ČEZ.** České energetické závody, a.s. *Úvod / Výroba elektřiny / Jaderná energetika / Zátěžové testy EU* [online]. 2016 [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/temelin/zaverecna-zprava-zt-ete.pdf>

²⁸ **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Dokumenty a publikace / Národní zprávy* [online]. 2016 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Zprava_EPR_final_cz.pdf

²⁹ **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Aktuálně / Detail* [online]. 2016 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/jaderna-bezpecnost/Cesky_NAcP_Rev2_final.pdf

9.1 Výběr kritérií

Vybraná kritéria a stanovení jejich důležitosti jsou uvedené v následující tabulce (Tabulka 5).

1. **Lokalita JE** - posouzení lokality z hlediska zajištění bezpečnosti.
2. **Počet aktivních reaktorů** - počet aktivních reaktorů v době RMU z celkového počtu.
3. **Příčina vzniku havárie** - definování primárních a sekundárních příčin vzniku RMU.
4. **Technické poškození JE a jeho důsledky** - funkce zasažených reaktorů při vzniklé havárii a jejich vyřazení z provozu. Příčina úniku radiace při vzniklé RMU.
5. **Evakuace obyvatel** - definování průběhu evakuace obyvatel ze zasažené oblasti dle havarijního plánu.
6. **Únik radiace** - úniku radioaktivních látek do životního prostředí a typ radioaktivní látky.
7. **Počet úmrtí v souvislosti s radiací do 3 dnů, počet úmrtí v souvislosti s likvidací následků havárie** - vyhodnocení počtu úmrtí do 3 dnů po havárii nebo úmrtí v souvislosti s likvidací následků havárie.
8. **Zranění v souvislosti s RMU** - počet zraněných v průběhu RMU a při záchranných a likvidačních pracích.
9. **Informování veřejnosti** - vyhodnocení předávání informací civilnímu obyvatelstvu v průběhu RMU a po ukončení záchranných a likvidačních pracích.
10. **Záchranné a likvidační práce** - rozsah záchranných a likvidačních pracích bezprostředně po havárii.
11. **Nasazení sil a prostředků pro likvidaci RMU** - typ nasazených sil při likvidaci RMU.

Tabulka 5 Porovnání RMU v JE Fukušima I se cvičením ZÓNA 2015 ³⁰

	Kritéria	FUKUŠIMA I I	TEMELÍN
		11. 3. 2011	21. 9. - 24. 9. 2015
1.	Lokalita JE	pobřeží Tichého oceánu	vnitrozemí ČR Jižní Čechy
2.	Počet aktivních reaktorů	3	2
3.	Příčina vzniku havárie	přírodní katastrofa tsunami	přírodní katastrofa tornádo
		lidské zavinění - podcenění velikosti vlny tsunami	
4.	Technické poškození JE a jeho důsledky	reaktory č. 1,2,3 (s palivem v aktivní zóně kontejmentu) kompletní ztráta chlazení všech reaktorů a následný výbuch	reaktor č. 1 (s palivem v aktivní zóně kontejmentu) důsledkem požáru ve strojovně dochází ke kompletní ztrátě chlazení
		reaktor č. 4 (bez paliva v aktivní zóně kontejmentu), palivo bylo vyjmuto do bazénu s vyhořelým palivem > ztráta chlazení bazénu	

³⁰ zdroj: vlastní

5.	Evakuace obyvatel	vyhlášena evakuace do 20 km od JE, evakuováno 94 378 obyvatel o celkové rozloze 897,97 km ² do 5 dnů od vzniku RMU	vyhlášena evakuace do 13 km od JE, evakuováno 40 obyvatel do 2 dnů od vzniku RMU
6.	Únik radiace	Ano izotopy: ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs a ¹³⁷ Cs	Ano izotopy: ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs a ¹³⁷ Cs
7.	Počet úmrtí v souvislosti s radiací do 3 dnů	0 osob	0 osob
	Počet úmrtí v souvislosti s likvidací následků havárie	2 pracovníci JE 60 pacientů z léčeben při evakuaci	
8.	Zranění v souvislosti s RMU	6 osob při vodíkovém výbuchu 3. bloku	0 osob
9.	Informování veřejnosti	nedostatečné informování veřejnosti	veřejnost byla dostatečně informována
10.	Záchranné a likvidační práce	značně komplikované z důvodu kontaminace prostředí	základní postupy IZS dle havarijního plánu
11.	Nasazení sil a prostředků pro likvidaci RMU	Úroveň provozovatele společnost TEPCO: pracovníci JE Hasičský záchranný sbor Policie Zdravotní Záchranná služba Armáda Úroveň státu: japonská vláda s premiérem Úroveň prefektura (úřad, regiony): krizové orgány jednotlivých prefektur	Provozovatel ČEZ Hasičský záchranný sbor SÚJB, SÚRO, SÚJCHBO Zdravotní Záchranná služba Policie ČR Armáda ČR Celní správa Kraj Vláda ČR Obce s rozšířenou působností

9.2 Hodnocení jednotlivých kritérií

1. Lokalita JE

Při výběru vhodné lokality pro výstavbu jaderné elektrárny jsou kladené vysoké nároky. Mezi nejdůležitější kritéria patří vzdálenost k zásobování vodou, vhodný terén, který by měl být převážně rovný, vhodné vlastnosti podlaží, nízká hladina podzemních vod, vhodná vzdálenost od obytných zón a železnic a dostatečná velikost areálu pro výstavbu, kvůli stavbě všech technologických staveb JE. K dalším kritériím pro výstavbu JE patří požadavky týkající se radiační bezpečnosti obyvatelstva, tedy vhodné umístění areálu JE od obytných budov.

Mezi nevhodně zvolenou lokalitu pro výstavbu jaderných elektráren patří oblasti s vysokým výskytem extrémních přírodních vlivů, nestabilní podlaží, nedostatek vodního zdroje, blízkost hlavní komunikace, nevhodný terénní reliéf a malá radiační bezpečnost obyvatelstva.

JE Fukušima I byla vystavena na pobřeží Tichého oceánu v prefektuře Fukušima I v Japonsku. Při výstavbě ovšem nebyla důkladně zvažena všechna možná rizika, především možnosti na výskyt extrémních přírodních vlivů. V oblasti Japonska je vysoká četnost sopek a zemětřesení. Při havárii se ukázalo, že zvolená lokalita JE Fukušima I nebyla vhodnou z hlediska seizmické i klimatické oblasti. Jednou ze základních opatření proti vlnám Tichého oceánu, byla výstavba vlnolamů, které v tomto případě nedosahovaly ani poloviny výšky hlavní vlny tsunami.

V porovnání s výstavbou **JE Temelín** lze konstatovat, že lokalita elektrárny byla zvolena na nejlepším místě. Při výstavbě byla pečlivě zvažena možná rizika týkající se seizmických i klimatických oblastí. JE Temelín je umístěna ve vnitrozemí ČR v Jižních Čechách, kde je jen velmi málo pravděpodobný výskyt záplav a zemětřesení. Nachází se pod přehradní nádrží Hněvkovice na řece Vltavě, která zabezpečuje chlazení reaktorů. JE Temelín je schopna bezpečně zvládnout i vysoce nepravděpodobné extrémní havarijní stavy, aniž by došlo k ohrožení životního prostředí.

2. Počet aktivních reaktorů

V areálu **JE Fukušima I** se nachází celkem 6 reaktorů. Reaktory 1, 2 a 3 byly v době vzniku havárie aktivní a palivo bylo zasunuto v aktivní zóně reaktoru. Reaktor 4 nebyl v aktivní činnosti, avšak zde bylo palivo uloženo v chladicím bazénu, které bylo nutno stále chladit. Reaktory 5 a 6 byly zcela neaktivní, žádný z nich neobsahoval palivo.

Před vlnou tsunami následovalo zemětřesení. I přesto, že zemětřesení bylo veliké, nemělo přílišné dopady na funkci JE Fukušima I. Došlo k odstavení všech reaktorů a štěpná reakce byla zastavena. Lze konstatovat, že všechny reaktory při otřesech zemětřesením zafungovaly perfektně.

Problém nastal až při příchodu vlny tsunami, která zaplavila areál JE Fukušima I a vyřadila z provozu náhradní zdroje elektrické energie důležité pro chlazení systémů všech reaktorů 1, 2, 3 a 4 v chladicím bazénu. Funkce reaktorů byla v pořádku až do doby, než nedošlo k technickému poškození.

V porovnání s JE Fukušima I má **JE Temelín** celkem 2 reaktory. Z toho při simulovaném cvičení byly aktivní reaktory oba dva a palivo bylo zasunuto v aktivní zóně reaktoru. Probíhala standardní výroba elektrické energie a elektrika se přenášela do sítě vysokého napětí.

Scénářem cvičení bylo virtuálně přivést I výrobní blok do stavu nejhorší havárie. Vlivem technických poruch a souběhu mnoha selhání všech technologií elektrického napájení pro chlazení reaktoru 1, došlo k úplné ztrátě chlazení jako v JE Fukušima I.

Vzhledem k tomu, že tornádo zasáhlo pouze výrobní blok I, tak reaktor 2 na II. výrobním bloku fungoval bez problémů. Všechny systémy jako je dodávka elektrického napětí a chlazení pracovaly bez chyb.

3. Příčina vzniku havárie

Příčiny vzniku havárií můžeme rozdělit na události způsobené přírodními a civilizačními vlivy. Mezi přírodní vlivy můžeme zahrnout sesuvy, bouřky, vichřice / tornádo, přívalové deště, povodně. Do civilizačních vlivů patří únik nebezpečné látky, destrukce budovy, požáry a terorismus.

Příčinou vzniku jaderné havárie v **JE Fukušima I** byla přírodní katastrofa. V důsledku posunutí Pacifické oceánské desky došlo ke vzniku vlny tsunami, která překonala vlnolamy o velikosti 6 metrů. Zde došlo k podcenění vzniku extrémně velkého tsunami vlivem lidského selhání.

V **JE Temelín** byla při simulovaném cvičení příčinou vzniku přírodní katastrofa, způsobená tornádem. Tornádo zapříčinilo zřícení střechy strojovny na výrobním bloku I.

Lze konstatovat, že příčinám vzniku havárií lze předcházet prevencí a kvalitní přípravou všech složek IZS, ale nelze vznik havárie úplně vyloučit.

4. Technické poškození JE a jeho důsledky

Cílem zajištění jaderné bezpečnosti je zabránit nekontrolovanému rozvoji štěpné řetězové reakce a zamezit únikům radioaktivních látek do životního prostředí. Mezi hlavní rizika aktivního reaktoru patří ztráta chlazení, která může vést k nekontrolovatelné štěpné reakci.

Při vzniku havárie v **JE Fukušima I** došlo k úplné ztrátě chlazení na reaktorech 1,2,3. Ve IV. bloku bylo uloženo vyhořelé palivo v chladícím bazénu, avšak i zde byla nutnost stálého chlazení.

První blok

Lze konstatovat, že na 1. reaktoru došlo k poškození chlazení a vzhledem k nutnému a řízenému odpouštění par pro uvolnění tlaku z primárního kontejnmentu, došlo k nahromadění vodíku v budově I. bloku a následné explozi. Budova byla částečně poničena, ale je nutné zmínit, že nedošlo k poškození primárního kontejnmentu a ztrátě hermetičnosti.

Druhý blok

Lze konstatovat, že situace na II. bloku byla nejhorší. Vlivem exploze na III. bloku, která poškodila havarijní ventilaci a havarijní chlazení na II. bloku, znemožnila řízené vypouštění par. Nastalá situace byla značně kritická, protože došlo k explozi v blízkosti komory potlačení a následnému poškození aktivní zóny kontejmentu. Exploze zapříčinila obrovský únik radioaktivních látek do budovy a následně i do ovzduší. Tato událost byla hlavní příčinou radioaktivního zamoření v okolí Fukušimy I.

Třetí blok

Lze konstatovat, že na třetím bloku došlo ke stejnému průběhu jako u 1. reaktoru. Došlo k poškození chlazení a k nutnosti odpouštění par pro uvolnění tlaku z primárního kontejmentu. Zde došlo k nahromadění vodíku v budově III. bloku a následné explozi. Budova byla poničena a poškodila zařízení a hadice pro přívod vody do 3. reaktoru. Zde je nutné zmínit, že nedošlo k poškození primárního kontejmentu a ztrátě hermetičnosti.

Úplně přesný průběh a následky těchto událostí však bude možné určit až po důkladné analýze v budoucnosti.

Čtvrtý blok

V porovnání s bloky 1,2 a 3 lze konstatovat, že zde byla situace trochu jednodušší, protože v případě bazénů s vyhořelým palivem je časový vývoj pomalejší než v případě chlazení reaktorů. Vyhořelé palivo stále obsahuje dlouhodobé radioaktivní izotopy s poločasem rozpadu řádově stovek dní, až několik let, které bylo do bazénu umístěno 10. 12. 2010. Při havárii bylo v bazénu dostatečné množství vody, ale bylo nutné zajistit stálou cirkulaci chlazení, bez kterého se voda v bazénu ohřívá a vypařuje.

Vlivem tornáda došlo u **JE Temelín** ke zřícení střechy na I. bloku. Trosky poškodily turbínu a dochází k požáru ve strojovně I. bloku. Pro simulaci cvičení bylo nutné vypnout bezpečnostní systémy. Vyřazeno muselo být třináct způsobů elektrického napájení. Dále byla provedena simulace poškození potrubí v jaderné části elektrárny a selhání čtyř systémů chlazení reaktoru a následné fiktivní poškození primárního kontejmentu 1. reaktoru. Došlo

ke ztrátě hermetičnosti s únikem radioaktivity. Lze konstatovat, že cvičení mělo stejný průběh a podobnost jako u havárie ve Fukušimě I na II. bloku a poškození 2. reaktoru.

5. Evakuace obyvatel

V rámci ochrany obyvatelstva se zpracovává plán evakuace pro správně provedení evakuačních opatření. Plán evakuace obsahuje všeobecné zásady pro její provádění, předpokládané počty evakuovaných, časové limity pro evakuaci, přehled míst nouzového ubytování, způsob vyrozumění pracovních orgánů pověřených řízením evakuace, zdravotnické a zásobovací zabezpečení, způsob koordinace, způsob varování obyvatelstva, protiradiační opatření, zajištění ostrahy vyklizených prostor a další.

Po vzniku jaderné havárie **ve Fukušimě I** ve 20:50 hodin byla zahájena evakuace obyvatel z území do vzdálenosti 2 km od elektrárny, která se v 21:33 hodin rozšířila na vzdálenost do 3 km od elektrárny. Dne 12. 3. 2011 v 5:44 hodin se evakuace rozšířila do vzdálenosti 10 km. Stejného dne ve 20:30 hodin byla evakuační zóna rozšířena až do vzdálenosti 20 km. Vlivem úniku radiačních látek, které se nepodařilo dostat pod kontrolu, se vzdálenost evakuace neustále rozšiřovala.

Počty evakuovaných osob se s reálným počtem obyvatel žijících v prefektuře Fukušima I značně lišily. Důvodem bylo odmítnutí opuštění svých domovů v zasažené oblasti.

Obyvatelé byli evakuováni prostřednictvím autobusů do náhradních ubytoven. Evakuace obyvatel z nemocnic a domovů důchodců si vyžádala několik úmrtí. Příčinou byla nedostatečná péče při přesunu.

Ve snaze zabránit krádežím v opuštěných objektech se zvyšovala přítomnost policistů.

Lze konstatovat, že u evakuovaných obyvatel docházelo ke stresovým situacím a obavám. Evakuace probíhala 5 dnů od vzniku RMU. Nedošlo k žádnému ozáření obyvatel, ale naopak chybou záchranných složek docházelo k opětovné evakuaci na místa s vyšší naměřenou radiací, kam měla probíhat evakuace. Dlouhodobé opuštění domovů někdy vedlo

k sebevraždám. Průběh evakuace lze hodnotit jako nedostačující. Důvodem bylo nedostatečné informování jak krizových složek, tak evakuovaných obyvatel.

Během simulovaného cvičení v **JE Temelín** bylo nejdříve vyhlášeno Hejtmanem kraje, ukrytí ve svých obydlích. Informování obyvatel probíhalo prostřednictvím médií a rozhlasu. Dne 24. 9. 2015 v 7:00 hodin byla vyhlášena evakuace obyvatel z části zóny havarijního plánování zasažených radioaktivními látkami do vzdálenosti 13 km od elektrárny. V rámci cvičení bylo vyčleněno 40 lidí určených pro evakuaci. Cílem evakuace bylo zjistit předávání informací mezi složkami IZS a přijímacím střediskem pro evakuaci. Evakuace probíhala 2 dny od vzniku RMU dvěma autobusy. Evakuovanou zónu v oblasti 13 km od elektrárny zajišťovala AČR a PČR, kde byla vyhlášena nebezpečná zóna a zákaz vstupu.

Lze konstatovat, že evakuace proběhla v souladu s havarijním plánem. Lze ji pozitivně hodnotit. Pozitivem byla správná koordinace složek IZS a orgánů státní správy. Obyvatelé byli včas evakuováni ze zasaženého území a dostatečně informováni. Informace obsahovaly čas a místo, odkud bude evakuace probíhat. Jak zabezpečit svoje obydlí, co si mají vzít s sebou a na jak dlouho budou evakuováni. Při cvičení se ukázalo, že přijímací střediska byla dostatečně připravena na příjem evakuovaných obyvatel.

6. Únik radiace

Při havárii ve Fukušimě I a při simulovaném cvičení v JE Temelín do ovzduší unikaly radioaktivní látky. Hlavními radioaktivními látkami, které do ovzduší unikaly, byl radioaktivní izotopy ^{131}I , ^{137}Cs a ^{134}Cs .

Nejvýznamnějšími radioizotopy jódu jsou ^{131}I a ^{133}I , které jsou součástí směsi štěpných produktů nacházející se v palivových článkách reaktoru. Radiojód je velmi dobře rozpustný ve vodě a 100 % vstřebatelný. Po vstřebání se kumuluje ve štítné žláze. Štítná žláza je radiorezistentní orgán, který na vysoké absorbované dávky reaguje hypofunkcí štítné žlázy. Později dochází k vyššímu výskytu karcinomů tohoto orgánu. Kontaminace tímto

radioizotopem je vysoká při jaderných haváriích. Poločas rozpadu radioizotopu jódu ^{131}I je 8 dnů.

Poločas rozpadu ^{137}Cs je 30 let. Cesium je prvek velmi reaktivní, v přírodě se nachází pouze ve sloučeninách. Do organismu je kompletně absorbován z plic, zažívacího traktu i z povrchových ran.

Při vzniku havárie ve Fukušimě I hlavní únik radiace nastal dne 15. 3. 2011, kdy došlo k poškození II. bloku a do ovzduší začaly unikat radioaktivní látky jód ^{131}I , cesium ^{137}Cs a cesium ^{134}Cs .

Během simulovaného cvičení v JE Temelín došlo k úniku radiace dne 22. 9. 2015, zaznamenaným směrovým inženýrem ETE. Do životního prostředí unikly vzácné radioaktivní plyny obsahující ^{131}I , ^{137}Cs a ^{134}Cs . Během monitorování radiace byl předpoklad velmi silné kontaminace. Systémy potvrdily zvýšenou radioaktivitu na okraji areálu elektrárny.

Lze konstatovat, že byl včasné zhodnocen únik radiace do životního prostředí. Riziko kontaminace obyvatel bylo pečlivě sledováno na základě výsledků monitorovacích skupin, které hodnotily dopad izotopů na životní prostředí. Lze zhodnotit, že po úniku radiace na území prefektury Fukušima I i JE Temelín probíhala dostatečná kontrola povrchových vod, podzemních vod, zemědělských produktů a ryb. Na základě výsledků kontrol došlo po havárii ve Fukušimě I ke včasnému záchytu vyšší radioaktivity v pitných vodách a následnému zákazu konzumace.

7. Počet úmrtí v souvislosti s radiací do 3 dnů, počet úmrtí v souvislosti s likvidací následků havárie

K akutní nemoci z ozáření dochází při celotělovém ozáření těla pronikavým zářením. Při ozáření 1-8 Gy se vyskytují příznaky týkající se poruchy krvetvorby, které se projevují zvracením, průjmem nebo krvácením. Při ozáření vyšší jak 10 Gy se vyskytují gastrointestinální příznaky, které se projevují průjmy, ztrátou tělních tekutin a krvácením

z gastrointestinálního traktu. Zde je vážná prognóza a dochází ke 100 % mortalitě. Vystavením záření vyšší jak 30 Gy dochází k neurovaskulárním poruchám centrální nervové soustavy a následné příčině smrti.

Lze konstatovat, že do 3 dnů od vystavení radiace v prefektuře **Fukušima I** nepřišel nikdo o život, díky včasné evakuaci obyvatelstva. Docházelo k postupné kontrole obyvatel dozimetrickými přístroji a ke kontrole štítné žlázy. Avšak nelze zcela vyloučit následky u pracovníků, kteří se podíleli na likvidaci. U jednoho pracovníka byla naměřena vnitřní kontaminace 250 mSv, u 2 pracovníků 600 – 700 mSv díky chybějícímu filtru v ochranné masce a u 124 pracovníků se naměřená hodnota pohybovala v rozmezích vyšší jak 100 mSv. V takovémto rozsahu ozáření může dojít ke zvýšené pravděpodobnosti výskytu stochastických následků, které nelze předem diagnostikovat. Při poslední studii, která proběhla v roce 2013 u 360 000 obyvatel prefektury Fukušima I, se z výsledků ukázalo, že 103 obyvatel trpí poruchami štítné žlázy spojené s havárií.

Naopak počet úmrtí spojených s likvidací následků havárie dosáhl celkem 62 obětí. Z toho byli 2 pracovníci JE, které během likvidačních prací smetla vlna tsunami. Dalšími 60 oběťmi byli pacienti z léčeben a domovů důchodců, kteří zahynuli nedostatkem zdravotnické péče. Lze konstatovat, že na základě havárie takového rozsahu, je počet ozářených zanedbatelný.

Při simulovaném cvičení v **JE Temelín** nebyla plánovaná žádná úmrtí v souvislosti s radiací nebo likvidačními pracemi.

8. Zranění v souvislosti s RMU

V souvislosti s RMU nebo při provádění záchranných a likvidačních pracích může dojít ke zranění nebo úmrtí zasahujících složek nebo personálu JE.

V souvislosti se vzniklou radiační havárií ve Fukušimě I bylo zaznamenáno 6 zraněných osob. Při zhodnocení celé situace lze konstatovat, že při záchranných a likvidačních pracích v JE Fukušima I bylo zraněno velmi malé množství pracovníků a příslušníků zasahující složek.

Během simulovaného cvičení v JE Temelín nebyl zaznamenán žádný počet zraněných osob v souvislosti se záchrannými a likvidačními pracemi při likvidaci RMU.

9. Informování veřejnosti

Základem ochrany obyvatel v průběhu RMU je včasné informování a dodržování pokynů složek IZS na vzniklou RMU.

Informovanost obyvatel v prefektuře **Fukušima I** byla velmi špatná. Obyvatelé byli špatně informováni o evakuaci. Informace se později dozvídali z prostředků poskytovaných v hromadných dopravách a z rozhlasu v automobilech složek IZS. Došlo k zahlcení informačních kanálů a ke špatné komunikaci mezi zasahujícími složkami. Obyvatelé žijící v blízkosti elektrárny nebyli dostatečně seznámeni s možnými riziky při vzniku jaderné havárie. Prakticky byla zjištěna celková nepřipravenost jednotlivých složek IZS a obyvatel na vzniklou jadernou havárii.

V **ČR** je zaveden jednotný varovný signál „všeobecná výstraha“, který JE vyhlásila při vzniku radiační havárie. Zvuk sirén je pro obyvatele žijící v blízkosti JE pokynem k ukrytí a zapnutí rozhlasového nebo televizní přijímače. Z těchto zdrojů obyvatelé obdrží nezbytné informace a pokyny k provedení neodkladných ochranných opatření. Telefonní linky jsou vyhrazeny pro zabezpečení spojení zasahujících složek IZS a orgánů krizového řízení.

Při simulovaném cvičení obyvatelé v okolí Temelína byli plně orientováni a věděli jak se při spuštění varovného signálu zachovat. Obyvatelé jsou pravidelně edukováni prostřednictvím „Příručky pro obyvatele v případě radiační havárie JE Temelín pro období 2016 -2017“ zpracované Útvarem havarijní připravenosti ČEZ, a.s.

10. Záchranné a likvidační práce

Při probíhajících záchranných a likvidačních pracích v **JE Fukušima I** byla práce pracovníků elektrárny nedostačující. Pracovníci v elektrárně nebyli předem proškoleni a neměli podrobnější instrukce, jak se chovat v případě souběžného průběhu více mimořádných

událostí a při vzniku úplného výpadku elektřiny v elektrárně. Pokud by pracovníci byli předem na situace připraveni, mohli by záchranné a likvidační práce probíhat plynuleji.

Na druhou stranu práce v elektrárně pro pracovníky nebyla vůbec jednoduchá. Pracovali za úplné tmy za svitu baterek a museli manuálně ovládat čerpadla a další extrémně náročná zařízení. Další stěžejní komplikací byla kontaminace prostředí, kde probíhali likvidační práce.

Nastalo pochybení v řízení ze strany vlády i provozovatele JE společnosti TEPCO, která o situaci v elektrárně nebyla dostatečně informována.

Pracovníci elektrárny i složky IZS byli nedostatečně připraveni a jejich koordinace při takovém souběhu katastrof selhala.

Cvičení v **JE Temelín** probíhalo v souladu s havarijním plánováním, jehož cílem bylo zabezpečit technickou, personální a dokumentační připravenost zaměstnanců elektráren na řešení mimořádných událostí. V JE Temelín jsou pro případ vzniku mimořádné situace zpracovány zásahové postupy s instrukcemi pro zaměstnance. Během cvičení v JE Temelín byl hlavní důraz kladen na zhodnocení vypracovaného havarijního plánu. Na vzniklou RMU reagují všechny stupně krizového řízení. Koordinaci a řízení realizoval ústřední krizový štáb (ÚKŠ) jako pracovní orgán vlády ČR.

Všechny vytyčené cíle cvičení byly splněny. V havarijních plánech se nenašly významné chyby týkající se bezpečnosti při vzniku RMU. Záchranné a likvidační práce v koordinaci složek IZS probíhaly bez přehlcení komunikačního kanálu.

11. Nasazení sil a prostředků pro likvidaci RMU

Aktivace složek pro likvidaci RMU ve **Fukušimě I** proběhla v delším časovém horizontu z důvodu souběhu několika nastalých mimořádných událostí najednou. Hlavní síly byly nasazeny na odklizení následků zemětřesení a vlny tsunami. Z tohoto důvodu nemohlo dojít k nasazení dostatečných sil a prostředků do areálu JE, která se potýkala s nedostatkem

techniky pro ochlazení reaktorů nebo nedostatkem odborných kvalifikovaných pracovníků, kteří mohli být vystaveni zvýšené radiaci.

Nasazení všech prostředků a sil v rámci simulovaného cvičení v JE Temelín proběhlo v dostatečném časovém horizontu od vyhlášení mimořádné situace. Všechny složky IZS a další možné prostředky byly nasazeny v souladu s havarijním plánem.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnocení havárie v JE Fukušima I a simulovaného cvičení „Zóna 2015“ v JE Temelín, a to s ohledem na příčiny, průběh a následky těchto havárií. Havárie, která se udála v JE Fukušima I, nastala po přírodní katastrofě v japonské prefektuře Fukušima I. Ukázala nejen ničivou sílu, ale i lidské selhání v podcenění velikosti živelné katastrofy. V této souvislosti je až obdivuhodné, že během havárie a následků, které vyvstaly, nepřišel nikdo o život v souvislosti s únikem radiace. Naopak v souvislosti s přírodní katastrofou byly počty obětí na lidských životech obrovské. Negativní dopad byl zaznamenán i v celosvětovém měřítku. Některé státy se částečně nebo dokonce úplně odklonily od jaderné energie (například Německo a Švýcarsko). V ostatních zemích, které tento druh získávání energie stále využívají, přinesla havárie ve Fukušimě I další poznatky, ze kterých vyplynula nutnost přijmout adekvátní opatření a udělat revizi vlastních postupů. Ihned po havárii IAEA a EK přijala řadu opatření ke zvýšení bezpečnosti na jaderných zařízeních. Mezi hlavní opatření patří provedení zátěžových testů, jejichž cílem je prověřit odolnost JE v podobných extrémních situacích a zjistit možná rizika. V ČR proběhly tyto zátěžové testy na obou jaderných elektrárnách Dukovany a Temelín.

Na základě popisu skutečné a simulované jaderné havárie byla vybrána rozhodující kritéria, která mají na řešení RMU zásadní vliv. dále byla posouzena připravenost složek IZS v rámci ČR. Porovnaná kritéria jsou zohledněna v kapitole 9 a vytváří základní rámec v rozdílnosti při jejich řešení v Japonsku a v ČR.

Havárie v JE Fukušima I ukazuje, že nelze podcenit jakoukoliv nepravděpodobnou událost. Všechna rizika tohoto typu by měla být zohledněna již při výstavbě JE. Domnívám se, že pochybení již vyvstalo v samotném začátku stavby JE Fukušima I, kde byla provedena zásadní chyba při volbě lokality a stavebních úpravách podlaží. Odstraněním přírodní vyvýšeniny došlo ke snížení nadmořské výšky o 25-30 metrů, což snížilo bezpečnost jaderné elektrárny vůči velkým vlnám tsunami. Při stavbě byla velká pozornost věnována riziku

zemětřesení, avšak na příchod velkých vln tsunami nikdo nepomyslel. Je nutné říci, že podcenění a následná příčina vzniku jaderné havárie ve Fukušimě I pomohla zefektivnit bezpečnost v jaderné energetice.

Jedním ze zátěžových testů v ČR bylo provedení simulovaného cvičení v JE Temelín s názvem „Zóna 2015“. V případě simulované havárie v JE Temelín, podobné té, která nastala ve Fukušimě I, lze konstatovat, že komplexní cvičení nelze podceňovat a je nezbytné se připravovat na možná rizika v případě opravdové havárie. Simulované cvičení radiační havárie v JE Temelín „Zóna 2015“ ukázalo součinnost krizového řízení a složek IZS. Prověřila jejich připravenost při provádění záchranných a likvidačních prací v souvislosti s RMU. Z výsledků cvičení vyplývá, že základní postupy činnosti složek IZS při odezvě na radiační havárii a provedená optimalizace vnějších havarijních plánů (zefektivnění plánů jednotlivých činností) je v současné době dostačující. Zapojení obcí a dotčených orgánů je důležitou součástí pro kvalitní zvládnutí mimořádných událostí. Je nezbytné zohlednit včasnou informovanost obyvatel v okolí jaderných elektráren a edukovat je o správném postupu při případném vzniku RMU. V oblasti prevence je významná úloha zejména SÚJB jako kontrolního a odborného garanta všech provozovatelů jaderných zařízení v ČR. Na základě kvalitní prevence a kontroly je možno předejít závažným haváriím nebo snížit jejich negativní dopady. Správně provedená prevence je levnější, než následné odstraňování následků havárií. Řešení již vzniklé havárie představuje obrovské množství nasazení sil, prostředků složek IZS a vysoké finanční náklady na obnovu území nebo odškodnění obyvatel.

Připravenost složek IZS v ČR na případnou radiační havárii lze označit za dostatečnou. Rozsah legislativních norem, které poskytují právní nástroje složkám IZS a orgánů krizového řízení je na velmi dobré úrovni.

Je proto nezbytné být připraven a přijímat adekvátní opatření v souvislosti s RMU. Na základě zátěžových testů pravidelně aktualizovat havarijní plány a přijímat opatření, která

musí být komplexní a flexibilní tak, aby byla zabezpečena včasná a odpovídající reakce.
Rizika jaderných havárií lze do budoucna razantně snížit, ale nelze je úplně vyloučit.

LITERATURA

1. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Evropská unie / Právní předpisy ES/EU* [online]. 2016 [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/evropska-unie/pravni-predpisy-eseu/pravni-predpisy-eseu/>
2. **MIKA, Otakar J. a Lubomír POLÍVKA.** *Radiační a chemické havárie*. 1. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky, 2010. 169 s. ISBN 978-80-7251-321-5.
3. **ČESKO.** Vyhláška č. 307/2002 Sb. ze dne 13. června 2002 o radiační ochraně. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 113, s. 6362-6540. Dostupná také z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/307_po_novele.pdf
4. **ČESKO.** Zákon č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 5, s. 82-106. Dostupný také z: <http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=18&r=1997>
5. **SÚRO.** Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. *Radiační ochrana / Radiační havárie* [online]. 2016 [cit. 2016-01-12]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/radiacni-havarie>
6. **GŘ HZS ČR. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky.** *Havarijní plánování* [online]. 2016 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/menu-krizove-rizeni-a-cnp-krizove-a-havarijni-planovani-krizove-a-havarijni-planovani.aspx>
7. **ČESKO.** Zákon č. 239/2000 Sb. ze dne 28. června 2000 o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73, s. 3461-3474. Dostupné také z: <http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?r=2000&cz=239>
8. **MINISTERSTVO VNITRA ČR.** *Informační servis* [online]. 2016 [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/typova-cinnost-slozek-izs.aspx>

9. **VILÁŠEK, Josef, Miloš FIALA a David VONDRÁŠEK.** *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století.* 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 2014. 189 s. ISBN 978-80-246-2477-8.
10. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Jaderná bezpečnost / INES / Stupnice INES* [online]. 2016 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/stupnice-ines/>
11. **IAEA, OECD/NEA.** *Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí.* Praha: INES, 2011. 85 s. Překlad Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Uživatelská příručka. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES.pdf>
12. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / O SÚJB / Postavení ve státní správě* [online]. 2016 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/postaveni-ve-statni-sprave/>
13. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / O SÚJB / Úvod* [online]. 2016 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod/>
14. **SÚRO.** Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. *Úvod / Radiační ochrana* [online]. 2016 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana>
15. **SÚRO.** Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. *Úvod / Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. / Odborná činnost ústavu* [online]. 2016 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/suro/odborna-cinnost-ustavu>
16. **SÚJCHBO.** Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany. *SÚJCHBO, v.v.i. / Cíle a úkoly instituce* [online]. 2016 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: http://www.sujchbo.cz.scimitar.blueboard.cz/?page_id=238
17. **ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA.** *Integrovaný záchranný systém.* 2. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007.

157 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-007-4.

18. **ČESKO.** Vyhláška č. 328/2001 Sb. ze dne 18. září 2001 o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, čísta 127, s. 7447-7464. Dostupná také z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=127&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy

19. **PROUZA, Zdeněk a Jiří ŠVEC.** *Zásahy při radiační mimořádné události*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. 125 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-046-3.

20. **MINISTERSTVO VNITRA ČR.** *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu. Činnost hasičů v nebezpečné zóně*. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru, 2004. 3 s. Metodický list číslo 3L.

21. **MINISTERSTVO VNITRA ČR.** Katalog typových činností: STČ - 09/IZS. *Typová činnost složek IZS u mimořádné události s velkým počtem raněných a obětí*. Praha: Ministerstvo vnitra ČR - generální ředitelství HZS ČR, 2008. 39s. PO - 898 - 4/IZS - 2007.

22. **ŠTĚTINA, Jiří a kolektiv.** *Zdravotnictví a integrovaná záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014. 557 s. ISBN 978-80-247-4578-7.

23. **ŠINKOROVÁ, Zuzana a Leoš NAVRÁTIL.** *Biomedicínská detekce ionizujícího záření*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2014. 88 s. ISBN 978-80-01-05626-4.

24. **MINISTERSTVO VNITRA ČR.** Katalog typových činností: STČ - 01/IZS. *Špinavá bomba*. Praha: Ministerstvo vnitra ČR - generální ředitelství HZS ČR, 2015. 58 s. MV - 102562/PO-IZS-2014.

25. **ATOMINFO.** *Atomová energie, zpravodajství – portal Atominfo.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2016/03/wagner-havarie-v-je-fukusima-ma-nejvetsi-dopad-na-psychiku-lidi/>
26. **WAGNER, Vladimír.** *Fukušima I I poté.* 1. vyd. Praha: Novela bohenica, 2015. 358 s. ISBN 978-80-87683-45-3.
27. **ATOMINFO.** *Atomová energie, zpravodajství – portal Atominfo.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2011/07/stavitele-fukusimy-pro-usnadneni-dopravy-odstranili-utes-ktery-prirozene-chranil-jeji-uzemi-pred-vlnami/>
28. **ČEZ.** Skupina ČEZ, a.s. *Úvod / Výroba elektřiny / Jaderná energetika / Jaderné elektrárny ČEZ / Temelín* [online]. 2016 [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete.html>
29. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Radiační ochrana / Oznámení a informace / Ochranná opatření při radiační mimořádné situaci* [online]. 2016 [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/ochranna-opatreni-pri-radiacni-mimoradne-situaci/>
30. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *Souhrn průběhu nehody v JE Fukušima I Dai-ichi.* Praha: SÚJB, 2011. 7 s.
31. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Aktuálně / Detail* [online]. 2013 [cit. 2016-01-12]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/jaderna-bezpecnost/Cesky_NAcP_Rev2_final.pdf. <http://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/narodni-akcni-plan-k-dalsimu-posileni-jaderne-bezpecnosti-dukovan-a-temelina-dokonceni/>
32. **GŘ HZS ČR. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky.** *Úvodní strana / Informační servis / Zpravodajství / 2015 / Zář* [online]. 2016 [cit. 2016-01-09]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/rozsahle-cviceni-zona-2015-proveri-krizovou-pripravenost.aspx>

33. **JIHOČESKÝ KRAJ.** *Archiv aktivit* [online]. 2014 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: http://www.kraj-jihocesky.cz/2123/cviceni_zona_2015.htm
34. **PČR.** Policie České republiky. *Úvodní strana / Útvary Policie ČR / Krajská ředitelství policie / Jihočeský kraj / Zpravodajství* [online]. 2015 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/prvni-den-cviceni-zona-2015.aspx>
35. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Havarijní připravenost / Reportáže z havarijních cvičení / ZÓNA 2015* [online]. 2015 [cit. 2015-12-18]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/reportaze-z-havarijnich-cviceni/zona-2015/>
36. **BARTLOVÁ, Ivana.** *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. 47 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4.
37. **ČEZ.** Skupina ČEZ, a.s. *Příručka pro ochranu obyvatel v případě radiační havárie*. [online]. 2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete/informacni-centrum/prirucka-pro-ochranu-obyvatelstva.html>
38. **NAVRÁTIL, Leoš a kolektiv.** *Základy medicíny katastrof. Principy ochrany před ionizujícím zářením* [online]. 2016 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: <http://zsf.sirdik.org/kapitola5/5-4-3-principy-ochrany-pred-ionizujicim-zarenim>
39. **OSTERREICHER, Jan a Jiřina VÁVROVÁ.** *Přednášky z radiobiologie*. 1. vyd. Praha: Ústav radiobiologie a imunologie, Vojenská lékařská akademie J.E.Purkyně v Hradci Králové, 2003. 116 s. ISBN 80-86571-01-7.
40. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Aktuálně / Detail* [online]. 2011 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/kontrola-potravin-a-jinych-produktu-dovezenych-z-japonska/>

41. **SÚJB.** Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *SÚJB / Úvod / Havarijní připravenost / Radiační monitorovací síť (RMS) / Radiační monitorovací síť* [online]. 2016 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/havarijni-pripravenost/radiacni-monitorovaci-sit-rms/radiacni-monitorovaci-sit/>
42. **SÚRO.** Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. *Úvod / Radiační monitorovací síť* [online]. 2016 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/rms>
43. **ČEZ.** Skupina ČEZ, a.s. *Encyklopedie energetiky - Jaderná energie*. Praha: ČEZ, a.s., sekce komunikace, 2011. 124 s.

PŘÍLOHY

Příloha 1 Činnosti složek havarijní odezvy, při RMU	94
Příloha 2 Střediska specializované zdravotní péče pro ozářené osoby při radiálních nehodách	96

Příloha 1 Činnosti složek havarijní odezvy, při RMU³¹

Složka/umístění	Popis/funkce	Charakteristika
Velitelské stanoviště RMU (VS)	Místo činnosti velitele zásahu a dalších členů jednotného velení, štábu a pomocného personálu.	Prostor, který je zajištěný, bezpečný a vhodný k řízení akcí.
Policejní vyšetřovací skupina (PVS)	Místo pro vyšetřování, evidenci, přezkoumání, fotografování, bezpečné uchování předmětů a důkazního materiálu získaného na místě MU.	Nachází se na bezpečném místě v blízkosti velitelství zásahu se zajištěnou infrastrukturou pro podporu tiskových konferencí s médii.
Místo péče o obyvatele	Místo pro třídění, první pomoc, registrace, monitorování obyvatel, dekontaminace. V tomto místě se provádějí <ul style="list-style-type: none"> • Identifikace a registrace obyvatel evakuovaných z vnitřní uzavřené zóny; • Třídění zraněných dle naléhavosti a důležitosti zranění, první pomoc a příprava postižených k přepravě; • Monitorování a dekontaminace obyvatel evakuovaných z vnitřní uzavřené zóny. 	Nachází se ve vnější uzavřené zóně s přístupem pro záchrannou zdravotnickou službu. Dávkový výkon v tomto prostoru musí být na úrovni blízké hodnotám přírodního pozadí.
Místní nemocnice	Nemocnice poskytuje první ošetření ozářeným anebo kontaminovaným obyvatelům.	Nachází-li se v blízkosti RMU; musí být předem upozorněna, aby se připravila na příjem ozářených postižených osob.

³¹ zdroj: Metod for developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-METHOD 2003, Vienna, 2003. 232 s. Překlad PROUZA, Zdeněk. *Ochrana obyvatel - Problémy stanovení bezpečnostních/ochranných zón*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. 331 s. ISBN 978-80-7385-034-0

Místo pro kontrolu kontaminace zasahujících	Místo pro kontrolu kontaminace zasahujících osob, vstupujících a vycházejících z vnitřní uzavřené zóny.	Nachází se na hranici bezpečnostní zóny, ale jinde, než je zajišťována péče o obyvatele.
Vyčkávací záložní místo	Místo určené ke shromažďování a přípravě dodatečných zdrojů, jakmile tyto dorazí do blízkosti RMU.	Je umístěno tak, aby nebránilo provádění dalších činností souvisejících s RMU, je prověřené a zabezpečené.
Prostor pro zemřelé	Místo určené k důstojnému uložení zesnulých obětí, které mohou být kontaminovány nebo nemohou z důvodu vyšetřování odvezeny mimo zónu.	Může být umístěna v zabezpečeném stanu nebo objektu uvnitř vnější uzavřené zóny a mimo dosah veřejnosti.
Prostor skladování vzniklého odpadu	Místo, kde se skladují potenciálně kontaminované předměty (např. šatstvo).	Nachází se ve vnější uzavřené zóně, nejlépe v bezpečnostní, která je zabezpečená; lépe v objektu zamezujícím šíření kontaminace (např. větrem nebo deštěm).

Příloha 2 Střediska specializované zdravotní péče pro ozáření osoby při radiačních nehodách³²

Poskytovatelé zdravotních služeb	Rozsah poskytované zdravotní péče	Počet lůžek Poznámky
<p>Fakultní nemocnice Královské Vinohrady</p> <p>SSZP při Klinice popáleninové medicíny Šrobárova 50, Praha 10</p>	<p>příjem a léčení ozářených osob s lokálními kožními projevy vyvolanými ionizujícím zářením</p> <p>chirurgické ošetření lokálního depozitu radionuklidu a kontaminovaných poranění</p> <p>ošetření pozdních lokálních následků akutního ozáření</p>	<p>15</p> <p>Doba, po kterou je zaručena schopnost léčit: péče o 15 pacientů po dobu 4 týdnů</p>
<p>Všeobecná fakultní nemocnice v Praze</p> <p>SSZP při Dermatovenerologické klinice; Budova A 13 U Nemocnice 2, Praha 2 – Nové Město</p>	<p>příjem a léčení ozářených osob při podezření na vnitřní kontaminaci radionuklidy</p> <p>příjem a léčení ozářených osob při indikaci diagnostické hospitalizace (např. při celotělovém ozáření ionizujícím zářením dávkou pod 1 Gy)</p>	<p>20</p> <p>Doba, po kterou je zaručena schopnost léčit: péče o 20 pacientů po dobu 1 – 2 týdnů</p>
<p>Fakultní nemocnice Hradec Králové</p> <p>SSZP při IV. Interní hematologické klinice Sokolská 581, Hradec Králové</p>	<p>příjem a léčení ozářených osob při podezření na celotělové ozáření ionizujícím zářením dávkou převyšující 1 Gy, bez ohledu na kontaminaci radionuklidy</p>	<p>6</p> <p>Doba, po kterou je zaručena schopnost léčit: péče o 6 pacientů po dobu 4 týdnů</p>

³² zdroj: MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Hlavní stránka / VĚSTNÍK MZ / 2013*. [Online] 2010. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/vestnik-c5/2013_8286_2793_11.html

<p>Thomayerova nemocnice SSZP při Oddělení lékařské genetiky Václavská 800, Praha 4 – Krč</p>	<p>provedení a vyhodnocení cytogenetických vyšetření lymfocytů periferní krve ozářených osob a určení ekvivalentu celotělové dávky ionizujícího záření</p>	<p>Kapacita: analýza krve 2 osob ozářených/1 týden</p>
<p>Fakultní nemocnice Brno SSZP pře Dermatovenerologické klinice Jihlavská 20, Brno</p>	<p>přijem a léčení osob s lokálními kožními projevy vyvolanými ionizujícím zářením chirurgické ošetření kontaminovaných poranění ošetření pozdních lokálních následků akutního ozáření</p>	<p>10 Doba možné hospitalizace 10 – 14 dnů, vždy po 5 lůžkách na Dermatovenerologické klinice a Klinice popálenin a rekonstrukční chirurgie</p>