



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR INŽENÝRSTVÍ RIZIK

DEPARTMENT OF RISK ENGINEERING

RIZIKA SPOJENÁ SE ZAPOJENÍM JEDNOTEK SBORU DOBROVOLNÝCH HASIČŮ OBCÍ DO MONITOROVÁNÍ RADIČNÍ SITUACE

RISKS RELATED TO INVOLVING THE VOLUNTARY FIRE-FIGHTER UNITS IN THE RADIATION SITUATION
MONITORING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Veronika Myslíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Studentka:	Bc. Veronika Myslíková
Studijní program:	Řízení rizik technických a ekonomických systémů
Studijní obor:	Řízení rizik technických systémů
Vedoucí práce:	prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
Akademický rok:	2019/20
Ústav:	Odbor inženýrství rizik

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Rizika spojená se zapojením jednotek sboru dobrovolných hasičů obcí do monitorování radiační situace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza rizik v zóně havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany spojená se zapojením SDH obcí do monitorování radiační situace. Součástí řešení bude i ekonomická analýza vedoucí k co nejefektivnějšímu zapojení SDH.

Cíle diplomové práce:

Rozbor stávající situace, vč. návrhu řešení vedoucí k optimalizaci zapojení jednotek SDH do monitorování radiační situace.

Seznam doporučené literatury:

https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1cy9TwEA_TEJzbFBws3_gA809Pto&ll=49.06336402861214%2C16.185707250000064&z=11

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 18. 3. 2013, k zavedení a používání intenzimetrů u předurčených jednotek sborů dobrovolných hasičů obcí. SIAR GŘ HZS ČR, č. 21. 2013

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
vedoucí odboru

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na rozbor současného stavu monitorování radiační situace jednotkami sboru dobrovolných hasičů v oblasti zóny havarijního plánování v okolí jaderné elektrárny Dukovany. Proces měření se dělí na přípravu na únik radiace a poté na aplikování naučených postupů při vzniku radiační mimořádné události. Cílem je zjistit pomocí rizikové analýzy nebezpečí, která se vyskytují v současné době a která mohou nastat při měření radiační situace v případě úniku radiace z prostředí elektrárny, a navrhnout na ně opatření. Tato opatření budou zhodnocena, jak z hlediska použitelnosti, tak také z ekonomického pohledu. Zároveň se bude porovnávat stav po aplikování opatření s jinou variantou monitorování. Výsledkem tak bude navržení efektivnějšího způsobu monitorování radiační situace s ohledem na bezpečnost i finanční náročnost.

Abstract

This diploma thesis focuses on the analyzing the current state of monitoring the radiation situation by volunteer firefighters' units in the emergency planning area in Dukovany nuclear power plant surroundings. The process of measurement is divided into preparation for radiation leakage and application of learned procedures in the case of the occurred radiation leakage. The aim is to identify the dangers in the current process as well as the possible risks in the case of radiation emergency by risk analysis. Based on this analysis, improvements suggestions will be made. These measures will be evaluated by their applicability and their economic value. The system of monitoring by voluntary firefighters will be compared with another monitoring system, which can be also used. The result of the analysis will be a more effective way of monitoring, including safety of the firefighter and less financial complexity.

Klíčová slova

Jednotka sboru dobrovolných hasičů, monitorování radiační situace, intenzimetr, radiační mimořádná událost, jaderná elektrárna Dukovany

Keywords

Volunteer firefighters' unit, monitoring of radiation situation, intensimeter, radiation emergency, Dukovany nuclear power plant

Bibliografická citace

MYSLÍKOVÁ, Veronika. *Rizika spojená se zapojením jednotek sboru dobrovolných hasičů obcí do monitorování radiační situace*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/120414>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor inženýrství rizik. Vedoucí práce prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Rizika spojená se zapojením jednotek sboru dobrovolných hasičů obcí do monitorování radiační situace“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. doc. Ing. Vladimíru Adamcovi, CSc. za pedagogickou pomoc a cenné rady při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Hasičskému záchrannému sboru Jihomoravského kraje, zejména panu Mgr. Pavlu Kukletovi za připomínky, ochotu, čas a poskytnuté materiály. Mé poděkování také patří členovi jednotky sboru dobrovolných hasičů Bc. Františku Salčákovi, který mi poskytl informace o praktickém fungování jednotek.

OBSAH

OBSAH	9
1 ÚVOD.....	15
2 SOUČASNÝ STAV	16
2.1 Havarijní plánování.....	20
2.1.1 Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Dukovany.....	20
2.2 Integrovaný záchranný systém.....	23
2.2.1 Jednotka sboru dobrovolných hasičů.....	23
2.3 Radiace.....	25
2.3.1 Radiační ochrana a ochranné prostředky.....	28
2.4 Monitorování radiační situace	30
2.5 Zapojení JSDH do monitorování radiační situace	34
2.5.1 Intenzimetry.....	36
2.5.2 Legislativní ošetření.....	38
2.6 Vzniklé radiační havárie.....	39
2.6.1 Projekt Safecast	41
2.6.2 Projekt RAMESIS.....	42
3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	44
4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ	45
5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY.....	47
5.1 Dotazníkové šetření	47
5.1.1 Struktura dotazníku	47
5.1.2 Vyhodnocení dotazníků.....	47
5.1.3 Závěr z dotazníkového šetření	56
5.2 Riziková analýza zapojování JSDH do monitorování radiační situace	56
5.2.1 Identifikace procesu	57
5.2.2 Metoda What-if.....	60
5.2.3 Metoda FMEA.....	65
5.3 Zhodnocení rizikové analýzy	69
5.3.1 Příprava na mimořádnou událost.....	69
5.3.2 Vznik mimořádné události.....	70
5.3.3 Navržená opatření.....	71
5.4 Návrh na efektivnější řešení problematiky	72
5.4.1 Řešení problematiky pomocí přístroje bGeigie Nano	73

5.4.2	Řešení problematiky pomocí staničky RAMESIS	74
5.5	Ekonomická analýza Monitorování radiační situace	74
6	DISKUZE VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ	77
7	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	81
	SEZNAM TABULEK	89
	SEZNAM GRAFŮ	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	90
	SEZNAM ZKRATEK	91
	SEZNAM PŘÍLOH	91

1 ÚVOD

Jaderná energie je v dnešní době fenoménem, který dokáže vyrobit takové množství energie, které je nutné k uspokojení stávajících požadavků nejen lidské společnosti, ale zejména stále rozvíjejícího se průmyslu. Na rostoucí poptávku po elektrické energii i jaderný průmysl reaguje zvyšováním svých výrobních kapacit, či modernizací zařízení. Je však toto navyšování únosné? Jaká rizika jsou s tím spojená?

Tato práce se bude zabývat možnostmi kontroly radiační situace v zóně havarijního plánování v okolí jaderné elektrárny Dukovany, zejména jednotkami sborů dobrovolných hasičů sídlícími v dané oblasti. Je tak nutné zvážit všechna možná rizika, která se mohou objevit v souvislosti se zapojením jednotek sborů dobrovolných hasičů do procesu monitorování.

Zjištění, že nastavený proces funguje, jak má, či právě poukázání na chybná místa, tak může přinést poznatky pro případné vylepšení, anebo úplné změnění stávajícího systému řešení. V době nedostatku lidských zdrojů a také časové vytíženosti, bude klíčové (hlavně při mimořádné události) dělat pouze činnosti nutné a potřebné k vyřešení nastalých problémů. Diplomová práce tak bude analyzovat zkoumané procesy a kvantifikovat odhalená nebezpečí. Na zjištěná rizika se pak budou aplikovat opatření, která by měla snížit jejich hodnotu. Cílem je snížit hodnotu rizik do takového stavu, aby i při nastání určitých komplikací, byla úroveň nebezpečí snesitelná a akceptovatelná.

2 SOUČASNÝ STAV

Jednotky sborů dobrovolných hasičů (JSDH), které jsou zapojeny do plošného pokrytí kraje, pomáhají monitorovat radiační situaci v obci dislokace. Jako součást Integrovaného záchranného systému (IZS) podporují správné fungování nastavených bezpečnostních procesů. V okolí Jaderných elektráren Temelín a Dukovany s nimi může být počítáno v havarijních plánech a v případě potřeby mohou být využity pro lepší zvládnutí situace. Je důležité spravovat zjištěná nebezpečí a hrozby v okolí jaderných elektráren, jelikož mohou potenciálně ohrozit velký počet obyvatel. Dopad by pak nebyl pouze na zdraví a životy obyvatel či zvířat, ale současně také na ekonomiku celého státu. Jakožto důležitá součást kritické infrastruktury, musí být odstavení provozu jaderné elektrárny sníženo na minimum. Specifikace následujícího rozboru jsou prováděny pro Jadernou elektrárnu Dukovany, zejména oblast Jihomoravského kraje, ovšem výsledky se dají promítnout i do zapojování JSDH v Kraji Vysočina a u Jaderné elektrárny Temelín.

Názvosloví v oblasti rizik však není pořád řádně zakotveno a často dochází k jeho zaměnění či přímo špatné interpretaci. Pro potřeby práce je vhodné nejčastěji používané termíny v práci definovat. Tyto pojmy jsou uvedeny v **příloze č. 1**.

Aktuálním řešením problematiky v zahraničních státech, se dá zjistit, zda je nutné provádět změny v současném pojetí monitorování pomocí JSDH v České republice, anebo pouze převzít dobře nastavený systém, který již funguje jinde. Zároveň to poukáže na silné stránky či slabé stránky aktuálního nastavení řešení problematiky v domácím prostředí. Z hlediska historického vývoje a podobnosti státních útvarů jsou zajímavé blízké země jako Rakousko a Slovensko. Zajímavou zemí je ale také Ukrajina. Jak se vyrovnalo s monitorováním radiační situace odpůrce jaderné energetiky Rakousko, či Slovensko, které po dlouhou dobu bylo součástí České republiky? A jak Ukrajina reagovala na monitorování radiační situace, nastavení protipatření a snahu předejít radiační havárii po Černobyli?

Rakousko

V Rakousku jsou dobrovolní hasiči důležitou součástí tamějšího bezpečnostního systému. Systém hasičských sborů je na dobrovolných hasičích postaven. Pouze ve větších městech (ve Vídni, Grazu, Linzi, Innsbrucku, Salzburgu a Klagenfurtu [1]) jsou zakládány profesionální sbory, jinak vše řeší dobrovolní hasiči. Stát uvádí sbory pouze ve svém registru, za organizaci si pak odpovídá určitý sbor sám, organizační záležitosti se dokonce mohou lišit i v rámci federálních států [2].

Na Rakouském území se nevyskytuje žádná jaderná elektrárna, systém monitorování radiační situace tak specializují na možné vnitřní úniky (při dopravě, ze zdravotnictví a vědeckých účelů) a na hrozby jaderné havárie z okolních států. Vzhledem k vysokému riziku vzniku havárií jaderné elektrárny v sousedství, podniklo Rakousko se sousedními zeměmi mnoho aktivit v oblasti výměny informací

v jaderné bezpečnosti a snaží se harmonizovat jadernou bezpečnost v mezinárodním měřítku. Kromě limitů dávky, nutné ochrany proti ionizujícímu záření, legislativ omezující zdroje ionizujícího záření a stanovených postupů na ochranu obyvatelstva, mají také vnitrostátní nouzová opatření. Tato opatření řeší systém monitorování záření, stanovené činnosti při zásahu se seznamem protipatření na úrovni federálních států i provincií, individuální dozimetrické monitorování a lékařský dohled. Současně jsou zde také předpisy pro vzdělávání a výcvik jednotek. Odpovědnými orgány jsou v případě vzniku mimořádné události (MřU) v zahraničí ministerstva, zejména Spolkové ministerstvo zemědělství, lesnictví, životního prostředí a vodního hospodářství, Spolkové ministerstvo zdravotnictví a ženských záležitostí, Spolkové ministerstvo vnitra a vedení všech devíti spolkových států, které řídí informovat z okolních států, systém varování na rakouském území, distribuci jódové profylaxe a monitorování složek životního prostředí na přítomnost radioaktivních látek.

Spolkové ministerstvo zemědělství, lesnictví, životního prostředí a vodního hospodářství provozuje podle rakouského zákona o radiační ochraně automatický systém monitorování radiace složený ze 300 měřících stanic po celé zemi. A u rakouských hranic je navíc nainstalováno 10 stanic, které sledují aerosoly ve vzduchu. Informace z tohoto systému jsou online předávány do hlavních měst v jednotlivých státech Rakouska a část informací je přístupná i veřejnosti na internetových stránkách. Tyto informace jsou vyměňovány i se sousedními zeměmi (Slovinskem, Slovenskem, Českou republikou, Maďarskem, Německem a Švýcarskem) na základě dvoustranných dohod [3].

Dobrovolní hasiči řeší každodenní události a jsou tak většinou jediní, kdo je za vyřešení MřU v těchto zemích odpovědný. Na zásahy s podezřením na přítomnost zdroje ionizujícího záření jsou tak připraveni [4]. Sbor dobrovolných hasičů vytváří speciální jednotky pro radiační ochranu. Systém radiační ochrany je zde dělen na okresy. V každém okrese musí být družstvo, které má vyhraněnou jednotku, co umí řešit únik ionizujícího záření [5]. Přípravu na možnou radiační havárii, tak mají v menším měřítku nacvičenou už z předchozích zásahů s podezřením na únik ionizujícího záření. Ovšem při vzniku radiační havárie by byla tato událost řešena podnikovými hasiči zařízení a profesionálními sbory. Avšak dobrovolní hasiči mohou pomoci. Na události s menším rozsahem konají cvičení, zejména na oblast dekontaminace. Členové speciální jednotky jsou vybaveni dozimetrem, dalšími přístroji a hlavně dekontaminačními prostředky [6]. Členové speciálních radiačních jednotek musí absolvovat intenzivní, většinou teoretický základní výcvik.

Z velké části jsou financovány obcemi, které si však za chod sborů vybírají poplatky. Dále jsou financovány státem z jedné třetiny z daní z požární ochrany a také asociací hasičských sborů, která získává příjmy z darů a různých událostí [7].

Slovensko

Na území Slovenska se nachází dvě jaderné elektrárny, jaderná elektrárna Bohunice a Mochovce, ale i další zdroje ionizující záření, jako sklady vyhořelého paliva a instituce, které jej zpracovávají [8]. V okolí jaderných elektráren je stanovena oblast ohrožení, kde se aplikuje havarijní plánování [9].

Ochranu proti radiačnímu záření na území Slovenské republiky (SR) zabezpečuje Úřad veřejného zdravotnictví SR. Sjednocení problematiky radiační ochrany shrnuli do jednoho právního předpisu do zákona č. 87/2018 Z. z. o radiační ochraně, který řeší nejen státní ochranu včetně ochrany obyvatelstva a monitorovací radiační síť, ale také podmínky a požadavky na práci s radioaktivními materiály či odpady. Ústředními orgány, které se starají o určité oblasti radiační ochrany, jsou Ministerstvo zdravotnictví SR, Úřad veřejného zdravotnictví SR, regionální úřady veřejného zdravotnictví SR, Ministerstvo vnitra SR, Ministerstvo obrany SR, Ministerstvo dopravy a výstavby SR a Slovenská informační služba.

Na území SR se nachází monitorovací radiační síť, která celostátně kontroluje úroveň radiace. Monitorovací síť tvoří Ústředí monitorovací sítě, stálé složky a pohotovostní složky. Stálé složky monitorují radiaci a předávají informace na ústředí, které koordinuje monitorování [10], pohotovostní složky se aktivují při vzniku MřU [11]. Stacionární přístroje monitorující úroveň radiace jsou rozmístěny po celém Slovensku, v okolí jaderných elektráren se nachází větší koncentrace. V určitých intervalech se provádí monitorování celého území země, nepřetržitě se provádí pouze v okolí jaderných elektráren, z čehož jsou po deseti minutách přenášeny informace online na Slovenský hydrometeorologický ústav [12].

SR má profesionální hasičský sbor od roku 2002. Vzhledem k nízkému počtu stanic a dlouhým dojezdovým dobám na místo zásahu, byla sjednána spolupráce s dobrovolnými sbory v obcích, které měly zvýšit pokrytí republiky a tím snížit dojezdové časy, či zabezpečit místo zásahu do doby, než dojde profesionální jednotka [13]. Slovenský systém se od českého liší v zařazení jednotek do IZS. Sbory dobrovolných hasičů obcí, které vyjíždějí k událostem, si může velitel zásahu od profesionálních hasičů vyžádat na pomoc jako ostatní složku IZS, nepatří mezi základní složky IZS. Dostávají finanční příspěvky od státu, stejně tak od obcí, ale často je úroveň vybavení jednotek dobrovolných hasičů nedostačující [14]. V rámci pomoci při radiační havárii se počítá s tím, že jednotky dobrovolných hasičů budou potřeba při budování a obsluze improvizovaných dekontaminačních pracovišť a také při zabezpečení nouzového přežití obyvatelstva [13].

Ukrajina

Na Ukrajině jsou v dnešní době v provozu čtyři jaderné elektrárny, elektrárna Záporoží, Rovno, Chmelnická elektrárna a Jihoukrajinská elektrárna. Od roku 2000 je Černobyl kompletně uzavřen a elektrárna na Krymu již nepatří Ukrajině [15].

Ukrajina se v oblasti jaderné bezpečnosti snaží neustále rozvíjet a plnit nejenom své vnitřní legislativní závazky, ale také jako jediná země mimo EU společně se Švýcarskem, implementuje evropská práva v oblasti jaderné a radiační bezpečnosti, přestože není členem Evropské unie. Radiační ochrana je řešena zejména důrazem na proškolený personál a snaží se tak zabránit chybě lidského faktoru, aby se neopakovala situace z Černobyli. Zda jsou dodržovány principy ochrany, kontroluje Státní zdravotní a epidemiologická služba Ukrajiny pod Ministerstvem zdravotnictví Ukrajiny.

V okolí jaderných elektráren je počítáno s havarijním plánováním, které se prověřují každé tři roky cvičením. Havarijní plánování je realizováno v 30km zónách v okolí elektráren [16]. Monitorování je zabezpečeno monitorovací sítí, kvůli které bylo založeno Hlavní centrum speciálního monitorování, které komunikuje s mezinárodním monitorovacím systémem radionuklidů [17]. Současně je na území Ukrajiny vytvořeno Záložní nouzové centrum, které zajišťuje komunikaci mezi všemi elektrárnami a je zodpovědné za stav jaderné a radiační bezpečnosti. V případě havárie se počítá, že do 30 minut od vypuknutí už budou zavedena opatření v oblasti civilní ochrany, respektive bude informována veřejnost, nařízeno ukrytí či evakuace a doporučena jódová profylaxe [16].

Přímo v Černobylské zóně je možnost online sledovat na určitých bodech (zejména budova elektrárny, červený les, Pripjat) úroveň radiace. Tato síť je využívána hlavně pro turismus, který láká turisty do opuštěné Pripjatě. Turisté si mohou zkontrolovat údaje na dozimetrech, které musí mít s sebou při vstupu do zóny, s profesionálním monitorovacím systémem. Data jsou nepřetržitě přenášena ze systému automatického monitorování radiace do centra v Černobyli, kde jsou zpracovávána [18].

Hasičský sbor na Ukrajině se složen převážně z profesionálních sborů, které zabezpečuje Ministerstvo nouzových situací [19]. Těchto sborů ale není mnoho, jsou převážně ve větších městech a mají tak dlouhé dojezdové časy. Síť dobrovolných hasičů, kteří by mohli situaci na Ukrajině zlepšit, není vybudovaná a nemá historickou tradici [20]. V posledních letech se začínají teprve sbory dobrovolných hasičů nově objevovat, a dokonce se inspirojí českým uspořádáním. Problémem je zejména financování a také fakt, že legislativa neukládá obcím nutnost mít přítomný či alespoň nasmlouvaný hasičský sbor [21]. V případě nastání radiační havárie se tak nepočítá se zapojením dobrovolných hasičů, ale specialistů z profesionálních sborů a také z ukrajinské armády, které mají odřady specializující se na chemickou a jadernou problematiku [22]. Využívá se i lékařské pomoci a neziskových organizací [23].

Česká republika

V předchozích uvedených státech, které mají blízko k českému uspořádání, monitorování za pomoci JSDH není využíváno, kromě Rakouska. I zde však nedochází k ustavičnému a pravidelnému kontrolování radiace, pravděpodobně z důvodu absence jaderné elektrárny na jejich území. Využívání dobrovolných hasičů vyplývá z jejich lepšího znalostního i technického vybavení, kvůli tomu, že

profesionální složky nejsou dostupné po celém území, jako je tomu z velké části v České republice. Informace o využití dobrovolných hasičů nejsou vždy přístupné a podrobné. Jedná se tedy o specifickou problematiku, ze které nejsou dostupná data, která by se dala využít na efektivnější využití JSDH v České republice. Vzniká tak prostor pro snahu zefektivnit zapojování JSDH za pomoci rozboru v českém prostředí. Aby byly rozebrány všechny složky a neopomenuty určité činnosti či stavy při analýze rizik, je nutné si definovat i obecné postupy, prostředky a současné řešení problematiky, které by mohly mít závažné dopady, budou-li opomenuty, či prováděny neadekvátním způsobem.

2.1 HAVARIJNÍ PLÁNOVÁNÍ

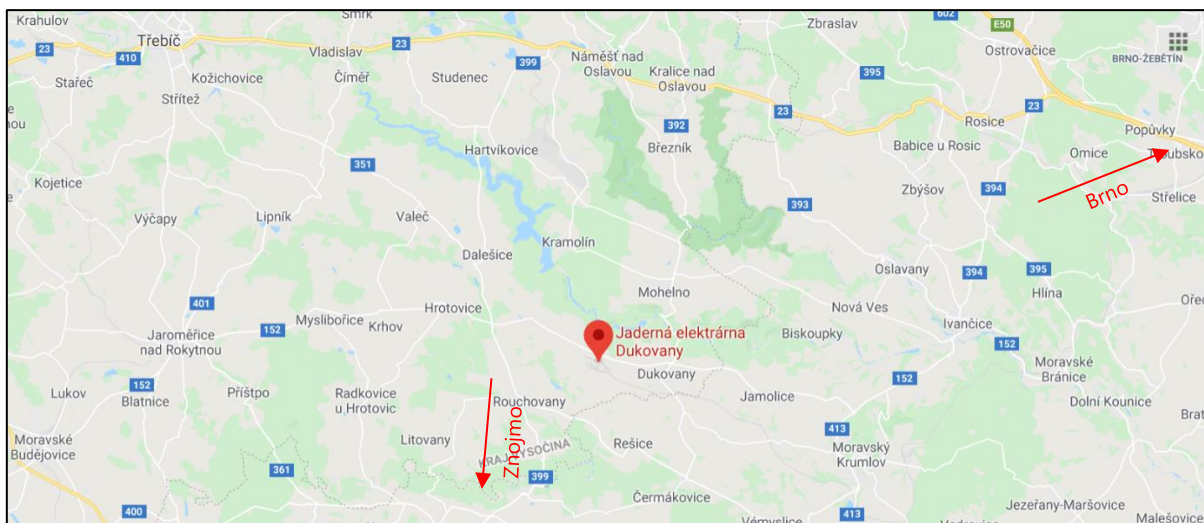
Jelikož je objekt Jaderné elektrárny Dukovany (JEDU) potenciálním zdrojem nebezpečí, musí být pro něj vytvořen havarijní plán, který se snaží předem určit, jaké činnosti se mají aplikovat v případě nastání nějaké odchylky od normálního stavu elektrárny. Obecně havarijní plán popisuje činnosti a opatření, které mají vzniklou MřU či havárii zmírnit, či odstranit její následky. Havarijní plánování v rizikové oblasti zahrnuje soubor opatření, které mají zajistit havarijní připravenost regionu. Zaměřuje se tak na zvládnutí MřU různých charakterů (technické a technologické havárie, důsledek přírodních živlů...), kde by se havarijní připraveností měly snížit dopady těchto vzniklých událostí [24].

Existují tři druhy havarijních plánů. Havarijní plán kraje je zpracováván pro všechny možné události, které mohou nastat na území kraje a jejichž vážnost by vyvolala vyhlášení třetího či zvláštního stupně poplachu [25], dokud není vyhlášen krizový stav [24]. Vnější havarijní plán zpracovávají všechna jaderná zařízení a zařízení, jež mohou zapříčinit vznik havárie v důsledku úniku nebezpečných látek a ohrožení obyvatel. Posledním plánem je vnitřní havarijní plán, který zpracovávají všechny objekty ve skupině B, dle zákona o prevenci závažných havárií a současně také jaderná zařízení [25]. Struktura těchto plánů je dána směrnicemi Ministerstva vnitra a dalšími vyhláškami. Strukturu vnitřního havarijního plánu pro jaderná zařízení však upravuje Vyhláška SÚJB č. 359/2016 Sb. [26]. Vnější havarijní plán i havarijní plán kraje zpracovává příslušný Hasičský záchranný sbor (HZS) kraje. Vnitřní havarijní plán si zpracovává provozovatel objektu sám [24].

2.1.1 Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Dukovany

JEDU se nachází v obci s rozšířenou působností (ORP) Třebíč v Kraji Vysočina, kousek od hranic Jihomoravského kraje. V blízkosti jsou další velká města jako Náměšť nad Oslavou, Moravský Krumlov, Ivančice, Rosice, anebo Jaroměřice nad Rokytnou. Od Brna se nachází přibližně 33 km [27] a od Třebíče 27 km [28] vzdušnou čarou. V okolí protéká řeka Jihlava a jsou tam také vystavěny přehrady Mohelno a Dalešice. Její přesné umístění v krajině je zobrazeno na **obr. č. 1**. Pro výstavbu elektrárny bylo vybráno

málo frekventované území, v blízkosti se tedy nenachází žádné velké průmyslové zařízení, důležité dopravní uzly, ani velice obydlená města. Počet obyvatel žijících v okruhu do 20 km je přibližně 100 000.

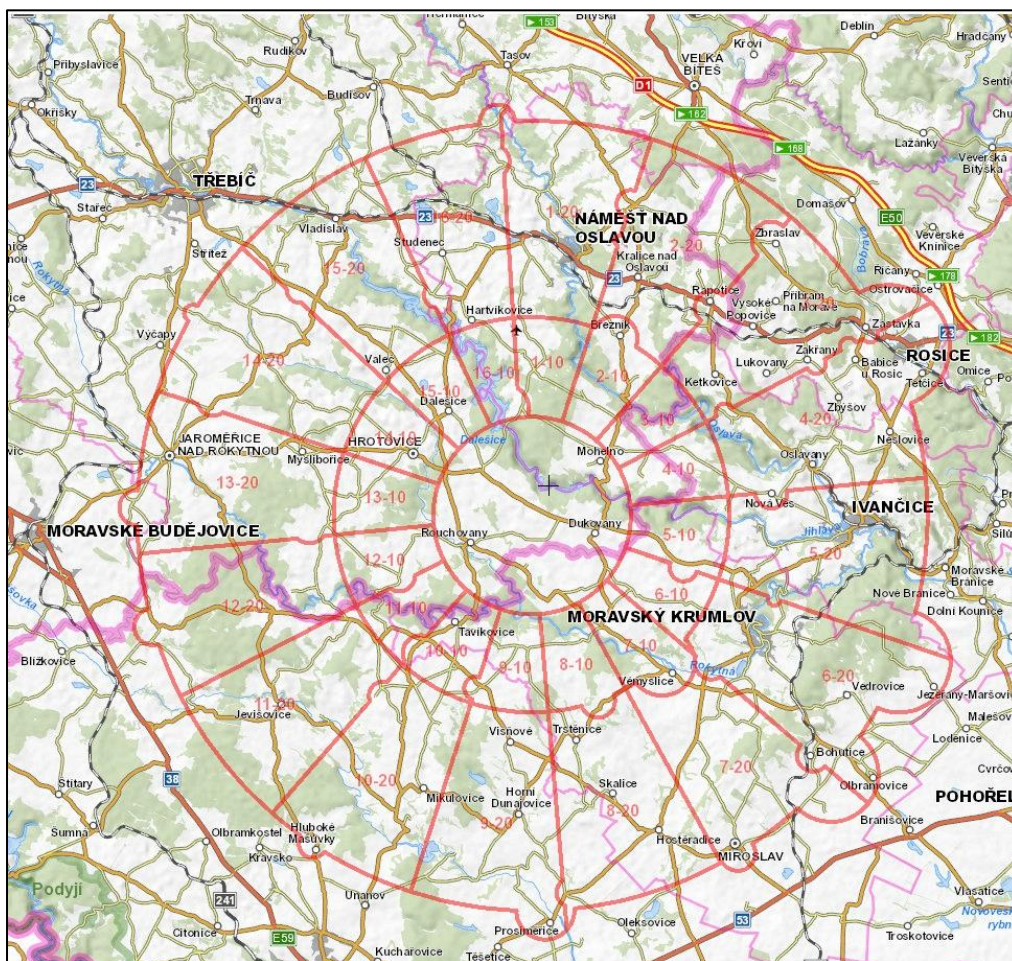


Obr. č. 1 – Umístění jaderné elektrárny Dukovany [29]

Vnější havarijní plán byl vytvořen pro případ, že by bezpečnostní systém reaktoru měl nějakou vadu, vypadl, či vůbec nefungoval, přestože jsou na jeho bezpečnost kladeny velké požadavky. Při nastání neočekávané události tak vnější havarijní plán řeší opatření ochrany obyvatelstva, ochrany životního prostředí a také majetku. Každé tři roky musí probíhat prověření jeho správnosti a funkčnosti. Toto prověření se provádí pomocí cvičení, kdy se jednotlivým složkám (většinou složkám IZS) nasimulují různé možnosti MřU na jaderné elektrárně. Toto cvičení se nazývá v oblasti JEDU „zóna“. Poslední cvičení proběhlo v roce 2017. V roce 2019 proběhlo cvičení v jaderné elektrárně Temelín [30].

Zóna havarijního plánování Dukovany

Jedná se o kruhovou oblast 20 km v okolí JEDU. V tomto prostoru jsou uplatňována a plánována opatření zapsána ve vnějším havarijním plánu JEDU pro případ, že by se dostala radiace mimo budovu JEDU. Zóna havarijního plánování (ZHV) je rozdělena do tří pásem dle vzdálenosti od JEDU, jedná se o kružnice o poloměrech 5, 10 a posledních 20 km od epicentra, které představuje JEDU. Zároveň je rozdělena na 16 kruhových výsečí, které mají reprezentovat jednotlivé směry vanutí větru. Rozprostření ZHV je zobrazeno na **obr. č. 2** [31]. Ve středovém kruhu jsou předem stanovená opatření uplatňována v celém prostoru bez ohledu na směr větru, a tedy šíření radioaktivních látek [32].



Obr. č. 2 – Schéma zóny havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany [31]

V zóně se tak uplatňují dva druhy opatření týkající se přímo obyvatel. Jako první se aplikují neodkladná ochranná opatření, to znamená, že je nutné obyvatelstvo informovat o havárii a o nutnosti ukrýt se, vzít si jodovou profylaxi a poté případně zahájit evakuaci. Následují následná ochranná opatření, která počítají s omezením požívání potravin, vody a krmiv, která mohou být kontaminována radionuklidy [31].

Všechny důležité informace o JEDU, o možných opatřeních, regulacích a o tom, co může postihnout obyvatelstvo v území ZHP, jsou sepsány v příručce „Základní informace pro případ radiční havárie JE Dukovany 2020-2021“. Tuto příručku by měla mít každá domácnost v zóně, je však volně dostupná i na internetových stránkách. Na devatenácti stranách příručky se občané mohou seznámit se základními pokyny a s instrukcemi. Je zde seznam kontaktů na informační centrum, základní informace o JEDU a ionizujícím záření, popisuje se i znění všeobecné výstrahy a co dělat po zaznění sirén. Obyvatelstvo informuje o evakuačních trasách, ti tak přibližně ví, kam mohou být dopraveni v případě MřU.

2.2 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

IZS je využíván pro koordinaci řešení MřU pomocí záchranných a likvidačních prací. Vznik IZS byl zapříčiněn nutností využívat více složek řešících MřU a další možné havárie, či pohromy. Jednotlivé složky jsou tak propojeny a mohou spolu vzájemně spolupracovat. Současně také mohou být využívány síly a prostředky všech složek IZS, jejich kompetence i ostatní možnosti. Tento systém vede ke vzájemné spolupráci a koordinaci příslušných orgánů, tak aby za každé situace mohly vhodným způsobem přispět k záchraně osob, zvířat, majetku a životního prostředí [33].

IZS je tedy využíván v případě, že je nutné řešit MřU dvěma či více složkami. IZS je ustanoven zákonem č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. V tomto zákoně jsou také definovány složky IZS, které se dělí na základní a ostatní. Mezi základní složky IZS patří HZS České republiky, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje, poskytovatelé zdravotnické záchranné služby a Policie České republiky. Ostatní složky jsou schopny na vyžádání doplnit složky základní, zejména jedná-li se o situaci, na kterou jsou specializovány. Jejich využití a nasazení je upraveno v zákoně č. 239/2000 Sb. plánovanou pomocí na vyžádání. Mezi ostatní složky spadají vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány veřejného zdraví, havarijní a pohotovostní služby, zařízení civilní ochrany, neziskové společnosti a různá sdružení občanů [34].

Integrovaný záchranný systém v ČR vznikl až po roce 2000, v důsledku vstupu ČR do NATO v roce 1999. Výsledkem tak bylo přijetí tzv. krizových zákonů. V těchto zákonech byl zákon č. 239/2000 Sb. IZS finálně ustanoven a současně zákonem č. 238/2000 Sb. o Hasičském záchranném sboru ČR, byl HZS zvolen gestorem IZS [33]. Nově ustanovený IZS byl otestován hned v roce 2002 povodněmi, kde se jednotný systém IZS velice osvědčil [35].

2.2.1 Jednotka sboru dobrovolných hasičů

V roce 1853 byl založen v Praze první profesionální hasičský sbor. V této době se také začaly sdružovat sbory dobrovolných hasičů. První dobrovolný hasičský sbor vznikl v roce 1864 ve Velvarech. Tyto sbory se pak staly nejdůležitější složkou požární ochrany [36]. Po dlouhou dobu byla starost o řešení MřU pouze na nich [33].

Členové jednotek dobrovolných hasičů spadají do jednotek požární ochrany (JPO), kde činnosti vykonávají v rámci dohody o provedení práce nebo o pracovní činnosti, kvůli náhradám mzdy, pojištění a bezpečnosti práce. Nevykonávají je v hlavním pracovním poměru, ale pouze ze své vlastní vůle. V případě potřeby (stálé pohotovosti) může obec či právnická osoba do JSDH přiřadit i osobu, která tuto činnost vykonává jako své hlavní zaměstnání, většinou se jedná o profesionálního hasiče, který mimo svou službu slouží u JSDH.

JSDH v obci zřizuje samotná obec, ve které se nachází. Tato jednotka se pak podílí na různých potřebných záchranných a likvidačních pracích při MřU a samozřejmě na hašení vzniklého požáru. JSDH spadá do základních složek IZS pod označením JPO II, JPO III, JPO V a JPO VI. Společně s HZS tvoří systém JPO a dobrovolní hasiči mají za úkol vypomocet plošně pokrýt svou působností celé území ČR, kde by potenciálně mohla nastat určitá MřU. Tyto JPO jsou rozřazeny do šesti kategorií podle toho, jakou působnost mají, jaké mají povinnosti a jak jsou vybaveny a schopny řešit nastalou situaci [37]. Dobrovolní hasiči zaujímají čtyři ze šesti kategorií, což jen poukazuje na jejich důležitost i v současné podobě IZS. Rozdělení a popis kategorií JPO je znázorněn v **tab. č. 1**.

Tab. č. 1 – Kategorie jednotek požární ochrany [36]

Označení JPO	Působnost	Členové	Čas dojezdu	Čas výjezdu
JPO I	Územní	Profesionální HZS	20 minut	2 minuty
JPO II	Územní	Dobrovolní hasiči a členové, jež vykonávají službu jako hlavní či vedlejší povolání	10 minut	5 minut
JPO III	Územní	Dobrovolní hasiči s členy, jež vykonávají službu zcela dobrovolně	10 minut	10 minut
JPO IV	Místní	Profesionální HZS podniku	-	2 minuty
JPO V	Místní	Dobrovolní hasiči s členy, jež vykonávají službu zcela dobrovolně	-	10 minut
JPO VI	Místní	Dobrovolní hasiči podniku	-	10 minut

Územní působnost znamená, že jednotky zasahují i mimo území zřizovatele, tj. poskytují pomoc podle požárního poplachového plánu i na území ostatních obcí. Územní působnost je lokace, kam je schopna jednotka dojet do 20, či 10 minut, dle poplachového plánu. Místní působnost označuje jednotky předurčené k poskytování pomoci při likvidaci požárů a jiných MřU na území svého zřizovatele, tj. zasahují v katastrálním území „vlastní obce“.

Rozdíl mezi JPO III a JPO V je tak pouze v jejich působnosti, kdy JPO V zasahuje pouze v rámci své vlastní obce. Dislokace jednotlivých jednotek tak musí být nastavena tak, aby v případě potřeby byly splněny dojezdové časy v **tab. č. 1**. Obce mají povinnost zabezpečit požární ochranu na svém území, což lze vyřešit založením JPO dle zákona 133/1985 Sb. o požární ochraně. Tuto povinnost zabezpečení požární ochrany mohou naplnit také smlouvou s jinou obcí či se státem.

Na rozdíl od profesionálních hasičů, je úkolem JSDH učinit pouze nutná opatření k odstranění bezprostřední hrozby, není tak jejich úkolem veškerá likvidace živelných pohrom a dalších MřU, jelikož nemají takovou odbornou přípravu a vybavení jako profesionální hasiči [36]. Velitelé a strojníci JSDH mohou svou službu vykonávat až po splnění základní odborné přípravy získáním osvědčení. Toto osvědčení se musí ověřovat zkouškou. Jsou tak nuceni své vědomosti neustále opakovat a také dále rozšiřovat. Odbornou způsobilost členů zabezpečuje samotný HZS, či kraj anebo obec, dle předmětu školení.

HZS má také na starosti i jejich správu, jak materiální, tak finanční. Samotné finanční prostředky (zejména náhrady za výjezd mimo své území, požární techniku a jejich akceschopnost) platí kraj, ve kterém se jednotka nachází. Na jejich financování se také podílí mateřská obec. Obec se musí o členy jednotky postarat a zabezpečit jim i potřebnou péči k řádnému plnění jejich činnosti, například i přiznat zasahujícím hasičům náhradu za ušlý zisk, zabezpečit zdravotní prohlídky a samozřejmě spravovat objekt, ve kterém JSDH sídlí [37].

2.3 RADIACE

Při vzniku MřU na jaderné elektrárně je hlavním problémem únik radionuklidů, které emitují ionizující záření. Působením větru se přemísťují na značné vzdálenosti a postupně vypadávají na terén, objekty, techniku a osoby. Může dojít k vnější i vnitřní (inhalací, ingescí) kontaminaci osob a dochází k ozařování, které poškozuje zdraví. Ionizující záření zahrnuje záření alfa, beta, neutronové, rentgenové a gama záření [38]. Základní pojmy a vysvětlení jednotek je zobrazeno v **příloze č. 2**.

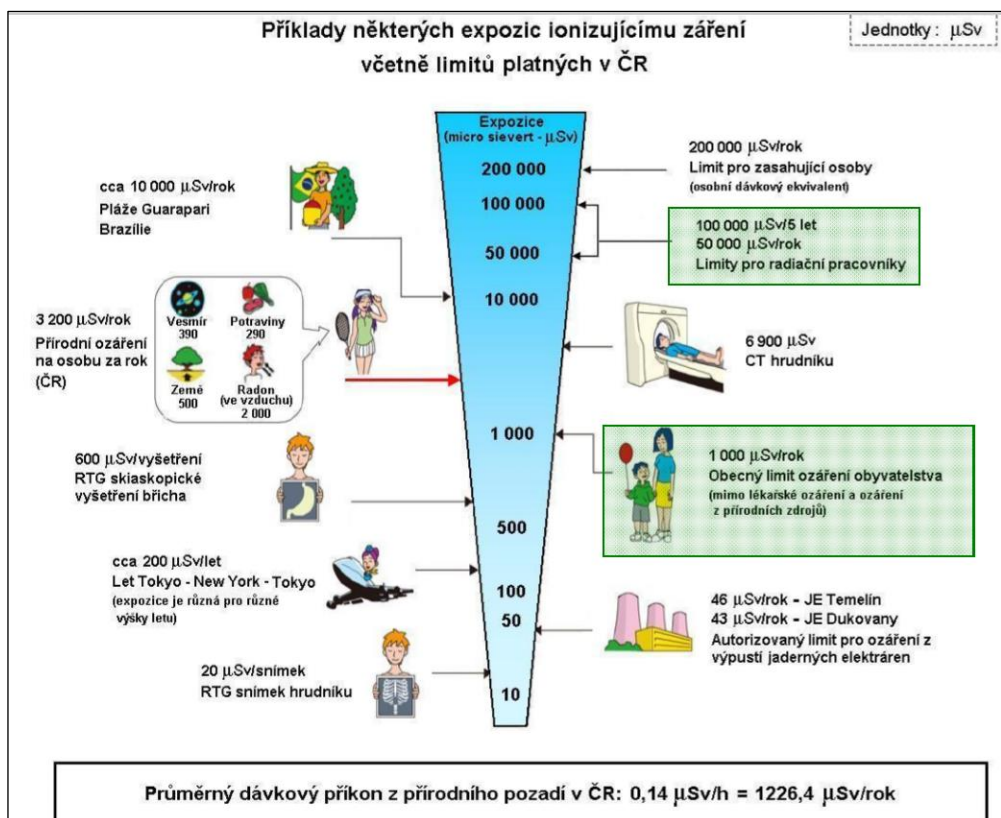
Přírodní přirozené ionizující záření je běžnou součástí světa, ve kterém žijeme. Lidé tak byli tomuto záření vystaveni po celou dobu své existence a provádí v lidském těle po jeho expozici určité chemické změny. Některé z těchto změn jsou pro fungování buněk důležité. Problém ovšem nastává v případě, že nastanou změny nechtěné. K přirozenému přírodnímu záření se později přidal další druh, rentgenové paprsky, tedy uměle vytvořené záření. Vynález rentgenu a objevení radioaktivity vedlo k použití ionizujícího záření pro zdravotní i průmyslové účely, jako výroba elektřiny, či jaderných zbraní, což výrazně zvýšilo expozici [39].

Vystavení se ionizujícímu záření vede k ozáření organismu. K tomuto může dojít vícero cestami. Vnitřní spočívá v inhalaci radioaktivních látek, jejich požitím či vstupem do krevního řečiště přes vnější zranění (například zraněním) [40]. Vnitřní ozáření je ukončeno, až když se všechny radioaktivní látky dostanou z těla ven, anebo se sníží jejich aktivita v závislosti na poločasu rozpadu [41], proto je důležité zabránit vnitřní kontaminaci. Vnější expozice znamená, že vypadlý radioaktivní materiál (prach, kapalina a aerosoly), kontaminuje určitý povrch či terén, ze kterého následně dochází k ozařování osob. Vnější expozice je ukončena, jestli je osoba chráněna dostatečnou vzdáleností od zdroje ionizujícího záření nebo použije úkryt s dostatečným stíněním. Ochranné oděvy a prostředky nezabraňují vnějšímu ozáření, ale pomáhají před kontaminací povrchu těla a vnitřní kontaminací. K dekontaminaci stačí většinou pouhé omytí. Pro činnosti, při kterých se nedá vyhnout působení ionizujícího záření, jsou stanoveny limity [40]. Tyto limity jsou veřejně vyhlášeny, v České republice jsou uvedeny ve vyhlášce SÚJB č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně [42].

Po vystavení se určité dávce záření může docházet ke škodlivým účinkům na lidské zdraví. Na základě vztahu dávka-účinek dochází k „deterministickým účinkům“ či ke „stochastickému efektu“.

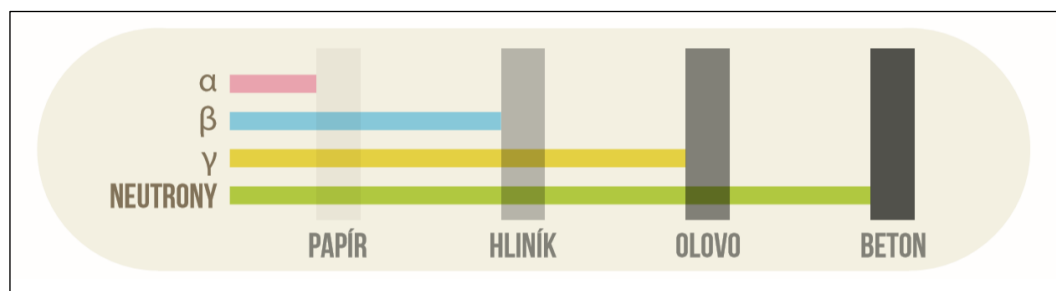
Deterministický účinek odpovídá takovému stavu, kdy už při určitém množství záření dochází k projevům účinku. Je poškozeno velké množství buněk a nepříznivě ovlivněna struktura a funkce těchto buněk a tkáně. Toto poškození může být dočasné, ale s vyšší dávkou se zvyšuje závažnost účinků [39]. Závažnost následků se dá odhadnout na základě prahové dávky, kdy hodnota přijaté dávky již znamená určitý účinek (1 Sv) [43]. Při velké přijaté dávce po krátkou dobu může záření způsobit popálení kůže, či vést k akutnímu ozařovacímu syndromu (ARS či radiační nemoc). Syndrom se projevuje bolestí hlavy, průjmem. Na chvíli tyto příznaky zmizí, ale po určité době se nemoc projeví znovu. V závislosti na přijaté dávce může vést až ke smrti (od 4 Sv) [38]. Častěji ale dochází ke stochastickému efektu. Při stochastickém efektu je výrazně zvýšena pravděpodobnost vzniku rakoviny a se vzrůstající dávkou tato pravděpodobnost roste. V důsledku stochastického efektu může dojít ke změnám v buňkách, které přežily ozáření. U ozářeného člověka tak vzroste pravděpodobnost rakovinového bujení, ne však intenzita či závažnost účinku, avšak nejsou známé dávky, při kterých by ke vzniku nádoru nedocházelo. Stochastické účinky mají dědičný charakter a mohou se promítnout do příští generace. K deterministickým účinkům tak dochází při překročení určité dávky (1 Sv) a stochastické účinky se pod hranicí této dávky nedají vyloučit [43].

Je proto důležité věnovat pozornost nejen vysokým dávkám, ale také nízkým dávkám ionizujícího záření s delším časem působení [39]. Příklady některých zdrojů, které působí na lidské tělo, včetně limitů, jsou zobrazeny na **obr. č. 3**.



Obr. č. 3 – Možné zdroje ionizujícího záření přijímaných člověkem [44]

Při samovolné přeměně jádra získává atom kladný či záporný náboj, v důsledku odtržení elektronů. Dle toho, jaké přeměně dochází, se určují čtyři druhy ionizujícího záření. Alfa (α) částice vyzařují seskupení dvou protonů a dvou neutronů [45]. Toto záření může být zastaveno například listem papíru a nedokáže proniknout vrchní „mrtvou“ vrstvou pokožky. Představuje nebezpečí pouze při vnitřní expozici [39]. Beta (β) částice vyzařují elektrony [45]. Tyto elektrony mohou proniknout až do 2 cm tkáně [39]. Záření, kdy nestabilní nuklid vyzařuje elektromagnetické vlnění v podobě fotonů, se nazývá gama (γ) záření. Při tomto záření v nestabilním prostředí dochází k mocnému „výstřelu“ energie [45]. Gama záření dokáže projít celým lidským tělem. Čtvrtým typem záření je neutronové záření, které uvolňuje neutrony, které pak reagují s dalšími atomy. Vzniká při interakci atomů vodíků s jádry, které produkují protonové záření [39]. Pronikavost jednotlivých druhů záření různými materiály, je zobrazena na **obr. č. 4.**



Obr. č. 4 – Průnik záření různými druhy materiálů [46]

V případě vzniku radiační havárie na určitém jaderném zařízení je pak největším problémem záření γ , jelikož je proti němu složitá ochrana. Osoby se mohou ozářit buďto z oblaku anebo poté z deponitu. Oblak přenáší vzácné plyny xenonu a kryptonu, problémem jsou také unikající radioaktivní jódy, které se navazují na štítnou žlázu. Následně z deponitu působí cesium, jód, kobalt a tellur. Proto se musí zavést včasné opatření. Nejúčinnějším opatřením je ukrytí v domech, které sníží ozáření z oblaku 3-5krát, z inhalace třikrát a z terénu až desetkrát. Proto se nařizuje improvizované ukrytí a osobám v ZHP se rozdává jódová profylaxe [44].

V současné době se v České republice také nachází umělé radionuklidy, zejména cesium (^{134}Cs , ^{137}Cs), stroncium (^{90}Sr), tritium (^3H), uhlík (^{14}C), jód (^{131}I), plutonium (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu) a krypton (^{85}Kr). Jejich stopy se na našem území usadily v důsledku zkoušek jaderných zbraní v 50. a 60. letech minulého století, havárie v Černobylu v roce 1986 a ve Fukušimě v roce 2011 [47].

Radionuklid	Poločas rozpadu	Emitované záření	Původ
Cesium 137 (^{137}Cs)	30 let	Beta, gama	Zkoušky jaderných zbraní, havárie jaderných elektráren, výpusti jaderných zařízení
Cesium 134 (^{134}Cs)	2 roky	Beta, gama	Havárie jaderných elektráren, výpusti jaderných zařízení
Stroncium 90 (^{90}Sr)	27,7 let	Beta	Zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení
Tritium (^3H)	12,26 let	Beta	Kosmického původu, zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení
Uhlík 14 (^{14}C)	5730 let	Beta	Kosmického původu, zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení
Krypton 85 (^{85}Kr)	10,7 roků	Beta	Kosmického původu, zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení
Jód 131 (^{131}I)	8 dní	Beta, gama	Havárie jaderných elektráren, výpusti jaderných zařízení a pracovišť nukleární medicíny
Plutonium 238 (^{238}Pu)	86,4 let	Alfa	Zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení
Plutonium 239+240 ($^{239+240}\text{Pu}$)	2,439. 10^4 let a 6580 let	Alfa	Zkoušky jaderných zbraní, výpusti jaderných zařízení

Obr. č. 5 – Umělé radionuklidy vyskytující se v současné době na území České republiky [47]

2.3.1 Radiační ochrana a ochranné prostředky

Aby nedocházelo ke zbytečným únikům radiace a jaderná zařízení byla bezpečná, používají se čtyři principy radiační ochrany, princip odůvodnění, zabraňující zbytečnému rozšíření zdrojů, princip optimalizace, snižující riziko na nejnížší možnou míru, princip limitování v případě nutnosti vystavení se malé expozici a princip zabezpečení zdrojů, který nutí zabezpečit zdroje záření, poučit a prověřit pracovníky a zkusit dlouhodobou stabilitu [48].

Obyvatele, ale zejména členy zasahujících složek, je třeba ochránit před působením radiace, jak je to jenom nejvíce možné. K tomuto účelu se využívá radiační ochrany časem, stíněním a vzdáleností. Osoba se musí v zamořeném prostředí pohybovat pouze po nezbytnou dobu. Obdržená dávka se liší dle

doby vystavení se zdroji záření a jeho intenzitě. Doba pobytu ve venkovním prostředí by tak měla být pouze nezbytně nutná a většinou pouze taková, která vede k ukrytí [49]. Ukrytí aplikuje ochranu stíněním, kdy se mezi zdroj záření a vystavenou osobu vloží stěna, která omezí průniku záření dle druhu záření a materiálu stínění [48]. Důležitou roli hraje improvizované ukrytí. Improvizované ukrytí nezabrání přijaté dávce při radiační havárii, ale sníží ji [44]. Ideální by bylo ukrytí v krytech z olova a betonu, které se stavěly převážně za studené války, avšak ty jsou v dnešní době většinou nefunkční, ve špatném stavu, zastavěné, či je možné je použít až za několik dní [50]. Proto musí postačit zděná budova se zavřenými okny, dveřmi a vypnutým ventilačním zařízením [46]. S rostoucí vzdáleností od zdroje se snižuje počet dopadajících radioaktivních částic, tudíž se praktikuje radiační ochrana vzdáleností. Pokud by byla možnost v rychlém čase odjet ze ZHP do dostatečné vzdálenosti od JEDU, je vhodné ji využít, ale pouze jste-li na okraji ZHP. Jestliže se osoba nachází blízko epicentra, toto opatření se nedoporučuje, jelikož řidič nezná směr větru a další podmínky, a měl by využít ukrytí [51].

Jestliže je pobyt ve venkovních prostorech nutný, je alespoň vhodné využít ochranných prostředků, které zabrání kontaminaci radioaktivním spadem. Jednotky řešící situaci by tak měly mít profesionální vybavení. V nutnosti lze využít i zásahový oděv včetně kukly [52]. V případě, že toto vybavení není k dispozici, musí se využít alespoň improvizovaná individuální ochrana. Improvizovaná individuální ochrana spočívá v ochraně dýchacích cest rouškou, navlhčeným kapesníkem apod. Je třeba si chránit celý povrch těla, k tomu jsou vhodné omyvatelné prostředky, například pláštěnka s kapucí. Použít holínky či si alespoň pokrýt obuv sáčkem. Ochránit si oči brýlemi, například potápěčskými. A použít rukavice z umělé hmoty, či alespoň si zakrýt ruce sáčkem [53].

Profesionální vybavení, které by mělo zabránit kontaminaci a omezit přijímání takových dávek a umožnit tak plnění záchranných či likvidačních prací složkám IZS, se skládá z obleku (kombinězy) pokrývající celé tělo včetně hlavy, ideálně beze švů, vnitřních a vnějších rukavic, bot a krytů bot, ochrany očí či průhledného štítu v oblasti obličeje. Oblek je doplněn celobličejeovým tlakovým dýchacím přístrojem, jelikož bývá oblek nepropustný a obyčejný respirátor by nezabránil průniku látek, a dále přístroji na měření dávky (dozimetry) [54]. Takovéto obleky, nazývané jako „HazMat suit“ (z angl. Hazardous a Material [55]) poskytují ochranu před zářením α , β s vysokou energií a do určité míry X a γ . Současně také jsou vhodné jako ochrana proti chemickým látkám a chemikáliím [56]. Existuje mnoho druhů takovýchto obleků s různou propustností, vhodných pro různé účely. Většinou se vyrábí za pomoci nanotechnologií, z gumy, olova, aktivního uhlí a boru. Olovo eliminuje paprsky a bor absorbuje částice. Nanočástice vytváří kovové a chemické bariéry pro zajištění radiační ochrany [54]. Jejich úkolem je tak ochrana před kontaminací a následného roznášení látky. Zabraňuje vstupu látky přímo do těla, i přesto, ale oblek nedokáže pohltit ionizující gama záření. Navíc slouží jako ochrana proti biologickým dopadům

nebezpečných látek, které se také mohou uvolňovat při radiační havárii [57]. Tyto obleky jsou však jen pro krátkodobé nošení, jelikož je v nich po delší době velmi teplo a jsou těžké [58].

Obecně se používají prostředky proti CBRN (chemickým, biologickým, radiačním a nukleárním) událostem, tedy běžně používané obleky k chemickým haváriím. Tyto obleky po určité úpravě (jako přelepení zipů) jsou pak použitelné i při radiační havárii [52]. Pro civilní obyvatelstvo se dají využít speciální vyváděcí přístroje, jako návleky na obličej s dýchacím přístrojem, dětské uzavíratelné vaky, které pak mohou pomoci při evakuaci osob [59].

Po pobytu ve venkovním prostředí je důležitá dekontaminace, aby se látky neroznášely dále, či se z ochranných prostředků nepřenesly na pokožku. Dekontaminace by se měla provádět systematicky, důsledně, po celé ploše materiálu či pokožky. Na oplach společně s vodou se používá kyselé mýdlo, borová voda, anebo kyselina citronová. V případě kontaminace těla se musí počítat také s dekontaminací očí, vlasů, úst, nosu a vnitřní dekontaminací. Ta se provádí čistěním zubů, výplachem hrtanu, či výplachem břicha, střev, anebo vyvoláním zvracení [60], [61]. V případě individuální dekontaminace, je nutné svléct si kontaminované oblečení a uzavřít je do plastového pytle. Tento oděv se bude muset dekontaminovat, aby se mohly speciální obleky použít znovu [53].

2.4 MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE

Monitorování radiační situace probíhá, jak uvnitř jaderné elektrárny, tak i v jejím okolí. Průběžně se monitoruje stav v určitých intervalech, ale v případě vzniku MřU, musí být tento systém monitorování schopný naběhnout na mnohem kratší intervaly měření.

Radiační situaci v České republice kontroluje celostátní Radiační monitorovací síť. Tuto síť spravuje a za data odpovídá SÚJB. Monitorování dále kromě SÚJB provádí také jeho odnože Státní ústav radiační ochrany (SÚRO), Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, provozovatelé jaderných elektráren, Ministerstva vnitra, obrany, financí, zemědělství a životního prostředí, jako ústřední orgány a DIAMO s.p., které monitoruje zátěž po těžbě a zpracování uranu. SÚJB ve spolupráci s dalšími firmami v roce 2008 vytvořilo přehlednou aplikaci MonRaS (Monitorování Radiační Situace), kde se shromažďují naměřené informace. Tento přehled neslouží pouze k monitorování případných havárií, ale také k monitorování přirozeného přírodního pozadí, jeho vývoje a změn spadu po Černobylské a Fukušimské havárii.

Jednotnost v monitorování a pravidla jsou zapsána v Národním programu monitorování. Tento dokument je závazný pro všechny, kteří se monitorování věnují a je platný od 1. ledna 2019 na základě zákona č. 263/2016 Sb. (atomový zákon) a vyhlášky č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace. Uceluje rozsah zajištění monitorování radiační situace a předávání naměřených dat SÚJB.

Monitorování probíhá určitým způsobem již od 70. let minulého století, dnes za pomoci 169 stacionárních monitorovacích přístrojů, které tak tvoří síť včasného zjištění ČR, z čehož tvoří 98 míst teledozimetrický systém, sledující okolí jaderných elektráren. Výsledky udávají aktuální dávkový příkon a po desetiminutových intervalech se přenáší do databáze MonRaS, kde se po týdnu zveřejňují. Dále se provádí trasová mobilní měření, buďto automobilem či letadlem, a celorepubliková integrální měření [47]. Na určitých místech v republice se odebírají vzorky potravin, půdy a vody za účelem měření jejich aktivity a nezávadnosti pro lidský organismus. Mezi tyto vzorky patří aerosoly, dešťové spady, povrchová voda, pitná voda, mléko, maso, zvěřina, ryby, brambory, lesní plody, houby, krmiva, obiloviny, ovoce a zelenina. Provádí se také měření lidského těla z monitorování dobrovolníků [62]. Výše dávkového příkonu závisí na nadmořské výšce, horninovém složení oblasti, důlní činnosti a meteorologických podmínkách. Mění se tím tak výše naměřených hodnot zejména u radonu a uranu. Citelné navýšení, které síť zaznamenala, nastalo zejména po Černobylské havárii a také při havárii na jaderné elektrárně Fukušima v Japonsku v roce 2011 [47]. Aplikace MonRaS také zobrazuje hodnoty a záznamy ze cvičení na jaderných elektrárnách (Zóna a další cvičení) [62].

Monitorování slouží ke zjištění odchylky od průměru základního parametru pro hodnocení radiační situace fotonového nebo prostorového dávkového ekvivalentu (PFDE/PPDE). Tyto ekvivalenty slouží k určení potenciálního ozáření osob, které může imitovat ozáření v lidském těle [63].

Síť včasného zjištění (SVZ)

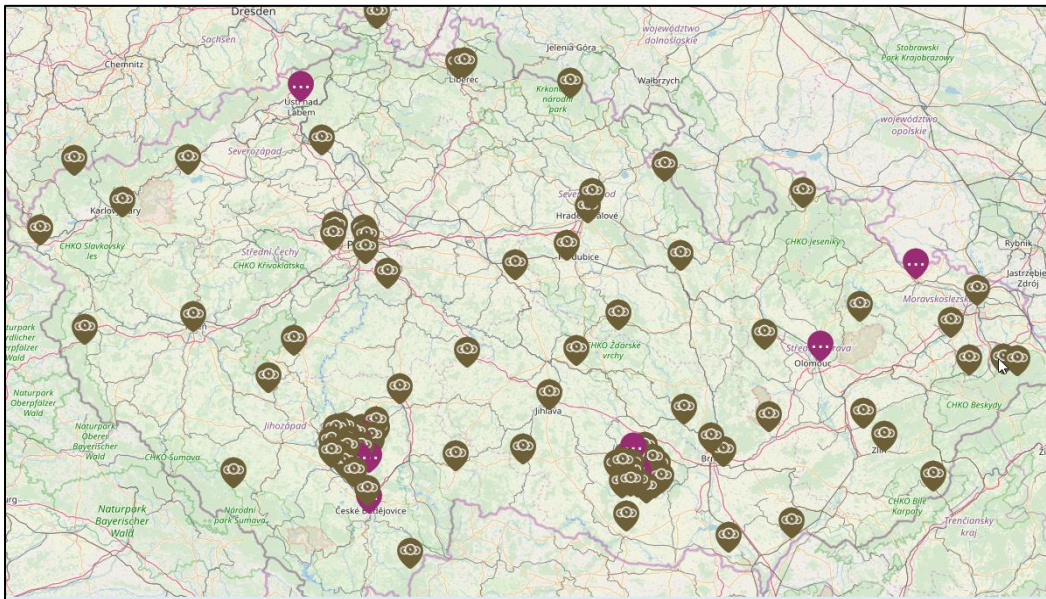
SVZ představuje místa měření, na kterých jsou umístěny dva detektory ionizujícího záření ve výšce 1 metr nad terénem ve volném prostranství na přírodním povrchu, aby nic nestínilo měření. Tyto detektory kontinuálně zaznamenávají aktuální dávkový příkon. Na měření se nepodílí pouze SÚJB, ale také SÚRO, Český hydrometeorologický ústav HZS ČR a Armáda ČR. Některá místa měření jsou umístěna na stanovištích HZS ČR [47].



Obr. č. 6 – Měřicí jednotka sítě včasného měření [47]

Největší počet stacionárních měřících přístrojů je v okolí jaderných elektráren, jak je vidět na **obr.**

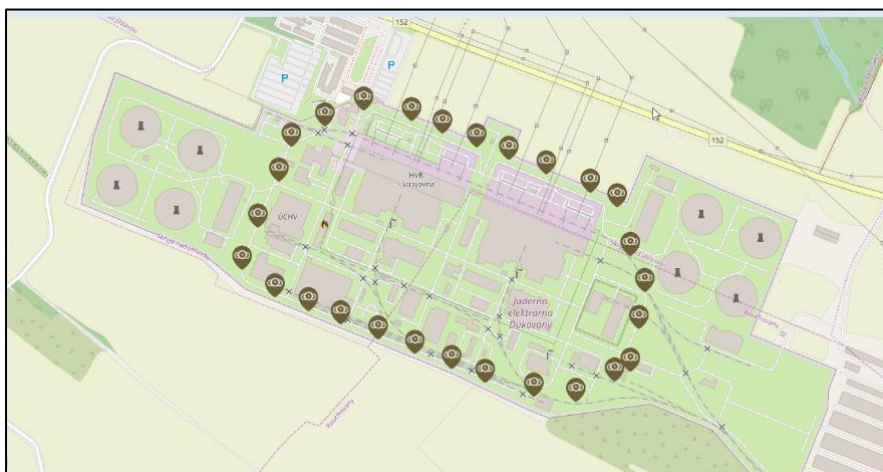
č. 7. Kromě toho další přístroje pokrývají i zbytek republiky.



Obr. č. 7 – Síť včasného zjištění ČR [62]

Teledozimetrické systémy (TDS)

Teledozimetrické systémy doplňují SVZ. Nacházejí se bezprostředně u jaderných elektráren a také v jejich blízkém okolí. V případě JEDU je přímo v areálu 27 ks TDS a v blízkém okolí 24 ks. Jednotka TDS se musí nacházet ve volném prostranství, nezastíněná a čidlo ve výšce 2 metry nad povrchem. V každé jednotce jsou dva detektory, jejichž úkolem je zjistit případné výkyvy od normálních hodnot přírodního pozadí. Síť TDS je provozována jadernou elektrárnou, v jejíž blízkosti jsou přístroje postaveny [47].



Obr. č. 8 – Teledozimetrické systémy bezprostředně kolem JEDU [62]

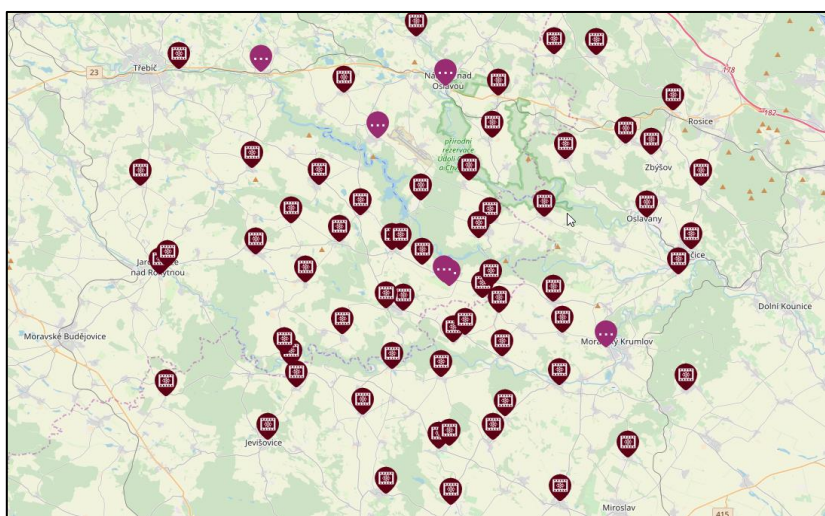
Měření integrální (TLD/ELD)

Toto měření je dlouhodobé a slouží ke zjištění odchylek od dlouhodobého průměru fotonového nebo prostorového dávkového ekvivalentu (PFDE/PPDE). Měření provádí integrální dozimetry, které mohou být termoluminiscenční či elektronické. V ČR se nachází cca 300 ks těchto dozimetrů a okolo 50 jich je umístěno v budovách, kde mají sloužit jako monitoring vývoje situace uvnitř budov. Jednotky s dozimetry musí být umístěny metr až tři metry nad zemí. Každá jednotka obsahuje 4 detektory.

JEDU má v okolí 42 těchto dozimetrů provozovaných elektrárnou a 12 provozovaných SÚJB. Sít' v okolí JEDU je zobrazena na **obr. č. 10**. Měří také situaci přímo v areálu, zejména u výrobního bloku, meziskladu a skladu vyhořelého paliva a u úložiště radioaktivního odpadu [47].



Obr. č. 9 – Měřicí místo integrálního dozimetru [47]



Obr. č. 10 – Integrální měření v oblasti zóny havarijního plánování [62]

Mobilní a letecká

Letecké monitorování kontinuálně měří dávkový ekvivalent ve výšce 100 m. Výsledky z měření jsou přepočítávány, jako by byly měřeny jeden metr nad zemí. Letecké monitorování má výhodu v tom, že dokáže zjistit plošnou aktivitu nebezpečných látek na povrchu terénu. Bylo by tak hlavním zdrojem informací v případě vzniku radiační havárie, jelikož rychle dokáže určit, jak velké území je zasaženo. Výsledky měření jsou však velmi závislé na povětrnostních podmínkách. Přístroje se nachází na palubě vrtulníku a je zaznamenávána i trasa letu v mapě. Cvičně se letecky oblast monitoruje jednou či dvakrát ročně.

Pozemní monitorování probíhá obdobně jako letecké, s tím rozdílem, že je měřeno automobilem pohybujícím se po určené cestě 40 km/hod. I tato trasa je převáděna do mapy. Cvičně se takto monitoruje jednou měsíčně 50km trasa. Předpokladem je, že mobilní monitorování by v případě havárie mělo doplnit to letecké. Kdyby však letecké nebylo možné, vychází se z automobilního měření.

Mobilní monitorování má na starosti kromě SÚJB a Státního ústavu radiační ochrany také HZS ČR, Armáda ČR, Policie ČR, Generální ředitelství cel a samozřejmě provozovatelé jaderných elektráren [47].

2.5 ZAPOJENÍ JSDH DO MONITOVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE

Na území ZHP v okolí JEDU jsou předurčené JPO, které by mohly být využity v případě vzniku radiační havárie. Obecně jsou jednotky JPO v případě nastání MřU využívány na plnění úkolů ochrany obyvatelstva, aby splnily plošné pokrytí kraje. Předurčené jednotky v ZHP jsou z této povinnosti v době radiační havárie vyjmuty a plní úkoly ochrany obyvatelstva v obvodu své obce.

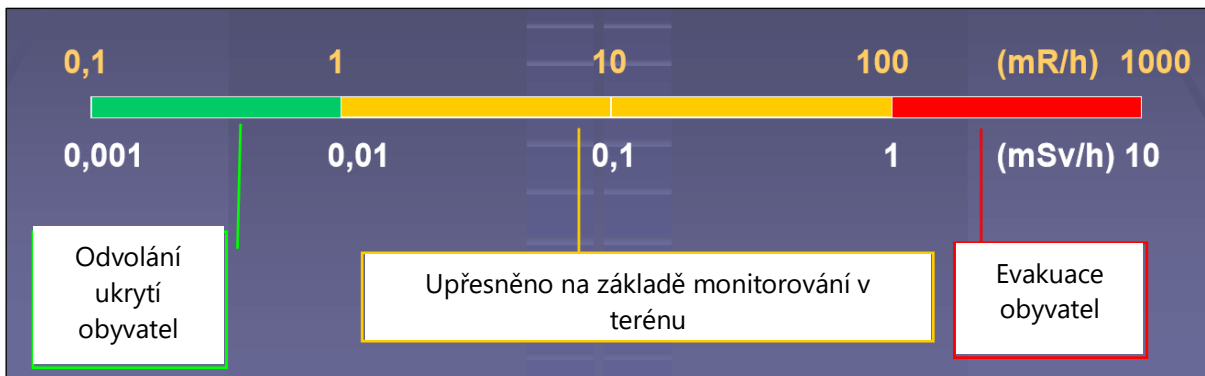
V ZHP JEDU je celkem 156 obcí, 78 na území Jihomoravského kraje a z nichž je 36 zapojeno do monitorování radiační havárie. Jejich rozložení v ZHP je v **příloze č. 3**. V zóně jsou specifické objekty, kterým se musí věnovat zvláštní pozornost v době radiační havárie, například nemocnice, sociální zařízení, školy a školky. Tyto objekty se evakuují hned po oznámení radiačního úniku, dokud není taková pravděpodobnost zamoření oblasti. Současně se informují složky reagující na událost a varuje se obyvatelstvo, kterému se nařídí požití jódomovou profylaxi, bude-li to nutné. Obyvatelstvo by se pak mělo chovat v souladu s Příručkou pro radiační havárii. Tato událost si pravděpodobně vyžádá vyhlášení krizového stavu. Prvním, kdo by si měl vzniklé všimnout, by měl být samotný personál elektrárny. V případě úniku radiace má tak za úkol informovat pověřené orgány. Těmito orgány jsou operační a informační střediska HZS ČR (KOPIS), zejména kraje Vysočiny a kraje Jihomoravského, dále také SÚJB a Český hydrometeorologický ústav. O další vyrozumění se starají příslušné KOPIS.

V době, kdy ještě není známo přesné množství uniklé radiace ani přesná zamořená místa, je uzavřena ZHP a nařídí se improvizované ukrytí včetně dekontaminace. Po několika hodinách, je známa doba úniku, i množství uniklé látky. Mělo by být i přesně lokalizováno místo spadu. Pro zbytek zóny, kde není zamořené území, se tak mohou uvolnit určitá opatření a nařízení. Maximálně do 48 hodin by měla být provedena evakuace ohrožených obyvatel.

Určené JPO obcí mají za úkol pomoci postiženým obyvatelům, zabezpečit jejich potřeby, pomoci s evakuací a dekontaminací a zasedat v krizovém štábu. Kromě zmíněných úkolů mají také za úkol monitorování radiační situace a zasílání zjištěných hodnot stanoveným způsobem. Při vzniku radiační havárie záleží na aktuální meteorologické situaci, jelikož unikající látky se rozptýlí v atmosféře. Mrak s radioaktivními látkami je unášen větrem a kontaminuje terén. Jestliže jsou příhodné meteorologické podmínky a jedná se o značný únik, tak se látky rozptýlí na rozsáhlá území a do značných vzdáleností. Tyto vzdálenosti zpravidla značně přesahují hranice havarijní zóny. Záleží na množství uniklých látek, době trvání úniku a meteorologické situaci v době trvání úniku [64].

Úkolem JSDH je tak měřit pomocí získaných přístrojů aktuální dávkový příkon. V určité míře (při překročení naznačené rysky), respektive 10mR/h, se musí tato situace nahlásit na příslušný KOPIS. KOPIS

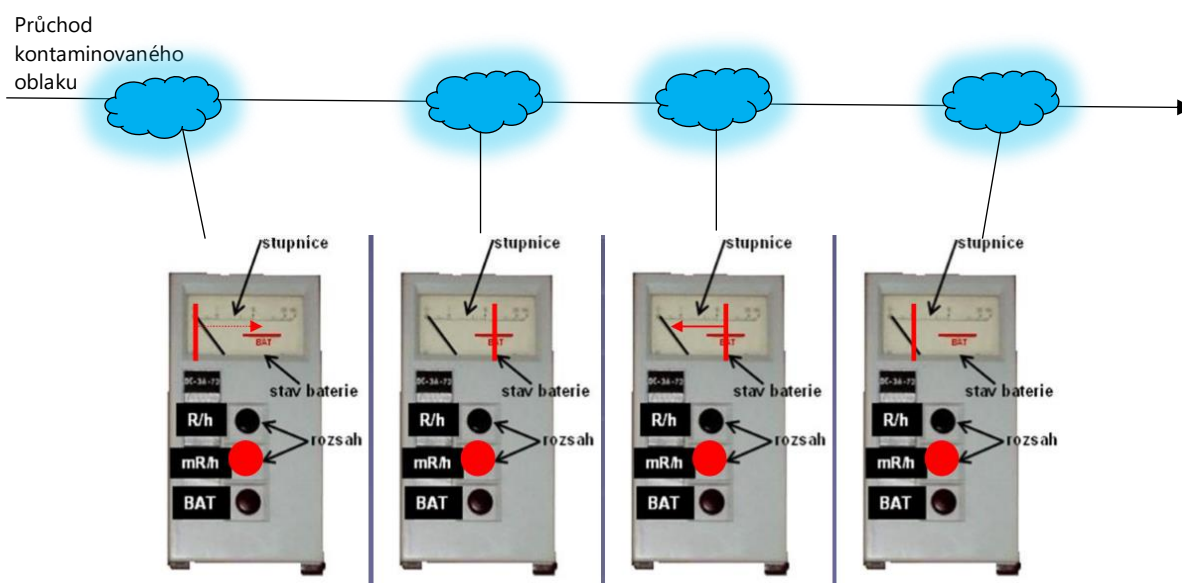
tak má doplňující informace o skutečné situaci v dané lokalitě, což může pomoci při rozhodování, jaká opatření dále provést. Na základě výsledků z intenzimetrů a také z dalšího monitorování ze SVZ, tak může rozhodnout, zda improvizované ukrytí je možno odvolat, či je dostačující, anebo je nutné přistoupit k evakuaci.



Obr. č. 11 – Stupnice intenzimetru [44]

Od 1mR/h do 100mR/h se učiní opatření na základě rozhodnutí odborníků (krizového štábu, velitelů zásahu...) a přesné naměřené hodnoty či dalších okolností, ale zejména se nařídí ukrytí obyvatel do improvizovaného ukrytí. Od hodnoty 100mR/h a výše se ihned musí přistoupit k evakuaci obyvatel.

Při průchodu radioaktivního mraku tak postupně vzrůstá dávkový příkon, který jsou přístroje schopny měřit. Mohou tak zachytit maximální hodnotu dávkového příkonu, po průchodu totiž bude dávkový příkon klesat. Jestliže klesne do výchozí polohy, je kontaminace terénu nízká, avšak pokud neklesne až do výchozí polohy, může být kontaminace terénu relativně vysoká [44].



Obr. č. 12 – Pohyb rysky na přístroji při průchodu kontaminovaného oblaku [44]

Míra energie, která se dostane do těla, je vyjadřována dávkou. Jednotkou dávky je Sv (sievert), dříve používán R (rentgen). Přístroje měří dávkový příkon v mR nebo v R za hodinu. Z tohoto údaje a času stráveného v místě měření se vypočítá obdržená dávka, která se přepočítá na současné jednotky (1 Sv = 100 R). Vyznačená ryska na přístroji odpovídá hodnotě 100 μ Sv.

2.5.1 Intenzimetry

Na rozdíl od dozimetrů tato zařízení nejsou schopna uchovávat data o odhadu účinné dávky, kterou lidské tělo dostává při vystavení se vnějšímu ionizujícímu záření. Dozimetry s sebou nosí veškerí pracovníci pracující s ionizujícím zářením, členové HZS vyjíždějící k zásahům a osoby, u kterých hrozí expozice radioaktivitou [65]. Tyto dozimetry nosí na oděvu jedna určená osoba a po určité době dochází k vyhodnocení celkové dávky. Zaznamenává tak postupně veškerá data [66]. V případě zvýšené akutní dávky dozimetr vydá výstražný zvukový signál, dle druhu dozimetru. Používají se také k měření dávky a jejích změn v prostředí, nemusí tak nutně být spojeny pouze s osobou. Oproti intenzimetrům dozimetry zaznamenávají už nižší dávky radiace [65].

JSDH obcí mají za úkol monitorovat radiační situaci za pomoci intenzimetrů, které mají vypůjčené od HZS příslušného kraje. Všechny intenzimetry, které mají zapůjčeny jednotlivé obce, jsou rozdávány společně s metodickým listem a také záznamníkem. Metodický list obsahuje v krátkosti nejdůležitější informace o provozu intenzimetru a o tom, jak správně měřit. Současně jsou tam také uvedena důležitá telefonní čísla. Záznamník schraňuje podrobnější informace o přístroji (rok výroby, umístění, datum kalibrace, atd...). Dále je zde návod k obsluze včetně pokynů ke skladování, jsou zde převodní tabulky, jelikož jsou přístroje starší a obsahují zastaralou stupnici, která se již dnes nepoužívá (zobrazeny v **příloze č. 4**). V záznamníku je také přiložen list se záznamy o opravách a provedených kalibracích, list se seznamem proškolených a odpovědných osob za jeho používání a na závěr je vložen list se záznamy o naměřených hodnotách.

Každý přístroj musí být pravidelně kontrolován. Jeho funkčnost se kontroluje každý půl rok, kdy dochází k provozním kontrolám odezvy. Výsledky z těchto kontrol se poté zapisují do záznamu o naměřených hodnotách s heslem KONTROLA, aby bylo jasně poznat, že se nejedná o měření, které bylo prováděno z důvodu vzniku MřU. Na obalu přístroje DC-3B-72 se nachází slabý zdroj záření, na který se přiloží nízkorozsahový detektor. Přístroj je v pořádku, jestliže se zjištěná hodnota přístrojem neliší o více než 25 % oproti hodnotě napsané na víčku kontrolního zdroje. Při odlišné hodnotě se kontaktuje HZS. Avšak zda přístroj měří správně, je posuzováno jeho kalibrací každé tři roky. Přístroje jsou odevzdány do HZS kraje, v praxi k tomu dochází v době, kdy dochází JSDH na školení. HZS krajů je předají do Skladovacího a opravárenského zařízení HZS ČR (SOZ HZS ČR) v Olomouci. Toto zařízení, jakožto autorizované metrologické středisko, přístroj zkontroluje a poté navrátí zpět přes HZS krajů k jednotkám.

Obyčejná kontrola funkčnosti přístroje probíhá kontrolou napájení, kdy se musí zkontrolovat výdrž monočlánků, stisknutím tlačítka BAT. Přístroje jsou napájeny tužkovou baterií, která by měla vydržet až 30 hodin provozu. Jestliže je vše v pořádku, při stisknutí tlačítka se ryska vychýlí do červeného pole na stupnici zobrazené na displeji přístroje.

Samotné měření se provádí za stisknutí tlačítka mR/h po dobu delší než pět sekund, tedy po celou dobu měření. Jelikož může ručička kolísat, musí být přístroj ve vodorovné poloze, po chvíli se ručička uchýlí ve střední hodnotě, která se poté zapisuje. Samotný přístroj by neměl přijít do přímého styku s radioaktivními látkami, proto je nutné ho při takovémto plánovaném měření překrýt plastovým sáčkem, jinak může dojít ke kontaminaci samotného přístroje. V případě kontaminace přístroje se musí očistit vodou a dezaktivacním roztokem, případně benzínem. Při měření dávkového příkonu venku se přístroj umísťuje přibližně do jednoho metru nad terén. Při měření kontaminace povrchu se nízkorozsahová sonda přibližuje na 1-3 cm od měřeného povrchu [67], [68]. Naměřená hodnota by neměla překročit hodnotu 10 mR/h. Tato hodnota odpovídá vyznačené rysce na displeji u každého přístroje poskytnutého JSDH. Jestliže je tato hodnota překročena, musí se ihned informovat HZS přes KOPIS. Po půl hodině se měření znovu opakuje, jestli byla hodnota naměřena správně, či jestli se již nezměnila situace. V případě, že měření bylo vyžadováno, měří se opakovaně po půl hodině znovu i v případě, že při prvním měření nebyla ryska 10 mR/h překročena [69].

HZS krajů rozdalo obcím v okolí jaderných elektráren Dukovany a Temelín celkem 216 kusů intenzimetrů. V současné době zapůjčilo dva druhy intenzimetrů, a to intenzimetr s označením DC-3A-72 a DC-3B-72 [70].

Intenzimetr DC-3A-72

Tento intenzimetr je určen k měření expozičního příkonu radiace a je schopen detekovat záření β a γ . Podléhá podmínkám ze zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii. Podle tohoto zákona jde o pracovní měřidlo nestanovené na základě dohody se SÚJB [71]. Slouží tak pouze k orientačnímu zjištění hodnot. Měří v rozsahu 0,1 – 200 mR/h pro milirentgenovou stupnici a 0,1 – 200 R/h pro rentgenovou stupnici. Tyto hodnoty jsou 10krát nad hodnotou přírodního pozadí, proto za normálních okolností přístroj nevykazuje žádnou aktivitu. Detektor pro nízký rozsah je umístěn přímo pod kruhovou prohlubň v horní části přístroje DC-3A-72. Nelze rozlišit záření gama a beta. Přístroj je funkční i za deště a lze jej používat při teplotách -25 °C až 50 °C.

V případě ohrožení kontaminací přístroje, je nutné jej zakrýt plastovým sáčkem, aby naměřené hodnoty nebyly ovlivněny [67].

Intenzimetr DC-3B-72

DC-3B-72 má podobné vlastnosti jako DC-3A-72. Liší se rozdělením detektorů rentgenového a milirentgenového rozsahu. U přístroje DC-3B-72 je nízkorozsahový detektor vyveden na asi 1,6 m dlouhém „kabelu“ pro pohodlnější měření kontaminace povrchů. U něj lze rozlišit měření gama a beta záření pomocí clony. Tímto detektorem je možné detekovat již nižší energie záření β (140 keV) než intenzimetr DC-3A-72 (0,35 MeV). Přístroj je odolný proti dešti a nízkorozsahový detektor vydrží i úplné ponoření do vody při použití ochranného návleku. Lze jej používat při teplotách $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale kabel, který se připojuje, se může používat pouze do teplot do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ kvůli nebezpečí popraskání. V případě ohrožení kontaminací, je nutné uložit přístroj do plastického sáčku, aby nedošlo ke zkreslení naměřených hodnot.

Běžná kontrola tohoto intenzimetru se provádí přes nízkorozsahový detektor. Z detektoru se sejme clona a detektor se připevní ke kontrolnímu zářiči připevněného na kožený obal přístroje. To znamená, že se provádí kontrola pouze pro milirentgenový rozsah. Měření pro rentgenový rozsah se provádí stejně jako v případě přístroje DC-3A-72, avšak pro milirentgenový rozsah je využíván vnější detektor. Detektor je vždy připojen k přístroji. Poté je možné měřit záření γ . Po sundání krytky sondy přístroj detekuje záření β i γ [68].

2.5.2 Legislativní ošetření

Součinnost v oblasti monitorování radiační situace mezi HZS a JSDH musí být správně ošetřena i z legislativního hlediska. Právně proto musí být podepsána smlouva mezi HZS a jednotlivými obcemi o bezplatném užívání přístrojů. Dále muselo být samotné převedení přístrojů oznámeno oficiální cestou. Pokyn k zavedení a používání intenzimetrů u předurčených JSDH obcí byl vydán ve Sbírce interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR.

Předmět propůjčení

Propůjčení měřících pomůcek, včetně jejich manipulace, je staveno ve Sbírce interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR v částce 21 z roku 2013. Tato Sbíрка udává pokyn JSDH určených obcí k monitorování radiační situace v případě nastání mimořádné radiační události na jedné z jaderných elektráren v ČR. Tyto intenzimetry jsou rozdány obcím vyskytujících se v ZHP u elektráren. Předání monitorovacích přístrojů skrze místně příslušné HZS zabezpečovaly HZS krajů Jihomoravského a Vysočiny, v případě jaderné elektrárny Temelín HZS Jihočeského kraje. HZS krajů tyto intenzimetry získalo skrze ministerstvo vnitra, které je převedlo do SOZ HZS ČR [70]. Tato zařízení se také starají o jejich údržbu a jejich kalibraci [72]. Správa přístrojů je však v rukou JSDH. Předání intenzimetrů do rukou právnické či fyzické osoby může být provedeno na základě toho, že bude splněno jejich hospodárnější využití a již nejsou potřebné k plnění funkcí státu [73].

V příslušné obci musí být dle Sbírky stanoveny minimálně dvě osoby, které musí být schopné obsloužit monitorovací přístroje v případě vzniku MřU a nahlášení III. stupně poplachu na radiačním zařízení. Současně přístroj musí udržovat v provozuschopném stavu a také absolvovat školení odborné přípravy. Povinností těchto osob je také zabezpečení kalibrace příslušným orgánem jednou za tři roky a jednou za půl roku provést cvičné prozkoušení funkčnosti přístroje. Počet propůjčených intenzimetrů do jednotlivých krajů je znázorněn v **tab. č. 2** [70].

Tab. č. 2 – Druhy a počty intenzimetrů převedených do příslušných obcí JSDH [70]

HZS kraje	DC-3A-72	DC-3B-72	CELKEM
HZS Jihočeského kraje	41 ks	41 ks	82 ks
HZS Kraje Vysočina	26 ks	26 ks	52 ks
HZS Jihomoravského kraje	41 ks	41 ks	82 ks
CELKEM	108 ks	108 ks	216 ks

Bezplatné užívání

Jednotlivé HZS krajů, které zařídily předání intenzimetrů do obcí spravujících JSDH, musely s obcemi podepsat smlouvu o bezplatném užívání, jelikož jsou v současné době stále v majetku HZS krajů. Tato smlouva je však platná pouze na 8 let. Po uplynutí doby smlouvy se musí podat oficiální stanovisko o prodloužení těchto smluv [73]. Ovšem zda se smlouvy prodlouží, či se pozmění legislativní proces, je v současnosti v jednání na úrovni generálního ředitelství HZS ČR v komunikaci s HZS krajů [74]. Pokud tedy přístroje nejsou potřeba k plnění úkolů HZS České republiky, mohou být bezplatně užívány k zajištění požární ochrany a ochrany obyvatelstva. Bezúplatné užívání může být sjednáno pouze za podmínky, že přístroje nebudou používány k podnikání, ale pouze k výkonu státní správy v přenesené působnosti, či pro účely sociální, humanitární, požární ochrany, ochrany obyvatelstva, IZS atd. Tuto podmínku propůjčení intenzimetrů splňuje. Smlouva se po uplynutí lhůty může znovu prodloužit, jestliže budou i dále intenzimetry funkční a HZS České republiky je dočasně nepotřebuje k plnění svých úkolů [75]. Jelikož jsou stále v majetku HZS krajů, má HZS za úkol přístroje pravidelně inventarizovat. Při každoročním školení tak nejenže proškolí obsluhu intenzimetrů, ale také zkontrolují a zaevidují jednotlivé přístroje. Po uplynutí stanovené lhůty a neprodloužení smluv o bezplatném užívání by měly být přístroje obcemi navraceny zpět [74].

2.6 VZNIKLÉ RADIAČNÍ HAVÁRIE

V minulosti již nastalo několik neovládaných úniků radiace do prostředí. Mezi nejznámější patří havárie na jaderné elektrárně v Černobylu v roce 1986. Masivní únik radiace a velké dopady havárie byly příčinou ještě zpřísnění už tak přísných limitů a požadavků a zejména se začal klást důraz na proces

spojený s lidskou obsluhou. Další známou havárií byla nehoda na jaderné elektrárně Three Mile Island v Pensylvánii (1978), kde došlo k roztavení reaktoru, exploze reaktoru v Idaho (1961), roztavení reaktoru v Sodium reactor Experiment v Kalifornii [76] a nehoda ve výrobně zbraní Kyshtym (1957) v sovětském svazu, která je považována za třetí nejzávažnější havárii po Černobyli a Fukušimě [77]. Právě Fukušima je považována za jednu z posledních havárií s únikem radiace do okolního prostředí. Tato havárie byla způsobena přírodní pohromou, když dorazilo Tsunami k japonským břehům [76]. Havárií ve Fukušimě uniklo množství radiace, které bylo citelné i na území České republiky. Monitorovací síť v ČR tak zafungovala správně [47]. Avšak monitorování úniku radiace v Japonsku doprovázely nepřesnosti a nejasnosti. Podle určitých zdrojů byla do ovzduší emitována až dvakrát větší úroveň radionuklidů, než bylo uvedeno japonskou vládou a agenturou pro jadernou a průmyslovou bezpečnost. Situaci zhoršoval také fakt, že 21. a 22. března nad oblastí padal déšť.

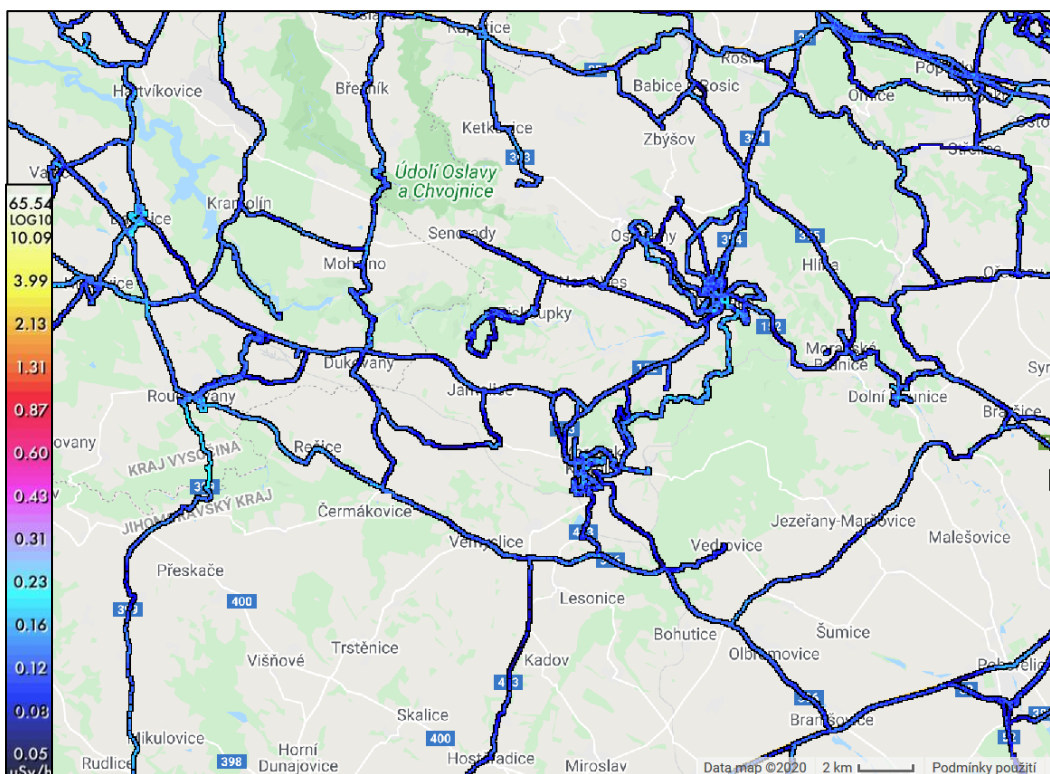
Havárie poukázala na nesourodost systému monitorování. Některé instituce zapojené do monitorování radiační situace byly zodpovědné za její monitorování a jiné pouze za výzkum, což vedlo k nedostatečné koordinaci. Zároveň byly monitorovací přístroje v blízkosti elektrárny poničeny vlnou tsunami a mimo zasažené území vlnou některé přístroje nefungovaly kvůli vysokým úrovním radiace či výpadkům [78]. Použitelná data se datují až od 18. března, týden od vzniku havárie, od doby, kdy pravděpodobně došlo k největším emisím radioaktivních látek. Některé pozdější naměřené údaje byly zase nadhodnoceny v důsledku kontaminace přístrojů [79]. Pro simulaci chování byl vyvinut systém pro předvídání informací o mimořádných dávkách v životním prostředí (SPEEDI), jehož výstupy však byly v tuto dobu neadekvátní, jelikož neměl přesné vstupní informace od úniku radiaci. Dalším problémem bylo stanovení poměrně vysokých limitů, které tak nebyly překročeny [78]. Většina radioaktivních látek unikla vzdušnou cestou, ale hlavně prostřednictvím stoku vody do moře a podzemní vody. Určování radiace nad oceánem a v oceánu je složité, jelikož se v něm nenachází stacionární přístroje na měření přítomnosti radionuklidů, a vzorkování je komplikované a nepřesné. Pro konečné stanovení expozice tak musely být tvořeny studie, které odhadovaly důsledky na základě hydrometeorologických podmínek a pozdějších dat. Podle nich nad zemí došlo k většině depozic během 15. - 16. března (cca 72,0 % z celkové depozice během modelového období), 20. - 24. března (15,7 %) a 30-31. března (11,4 %) [79].

Řešením dle odborníků do budoucna je menší počet zapojených institucí do monitorování radiační situace, které mezi sebou budou dostatečně komunikovat. A dále zapojení nevládního orgánu, který není podporován jaderných průmyslem. Veřejnost tak musí mít přístup k přesným údajům [78].

2.6.1 Projekt Safecast

Právě po havárii ve Fukušimě se zvedla iniciativa v oblasti bezpečnosti. Občané se chtějí více zapojit do řešení MřU, zejména co se týká informovanosti. Krátce po úniku radiace ve Fukušimě byl založen projekt Safecast, který celosvětově sdružuje dobrovolníky, kteří se zapojují do měření radiace. Provedeno bylo již více než 50 milionů měření po celém světě, převážně v oblasti Japonska [80]. Tento projekt je založen na různých typech zařízení, které si může dobrovolník zakoupit dle účelu, či sám vyrobit, a následně poskytovat svá data do mapy. Používá se převážně přístroj BGeigie Nano, který je mobilní a obsahuje radiační senzor. Dá se používat při jízdě, chůzi či pouze jako statické zařízení a kontrolovat zjištěné hodnoty. Provádí měření každých 5 sekund, a kromě svých souřadnic předává naměřené informace do programu provozovaného Safecastem. Všechny přístroje mají zabudovaný senzor GPS souřadnic a také přibližnou nadmořskou výšku [81]. Přístroj se dá zakoupit celý, či po částech. Celý přístroj vychází na 600 dolarů [82] (14 775 Kč [83]). Je tvořen mikropočítačem Arduino, má grafický displej, slot na paměťovou kartu typu microSD a zabudovaný Bluetooth. Přístroje fungují na baterie používané v mobilních telefonech, mohou fungovat na USB nabíječku, či solární panely. Vestavěný akumulátor vydrží až 40 hodin [84]. Software uvnitř přístroje může být modifikován a existují internetové skupiny, kde si nadšenci sdílejí své nápady a návody. Sama společnost Safecast vybízí k tomu, aby si občané sami přístroje zdokonalovali, vylepšovali, modifikovali či hackovali [85]. Pravidelná kalibrace přístroje není potřeba, na rozdíl od analogových přístrojů se neočekávají takové ovlivnění vnějšími vlivy, tudíž se počítá s dlouhodobými stabilními daty s přesností +/- 10 % [86].

Data se poté přenáší přes microSD kartu a zápisem do formuláře. V případě ČR vytvořil SÚRO formulář, kde se vyplní údaje o měření a odešle [84]. V mapě jsou pak data aktualizována a dostupná všem. Jsou zapojeny dobrovolníci ze 102 zemí, někteří přispívají denně [87]. V České republice je poměrně hustá síť dat naměřených převážně od SÚRO, který vlastní 30 přístrojů a přispívá od roku 2015. [88]. Historie měření v oblasti JEDU je znázorněna na **obr. č. 13**.



Obr. č. 13 – Stav monitorování oblasti JEDU v rámci projektu Safecast k 23. 5. 2020 [131]

Do projektu jsou zapojeny i velké české instituce, zejména České vysoké učení technické, HZS ČR, Vysoké učení technické v Brně, OpenStreetMap.cz, řada škol a také určití dobrovolníci. Dobrovolníci si pak mohou na mapě zjistit výsledky ze svého vlastního měření [89]. V současné době se tento přístroj používá jako výukový prostředek, ozvláštňení výuky a k drobným měřením pro osobní účely.

Pro využití ve státní správě ovšem nastává problém ověřitelnosti dat. Jejich objem, rychlost a rozmanitost nemusí vždy korespondovat s pravdivostí. K analýze pravdivosti dat však posloužila samotná havárie ve Fukušimě, kdy se informace od dobrovolníků porovnávají s oficiálními údaji od státních zdrojů. Na základě provedeného výzkumu, který zkoumal sjednocení těchto dat, bylo zhodnoceno, že částečně lze posoudit rozsah případné MřU z těchto netradičních a neověřených údajů, ovšem pokud se porovnají s ověřenými údaji v určitém prostoru a čase [80].

2.6.2 Projekt RAMESIS

Nejenom, že SÚRO sdružuje informace od uživatelů bGeigie Nano, zapisuje je také prostřednictvím vyplněných formulářů a naměřených dat do vlastní aplikace RAMESIS, která tak vytváří občanskou síť. V rámci tohoto projektu byly také vytvořeny stacionární přístroje, které doplňují monitorování radiční situace. Jedná se o levné kompaktní staničky pro průběžné měření. Mohou se připojit do elektrické sítě a připojit na internet kabelem [90]. Provádí měření dávkového příkonu záření gama a data jsou přeposílána mikropočítačem ARM, či se mohou ukládat pouze do paměti přístroje. Data se přeposílají přímo na server RAMESIS v desetiminutových intervalech, ale ukazují se i na LCD

displeji, kde je dioda signalizující překročení nastavené úrovně. Firmware staničky je programován v jazyce C++ a provádí se pravidelné bezpečnostní aktualizace [91]. Rozsah se uvádí od úrovně přírodního pozadí až do desítek mSv/h.

Neobsahuje však GPS souřadnice [90] a také není navržen pro venkovní použití a odolný vůči nepříznivému počasí [91]. Problémem je také dostupnost těchto přístrojů, bGeigie Nano jsou občansky volně dostupnější a ve větším počtu, ke všemu je může SÚRO minimálně na zkoušku poskytnout bezplatně.

3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ

Zapojování JSDH do monitorování radiační situace je aktuálně prováděno za pomoci přístrojů, které byly dlouhou dobu nevyužívané. Jedná se již o přístroje zastaralé, které ovšem při správné manipulaci, údržbě a kontrole mohou stále plnit svou funkci a dopomoci podpořit naměřená data v ZHP ze stacionárních přístrojů v případě úniku radiace z JEDU. Je však otázkou, zda je tento stav dostatečně vyhovující. Cílem této práce je tak vytvořit rozbor stávající situace a následně navrhnout řešení vedoucí k optimalizaci zapojování JSDH do monitorování radiační situace, či k efektivněji řešenému monitorování jiným způsobem.

Současně je nutné stanovit všechna možná rizika, která vyplývají ze zapojování JSDH v zóně havarijního plánování a která by se mohla vyskytnout v případě vzniku radiační havárie v elektrárně. Na tato rizika budou navržena opatření, která by snížila jejich kritičnost. Navržená opatření se musí ekonomicky zhodnotit, aby byla zhodnocena jejich efektivita, tížený výsledek ku finanční náročnosti. Bude provedeno ohodnocení nově navržených opatření a také návrhu na zlepšení stávajícího procesu.

Práce se bude omezovat pouze na prostor v ZHP v okolí JEDU, přestože je v České republice celostátní monitorovací radiační síť a další jaderná elektrárna. Pro získání informací byl předkládán dotazník přímo členům JSDH, avšak pouze účastníkům školení z Jihomoravského kraje, jelikož probíhalo v době sběru dat.

4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

Zjištění vstupních dat bylo prováděno pomocí dotazníkové šetření. V průběhu školení jednotek dobrovolných hasičů na problematiku monitorování radiační situace byly rozdány předem vytvořené dotazníky zaměřující se na zpětnou vazbu na školení, ale také na procesy navazující na školení a také na osobní názor školených na případnou MřU v JEDU. Tato metoda má za cíl zjistit možná rizika plynoucí z lidského jednání, ale také zobrazit přehled o stávající situaci na jednotlivých hasičských stanicích. Obsahuje otevřené i uzavřené otázky.

Zapojování JSDH do monitorování radiační situace bude podrobena analýze rizik, která spočívá v identifikaci rizik, posouzení rizik, stanovení přijatelnosti rizika a nastavení opatření, řízení rizik a následného monitoringu.

Jaká mohou vzniknout nebezpečí, či jaká nebezpečí již v procesu existují, bylo zjištěno pomocí metody What-if. Tato metoda však neslouží ke konečnému zhodnocení rizik v oblasti, jelikož neposkytuje informace o hodnotě rizika. Metoda What-if slouží k předběžné identifikaci možných nebezpečí. Proto musí být následně rozpracována. Princip metody spočívá v pokládání otázek typu „Co se stane když“ na zkoumaný proces a zároveň v nalézání vhodných odpovědí na tyto otázky. Odhadují se tak následky či nastalá vzniklá situace, což pak přináší návrh na opatření a doporučení. Metoda se tak odvíjí od zkušeností týmu, který vytváří dotazy. Je proto nutné proces dobře znát. Jedná se o jednoduchou metodu, která není časově náročná, avšak je méně systematická [92].

Pro kvantifikaci rizik byla použita metoda FMEA. Název této metody vychází z anglických slov Failure Mode and Effect Analysis, což v překladu znamená Analýza možných vad a jejich následků. Cílem je identifikovat vznik vad v různých systémech, anebo procesech. FMEU vymyslela společnost NASA, která tím chtěla identifikovat možná rizika u svých vesmírných programů. Časem se metoda vyvíjela a rozšiřovala, až se stala základem normy ČSN EN ISO 608 12 [93]. Před započítáním metody FMEA je ještě nutné stanovit nežádoucí stavy, které mohou ohrozit monitorování [94].

Následně je metoda řešena pomocí vzorce

$$RPN = DxPxO, \quad (1)$$

kde je:

- RPN Rizikové prioritní číslo
- D Výše dopadu události
- P Pravděpodobnost nastání události
- O Možnost detekce události

Obě metody byly použity na všechny řešené procesy týkající se monitorování radiační situace, jak na přípravu na MřU, tak na vznik MřU.

Informace vstupující do analýzy What-if i FMEY byly kromě dotazníkové šetření řešeny také pomocí brainstormingu. Ten se vyznačuje neformálním přístupem k řešení problému. Účastníci tak mohou přijít s lepšími myšlenkami a nápady, které by ve svázaném prostředí nevznikly. Spočívá v „nadhazu“ všech nápadů, bez zesměšnění či kritiky. Dochází tak ke generování více nápadů, které se poté mohou vyhodnotit [95]. V rámci brainstormingu byla konzultována možná nebezpečí, ale i nastávající opatření. Konzultace probíhala se zástupcem HZS Jihomoravského kraje a s členem JSDH.

Na vyhodnocení je použita metoda komparace, která porovná optimalizovaný stav současného řešení problematiky s nově navrženým systémem. Na základě výhod a nevýhod každého řešení by měl být vyhodnocen výsledek, který povede k efektivnějšímu a bezpečnějšímu praktikování monitorování radiační situace.

5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

5.1 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

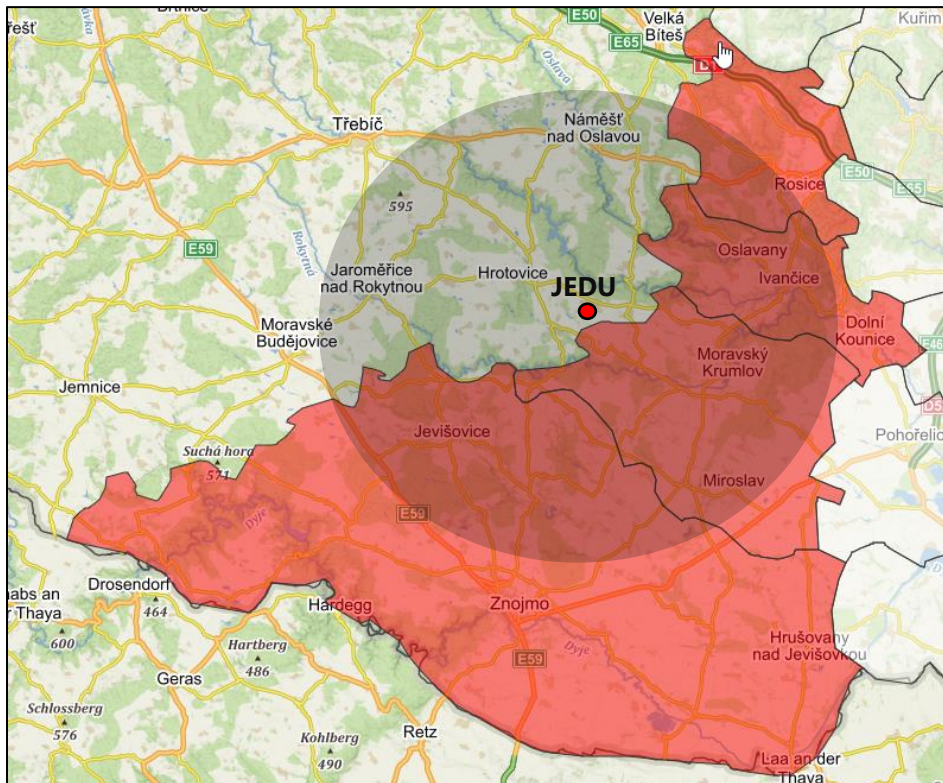
Pro posouzení všech možných rizik, ale i pro zhodnocení stávajícího stavu problematiky, byl vytvořen dotazník, který se předkládal účastníkům školení JSDH, kterých se přímo týká měření radiační situace v okolí JEDU. Tento dotazník je zobrazen v **příloze 5**. Dotazník byl vytvořen s úmyslem zjistit určité chyby na straně JSDH, ale také poukázat na chyby ze strany HZS kraje. Tento dotazník byl předkládán pouze účastníkům z Jihomoravského kraje.

5.1.1 Struktura dotazníku

Samotný dotazník byl tvořen jednoznačnými otázkami, přesto se však ukázalo, že ne vždy byly dostatečně jednoznačné a jednoduše pochopitelné. Obsahuje 17 otázek. Otázky byly směřované na připravenost hasičů v případě nastání radiační havárie. Tázání byli na druh JPO a počet členů, zda už byli někdy na školení a jestli pro ně bylo školení pochopitelné a zda se liší od předchozích. Další otázky se týkaly obsluhy intenzimetru, pokud si myslí, že by byli schopni obsluhovat jej i bez absolvovaného školení, kolik členů v jednotce je schopno intenzimetr obsluhovat a jak se předávají získané informace na školení dalším členům. Další otázky byly směřované na uložení intenzimetru, přístup k němu, uložení metodiky a návodu k používání. Následuje osobní otázka na ochotu vystavit se nebezpečí při měření radiační situace, zkrácený popis dalšího jednání v případě naměření navýšené hodnoty a systém střídání obsluhy intenzimetru. Souhrn dalších otázek se zaměřuje na vybavení hasičské stanice, na zásoby jídla, pití, jódové profylaxe, na ochranné prostředky jako ochranný oděv, respirátor atd., či další měřicí přístroje. Poslední otázka je spíše osobní názor na stávající systém a možné návrhy na vylepšení.

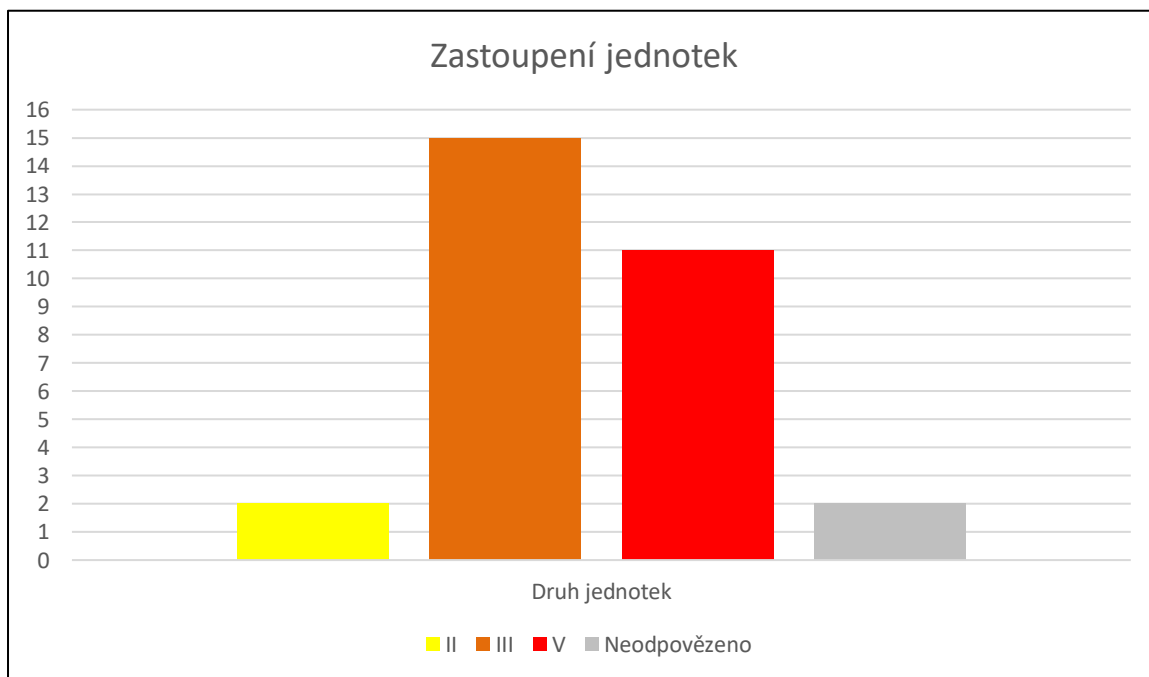
5.1.2 Vyhodnocení dotazníků

Celkem se vrátilo 30 dotazníků. Ne vždy byly zodpovězeny všechny otázky, ale víceméně byly vyplněny vzorně. Jednalo se o dotazníky z ORP Moravský Krumlov, ORP Znojmo, ORP Ivančice a ORP Rosice, které měly zrovna školení v době sběru dat. Školení JSDH z ORP Moravský Krumlov se událo 25. listopadu 2019 a z ORP Znojmo den poté. Ze školení v ORP Ivančice a Rosice nebyl dodán podpisový arch. Za ORP Znojmo se vrátilo zpět 7 vyplněných dotazníků, za ORP Moravský Krumlov 11 a ze školení ORP Ivančice a Rosice 12. Odpovědi budou vyhodnocovány dle charakteru otázky. K některým může být přistupováno komplexně a některé (vzhledem k různé dislokaci ORP) se musí porovnat zvlášť. Grafické zobrazení ORP, které odpovídaly na dotazníky je v **obr. č. 14**, je zde i přibližně vyznačená ZHP.



Obr. č. 14 – Grafické znázornění původu JSDH odpovídající na dotazníky [132]

Intenzimetry jsou propůjčeny do 15 obcí v ORP Moravský Krumlov, do 9 obcí v ORP Znojmo, do 6 obcí v ORP Ivančice a 6 obcí ORP Rosice. Celkem vyplňovalo dotazník 30 členů JSDH z různých jednotek, z některých jednotek bylo přítomno více členů. První otázka směřovala na zastoupení členů z jednotlivých jednotek, které je znázorněno v **grafu č. 1**.



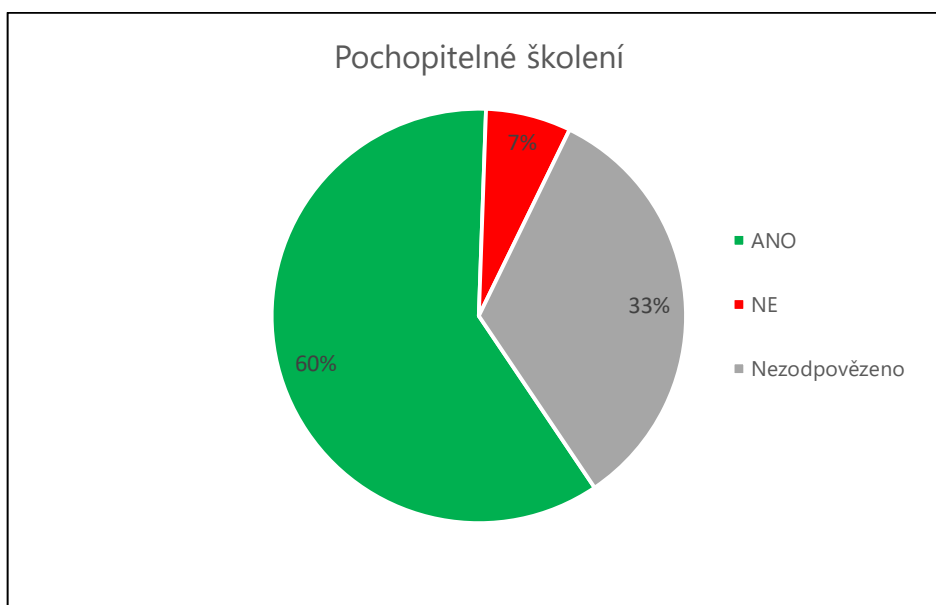
Graf č. 1 – Druhy jednotek vyplňující dotazníky [vlastní]

Největší zastoupení účastníků školení bylo z jednotek kategorie III, dále z jednotek kategorie V. Školení se zúčastnili pouze dva členové z jednotky kategorie II. Co se týká připravenosti, vyplývá z toho, že nejrychlejší informace by mohly být od jednotek II už za 5 minut plus čas potřebný k měření. Jednotky kategorie III by nejdříve mohly měřit za deset minut. Nejbližší jednotka JSDH, která odpovídala na dotazník, pochází z vesnice Rešice. Avšak v této obci se nachází jednotka V, tzn., že je předpoklad, že nebude disponovat tak dobrým vybavením. Ovšem čas k započnutí měření by měl být do deseti minut také připravený. Následuje vyhodnocení ostatních odpovědí. Ne všechny otázky byly ve všech dotaznících odpovězeny, proto se musí uvádět i nezodpovězená data.

Otázka č. 2 - Jste na školení poprvé?

Na tuto otázku odpověděla většina, že ne. 26 ne ku 4 ano. Tudíž téměř 87 % tázaných již byla na školení v předchozích letech.

Otázka č. 3 - Bylo školení pochopitelné?



Graf č. 2 – Vyhodnocení odpovědí na pochopitelné školení [vlastní]

Vysoký počet nezodpovězených je v důsledku toho, že v otázce bylo položeno, zda byli na školení poprvé. Všichni tázající, kteří neodpověděli, měli zaškrtnuto, že již dříve toto školení absolvovali. Odpovědi ne, byly pravděpodobně špatně zodpovězeny, jelikož v poznámce nebylo nepochopení rozepsáno. Pokud by to bylo zodpovězeno správně, znamenalo by to, že pro téměř 7 % školených, toto školení bylo nepochopitelné. Ale zbylé odpovědi na těchto dotaznících nevykazují známky nepochopení.

Otázka č. 4 - Liší se školení od předchozích?

23 tazajících odpovědělo ne, či nevyplnilo, v čem se liší. 7 odpovědí zaznamenalo rozdíl oproti předchozím školení. Tyto rozdíly spočívaly v přezkoušení posluchačů, vizuálních pomůckách a prezentaci na plátně, a samozřejmě v aktualizovaných předávaných informacích, zejména v oblasti legislativy.

Otázka č. 5 - Myslíte, že byste byl/a schopný/á obsluhovat intenzimetr i bez absolvovaného školení?

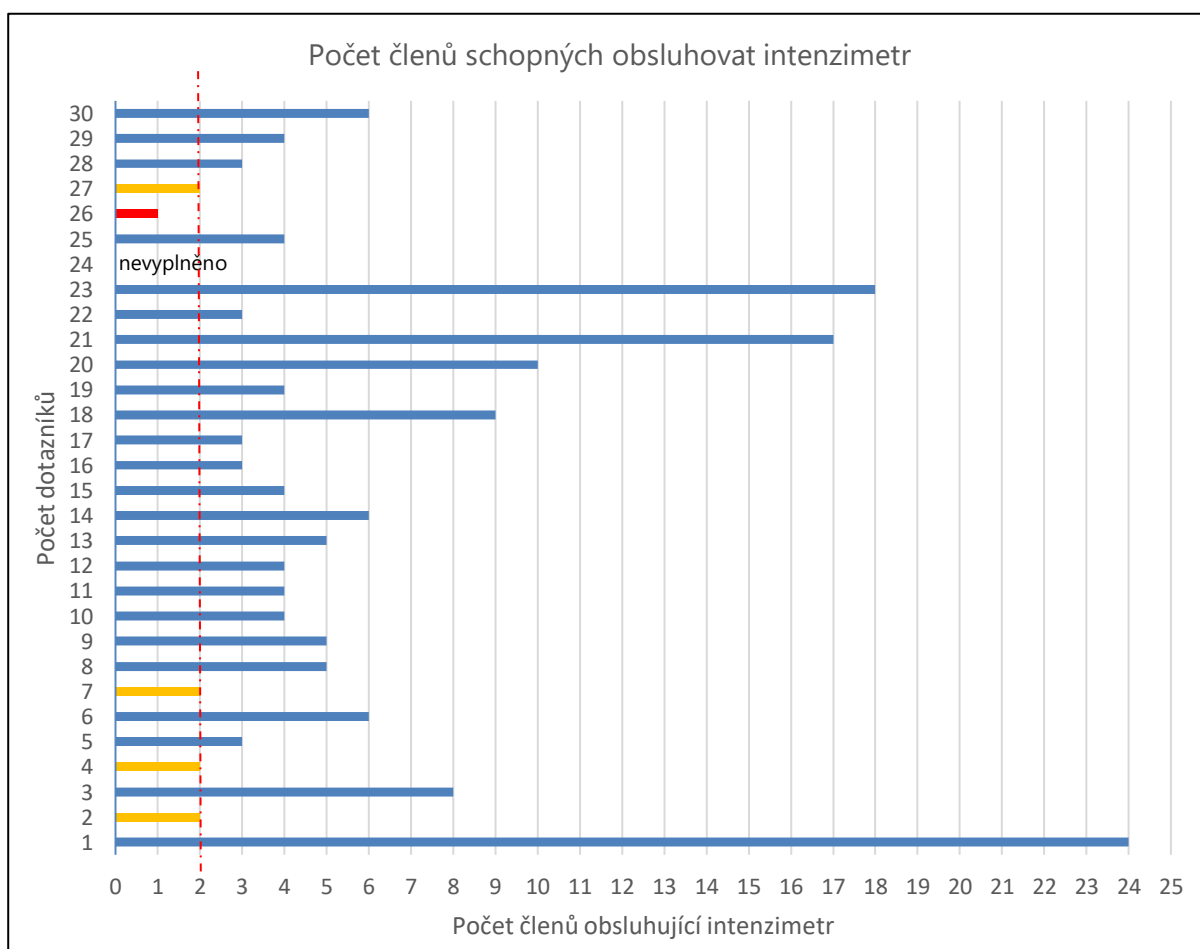
Přesně polovina tazajících odpověděla ano. Tudíž polovina by obsluhu bez školení nezvládla. Pro tyto účely je však k přístroji ještě přiložena metodika. Přesto je školení určitě přínosnější.

Otázka č. 6 - Předávání informací dalším členům JSDH

24 přítomných účastníků poté předává informace i dalším členům své jednotky. 6 odpovědí však bylo negativních. Tato otázka se pojí s otázkou položenou níže.

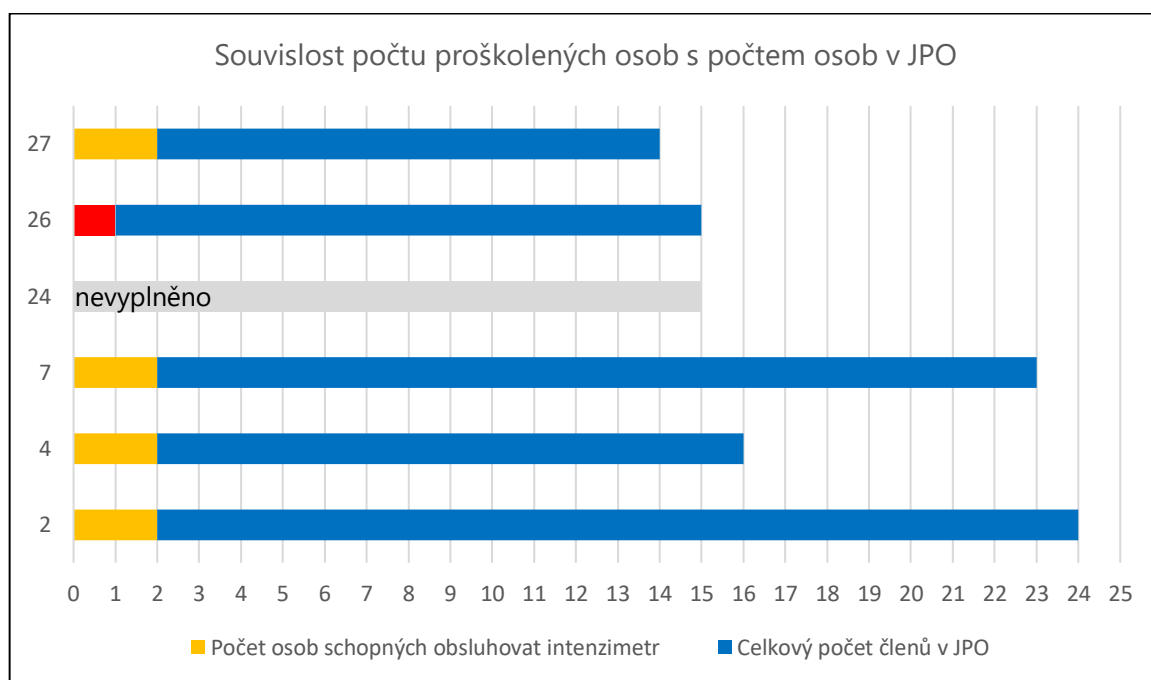
Otázka č. 7 - Kolik osob v jednotce je schopno obsluhovat intenzimetr?

Jeden dotazník s odpovědí ne na předchozí otázku bohužel uvedl pouze jednoho člena schopného obsluhovat intenzimetr. A jeden s odpovědí ne, tuto otázku nevyplnil. Ostatní odpovědi jsou znázorněny v následujícím **grafu č 3**.



Graf č. 3 – Jednotlivé odpovědi na počet členů schopných obsluhovat intenzimetr [vlastní]

V **grafu č. 3** je znázorněný počet schopných členů v jednotce. Některé odpovědi se opakují, jelikož na školení byli občas přítomni dva členové ze stejné JSDH. Červená linie značí doporučený minimální počet osob schopných obsluhovat intenzimetr v každé jednotce. Červeně podbarvená odpověď značí nedostatek členů v jednotce. Oranžově jsou vyznačeny ty odpovědi, které pouze splňují minimální počet. V následujícím grafu je porovnání nízkého počtu členů schopných obsluhovat intenzimetr s celkovým počtem členů v jednotce.



Graf č. 4 – Souvislost počtu osob schopných ovládat intenzimetr s počtem členů v JPO [vlastní]

V **grafu č. 4** je znázorněn počet osob schopných ovládat intenzimetr v každé jednotce v porovnání v celkovém počtem osob ve stejné jednotce. Z grafu vyplývá, že malý počet osob proškolených na ovládání intenzimetrů nemá souvislost s nízkým počtem osob v jednotce. Tudíž není důvodem přetíženost jednotky ani povinnost konat jiné úkoly.

Otázka č. 8 - Je intenzimetr uskladněn na stejném místě, kde o něm všichni členové vědí?

100 % odpovědí bylo kladných, intenzimetr se tak skladuje pořád na stejném místě. Avšak dva tazatelé uvedli, že k němu nemají přístup všichni členové a jeden odpověď vynechal. Převážně se intenzimetr skladuje v hasičské zbrojnici, ale občas se nachází ve výjezdním automobilu, či na obecním úřadě. Přístupnost je limitována vlastněním klíčů od budovy, kde se přístroj nachází.

Otázka č. 9 - Je uložena metodika společně s přístrojem?

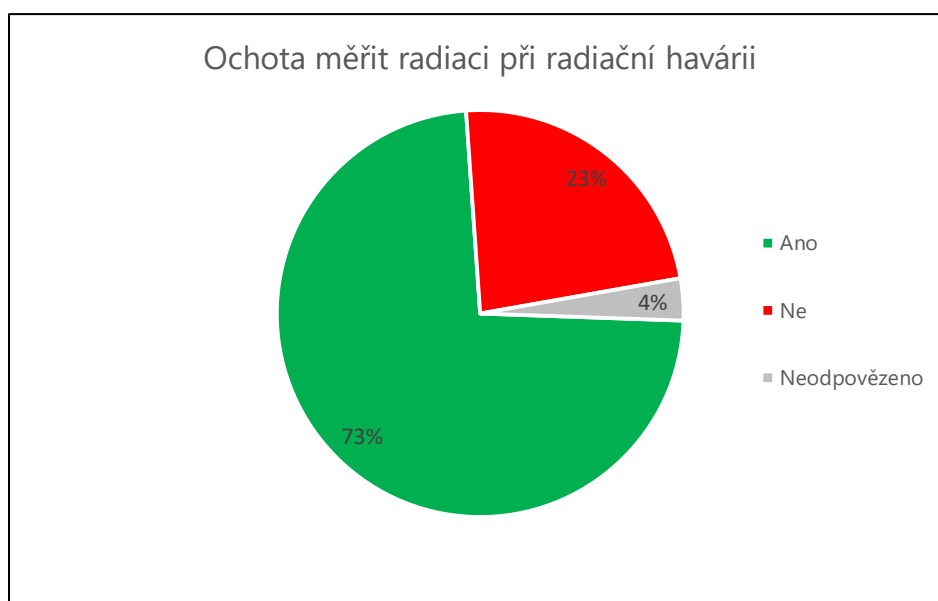
Ve 28 případech je metodika uložena přímo u přístroje. V jednom případě je uložena na obecním úřadě, přestože se přístroj nachází v hasičské zbrojnici, a v jednom případě je metodika ztracena.

Otázka č. 10 - Jste současně i osobou odpovědnou za provozní způsobilost a údržbu?

23 osob účastnících se dotazníkového šetření je zároveň odpovědnou za způsobilost a údržbu. 7 osob se tedy účastnilo školení, a přitom nejsou odpovědní za způsobilost, což znamená, že v případě potřeby mohou dopomoci odpovědným osobám. Z jedné jednotky bylo přítomno více členů, tudíž nemusí být odpovědný za údržbu každý odpovídající.

Otázka č. 11 - Jste ochoten(na) se v případě radiační události vystavit nebezpečí a jít měřit radiační situaci?

Význam odpovědí je znázorněn v následujícím **grafu č. 5**.

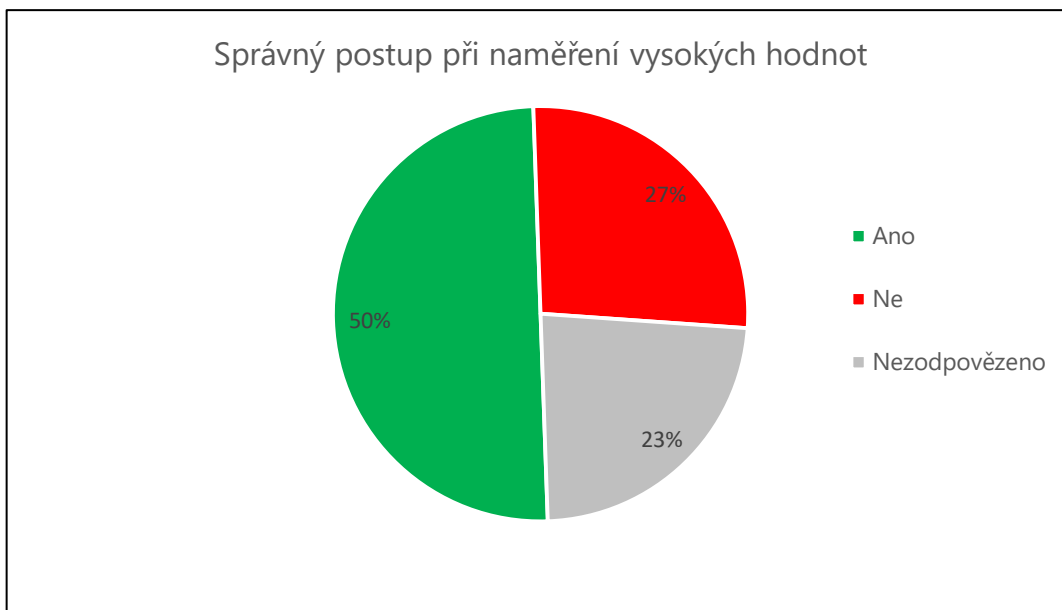


Graf č. 5 – Poměr odpovědí na ochotu měřit radiaci i při radiační havárii [vlastní]

Většina tazajících odpověděla, že ano. Ale přes 23 % i po absolvovaném školení odpovědělo, že by se nebylo ochotno vystavit nebezpečí.

Otázka č. 12 - Jak postupovat dále při překročení limitů na přístroji?

Správný postup po naměření vysokých hodnot je ihned informovat KOPIS. Informace z dotazníku o předání hodnot byly hodnoceny na základě toho, zda dotazující odpověděl správně, přibližná odpověď už byla hodnocena jako ne.



Graf č. 6 – Počet správných odpovědí na postup při naměření vysokých hodnot [vlastní]

Některé odpovědi označené jako nesprávné nebyly vyloženě špatné, ale vedly by k prosloužení procesu. To by mohlo vést k výraznému zdržení při předávání informací, či dokonce k jejich zkreslení. Mezi takovéto odpovědi patří opakující se předávání informací veliteli jednotky či někomu jinému na hasičské stanici. Dále informují starostu či ostatní hasičské stanice v okolí. Toto určitě není nevhodné, ale je to třeba udělat až po informování KOPIS. Informovat starostu je přitom velmi důležité.

Tudíž je předpoklad, že v 50 % minimálně dojde ke zdržení procesu či dokonce ke zkreslení informací. Přitom i údaj o přesné naměřené hodnotě je velmi důležitý. Ze špatných odpovědí byly vyloženě 4 nevhodné. Jedná se zejména o sarkastické odpovědi jako útěk a záchrana. Ovšem tyto osoby současně zaškrty, že nejsou ochotny se vystavit nebezpečí ozáření a jít tak měřit situaci.

Otázka č. 13 - Máte dostatek zásob na stanici?

Po zavedení opatření ukrýt se, musí zůstat měřící v hasičské stanici, či v místě, kde se nachází přístroj. Jelikož je nutné, aby monitoroval situaci i dále (dle pokynů KOPIS). Neměl by ideálně vycházet z budovy a ohrozit tak svůj život. K tomuto je vhodné mít na stanici prostředky pro vlídné překonání této situace, jako jídlo a pití. Při rychlém shonu je také vhodné mít na stanici záložní jódovou profylaxi, jelikož si ji hasič může zapomenout vzít.

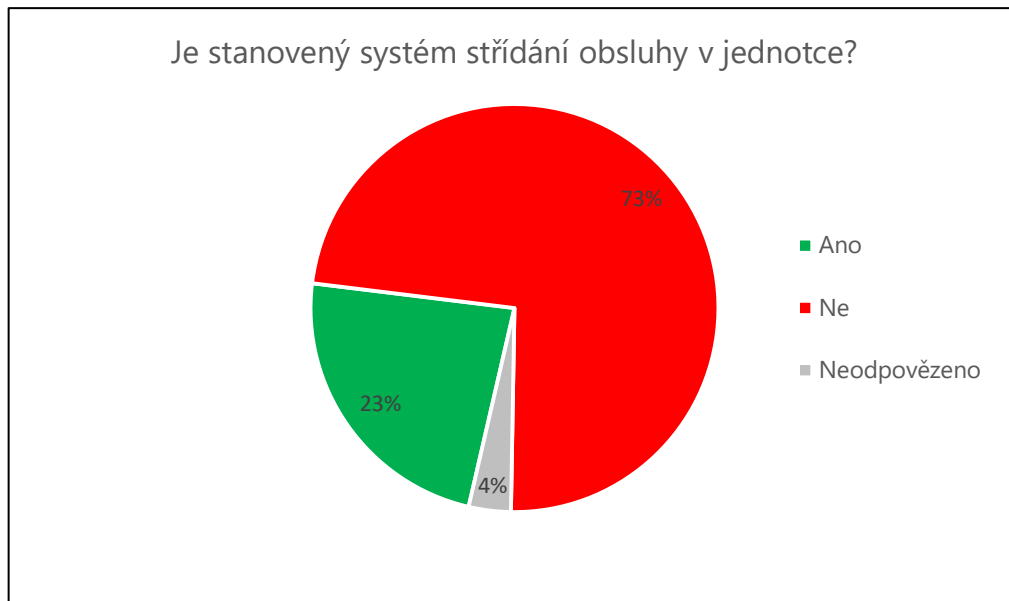


Graf č. 7 – Dostatek prostředků pro ukrytí v místě měření [vlastní]

Z odpovědí je jasné, že většina stanic není připravena a nevlastní prostředky pro překonání nouzového ukrytí. Ve většině případech chybí vše, jídlo, pití i jódová profylaxe. Pití není problém, voda z vodovodu by měla být v pořádku. Ovšem jídlo by mělo být přítomno na 48 hodin, případně déle. Je možné tuto dobu překonat i bez jídla, při správném nastavení střídání obsluhy se dokonce jedná o překonání kratší doby. Jódovou profylaxi je nutné požit v rychlém časovém sletu. Minimální zásoba pro dvě osoby v blízkosti přístroje by byly vzhledem k vypjaté události vhodným řešením.

Otázka č. 14 - Stanovený systém střídání obsluhy?

Jelikož bude pravděpodobně nutné monitorovat situaci po delší dobu, měl by se stanovit i systém, který by určoval střídání služeb. To je také důvod, proč by mělo být schopno monitorovat situaci více osob v jednotce. Tento systém poté šetří čas a zabrání vzniku nedorozumění při MřU. Odpovědi, zda je tento systém v jednotce nějakým způsobem řešen, jsou znázorněny v **grafu č. 8**.



Graf č. 8 – Stanovený systém střídání obsluhy [vlastní]

73 % respondentů odpovědělo, že v jednotce žádný systém střídání nastavený nemají. Což znamená, že by se vše při vzniku radiační MřU muselo řešit za pochodu. Současně se zde objevuje i problém, koho volat, aby šel monitorovat situaci. Kdo bude jako první stanoven pro měření a kdo tedy bude muset počítat s rychlým přesunem z místa pobytu do místa, kde se nachází přístroj?

Otázka č. 15 - Máte dostupné ochranné prostředky proti kontaminaci?

Všichni členové JSDH by měly mít svůj vlastní zásahový oblek. V případě havárie je tak oblek použitelný pro částečnou ochranu. Správně by ale měl být používán společně s dýchacím přístrojem. Tázající však odpovídali, zda mají nějaké profesionální ochranné prostředky. Většina vlastní pouze zásahový oblek, který je ovšem na stanici. Doma mají k dispozici holínky, rukavice, pláštěnky a brýle.

Otázka č. 16 - Jste vybaveni i jinými přístroji na měření radiace?

Na tuto otázku všichni respondenti odpověděli záporně. Tudíž nikdo není vybaven žádnými dalšími přístroji k měření radiace, které by je upozornily na zvýšenou dávku. Zejména chybí osobní dozimetr, který by monitoroval jejich obdrženu dávku po dobu měření a monitorování situace.

Otázka č. 17 - Silné/slabe stránky

Za silné stránky byl označen systém varování a vyrozumění v ZHP, státní síť pro monitorování radiační situace a také každoroční školení, které popisuje důležitost měření členům JSDH.

Za slabé stránky byl označen nedostatek ochranných pomůcek proti ionizujícímu záření, dále připomínka, že celkově jsou jednotky v ZHP málo proškoleny na případnou radiační havárii a jejich další postup. Dále je připomínka na stáří přístrojů a jejich již nepoužívané jednotky, nedostatek techniky, lidí i

financí (toto je však dlouhodobý problém). Obsluha intenzimetru by dále uvítala speciální dekontaminační prostor, při vstupu do stanice. Dokonce byl vyřčen i názor, že je to celé nesmysl z důvodu nedostatku ochranných prostředků.

5.1.3 Závěr z dotazníkového šetření

Některé hodnoty získané z dotazníkového šetření se daly předpokládat, vzhledem k obecné připravenosti, vybavenosti a ohodnocení JSDH po celé České republice. Přesto jsou některá zjištění poměrně alarmující. Vzhledem k nízké pravděpodobnosti vzniku MřU na JEDU a následnému úniku radiace do okolí není nutné pro členy JSDH být ostražiti každý den. Přesto je osvěta a školení v této oblasti určitým opatřením, které by mohlo alespoň pomoci snížit následky po takovéto havárii. A dle odpovědí je toto školení přínosné.

Mezi oblastmi, kterým by se měla věnovat zvýšená pozornost při procesu proškolení a následného monitorování radiační situace pomocí JSDH, je počet zástupců, kteří jsou schopni, či mají přiděleno, aby obsluhovali přístroj při radiační havárii. Přestože většina jednotek splňuje minimální počet dvou osob, při úniku radiace je tento počet nízký, vzhledem k poměrně vysoké neochotě členů jednotky jít měřit radiační situaci. Měl by být zároveň stanoven systém přístupu k přístroji, jeho úschova a skladování metodického listu. Ovšem alarmující je úroveň profesionálních ochranných prostředků, stav zásob pro překonání opatření ukrytí a téměř nikde řešený systém střídání obsluhy. Vzhledem k malému prostoru pro vyjádření v dotaznících a v některých případech špatnému pochopení otázky či jejího nezodpovězení, je předpokládána také 50% neznalost správného postupu při předávání informací. Obsluhující by měl mít možnost a povinnost informovat urychleně KOPIS a následně postupovat dle jejich pokynů.

5.2 RIZIKOVÁ ANALÝZA ZAPOJOVÁNÍ JSDH DO MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE

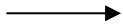


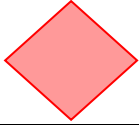

Předpokládá se výskyt rizik z oblasti chybovosti v samotném procesu, technických rizik, rizik vyplývajících z lidské chyby a také rizik, která jsou ovlivněna geografickou dislokací. Přitom člověk bývá nejslabším článkem všech možných systémů. Chybovost člověka totiž ne vždy jde odhadnout a vytvořit proti ní dostatečné protiopatření. Je tak nutné vždy vnímat okolí kolem sebe a na možné příznaky u svých kolegů časně upozornit. Svě chyby se snažit předvídat, nepřeceňovat se a neklást na sebe mnoho povinností a úkonů. Někdy i drobné chyby a odchylky mohou mít razantní dopad, bohužel ne vždy se tomu dá předcházet. Ovšem i proto se říká: „Chybovati jest lidské, odpouštěti božské.“ [96], musí se tak připustit, že chyby se stávají.

Lidský faktor může působit v každém kroku procesu. Současně také může působit již v procesech předcházejících, které se poté promítnou v procesu přípravy, anebo procesu při vzniku MřU. Například když už se při výrobě intenzimetru nepostupovalo dle pokynů. Technická rizika se týkají provozu samotného přístroje. Přístroj se může poškodit, či být nefunkční nejen v důsledky lidské chyby, ale také působením jednotlivých komponent přístroje. Rizika geografického charakteru se mohou promítnout při různých meteorologických podmínkách, členitosti terénu anebo hustotě budov, či stromů v krajině. Pomocí monitorování JSDH by se právě meteorologická rizika v celé ZHP měla snížit, jelikož by měla dávat přesnější informace o situaci v jednotlivých obcích. Avšak, jak situace vypadá v celé obci, či v určitých částech obce je téměř nezjistitelné.

5.2.1 Identifikace procesu

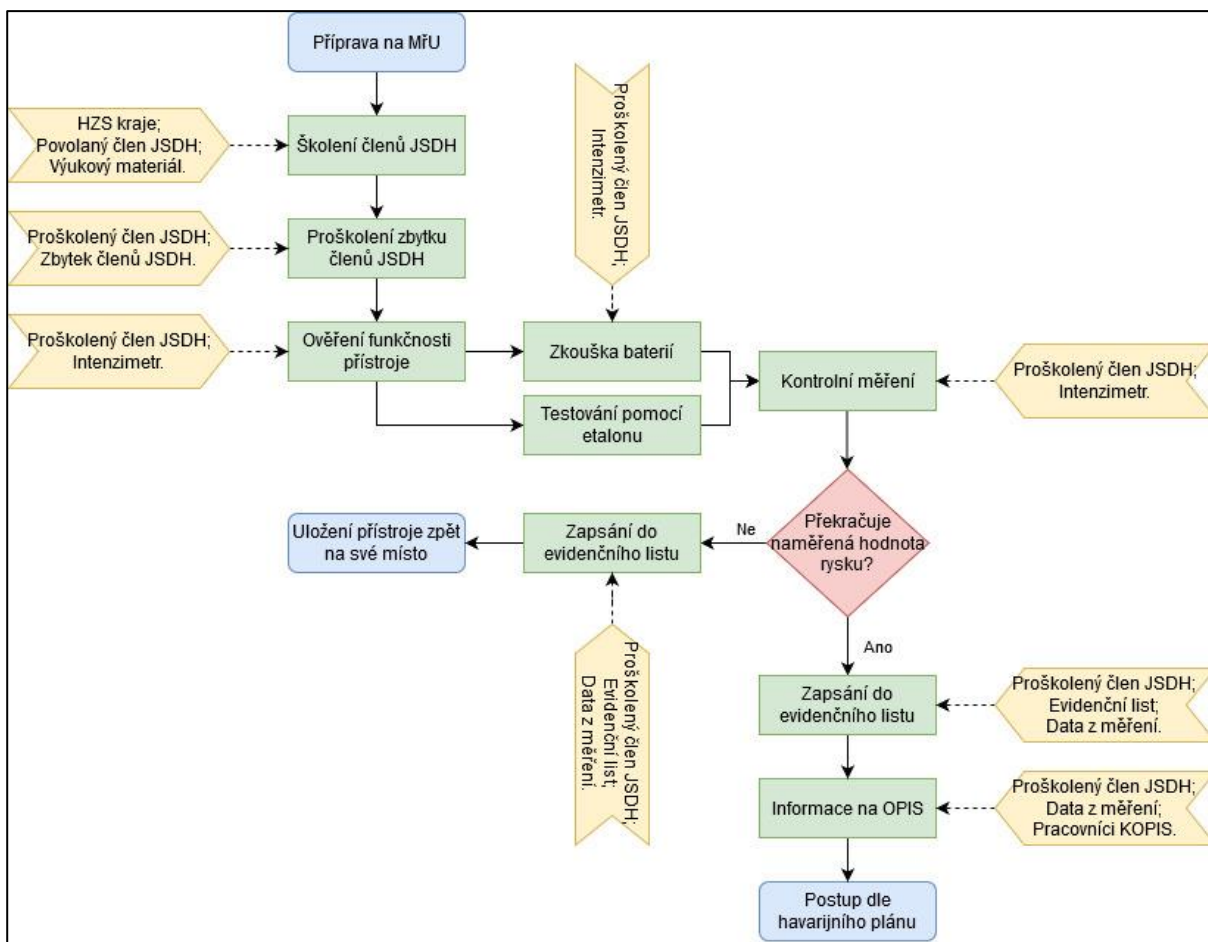
Nejprve je nutné si zmapovat veškeré procesy, které v řešené problematice probíhají. Tyto procesy je vhodné popsat pomocí vývojového diagramu, kde je zobrazena návaznost jednotlivých činností i veškeré vstupní veličiny do každé činnosti. Symbolika použitá v diagramu popisující proces problematiky je vysvětlena v **tab. č. 3**.

Tab. č. 3 – Symbolika vývojového diagramu [vlastní]

Symbol	Význam symbolu
	určuje směr zpracování algoritmu
	počátek nebo ukončení zpracování algoritmu
	definuje dílčí krok zpracování algoritmu
	větvení postupu v algoritmu v závislosti na splnění podmínky, otázka
	zdroje vstupující do činnosti

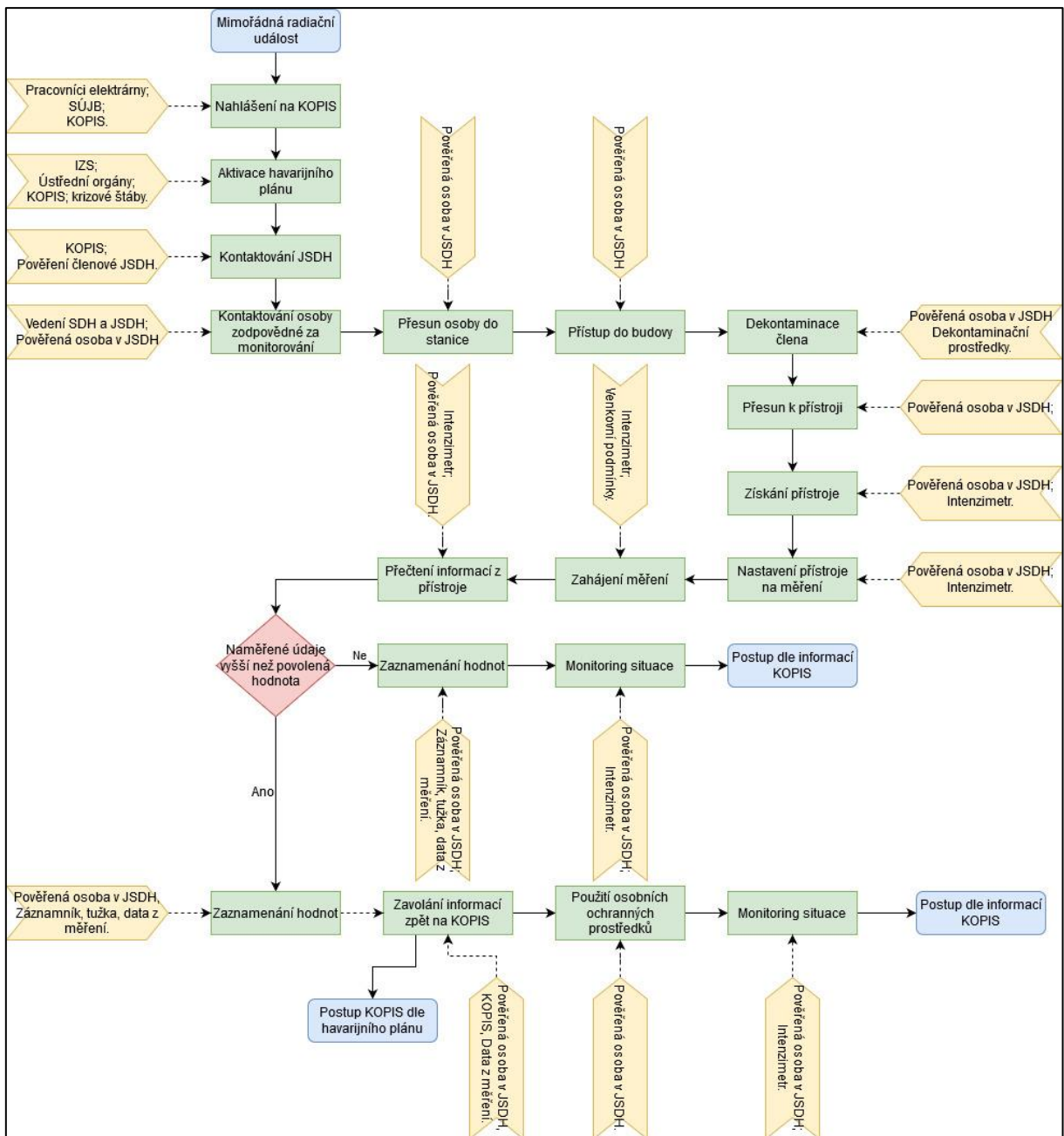
Pro potřeby popsání procesu jsou nutné dva diagramy. Jeden popisuje normální situaci, která připravuje členy na MřU. Druhý se začíná realizovat hned, jak vznikne MřU.

Diagram 1 na **obr. č. 15** popisuje proces v době přípravy. Je to současný stav, který by takto měl ideálně probíhat.



Obr. č. 15 – Diagram 1 příprava na mimořádnou událost [vlastní]

Diagram 2 na **obr. č. 16** popisuje, co by se mělo dít v případě, že nastane MřU. Tento diagram je sestaven na základě předpokladu z přípravy na MřU. Je možné, že proces se v reálném prostředí bude lišit. Je však popsán dle toho, jak se aktuálně řeší MřU.



Obr. č. 16 – Diagram 2 vznik mimořádné události [vlastní]

Jednotlivé činnosti na sebe navazují a na tyto činnosti poté musí být aplikována analýza rizik, aby bylo dodrženo systémové propojení. Nakonec je však také nutné dívat se na proces jako celek i na oba procesy zároveň, jelikož na sebe navazují.

Příprava na mimořádnou událost

Tento proces má připravit JSDH na výpomoc při monitorování radiační situace, tak aby bylo možné ukázat, zda je evakuace bezpečná či ne, ale především zda je nutná, či nikoliv. Před tímto procesem ještě probíhalo předání intenzimetrů do cílových obcí s rozšířenou působností, včetně potřebných smluv, legislativních dokumentů apod.

Prvním krokem diagramu, který se následně opakuje, je proškolení osob JSDH, kteří jsou zodpovědní za případné monitorování. Druhým krokem by poté mělo být proškolení i zbytku členů JSDH, či alespoň nějakého dalšího člena JSDH, kteří se nemohli zúčastnit školení od profesionálních hasičů. V případě nastání mimořádné radiační události je tak důležité, aby byla přítomna osoba, která je schopna přístroj ovládat. Třetím krokem je prozkoušení funkčnosti přístroje. Jelikož nedochází k radiační havárii tak často, je nutné pravidelně ověřovat funkčnost přístroje i mimo ji. Dále je provedeno kontrolní měření, po kterém následuje zjištění naměřené hodnoty. V případě zvýšené hodnoty se po půl hodině měření opakuje, jestli byla hodnota naměřena správně, či jestli se již nezměnila situace a postupuje se dle informací z KOPIS. V případě potvrzení správnosti měření se aktivuje havarijní plánování. Jestliže naměřené hodnoty byly v normálním stavu, uloží se přístroj zpět na své určené místo.

Vznik mimořádné události

Na tento proces se JSDH připravují v době „klidu“. Avšak v případě, že se opravdu stane určitá havárie, která bude mít za následek únik radiace do prostoru ZHP, je předpokládán průběh prací mířených k vyřešení nastalých událostí popsán v diagramu 2.

Prvním krokem je vůbec zjištění, že k nějaké události došlo. Pracovníci elektrárny, či SÚJB zjistí, že se radiace dostala na místa, kde nemá být. Tato informace musí být neprodleně ohlášena na příslušný KOPIS. Ten ihned zahájí kroky nutné k aktivaci havarijního plánování v oblasti. Zároveň také kontaktuje členy JSDH, kteří mají za úkol monitorovat situaci. Osoba odpovědná za intenzimetr a schopná jej ovládat se musí přesunout k místu, kde je intenzimetr uskladněn, většinou to bývá na hasičské stanici. Pověřený člen se tak musí přesunout z místa své aktuální pozice do budovy hasičů. Tento přesun s největší pravděpodobností bude vyžadovat přesun přes volné prostranství. Po vstupu do budovy by bylo vhodné, aby provedl individuální dekontaminaci, aby nebyla znehodnocena data z měření. Poté následuje krok, kdy se musí dostat k přístroji. Po získání přístroje jej musí nastavit na měření a zopakovat si měření z přípravy na MřU. V tomto případě už není potřeba provádět kontrolu přístroje. Po měření jsou velice důležitá data získaná z měření. Když byla hodnota překročena přes naznačenou rysku, je důležité dát tyto informace vědět zpět na KOPIS. Jestliže měření bylo vyžadováno, měří se opakovaně po půl hodině znovu i v případě, že při prvním měření nebyla ryska 10 mR/h překročena. Jestliže překročena byla, měl by si měřící v době mezi měřeními zajistit prvky první ochrany proti ozáření, pokud do této doby ještě aplikovány nebyly. Další vývoj situace koriguje KOPIS.

5.2.2 Metoda What-if

Metoda What-if slouží k předběžné identifikaci možných nebezpečí. Pomocí brainstormingu a informací z dotazníků byla vymyšlena, jaká možná nebezpečí mohou v případě monitorování radiační

situace nastat. Metoda What-if byla aplikována dvakrát, na oba dva typy diagramů. Slouží tak k identifikaci nebezpečných prvků, které pak budou důležité pro následující metodu FMEA.

What-if na přípravu na mimořádnou událost

What-if aplikovaná na přípravu na MŘU spočívá v kladení dotazů „Co se stane když“ na každý krok vývojového diagramu 1. Výsledky, kterých bylo dosaženo, jsou zobrazeny v **tab. č. 4**.

Tab. č. 4 – What-if – Příprava na mimořádnou událost [vlastní]

Otázka	Odpověď
1. Školení členů JSDH	
Co se stane, když bude školení mít nejednoznačné informace?	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Nedostatečná motivace;
Co se stane, když se členové JSDH nedostaví na školení?	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Nedostatečná motivace; Neznalost procesu měření a předání informací.
Co se stane, když školení bude nepochopitelné? (nepodstatné)-> zahlcení	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Nedostatečná motivace;
Co se stane, když členové JSDH neposlouchají? (neporozuměli)	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Neznalost procesu měření a předání informací.
2. Proškolení zbytku členů JSDH	
Co se stane, když není ustanoven zástupce?	Nemožnost zástupu při mimořádné události; Nemožnost měření.
Co se stane, když proškolení členové nebudou předávat informace dál?	Nemožnost zástupu při mimořádné události; Nemožnost měření.
Co se stane, když budou nepřesně předávat informace dál?	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Neznalost procesu měření a předání informací.
Co se stane, když nikdo nebude poslouchat proškolené členy?	Špatné zacházení s přístrojem (ovládání); Neznalost procesu měření a předání informací; Nedostatečná motivace.
3. Ověření funkčnosti přístroje	
Co se stane, když nebude prováděno ověření funkčnosti přístroje?	Nemusí být funkční přístroj; Nemožnost monitorování.
3.1 Zkouška baterií	
Co se stane, když nebudou funkční baterie?	Nemusí být funkční přístroj; Nemožnost monitorování.
Co se stane, když nebudou náhradní baterie v blízkosti?	Nemusí být funkční přístroj; Nemožnost monitorování.
Co se stane, když vytečou baterie?	Nefunkční přístroj
3.2 Testování pomocí přiloženého etalonu	
Co se stane, když bude přístroj měřit jinou hodnotu, než je uvedena na etalonu?	Naměřená nepřesná data; Nemožnost monitorování; Nepravdivé informace na KOPIS; Nastavení nevhodných opatření.
Co se stane, když bude etalon neadekvátně skladován?	Možnost ohrožení zdraví; Nepravdivá data z kontroly přístroje; Naměřená nepravdivá data.
4. Kontrolní měření	
Co se stane, když nebude prováděno kontrolní měření?	Nemusí být funkční přístroj; Neznalost procesu měření a předání informací;

Otázka	Odpověď
Co se stane, když při kontrolním měření bude naměřena zvýšená hodnota?	Možnost ohrožení lidských životů; Nástup havarijního plánování.
Co se stane, když bude kontrolní měření prováděno nepřesně?	
- Nepřesné nastavení přístroje?	Naměřená nepřesná data; Nemusí být funkční přístroj.
- Nepřesně přečtená data?	Nepravdivé informace na KOPIS; Nastavení nevhodných opatření;
5. Zápis do evidenčního listu	
Co se stane, když budou data zapsána špatně?	Možnost ohrožení lidských životů; Nemusí být funkční přístroj; Ignorace naměřených dat v době kontroly.
Co se stane, když se nebudou zapisovat data?	Neznalost procesu měření a předání informací; Možnost zapomenout naměřená data; Nepravdivé informace na KOPIS; Možnost ohrožení lidských životů.
Co se stane, když se ztratí evidenční list?	Možnost zapomenout naměřená data; Nemožnost informovat KOPIS (zapomenuté číslo); Neznalost procesu měření a předání informací.
6. Předání informací na KOPIS	
Co se stane, když nebude spojení na KOPIS?	Možnost ohrožení lidských životů; Zdržení při předávání informací; Zdlouhavé čekání na přijetí opatření.
Co se stane, když se předají informace o zvýšené hodnotě, přestože ve skutečnosti je to jen chyba přístroje?	Nepravdivé informace na KOPIS; Nastavení nevhodných opatření; Ekonomické ztráty; Vyvolání paniky.
7. Uložení přístroje zpět na své místo	
Co se stane, když se přístroj nechá na místě měření?	Možnost poškození či ztráty přístroje; Nemožnost monitorování; Naměřena nepřesná data.
Co se stane, když se přístroj uloží na jiné místo?	Zdlouhavé monitorování v případě mimořádné události; Nemožnost monitorování.
8. Postup dle havarijního plánu	

What-if na vznik mimořádné události

Metoda What-if, která se zabývá tím, co by se mohlo stát při vzniku MřU, vychází z diagramu 2 od doby, kdy jsou zapojeny JSDH. Jaké byly položeny otázky a následně na ně odpovězeno, je sepsáno v **tab. č. 5**.

Tab. č. 5 – What-if – Vznik mimořádné události [vlastní]

Otázka	Odpověď
1. Kontaktování JSDH	
Co se stane, když nebude aktualizované telefonní číslo?	Nemožnost kontaktovat JSDH; Nemožnost monitorovat situaci.
Co se stane, když nepůjde elektrina?	Ztížené kontaktování JSDH; Ztížené všechny činnosti (přesun osoby, přístup v budově, ...)
Co se stane, když nebude možné kontaktovat JSDH kvůli přetížené síti?	Ztížené kontaktování JSDH; Ztížená komunikace napříč JSDH a KOPIS;

Otázka	Odpověď
2. Kontaktování osoby zodpovědné za monitorování	
Co se stane, když nebude možné kontaktovat zodpovědnou osobu (viz. bod 1)	Nepřesné či zdlouhavé měření (v případě vyslání někoho nezkušeného).
Co se stane, když nebude mít osoba zodpovědná za monitorování čas či bude mimo své bydliště?	Nepřesné či zdlouhavé měření (v případě vyslání někoho nezkušeného).
Co se stane, když osoba bude mít vybitý (rozbitý) telefon?	Nepřesné či zdlouhavé měření (v případě vyslání někoho nezkušeného).
Co se stane, když ani zástupná osoba nebude mít čas, bude mimo své bydliště či ji nebude možné kontaktovat?	Nemožnost monitorovat situaci; Nepřesné či zdlouhavé měření (v případě vyslání někoho nezkušeného).
3. Přesun osoby	
Co se stane, když venku už bude radiace?	Ohrožení osoby na životě
Co se stane, když osoba odmítne jít?	Nemožnost monitorovat situaci; Nepřesné či zdlouhavé měření (v případě vyslání někoho nezkušeného); Ohrožení jiné osoby na životě.
Co se stane, když venku bude velice nepříznivé počasí?	Ztížený přístup k monitorování či až nemožnost monitorovat situaci.
Co se stane, když budou venku panikařit lidi?	Ztížený přístup k monitorování či až nemožnost monitorovat situaci; Odloučení od povinnosti monitorovat (záchrana obyvatel).
4. Dekontaminace člena	
Co se stane, když osoba po příchodu neprovede individuální dekontaminaci?	Naměřená neodpovídající data; Nepravdivá informace na KOPIS; Ohrožení života měřícího; Nastavení nevhodných opatření KOPISem.
Co se stane, když osoba po příchodu provede individuální dekontaminaci?	Zdlouhavé monitorování; Možnost ohrozit lidské životy.
5. Přístup do budovy	
Co se stane, když přístup do budovy bude nepřístupný?	Ztížený přístup k monitorování či až nemožnost monitorovat situaci;
Co se stane, když pověřená osoba nebude mít klíče?	Ztížený přístup k monitorování či až nemožnost monitorovat situaci; Zdlouhavé monitorování
Co se stane, když pověřená osoba zapomene klíče?	Ztížený přístup k monitorování; Zdlouhavé monitorování
Co se stane, když bude vchod do stanice obestoupen lidmi (nepřístupný vchod)?	Ztížený přístup k monitorování.
6. Přesun k přístroji	
Co se stane, když v budově budou překážky směrem k přístroji?	Ztížený přístup k monitorování; Zdlouhavé monitorování.
Co se stane, když přístroj bude někde uzamčen?	Ztížený přístup k monitorování či až nemožnost monitorování; Zdlouhavé monitorování.
Co se stane, když bude v budově u přístroje velký shon?	Ztížený přístup k monitorování; Zdlouhavé monitorování; Špatně přečtená data.
7. Získání přístroje	
Co se stane, kdyby upustil přístroj na zem?	Nemožnost monitorování; Naměřená neodpovídající data.
Co se stane, když přístroj nebude na svém místě?	Zdlouhavé monitorování; Ohrožení lidských životů.

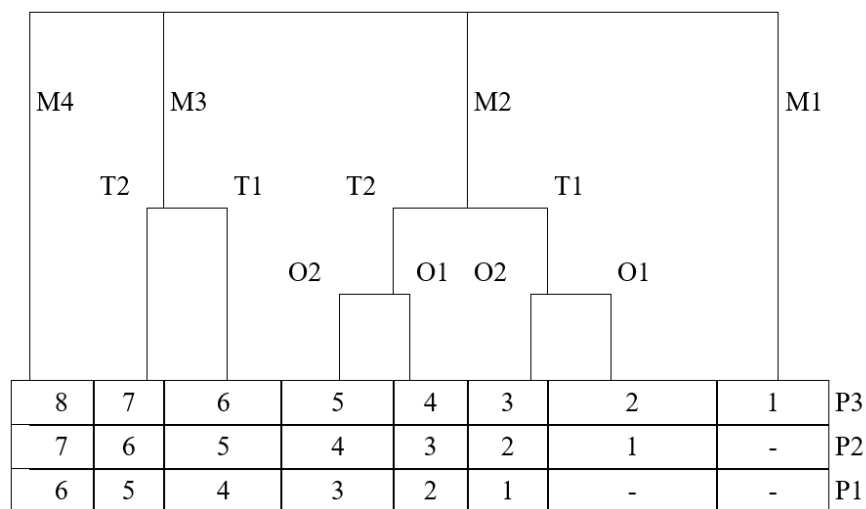
Otázka	Odpověď
Co se stane, když přístroj není dostupný?	Nemožnost monitorování; Ohrožení lidských životů.
8. Nastavení přístroje na měření	
Co se stane, když špatně nastaví přístroj?	
- Když se nastaví na nevhodné místo?	Naměřená neodpovídající data.
- Když se přístroj nezapne?	Nemožnost monitorování;
- Když se nevšimne, že přístroj není zapnutý?	Nemožnost monitorování; Naměřená neodpovídající data.
9. Ponechání přístroje měření	
Co se stane, když dojdou baterie?	Nemožnost monitorování; Naměřená neodpovídající data.
Co se stane, když během měření přístroj upadne?	Nemožnost monitorování; Naměřená neodpovídající data; Možnost rozbití přístroje.
Co se stane, když přístroj bude ovlivněn radiací vycházející z příchozí osoby?	Špatně provedená dekontaminace; Naměřená neodpovídající data; Nepravdivá informace na KOPIS.
10. Přečtení informací z přístroje	
Co se stane, když osoba špatně přečte naměřená data?	Nepravdivá informace na KOPIS; Neodpovídající data.
Co se stane, když přístroj ukazuje nesprávnou hodnotu? (rozbitá ryska)	Naměřená neodpovídající data.
- Přístroj naměří radiaci, když ve skutečnosti není.	Nepravdivé informace na KOPIS; Zbytečná opatření.
- Přístroj nenaměří radiaci, když ve skutečnosti je.	Nepravdivé informace na KOPIS; Možnost ohrozit lidské životy.
Co se stane, když v místě měření radiace není, ale jinde v obci ano?	Neúplná informace na KOPIS; Možnost ohrozit lidské životy; Neúplná data.
11. Zavolání informací zpět na KOPIS	
Co se stane, když se nahlásí mylné informace na KOPIS?	Možnost ohrozit lidské životy; Zbytečná opatření; Ekonomické ztráty; Vyvolání paniky.
Co se stane, když nebude možné spojit se s KOPIS?	Možnost ohrozit lidské životy; Zdlouhavé čekání na přijetí opatření.
Co se stane, když se nebude mít uložené číslo na KOPIS a zapomene ho?	Možnost ohrozit lidské životy; Zdlouhavé čekání na přijetí opatření.
12. Monitoring situace	
Co se stane, když se nebude provádět monitoring situace?	
- V době, kdy byla při prvním měření naměřena zvýšená hodnota?	Možnost ohrozit lidské životy; Zdlouhavé čekání na možné další kroky k řešení mimořádné události.
- V době, kdy nebyla při prvním měření naměřena zvýšená hodnota?	Možnost ohrozit lidské životy; Zdlouhavé čekání na zavedení rychlých protioopatření.
Co se stane, když po celou dobu bude monitorovat pouze jeden člen?	Ohrožení života měřícího; Naměřená neodpovídající data; Ohrožení monitoringu.
Co se stane, když nepřijde stanovený člen k výměně měření?	Možnost ohrozit lidské životy; Zdlouhavé čekání na zavedení rychlých protioopatření.
13. Prvky první ochrany proti záření a nouzového přežití	

Otázka	Odpověď
Co se stane, když nebudou ochranné prostředky?	Ohrožení života měřícího; Nemožnost monitorování (ohrožení monitoringu); Naměřená neodpovídající data.
Co se stane, když nebudou ochranné prostředky dostatečné?	Ohrožení života měřícího; Naměřená neodpovídající data; Ohrožení monitoringu.
Co se stane, když bude člen muset provádět dlouhodobý monitoring a nebude mít dostatečné prostředky pro nouzové přežití?	Ohrožení života měřícího; Naměřená neodpovídající data; Možnost ohrozit lidské životy.
14. Postup dle informací KOPIS	
Co se stane, když nebude možné spojení?	Postup, který je v rozporu s nařízením KOPIS.
Co se stane, když osoba nebude dbát nařízení KOPIS?	Možnost ohrozit lidské životy; Problém při zavádění protiopatření.

5.2.3 Metoda FMEA

Před započítáním metody FMEA je důležité stanovit, jaké mohou nastat nežádoucí stavy, které by mohly způsobit, že nebude možné monitorovat radiační situaci, či bude nějak ohroženo, anebo mít špatné výsledky. Na toto zjištění se poté aplikuje metoda FMEA, která identifikuje, jaké mají tyto nežádoucí stavy zdroje, následky a pomáhá tím s nastavením opatření [94].

Pro tyto účely byl použit následující diagram, který pomohl určit, kterým stavům se pak více věnovat. Nežádoucí stavy vycházejí z předchozí metody What-if.



Obr. č. 17 – Diagram výběru kritických prvků [94]

Význam písmen z diagramu výběru kritických prvků je zobrazen v **tab. č. 6**. Současně je zde i jejich rozdělení a jejich definice, na jejichž základech byly přiřazovány k nežádoucím stavům.

Tab. č. 6 – Doplnující informace k diagramu [vlastní]

Míra správnosti měření (M)	
M1	Mírný vliv na měření
M2	Měření nebude provedeno dle stanov
M3	Měření bude vykazovat odchylky/ Bude zdlouhavé/ Ztížené měření
M4	Měření nebude provedeno/Bude mít špatné výsledky
Člen JSDH či obyvatelé tomuto jevu budou vystaveni (T)	
T1	Chvilu při měření
T2	Po celou dobu měření
Odvracení nebezpečí (O)	
O1	Možné za určitých podmínek
O2	Stěží možné
Pravděpodobnost výskytu (P)	
P1	Velmi malá pravděpodobnost
P2	Malá pravděpodobnost
P3	Poměrně vysoká pravděpodobnost

Možná nebezpečí byla zjištěna metodou What-if a zhodnocena na základě výběru kritických prvků. Výsledkem jsou tak možné nebezpečné situace sepsané níže v tabulkách. Pro další prohloubení metodou FMEA se budou rozebírat pouze takové, které vycházejí na základě diagramu v hodnotě vyšší než 4.

Tab. č. 7 – Výběr kritických situací – příprava na mimořádnou událost [vlastní]

Nežádoucí stavy	Prvky rizika				Riziko	Další zpracování
	M	T	O	P		
Špatné zacházení s přístrojem (ovládání)	2	2	1	2	3	What-if
Nedostatečná motivace	2	2	1	1	2	What-if
Neznalost procesu měření a předání informací	3	2	(1)*	1	4	FMEA
Absence zástupu	4	(2)*	(1)*	2	7	FMEA
Nefunkční přístroj	4	(2)*	(1)*	1	6	FMEA
Neprovádění (nepřesné provádění) kontrolního měření	4	(2)*	(2)*	2	7	FMEA
Neadekvátní data	4	1	(1)*	1	6	FMEA

Nežádoucí stavy	Prvky rizika				Riziko	Další zpracování
	M	T	O	P		
Nemožnost informovat KOPIS	2	1	2	1	2	What-if
Zdržení v procesu	3	1	(1)*	3	6	FMEA
Poškození přístroje	4	(2)*	(1)*	1	6	FMEA

*pro tento případ v grafu nerelevantní

Tab. č. 8 – Výběr kritických situací – vznik mimořádné události [vlastní]

Nežádoucí stavy	Prvky rizika				Riziko	Další zpracování
	M	T	O	P		
Problémová komunikace	3	2	(1)*	1	5	FMEA
Ztížený přístup k přístroji	4	(2)*	(2)*	1	6	FMEA
Nedostupný přístroj	4	(1)*	(1)*	2	7	FMEA
Nepřesné měření	3	2	(1)*	2	6	FMEA
Zdlouhavé měření	3	2	(1)*	3	7	FMEA
Nemožnost monitorování	4	(2)*	(1)*	2	7	FMEA
Ztížení přístup k monitorování	2	1	1	3	2	What-if
Neodpovídající data	4	(2)*	(2)*	2	7	FMEA
Rozbití přístroje	4	(2)*	(1)*	1	6	FMEA
Postup v rozporu s KOPIS	2	2	2	1	3	What-if

*pro tento případ v grafu nerelevantní

Dále byly tyto kritické situace prohloubeny metodou FMEA. Důležité je stanovit intervaly, podle kterých se budou doplňovat hodnoty do tabulky FMEA. Jedná se o stanovení intervalů dopadu (D), pravděpodobnosti (P) a možnosti odhalení (O).

Tab. č. 9 – Stanovení intervalu dopadů (D) [vlastní]

Bodové ohodnocení	Závažnost	Následek
1	Žádná	Žádný dopad není pozorován.
2	Málo významná	Objeví se malá nepřesnost v procesu měření, která nemá zvláštní význam.
3		
4	Střední	Nepřesnost v procesu měření, který může ztížit proces měření.
5		
6	Vysoká	Nepřesnost, která má významný vliv na monitorování; Odchytky v měření.
7		

Bodové ohodnocení	Závažnost	Následek
8	Velmi vysoká	Lidské životy jsou v ohrožení; Je ohroženo zdraví osob, zvířat; Poškozen majetek. Je ohroženo provedení měření či monitorování.
9		
10	Nebezpečná	Může dojít až ke smrti osob. Nemožnost měření či monitorování.

Tab. č. 10 – Stanovení intervalu pravděpodobnosti (P) [vlastní]

Bodové ohodnocení	Výskyt	Frekvence výskytu ve 100 případech
1	Téměř nevyskytující se	1 - 2
2	Nízký	3 - 6
3		7 - 10
4	Občasný	11 - 20
5		21 - 30
6	Střední	31 - 49
7		50 - 59
8	Častý	60 - 74
9		75 - 89
10	Velmi vysoký	90 - 100

Tab. č. 11 – Stanovení intervalu možnosti odhalení (O) [vlastní]

Bodové ohodnocení	Detekce	Pravděpodobnost detekce
1	Téměř jistá	Vady se zjistí v 90 - 100 % případů.
2	Vysoká	71 - 89 %
3		
4	Silná	61 - 70 %
5	Střední	41 - 60 %
6		
7	Nízká	21 - 40 %
8		
9	Slabá	11 - 20 %
10	Nezjistitelná	0 - 10 %

Vyhodnocení závažnosti daného rizika je pak realizováno součinem identifikovaného dopadu, pravděpodobnosti a možnosti odhalení. Výsledkem je číslo RPN (Risk Priority Number), neboli rizikové prioritní číslo (**tab. č. 12**). Toto číslo poukazuje na to, jak je riziko vysoké a jaké je tedy nutné další zacházení s ním.

Tab. č. 12 – Rizikové prioritní číslo (RPN) [vlastní]

Interval	Označení	Popis
(1 - 50)	přijatelná	Rizika, která nevyžadují opatření, jsou zanedbatelná, ale měla by se zvýšit pozornost.
(51 - 100)	nevyžadující nutně opatření	Rizika, na která by se měla aplikovat protioopatření, ale nejsou nutná.
(101 - 400)	vyžadující opatření	Rizika, která vyžadují opatření v průběhu blízké doby.
(401 - 1000)	nepřijatelná	Rizika, která vyžadují opatření ihned, anebo by se měl zastavit proces.

Hranice byly pro oba dva procesy ponechány na stejné úrovni, jelikož v případě přípravy na MřU nedochází k tak vysokým následkům, tudíž i tak bude RPN vycházet nižší. Přijatelná rizika se nachází v intervalu (1-50) jelikož i kdyby byl dopad 10, je buďto velice nízká pravděpodobnost či snadná detekce, že nehrozí přílišné riziko. Rizika nevyžadující opatření tak začínají od hodnoty 51 až do 100. Jelikož i v případě, že nastane dopad s bodovým ohodnocením 10 a pravděpodobnost 10, tak je jistá detekce, takže se těmto nebezpečím snaží předcházet. Od hodnoty 101 jsou už rizika, která nutně potřebují být řešena. A od hodnoty 401 jsou nepřijatelná rizika, jelikož může nastat, jak vysoký dopad, tak i velice vysoká pravděpodobnost a téměř v polovině případů nemusí být nebezpečí detekováno.

Nejprve byla provedena FMEA na kritické prvky v případě přípravy na MřU. Tato FMEA se nachází v **příloze č. 6**. Následně byla provedena FMEA na kritické prvky při vzniku MřU. Vypracování této metody je přiloženo v **příloze č. 7**.

5.3 ZHODNOCENÍ RIZIKOVÉ ANALÝZY

Výsledkem z provedení metody FMEA na přípravu i na vznik MřU byla zjištěná a ohodnocená nebezpečí, která mohou představovat riziko pro obyvatele či proces měření samotný. Hodnota nebezpečí může být snížena aplikováním opatření. Některá opatření jsou již v procesu nastavena a provádějí se. Některá ovšem ne. Je proto důležité upozornit na možná rizika v případě, že by se tato opatření neaplikovala.

5.3.1 Příprava na mimořádnou událost

Posouzením aktuálního stavu bylo zjištěno, které příčiny mají za následek největší rizikovitost systému. Rizik v nepřijatelném intervalu bylo sedm, ve vyžadující opatření ihned osmnáct a nevyžadující opatření ihned deset. Na rizika přijatelná (zbylá rizika v hodnotě do 50), nemusí být nutně aplikována opatření, ale mohou být také navrhnutá.

Mezi sedm nepřijatelných příčin vyžadující největší pozornost s hodnotou RPN v závorce patří:

- Nemožnost uskutečnění měření proškoleným členem (500);
- Ztráta evidenčního listu při ověření funkčnosti přístroje (432);
- Ztráta metodiky měření při ověření funkčnosti přístroje (720);
- Ztráta metodiky měření při kontrolním měření (720);
- Ztráta evidenčního listu při zápisu naměřených dat (576);
- Zapomenutí naměřených dat (480);
- Nepřesné převedení jednotek (560).

Po provedení analýzy bylo zjištěno, že i po aplikování opatření stále sedm rizik vyžaduje určitou pozornost. Šest rizik stále spadá do intervalu nevyžadující opatření ihned a jedno dokonce do intervalu vyžadujícím opatření ihned.

I po aplikování opatření zůstávají tato rizika s hodnotou v závorce:

- Neprovádění vnitřních porad JSDH (Nepředávání informací dalším členům) (60);
- Neustanovení zástupu (100);
- Upadnutí přístroje během kontrolního měření (100);
- Nepřevedení jednotek (75);
- Nepřesné převedení jednotek (140);
- Upadnutí přístroje s následnou nefunkčností (80);
- Upadnutí přístroje a jeho rozbití (100).

5.3.2 Vznik mimořádné události

Vznikem MřU mají následky větší dopad. Metoda FMEA identifikovala mnoho příčin nebezpečí. Před aplikováním opatření bylo identifikováno třináct rizik v nepřijatelném intervalu, dvacet čtyři v intervalu vyžadující opatření ihned a osmnáct v intervalu nevyžadující opatření ihned.

Mezi nejvíce kritické příčiny rizik v nepřijatelném intervalu s hodnotou RPN v závorce patří:

- Přetížená síť při prvotním kontaktování JSDH (500);
- Odmítnutí proškolené osoby jít monitorovat (800);
- Kontaminace proškolené osoby (500);
- Přidělené jiné úkoly ochrany obyvatelstva celé jednotce JSDH (800);
- Ohrožení života člena JSDH dlouhodobým působením radiace (640);
- Na místě měření žádná radiace není (v blízkém okolí však ano) (800);
- Zvýšená hodnota v důsledku vyzařování z osoby provádějící měření (640);
- Ztráta evidenčního listu s kontaktem na KOPIS (576);

- Přetížená síť při zpětném informování KOPIS (500);
- Ohrožení života člena JSDH při monitoringu situace (500);
- Radiace uchycená na přístroji, která ovlivňuje naměřená data (432);
- Nedostatek surovin pro člena JSDH k ukrytí (480);
- Přetížená síť pro další informace (500).

I po aplikování opatření zůstávají určitá rizika, se kterými by se mělo dále pracovat. Čtyři rizika spadají stále do intervalu vyžadující opatření ihned a osm do intervalu nevyžadující opatření ihned.

Mezi rizika, která i po aplikování opatření vyžadují pozornost s hodnotou v závorce, patří:

- Živelní pohroma a ztížený přístup do budovy (80);
- Kontaminované venkovní prostředí (144);
- Odmítnutí proškolené osoby jít monitorovat (60);
- Kontaminace proškolené osoby (400);
- Nepřístupný přístup do budovy (80);
- Rozbitý přístroj (64);
- Upadnutí přístroje dříve -> rozkalibrování (64);
- Upadnutí přístroje při nastavování (64);
- Na místě měření žádná radiace není (v blízkém okolí však ano) (90);
- Upadnutí přístroje během měření (90);
- Ohrožení života člena JSDH při monitorování situace (175);
- Nedostatečné prvky ochrany (160).

5.3.3 Navržená opatření

Některá opatření, která byla navržena pro snížení hodnoty rizika, jsou již aplikována a v praxi prováděna. Některá byla navržena pro snížení zbývajících rizik. V následujících tabulkách jsou sepsány nově navržená opatření, která by měla snížit kritičnost stávajícího systému a snížit tak hodnotu rizika.

Tab. č. 13 – Nově navržená opatření na přípravu na MřU [vlastní]

Počet	Navržená opatření
1	Dát členům na školení upozornění o důležitosti naučit zbytek jednotky manipulaci s přístrojem
2	Nutnost školit i ostatní členy jednotky
3	Metodika a evidenční list skladován v blízkosti přístroje
4	Náhradní baterie
5	Pořízení více náhradních nabitých baterií
6	Dbát na vhodné zacházení a skladování měřicího etalonu
7	Přístroj skladován na suchém bezprašném místě

Počet	Navržená opatření
8	Dvojit měření v případě naměřených vysokých hodnot dávky
9	Předání dat i s původními jednotkami
10	Převod jednotek na centrále KOPISu KOPISem

Po aplikování nových opatření se úroveň kritičnosti sníží o 71,74 %. Celková úroveň kritičnosti procesu se při aplikování jak stávajících, tak nových opatření sníží o 84,51 %.

Tab. č. 14 – Nově navržená opatření pro vznik mimořádné události [vlastní]

Počet	Navržená opatření
1	Ochranné pomůcky a oděv
2	Provedení individuální dekontaminace před započítáním měření
3	Skladování intenzimetru na pořád stejném přístupném místě všem členům JSDH
4	Dbát na měření i v okolních vesnicích
5	Nevybírat dozimetry na kalibraci z jednoho ORP ve stejný čas
6	Náhradní baterie u přístroje
7	Sada na očištění přístroje po vytečení baterií
8	Skladování přístroje na bezprašném, čistém místě
9	Měření radiace na významných bodech
10	Dvojit měření pro zkontrolování hodnot
11	Zásoba základních surovin na stanici
12	Stanovená výměna člena JSDH po určité době

Kritičnost procesu se s nově navrženými opatřeními snížila oproti původnímu stavu o 60,73 %. Celkově se úroveň kritičnosti snížila s již aplikovanými opatřeními a nově navrženými o 82,64 %.

Pozn: Navržené ochranné pomůcky jsou potřeba už před příchodem proškoleného člena JSDH do budovy stanice k přístroji, jelikož již venku může být kontaminované prostředí. Pokud by nebyl v této době doma, je třeba mít ochranné pomůcky také na stanici, stejně tak zásobu potravin a vody, kdyby bylo nutné, aby se u monitorování následné situace člen JSDH zdržel a venkovní prostředí bylo stále kontaminované. Měření radiace na významných bodech, respektive v okolí míst, kde dochází k velké koncentraci osob (škola, školka, nemocnice, obchodní centra, sídliště, ...) by mělo smysl ve větších obcích, v případě že se nestihne provést evakuace. Ovšem i toto opatření je pro člena JSDH riskantní, jelikož by se musel pohybovat ve venkovním prostředí.

5.4 NÁVRH NA EFEKTIVNĚJŠÍ ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY

I přes aplikování nových opatření na stávající systém, která sníží jeho kritičnost, stále zůstávají některá rizika na vysoké úrovni a může dojít k ohrožení osob. Z dotazníkového šetření navíc vyplývá, že i aplikování nově navržených opatření nemusí vést k tíženým výsledkům a zbytečně budou zatěžovány jednotky, které by mohly své síly a prostředky využít k potřebnějším úkolům.

Určitým řešením by mohlo být nahrazení starých přístrojů novějším prototypem, používaných v projektu Safecast, anebo RAMESIS. Namísto nyní používaných intenzimetrů by se pořídil přístroj bGeigie Nano či stanička RAMESIS.

5.4.1 Řešení problematiky pomocí přístroje bGeigie Nano

Tato novelizace by neřešila všechny stávající problémy. Musí dojít k určitým úpravám systému, aby bylo přístroj možno použít jako stacionární zařízení bez potřeby osobní obsluhy. Přístroj je možné připevnit na předem stanovená místa do sítě elektrické energie a nechat jej v určité frekvenci vysílat data o naměřených hodnotách do používaného serveru SÚRO. V případě nutnosti je však stále možné jej vyjmout a provádět mobilní měření, jelikož stále obsahuje monočlánek s výdrží 40 hodin.

Aby bylo možné tohoto dosáhnout, je třeba přístroj modifikovat. K zakoupenému zařízení je nutné dokoupit WiFi modul. Pomocí tohoto modulu bude možné jednodušeji přenášet data ihned po naměření přímo na potřebný server, po úpravě softwaru, která zajistí změření aktuálních hodnot, navázání spojení se serverem a odeslání dat v pravidelných intervalech. Následně se musí přístroj usadit na místo určení a připojit na místní WiFi síť.

Bylo by vhodné popřemýšlet i o napojení na stávající aplikaci MonRas, aby lidé mohli vidět vývoj veškerého monitorování v České republice na jednom místě. Přece jenom web Safecast je zahraniční zdroj, a ne každý o existenci tohoto webu ví, přestože obsahuje online mapový podklad, bez nutnosti instalovat si speciální aplikaci. Současně by bylo možné provést porovnání hodnot naměřených státními profesionálními přístroji a přístroji poskytnutými veřejnosti do jednotlivých obcí.

Modifikace softwaru pro konstantní odesílání dat na servery SÚRO není předmětem této práce. Pozměnění funkce a správné nastavení přístroje může být předmětem jiné studie. Před touto studií by mělo dojít k prověření výstupních informací provedením analýzy naměřených dat, které by se porovnávaly s daty ze stávajících intenzimetrů na stanicích. Za pomoci slabého zdroje záření, který je umístěn na intenzimetrech, lze určit věrohodnost naměřených hodnot a potvrdit tak efektivnost nově navrženého systému měření radiační situace.

Přístroj by se musel umístit do vesnic v ZHP. Výhodou bude rozmístění do vesnic, které již mají zkušenosti s intenzimetry u JSDH, jelikož jsou na problematiku zvyklé a nebudou reagovat odmítavě. Jedná se o 36 vesnic ze ZHP na území Jihomoravského kraje. Nejbližší vesnice v okolí jaderné elektrárny jsou v současnosti osazeny intenzimetry, tudíž by tato síť pokrytí i novým přístrojem byla dostačující. Do budoucna se však nevylučuje její rozšíření. Umístění přístroje musí být blízko u země (ideálně do 1 m nad zemí) a v budově s WiFi připojením, na hasičské stanici či na obecním úřadě, připojeno do elektrické sítě, aby nedošlo k vybití baterie.

Před započítím používání nového systému měření radiace je nutné proškolení osoby, které se budou pohybovat v okolí přístroje, aby nedocházelo k nevhodné manipulaci. Současně mohou být nápomocny při neočekávaných poškozeních či výpadku systému. V případě nutnosti jej mohou také využít k mobilnímu monitorování. Je proto nutné vytvořit podobnou metodiku monitorování jako je tomu u intenzimetrů, která by byla skladována u bGeigie Nano pro případ potřeby. Na této metodice musí být také kontakt na KOPIS, kdyby došlo k chybnému přenosu. A současně KOPIS či SÚRO musí mít kontakt na osobu, která by měla na starosti kontrolu přístroje. Odpovědnou osobou by se měl stát velitel jednotky, jelikož má určité znalosti v problematice a on sám (či jeho hasiči) mají již zkušenosti se současnými intenzimetry. Výhodou je, že program Safecast již vytvořil směrnice a určité vzdělávací programy, které mají zamezit nevhodnému používání přístrojů [86].

5.4.2 Řešení problematiky pomocí staničky RAMESIS

Stanička RAMESIS je připravena již na konstantní odesílání dat na stanovený server. Nemuselo by tak docházet k výrazným modifikacím, kromě možnosti napojení na stávající aplikaci MonRas, anebo do jiné aplikace, která předá informace v rychlém sledu na KOPIS a složkám řešící situaci. Umístění, metodika i školení by muselo být provedeno obdobně jako v případě bGeigie Nano. Rozdílem je, že se nedá použít na mobilní měření v případě potřeby. Ověření a prokazatelnost dat by se stále musela provést. Na tomto základě bude nutné ještě určit, zda je detektor aktuálně instalovaný v přístroji dostatečný. V případě nedostatečných dat je třeba přístroj ještě modifikovat větším detektorem. [97]

5.5 EKONOMICKÁ ANALÝZA MONITOROVÁNÍ RADIČNÍ SITUACE

HZS poskytuje intenzimetry a školení pro JSDH v rámci vykonávání své práce. Intenzimetry jsou zapůjčeny ze skladu správy hmotných rezerv, které Česká republika skladovala již od doby studené války. Nebyly tak v poslední době výlučně pořizovány pro monitorování radiační situace. Propůjčení intenzimetrů do obcí je též prováděno bezplatně. JSDH plní svou funkci dobrovolně, v rámci svého osobního volna bezplatně. Jestliže by bylo potřeba měřit radiační situaci v jeho pracovní době, může si jeho zaměstnavatel zažádat o refundaci mzdy na obec, která zřizuje JSDH, a tato obec proplatí ušlý zisk členovi JSDH. Tudíž nepřijde o část své výplaty [98]. Ovšem k této náhradě dochází i v běžné činnosti člena JSDH, nejedná se o přidané náklady spojené výlučně s měřením radiační situace. Na školení bývají jednotky zvány v odpoledních hodinách na hasičskou stanici v daném hasební obvodu [74]. Náklady na školení se výrazně neprojevují. Školení vedou profesionální hasiči, kteří jsou propláceni jako státní zaměstnanci. Podklady na školení představují vytvořené prezentace a samotný přístroj. Zvýšené náklady se mohou promítnout ve spotřebovaném palivu na cestovné. Školící i školitelé se musí na místo školení dostat. Z tohoto důvodu se provádí školení v hasičské stanici v blízkosti všech jednotek. Jelikož toto není

jediné školení, které pro JSDH probíhá, mohou se tyto náklady zanedbat. Ekonomická analýza se tak bude týkat finanční náročnosti nově navržených opatření, která bude porovnána s náročností nově navrženého systému měření radiační situace.

Monitorování radiační situace pomocí JSDH

Aby mohlo být nadále provozováno monitorování radiační situace pomocí JSDH, je nutné aplikovat nově navržené opatření. U těchto opatření je důležité znát jejich finanční ohodnocení, aby mohlo být navrženo, zda tato opatření mají smysl a přinesou větší užitek ku nákladům do nich vložených. Bude se muset počítat s náklady na:

- Ochranné pomůcky – členovi JSDH monitorující radiační situaci by měl být pořízen osobní dozimetr, který by kontroloval přijatou dávku po celou dobu monitorování. Dále je třeba, aby byl chráněn při přechodu venkovním prostředím, v drahé variantě se dá využít profesionální CBRN oblek, ve střední variantě protichemický oblek a v nejlevnější variantě si musí vystačit s individuální ochranou složenou z pláštěnky, rukavic a levné varianty plynové masky nahrazující respirátor.
- Dekontaminační pracoviště – před příchodem do budovy je třeba provést alespoň nezbytnou individuální dekontaminaci. Je potřeba dekontaminovat podrážky bot přes dekontaminační rohožku, složenou z nepropustného rámu a rohožky napuštěné dekontaminačním roztokem, svléct kontaminované oblečení a zabalit jej do pytle a provést individuální dekontaminaci ve sprše.
- Náhradní baterie – do každé stanice musí být pořízeny minimálně dvě náhradní baterie, kdyby postupem času došlo k jejich vybití.
- Základní potraviny a prostředky pro nouzové přežití – do každé stanice či místa uložení intenzimetru musí být nakoupen dostatek potravin, které by posloužily pro překonání doby potřebné k monitorování radiační situace.

Cenové zhodnocení je rozebráno v **příloze č. 8**. Nejlevnější varianta počítající pouze s improvizovanou ochranou, ale s poskytnutím těchto pomůcek vychází na 246 906 Kč na zabezpečení dalšího provádění měření pomocí JSDH v Jihomoravském kraji. Použití improvizovaných pomůcek ale neodpovídá profesionálnímu přístupu řešení situace, kdy je osoba nucena opustit bezpečí ukrytí. Zapojení specializovaných obleků, které by měly ochránit před kontaminací povrchu těla člena JSDH, by pro oblast Jihomoravského kraje vyšlo na téměř dva miliony korun. Varianta s oblekem, který je vyrobený ze speciálních materiálů a pomáhá částečně odstínit ionizující záření, vychází na 6,7 milionu korun.

Monitorování radiční situace pomocí nově navrženého systému

Navržené řešení vyžaduje nákup nových přístrojů. Současně je nutná jejich úprava, aby byly schopny pracovat, jak si vyžaduje nastavený systém. Bude se muset provést studie na ověřitelnost dat a je také třeba počítat se zpracováním školení a jeho následným předáním pověřeným osobám. Ideálním poskytovatelem školení by byl SÚRO, jelikož má s přístroji největší zkušenost. Přístroj se musí bezpečně umístit na vhodné místo, tak aby nepřekážel. Návrh cenového zhodnocení pro zakoupení přístroje bGeigie Nano je zobrazeno v následující **tab. č. 15**.

Tab. č. 15 – Ekonomická náročnost monitorování pomocí bGeigie Nano [vlastní]

Název položky	Cena za 1 kus	Potřebný počet	Celková cena
1. Přístroj			581 753,48 Kč
1.1 Samotný přístroj	14 535,48 Kč [82]	36	523 277,28 Kč
1.2 Modul WiFi	1 510,45 Kč [99]	36	54 376,20 Kč
1.3 Systém ukotvení	100,00 Kč [100]	36	3 600,00 Kč
1.4 Modelování systému ukotvení	500 Kč [100]	1	500 Kč
2. Software			285 077,48 Kč
2.1 Úprava Firmwaru	275 000,00 Kč [97]	1	275 000,00 Kč
2.2 Update zbývajících zařízení s upraveným Firmwarem	279,93 Kč* [101]	36	10 077,48 Kč
3. Připojení přístroje do sítě	559,86 Kč* [101]	36	20 154,96 Kč
Cena celkem			886 985,92 Kč

*ceny jsou orientační a vychází z průměrného ohodnocení Kč/h. Výsledné ceny se mohou lišit

Nainstalování nového přístroje by přišlo přibližně na 886 tisíc Kč. Je ovšem možnost tuto cenu snížit zapojením školního projektu, který by vyřešil problematiku změny funkce přístroje a ověřitelnosti dat. Cena úpravy Firmwaru se však může zvýšit, dle složitosti řešeného problému.

Případ nainstalování stacionárních stanic RAMESIS je zobrazen v **tab. č. 16**.

Tab. č. 16 – Ekonomická náročnost monitorování pomocí staničky RAMESIS [vlastní]

Název položky	Cena za 1 kus	Potřebný počet	Celková cena
1. Přístroj	10 000 Kč [97]	36	360 000 Kč
2. Úprava Softwaru	50 000,00 Kč [97]	1	50 000,00 Kč
3. Připojení přístroje	279,93 Kč* [101]	36	10 077,48 Kč
Cena celkem			420 077,48 Kč

*ceny jsou orientační a vychází z průměrného ohodnocení Kč/h. Výsledné ceny se mohou lišit

Řešení situace pomocí stacionárních stanic RAMESIS by vyšlo přibližně na 420 tisíc korun. Tato cena je dokonce poloviční než předchozí navrhované řešení. Ale není jisté, zda bude takové množství přístrojů dostupné a jaké budou výsledky monitorování. Je možné, že bude nutné modifikovat přístroj novým detektorem a by cenu výrazně navýšilo.

6 DISKUZE VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Samotné dotazníky poukázaly na mnoho nedostatků. Ovšem nedostatečná vybavenost se týká JSDH po celé České republice. Musí se ale věnovat i systémovým chybám a organizačním nedostatkům uvnitř jednotek. Z následné rizikové analýzy vyšla jako největší možná rizika, na která ještě nebyla aplikována opatření, odmítnutí proškolené osoby jít monitorovat a radiace na jiném místě, než je místo měření. Po aplikování všech opatření stále zůstává ve vysoké míře kontaminace osoby, jež má provádět měření, a nepřesné převedení jednotek. Na tyto dvě rizika se tudíž musí upřít pozornost při pokračování stávajícího systému měření.

Z ekonomické analýzy vyplývá, že nejlevnější varianta je pokračování stávajícího systému za použití improvizované ochrany, ovšem tento způsob neodpovídá standardům a profesionalitě. Jako druhé vychází nově navrhované řešení za pomoci stanic RAMESIS a třetí využití bGeigie Nano. Při optimalizování stávajícího systému by byly náklady na straně HZS i obcí, v případě nákupu nových přístrojů se náklady přesunují dle domluvy mezi HZS ČR, obce a SÚRO. Je zde možnost, že zakoupí přístroje samotné obce, které by mohly požádat o dotaze krajský úřad. JSDH by pak mělo na starosti správu přístrojů, kde by jim tuto povinnost ukládala obec. Druhou možností je štedré zapůjčení přístrojů od SÚRO. Tento ústav v současné době přístroje zapůjčuje různým institucím zdarma, výměnou za naměřená data z jejich oblasti. Ovšem 36 přístrojů pouze pro Jihomoravský kraj je velké množství, jelikož samotný ústav má v současné době kolem 30 přístrojů bGeigie Nano, které již používá, a ještě méně stanic RAMESIS. Třetí možností je zanechání finančních prostředků na HZS ČR, které je obcím zapůjčí stejně jako zapůjčuje intenzimetry. Aby toto bylo vhodné řešení, muselo by se vyřešit neustálé prodlužování smluv o bezplatném propůjčení. Výhodou tohoto financování by však bylo, že správu přístrojů by měl nadále na starosti příslušný HZS a nemuselo by se tak spoléhat pouze na JSDH.

Ovšem s ohledem na časovou náročnost vychází přívětivěji první varianta, musí se objednat a nainstalovat navržená opatření. Jestliže by se instalovaly nové přístroje zabere programovací změna, stanovení povinností, odpovědností, domluvení se na financích, i samotné umístění přístrojů více času, v případě využití bGeigie Nano dokonce mnohem více. Ovšem do budoucna se časová zátěž obrátí, jelikož by se nemuselo provádět každoroční školení členů JSDH, ale pouze proškolení nové odpovědné osoby v případě změny velitele jednotky. Stejně tak při vzniku MřU, kde jde zejména o čas.

Níže je porovnání varianty stávající s variantami nově navrženými. V těchto tabulkách jsou sepsány výhody a nevýhody jednotlivých řešení.

Tab. č. 17 – Porovnání výhod stávajícího řešení a nově navrhovaného [vlastní]

Číslo	Výhody		
	Zapojování JSDH a intenzimetrů	Monitorování pomocí bGeigie Nano	Monitorování pomocí stanic RAMESIS
1	Důvěryhodnost dat	Ovládání nevyžaduje lidskou obsluhu	Ovládání nevyžaduje lidskou obsluhu
2	Zapojení členů JSDH do radiační ochrany	Rychlý přenos dat	Rychlý přenos dat
3	Využití jinak nevyužívaných přístrojů	Neohrožení lidských životů	Neohrožení lidských životů
4	Počáteční menší časová náročnost	Grafické podklady	Grafické podklady
5	Zavedený systém	Stanovení přesné lokace měření	Nízké náklady na poměry ostatních zařízení
6		Možnost zapojení i ostatních obyvatel	Odpovědnost již nemusí být v rukách HZS
7		Nízké náklady na poměry ostatních zařízení	JSDH může plnit úkoly ochrany obyvatelstva
8		Možné další modifikace přístroje	Větší rozsah stupnice – monitorování i přírodního pozadí
9		Odpovědnost již nemusí být v rukách HZS	Dlouhodobě menší časová náročnost
10		JSDH může plnit úkoly ochrany obyvatelstva	Transparentní výsledky
11		Větší rozsah stupnice – monitorování i přírodního pozadí	Není třeba modifikovat přístroj
12		Dlouhodobě menší časová náročnost	
13		Transparentní výsledky	

Tab. č. 18 – Porovnání nevýhod stávajícího řešení a nově navrhovaného [vlastní]

číslo	Nevýhody		
	Zapojování JSDH a intenzimetrů	Monitorování pomocí bGeigie Nano	Monitorování pomocí stanic RAMESIS
1	Nutnost osobní přítomnosti	Nutnost připojení na elektrickou energii	Nutnost připojení na elektrickou energii
2	Dlouhodobé monitorování si vyžádá člena JSDH na dlouhou dobu	Nutnost připojení na WiFi	Nutnost připojení na internet
3	Možnost lidské chyby	Přizpůsobení se nové změně	Přizpůsobení se nové změně
4	Mnoho kroků v procesu monitorování	Provádění nového školení odpovědné osoby	Provádění nového školení odpovědné osoby
5	Čas strávený každoroční přípravou a školením	Čas potřebný k zavedení nového systému	Čas potřebný k zavedení nového systému

číslo	Nevýhody		
	Zapojování JSDH a intenzimetrů	Monitorování pomocí bGeigie Nano	Monitorování pomocí stanic RAMESIS
6	Zastaralé přístroje s již nepoužívanou stupnicí	Možnost poškození přístroje (hackerský útok, výpadek WiFi, ...)	Možnost poškození přístroje (hackerský útok, výpadek WiFi, ...)
7	Ohrožení života obsluhy	Třeba modifikovat firmware a dokoupit součástky	Neobsahuje GPS
8	Nutnost prodlužovat smlouvy o bezplatném užívání		

Některé výhody i nevýhody se v případě monitorování pomocí bGeigie Nano a stanic RAMESIS duplikují. Ovšem oproti stávajícímu systému přinášejí oba systémy mnohem více výhod, a i přes aplikování navržených opatření, mají méně nevýhod. Pomocí provedené analýzy se tak nabízí požadavek využít relativně levné, ale hlavně moderní, a dokonce bezpečnější řešení. Přináší s sebou další možný vývoj, ale zároveň další možná rizika. Před započítáním provozu je nutné provést analýzu na rizika, která se mohou zapojením nových přístrojů objevit. Která varianta z nově navrženého řešení bude výhodnější záleží na přesném využití a funkcích, které budou vyžadovány. Z hlediska finanční i časové náročnosti je vhodnější varianta stanic RAMESIS, avšak z hlediska přístupnosti přístrojů a variace funkcí je vhodnější pořízení přístrojů bGeigie Nano.

7 ZÁVĚR

Úroveň bezpečnosti by se neměla v žádném případě podceňovat. Mnohdy nasazení bezpečnostních opatření stojí mnohem méně peněz než kompenzace nechtěných dopadů v případě neaplikování možných prostředků k odvrácení nebezpečí. S rozvíjející se úrovní lidských znalostí, které se promítají do rozvoje průmyslu a dalších odvětví, rostou také bezpečnostní hrozby a jejich závažnost. Na toto se musí reagovat zvýšenou úrovní opatření, které také odráží modernizaci dnešního světa.

Riziková analýza poukázala na slabá místa v procesu monitorování radiační situace za využití JSDH. Na tato slabá místa byla vymyšlena opatření, která sníží úroveň kritičnosti systému. Aplikováním těchto opatření dochází ke zvýšení bezpečnosti zúčastněných osob a k naměření pravdivých a odpovídajících dat. Ovšem i přes snížení úrovně kritičnosti se neřeší problém se zapojením lidského zdroje. Aby bylo dosaženo jejich adekvátní ochrany, je třeba investovat do nových ochranných pomůcek. Pořízení profesionálních ochranných pomůcek by s ostatními opatřeními přišlo pouze na území Jihomoravského kraje na téměř 2 miliony korun. Profesionální obleky, které částečně stíní ionizující záření, vychází dokonce na 6,7 milionu korun.

Navržení nového systému monitorování radiační situace vychází dokonce levněji než varianta s pořízením speciálních ochranných pomůcek pro členy JSDH, kterých by se měření týkalo. Současně řeší problém s lidskou obsluhou, která se tak v případě mimořádné radiační situace nemusí dostavit na místo, kde je umístěn samotný přístroj. Po porovnání jednotlivých variant dokonce vykazuje větší množství výhod než stávající systém. Ovšem zapojení nových přístrojů s sebou přináší další rizika, na která se nemusí při prvotním nasazení přijít. Bude tak vhodné tuto problematiku více rozebrat. Kterou variantu z nově navrženého systému si odpovědné orgány vyberou, záleží na dostupnosti přístrojů, náročnosti na funkcionalitu a výhod a nevýhod bGeigie Nano či stanic RAMESIS.

Je však na místě připomenout, že se jedná o doplňkové monitorování, které má odborníkům pomoci rozhodnout se, jaká opatření nastavit a nařídit. Nedochozí k nahrazení sítě monitorování stacionárními přístroji, které spravují pověřené úřady.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Feuerwehren. *Rainbach im Mühlkreis* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.rainbach.at/index.php?page=feuerwehren>.
- [2] Feuerwehr in Österreich. *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie* [online]. [cit. 2020-05-16] Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Feuerwehr_in_%C3%96sterreich.
- [3] *Austria: 7th National report under convention on nuclear safety* [online]. Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2016 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: https://www.iaea.org/sites/default/files/austria_nr-7th-rm.pdf
- [4] Großeinsatz Unbekanntes Metallobjekt liegt am Ufer des Woldsees – Rohrbombe? *Freiwillige Feuerwehr Elmendorf* [online]. 2010 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.feuerwehr-elmendorf.de/j3/index.php/2014-11-17-11-12-21/archiv-fuer-2010/58-keine-strahlung-gemessen>.
- [5] Über uns. *Freiwillige Feuerwehr der Stadt Schwaz* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.ff-schwaz.at/ueber-uns/>.
- [6] Freiwillige Feuerwehr Bamberg e. V. Sondereinheit »Strahlenschutz« der FF Bamberg - Angewandter Strahlenschutz. *feuerwehr-bamberg* [online]. 2011 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: https://www.feuerwehr-bamberg.de/ausbildung/se-s/se-s_einfuehrung_3fol_neu.pdf.
- [7] Finanzierung. *Freiwillige Feuerwehrrn* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://feuerwehr.vgdaun.de/wp/kosten/finanzierung/>.
- [8] Jadrové zariadenie. *Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky* [online]. 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.ujd.gov.sk/ujd/www1.nsf/ID/Sk-03>.
- [9] Oblasti ohrozenia JZ v SR. *Úrad jadrového provozu Slovenskej republiky* [online]. 2016 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: [https://www.ujd.gov.sk/ujd/www1.nsf/\\$All/CB831DFEEDA488CBC1257B200049CC93](https://www.ujd.gov.sk/ujd/www1.nsf/$All/CB831DFEEDA488CBC1257B200049CC93).
- [10] DUBNÍČKOVÁ, Martina. Radiačná ochrana v Slovenskej republike - história, súčasnosť a monitorovanie radiačnej situácie [online]. Banská Štiavnica, 2018 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/50/044/50044625.pdf.
- [11] Zákon č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ze dne 13. března 2018.
- [12] CABÁNEKOVÁ, Helena. Radiačná monitorovacia sieť Slovenskej republiky [online]. Banská Štiavnica, 2008 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21113130>.
- [13] CHROMEK, Ivan a Eva MRAČKOVÁ. Postavenie a úlohy dobrovoľných hasičských jednotiek v integrovanom záchrannom systéme. *SPEKTRUM* [online] Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018 [cit. 2020-05-21]. ISSN 1804-1639 Dostupné z: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/Spektrum/Spektrum_2018_1.pdf.
- [14] Postavenie a pôsobnosť DHZO v integrovanom záchrannom systéme a spolupráca s jednotkami HaZZ. *Mesto Trebišov* [online]. 2018 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.trebisov.sk/hasicsky-a-zachranny-zbor/21801>.
- [15] Máme se připravit na další Černobyl? *investiční web* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.investicniweb.cz/pripravte-se-na-novy-cernobyl-na-ukrajine/>.

- [16] Ukraine: National report on compliance of Ukraine with obligations under the convention on nuclear safety [online]. Kyiv: State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine, 2016 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://www-ns.iaea.org/downloads/ni/safety_convention/7th-review-meeting/ukraine_nr-7th-rm.pdf.
- [17] Radiation monitoring system. *Main center of the special monitoring* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://gcsk.gov.ua/en/radiation-monitoring-system.html>.
- [18] Radiation environment online. *Чернобыль Тур* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://www.chernobyl-tour.com/radiation_counter_online_en.html?fbclid=IwAR0atRHKSabeEGgO0OtYjZMeI2I2tguEMLGsgwAJESHpz4wiTXxiyIDqTjc.
- [19] Emergency response system in Ukraine and the Ministry of emergency situations of emergency situations of Ukraine Tasks. *Ministry of Emergency Situations of Ukraine* [online]. 2011 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/teia/doc/Moldova_13-14_Dec_2011/16_Synkov_Ukraine_eng.pdf.
- [20] Jakub Morávek opět představuje světové hasiče, zaměřil na Ukrajinu. *pozary.cz* [online]. 2014 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/89400-jakub-moravek-opet-predstavuje-svetove-hasice-zamiril-na-ukrajinu/>.
- [21] Cvičení hasičů sledovala delegace z Ukrajiny. *Žďárský deník.cz* [online]. 2015 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://zdarsky.denik.cz/zpravy_region/cviceni-hasicu-sledovala-delegace-z-ukrajiny-20150911.html.
- [22] Війська радіаційного, хімічного та біологічного захисту. *Вікіпедія* [online]. 2019 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%.
- [23] International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Руководство на случай ядерной аварии и радиационной аварийной ситуации [online]. *Женева*, 2015 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: https://www.preventionweb.net/files/48057_cbrnrusfinal.pdf.
- [24] Rozdíl mezi havarijním plánováním a havarijním plánem. *Havarijníplany.cz Portál o havarijních a povodňových plánech* [online]. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <http://www.havarijníplany.cz/clanek/havarijni-planovani-a-havarijni-plany>.
- [25] Havarijní plánování. Typy havarijních plánů. *Hasičský záchranný sbor České republiky*. [online]. 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-havarijni-planovani-havarijni-planovani.aspx>.
- [26] Havarijní plánování. Struktura a obsah havarijních plánů. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-havarijni-planovani-havarijni-planovani.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>.
- [27] Vzdálenost Dukovany Brno. *Vzdalenosti mest Himmera.com* [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: http://cz.vzdalenosti-mesty.himmera.com/silnicnich_vzdalenosti-dukovany-brno-cestovni_mapa_km-42854.html.
- [28] Vzdálenost Dukovany Třebíč. *Vzdalenosti mest Himmera.com* [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: http://cz.vzdalenosti-mesty.himmera.com/silnicnich_vzdalenosti-dukovany-trebic-cestovni_mapa_km-23519.html.

- [29] Jaderná elektrárna Dukovany [mapy]. *Google Maps* [online]. 2020 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/place/Jadern%C3%A1+elektr%C3%A1rna+Dukovany/@49.1010449,16.1733848,11z/data=!4m5!3m4!1s0x4712a782b94a8bdd:0xe7b03895595a5567!8m2!3d49.0850898!4d16.1500925?hl=cs-CZ>.
- [30] Cvičení ZÓNA 2019. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2019 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/cviceni-zona-2019.aspx>.
- [31] Vnější havarijní plány. *Kraj Vysočina Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2019 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plany-vnejsi-havarijni-plany.aspx>.
- [32] Vyhláška Ministerstva vnitra 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ze dne 5. září 2001.
- [33] SKALSKÁ, Květoslava, Zdeněk HANUŠKA a Milan DUBSKÝ. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana: modul I*. Praha: Ministerstvo vnitra - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-59-4.
- [34] Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ze dne 28. června 2000.
- [35] ZAORALOVÁ, Nicole. Ničivé povodně 10 let poté. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2012 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nicive-povodne-10-let-pote.aspx>.
- [36] FIALA, Miloš a Josef VILÁŠEK. *Vybrané kapitoly z ochrany obyvatelstva*. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1856-2.
- [37] Zákon České národní rady č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ze dne 17. prosince 1985.
- [38] Radiation Exposure. *MedlinePlus, Trusted Health Information for You*. [online] 2017 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://medlineplus.gov/radiationexposure.html>.
- [39] World health organization, International agency for research on cancer. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: volume 75 ionizing radiation, part 1: X-and gamma (γ)-radiation, and neutrons* [online]. Lyon, France: IARCPress and World Health Organization Distribution and Sales, 1999 [cit. 2020-05-13]. ISBN 92 832 1275 4. ISSN 1017-1606. Dostupné z: <https://publications.iarc.fr/93>.
- [40] Ionizing radiation, health effects and protective measures. *World Health Organization* [online]. 2016 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>.
- [41] Internal and External Exposure. *Ministry of Environment, Government of Japan* [online] 2018 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.env.go.jp/en/chemi/rhm/basic-info/1st/pdf/basic-1st-02.pdf>.
- [42] Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně, ze dne 13. června 2002.
- [43] Biologické účinky ionizujícího záření. *Státní ústav radiační ochrany*. [online]. [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/biologicke-ucinky-ionizujiciho-zareni>.
- [44] Státní úřad pro jadernou bezpečnost. *Lidé a ionizující záření*. Presentace. Školení JSDH.
- [45] *Ionizující záření, účinky a zdroje: United Nations Environment Programme* [online]. Program OSN pro ochranu životního prostředí, 2016 [cit. 2020-05-16]. ISBN 978-92-807-3600-7. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf.

- [46] Základní informace pro případ radiační havárie JE Dukovany 2020–2021 [online]. 2020 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/file/2712/>.
- [47] Monitorování radiační situace. *SÚJB Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. 2019. [cit. 20. březen 2020]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/monitorovani-radiacni-situace/>.
- [48] Radiační ochrana pro vybrané pracovníky, pro účastníky kurzů π. *Skupina ČEZ* [online]. 2019 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/skoldohprac/zoz_ro.pdf.
- [49] Ochrana pracovníka před ionizujícím zářením. *pevi* [online]. 2011 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.pevi.cz/cz/zajimavosti-z-oboru/ochrana-pracovnika-pred-ionizujicim-zarenim>.
- [50] HELLER, Jakub. Protiatomové kryty by ochránily jen asi milion Čechů. Navíc pouze teoreticky. *idnes.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/ukryty-protiatomove-cesko-bezpecnost-civilni-ochrana.A180409_142810_domaci_hell.
- [51] Rady pro občany - radiační havárie. *krizport* [online]. 2018 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/navody/radiacni-balicek#a3>.
- [52] *Bojový řád jednotek požární ochrany-taktické postupy zásahu: Nebezpečí ionizujícího záření*. Metodický list číslo 4 N. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2016.
- [53] Prostředky individuální ochrany. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2013 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/prostredky-individualni-ochrany-nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09NA%3D%3D>.
- [54] Radiation Suit. *safeopedia* [online]. 2019 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.safeopedia.com/definition/1113/radiation-suit-radioactive-material>.
- [55] "Hazmat". *Merriam-Webster* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/hazmat>.
- [56] Nuclear & Radiation Demron CBRN Radiation Suit. *Amazon* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Nuclear-Radiation-Demron-CBRN-Suit/dp/B07DBW72N1?th=1&psc=1>.
- [57] How do hazmat suits protect from radiation? *reddit* [online]. 2013 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: https://www.reddit.com/r/askscience/comments/1d9axm/how_do_hazmat_suits_protect_from_radiation/.
- [58] Radiation Suit - Do You Need a Hazmat Suit for Radiation? *PKSAFETY the worker safety specialists* [online]. 2018 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://pksafety.com/blog/gearing-up-do-you-need-a-radiation-protection-and-a-hazmat-suit>.
- [59] KROUPA, Miroslav. *Prostředky individuální ochrany*. Praha: Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR, 2003. ISBN 80-86640-11-6.
- [60] *Vaše cesty k bezpečí aneb chytré blondýnky radí...: informačně vzdělávací projekt*. Brno: Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, 2017.
- [61] Decontaminate using the Rinse-Wipe-Rinse Technique. *World Health Organization* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://www.who.int/docs/default-source/documents/decontamination-steps-en.pdf?sfvrsn=1ab2213d_1.
- [62] MonRaS Monitorování radiační situace. *SÚJB Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. 2020 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/aplikace/monras/?lng=cs_CZ.

- [63] Radiation Quantities and Units. *automess, Automation und Messtechnik GmbH* [online]. 2011 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: https://www.automess.de/Messgroessen_E.htm.
- [64] Role JSDH obcí v ZHP JE Dukovany při plnění úkolů ochrany obyvatelstva v případě radiální havárie: Školení JSDH. Brno: Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, 2017.
- [65] Dosimeters. *Dosimetry Service* [online]. Cern [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://dosimetry.web.cern.ch/en/dosimeter>.
- [66] CONNOR, Nick. What is Personal Dosimeter – Definition. *radiation-dosimetry.org* [online]. 2019 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.radiation-dosimetry.org/what-is-personal-dosimeter-definition/>.
- [67] ZÁZNAMNÍK INTENZIMETRU DC-3A-72. Brno: Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje.
- [68] ZÁZNAMNÍK INTENZIMETRU DC-3B-72. Brno: Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje.
- [69] METODICKÝ LIST INTENZIMETRU DC-3A-72. Brno: Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje.
- [70] *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky*. Částka 21/2013. Praha, 2013.
- [71] Zákon č. 505/1990 Sb. o metrologii, ze dne 16. listopadu 1990.
- [72] Působnost a úkoly SOZ HZS ČR. *Skladovací a opravárenské zařízení, Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pusobnost-a-ukoly-soz-hzs-cr.aspx>.
- [73] *Prodloužení smluv o bezplatném užívání intenzimetrů*. Č. j. MV- 40112-3/PO-IZS-2018. Praha: Ministerstvo vnitra - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018.
- [74] Zjištěno na základě konzultace s kpt. Mgr. Pavlem Kukletou, HZS Jihomoravského kraje.
- [75] *Interní sdělení. Č.j.MV-50741-3/PO-OVL-2018*. Praha: Ministerstvo vnitra - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2018.
- [76] A Brief History of Nuclear Accidents Worldwide. *Union of Concerned Scientists* [online]. 2013 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.ucsusa.org/resources/brief-history-nuclear-accidents-worldwide>.
- [77] COHEN, Jennie. History's Worst Nuclear Disasters. *History* [online]. 2011 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.history.com/news/historys-worst-nuclear-disasters>.
- [78] FUKUDA, Yasue a Koji FUKUDA. Fukushima nuclear power plant accident: issues on radiation monitoring and its relation to public health. *J. Epidemiol Community Health* [online]. BMJ Publishing Group Limited, 2012 (66, 12), 1083-1084 [cit. 2020-05-25]. DOI: 10.1136/jech-2011-200883. Dostupné z: <https://jech.bmj.com/content/66/12/1083.long>
- [79] MORINO, Yu, Toshimasa OHARA, Mirai WATANABE, Seiji HAYASHI a Masa NISHIZAWA. Episode Analysis of Deposition of Radiocesium from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. *Environmental Science & Technology* [online]. ACS Publications, 2013 (47, 5), 2314-2322 [cit. 2020-05-25]. DOI: 10.1021/es304620x. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/action/doSearch?AllField=Episode+Analysis+of+Deposition+of+Radiocesium+from+the+Fukushima+Daiichi+Nuclear+Power+Plant+Accident>
- [80] HULQUIST, Carolynne a Guido CERVONE. Citizen monitoring during hazards: validation of Fukushima radiation measurements. *Springer Link* [online]. 2017 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-017-9767-x>.
- [81] Devices. *Safecast* [online]. 2020 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://safecast.org/devices/>.

- [82] Safecast bGeigie Nano - Mobile Radiation Monitoring Device. *KitHub* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://shop.kithub.cc/products/safecast-bgeigie-nano> .
- [83] Převod amerických dolarů na české koruny. *Valuta FX online převodník měn* [online]. 2020 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://cs.valutafx.com/USD-CZK.htm>.
- [84] Detektor SAFECAST bGeigie Nano - technické parametry. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. 2020 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/faq/detektor-safecast-bgeigie-nano-technicke-parametry> .
- [85] Safecast/bGeigieNanoKit - Parts List. *github* [online]. 2020 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: <https://github.com/Safecast/bGeigieNanoKit/wiki/Parts-List>.
- [86] About Calibration and the bGeigie Nano. *Safecast* [online]. 2020 [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://safecast.org/faq/about-calibration-and-the-bgeigie-nano/>.
- [87] Safecast home. *Safecast* [online]. 2020 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://safecast.org/>.
- [88] Detektor záření SAFECAST a jeho využití pro veřejnost. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/safecast> .
- [89] HELEBRANT, Jan. Komunitní projekt SAFECAST - otevřený přístup a zapojení veřejnosti do měření radioaktivity. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. 2017 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: https://inspirujmese.cz/wp-content/uploads/2019/08/2017_iv_4_janhelebrant_komunitniprojektsafecast.pdf.
- [90] Radiační měřící síť pro instituce a školy k zajištění včasné informovanosti a zvýšení bezpečnosti občanů měst a obcí (RAMESIS). *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. 2019 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/vyzkum/clanek/radiacni-merici-sit-pro-instituce-a-skoly-k-zajisteni-vcasne-informovanosti-a-zvyseni-bezpecnosti-obcanu-mest-a-obci-ramesis.aspx>.
- [91] Stacionární měření - fixní staničky RAMESIS. *RAMESIS Wiki* [online]. 2019 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: https://www.suro.cz/aplikace/ramesis-wiki/index.php/Stacion%C3%A1rn%C3%AD_m%C4%9B%C5%99en%C3%AD_-_fixn%C3%AD_stani%C4%8Dky_RAMESIS.
- [92] Identifikace nebezpečí a hodnocení rizik - metody. *BOZP info.cz* [online]. 2010 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/identifikace-nebezpeci-hodnoceni-rizik-metody>.
- [93] FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *Management mania* [online]. [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/failure-mode-and-effect-analysis> .
- [94] ČSN EN 60812 (010675) Techniky analýzy bezporuchovosti systémů - Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA). Český normalizační institut. Praha, 2007.
- [95] Brainstorming. *MindTools* [online]. 2016 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.mindtools.com/brainstm.html> .
- [96] Citáty. *Citáty slavných osobností* [online]. [cit. 2020-01-23]. Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/9320-alexander-pope-chybovati-jest-lidske-odpousteti-bozske/>.
- [97] Zjištěno na základě komunikace s Tomášem Formanem, NUVIA a.s.
- [98] Nařízení vlády č. 108/1994 Sb. kterým se provádí zákoník práce a některé další zákony, ze dne 11. května 1994.

- [99] XB2B-WFPT-001 - Modul, Xbee 2,4Ghz WiFi, DPS Anténa. *Farnell an avnet company* [online]. 2020 [cit. 2020-05-30]. Dostupné z: https://cz.farnell.com/digi-international/xb2b-wfpt-001/mod-xbee-2-4ghz-wifi-pcb-antenna/dp/2343882?gclid=Cj0KCCQjwn7j2BRDrARIsAHJkxmyQL4FmfqaEzS3xXupQp5zUWN9WQi8OxapVbP9J0_4Q-8yzXHI7ydEaAivUEALw_wcB&gross_price=true&mckv=sZ2tAe9uP_dc|pcrid|435969431219|pl.
- [100] Zjištěno na základě emailové komunikace se společností For3Dtisk.
- [101] Zaměstnat jednoho Dána nebo čtyři Čechy? *finance.cz* [online]. 2017 [cit. 2020-05-30]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/490830-hodinova-cena-prace/>.
- [102] Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ze dne 28. června 2000.
- [103] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ze dne 28. června 2000.
- [104] ZEMAN, Petr, ed. *Česká bezpečnostní terminologie: výklad základních pojmů*. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2003. ISBN 80-210-3037-2.
- [105] Hrozba. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. 2019 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/hrozba.aspx>.
- [106] RAIS, Karel a Radek DOSKOČIL. *Risk management: studijní text pro kombinovanou formu studia*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-214-3510-0.
- [107] Zákon č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií), ze dne 12. srpna 2015.
- [108] Je rozdíl mezi radioaktivitou a radiací. *Odpovědi.cz* [online]. 2016 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.odpovedi.cz/otazky/je-rozdil-mezi-radiaci-a-radioaktivitou>.
- [109] Sievert, becquerel, rentgen....Jak měříme radioaktivitu. *AtomInfo.cz Aktuálně o jádru* [online]. 2012 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>.
- [110] It's a Question of Physics: What is meant by half-life? *The Atomic Age* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://atomic.lindahall.org/what-is-meant-by-half-life.html>.
- [111] Kupní smlouva č.j.: HSJI-599-4/E-2017 mezi Hasičským záchranným sborem Kraje Vysočina a Petrem Šimečkem o nákupu osobních elektronických dozimetrů SOR/R 022 [online]. 2017 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://smlouvy.gov.cz/smlouva/1378466>.
- [112] SUNIT IV FK - havarijní oděv pro hasiče a záchranáře. *vyzbrojna.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.vyzbrojna.cz/cz/3131/217/sunit-iv-fk-havarijni-odev-pro-hasice-a-zachranare.html>.
- [113] Masky CM-6 s náhlavním křížem. *vyzbrojna.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.vyzbrojna.cz/cz/2504/3706/maska-cm-6-s-nahlavnim-krizem.html>.
- [114] Pláštěnka IRWELL PVC - dlouhá s kapucí. *Osobní ochranné prostředky pícha* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.oopp.cz/plastenska-irwell-pvc-dlouha-s-kapuci-4299.html>.
- [115] Pracovní obuv holinka GINOCCHIO. *takos.cz OOPP* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.takos.cz/obuv-holinka-ginocchio-pvc-vysoka-cerna-velikost-42-12306.html>.

- [116] Spontex Rukavice ECONOMIC. *bibík* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.bibik.cz/myci-prostredky/spontex-rukavice-economic-1-par-ruzova-25026>.
- [117] Textilní samolepící páska DUCT TAPE. *vzduchotechnikaventilace.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.vzduchotechnika-ventilace.cz/44-textilni-samolepici-paska-duct-tape-48mm-x-10m.html?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_1wUPWWybWkvLlI0Bg5oGikRSNvSvXtO6RTxlnoFI7tw7IF-QmCUaAjwQEALw_wcB.
- [118] Masky M-10. *Armatex s.r.o.* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://armatex.cz/cs/protichemicka-vystroj/masky-obleky/m-10-m-masky/>.
- [119] Kalhoty do deště Classic. *obchod nisa* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.obchodnisa.cz/portwest-rain-trousers?utm_source=google_nakupy&utm_medium=AZ&p2=5&p25=343&gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_1N54diOPf0uVm7_Nys8_bc5Lyxxo4D7AXwK6n8PGGnifxIalHL0pcaAoJNEALw_wcB.
- [120] Desinfekční rohož. *Kaiser+Kraft* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.kaiserkraft.cz/podlahove-krytiny/prumyslove-rohoze/dezinfekcni-rohoz/d-x-s-810-x-610-mm/p/M1082139/?articleNumber=124035&utm_content=Floor-coverings%3EIndustrial-matting&utm_term=124035&customerType=B2C&PC=1GOS&mkwid=srk548up4-dc_pcrd_3024028.
- [121] Dekontaminační tekuté mýdlo s alkoholy 5l. *drogerie zde* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.drogeriezde.cz/Domacnost/Uklid-acisteni/Dezinfekce/Dekontaminacni-tekute-mydlo-s-alkoholy-5l?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_1pdp2dPkSJUJtRbZ8gJhwNzpjDlVMOlvW-uOLx72jmgHN2x2LHrjsaAurPEALw_wcB.
- [122] FLOREA Dekontaminační tekuté mýdlo s antibakteriální přísadou 5L. *drogeriedomu.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.drogerie-domu.cz/pece-o-telo/florea-dekontaminacni-tekute-mydlo-s-antibakterialni-prisadou-5l?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_3NLEbX-fikw03AJVaKVHAZ0mdyncyGAEgJXRglqvAOTzgwGKKA4aAu7JEALw_wcB.
- [123] Borová voda oční 50ml. *dikos* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.dikos-kosmetika.cz/pomucky-k-praci/ostatni/borova-voda-ocni-50ml.html>.
- [124] Pytel na pneu i do popelnice. *obaly Slama s.r.o.* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://eshop.obalyslama.cz/zbozi/id-625_Pytle_do_popelnice_100x120cm_extra_velky_240_lt_80_modre?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_2zJoEmCtOSSA7H5JIIJajgnTy-5vNQO3Muu0p5iRSJmLTQuD9FLRcaAqehEALw_wcB.
- [125] Parade P71 Tričko unisex. *textil Adler* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.nakuptextil.cz/panska-unisex-tricka-adler/parade-p71-tricko-unisex/?variantId=15876&gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_0eRRE-wzWpGaxa2agSc36pElpDPO8vqh5bjlimswWGGJ55dN4w2j0aAsEGEALw_wcB.
- [126] Klasické pánské trenky Foltyn šedé s kostičkou. *trenýrkarna.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.trenyrkarna.cz/panske-trenky/111562-klasicke-panske-trenky-foltyn-sede-s-kostickou-8510001115624.html?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_3-Lm49nu_I3QdmVtsg5JhHPDmdKhY_W-9_dd_ua9sZIOUAI0u8YOlaAgd_EALw_wcB#/23-velikost-s.

- [127] Pánské ponožky (10 párů). *proložnici.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.proložnici.cz/pyzama-a-spodni-pradlo/ponozky/panske-ponozky-10-paru-ruzne-barvy.html?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_146RhLxGTvjHJ7r3cCwhKyYG09wr37Qy-99L0jI2KxmLBd-jWq_usaAg-aEALw_wcB.
- [128] Baterie GP SuperAlkaline 9VA. *softcom*. [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.softcom.cz/eshop/baterie-gp-superalkaline-9va-9v-1ks_d24132.html.
- [129] MRE - Meal Ready-to-Eat, Individual. *army-shop.cz*. [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: https://www.army-shop.cz/produkty/jidelni-potreby/potraviny/mre---meal-ready-to-eat-individual/1102.html?v=1941&gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_1AIzOxaJzuawAszWquqNfSCU_V21Aoe9MwwCOOhAJv1PIbKYLgLMQaAj4EALw_wcB.
- [130] Dobrá voda neperlivá 18 l. *cws cafe water service* [online]. 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://cwshop.cz/pitna-pramenita-voda/159-dobra-voda-neperлива-18l-nevratny-barel-pet.html>.
- [131] Safecast Tile Map. *Safecast* [online]. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://map.safecast.org/?y=49.055&x=16.187&z=11&l=0&m=0>.
- [132] Mapa Česka. *www.mapa-ceska.cz* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.mapaceska.cz/gEflBrnmF/aU9FSI5RMK/share?fbclid=IwAR298BoFszvmMqus3YzTja8nyaAUAF0uiCK0xEJrKopnt0qbXa7K3LME790>.

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Kategorie jednotek požární ochrany [36].....	24
Tab. č. 2 – Druhy a počty intenzimetrů převedených do příslušných obcí JSDH [70].....	39
Tab. č. 3 – Symbolika vývojového diagramu [vlastní]	57
Tab. č. 4 – What-if – Příprava na mimořádnou událost [vlastní].....	61
Tab. č. 5 – What-if – Vznik mimořádné události [vlastní]	62
Tab. č. 6 – Doplnující informace k diagramu [vlastní]	66
Tab. č. 7 – Výběr kritických situací – příprava na mimořádnou událost [vlastní]	66
Tab. č. 8 – Výběr kritických situací – vznik mimořádné události [vlastní].....	67
Tab. č. 9 – Stanovení intervalu dopadů (D) [vlastní]	67
Tab. č. 10 – Stanovení intervalu pravděpodobnosti (P) [vlastní].....	68
Tab. č. 11 – Stanovení intervalu možnosti odhalení (O) [vlastní].....	68
Tab. č. 12 – Rizikové prioritní číslo (RPN) [vlastní].....	69
Tab. č. 14 – Nově navržená opatření na přípravu na MřU [vlastní]	71
Tab. č. 15 – Nově navržená opatření pro vznik mimořádné události [vlastní]	72
Tab. č. 15 – Ekonomická náročnost monitorování pomocí bGeigie Nano [vlastní]	76
Tab. č. 16 – Ekonomická náročnost monitorování pomocí staničky RAMESIS [vlastní]	76
Tab. č. 17 – Porovnání výhod stávajícího řešení a nově navrhovaného [vlastní].....	78
Tab. č. 18 – Porovnání nevýhod stávajícího řešení a nově navrhovaného [vlastní].....	78

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Druhy jednotek vyplňující dotazníky [vlastní].....	48
Graf č. 2 – Vyhodnocení odpovědí na pochopitelné školení [vlastní]	49
Graf č. 3 – Jednotlivé odpovědi na počet členů schopných obsluhovat intenzimetr [vlastní]	50
Graf č. 4 – Souvislost počtu osob schopných ovládat intenzimetr s počtem členů v JPO [vlastní]	51
Graf č. 5 – Poměr odpovědí na ochotu měřit radiaci i při radiační havárii [vlastní]	52
Graf č. 6 – Počet správných odpovědí na postup při naměření vysokých hodnot [vlastní]	53
Graf č. 7 – Dostatek prostředků pro ukrytí v místě měření [vlastní].....	54
Graf č. 8 – Stanovený systém střídání obsluhy [vlastní]	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Umístění jaderné elektrárny Dukovany [29].....	21
Obr. č. 2 – Schéma zóny havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany [31]	22
Obr. č. 3 – Možné zdroje ionizujícího záření přijímaných člověkem [44]	27
Obr. č. 4 – Průnik záření různými druhy materiálů [46].....	27
Obr. č. 5 – Umělé radionuklidy vyskytující se v současné době na území České republiky [47].....	28
Obr. č. 6 – Měřicí jednotka sítě včasného měření [47].....	31
Obr. č. 7 – Síť včasného zjištění ČR [62]	32
Obr. č. 8 – Teledozimetrické systémy bezprostředně kolem JEDU [62].....	32
Obr. č. 9 – Měřicí místo integrálního dozimetru [47]	33
Obr. č. 10 – Integrální měření v oblasti zóny havarijního plánování [62]	33
Obr. č. 11 – Stupnice intenzimetru [44]	35
Obr. č. 12 – Pohyb rysky na přístroji při průchodu kontaminovaného oblaku [44]	35
Obr. č. 13 – Stav monitorování oblasti JEDU v rámci projektu Safecast k 23. 5. 2020 [112].....	42
Obr. č. 14 – Grafické znázornění původu JSDH odpovídající na dotazníky [113]	48
Obr. č. 15 – Diagram 1 příprava na mimořádnou událost [vlastní].....	58
Obr. č. 16 – Diagram 2 vznik mimořádné události [vlastní]	59
Obr. č. 17 – Diagram výběru kritických prvků [94].....	65

SEZNAM ZKRATEK

JSDH.....	Jednotka sboru dobrovolných hasičů
SÚJB	Státní úřad jaderné bezpečnosti
MřU	Mimořádná událost
IZS.....	Integrovaný záchranný systém
SR.....	Slovenská republika
JEDU.....	Jaderná elektrárna Dukovany
HZS.....	Hasičský záchranný sbor
ORP	Obec s rozšířenou působností
ZHV	Zóna havarijního plánování
JPO	Jednotka požární ochrany
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
SVZ	Síť včasného zjištění
KOPIS.....	Krajské operační a informační středisko
SOZ HZS ČR.....	Skladovací a opravárenské zařízení Hasičského záchranného sboru České republiky

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1:	Definice použitých základních pojmů z oblasti rizik
Příloha č. 2:	Definice použitých základních pojmů z oblasti ionizujícího záření
Příloha č. 3:	Rozložení JSDH vlastních intenzimetry v ZHP v Jihomoravském kraji [74]
Příloha č. 4:	Převodní tabulky jednotek veličin expoziční a dávkový příkon [67]
Příloha č. 5:	Dotazník pro účastníky školení obsluhy intenzimetrů v ZHP JEDU
Příloha č. 6:	Analýza FMEA – Příprava na mimořádnou událost
Příloha č. 7:	Analýza FMEA – Vznik mimořádné události
Příloha č. 8:	Ekonomické zhodnocení zapojování JSDH do monitorování radiační situace

PŘÍLOHY

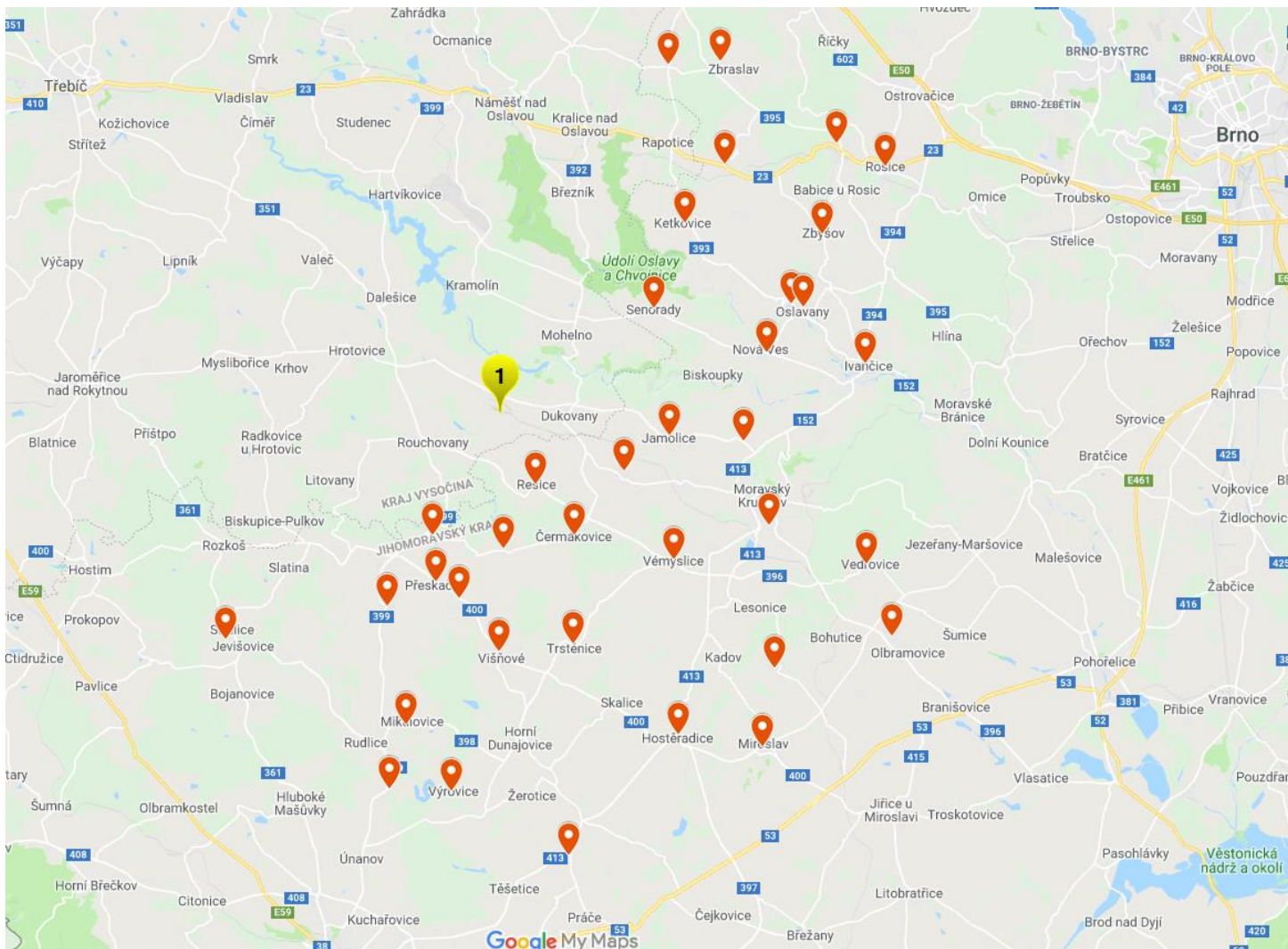
Příloha č. 1: Definice použitých základních pojmů z oblasti rizik

Název	Význam
Mimořádná událost	Mimořádná událost je taková událost, kdy působí škodlivě jevy vyvolané člověkem, přírodou, či havárií. Tyto jevy pak ohrožují životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí a je třeba provedení záchranných prací k vyřešení nastalé situace a likvidačních prací k odstranění jejich následků [102].
Krizová situace	To je už taková mimořádná událost, která vyžaduje vyhlášení jednoho z krizových stavů (stav nebezpečí, nouzový stav či stav ohrožení státu). Je vyhlášována převážně při narušení kritické infrastruktury, anebo při nebezpečí velkého rozsahu [103].
Kritická infrastruktura	Pokud by byl narušen prvek či prvky takovéto infrastruktury, mohlo by to mít závažný dopad na bezpečnost státu. Kritická infrastruktura je důležitá pro zabezpečení základních životních potřeb občanů, zdraví, ale i ekonomiky státu. Jedná se většinou o stavbu, prostředek či veřejné zařízení, které spadá do kategorie kritické podle určitých kritérií státu. Jestliže by narušení této infrastruktury mělo vliv i na okolní státy, jedná se o evropskou kritickou infrastrukturu. Podle důležitosti prvku je poté nutné vybrat vhodná opatření k jeho zabezpečení [103].
Bezpečnost	Bezpečnost obecně znamená, že jsou na nejnižší možnou míru eliminovány hrozby pro určitý objekt zájmu. Tento objekt se tak musí vybavit proti všem možným hrozbám a snažit se všem hrozbám vyvarovat a pokračovat ve zdokonalování opatření, aby se dalo říct, že je objekt bezpečný. Pro různá odvětví se různí i hrozby, proto definice bezpečnosti není vždy konstantní, avšak v konečném důsledku se vždy jedná o eliminaci hrozeb pro zájmový objekt [104].
Hrozba	Jedná se o určitý fenomén, který může působit na konkrétní hodnotu s úmyslem poškodit ji. Může tak způsobit škodu, velikost hrozby je tak přímo úměrná hodnotě aktiva. V případě časového ohraničení se pak dá vyjádřit hodnotou rizika [105]. Příčina hrozby může být biotického anebo abiotického charakteru.
Nebezpečí	Neodborné synonymum termínu hrozba. Používán spíše pro technické obory a materiální aktiva [104].
Riziko	Pojem riziko může mít mnoho výkladů a v různých oblastech, kde se vyskytuje, má různý význam. Obecně se jedná o určitou pravděpodobnost odchýlení se od očekávaného vývoje událostí, o možnost vzniku ztráty, ale převážně v ekonomice i vzniku zisku. Ale vždy se jedná o určitou pravděpodobnost s nějakým dopadem na chráněná aktiva [106]. V oblasti bezpečnosti se pak riziko definuje jako pravděpodobnost, že nějaká hrozba způsobí škodu na chráněné hodnoty či aktiva. Riziko se na rozdíl od hrozby dá kvantifikovat či kvalifikovat, takže mu je přiřazena hodnota snesitelnosti. Hrozeb se obáváme, ale rizika se podstupují [104].
Havárie	Havárie bývá událost probíhající po určitou dobu na určitém místě, vzniklá neočekávaně a částečně či zcela neovladatelná. Zejména se jedná o úniky jedné nebo více nebezpečných látek, požáry, výbuchy v určitém objektu. Havárie má za následek ohrožení zdraví a životů lidí či zvířat, poškození životního prostředí nebo majetku [107].

Příloha č. 2: Definice použitých základních pojmů z oblasti ionizujícího záření

Název	Význam
Radioaktivita	Jedná se o přirozenou schopnost určitých látek se samovolně přeměňovat, respektive se rozpadat, přičemž uvolňují neviditelné ionizující záření. Toto záření může pronikat hmotou, dle druhu záření. Může tedy pronikat i lidským organismem [46].
Radiace	Obecné pojmenování záření. Nemusí být nebezpečná. Radiace je projevem radioaktivity [108].
Aktivita	U nebezpečných látek je jejich důležitou vlastností jejich hmotnost. Na rozdíl od nebezpečných látek a jejich hmotnosti se radionuklidy měří v aktivitě, která označuje intenzitu radioaktivity. Jedná se o počet jaderných transformací, ke kterým dochází za jednotku času. Jednotka je becquerel [Bq] [39].
Dávka	Udává charakteristiku záření a jeho účinku. Účinek ionizujícího záření na organismus je odvozen od přijaté dávky záření. Dávka je poměr energie předané ionizujícím zářením na jednotku hmotnosti [46]. Jedná se tedy o absorbovanou energii na jednotku hmotnosti [39]. Jednotkou dávky je Gray [Gy], který odpovídá J/kg [46]. Někdy je také označovaná jako absorbovaná dávka [39].
Dávkový příkon	Udává přírůstek dávky v časovém úseku. Jednotkou je [Gy/s] [109].
Ekvivalentní dávka	Ekvivalentní dávka více zohledňuje vliv záření dle druhu záření na živý organismus. Dávka je vynásobena jakostním činitelem Q (pro gama záření Q=1, alfa Q=20, neutronové Q=10). Jednotkou je sievert [Sv]. Pro gama záření tak platí, že 1 Sv=1 Gy [109].
Ekvivalentní dávkový příkon	Udává přírůstek ekvivalentní dávky v časovém úseku. Jednotkou je [Sv/s] [109].
Radiační havárie	Jedná se o událost, při které mohou být překročeny limity ozáření. Vyžaduje tak zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo, která by zabránila překročení limitů nebo zhoršování situace z pohledu zajištění radiační ochrany [46].
Radioaktivní rozpad	Udává, jak rychle budou ubývat radioaktivní látky v prostředí. Pro tyto účely se stanovuje poločas rozpadu. Poločas rozpadu udává dobu, za kterou se přemění právě polovina původní hodnoty. Po uplynutí této doby podruhé se přemění znovu polovina, ale už pouze z poloviny, která zůstala z předchozí přeměny. Toto je důvod, proč radioaktivní látky zůstávají v prostředí po velmi dlouhou dobu [110].

Příloha č. 3: Rozložení JSDH vlastních intenzimetry v ZHP v Jihomoravském kraji [74]



Pozn. Žlutý ukazatel s číslem 1 zobrazuje JEDU

Příloha č. 4: Převodní tabulky jednotek veličin expoziční a dávkový příkon [67]

Hodnota expozičního příkonu pro (mR/h)	Dávkový příkon (mikroGy/h)	Dávkový příkon (mGy/h)	Příkon ekvivalentní dávky (microSv/h)	Příkon ekvivalentní dávky (mSv/h)
0.1	1		1	
1	10		10	
10	100	0,1	100	0,1
100	1000	1	1000	1
200	2000	2	2000	2

Hodnota expozičního příkonu pro (R/h)	Dávkový příkon (mGy/h)	Dávkový příkon (Gy/h)	Příkon ekvivalentní dávky (mSv/h)	Příkon ekvivalentní dávky (Sv/h)
0.1	1		1	
1	10		10	
10	100	0,1	100	0,1
100	1000	1	1000	1
200	2000	2	2000	2

Příloha č. 5: Dotazník pro účastníky školení obsluhy intenzimetrů v ZHP JEDU

Dotazník pro účastníky školení obsluhy Intenzimetrů v ZHP JEDU

- 1 Do jaké kategorie jednotek požární ochrany Vaše jednotka spadá a kolik má členů?.....
- 2 Jste na školení poprvé?.....ANO/NE
- 3 Jestliže jste poprvé, bylo pro vás pochopitelné? Víte, co je vaším úkolem, co máte dělat?.....ANO/NE
*Pokud nebylo pochopitelné, tak v čem?.....
.....
- 4 Jestliže nejste poprvé, liší se školení od předchozích? Popište jak.....
.....
- 5 Myslíte, že byste byl/a schopný(a) obsluhovat intenzimetr i bez absolvovaného školení?.....ANO/NE
- 6 Předáváte informace, které jste získali na školení, i ostatním členům jednotky? Pokud ano, jakým způsobem?.....ANO/NE
.....
- 7 Kolik osob ve vaší jednotce je schopno obsluhovat intenzimetr?.....
- 8 Je intenzimetr uložen pořád na stejném místě, kde o něm všichni v jednotce vědí?....ANO/NE
*Kde?Mají k němu všichni přístup?.....
- 9 Je zde uložen společně s návodem a metodikou k používání?.....ANO/NE
*Kde je uložena?.....
- 10 Jste současně i osobou odpovědnou za provozní způsobilost a údržbu?.....ANO/NE
- 11 V případě zařazení radiační mimořádné události do kategorie radiační havárie, jste ochoten(na) vystavit se nebezpečí a jít měřit radiační situaci?.....ANO/NE
- 12 V případě naměření překročení stanovených limitů, víte, jak postupovat dále? Ve zkratce popište vaši následující činnost.....
.....
- 13 Jestliže se zavede neodkladné ochranné opatření tj. ukrytí a jódová profylaxe, máte na stanici dostatek zásob (jídlo, pití) pro její překonání, včetně jódové profylaxe?.....ANO/NE
*Co chybí?
- 14 Máte v jednotce připravený systém střídání obsluhy intenzimetru po dobu měření?...ANO/NE
- 15 Máte k dispozici nějaké ochranné prostředky proti kontaminaci radioaktivním spadem? (holinky, oděv, rukavice, respirátor, brýle,...).....ANO/NE
- 16 Jste vybaveni kromě intenzimetrů i jinými přístroji používajícími se k měření radiace? Pokud ano, jakými?.....ANO/NE
.....
- 17 Jaké jsou podle Vás slabé a silné stránky nastaveného systému a co byste na něm zlepšili?
.....
.....
.....
.....

*V případě zaškrtnutí NE, prosím, odpovězte.

Děkuji Vám za spolupráci

Příloha č. 6: Analýza FMEA – Příprava na mimořádnou událost

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Opatření	P	D	O	RPN
Školení členů JSDH	Neznalost procesu měření a předání informací	Zdlouhavé měření; Zapomenutí naměřených dat; Nepředání naměřených dat; Špatné zacházení s přístrojem	Nedostavení se na školení	6	6	1	36	x	6	6	1	36	x	6	6	1	36
			Nepozornost na školení či na vnitřní poradě JSDH	8	4	3	96	Závěrečné otestování	2	4	1	8	x	2	4	1	8
			Nepochopitelné či nedostatečné školení	1	8	3	24	x	1	8	3	24	x	1	8	3	24
			Nedostatečná motivace členů	1	5	10	50	x	1	5	10	50	x	1	5	10	50
Proškolení dalších členů JSDH	Neznalost procesu měření a předání informací	Zdlouhavé měření; Zapomenutí naměřených dat; Špatné zacházení s přístrojem	Předávání nepřesných informací dalším členům JSDH	5	8	6	240	Závěrečný test na školení/Prozkoušení členů jednotek z monitorování	2	4	1	8	x	2	4	1	8
			Neprovádění vnitřních porad JSDH (Nepředávání informací dalším členům)	8	6	5	240	Schůze členů JSDH	6	6	4	144	Na školení členům dát upozornění o důležitosti naučit zbytek jednotky manipulaci s přístrojem	5	6	2	60
	Absence zástupu při MřU	Nemožnost měření při MřU; Nemožnost monitorování nastalé situace	Neustanovení zástupu	8	10	5	400	Nutnost zapsat zástupného člena do metodického pokynu a záznamníku	2	10	5	100	x	2	10	5	100
			Nemožnost uskutečnění měření proškoleným členem	5	10	10	500	Zapsaný zástupný člen	5	1	10	50	x	5	1	10	50
			Málo dostupných členů v JSDH	8	8	1	64	Jeden člen (pověřený či zástupný), který je zbaven povinnosti plnit jiné úkoly ochrany obyvatelstva	2	1	1	2	x	2	1	1	2
			Neznalost zacházení s přístrojem (absence školení)	5	10	2	100	x	5	10	2	100	Nutnost školit i ostatní členy jednotky/ Dostupná metodika v blízkosti přístroje	1	10	1	10
			Neprovádění vnitřních porad JSDH (Nepředávání informací dalším členům)	8	10	5	400	Schůze členů JSDH	6	5	4	120	Na školení členů upozornění o důležitosti naučit zbytek jednotky manipulaci s přístrojem	2	1	2	4
Ověření funkčnosti přístroje	Nefunkční přístroj	Nemožnost měření při MřU; Neprovádění kontrolních měření; Nastavení nevhodných opatření v důsledku špatných informací na KOPIS; Naměření neadekvátních dat	Neprovádění ověření funkčnosti přístroje	2	8	1	16	x	2	8	1	16	x	2	8	1	16
			Nefunkční baterie	4	10	10	400	x	4	10	10	400	Náhradní baterie	1	1	1	1
			Absence náhradních baterií	8	10	5	400	x	8	10	5	400	Pořízení více náhradních nabitých baterií	1	1	1	1
			Špatná kalibrace přístroje	2	10	4	80	Pravidelné testování pomocí příloženého etalonu a kalibrace při dalším školení	1	10	1	10	x	1	10	1	10
			Mechanické poškození přístroje	3	10	2	60	Opatrné zacházení/ Pravidelné testování	1	10	2	20	x	1	10	2	20
	Poškození přístroje	Zdlouhavé monitorování v případě MřU; Neadekvátní data; Nemožnost měření; Možnost ohrožení lidských životů	Neadekvátně skladován měřící etalon	1	10	10	100	x	1	10	10	100	Dbát na zašroubování víčka/Vizuální kontrola víčka/Přístroj skladován na suchém místě	1	10	5	50
	Zdržení v procesu	Zdlouhavé měření v případě MřU; Zdlouhavé čekání na přijetí opatření; Zdržení při předávání informací	Ztráta evidenčního listu	8	6	9	432	x	8	6	9	432	Evidenční list skladován u přístroje/Papír a tužka	2	1	9	18
			Ztráta metodiky měření	8	10	9	720	Proškolení členové/Proškolený zástupný člen	5	2	9	90	Metodika skladována u přístroje	4	1	9	36
			Nefunkční baterie	4	10	10	400	x	4	10	10	400	Náhradní baterie	1	1	1	1

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Opatření	P	D	O	RPN	
Kontrolní měření	Neznalost procesu měření a předání informací	Zdlouhavé měření; Zapomenutí naměřených dat; Nepředání naměřených dat; Špatné zacházení s přístrojem	Ztráta metodiky měření	8	10	9	720	x	8	10	9	720	Proškolení členové/ Metodika skladována u přístroje/Proškolený zástupný člen	4	1	9	36	
			Nedostatečně proškolená osoba	4	8	4	128	Metodika měření	2	8	4	64	Schůze členů JSDH, kde dochází k předání informací	2	8	2	32	
			Neproškolená osoba	2	8	4	64	Metodika měření	1	8	4	32	Schůze členů JSDH, kde dochází k předání informací	1	8	2	16	
	Nefunkční přístroj	Nemožnost měření při MřU; Neprovádění kontrolním měření; Naměření neadekvátních dat	Nefunkční baterie	2	10	10	200	x	2	10	10	200	Náhradní baterie	1	1	1	1	
			Měření při velmi nízké teplotě °C	1	9	1	9	Dbát na dodržení pokynů v metodice. Měřit pouze v zadaných teplotách	1	9	1	9	x	1	9	1	9	
	Neprovádění (nepřesné provádění) kontrolního měření	Nemusi být funkční přístroj; Neznalost procesu měření a předávání informací; Naměřená nepřesná data; Nesprávné informace na KOPIS a nastavení špatných opatření	Absence kontrolního měření	2	8	1	16	x	2	8	1	16	x	2	8	1	16	
			Nepřesně nastavený přístroj při kontrolním měření	4	8	10	320	Postup dle metodiky/Školení	2	8	1	16	x	2	8	1	16	
			Nefunkční přístroj	2	10	4	80	Zkouška funkčnosti přístroje testovacím tlačítkem	1	10	1	10	x	1	10	1	10	
			Špatně přečtená data	2	8	10	160	Vyznačená ryska/ Zápis do evidenčního listu/Ověření naměřených dat dvojitým pohledem	2	8	2	32	x	2	8	2	32	
	Neadekvátní data	Možnost ohrožení lidských životů; Nastavení nevhodných opatření; Ekonomické ztráty; Vyvolání paniky	Nezkalibrovaný přístroj	2	10	10	200	Provedení kontrolního měření etalonu	2	10	1	20	x	2	10	1	20	
			Ignorance naměřených dat	1	10	1	10	x	1	10	1	10	x	1	10	1	10	
			Záření od přiloženého etalonu	3	10	10	300	Správné skladování etalonu/Vizuální kontrola zátky	1	10	2	20	x	1	10	2	20	
			Záření přírodního pozadí	1	10	10	100	Pravidelně prováděná kalibrace přístroje	1	10	1	10	x	1	10	1	10	
	Poškození přístroje	Zdlouhavé monitorování v případě MřU; Neadekvátní data; Nemožnost monitorování; Možnost ohrožení lidských životů	Ponechání přístroje na místě měření	7	6	1	42	x	7	6	1	42	x	7	6	1	42	
			Upadnutí přístroje během kontrolního měření	2	8	10	160	Upozornění členů JSDH na opatrné zacházení/Ochranný obal přístroje	2	5	10	100	x	2	5	10	100	
			Měření při velmi nízké teplotě °C	2	9	1	18	Dbát na dodržení pokynů v metodice. Měřit pouze v zadaných teplotách	1	9	1	9	x	1	9	1	9	
	Zápis do evidenčního listu	Neznalost procesu měření a předání informací	Zdlouhavé měření; Zapomenutí naměřených dat; Nepředání naměřených dat; Nevhodné zacházení s přístrojem	Nezapisování naměřených dat	4	8	1	32	x	4	8	1	32	x	4	8	1	32
				Zdržení v procesu	8	8	9	576	x	8	8	9	576	List skladován s přístrojem	2	1	9	18
Neadekvátní data		Možnost ohrožení lidských životů; Nastavení nevhodných opatření; Ekonomické ztráty; Vyvolání paniky	Zapomenutí naměřených dat	6	8	10	480	Zápis do evidenčního listu	2	8	10	160	Dvojit měření	2	8	2	32	
			Špatně přečtená data	2	8	10	160	Vyznačená ryska/ Ověření naměřených dat dvojitým pohledem/Zápis do evidenčního listu	2	8	2	32	x	2	8	2	32	
			Nepřevedení jednotek	7	3	10	210	Převodová tabulka v metodice	5	3	10	150	Předání dat i s původními jednotkami/Převod jednotek na KOPIS	5	3	5	75	

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Opatření	P	D	O	RPN	
			Nepřesné převedení jednotek	7	8	10	560	Převodová tabulka v metodice	7	5	10	350	Předání dat i s původními jednotkami	7	2	10	140	
Předání informací na KOPIS	Neznalost procesu měření a předání informací	Zdlouhavé měření; Zapomenutí naměřených dat; Nepředání naměřených dat; Nastavení nevhodných opatření	Nepředání naměřených informací	1	10	1	10	x	1	10	1	10	x	1	10	1	10	
	Neadekvátní data	Možnost ohrožení lidských životů; Nastavení nepřesných opatření; Ekonomické ztráty; Vyvolání paniky	Předání nepřesných informací	4	10	1	40	x	4	10	1	40	x	4	10	1	40	
	Zdržení v procesu	Zdlouhavé čekání na přijetí opatření; Zdržení při předávání informací; Možnost ohrožení lidských životů	Problémová komunikace	3	8	10	240	Náhradní zdroje komunikace (mobilní telefon, vysílačky) / Klást větší důraz na monitorování členy IZS (SÚJB)	2	8	1	16	x	2	8	1	16	
Uložení přístroje zpět na své místo	Nefunkční přístroj	Nemožnost monitorování při MřU; Nastavení nevhodných opatření v důsledku špatných informací na KOPIS	Upadnutí přístroje	1	10	10	100	Upozornění členů JSDH na opatrné zacházení/Ochranný obal přístroje	1	8	10	80	x	1	8	10	80	
	Poškození přístroje	Zdlouhavé monitorování v případě MřU; Neadekvátní data; Nemožnost monitorování; Možnost ohrožení lidských životů	Upadnutí přístroje	2	8	10	160	Upozornění členů JSDH na opatrné zacházení/Ochranný obal přístroje	2	5	10	100	x	2	5	10	100	
	Zdržení v procesu	Zdlouhavé monitorování v případě MřU; Zdlouhavé čekání na přijetí opatření; Zdržení při předávání informací; Možnost ohrožení lidských životů	Nemožnost dostání se k přístroji (zamčený přístroj)	x	5	10	1	50	x	5	10	1	50	x	5	10	1	50
			Ztracený přístroj	x	2	10	1	20	x	2	10	1	20	x	2	10	1	20
			Vrácení přístroje na jiné místo	2	5	1	10	x	2	5	1	10	x	2	5	1	10	

suma: 9 933

5 446

suma: 1 539

kritičnost snížena o: 45,17 %

kritičnost snížena o: 71,74 %
kritičnost celkově snížena o: 84,51 %

Příloha č. 7: Analýza FMEA – Vznik mimořádné události

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Nová opatření	P	D	O	RPN
Kontaktování JSDH	Problémová komunikace	Nemožnost kontaktovat JSDH; Ztížené kontaktování JSDH; Nemožnost měřit situaci; Zdlouhavé měření	Neaktualizované telefonní číslo	1	8	10	80	Každý člen SDH při změně telefonního čísla musí změnu hlásit na KOPIS	1	8	1	8	x	1	8	1	8
			Výpadek elektřiny	5	1	10	50	x	5	1	10	50	x	5	1	10	50
			Přetížená síť	5	10	10	500	Nařízení obyvatelům, aby zbytečně nezatěžovali síť/ Komunikace pomocí vysílaček či jinou metodou	5	2	1	10	x	5	2	1	10
			Ztráta signálu vysílaček	2	10	10	200	Mít v záloze i mobilní telefon	2	1	10	20	x	2	1	10	20
Kontaktování zodpovědné osoby	Problémová komunikace	Nemožnost kontaktovat osobu; Ztížené kontaktování osoby; Nemožnost měřit situaci; Zdlouhavé měření	Proškolená osoba nebude mít čas/ Bude mimo svou oblast	5	10	5	250	Navržený zástupce	5	1	5	25	x	5	1	5	25
			Rozbitý/vybitý telefon člena JSDH	7	10	1	70	Ohlášení události požárním poplachem/ vysílačky	7	2	1	14	x	7	2	1	14
			Ignorování příkazu členem JSDH	1	10	10	100	Vnitřní motivace/ Přijímání zodpovědných členů	1	10	1	10	x	1	10	1	10
Přesun osoby	Ztížený přístup k přístroji	Ohrožení osob/y na životě; Nemožnost měření; Zdlouhavé měření	Výpadek elektřiny	5	1	10	50	x	5	1	10	50	x	5	1	10	50
			Živelní pohroma	8	10	2	160	Oznámení na KOPIS o nemožnosti dostat se na stanici/Příprava alternativního scénáře dostupnosti přístroje (např. povolání další jednotky JSDH)	8	5	2	80	x	8	5	2	80
			Kontaminované venkovní prostředí	9	10	2	180	x	9	10	2	180	Ochranné pomůcky	9	8	2	144
			Odmítnutí proškolené osoby jít monitorovat	8	10	10	800	Stanovení zástupce člena	6	1	10	60	x	6	1	10	60
			Kontaminace proškolené osoby	10	10	5	500	Stanovení zástupce člena	10	10	5	500	Ochranné pomůcky	10	8	5	400
			Panika obyvatel	9	2	1	18	x	9	2	1	18	x	9	2	1	18
			První pomoc obyvatelům	8	10	5	400	Nařízení ostatním osobám, aby se šly schovat/ Zproštění úkolů ochrany obyč.	1	1	5	5	x	1	1	5	5
			Přidělené jiné úkoly ochrany obyvatelstva celé jednotce JSDH	8	10	10	800	Jeden člen (pověřený či zástupný), který je zbaven povinnosti plnit jiné úkoly ochrany obyvatelstva	2	1	10	20	x	2	1	10	20
Přístup do budovy	Ztížený přístup k přístroji	Ohrožení osob/y na životě; Zdlouhavé měření; Nemožnost měření	Nepřístupný přístup do budovy	2	10	8	160	Oznámení na KOPIS o nemožnosti dostat se na stanici/Příprava alternativního scénáře dostupnosti přístroje (např. povolání další jednotky JSDH)	2	5	8	80	x	2	5	8	80
			Zapomenutí klíčů členem JSDH	3	3	2	18	x	3	3	2	18	x	3	3	2	18
			Pověřený člen JSDH nevládní klíče od budovy	1	8	1	8	x	1	8	1	8	x	1	8	1	8
			Ohrožení života člena JSDH dlouhodobým působením radiace	8	8	10	640	x					Provedení individuální dekontaminace před započítáním měření	1	2	2	4
Přesun k přístroji	Ztížený přístup k přístroji	Ohrožení osob/y na životě; Zdlouhavé měření; Nemožnost měření	Překážky v budově (zbořená budova, porušená statika, požár, ...)	1	9	10	90	Oznámení na KOPIS o nemožnosti dostat se na stanici/Příprava alternativního scénáře dostupnosti přístroje (např. povolání další jednotky JSDH)	1	5	10	50	x	1	5	10	50
Získání přístroje	Ztížený přístup k přístroji	Ohrožení osob/y na životě; Zdlouhavé měření; Nemožnost měření;	Uzamčen přístroj v trezoru, skříni, na jiném místě. (Absence klíče od tohoto místa)	5	10	5	250	x	5	10	5	250	Skladování intenzimetru na přístupném místě všem členům JSDH	1	1	5	5

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Nová opatření	P	D	O	RPN
	Nedostupný přístroj	Ohrožení osob/y na životě; Zdlouhavé měření; Nemožnost měření;	Přístroj není na svém místě	3	8	3	72	x	3	8	3	72	Skladování intenzimetru na pořadí stejném přístupném místě všem členům JSDH	1	8	1	8
			Přístroj není na stanici – v důsledku uložení přístroje mimo stanici/auta CAS	2	10	8	160	x	2	10	8	160	Uložení přístroje na vhodné místo, kde bude vždy dostupný	1	10	1	10
			Přístroj není na stanici – v důsledku provádění pravidelné kalibrace	1	10	8	80	x	1	10	8	80	Dbát na měření v okolních vesnicích, nevybírat dozimetry na kalibraci z jednoho ORP ve stejný čas	1	5	8	40
Nastavení přístroje na měření	Nepřesné měření	Nepřesná data; Ztížený přístup k přístroji; Zdlouhavé měření;	Rozptýlení velkým shonem osob v budově	8	2	1	16	x	8	2	1	16	x	8	2	1	16
			Položení přístroje na nepřesné místo (nedané stanovami)	4	8	10	320	Příložený metodický pokyn/ Školení/ Trénování procesu při pravidelných kontrolách	1	8	5	40	x	1	8	5	40
			Vybití baterií	2	10	8	160	x	2	10	8	160	Náhradní baterie u přístroje	2	2	8	32
	Nemožnost monitorování	Nemožnost změření radiační situace	Vybití baterií	2	10	8	160	x	2	10	8	160	Náhradní baterie u přístroje	2	2	8	32
			Rozbitý přístroj	3	9	10	270	Bezpečné zacházení/obal na přístroji/ Pravidelné testování/ Kalibrace u HZS	2	8	4	64	x	2	8	4	64
			Nezapnutí přístroje	1	10	1	10	x	1	10	1	10	x	1	10	1	10
	Neodpovídající data	Špatné informace na KOPIS; Nastavení neadekvátních opatření KOPISem; Ohrožení lidských životů;	Upadnutí přístroje dříve -> rozkalibrování	3	9	10	270	Bezpečné zacházení/obal na přístroji/ Pravidelné testování/ Kalibrace u HZS	2	8	4	64	x	2	8	4	64
			Rozbití přístroje	Nemožnost měření; Nepřesná data	Upadnutí přístroje při nastavování	3	9	10	270	Bezpečné zacházení/obal na přístroji/ Pravidelné testování/ Kalibrace u HZS	2	8	4	64	x	2	8
	Vytečení baterií	1			9	8	72	Kontrola přístroje	1	9	4	36	Náhradní baterie u přístroje/ Sada na očistění	1	5	4	20
	Zaseknutí tlačítka	1			10	10	100	Šetrné zacházení	1	8	10	80	Skladování přístroje na bezpečném, čistém místě	1	2	10	20
Ponechání přístroje měření	Nepřesné měření	Nepřesná data; Ztížený přístup k přístroji; Zdlouhavé měření	Vybití baterií	2	10	8	160	x	2	10	8	160	Náhradní baterie u přístroje	2	2	8	32
			Měření při velmi nízké teplotě °C	4	8	4	128	Měření uvnitř budovy na stanoveném místě/Informování v zimním období o teplotě	1	8	2	16	x	1	8	2	16
	Nemožnost monitorování	Nemožnost změření radiační situace	Vybití baterií	2	10	8	160	x	2	10	8	160	Náhradní baterie u přístroje	2	2	8	32
			Neodpovídající data	Špatné informace na KOPIS; Nastavení neadekvátních opatření KOPISem; Ohrožení lidských životů;	Rozbitá rýska	1	10	10	100	Pravidelné kontroly před MřU	1	10	4	40	x	1	10
	Na místě měření žádná radiace není (v blízkém okolí však ano)	8			10	10	800	x	8	10	10	800	Stanovení radiace v oblasti budovy hasičské stanice/ Měření radiace na významných bodech	3	5	6	90
	Zvýšená hodnota v důsledku vyzařování z osoby provádějící měření	8			8	10	640	x	8	8	10	640	Provedení individuální dekontaminace před započítáním měření	1	2	2	4
	Rozbití přístroje	Nemožnost měření; Nepřesná data	Upadnutí přístroje během měření	1	9	10	90	Bezpečné zacházení/obal na přístroji	1	9	10	90	x	1	9	10	90
			Vytečení baterií	1	9	8	72	Kontrola přístroje	1	9	4	36	Náhradní baterie u přístroje/ Sada na očistění	1	5	4	20

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Nová opatření	P	D	O	RPN
			Měření při velmi nízké teplotě °C	2	10	4	80	Měření uvnitř budovy na stanoveném místě/Informování v zimním období o teplotě	1	10	2	20	x	1	10	2	20
			Zaseknutí tlačítka	1	10	10	100	Šetrné zacházení	1	8	10	80	Skladování přístroje na bezprašném, čistém místě	1	2	10	20
Přečtení informací z přístroje	Neodpovídající data	Špatné informace na KOPIS; Nastavení neadekvátních opatření KOPISem; Ohrožení lidských životů	Špatně přečtená data	2	8	5	80	Monitorování měření/Zápis do evidenčního listu	1	8	5	40	Dvojití měření/ Zkontrolování hodnoty	1	6	5	30
			Rozbitá rýska	1	10	10	100	Pravidelné kontroly před MřU	1	10	4	40	x	1	10	4	40
Zavolání informací zpět na KOPIS	Problémová komunikace	Ztížené kontaktování KOPIS; Neprovádění následujícího monitorování; Nastavení neadekvátních opatření	Zapomenutí kontaktu na KOPIS	8	10	1	80	Odpověď vysílačkou/ Telefonní číslo na evidenčním listu	1	10	1	10	x	1	10	1	10
			Ztráta signálu vysílaček	2	10	10	200	Mít v záloze i mobilní telefon	2	1	10	20	x	2	1	10	20
			Ztráta evidenčního listu	8	8	9	576	Uložené telefonní číslo na KOPIS v telefonu člena JSDH	1	1	9	9	x	1	1	9	9
			Přetížená síť	5	10	10	500	Nařízení obyvatelům, aby zbytečně nezatěžovali síť/ Komunikace pomocí vysílaček či jinou metodou	5	2	1	10	x	5	2	1	10
			Výpadek elektřiny	5	1	10	50	x	5	1	10	50	x	5	1	10	50
Monitoring situace	Nemožnost monitorování	Nemožnost změření radiální situace	Neprovádění následujícího monitorování členem JSDH	2	10	1	20	x	2	10	1	20	x	2	10	1	20
			Nedostání příkazu k dalšímu monitorování	1	8	1	8	x	1	8	1	8	x	1	8	1	8
			Přidělené jiné úkoly ochrany obyvatelstva celé jednotce SDH	2	10	10	200	Jeden člen (pověřený či zástupný), který je zbaven povinnosti plnit jiné úkoly ochrany obyvatelstva	2	1	10	20	x	2	1	10	20
			Ohrožení života člena JSDH	10	10	5	500	x	10	10	5	500	Ochranné pomůcky/Zásoba potravin na stanici	5	7	5	175
			První pomoc obyvatelům	8	10	5	400	Okřiknutí ostatních osob, aby se šli schovat/ Zproštění úkolů ochrany obyv.	1	1	5	5	x	1	1	5	5
	Neodpovídající data	Špatné informace na KOPIS; Nastavení neadekvátních opatření KOPISem; Ekonomické ztráty; Panika obyvatel	Radiace uchycená na přístroji, která ovlivňuje naměřená data	8	9	6	432	Plastikový sáček na překrytí přístroje. Omytí přístroje mýdlovou vodou	2	2	6	24	x	2	2	6	24
			Unavený člen provádějící monitorování	4	6	10	240	x	4	6	10	240	Stanovená výměna člena JSDH po určité době	1	1	5	5
Prvky ochrany proti záření	Nemožnost monitorování	Ohrožení života člena JSDH	Nedostatečné prvky ochrany	8	4	5	320	Nevycházení z budovy	8	4	5	160	x	8	4	5	160
			Chybějící prvky ochrany	10	10	1	100	x	10	10	1	100	Dokoupení ochranných oděvů do stanice pro JSDH	1	4	1	4
			Nedostatek prvků ochrany	10	5	3	150	x	10	5	3	150	Dokoupení ochranných oděvů do stanice pro JSDH	1	4	1	4
			Chybějící jódová profylaxe	5	10	1	50	Záložní jódová profylaxe pro počet členů JSDH na stanici/záložní profylaxe pro obyvatele	5	10	1	50	x	5	10	1	50
			Nedostatek surovin k ukrytí	10	6	8	480	x	10	6	8	480	Základní suroviny (trvanlivé potraviny, voda) pro přežití 3 dní v improvizovaném ukrytí pro JSDH (minimálně člena monitorující radiaci)	1	1	4	4
			Chybějící suroviny pro přežití ukrytí	10	8	1	80	x	10	8	1	80	Nakoupení surovin pro nouzové přežití do stanice	1	1	1	1

Subproces	Nežádoucí stavy	Následky	Příčiny	P	D	O	RPN	Již aplikovaná opatření	P	D	O	RPN	Nová opatření	P	D	O	RPN						
Postup dle informací KOPIS	Problémová komunikace	Ztížená komunikace; Neprovádění následujícího monitorování; Provádění nevhodných úkonů	Ztráta signálu vysílaček	2	10	10	200	Mít v záloze i mobilní telefon	2	1	10	20	x	2	1	10	20						
			Přetížená síť	5	10	10	500	Nařízení obyvatelům, aby zbytečně nezatěžovali síť/ Komunikace pomocí vysílaček či jinou metodou	5	2	1	10	x	5	2	1	10						
			Výpadek elektřiny	5	1	10	50	x	5	1	10	50	x	5	1	10	50						
suma:				14 930				suma:				6 600				suma:				2 592			
								kritičnost snížena o:				55,79 %				kritičnost snížena o:				60,73 %			
																Kritičnost snížena celkově o:				82,64 %			

Příloha č. 8: Ekonomické zhodnocení zapojování JSDH do monitorování radiační situace

Název prostředku	Potřebný počet pro 1 člena JSDH	Počet členů JSDH	Celkový počet JSDH	Cena za 1 kus	Celkem I. varianta (levná varianta)	Celkem II. varianta (střední varianta)	Celkem III. varianta (drahá varianta)
1. Ochranné pomůcky					73 483,20 Kč	1 782 720,00 Kč	6 555 117,60
1.1 osobní dozimetr	1	2	36	13 007,00 Kč [111]	x	936 504,00 Kč	936 504,00
1.2 CBRN oblek	1	2	36	78 036,30 Kč [56]	x	x	5 618 613,60
1.3 protichemický oblek				11 753,00 Kč		846 216,00 Kč	
1.3.1 oblek	1	2	36	8 849,00 Kč [112]	x	637 128,00 Kč	x
1.3.2 dýchací maska	1	2	36	2 904,00 Kč [113]	x	209 088,00 Kč	x
1.4 individuální ochrana				1 020,60 Kč	73 483,20 Kč		
1.4.1 pláštěnka	1	2	36	97,90 Kč [114]	7 048,80 Kč	x	x
1.4.2 holínky	1	2	36	185,50 Kč [115]	13 356,00 Kč	x	x
1.4.3 rukavice	1	2	36	21,00 Kč [116]	1 512,00 Kč	x	x
1.4.4 lepicí páska	1	2	36	59,00 Kč [117]	4 248,00 Kč	x	x
1.4.5 plynová maska s filtrem	1	2	36	460,00 Kč [118]	33 120,00 Kč	x	x
1.4.6 pláštěnkové kalhoty	1	2	36	197,20 Kč [119]	14 198,40 Kč	x	x
2. Dekontaminační pracoviště					101 343,60 Kč	101 343,60 Kč	101 343,60 Kč
2.1 dekontaminační rohož	1	x	36	1 016,40 Kč [120]	36 590,40 Kč	36 590,40 Kč	36 590,40 Kč
2.2 dekontaminační roztok do podložky	1	x	36	699,00 Kč [121]	25 164,00 Kč	25 164,00 Kč	25 164,00 Kč
2.3 dekontaminační prostředky do sprchy	1	x	36	299,00 Kč [122]	10 764,00 Kč	10 764,00 Kč	10 764,00 Kč
2.4 borová voda	1	2	36	84,00 Kč [123]	6 048,00 Kč	6 048,00 Kč	6 048,00 Kč
2.5 plastové pytle	1	x	36	61,10 Kč [124]	2 199,60 Kč	2 199,60 Kč	2 199,60 Kč
2.6 náhradní triko	1	2	36	50,00 Kč [125]	3 600,00 Kč	3 600,00 Kč	3 600,00 Kč
2.7 náhradní spodní prádlo	2	2	36	99,00 Kč [126]	14 256,00 Kč	14 256,00 Kč	14 256,00 Kč
2.8 náhradní ponožky	2	2	36	18,90 Kč [127]	2 721,60 Kč	2 721,60 Kč	2 721,60 Kč
3. Náhradní baterie	2	x	36	46,60 Kč [128]	3 355,20 Kč	3 355,20 Kč	3 355,20 Kč
4. Základní potraviny					68 724,00 Kč	68 724,00 Kč	68 724,00 Kč
4.1 balíček potravin "MRE"	3	2	36	295,00 Kč [129]	63 720,00 Kč	63 720,00 Kč	63 720,00 Kč
4.2 balená voda 8 l	1	2	36	139,00 Kč [130]	5 004,00 Kč	5 004,00 Kč	5 004,00 Kč
Cena celkem					246 906,00 Kč	1 956 142,80 Kč	6 728 540,40 Kč