



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Mimořádná radiální situace a možnosti řešení
složkami integrovaného záchranného systému se
zaměřením na Hasičský záchranný sbor České
republiky a Armádu České republiky**

**Extraordinary radiation situation and possible
solutions by the units and emergency services
of the Integrated Rescue System with a focus on
the Fire Rescue Service of the Czech Republic
and the Army of the Czech Republic**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací
Autor bakalářské práce: Marek Šťastný
Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

Kladno 2021



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šťastný** Jméno: **Marek** Osobní číslo: **483120**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Mimořádná radiální situace a možnosti řešení složkami integrovaného záchranného systému se zaměřením na Hasičský záchranný sbor České republiky a Armádu České republiky

Název bakalářské práce anglicky:

Extraordinary Radiation Situations and Possible Solutions by the Units and Emergency Services of the Integrated Rescue System with a Focus on the Fire Rescue Service of the Czech Republic and the Army of the Czech Republic

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude vyhodnocení aktuálních možností zapojení složek integrovaného záchranného systému v oblasti radiální ochrany a připravenosti na řešení mimořádné radiální situace. V teoretické části budou popsány základní pojmy v oblasti radiální ochrany, včetně zaváděných ochranných opatření, biologické účinky ionizujícího záření a další. Praktická část bakalářské práce se bude zabývat porovnáním postupů řešení mimořádné radiální situace složkami integrovaného záchranného systému, a to s primárním zaměřením na Hasičský záchranný sbor České republiky a Armádu České republiky. V této části budou analyzovány možnosti obou složek z pohledu materiálního vybavení i z pohledu připravenosti jejich příslušníků. V závěru práce bude vyhodnocena připravenost obou složek v dané oblasti a navrženy možnosti pro zlepšení aktuálního stavu u obou zkoumaných prvků.

Seznam doporučené literatury:

- [1] ŠTĚTINA, Jiří a kolektiv, Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách, ed. 1, Grada Publishing, a.s., Praha, 2014, ISBN 978-80-247-4578-7
- [2] ČUPROVÁ, Julia, Martin FALK, Iva FALKOVÁ, et al., HAVRÁNKOVÁ, Renata, Klinická radiobiologie, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2020, ISBN 978-80-247-4098-0
- [3] ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA, Integrovaný záchranný systém, ed. 2, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-7385-007-4


Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:


Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**


doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis odborníka(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Mimořádná radiační situace a možnosti řešení složkami integrovaného záchranného systému se zaměřením na Hasičský záchranný sbor České republiky a Armádu České republiky vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Jilemnici dne 7. května 2021

.....
Marek Šťastný

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za konstruktivní připomínky, rady i kritické poznatky a čas, který mé práci věnovala. Zároveň děkuji všem respondentům z řad integrovaného záchranného systému, kteří umožnili provedení testování znalostí v oblasti radiační ochrany. Děkuji všem příslušníkům Hasičského záchranného sboru České republiky i příslušníkům Armády České republiky, s kterými jsem mohl konzultovat možné změny radiační situace a vlastní možnosti jejich řešení. V neposlední řadě děkuji své přítelkyni a rodině za trpělivost a podporu, které se mi dostávalo během celého studia.

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na vyhodnocení aktuálních možností vybraných složek integrovaného záchranného systému v oblasti radiační ochrany a připravenosti na řešení mimořádné radiační situace. Teoretická část je zaměřena na základní pojmy v dané oblasti a historii. Navazují důležité části o ionizujícím záření a jeho biologických účincích. Ty tvoří základ pro vstup do problematiky radiační ochrany a souvisejících organizací v rámci České republiky, na kterou navazuje část o integrovaném záchranném systému z pohledu legislativy a zároveň informující o možnostech taktického řešení zásahu při radiační mimořádné události.

Výzkumná část práce je zaměřena na ověření znalostí respondentů z řad integrovaného záchranného systému, a to formou dotazníkového šetření s grafickým zpracováním výsledků. Celkové i dílčí zajímavé výsledky jsou blíže interpretovány. V rámci ověření materiální připravenosti Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky bylo vybráno nejvíce využívané dozimetrické vybavení a následně porovnáno komparativní metodou. Na základě získaných dat byl vyhodnocen aktuální stav materiální vybavenosti. Výzkumná část v oblasti řešení radiační mimořádné události je zaměřena na porovnání postupů Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky při radiačním zásahu. Na základě fiktivní, ale reálně možné situace, byly vytvořeny postupy zásahu vybraných složek, a to dle jejich vlastních metodik. Tyto postupy byly porovnány, zhodnocena jejich rozdílnost a navrženy možné prostory pro spolupráci.

Závěr práce je věnován zhodnocení dosažených výsledků a návrhu pro zlepšení aktuálního stavu připravenosti a odborné způsobilosti příslušníků Hasičského záchranného sboru České republiky a Armády České republiky v oblasti radiační ochrany.

Klíčová slova

radioaktivita; ionizující záření; radiační ochrana; integrovaný záchranný systém; Hasičský záchranný sbor České republiky, Armáda České republiky

ABSTRACT

This thesis is focused on the evaluation of the current possibilities of selected units of the Integrated Rescue System in the field of radiation protection and readiness to deal with a radiological emergency. The theoretical part is focused on basic concepts and history, followed by important sections about ionizing radiation and its biological effects. Those topics form the basis for introduction to the issue of radiation protection and related organizations in the Czech Republic, which is followed by a section on the Integrated Rescue System from the point of view of legislation and also informs about the possibilities of tactical solutions to a radiological emergency intervention.

The research part of the thesis is focused on verifying the knowledge of respondents from the ranks of the Integrated Rescue System, in the form of a questionnaire survey with graphical processing of results. The overall and partial interesting results are interpreted in more detail. For the verification of the material readiness of the Fire Rescue Service of the Czech Republic and the Army of the Czech Republic, the most widely used dosimetry equipment were selected and subsequently compared by a comparative method. Based on the obtained data, the current state of material equipment was evaluated. The research part in the field of dealing with a radiological emergency is focused on comparing the procedures of the Fire and Rescue Service of the Czech Republic and the Army of the Czech Republic during the radiological emergency intervention. Based on a fictitious but possible situation, procedures for the intervention of selected units were created, in accordance with their own methodologies. Those procedures were compared, differences were evaluated and possible spaces for cooperation were suggested.

The conclusion of the thesis deals with the evaluation of the achieved results and a proposal for improving the current state of readiness and professional competence of members of the Fire Rescue Service of the Czech Republic and the Army of the Czech Republic in the field of radiation protection.

Keywords

radioactivity; ionizing radiation; radiation protection; Integrated Rescue System; Fire Rescue Service of the Czech Republic; Army of the Czech Republic

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce	10
3	Přehled současného stavu.....	11
3.1	Základní pojmy.....	11
3.2	Radiace od historie po současnost.....	12
3.3	Ionizující záření a jeho vlastnosti.....	14
3.4	Biologické účinky ionizujícího záření.....	15
3.5	Radiační ochrana	16
3.5.1	Instituce v oblasti radiační ochrany České republiky	16
3.5.2	Principy radiační ochrany	17
3.5.3	Způsoby ochrany před zářením.....	18
3.5.4	Monitorování radiační situace.....	20
3.6	Integrovaný záchranný systém	21
3.6.1	Legislativa ochrany obyvatelstva v ČR.....	22
3.6.2	Mimořádná událost.....	22
3.7	Radiační mimořádná událost	24
3.7.1	Organizace zásahu.....	24
3.7.2	Zásadní činnosti při zásahu	26
3.7.3	Ochranná opatření při zásahu.....	26
3.8	Vybrané historické radiační mimořádné události	27
4	Metodika	29
5	Výsledky	30
5.1	Případová studie	30

5.2	Personální připravenost	31
5.3	Materiální připravenost	44
6	Diskuze.....	45
6.1	Případová studie	45
6.2	Personální připravenost	47
6.3	Materiální připravenost	51
7	Závěr	53
8	Seznam použitých zkratk	54
9	Seznam použité literatury.....	55
10	Seznam použitých obrázků	60
11	Seznam použitých tabulek	61
12	Seznam příloh	63
	Příloha 1: Případová studie – HZS ČR.....	64
	Příloha 2: Případová studie – AČR	70
	Příloha 3: Test z radiační ochrany	73
	Příloha 4: Dozimetrické vybavení HZS ČR.....	78
	Příloha 5: Dozimetrické vybavení AČR.....	80

1 ÚVOD

Radiační ochrana je problematikou, která je úzce spjata s objevem záření X v roce 1895 a radioaktivity v roce 1896. Hlavním motorem jejího rozvoje byla zcela jistě II. světová válka a moderní technologie, které využívají radiaci především ku prospěchu společnosti. Společně se zvyšováním možností pro využití radioaktivity a souvisejícího ionizujícího záření, dochází ke zvyšování potřeb radiační ochrany a přípravy na možný vznik radiační mimořádné události (dále jen RMU), která by mohla mít zásadní vliv na život či zdraví osob.

V historii samostatné České republiky naštěstí prozatím nedošlo k zásadní havárii či úniku radioaktivních látek, nedošlo tedy však ani k zásadnímu prověření našeho integrovaného záchranného systému (dále jen IZS), který by měl na takovou událost reagovat a vyřešit ji tak, aby byly minimalizovány škody na majetku, zdraví či životech osob. Momentálně se tedy můžeme pouze domnívat, jak a zda vůbec je náš systém připraven reagovat na vzniklou mimořádnou událost související s únikem radiace.

Právě ověření aktuální připravenosti vybraných sborů je motivací k řešení dané problematiky. Z pohledu případné RMU by veškerou zodpovědnost za záchranné práce přebíral Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen HZS ČR), práce je proto zaměřena především na jeho činnost. Zároveň, jako příslušník chemického vojska Armády České republiky (dále jen AČR), považují za důležité prověření možnosti řešení takové situace i z pohledu této organizace, která je součástí IZS.

Porovnání metodických postupů řešení zásahu a připravenosti obou složek v materiální a personální oblasti může poukázat na případné nedostatky, které je možné odstranit již během příprav a výcviků na reálně vzniklou situaci. Zároveň bude možné, na základě porovnání metodik činností, zhodnotit možnou spolupráci obou složek při společném zásahu.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je vyhodnocení aktuálních možností zapojení složek IZS v rámci mimořádné radiační situace, se zaměřením na HZS ČR a AČR. U obou těchto složek budou, formou případové studie, porovnány a zhodnoceny metodické postupy řešení takové události. Zároveň bude zhodnocena personální připravenost v oblasti radiační ochrany. V rámci tohoto testování bude považována, za dostatečnou informovanost, celková procentuální úspěšnost více než 75 %, a to u příslušníků HZS ČR, zaměstnanců Hasičského záchranného sboru podniku (dále jen HZS podniku) a příslušníků AČR, konkrétně příslušníků 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany (dále jen 31. pluk rchbo) se sídlem v Liberci. Z pohledu sboru dobrovolných hasičů (dále jen SDH) a příslušníků AČR sloužících mimo posádku Liberec, bude za takovou informovanost považována celková úspěšnost alespoň 50 %. V materiální oblasti budou, z pohledu optimální možnosti použití, porovnány základní dozimetrické přístroje výjezdových jednotek HZS ČR a 31. pluku rchbo. Na základě vyhodnocených dat budou navrženy možnosti pro zlepšení aktuálního stavu u obou zkoumaných prvků, včetně možností pro rozvoj spolupráce.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Základní pojmy

V této práci je využito několika pojmů, které je nutné vysvětlit pro správné pochopení problematiky. Z pohledu IZS považují za zásadní definování pojmu mimořádná radiační situace. Ačkoli není tento pojem legislativně definován, v rámci této práce je považován za situaci, která spočívá ve významné odchylce od běžně monitorovaných hodnot radiační situace. Taková odchylka může vést k ohrožení osob a překročení limitů ozáření. V tomto ohledu ji tedy můžeme považovat za radiační mimořádnou událost. Zákon č. 263/2016 Sb. atomový zákon (dále jen zákon č. 263/2016 Sb.), úzce související s radiační ochranou, konkrétně paragraf 4, odstavec 1, písmeno a) tohoto zákona definuje radiační mimořádnou událost jako: *„událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření a která vyžaduje opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršování situace z pohledu zajištění radiační ochrany“*.

Z pohledu radiační ochrany a souvisejících činností je nutno, pro účely této práce, správně rozlišovat několik důležitých fyzikálních veličin. Radioaktivita je definována jako: *„schopnost některých atomů se samovolně přeměňovat na jiné atomy za doprovodu emisí radioaktivního záření (alfa, beta, gama), štěpných produktů, protonů nebo záchytem elektronu“*, aktivita jako: *„počet radioaktivních přeměn daného radionuklidu za jednotku času“*, dávka jako: *„podíl energie, kterou ionizující záření předá látce o určité hmotnosti“*, dávkový příkon jako: *„dávka předaná látce za určitou dobu“* a ekvivalentní dávka jako: *„absorbovaná dávka upravená na radiační účinnost daného typu ionizujícího záření (alfa, beta, gama) pomocí tzv. radiačního váhového faktoru“* (SÚRO c2021).

3.2 Radiace od historie po současnost

Dne 8. listopadu roku 1895 uskutečnil profesor Wilhelm Conrad Röntgen svými pokusy s katodovým zářením v Crookesově trubici výjimečný objev. Jev, který profesor dále zkoumal, následně vysvětlil jako vyzařování pronikavých a neviditelných paprsků vznikajících na základě proudu elektronů. Profesor Röntgen poměrně rychle vydal prohlášení, ve kterém podrobně popisoval objevené paprsky X a upozornil na praktické možnosti použití v medicíně, nyní nám dobře známé jako rentgenové snímky. Navzdory tak svým objevem změnil tvář budoucí medicíny i radiační ochrany (Navrátil 2019, s. 235).

Navazujícím zkoumáním profesora Antoine Henri Becquerela došlo dne 1. března 1896 k objevu zvláštního neviditelného záření u uranových sloučenin, které označil za uranové záření. V jeho výzkumu dále pokračovala Marie Curie se svým manželem Pierrem. Pomocí nových metod prováděli od prosince roku 1897 měření ionizace prostředí uranovými rudami, přičemž neočekávaně vyšší ionizaci vykazovala ruda z Jáchymova. Společným úsilím manželů se stala separace příměsi Jáchymovské rudy, která měla schopnost vysílat záření. Látky, které měly tuto schopnost, označili za radioaktivní. Během následujících měsíců roku 1898 již manželé oznámili objev polonia a radia, následně i objev rozdílnosti radioaktivního záření. Dle charakteru vzniku tohoto záření a jeho schopností průniku materiály byla tato záření nazvána jako alfa, beta a gama. Profesor A. H. Becquerel, Marie Curie i Pierre Curie byli za svou snahu a objev přirozené radioaktivity odměněni roku 1903 Nobelovou cenou (Beneš 2015, s. 191; Navrátil 2019, s. 237).

První polovina 20. století se nesla v duchu výrazného zkoumání v oblasti radioaktivity a ionizujícího záření. Tato skutečnost vedla k založení mnoha institutů a laboratoří, ve kterých probíhaly navazující výzkumy. J. A. Bergonie a L. M. F. A. Tribondeau například v roce 1906 potvrdili svoji teorii, že tkáň, ve které dochází k rychlému dělení buněk, je na ionizující záření nejcitlivější. Dále se díky dalšímu rozvoji původního objevu záření X, mohly mobilní i stacionární radiologické týmy zaměřit na diagnostiku zranění z bojišť 1. světové války, čímž došlo k výraznému zlepšení zdravotnického zabezpečení vojsk (Havránková 2020, s. 18-19).

Ačkoli se radioaktivitě a ionizujícímu záření dají připsat lepší diagnostické a léčebné metody zachraňující životy osob, období II. světové války ukázalo jejich odvrácenou tvář,

kteřou byl vývoj atomové bomby. Nenávist německého fyzika A. Einsteina k nacismu přiměla tohoto muže k zaslání dopisu americkému prezidentu F. D. Rooseveltovi. V tomto dopise upozornil na německý vývoj v oblasti super zbraně založené na jaderné řetězové reakci velkého množství uranu. Obavy z vývoje tak nebezpečné zbraně přiměly amerického prezidenta k založení prvního projektu atomové bomby známého jako Projekt Manhattan. Pod vedením J. Roberta Oppenheimera se od založení projektu v srpnu 1942 událo mnoho. Od snahy o umělé zvyšování podílu izotopu ^{235}U v uranu v Oak Ridge, náhodné objevení nového nestabilního prvku neptunia a jeho stabilního kolegy plutonia, umožňujícího druhou cestu vývoje atomové bomby, dopravy nestabilního materiálu k cíli, nespočet komplikací, uskutečnění prvního jaderného testu pod názvem Trinity dne 16. července 1945 v poušti Nového Mexika, až po válečné použití prvních atomových bomb s názvy Little Boy a Fat Man dne 6. srpna 1945, respektive 9. srpna 1945 (Cirincione 2007, s. 1-13).

Bezprostředně po těchto útocích a do následujících 3 měsíců zemřelo na následky této vojenské operace na města Nagasaki a Hirošima, více než 200 tisíc obyvatel. Vzhledem k tomu, že na tak vysoký počet obětí byly použity pouze dvě bomby, byl tento útok doposud zdaleka nejničivější a navždy změnil svět. Lidstvo získalo prostředek, kterým se mohlo a může samo zcela zahubit. Závody v nukleárním zbrojení, které byly nastartovány v poválečné éře, byly tomuto scénáři nakloněny. Již v 60. letech 20. století bylo identifikováno 16 států s potenciálně možným vlastnictvím jaderné zbraně (Holdstock 1995, s. 1-10; Cirincione 2007, s. 26).

Obrovský pokrok ve vývoji jaderných zbraní samozřejmě vedl k značnému rozvoji ostatních vědních oborů a dalšího využití jaderné energie a ionizujícího záření. V roce 1954 například v USA vyplula první ponorka na jaderný pohon se jménem USS Nautilus, stejného roku byla v Rusku spuštěna první jaderná elektrárna Obninsk. K výrazným pokrokům docházelo ve výzkumu a vývoji radiobiologie. Její vývoj výrazně podpořily vědecko-výzkumné ústavy tehdejší Československé republiky, které patřily mezi špičku v oboru. Souběžně s poválečným vývojem využití ionizujícího záření se výrazně zvýšila potřeba zajistit bezpečí pracovníků, obyvatelstva a vojsk proti negativním následkům možných radiačních havárií či útoků (Havránková 2020, s. 23).

3.3 Ionizující záření a jeho vlastnosti

Záření **alfa**, které je tvořeno jádrem helia (2 protony a 2 neutrony), ztrácí při svém průchodu prostředím a jeho ionizaci velmi rychle svoji původní energii. Dolet takového záření je tedy poměrně malý a k ochraně proti vnějšímu působení tohoto záření běžně stačí využití delší vzdálenosti nebo vlastní pokožka. Příkladem zářiče alfa je izotop ^{226}Ra (Švec 2005, s. 9).

Záření **beta** je tvořeno rychlými pozitrony nebo elektrony. Toto záření při průchodu hmotným prostředím může změnit svůj směr na základě pružného rozptylu. Zároveň může ionizovat prostředí, čímž přichází o značnou část energie. Dále může způsobit brzdné záření, při kterém dochází k brzdění rychlých elektronů, čímž vzniká výrazně pronikavé záření elektromagnetické. Rozdílem mezi částicemi alfa a částicemi beta je menší velikost a lehkost částic beta, které umožňují změny směru záření, a to pouze s malými ztrátami energie. Příkladem zářiče beta je izotop ^{35}S (Švec 2005, s. 9).

Z hlediska průniku prostředím je nejvýznamnějším druhem záření **gama**. Jde o tok fotonů s velmi krátkou vlnovou délkou vznikajících při přechodu jádra do nižšího energetického stavu, který je doprovázen značným uvolněním energie. Samo o sobě toto elektromagnetické záření evidujeme poměrně zřídka, mnohem častěji je doprovázeno zářením beta nebo alfa. Gama záření je schopno dobře ionizovat prostředí a v interakci s ním může způsobovat fotoefekt, tvorbu elektron-pozitronových párů nebo Comptonův rozptyl. Příkladem zářiče gama je izotop ^{137}Cs (Švec 2005, s. 9).

Rentgenové záření označované v některých případech jako záření X je z důvodu vysokých ionizačních účinků schopné prostoupit značným spektrem materiálů, z čehož vyplývá obtížnost jeho stínění. Toto elektromagnetické záření můžeme rozdělit na brzdné rentgenové záření, jehož zpomalené elektrony změní svoji dráhu a charakteristické rentgenové záření využívané v analytické chemii (Šinkorová 2014).

Rychle letící neutrony bez elektrického náboje, s vysokou pronikavostí a možností ztráty energie pouze srážkou s jádrem atomu, nazýváme **neutronové záření**. Za nejvyšší míru rizika tohoto záření je považována schopnost vyvolání radioaktivity u látek, se kterými je v přímém kontaktu. Ačkoli dochází k nepřímé ionizaci, probíhá tato ionizace podstatně hustěji, v čemž spočívá jeho nebezpečnost (Havránková 2020, s. 92).

3.4 Biologické účinky ionizujícího záření

Účinky ionizujícího záření na organismus vždy závisí na druhu záření, kterému je organismus vystaven, funkčním stavu organismu, obdržené dávce záření a obdrženém dávkovém příkonu záření. Účinkem se rozumí přenos energie záření na biologický systém, ve kterém dochází působením ionizujícího záření ke kaskádové ionizaci atomů. Následně nově vytvořené volné radikály, v interakci s okolními biomolekulami, vyvolávají patofyziologické změny ve fungování buněk. Takovou změnou může být smrt buňky nebo buněčná odpověď na ozáření, která se může projevit formou nádorové transformace, pozdější smrti buňky či jejím zotavením. Reakce buňky, jako základní stavební jednotky, se potom transformuje do tkání a orgánů celého organismu. Ačkoli můžeme účinky ozáření rozdělit na akutní, jejichž následky jsou patrné do několika dnů, nebo latentní, které se mohou projevit až za několik let formou nádorových onemocnění, mnohem častěji se rozdělují účinky ozáření na stochastické a deterministické (Beneš 2015, s. 25-26; Havránková 2020, s. 83-85).

Stochastické účinky záření můžeme definovat jako pravděpodobnost vzniku onemocnění v určité skupině ozářených jedinců, která je založena na odhadu rizika vzniku vycházejícího z epidemiologických studií. Pravděpodobnost vzniku účinků roste lineárně s rostoucí dávkou, ale výskyt účinků v určité skupině osob je zcela náhodný. Zároveň se dá konstatovat, že vážnost poškození organismu není přímo úměrná výši obdržené dávky. Stochastické účinky se vyznačují poškozením DNA buňky, jehož důsledkem mohou být genetické změny, nádorová onemocnění nebo vznik leukémie (Súkupová 2018, s. 179-184).

Deterministické účinky se naopak projevují až po překročení prahové dávky, která je pro každou část organismu rozdílná. Tyto účinky jsou jisté, nenáhodné a založené na ztrátě schopnosti dělení buněk v orgánech nebo tkáních. Po překročení prahové dávky dochází k poškození krátce po expozici záření. Poškození je zároveň vyšší s rostoucí obdrženou dávkou a může se projevit například kožní dermatitidou, střevní enteritidou, oční kataraktou, přechodnou až trvalou aspermií, útlumem krvetvorby či poškozením plic. Veškerým deterministickým účinkům se však dá zabránit, a to především jednoduchým zavedením a dodržováním limitů ozáření a ochranou osob s potenciální možností vystavení záření (Súkupová 2018, s. 178).

3.5 Radiační ochrana

První polovina 20. století se nesla ve znamení neškodnosti působení nízkých dávek ionizujícího záření, v některých případech bylo dokonce považováno za stimulační. Ačkoli byly vysoké dávky záření již v tomto období považovány za zhoubné, vymezení hranice pro malou nebo vysokou dávku stanoveno nebylo. Se zvýšeným výskytem úmrtí na následky ozáření byla zvýšena potřeba stanovit a omezit možné nežádoucí účinky ionizujícího záření. Maximální snahou se tedy stalo sledování obyvatelstva z pohledu radiační zátěže působící z umělých i přírodních zdrojů a její minimalizace na maximální možnou úroveň. Dlouhé radiologické studie, výzkumy i cenné informace z tragických radiačních událostí, pomohly k definování jednotek měření, dozimetrických metod, standardů, postupů a legislativy tak, jak je známe dnes. Z dnešního pohledu tedy můžeme považovat za základní cíl radiační ochrany vyloučení deterministických účinků ionizujícího záření a snížení pravděpodobnosti vzniku účinků stochastických na přijatelnou úroveň pro jednotlivce i společnost (Drábková 2006).

3.5.1 Instituce v oblasti radiační ochrany České republiky

Z pohledu radiační ochrany je nepochybně nejdůležitější institucí **Státní úřad pro jadernou bezpečnost** (dále jen SÚJB), který byl zřízen v roce 1993 na základě zákona č. 2/1969 Sb. České národní rady o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České socialistické republiky. Tento orgán státní správy je přímo podřízen vládě ČR a v jeho čele stojí volený předseda, kterým je od roku 1999 Ing. Dana Drábová, Ph.D. Samotný úřad je organizačně členěn do sekce řízení a technické podpory, sekce jaderné bezpečnosti a sekce radiační ochrany. Mezi hlavní činnosti této instituce patří tyto činnosti: dohled nad provozem jaderného zařízení a pracovišti s významnými zdroji ionizujícího záření, nakládání s radioaktivními odpady a přepravy jaderných materiálů a zářičů, zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, tvorba vnitřních havarijních plánů jaderných zařízení, radiační ochrana obyvatel a pracovníků, kteří pracují se zdroji záření, stanovení zóny havarijního plánování a požadavků havarijní připravenosti, koordinace radiační monitorovací sítě a další (Státní úřad pro jadernou bezpečnost b.r.).

Státní ústav radiační ochrany (dále jen SÚRO) zřízený jako veřejná výzkumná instituce je pověřen plněním úkolů pro svého zřizovatele, kterým je SÚJB. Ústav byl zřízen k 1. červenci 1995 a jeho aktuálním ředitelem je RNDr. Zdeněk Rozlívka. Úkoly

SÚRO jsou založeny na výzkumu v oblastech radiační ochrany a praktickém uplatňování jeho poznatků, koordinace v rámci monitorování radiační situace, sledování expozic obyvatelstva přírodními i umělými zdroji ionizujícího záření a další. Pro podporu SÚJB je zřízena skupina zajišťující vědeckotechnickou a expertní spolupráci mezi ústavy v oblasti nezávislých analýz aktuální radiační situace či podpoře v oblasti zvládnání radiačních mimořádných událostí, a to včetně jejich analýz (Drábková 2020).

Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (dále jen SÚJCHBO) je další veřejnou výzkumnou institucí zřízenou SÚJB za účelem výzkumu a vývoje. Tento ústav se nezaměřuje pouze na radioaktivní látky, ale kompletní spektrum CBRN, tedy chemické, biologické a radioaktivní látky. Ústav mimo jiné poskytuje odbornou pomoc složkám IZS, technickou a analytickou podporu dozorové a inspekční činnosti SÚJB, odborné expertizy, školicí a výcvikové kurzy specialistů CBRN či testování prostředků detekce, dekontaminace a osobní i kolektivní ochrany (Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany b.r.).

3.5.2 Principy radiační ochrany

Pro veškeré expoziční situace, které mohou nastat v souvislosti se zdroji ionizujícího záření, tedy plánované expoziční situace, existující expoziční situace a havarijní situace, platí čtyři základní principy radiační ochrany. Princip zdůvodnění, princip optimalizace, princip limitování dávek a princip bezpečnosti zdrojů.

Princip **zdůvodnění činnosti** charakterizuje důsledná analýza nad plánovanou změnou radiační expoziční situace, tedy zvážení negativních vlivů expozice záření v poměru k užítku, kterou tato změna přinese. V ideálním případě dochází, na základě zvážení možností jiného řešení se stejným užítkem, k přehodnocení plánované expozice. Princip **optimalizace ochrany** je kontinuální proces minimalizace možností expozice osob, minimalizace počtu plánovaně a potenciálně exponovaných osob a jejich obdržených dávek záření, a to s ohledem na ekonomické a společenské riziko (Súkupová 2018, s. 23-24).

Principem **bezpečnosti zdrojů** je snaha o minimalizaci možného zneužití zdroje ionizujícího záření a jeho kvalitní zabezpečení proti neplánovaným expozičním situacím.

Těmto situacím je předcházeno především pravidelnou technickou kontrolou evidovaných zdrojů záření. V rámci plánovaných expozičních situací definuje princip **limitování** nutnost dbát na minimalizaci obdržených dávek ionizujícího záření, které by mohly způsobit nežádoucí účinky na organismus. Pro tyto situace jsou zároveň stanoveny limity, které by každá osoba v rámci plánované expoziční situace neměla překročit (Navrátil 2019, s. 277-278).

Právě v místech s plánovaným využitím umělých zdrojů záření je problematika limitování nejzásadnější. Pracovníci působící v jednotlivých druzích zabezpečených pracovišť musí být během své činnosti monitorováni. Každý pracovník, který překročí limity stanovené pro ozáření pracovníků, musí být dočasně vyřazen z práce se zdrojem záření, a to do doby posouzení jeho zdravotní způsobilosti. Limity ozáření pro obyvatelstvo i pracovníky stanovuje vyhláška č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje (dále jen vyhláška č. 422/2016 Sb.) (Vyhláška č. 422/2016 Sb.). Přehled těchto limitů je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Limity ozáření (autor dle dat vyhlášky č. 422/2016 Sb.)

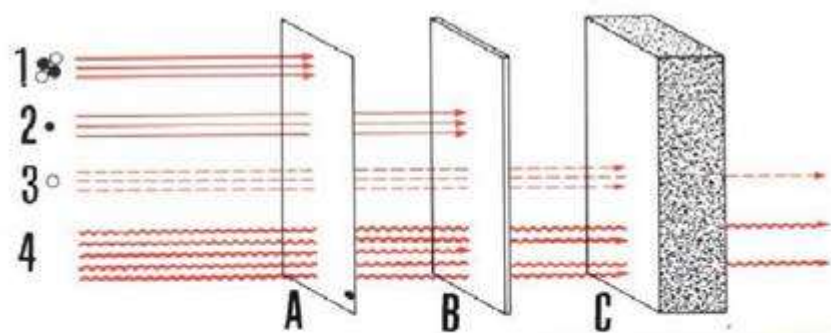
TYP OZÁŘENÍ	LIMITY PRO OBYVATELE	LIMITY PRO PRACOVNÍKY
součet dávek zevního a vnitřního ozáření	1 mSv/rok	20 mSv/rok vyjimečně 50 mSv/rok max. 100 mSv za 5 let
ekvivalentní dávka v oční čočce	15 mSv/rok	50 mSv/rok max 100 mSv za 5 let
ekvivalentní dávka na 1 cm ²	50 mSv/rok	500 mSv/rok
ekvivalentní dávka končetiny	neřešeno	500 mSv/rok

3.5.3 Způsoby ochrany před zářením

Nedílnou součástí radiační ochrany je vědní obor dozimetrie, jenž je součástí fyziky a zároveň velice úzce spjat s obory dalšími. Samotná radiační ochrana by bez veličin dozimetrie nemohla fungovat. Tato nauka o měření, výzkumu a výpočtech, jejíž cílem je ochrana před zářením, se rozvíjela společně s vývojem atomové a jaderné fyziky. Postupné zpřesňování a interpretace výsledků s biologickými účinky záření pomohlo stanovit normy pro absorbovanou dávku záření z umělých i přírodních zdrojů (Sabol 1992).

Od samotného vědního oboru dozimetrie je odvozen i název přístroje, který je pro radiační ochranu zásadní, a to dozimetr. Dozimetr je odborný název pro detektor, který dokáže zachytit a zaznamenat energii ionizujícího záření, která byla absorbována v zájmovém prostředí. Různé druhy dozimetrů se vyvíjely společně s rozvojem radiační ochrany a je možné využít přístrojů založených na bázi několika různých druhů detekce. Takovými druhy mohou být například filmové dozimetry, termoluminiscenční dozimetry, radiofotoluminiscenční dozimetry a elektronické osobní dozimetry (Navrátil 2019, s. 272-275).

K dostatečnému zabezpečení ochrany osob z pohledu ionizujícího záření samozřejmě nestačí pouze systém monitorování a využívání principů radiační ochrany. Z hlediska lidského zdraví je důležitá především samotná ochrana proti jeho účinkům, a to zásadně na rizikových pracovištích nebo v případě neplánovaných expozičních situací. Pro minimalizaci ozáření osob platí několik zásadních způsobů ochrany. Ochrana osob **vzdáleností** využívá jednoduchého principu výrazného snížení dávkového příkonu při prodloužení vzdálenosti od samotného zdroje ionizujícího záření, a to s druhou mocninou. Ochrana **časem** definuje maximální možné snížení doby expozice zdroji záření tak, aby byla absorbovaná dávka co nejnižší. Ochrana osob **stíněním** využívá rozdílných schopností průniku materiálem u jednotlivých druhů záření. Prakticky tak lze za vhodných podmínek odstínit všechny druhy a zdroje záření (Klener 2000). Jednotlivé schopnosti průniku záření materiály udává obrázek 1.



Stínící efekt různých základních materiálů pro jednotlivé typy záření

1 - záření alfa, 2 - záření beta, 3 - tok neutronů, 4 - záření gama;

A - list papíru, B - ocelový plech, C - betonová stěna

Obrázek 1: Stínící efekt materiálů (Rak c2009-2021)

3.5.4 Monitorování radiační situace

Legislativa upravující monitorování radiační situace v České republice je koncipována na předpisech Euratomu, a upravována zákonem č. 263/2016 Sb. atomový zákon a vyhláškou č. 360/2016 Sb. o monitorování radiační situace. Ta, mimo jiné, ukládá SÚJB povinnost vytváření závazného dokumentu v oblasti radiačního monitorování, a to Národní program monitorování. Primárním cílem tohoto dokumentu je stanovení rozsahu monitorování radiační situace na území České republiky. Naměřené hodnoty shromažďuje, zpracovává, vyhodnocuje a zároveň zveřejňuje SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost 2018).

Z pohledu monitorování radiační situace jsou specifikovány dvě základní formy jeho provádění. Forma normálního monitorování, která je využívána v případě plánované expoziční situace a existující expoziční situace. V těchto případech je monitorováno ionizující záření známé a existující nebo je jeho využití plánováno. Cílem takového monitorování je pravidelné sledování radiační situace na území ČR, cvičení a nácviky na provádění havarijního monitorování, udržování praktických návyků a dovedností osob a udržování všech systémů monitorování v dobrém technickém stavu. Jedním z prvků tohoto standardního monitorování je síť včasného zjištění zajišťovaná SÚJB, respektive SÚRO (Státní úřad pro jadernou bezpečnost 2018).

Tato síť včasného zjištění je jedním z nástrojů radiační ochrany a skládá se ze 169 měřících míst. Z těchto 169 míst je 98 soustředěno v oblastech jaderných elektráren Temelín a Dukovany. Ostatních 71 měřících míst je rozmístěno po celém území České republiky na pracovištích regionálních center SÚJB (8 míst), SÚRO (1 místo), HZS ČR (7 míst), Českého hydrometeorologického ústavu (38 míst) a AČR (17 míst). V kooperaci s integrálním měřením, které je zajištěno elektronickými dozimetry a dozimetry termoluminiscenčními na dalších cca 300 místech České republiky, tak tvoří poměrně hustou monitorovací síť pro včasné zachycení zvýšeného rizika ozáření obyvatelstva (Státní úřad pro radiační ochranu c2021).

Druhou formou je monitorování havarijní, které je využíváno při nehodové expoziční situaci, tedy situaci neplánované a potencionálně nebezpečné. V takovém případě je vždy zcela zásadní potvrzení a upřesnění velikosti úniku, rychlé zmapování radiační situace pro možnost výběru a zavedení aktuálních opatření na ochranu obyvatelstva. Takové

situace již nazýváme RMU, při které je využito složek IZS a monitorování těchto událostí probíhá především přenosnými dozimetry v místě zásahu (Státní úřad pro jadernou bezpečnost 2018).

3.6 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém je velmi úzce spjat s pojmem bezpečnost. Lidská populace si ve svém vývoji navykla používat pojem bezpečnost jako veškeré skutečnosti, které vedou k záchraně majetku, ale především zdraví či života osob. Naopak vše ohrožující tyto hodnoty je považováno za nebezpečí. Ačkoli jsou souvislosti obou pojmů výrazně širší, zjednodušeně se dá tvrdit, že integrovaný záchranný systém je tu právě pro záchranné a likvidační práce určené k zajištění bezpečí obyvatelstva a odvrácení nebezpečí, které obyvatelstvu bezprostředně hrozí (Štětina 2014).

V rámci legislativního pojetí, jak ho stanovuje zákon č. 239/2000 Sb., paragraf č. 2, písmeno a) je IZS: „*koordinovaný postup jeho složek při přípravě na MU a při provádění záchranných a likvidačních prací*“. Výše uvedený zákon č. 239/2000 Sb. mimo jiné stanovuje a rozděluje jednotlivé složky IZS, kterými jsou HZS ČR, jako složka zabezpečující koordinovaný postup záchranných a likvidačních prací, poskytovatelé zdravotnické záchranné služby (dále jen ZZS), Policie České republiky (dále jen PČR) a jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje. Veškeré výše uvedené prvky jsou zařazeny mezi základní složky IZS. Zákon dále stanovuje ostatní složky IZS, které mohou být pro případ vzniku mimořádné události využity. Těmito složkami jsou síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní bezpečnostní a záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní a další služby, které lze k záchranným a likvidačním pracím využít. Jejich pomoc je vždy poskytnuta jako plánovaná pomoc na vyžádání (Zákon č. 239/2000 Sb.).

Samotný IZS vznikl roku 1993 právě z důvodu potřeby organizace složitějších zásahů, na jejichž řešení nebylo dostačující využití pouze jedné ze složek systému. Došlo tak k jasnému rozdělení činností a pravomocí na taktické úrovni v místě zásahu, operační úrovni v rámci operačních středisek základních složek IZS a strategické úrovni, která představuje zapojení vybraných složek veřejné správy (Šenovský 2007, s. 4-7).

3.6.1 Legislativa ochrany obyvatelstva v ČR

Krizové řízení a ochrana obyvatelstva jsou značně rozsáhlou problematikou, a to jak z pohledu samotného zásahu a řešení mimořádné události, tak z pohledu legislativy. Výrazný posun v oblasti krizového řízení a přípravy na mimořádné události přišel především se zákony č. 238/2000 Sb. Zákon o Hasičském záchranném sboru ČR, již zmíněným zákonem č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému, č. 240/2000 Sb. Krizový zákon a zákonem č. 241/2000 Sb. Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy (Štětina 2014). Ačkoli je legislativní problematika značně provázaná a rozsáhlá, základní legislativní rámec krizového řízení je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Legislativní rámec ochrany obyvatelstva ČR (autor dle dat Štětina 2014)

/	Ústava České republiky (Ústavní zákon č. 1/1993 Sb.)	Ústavní zákon o bezpečnosti České republiky (ústavní zákon č. 110/1998 Sb.)
Zákon o ozbrojených silách ČR (zákon č. 219/1999 Sb.)	Zákon o Policii ČR (zákon č. 273/2008 Sb.)	Zákon o HZS ČR (zákon č. 238/2000 Sb.)
Zákon o zajišťování obrany (zákon č. 222/1999 Sb.)	Zákon o vězeňské službě a justiční stráž ČR (zákon ČNR č. 5/1992 Sb.)	Zákon o krizovém řízení (zákon č. 240/2000 Sb.)
Zákon o Vojenském zpravodajství (zákon č. 289/2005 Sb.)	Zákon o zdravotnické záchranné službě (zákon č. 374/2011 Sb.)	Zákon o integrovaném záchranném systému (zákon č. 239/2000 Sb.)
Zákon o Vojenské policii (zákon č. 289/2005 Sb.)	Zákon o branné povinnosti a jejím zajišťování (branný zákon) (zákon č. 1/1993 Sb.)	Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy (zákon č. 241/2000 Sb.)
/	/	Zákon o požární ochraně (zákon č. 133/1985 Sb.)

3.6.2 Mimořádná událost

Mimořádnou událost (dále jen MU) definuje paragraf č. 2, písmeno b) zákona č. 239/2000 Sb. jako: „*škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací*“. V mnoha případech vzniku MU je nedostačující provádění záchranných a likvidačních prací pouze jednou

složkou IZS, právě z tohoto důvodu je využíváno koordinovaného postupu části nebo všech jeho složek. V rámci sjednocení procesů jednotlivých organizací je věnováno značné úsilí plánování jejich činnosti při vzniku různých typů MU, tyto koordinované postupy jsou nazývány jako typové činnosti integrovaného záchranného systému (Šenovský 2007). Jejich katalog obsahuje 17 vybraných MU uvedených v tabulce 3.

Tabulka 3: Seznam typových činností (autor dle dat GŘ HZS ČR c2021)

STČ 01/IZS Špinavá bomba
STČ 02/IZS Demonstrování úmyslu sebevraždy
STČ 03/IZS Hrozba použití NVS nebo nález NVS, podezřelého předmětu, munice, výbušnin a výbušných předmětů
STČ 04/IZS Zásah složek IZS u mimořádné události Letecká nehoda
STČ 05/IZS Nález předmětu s podezřením na přítomnost B-agens nebo toxinů
STČ 06/IZS Opatření k zajištění veřejného pořádku při shromážděních a technopárty
STČ 07/IZS Záchrana pohřešovaných osob-pátrací akce v terénu
STČ 08/IZS Dopravní nehoda
STČ 09/IZS Zásah složek IZS u mimořádné události s velkým počtem zraněných osob
STČ 10/IZS Při nebezpečné poruše plynulosti provozu na dálnici
STČ 11/IZS Chřipka ptáků
STČ 12/IZS Při poskytování psychosociální pomoci
STČ 13/IZS Reakce na chemický útok v metru
STČ 14/IZS Amok - útok aktivního střelce
STČ 15/IZS Mimořádnosti v provozu železniční osobní dopravy
STČ 16A/IZS Mimořádná událost s podezřením na výskyt vysoce nakažlivé nemoci ve zdravotnickém zařízení nebo v ostatních prostorech
STČ 16B/IZS Mimořádná událost s podezřením na výskyt vysoce nakažlivé nemoci na palubě letadla s přistáním na letišti Praha Ruzyně

Samotné řešení mimořádné události je vždy rozděleno do tří základních činností, které jsou prováděny v jednotlivých fázích mimořádné události. V první řadě dochází k provedení záchranných prací, které spočívají v omezení rozsahu a eliminaci bezprostředních účinků MU na osoby, zvířata, životní prostředí či majetek. Druhou fází jsou likvidační práce, při kterých jsou v nejkratším možném čase odstraněny účinky MU. Poslední fází jsou práce asanační, které se soustředí na obnovu poškozených oblastí z pohledu infrastruktury, životního prostředí, kultury a dalších, a to včetně případného rozvoje poškozené oblasti (Štětina 2014).

3.7 Radiační mimořádná událost

V případě vzniku RMU dochází ve většině případů zcela automaticky k aktivaci jednotlivých základních i vybraných ostatních složek IZS. Pro samotné řešení takové události obsahuje bojový řád jednotek požární ochrany taktický postup zásahu nazvaný jako metodický list č. **4 N Nebezpečí ionizujícího záření**. Zároveň lze pro takovou událost využít katalog typových činností složek integrovaného záchranného systému, který obsahuje typovou činnost č. **STČ 01/IZS Špinavá bomba**, která se svým obsahem taktéž týká radiačního nebezpečí a je využívána v případě očekávané referenční úrovně záření při zásahu vyšším než 20 mSv (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).

Na základě vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 318/2002 Sb. o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu zároveň můžeme RMU rozdělovat do 3 základních stupňů. V případě **1. stupně** je celá situace zvládnutelná silami a prostředky pracovní směny či obsluhy zařízení a během nehody nedojde k ohrožení životního prostředí či života a zdraví osob. **2. stupeň** se vyznačuje možností nepřijatelného ozáření zaměstnanců a dalších osob, nebo úniku radioaktivních látek do životního prostředí. Situace již není zvládnutelná prostředky a silami obsluhy nebo směny, zároveň ale není nutné zavádět neodkladná opatření pro obyvatelstvo. Radiační havárie je jako **3. stupeň** nejzávažnější RMU. Tato havárie vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo z důvodu jejich možného ohrožení a zcela nepochybně není její řešení zvládnutelné pouze obsluhou nebo směnou na zařízení, právě při takových událostech jsou zaváděna neodkladná a následná ochranná opatření (Vyhláška č. 318/2002 Sb.).

3.7.1 Organizace zásahu

Z pohledu organizace zásahu je hlavním koordinátorem činností HZS ČR, respektive příslušný velitel zásahu z jejich řad. Z pohledu HZS ČR dochází v případě radiační mimořádné události k několika hlavním úkonům. Těmi jsou provedení prvotního průzkumu místa zásahu, včetně zhodnocení radiační situace, organizace místa zásahu včetně stanovení bezpečnostních zón místa události, záchrana osob z nebezpečného prostoru, kontrola kontaminace osob a materiálu, dekontaminace osob a materiálu, zřízení případného štábu velitele zásahu, zajištění neodkladných opatření a kontaktování

příslušných úřadů státní správy a institucí radiační ochrany (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).

V případě RMU zároveň HZS ČR disponuje pěti mobilními výjezdovými skupinami s rozšířenou detekcí, které jsou v nepřetržité pohotovosti pro potřeby zabezpečení úkolů ochrany obyvatelstva. Jejich dislokace je v Lázních Bohdaneč, Kamenici, Třemošné, Tišnově a Frenštátě pod Radhoštěm a teritoriálně mají rozdělené celé území ČR. Tyto skupiny disponují kvalifikovanými odborníky a specializovaným přístrojovým vybavením pro plnění úkolů v rámci radiační a chemické ochrany (Zaoralová 2012).

Při společném zásahu složek IZS tohoto typu dochází z pohledu Policie ČR k zabezpečení úkolů ve vnější zóně zásahu. Tyto úkoly spočívají především v dopravních opatřeních, evidenci osob, bezpečnostních uzávěrách a případné evakuaci osob. Pracovníci ZZS v rámci vnější zóny zásahu poskytují přednemocniční neodkladnou péči a stejně jako příslušníci Policie ČR vstupují do zóny zásahu pouze ve zcela výjimečných případech. Jednou z ostatních složek IZS, která je předurčena k řešení tohoto typu zásahu je SÚJB, respektive SÚRO a SÚJCHBO, jejichž součinnost je při řešení událostí se zdroji radiace téměř nezbytná. V rámci zásahu jsou členové výjezdových skupin těchto složek nápomocni při provádění radiačního průzkumu i přítomni ve štábu velitele zásahu z důvodu navrhování nutných opatření pro zajištění radiační ochrany a doporučení pro ideální postupy zásahu (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2015).

Armáda České republiky není přímo určena na řešení mimořádných událostí v civilním sektoru, k její aktivaci však může dojít. Jako další složka IZS má v oblasti radiační ochrany specializovaný útvar 31. pluk rchbo se sídlem v Liberci. V rámci tohoto útvaru působí několik čet průzkumu, dekontaminace osob a techniky i odběru vzorků a v rámci typové činnosti STČ01/IZS Špinavá bomba je s případným využitím AČR uvažováno především pro činnost v oblasti dekontaminace osob a materiálu a provádění radiačního průzkumu (autor; Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2015).

V rámci IZS je dále možno povolát pro plnění úkolů mnoho dalších organizačních celků zařazených v IZS jako například obecní policii, Celní správu, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby právnických osob či zařízení civilní ochrany bez právní subjektivity. Tyto subjekty jsou nasazeny v případě, že to situace nezbytně

vyžaduje. S těmito subjekty jsou, v rámci příprav na možný vznik MU, organizačními složkami HZS ČR uzavírány dohody o plánované pomoci na vyžádání, poskytnutí osobní nebo věcné pomoci či jiné dohody o spolupráci (Šenovský 2007).

3.7.2 Zásadní činnosti při zásahu

Při zásahu v prostředí se zdrojem ionizujícího záření či výskytem radioaktivních látek je nutné dbát na zvýšenou ochranu zasahujících osob. Touto ochranou se rozumí především využití osobních ochranných prostředků povrchu těla a dýchacích cest, jimiž mohou být dýchací přístroje a izolační a filtrační protichemické oděvy. V místě zásahu je samozřejmostí nepožívání potravin, nápojů a cigaret. Při opuštění kontaminovaného prostoru je třeba dbát přísné kontroly možné kontaminace zasahujících osob a zabezpečení jejich případné dekontaminace, a to včetně použitého materiálu. Tato dekontaminace je provedena i po radiačním průzkumu souvisejícím s ukončením prací tak, aby nedošlo k dalšímu šíření kontaminovaného materiálu či osob mimo místo zásahu (Ministerstvo vnitra - GR HZS ČR 2015).

Z pohledu ochrany zasahujících osob je zároveň, dle paragrafu 108 vyhlášky č. 422/2016 Sb., velitel zásahu povinen informovat zasahující osobu o aktuální radiační situaci, efektivní dávce, kterou během zásahu může obdržet a o ochranných prostředcích a principech, které musí při zásahu dodržovat. Zasahující osoby, které nejsou příslušníky HZS ČR, Policie ČR nebo AČR, musí zároveň před samotným zásahem informovat o účincích záření, možných zdravotních rizicích a o možném preventivním opatření. Tyto osoby poté musí svou účast na zásahu písemně potvrdit. V případě příslušníků HZS ČR, Policie ČR nebo AČR je za potvrzení účasti na takovém zásahu považováno složení služebního slibu (Vyhláška č. 422/2016 Sb.).

3.7.3 Ochranná opatření při zásahu

Z pohledu ochrany obyvatelstva je, v případě možné expoziční situace se zdroji ionizujícího záření, zásadní rychlé zavedení neodkladných ochranných opatření s cílem minimalizování obdržených dávek z ozáření. V první fázi zásahu je vždy nutné varování a informování obyvatelstva a zajištění lékařské péče postiženým osobám. Dle aktuálního místa události je možné případné ukrytí či evakuace osob, stínění zdroje záření, zamezení

šíření radioaktivních látek a v neposlední řadě případné podání jodové profylaxe. V případě vzniku RMU je zároveň nutné dbát na maximální možné uklidnění situace směrem k civilnímu obyvatelstvu, čímž je možné docílit zabránění vzniku paniky a nekontrolovatelnému pobíhání vyděšených osob. Těmto nevhodným jevům se dá snadno předejít právě správně zavedeným opatřením a důslednou komunikací s obyvatelstvem (Prouza 2008).

Časový tlak, který je vyvíjen na zavedení neodkladných ochranných opatření při zásahu, je mnohem větší než při zavádění opatření následných. Tato opatření jsou pečlivě zvážena na základě dostupných dat a následně přesně a cíleně využita. Takovým následným opatřením může být například přesídlení obyvatelstva, regulace konzumace potravin kontaminovaných radionuklidy, preventivní regulace zemědělské rostlinné produkce a další. Tato opatření však již nejsou v gesci HZS ČR. Důležitým bodem v přípravě a plánování neodkladných i následných opatření je nutnost posouzení přínosnosti připravovaných opatření. Náklady na provedení takových opatření by neměly být neúměrné následně vzniklému užítku a měly by vždy přinášet rozumně dosažitelný přínos (Zákon č. 263/2016 Sb.).

3.8 Vybrané historické radiační mimořádné události

V České republice došlo k radiační mimořádné události v roce 1996. V Itálii byl tehdy zadržen železniční vagon převážející železný šrot z České republiky. Tento vagon byl, jako zdroj ionizujícího záření, vrácen zpět do vlasti, izolován a pod dohledem rozebírán z důvodu dohledání a identifikace zdroje záření, který byl později určen jako ^{137}Cs . Pozdějším prošetřením události došlo i k dohledání vlastníka zářiče, který ohlásil jeho ztrátu několik dní před zachycením vagonu (Prouza 2008).

Mezi světové události můžeme zařadit událost z roku 1983 z mexického Juarézu kde byl přepravován a následně prodán s ostatním kovovým materiálem i poškozený radioterapeutický zářič ^{60}Co . Tento šrot se dále distribuoval do hutí, čímž došlo ke kontaminaci značného množství kovových výrobků. K detekci došlo pouze náhodou a následkem této události bylo ozářeno zhruba 4 000 osob, z pohledu radiace testováno 17 636 budov a 814 z nich následně strženo (Radiační mimořádné události, část II 2020).

Mezi další případy můžeme zařadit město Goiania v Brazílii, kde v roce 1985 opustila radioterapeutická klinika budovu a ponechala v ní zářič ^{137}Cs . Zářič se následně rozšířil mezi obyvatele náhodným nálezem a přemístěním. Ve městě Tammiku, v Estonsku, roku 1994 došlo ke krádeži kontejnerů se zářičem z nedostatečně chráněného úložiště. V Tureckém Istanbulu roku 1998 a Thajském Samut Prakarn roku 2000 došlo k prodeji nebezpečného materiálu obsahujícího ^{60}Co . V obou případech byl tento materiál prodáván jako kovový šrot. Dále je nutné zmínit město Lia v Gruzii kde došlo roku 2001 k nálezu dvou kontejnerů vyřazených a zapomenutých zdrojů ^{90}Sr z termoelektrických generátorů (Radiální mimořádné události, část I 2020).

Několik výše uvedených událostí zcela jasně naznačuje, že k odcizení nebo opomenutí zdrojů ionizujícího záření dochází. Zároveň prakticky vždy dochází k samotné detekci a dohledání tohoto nebezpečného materiálu až po biologických projevech na ozářených osobách nebo značnou náhodou. I z těchto důvodů byla pro studii této práce vybrána radiální mimořádná událost související s přepravou kontaminovaného kovového šrotu.

4 METODIKA

Na základě dostupných zdrojů v oblasti radiačních nehod a havárií, byla vybrána situace, se kterou se vybrané složky IZS mohou velice pravděpodobně setkat. Na tuto událost byla vytvořena případová studie. Z dostupných zdrojů, především metodických listů, byly vytvořeny plány činností konkrétního simulovaného zásahu z pohledu HZS ČR a AČR v rámci RMU. Oba tyto postupy tvoří přílohu 1 a přílohu 2 této práce. Tyto postupy byly komparativně zpracovány v programu Microsoft Excel. Výsledkem tohoto kvalitativního výzkumu je přehledné porovnání a zhodnocení možností obou vybraných složek v rámci řešení radiační mimořádné události. V rámci případové studie zároveň došlo ke kontaktování odborníků z řad HZS ČR i AČR, a to z důvodu zhodnocení reálnosti vytvořených postupů zásahu.

Testování znalostí osob jednotlivých organizačních celků IZS v oblasti radiační ochrany probíhalo za pomoci internetové platformy společnosti Survio s.r.o., výsledky byly importovány a dále zpracovány v programu Microsoft Excel. Mezi testované skupiny byly zařazeni příslušníci AČR, AČR – 31. pluk rchbo, příslušníci HZS ČR, zaměstnanci HZS podniku a členové SDH. Jejich výběr byl zcela náhodný a založen na zveřejnění dotazníkového formuláře ve webovém rozhraní, a především jeho rozeslání mezi výjezdové jednotky HZS ČR, krajské ředitelství HZS ČR Libereckého kraje, HZS správy železniční dopravní cesty Liberec a příslušníky 31. pluku rchbo Liberec. Samotné testování probíhalo v termínu od 9. března 2021 do 27. března 2021. Výsledkem tohoto kvantitativního výzkumu je především zhodnocení vědomostí osob v oblasti radiační ochrany. Výsledky jsou zároveň doplněny o subjektivní pocit respondentů.

V rámci materiální připravenosti došlo ke zhodnocení parametrů a vlastností nejvíce využívaného dozimetrického přístrojového vybavení výjezdových jednotek HZS ČR a 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany Armády ČR. Tento výzkum byl prováděn formou komparativní metody s využitím programu Microsoft Excel a jeho výsledky následně interpretovány.

5 VÝSLEDKY

5.1 Případová studie

Výsledky komparativní metody porovnání postupu zásahu při radiační mimořádné události jsou uvedeny v tabulce 4. Za zcela zásadní rozdíly, v řešení zásahu AČR a HZS ČR, byly vyhodnoceny tyto činnosti: čas výjezdu na místo události, hodnoty vytyčované hranice kontaminovaného prostoru, varování obyvatelstva a ukončení vlastního zásahu.

Tabulka 4: Porovnání řešení případové studie (vlastní tvorba)

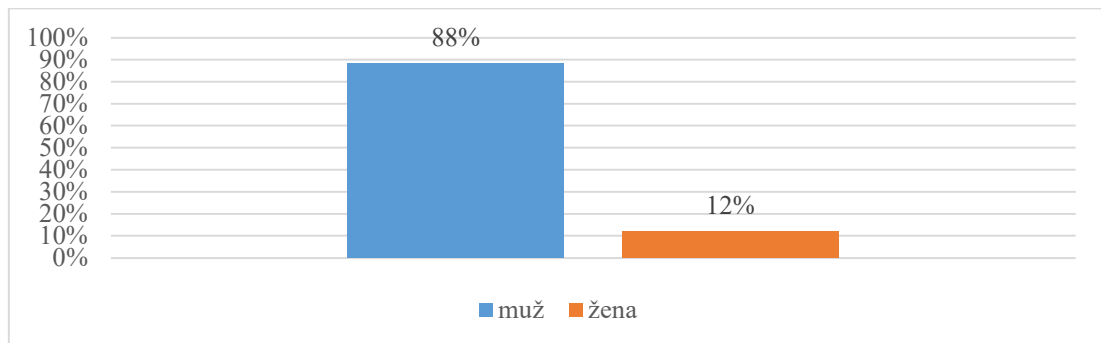
AČR	HZS ČR
Operační středisko <i>společné operační středisko, dozorčí útvaru</i>	Operační středisko <i>KOPIS, OPIS MV - GR</i>
Čas výjezdu na místo události <i>bez časové normy</i> <i>síly a prostředky vyčleněné pro IZS: 180 min.</i>	Čas výjezdu na místo události <i>do 2 min.</i>
Metodika činnosti <i>pouze na činnost dílčích úkolů</i>	Metodika činnosti <i>Bojový řád 4 N nebezpečí zdroje IZ</i> <i>STČ 01/IZS Špinavá bomba</i>
Varování obyvatelstva, evakuace <i>pouze v místě události</i> <i>informování spojeneckých a vlastních vojsk</i>	Varování obyvatelstva, evakuace <i>ano, co nejrychlejší</i> <i>možná účast dalších složek IZS</i>
Vytyčení kontaminovaného prostoru <i>0,5 cGy/h</i>	Vytyčení kontaminovaného prostoru <i>1 μGy/h, 10 μGy/h a 1 mGy/h</i>
Dohledání zdroje záření <i>ano, v případě potřeby a požadavku</i>	Dohledání zdroje záření <i>ano, v případě potřeby a požadavku</i> <i>koordinace s SÚJB</i>
Odběr vzorků <i>omezeně</i>	Odběr vzorků <i>v součinnosti s SÚJB</i>
Dekontaminace <i>ano, úplná</i>	Dekontaminace <i>ano, úplná</i>
Ukončení zásahu <i>vytyčení prostoru zvýšeného úrovně radiace</i>	Ukončení zásahu <i>předání místa zásahu orgánům státní správy</i>

Z dosažených výsledků vyplývá, že AČR je připravena na případný zásah se zdroji ionizujícího záření z pohledu jednotlivých dílčích činností a materiálního vybavení. Z důvodu rozdílnosti postupů však samotná činnost u takového zásahu, v rámci ochrany obyvatelstva, musí být koordinovaná příslušníkem HZS ČR a příslušníci AČR využiti především v určitých oblastech činnosti a po předchozím proškolení velitelem zásahu.

5.2 Personální připravenost

Tato část práce je zaměřena na znázornění výsledků testování personální připravenosti příslušníků HZS ČR, 31. pluku rchbo AČR a zaměstnanců HZS podniku v oblasti radiační ochrany. Dále jsou zpracována data SDH a příslušníků AČR jejichž domovská posádka není 31. pluk rchbo. Ke zpracování výsledků byl využit program Microsoft excel.

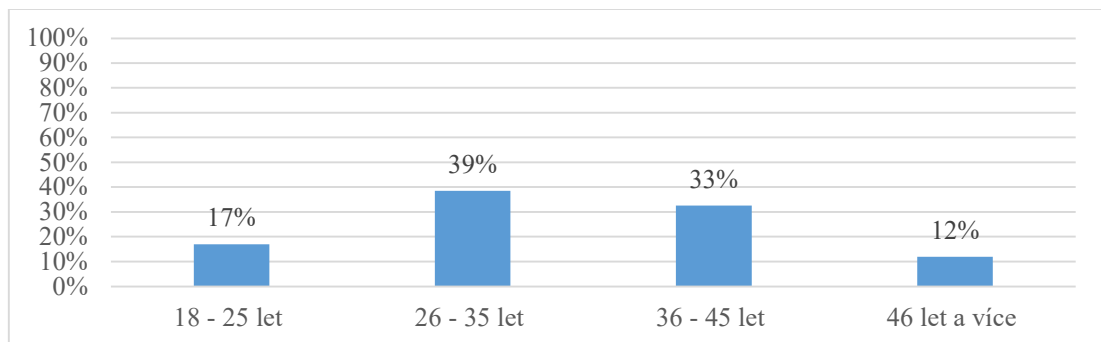
Otázka č. 1: „Jaké je Vaše pohlaví?“



Obrázek 2: Pohlaví testovaných osob (vlastní tvorba)

Na základě otázky č. 1 můžeme konstatovat, že test vyplnilo z celkových 135 respondentů 119 mužů a 16 žen. Procentuální poměr byl tedy 88 % ku 12 % ve prospěch mužů, jak znázorňuje obrázek 2.

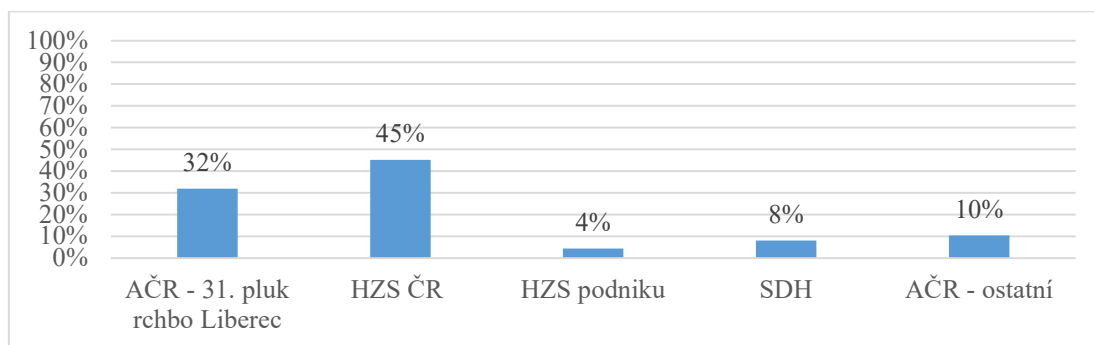
Otázka č. 2: „Do jaké věkové kategorie spadáte?“



Obrázek 3: Věkové skupiny (vlastní tvorba)

Z pohledu věkových skupin se testu účastnilo 23 osob ve věku 18–25 let (17 %), 52 osob ve věku 26–35 let (39 %), 44 osob ve věku 36–45 let (33 %) a 16 osob ve věku 46 let a více (12 %), procentuální zastoupení znázorňuje obrázek 3.

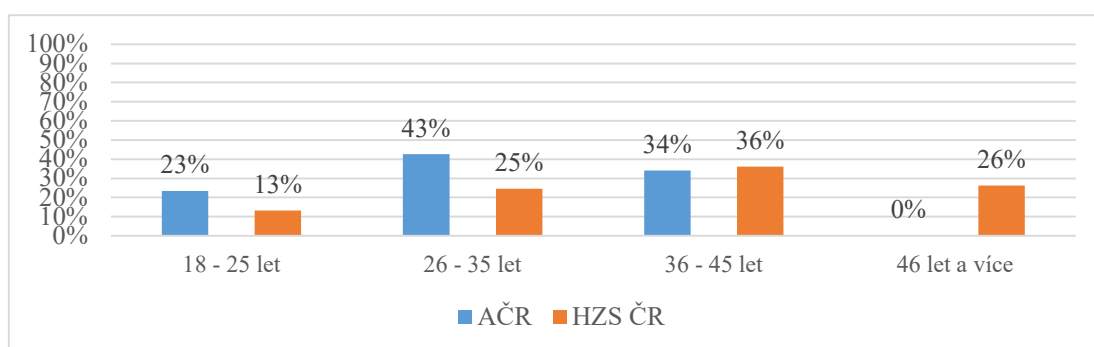
Otázka č. 3: „V jaké složce IZS působíte?“



Obrázek 4: Poměr organizačních celků (vlastní tvorba)

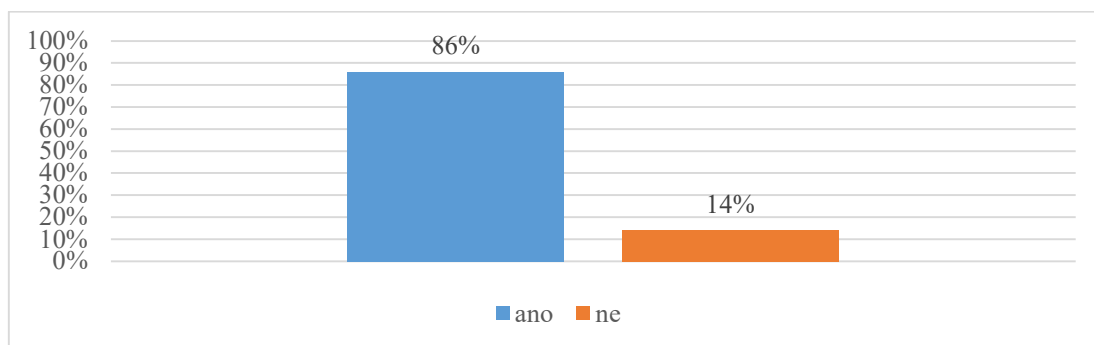
Tato otázka rozřadila testované osoby do jednotlivých organizačních celků a její výsledky jsou zobrazeny v obrázku 4. Z tohoto pohledu bylo otestováno 43 příslušníků 31. pluku rchbo (32 %), 61 příslušníků HZS ČR (45 %), 6 zaměstnanců HZS podniku (4 %), 11 členů SDH (8 %) a 14 příslušníků zbývajících složek AČR (10 %).

Z pohledu věkového rozložení příslušníků AČR bylo testováno 23 % osob ve věku 18–25 let, 43 % osob ve věku 26–35 let, 34 % osob ve věku 36–45 let a 0 % osob ve věku nad 46 let. Z pohledu HZS ČR bylo testováno 13 % osob ve věku 18–25 let, 25 % osob ve věku 26–35 let, 36 % osob ve věku 36–45 let a 26 % osob ve věku nad 46 let. Poměr organizačních celků dle věkové kategorie znázorňuje obrázek 5.



Obrázek 5: Poměr organizačních celků dle věkové kategorie (vlastní tvorba)

Otázka č. 4: „Byl(a) jste v letech 2019 - 2020 zařazen(a) do hotovosti ve prospěch IZS? (pouze pro příslušníky AČR)“

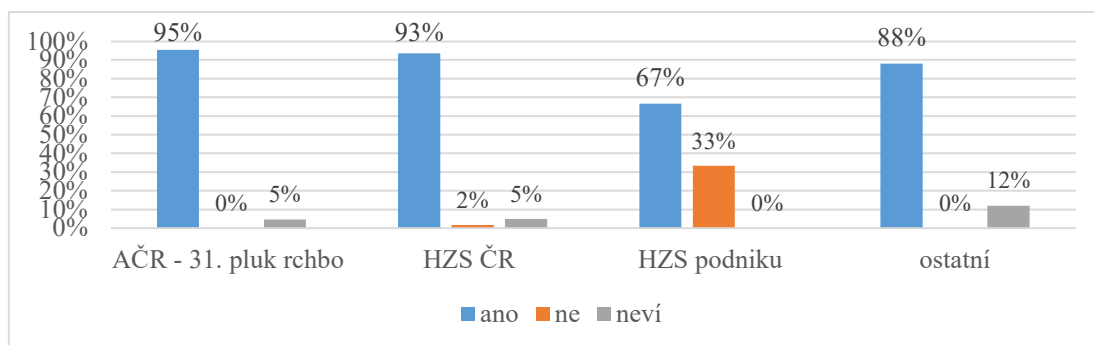


Obrázek 6: Zařazení příslušníků AČR ve prospěch IZS (vlastní tvorba)

Tato otázka definovala, že z 57 příslušníků AČR, kteří se účastnili testování, bylo 86 % v letech 2019 a 2020 alespoň 1x zařazeno do hotovostních sil ve prospěch IZS. Naopak 14 % z nich takto zařazených nebylo.

Následující otázky č. 5 – č. 19 se týkají znalostí testovaných osob v oblasti radiační ochrany. Pro interpretaci výsledků byli členové SDH a příslušníci AČR sloužící mimo posádku Liberec zahrnuti do společné skupiny jako „ostatní“.

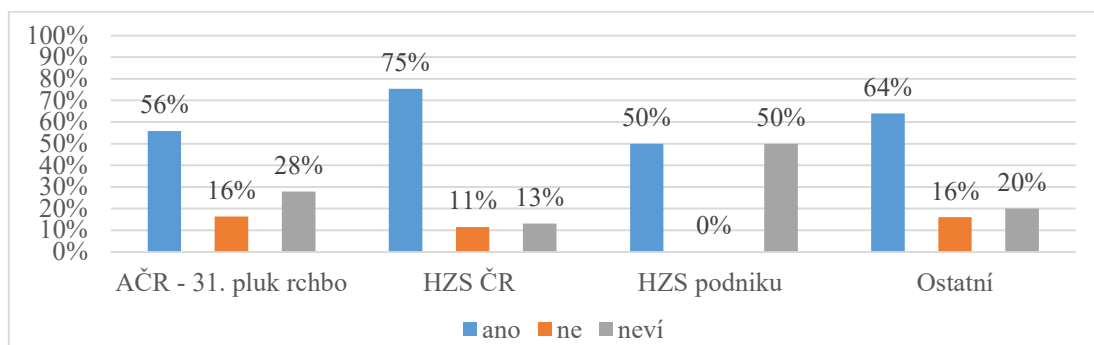
Otázka č. 5: „Je na území ČR trvale monitorována radiační situace?“



Obrázek 7: Monitorování radiační situace na území ČR (vlastní tvorba)

Na tuto otázku odpovědělo správně 95 % příslušníků 31. pluku rchbo, 93 % příslušníků HZS ČR, 67 % zaměstnanců HZS podniku a 88 % ostatních respondentů. Chybně odpovědělo 2 % příslušníků HZS ČR a 33 % zaměstnanců HZS podniku. 5 % příslušníků 31. pluku rchbo, 5 % HZS ČR a 12 % osob z kategorie ostatní si odpovědi nebyli jisti nebo nevěděli.

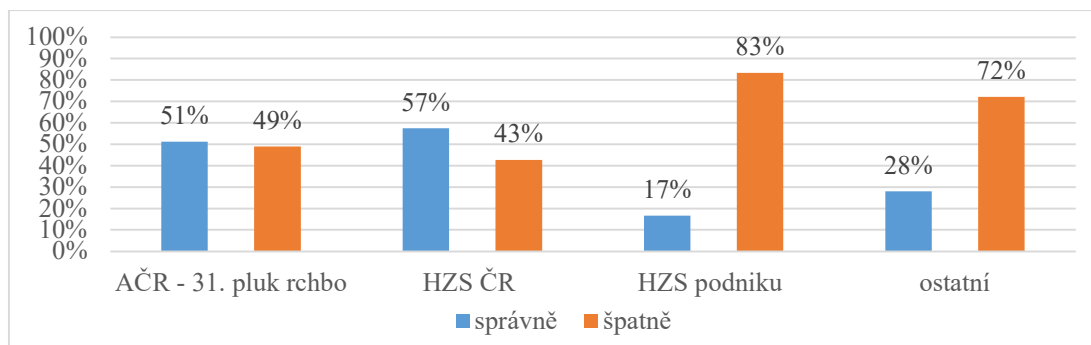
Otázka č. 6: „Myslíte, že je možný vznik jiné radiační mimořádné události, než způsobené provozem (poruchou) jaderných elektráren či jaderným útokem?“



Obrázek 8: Možný vznik radiační mimořádné události (vlastní tvorba)

Na tuto otázku odpovědělo správně 56 % příslušníků 31. pluku rchbo, 75 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 64 % ostatních respondentů. Špatně odpovědělo 16 % příslušníků 31. pluku rchbo, 11 % příslušníků HZS ČR, 0 % zaměstnanců HZS podniku a 16 % ostatních respondentů. Ostatní si nebyli odpovědi jistí, nebo odpověď neznali. Takto odpovědělo 28 % příslušníků 31. pluku rchbo, 13 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 20 % ostatních respondentů.

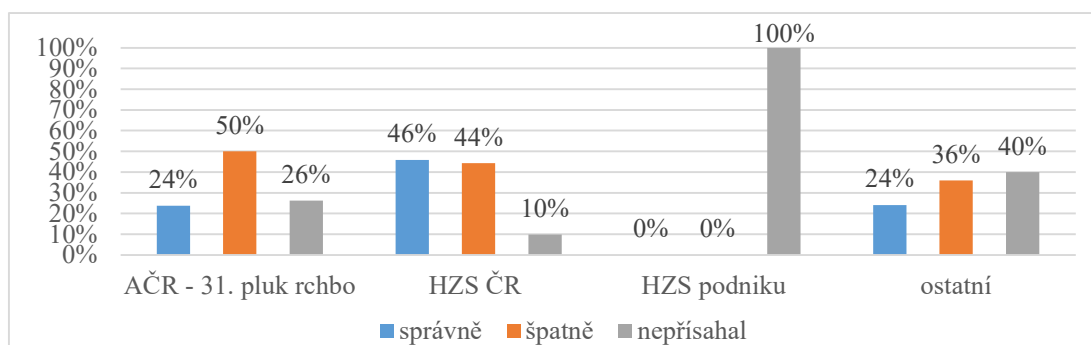
Otázka č. 7: Jaký je roční obecný limit součtu efektivních dávek ozáření pro obyvatelstvo?



Obrázek 9: Limit efektivních dávek ozáření obyvatelstva (vlastní tvorba)

Z možných odpovědí 1 mSv/rok; 10 mSv/rok; 100 mSv/rok, z nichž správná byla 1 mSv/rok odpovědělo správně 51 % příslušníků 31. pluku rchbo, 57 % příslušníků HZS ČR, 17 % zaměstnanců HZS podniku a 28 % ostatních respondentů. Špatně odpovědělo 49 % příslušníků 31. pluku rchbo, 43 % příslušníků HZS ČR, 83 % zaměstnanců HZS podniku a 72 % ostatních respondentů.

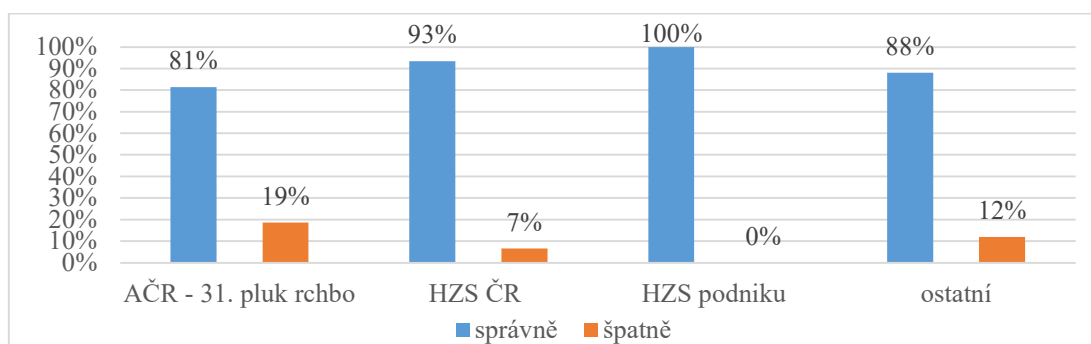
Otázka č. 8: „Složením služební přísahy jste akceptoval(a), že v rámci svého služebního zařazení můžete být vyslán(a) k zásahu, u kterého může být překročena referenční úroveň ozáření ve výši:“



Obrázek 10: Referenční úroveň ozáření při služebním poměru (vlastní tvorba)

Správnou odpověď 100 mSv/rok z možných 1 mSv/rok; 10 mSv/rok; 100 mSv/rok; 200 mSv/rok a možnosti nepřisahal jsem odpovědělo správně 24 % příslušníků 31. pluku rchbo, 46 % příslušníků HZS ČR a 24 % ostatních respondentů. Špatně odpovědělo 50 % příslušníků 31. pluku rchbo, 44 % příslušníků HZS ČR a 36 % ostatních respondentů. Zbývajících 26 % příslušníků 31. pluku rchbo, 10 % příslušníků HZS ČR, 100 % zaměstnanců HZS podniku a 40 % ostatních uvedlo, že nesložilo služební přísahu.

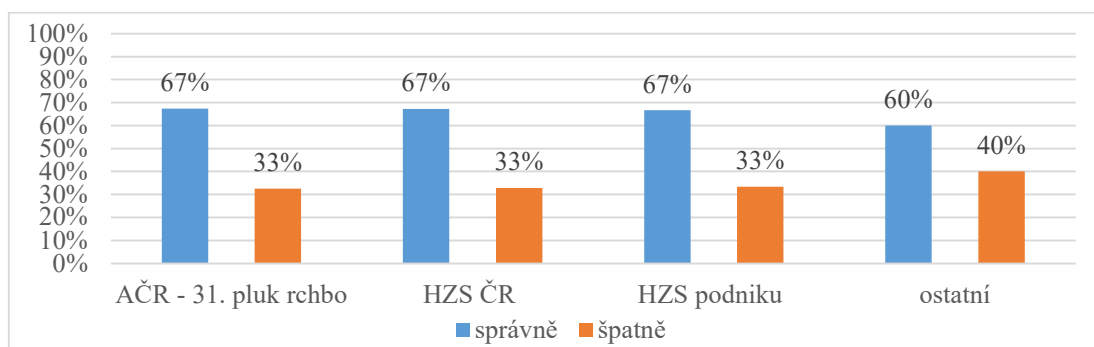
Otázka č. 9: „Jaká instituce odpovídá za monitorování radiační situace na území ČR?“



Obrázek 11: Odpovědnost za monitorování radiační situace ČR (vlastní tvorba)

Na otázku č. 9 odpovědělo správně 81 % příslušníků 31. pluku rchbo, 93 % příslušníků HZS ČR, 100 % HZS podniku a 88 % ostatních respondentů. Tito respondenti zvolili správně možnost *Státní úřad pro jadernou bezpečnost*. Špatně odpovědělo 19 % příslušníků 31. pluku rchbo, 7 % příslušníků HZS ČR a 12 % ostatních. Tito respondenti zvolili možnost *HZS ČR, AČR* nebo *Správa letového provozu*.

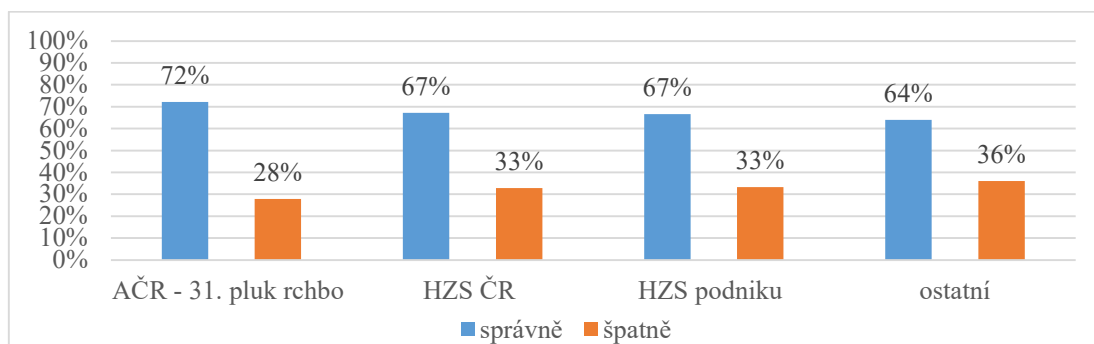
Otázka č. 10: „Co zohledňuje dávkový ekvivalent?“



Obrázek 12: Dávkový ekvivalent (vlastní tvorba)

Správnou odpověď *rozdílný biologický účinek různých druhů ionizujícího záření* otázky č. 10 zvolilo 67 % příslušníků 31. pluku rchbo, 67 % příslušníků HZS ČR, 67 % HZS Podniku a 60 % ostatních respondentů. Špatnou možnost *účinek nepřímo ionizujícího záření v jakékoli látce nebo střední dávku neutronů ve tkáni* zvolilo 33 % příslušníků 31. pluku rchbo, 33 % příslušníků HZS ČR, 33 % HZS podniku a 40 % ostatních respondentů.

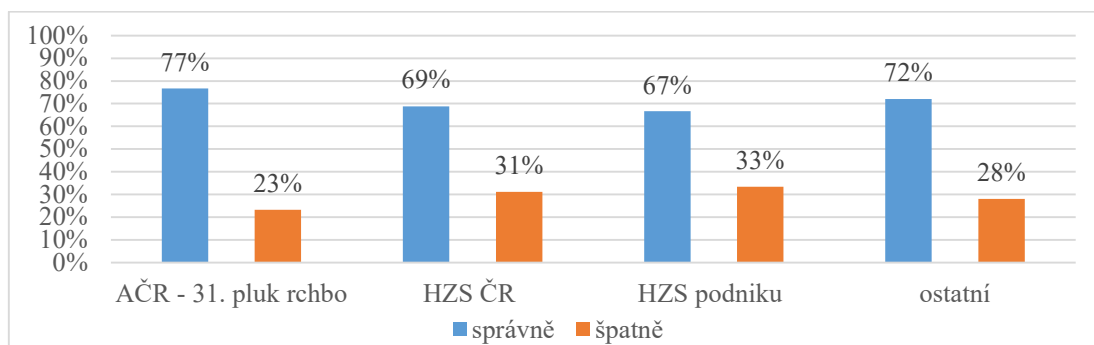
Otázka č. 11: „Jednotkou ekvivalentní dávky je?“



Obrázek 13: Jednotka ekvivalentní dávky (vlastní tvorba)

Na otázku č. 11 zodpovědělo správně 72 % příslušníků 31. pluku rchbo, 67 % příslušníků HZS ČR, 67 % zaměstnanců HZS podniku a 64 % ostatních respondentů. Ti zvolili možnost *Sievert [Sv]*. Špatně odpovědělo 28 % příslušníků 31. pluku rchbo, 33 % příslušníků HZS ČR, 33 % zaměstnanců HZS podniku a 36 % ostatních respondentů. Ti zvolili jednu z chybných možností *Gray [Gy]* nebo *Joule [J]*.

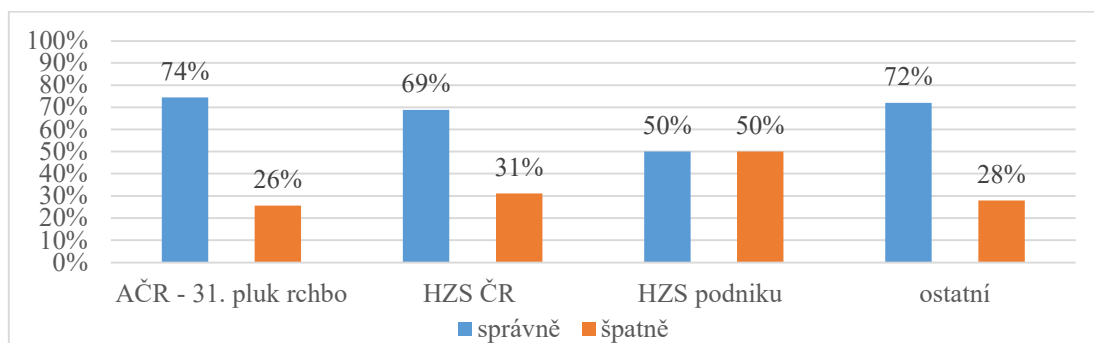
Otázka č. 12: „Jaký druh ionizujícího záření je nejnebezpečnější z pohledu vnější kontaminace?“



Obrázek 14: Ionizující záření z pohledu vnější kontaminace (vlastní tvorba)

Správnou odpověď *gamma* na otázku č. 12 zvolilo 77 % příslušníků 31. pluku rchbo, 69 % příslušníků HZS ČR, 67 % zaměstnanců HZS podniku a 72 % ostatních respondentů. Chybnou možnost *alfa* nebo *beta* zvolilo 23 % příslušníků 31. pluku rchbo, 31 % příslušníků HZS ČR, 33 % zaměstnanců HZS podniku a 28 % ostatních respondentů.

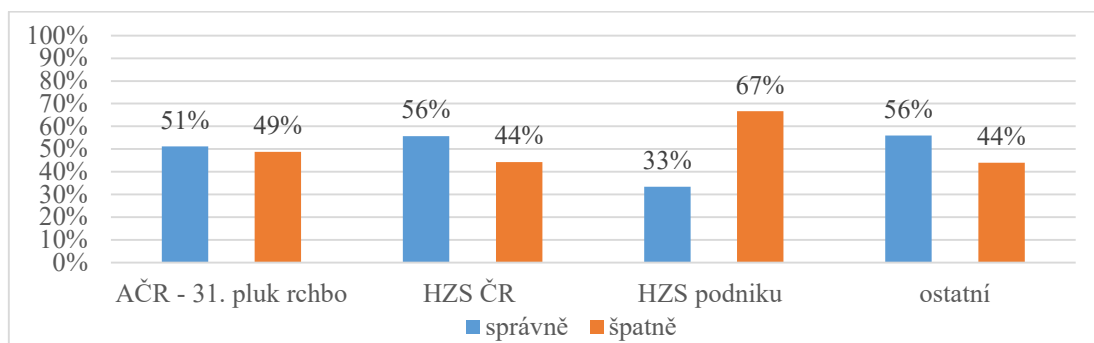
Otázka č. 13: „Jaký materiál je dostatečný pro stínění záření alfa?“



Obrázek 15: Stínění záření alfa (vlastní tvorba)

Na otázku č. 13 vybralo správnou možnost *papír* celkově 74 % příslušníků 31. pluku rchbo, 69 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 72 % ostatních respondentů. Chybnou variantu *dřevo* nebo *olovo, beton* odpovědělo 26 % příslušníků 31. pluku rchbo, 31 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 28 % ostatních respondentů.

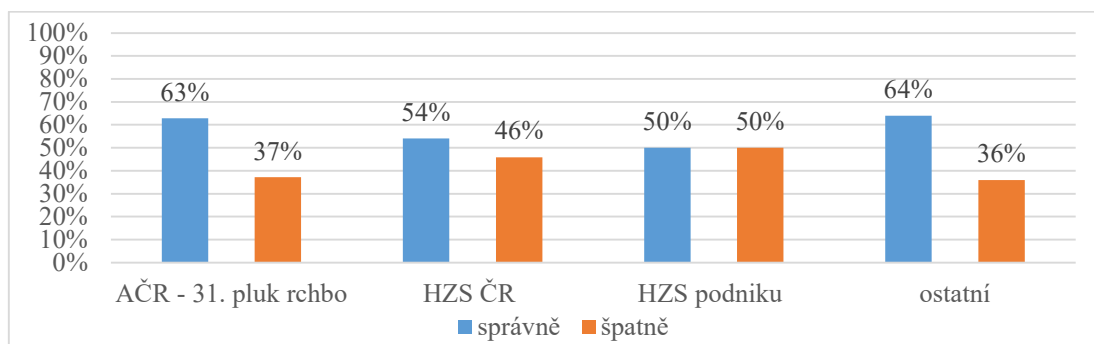
Otázka č. 14: „*Jaká je hodnota prahové dávky pro rozvoj akutní nemoci z ozáření při celotělovém ozáření?*“



Obrázek 16: Prahová dávka rozvoje akutní nemoci z ozáření (vlastní tvorba)

1 Gy jako správnou odpověď na otázku č. 14 zvolilo správně 51 % příslušníků 31. pluku rchbo, 56 % příslušníků HZS ČR, 33 % zaměstnanců HZS podniku a 56 % ostatních respondentů. Chybnou možnost 3 Gy nebo 8 Gy odpovědělo 49 % příslušníků 31. pluku rchbo, 44 % příslušníků HZS ČR, 67 % zaměstnanců HZS podniku a 44 % ostatních respondentů.

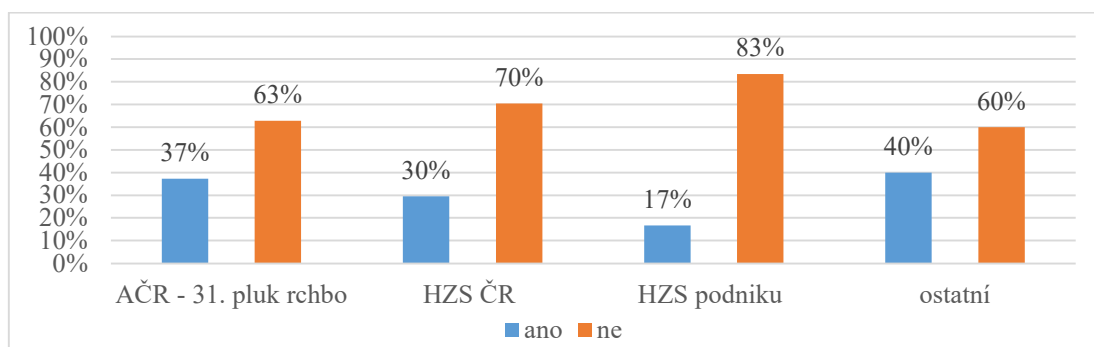
Otázka č. 15: „*Co je preexpoziční profylaxe?*“



Obrázek 17: Preexpoziční profylaxe (vlastní tvorba)

Z možností: *medikamentní snížení absorbované dávky v organismu; způsob léčby akutní nemoci z ozáření; opatření předcházející vzniku poškození lidského organismu nebo nemoci* nebo možnosti *nevím* zvolilo správnou odpověď *opatření předcházející vzniku poškození lidského organismu nebo nemoci* 63 % příslušníků 31. pluku rchbo, 54 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 64 % ostatních respondentů. Chybně odpovědělo 37 % příslušníků 31. pluku rchbo, 46 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS Podniku a 36 % ostatních respondentů.

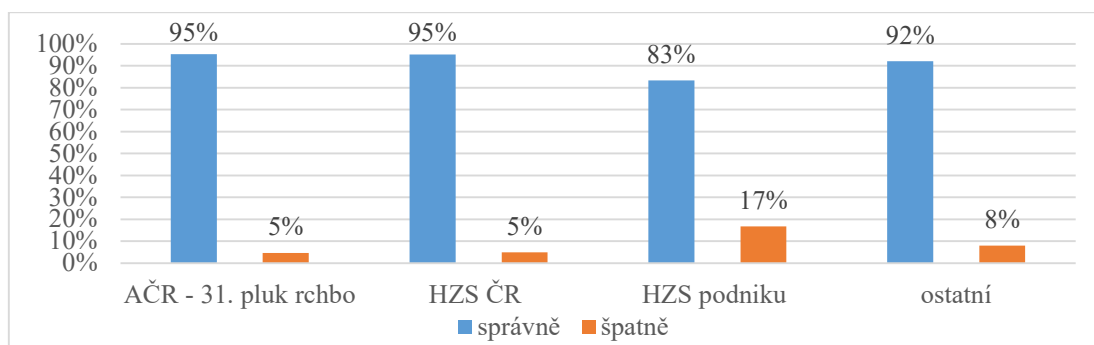
Otázka č. 16: „Znáte zavedené druhy profylaktických látek u Vaší jednotky?“



Obrázek 18: Znalost profylaktických látek u vlastní jednotky (vlastní tvorba)

Na otázku č. 16 odpovědělo kladně 37 % příslušníků 31. pluku rchbo, 30 % příslušníků HZS ČR, 17 % zaměstnanců HZS podniku a 40 % ostatních respondentů. Záporně odpovědělo 63 % příslušníků 31. pluku rchbo, 70 % příslušníků HZS ČR, 83 % zaměstnanců HZS podniku a 60 % ostatních respondentů.

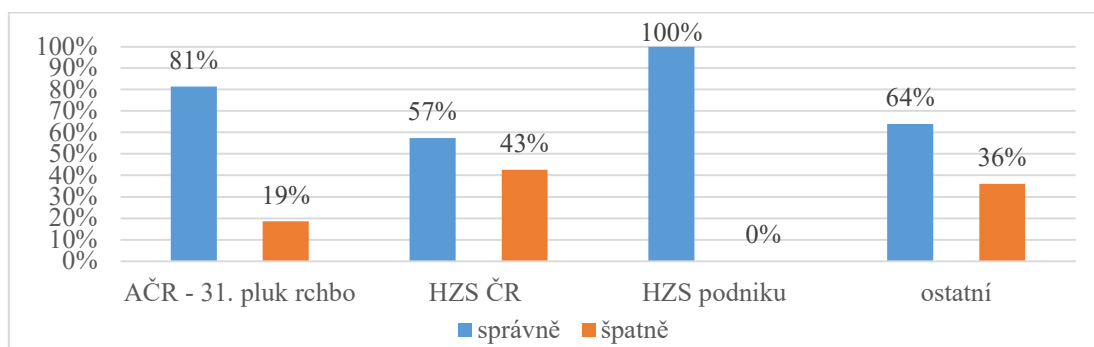
Otázka č. 17: „Jaký materiál je dostatečný pro stínění záření gama?“



Obrázek 19: Stínění záření gama (vlastní tvorba)

Na otázku č. 17 odpovědělo správně, variantou *olovo*, 95 % příslušníků 31. pluku rchbo, 95 % příslušníků HZS ČR, 83 % zaměstnanců HZS podniku a 92 % ostatních respondentů. Chybnou variantu *papír* nebo *dřevo* zvolilo 5 % příslušníků 31. pluku rchbo, 5 % příslušníků HZS ČR, 17 % zaměstnanců HZS Podniku a 8 % ostatních respondentů.

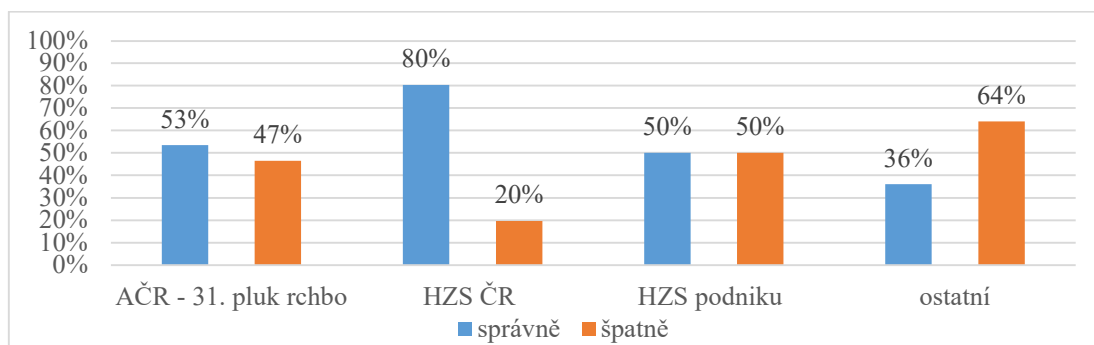
Otázka č. 18: „Jednotkou absorbované dávky je?“



Obrázek 20: Jednotka absorbované dávky (vlastní tvorba)

Na otázku č. 18 odpovědělo správně variantou *Gray [Gy]* 81 % příslušníků 31. pluku rchbo, 57 % příslušníků HZS ČR, 100 % zaměstnanců HZS podniku a 64 % ostatních respondentů. Chybnou odpověď *Joule [J]* a *Sievert [Sv]* odpovědělo 19 % příslušníků 31. pluku rchbo, 43 % příslušníků HZS ČR, 0 % zaměstnanců HZS podniku a 36 % ostatních respondentů.

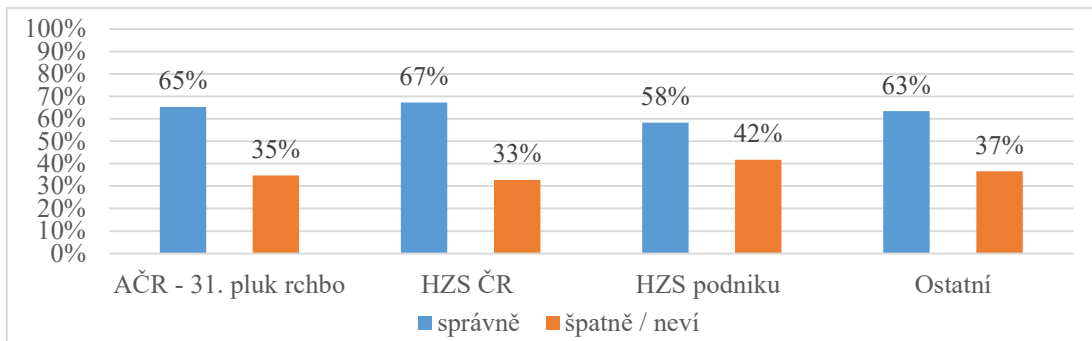
Otázka č. 19: „Základní způsob ochrany před vnějším ozářením je?“



Obrázek 21: Základní způsob ochrany před vnějším ozářením (vlastní tvorba)

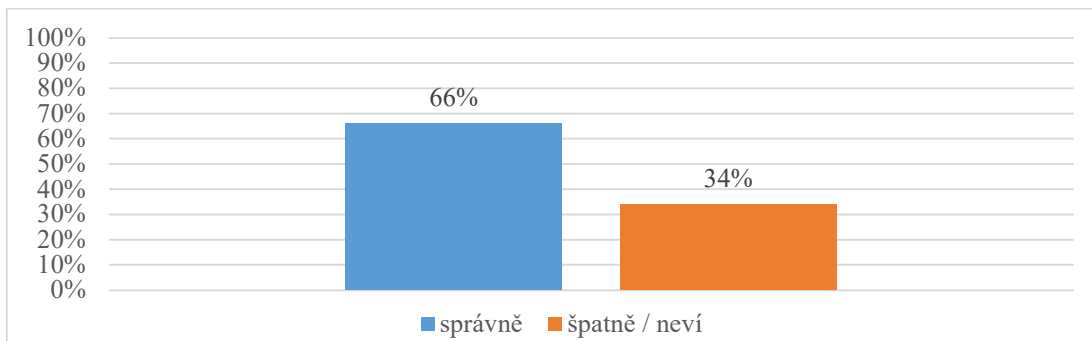
Správnou možnost *využití principu vzdálenosti* na otázku č. 19 vybralo 53 % příslušníků 31. pluku rchbo, 80 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 36 % ostatních respondentů. Naopak 47 % příslušníků 31. pluku rchbo, 20 % příslušníků HZS ČR, 50 % zaměstnanců HZS podniku a 64 % ostatních respondentů zvolilo chybnou možnost *monitorování radiační situace, použití osobních dozimetrů* nebo *využití respirátoru*.

Z pohledu **celkové úspěšnosti** byla vyhodnocena procentuální správnost odpovědí na 65 % u příslušníků 31. pluku rhbo, 67 % u příslušníků HZS ČR, 58 % u zaměstnanců HZS podniku a 63 % u ostatních respondentů.



Obrázek 22: Celková úspěšnost respondentů (vlastní tvorba)

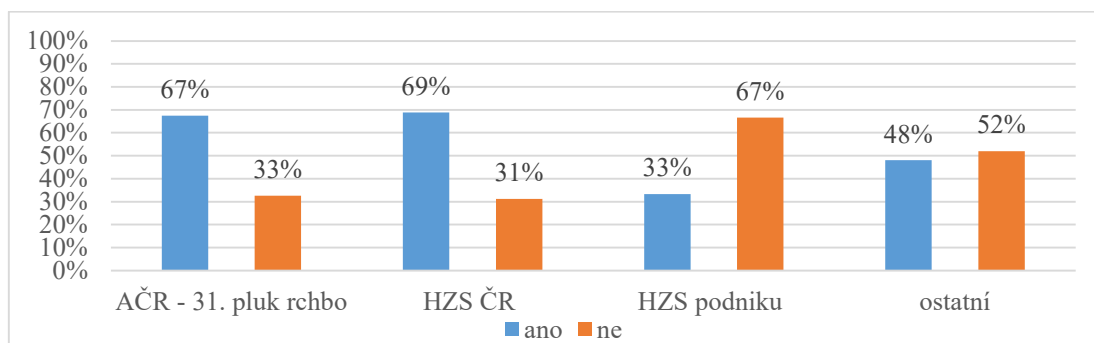
Z pohledu celkové úspěšnosti příslušníků AČR zařazených v letech 2019 a 2020 do hotovostních sil ve prospěch IZS byla celková úspěšnost správných odpovědí 66 % oproti 34 % odpovědí špatných, výrazně se tak tato skupina neodchýlila od ostatních sledovaných organizačních celků.



Obrázek 23: Celková úspěšnost hotovosti AČR pro IZS (vlastní tvorba)

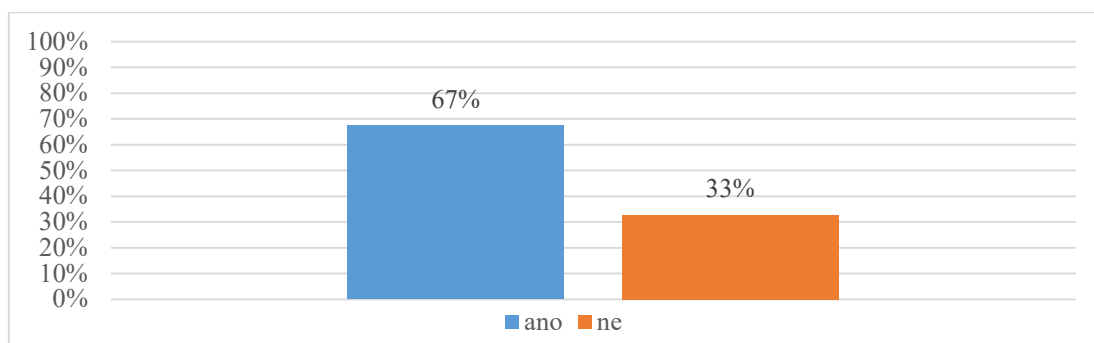
Z tohoto pohledu nedosáhli příslušníci 31. pluku rhbo AČR, zaměstnanci HZS podniku ani příslušníci HZS ČR na výslednou procentuální úspěšnost 75 %, která byla v rámci cílů práce stanovena jako dostatečná z hlediska informovanosti těchto organizačních celků v oblasti radiační ochrany. Jejich informovanost v tomto směru je tedy vyhodnocena jako nedostatečná. Jako dostatečná naopak byla vyhodnocena informovanost členů SDH a příslušníků AČR zařazených mimo posádku Liberec a vyhodnocených v rámci skupiny „ostatní“. Dle cílů práce byla, u těchto respondentů, stanovena jako dostatečná hranice správných odpovědí 50 %.

Otázka č. 20: „Cítíte se připraven na případný zásah v oblasti se zdrojem ionizujícího záření?“



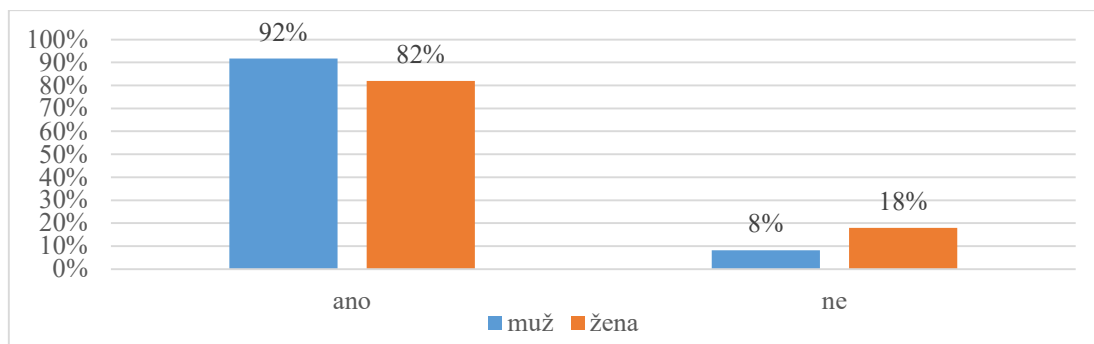
Obrázek 24: Subjektivní pocit připravenosti – organizační celky (vlastní tvorba)

V rámci jednotlivých skupin odpovědělo na tuto otázku kladně 67 % příslušníků 31. pluku rchbo, 69 % příslušníků HZS ČR, 33 % HZS podniku a 48 % ostatních respondentů. Záporně odpovědělo 33 % příslušníků 31. pluku rchbo, 31 % příslušníků HZS ČR, 67 % HZS podniku a 52 % ostatních respondentů.



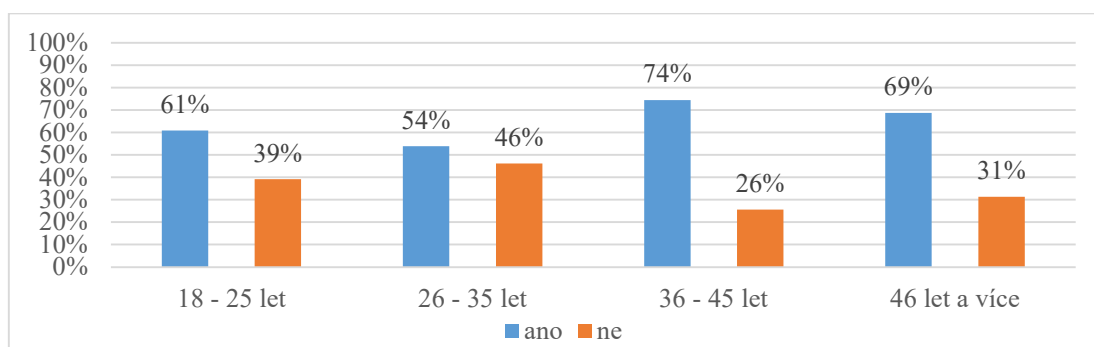
Obrázek č. 25: Subjektivní pocit připravenosti – hotovost AČR (vlastní tvorba)

V rámci příslušníků AČR zařazených v letech 2019 nebo 2020 do hotovostních sil ve prospěch IZS odpovědělo na tuto otázku kladně 67 % osob a záporně 33 % osob. Ani z tohoto pohledu tedy nedošlo k výrazné odchylce od zkoumaných organizačních celků.



Obrázek 26: Subjektivní pocit připravenosti – pohlaví (vlastní tvorba)

Z pohledu pohlaví se na případný zásah cítí připraveno 92 % mužů a 82 % žen. Naopak 8 % mužů a 18 % žen se připraveno necítí.



Obrázek 27: Subjektivní pocit připravenosti – věkové kategorie (vlastní tvorba)

Z pohledu věkových kategorií se na případný zásah cítí připraveno 61 % osob ve věku 18–25 let, 54 % osob ve věku 26–35 let, 74 % osob ve věku 36–45 let a 69 % osob ve věku 46 let a více. Naopak 39 % osob ve věku 18–25 let, 46 % osob ve věku 26–35 let, 26 % osob ve věku 36–45 let a 31 % osob ve věku 46 let a více, se na případný zásah připraveni necítí.

5.3 Materiální připravenost

Na základě dostupných informací uvedených v přílohách 4 a 5 této práce bylo provedeno komparativní porovnání dozimetrických přístrojů u zásahových jednotek AČR a HZS ČR. Výsledné porovnání je uvedeno v tabulce 5.

Tabulka 5: Porovnání dozimetrických přístrojů (vlastní tvorba)

AČR		HZS ČR	
DP-98		DC-3E-08 (98)	
typ měření	gama	druh detekce	beta, gama
výnosný	ne	výnosný	ano
rozsah příkonu	0,01 μ Sv až 10 Sv	rozsah příkonu	100 μ Sv/h - 1 Sv/h
rozsah dávky	0,01 μ Sv až 10 Sv	rozsah dávky	/
napájení	z vozidla 18-32V	napájení	akumulátor
hmotnost	5 700 g	hmotnost	2 300 g
signalizace	zvuk, optika	signalizace	zvuk
plošná aktivita	ne	plošná aktivita	ano
pozn.		pozn.	
RDS 200		URAD 115	
typ měření	beta, gama, X záření	typ měření	gama
výnosný	ano	výnosný	ano
rozsah příkonu	0,01 μ Sv až 10 Sv	rozsah příkonu	0,1 μ Sv/h do 5 Sv/h
rozsah dávky	0,01 μ Sv až 10 Sv	rozsah dávky	0,01 μ Sv do 10 Sv
napájení	akumulátor	napájení	akumulátor
hmotnost	621 g	hmotnost	275 g
signalizace	ano	signalizace	zvuk, optika, vibrace
plošná aktivita	ne	plošná aktivita	ne
pozn.		pozn.	osobní dozimetr
RAD 60S		SOR/R-20	
typ měření	gama, rtg	typ měření	gama
výnosný	ano	výnosný	ano
rozsah příkonu	5 μ Sv/h do 3 Sv/h	rozsah příkonu	1 μ Sv do 10 Sv
rozsah dávky	1 μ Sv do 9,99 Sv	rozsah dávky	10 μ Sv/h do 10 Sv/h
napájení	akumulátor	napájení	akumulátor
hmotnost	80 g	hmotnost	55 g
signalizace	zvuk	signalizace	zvuk
plošná aktivita	ne	plošná aktivita	ne
pozn.	osobní dozimetr	pozn.	osobní dozimetr

6 DISKUZE

6.1 Případová studie

Na základě dostupných zdrojů jsem vyhodnotil jako podstatnou míru rizika vzniku mimořádné radiační situace převoz kontaminovaného materiálu, především železného šrotu, ve kterém se mohou objevit vyřazené či odcizené zdroje záření, přičemž takto vzniklé historické události jsou popsány v kapitole „3.8. Vybrané historické radiační mimořádné události“. K takovým situacím došlo již v několika případech a jejich následky byly často smrtelné.

Na základě bojového řádu požárních jednotek, konkrétně metodického listu č. 4 N Nebezpečí ionizujícího záření a typové činnosti STČ – 01 IZS Špinavá bomba byl vytvořen metodický postup řešení vybrané radiační mimořádné události, se zdrojem ionizujícího záření, z pohledu HZS ČR. Zároveň byl na základě dostupné literatury a vlastních zkušeností vytvořen postup řešení takové události z pohledu AČR. Oba tyto postupy tvoří přílohu 1 a 2 této práce. Komparativní metodou byly postupy porovnány a výsledky interpretovány v tabulce 4.

Ačkoli je princip postupu obou složek u vybraného zásahu v podstatě velmi podobný, bylo zjištěno několik zásadních rozdílů mezi jejich postupy. V případě obou organizačních celků dochází primárně po zjištění vzniklé události ke kontaktování operačních středisek, respektive nadřízených prvků, které aktivují navazující síly a prostředky pro řešení zásahu. K prvnímu zásadnímu rozdílu dochází v čase aktivace jednotlivých celků. Zatímco HZS ČR, na základě vyhlášky č. 247/2001 Sb. o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, vyjíždí do 2 minut od vyhlášení poplachu, AČR nemá stanoveny časové normy pro výjezd, vyjma skupin hotovostních sil určených pro řešení radiační mimořádné události na jaderných elektrárnách Temelín a Dukovany. Tato norma je stanovena na 180 min.

V rámci varování obyvatelstva a evakuace dochází u HZS ČR k této činnosti, v případě potřeby, prakticky okamžitě. Z pohledu AČR dochází především k informování spojeneckých vojsk a vlastních sil z důvodu upozornění na nebezpečný prostor, kterému je třeba se vyhnout. V místě události jsou samozřejmě jednotky schopny provést

případnou evakuaci, ale pouze na základě aktuálního rozhodnutí velitele a bez jakékoli předchozí přípravy a materiálního vybavení k této činnosti.

V místě události obě složky prvně prozkoumávají oblast dostupným dozimetrickým vybavením a vytyčují hranici kontaminovaného území. V tomto ohledu považují rozdílnost obou postupů za zásadní. HZS ČR v rámci své činnosti vytyčuje tři oblasti zásahu podle stupně nebezpečnosti. AČR sice nebezpečnou oblast vytyčuje také, nedochází však k žádnému uzavření prostoru, ale pouze samotnému vytyčení. Rozdílnost hodnot pro vytyčení kontaminovaného prostoru je potom zcela rozdílná. HZS ČR se zaměřením na civilní obyvatelstvo vytyčuje oblasti s několikanásobně nižším dávkovým příkonem než AČR. Zóna s maximální ochranou vytyčovaná HZS ČR je tak stále 5x nižší než hodnota dávkového příkonu, které by věnovala pozornost AČR (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017; Ministerstvo obrany 2009).

Obě složky zároveň mají své vlastní dekontaminační prostředky, kterými mohou provádět dekontaminaci zasahujících složek, techniky i civilního obyvatelstva a materiálu. V tomto ohledu je tedy situace velmi podobná. Další rozdílností je ukončení zásahu. Pokud nedochází k mimořádným požadavkům nadřízených stupňů, končí samotný zásah pro AČR vytyčením kontaminovaného prostoru. HZS ČR naopak řeší vzniklou událost do doby předání orgánům státní správy.

Zajímavostí z pohledu AČR může být fakt, že během zásahu jejich složek není při takové události povolána lékařská služba, což by z pohledu HZS ČR bylo prakticky nemyslitelné. Zajímavostí z pohledu HZS ČR se jeví fakt, že u zásahu se zdrojem ionizujícího záření jsou mobilní skupiny SÚJB podřízeny příslušníkovi HZS ČR. Ačkoli jsou mobilní skupiny SÚJB během záchranných a likvidačních prací pouze podpůrným prostředkem pro tohoto odpovědného velitele zásahu, jejich odbornost a činnost v prostoru se zdroji záření je tak specifická, že celou situaci evidentně z veliké části řídí právě tito odborníci.

Ačkoli jsou obě složky na případnou radiační mimořádnou událost vybaveny, v rámci jejího řešení by se vždy muselo jednat o společný koordinovaný zásah. Z tohoto pohledu považují za podstatné využít potenciálu obou zkoumaných prvků v materiální

a personální oblasti a rozšířit vzájemnou spolupráci ve formě společných výcvikových aktivit, které jsou z mého pohledu příslušníka 31. pluku zcela zanedbávané.

V rámci případové studie došlo k ověření vytvořených postupů z řad odborného personálu HZS ČR i AČR. Vytvořený postup zásahu HZS ČR byl konfrontován s vedoucím pracovníkem chemické služby HZS ČR pro Liberecký kraj por. Davidem Kořínkem, DiS., který reagoval takto: „*případová studie je z hlediska taktiky zásahu v pořádku, jen je částečně nekompletní z hlediska stanovení kategorie zásahu*“. Z tohoto pohledu tedy dochází k souladu metodických postupů s reálnými zkušenostmi ze zásahů se zdroji ionizujícího záření. Postup zásahu AČR byl konzultován s pracovníkem skupiny pro tvorbu metodických postupů 31. pluku rchbo, a to nrtm. Tomášem Janků, který uvedl: „*vytvořený postup zásahu je víceméně v pořádku, tato událost je však unikátní a určitě by muselo dojít ke koordinaci s hasiči*“. Z tohoto pohledu tak došlo, při řešení případové studie, k porovnání postupů AČR i HZS ČR, ale zároveň i k ověření možnosti reálného provedení zásahu dle aktuálně platných metodických listů.

6.2 Personální připravenost

Tato část práce je zaměřena na zhodnocení nejvýznamnějších analyzovaných výsledků testování personální připravenosti příslušníků HZS ČR, a AČR – 31. pluku rchbo a zaměstnanců HZS podniku v oblasti radiační ochrany. Okrajově jsou zpracována data SDH a příslušníků AČR jejichž domovská posádka není 31. pluk rchbo. Samotné testování osob bylo v souvislosti s pandemií COVID-19 a nutnosti dodržení protiepidemických opatření prováděno bez osobního kontaktu, což negativně vedlo k celkovému počtu respondentů. Kompletní vyplnění absolvovalo 135 osob z celkového počtu 317 přístupů. Úspěšnost dokončení tedy byla pouhých 44 %. Z mého pohledu je tento jev způsoben především aktuální pandemickou situací, která zamezila osobnímu testování osob.

Otázky č. 1 a č. 2, jejichž výsledky jsou znázorněny v obrázku 2 a obrázku 3, se zabývaly poměrem testovaných osob z pohledu pohlaví a věkových skupin. Dosažené výsledky korespondují s faktem, že u vybraných organizačních celků působí především muži středního věku. Na základě otázky č. 2 a č. 3 mohlo být vyhodnoceno rozdělení věkových kategorií v rámci jednotlivých organizačních celků. Otázkou průměrného věku se ve své diplomové práci již zabývala Bc. Šárka Holubová, která definovala stoupající

trend průměrného věku příslušníků HZS ČR, který je aktuálně kolem 40 let (Holubová 2020). S tímto tvrzením se dá souhlasit i na základě dat vyhodnocených v obrázku 5. V rámci HZS ČR byla nejvíce zastoupena právě skupina 36–45 let. V rámci AČR byla nejvíce zastoupena skupina 26–35 let. Tento výsledek potvrzuje fakt, že průměrný věk příslušníků AČR se snižuje. Například v roce 2019 byl věkový průměr příslušníků AČR 36,3 roku s klesající tendencí (Beran c2021).

Otázky č. 5 – č. 19 se týkaly znalostí testovaných osob v oblasti radiační ochrany, z nichž nejzásadnější budou rozebrány níže. Pro vyhodnocení byly výsledky členů SDH a příslušníků AČR sloužící mimo posádku Liberec zahrnuti do zvláštní skupiny „ostatní“. Tato korekce byla provedena z důvodu nižšího zapojení testovaných osob z těchto organizačních celků a zároveň z důvodu předpokládané podobné úrovně znalostí v oblasti radiační ochrany. Obě tyto organizační složky nejsou primárně určené k řešení zásahů se zdroji ionizujícího záření, nepředpokládá se tedy ani vysoká úroveň znalostí v této oblasti.

Otázka č. 6 se zabývala možným vznikem radiačních mimořádných událostí a její výsledky zobrazuje obrázek 8. Cílem této otázky bylo zjištění, zda mají dotázaní ponětí o možném vzniku jiné radiační mimořádné události než vzniklé poruchou jaderné elektrárny či jaderným útokem. V této otázce byli nejúspěšnější příslušníci HZS ČR, kteří ze 75 % správně určili, že taková událost je možná a ve většině případů uvedli jako její příčinu ztrátu či odcizení zdroje ionizujícího záření. Právě takové situace byly popsány v kapitole 3.8. této práce. Z mého pohledu se projevila především zkušenost s přípravou na takové události. Příslušníky HZS ČR informuje o možném vzniku takové události jejich vlastní metodika činnosti, a to STČ č. 01/IZS Špinavá bomba a metodický list č. 4 N Nebezpečí ionizujícího záření. V případě příslušníků 31. pluku rchbo naopak úspěšnost 56 % koresponduje s mojí vlastní zkušeností, že tato jednotka je připravována především na radiační mimořádné události velkého rozsahu, kterými jsou právě jaderné útoky, či nehody jaderných elektráren.

Pouze průměrných výsledků dosáhli dotazovaní v oblasti obecného limitu součtu efektivních dávek ozáření pro obyvatelstvo, které bylo otázkou č. 7 a jejíž výsledky jsou znázorněny v obrázku 9. S podobnými výsledky byla vyhodnocena i oblast vzniku akutní nemoci z ozáření, která byla otázkou č. 14. Procentuální úspěšnost správné odpovědi 1 Gy zobrazuje obrázek 16. V kontextu těchto otázek je z mého pohledu nutné zapracovat na

informovanosti, především příslušníků AČR a HZS ČR. Během možných radiačních zásahů může být tento údaj značně důležitý pro život a zdraví zasahujících jedinců. V aktuální situaci informovanosti těchto příslušníků se dá konstatovat, že by z důvodu neznalosti nemuselo být zcela složité dosažení souhlasu těchto osob k zásahu v prostředí s mnohem vyššími dávkovými příkony a související obdrženu dávkou vyšší, než je přípustné. Zároveň je důležitá i znalost limitů pro obyvatele z důvodu zabezpečení jejich ochrany.

Každý příslušník HZS ČR i AČR akceptoval složením služební přísahy možnost, že může být vyslán k zásahu, u kterého může být překročena referenční úroveň ozáření ve výši 100 mSv. Tímto tématem se zabývala otázka č. 8 a její výsledky jsou prezentovány v obrázku 10. Výsledných 24 % úspěšnosti příslušníků 31. pluku rchbo a 46 % příslušníků HZS ČR byla v tomto ohledu výrazně nižší než očekávání. Někteří příslušníci těchto sborů dokonce uvedli, že takto nepřisahali. Ačkoli se úspěšnost respondentů může jevit jako zcela nevyhovující, částečně koresponduje s mojí zkušeností příslušníka AČR. Složení služební přísahy je součástí několikaměsíčního procesu transformace civilního občana ve vojáka a během této doby je jedinec zahrnut neuvěřitelným množstvím informací a obklopen zcela novým prostředím. Během celého procesu výcviku rekrutů tak informace o referenční úrovni ozáření lehce zapadne mezi informace ostatní. Samotná přísaha je pak již aktem, při kterém málokdo z našich řad myslí na referenční úroveň ozáření. Ačkoli dosáhli příslušníci HZS ČR v tomto ohledu lepší 46% úspěšnosti, myslím, že proces informování příslušníků HZS ČR bude v kontextu této otázky velmi podobný jako u příslušníků AČR. V obou případech tedy považuji za nutné zlepšení informovanosti příslušníků v rámci procesu služební přísahy, a to u obou zkoumaných prvků. Zároveň považuji za nutné informovat příslušníky o těchto hodnotách v rámci přípravy na RMU.

V oblasti radiační ochrany považuji za zásadní informovanost dotázaných také v oblasti profylaxe, kterou se zabývaly otázky č. 15 a č. 16. Znalost samotného pojmu je znázorněna v obrázku 17 a znalost konkrétního typu profylaxe u vlastní jednotky v obrázku 18. Výsledky těchto dvou otázek z mého pohledu zcela jasně ukazují, že oblast profylaxe je poměrně málo diskutované téma. Z pohledu zasahujících osob se však jedná o zcela zásadní ochranný prvek k zabránění účinků záření na lidský organismus. V oblasti znalosti pojmu profylaxe bylo sice dosaženo průměrných výsledků, v oblasti znalosti

konkrétní profylaxe zavedené u jednotek však byly výsledky zcela neuspokojivé. Informovanost zkoumaných organizačních celků o možnostech ochrany při radiační mimořádné události je tak s největší pravděpodobností velmi zanedbávána a v rámci přípravy na RMU by měla být taktéž mnohem více diskutována.

Otázka č. 19 se zabývala základním způsobem ochrany před vnějším ozářením, kterým je využití principu vzdálenosti a její vyhodnocení je znázorněno v obrázku 21. V této otázce dominoval HZS ČR. Z pohledu chybných odpovědí byla nejčastěji volena varianta *monitorování radiační situace*, které je využíváno pro aktuální zjištění dávkových příkonů či obdržených dávek. Z tohoto pohledu se tedy nedá tvrdit, že by monitorováním docházelo k ochraně osob, ačkoli se dá v místě události pohybovat obezřetněji na základě aktuálních dávkových příkonů. Z tohoto pohledu je však nutná znalost hodnot, které jsou z pohledu ozáření osob nebezpečné. Jak dokazují otázky č. 7, č. 8 a č. 14, znalosti testovaných osob v tomto ohledu nejsou ideální. Využití principu vzdálenosti tak má zásadní vliv na ochranu života a zdraví. Účinek záření v tomto případě klesá s druhou mocninou vzdálenosti.

Celkovou úspěšnost respondentů jednotlivých složek IZS v oblasti znalostí z radiační ochrany uvedených v otázkách č. 5 – č. 19 znázorňuje obrázek 22. Z dosažených dat můžeme považovat za překvapivé výsledky kategorie ostatních respondentů, ve které byly zahrnuti členové SDH a příslušníci AČR vyjma 31. pluku rhbo. Tato skupina se, z mého pohledu neočekávaně, úspěšností velmi blížila příslušníkům HZS ČR i 31. pluku rhbo. Z pohledu všech skupin tedy došlo k úspěšnosti lehce nad průměrem správných odpovědí. V oblasti specialistů, kterými jsou příslušníci 31. pluku rhbo a HZS ČR, byly však očekávány výsledky výrazně vyšší. Z pohledu splnění procentuální úspěšnosti 75 % správných odpovědí, stanovenou v rámci cílů práce, nedošlo ke splnění parametru pro dostatečnou informovanost testovaných osob těchto jednotek.

Výzkumem testování příslušníků IZS v oblasti radiační ochrany se ve své bakalářské práci z roku 2017 již zabývala Adéla Barešová. Na základě jejího testování příslušníků IZS Jihočeského kraje byla úspěšnost HZS ČR Jihočeského kraje 85 %. (Barešová 2017) Za možnou příčinu rozdílu můžeme považovat fakt, že v rámci Jihočeského kraje je situována jaderná elektrárna Temelín. Díky tomuto faktoru pravděpodobně dochází

v rámci Jihočeského kraje k detailnější informovanosti a přípravě IZS v oblasti radiační ochrany.

Poslední otázka č. 20 se zabývala subjektivním pocitem respondentů k jejich připravenosti na případný zásah v oblasti se zdrojem ionizujícího záření. Výsledné rozřazení osob dle organizačních skupin vykazuje obrázek 24. Výsledných 67 % respektive 69 % osob, kteří se cítí na takový zásah připraveni z řad 31. pluku rhbo a HZS ČR sice není mnoho, přesto je pro mě tento výsledek zajímavým zjištěním. Z mého pohledu příslušníka 31. pluku rhbo nemohu s jistotou tvrdit, že se cítím připraven na případný zásah se zdroji ionizujícího záření. Zároveň si troufám tvrdit, že takový zásah by byl velmi složitý i pro celou naši jednotku. Výsledné hodnoty blížící se 70 % tedy považují za uspokojivý výsledek, a to především z důvodu minimálních zkušeností příslušníků HZS ČR i AČR s reálným zásahem v místech s ionizujícím zářením.

Zajímavá data v kontextu s touto otázkou vykazuje obrázek 26. Z jeho výsledků se dá usuzovat, že ženy jsou obecně více obezřetné než muži. Subjektivní pocit připravenosti v rámci věkových skupin vykazuje obrázek 27. I zde dochází k zajímavým výsledkům, ze kterých vyplývá vyšší míra subjektivní připravenosti u osob od 36 roku života. Tento fakt je z mého pohledu způsoben zkušenostmi, které jsou déle sloužící a starší osoby schopny během svého působení u jednotky nasbírat.

6.3 Materiální připravenost

V rámci řešení mimořádné radiační události jsou zcela podstatnou součástí výbavy zasahujících jednotek dozimetrické přístroje. Díky jejich odezvě je možno vytyčit jednotlivé zóny zásahu a zároveň mít přehled o aktuálním stavu situace a ozáření zasahujících osob. V rámci této práce byly porovnány nejvýznamnější dozimetrické přístroje 31. pluku rhbo a výjezdových jednotek HZS ČR.

Těmito přístroji jsou z pohledu HZS ČR elektronický radiometr DC-3E-08, osobní dozimetr SOR/R-20 a zásahový dozimetr UltraRadiac URAD 115. Z pohledu AČR jsou jimi palubní dozimetr DP 98, zásahový dozimetr RDS 200 a osobní dozimetr RAD-60S. Jejich detailní popis je uveden v přílohách 4 a 5 této práce.

V rámci odborně zaměřeného 31. pluku AČR jsou částečně využívány i další přístroje jako například MicroCont II, Mob Dose či nově zaváděné SVG 2 a RAID XP. V této práci nebyly tyto přístroje zařazeny do porovnání z důvodu jejich menšího rozšíření mezi základní zásahové prvky. Zároveň disponuje AČR dalšími zavedenými přístroji jako rentgenometr DP-3b, skupinový dozimetr EDOS či intenzimetr IT-65, tyto přístroje jsou však již téměř nahrazeny přístroji porovnávanými. Z těchto důvodů nebylo ani porovnání těchto přístrojů v této práci využito.

Z pohledu rozsahu měření, využitelnosti a signalizace překročení nastavených limitů přístrojů můžeme považovat porovnávané vybavení, uvedené v tabulce 5, za vyhovující svému účelu. Toto tvrzení podporuje i skutečnost možného posílení zásahových jednotek o skupiny s rozšířenou detekcí či jiné specialisty s modernějším a přesnějším vybavením (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR, 2017). Jako prostor pro zvýšení materiálního zabezpečení v oblasti radiační ochrany u příslušníků HZS ČR vidím možnost zabudování palubního dozimetru přímo do výjezdových vozidel. Zároveň považuji, v případě HZS ČR, za značnou nevýhodu hmotnost zásahového dozimetru DC-3H-08, který prakticky není možné používat delší dobu bez přerušení monitorování. Z tohoto pohledu je ideální variantou přístroj RDS 200 zavedený v AČR, který je s hmotností téměř 4x nižší a možností využití popruhů pro přenos, uživatelsky mnohem přívětivější. Z celkového pohledu se tedy dá mluvit o dostačujícím materiálním vybavení vybraných složek IZS. Zároveň je však nutné uvažovat nad možnou modernizací a posunem vpřed.

7 ZÁVĚR

Připravenost na mimořádnou radiační událost je jedním ze základních úkolů činnosti složek IZS. Ačkoli se na území ČR tyto události vyskytují pouze zřídka, tato událost musí být, z důvodu její nebezpečnosti, nedílnou součástí přípravy těchto jednotek. Cílem této práce bylo ověření materiální i personální připravenosti v oblasti radiační ochrany a porovnání a zhodnocení metodických postupů řešení mimořádné radiační situace. Tento cíl byl splněn v rámci výzkumné části. Výsledky této práce dokazují, že materiální i metodická připravenost zkoumaných jednotek je na dobré úrovni. Pozornost si však zaslouží zjištění v rámci personální připravenosti osob. Ty zcela jasně poukazují na nutnost rozšíření znalostí příslušníků zkoumaných složek v oblasti radiační ochrany.

Tato práce je pojata tak, aby informovala příslušné velitele HZS ČR i AČR o aktuálním stavu obou organizačních celků ve zkoumané oblasti a zároveň sloužila jako podklad. Podklad pro personální rozvoj příslušníků AČR i HZS ČR, podklad pro možné akvizice v materiální oblasti, a především podklad pro zamyšlení nad nutností rozšíření spolupráce obou složek v rámci společného výcviku. Právě společné výcviky a soustavná příprava IZS na radiační mimořádnou událost, může předejít problémům při reálném zásahu, minimalizovat jeho škody a zachraňovat životy.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

31. pluk rchbo	31. pluk radiační, chemické a biologické ochrany
AČR	Armáda České republiky
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
HZS Lk	Hasičský záchranný sbor Libereckého kraje
HZS podniku	Hasičský záchranný sbor podniku
HZS SŽDC	Hasičský záchranný sbor správy železničních dopravních cest
IZS	integrovaný záchranný systém
KOPIS	krajské operační a informační středisko
MU	mimořádná událost
OPIS MV	operační a informační středisko ministerstva vnitra
PČR	Policie České republiky
RMU	radiační mimořádná událost
SDH	sbor dobrovolných hasičů
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
VAP	výpočetně analytické pracoviště
ZZS	zdravotnická záchranná služba

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAREŠOVÁ, Adéla, 2017. *Analýza a zhodnocení znalostí jednotlivých složek IZS z pohledu radiační ochrany a havarijní připravenosti*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Josef Kaňkovský.

BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4712-5.

BERAN, Patrik, c2021. Česká armáda omládla, ukazuje vývoj věkového průměru po hodnostech. *CZDEFENCE: czech army and defence magazine* [online]. Plugo, 18.11.2019 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.czdefence.cz/clanek/ceska-armada-omladla-ukazuje-vyvoj-vekoveho-prumeru-po-hodnostech>

CIRINCIONE, Joseph, 2007. *Bomb scare: the history and future of nuclear weapons*. I. Title. New York: Columbia University. ISBN 978-0-231-13510-8.

DRÁBKOVÁ, Alena, 2006. *Historie radiační ochrany v ČR: 10 let Státního ústavu radiační ochrany 1995-2005*. Praha: Státní ústav radiační ochrany. ISBN 80-239-6594-8.

DRÁBKOVÁ, Alena, 2020. *25 let Státního ústavu radiační ochrany*. Praha: Státní ústav radiační ochrany. ISBN 978-80-270-7659-8.

DVOŘÁK, Tomáš; FARNÍK Rudolf; ŽUJA, Petr. *Výzbroj chemického vojska*. Díl I. Přístroje radiačního a chemického průzkumu a dozimetrické a chemické kontroly. Skripta. Brno: Ústav OPZHN Univerzity obrany, 2005. 119 s.

GŘ HZS ČR, c2021. Dokumentace IZS: Typové činnosti. GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha, 26.2.2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>

HAVRÁNKOVÁ, Renata, ed., ČUPROVÁ Julia, Martin FALK, Iva FALKOVÁ, et al., 2020. *Klinická radiobiologie*. I. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4098-0.

HOLDSTOCK, Douglas a Frank BARNABY, 1995. *Hiroshima and Nagasaki: Retrospect and Prospect*. London: Routledge. ISBN 978-0-714-64667-1.

HOLUBOVÁ, Šárka, 2020. *ANALÝZA VÝVOJE FYZICKÉ ZDATNOSTI PŘÍSLUŠNÍKŮ HZS ČR V PLZEŇSKÉM KRAJI V LETECH 2012-2019*. Praha. Diplomová práce. UNIVERZITA KARLOVA. Vedoucí práce Miloš Fiala.

HONESDOM INTERNATIONAL. RDS 200 Universal Survey Meter. In: HONESDOM INTERNATIONAL. *Honesdom International* [online]. c2019 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <http://www.inspection-kits.com/RDS-200-Universal-Survey-Meter-s-500-604.html>

KLENER, Vladislav, ed. *Principy a praxe radiační ochrany*. [1. vyd.]. Praha: Azin CZ, 2000. ISBN 80-238-3703-6.

KURFÜRSTOVÁ, Anna, 2016. *Analýza sil a prostředků využitelných pro likvidaci havárie JEZ*. Zlín. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ivan Princ.

LAURUS SYSTEMS. UltraRadiac Plus – Personal Radiation Monitor: URAD 115. In: *Laurus Systems* [online]. c2020 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: https://www.laurussystems.com/ultraradiac_plus-pg-img_2/

MINISTERSTVO OBRANY, 2009. *Chem-1-6: ČINNOST JEDNOTEK RADIAČNÍHO A CHEMICKÉHO PRŮZKUMU*. Praha, 136 s.

MINISTERSTVO OBRANY ČR. Přístroj dozimetrický DP 98. In: *Army.cz* [online]. Praha, c2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: https://www.army.cz/avis/publikace/katalog_chemickeho_vojska/40.pdf

MINISTERSTVO VNITRA - GŘ HZS ČR, 2015. *Katalog typových činností integrovaného záchranného systému: Špinavá bomba STČ 01/IZS*. Praha, 59 s.

MINISTERSTVO VNITRA - GR HZS ČR, 2017. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Nebezpečí ionizujícího záření*. Metodický list číslo 4 N. Praha, 7 s.

MIRION TECHNOLOGIES. *Electronic Radiation Dosimeter: RAD 60S* [online]. In: MIRION TECHNOLOGIES. c2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: <https://www.mirion.com/products/rad-60-electronic-radiation-dosimeter>

NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et. al., 2019. *Medicínská biofyzika: 2. zcela přepracované a doplněné vydání*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0209-9.

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

Radiační mimořádné události, část II [online], 2020. 18. AGA [cit. 2021-02-10]. ISSN 1214-1674. Dostupné z: https://www.aldebaran.cz/bulletin/2020_35_rmu.php

Radiační mimořádné události, část I [online], 2020. 18. AGA [cit. 2021-02-10]. ISSN 1214-1674. Dostupné z: https://www.aldebaran.cz/bulletin/2020_34_rmu.php

RAK, Jakub, c2009-2021. *Ochrana před účinky jaderných zbraní – ochranné vlastnosti vybraných materiálů*. FAKULTA APLIKOVANÉ INFORMATIKY UTB VE ZLÍNĚ. *Odborný vědecký časopis Trilobit* [online]. Zlín, 1. 6. 2011 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/ochrana-pred-ucinky-jadernych-zbrani-ochranne-vlastnosti-vybranych-materialu>

SABOL, Jozef, 1992. *Základy dozimetrie*. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 80-01-00847-9.

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.

SÚRO, c2021. Základní pojmy. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. Praha [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>

Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Úvod [online], b.r., Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod>

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST, 2018. *NÁRODNÍ PROGRAM MONITOROVÁNÍ: Monitorování radiační situace na území České republiky*. 11.12.2018. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Č. j.: 23533/2018.

Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany [online], b.r., Milín: SÚJCHBO [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://www.sujchbo.cz/>

STÁTNÍ ÚSTAV RADIAČNÍ OCHRANY, c2021. Informace o funkci a organizaci RMS. STÁTNÍ ÚSTAV RADIAČNÍ OCHRANY. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. Praha: SÚRO, b.r. [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/rms>

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

ŠIMEK, Miroslav, 2013. *Metodika měření se zásahovým radiometrem DC-3H-08*. Ostrava. Bakalářská práce. Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Jiří Švec.

ŠINKOROVÁ, Zuzana a Leoš NAVRÁTIL, 2014. *Biomedicínská detekce ionizujícího záření: organizace zdravotnické péče po zevní kontaminaci radionuklidy*. Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-05626-4.

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

ŠVEC, Jiří, 2005. *Radioaktivita a ionizující záření: Doplnující učební text pro předměty Bakalářská fyzika, Aplikovaná fyzika, Ochrana před ozářením*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86634-62-0.

Vyhláška 247/2001 Sb.: o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany. In: *Sbírka zákonů České republiky*. částka 95. Dostupné také z: <https://www.sagit.cz/info/uztxt.asp?cd=5&typ=r&det=&levelid=596865&datumakt=29.5.2019&full=y>

Vyhláška č. 422/2016 Sb.: o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*. ročník 2016, částka 172, číslo 422. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>

Vyhláška č. 318/2002 Sb.: Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu, 2002. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2002, částka 116, číslo 318. Dostupné také z: <https://www.sagit.cz/info/sb02318>

Zákon č. 239/2000 Sb.: Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, 2000. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, částka 73. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>

Zákon č. 263/2016 Sb.: atomový zákon. In: *Sbírka zákonů České republiky*. ročník 2016, částka 102, číslo 263. ISSN 1211-1244.

ZAORALOVÁ, Nicole, 2012. ZPRAVODAJSTVÍ ZÁŘÍ 2012: Jak fungují chemické laboratoře HZS ČR. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, září 2012 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jak-funguji-chemicke-laboratore-hzs-cr.aspx>

ŽUJA, Petr, Dušan VIČAR a Zdeněk SKALIČAN, 2007. *Výzbroj chemického vojska*. Brno: Univerzita obrany. ISBN 978-80-7231-269-6.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stínící efekt materiálů (Rak c2009-2021)

Obrázek 2: Pohlaví testovaných osob (vlastní tvorba)

Obrázek 3: Věkové skupiny (vlastní tvorba)

Obrázek 4: Poměr organizačních celků (vlastní tvorba)

Obrázek 5: Poměr organizačních celků dle věkové kategorie (vlastní tvorba)

Obrázek 6: Zařazení příslušníků AČR ve prospěch IZS (vlastní tvorba)

Obrázek 7: Monitorování radiační situace na území ČR (vlastní tvorba)

Obrázek 8: Možný vznik radiační mimořádné události (vlastní tvorba)

Obrázek 9: Limit efektivních dávek ozáření obyvatelstva (vlastní tvorba)

Obrázek 10: Referenční úroveň ozáření při služebním poměru (vlastní tvorba)

Obrázek 11: Odpovědnost za monitorování radiační situace ČR (vlastní tvorba)

Obrázek 12: Dávkový ekvivalent (vlastní tvorba)

Obrázek 13: Jednotka ekvivalentní dávky (vlastní tvorba)

Obrázek 14: Ionizující záření z pohledu vnější kontaminace (vlastní tvorba)

Obrázek 15: Stínění záření alfa (vlastní tvorba)

Obrázek 16: Prahová dávka rozvoje akutní nemoci z ozáření (vlastní tvorba)

Obrázek 17: Preexpoziční profylaxe (vlastní tvorba)

Obrázek 18: Znalost profylaktických látek u vlastní jednotky (vlastní tvorba)

Obrázek 19: Stínění záření gama (vlastní tvorba)

Obrázek 20: Jednotka absorbované dávky (vlastní tvorba)

Obrázek 21: Základní způsob ochrany před vnějším ozářením (vlastní tvorba)

Obrázek 22: Celková úspěšnost respondentů (vlastní tvorba)

Obrázek 23: Celková úspěšnost hotovosti AČR pro IZS (vlastní tvorba)

Obrázek 24: Subjektivní pocit připravenosti – organizační celky (vlastní tvorba)

Obrázek 25: Subjektivní pocit připravenosti – hotovost AČR (vlastní tvorba)

Obrázek 26: Subjektivní pocit připravenosti – pohlaví (vlastní tvorba)

Obrázek 27: Subjektivní pocit připravenosti – věkové kategorie (vlastní tvorba)

Obrázek 28: Vlakové nádraží Liberec (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 29: Místo zásahu (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 30: Místo zásahu II (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 31: Hranice vnější zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 32: Hranice bezpečnostní zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 33: Hranice nebezpečné zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 34: Vlakové nádraží Liberec II (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 35: Předpokládaný zdroj IZ (autor s využitím Google Earth)

Obrázek 36: Radiometr DC-3E-08 (Miroslav Šimek 2013)

Obrázek 37: Osobní dozimetr SOR/R-20 (Anna Kurfürstová 2016)

Obrázek 38: Zásahový dozimetr URAD 115 (Laurus systems c2020)

Obrázek 39: RDS 200 (Honesdom International c2019)

Obrázek 40: DP 98 (Ministerstvo obrany ČR 2021)

Obrázek 41: RAD 60S (Mirion Technologies c2021)

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Limity ozáření (autor dle dat vyhlášky č. 422/2016 Sb.)

Tabulka 2: Legislativní rámec ochrany obyvatelstva ČR (autor dle dat Štětina 2014)

Tabulka 3: Seznam typových činností (autor dle dat GŘ HZS ČR c2021)

Tabulka 4: Porovnání řešení případové studie (vlastní tvorba)

Tabulka 5: Porovnání dozimetrických přístrojů (vlastní tvorba)

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Případová studie – HZS ČR

Příloha 2: Případová studie – AČR

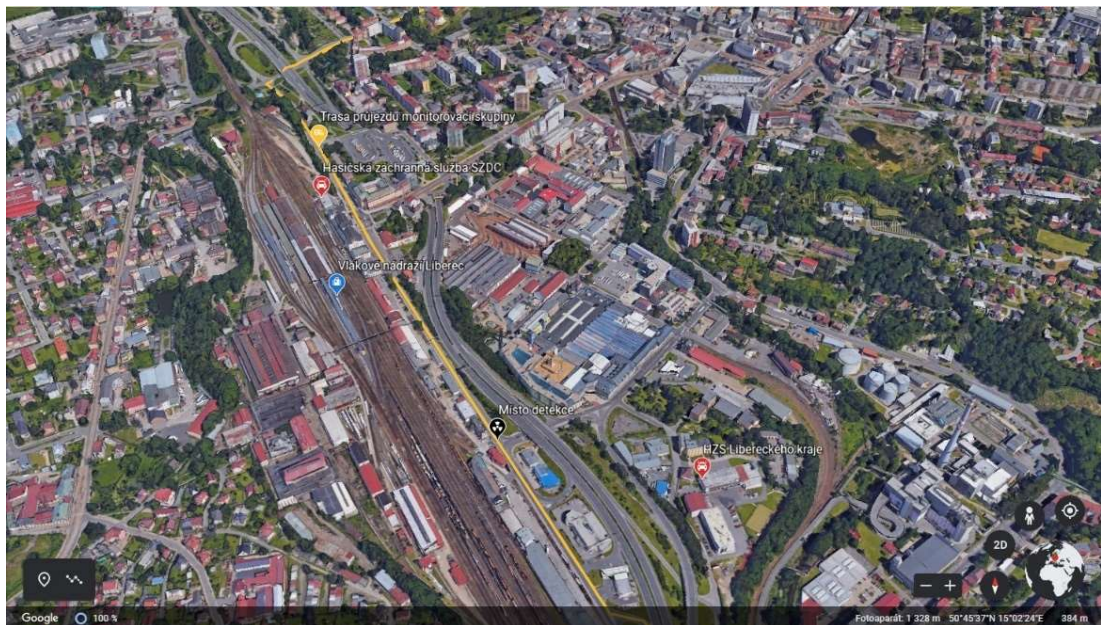
Příloha 3: Test z radiační ochrany

Příloha 4: Dozimetrické vybavení HZS ČR

Příloha 5: Dozimetrické vybavení AČR

PŘÍLOHA 1: PŘÍPADOVÁ STUDIE - HZS ČR

Príslušníky jednotky radiačního a chemického průzkumu 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany Armády České republiky došlo, při plnění standardních logistických úkolů, k náhodné detekci zvýšené radiační zátěže v oblasti vlakového nádraží Liberec, které se nachází v hustě osídlené části města. Maximální hodnota dávkového příkonu, naměřená palubním dozimetrickým přístrojem ve zmíněné oblasti byla detekována ve výši 5 $\mu\text{Sv/h}$.

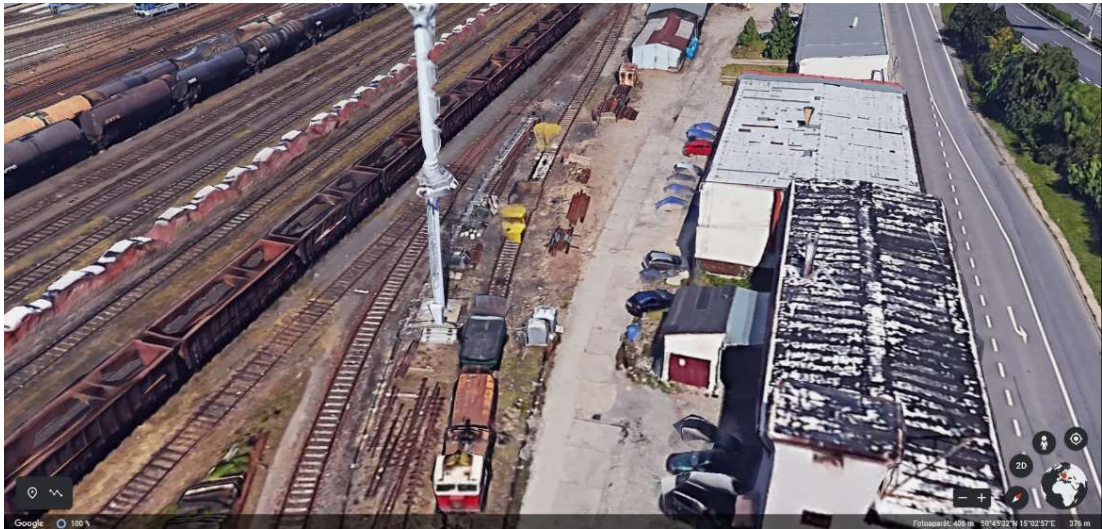


Obrázek 28: Vlakové nádraží Liberec (autor s využitím Google Earth)

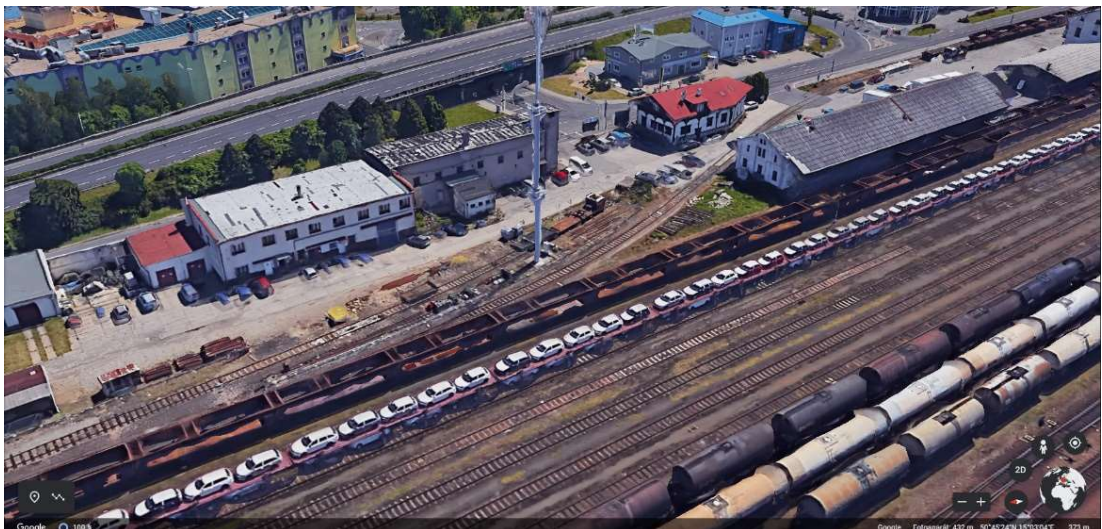
Na základě detekce zvýšené radiační zátěže je kontaktována tísňová linka Hasičského záchranného sboru České republiky. Na místo události je krajským operačním střediskem vyslána jednotka Hasičského záchranného sboru Libereckého kraje (dále jen HZS Lk) a zároveň povolán Hasičský záchranný sbor správy železničních dopravních cest (dále jen HZS SŽDC), do jejichž oblasti působení spadají železniční dopravní cesty. Tato jednotka sídlí přímo v areálu vlakového nádraží Liberec, jak je vidět na obrázku 28.

Jednotka SŽDC v koordinaci s HZS Lk po příjezdu na místo události vytěží maximální možné informace o prvotní detekci a prostoru události a začne postupovat v souladu s bojovým řádem jednotek požární ochrany, konkrétně metodickým listem č. 4 N Nebezpečí ionizujícího záření. V rámci zásahu, při jehož plnění je očekávána referenční

úroveň ozáření vyšší než 20 mSv, je využita typová činnost STČ – 01/IZS Špinavá bomba. V případě potřeby úkonů zachraňujících život či zdraví osob se zahájí tyto činnosti neprodleně bez ohledu na možnou kontaminaci zasahujících osob či nemožnost okamžité dekontaminace (Ministerstvo vnitra - GR HZS ČR 2017).



Obrázek 29: Místo zásahu (autor s využitím Google Earth)



Obrázek 30: Místo zásahu II (autor s využitím Google Earth)

V nejkratší možné době zahájí zasahující jednotka prvotní dozimetrický průzkum a stanoví hranici vnější zóny zásahu ve vzdálenosti 75 m od předpokládaného zdroje ionizujícího záření, přičemž minimální požadovaná vzdálenost je 50 m. Tato vnější zóna je stanovena na základě naměřených hodnot a na její vnější hranici nepřesahují hodnoty dávkového příkonu výši 1 $\mu\text{Gy/h}$. Z této oblasti i přilehlých budov je zahájena evakuace

obyvatelstva, zastavena železniční doprava a doprava na přilehlé komunikaci. K účelu uzavěr komunikací je velitelem zásahu prostřednictvím krajského operačního a informačního střediska (dále jen KOPIS) povolána Policie ČR, k uzavěrám železnice využita správa železničních dopravních cest a z důvodu možných zdravotních komplikací při zásahu či zjištění zdravotního poškození osob povolána zdravotnická záchranná služba (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).



Obrázek 31: Hranice vnější zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

Již během provádění prvotního radiačního průzkumu a potvrzení o vzniku radiační mimořádné události je povolána jednotka chemické služby HZS ČR, která v místě události rozvine dekontaminační pracoviště na hranici vnější zóny zásahu. Toto stanoviště musí být vybudováno, v rámci radiačního zásahu vždy, pro možnost dekontaminace potenciálně zasažených civilních osob i pro složky zasahující přímo u zásahu (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).

Podrobnějším monitorováním dávkových příkonů záření došlo velitelem zásahu k určení bezpečnostní oblasti o průměru 20 m, na jejímž vnějším okraji dosahuje hodnota dávkového příkonu maximálně $10 \mu\text{Gy/h}$, přičemž tato oblast je taktéž vytyčena. Vstup do této oblasti je již zakázán bez osobních ochranných prostředků a podmíněn dodržováním zásad radiační ochrany. Na základě aktuálních skutečností v místě zásahu je, prostřednictvím KOPIS, respektive nadřízeným operačním a informačním střediskem

ministerstva vnitra - generálního ředitelství HZS ČR (dále jen OPIS MV), vyžádána mobilní výjezdová skupina s rozšířenou detekcí a monitorovací skupina Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, která poskytuje podporu zasahujících jednotek a velitele zásahu (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).



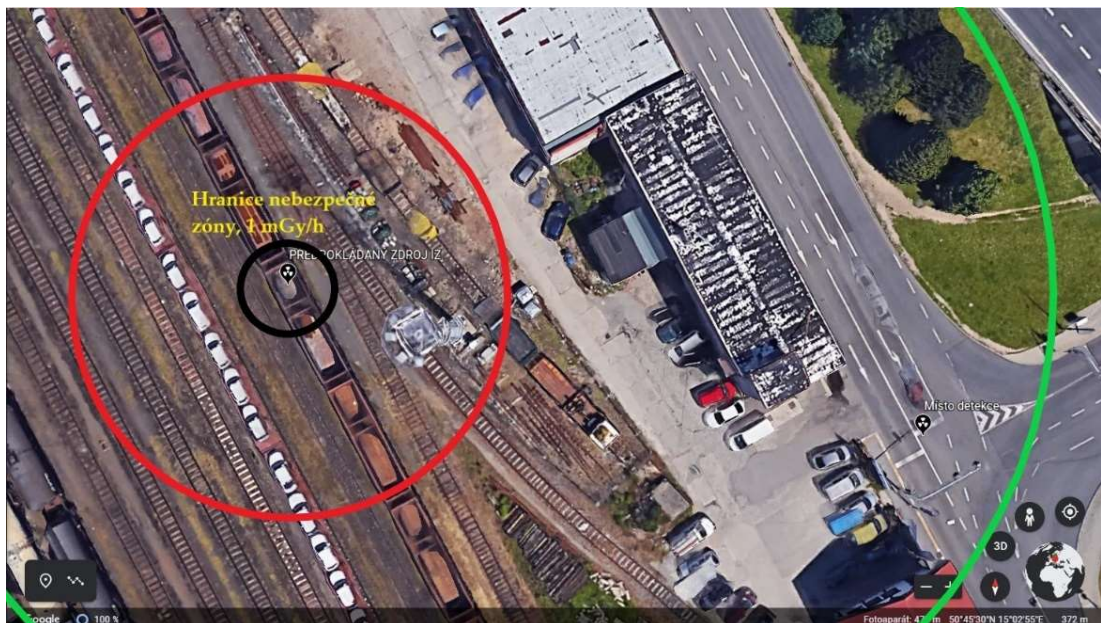
Obrázek 32: Hranice bezpečnostní zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

SÚJB jako ostatní složka integrovaného záchranného systému, na základě pomoci na vyžádání, vysílá do místa zásahu jednu ze svých monitorovacích skupin. Tyto skupiny mají dobu pohotovosti k výjezdu do 120 minut a doba jejich zahájení činnosti u zásahu je zároveň limitována nutností dojezdu do tohoto místa. Monitorovací skupiny poskytují odbornou pomoc veliteli zásahu, navrhují režimová a následná opatření ochrany obyvatel a zasahujících osob, koordinují monitorování radiační situace v místě zásahu, upřesňují hranice jednotlivých zón zásahu, provádí kontrolu zasažení životního prostředí, hodnocení ozáření osob a další zcela odborné činnosti, kterými může být i odběr vzorků z kontaminované oblasti (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2015).

Mobilní výjezdová skupina, která je součástí Institutu ochrany obyvatelstva HZS ČR nebo některá z chemických laboratoří HZS ČR, je povolána na místo události prostřednictvím KOPIS, respektive OPIS MV taktéž. Tato skupina vyjíždí neprodleně na místo zásahu, a to nejdéle do 120 minut od vyžádání. V rámci svého působení poskytuje především informační podporu veliteli zásahu, a to případně i telefonickou, zároveň

provádí v místě zásahu činnosti odborné, kterými mohou být například radiační průzkum, detekce, monitorování, identifikace zdrojů záření, stanovení optimálního postupu dekontaminace, koordinaci postupů s SÚJB a další odborné činnosti. Tato skupina je zároveň vybavena modernějším vybavením, které rozšiřuje zásahové možnosti v místě události (Zaoralová 2012).

Navazujícím radiačním průzkumem dochází k určení hranice nebezpečné zóny. Na jejímž vnějším okraji dosahují naměřené hodnoty 1 mGy/h. Do této oblasti je zásahová činnost směřovaná na nejnižší možnou míru. Pro vstup do této oblasti platí, z důvodu ochrany zdraví, režimová opatření. Ty mimo jiné omezují i dobu pobytu zasahujících osob (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).



Obrázek 33: Hranice nebezpečné zóny zásahu (autor s využitím Google Earth)

Velitel zásahu, zpravidla příslušník HZS ČR, po celou dobu zásahu činí taková opatření, která minimalizují obdrženou dávku záření zasahujících osob. Těmito opatřeními jsou především minimalizace doby ozáření zasahujících osob a jejich střídání, provádění dozimetrického průzkumu místa zásahu po celou dobu řešení události a dodržování maximální možné vzdálenosti zasahujících osob od zdroje záření. Celkovou obdrženou dávku záření zároveň po celou dobu zásahu průběžně, na základě výsledků osobních a skupinových dozimetrů, vyhodnocuje a eviduje. V případě možnosti předpokládaného překročení referenční úrovně 100 mSv, je velitel zásahu povinen

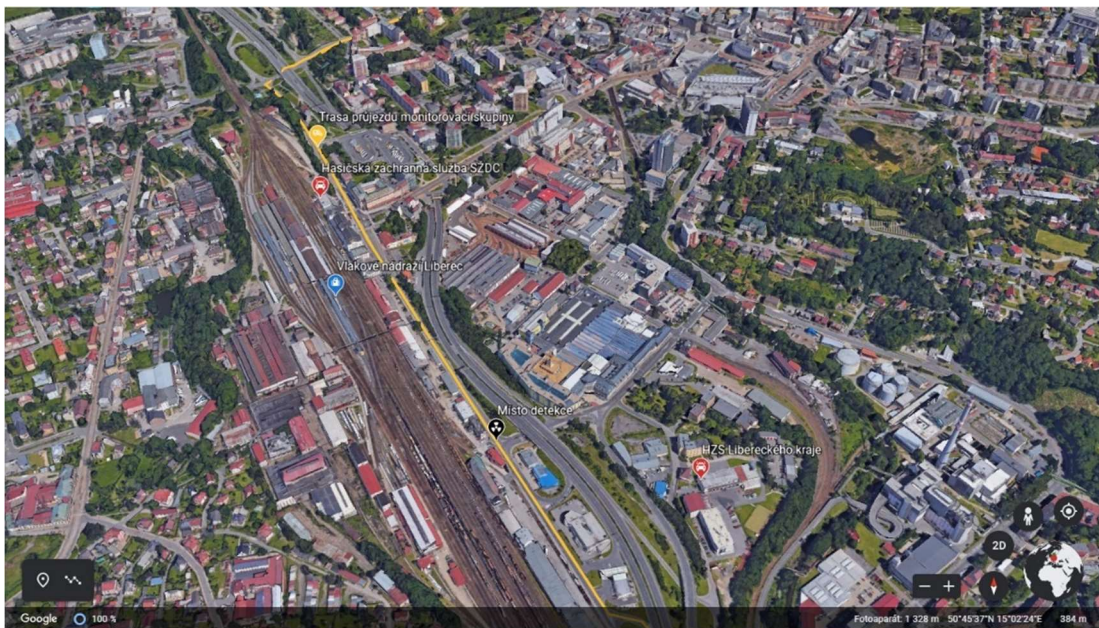
evidovat prokazatelný souhlas zasahující osoby se zásahem v takové oblasti. Z pohledu příslušníků HZS ČR je tento souhlas považován za prokazatelný splněním služební smlouby (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2017).

Mezi další činnosti vedoucí ke snížení dávkového příkonu a absorbované dávky při zásahu se zdroji ionizujícího záření může být využito stínění zdroje záření, nebo jeho přemístění. Samotným stanovením hranice nebezpečné zóny došlo k přibližnému určení vagonu, který vyzařuje největší dávkový příkon. Dá se tedy předpokládat, že zdroj je uvnitř tohoto vagonu. Z důvodu stínění záření vagonovým materiálem a neznalosti vnitřního prostředí vagonu je však neznámá intenzita záření samotného zdroje. Právě v rámci vybraného zásahu na železnici by mohlo být využito přemístění zdroje záření na odlehlé místo. Právě dohledání zdroje ionizujícího záření a v případě nutnosti odstavení na odlehlé místo neohrožující obyvatelstvo se jeví jako ideální varianta řešení této události. Problémem v takovém případě však může být provádění tohoto přesunu, který by mohl vystavit další osoby zdroji záření.

Z pohledu Hasičského záchranného sboru ČR dochází při řešení mimořádné radiační události zpravidla ke splnění několika zásadních úkolů. Těmito úkoly jsou záchrana života a zdraví osob, zajištění oblasti, případná evakuace osob, kontaktování příslušných orgánů, dekontaminace zasahujících osob a techniky, stanovení jednotlivých zón zásahu a v ideálním případě dohledání zdroje ionizujícího záření. Zásah složek IZS v případě mimořádné radiační události často končí zajištěním výše uvedených úkolů. Následná likvidace následků události a související opatření na ochranu obyvatelstva jsou již v gesci příslušných orgánů státní správy, které situaci řeší na základě doporučení SÚJB. Ačkoli se takové likvidační práce nepovažují za zásah složek IZS, k jejich využití by s největší pravděpodobností došlo i pro tyto činnosti, přičemž odpovědnou osobou za tyto práce by již nebyl odpovědný příslušník HZS ČR, ale odpovědný zástupce veřejné správy (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2015).

PŘÍLOHA 2: PŘÍPADOVÁ STUDIE - AČR

Príslušníky jednotky radiačního a chemického průzkumu 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany Armády České republiky došlo, při plnění standardních logistických úkolů, k náhodné detekci zvýšené radiační zátěže v oblasti vlakového nádraží Liberec, které se nachází v hustě osídlené části města. Maximální hodnota dávkového příkonu, naměřená palubním dozimetrickým přístrojem ve zmíněné oblasti, byla detekována ve výši 5 $\mu\text{Sv/h}$.

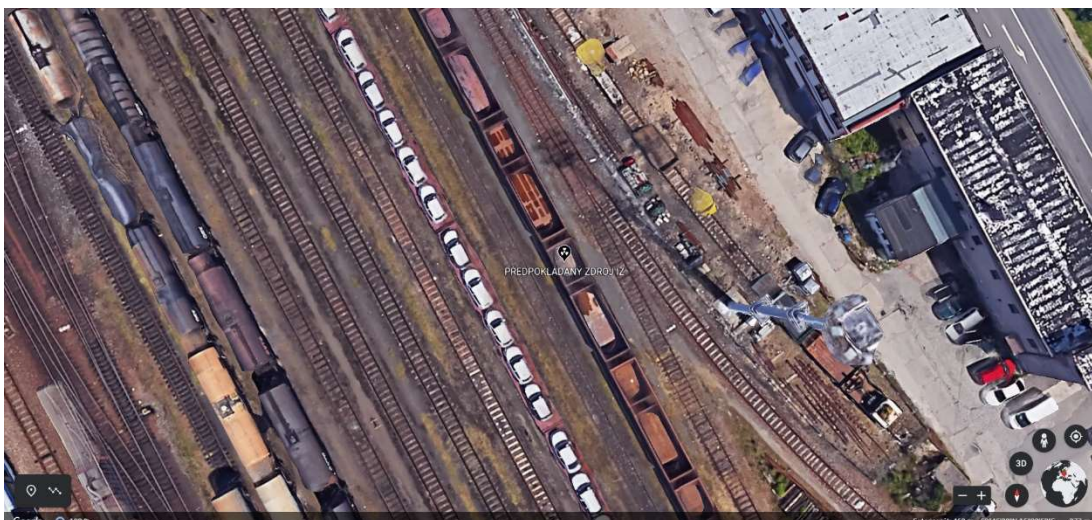


Obrázek 34: Vlakové nádraží Liberec II (autor s využitím Google Earth)

Na základě náhodné detekce zvýšeného dávkového příkonu oproti běžnému pozadí je ve vozidle vyhlášen radiační poplach. V nejkratším možném čase uvede osádka vozidla osobní ochranné prostředky do ochranné polohy a velitel družstva rozdá osobní dozimetrické přístroje RAD 60S. O vzniklé situaci je informován nadřízený stupeň a na základě jeho pokynů zahájeno provádění radiačního průzkumu oblasti s pomocí dozimetrického přístroje RDS 200. Jako maximální hodnota obdržené ekvivalentní dávky při zásahu byl stanoven 1 cSv, přičemž tyto hodnoty za celou osádku eviduje velitel družstva. Nadřízený stupeň zároveň aktivuje navazující prvky podpory, kterými jsou výpočetně analytické pracoviště (dále jen VAP) a čtyři dekontaminace osob a techniky a kontaktuje Správu železničních dopravních cest pro vyloučení souprav, nacházejících se v místě zásahu, z přepravy (Ministerstvo obrany 2009).

Prováděný radiační průzkum, je možné a preferované provádět ve speciálních vozech. Ve výjimečných případech a v případě nevhodnosti terénu je možno využít pěší formu průzkumu. Prioritou však zůstává maximální možné použití vozidla, a to z důvodu využití koeficientu oslabení materiálem vozidla. Samotný průzkum je vždy prováděn za stálého využití osobních ochranných prostředků nasazených v ochranné poloze, aktivovaných osobních dozimetrů s nastavenými limity pro stanovený maximálně přípustný dávkový ekvivalent i příkon dávkového ekvivalentu a za stálého spojení s nadřazeným stupněm, tedy velitelem čety průzkumu a VAP (Ministerstvo obrany 2009).

Při samotném provádění průzkumu je postupováno systematicky a vytyčována hranice příkonu dávkového ekvivalentu ve výši 0,5 cSv/h. Tato oblast je vytyčena bílými praporky s nápisem ATOM, včetně data a času detekce. Zároveň je každé místo vytyčení předáváno na VAP, které data dále zpracovává. Po splnění úkolu opouští družstvo radiačního průzkumu kontaminovaný prostor a přesouvá se na místo dekontaminace (Ministerstvo obrany 2009).



Obrázek 35: Předpokládaný zdroj IZ (autor s využitím Google Earth)

Vzhledem k vysoké požadované hodnotě vytyčovaného příkonu dávkového ekvivalentu by průzkumná jednotka prakticky oblast vytyčovat nemusela. V rámci svojí činnosti tedy družstvo vytyčilo bezprostředně blízkou oblast vagonu, který byl identifikován jako zdroj záření. Údaje o aktuálních hodnotách i souřadnice oblasti vytyčení jsou opět předávána na VAP.

VAP je určeno k vyhodnocení údajů poskytnutých průzkumnými družstvy k zabezpečení ochrany vojsk, vyhodnocení aktuální radiační situace a následnému předávání vyhodnocených dat. Na základě tohoto vyhodnocení je pracoviště schopno předávat upozornění dalším spojeneckým jednotkám tak, aby se nebezpečnému prostoru vyhnuly či prostor opustily. Zároveň předává informace nadřízeným stupňům tak, aby mohly rozhodnout o případných dalších opatřeních či postupu řešení situace (Ministerstvo obrany 2009).

Ačkoli je AČR v rámci navazujících činností na řešení radiační mimořádné události vybavena i speciálním odběrovým týmem a laboratoří, jejich možnosti v této oblasti jsou omezeny pouze na mírně kontaminované vzorky. Zároveň jsou armádní jednotky vybaveny k přímému dohledávání zdroje záření, ve většině případů však není tato činnost vyžadována. Zjednodušeně můžeme tvrdit, že z pohledu Armády ČR dochází při radiační mimořádné události především k vytyčení hranice kontaminovaného prostoru, zpracování veškerých dostupných informací o kontaminovaném území a varování spojeneckých vojsk a vlastních jednotek.

Samotná dekontaminace osob a techniky probíhá vždy po ukončení plnění úkolů průzkumných družstev chemického vojska. Primárním cílem je dezaktivace kontaminovaného materiálu, povrchů a osob, a to především vlastních jednotek s možností využití pro civilní obyvatelstvo. Z pohledu radiační mimořádné události je místo dekontaminace vystavěno ve vhodném prostoru mimo kontaminovanou oblast a s dostatečným prostorem pro rozvinutí celého stanoviště. Vlastní dekontaminační stanoviště jsou rozdělena na stanoviště dekontaminace osob a dekontaminace techniky. Pro dekontaminaci techniky je zpravidla využíváno prostředků MZ-82 a POR-82 v součinnosti s vozidlem ACHR-90 a dezaktivacích směsí. Z pohledu dekontaminace osob je využívána souprava pro dekontaminaci osob SDO-3 s kapacitou až 120 osob za hodinu a dobou nepřetržitého provozu až 10 hodin. V rámci dekontaminace osob dochází vždy k dekontaminaci osobního materiálu a shromažďování materiálu určeného k likvidaci, kterým jsou zpravidla použité ochranné prostředky a oděv (Žuja 2007).

PŘÍLOHA 3: TEST Z RADIAČNÍ OCHRANY

Seznam použitých zkratk:

AČR - Armáda České republiky

HZS ČR - Hasičský záchranný sbor České republiky

SDH - Sbor dobrovolných hasičů

HZS - Podniku Hasičský záchranný sbor podniku

IZS - Integrovaný záchranný systém

ČR - Česká republika

1. Jaké je Vaše pohlaví?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- muž žena

2. Do jaké věkové kategorie spadáte?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- 18 - 25 let 26 - 35 let
 36 - 45 let 46 let a více

3. V jaké složce IZS působíte?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- AČR – ostatní HZS ČR
 SDH HZS Podniku
 AČR - 31. pluk radiální, chemické a biologické ochrany Liberec

4. Byl(a) jste v letech 2019 - 2020 zařazen(a) do hotovosti ve prospěch IZS? (pouze pro příslušníky AČR)

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- ano ne
 nejsem příslušník AČR

5. Je na území ČR trvale monitorována radiační situace?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- ano ne
 nevím

6. Myslíte, že je možný vznik jiné radiační mimořádné události, než způsobené provozem (poruchou) jaderných elektráren či jaderným útokem?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností; pokud znáte jinou RMU, uveďte jakou

- ne nevím
 ano

7. Jaký je roční obecný limit součtu efektivních dávek ozáření pro obyvatelstvo?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- 1 mSv/rok 10 mSv/rok
 100 mSv/rok

8. Složením služební přísahy jste akceptoval(a), že v rámci svého služebního zařazení můžete být vyslán(a) k zásahu, u kterého může být překročena referenční úroveň ozáření ve výši:

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- 1 mSv 10 mSv
 100 mSv 200 mSv
 nepřisahal jsem

9. Jaká instituce odpovídá za monitorování radiační situace na území ČR?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- Hasičský záchranný sbor ČR
 Armáda ČR
 Státní úřad pro jadernou bezpečnost
 Správa letového provozu

10. Co zohledňuje dávkový ekvivalent?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- rozdílný biologický účinek různých druhů ionizujícího záření
- účinek nepřímo ionizujícího záření v jakékoli látce
- střední dávku neutronů ve tkáni

11. Jednotkou ekvivalentní dávky je?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- Gray [Gy]
- Joule [J]
- Sievert [Sv]

12. Jaký druh ionizujícího záření je nejnebezpečnější z pohledu vnější kontaminace?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- alfa
- beta
- gama

13. Jaký materiál je dostatečný pro stínění záření alfa?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- papír
- dřevo
- olovo, beton

14. Jaká je hodnota prahové dávky pro rozvoj akutní nemoci z ozáření při celotělovém ozáření?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- 1 Gy
- 3 Gy
- 8 Gy

15. Co je preexpoziční profylaxe?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- medikamentní snížení absorbované dávky v organismu
- způsob léčby akutní nemoci z ozáření
- opatření předcházející vzniku poškození lidského organismu nebo nemoci
- nevím

16. Znáte zavedené druhy profylaktických látek u Vaší jednotky?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností; pokud znáte druh profylaktické látky u Vaší jednotky, uveďte jaký

- ne
- ano

17. Jaký materiál je dostatečný pro stínění záření gama?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- papír
- dřevo
- olovo

18. Jednotkou absorbované dávky je?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- Gray [Gy]
- Joule [J]
- Sievert [Sv]

19. Základní způsob ochrany před vnějším ozářením je?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

- monitorování radiační situace
- využití principu vzdálenosti
- použití osobních dozimetrů
- využití respirátoru

20. Cítíte se připraven na případný zásah v oblasti se zdrojem ionizujícího záření?

Nápověda k otázce: vyberte jednu z možností

ano

ne

PŘÍLOHA 4: DOZIMETRICKÉ VYBAVENÍ HZS ČR

Ve výbavě Hasičského záchranného sboru ČR jsou plošně rozmístěny osobní i zásahové dozimetry tak, aby jimi byla vybavená každá stanice v počtu minimálně 1 kusu z obou typů přístrojů, tedy zásahový i osobní (Prouza 2008).

Elektronický radiometr DC-3E-98, určený k měření ionizujícího záření beta a gama, je přenosný dozimetrický přístroj se schopností detekce dávkového příkonu kermy ve vzduchu v rozsahu 0,1 $\mu\text{Gy/h}$ do 10 mGy/h , plošné aktivity v rozsahu 0,3 Bq/cm^2 do 30 000 Bq/cm^2 a příkonu dávkového ekvivalentu v rozsahu 100 $\mu\text{Sv/h}$ - 1 Sv/h . Tento přístroj je již prakticky kompletně nahrazen novějším modelem DC-3E-08. Ačkoli je v modernizovaném přístroji měřící rozsah totožný, došlo ke zvýšení rychlosti odezvy, čímž došlo ke zrychlení aktualizace intervalu hodnot na 1 sekundu. Částečnou nevýhodou tohoto přístroje je hmotnost, která činí téměř 2,3 kg, jeho napájení je zajištěno akumulátorem a signalizace na nastavené hladiny záření je pouze zvuková (Prouza 2008).



Obrázek 36: Radiometr DC-3E-08 (Miroslav Šimek 2013)

Osobní dozimetr SOR/R-20 ve verzi DMC je schopen detekce ekvivalentních dávek v rozsahu od 1 μSv do 10 Sv a příkonu dávkového ekvivalentu v rozsahu od 10 $\mu\text{Sv/h}$ do 10 Sv/h . Jeho detekční rozsah odpovídá potřebě sledování obdržených ekvivalentních dávek i příkonů dávkového ekvivalentu záření gama u zasahujících osob v blízkosti zdroje ionizujícího záření. Zvukový alarm tohoto osobního dozimetru dokáže včas indikovat překročení nastaveného prahu obdrženého záření pro možnost včasného opuštění nebezpečného prostoru a jeho hmotnost činí 55 g (Prouza 2008).



Obrázek 37: Osobní dozimetr SOR/R-20 (Anna Kurfürstová 2016)

Z pohledu rychlosti odezvy, která je v době zásahu velmi důležitá, se mezi špičku v oboru řadí zásahový dozimetr UltraRadiac URAD 115. Vysoký rozsah možného měření ekvivalentní dávky od $0,01 \mu\text{Sv}$ do 10 Sv a příkonu dávkového ekvivalentu $0,1 \mu\text{Sv/h}$ do 5 Sv/h , jej řadí mezi nejcitlivější využívané dozimetrické přístroje. Nespornou výhodou tohoto zásahového přístroje je zabudovaná GPS. Hmotnost přístroje činí 275 g a mezi jeho schopnosti se řadí zvuková, optická a vibrační signalizace na překročení stanovených hodnot záření gama (Prouza 2008).



Obrázek 38: Zásahový dozimetr URAD 115 (Laurus systems c2020)

Ostatní dozimetrické přístroje HZS ČR jako Radiometr FH 40G, monitor povrchové kontaminace Contamat FHT 11 M nebyly pro účely této práce použity. Tyto přístroje nejsou standardní výbavou výjezdových jednotek, ale především zvláštních skupin s rozšířenou detekcí. Tyto skupiny dále disponují dalším vybavením v oblasti radiační ochrany, kterými jsou například spektrometr GR-135B či spektrometr InSpector 1000 (Ministerstvo vnitra - GŘ HZS ČR 2015).

PŘÍLOHA 5: DOZIMETRICKÉ VYBAVENÍ AČR

Dozimetrické přístroje zavedené v Armádě České republiky odpovídají Českému obrannému standardu č. 666502, který stanovuje požadavky a metody zkoušení vojenských dozimetrických a radiometrických přístrojů vyvíjených či nakupovaných do výzbroje Armády České republiky. Mezi takto vyvinuté, zavedené a využívané přístroje u 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany patří zejména následující prostředky.

RDS 200 je přenosný přístroj družstev radiačního a chemického průzkumu určený k měření úrovně radiace v zájmových oblastech, měření orientační hodnoty dávky a dohledávání zdrojů beta záření za využití sondy GMP-11. Mezi detekovatelné ionizující záření patří gama, jehož rozsah je měřen v příkonu dávkového ekvivalentu i dávkového ekvivalentu, a to v rozmezí 0,01 μSv až 10 Sv. V případě připojení sondy GMP-11 je umožněno přímé dohledávání zdrojů záření, přičemž toto měření probíhá v impulzech aktivity. Z uživatelského hlediska je přístroj vybaven možností nastavení limitů pro zvukové varování na jejich překročení. Přístroj samotný je odolný vůči prachu a vodě a jeho hmotnost je 621 g (Dvořák 2005).



Obrázek 39: RDS 200 (Honesdom International c2019)

DP 98 je dozimetrický přístroj s možností využití pouze ve vozidlech radiačního průzkumu či stacionárních zařízeních. Tento přístroj je schopen zachytit záření gama. Jeho rozsah je potom pro příkon dávkového ekvivalentu i dávkový ekvivalent v rozmezí 0,01 μSv až 10 Sv. Z pohledu radiačního průzkumu se jedná o zásadní prvek využívaný ke sběru dat o radiační situaci v okolí, a to především z důvodu maximální možné

minimalizace opouštění vozidla při této průzkumné činnosti. Samozřejmostí pro tento přístroj je akustická i optická varovná signalizace při překročení nastavených hladin hodnot obou měřených veličin. Hmotnost přístroje činí 5 700 g, z důvodu zabudování tohoto přístroje ve vozidlech se však jedná o nepodstatný údaj (Dvořák 2005).



Obrázek 40: DP 98 (Ministerstvo obrany ČR 2021)

RAD-60S se řadí mezi osobní dozimetrické přístroje se základním účelem ochrany zasahující osoby. Tento dozimetr se zvukovou signalizací překročení stanovené maximální výše dávkového ekvivalentu či jeho příkonu je schopen zachytit záření gama a rentgenové záření. Rozsah měření pro příkon dávkového ekvivalentu je od 5 $\mu\text{Sv/h}$ do 3 Sv/h, pro dávkový ekvivalent je to pak rozsah od 1 μSv do 9,99 Sv. Přístroj je opatřen zvukovým výstražným zařízením pro případ poklesu kapacity baterií či poruchy, čímž je zasahující osoba včas upozorněna a může na vzniklou situaci adekvátně reagovat. Nespornou výhodou tohoto osobního dozimetru je jeho kapesní využití s rozměry 78 x 67 x 22 mm a hmotností 80 g (Dvořák 2005).



Obrázek 41: RAD 60S (Mirion Technologies c2021)