

Analýza vybraných sil a prostředků vyčleňovaných při radiální havárii

Širůček Michal

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Michal Širůček
Osobní číslo: L21026
Studijní program: B1032A020002 Ochrana obyvatelstva
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza vybraných sil a prostředků vyčleňovaných při radiační havárii

Zásady pro vypracování

- Na základě dostupných domácích a zahraničních zdrojů zpracujte teoretické poznatky a teoretická východiska z dané problematiky.
- Provedte analýzu sil a prostředků využitelných při radiační havárii.
- Na základě zpracovaných dat navrhněte případné změny ke zlepšení stavu.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. GRUPEN, Claus a Mark RODGERS. *Radioactivity and radiation: what they are, what they do, and how to harness them [online]*. Switzerland: Springer, 2016. ISBN 978-3-319-42330-2.
2. PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika. Fyzika ionizujícího záření*. 2. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2021. ISBN 978-800-1069-004.
3. PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika. Ochrana před ionizujícím zářením*. V Praze: České vysoké učení technické, 2022. ISBN 978-800-1069-714.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Princ**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 30. 4. 2024

Jméno a příjmení studenta: Michal Širůček

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu vybraných sil a prostředků vyčleňovaných pro řešení radiační havárie. Na začátku teoretické části je popsáno právní ukotvení problematiky v České republice a popis vybraných zákonů. Dále se zabývá oblastí radiačních mimořádných událostí, jejich členěním a účinky ionizujícího záření na živý organismus a ochranou proti ionizujícímu záření. V praktické části práce jsou analyzována vybraná rizika, která s sebou vznik radiační havárie přináší. Rizika jsou analyzována metodou KARS a multikriteriální analýzou, které poskytují další informace k probírané problematice. Následně jsou v praktické části popsány síly a prostředky Hasičského záchranného sboru a Armády České republiky pro řešení radiační havárie. Poslední kapitola je věnována zhodnocení a návrhu doporučených opatření.

Klíčová slova: Radiační havárie, Integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor České republiky, Armáda České republiky

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the analysis of selected forces and resources allocated to deal with a radiation accident. In the theoretical part, the legal anchorage of the issue in the Czech Republic and the description of selected laws are mentioned. It also deals with the area of radiation emergencies, their breakdown and the effects of ionizing radiation on living organisms and protection against ionizing radiation. The practical part of the thesis analyses selected risks that the occurrence of a radiation accident entails. The risks are analyzed by KARS method and multicriteria analysis, which provide additional information on the discussed issue. Subsequently, the practical part describes the forces and means of the Fire Rescue Service and the Army of the Czech Republic for dealing with a radiation accident. The last chapter is devoted to the evaluation and proposal of recommended measures.

Keywords: Radiation accidents, Integrated Rescue System, Fire Brigade of the Czech Republic, Army of the Czech Republic

Okomentoval(a): [IP1]: Nahradit jiným slovem (zmínka je letmá)

A zapněte si na horní liště v podokně „rozložení“ funkci automatického dělení slov – nebudete mít tak roztahaná slova v řádcích

Okomentoval(a): [IP2]: I v angličtině pak nezapomenout spojky a předložky přesunout z konce řádků na nový řádek

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ivanu Princí za čas a ochotu věnovanou konzultacím, za poskytnuté cenné rady, věcné připomínky a za vstřícné vedení bakalářské práce.

Dále chci poděkovat své přítelkyni Terezii Šoškové, která mě při mém studiu a psaní bakalářské práce podporovala a poskytla mi cenné rady.

Nakonec chci poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PRÁVNÍ UKOTVENÍ PROBLEMATIKY	11
2 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI.....	13
3 RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST.....	14
3.1 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ.....	17
3.2 DOZIMETRIE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ A POPIS VYBRANÝCH VELIČIN	21
3.3 OCHRANA PŘED IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM.....	23
4 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	30
5 ANALÝZA VYBRANÝCH RIZIK	31
5.1 KVALITATIVNÍ ANALÝZA RIZIK S VYUŽITÍM JEJICH SOUVZTAŽNOSTI.....	31
5.2 MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA	32
6 PŘEHLED SIL A PROSTŘEDKŮ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU PRO ŘEŠENÍ RADIAČNÍ HAVÁRIE.....	36
6.1 PROSTŘEDKY OSOBNÍ OCHRANY PŘÍSLUŠNÍKŮ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU	37
6.2 PROSTŘEDKY A TECHNIKA PRO MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE	40
6.3 PROSTŘEDKY PRO DEKONTAMINACI OSOB A TECHNIKY	42
7 SÍLY A PROSTŘEDKY ARMÁDY ČESKÉ REPUBLIKY PRO ŘEŠENÍ RADIAČNÍ HAVÁRIE.....	45
7.1 OCHRANNÉ PROSTŘEDKY VYUŽÍVANÉ V ARMÁDĚ ČESKÉ REPUBLIKY	45
7.2 PROSTŘEDKY PRO MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍ SITUACE	46
7.3 TECHNIKA RADIAČNÍHO PRŮZKUMU.....	48
8 ZHODNOCENÍ A NÁVRH OPATŘENÍ.....	51
ZÁVĚR	53
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	61
SEZNAM OBRÁZKŮ	62
SEZNAM TABULEK.....	63
SEZNAM PŘÍLOH.....	64

ÚVOD

V dnešní době nás může ohrozit na životě a zdraví velké množství rozličných mimořádných událostí. Jednou sice nepravděpodobnou ale velmi závažnou mimořádných událostí je vznik radiační havárie s únikem radioaktivní látky. Taková situace může ohrozit nespočet lidí, zejména ty, co mají trvalý pobyt poblíž různých pracovišť se zdrojem ionizujícího záření. Občané mohou být ohroženi zejména ionizujícím zářením, které bez příslušných prostředků není možné vlastními smysly detekovat. Následkem úniku radioaktivní látky může dojít ke kontaminaci životního prostředí, potravin, zdrojů pitné vody apod. Velké riziko pro život a zdraví osob spočívá ve vnitřní kontaminaci osob, ke které může dojít při vdechnutí radioaktivního prachu nebo při konzumaci kontaminovaných potravin.

Pro řešení radiační havárie je nutná spolupráce orgánů státní správy a samosprávy, orgánů krizového řízení, složek integrovaného záchranného systému a samotného provozovatele pracoviště se zdrojem ionizujícího záření případně dopravce, který zdroj ionizujícího záření převážel. Pokud radiační havárie bude mít přesah i přes hranice státu, tak je nutná i spolupráce s dotčenými orgány příslušných sousedních států a také mezinárodních institucí. Složky integrovaného záchranného systému vyčleňují síly a prostředky pro řešení této mimořádné události a preventivně pořádají různá cvičení nejen v oblasti zásahu na radiační havárii, ale i v oblastech podobných nebo přidružených jako jsou zásah na nebezpečnou látku a hromadná dekontaminace osob. K provedení reálného zásahu i cvičení disponují příslušnou technikou a prostředky. Aktivní účastí na cvičeních se zdokonalují zaběhnuté procesy a mohou vzniknout nové poznatky a požadavky na zdokonalení techniky.

Hlavním cílem práce je navrhnout na základě zpracovaných dat vhodná opatření, která povedou ke zlepšení stavu. Ke splnění hlavního cíle práce byly stanoveny následující dílčí cíle:

- z dostupných domácích a zahraničních zdrojů zpracovat teoretické poznatky a teoretická východiska z dané problematiky,
- provést multikriteriální analýzu rizik a analýzu souvztažnosti rizik,
- zpracovat analýzu sil a prostředků využitelných při radiační havárii.

Teoretická část bakalářské práce popisuje stručně problematiku dané oblasti a je tvořena pomocí metody desk research z volně dostupných domácích i zahraničních zdrojů.

Okomentoval(a): [IP3]: Co nepatří na konec řádků najdete v příručce na: <https://prirucka.ujc.cas.cz/?id=880>.

Praktická část je zaměřena na vyhodnocení rizik doprovázející vznik radiační havárie pomocí multikriteriální analýzy a analýzy souvztažnosti rizik. Následuje komparace sil a prostředků Hasičského záchranného sboru a Armády České republiky a poté je provedena syntéza výstupů z komparace a provedených analýz rizik.

Okomentoval(a): [IP4]: Upravit cíle do následující podoby a doplnit metody použité jak v teoretické, tak i v praktické části (metody máte v MS Reams ke stažení)

Příklad: „Hlavním cílem práce je... Ke splnění hlavního cíle práce byly stanoveny následující dílčí cíle: ... Pro zpracování práce byly použity následující metody: ...“, – nezapomenut, že cíle stanovené v úvodu musí být stejné jako cíle zmíněné v závěru práce.

Jako hlavní cíl je třetí bod ze zásad pro vypracování BP...navrhnout opatření...

Jako dílčí cíle jsou ostatní body ze zásad ...z dostupné literatury..... a provést multikriteriální analýzu.....

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRÁVNÍ UKOTVENÍ PROBLEMATIKY

Mimořádné události se staly nedílnou součástí naší společnosti. Jejich problematiku zakotvuje celá soustava právních norem, která řeší nejen odezvu na vznik mimořádných událostí, ale také prevenci a předcházení jejich vzniku. Problematika radiačních havárií je ukotvená v následujících právních předpisech:

- **Zákon č. 263/2016 Sb.**, atomový zákon – tento zákon pojednává o podmínkách mírového využívání jaderné energie. Stanovuje základní pravidla, zásady a zejména zakázané činnosti v této oblasti. Upravuje a ukládá podmínky pro nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem, také stanoví podmínky zabezpečení jaderného zařízení, jaderného materiálu a zdroje ionizujícího záření (dále v textu jen „ZIZ“), a také oblast zvládnání radiační mimořádné události a nápravu stavu po radiační havárii. (Česko, 2016a)
- **Vyhláška č. 422/2016 Sb.**, o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje – tato vyhláška provádí atomový zákon. V tomto předpisu jsou uvedeny obecné limity ozáření pro obyvatele a radiačního pracovníka a všeobecné požadavky na zajištění radiační ochrany. Také ukládá způsob zabezpečení radionuklidového zdroje. (Česko, 2016b)
- **Vyhláška č. 361/2016 Sb.**, o zabezpečení jaderného zařízení a jaderného materiálu – v této vyhlášce je uveden způsob zařazení jaderného materiálu do kategorie pro účely jeho zabezpečení. Ukládá organizační a technické opatření k zabezpečení jaderného zařízení a materiálu. Dále rozepisuje tyto opatření a stanoví požadavky na zajištění fyzické ostrahy jaderného zařízení a materiálu. (Česko, 2016c)
- **Vyhláška č. 359/2016 Sb.**, o podrobnostech k zajištění zvládnání radiační mimořádné události – tato vyhláška obsahuje podrobná pravidla k provádění analýzy a hodnocení radiační mimořádné události. Popisuje postupy a opatření, které jsou nezbytné pro adekvátní připravenost a odezvu na radiační mimořádnou událost. Dále stanoví požadavky na obsah bezpečnostní dokumentace zejména na vnitřní a vnější havarijní plán a udává způsob ověření vnitřního i vnějšího havarijního plánu a národního radiačního havarijního plánu. (Česko, 2016d)
- **Zákon č. 224/2015 Sb.**, o prevenci závažných havárií... – tento zákon stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií

Okomentoval(a): [IP5]: protože dále pokračujete odrážkami, tak tady musí být dvojtečka (vždy dvojtečka a text s odrážkami)

na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí. Zákon ukládá povinnosti právnickým a podnikajícím fyzickým osobám z hlediska prevence závažných havárií. Udává kritéria, podle kterých se objekty nebo zařízení řadí do skupiny A či B a stanoví požadavky a obsah dokumentace zpracované za účelem prevence závažných havárií pro tyto objekty. (Česko, 2015)

- **Zákon č. 240/2000 Sb.**, o krizovém řízení a o změně některých zákonů – v případě vzniku radiační havárie lze předpokládat, že bude vyhlášen krizový stav. Vyhlášení krizových stavů, které nesouvisí se zajišťováním obrany ČR před vnějším napadením, řeší krizový zákon. Ten dále stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace. (Česko, 2000a)
- **Zákon č. 241/2000 Sb.**, o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů – tento zákon se zabývá přípravou a přijetím hospodářských opatření pro všechny krizové stavy (včetně válečného stavu). Pro tyto účely upravuje pravomoci vlády, ústředních správních úřadů (zejména Správy státních hmotných rezerv) a orgánů územní samosprávy. Definiuje povinnosti fyzických a právnických osob, které se podílí na zajištění těchto opatření. (Česko, 2000b)
- **Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb.**, k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva – tato vyhláška pojednává o úkolech ochrany obyvatelstva a jejich způsobu zabezpečení. Stanoví způsob a prostředky informování právnických a fyzických osob o možném ohrožení, dále pojednává o jednotném systému varování a vyrozumění, o jeho koncových prvcích a obsahu tísňové informace. Zabývá se zabezpečením a způsobem provedení evakuace a orgány, které evakuaci řídí. Udává způsob a rozsah kolektivní a individuální ochrany a s tím spjaté zásady postupu při poskytování úkrytů. (Česko, 2002)
- **Zákon č. 239/2000 Sb.**, o integrovaném záchranném systému – tento zákon pojednává o integrovaném záchranném systému (dále jen IZS). Stanoví a rozděluje jeho složky a způsob jejich koordinace. Dále udává stálé orgány pro koordinaci jeho složek a jejich úkoly a povinnosti. Vymezuje postavení a úkoly státních orgánů a orgánů samosprávných územních celků při přípravě nebo řešení mimořádné události, v návaznosti na to stanoví také práva a povinnosti právnických a fyzických osob.

2 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému vymezuje pojem mimořádná událost jako: „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací“ (Česko, 2000). Mimořádná událost (dále v textu jen „MU“) je charakteristická svojí neočekávaností a je nutné přijmout opatření ke zmírnění škodlivých následků a podniknout kroky k jejímu odstranění. V různých oblastech a oborech lze chápat tento pojem jinak, například v oboru podnikání by MU mohla znamenat poruchu výrobní linky a ztráta zisku. Pro účely této bakalářské práce se pojem MU chápe z pohledu ochrany obyvatelstva, a tedy jako stav, kdy jsou ohroženy životy a zdraví osob, zvířat, majetek nebo životní prostředí. MU lze odvrátit činností dotčených subjektů a složek IZS, které zajistí provedení záchranných a likvidačních prací. V případě, že MU nelze odvrátit běžnou činností a je potřeba využít pravomocí orgánů krizového řízení spjatých s vyhlášením jednoho z krizových stavů, tak MU přechází do krizové situace. (Krizové plánování, © 2024) Podle příčiny vzniku můžeme MU rozčlenit na následující druhy:

1. Přírodní neboli naturogenní MU, lze rozlišit podle následujícího rozdělení:
 - Biotické, které jsou způsobeny živou přírodou (epidemie, epizootie, přemnožení škůdců).
 - Abiotické MU jsou způsobeny neživou přírodou (povodně, zemětřesení, laviny, krupobití, silný vítr a tornáda, požáry zapříčiněné přírodními vlivy).
 - Kosmogenní MU jsou způsobeny kosmickými vlivy např.: pád kosmického tělesa nebo silná sluneční erupce.
2. Antropogenní MU, které se člení podle příčiny vzniku následovně:
 - Technogenní MU. Do této skupiny patří provozní havárie a havárie spojené s infrastruktúrou (např.: dopravní havárie, radiační havárie, požáry v zástavbě a průmyslových objektů, narušení dodávek strategických surovin, únik nebezpečných látek a jiné).
 - Sociogenní MU, kdy dochází k narušení sociálních/společenských vztahů mezi sociálními skupinami nebo sociální skupinou a státní sférou (např.: migrační vlny, terorismus, vnější vojenská agrese).
 - Ekonomické MU postihují ekonomiku státu, a tím i všechny občany daného státu jako celku (např.: přenos hospodářských krizí). (Janura, 2024)

Okomentoval(a): [IP6]: symbol © patří i s rokem na společný řádek

Okomentoval(a): [IP7]: následující

Okomentoval(a): [IP8]: dvojtečka

Okomentoval(a): [IP9]: dvojtečka

Okomentoval(a): [IP10]: dvojtečka

3 RADIČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST

Radiační mimořádná událost je zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon popsána 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“ (Česko, 2016a). Autor knihy Radiologická fyzika ochrana před ionizujícím zářením pan František Podzimek ve své publikaci píše: „Za mimořádnou radiační událost z hlediska jaderné bezpečnosti nebo radiační ochrany se považuje taková, která vede nebo může vést k nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí, případně ke vzniku radiační nehody nebo radiační havárie, a tím i ke vzniku radiační mimořádné události“ (Podzimek, 2022). Obě tyto definice se shodují v tom, že jde o mimořádnou událost, při které nastal nebo mohl nastat únik radioaktivní látky nebo ionizujícího záření.

Atomový zákon člení podle připravenosti k odezvě radiační mimořádné události do tří kategorií:

- Radiační mimořádná událost prvního stupně. Je taková událost, která je zvládnutelná silami a prostředky obsluhy a pracovníků daného jaderného zařízení či pracoviště. (Podzimek, 2022)
- Radiační nehoda. Radiační nehodou se rozumí radiační mimořádná událost, která není zvládnutelná silami a prostředky obsluhy a pracovníků jaderného zařízení či pracoviště. Jejím následkem je nepřijatelné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřijatelné ozáření osob. Avšak nevyžadují zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo, jelikož jejich rozsah a důsledky jsou zejména omezeny na prostory pracoviště. (Česko, 2016a; Státní úřad radiační ochrany, © 2024) Radiační nehoda může také vzniknout v případě, kdy dojde k nálezu, zneužití nebo ztrátě radionuklidového zdroje. Pro klasifikaci je ale zásadní, jestli je nutné zavést neodkladná ochranná opatření pro obyvatelstvo. (Česko, 2016a)
- Radiační havárie. Následky radiační havárie oproti následkům radiační nehody nejsou omezeny na prostor pracoviště. Zejména při úniku radioaktivních látek dochází k ovlivnění okolí pracoviště, a proto je nutné zavést opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí. (Státní úřad radiační ochrany, © 2024)

Okomentoval(a): [IP11]: když je to přímá citace, tak závorčku se zdrojem i s tečkou před uvozovky nahore a taky kurzívou

Dělení pracovišť se zdroji ionizujícího záření

Pracovištěm se ZIZ se rozumí prostory, ve kterých jsou tyto zdroje vědomě používány.

ČEZ ve svém elektronickém příspěvku uvádí že: „*Pracoviště se zdroji ionizujícího záření se dělí do čtyř základních kategorií dle následujících parametrů:*

- *používaný zdroj ionizujícího záření,*
- *očekávaný provoz pracoviště,*
- *prováděné radiační činnosti a zajištění radiační ochrany,*
- *vybavení pracoviště (ventilačními, izolačními a stínicími zařízeními a provedení kanalizace),*
- *možnost kontaminace pracoviště,*
- *možnost vzniku odpadů,*
- *možnost vzniku radiační nehody nebo radiační havárie“ (Brounková, 2019).*

Po vyhodnocení těchto parametrů se pracoviště se ZIZ zařadí do I až IV kategorie.

Tabulka 1 – Rozdělení pracovišť se ZIZ. (Brounková, 2019)

Používaný zdroj	Kategorie pracoviště
Nevýznamný	nezařazeno
pracoviště s drobným zdrojem ionizujícího záření, jehož typ není schvalován Úřadem, pracoviště s kostním denzitometrem, pracoviště s veterinárním nebo zubním rentgenovým zařízením, pracoviště s kabinovým rentgenovým zařízením,	I. kategorie
pracoviště s jednoduchým zdrojem ionizujícího záření, které není pracovištěm I. kategorie, pracoviště s rentgenovým zařízením určeným k radiodiagnostice nebo radioterapii, pracoviště s mobilním defektoskopem obsahujícím ultrazvuk, pracoviště s mobilním ozařovačem obsahujícím ultrazvuk,	II. kategorie
pracoviště s urychlovačem částic, pracoviště se zařízením obsahujícím ultrazvuk, které je určeno k radioterapii anebo ozařování předmětů, potravin, ..., uznaný sklad,	III. kategorie
pracoviště s jaderným zařízením a pracoviště s úložištěm radioaktivního odpadu, které není jaderným zařízením	IV. kategorie

Okomentoval(a): [IP12]: i v odrážkách musí být zachováno řádkování podle šablony (1,5 řádku)

Okomentoval(a): [IP13]: volný řádek odstranit

Okomentoval(a): [IP14]: i text v celé tabulce upravit řádkování na 1,5 řádku

Další možné rozdělení je závislé na velikosti předpokládaných dopadů radiační nehody či havárie. Podle vyhlášky č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události se jaderné zařízení a pracoviště se ZIZ dělí do kategorie A až D:

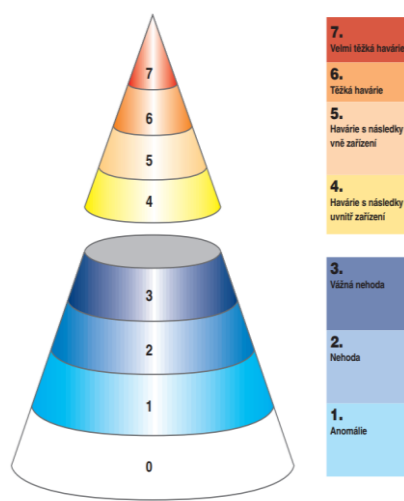
- A. „Energetické jaderné zařízení.
- B. Jaderné zařízení, které nepatří do kategorie ohrožení A, a pracoviště IV. kategorie, kromě pracoviště s jaderným zařízením, na němž může vzniknout radiační havárie.
- C. Jaderné zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření, na němž nemůže vzniknout radiační havárie.
- D. Činnost v rámci expozičních situací, včetně nálezu, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje nebo přepravy radioaktivní nebo štěpné látky, která může být příčinou vzniku radiační nehody nebo radiační havárie na nepředvidatelném místě, a tím i havarijního ozáření“ (Česko, 2016d).

Mimo to se ve vyhlášce nachází i kategorie E. Do této kategorie spadají oblasti ČR, které mohou být ohroženy radiační havárií vzniklou na jaderném zařízení nebo pracovišti, které se nenachází na území ČR, ale na území sousedních států. (Česko, 2016a)

Na pracovištích se ZIZ je potřeba zajistit havarijní připravenost. Tato povinnost je ukládána držitelům povolení pro používání ZIZ. Autor knihy Fyzika ionizujícího záření pan František Podzimek havarijní připravenost chápe jako: „*technické, organizační i personální podmínky, které umožňují co nejrychlejší zvládnutí výskytu RMU*“ (Podzimek, 2022).

Stupnice INES

Stupnice INES (The International Nuclear Event Scale) neboli mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí slouží nejen k hodnocení jaderných událostí, ale i k lepší komunikaci mezi odborníky, veřejností i sdělovacími prostředky, jakmile dojde k radiační mimořádné události. Stupnice hodnotí radiační mimořádné události nevojenského charakteru, není určena k hodnocení jakýchkoliv vojenských akcí, ani k hodnocení teroristických činů či úmyslného ozáření lidí.



Obrázek 1 – Stupnice INES. (ČEZ, 2009)

Stupnice rozděluje RMU jako odchylky (stupeň 0), které nemají žádný bezpečnostní význam a lze je nazvat i jako události pod stupnicí nebo mimo stupnici, nehody (stupeň 1–3) a havárie (stupeň 4–7). Stupnice je dále rozdělena do jednotlivých stupňů vzestupně podle závažnosti radiační mimořádné události, přičemž nadcházející vyšší stupeň je desetkrát závažnější než stupeň stávající. (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

3.1 Biologické účinky ionizujícího záření

Ionizující záření může představovat nebezpečí pro živý organismus, jelikož dokáže poškodit biomolekuly, především Deoxyribonukleovou kyselinu (dále v textu jen „DNA“), proteiny a lipidy v buňce. Ionizující záření může působit přímým účinkem, kdy dojde k vyrazení elektronů z chemických vazeb, nebo nepřímým účinkem, kdy dochází k ionizaci vody v buňkách a následné tvorbě volných radikálů. Ty poté reagují s biomolekulami. Celý děj začíná fyzikální fází, při které je absorbována energie a při které dochází k ionizaci a excitaci atomů. Bezprostředně po této fázi začíná fáze fyzikálně-chemická. Dochází k interakci iontů s molekulami a k tvorbě volných radikálů. Následuje fáze chemická, kdy tyto radikály reagují s molekulami, buňkami a DNA. A poslední fází je fáze biologická, kterou lze často pozorovat, jelikož se projevuje příznaky na těle organismu. Jedná se o příznaky jako je odumírání buněk, mutace a změny v genetické informaci. (Podzimek, 2021) Různé lidské tkáně mají rozdílnou radiosenzitivitu neboli citlivost k ozáření. Tkáně, ve kterých probíhá rychlé dělení buněk (kostní dřeň, střevní výstelka, pohlavní orgány), jsou více náchylné na ozáření než tkáně, ve kterých probíhá buněčné dělení málo nebo vůbec (srdeční sval, centrální nervová soustava). To znamená, že při stejné absorbované dávce se v různých tkáních projeví rozdílné biologické účinky. (Symptomy.cz, © 2009–2023; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Z hlediska vztahu obdržené dávky a zapříčiněného biologického účinku způsobuje ionizující záření dva hlavní účinky s níže uvedenou charakteristikou.

Deterministické účinky

Pro deterministické účinky je charakteristická prahová dávka. Při jejím překročení můžeme očekávat, že se u jedince projeví charakteristické příznaky ozáření, které nastanou po několika dnech až týdnech. Deterministické účinky vznikají jako násled-

LOKÁLNÍ OZÁŘENÍ

TKÁŇ	ÚČINEK	PRAHOVÁ D [Gy]
kůže	erytém	3 - 5
	puchýř	10
plod (3-8.t)	malformace, abnormality CNS	0,1
plod (8-15.t)	mentální retardace	1
čočka	opacita	0,5 - 2
	katarakta	5
ovaria	sterilita	2,5 - 6
varlata	dočasná sterilita	0,15
	trvalá sterilita	3,5 - 6

Obrázek 2 – Prahové dávky ozáření. (Skibová, 2021)

Okomentoval(a): [IP15]: upravit zdroj – ten druhý není autorem a u prvního jen Symptomy.cz, ©2009–2023

dek úmrtí části zasažené buněčné populace. Závažnost a průběh těchto účinků se odvíjí zejména od obdržené dávky, druhu záření a jestli se jedná o celotělové či jen o lokální ozáření. Se vzrůstající dávkou (která překročí dávkový práh) se účinky projeví dříve, intenzivněji a mají vyšší zdravotní závažnost. Mezi tyto účinky řadíme například: akutní nemoc z ozáření, radiační dermatitidu, poruchy plodnosti, nebo zákal oční čočky. (Podzimek, 2021; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Akutní nemoc z ozáření

Akutní nemoc z ozáření (dále v textu jen „ANO“) se vyskytne u osob, u nichž došlo k celotělovému ozáření, nebo k zasažení převážné části těla vysokou dávkou záření jeden Gy (gray) a více. U dávek kolem jednoho Gy jsou zřetelné příznaky ANO, nicméně zotavení jedinců je téměř zaručeno. Pro celotělové ozáření čtyř Gy je šance na přežití 50%. Tato dávka se nazývá smrtelná dávka. Pro ozáření sedm Gy je pravděpodobnost úmrtí téměř 100%. V důsledku tak vysoké obdržené dávky u zasažené osoby dojde k úmrtí velkého množství buněk v různých tkáních. Přirozené obnovovací mechanismy těla nejsou schopné tak rozsáhlé poškození rychle a účinně vykompenzovat. Závažnost příznaků a jejich průběh se odvíjí zejména od výše absorbované dávky a druhu záření. Příznaky akutní nemoci z ozáření probíhají ve třech fázích: prodromální, latentní a manifestní, poté následuje rekonvalescence nebo úmrtí zasažené osoby. V závislosti na stupni ozáření a převládajících příznaků můžeme rozdělit ANO na: krevní (dřeňovou), střevní a nervovou formu. (Gruppen, Rodgers, 2016; Bondarenko, 2021; Podzimek, 2021; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Nejméně závažnou formou akutní nemoci z ozáření je forma krevní. Tato forma se projeví po ozáření dávkou jednoho až šesti Gy. U postižené osoby se po jednom dni projeví nevolnost a zvracení (prodromální fáze). Další jeden až dva týdny trvá období latence, kdy příznaky u postiženého částečně vymizí nebo postižený na příznaky vůbec netrpí. Následně nastává manifestní fáze, kdy dochází k plnému projevu nemoci. U postiženého se může projevit celá řada příznaků jako je únava, horečka, třesavka, krvácení z nosu a dásní, průjem, tvorba vředů na ústní sliznici, vypadávání ochlupení. Postižený také trpí oslabeným imunitním systémem a je náchylný k infekcím. Následně po šesti až osmi týdnech se postižený začne uzdravovat. Ze zachovaných buněk krevní dřeň dojde k doplnění kmenových buněk a krvinek v krevním oběhu. V závislosti na obdržené dávce se časový průběh projevených příznaků může lišit. S vyšší obdrženou dávkou se příznaky projeví dříve a závažněji. Pokud je postižený zasažen dávkou šesti až deseti Gy je celý průběh nemoci bouřlivější. První příznaky se objevují již po několika hodinách, období latence se zkrátí a pokud není

Okomentoval(a): [IP16]: zdroj???

Okomentoval(a): [IP17]: Zrušit odrážku

Okomentoval(a): [IP18]: Bez mezery to bude mít význam „50procentní“ s mezerou to znamená 50 procent (doporučuji první variantu (i v další větě)

Okomentoval(a): [IP19]: Číselná hodnota s jednotkou patří vždy na společný řádek

zahájena léčba, postižený během dvacátého až třicátého dne umírá. (Symptomy.cz, © 2009–2023; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Jednou ze závažnějších forem akutní nemoci z ozáření je střevní forma. Tato forma se projeví při obdržení dávce 10–50 Gy. Časné příznaky této formy jsou značně vystupňované a chybí latentní fáze. Dříve než se projeví forma krevní, dostaví se čtvrtý až šestý den u postiženého závažné obtíže. V důsledku odumírání střevní výstelky dochází u postiženého ke krvavým průjmům, poruše hospodaření s tekutinami a minerálními látkami, dokonce i k proděravění střeva nebo střevní zástavě. Pokud ozářená osoba přežije šestý den, projeví se u ní i příznaky krevní formy akutní nemoci z ozáření. (Symptomy.cz, © 2009–2023; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Nejzávažnější formou je forma nervová. Vzniká u postižené osoby zasažené dávkou více než 50 Gy. Při takto vysokých dávkách je smrt nevyhnutelná a zasažená osoba umírá do 48 hodin. Brzy po ozáření se u postiženého projeví zmatenost a desorientace, trpí poruchou koordinace a křečemi a upadá do bezvědomí. Postižený poté začne mít potíže s dýcháním, trpí horečkami, a nakonec umírá na kardiovaskulární šok (Akutní stav, kdy dochází k disfunkci srdeční svaloviny.). (Symptomy.cz, © 2009–2023; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Radiační dermatitida

Kůže je při každém zevním ozáření vstupním polem. Není neobvyklé, že vzniká její lokální poškození, které závisí na obdržené dávce, druhu záření a velikosti zasažené plochy kůže. Příznaky zasažení kůže můžeme pozorovat po zasažení dávkou 3 Gy (pro rentgenové záření) a více. Dva až tři dny po zasažení vzniká na zasažené ploše kůže takzvaný časný erytém neboli zarudnutí. To však do 24 hodin mizí a poté nastává období klidu, které trvá deset až patnáct dní. Poté se projeví pozdní erytém. Charakteristickými příznaky radiační dermatitidy prvního stupně je zduření a bolestivost zasažené kůže, ztráta ochlupení, která může být při dávkách nad 6 Gy trvalá. Pokud je postižená kůže ozářena dávkou vyšší jak 10 Gy vzniká radiační dermatitida druhého stupně. Při ní dochází k oddělení kůže od pojivového podkladu tekutinou, a tím ke vzniku puchýřů. Častá je také infekce. V příznivém případě se pokožka po dvou až čtyřech týdnech začne obnovovat z krajů defektu. Pokud dojde k těžšímu poškození, pokožka odumírá a vznikne vřed. Po jeho vzniku se jedná už o radiační dermatitidu třetího stupně. Tento vřed se velice špatně hojí a nová pokožka je tenká a špatně odolává mechanické a termické zátěži a infekcím. Na zasaženém místě může i po letech dojít

Okomentoval(a): [IP20]: Zdroj???

Okomentoval(a): [IP21]: Upravit zdroj

Okomentoval(a): [IP22]: Se zapnutou funkcí automatického dělení slov, tak nebudete mít takto roztahaná slova v řádku

Okomentoval(a): [IP23]: Upravit zdroj

Okomentoval(a): [IP24]: Upravit zdroj

Okomentoval(a): [IP25]: Odstranit odrážku

ke vzniku pozdního vředu, který vyžaduje ke svému ošetření chirurgický zákrok. (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

Sterilita, porucha plodnosti

Porucha plodnosti je závažným projevem ozáření. U mužů se již při obdržené dávce 0,25 Gy sníží počet spermií a může dojít i k přechodné sterilitě, v průběhu jednoho až tří roků ale dojde k regeneraci. Trvalá sterilita u mužů se projevuje po obdržení dávky 3 až 8 Gy. Jelikož se u mužů pohlavní buňky doplňují, je možné, že se plodnost v průběhu života obnoví (nemusí na trvalo). U žen se pohlavní buňky neobnovují, a proto v případě dosažení prahové dávky 2,5 až 8 Gy vzniká trvalá sterilita. (Súkupová, © 2011–2024)

Stochastické účinky

Pro tuto skupinu účinků je charakteristické, že nemají žádnou prahovou dávku. Mohou se projevit v buňkách i po ozáření malou dávkou ionizujícího záření. Lidský organismus a jeho obranné a reparační schopnosti pravděpodobnost vzniku stochastických účinků při malých dávkách záření zcela minimalizují, ale toto riziko není zcela vyloučeno. S rostoucí obdrženou dávkou se nemění závažnost projevu těchto účinků, ale zvyšuje se pravděpodobnost jejich výskytu. Stochastické účinky se charakteristicky projevují až po delší době (řádově jednotky až desítky let). Mezi ně můžeme zařadit: zhoubné nádory, genetické změny a vývojové vady u potomstva. (Podzimek, 2021; Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024) Nejběžnějším pozdním účinkem je rakovina. Odhaduje se, že z 10 000 osob ozářených dávkou 10 mSv onemocní v průměru pět z nich později rakovinou v důsledku tohoto ozáření. (Gruppen, Rodgers, 2016)

Zhoubné nádory

Jedná se o nejzávažnější pozdní účinek ionizujícího záření. Nejvíce zasažitelné tkáně jsou kostní dřeň, žaludek, tlusté střevo, plíce a u žen i mléčná žláza. Důležitý je časový průběh vzniku nádoru. Po zasažení ionizujícím zářením nevzniká nádor bezprostředně, ale až po několikaletém období. Např. u leukemie 5–20 let, nebo u nádoru plic 10–40 let.

Genetické změny a zasažení potomstva

Zasažení potomstva patří mezi pozdní účinky ionizujícího záření. Příčinou je změna genetické informace v jádře zárodečných buněk (spermií, vajíček). Účinek záření se projevuje jako zvýšený počet mutací genetické informace zárodečných buněk v porovnání s mutacemi,

Okomentoval(a): [IP26]: Dtto

Podnadpis (zvýrazněný text) nemůže být na konci strany – přesunout na další stranu

kteřé vznikají spontánně. Pokud dojde ke splnutí zárodečných buněk, přičemž jedna z buněk obsahuje genetickou mutaci, může oplozené vajíčko zaniknout brzy po splnutí. Pokud nezanikne, dojde k vývoji zárodku. Těhotenství často končí potratem, úmrtím novorozeného dítěte, nebo porodem dítěte s hrubou vrozenou vadou. (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 1998–2024)

3.2 Dozimetrie ionizujícího záření a popis vybraných veličin

Aktivita

Aktivita zdroje ionizujícího záření udává počet (předpokládaných) přeměn za jednotku času. Jednotkou je becquerel (Bq). Jeden becquerel udává, že v látce dochází k jednomu rozpadu za sekundu. (Státní úřad radiační ochrany, © 2024)

Plošná aktivita

Plošná aktivita se měří u rovnoměrně rozložené homogenní látky (např. u povrchové kontaminace radioaktivním prachem). Základní jednotkou je becquerel na metr čtvereční ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$). $1 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ udává, že na ploše jednoho metru čtverečního proběhne jeden přeměnný děj za sekundu. (MAŠEK et al., 2020)

Emise zdroje

Emise zdroje je jedna z veličin popisující zdroj ionizujícího záření. Veličina udává střední počet částic emitovaných ze zdroje za jednotku času. Jednotkou je reciproká sekunda (s^{-1}). (MAŠEK et al., 2020)

Absorbovaná dávka

Charakterizuje důsledek interakce přímo a nepřímo ionizujícího záření s látkovým prostředím. Udává množství energie dodané hmotě o příslušné hmotnosti. Je definována jako podíl střední sdělené energie a uvažovaného objemu látky o dané hmotnosti. Jednotkou absorbované dávky je $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ neboli gray. Tedy jeden gray odpovídá absorbované energii jeden joule v jednom kilogramu látky. Starší jednotkou je rad. Platí, že sto rad se rovná jeden gray. (Podzimek, 2021) Druhy záření se však liší způsobem ukládání energie, proto je absorbovaná dávka špatným popisem biologických účinků. (Casani a Clements, 2016)

Dávkový příkon

Charakterizuje přírůstek dávky v čase. Jednotkou je $\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$ případně odvozené jednotky jako $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ nebo $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$.

Okomentoval(a): [IP27]: Nerozumím lomítku??? Nemá tam být tečka?

Základy dozimetrie ionizujícího záření včetně definic jednotek a veličin jak pro zdroj záření, tak i pro pole záření, a vše k ochraně před ionizujícím zářením, k radiační ochraně (principy ALARA) a k radiačním haváriím, máte v e-knize:

VIČAR, Dušan; PRINC, Ivan; MAŠEK, Ivan a Otakar Jiří MIKA, 2020. *Jaderné, radiologické a chemické zbraně, radiační a chemické havárie*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení. Monografie. DOI: <https://doi.org/10.7441/978-80-7454-947-2>. ISBN 978-80-7454-947-2. 334 s. URI: <http://hdl.handle.net/10563/45934>.

Okomentoval(a): [IP28]: Doporučuji používat odborné matematické zápisy pomocí indexů ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Dávkový ekvivalent

Účinek ionizujícího záření na organismy závisí kromě absorbované dávky taky na druhu záření. Veličina dávkový ekvivalent bere v potaz biologickou účinnost jednotlivých druhů záření. Dávkový ekvivalent lze spočítat jako součin dávky a jakostního faktoru (radiačního váhového faktoru), který udává kolikrát je daný druh záření biologicky účinnější než záření gama. Jednotkou dávkového ekvivalentu je J.kg^{-1} neboli Sv (sievert). I když jednotku Sv a Gy lze převést na J.kg^{-1} nejsou jednotky totožné. Jednotka Sv reflektuje i míru biologických účinků záření. Například pro záření beta je stanovený jakostní faktor 2. Proto absorbovaná dávka 1 Gy bude odpovídat dávkovému ekvivalentu 2 Sv. (Casani a Clements, 2016; Podzimek, 2021)

Tabulka 2 – Jakostní faktor pro různé druhy záření. (Podzimek, 2021)

Druh záření	Jakostní faktor
Elektrony, fotony, gama a RTG	1
Záření beta	2
Neutrony a protony	20
Částice alfa a těžké částice	20

Efektivní dávka

Efektivní dávka je součet absorbovaných dávek (z vnějšího i vnitřního ozáření) ze všech zasažených částí organismu. Do výpočtu se zahrnuje biologická účinnost daného záření či více druhů záření a také různá citlivost všech zasažených tkání na ionizační záření (radiosenzitivita). Jednotkou veličiny je Sv. Výpočet této veličiny se používá pro odhad rizika stochastických účinků ionizujícího záření u zasažené osoby. (Falk, 2020)

Relativní biologická účinnost

Jedním z faktorů biologického účinku ionizujícího záření na organismus je druh záření. Veličina relativní biologická účinnost udává poměr dávek dvou druhů záření potřebných k vyvolání stejného biologického poškození organismu. Vypočítá se jako podíl dávky referenčního (výchozího) ionizujícího záření, kterým je obvykle záření rentgenové nebo gama a dávky testovaného záření, které vyvolává shodné biologické účinky na organismus. (Podzimek, 2021)

Okomentoval(a): [IP29]: překlep – viz sievert

Okomentoval(a): [IP30]: sievert

Okomentoval(a): [IP31]: účinků (překlep)

Okomentoval(a): [IP32]: když je na konci řádku (po konci věty) jedna slabika rozděleného slova, tak je vhodné ji dát na další řádek (z grafického pohledu)

Poločas rozpadu

Poločas rozpadu někdy též poločas přeměny je definován jako střední doba, za kterou dojde ke spontánní přeměně právě jedné poloviny počátečního množství radionuklidu. Jednotkou poločasu rozpadu je sekunda. Pro lepší přehlednost se také udává v minutách, hodinách a v některých případech i v delších časových jednotkách jako jsou dny, roky, miliony let.

Důležitým ukazatelem při zasažení osob a jejich vnitřní kontaminaci je tzv. biologický poločas. Ten v závislosti na daném radionuklidu udává dobu, za kterou organismus přírodními procesy vyloučí právě polovinu vstřebraného radionuklidu.

Veličina biologický poločas nebere ohled na fyzikální rozpad radionuklidu, který ovlivňuje eliminaci radionuklidu z organismu. Pro přesnější výsledky byla zavedena veličina efektivní poločas, která bere v potaz biologické procesy i fyzikální rozpad daného radionuklidu a udává přesnější výsledky eliminace radionuklidu z organismu. (Falk, 2020)

3.3 Ochrana před ionizujícím zářením

Při radiační havárii osoby mohou být zasaženy vnějším ionizujícím zářením. Zasažení těla může být lokální nebo celotělové. Při radiační havárii s únikem radioaktivní látky může také dojít k povrchové či vnitřní kontaminaci osob. Při povrchové kontaminace osob dochází ke kontaminaci kůže osob nebo jejich oděvu přímým stykem s rozptýlenou radioaktivní látkou, potřísněním nebo usazením aerosolu či prachu. Zasažené osoby je nutné dekontaminovat a zamezit tak nejen šíření sekundární kontaminace, ale i předejít dopadům na životy a zdraví osob. V případě vnitřní kontaminace osob se radioaktivní látka dostává do těla osoby vdechnutím, požitím nebo prostupem radionuklidů přes kůži. Dekontaminace radioaktivních látek neboli dezaktivace slouží k odstranění radioaktivní látky z povrchu osoby, nelze s ní však snížit množství již vstřebaných radionuklidů. (Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017a; Brounková a Chvátalová, 2018)

Biologické dopady na osoby můžeme značně zmírnit použitím vhodných ochranných prostředků a postupů. Při ochraně života a zdraví osob před vnějším zářením se využívá především tří fyzikálních metod. Jedná se o metody: ochrana časem, ochrana vzdáleností a ochrana stíněním. (Podzimek, 2022)

- Ochrana časem – čím kratší dobu je osoba vystavená účinku ionizujícího záření, tím je radiační zátěž pro osobu menší. Pro zasahující osoby je nezbytná vhodná organizace práce, jelikož se tím sníží čas práce se zdrojem ionizujícího záření. Proto jednotky požární ochrany podstupují různá cvičení zaměřená na únik nebezpečné látky nebo nález zdroje ionizujícího záření. (Podzimek, 2022)
- Ochrana stíněním – jednotlivé druhy ionizujícího záření mají rozdílnou pronikavost materiálem. Výběrem vhodného materiálu, který postavíme mezi zdroj ionizujícího záření a chráněné aktivum, můžeme docílit významného snížení rizik spjatých s ionizujícím zářením. (Podzimek, 2022) Na tomto principu fungují stále tlakově odolné i neodolné úkryty a improvizované úkryty. U Hasičského záchranného sboru České republiky nejvyšší stupeň ochrany zasahujících osob představuje protichemický ochranný oděv typu 1a. Tento oděv je plynotěsný a přetlakový s dýchacím přístrojem umístěným pod oblekem (uvnitř obleku). Oblek poskytuje ochranou před vnitřní a povrchovou kontaminací. Proti ionizujícímu záření chrání před nepronikavým zářením alfa a beta. V Bojovém řádu jednotek požární ochrany (dále v textu jen „JPO“) je uvedeno, že oděv neposkytuje ochranu před zářením gama a neutronovým zářením. Zasahující osoby jsou proto vybaveny osobními dozimetry a chrání se před pronikavým zářením zkrácením doby strávené v nebezpečné zóně na dobu nezbytně nutnou. (Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017a)
- Ochrana vzdáleností – se vzdáleností od zdroje ionizujícího záření klesá i dávkový příkon. Při radiační havárii zasahující jednotky přijdou do styku s ionizujícím zářením a radioaktivní látkou. Příkladem může být zejména dekontaminace osob a zasahujících, chemický průzkum a stanovení nebezpečné, bezpečnostní a vnější zóny. Ochrana vzdáleností se zde realizuje vytyčením těchto zón. Hraniční hodnoty dávkového příkonu pro stanovení jednotlivých zón lze dohledat v Bojovém řádu JPO.

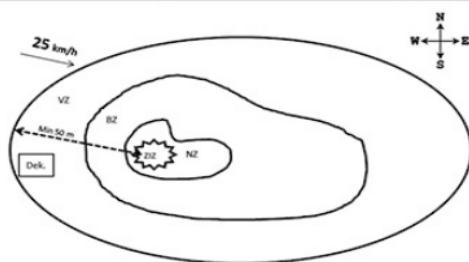
Optimalizace radiační ochrany podle principu ALARA

ALARA je anglická zkratka (as low as reasonably achievable) volně přeloženo jako „tak nízké, jak je to jen rozumně možné“. Podle tohoto principu se obecně řídí i radiační ochrana. Optimalizace radiační ochrany se tedy zaměřuje na dosažení a udržení takové úrovně radiační ochrany, která bude brát ohled na hospodářské, finanční a společenské hledisko, ale zároveň aby splňovala požadavek, že velikost individuální dávky, počet ozářených osob,

riziko a pravděpodobnost ohrožení jejich života a zdraví a životního prostředí byly sníženy na nejnižší rozumně dosažitelnou úroveň. Další vynakládání prostředků by již nevedlo k rovnocennému snížení rizika. Dalším principem radiační ochrany bylo stanovení limitů obdržené dávky, jejichž překročení je zcela nepřijatelné. Neznamená to však, že když je obdržená dávka nižší, než je stanovený limit, že není nebezpečná. (Forczek, 2020; MAŠEK et al., 2020; Státní ústav radiační ochrany, © 2024) Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje stanoví různé limity pro obyvatele, žáka či studenta nebo pro radiačního pracovníka.

Organizace radiačního zásahu - typ I, II

Pro radiační zásah typu I a II	Dávkový příkon	Plošná aktivita
hranice vnější zóny	menší než 1 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{Sv/h}$)	menší než 3 Bq/cm^2
dekontaminační stanoviště	menší než 1 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{Sv/h}$)	menší než 3 Bq/cm^2
hranice bezpečnostní zóny	10 $\mu\text{Gy/h}$ (10 $\mu\text{Sv/h}$)	10 Bq/cm^2
hranice nebezpečné zóny	1 mGy/h (1 mSv/h)	1000 Bq/cm^2



- ZIZ Zdroj ionizujícího záření
- NZ Nebezpečná zóna: hranice je rovna 1 mGy/h (1 mSv/h); 1000 Bq/cm^2
- BZ Bezpečnostní zóna: hranice je rovna 10 $\mu\text{Gy/h}$ (10 $\mu\text{Sv/h}$); 10 Bq/cm^2
- VZ Vnější zóna: hranice je minimálně 50 m a menší než 1 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{Sv/h}$); menší než 3 Bq/cm^2
- Dek. Dekontaminační stanoviště: ve VZ menší než 1 $\mu\text{Gy/h}$ (1 $\mu\text{Sv/h}$); menší než 3 Bq/cm^2

Kontrolované hodnoty kontaminace

Typ zásahu	Kontaminace osob a věcných prostředků	Kontaminace techniky
pro radiační zásah typu I a II	3 Bq/cm^2	10 Bq/cm^2

Obrázek 3 – Organizace radiačního zásahu. (Časopis 112, 2017)

Před vnitřní a vnější kontaminací se zasahující osoby chrání použitím vhodných ochranných prostředků jako je izolační dýchací přístroj a protichemický ochranný oděv typu 1a. Po činnosti zasahujících osob v nebezpečné zóně vždy následuje dekontaminace, výjimku tvoří jedině případ, kdy hrozí nebezpečí z prodlení a velitel zásahu rozhodne, že provedení záchranných prací je přednější než provedení dekontaminace.

V Bojovém řádu JPO (metodický list 9L – dekontaminace radioaktivních látek) je v odstavci 8 a 9 uvedeno:

„odst. 8) Není důvod v případě nebezpečí z prodlení, odkládat záchranné práce vedoucí k záchraně životů kvůli kontaminaci nebo neprovedené dekontaminaci.

odst. 9) Poskytnutí přednemocniční neodkladné péče osobám v přímém ohrožení života nebo se závažným postižením zdraví a jejich transport do nemocnice je preferováno před dekontaminací“ (Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017a). Civilní osoby se mohou chránit použitím prostředků improvizované ochrany, jež se skládají ze vhodných oděvů či jejich částí, tak aby pokrývaly celý povrch těla a chránily dýchací cesty. Tento způsob ochrany je pouze improvizovaný a nemůže nahradit prostředky osobní ochrany, které jsou pro toto použití určené.

Cílem dekontaminace (dezaktivace) je odstranění radioaktivní látky z povrchů osob, některých věcných prostředků, techniky a tím eliminovat nebo na bezpečnou úroveň snížit riziko ozáření osob z povrchové kontaminace a omezení šíření radioaktivních látek. Dekontaminace radioaktivních látek se provádí suchým nebo mokřím způsobem. Suchý způsob se zvolí v případech, kdy zasahující osoby jsou vybaveny jednorázovými protichemickými ochrannými oděvy. Na stanovišti dekontaminace zasahující osoba za pomoci obsluhy stanoviště svlékne ochranný oděv. Při tomto postupu je nutné nedotýkat se vnější části oděvu. Po svlečení následuje kontrola kontaminace těla zasahujícího. Jeli plošná aktivita větší, než stanovená hodnota $3 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$, musí zasahující podstoupit dekontaminaci povrchu těla. Dekontaminace mokřím způsobem se využívá při dekontaminaci zasahujících, kteří jsou vybaveni plynotěsnými protichemickými ochrannými oděvy typu 1a. Dekontaminace mokřím způsobem spočívá v nanesení dekontaminační směsi na celý povrch ochranného oděvu a následným oplachem vodou. Poté zasahující svlékne ochranný oděv a zkontroluje se u něj kontaminace těla. Jeli plošná aktivita větší, než stanovená hodnota musí podstoupit dekontaminaci povrchu těla, ta se provádí taktéž mokřím způsobem. Zasahující odloží zbývající ošacení. Na povrch těla se nanese dekontaminační směs a opláchne se vodou (včetně vlasů). Pokud ani po dekontaminaci těla nedošlo ke snížení plošné aktivity pod stanovenou hodnotu, vzniká podezření, že došlo k vnitřní kontaminaci těla. Dekontaminace civilních osob se provádí suchým způsobem, otřením odkrytých částí těla a výplachem úst, nosu a očí. V případě překročení stanovené hodnoty plošné aktivity se provede dekontaminace povrchu těla mokřím způsobem. (Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017a)

Okomentoval(a): [IP33]: upravte na: odst. 8 a pak i odst. 9 – není vhodné začínat větu číslem (takto to vypadá jako číslovaní odřázek v textu)

4 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému vymezuje IZS jako: „*koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací*“ (ČESKO, 2000). Česká republika jako stát je ústavním zákonem č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky zavázána zajistit svrchovanost a územní celistvost, ochranu demokratických základů a ochranu životů, zdraví a majetkových hodnot. Za tímto účelem vytváří bezpečnostní systém, který reaguje na hrozby ve vnějším i vnitřním prostředí. Problematiku vnější bezpečnosti řeší Ministerstvo obrany a pro její zajištění jsou zřízeny ozbrojené síly. Oproti tomu vnitřní bezpečnost je v gesci Ministerstva vnitra a zajišťují ji záchranné sbory, havarijní služby a ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, mezi které patří i Policie ČR. (ČESKO, 2020) Tyto složky často spolupracují při zvládnání mimořádných událostí a krizových stavů. Jejich koordinaci a součinnost zastřešuje integrovaný záchranný systém v čele s Hasičským záchranným sborem České republiky. Složky integrovaného záchranného systému se dělí na základní a ostatní složky IZS. Základní složky poskytují službu nepřetržitě. Jejich operační a informační střediska obsluhují bezplatnou telefonní linku tísňového volání takovým způsobem, aby bylo zajištěno ohlášení MU i v případě náhlého vytížení linky. (Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2020) Mezi základní složky IZS patří:

- Hasičský záchranný sbor České republiky,
- jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé Zdravotnické záchranné služby,
- Policie České republiky.

Ostatní složky často disponují speciálními prostředky a odborně vyškolenými osobami schopnými vykonávat specifickou činnost. Při určitých typech MU se s jejich součinností počítá, a proto se s těmito složkami uzavírá Dohoda o plánované pomoci na vyžádání. Avšak tyto složky se účastní zásahu na MU až po vyžádání o jejich součinnost. Mezi ostatní složky IZS patří:

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil (armády ČR),
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory (obecní policie),
- ostatní záchranné sbory (Báňská záchranná služba, Horská služba České republiky),

Okomentoval(a): [IP34]: při psaní zákonů, tak vždy za tečkou patří čárka (to není konec věty, ale zkratka Sb., pro Sbírku zákonů)

- orgány ochrany veřejného zdraví (hygienická stanice),
- havarijní, pohotovostní a jiné služba (tzv. komunální služba),
- zařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace, které lze využít k záchranným a likvidačním pracím. (ČESKO, 2000c; Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2020)

Většinu mimořádných událostí řeší základní složky IZS vlastními silami a prostředky. Může se však stát, že MU má takový charakter, že pro druh činnosti k jejímu řešení nemají základní složky IZS potřebné síly a prostředky, nebo je mají v omezené míře a dislokované tak, že je efektivnější pro zásah využít ostatní složku IZS, která touto technikou a lidskými zdroji disponuje.

Při zásahu na radiační havárii je důležitá koordinace hned několika složek IZS a orgánů krizového řízení nejen na místě zásahu na taktické úrovni řízení, ale i na operační a strategické úrovni řízení. Pro provedení účinné odezvy na radiační havárii je nutná spolupráce provozovatele jaderné elektrárny, Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, hejtmana kraje a krizového štábu kraje, starosty obce v zóně havarijního plánování, Generálního ředitelství HZS ČR, OPIS, orgány Ministerstva zdravotnictví, orgány Ministerstva dopravy, orgány Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství. Při řešení radiační havárie je nezbytná spolupráce s ostatními složkami IZS zejména s vybranými útvary Armády české republiky (dále v textu jen „AČR“), která disponuje prostředky nezbytnými pro monitorování radiační situace i pro dekontaminaci velkého počtu osob. Vnější havarijní plán jaderného zařízení obsahuje vytyčené evakuační trasy využívané pro evakuaci osob. Na tyto evakuační trasy přiléhají místa pro dekontaminaci osob a vozidel, kde dochází k odstranění rozptýlené radioaktivní látky z povrchů vozidel a osob a nahrazení jejich oděvů. Na zřízení těchto dekontaminačních míst se podílí HZS kraje a AČR. Obě tyto složky disponují potřebnou technikou, prostředky a odborně vyškolenými osobami pro provedení potřebných úkonů. Dále AČR napomáhá k monitorování radiační situace, podílejí se na evakuaci osob a poskytování humanitární pomoci a vyčleňuje síly a prostředky ve prospěch policie ČR pro regulaci pohybu osob, zabezpečení veřejného pořádku a střežení nehlídaného majetku. (Chochola et al., 2022)

Okomentoval(a): [IP35]: dále v textu jen „AČR“ – a zkratku kurzivou

Dílčí závěr z teoretické části

Teoretická část bakalářské práce se zabývá problematikou radiačních havárií a přilehlých oblastí. První kapitola je věnována právnímu ukotvení problematiky a stručným popisem jednotlivých právních dokumentů ČR. Následně se zabývá mimořádnými událostmi s důrazem na radiační mimořádnou událost a jejím členěním podle zákon č. 263/2016 Sb., a rozdělením podle stupnice INES. Dále podrobně popisuje deterministické i stochastické účinky ionizačního záření a způsoby ochrany proti ionizačnímu záření. V poslední kapitole je řešena oblast IZS a spolupráce dotčených subjektů.

Okomentoval(a): [IP36]: 6-8 řádků stručný popis o čem teoretická část je

Okomentoval(a): [IP37]: Doplnit: Sb.,

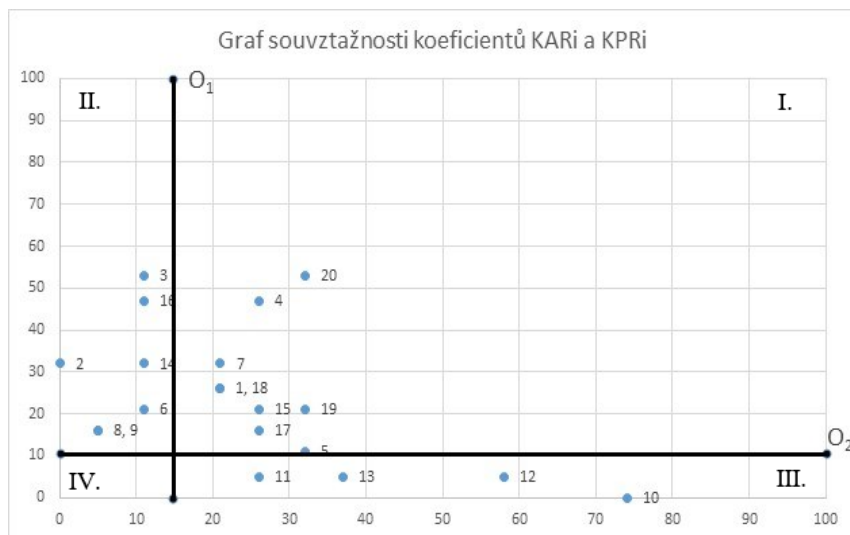
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ANALÝZA VYBRANÝCH RIZIK

Úvodem do problematiky je analyzování rizik hrožících při radiační havárii s únikem radioaktivní látky. Analýza je provedena za využití souvztažnosti vytypovaných rizik. Dále jsou tato rizika podrobena multikriteriální analýze. Obě analýzy poskytují dodatečné informace k následně provedené analýze vybraných nasazovaných sil a prostředků. Výsledky z analýz mohou rozhodnout o tom, jestli případné nedostatky v silách a prostředcích je vhodné odstranit anebo v opačném případě poukázat, že přínos nemusí být adekvátní vůči vynaloženým prostředkům. Při sestavení soupisu rizik byla zajištěna účast odborníků z oboru.

5.1 Kvalitativní analýza rizik s využitím jejich souvztažnosti

Tato metoda spočívá ve vyhodnocení souvztažnosti jednotlivých rizik. Jejím výstupem je určení nejnebezpečnějších rizik, kterými je nutné se zabývat přednostně. Podle vzájemného působení rizik a možnosti vyvolání rizik sekundárních určuje, jestli je riziko primárně i sekundárně nebezpečný, sekundárně nebezpečný, primárně nebezpečný nebo relativně bezpečné. Stanovený soupis rizik, výpočty a tabulka s vyhodnocením jejich souvztažnosti se nachází v příloze 3 této práce.



Obrázek 4 – Graf souvztažnosti rizik. (zdroj vlastní)

Z grafu je patrné, že velké množství rizik spadá do oblasti primárně a sekundárně nebezpečných rizik (oblast I.). Těmito riziky je nutné se zabývat přednostně a přijmout adekvátní opatření pro jejich odstranění. Jsou jimi rizika:

- ozáření osob a poškození jejich zdraví / přímé ohrožení života a zdraví osob,
- znemožnění evakuace nebo její omezení,
- dlouhodobé vysídlení a opuštění území s hodnotami přesahujícími referenční úrovně efektivní dávky,
- dočasná nebo trvalá ztráta zaměstnání, možnosti poskytování služeb nebo zabezpečování výroby,
- narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu,
- poškození životního prostředí a majetku (přerušování výroby, znehodnocení zemědělské produkce, ekologická újma),
- omezení v dopravě nebo přepravě,
- výrazné omezení až zastavení výkonu státní správy v zasažené oblasti,
- narušení kritické infrastruktury (systém dodávky elektřiny, integrovaný záchranný systém).

Do oblasti sekundárně nebezpečných rizik (oblast II.) spadá rizik sedm, v oblasti (III.) primárně nebezpečných rizik se nachází pouze čtyři rizika a v oblasti (IV.) relativně bezpečných rizik se nenachází ani jedno riziko.

5.2 Multikriteriální analýza

Tato multikriteriální analýza vychází z podkladů poskytnutých pracovníkem Oddělení krizového řízení HZS Jihočeského kraje a hodnotí rizika z hlediska jejich dopadů na život a zdraví osob, životního prostředí a z hlediska ekonomických a společenských dopadů. Rizika podle závažnosti dopadů nabývají u jednotlivých koeficientů hodnot 0 až 10, přičemž 0 znamená neexistující nebo zanedbatelný dopad a 10 vyjadřuje naopak dopad nejzávažnější. Koeficienty jako je koeficient dopadu na životy a zdraví osob a koeficient společenských dopadů jsou složeny z dílčích koeficientů. Výsledná hodnota se vypočítá jako aritmetický průměr hodnot dílčích koeficientů. Pro zpřesnění výsledků byly mezi jednotlivými chráněnými zájmy stanoveny pracovníky tohoto oddělení váhové koeficienty pomocí Fullerovy

metody. Pracovníci tohoto oddělení pro své účely stanovily váhový koeficient 0,4 pro chráněný zájem života a zdraví osob a 0,2 pro zbylé tři chráněné zájmy. Je zřejmé, že dominantním chráněným zájmem jsou životy a zdraví osob, proto tomuto zájmu byl přiřazen nejvyšší váhový koeficient. Vypočítaná číselná hodnota vyjadřující dopad rizika na chráněný zájem je následně vynásobena příslušným váhovým koeficientem. Výsledné vyjádření je uvedeno v následující tabulce, kde jsou jednotlivé koeficienty označeny následujícími zkratkami:

- **K_O** – koeficient dopadu na životy a zdraví osob,
- **K_{ZP}** – koeficient dopadu na životní prostředí,
- **K_E** – koeficient ekonomických dopadů,
- **K_S** – koeficient společenských dopadů.

Tabulka 3 – Vyhodnocení multikriteriální analýzy. (Zdroj vlastní)

Rizika	Kritéria pro ohodnocení	K _O	K _{ZP}	K _E	K _S	Celkem
1.	Ozáření osob a poškození jejich zdraví / přímé ohrožení života a zdraví osob.	3,6	0	1	0,0	4,6
2.	Zvýšený počet lidí v populaci ze zdravotními omezeními v následujících generacích z důvodu vyššího počtu genetických poruch (mutací) jako důsledek ozáření obyvatelstva ionizujícím zářením.	1,2	0	1	0,8	3,0
3.	Ohrožení obyvatelstva v důsledku vzniku chaosu a paniky při řízení i samovolné evakuaci (např. dopravní nehody).	1,4	0,2	0,6	0,0	2,2
4.	Znemožnění evakuace nebo její omezení.	1,4	0	0	0,0	1,4
5.	Dlouhodobé vysídlení a opuštění území s hodnotami přesahujícími referenční úrovně efektivní dávky.	0,0	0	1,2	1,3	2,5
6.	Dočasná nebo trvalá ztráta osobního majetku.	0,0	0	1,6	1,0	2,6
7.	Dočasná nebo trvalá ztráta zaměstnání, možnosti poskytování služeb nebo zabezpečování výroby.	0,0	0	1,4	0,9	2,3

Okomentoval(a): [IP39]: V celé tabulce stejná velikost písma – všechna čísla dejte velikost 11 (nemůžete mít v jednom sloupci velikost čísel 12 a hned vedle 11)

Pokračování tabulky 3 – Vyhodnocení multikriteriální analýzy. (Zdroj vlastní)

8.	Ohrožení duševního zdraví obyvatelstva v důsledku nedostatku psychosociální péče v případě trvalého opuštění domovů a ztrátě sociálních kontaktů, zaměstnání a majetku vysídlených osob.	1,4	0	0,8	0,7	2,9
9.	Nedostatek ubytovacích kapacit pro evakuované nebo přesídlené osoby.	0,0	0	1,2	0,9	2,1
10.	Nepřípustné uvolnění radionuklidů do složek životního prostředí.	3,6	2	1,6	0,8	8,0
11.	Kontaminace rostlinných surovin a povrchových zdrojů pitné vody.	0,0	2	1	0,8	3,8
12.	Kontaminace budov a obytných ploch.	0,0	1	1	0,7	2,7
13.	Kontaminace silnic a dopravních cest.	0,0	0,8	1	0,7	2,5
14.	Ohrožení veřejného pořádku a bezpečnosti v evakuovaných oblastech a místech nouzového ubytování.	1,0	0	0	0,5	1,5
15.	Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu.	0,0	0	1	1,0	2,0
16.	Narušení dodávek potravin a pitné vody.	1,6	0	1	0,9	3,5
17.	Poškození životního prostředí a majetku (přerušení výroby, znehodnocení zemědělské produkce, ekologická újma).	0,0	0	1,4	0,8	2,2
18.	Omezení v dopravě nebo přepravě.	0,0	0	0	0,7	0,7
19.	Výrazné omezení až zastavení výkonu státní správy v zasažené oblasti.	0,0	0	0	0,9	0,9
20.	Narušení kritické infrastruktury (systém dodávky elektřiny, integrovaný záchranný systém).	2,4	0	1	0,7	4,1

Závěr z analýzy

Výstupem z analýzy je bodové ohodnocení jednotlivých rizik odrážející míru ohrožení jednotlivých chráněných zájmů. Jako nejzávažnější rizika vychází zejména ty, co mají závažný dopad na životy a zdraví obyvatel případně velký počet obyvatel ohrožují. Podle analýzy jako obzvláště závažná rizika vychází:

Okomentoval(a): [IP40]: Tabulku, která je přes 2 strany a více, je nutné rozdělit, vložit záhlaví tabulky (řádek s popisem sloupců) a popis tabulky – viz (pokračování Tabulky 3 – Vyhodnocení....)

Aby se Vám znovu nevygenerovalo nové číslo tabulky, tak v pokračování tabulky negenerujte popis – vložte jej jako ruční popis do vloženého řádku tabulky (do tabulky vložte řádek nad, sloučíte buňky, napíšete pokračování Tabulky 3... zrušíte ohraničení řádku)

Do seznamu tabulek ručně doplňte 32–33

- nepřipustné uvolnění radionuklidů do složek životního prostředí,
- ozáření osob a poškození jejich zdraví / přímé ohrožení života a zdraví osob,
- narušení kritické infrastruktury (systém dodávky elektřiny, integrovaný záchranný systém).

Zároveň riziko ozáření osob a poškození jejich zdraví a riziko narušení kritické infrastruktury byly předchozí analýzou souvztažnosti rizik vyhodnoceny jako primárně i sekundárně nebezpečný rizika. Proto by mělo být k těmto rizikům přihlíženo a jejich řešení a přijetí vhodných opatření by mělo být přednostní.

6 PŘEHLED SIL A PROSTŘEDKŮ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU PRO ŘEŠENÍ RADIAČNÍ HAVÁRIE

Pro řešení radiační havárie jsou vyčleněny různé síly a prostředky od složek IZS i dalších dotčených subjektů. Jednou z nepostradatelných složek pro řešení je HZS ČR, který disponuje osobními ochrannými prostředky zasahujících osob, prostředky pro detekci nebezpečných látek a ionizujícího záření a pro dekontaminaci osob i techniky. Další nezbytnou složkou jsou ozbrojené síly ČR potažmo Armáda ČR. Generální štáb AČR má s HZS ČR uzavřenou Dohodu o plánované pomoci na vyžádání. Díky této dohodě se vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil zahrnují do ostatních složek IZS a jsou využitelné pro řešení MU nevojenského charakteru. Dále oblast využitelnosti AČR pro podporu IZS řeší zákon č. 219/1999 Sb., o ozbrojených silách České republiky a Směrnice náčelníka Generálního štábu České republiky k nasazování sil a prostředků Armády České republiky v rámci integrovaného záchranného systému a k plnění úkolů Policie České republiky.

HZS ČR je jednou ze základních složek IZS a zákonem č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru... je definován jako: „jednotný bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi“ (Česko, 2015b). Problematiku řešení radiační havárie upravuje typový plán zpracovaný Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. V tomto plánu je stanoveno, že HZS kraje plní následující úkoly:

- „provádí záchranné a likvidační práce,
- zabezpečuje monitorování radiační situace,
- provádí dekontaminaci osob a techniky a další ochranná opatření,
- organizuje a koordinuje evakuaci, nouzové ubytování, nouzové zásobování pitnou vodou, potravinami a dalšími nezbytnými prostředky k přežití obyvatelstva a humanitární pomoc,
- vede evidenci údajů o přechodných změnách pobytu osob,
- organizuje spojení mezi jednotlivými složkami odezvy na radiační mimořádnou událost,
- plní úkoly dle prováděcí dokumentace“ (Chochola et al., 2022).

Okomentoval(a): [IP41]: překlep

Okomentoval(a): [IP42]: řárka za tečkou

Okomentoval(a): [IP43]:

Okomentoval(a): [IP44]: rozepsat nebo máte již předtím někde již tuto zkratku použitou?

Tato kapitola bakalářské práce poskytuje přehled prostředků osobní ochrany hasiče nutných pro zásah na radiační havárii a prostředků nezbytných ke splnění některých úkolů stanovených typovým plánem zejména úkolů jako monitorování radiační situace a dekontaminace osob a techniky.

6.1 Prostředky osobní ochrany příslušníků Hasičského záchranného sboru

Při zásahu na MU s únikem jakékoliv nebezpečné látky, ale i jiných MU, při kterých vzniká nebezpečí vdechnutí nebezpečné látky, je nutné zajistit ochranu dýchacích cest. U HZS ČR se nejčastěji používá vzduchový dýchací přístroj. Další možností ochrany je kyslíkový dýchací přístroj, ten však není běžný a lze se s ním setkat spíše u vybraných jednotek HZS podniku. Vhodnou ochranu proti nebezpečným látkám také poskytují obličejové masky s nasazeným příslušným filtrem. Oproti izolačním dýchacím přístrojům (vzduchový, kyslíkový) se však nedají využít pro látky, které jsou těžší než vzduch a které vytváří bezkyslíkatou atmosféru. |

Okomentoval(a): [IP45]: Zdroj???

Izolační dýchací přístroj vzduchový/Vzduchový dýchací přístroj

Je izolační dýchací přístroj opatřený ocelovou (starší) nebo kompozitní tlakovou lahví, ve který je stlačený vzduch. Vzduchový dýchací přístroj poskytuje ochranu dýchacích cest v prostředí, kde hrozí vdechnutí zplodin hoření a jiných nebezpečných látek, či v prашném prostředí. Výhodou je, že není závislý na složení pracovního ovzduší, což umožňuje práci i v nedýchatelném prostředí. | (Matějka, 2023)

Okomentoval(a): [IP46]: Zdroj???

Vzduchový dýchací přístroj se skládá z následujících komponentů:

- obličejové masky s rychloupínacím systémem kandahár nebo náhlavním křížem,
- kompozitní tlakové láhve s lahvovým ventilem,
- nosič s popruhy,
- pneumatický systém s redukčním a pojistným ventilem,
- ukazatelem tlaku (manometr),
- výstražným zařízením, které akusticky upozorní uživatele o poklesu tlaku v tlakové lahvi pod stanovenou hodnotu (55 bar). |



Obrázek 5 – VDP Dräger. (hasicskevybaveni.cz, © 2024)

Okomentoval(a): [IP47]: V popisu obrázku 5 upravit: je to web, tak k roku 2024 doplnit © (rok 2024 proto, neboť jste z webu v tomto roce čerpal informace – když není na webu rok, dávejte rok čerpání ze zdroje /z webu))

- spojovacími hadicemi, které mají i druhý vývod s rychlospojkou pro možnost připojení vyváděcí masky,
- plicní automatikou. (Matějka, 2023)

Důležitým komponentem dýchacího přístroje je obličejová maska. Ta chrání obličej uživatele před účinky požáru, a navíc spolu s dalšími komponenty tvoří ochranu dýchacích cest hasiče. U Hasičského záchranného sboru se používají masky Panorama NOVA a FPS 7000. Obě masky jsou kompatibilní se vzduchovým dýchacím přístrojem Dräger. (Dräger, 2024)

Maska Panorama NOVA je celoobličejová maska, která je použitelná s různými systémy ochrany dýchání, ať se jedná o vzduchové dýchací přístroje nebo přístroje s uzavřeným okruhem nebo filtru. Maska je vyrobena z mechanicky, teplotně a chemicky odolného materiálu. Zorník masky umožňuje panoramatický výhled a snaží se co nejméně bránit výhledu uživatele. Maska může být uchycena náhlavním křížem přímo k hlavě nebo rychloupínacím systémem kandahár, který se uchycuje na ochranou přilbu. (Vyzbrojna.cz, © 2007–2024)



Obrázek 6 – Maska Panorama NOVA. (Vyzbrojna.cz, © 2007–2024)

Maska FPS 7000 je stejně jako maska Panorama celoobličejová maska vyrobená z odolného materiálu. Oproti masce Panorama však nabízí lepší komfort nošení a lepší viditelnost skrz zorník. Upínací systém je stejný buď náhlavní kříž nebo upínací systém kandahár. Stejně jako předchozí maska je využitelná s různými systémy ochrany dýchání. (Dräger, © 2024)



Obrázek 7 – Maska Dräger FPS 7000. (Dräger, © 2024)

Ochranné filtrační masky

Ochranná filtrační maska je ochranný prostředek dýchacích orgánů, ve kterých vzduch před vdechnutím přechází přes filtr, který odstraní nebezpečné látky přítomné v okolním ovzduší. Činnost s ochrannou filtrační maskou je závislá na složení okolního ovzduší a přítomnosti dostatečného množství kyslíku. V případě, že v zasaženém místě je méně než 17 % objemu kyslíku, nelze ochrannou filtrační masku použít. Pro zásah na uniklou nebezpečnou látku HZS ČR disponuje zejména ochrannými filtračními maskami složených

Okomentoval(a): [IP48]: V intervalu pomlčka (–) a bez mezer a k roku © - je to web – to samé i do popisu obrázku 6

Okomentoval(a): [IP49]: Jestliže je to web firmy Dräger, tak zase k roku doplnit © i do popisu obrázku

Okomentoval(a): [IP50]: Všechny prostředky individuální ochrany (masky u HZS i v AČR, filtrační i ochranné oděvy (protichemické oděvy), dýchací přístroje u HZS i v AČR včetně radioprotektivních látek jako ochrana před ionizujícím zářením, máte v e-knize:

PRINC, Ivan a Dušan VIČAR, 2023. *Individuální a kolektivní ochrana*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení. Monografie. DOI: 10.7441/978-80-7678-147-4. Pořadí vydání: První. ISBN 978-80-7678-147-4. 648 s. URI: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/52418>.

Okomentoval(a): [IP51]: Doplnit „v textu“ a upravit – zkratku kurzivou

z obličejové masky CM-5D a CM-6 a příslušným ochranným filtrem, jehož typ závisí na nebezpečné látce vyskytující se v okolním prostředí. Pro ochranu obyvatelstva se používají i starší typy masek CM-3 a CM-4. V ČR v současné době jsou jediným dodavatelem obličejových masek Gumárny Zubří. (Geleta et al., 2012)



Obrázek 8 – Ochranná celobličeje maska CM-5D. (klimafil.cz, ©2024)



Obrázek 9 – Ochranná celobličeje maska CM-6. (guzu.cz, ©2023)

Protichemické ochranné oděvy

Protichemické ochranné oděvy (dále v textu jen „*POO*“) se používají pro ochranu povrchu těla uživatele. HZS ČR je využívá zejména na zásahy s přítomností nebezpečné látky, kdy spolu s ochranou dýchacích cest tvoří nejdůležitější prvek ochrany. (Geleta et al., 2012) Jak bylo řečeno nejvyšší stupeň ochrany poskytuje u příslušníků HZS ČR protichemický ochranný oděv typu 1a. Tento oděv je plynotěsný a přetlakový s přívodem dýchatelného vzduchu pomocí izolačního dýchacího přístroje vzduchového, který se nosí uvnitř obleku. Oblek skýtá ochranu proti nepronikavému záření, avšak proti pronikavému záření nechrání. Proto zasahující osoby musí být vybaveny osobními dozimetry a chránit se před pronikavým zářením časem. (Matějka, 2017)

Okomentoval(a): [IP52]: Doplnit a upravit

6.2 Prostředky a technika pro monitorování radiační situace

JPO jsou vybaveny různými prostředky pro detekci a monitorování radiační situace pro provedení průzkumu a prvotního zásahu. Mimo to chemická služba HZS ČR disponuje pěti stacionárními chemickými laboratořemi, které provádí analýzu vzorků. Také mohou poskytovat odbornou konzultaci veliteli zásahu, popřípadě poskytnout výjezdovou skupinu s rozšířenou detekcí.

Zásahový dozimetr typu URAD 115

Tento zásahový dozimetr slouží JPO k detekci přítomnosti zdrojů záření gama. Měří příkon ekvivalentní dávky pro účely stanovení doby pobytu zasahujících. Následně ho lze použít k vytyčení nebezpečné, bezpečnostní a vnější zóny. Jendou z předností tohoto dozimetru je rychlá odezva a jeho snadná ovladatelnost. (Geleta et al., 2012)

Osobní dozimetry typu SOR/R022

Osobní dozimetry využívají příslušníci HZS ČR k měření dávkového ekvivalentu a příkonu dávkového ekvivalentu. Příslušníci osobní dozimetr nosí pod zásahovým oděvem na hrudi. Během zásahu určuje příslušníkům obdrženy dávkový ekvivalent a příkon. Navíc signalizuje překročení dvou úrovní dávkového ekvivalentu (1 mSv a 50 mSv) a dvou úrovní příkonu dávkového ekvivalentu (20 mSv/h a 200 mSv/h). Navíc je odolný proti nepříznivým vlivům okolního prostředí. Odolává elektromagnetickému pulsu, pádům a vibracím a styku s vodou. (Geleta et al., 2012; Radiační a dozimetrické systémy, ©2020)



Obrázek 11 – URAD 115.
(Geleta et al., 2012)



Obrázek 10 – SOR/R. (Radiační a dozimetrické systémy, ©2020)

Okomentoval(a): [IP53]: V popisu obrázku 10 upravit: Geleta et al.,

Radiometr DC-3H-08

Oproti svému předchůdci radiometru DC-3H-08 je snadněji ovladatelný, má větší počet funkcí a širší měřicí rozsah. Tento radiometr se používá k měření dávkových příkonů záření gama nebo plošné aktivity záření beta. Je určen pro provedení radiačního průzkumu a lze ho použít pro vyhledávání ZIZ, vytyčování ochranných zón a pro kontrolu kontaminace osob a předmětů. Vyhodnocovací jednotku je možné odejmout s tím, že přenos informací je zajištěn bezdrátově. (Geleta et al., 2012; Mikoška, ©2024)



Obrázek 12 – Radiometr DC-3H-08. (Mikoška, ©2024)

Výjezdové vozidlo TACHP – technický automobil chemický v provedení chemického a radiačního průzkumu.

Toto vozidlo mobilní chemické laboratoře je určeno pro přepravu posádky a technických prostředků nezbytných pro detekci nebezpečných látek do místa zásahu. Je určeno k provedení chemické a radiologické analýzy v místě MU pomocí měřicí techniky ve vozidle i mimo vozidlo. (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2024b)

Monitorovací vozidlo TACH-L2 Ford Ranger

Toto vozidlo je určeno pro činnost mobilních monitorovacích skupin. Ve vozidle se nachází mimo jiné příslušenství jako jednoduché detekční prostředky, ochranné prostředky a prostředky pro odběr vzorku, také vestavěný radiační monitorovací systém, který se využívá pro provedení radiačního průzkumu zejména při radiačních haváriích nebo při ztrátě ZIZ.

Získaná data je možné neprodleně předat do mapových podkladů KOPIS a do centrálního systému SÚJB (MONRAS). Detektory tohoto vestavěného systému jsou uloženy a přichyceny v ochranných pouzdrech tak, aby byla zajištěna ochrana proti mechanickému poškození a negativním vlivům otřesů při jízdě. (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2024b)



Obrázek 13 – Monitorovací vozidlo TACH-L2. (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2024b)

6.3 Prostředky pro dekontaminaci osob a techniky

Při vzniku radiační havárie a zejména radiační havárie s únikem radioaktivní látky dochází ke kontaminaci značné plochy terénu a velkého množství objektů. Jak naznačuje provedená analýza, tato kontaminace představuje vysoké riziko pro život a zdraví osob. Při zasažení osob, ale i dopravních prostředků, kterými se ohrožené osoby přemísťují, je nezbytné zajistit jejich dekontaminaci. HZS ČR disponuje různými technickými prostředky pro uskutečnění této dekontaminace.

Stanoviště dekontaminace zasahujících

Při činnosti zasahujících osob v nebezpečné zóně je nezbytné mimo používání vhodných ochranných prostředků zajistit dekontaminaci těchto zasahujících osob. Pro jejich dekontaminaci se zřizuje stanoviště dekontaminace zasahujících (dále jen „SDZ“). Toto stanoviště může být zřízeno ve zjednodušeném nebo základním provedení. Ve zjednodušeném provedení se zřizuje pomocí běžných prostředků jednotky a cisternové automobilové stříkačky. Oproti tomu základní dekontaminace se již zřizuje pomocí prostředků, které jsou k provedení dekontaminace předurčené. (Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2017b)

SDZ v základním provedení je mobilní technologický celek složený ze speciálních prostředků předurčených k provedení dekontaminace zasahujících jednotek, který provádí činnost v nebezpečné zóně (v případě RMU by se stanovila i bezpečnostní zóna). V tomto stanovišti je umístěna sprcha, která umožňuje dekontaminaci od chemických, biologických a radioaktivních látek. Stanoviště dekontaminace je jediným možným výstupním bodem z nebezpečné případně bezpečnostní zóny a musí být zřízeno před zahájením činnosti jednotek v nebezpečné zóně. Stanoviště dekontaminace je po ukončení zásahu také potřeba dekontaminovat, proto je SDZ vyrobeno ze snadno dekontaminovatelných materiálů. Vlastní stanoviště je složeno z následujících komponentů.

- Záchytné vany, ve které se jímá voda, která bylo použita pro dekontaminace, jelikož tuto vodu je potřeba nechat zlikvidovat odbornou firmou.
- Vlastní dekontaminační sprchy, která je konstruována pro snadné osprchování celého povrchu těla.



Obrázek 14 – SDZ. (pozary.cz, © 2016)

Okomentoval(a): [IP54]: Zkratku v závorce kurzívou

Okomentoval(a): [IP55]: Doplnit před rok © - je to název webu

- Rohoží, které mají výšku minimálně 10 centimetrů a slouží k zabránění styku s odpadní vodou.
- Ručního postřikovače s kartáčem.
- Sběrné nádrže na odpadní vodu po dekontaminaci.
- Plynotěsných plastových sudů, igelitových pytlů, sorpčních rohoží a čerpadla na odčerpání odpadní vody. (Geleta et al., 2012; Žuja, 2020)

Stanoviště dekontaminace techniky

Stanoviště dekontaminace techniky je mobilní technologický celek, který zajišťuje dekontaminaci techniky od chemických, biologických a radioaktivních látek. Před provedením vlastní dekontaminace se provede měření kontaminace vozidel, jestli se zjistí přítomnost kontaminantu přistoupí se k dekontaminaci. Nejdříve se provede oplach hrubých nečistot vodou pomocí vysokotlakých čističů. Následně se nanese dekontaminační roztok přes nanášecí rám. Nakonec technika projede oplachovým rámem, kde se opláchnou dekontaminační činidlo s kontaminantem. Veškerá odpadní voda se jímá do záchytných van a je následně odborně likvidována. (Geleta et al., 2012; Žuja, 2020; Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, © 2024a)



Obrázek 15 – Stanoviště dekontaminace techniky. (hzscr.cz, © 2024)

Stanoviště dekontaminace osob

Stanoviště dekontaminace osob je mobilní technologický celek a základní prostředkem HZS ČR pro provedení hromadné dekontaminace zasažených osob. Je přizpůsobeno pro dekontaminaci mužů, žen i dětí včetně raněných nebo nepohyblivých osob. Vlastní dekontaminace

spočívá v nanesení dekontaminační směsi na povrch těla zasažených osob a následném oplachu vodou. U HZS ČR se používá stanoviště dekontaminace osob v různých provedení, může se jednat o přívěs, kontejner nebo stan či stany, jejich účel však zůstává stejný a to dekontaminace osob. (Žuja, 2020)

Tabulka 4 – Rozmístění stanovišť dekontaminace osob. (Žuja, 2020)

HZS kraje	SDO-A	SDO-1	SDO-2	SDO-Z	SDO-3KR	SDO-3R
hl. m. Prahy	-	-	2	-	-	-
Středočeského	-	-	-	-	1	-
Jihočeského	-	-	1	-	1	-
Plzeňského	-	-	-	-	1	-
Karlovarského	-	-	-	-	1	-
Ústeckého	-	-	-	-	-	1
Libereckého	-	-	-	-	-	-
Královéhradeckého	-	-	2	-	-	-
Pardubického	-	-	-	-	-	-
Vysočina	-	-	2	-	-	-
Jihomoravského	-	-	1	-	-	1
Olomouckého	-	-	-	-	-	-
Moravskoslezského	-	-	1	-	-	-
Zlínského	-	-	-	2	-	-
ZÚ HZS ČR	2	1	1	-	-	2
Celkem	2	1	10	2	4	4

Pro dekontaminaci osob i techniky se u HZS ČR používají různá dekontaminační činidla. Podle druhu kontaminantu a kontaminovaného povrchu se připraví dekontaminační směs. Na povrchy techniky a protichemických ochranných oděvů se používají silnější (víceprocentní) roztoky dekontaminačního činidla než na povrch těla zasažených lidí. Pro dekontaminaci povrchu těla zasažených osob HZS ČR používá mýdlovou vodu nebo dekontaminační přípravek Hvězda. Dále se Hvězda používá i na všechny další typy povrchů. Při zasažení radioaktivní látkou příslušníci používají na povrch techniky i pěnотvorný dezaktivací roztok B1 nebo dezaktivací roztok A1. (Žuja, 2020)

7 SÍLY A PROSTŘEDKY ARMÁDY ČESKÉ REPUBLIKY PRO ŘEŠENÍ RADIAČNÍ HAVÁRIE

Vyčleněné síly a prostředky Armády ČR mají nezastupitelnou roli při řešení radiační havárie. Podle typového plánu útvarů Armády ČR plní následující úkoly:

- „podílejí se na monitorování radiační situace,
- plní úkoly, které obsahuje rozhodnutí hejtmána kraje, nebo dle Dohody o plánované pomoci na vyžádání,
- zabezpečuje zřízení dekontaminačních míst a provádění dekontaminace osob a vozidel,
- vyčleňuje síly a prostředky ve prospěch Policie ČR na zabezpečení regulace a střežení majetku (pořádkové služby),
- podílí se na evakuaci osob, případně ušlechtilých hospodářských zvířat a na humanitární pomoci“ (Chochola et al., 2022).

Tato kapitola se zabývá popisem jednotlivých prostředků ochrany proti nebezpečným látkám používaných v AČR a prostředků využívaných k plnění úkolů vycházejících z typového plánu. Zejména prostředků spjatých s monitorování radiační situace a dekontaminací osob a vozidel.

7.1 Ochranné prostředky využívané v Armádě České republiky

Celoobličejová ochranná maska OM-90

Tento typ vojenské plynové masky vyrábí v ČR Gumárna Zubří, která tuto masku vyvinula ve spolupráci s AČR. Konstrukce masky je taková, aby co nejméně bránila efektivnímu míření střelnou zbraní, zaručila odolnost proti nárazu, nezhoršovala komunikaci a s použitím příslušného filtru zaručila ochranu proti radioaktivním, chemickým a biologickým látkám. Novější maskou vyvinutou Gumárnou Zubří je maska OM-2020, která je opatřena panoramatickým zorníkem, který umožňuje více než 90% efektivní viditelnost v zorném poli. (guzu.cz, ©2023)



Obrázek 16 – OM-90.
(guzu.cz, ©2023)

Okomentoval(a): [IP56]: V textu celé kapitoly upravit řádkování – chybí Vám mezery za textem (odstavcem) 6 bodů

Okomentoval(a): [IP57]: Doplníte jednu větu (dva řádky textu), abyste neměl prázdné místo (volné řádky na konci strana – současně budete mít obrázek zarovnan s řádkem s textem (nebude trčet z textu)

Protichemický oděv OPCH-90 PO

Ochranné prostředky povrchu těla se používají ke krytí povrchu těla a části hlavy, která není chráněna obličejovou maskou.

Protichemický oděv OPCH-90 PO se používá i u HZS ČR, kde ho lze najít pod označení typ 1a. Poskytuje vysokou ochranu povrchu těla proti vysoce toxickým výparům a kapalným nebezpečným látkám. Ochrana dýchacích cest a samotné dýchání je zabezpečeno pomocí izolačního dýchacího přístroje vzduchového, který vytváří v oděvu přetlak. Oděv je složen ze samotné kombinézy, podvlékacích a pryžových rukavic a z vysokých holínek. (Vičar, 2021a)



Obrázek 17 – OPCH-90 PO.
(Vičar, 2021a)

Provětrávaný protichemický izolační oděv OPCH-05

Tento protichemický oděv slouží k dlouhodobé ochraně povrchu těla proti bojovým chemickým látkám (dále v textu jen „BCHL“), biologickým látkám a radioaktivnímu prachu. Nahradil oděv OPCH-90 a oproti tomuto obleku je kompatibilní s ochranou maskou OM-90. Protichemický oděv se skládá z oděvní části, pryžových rukavic a z filtroventilační jednotky. (Vojenský výzkumný ústav. s. p., © 2019; Vičar, 2021a)



Obrázek 18 – OPCH-05.
(Vičar, 2021a)

7.2 Prostředky pro monitorování radiační situace

Armáda ČR a její vyčleněné síly se podílí podle typového plánu na monitorování radiační situace. Pro splnění tohoto úkolu disponují příslušnou technikou a prostředky.

Přenosný monitor kontaminace MicroCont II

Tento přístroj slouží k provedení radiačního průzkumu pro detekci záření alfa-beta, ale může být nakonfigurován i pro měření kontaminace beta a gama. Také s ním lze provést dozimetrickou kontrolu radioaktivní kontaminace. (Laurus systems, © 2022; Vičar, 2021b)

Okomentoval(a): [IP58]:

Přenosný dozimetrický přístroj FH 40 G-L10

Tento dozimetr je plně digitalizovaný a umožňuje měření dávkového příkonu a dávky pro gama záření. Avšak umožňuje připojení externích sond a je využitelný i pro měření záření alfa, beta a neutronového záření. (Přenosný přístroj pro měření dávkového příkonu, Radiometr, Systém FH 40 G, 2021; Vičar, 2021b)

Dozimetrický přístroj RDS-200

Předchůdcem tohoto dozimetrického přístroje je jeho předchozí verze RDS-120. RDS-200. Je používán k provedení radiačního průzkumu nebo pro dozimetrickou kontrolu. Přístrojem se měří veličina záření gama dávkový ekvivalent a příkon dávkového ekvivalentu. Souprava se skládá z přístroje RDS-200, kufříku a z externí sondy. (Vičar; 2021b)

Radiometr DC-3E-98

Radiometr DC-3E-98 je schopný detekovat záření beta a gama. S pomocí tohoto prostředku je možné provést kontrolu a změřit plošnou aktivitu kontaminovaného materiálu a dalších povrchů. (VF Nuclear, © 2022; Vičar, 2021b)

Osobní varovný dozimetr RAD-50S/RAD-60

Stejně jako příslušníci HZS i příslušníci AČR používají k vlastní ochraně osobní dozimetry. Osobní varovný dozimetry RAD-50S a RAD-60 se používají k individuální dozimetrické kontrole. Umožňují měřit dávkový ekvivalent a jeho příkon pro záření gama a rentgenové záření. Při překročení hodnoty dávkového ekvivalentu nebo příkonu dávkového ekvivalentu dojde ke spuštění akustického varovného signálu. (Vičar, 2021b)

Rentgenometr DP-3b

Tento rentgenometr detekuje záření gama a využívá se v mobilních prostředcích radiačního průzkumu případně i ve stacionárních zařízeních. Napájen je z palubní sítě vozidla, ve kterém se používá. (Vičar, 2021b)

Dozimetrický přístroj DP-98

Dozimetrický přístroj DP-98 je určený k měření záření gama, kdy dokáže změřit dávkový ekvivalent i příkon. Využívá se zejména ve vojenských vozidlech radiačního průzkumu nebo ve stacionárních zařízeních. Přístroj je tvořen jednou sondou, která je umístěna ve výhodnocovací ústředně, propojovacími kabely a dvěma externími sondami. (Ministerstvo obrany a Armáda České republiky, b.r.; Vičar, 2021b)

Dozimetrický přístroj vozidlový DPV-1

Stejně jako předchozí dozimetrický přístroj se dozimetrický přístroj DPV-1 používá ve vozidlech radiačního průzkumu. Celá souprava je složena z vyhodnocovací jednotky, ve které se nachází vnitřní sonda, která měří dávkový ekvivalent záření gama. Dále je složena z propojovacích kabelů a z dvou vnějších sond, které měří příkon dávkového ekvivalentu. (Vičar, 2021b)

7.3 Technika radiačního průzkumu

AČR disponuje různou technikou pro provedení radiačního průzkumu. Jedná se o vhodné typy terénních vozidel a obrněných transportérů doplněných o speciální vybavení pro provedení příslušných úkolů. (Žuja, 2013)

Obrněný průzkumný transportér BRDM-2 rch

Toto kolové obojživelné vozidlo využívá družstvo radiačního a chemického průzkumu k provedení radiačního a chemického průzkumu, měření úrovně radiace, kontrole kontaminace osob, techniky a terénu, vytyčování kontaminovaných prostorů a dalších přidružených úkolů radiačního a chemického průzkumu. Vybavení vozidla umožňuje i odběry vzorků a zjišťování meteorologické situace. Prostor osádky je chráněn filtračním a ventilačním zařízením. (Vičar, 2021b)

Vozidlo radiačního a chemického průzkumu LAND ROVER-RCH

Toto vozidlo nahradilo starší typ automobilu chemickému a radiačnímu průzkumu UAZ-469 CH. Přístrojové vybavení tohoto vozidla umožňuje plnit úkoly radiačního a chemického pěšího i mobilního průzkumu, odběry vzorků, kontrolu kontaminace a vytyčení kontaminovaných prostorů. Osádka vozidla je chráněna nainstalovaným filtračním a ventilačním zařízením. Vozidlo disponuje i vybavením pro meteorologické pozorování. (Vičar, 2021b)

Souprava lehkého obrněného vozidla S-LOV-CBRN

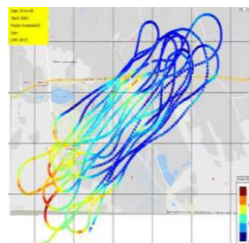
Tuto soupravu tvoří obrněné vozidlo, jehož vybavení je určeno k provedení CBRN průzkumu, zároveň však poskytuje zvýšenou bezpečnost osádce vozidla a přívěsu, který tvoří autonomní stacionární monitorovací stanoviště. Konstrukce vozidla poskytuje osádce balistickou a protiminovou ochranu. (Otríšal a Žuja, 2017)



*Obrázek 19 – S-LOV-CBRN.
(Otríšal a Žuja, 2017)*

Gamaspektrometr IRIS

Gamaspektrometr IRIS (integrovaný radiační informační systém) je letecký gamaspektrometr určený k měření záření gama ve výšce až dvě stě metrů nad kontaminovaným povrchem. Umožňuje měření radiační situace a zmapování kontaminovaného území. (Hottmar, 2018)



Obrázek 20 – Výstup měření gamaspektrometru IRIS. (Hottmar, 2018)

7.4 Technika a prostředky k provedení dekontaminace

Stejně jako HZS ČR i příslušníci AČR přichází do styku s různými nebezpečnými látkami. Pro jejich odstranění AČR zejména Chemické vojsko disponuje příslušnou technikou a prostředky, které využívá k dekontaminaci osob i techniky.

ACHR-90M Automobil chemický rozstříkovací

Tento moderní automobil je používán u chemického vojska AČR pro dekontaminaci techniky objektů, terénu i malého počtu osob v polních podmínkách. Je vybaven prostředky pro ohřev vody a přípravu dekontaminační směsi včetně jejího nanesení. Ve vybavení jsou i dva kusy zařízení SANIJET. Tímto automobilem je možné zajistit i nástřik dekontaminační směsí na pozemní komunikace a její následný oplach za jízdy. (Vičar, 2017)



Obrázek 21 – ACHR-90M. (acr.army.cz, © 2024)

Malý dekontaminační automobil MDA

Toto vozidlo je využíváno chemickým vojskem AČR a je navrženo jak pro plnění úkolů v rámci vojenských operací, tak i pro součinnost s IZS pro řešení MU s únikem nebezpečné látky. Jeho vybavení umožňuje ohřev vody a provedení stacionární dekontaminace vnějších a vnitřních povrchů techniky dvouetapovým způsobem a malého počtu osob včetně jejich výzbroje a výstroje. Pro zachyt odpadní vody se využijí sběrné vany, ze kterých je voda následně přečerpána do uzavřených sběrných vaků. Kabina vozidla je vyrobena



Obrázek 22 – Malý dekontaminační automobil. (Otřísal a Žuja, 2017)

zodolněným způsobem a poskytuje ochranu proti pyrotechnickým materiálům. Navíc je v kabině osádky vozidla nainstalována filtroventilace, která chrání osádku proti účinkům nebezpečných látek. (Otřísal a Žuja, 2017; Vičar, 2017)

Rámová linka pro dekontaminaci techniky Linka-08

Tato linka pro dekontaminaci techniky je modernější verzí linky 82. Byla zavedena v roce 2013 a v součinnosti s ACHR-90M nebo jiným vhodným vozidlem slouží k velkokapacitní dekontaminaci vnějších povrchů techniky kontinuálním nepřetržitým způsobem, tudíž je vhodná pro dekontaminaci techniky po použití zbraní hromadného ničení nebo rozsáhlých havárií s únikem nebezpečné látky. Dekontaminaci na této lince lze uskutečnit dvou etapovým nebo tří etapovým způsobem. Při dvou etapovém způsobu je složena z postřikového rámu POR-08, který slouží k nanesení dekontaminační směsi a je napojen na ACHR-90M nebo jiný vhodný vozidlo, a z mycího zařízení MZ-08 pro následný oplach vodou. Při tří etapové dekontaminaci se začíná hrubým oplachem vodou. Oplach může být zajištěn mycím zařízením MZ-08 nebo proudnicí napojenou na zařízení SANIJET z výbavy vozidla ACHR-90M. Následný postup je poté stejný jako u dvou etapové dekontaminace. (Otřísal a Žuja, 2017)



Obrázek 24 – Linka-08. (Vojenský výzkumný ústav, © 2019)

Souprava pro dekontaminaci osob

Tato souprava se skládá ze třech propojených stanů s nafukovací konstrukcí. Umožňuje hromadnou dekontaminaci osob i výstroje od chemických, biologických i radiačních nebezpečných látek. V AČR se používá více typů těchto souprav. První byla zavedena v roce 2000 a druhá verze v roce 2005. Obě tyto verze souprav musí ke svému provozu zajistit součinnost s ACHR-90M. Ten je využíván k dovozu a ohřevu vody pro dekontaminaci. Třetí verze této soupravy byla zavedena v roce 2015. Od předchozích verzí se významně liší tím, že ke své činnosti nepotřebuje zajistit přítomnost ACHR-90M. Souprava je vybavena samostatným ohříváčem vody. Dovoz čisté vody a odvoz odpadní vody, lze zajistit už jakýmkoliv vhodným cisternovým vozidlem. (Otřísal a Žuja, 2017; Vičar, 2017)



Obrázek 23 – Souprava pro dekontaminaci osob. (Otřísal a Žuja, 2017)

8 ZHODNOCENÍ A NÁVRH OPATŘENÍ

Radiační havárii s únikem radioaktivní látky doprovází celá řada rizik. Po konzultaci s odborníky z oboru a sestavení soupisu rizik byla rizika následně vyhodnocena pomocí KARS a multikriteriální analýzou. Z výsledků vychází, že nejvyššího hodnocení dosáhlo riziko ozáření osob a poškození jejich zdraví a narušení kritické infrastruktury. Provozovatel jaderných energetických zařízení, HZS ČR a AČR disponují prostředky pro řešení a zmírnění dopadů rizika ozáření osob a poškození jejich zdraví. U těchto složek by měl být kladen důraz na připravenost a pořízení moderních prostředků k provedení odpovídajících opatření.

V této oblasti došlo dne 4. dubna 2024 u HZS ČR k výraznému přispění v oblasti technického zabezpečení k provedení dekontaminace osob. HZS ČR převzalo od Státní správy hmotných rezerv do ochraňování 12 stanovišť dekontaminace osob typu SDO-4 (kontejner) včetně 7 požárních automobilových nosičů. Podle dostupných informací budou tyto SDO-4 rozmístěny po 12 krajích včetně Kraje Vysočina a Jihočeského kraje, kde se nachází jaderné energetické zařízení. V případě radiační havárie mohou být tyto stanoviště využity pro rychlejší provedení hromadné dekontaminace zasažených osob. Na druhou stranu to přináší povinnosti a výdaje spojené se skladováním, udržováním stanovišť ve funkčním stavu a prováděním pravidelných revizí.

Provedené analýzy poskytují dva odlišné pohledy na hodnocení závažnosti rizik, které souběžně vznikají s radiační havárií. Různé analýzy a hodnocení rizik provádí i dotčené složky jako je HZS ČR nebo příslušná pracoviště jaderných energetických zařízení. Tyto analýzy obsahují různé citlivé informace, a proto nebyly poskytnuty pro porovnání s analýzami vypracovanými v rámci této bakalářské práce. Porovnání těchto analýz může poskytnout cenné informace, zejména pro doplnění stávajících analýz a dokumentace. Doporučil bych prostudování a případné doplnění stávajících analýz zejména doplnění identifikovaných rizik. Poskytnuté informace naznačují, že ani jedna ze složek neprovádí analýzu souvztažnosti rizik, hodnotí rizika zejména z hlediska jejich dopadů. Pro komplexnější pojetí rizik bych doporučil provést i analýzu souvztažnosti rizik.

Při porovnání sil a prostředků HZS ČR a AČR byly přijaty následující závěry. Obě složky disponují vhodnými prostředky osobní ochrany, také obě složky dokáží provést dekontaminaci velkého počtu osob a disponují potřebnou technikou k jejímu provedení. Armáda ČR zejména chemické vojsko disponuje oproti HZS ČR různými vozidly radiačního a chemického průzkumu s vozidlovým dozimetrem, který umožňuje monitorování radiační situace,

Okomentoval(a): [IP59]: Za tečkou mezeru

Okomentoval(a): [IP60]: Odstranit mezeru – text od okraje

aniž by osádka musela vystoupit z vozidla. Avšak monitorování radiační situace zajišťují také mobilní skupiny Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Armáda ČR je schopná také zajistit letecké monitorování, jelikož disponuje vhodnou leteckou technikou, vyškoleným personálem a leteckým gamaspektrometrem. Žádná jiná dotčená složka tuto možnost nemá, ale kvůli výjimečnému použití to není ani potřeba. Je zřejmé, že jednotlivé složky se navzájem doplňují a společně jsou schopny zajistit plnění úkolů pro řešení radiační havárie. Je však nezbytné prohlubovat jejich spolupráci a součinnost, proto by se měly pořádat společná cvičení složek IZS v této oblasti.

U Hasičského záchranného sboru ČR i dalších složkách nachází své využití bezpilotní drony. Některé jednotky požární ochrany (HZS krajů, HZS podniků) drony používají pro pátrání po lidech, monitorování místa zásahu či požáru, určení rozsahu MU (povodně), dokonce mohou mít možnost detekovat NL v ovzduší. Některé drony mají nosnost několik desítek až pár set kilogramů. Své využití by mohly najít i při leteckém monitorování radiační situace.

ZÁVĚR

Bakalářská práce s názvem Analýza vybraných sil a prostředků vyčleňovaných při radiační havárii je rozdělena na teoretickou a praktickou část. První kapitola teoretické části se věnuje právnímu ukotvení oblasti radiačních mimořádných událostí a stručnému popisu jednotlivých právních norem. Následná kapitola obecně popisuje mimořádné události a jejich rozdělení, dále se věnuje radiační mimořádnou události, definici tohoto pojmu z pohledu dvou různých autorů, rozdělením radiačních mimořádných událostí podle závažnosti a popisem stupnice INES. Se vznikem radiační mimořádné události souvisí i zasažení osob, proto další část práce podrobně popisuje stochastické i deterministické účinky ionizujícího záření na živý organismus. Poslední kapitola teoretické části je věnována integrovanému záchrannému systému.

Praktická část práce začíná popisem analýzy KARS a multikriteriální analýzy a jejich výsledků. Následně se v samostatné kapitole věnuje popisu sil a prostředků Hasičského záchranného sboru ČR a Armády ČR. V této kapitole je přehled úkolů HZS ČR a AČR podle typového plánu vydaným SÚJB, následně poskytuje přehled sil a prostředků k provedení těchto úkolů. U obou složek popisuje prostředky určený k osobní ochraně, síly a prostředky k provádění radiačního průzkumu a prostředky a techniku určenou k provedení dekontaminace osob a techniky. Závěrem praktické části je zhodnocení sil a prostředků obou složek a návrh opatření vedoucí ke zlepšení stavu.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout na základě zpracovaných dat vhodná opatření, která povedou ke zlepšení stavu. Pro zpracování bakalářské práce a dosažení hlavního cíle byly stanoveny následující dílčí cíle:

- z dostupných domácích a zahraničních zdrojů zpracovat teoretické poznatky a teoretická východiska z dané problematiky,
- provést multikriteriální analýzu rizik a analýzu souvztažnosti rizik,
- zpracovat analýzu sil a prostředků využitelných při radiační havárii.

Dle zadání byly všechny dílčí cíle včetně cíle hlavního splněny.

Okomentoval(a): [IP61]: V závěru práce už v minulém čase (...bylo navrhnout...)

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BONDARENKO, Antonina. *Akutní nemoc z ozáření – současné terapeutické možnosti*. Online, Bakalářská práce. Pardubice: UNIVERZITA PARDUBICE FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ. 2021. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/77742/BondarenkoA_AkutniNemoc_AL_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 2024-01-24].

BROUNKOVÁ, Dana a CHVÁTALOVÁ, Barbora. *Pravidla radiační ochrany*. Online. České energetické závody. 2018. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdela-vani/skoleni/kp/pravidla_ro-prirucka_e-kurzu.pdf. [cit. 2024-02-16].

BROUNKOVÁ, Dana. *Radiační ochrana pro vybrané pracovníky*. Online. In: České energetické závody. 8. 8. 2019. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdela-vani/skoleni/skoldohprac/zoz_ro.pdf. [cit. 2024-02-12].

CASANI, Julie Ann P. a CLEMENTS, Bruce W. *Nuclear and Radiological Disasters*. Online. ScienceDirect. 2016. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/absorbed-dose>. [cit. 2024-02-10].

Časopis 112. Online. In: Hasičský záchranný sbor České republiky. 2017. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xvi-cislo-9-2017.aspx?q=Y2hudW09Nw%3D%3D>. [cit. 2024-02-16].

ČESKO, 2000a. *Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonypro-lidi.cz/cs/2000-240>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2000b. *Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatření pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonypro-lidi.cz/cs/2000-241>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2000c. *Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonypro-lidi.cz/cs/2000-239>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2002. *Vyhláška Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonypro-lidi.cz/cs/2002-380>. [cit. 2024-03-12].

Okomentoval(a): [IP62]: Upravit dle komentářů v textu

Okomentoval(a): [IP63]: Mezera navíc

ČESKO, 2015a. *Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií...* Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2015b. *Zákon č. 320/2015 Sb. o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2016a. *Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2016b. *Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2016c. *Vyhláška č. 361/2016 Sb., o zabezpečení jaderného zařízení a jaderného materiálu*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-361>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2016d. *Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události*. Online. In: *Zákony pro lidi*. AION CS, © 2010–2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-359>. [cit. 2024-02-12].

ČESKO, 2020. *KONCEPCE OCHRANY OBYVATELSTVA do roku 2025 s výhledem do roku 2030*. Online. In: *hzscr.cz*. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, © 2024. Dostupné z: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wiXorj4vsuEAxVZ9rsIHf6yD1QQFnoE-CAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hzscr.cz%2Fsoubor%2Fkonceptce-oob-2025-2030-pdf.aspx&usg=AOvVaw3iBAErACtYADFgxdd7p2Fk&opi=89978449>

DRÄGER, 2024. *Dräger FPS® 7000*. Online. Dräger. Dostupné z: https://www.draeger.com/cs_cz/Products/FPS-7000. [cit. 2024-04-26].

DRÄGER, 2024. *Dräger PSS® 4000*. Online. Dräger. Dostupné z: https://www.draeger.com/cs_cz/Products/PSS-4000. [cit. 2024-04-26].

Okomentoval(a): [IP64]: Na nový řádek

Okomentoval(a): [IP65]: Na společný řádek s rokem

FALK, Martin. *Radiační biofyzika: Veličiny a jednotky*. Online. In: Is.muni.cz, 2020. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2020/F8270/um/Radiacni_biofyzika_8_2020_veliciny_fin.pdf. [cit. 2024-03-25].

FORCZEK, Sándor. *Bezpečnost práce se zdroji ionizujícího záření*. Online. In: Ústav experimentální botaniky AV ČR. 2020. Dostupné z: http://www.ueb.cas.cz/cs/system/files/radiacni_ochrana_ueb_2020_forczek.pdf. [cit. 2024-04-27].

GELETA, Ladislav; KUKLETA, Pavel; MAREK, René; MATĚJKA, Jiří; MÁRTON, Josef et al. *Chemická služba: učební skripta*. Online. In: Hasičský záchranný sbor České republiky. 2012. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO7IWPrdOFAXXA_rsIHx0uDSgQFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hzscr.cz%2Fsoubor%2Fchemicka-sluzba-2020-pdf.aspx&usg=AOvVaw37-VmLfs1A2XJ3eqr_HVE2&opi=89978449. [cit. 2024-04-21].

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *Vozový park*. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. ©2024b. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vozovy-park.aspx>. [cit. 2024-04-22].

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *KDT – kontejner dekontaminace techniky*. Online. © 2024a. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/kdt-kontejner-dekontaminace-techniky.aspx>. [cit. 2024-04-23].

GRUPEN, Claus a Mark RODGERS. *Radioactivity and radiation: what they are, what they do, and how to harness them*. online. Switzerland: Springer. 2016. [cit. 2024-02-05]. ISBN 978-3-319-42330-2.

HOTTMAR, Aleš. *Měření zbytků radiace po havárii v Černobylu za pomoci vrtulníku Mi-17 kbelské základny*. Online. In: CZECH AIR FORCE. 2018. Dostupné z: <https://czechairforce.com/news/mereni-zbytku-radiace-po-havarii-v-cernobylu-za-pomoci-vrtulniku-mi-17-kbelske-zakladny/>. [cit. 2024-04-24].

CHOCHOLA, Ondřej; VÁVRA, Ladislav a VOKÁLEK, Jiří. *Typový plán: Radiační havárie*. Online. In: Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Sujb.gov.cz. 2022. Dostupné z: <https://sujb.gov.cz/dokumenty-a-publikace/typovy-plan-radiacni-havarie>. [cit. 2024-04-20].

Okomentoval(a): [IP66]: I v seznamu zdrojů musí být dodržena šablona – tzn., řádkování 1,5 řádku, mezera za textem 6 bodů a font písma Times New Roman velikost 12 a text zarovnan do bloku

Okomentoval(a): [IP67]: Font písma upravit – viz předchozí komentář

Okomentoval(a): [IP68]: Zarovnání textu do bloku

JANURA, Josef. *Základní rozdělení mimořádných událostí*. Online. Magistrát města Hradec Králové. Hradeckralove.org. 2024. Dostupné z: <https://www.hradeckralove.org/zakladni-rozdeleni-mimoradnych-udalosti/d-55383>. [cit. 2024-03-16].

JEDLIČKA. *Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí: Uživatelská příručka*. Online. In: Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Sujb.gov.cz. 2001. Dostupné z: <https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES.pdf>. [cit. 2024-04-25].

Laurus systems. Online. © 2022. Dostupné z: <https://www.laurussystems.com/products/microcont-ii/>. [cit. 2024-04-23].

MAGISTRÁT HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY. *Krizové plánování*. Online. Bezpečnost.praha.eu. © 2024. Dostupné z: <https://bezpecnost.praha.eu/clanky/mimoradne-udalosti-a-krizove-situace>. [cit. 2024-03-15].

MAŠEK, Ivan; MIKA, Otakar Jiří; PRINC, Ivan a VIČAR, Dušan. *Jaderné, radiologické a chemické zbraně, radiační a chemické havárie*. Online. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2020. Dostupné z: <https://doi.org/10.7441/978-80-7454-947-2>. [cit. 2024-04-26].

MATĚJKA, Jiří. *Řád chemické služby*. Online. In: Hasičský záchranný sbor České republiky. 2017. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wjFkd_9ydOFaxVLg_0HHSi2C70QFno-ECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hzscr.cz%2Fsoubor%2Frad-chemicke-sluzby.aspx&usg=AOvVaw3QsEAMHsCWKgESTqyTgNNx&opi=89978449. [cit. 2024-04-21].

MATĚJKA, Jiří. *Technické podmínky: Izolační dýchací přístroj vzduchový*. Online. In: Hasičský záchranný sbor České republiky. 2023. Dostupné z: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wiI9Nr9-9KFAxU-g_0HHcHKBDEQFnoECB-cQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.hzscr.cz%2Fsoubor%2F2023-05-02-clld-tp-izolacni-dychaci-pristroj-docx.aspx&usg=AOvVaw0QHwp0uYmwJHT9fCP_XW3t&opi=89978449. [cit. 2024-04-21].

Ministerstvo obrany a Armáda České republiky. Online. b.r. Dostupné z: https://www.army.cz/avis/publikace/katalog_chemickeho_vojska/40.pdf. [cit. 2024-04-23].

MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRAN-
NÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické po-
stupy zásahu: Dekontaminace radioaktivních látek*. Online. Hasičský záchranný sbor České
republiky. 2017a. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-aktualizace-1-1-2018.aspx>. [cit. 2024-02-16].

MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRAN-
NÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY (kolektiv autorů). *Modul - G: integrovaný záchranný
systém a požární ochrana*. Online. Praha: Ministerstvo vnitra. ISBN 978-80-7616-071-2.
2020. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/moduly-dle-platne-koncepce-vzdelavani-v-oblasti-ochrany-obyvatelstva-a-krizoveho-rizeni.aspx>. [cit. 2024-02-29].

MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRAN-
NÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické po-
stupy zásahu: Dekontaminace zasahujících*. Online. Hasičský záchranný sbor České repub-
liky. 2017b. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-aktualizace-1-1-2018.aspx>. [cit. 2024-04-22].

OTŘÍŠAL, Pavel a ŽUJA, Petr. *Rozvoj operačních schopností chemického vojska Armády
České republiky při jeho zapojení do operací v rámci integrovaného záchranného systému*.
Online. In: The Science for Population Protection. 2017. Dostupné z: [http://www.popula-
tion-protection.eu/prilohy/casopis/33/277.pdf](http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/33/277.pdf). [cit. 2024-04-24].

PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika: ochrana před ionizujícím zářením*. V Praze:
České vysoké učení technické, 2022 ISBN 9788001069714.

PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika: fyzika ionizujícího záření*. 2. vydání. V Praze:
České vysoké učení technické, 2021. ISBN 978-800-1069-004.

RADIAČNÍ A DOZIMETRICKÉ SYSTÉMY. *Osobní elektronické dozimetry*. Online.
©2020. Dostupné z: <https://rdsys.cz/sor-r-sor-t/>. [cit. 2024-04-21].

SKIBOVÁ, Daniela. *Biologické účinky ionizujícího záření a radiační ochrana*. Online.
In: *Universitas carolina pragensis*. Ústav nukleární medicíny Univerzity Karlovy, s. 52.
2021. Dostupné z: https://unm.lf1.cuni.cz/vyuka/Zubari_2021.pdf. [cit. 2024-01-23].

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Stručný přehled biologických účinků
záření*. Online. © 1998–2024. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-
a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/](https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/). [cit. 2024-02-12].

STÁTNI ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Stupnice INES*. Online. © 1998–2024. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/stupnice-ines>. [cit. 2024-02-12].

STÁTNI ÚŘAD RADIČNÍ OCHRANY. *Radiační havárie*. Online. Wwww.suro.cz. © 2024. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/radiacni-havarie>. [cit. 2024-02-12].

STÁTNI ÚŘAD RADIČNÍ OCHRANY. *Základní pojmy*. Online. Státní úřad radiální ochrany, © 2024. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>. [cit. 2024-02-12].

STÁTNI ÚSTAV RADIČNÍ OCHRANY. *Principy radiální ochrany*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>. [cit. 2024-04-27].

SÚKUPOVÁ, Lucie. *Deterministické a stochastické účinky ozáření*. Online. © 2011–2024. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/deterministicke-a-stochasticke-ucinky-ozareni/>. [cit. 2024-02-01].

SYMPTOMY.CZ - DATABÁZE PŘÍZNAKŮ A INDIKACÍ ČASTÝCH NEMOCÍ. *Akutní radiální syndrom*. Online. Symptomy. © 2009–2023. Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/nemoc/akutni-radiacni-syndrom>. [cit. 2024-02-12].

VIČAR, Dušan. *T 5/1 Principy a metody detekce kontaminace životního prostředí– ionizující záření. Přístroje a prostředky používané k detekci ionizujícího záření*. Online. In: Moodle.utb.cz. 2021b. Dostupné z: https://moodle.utb.cz/pluginfile.php/1021618/mod_resource/content/1/T5_1%20DaD_%20Vi%C4%8Dar.pdf. [cit. 2024-04-23].

VIČAR, Dušan. *T 6-4 Zásady ochrany osob proti účinkům ZHN a PNL.: Prostředky k realizaci fyzické ochrany*. Online. In: Moodle.utb.cz. 2021a. Dostupné z: https://moodle.utb.cz/pluginfile.php/1021624/mod_resource/content/1/T6_4_DaD_Vi%C4%8Dar.pdf. [cit. 2024-04-23].

VOJENSKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV. S. P. *Vojenský výzkumný ústav*. Online. © 2019. Dostupné z: <https://www.vvubrno.cz/schbro/skupina-ochrany-proti-zhn/realizovane-projekty/>. [cit. 2024-04-23].

VYZBROJNA.CZ, 2007 - 2024. *Maska Panorama NOVA*. Online. Dostupné z: <https://www.vyzbrojna.cz/cz/2504/920/maska-panorama-nova.html>. [cit. 2024-04-26].

Okomentoval(a): [IP71]:

Okomentoval(a): [IP72]: do bloku

Okomentoval(a): [IP73]: řádkování

ŽUJA, Petr. *Realizace dekontaminace civilního obyvatelstva, technické prostředky dekontaminace osob a materiálu používané u HZS*. Online. In: Moodle.unob.cz. 2020. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/96672/mod_resource/content/1/T%20%2011_PREZ%20Real%20dek%20civ%20obyvatelstva_2020.pdf. [cit. 2024-04-23].

ŽUJA, Petr. *Studijní opory detekce a dekontaminace*. Online. In: Moodle.utb.cz. 2013. Dostupné z: https://moodle.utb.cz/pluginfile.php/1021605/mod_resource/content/1/Texty%20OPVK%20Detekce%20a%20dekontaminace.pdf. [cit. 2024-04-23].

Okomentoval(a): [IP74]: řádkování

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
ANO	Akutní nemoc z ozáření
BCHL	Bojové chemické látky
ČR	Česká republika
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
FDP	Filtrační dýchací přístroj
GŘ HZS ČR	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotka požární ochrany
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
MU	Mimořádná událost
OPIS	Operační a informační středisko
POO	Protichemický ochranný oděv
RMU	Radiační mimořádná událost
SDO	Stanoviště dekontaminace osob
SDZ	Stanoviště dekontaminace zasahujících
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
VDP	Vzduchový dýchací přístroj
ZaLP	Záchranné a likvidační práce
ZIZ	Zdroj ionizujícího záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 – Stupnice INES. (ČEZ, 2009)</i>	16
<i>Obrázek 2 – Prahové dávky ozáření. (Skibová, 2021)</i>	17
<i>Obrázek 3 – Organizace radiačního zásahu. (Časopis 112, 2017)</i>	25
<i>Obrázek 4 – Graf souvztažnosti rizik. (zdroj vlastní)</i>	31
<i>Obrázek 5 – VDP Dräger. (hasicskevybaveni.cz, © 2024)</i>	37
<i>Obrázek 6 – Masky Panorama NOVA. (Vyzbrojna.cz, © 2007–2024)</i>	38
<i>Obrázek 7 – Masky Dräger FPS 7000. (Dräger, © 2024)</i>	38
<i>Obrázek 8 – Ochranná celoobličejová maska CM-5D. (klimafil.cz, ©2024)</i>	39
<i>Obrázek 9 – Ochranná celoobličejová maska CM-6. (guzu.cz, ©2023)</i>	39
<i>Obrázek 10 – SOR/R. (Radiační a dozimetrické systémy, ©2020)</i>	40
<i>Obrázek 11 – URAD 115. (Geleta et al., 2012)</i>	40
<i>Obrázek 12 – Radiometr DC-3H-08. (Mikoška, ©2024)</i>	41
<i>Obrázek 13 – Monitorovací vozidlo TACH-L2. (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, ©2024b)</i>	41
<i>Obrázek 14 – SDZ. (pozary.cz, © 2016)</i>	42
<i>Obrázek 15 – Stanoviště dekontaminace techniky. (hzscr.cz, © 2024)</i>	43
<i>Obrázek 16 – OM-90. (guzu.cz, ©2023)</i>	45
<i>Obrázek 17 – OPCH-90 PO. (Vičar, 2021a)</i>	46
<i>Obrázek 18 – OPCH-05. (Vičar, 2021a)</i>	46
<i>Obrázek 19 – S-LOV-CBRN. (Otřisal a Žuja, 2017)</i>	48
<i>Obrázek 20 – Výstup měření gamaspektrometru IRIS. (Hottmar, 2018)</i>	49
<i>Obrázek 21 – ACHR-90M. (acr.army.cz, © 2024)</i>	49
<i>Obrázek 22 – Malý dekontaminační automobil. (Otřisal a Žuja, 2017)</i>	49
<i>Obrázek 23 – Souprava pro dekontaminaci osob. (Otřisal a Žuja, 2017)</i>	50
<i>Obrázek 24 – Linka-08. (Vojenský výzkumný ústav, © 2019)</i>	50

Okomentoval(a): [IP75]: Upravit dle komentářů u obrázků v textu – tečky a autory

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Rozdělení pracovišť se ZIZ. (Brounková, 2019)</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2 – Jakostní faktor pro různé druhy záření. (Podzimek, 2021)</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka 3 – Vyhodnocení multikriteriální analýzy. (Zdroj vlastní).....</i>	<i>33-34</i>
<i>Tabulka 4 – Rozmístění stanovišť dekontaminace osob. (Žuja, 2020)</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 5 – Popis stupnice INES. (Jedlička, 2001)</i>	<i>65-66</i>
<i>Tabulka 6 – Tabulka 6 – Soupis rizik. (Zdroj vlastní)</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 7 – Vyhodnocení souvztažnosti rizik. (Zdroj vlastní).....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 8 – Vyhodnocení aktivity a pasivity rizik. (Zdroj vlastní).....</i>	<i>70</i>

Okomentoval(a): [IP76]: Sjednotit písmo – někde máte čísla stran kurzivou jinde zase ne

Ano, jsou to maličkosti, jenže jednou ze známek je i grafická, formální a jazyková úprava textu práce – známka je jednou ze 6 či 7 i v posudcích vedoucího a oponenta a má vliv na celkovou známku jak v posudcích, tak pak i u komise u obhajoby BP

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Popis stupnice INES

Příloha P II: Soupis rizik

Příloha P III: Postup provedení analýzy KARS

PŘÍLOHA P I: POPIS STUPNICE INES

Tabulka 5 – Popis stupnice INES. (Jedlička, 2001)

Stupeň/popis	Povaha události	Příklady
7 VELMI TĚŽKÁ HA- VÁRIE	Únik značné části radioaktivních materiálů z velkého zařízení (například z aktivní zóny energetického reaktoru) do okolí. Typicky obsahující směs radioaktivních štěpných produktů s dlouhými i krátkými poločasy rozpadu (s aktivitou přesahující desítky tisíc TBq 131I). Takový únik by vyústil do možnosti akutních zdravotních účinků; zpožděné zdravotní účinky v rozsáhlé oblasti s možností zasažení více než jedné země; dlouhodobé důsledky pro životní prostředí.	Jaderná elektrárna Černobyl, SSSR (nyní Ukrajina), 1986
6 TĚŽKÁ HA- VÁRIE	Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou tisíce až desítky tisíc TBq 131I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do plného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků.	Kyštym, Přepřacovatelský závod, SSSR (nyní v Ruské Federaci), 1957
5 HAVÁRIE S RIZIKEM VNĚ ZAŘÍ- ZENÍ	Únik radioaktivních materiálů do okolí (s aktivitou stovek až tisíců TBq 131I). Takový únik by pravděpodobně vyústil do částečného uplatnění protiopatření zahrnutých v místních havarijních plánech ke zmenšení pravděpodobnosti zdravotních následků. Těžké poškození jaderného zařízení. Může to zahrnovat těžké poškození velké části aktivní zóny energetického reaktoru, velká havárie s kritičností, nebo velký požár či exploze uvolňující velké množství radioaktivity uvnitř zařízení.	Windscale Pile, Velká Británie, 1957 Three Mile Island jaderná elektrárna, USA, 1979
4 HAVÁRIE BEZ VÁŽNĚJŠÍHO RIZIKA VNĚ ZAŘÍZENÍ	Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu několika milisievertů. a S takovým rozsahem úniku by pravděpodobně obecně nebyly spojovány žádné vnější ochranné zásahy s výjimkou místní kontroly potravin. Významné poškození zařízení. Taková havárie může zahrnovat poškození vedoucí k velkým potížím uvnitř zařízení, jako je částečné tavení aktivní zóny v energetickém jaderném reaktoru a srovnatelné události v zařízeních bez reaktoru. Takové ozáření jednoho nebo více zaměstnanců, že je vysoká pravděpodobnost rychlého úmrtí.	Windscale Pile, Přepřacovatelský závod, Velká Británie, 1973 Saint Laurent, jaderná elektrárna, Francie, 1980 Buenos Aires, kritický soubor, Argentina, 1983

Pokračování tabulky 5 | Popis stupnice INES. (Jedlička, 2001)

<p>3</p> <p>VÁŽNÁ NEHODA</p>	<p>Únik radioaktivních materiálů do okolí s následkem dávky pro kritickou skupinu v řádu desetin milisievertů. a Při takovém úniku nemusí být vnější ochranná opatření zapotřebí.</p> <p>Událost uvnitř zařízení s důsledkem takového ozáření zaměstnanců, že by způsobilo akutní zdravotní následky a/nebo událost s výsledkem těžkého rozšíření kontaminace, například několika tisíc TBq aktivity uvolněné v sekundárním kontejnmentu, kde lze materiál vrátit do vyhovujících skladovacích prostor.</p> <p>Nehoda, při níž by další porucha bezpečnostních systémů mohla vést k havarijním podmínkám, nebo situace, ve které by nebyly bezpečnostní systémy schopné zabránit havárii, pokud by nastaly určité iniciační události.</p>	<p>Vandellos, jaderná elektrárna, Španělsko, 1989</p>
<p>2</p> <p>NEHODA</p>	<p>Nehoda s významným selháním bezpečnostních opatření, ale se zbývající dostatečnou hloubkovou ochranou k vypořádání se dodatečnými poruchami. To zahrnuje události, kde by skutečné události byly klasifikovány stupněm 1, ale odhalují významné dodatečné organizační nedostatky nebo nedostatky v kultuře bezpečnosti.</p> <p>Událost, která vyústila v dávku pracovníkovi, překračující povolený roční limit a/nebo událost, která vede k přítomnosti významných množství radioaktivity uvnitř zařízení v prostorách, kde to projekt nepředpokládal, a které vyžadují nápravná opatření.</p>	
<p>1</p> <p>ANOMÁLIE</p>	<p>Anomálie od schváleného režimu, ale se zbývající významnou hloubkovou ochranou. K tomu může dojít v důsledku poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedostatku postupů a mohou nastat v jakékoliv oblasti, kterou stupnice pokrývá, například provoz jaderné elektrárny, transport radioaktivního materiálu, manipulace s jaderným palivem a skladování odpadů. Mezi příklady patří: porušení technických podmínek nebo přepravních předpisů, nehody bez přímých důsledků, které odhalí nedostatky v organizačním systému nebo kultuře bezpečnosti, defekty v potrubí, menší než předpokládá kontrolní program.</p>	
<p>0</p> <p>ODCHYLKA</p>	<p>Odchylky, kde nejsou porušeny limity a podmínky provozu, a na které se, v souladu s adekvátními postupy, přiměřeně reaguje. Mezi příklady patří: jednoduchá náhodná porucha v redundantním systému, odhalená v průběhu periodických kontrol nebo zkoušek, plánované rychlé odstavení reaktoru, které probíhá normálně, neúmyslná aktivace bezpečnostních systémů, bez významných následků, úniky v rámci LaP, menší rozšíření kontaminace uvnitř kontrolovaného pásma bez širších důsledků pro kulturu bezpečnosti.</p>	

Okomentoval(a): [IP77]: Jednu mezeru odstranit

Okomentoval(a): [IP78]: Tady rozdělit tabulku nebo v tabulce může být velikost písma 11

Okomentoval(a): [IP79]: Tady rozdělit tabulku

PŘÍLOHA P II: SOUPIS RIZIK

Tabulka 6 – Soupis rizik. (Zdroj vlastní)

Okomentoval(a): [IP80]: Jednu mezeru odstranit

1.	Ozáření osob a poškození jejich zdraví / přímé ohrožení života a zdraví osob.
2.	Zvýšený počet lidí v populaci se zdravotními omezeními v následujících generacích z důvodu vyššího počtu genetických poruch (mutací) jako důsledek ozáření obyvatelstva ionizujícím zářením.
3.	Ohrožení obyvatelstva v důsledku vzniku chaosu a paniky při řízené i samovolné evakuaci (např. dopravní nehody).
4.	Znemožnění evakuace nebo její omezení.
5.	Dlouhodobé vysídlení a opuštění území s hodnotami přesahujícími referenční úroveň efektivní dávky.
6.	Dočasná nebo trvalá ztráta osobního majetku.
7.	Dočasná nebo trvalá ztráta zaměstnání, možnosti poskytování služeb nebo zabezpečování výroby.
8.	Ohrožení duševního zdraví obyvatelstva v důsledku nedostatku psychosociální péče v případě trvalého opuštění domovů a ztrát sociálních kontaktů, zaměstnání a majetku vysídlených osob.
9.	Nedostatek ubytovacích kapacit pro evakuované nebo přesídlené osoby.
10.	Nepřípustné uvolnění radionuklidů do složek životního prostředí.
11.	Kontaminace rostlinných surovin a povrchových zdrojů pitné vody.
12.	Kontaminace budov a obytných ploch.
13.	Kontaminace silnic a dopravních cest.
14.	Ohrožení veřejného pořádku a bezpečnosti v evakuovaných oblastech a místech nouzového ubytování.
15.	Narušení dodávek elektrické energie velkého rozsahu.
16.	Narušení dodávek potravin a pitné vody.
17.	Poškození životního prostředí a majetku (přerušeni výroby, znehodnocení zemědělské produkce, ekologická újma).
18.	Omezení v dopravě nebo přepravě.
19.	Výrazné omezení až zastavení výkonu státní správy v zasažené oblasti.
20.	Narušení kritické infrastruktury (systém dodávky elektřiny, integrovaný záchranný systém).

PŘÍLOHA P III: POSTUP PROVEDENÍ ANALÝZY KARS

Tabulka 7 | Vyhodnocení souvztažnosti rizik. (Zdroj vlastní)

Riziko	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	Součet
1.	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
4.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5
5.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
6.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	4
8.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10.	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	14
11.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5
12.	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	11
13.	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	7
14.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
15.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5
16.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
17.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	5
18.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
19.	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	6
20.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	6
Součet	5	6	10	9	2	4	6	3	3	0	1	1	1	6	4	9	3	5	4	10	

Okomentoval(a): [IP81]: Mezeru za pomlčku

Výpočet koeficientu aktivity rizik

$$KARi = \frac{\Sigma Ri}{x-1} \cdot 100 (\%) = \frac{\Sigma Ri}{19} \cdot 100 (\%)$$

1. $KARi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
2. $KARi = \frac{0}{19} \cdot 100 (\%) = 0 \%$
3. $KARi = \frac{2}{19} \cdot 100 (\%) = 11 \%$
4. $KARi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
5. $KARi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$
6. $KARi = \frac{2}{19} \cdot 100 (\%) = 11 \%$
7. $KARi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
8. $KARi = \frac{1}{19} \cdot 100 (\%) = 5 \%$
9. $KARi = \frac{1}{19} \cdot 100 (\%) = 5 \%$
10. $KARi = \frac{14}{19} \cdot 100 (\%) = 74 \%$
11. $KARi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
12. $KARi = \frac{11}{19} \cdot 100 (\%) = 58 \%$
13. $KARi = \frac{7}{19} \cdot 100 (\%) = 37 \%$
14. $KARi = \frac{2}{19} \cdot 100 (\%) = 11 \%$
15. $KARi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
16. $KARi = \frac{2}{19} \cdot 100 (\%) = 11 \%$
17. $KARi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
18. $KARi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
19. $KARi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$
20. $KARi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$

Výpočet koeficientu pasivity rizik

$$KPRi = \frac{\Sigma Ri}{x-1} \cdot 100 (\%) = \frac{\Sigma Ri}{19} \cdot 100 (\%)$$

1. $KPRi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
2. $KPRi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$
3. $KPRi = \frac{10}{19} \cdot 100 (\%) = 53 \%$
4. $KPRi = \frac{9}{19} \cdot 100 (\%) = 47 \%$
5. $KPRi = \frac{2}{19} \cdot 100 (\%) = 11 \%$
6. $KPRi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
7. $KPRi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$
8. $KPRi = \frac{3}{19} \cdot 100 (\%) = 16 \%$
9. $KPRi = \frac{3}{19} \cdot 100 (\%) = 16 \%$
10. $KPRi = \frac{0}{19} \cdot 100 (\%) = 0 \%$
11. $KPRi = \frac{1}{19} \cdot 100 (\%) = 5 \%$
12. $KPRi = \frac{1}{19} \cdot 100 (\%) = 5 \%$
13. $KPRi = \frac{1}{19} \cdot 100 (\%) = 5 \%$
14. $KPRi = \frac{6}{19} \cdot 100 (\%) = 32 \%$
15. $KPRi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
16. $KPRi = \frac{9}{19} \cdot 100 (\%) = 47 \%$
17. $KPRi = \frac{3}{19} \cdot 100 (\%) = 16 \%$
18. $KPRi = \frac{5}{19} \cdot 100 (\%) = 26 \%$
19. $KPRi = \frac{4}{19} \cdot 100 (\%) = 21 \%$
20. $KPRi = \frac{10}{19} \cdot 100 (\%) = 53 \%$

Tabulka 8 – Vyhodnocení aktivity a pasivity rizik. (Zdroj vlastní)

Riziko	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
KARi (%)	21	0	11	26	32	11	21	5	5	74	26	58	37	11	26	11	26	21	32	32
KPRi (%)	26	32	53	47	11	21	32	16	16	0	5	5	5	32	21	47	16	26	21	53

Výpočet osy Q₁ a Q₂

$$O_1 = K_{Amax} - \frac{K_{Amax} - K_{Amin}}{100} \times 80$$

$$O_1 = 74 - \frac{74 - 0}{100} \times 80 = 74 - \frac{74}{100} \times 80$$

$$O_1 = \frac{74}{5} = 14,8$$

$$O_2 = K_{Pmax} - \frac{K_{Pmax} - K_{Pmin}}{100} \times 80$$

$$O_2 = 53 - \frac{53 - 0}{100} \times 80 = 53 - \frac{53}{100} \times 80$$

$$O_2 = \frac{53}{5} = 10,6$$